



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ORTA YOĞUNLUKTA LİFLEVHA (MDF) ÜRETİMİNDE
İNORGANİK DOLGU MADDELERİNDEN KAYA TUZU
KALSİT, BORAKS PENTAHİDRAT VE TALK
MİNERALLERİNİN KULLANILABİLME
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

OSMAN ÇAMLİBEL

ARALIK 2012

DÜZCE

T.C
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KABUL VE ONAY BELGESİ

Osman ÇAMLİBEL tarafından hazırlanan: “MDF (orta yoğunlukta liflevha) Üretiminde İnorganik Dolgu Maddelerinden Kaya Tuzu, Kalsit, Boraks Pentahidrat ve Talk Minerallerinin Kullanılabilir Olanaklarının Araştırılması” isimli lisansüstü tez çalışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 17.12.2012 tarih ve 2012/443 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı)
Doç. Dr. Mehmet AKGÜL
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Yalçın ÇÖPÜR.
Düzce Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Birol ÜNER
Süleyman Demirel Üniversitesi

Üye
Yrd. Doç. Dr. Hüsnü ÜRENGİ
Düzce Üniversitesi/ Kaynaşlı MYO

Üye
Yrd. Doç. Dr. Hasan ÖZDEMİR
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih:28/12/2012

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Osman ÇAMLİBEL’in Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora derecesini almasını onamıştır.

Doç. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

28/12/2012

Osman ÇAMLİBEL

Sevgili eşim Erengöl AYDOĞAN ÇAMLİBEL

ve canım oğlum Bartu ÇAMLİBEL'e...

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez çalışmama başladığım ilk andan itibaren, desteğini her daim yanımda hissettiğim, zamanını ve emeğini benden asla esirgemeyen saygıdeğer hocam, danışmanım Doç. Dr. Mehmet AKGÜL’e sonsuz teşekkür, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Beni büyük bir şevkle bu çalışmaya adapte eden, emeği ile bu tezin oluşmasında büyük katkı sağlayan, desteklerinin her zaman yanımda olduğunu bildiğim sevgili eşim Erengül AYDOĞAN ÇAMLİBEL ve canım oğlum Bartu ÇAMLİBEL’e sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım.

Başta tez izleme komitesi üyeleri hocalarım Doç. Dr. Yalçın ÇÖPÜR ve Doç. Dr. Birol ÜNER ve Tez Juri üyeleri Doç.Dr. Saim ATEŞ, Yrd. Doç. Dr. Hasan ÖZDEMİR ve Doç.Dr. Süleyman KORKUT’a ayrıca korozyon testlerinin yorumlanmasında katkıda bulunan Yrd.Doç. Dr. Hüsnü GERENGİ’ye teşekkürlerimi sunarım.

Bilimsel ve Ar-Ge projelerini tesvik eden ve her türlü desteği sunan Kombassan Holding Yönetim Kurulu Başkanı Haşim ŞAHİN, Yönetim kurulu başkan yardımcısı Ahmet ŞAN, Yönetim Kurulu Üyeleri, Esat ŞAHİN, Erol KAYA, Muzaffer AYDEMİR’e teşekkürü bir borç bilirim.

San-Tez 00653.STZ.2010–2 projesine her türlü desteği sunan Divapan Entegre Ağaç Pan. San. Tic. AŞ çalışanlarından Mali ve İdari İşler Müdürü Seyit Ali DEMİRCAN’a, Kalite Kontrol Şefi İsa ASLAN’a, Fabrika genel müdürü Hakan ZENGİNE’e, Kalite Kontrol Sorumlusu İsmail ATASEVEN’e, Otomasyon Şefi İbrahim ÇİLİNGİR, Serhat SİPAHİ’ye ve Fabrika Üretim Vardiye Amirlerine teşekkürlerimi sunarım.

Bugün bu çalışmanın ortaya çıkmasında başrol oynayan ve içinde bulunduğum durumun mimarı olan ailemin bütün fertlerine, sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı,Düzce Üniversitesi, ve Divapan Entegre Ağaç Pan.San. Tic. AŞ. arasında San-Tez 00653.STZ.2010–2 projesiyle desteklenmiştir.

Aralık 2012

Osman ÇAMLİBEL

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLİSTESİ.....	iv
ÇİZELGELİSTESİ.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
EK LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	1
ABSTRACT.....	2
EXTENDED	3
1. GİRİŞ	12
1.1. GENEL KISIMLAR.....	17
1.1.1. Liflevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	17
1.1.2. MDF'nin Tanımı ve Sınıflandırılması.....	18
<i>1.1.2.1. Yoğunluklarına Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması.....</i>	<i>19</i>
<i>1.1.2.2. Üretim Yöntemine Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması.....</i>	<i>20</i>
<i>1.1.2.3. Lişlerin Yönlendirilmesine Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması.....</i>	<i>21</i>
<i>1.1.2.4. MDF'nin Kalınlığına ve Özelliğine Göre Kullanım Yerleri.....</i>	<i>22</i>
1.1.3. MDF'nin Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	24
1.2.MDF ENDÜSTRİSİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ GENEL DURUMU.....	26
1.2.1. Dünya'da MDF Endüstrisinin Tarihsel Gelişimi.....	27
1.2.2. Dünya'da MDF Endüstrisinin Genel Durumu.....	27
1.2.3. Dünya MDF Üretimi Yapan Firmaların Kapasiteleri.....	31
1.2.4. Avrupa Birliği Ülkelerinin MDF Üretim Kapasitesi.....	44
1.2.5. Amerika Kıtası MDF Üretim Kapasitesi.....	45
1.2.6. Türkiye MDF Endüstrisinin Tarihsel Gelişimi ve Genel Durumu.....	45
1.3. MDF'Yİ OLUŞTURAN HAMMADDELER.....	47
1.3.1. Odun ve Diğer Lignoselülozik Hammaddeler.....	47
1.3.2. Odun veya Lignoselülozik Maddeler.....	51
1.3.3. Lif Odunu Hakkında Genel Bilgiler.....	52

1.3.4. Odunun Kimyasal Yapısı.....	52
1.3.5. Lifsel Madde.....	54
1.3.6. Liflerin Sınıflandırılması.....	54
1.3.6.1. Keçeleşme Oranı.....	55
1.3.6.2. Elastikiyet Katsayısı.....	55
1.3.6.3. Katılık Katsayısı.....	55
1.3.6.4. Runkel sınıflaması.....	55
1.3.6.5. Muhlstep Sınıflandırma	56
1.3.6.6. “F” Faktörü.....	56
1.3.7. Lif Mukavemetinin Lif Levha Özellikleri Üzerine Etkisi.....	56
1.3.8. Lif Morfolojisi.....	56
1.3.9. Selüloz.....	57
1.3.10. Hemiselüloz.....	58
1.3.11. Lignin	58
1.3.12. Pektin.....	58
1.3.13. Ekstraktif Maddeler.....	59
1.4 YAPIŞTIRICI MADDELER.....	59
1.4.1. Üre Formaldehit Tutkalı.....	59
1.4.1.1. Üre ile Formaldehitin Kondenzasyonu.....	60
1.4.2. Fenol Formaldehit Tutkalı (FF).....	62
1.4.2.1. Novalak.....	64
1.4.2.2. Resol fenol reçinesi.....	64
1.4.2.3. Resitol.....	64
1.4.2.4. Resit.....	64
1.4.3. Melamin Formaldehit Tutkalı (MF).....	65
1.4.3.1. Melamin Formaldehitin Sertleştirilmesi.....	67
1.4.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı (RF).....	68
1.4.5. İzosiyanat Tutkalı (İS).....	68
1.4.6. Doğal Tutkallar.....	69
1.4.7. Katkı Maddeler.....	69
1.4.8. Hidrofobik Maddeler.....	70
1.4.9. Koruyucu Maddeler.....	71
1.4.10. Yanmayı Geciktiren Maddeler.....	71
1.5. MDF ÜRETİM TEKNOLOJİSİ.....	73

1.5.1. Odunun Depolanması.....	73
1.5.2. Kabuk Soyma İşlemi	77
1.5.3. Yongalama.....	79
<i>1.5.3.1. Yongalayıcı Çeşitleri</i>	<i>79</i>
1.5.4. Yongaların Depolanması	82
1.5.5. Yongaların Elenmesi	83
<i>1.5.5.1. MDF üretiminde kullanılan elekleri</i>	<i>83</i>
1.5.6. Yonga Yıkama	85
1.5.7. Liflendirme İşlemi	86
<i>1.5.7.1. Mekanik liflendirme yöntemleri.....</i>	<i>86</i>
<i>1.5.7.2. Kimyasal–mekanik yöntemler.....</i>	<i>87</i>
<i>1.5.7.3. Termal mekanik yöntemler.....</i>	<i>87</i>
<i>1.5.7.4.Yonga Silosu.....</i>	<i>88</i>
<i>1.5.7.5. Yonga Pişirme Kazanı.....</i>	<i>89</i>
<i>1.5.7.6. Defibratör (Refiner).....</i>	<i>90</i>
<i>1.5.7.7. Lif Kalitesini Etkileyen Faktörler.....</i>	<i>92</i>
1.5.8. Tutkallama ve Diğer Kimyasal Maddelerin İlave Edilmesi	94
1.5.9. Lif Kurutma	96
<i>1.5.9.1. Lifi Kurutulmasına Etki Eden Faktörler.....</i>	<i>98</i>
1.5.10. Siklonlar.....	100
1.5.11. Havalı Ayırıcılar.....	101
1.5.12. Lif Bunkerleri.....	102
1.5.13. Serme İşlemi (Taslak Oluşturma – Mat Forming).....	103
1.5.14. Ön Pres	104
1.5.15. Presleme	106
<i>1.5.15.1. Fasıllı Sıcak (Statik) Presler.....</i>	<i>107</i>
<i>1.5.15.2. Fasılsız (Sürekli) Sıcak Presler.....</i>	<i>107</i>
<i>1.5.15.3. Extrusion presler.....</i>	<i>107</i>
<i>1.5.15.4.Fasıllı Sıcak (Statik) Presler.....</i>	<i>107</i>
<i>1.5.15.2. Fasılsız (Sürekli) Sıcak Presl.....</i>	<i>109</i>
<i>1.5.15.3. Extrusion presler.....</i>	<i>117</i>
1.5.16. Levhanın Klimatize Edilmesi ve Ebatlanması.....	118
1.5.17. Isıl İşlem ve Diğer Koruyucu Uygulamalar.....	119
1.5.18. Zımpara İşlemi ve Depolama.....	121

1.5.19. Zımparalama Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	124
1.5.20. Depolamada Dikkat Edilecek Hususları	125
1.5.21. Levhanın Seçimi.....	125
1.5.22. Depolama ve Sevkiyat.....	126
1.6. ISI ÜRETİMİ.....	127
1.6.1. Buhar Kazanının Tanımı.....	127
1.6.2. Buhar Kazanlarının Sınıflandırılması.....	127
1.6.2.1. Basınçlarına Göre.....	127
1.6.2.2. Ocak Cinsine Göre.....	127
1.6.2.3. Kullanılan Yakıt Cinsine Göre.....	127
1.6.2.4. Günümüzde Kullanılan Kazanlar.....	127
1.6.3. Kazan Yardımcı Donanımları.....	129
1.6.3.1. Su Hazırlaması ve Besleme.....	129
1.6.3.2. Su Yumuşatma Yöntemleri.....	130
2. MATERİYAL VE METOD.....	135
2.1. MATERİYAL.....	135
2.1.1. MDF Üretiminde Kullanılan Ağaç Türleri ve İnorganik Dolgu maddeleri..	135
2.1.1.1. Ağaç Türleri.....	135
2.1.2. İnorganik Mineraller (Dolgu Maddeleri).....	140
2.1.2.1. Kaya tuzu, Kalsit, Boraks Pentahidrat ve Talk Minarellerinin Özellikleri ve Rezerv Miktarı.....	140
2.1.3. Kimyasallar.....	144
2.2. METOT.....	146
2.2.1. Lignoselülozik Materyal, Üre Formaldehit Tutkalı, Amonyum Sülfat, Parafin, İnorganik Dolgu Maddelerinin Belirlenmesi ve Temin Edilmesi.....	146
2.2.2. Üretim Prosesin Kurulması ve Prosesi Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi.....	147
2.2.3. Üretim Reçetelerinin Oluşturulması.....	148
2.2.4. Levha Üretiminde Kullanılan Lifin Analizi.....	149
2.2.5. Laboratuvar Sıcak Pres Üretim Parametreleri.....	150
2.2.6. Fabrika Sıcak Pres Üretim Parametreleri.....	150
2.2.7. Üretilen MDF ‘lerin Testlerinin Yapılması.....	151

2.2.7.1. Laboratuvar Şartlarında Üretilen Levhaların Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik, Yanma Test Özelliklerinin Belirlenmesi.....	151
2.2.7.2. Fabrika Ortamında Üretilen Levhaların Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik, Yanma ve Korozyon Test Özelliklerinin Belirlenmesi.....	152
2.2.8. Deney Numuneleri.....	153
2.2.9. Uygulanan Standartlar.....	155
2.2.9.1. Deney Numunelerinin Boyutlarının Ölçülmesi	155
2.2.9.2. Birim Hacim Ağırlığının (Yoğunluk) Tayini.....	156
2.2.9.3. Rutubet miktarı.....	157
2.2.9.4. Suda kalınlığına Şişme.....	158
2.2.9.5. Su Alma Test Tayini.....	159
2.2.9.6. Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini.....	160
2.2.9.7. Eğilme Dayanımı.....	163
2.2.9.8. Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımı.....	164
2.2.9.9. Aletler ve Cihazlar.....	166
2.2.9.10. Levha Yüzeyine Dik Yönde Janka Sertlik Değeri.....	169
2.2.9.11. Levha Yüzeyi Toluen Testi (Yüzey Absorpsiyonu).....	169
2.2.9.12. Biyolojik Bozulma Testi.....	169
2.2.9.13. Levha Yanma Testi.....	170
2.2.9.14. Levha Parlaklık Testi.....	172
2.2.9.15. İnorganik Dolgu Maddelerinin Korozyon Testi.....	172
2.3.Oluşturulan Reçeteler Yardımıyla Sanayi Tipi Üretimlerin Gerçekleştirilmesi ..	175
2.4. Deneme Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistikî Metodlar.....	175
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	176
3.1 BULGULAR.....	176
3.1.1. Laboratuvar Ortamında Üretilen MDF Levhalarına Ait Bulgular.....	176
3.1.1.1. Fiziksel Deneylere Ait Bulgular.....	176
3.1.1.2. Mekanik ve Teknolojik Test Sonuçlarına Ait Bulgular.....	207
3.1.1.3. Yanma Deneyine Ait Bulgular.....	221
3.1.2.Fabrikada Üretilen MDF Levhalarının Fiziksel Deneylerine Ait Bulgular	241
3.1.2.1. Fiziksel Deneylere Ait Bulgular.....	241
3.1.2.2. Mekanik ve Teknolojik Testlere Ait Bulgular.....	272
3.1.2.3. Yanma Deneyine Ait Bulgular.....	287

3.1.3. Korozyon Deneyine Ait Bulgular	312
3.1.3.1. Numunelerin Bileşimi.....	312
3.1.3.2. Boraks Pentahidrat Deney Sonuçları.....	312
3.1.3.3. Kaya tuzu'nun AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğinin Korozyonuna Etkisi.....	321
3.1.3.4. Kalsit'in %3'lük ve Kalsit'in %6'lık AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğine Korozyonun Etkisi.....	331
3.1.3.5. Talk'ın AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğine Korozyonun Etkisi.....	339
3.2. TARTIŞMA	349
3.2.1. Fiziksel Deneylere Ait Tartışma	349
3.2.1.1. Yoğunluk Deney Sonucu.....	349
3.2.1.2. İki Saat Suda Şişme (%).....	354
3.2.1.3. Yirmi Dört Saat Suda Şişme (%).....	361
3.2.1.4. İki Saat Su Alma (%).....	368
3.2.1.5. Yirmi Dört Saat Su Alma (%).....	375
3.2.1.6. Toluen Testi.....	382
3.2.1.7. ΔL . YüzeyRenk (Parlaklık) Değişimine.....	388
3.2.1.8. Δa . YüzeyRenk (Kırmızılık) Değişimine.....	394
3.2.1.9. Δb . YüzeyRenk (Sarılık) Değişimine.....	399
3.2.1.10. ΔE Renk Değişim Değeri	404
3.2.1.11. Biyolojik Bozulma (%).....	412
3.2.2. Mekanik ve Teknolojik Deneyler	418
3.2.2.1. Eğilme Mukavemeti Deneyi.....	418
3.2.2.2. Çekme Mukavemeti.....	426
3.2.2.3. Elastikiyet Mukavemeti.....	433
3.2.2.4. Yüzey Vida Mukavemeti.....	440
3.2.2.5. Yüzey Janka Mukavemeti.....	447
3.2.3. Yanma Deneyi	455
3.2.3.1. AKY Sıcaklık (°C).....	455
3.2.3.2. KKY sıcaklık (°C).....	460
3.2.3.3. KHY sıcaklık (°C).....	465
3.2.3.4. KHY Zaman (dk).....	467
3.2.3.5. AKY Lük.....	473

3.2.3.6. KKY l��x.....	478
3.2.3.7. KHY l��x.....	483
3.2.3.8. Ağırlık Kaybı (%).....	486
3.2.4. Korozyon Deneyi.....	492
3.2.4.1. Boraks pentahidrat Korozyon Deneyi.....	492
3.2.4.2. Kaya tuzu Korozyon Deneyi.....	494
3.2.4.3. KalsitKorozyon Deneyi.....	495
3.2.4.4. Talk Korozyon Deneyi.....	496
3.2.5.MDF �retiminde Kullanılan İnorganik Minerallerin Maliyet Analizi.....	499
3.2.5.1. MDF �retiminde Kullanılan İnorganik Minerallerin Maliyet Analizi.....	501
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	503
4.1. SONUÇLAR.....	503
4.2 ÖNERİLER.....	524
KAYNAKLAR.....	526
EK-1.....	539
ÖZGEÇMİŞ.....	543

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Temel odun elementlerinin büyükten küçüğe doğru gösterilmesi (Marra, 1979)	17
Şekil 1.2. Kompozit levhaların partikül büyüklüğü, yoğunluk ve proses tipine göre sınıflandırılması (Suchsland ve Woodson, 1986)	18
Şekil 1.3. Odun kompozit levhaların proses tipine göre sınıflandırılması. (Suchsland ve Woodson, 1986)	18
Şekil 1.4. Dünya ilk ona giren MDF firmaları ve kapasiteleri (MDF yearbook, 2010/2012)	31
Şekil 1.5. Odunun temel hücre çeperi bileşenleri (Schmitt Hamburg Üniversitesi, wood based panels 2010)	49
Şekil 1.6. Odunun kimyasal yapısı (Hafizoğlu,1982)	53
Şekil 1.7. Odun maddesinin üretimi (Bozkut ve Erdin,1997)	54
Şekil 1.8. Selüloz molekülü (Bozkurt,1992)	57
Şekil 1.9. Üre formaldehit kondenzasyon (wood based panel 2008)	60
Şekil 1.10. Serbest formaldehit ve mol oranı (Wood Academy 2008)	62
Şekil 1.11. Fenol ve formaldehit kondenzasyon reaksiyonu (Tank, 1997)	63
Şekil 1.12. Melamin Eldesi (Tank, 1997)	65
Şekil 1.13. UF,MUF,FF,PMDI tutkalların formül zinciri gösterilmektedir (wood based panels 2010)	69
Şekil 1.14. MDF üretim teknolojisi (IWA, wood based panels 2008)	73
Şekil 1.15. MDF hammadde sahasında odun boşaltma ve hammadde türleri (wood based panels 2010)	75
Şekil 1.16. Odun hammaddesinin depolanma süresine bağlı olarak değişken değerler (IWA, wood based panels 2008)	76
Şekil 1.17. Tambur debarker kabuk soyma (Metso panelboard 2008) Karşı 5 bıçaklı kabuk soyucu	77
Şekil 1.18. Kabuğun eğilme direncine etkisi (Eroğlu ve Usta, 2000)	78
Şekil 1.19. Tambur yongalayıcı (Bruks-Klöckner and Pallmann 2004)	81
Şekil 1.20. Yongaların depolanması (Metso, IWA, wood based panels 2008)	83
Şekil 1.21. Sallantılı ve döner silindirli yonga eleme makinesi(Metso 2008)	84

Şekil 1.22.	Sallantılı elek ve elek altı yongalar (Pallman 2008)	84
Şekil 1.23.	Yongayıkama makinesi (Metso, IWA, wood based panels 2008)	86
Şekil 1.24.	Rafiner yapısı ve genel görünümü	87
Şekil 1.25.	Rafiner genel görüntüsü (IWA, wood based panels 2008)	87
Şekil 1.26.	Defibratörün çalışma sistemi(metso)/(andritz) (wood academy 2008)	91
Şekil 1.27.	Defibratör segment yapısı (Metso)	93
Şekil 1.28.	Defibratör çıkışı blow line (Pallmann)(wood academy 2008)	93
Şekil 1.29.	Defibratör sonrası lifleri tutkallama sistemi (IWA, wood based panels 2008)	95
Şekil 1.30.	Kurutma sonrası kuru lifleri nozzle, EVOjet tutkalama (Diffanbacher 2007) ile tutkallama (İmal)	96
Şekil 1.31.	Bir ve iki aşamalı kurutucuların hava / lif sıcaklığı (IWA,wood based panels 2008)	97
Şekil 1.32.	Lif kurucu modelleri(Deppe 1996). Baca gazı kurutma entegreli iki kademeli çevre kontrollu kurutma sistemi(Metso 2007)	97
Şekil 1.33.	Yangın söndürme sistemleri (Grecon)	99
Şekil 1.34.	Siklonların çalışma prensibi	101
Şekil 1.35.	Havalı ayırıcılar (Fiber Sifter Metso, IWA, wood based panels 2008)	100
Şekil 1.36.	Lif bunker ve serme ünitesi (Metso, wood based panels 2008)	102
Şekil 1.37.	Serme ünitesi (Siempelkamp&Dieffenbacher) (Metso, IWA, wood based panels 2008)	104
Şekil 1.38.	Ön pres ünitesi (Metso) (Metso, IWA, wood based panels 2008)	104
Şekil 1.39.	Ön preste pastanın (mat) yoğunluk ve kalınlık diyagramı (IWA, wood based panels 2008)	105
Şekil 1.40.	Levha endüstrisinde kullanılan presler (IWA, wood based panels 2008)	107
Şekil 1.41.	Tek katlı pres üretim hattı (IWA, wood based panels 2008)	108
Şekil 1.42.	Çok katlı pres üretim hattı (IWA, wood based panels 2008)	108
Şekil 1.43.	Continuous pres (CPS) üretim hattı (IWA, wood based panels 2008)	110
Şekil 1.44.	Soğutma bölgesi (Cooling Zone) Kontinu presi (Metso 2007)	113
Şekil 1. 45.	Mende presle çalışan bir lif levha fabrikasında serme hattının ve	

	presin yan kesiti (Maloney, 1993)	115
Şekil 1. 46.	Mende presin şematik görünüşü (Suchland ve Woodson, 1991)	116
Şekil 1. 47.	OPK (WPC) üretim hattı ve Extrusion presin çalışma şekli (sauerland spanplatte)	117
Şekil 1.48.	Yıldız soğutma,kenar alma,ebatlama ve depolama (wood Academy 2008)	119
Şekil 1.49.	Bazı zımparalama başlıkları şekilleri (Moleney, 1993)	122
Şekil 1.50.	Ara depolama sistemi (IWA,wood based panels 2008)	122
Şekil 1.51.	Zımparalama, boyutlandırma (IWA,wood based panels 2008)	123
Şekil 1.52.	Uygun yükleme modelinin gösterilmesi (Maloney, 1993)	126
Şekil 1. 53.	Atıklarla yanan kazan ısıtma sistemi (Dieffenbacher Energy System, 2011)	128
Şekil 2.1.	Çalışma planı şematik görünüşü	146
Şekil 2.2.	Reçine+İnorganik solüsyon ve diğer kimyasalların üretime Verilmesi	147
Şekil 2.3	Levha üretimlerinde kullanılan lifin analizi ve pres diyagramı	149
Şekil 2.4.	MDF Levhaların Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerinin Tayini İçin Deney Numunelerinin Seçimi (TS EN 326-2) ve TS-EN 622-5 (2008) standardına göre yukarıdaki taslak şekline göre hangi parçadan ne tür testlerin yapılabildiği gösterilmektedir	154
Şekil 2.5.	Deney paçaların ölçümü	157
Şekil 2.6.	Deney parçaları	158
Şekil 2.7.	Deney parçalarının ölçümü	158
Şekil 2.8.	Eğilme Mukavemeti tayini düzeni TS-EN 622-5 (2008)	161
Şekil 2.9.	Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci tayini TS-EN 622-5 (2008)	166
Şekil 2.10.	Biyolojik bozulma deney fotoğrafları	170
Şekil 2.11.	Yanma deneyi düzeneği ve yanma deneyi malzemeleri	171
Şekil 2.12.	Elrepho - Lorentzen Wettre test cihazı	172
Şekil 2. 13.	Deneyde kullanılan elektrotların hazırlanışı	173
Şekil 2.14.	Deney düzeneği [(1) Pt tel, (2) Ag/AgCl elektrot, (3) Çalışma elektrodu]	174
Şekil 3.1.	Boraks pentahidrat %3'lük ortamda AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı	313

Şekil 3.2.	%6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	314
Şekil 3.3.	Boraks pentahidrat'ın %3 ve %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramlarının birlikte gösterimi	314
Şekil 3.4.	%3 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	315
Şekil 3.5.	%6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	316
Şekil 3.6.	%3 ve %6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	316
Şekil 3.7.	Boraks pentahidrat'ın %3'lük ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	317
Şekil 3.8.	Boraks pentahidrat'ın %6'lık ortamında AISI St-37 metalin korozyon EIS diyagramı	318
Şekil 3.9	Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı	319
Şekil 3.10.	Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	320
Şekil 3.11.	Boraks pentahidrat'ın %9'luk AISI 316 ve 304 EIS verilerinin kıyaslanması	320
Şekil 3.12.	Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	321
Şekil 3.13.	Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı	322
Şekil 3.14.	Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	322
Şekil 3.15.	Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	323
Şekil 3.16.	Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	323
Şekil 3.17.	Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	324
Şekil 3.18.	Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin veri eşleşmesi	324

Şekil 3.19.	Kaya tuzu'nun%6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS diyagramı	325
Şekil 3.20.	Kaya tuzu'nun%6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS diyagramı ve Z simpwin data eşleşmesi	325
Şekil 3.21.	Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISIST-37 metalin korozyon EIS diyagramı	326
Şekil 3.22.	Kaya tuzu'nun%3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	326
Şekil 3.23.	Kaya tuzu'nun%6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı	327
Şekil 3.24.	Kaya tuzu'nun%6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	327
Şekil 3.25.	Kaya tuzu 'ün %9'lukortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	328
Şekil 3.26.	Kaya tuzu'nun %9'lukortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	329
Şekil 3.27.	(A) AISI316 ve (B) AISI 304 EIS verilerinin kıyaslanması	329
Şekil 3.28.	Kaya tuzu'nun%9'luk ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	330
Şekil 3.29.	Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	331
Şekil 3.30.	Kalsit'in %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	332
Şekil 3.31.	A: %3 Kalsit; B: %6 Kalsit; C: %9 Kalsit (AISI 304 numunesi) en çok korozif ortam (%3 Kalsit)	332
Şekil 3.32.	A.%3 Kalsit; B: %6 Kalsit (AISI 304 numunesi)	333
Şekil 3.33.	Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	333
Şekil 3.34.	Kalsit'in %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	334
Şekil 3.35.	A: %3 Kalsit; B: %6 Kalsit(AISI 316 numunesi)	334
Şekil 3.36.	Kalsit'in %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	335
Şekil 3.37.	Kalsit'in %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu	

	EIS diyagramı	335
Şekil 3.38.	Kalsit'in %3'lükve %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı karşılaştırılması	336
Şekil 3.39.	Kalsit'in %3'lük ve %6'lık oranlarının karşılaştırılması	336
Şekil 3.40.	Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	337
Şekil 3.41.	Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	338
Şekil 3.42.	Kalsit'in %9'luk AISI 316 ve AISI 304 EIS verilerinin kıyaslanması	338
Şekil3.43.	Kalsit'in %9'luk ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	339
Şekil 3.44.	Talk'ın %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	340
Şekil 3.45.	Talk'ın %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	340
Şekil 3.46.	Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	341
Şekil 3.47.	Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	341
Şekil 3.48.	Talk'ın %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	342
Şekil 3.49.	Talk'ın %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	342
Şekil 3.50.	Talk'ın %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS diyagramı	343
Şekil 3.51.	Talk'ın %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	343
Şekil 3.52.	Talk'ın %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı	344
Şekil 3.53.	Talk'ın %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	344
Şekil 3.54.	Talk'ın %6'lık ortamında AISI ST-37 metalinkorozyonu EIS Diyagramı	345

Şekil 3.55.	Talk'ın %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi	345
Şekil 3.56.	Talk'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı	346
Şekil 3.57.	Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı	347
Şekil 3.58.	Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 ve AISI 304 EIS verilerinin kıyaslanması	347
Şekil 3.59.	Talk'ın %9'luk ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	348
Şekil 3.60.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıli levhaların yoğunluğunun sonuçlar	350
Şekil 3.61.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıli %3, %6, %9 MDF levhalarının yüzdeliklere göre yoğunluk sonuçları	350
Şekil 3.62.	Fabrika ölçeğinde üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıli MDF levhaların yoğunluk sonuçları	351
Şekil 3.63.	Fabrika ölçeğinde; Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıli MDF levhaların yüzdelik yoğunluk sonuçları	352
Şekil 3.64.	Çizelge 2.8.'e göre laboratuar ve fabrika üretim şartlarında üretilen levhaların yoğunluk karşılaştırma verileri	353
Şekil 3.65.	Laboratuar ve fabrika üretim şartlarında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 karışım yüzdelilerine göre üretilen levhaların yoğunluk karşılaştırma verileri	353
Şekil 3.66.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli levhaların iki saat suda şişme sonuçları	354
Şekil 3.67.	Laboratuar ortamında Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk inorganik mineral katkıli %100R, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen MDF levhalarının iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları	356
Şekil 3.68.	Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli MDF	

	levhaların iki saat suda şişme yüzdelerinin sonuçları	357
Şekil 3.69.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları	358
Şekil 3.70.	Laboratuar ve fabrika üretiminde; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6 ve %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların iki saat suda şişme sonuçları	359
Şekil 3.71.	Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların yüzdelik iki saat suda şişme sonuçları	360
Şekil 3.72.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları	362
Şekil 3.73.	Laboratuarda Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk inorganik mineral katkılı %100R, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen MDF levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçları	363
Şekil 3.74.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen MDF levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları	364
Şekil 3.75.	Fabrika ölçeğinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları	365
Şekil 3.76.	Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen MDF levhaların yirmi dört saat suda şişme değerlerinin karşılaştırılması	366
Şekil 3.77.	Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yüzdelik yirmi dört saat suda şişme değerlerinin karşılaştırılması	367
Şekil 3.78.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların iki saat su alma	

	yüzdelik sonuçları	367
Şekil 3.78.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıları %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçları	369
Şekil 3.79.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıları %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçları	370
Şekil 3.80.	Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral %0, %3, %6, %9 katkıları üretilen MDF levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçları	371
Şekil 3.81.	Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %100R, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları levhaların iki saat su alma yüzdelik grupların sonuçları	372
Şekil 3.82.	Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıları levhaların iki saat su alma sonuçları	373
Şekil 3.83.	Laboratuar ve fabrika üretim prosesinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkıları MDF levhaların yüzdelik gruplarının iki saat su alma sonuçları	374
Şekil 3.84.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıları levhaların yirmi dört saat su alma sonuçları	375
Şekil 3.85.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıları levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları	376
Şekil 3.86.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları MDF levhaların yirmi dört saat su almalarının sonuçları	377
Şekil 3.87.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %100R, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları	379
Şekil 3.88.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineraller katkıları levhaların yirmi dört saat su alma yüzdeliklerine ait sonuçlar	380

Şekil 3.89.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları	380
Şekil 3.90.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey tolüen testi sonu	382
Şekil 3.91.	Laboratuarda Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları	383
Şekil 3.92.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey tolüen testi sonuçları	384
Şekil 3.93.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları	385
Şekil 3.94.	Laboratuar ve fabrika üretiminde; Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey tolüen testi verileri	386
Şekil 3.95.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidra'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları	387
Şekil 3.96.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların parlaklık test sonuçları	389
Şekil 3.97.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yüzey parlaklığı yüzdelik sonuçları	390
Şekil 3.98.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey parlaklığı analiz sonuçları	391
Şekil 3.99.	Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen MDF levhalarının parlaklık testi yüzdelik sonuçları	392
Şekil 3.100.	Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks	

	pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey parlaklığı test sonuçları	391
Şekil 3.101.	Laboratuar ve fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey parlaklığı yüzdelik sonuçları	393
Şekil 3.102.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yüzey kırmızılığı sonuçları	394
Şekil 3.103.	Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey kırmızılığı yüzdelik sonuçları	395
Şekil 3.104.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey kırmızılığı analiz sonuçları	396
Şekil 3.105.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey kırmızılığı yüzdelik sonuçları	397
Şekil 3.106.	Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey kırmızılığı test sonuçları	398
Şekil 3.107.	Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey kırmızılığı test yüzdelik sonuçları	399
Şekil 3.108.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların yüzey sarılığı sonuçları	399
Şekil 3.109.	Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen MDF levhaların yüzey sarılığı yüzdelik sonuçları	401
Şekil 3.110.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey sarılığı analiz sonuçları	401
Şekil 3.111.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey sarılığı analizi	

	yüzdelik sonuçları	403
Şekil 3.112.	Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları üretilen levhaların yüzey sarılığı analiz sonuçları	404
Şekil 3.113.	Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkıları üretilen levhaların yüzey sarılığı yüzdelik analiz sonuçları	404
Şekil 3.114.	Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları MDF levhaların biyolojik bozulma sonuçları	405
Şekil 3.115.	Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları MDF levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları	406
Şekil 3.116.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında inorganik dolgu katkıları levhaların biyolojik bozulma sonuçları	408
Şekil 3.117.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 karışım oranlarında inorganik dolgu katkıları levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları	409
Şekil 3.118.	Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkıları üretilen levhaların biyolojik bozulma karşılaştırmaları	411
Şekil 3.119.	Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların yüzdeliklere göre biyolojik bozulma karşılaştırma sonuçları	411
Şekil 3.120.	Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkıları üretilen levhaların eğilme mukavemeti sonuçları	412
Şekil 3.121.	Laboratuvarında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçları	413
Şekil 3.122.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıları levhaların eğilme mukavemeti sonuçları	414

Şekil 3.123.	Fabrika ölçeğinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların eğilme Mukavemeti sonuçları	416
Şekil 3.124.	Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretimi gerçekleşen levhaların eğilme mukavemeti karşılaştırma verileri	417
Şekil 3.125.	Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik gruplarının karşılaştırma sonuçları	417
Şekil 3.126.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçları	418
Şekil 3.127.	Laboratuar ortamında Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Talk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhalarının çekme Mukavemeti yüzdelik sonuçları	419
Şekil 3.128.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçları	420
Şekil 3.129.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçları	422
Şekil 3.130.	Laboratuar ve fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti karşılaştırma sonuçları	423
Şekil 3.131.	Laboratuar ve fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçları	424
Şekil 3.132.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları	426
Şekil 3.133.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları	427
Şekil 3.134.	Fabrika ölçeğinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın	

	%0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları	428
Şekil 3.135.	Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların elastikiyet Mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları	430
Şekil 3.136.	Laboratuar ve fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineraller katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları	431
Şekil 3.137.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının elastikiyet mukavemetine ait yüzdelik grupların deney sonuçları	431
Şekil 3.138.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti verileri	433
Şekil 3.139.	Laboratuarda Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Talk'ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları	434
Şekil 3.140.	Fabrika ölçeğinde üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı MDF levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçları	435
Şekil 3.141.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçları.	437
Şekil 3.142.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti karşılaştırma değerleri.	438
Şekil 3.143.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti yüzdelik sonuçlarının karşılaştırma verileri	439
Şekil 3.144.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçları	441
Şekil 3.145.	Laboratuar ortamında Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk'ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının yüzey janka mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları	442

Şekil 3.146.	Fabrika ortamında üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçları	443
Şekil 3.147.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçları	444
Şekil 3.148.	Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemet karşılaştırma sonuçları	446
Şekil 3.149.	Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemet yüzdelik gruplarının karşılaştırma sonuçları	446
Şekil 3.150.	Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların AKY sıcaklık (°C) sonuçları	448
Şekil 3.151.	Laboratuvar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları	449
Şekil 3.152.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığı sonuçları	450
Şekil 3.153.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları	451
Şekil 3.154.	Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığına ait karşılaştırma sonuçları	452
Şekil 3.155.	Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığına ait karşılaştırma sonuçları	453
Şekil 3.156.	Laboratuvar üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçları	455
Şekil 3.157.	Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçları	456
Şekil 3.158.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın	

	%0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçları	457
Şekil 3.159.	Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçları	458
Şekil 3.160.	Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait karşılaştırma değerleri	459
Şekil 3.161.	Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhalarının KKY sıcaklık verileri	459
Şekil 3.162.	Fabrika üretim sisteminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY sıcaklığı sonuçları	460
Şekil 3.163.	Fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları	461
Şekil 3.164.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların KHY zaman (dk) sonuçları	461
Şekil 3.165.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KHY zaman (dk) yüzdelik gruplarının sonuçları	463
Şekil 3.166.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zaman (dk) sonuçları	464
Şekil 3.167.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY süresi yüzdelik gruplarının sonuçları	464
Şekil 3.168.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zaman sonuçlarının karşılaştırmaları	465
Şekil 3.169.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zaman sonuçlarının yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları	466
Şekil 3.170.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların AKY lüx sonuçları	467

Şekil 3.171.	Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların AKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları	469
Şekil 3.172.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların AKY lüx sonuçları	470
Şekil 3.173.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları	471
Şekil 3.174.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüx karşılaştırma sonuçları	472
Şekil 3.175.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları	472
Şekil 3.176.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KKY lüx sonuçları	473
Şekil 3.177.	Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları	474
Şekil 3.178.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KKY lüx sonuçları	475
Şekil 3.179.	Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüx verilerinin yüzdelik gruplarının sonuçları	476
Şekil 3.180.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KKY lüx karşılaştırma sonuçları	477
Şekil 3.181.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik gruplarının karşılaştırma verileri	478
Şekil 3.182.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların KHY lüx sonuçları	478
Şekil 3.183.	Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı MDF levhaların yüzdelik gruplarının KHY	

	lx sonuçları	479
Şekil 3.184.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kayıp yüzde sonuçları	480
Şekil 3.185.	Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı MDF levhalarının ağırlık kayıp yüzdelik sonuçları	482
Şekil 3.186.	Fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçları	483
Şekil 3.187.	Fabrika ortamında inorganik mineral katkılı Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 üretilen MDF levhalarının yüzdelik ağırlık kaybı sonuçları	483
Şekil 3.188.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı karşılaştırması verileri	484
Şekil 3.189.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdeliklerinin karşılaştırma verileri	485
Şekil 3.190.	Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kayıp yüzde sonuçları	486
Şekil 3.191.	Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının ağırlık kayıp yüzdelik sonuçları	487
Şekil 3.192.	Fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçları	488
Şekil 3.193.	Fabrika ortamında inorganik mineral katkılı Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 üretilen levhalarının yüzdelik ağırlık kaybı sonuçları	489
Şekil 3.194.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı karşılaştırması verileri	490
Şekil 3.195.	Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdeliklerinin karşılaştırma verileri	491
Şekil 3.196.	%3 Boraks pentahidrat içerisinde, AISI 304, AISI 316	

	korozyon karşılaştırma	492
Şekil 3.197.	%3 Boraks pentahidrat içersinde AISI 304- AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırma	492
Şekil 3.198.	%6 Boraks pentahidrat AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırma.	492
Şekil 3.199.	%6 Boraks pentahidrat AISI 304, AISI 316 ve ST -37 korozyon karşılaştırma	493
Şekil 3.200.	%9 Boraks pentahidrat'ın AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırma	193
Şekil 3.201.	%9 Boraks pentahidrat'ın AISI 304, AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırma	493
Şekil 3.202.	%3 Kaya tuzu içersinde AISI 316 ve AISI 304 korozyon Karşılaştırma	492
Şekil 3.203.	%3 ve %6 Kaya tuzu içersinde AISI 304 korozyon karşılaştırma	492
Şekil 3.204.	%6 Kaya tuzu içersinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırma	494
Şekil 3.205.	%3 ve %6 Kaya tuzu içersinde AISI 316 korozyon karşılaştırma	495
Şekil 3.206.	%9 Kaya tuzu ortamında AISI 316, AISI 304, AISI ST-37 korozyon karşılaştırması.	495
Şekil 3.207.	%9 Kalsit ortamında AISI 304, AISI 306, AISI ST-37 korozyon karşılaştırması	495
Şekil 3.208.	%9 Kalsit ortamında AISI 304, AISI 306, AISI ST-37 korozyon karşılaştırması	496
Şekil 3.209.	%3 Talk içersinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırması	496
Şekil 3.210.	%3 ve %6 Talk içersinde AISI 316 korozyon karşılaştırması	496
Şekil 3.211.	%6 Talk içersinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırması	497
Şekil 3.212.	%3 ve %6 Talk içersinde AISI 304 korozyon karşılaştırması	497
Şekil 3.213.	%3 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırması	497
Şekil 3.214.	%9 Talk ortamında ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı	497
Şekil 3.215.	%9 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırması	498
Şekil 3.216.	%9 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırması	498
Şekil 3.217.	%9 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırması	498

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Dünya MDF üretim hatları ve kapasiteleri (MDF yearbook, 2012)	28
Çizelge 1.2. Kıtalarla göre MDF üretim hatları ve kapasiteleri (MDF yearbook, 2012)	28
Çizelge 1.3. Dünya Ülkelerinin MDF Üretim Kapasitesindeki Gelişmeler (MDF yearbook, 2012)	29
Çizelge 1.4. Dünya Ülkelerinin MDF üretim yerleri ve kapasiteleri (MDF yearbook, 2012)	32
Çizelge 1.5. Dünya MDF endüstrisinde üretim yapan firmaların kapasite sıralaması (MDF yearbook, 2012) *Çin'deki 504 MDF farikası hariç tutulmuştur	38
Çizelge 1.6. Avrupa'da MDF üretim kapasitesindeki gelişmeler (MDF yearbook, 2012)	44
Çizelge 1.7. Amerika kıtası MDF üretim kapasitesi (MDF yearbook, 2012)	45
Çizelge 1.8. Türkiye'de MDF üretim yerleri ve kapasiteleri (Yonga Levha Sanayicileri Derneği, 2012)	46
Çizelge 1.9. Türkiye'de MDF yeni yatırım projeleri (Yonga Levha Sanayicileri Derneği, 2012)	46
Çizelge 1.10. Odunun bazı bileşenleri (%)	53
Çizelge 2.1. Türkiye'nin kaya tuzu rezervi. *MT:milyon ton	141
Çizelge 2.2. Türkiye Kalsit yatakları ve rezerv miktarı	141
Çizelge 2.3. Boraks pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ürün karakteristikleri	143
Çizelge 2.4. Türkiye Bor madenin rezerv miktarıBor madenin kullanım yeri ve tüketim yüzde oranı. *Bin Ton	143
Çizelge 2.5. Talk minarelerinin bulunduğu yer ve rezerv miktarı verilmiştir	143
Çizelge 2.6. MDF Üretiminde kullanılan kimyasalların spesifik değerleri	145
Çizelge 2.7. Araştırma levhalarının karışım oranları	149
Çizelge 2.8. İnorganik dolgu minerallerinin MDF üretiminde kullanım reçeteleri	149
Çizelge2.9. Laboratuar ortamında üretilen MDF levhalarının presleme	

parametreleri	150
Çizelge 2.10. Fabrika ortamında üretilen MDF levhalarının presleme parametreleri	151
Çizelge 2.11. Fiziksel ve mekaniksel testler için deney numunelerinin seçimi	154
Çizelge 2.12. Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik, Yanma, Korozyon testlerinin Numune boyutları, adetleri ve uygulanan standartlar	155
Çizelge 3.1. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri	177
Çizelge 3.2. Kalsit katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri	177
Çizelge 3.3. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri	177
Çizelge 3.4. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri	177
Çizelge 3.5. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik dolgu katkılı levhaların yoğunluk sonuçlarının istatistikî verileri	178
Çizelge 3.6. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluk sonuçlarının istatistikî verileri	178
Çizelge 3.7. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri	178
Çizelge 3.8. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	179
Çizelge 3.9. Laboratuar şartlarında Kalsit katkılı üretilen levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	179
Çizelge 3.10. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	180
Çizelge 3.11. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	180
Çizelge 3.12. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	180

Çizelge 3.13. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	181
Çizelge 3.14. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	181
Çizelge 3.15. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	182
Çizelge 3.16. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	182
Çizelge 3.17. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	182
Çizelge 3.18. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	183
Çizelge 3.19. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	183
Çizelge 3.20. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	184
Çizelge 3.21. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	184
Çizelge 3.22. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	187
Çizelge 3.23. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	187
Çizelge 3.24. Laboratuarda üretilen Talk katkılı üretilen levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	187
Çizelge 3.25. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	186
Çizelge 3.26. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının	

istatistikî verileri	186
Çizelge 3.27. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	186
Çizelge 3.28. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	187
Çizelge 3.29. Kaya tuzu katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	187
Çizelge 3.30. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı üretilen levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	188
Çizelge 3.31. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	188
Çizelge 3.32. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	188
Çizelge 3.33. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	189
Çizelge 3.34. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	189
Çizelge 3.35. Talk, Kaya tuzu, Kalsitve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	190
Çizelge 3.36. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri	190
Çizelge 3.37. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri	191
Çizelge 3.38. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri	191
Çizelge 3.39. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri	191
Çizelge 3.40. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik Mineralkatkılı levhalarının yüzey toluen testi sonuçlarının	

istatistikî verileri	192
Çizelge 3.41. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi sonuçlarının istatistikî verileri	192
Çizelge 3.42. Talk, Kaya tuzu, Kalsitve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi sonuçlarının istatistikî verileri	192
Çizelge 3.43. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri	193
Çizelge 3.44. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri	193
Çizelge 3.45. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri	194
Çizelge 3.46. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri	194
Çizelge 3.47. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	194
Çizelge 3.48. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	195
Çizelge 3.49. Talk, Kaya tuzu, Kalsitve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	195
Çizelge 3.50. Kaya tuzu katkılı labortuar ortamında üretilen levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri	196
Çizelge 3.51. Laboratuar ortamında Kalsitkatkıly üretilen levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri	196
Çizelge 3.52. Laboratuarda üretilen Talkkatkıly levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri	196
Çizelge 3.53. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidratkatkıly levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri	197
Çizelge 3.54. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yüzey Δa yüzdelik	

sonuçlarının istatistikî verileri	197
Çizelge 3.55. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δa yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	198
Çizelge 3.56. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δa yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	198
Çizelge 3.57. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey Δb sonuçlarının istatistikî verileri	199
Çizelge 3.58. Laboratuarda üretilen Kalsitkatkıly levhaların yüzey Δb ölçümlerinin istatistikî verileri	199
Çizelge 3.59. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey Δb sonuçlarının istatistikî verileri	199
Çizelge 3.60. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey Δb sonuçlarının istatistikî verileri	200
Çizelge 3.61. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δb yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	200
Çizelge 3.62. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δb yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	200
Çizelge 3.63. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δb ölçümlerinin istatistikî sonuçlarını göstermektedir	201
Çizelge 3.64. Laboratuar ortamında Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri	201
Çizelge 3.65. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri	202
Çizelge 3.66. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri	202
Çizelge 3.67. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri	202
Çizelge 3.68. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE	

değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	203
Çizelge 3.69. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	203
Çizelge 3.70. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	204
Çizelge 3.71. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların biyolojik bozulma ölçümlerinin istatistikî sonuçları	204
Çizelge 3.72. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri	205
Çizelge 3.73. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların biyolojik bozulma verilerinin istatistikî sonuçları	205
Çizelge 3.74. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların Biyolojik bozulma ölçümlerinin istatistikî verileri	205
Çizelge 3.75. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	206
Çizelge 3.76. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik verilerinin istatistikî sonuçları	206
Çizelge 3.77. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik ölçümlerinin istatistikî verileri	207
Çizelge 3.78. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	207
Çizelge 3.79. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	208
Çizelge 3.80. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	208
Çizelge 3.81. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	208
Çizelge 3.82. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat %3 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik	

sonuçlarının istatistikî verileri	209
Çizelge 3.83. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	209
Çizelge 3.84. Talk, Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti ölçümlerinin istatistikî verileri	210
Çizelge 3.85. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	210
Çizelge 3.86. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	211
Çizelge 3.87. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	211
Çizelge 3.88. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	211
Çizelge 3.89. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	212
Çizelge 3.90. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	212
Çizelge 3.91. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	213
Çizelge 3.92. Laboratuarda Kaya tuzu katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	213
Çizelge 3.93. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	214
Çizelge 3.94. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	214
Çizelge 3.95. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	214
Çizelge 3.96. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının	

istatistikî verileri	215
Çizelge 3.97. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	215
Çizelge 3.98. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	215
Çizelge 3.99. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	216
Çizelge 3.100. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	216
Çizelge 3.101. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	217
Çizelge 3.102. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemetine ait sonuçların istatistikî verileri	217
Çizelge 3.103. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	217
Çizelge 3.104. Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	218
Çizelge 3.105. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemetine ait sonuçların istatistikî verileri	218
Çizelge 3.106. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	219
Çizelge 3.107. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	219
Çizelge 3.108. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	219
Çizelge 3.109. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	220

Çizelge 3.110. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	220
Çizelge 3.111. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	221
Çizelge 3.112. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	221
Çizelge 3.113. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY sıcaklığının (°C) istatistikî verileri	222
Çizelge 3.114. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY sıcaklığının (°C) istatistikî verileri	222
Çizelge 3.115. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların AKY sıcaklığına (°C) ait istatistikî verileri	222
Çizelge 3.116. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY sıcaklığına (°C) ait istatistikî veriler	223
Çizelge 3.117. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	223
Çizelge 3.118. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	224
Çizelge 3.119. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	224
Çizelge 3.120. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler	225
Çizelge 3.121. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler	225
Çizelge 3.122. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler	225
Çizelge 3.123. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY	

sıcaklığına ait istatistikî veriler	226
Çizelge 3.124. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	226
Çizelge 3.125. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	227
Çizelge 3.126. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	227
Çizelge 3.127. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçların istatistikî verileri	228
Çizelge 3.128. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçlarının istatistikî verileri	228
Çizelge 3.129. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçlarının istatistikî verileri	228
Çizelge 3.130. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçlarının istatistikî verileri	229
Çizelge 3.131. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	229
Çizelge 3.132. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	230
Çizelge 3.133. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	230
Çizelge 3.134. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	231
Çizelge 3.135. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	229
Çizelge 3.136. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	231
Çizelge 3.137. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY lüx	

ait sonuçlarının istatistikî verileri	232
Çizelge 3.138. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	232
Çizelge 3.139. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	233
Çizelge 3.140. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	233
Çizelge 3.141. Laboratuvar ortamında Kaya tuzu katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	234
Çizelge 3.142. Laboratuvarda üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	234
Çizelge 3.143. Laboratuvarda üretilen Talk katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	234
Çizelge 3.144. Laboratuvarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri	235
Çizelge 3.145. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	235
Çizelge 3.146. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	236
Çizelge 3.147. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	236
Çizelge 3.148. Laboratuvarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	237
Çizelge 3.149. Laboratuvarda üretilen Kalsit katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	237
Çizelge 3.150. Laboratuvarda üretilen Talk katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	237
Çizelge 3.151. Laboratuvarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ağırlık	

kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	238
Çizelge 3.152. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	238
Çizelge 3.153. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	239
Çizelge 3.154. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler	239
Çizelge 3.155. Laboratuarda üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yanma test sonuçlarının ortalaması	240
Çizelge 3.156. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı üretilen levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri	241
Çizelge 3.157. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri	241
Çizelge 3.158. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri	242
Çizelge 3.159. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri	242
Çizelge 3.160. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	242
Çizelge 3.161. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	243
Çizelge 3.162. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	243
Çizelge 3.163. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	244
Çizelge 3.164. Fabrikada üretilen Kalsitkatkıly levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	244
Çizelge 3.165. Fabrikada üretilen Talkkatkıly levhaların iki saat suda şişme	

sonuçlarının istatistikî verileri	244
Çizelge 3.166. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	245
Çizelge 3.167. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişmesinin yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	245
Çizelge 3.168. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişmesinin yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	246
Çizelge 3.169. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişmesinin yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	246
Çizelge 3.170. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	247
Çizelge 3.171. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	247
Çizelge 3.172. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	247
Çizelge 3.173. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri	248
Çizelge 3.174. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	248
Çizelge 3.175 Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	249
Çizelge 3.176. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	249
Çizelge 3.177. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	250
Çizelge 3.178. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	250
Çizelge 3.179. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların iki saat su alma	

sonuçlarının istatistikî verileri	250
Çizelge 3.180. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	251
Çizelge 3.181. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	251
Çizelge 3.182. Kaya tuzu, Talk, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	251
Çizelge 3.183. Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	252
Çizelge 3.184. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	252
Çizelge 3.185. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	253
Çizelge 3.186. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	253
Çizelge 3.187. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri	253
Çizelge 3.188. Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	254
Çizelge 3.189. Talk, Kalsit, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	254
Çizelge 3.190. Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	254
Çizelge 3.191. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların tolüen ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri	255
Çizelge 3.192. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların tolüen test sonuçlarının istatistikî verileri	255
Çizelge 3.193. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların tolüen ölçüm	

sonuçlarının istatistikî verileri	256
Çizelge 3.194. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların toluen test sonuçlarının istatistikî verileri	256
Çizelge 3.195. Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının toluen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	256
Çizelge 3.196. Talk, Kalsit, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının toluen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	257
Çizelge 3.197. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının toluen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	257
Çizelge 3.198. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	258
Çizelge 3.199. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	258
Çizelge 3.200. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	258
Çizelge 3.201. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	259
Çizelge 3.202. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey ΔL renk değişimi (Parlaklık) yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	259
Çizelge 3.203. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının ΔL renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	260
Çizelge 3.204. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının ΔL renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	260
Çizelge 3.205. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	261
Çizelge 3.206. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	261
Çizelge 3.207. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların Δa renk değişimi	

test sonuçlarının istatistikî verileri	261
Çizelge 3.208. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	262
Çizelge 3.209. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının Δa renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	262
Çizelge 3.210. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının Δa renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	263
Çizelge 3.211. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey kırmızılığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	263
Çizelge 3.212. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	264
Çizelge 3.213. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	264
Çizelge 3.214. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	264
Çizelge 3.215. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri	265
Çizelge 3.216. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların Δb renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	265
Çizelge 3.217. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların Δb renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	266
Çizelge 3.218. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların Δb renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	266
Çizelge 3.219. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ΔE renk değişimi sonuçlarının istatistikî verileri	267
Çizelge 3.220. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların ΔE renk değişimi değeri sonuçlarının istatistikî verileri	267
Çizelge 3.221. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların ΔE renk değişimi	

değeri sonuçlarının istatistikî verileri	267
Çizelge 3.222. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ΔE renk değişimi değeri sonuçlarının istatistikî verileri	268
Çizelge 3.223. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE renk değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	268
Çizelge 3.224. Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ΔE renk değişimideğeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	269
Çizelge 3.225. Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ΔE renk değişimi değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	269
Çizelge 3.226. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri	270
Çizelge 3.227. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri	270
Çizelge 3.228. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri	270
Çizelge 3.229. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri	271
Çizelge 3.230. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı MDF levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	271
Çizelge 3.231. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	272
Çizelge 3.232. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	272
Çizelge 3.233. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	273
Çizelge 3.234. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	273
Çizelge 3.235. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların eğilme mukavemeti	

sonuçlarının istatistikî verileri	273
Çizelge 3.236. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	274
Çizelge 3.237. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	274
Çizelge 3.238. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	275
Çizelge 3.239. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	275
Çizelge 3.240. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	276
Çizelge 3.241. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	276
Çizelge 3.242. Fabrika üretilen Talk katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	276
Çizelge 3.243. Fabrika üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	277
Çizelge 3.244. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	277
Çizelge 3.245. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	278
Çizelge 3.246. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	278
Çizelge 3.247. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	279
Çizelge 3.248. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	279
Çizelge 3.249. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti	

sonuçlarının istatistikî verileri	279
Çizelge 3.250. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	280
Çizelge 3.251. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	280
Çizelge 3.252. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	281
Çizelge 3.253. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	281
Çizelge 3.254. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	282
Çizelge 3.255. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	282
Çizelge 3.256. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	282
Çizelge 3.257. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	283
Çizelge 3.258. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	283
Çizelge 3.259. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	284
Çizelge 3.260. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	284
Çizelge 3.261. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	285
Çizelge 3.262. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	285
Çizelge 3.263. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yüzey janka	

mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	285
Çizelge 3.264. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri	286
Çizelge 3.265. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	286
Çizelge 3.266. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	287
Çizelge 3.267. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	287
Çizelge 3.268. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri	288
Çizelge 3.269. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY sıcaklık sonuçlarının istatistikî verileri	288
Çizelge 3.270. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların AKY sıcaklık sonuçlarının istatistikî verileri	288
Çizelge 3.271. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY sıcaklık sonuçlarının istatistikî verileri	289
Çizelge 3.272. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	289
Çizelge 3.273. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	289
Çizelge 3.274. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	290
Çizelge 3.275. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri	290
Çizelge 3.276. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri	291
Çizelge 3.277. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KKY sıcaklığı	

ölçümlerinin istatistikî verileri	291
Çizelge 3.278. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY Sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri	291
Çizelge 3.279. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	292
Çizelge 3.280. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	292
Çizelge 3.281. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	292
Çizelge 3.282. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri	293
Çizelge 3.283. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri	293
Çizelge 3.284. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri	294
Çizelge 3.285. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri	294
Çizelge 3.286. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	294
Çizelge 3.287. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	295
Çizelge 3.288. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	295
Çizelge 3.289. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri	296
Çizelge 3.290. Fabrikada üretilen Kalsitkatkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri	296
Çizelge 3.291. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KHY zamanına (dk)	

ait sonuçlarının istatistikî verileri	296
Çizelge 3.292. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri	297
Çizelge 3.293. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	297
Çizelge 3.294. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	298
Çizelge 3.295. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri	298
Çizelge 3.296. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri	299
Çizelge 3.297. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri	299
Çizelge 3.298. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri	299
Çizelge 3.299. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY, ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri	300
Çizelge 3.300. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	300
Çizelge 3.301. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	301
Çizelge 3.302. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	301
Çizelge 3.303. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri	302
Çizelge 3.304. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri	302
Çizelge 3.305. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna	

(lx) ait sonuçların istatistikî verileri	302
Çizelge 3.306.Fabrikada retilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lx) ait sonuçların istatistikî verileri	303
Çizelge 3.307.Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	303
Çizelge 3.308.Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	304
Çizelge 3.309.Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	304
Çizelge 3.310.Fabrikada retilen Kaya tuzu katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait sonuçların istatistikî verileri	305
Çizelge 3.311.Fabrikada retilen Kalsit katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait sonuçların istatistikî verileri	305
Çizelge 3.312.Fabrikada retilen Talk katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait sonuçların istatistikî verileri	305
Çizelge 3.313.Fabrikada retilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait sonuçların istatistikî verileri	306
Çizelge 3.314.Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	306
Çizelge 3.315.Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	307
Çizelge 3.316.Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	307
Çizelge 3.317.Fabrikada retilen Kaya tuzu katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	308
Çizelge 3.318.Fabrikada retilen Kalsit katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	308
Çizelge 3.319.Fabrikada retilen Talk katkılı levhaların ağırlık kaybı	

sonuçlarının istatistikî verileri	308
Çizelge 3.320. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri	309
Çizelge 3.321. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	309
Çizelge 3.322. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yanma sonucu ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	310
Çizelge 3.323. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yanma sonucu ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri	310
Çizelge 3.324. Fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yanma testleri	311
Çizelge 3.325. AISI 304 çeliklerinin kimyasal yapısı	312
Çizelge 3.326. AISI 316 çeliklerinin kimyasal yapısı	312
Çizelge 3.327. AISI ST-37 çeliklerinin kimyasal yapısı	312
Çizelge 3.328. Boraks pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) bileşimi	313
Çizelge 3.329. Boraks pentahidrat %3 ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri	313
Çizelge 3.330. %6 Boraks Pentahidrat Ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	314
Çizelge 3.331. %3 Boraks Pentahidrat Ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	315
Çizelge 3.332. %6 Boraks Pentahidrat Ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	316
Çizelge 3.333. Boraks pentahidrat %3'lük ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS verileri	317
Çizelge 3.334. Boraks pentahidrat'ın %6'luk ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS verileri	318
Çizelge 3.335. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 304 Metalin Korozyon EIS verileri	319
Çizelge 3.336. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	319
Çizelge 3.337. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin	

korozyonu EIS verileri	321
Çizelge 3.338. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri	322
Çizelge 3.339. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	323
Çizelge 3.340. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	324
Çizelge 3.341. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS verileri	325
Çizelge 3.342. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS verileri	326
Çizelge 3.343. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri	327
Çizelge 3.344. Kaya tuzu'nun %9'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri	328
Çizelge 3.345. Kaya tuzu'nun %9'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	329
Çizelge 3.346. Kaya tuzu'nun %9'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	330
Çizelge 3.347. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	331
Çizelge 3.348. Kalsit'in %6'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	332
Çizelge 3.349. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	333
Çizelge 3.350. Kalsit'in %6'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	334
Çizelge 3.351. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri	335
Çizelge 3.352. Kalsit'in %6'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri	336
Çizelge 3.353. Kalsit'in %9'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	337
Çizelge 3.354. Kalsit'in %9'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS	

verileri	338
Çizelge 3.355. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	339
Çizelge 3.356. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	340
Çizelge 3.357. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	341
Çizelge 3.358. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS Verileri	342
Çizelge 3.359. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	343
Çizelge 3.360. Talk'ın %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS Verileri	344
Çizelge 3.361. Talk'ın %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS Verileri	345
Çizelge 3.362. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri	346
Çizelge 3.363. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	347
Çizelge 3.364. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri	348
Çizelge 3. 365 Laboratuar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8'e göre üretilen MDF'nin yoğunluk değeri TS EN 622-5 (2008) standardına göre verileri	354
Çizelge 3. 366. Laboratuar ve fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat suda şişme test sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına göre kıyaslaması verilmiştir	360
Çizelge 3. 367 Laboratuar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat suda şişme test sonuçları TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir	367
Çizelge 3. 368. Laboratuar ve fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma test sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir	374

Çizelge 3. 369.Laboratuar ve fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma test sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir	381
Çizelge 3. 370.Laboratuar ve fabrikada üretilen levhaların yüzey tolüentest sonuçları TS EN 622-5(2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir	387
Çizelge 3. 371 Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak üretilen levhaların eğilme mukavemeti test sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına karşılaştırmaları Gösterilmektedir	424
Çizelge 3. 372 Laboratuar ve fabrikada üretilen levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir	432
Çizelge 3. 373 Laboratuar ve fabrikada üretilen levhaların elastikiyet mukavemetinin yüzdelik gruplarının sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına ait veriler	439
Çizelge 3. 374 Laboratuar ve fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey vida mukavemeti sonuçları TS EN 622-5 (2008) standardına göre verilmiştir	447
Çizelge 3. 375 Laboratuar ve fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey janka mukavemeti değerleri verilmiştir	453
Çizelge 3. 376.Laboratuar ve fabrika ortamında bir m ³ MDF üretebilmek amacıyla kullanılan hammadde ve inorganik minerallerin fiyatları verilmiştir	499
Çizelge 3.377.Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m ³ MDF üretiminde kullanım miktarları	500
Çizelge 3.378.Laboratuar ve fabrika ortamında Kalsitinorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m ³ MDF üretiminde kullanım miktarları	500
Çizelge 3.379.Laboratuar ve fabrika ortamında Talk inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m ³ MDF üretiminde kullanım miktarları	500

Çizelge 3.380. Laboratuvar ve fabrika ortamında Boraks pentahidrat inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m ³ MDF üretiminde kullanım miktarları	501
Çizelge 3.381. Lignoselülüz içerikli biokütlenin yerine inorganik minerallerin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında kullanılarak üretilen bir m ³ MDF'nin üretim maliyeti	502

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MDF	Medium Density Fiberboard (Orta Yoğunlukta Lif Levha)
MOR	Eğilme Direnci (Fm)
MOE	Elastikiyet Modülü (Em)
IB	Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci
N	Sodyum Klor (Kaya tuzu), (NaCl)
C	Kalsiyum Karbonat (Kalsit), (CaCO ₃)
T	Talk (3MgO ₄ SiO ₂ H ₂ O)
B	Boraks Pentahidrat (Na ₂ B ₄ O ₇ 5H ₂ O)
Ca(OH) ₂	Kalsiyum Dihidroksit
Na ₃ PO ₄	Trisodyumfosfat
Mg	Magnezyum
Ca	Kalsiyum
Na	Sodyum
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
H ₂	Hidrojen
O ₂	Oksijen
CO ₂	Karbondioksit
Mgo	Magnezyum Oksit
SiO ₂	Silisyum Oksit
Pt Tel	Platinyum Tel
Ag	Gümüş
AgCl	Gümüş Klor
AISI 304	Çelik Türü
AISI 316	Çelik Türü
ST-37	Çelik Türü
YA	Yapraklı Ağaç
İYA	İğne Yapraklı Ağaç
ÜF	Üre Formaldehit
MF	Melamin Formaldehit
AKY Sıcaklığı	Alev Kaynaklı Yanma Sıcaklığı
AKY Lüx	Alev Kaynaklı Yanma Işık Yoğunluğu (lux)

KKY Sıcaklığı	Kendi Kendine Yanma Sıcaklığı
KHY Lüx	Kendi Kendine Yanma Işık Yoğunluğu (luxe)
İYB Sıcaklığı	İlk Yıkılma Başlangıç Sıcaklığı
İYB Zamanı	İlk Yıkılma Başlangıç Zamanı
İYB Lüx	İlk Yıkılma Başlangıç Işık Yoğunluğu (luxe).
TY Sıcaklığı	Tam Yıkılma Sıcaklığı
TY Zamanı	Tam Yıkılma Zamanı
TY Lüx	Tam Yıkılma Işık Yoğunluğu (luxe)
KHYS	Kor Halinde Yanma Süresi (dakika)
μ	Mikron
°C	Santigrad Derece
cm ³	Santimetreküp
m ³	Metreküp
mm	Milimetre
dv	Devir
dk	Dakika
lt	Litre
kw	Kilowat
sn	Saniye
cm ²	Santimetrekare
TS	Türk Standardı
TSE	Türk Standardı Enstitüsü
%	Yüzde
mm ²	Milimetrekare
D	Özgöl Ağırlık
M	Moment
N	Newton
F Max	Maksimum Kuvvet
M	Su Alma Yüzdesi
Kp	Kilopound
M ₀	Örneğin İlk Ağırlığı (gr)
M ₁	Örneğin Suda Bekletildikten Sonraki Ağırlığı (gr)
G	Kalınlığına Şişme Oranı (%)
A ₀	Deney Numunesinin Suya Daldırılmadan Önceki Kalınlığı (mm)

A	Deney Numunesinin Sudan Çıkarıldıktan Sonraki Kalınlığı (mm)
R	Rutubet Miktarı (%)
M ₁	Klimatize Edilmiş Örnek Ağırlığı (gr)
M ₀	Tam Kuru Örnek Ağırlığı (gr)
P	Birim Yoğunluk
M	Deney Parçasının Kütlesi (gr)
B1, B2, T	Deney Parçasının Boyutları (mm)
AK	Biyolojik Bozulma
W ₀	Testten Önceki Kuru Örnek Ağırlığı (gr)
W _d	Testten Sonraki Kuru Örnek Ağırlığı (gr)
Gt	Kalınlığına Şişme Oranı
T1	Deney Parçasının Suyu Daldırmadan Önceki Kalınlığı (mm)
T2	Deney Parçasının Suyu Daldırmadan Sonraki Kalınlığı (mm)
Kg	Kilogram
Gr	Gram
Mt	Metre
F	Kuvvet
T	Deney Parçasının Kalınlığı
L ₂	Deney Parçasının Uzunluğu
B1	Zor Yanan
B2	Normal Yanan
B3	Kolay Yanan
ΔL	Parlaklık
Δa	Kırmızılık
Δb	Sarılık
ΔE	Parlaklık değişim değeri
ANOVA	Varveys Analizi
N	Örnek Sayısı
Ort	Örneklerin Ortalama Değeri
Std	Standard
Y	Minimum Değer
Z	Maksimum Değer
X	Ortalama
S	Standart Sapma

EK LİSTESİ

EK-1 :Fabrika ortamında üretilen MDF (orta yoğunlukta levha)'lerin orta yoğunluk görüntüleri.

ÖZET

ORTA YOĞUNLUKTA LİFLEVHA (MDF) ÜRETİMİNDE İNORGANİK DOLGU MADDELERİNDEN KAYA TUZU, KALSİT, BORAKS PENTAHİDRAT VE TALK MİNERALLERİNİN KULLANILABİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Osman ÇAMLİBEL

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Mehmet AKGÜL

Aralık 2012, 543 sayfa

Bu çalışmada, levha endüstrisinde gün geçtikçe artan hammadde talebini karşılayabilmek amacı ile lignoselülozik hammaddeye alternatifler sunmak üzere, ülkemizin yeraltı zenginliklerinden yararlanmak için, orta yoğunlukta liflevha üretiminde inorganik dolgu maddeleri; Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat ve Talk minerallerinin hem laboratuvar hemde fabrika üretiminde kullanılabilme olanakları araştırılmıştır. İnorganik dolgu katkılı orta yoğunlukta lif levha panelleri (210x4900x18 mm) Düzce Divapan AŞ. tesislerinde üretilmiştir. Lif üretiminde kullanılan yongalar, asplund defibratöründe 7-7.5 bar buhar basıncı, 180°C sıcaklık ve 4-5 dakika pişirme işlemine uğratılmıştır. Pişirilen yongalara liflendirmeden önce %1,5 parafin verilmekte ve segmentlerde liflendirilmektedir. Defibratör çıkışında blowline hattında liflere %1 amonyum sülfat pulverize olacak şekilde verilmektedir. Ayrıca tankta hazırlanan inorganik dolgu maddeleri, 1 m³ MDF üretiminde kullanılan lignoselülozik liflerin yerine %3 (20 kg), %6 (40 kg), %9 (60 kg) solüsyon oranlarında üretilen formaldehit tutkalına karıştırılarak pulverize olarak blowline'dan liflere verilmektedir. Bu aşamadan sonra lifler kurutma hattına girerek %8-%12 rutubete kadar kurutulmakta ve serme bölümünde levha taslağı oluşturulmaktadır. Levhalar, katlı preste 185-190°C sıcaklık, 32-34 kg/cm² basınç ve 270 sn presleme süresinde üretilmektedir. Levhaların klimatize işlemini takiben 50, 80 ve 120 grit büyüklüğündeki zımpara bantları ile zımparalanmıştır. Laboratuvar ve fabrikada üretilen levhalara fiziksel deneylerden; yoğunluk deneyi, 2-24 saat su alma ve suda şişme, yüzey tolüen testi, biyolojik bozulma, yüzey parlaklığı ve renk değişimi analizleri yapılmıştır. Bu levhalara mekanik ve teknolojik deneylerden eğilme, çekme, elastikiyet, yüzey vida tutma, yüzey janka sertlik mukavemet testleri imal test cihazında yapılmıştır. Test sonuçlarına göre, Kalsit materyalinin hem maliyet hemde teknolojik özellikler açısından üretime en uygun mineral olduğu tespit edilmiştir. MDF'nin yanma testleri; AKY, KKY, KHY, AKY lüx, KKY lüx, KHY lüx, İYB, KHYS, Ağırlık kaybı deneyleri yapılmıştır. Bu levhalarda, inorganik dolgu miktarı arttıkça yanmaya karşı dirençlerinin arttığı görülmüştür. Boraks pentahidrat ve Talk mineralinin yanmaya en dirençli materyal olduğu anlaşılmıştır. İnorganik minerallerden Kalsit, Talk ve Boraks pentahidratın (%3, %6, %9)'luk oranlarında AISI 316, AISI 304, ST-37 çelikler üzerine korozyon etkisi açısından en iyi anti korozyon mineral olduğu, ancak %6, %9 oranlarında Kaya tuzu mineralinin en korozyon etki gösterdiği ve metal yüzeylerde kullanılmasının uygun olmamaktadır. Sonuç olarak, inorganik dolgu minerallerinin MDF üretiminde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

Anahtar sözcükler: Boraks pentahidrat, İnorganik maddeler, Kaya Tuzu, Kalsit, Korozyon, Lif Levha, MDF, Talk, Teknolojik Özellikler, Yangın Geciktirici.

ABSTRACT

THE UTILIZING ROCK SALT, CALCITE, BORAX PENTAHYDRATE AND TALK OF INORGANIC FILLERS IN MEDIUM DENSITY FIBREBOARD (MDF) PRODUCTION

Osman ÇAMLIBEL

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Science,

Department of Forest Industry Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKGÜL

December 2012, 543 pages

"In this study, to meet the ever-increasing demand for raw materials in board industry and to provide alternatives lignocellulosic raw material, by taking advantage of the underground riches of our country, it is investigated that whether Rock salt, Calcite, Borax pentahydrate and Talk minerals, which are inorganic fillers, can be used both in the laboratory and factory production in the production of medium density fiberboard."

Inorganic fillers reinforced medium density fiberboard panels (2100x4900x18 mm) were produced in Divapan Integrated Wood Panel Industry And Trade Inc. plants. Chips used in fiber production have been subjected to the process of cooking for 4-5 minutes in Asplund defibrator with the vapor pressure of 7-7.5 bar, and 180°C temperature, 1.5 % paraffin has given to baked chips before fiber processing and this process is given in segments. 1% ammonium sulfate to be pulverized are added to fibers on output of defibrillator and blowline line. Inorganic fillers prepared in a separate tank, instead of lignocellulosic fibers used for the production of 1 m³ MDF, urea formaldehyde glue as a solution 3% (20 kg), 6% (40 kg), 9% (60 kg) percent mixed are given to fibers as pulverized on blowline. After this step, the fibers entering the drying lines are dried to 8% - 12% moisture and draft board is formed in paving section. Boards are produced in condition of multiple presses, 185-190°C temperature, 32-34 kg/cm² pressure and 270 second pressing time. Boards both sides following the acclimatization process were emerged with sanding belts that 50, 80 and 120 grit size. Physical experiments; density, thickness swelling (2h-24h) and surface absorption, toluene test surface, the surface brightness, colour changes test and biodegradation analyzes, were made to boards produced by the laboratory and factory. Tests, mechanical and technological properties, modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), and internal bond (IB), screw holding ability perpendicular to plane of board, Janka hardness were conducted to this board. According to test results, Calcite material was found to be the most suitable mineral for the production both in terms of cost and technological properties. MDF combustion tests; AKY, KKY, KHY, AKY luxury, KKY luxury, KHYluxury and İYB, KHYS, weight loss tests were carried out. It was observed that resistance to fire increases as the amount of inorganic fillers in these boards. It is understood that Borax pentahydrate and Talk minerals are least fire-resistant material. Inorganic minerals, Calcite, Talk, and Borax pentahydrate (3%, 6%, 9%) ratios respectively in terms of the effect of corrosion on steel AISI 316, AISI 304, ST-37 is the best anti-corrosive minerals, but the 6% rate of 9% Rock salt mineral observed the most korozotif effect and not appropriate to use on metal surfaces. As a result, it is concluded that inorganic fillers minerals can be used in the production of MDF.

Key words: Borax, Calcite, Corrosion, Fiber Board, Fire Retardant, Inorganic Substances, MDF, Rock Salt, Talk, Technological Properties.

EXTENDED ABSTRACT

THE UTILIZING ROCK SALT, CALCITE, BORAX PENTAHYDRATE AND TALK OF INORGANIC FILLERS IN MEDIUM DENSITY FIBREBOARD (MDF) PRODUCTION

Osman ÇAMLIBEL
Düzce University
Graduate School of Natural and Applied Science,
Department of Forest Industry Engineering
Doctoral Thesis
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet AKGÜL
December 2012, 543 pages

INTRODUCTION

Rapid population growth in the world increases the demand in wood material. Together with the increase in demand in wooden material, the importance of forest products boards alternative to solid material increases. Production capacity of MDF industry in the world in 2011, reached up to 91.189.805 m³/year. The commonwealth including all European member states including Turkey and Russia, realize 25,11% of the world total production with 22.895.803 m³. MDF production capacities in Turkey, by 2012, has reached up to 16.495 m³/day and annual 4.558.800 m³ and Turkey is ranked at the first place in Europe and third place in the world.

As soon as new production lines started production in 2012, the capacity increased by 23,6%. In the last 20 years, production has accelerated and capacity has increased after continuous press system started. Together with the continuous increase in demand and production capacities in board products, it is seen that wood biomass will be required for years. In response to fast consumption of wood raw material the fact that the growth requires some time, makes seeking of raw materials alternative to lignocellulosic materials inevitable.

In order to decrease the increasing raw material demand in MDF industry, to improve technological features of the board to be produced, Rock salt, Calcite, Borax pentahydrate and Talk minerals that are inorganic filler minerals, instead of lignocellulosic raw material; in both laboratory and factory production environment,

were added to fogus orientalis (*Fagusorientalis L.*) from 70% hardwood, pedunculate oak (*Quercus Robur L.*) from 70% hardwood, scotch pine (*Pinussylvestris L.*) fibers from 30% softwood by 0%, 3%, 6% and 9% and usability in Medium Density Fiberboard (MDF) has been researched.

MATERIALS AND METHODS

Fagus orientalis, pedunculate oak and scotch pine used in our study were provided from forest managements around Düzce. Inorganic filler materials; Rock salt (NaCl) was provided from Çankırı region, Calcite (CaCO₃) was provided from Aksaray region and borax pentahydrate was provided from Eskişehir region and Talk was provided from Bileceik region. Chemical additives compounded fibers of bench scaled test plades were produced in Divapan Integrated Wood Panel Industry And Trade Inc.

Inorganic materials having indicated mixture rates were added to fiber in the Faculty of Forestry Forest Industry Engineering laboratory of Düzce University and the production of bench scaled press boards was carried out. Factory test panels were produced in Divapan Integrated Wood Panel Industry And Trade Inc. MDF Factory in production line by maintaining other production conditions and by changing only mixture rates of inorganic filler materials.

Inorganic compounded MDF production in the factory, wood raw material was chipped in wood shredder and classified in mechanical sifter. Classified chips which are appropriate for production, were boiled for 4-5 minutes with 180°C heat and 7- 7,5 bar vapour pressure in refinery unit. Before boiled fibers became fibrous they were added liquid paraffin and fiber production was carried out in defibrator.

Defibrator output was given to the fibers produced in a way that 1% ammonium sulphate was pulverized in blowline. Inorganic filler minerals prepared in separate tanks were mixed to urea-formaldehyde adhesive at the solution rates of 3% (20 kg), 6% (40kg) and 9% (60 kg). Inorganic material compounded fibers were dried up to 8-12% by subjecting to drying line. In laying homogenous plate draft was constituted, in sandwich press pressing operation was carried out for 270 second in 185–190°C, 32–34 kg/cm². As a result, medium density fiberboard was produced. Pressed boards were dimensioned and were kept in product storage yard for five days. During waiting period,

boards were acclimatized. At the end of this operation, upper surface and down surface of boards 40- 80- 120 were sandpapered and the last medium density fiberboard was produced.

In 1 m³ undoped MDF production (routine production of the factory), 662 kg wood fiber, 76 kg urea-formaldehyde resin, 0,20 kg ammonium sulphate, 0,48 kg paraffine are used.

In this study, 3 % mineral fiber compounded mixture in production of 1 m³ board, is comprised of 76 kg urea-formaldehyde resin, 0,20 kg ammonium sulphate, 0,48 kg paraffine, 20 kg inorganic fiber materials in a moisture of 11%. A mixture in the production of 6% inorganic mineral filler compounded 1 m³ board, is comprised of 622 kg lignocellulosic fiber, 76 kg urea -formaldehyde resin, 0,20 kg ammonium sulphate, 0,48 kg paraffine, 40 kg inorganic filler materials in a moisture of 11%. In the production of 9% inorganic mineral filler compounded 1 m³ board is comprised of 602 kg lignocellulosic fiber, 76 kg urea -formaldehyde resin, 0,20 kg ammonium sulphate, 0,48 kg paraffine, 60 kg inorganic filler materials. As a result, medium density fiberboard is produced.

The panel produced in factories and laboratories were tested regarding physical, mechanical and technological, combustion and brightness. (Elrepho-spectrophotometer ΔL , Δa , Δb ΔE). In order to determine corrosive effects of mineral filler materials used in MDF production that can cause metal failure in production line, borax pentahydrate, Calcite , Rock salt and Talk inorganic filler minerals used at specific mixture rates were applied corrosion test measurements regarding AISI 316, AISI 304, ST-37 steels through electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and Tafel Extrapolarization methods. Numeric data obtained as a result of experiments carried out on inorganic mineral compounded MDF boards, was counted in statistical values of “SPSS 17.0for Windows” and in confidence interval of 95%.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Physical, mechanical an technological features and combustion and brightness tests of undoped, inorganic filler mineral compounded boards produced in laboratory and factory environment were carried out.

Fiberboard density test, The lowest intensity among these boards was calculated as 0,720 g/cm³ in 100%R and the highest was 0,800 g/cm³ in R₉₁B₉ MDF densities were found within TS EN 622–5 density data (0,65 gr/cm³ <MDF<0,85 gr/cm³) standards.

Water intake test, When inorganic mineral compounded boards were compared, the lowest two-hour water intake percentage of factory production was measured 21,30% in 100%R control plate. 3% compounded boards' are 23,07% in R₉₇N₃, 23,62% in R₉₇T₃ and 24,87% in R₉₇B₃. 6% compounded boards' were determined 25,51% in R₉₄N₆, 29,79% in R₉₄T₆. In 9% compounded boards the lowest two-hour water intake percentage was determined 28,15% in R₉₁N₉ and 36,84% in R₉₁B₉. the lowest twenty four-hour water intake percentage of factory production control board was measured 41,68% in 100%R. 3%compounded boards' are 41,90% in R₉₇B₃ and 50,17% in R₉₇T₃. 6% compounded boards' are 52,83% in R₉₄B₆ and 51,13% in R₉₄T₆. 9% compounded boards' are 56,26% in R₉₁T₉ and 72,18% in R₉₁N₉. When these boards were compared, it was determined that the more inorganic mineral amount, the more water they require.

Spalling test, The lowest two-hour spalling percentage of factory boards was measured 3,82% in 100%R control board. 3% compounded boards' are 7,32% in R₉₇N₃, 7,10% in R₉₇T₃ and 6,03% in R₉₇B₃. 6% compounded boards' are 7,02% in R₉₄B₆ and 8,20% in R₉₄N₆. 9% compounded boards' are 8,48 % in R₉₁B₉ and 9,15% in R₉₁N₉. The lowest twenty four-hour spalling percentage of these boards was measured 10,56% in 100%R control plate. 3% inorganic compounded boards' are 12,38% in R₉₇B₃, 12,80% in R₉₇T₃ 6% inorganic compounded boards' are 14,14% in R₉₄B₆ and 14,98% in R₉₄T₆. 9% inorganic compounded boards' are 16,16 % in R₉₁N₉ and 17,33% in R₉₁B₉. In MDF production in the event that inorganic mineral amount increases, two-hour spalling percentage of boards increase.

The result of Toluene Test, factory production board surface toluene test was measured 34,35 cm in 100%R control plate. 3% compounded boards' are 34,15 cm in R₉₇T₃, 31,00 cm in R₉₇C₃ and 30,30cm in R₉₇B₃. 6% compounded boards' are 34,10 cm in R₉₄B₆, 29,00 cm in R₉₄C₆ and 29,00cm in R₉₄N₆. 9% compounded boards' are 33,00 cm in R₉₄B₆ and 25,00 cm in R₉₁C₉. In inorganic compounded boards, Calcite and

Borax Pentahydrate inorganic minerals gave better results than Talk and Rock salt inorganic minerals.

Surface brightness of medium density fiberboard produced in factories, $R_{100}N_0(60,13)$, $R_{91}C_9(62,56)$, $R_{91}T_9(61,61)$, was tested. In these boards, it was determined that the best surface brightness is available in Calcite and Talk compounded boards. In MDF production in the event that Calcite and Talk amount increase, the surface brightness of the board increases. Surface redness of the board was measured in Rock salt and borax pentahydrate compounded boards. Surface yellowness of boards is more common in Talk, Calcite compounded boards.

As a result of the biological disturbance test of boards produced in both laboratories and factories, it was determined that Calcite and Talk compounded boards nearly do not end up degradation for 6 months in the soil.

The highest bending strength of the boards produced in factories was measured 36,89 N/mm² in 100%R control board. 3% compounded boards' are 36,64 N/mm² in $R_{97}B_3$, 33,62 N/mm² in $R_{97}C_3$ 6% compounded boards' are 31,30 N/mm² in $R_{94}C_6$, 29,09 N/mm² in $R_{94}B_6$. 9% compounded boards' are 29,91 N/mm² in $R_{91}C_9$, 27,92 N/mm² in $R_{91}B_9$. In the event that inorganic mineral amount increases in MDF production, bending strength of boards decreases.

In 100%R control boards of the boards produced in the factory, tensile strength of (0,586 N/mm²), $R_{97}N_3(0,485 \text{ N/mm}^2)$, $R_{94}N_6(0,385 \text{ N/mm}^2)$, $R_{91}N_9(0,321 \text{ N/mm}^2)$, $R_{97}C_3(0,546 \text{ N/mm}^2)$, $R_{94}C_6(0,488 \text{ N/mm}^2)$, $R_{91}C_9(0,500 \text{ N/mm}^2)$, $R_{97}T_3(0,528 \text{ N/mm}^2)$, $R_{94}T_6(0,458 \text{ N/mm}^2)$, $R_{91}T_9(0,324 \text{ N/mm}^2)$, $R_{97}B_3(0,580 \text{ N/mm}^2)$, $R_{94}B_6(0,538 \text{ N/mm}^2)$, $R_{91}B_9(0,246 \text{ N/mm}^2)$ was determined. In the event that usage percentage of inorganic filler compounded boards produced in laboratory and factory increases, tensile strength vertical to board surface decreases. In inorganic mineral compounded boards, the best and the highest tensile strength were measured in Calcite and Borax pentahydrate compounded medium density fiberboards.

The highest elasticity strength was measured 3.482,91 N/mm² in factory production (100%R) control board and it shows the best result by 3.263,31 N/mm² in $R_{97}T_3$. The highest elasticity strength of 6% compounded boards are 2.909,50 N/mm² in $R_{94}C_6$ and

2.779,26 N/mm² in R₉₄B₆. In 9% compounded boards the highest elasticity strength is 2.974,37 N/mm² in R₉₁C₉. In experiments carried out, when inorganic filler amount increases, elasticity module decreases depending on this increase rate. The best and the highest elasticity strength in inorganic mineral compounded boards was measured in Calcite and Borax pentahydrate compounded boards.

The highest surface screw withdrawal was measured 10,07 N/mm² in control (100%R) board produced in factory. 3% compounded boards' are 12,59 N/mm² in R₉₇B₃, 9,97 N/mm² in R₉₇T₃, 8,78 N/mm² in R₉₇C₃ 6% compounded boards' are 9,76 N/mm² in R₉₄B₆ and 8,64 N/mm² in R₉₄T₆. 9% compounded boards' are 9,31 N/mm² in R₉₁C₉ and 7,80 N/mm² in R₉₁T₉. When inorganic mineral amount increases, the surface screw withdrawal of boards decreases. The best surface screw withdrawal was measured in Calcite and Borax pentahydrate compounded boards.

The highest surface janka resistance of boards produced in factories was measured 81,05 N/mm² in 100%R control board. The best result was measured 79,60 N/mm² in R₉₇B₃, 79,60 N/mm² in R₉₇N₃ and 77,60 N/mm² in R₉₇C₃ in 3% compounded boards. 6% compounded boards' are 77,60 N/mm² in R₉₄N₆ and 77,20 N/mm² in R₉₄B₆. 9% compounded boards' are 78,50 N/mm² in R₉₁C₉ and 78,50 N/mm² in R₉₁B₉. As a result of this experiment, it was concluded that Borax pentahydrate compounded boards give the best result regarding surface janka strength. The fact that underflow density and full density of medium density fiberboard increase, affects surface janka strength of the board positively. The best and the highest janka strength in inorganic compounded boards were measured in Calcite and Borax pentahydrate compounded boards.

The highest AKY temperature in factory production control board is measured (100%R) (560,21°C). The lowest AKY temperatures in 3% compounded boards are 491,91°C R₉₇B₃ and 537,87°C in R₉₇T₃ 6% compounded boards' are 434,04°C in R₉₄B₆ and 513,95°C in R₉₄T₆. 9% compounded boards' are 428,91°C in R₉₁B₉ and 470,08°C in R₉₁T₉. When inorganic mineral amount increases in medium density fiberboards, AKY temperature decreases. The lowest AKY temperature in inorganic mineral compounded boards is seen in Borax pentahydrate, Calcite and Talk compounded boards.

The highest KKY temperature in factory production control board (100%R) is measured 662,57°C. The lowest KKY temperatures in 3% compounded boards are 570, 68°C in R₉₇N₃ and 551,16°C in R₉₇C₃. 6% compounded boards' are 559,93°C in R₉₄B₆ and 566,11°C in R₉₄N₆. 9% compounded boards' are 450,47°C in R₉₁B₉ and 493,12°C in R₉₁T₉. In this experiment, the lowest KKY temperature was measured in Borax pentahydrate, Talk and Rock salt (NaCl) compounded boards.

The highest KHY temperature was measured 302,42°C in factory production control board (100%R). The lowest KHY temperature of 3% compounded boards are 154.36°C in R₉₇N₃ and 267,00°C in R₉₇T₃. 6% compounded boards' are 353, 75°C in R₉₄B₆ and 235,76°C in R₉₄N₆. 9% compounded boards' are 237,50°C in R₉₁B₉, 188,57°C in R₉₁T₉ and 203,07°C in R₉₁N₉. When inorganic mineral amount increases in medium density fiberboards, KHY temperature decreases. The lowest KHY temperature in inorganic mineral compounded boards was measured in Rock salt, Talk and Borax pentahydrate compounded boards.

KHY time values were measured 64,33 (min) in factory production control board (100%R). The highest KHY time values of 3% compounded boards are 69,75 (min) in R₉₇C₃ and 71,75 (min) in R₉₇T₃. 6% compounded boards' are 71,50 (min) in R₉₄B₆ and 75,00 (min) in R₉₄T₆. 9% compounded boards' is 73,00 (min) in R₉₁C₉. Among inorganic mineral compounded boards, Calcite, Talk and Borax pentahydrate compounded boards have the longest KHY time value.

When inorganic filler amount increases in medium density fiberboards, AKY lux decreases and smog is released. Therefore, lux decreases. The highest AKY lux was measured in Calcite, Rock salt and Talk compounded boards. The highest KKY lux value in inorganic mineral compounded boards is measured in Calcite, Rock salt, Talk compounded boards. In KHY lux test, when inorganic filler amount increases, KHY lux decreases. Therefore during combustion, smog is released. However, The best lux value, R₉₁C₉(283,50 lux), is measured in Calcite compounded boards.

The weight losses as a result of combustion operation were measured 96,35% in factory production control board (100%R). The lowest weight loss percentage of 3% compounded boards are 95,35% in R₉₇N₃ and 95,60% in R₉₇C₃ and 95,60% in R₉₇T₃.

6% compounded boards' are 94%,10 in $R_{94}C_6$ and 94,48% in $R_{94}B_6$. 9% compounded boards' are 91,15% in $R_{91}B_9$ and 92,80% in $R_{91}T_9$. The highest weight losses in inorganic filler compounded boards are measured in Calcite, Rock salt and Talk compounded boards.

The analysis of corrosion effects of inorganic minerals on the surfaces of AISI 316, AISI 304, ST-37 steels was carried out through EIS and tafelextrapolarization method. When the load transfer resistances of metal samples are examined in Borax pentahydrate environment, the higher load transfer resistance is, the more metal is resistant against corrosion. So, it can be said that such metals as AISI 316> AISI 304>ST-37 are resistant in Borax pentahydrate environment.

Rock salt corrosion; Use of AISI 316 stainless steel is more appropriate in 3% Rock salt. The 6% Rock salt environment has made more corrosive effect rather than the environment of 3%. Rct value has decreased by 30%. In % Rock salt environment, corrosion mechanism was very fast due to the breaking of passive layer on the metal surface. The use of ST-37 is certainly inappropriate in 3% and 6%. Therefore, it was analysed as 316>AISI 304>ST-37.

Calcite corrosion; Depending on the increase in Calcite amount of 3%, 6% and 9%, corrosion rate decreased. Its reason is that water soluble O_2 amount decreases. So it is like that: AISI 316>AISI 304>ST-37. When corrosion rate is based on ST-37, AISI 316 sample is more resistant by 60%. Likewise, AISI 304 sample is more resistant than ST-37 by 40%.

Talk corrosion; The use of AISI 316 stainless steel is more appropriate in 3% talk. Corrosion mechanism is slower when compared to Talk environment. Therefore, it is seen that such metals as AISI 316>AISI 304>ST-37 are more resistant in 9% Talk environment. Corrosion rate is too slow in 9% Talk environment.

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Curative results have been obtained in physical, mechanical, combustion, optic, corrosion tests of Calcite compounded MDF panels. Therefore, it has been determined that the use of Calcite in MDF production is more appropriate in terms of productivity

and economy. Curative results have been obtained in physical, mechanical, combustion, optic, corrosion tests of Talk and Borax pentahydrate compounded MDF (medium density fiberboard) The prices of Talk and Borax pentahydrate minerals are more expensive than biomass. However, in production of combustion-resistant MDF panels, although Talk and Borax pentahydrate inorganic minerals are expensive, it is seen that it can be used easily.

Combustion tests of medium density fiberboards (MDF); positive results have been obtained in weight lost test measurements of AKY, KKY, KHY, AKY lux, KKY lux, KHY lux, İYB, KHYS. When inorganic filler amount increases, boards become combustion-resistant. In MDF production, when the usage rates of Talk and Borax pentahydrate inorganic filler minerals (3%, 6%, 9%), their resistance against combustion increases. It has been determined that high rates of Talk and Borax pentahydrate inorganic filler minerals can be used.

In MDF production, when the percentage of Calcite and Talk inorganic filler minerals (3%, 6%, 9%) increases, surface brightness of boards increases. It has been determined that Calcite and Talk inorganic filler minerals can be used for increasing surface brightness of boards. As a result of the tests of bending strength, tensile strength, elasticity strength, surface screw withdrawal, surface janka strength; were above the EN 622–5 (2008) Standard and within the Standard. Therefore, it has been determined that filler minerals can be used in the production of MDF to be used in indoor.

As corrosive effects were seen on AISI 316, AISI 304, ST-37 steels of Rock salt inorganic minerals (6%, 9%), it has been determined that its use in MDF production is not appropriate. Among inorganic minerals and mixture rates, the best anti corrosive minerals are Calcite, Talk and Borax pentahydrate in accordance with corrosion test result on AISI 316, AISI 304, ST-37 steels. MDF production line metal sections can resist against inorganic minerals. It has been observed that in MDF production Calcite, Talk, Borax pentahydrate (3%, 6%, 9%) and Rock salt (3%) can be used in terms of their resistance against corrosion.

1.GİRİŞ

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri en çok kullanılan malzemelerin başında odun esaslı ürünler gelmektedir. Dünya’da hızlı nüfus artışı; odun hammaddesine olan talebin çok hızlı arttığı ve gelişmekte olan ülkeler için lifsel hammadde ihtiyacının gelecekte çok önemli bir sorun haline geleceğini ifade etmiştir (Kırcı 1996). Son yüz yılda teknolojinin de ilerlemesi ile ahşap malzemeye olan talep artmıştır. Ağaç malzemeye talebin artması ile masif malzemeye alternatif orman ürünleri panellerinin önemi artmaktadır.

Son yirmi yılda orman ürünleri sektöründe önemli gelişmeler gerçekleştirilmiştir. Özellikle sürekli pres sistemine geçildikten sonra üretim hızlanmıştır. Sürekli pres Avrupa’da imal edilmiş, Amerika kıtası, Asya kıtası ve diğer kıtalarda orman ürünleri panel üretimi yapan bir çok fabrika sürekli pres sistemine geçmiştir. Orman ürünleri paneline olan talebin ve üretimin artması ile hammadde olarak kullanılan odun biokütlesine talep sürekli artmaktadır. Biokütleye talep arttıkça alternatif hammadde kaynakları araştırılmaya başlanmıştır. Bu araştırmalarda; orman ürünleri panel üretiminde; testere talaşı, planya atığı, kereste atıkları gibi sanayi atıkları belli karışım oranlarında kullanılmaktadır. Bitkisel esaslı (saman ve pirinç kabuğu) lignoselülozik materyallerde hammadde olarak uygulanmıştır. Günümüz orman ürünleri sanayinde odun, sanayi atıkları ve bitkisel esaslı lignoselülozik materyallerden yıllık milyonlarca ton orman ürünleri materyali üretilmektedir (Maloney 1996, Youngquist 1999).

Orman ürünleri endüstrisinde odun lifi en avantajlı hammaddedir. Doğal orman kaynaklarının azalması, insan yapımı ormanların sınırlı olması, odun dışı hammadde kaynaklarının önem kazanmasına neden olmaktadır (Ganapathy 1997).

Son yıllarda, atıl durumda bulunan tarımsal atıkların orman ürünleri levha üretiminde hammadde olarak kullanılması hem laboratuvar hem de sanayi olarak büyük önem kazanmıştır (Youngquist vd.1994, Fowler vd. 2006). Bu konu ile ilgili ülkemizde ve dünyada birçok çalışmalar yapılmaktadır.

Dünya’da bitkisel esaslı lignoselülozik materyaller üzerine çalışmalar, 1913’te Bond tarafından köprü yapımı için bambunun kullanımıyla yapılmıştır. 1929’ da Emley ve

1930'da Arnold tarafından mısır saplarından izolasyon levhası üretimi üzerine çalışmalar yapılmıştır (Youngquist vd.1994).

Orman ürünlerine artan talepten dolayı; ormanlardaki ağaçlar, yetiştirme sürecinden çok daha hızlı bir şekilde yok edilmektedir. Orman ürünlerinde üretimine devam edebilmek için oduna alternatif hammadde arayışı devam etmektedir. Bu amaçla; yıllık bitkiler, tarımsal atıklar ve diğer maddelerin farklı amaçlar için odun yerine kullanılabilirliği araştırılmaktadır (Atchison 1993, Rowell 1996, Young 1997, Youngquist 1999).

Dünya'da yapılan araştırmalar; Grigoriou vd. (2002), çalışmalarında, kenaf öz kısımları, sanayi odunları ile %8 ÜF tutkalı kullanarak tek tabakalı levhalar elde etmiştir. Bu çalışmasını sanayi odunlarıyla karşılaştırmışlardır. Ntalos and Grigoriou (2002), budanmış asma dallarından tek tabakalı yonga levha üreterek karakteristik özelliklerini incelemişlerdir. Batalla vd. (2004), yer fıstığı kabuğundan 0.59-0.80 gr/cm³ yoğunlukta, farklı sıcaklık ve sürelerde farklı tutkal türleri ile yonga levhalar üretmiştir. Bu çalışmasıyla normal odundan yapılmış yonga levha özelliklerine yakın sonuçlar elde etmişlerdir. Lee vd. (2006), tarafından bir çalışmada, tarımsal atık liflerinin karışımından lif levhalar üretilmiştir. Halvarsson vd. (2005), tarafından yapılan bir çalışmada, buğday saplarından orta yoğunlukta lif levha üretilmiştir ve levhaların performans özellikleri MDF için Avrupa Standartları (EN 622-5) ile karşılaştırılmıştır. Ye vd. (2007), tarafından yapılan bir çalışmada; buğday, soya fasulye saplarından elde edilen lifler ile odun liflerinden ayrı ayrı ve odun lifleri ile tarımsal esaslı lifler yarı yarıya karıştırılarak orta yoğunlukta lif levhalar (MDF) üretilmiştir. Ahmad vd. (2005), tarafından yapılan bir çalışmada *Elaeis guineensis* Jacq (Oil palm) ağacının içi boş meyve demeti ile kauçuk ağaç lifleri çeşitli oranlarda (%30-70, 40-60, 50-50, 60-40, 70-30) karıştırılarak orta yoğunlukta lif levhalar (MDF) üretilmiştir. Xu vd. (2006), tarafından bir çalışmada kenaf yongalarına tutkal ilave edilmeksizin buharlı basınç etkisi ile yongaların birleşmesi sağlanarak düşük yoğunluklarda kenaf esaslı lif levhalar üretilmiştir.

Tarımsal esaslı lifler, lif levha üretiminde teknolojik olarak odun lifleri kadar uygun değildir. Bu nedenle tarımsal lif esaslı lif levhaların performans özellikleri, odun lifi esaslı levhalar kadar iyi olmamaktadır. Fakat, tarımsal esaslı lifler ile odun esaslı lifler belirli oranlarda karıştırılarak, lif levha üretiminde geleneksel yapıştırıcı olarak kullanılan üre formaldehit tutkalının oranı arttırılarak yada üre-formaldehitten daha

dirençli tutkallar (melamin üre-formaldehit, 4,4'-difenilmetan di izosiyanat vb.,) kullanılarak tarımsal esaslı lif levhaların performans özellikleri daha da geliştirilebilir (Le vd. 2005, Halvarasson vd. 2005, Ye vd. 2007).

Ülkemizde yapılan araştırmalar; İstek (1998), atık kâğıtlardan ve buğday saplarından MDF üretimi üzerine çalışmalar yapmıştır. Bektaş vd. (2001), Ayçiçeği (*Helianthus Annuus L*) saplarından yonga levha üretmişlerdir. Kalaycıoğlu (1992), bitkisel atıkların yongalevha endüstrisinde değerlendirilebilmesi üzerine araştırmalar yapmıştır. Bektaş vd. (2005), ayçiçeği sapları ve kavak odunu ile 0.7 gr/cm³ yoğunluklu 3 tabakalı levha üretmişlerdir. Alma vd. (2005), pamuk kartellerinden yonga levhalar üretmişlerdir. Gürü vd. (2006), badem kabukları ile yonga levha üretimi üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışma neticesinde badem kabuklarının yonga levha üretimine uygun bir hammadde olduğunu bildirmişlerdir. Karakuş (2007), çeşitli bitkisel sera atıklarının (domates, biber, patlıcan) yonga levha üretimine uygunluğunu tespit etmiştir. Akgül ve Çamlıbel (2007), *Rhododendron Ponticum L.* ağaç türünün, MDF üretimi üzerine çalışmalar yapmıştır. Yeniocak (2008), bağ budama atıklarını kullanarak yonga levhalar oluşturmuş ve gerçekleştirdiği deneysel çalışmada diğer çalışmalarla benzer sonuçlar elde etmiştir. Akgul (2009), mısır saplarından MDF üretimi üzerine araştırmalar yapmıştır.

Kartal ve Ünamura (2004), Borlu bileşiklerin emprenye maddesi olarak ağaç malzeme ve kompozitlerde kullanımı üzerine çalışmalar gerçekleştirmiştir. Baysal (2009), Borlu bileşiklerin odunun biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış-yaşlandırma performans özellikleri üzerine etkileri ve odundan yıkanma özelliklerinin belirlenmesi çalışmalar yapmıştır. Arslan vd. (2009), Tutkal hattına katılan sodyum borat çözeltisinde bazı ağaç türlerinin yanma direnci belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Baysal (2009), Borlu bileşiklerin odunun yanma, çürüklük, mekanik, üst yüzey özellikleri üzerine olan etkileri ve borun odun içinde kompleks bileşikler oluşturularak uzun süreli fiksasyonunun sağlanması çalışmaları gerçekleştirmiştir.

Orman ürünleri endüstrisinde; inorganik madde bağlayıcılı odun kompozitleri ağırlığının%10-70'i arasında odun yongaları ya da liflerini ve bu orana bağlı olarak%90-30 arasında inorganik bağlayıcı (alçı, magnezyum çimentosu, portland çimentosu) içeren şekillendirilmiş ürünler veya levha ürünleridir. Güller (2001), İnorganik madde bağlayıcılı lif levha ve yongalevha üretilmektedir. Ağaç yongaları

veya lignoselülozik materyaller, çimento, su ve kimyasal maddelerin uygun oranlarda karıştırılmasıyla düzgün yüzeyli paneller üretilmektedir. Ahşabın; hafiflik, elastiklik ve işlenebilirlik özellikleri, çimentonun; su, rutubet, yanma ve çürümeye karşı direnç değerleri ile üstün yapısal özelliklere sahip levhalar üretilmektedir. Çimentolu levhalara ait çok sayıda araştırmalar yapılmaktadır. Kalaycıoğlu vd. (2012), çimento ve odun yönüyle ürettikleri kompozitler üzerine çalışmalar yapmaktadır. Aslan ve Kalaycıoğlu (2005), çimentolu kompozit levhalar hakkında araştırma yapmaktadır. Aslan (2007), içme suyu arıtma çamurunu kullanarak, çimento katkılı yongalevha üretimi üzerine çalışma yapmıştır.

Odun lifinin veya odun ununun plastiklerle karıştırılarak elde edilen yeni ürüne odun plastik kompozitleri (OPK)'dir. OPK'nin üretimi; ince odun atıklarının, bıkı tozu (% 40-60) çeşitli plastiklerle karıştırılması extruder preste yeniden şekillendirme sonucunda olmaktadır. Odun plastik kompozitleri %70 oranına kadar selülozdan oluşabilmektedir. Araştırmalar gelecek yüzyılın başlarında tüm dünyada odunun kıt bir kaynak olacağını göstermektedir. Bu durum orman endüstrisi alanında da alternatif malzeme gelişimine yol açmıştır (Joseph vd. 1999). Mengeloğlu ve Alma (2008), Plastik, tarımsal ve orman endüstrisi atıklarının odun-plastik kompoziti üretiminde kullanılması, İskender, Kalaycıoğlu (2005), Odun plastik kompozitleri üretimi üzerine çalışmışlardır.

Ülkemizde kağıt üretiminde, sürekli artan lignoselülozik hammadde açığını azaltmak amacıyla dolgu maddesi olarak kaolin, kalsit, titanyumdioksit, talk gibi endüstriyel minerallerden yararlanılmaktadır. Bu endüstriyel hammaddeler dolgu ve kaplama mineralleri olarak iki ayrı amaçta kullanılabilir. Üretilen kağıt cinsine göre yaklaşık %25 oranında dolgu minerali kullanılmaktadır. Kağıt üretiminde inorganik dolgu maddeler verimli sonuçlar vermektedir (Erkan ve Malayoğlu 2001).

Zahedsheijani vd. (2011), Üre formaldehit tutkalına (Montmorillonit (NA+MMT)) %0, %2,5, %5 nanokil ekleyerek MDF üretimi gerçekleştirmiştir. Böylece nanokilin MDF üretiminde kullanımı ve MDF'de hava geçirgenliği ve difüzyon katsayısı üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Karaman vd. (2006), Kavak ağacının yaprağı ve pomza katkılı, alçı kompozit malzemeler üretilmiş ve bu malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanarak tarımsal yapılarda kullanılabilirlik olanaklarını araştırmışlardır.

Salari vd. (2009), Laboratuvar ortamında, %0, %2, %4, %6, %8 karışım oranlarında dolgu maddesi, takviyeli yapıştırıcı olarak nanokil katmanlı silikat (çimento özellik taşıyan dolgu maddesi) katkılı levha üretmişler ve levhaların fiziksel, mekanik özellikleri üzerine araştırmalar yapmıştır.

Nourbakhsh (2012), Düşük kaliteli atıl paulownia ağacından %0, %1, %3, %5 karışımında organo-modifiye edilmiş Montmorillonit (MMT) üre formaldehit (UF) reçine karışıklı OSB üretimi gerçekleştirmiştir. Araştırmada, Paulownia ağacının mekanik ve kimyasal özelliklerine, üretilen OSB levhalarının fiziksel, mekanik ve formaldehit emülsiyonları analiz edilmiştir. Levhaların X-ışını difraksiyonu ve transmisyon elektron mikroskobu ile ölçümü yapmıştır. OSB levhasında, nanokil etkisini araştırmıştır.

Dünyada hızlı nüfus artışı, sanayileşme, yüksek kapasiteli orman ürünleri tesislerinin üretime başlamasıyla, orman alanlarının verimli kullanılamaması sonucu çevre sorunları artmakta, orman kaynağı azalmakta ve odun hammaddesine talep sürekli artmaktadır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle ve inşaat sektörünün büyümesiyle orman ürünlerine aşırı talep artmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda orman kaynağına talep uzun yıllar devam edecektir. Orman ürünleri işleyen endüstri kollarında oduna alternatif ve odun tüketimini azaltıcı hammadde kaynaklarının araştırılması cazip hale gelmiştir.

MDF endüstrisinde gün geçtikçe artan hammadde talebini azaltmak için lignoselülozik hammadde yerine inorganik dolgu minerallerden; Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat ve Talk minerallerinin kullanılabilme olanaklarının araştırılması hedeflenmiştir. Bu araştırmamızda; MDF üretiminde dolgu maddesi amaçlı inorganik minerallerden yararlanılabilmektedir. Ülkemizde bol miktarda bulunan inorganik dolgu minerallerini değerlendirerek; mineral katkılı MDF levha üretimi gerçekleştirebilmektir.

Bu çalışmanın amacı; %70 YA Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), Saplı meşe (*Quercus Robur L.*) ve %30 İYA Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) liflerine %0, %3, %6, %9 inorganik mineraller katılarak hem laboratuvar hemde fabrika üretim ortamında MDF levhaların üretimini gerçekleştirmektir. Bu deneyler sonucunda elde edilen sayısal değerler; hem SSPS 17 istatistiki verileri hemde çizelge ve şekillerle gösterilebilmektedir. Bu çalışma ile orman ürünleri levha endüstrisi, mobilya endüstrisi, parke endüstrisi, kapı endüstrisi, profil endüstrisi ve diğer orman ürünleri alanlarında

tercih edilen MDF'nin fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri yüksek, verimli ve üretim maliyeti düşük ürünler üreterek orman ürünleri sektörüne önemli katkı sağlanması hedeflenmektedir.

1.1. GENEL KISIMLAR

1.1.1. Liflevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

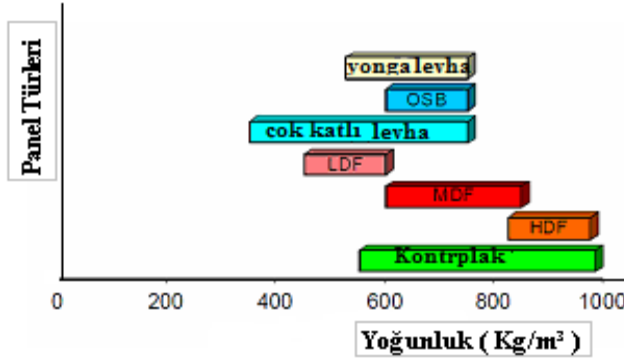
Liflevha, bitkisel lif ve lif demetlerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak veya ilave tutkal kullanılarak oluşturulan levha taslağının kurutulması ya da preslenmesi sonucu meydana gelen bir üründür. Kısaca lignoselülozik maddelerin liflendirilmesi ile oluşan, lif ve lif demetlerinin yeniden şekillenmesi ile elde edilen bir levhadır (Eroğlu 1988).



Şekil 1.1. Temel odun elementlerinin büyükten küçüğe doğru gösterilmesi (Marra 1979).

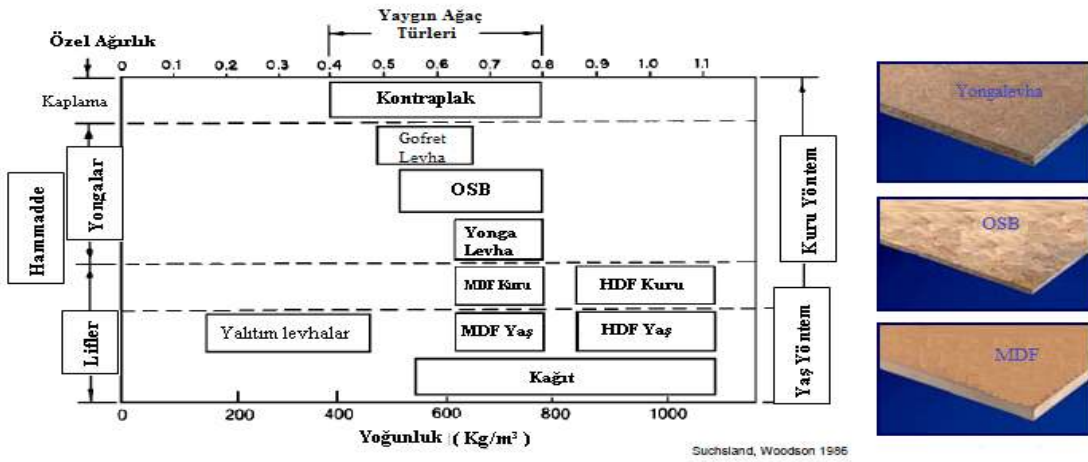
Şekil 1.1'de Ahşap kökenli levha ürünlerinin üretiminde kullanılabilen temel odun bileşenleri gösterilmektedir. Bu bileşenler büyüklük ve şekillerine göre geniş çeşitlilikte üretilebilir ve hem yalnız olarak hem de birbirleri ile birleşim olarak kullanılabilir (Marra 1979).

Ahşap kökenli kompozit levha ürünlerinin partikül büyüklüğü, yoğunluk ve proses tipine göre sınıflandırılması Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Kompozit levhaların partikül büyüklüğü, yoğunluk ve proses tipine göre sınıflandırılması (Suchsland ve Woodson 1986).

Lif levha normal olarak, yoğunluğa göre sınıflandırılır. Ayrıca hem kuru proses ile hem de yaş proses ile üretilebilir. Kuru yöntem; yüksek yoğunlukta lif levha (HDF) ve orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretimine uygulanabilir. Yaş yöntem ise HDF ve düşük yoğunlukta lif levha (LDF), MDF ve izolasyon levhası üretimine uygulanabilir (Wood Handbook 1999).



Şekil 1.3. Odun kompozit levhaların proses tipine göre sınıflandırılması. (Suchsland ve Woodson 1986).

Lif levhalar yoğunluk, üretim yöntemi, liflerin yönlendirilmesi, levhanın yüzey yapısına göre sınıflandırılmaktadır.

1.1.2. MDF'nin Tanımı ve Sınıflandırılması

MDF (Medium Density Fiberboard), orta yoğunlukta bir lif levha çeşididir. MDF, yaş yöntem, yarı kuru yöntem ve kuru yöntem olmak üzere üç farklı proses tipinde de

üretilebilmektedir. Fakat günümüzde dünyadaki MDF üretiminin %100'üne yakını kuru yöntemle yapılmaktadır.

MDF, termomekanik olarak odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen liflerin %9–11 rutubet derecesine kadar kurutulduktan, sıcakta sertleşen (termosetting) yapıya sahip bir yapıştırıcı ile tutkallanmak suretiyle sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle oluşan homojen yapıda ahşap kompozit levhadır (Akbulut 2001).

1.1.2.1. Yoğunluklarına Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması (TS 3635 ve ISO 818)

- Düşük yoğunlukta lif levhalar – izolasyon lif levhası ($<0,35 \text{ gr/cm}^3$)
- Orta yoğunlukta lif levhalar ($0,35 \text{ gr/cm}^3 - 0,80 \text{ gr/cm}^3$)
- Yüksek yoğunlukta lif levhalar–sert lif levhalar ($0,80 \text{ gr/cm}^3 - 1,1 \text{ gr/cm}^3$)

Amerika Birleşik Devletleri'nde lif levhalar yoğunluklarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır (Handbook of Wood and Wood Based Materials 1989).

- a. Düşük yoğunlukta lif levhalar–izolasyon levhası ($0,16 \text{ gr/cm}^3 - 0,5 \text{ gr/cm}^3$)
- b. Orta yoğunlukta lif levhalar ($0,35 \text{ gr/cm}^3 - 0,80 \text{ gr/cm}^3$)
- c. Sert lif levhalar ($0,5 \text{ gr/cm}^3 - 1,45 \text{ gr/cm}^3$)
 - Orta yoğunlukta sert lif levhalar: ($0,5 \text{ gr/cm}^3 - 0,8 \text{ gr/cm}^3$)
 - Yüksek yoğunlukta sert lif levhalar: ($0,8 \text{ gr/cm}^3 - 1,28 \text{ gr/cm}^3$)
 - Özel yoğunlaştırılmış sert lif levhalar: ($1,35 \text{ gr/cm}^3 - 1,45 \text{ gr/cm}^3$)

MDF; piyasada pazarlama amaçlı olarak kendi içinde, yoğunluklarına göre değişik sınıflara ayrılmaktadır.

- High Density MDF (HDF – Yüksek yoğunlukta MDF) $> 800 \text{ kg/m}^3$
- Low Density MDF (LDF – Düşük yoğunlukta MDF) $< 650 \text{ kg/m}^3$
- Ultra Low Density MDF (ULDF – Ultra düşük yoğunlukta MDF) $< 550 \text{ kg/m}^3$

Ekstra sert lif levhalar, açık havada kendiliğinden kuruyan yağlarla sert lif levhaların emprenye edilmesiyle elde edilir. Lif levhaların emprenye işlemi iki şekilde olmaktadır. Bunlardan birincisi; levhaların yağa daldırılması, ikincisi ise levhaların yüzeyine silindirler yardımı ile yağ sürülmesidir (Eroğlu ve Usta 2000).

1.1.2.2. Üretim Yöntemine Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması

1.1.2.2.1. Yaş Yöntemle Üretilen Lif levhalar

Yaş yöntemle lif levha üretiminde formasyon ortamı sulu lif süspansiyonudur. Kurutma veya sıcak preslemeye gitmeden önce elde edilen taslağın rutubeti %100'den fazladır. Bu özellik, yaş yöntemi diğer yöntemlerden ayıran temel farktır. %1–2 konsantrasyondaki lif süspansiyonu bir elek üzerine verilmekte, mümkün olduğu oranda düzenli lif dağılımı sağlayarak lif keçesi haline getirilmektedir. Üniform bir levha taslağı elde etmek, buradaki en önemli sorundur. Çünkü lifler sürekli olarak topaklanıp demet oluşturmaya meyillidir. Bunu önlemek için düşük konsantrasyon ve mekanik karıştırma yapılır. Yaş yöntemle üretilen levhaların sadece bir yüzü düzdür (Smooth one surface – S1S). Diğer yüzünde ise elek izi bulunmaktadır. Çünkü oluşturulan lif keçesi preslerde sıcaklık ve basınç altında preslenerek kurutulur ve presin bir yüzünde de elek bulunmaktadır (Eroğlu 1988).

Yaş yöntemde levha üretiminde genellikle ilave bir yapıştırıcı kullanılmaz. Yapışmayı sağlayan, orta lameldeki lignin ve hemiselülozların hidrolizi sonucu oluşan maddelerdir. Levhanın özelliklerini iyileştirmek için levha tipine göre isteğe bağlı olarak %1–3 oranında fenol formaldehit, kuruyan yağlar, termoplastikler, nişasta ve asfalt gibi maddeler katılabilmektedir. Üretilen levhanın rutubetli ortamlarda çalışmasını azaltmak amacıyla tam kuru lif ağırlığına oranla yaklaşık %1–2 oranında parafin (wax) ilave edilebilmektedir. Ayrıca sert levhaların yüzeyleri %7–12 oranında kuruyan ve sertleşen yağlar ile emprenye edilmek suretiyle ekstra sert lif levhalar elde edilmektedir (Akbulut 2001).

1.1.2.2.2. Yarı Kuru Yöntemle Üretilen Lif Levhalar

Bu yöntemde levha taslağının rutubeti %12–45 arasında olup, taslağın oluşturulmasında sulu ortamdan yararlanılmayıp hava veya mekanik araçlarla serme şeklinde yararlanılır.

Yapıştırıcı olarak orta lameldeki ligninden ziyade sentetik yapıştırıcılarda faydalanılır. Bu yöntemle genellikle bir yüzü düzgün sert lif levhalar üretilmektedir (Eroğlu 1988).

1.1.2.2.3. Kuru Yöntemle Üretilen Lif levhalar

Bu yöntemde nem oranı %8-12 arasındadır. Elde edilen liflerin rutubetinin uzaklaştırılması için özel olarak kurutmaya tabii tutulur. Kurutulan lifler mekanik ve havalı serme yapılarak, levha taslağı oluşturulur. %8–11 oranındaki tutkal karışımından meydana gelen levha taslağı sıcak preslemeyle levha elde edilir.

Yalıtım lif levhaları, suya karşı dayanıklılık sağlamak veya mekanik sağlamlık kazandırmak için reçine, parafin veya bir kömür katranı ürünü olan kumaran reçinesiyle tutkallanır. Levha dışarıda kullanılacaksa asfalt veya asfalt emülsiyonları kullanılır. Yalıtım lif levhalarına presleme uygulanmaz.

Doğal olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninin oluşturduğu bağlar bulunmadığından %8–11 oranında yapıştırıcı kullanılır. Yapıştırıcı olarak genellikle üre formaldehit kullanılır. Özgül ağırlıkları $600\text{--}850\text{ kg/m}^3$ arasında olup, son zamanlarda 1,5–40 mm hatta 60 mm'ye kadar üretim yapılabilmektedir. Genelde masif malzeme gibi kolay işlenebilmesinden dolayı mobilya, dekorasyon işlerinde çok tercih edilmektedir. Yer kaplamaları (flooring) için üretilen parkeler de HDF yani yüksek yoğunlukta ($850\text{--}1000\text{ kg/m}^3$) lif levha üretimi oldukça yaygınlaşmıştır. Ayrıca bunların E1 kalitede, aşınmaya ve çizilmeye karşı mukavim, rutubete karşı dayanıklı (MR) ve yangına karşı dayanıklı (FR)'lık gibi özelliklerde olması söz konusudur (Eroğlu 1988).

1.1.2.3. Liflerin Yönlendirilmesine Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması

1.1.2.3.1. Lifleri Yönlendirilmeden Üretilen (rasgele yönlendirilmiş) Lif levhalar

Levha taslağı oluşturulurken lifler yönlendirilmeden rastgele olarak serme bandına yerleştirilir. Bu yüzden homojen yapıda levha üretilmekte ve genellikle lifler levhada rastgele yer almaktadır (Maloney 1993).

1.1.2.3.2. Lifleri Yönlendirilmiş Lif Levhalar (Oriented Fiberboard)

Yönlendirilmemiş lif levha üretim prosesinde taslak oluşturulması işlemi sırasında, lifler serme bandı üzerine rasgele olarak değil de mekanik yöntemler veya elektriksel alan meydana getirmek suretiyle liflerin belirli bir açı ile düşmesi sağlanır. Bu suretle

liflere yön verilmektedir. Yönlendirme yönünde hem fiziksel hem de mekanik özelliklerin yönlendirilmemiş lif levhadan daha yüksek olması, yönlendirilmiş lif levhaların en önemli özelliğidir. Yönlendirilmiş lif levhaların kullanım alanları daha çok yapı endüstrisi ve dış ortamlardır (Maloney 1993).

1.1.2.3.3. Yüzey Yapısına Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması

1.1.2.3.3.1. Bir Yüzü Düzgün Lif Levhalar (Smooth One Surface SIS)

Yaş proste levha taslağı %100'ün üzerinde rutubete sahiptir. Elde edilen levha taslağının, sıcak presleme ile suyu uzaklaştırılırken sıcak presin alt kısmındaki elek, levhada iz meydana getirmektedir (Suchsland ve Woodson 1986).

1.1.2.3.3.2. İki Yüzü Düzgün Lif Levhalar (Smooth On Both Sides – S2S)

İki yüzü de düzgün lif levhalar yaş yöntem, yarı kuru yöntem ve kuru yöntem olmak üzere üç farklı şekilde üretilebilmektedir. Yaş proste rutubeti %100'ün üzerinde olan levha taslağı ilk olarak ön preslemeye girer. Ondan sonra da kurutularak rutubet oranı düşürüldükten sonra pres süresini indirmek için yaklaşık 150°C'de bir ön ısıtma işlemi uygulanmaktadır. Böylece levha rutubeti önemli ölçüde azaltılarak %1 ile %5 civarına düşürülür. Pres süresinin kısa olması bu yöntemin en önemli özelliğidir. Yaş yöntemle iki yüzü de düzgün lif levha üretiminde lignin sayesinde yapıştırma sağlanmasının yanında teknolojik özellikleri iyileştirmek için ilave olarak termoplastik tutkallar ve kuruyan yağlar kullanılabilmektedir. Yarı kuru ve kuru yöntemle iki yüzü düzgün lif levha üretiminde ise taslak direkt olarak sıcak preslemeye girebilir. Çünkü burada levha taslağı yaş yöntemde olduğu gibi sulu ortamda hazırlanmadığından rutubet oranı çok düşüktür ve eleğe de ihtiyaç duyulmamaktadır (Suchsland ve Woodson 1986).

1.1.2.4. MDF'nin Kalınlığına ve Özelliğine Göre Kullanım Yerleri

1.1.2.4.1. İnce MDF

Bu levhalar 1,5–2,5 mm kalınlıkta üretilmektedir. Sert lif levha (HDF) ve ince kontrplak'a alternatif olarak imal edilmektedir. İnce MDF'lerin en önemli kullanım yerleri mobilya endüstrisinde; çekmece altları, kabin aralıkları, kapı yüzeyleri ve sergi panelleridir. İnce MDF'lere delikler açılarak; dekoratif paneller ve kolayca bükülebildiklerinden dolayı eğik yüzeylerin oluşturulmasında da kullanılmaktadır.

1.1.2.4.2. Kalın MDF

Bu levhalar 45–60 mm kalınlıklarda üretilmektedir. En büyük kullanım yeri olarak binalarda sütun, plaster ve kemer gibi mimari amaçlarla değerlendirilir. Ayrıca ağır döşeme, raf, merdiven basamağı, çalışma tezgâhı ve banka oturaklarıdır.

1.1.2.4.3. Rutubete Dayanıklı MDF

Bu tip levhalar neme dayanıklı tutkallarla (fenol formaldehit v.b.) üretilmiş ve ayrıca şişmeyi azaltmak için katkı maddeleri (parafin vb)ilave edilmiştir. Kapalı yerlerde %80 bağıl neme kadar kullanılabilir. Bu levhalar banyo ve mutfak mobilyası, döşeme, pencere, merdiven ve mimari kalıp ürünlerinde kullanılır.

1.1.2.4.4. Açıkta Kullanılan MDF

Bu levhaların özelliği; rutubete dayanıklı tutkallarla üretilmiş olmasının yanı sıra, bütün yüzey ve kenarlarının açık havaya dayanıklı olacak şekilde kaplanmış olmasıdır. Bu levhalar yol işaretleri, reklam panoları, mağaza vitrinleri, bahçe mobilyaları, bot kabinleri, skorboard, açık depolama alanlarında, raf ve açık havada kullanılan kapı panellerinde değerlendirilir.

1.1.2.4.5. Yangına Dayanıklı MDF

Bu tür levhalar üretildikten sonra yüzeylerine alev almayı geciktiren kimyasal maddeler sürme veya levhaların bazı tuzlarla emprenye edilmesi suretiyle yangına karşı dayanıklı hale getirilir. Bu levhalar duvar veya panel kaplamaları, büro bölme sistemleri, sergi panoları, gemilerde kabin ve bölme elemanları ile binalara bitişik yapılan ekipmanlarda değerlendirilir.

1.1.2.4.6. Yüksek Yoğunlukta MDF

Yoğunluğu $0,8\text{g/cm}^3$ den fazla olan bu tip levhaların işlenme özellikleri ve yüzey işlemlerine uygunluğu daha iyidir. Bu levhalar; endüstriyel raf, çalışma tezgahları, ağır döşeme, merdiven basamağı, mobilya altlığı ile mutfak ve banyo birimleri için kapı üretiminde kullanılır.

1.1.3. MDF'nin Özellikleri ve Kullanım Alanları

Orta yoğunlukta lif levhanın Dünya'da son yıllarda artan talebinden dolayı üretim miktarları ve kullanım alanları da genişlemektedir. Avrupa'da MDF, çoğunlukla mobilya endüstrisinde ve laminat parke üretiminde tercih edilmektedir. Yapısal amaçlı kullanımı ise daha çok Kuzey Amerika'da yaygın kullanılmaktadır. Ülkemizde de genellikle mobilya endüstrisinde, laminat parke (HDF), kapı ve profil üretiminde değerlendirilmektedir. LDF (düşük yoğunlukta lif levha) ise düşük ağırlığa sahip olduğundan ve yapısının poröz olmasından dolayı tavan, ara bölme, ısı ve ses izolasyonu amaçlı kullanılmaktadır. MDF geniş kullanım alanlarına sahiptir. MDF'nin kullanım yerleri; kapı üretiminde (monoblok kapı), profil üretiminde, kapı pervazı ve kanadı üretiminde (kontrplak ile lamine olarak), iç dekorasyon malzemesi olarak, prefabrik ev yapımında, geleneksel mobilya endüstrisinde (kalıplanmış ve şekil verilmiş), tavan ve taban döşemesi (laminat parke), kapı yüzü (doorskin) üretiminde, ara bölme malzemesi, dış cephe kaplaması (wood siding–exterior cladding)'dır. MDF kendine has karakteristik özelliklere sahiptir (Candan 2007).

Orta yoğunlukta lif levhanın, yüksek yüzey kalitesi, mükemmel yoğunluk profili, toplam levha kalınlığı boyunca homojen yapı (yüzey tabakaları ile orta tabaka arasındaki yoğunluk farkı daha az), yüksek yoğunluk, üretiminde kullanılan hammadde seçiminde sınırların daha geniş olması, düşük kaliteli odun hammaddesinin kullanılabilmesi, diğer ahşap işleyen endüstri atıklarının, üretiminde değerlendirilebilmesi, şeker kamışı, saman sapı, bambu vb yıllık bitkilerin değerlendirilebilmesi, yüksek elastikiyet modülü, yüksek eğilme direnci, kalınlığa ve tipe göre), yapımına direnci yüksek, kenardan ve yüzeyden vida tutma gücü yüksek, boyutsal stabilitesi yüksek, kenarlarının ve yüzeylerinin işlenebilirliğinin iyi olması, üç boyutlu (3d) işlenebilirliğinin yüksek olması, şekil verme, bükme ve kalıplama işlemlerine uygun, bütün ahşap yapıştırıcılar ve birleştirme malzemeleri ile uygunluğu, yüksek yüzey yoğunluğu, direkt boyama, baskı yapma (printing) ve kaplama işlemlerine uygunluğu, rutubet toleransının yonga levhaya göre daha yüksek olması, estetik olarak güzel görünümlü olması, lakeleme, cila vb. üst yüzey işlemleri için elverişli olması, masif ahşaba göre daha iyi rutubet sorpsiyon karakteristiğine sahip olması, yanmaya karşı dayanıklı hale getirilmiş MDF'nin, aynı özelliğe sahip masif ahşap malzemeden daha üstün olması, yüzeylerinin melamin emprenyeli kâğıt, ahşap kaplama levhası, pvc, membran, laminat vb. kaplama malzemeleri ile kaplanabilirliğinin yüksek olması, geniş

boyutlarda ve farklı ebatlarda üretilebilmesi, çalışma özellikleri her yönde aynı özelliğe sahip, levhanın üç boyutunda da mukavemet özelliklerinin benzer olması, masif ahşap malzemede bulunan budak, lif kıvrıklığı, reaksiyon odunu, vb kusurların olmaması, yukarıda maddeler halinde belirtilen özellikler, orta yoğunlukta lif levhanın kullanım yerinde tercih edilmesinde önemli karakteristikleridir. Bu yüzden mobilya üretiminde yonga levhaya ve masif ahşap malzemeye göre tercih edilmektedir.

Günümüzde 45–60 mm kalınlıklarında MDF levhalardan monoblok dolgulu kapı üretilmektedir. Bunların yüzeyleri ve menteşe–kilit vb yerleri özel CNC tezgâhlarda üç boyutlu olarak işlenerek hazır hale gelmektedir. Ülkemizde monoblok MDF kapılar ilk olarak SFC Entegre A.Ş. tarafından geliştirilerek üretilmiş, daha sonra ise Yıldız Entegre A.Ş. tarafından da benzer kapı üretimi yapılmaya başlanmıştır. Monoblok kapılar masif ahşap, çelik ve pres kapının alternatifi olarak ortaya çıkmış ve talebe bağlı olarak da üretimleri yükseliş göstermiştir. MDF üretiminde genellikle Üre–formaldehit tutkalı tercih edilmektedir. Üretimde fenol formaldehit tutkalı kullanılarak rutubete dayanıklı kompozit malzemeler üretilebilmektedir. Bu şekilde malzemenin banyo, mutfak vb kapalı ortam olmasına karşın yüksek rutubet içeren ortamlarda kullanılabilir. Bunun yanında, rutubete karşı dayanıklı tutkallar ile üretilip yüzeyleri değişik koruyucu maddelerle kaplandığı takdirde açık havada da kullanılabilir (Akbulut 2001).

MDF üretiminde yanmayı geciktirici çeşitli kimyasallar kullanılarak yanmaya karşı dayanıklı levhalar elde edilebilmektedir. Bu amaçla Bor türevleri olan Borik Asit, Boraks vb. ve Monoamonyum Fosfat, Diamonyum Fosfat gibi fosfor bileşikler tutkalla birlikte liflere katılmaktadır. Yanmaya dirençli MDF üretilebilmektedir. Bu ürünler; hastane, çocuk yuvaları, okul, tiyatro, sinema, alışveriş merkezleri vb. halka açık alanlarda güvenle kullanılabilir. Yoğunluğu yüksek HDF ürünler üretilerek makinelerle işlenme kabiliyetleri artırılabilir.

Son yıllarda ormanlarımız gittikçe azalmakta ve ormanlarımızdan kaliteli tomruklardan elde edilen kontrplak ve kaplama endüstrisi için kullanılan ağaçlar azalmaktadır. Azalan kaliteli ağaçların fiyatı artmaktadır. MDF üretimi ile kalitesiz odunları değerlendirmek mümkün olmuştur. MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri masif ağaç malzemeye yakın değerdedir. Böylece kalitesiz odunlardan alternatif bir ürün üreterek orman kaynaklarının verimli kullanılması sağlanmıştır.

1.2. MDF ENDÜSTRİSİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ VE GENEL DURUMU

1.2.1. Dünya’da MDF Endüstrisinin Tarihsel Gelişimi

Lif levha; bitkisel lif ve lif demetlerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak veya ilave yapıştırıcı madde kullanılarak oluşturulan levha taslağının kurutulması yada preslenmesi sonucu elde edilen bir üründür. Kısaca; lignoselülozik maddelerin liflendirilmesi ile oluşan lif ve lif demetlerinin yeniden şekillendirilmesi ile elde edilen bir levha türüdür

Odun kökenli levha ürünlerinden, lif levhanın kullanımı M.Ö.6.yüzyıla kadar dayanmaktadır. 1901 yılında Minnesota’da binalarda ısı yalıtımı amacıyla lif levha üretilmiştir. 1931 yılında İsveçli mühendis Asplund odun yongalarının basınç altında sürekli liflendirme yöntemini geliştirmiştir.

MDF üretimi endüstriyel manada 1958 yılından itibaren ticari ve sınai bir malzeme olarak kullanılmaya başlamıştır. Odun veya lignoselülozik kökenli levha ürünleri (yongalevha, kontrplak, kontrtabla, sert lif levha, izolasyon levhası, waferboard, flakeboard, MDF, LVL and OSB) genel olarak 20.yy en önemli endüstriyel ürünüdür.

William H. Mason 1924’de yaş yöntem sert lif levha üretimi ile ilgili yeni bir yöntem geliştirmiş ve buluşu sert lif levha üretimi için “Masonite Process” olarak tanınmıştır. İlk Masonite yöntemiyle sert lif levha üreten fabrika(The Mason Fibre Company, şimdiki adıyla Masonite Corporation) 1926 yılında Laurel, Amerika’da tamamlanmıştır. Günümüzde bu fabrika, dünyadaki en büyük sert lif levha fabrikasıdır (Suchsland ve Woodson 1986).

MDF, yirminci yüzyılın 2. ve 3. çeyreğinde Amerika, Almanya, İngiltere, Fransa gibi ülkelerde gittikçe artan bir oranda üreilmeye başlamıştır. Dünyada ilk kuru yöntemle MDF üretim prosesi 1945 yılında USA’da geliştirilmiştir. İlk kuru yöntemle pilot tesis üretimi 1966 yılında USA New York’ta Allied Chemical Corporation firması üretime başlamıştır. Avrupa’da 1974 yılında Ribnitz-Damgarten, ex DDR, 1975 yılında Busovaca, BİH, ex YU (1978), yılında Illirska Bristica, Slemenja, ex YU kuru yöntemle lif levha tesisleri kurulmuştur (wood acamedy 2008).

Özellikle yüzyılın son çeyreğinden itibaren Dünya’da MDF üretimi hızlı bir şekilde artarak yıllık artış oranı yonga levhayı geride bırakmıştır. MDF’nin hızla yükselmesine

neden olan en önemli etkenler; hammadde isteğinin yonga levhadan daha geniş sınırlar içinde olması, masif ağaç malzeme gibi işlenebilmesinden dolayı başta mobilya endüstrisi olmak üzere bir çok kullanım alanında yonga levha ve kontrplak yerine daha fazla tercih edilmesi, fiziksel özelliklerinin iyi ve mekanik direnç değerlerinin yüksek olmasıdır.

Dünya’da MDF üretimi 1980’li yıllardan itibaren hızlı bir şekilde artmış ve yonga levhanın yıllık artış miktarını geçmiştir. MDF ürünlerine hızlı talep artışı devam etmektedir. MDF üretiminde hammadde kullanım yelpazesi daha geniştir. MDF levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri yonga levhaya göre daha yüksektir. MDF’nin homojen yapıda olması, kenar işleme ve yüzey kaplama uygulamalarında kaliteli sonuç vermektedir.

1.2.2. Dünya’da MDF Endüstrisinin Genel Durumu

Avrupa’da MDF levha endüstrisinde talepteki yükselme ile birlikte kapasite miktarları da artış göstermektedir. Dünya MDF üretim kapasitesi 2000–2011 yılları arasında %179,4’a ulaşmıştır. 2000 yılında Dünyadaki MDF fabrika sayısı 552 adet ve üretim kapasitesi 32.440.000 m³/yıl’dır. 2005 yılında 491 MDF fabrikası, 48.440.000 m³/yıl ve %48 üretim kapasitesine ulaşırken fabrika sayısında %12 oranında azalmaktadır. Bu yıllar arasında düşük kapasiteli birçok fabrikanın kapandığını göstermektedir. 2000 ile 2010 yılları arasında MDF fabrikaları %26 oranında artarken, yüksek kapasiteli üretim hatlarının üretime başlamasıyla %145 kapasite artışı gerçekleşmiştir. 2011 yılında 753 MDF fabrikası, 91.189.805 m³/yıl ve 2010 yılına göre %13,53 üretim artışı sağlanmıştır. 2010 ile 2011 yılları arasında fabrika sayısında %9 oranında artış sağlanmıştır. Çizelge 1.1 verilerine göre Dünyada MDF yıllık ortalama kapasite artışı %14’dür. 2011 yılı itibariyle yeni yüksek kapasiteli MDF üretim hatlarının üretime başlamasıyla Dünya sıralamasında Çin, Avrupa, Asya pasifik ve USA ilk dört sıralamayı paylaşmaktadır.

Çizelge 1.1. Dünya MDF üretim hatları ve kapasiteleri (MDF yearbook, 2012).

Bölge	Fabrika Sayısı				MDF Kapasite (M ³ /Yıl)			
	2000	2005	2010	2011	2000	2005	2010	2011
Çin	295	319	491	504	10.448.000	15.690.000	37.060.000	41.492.000
Avrupa	64	72	82	96	10.939.000	15.416.000	20.390.800	22.895.803
Asya-Pasifik	153	53	60	80	5.475.000	7.973.000	9.595.000	12.078.000
Kuzey Amerika	8	14	21	28	1.015.000	3.292.000	6.342.000	7.397.001
Güney Amerika	28	27	29	31	4.783.000	5.634.000	5.855.000	5.905.000
Orta Doğu	1	2	7	10	86.000	190.000	813.000	1.117.000
Afrika	3	4	4	4	185	245.000	265.000	305.001
TOPLAM	552	491	694	753	32.746.185	48.440.000	80.320.800	91.189.805

Çizelge 1.1'e göre Avrupa'da 2000 ile 2010 yılları arasında tutarlı bir üretim kapasitesiyle %86,4 oranında büyüme gerçekleşmiştir. Çin 2000–2010 yılları arasında %106,4 oranında üretim kapasite artışına ulaşmıştır. Amerika kıtası MDF üretim endüstrisinde on yıl içinde %110,4 büyüme gerçekleştirerek Dünya'da ilk üç büyük üretim kapasitesine sahiptir.

Dünyada MDF endüstrisi 2008-2009-2010-2011 yılları arasındaki üretim kapasiteleri Çizelge 1.2.'de açıklanmaktadır. 2011 yılında Çin 41.492.000 m³ kapasite ile toplam kapasitenin %45,50'sini üreterek ilk sıradadır. Türkiye ve Rusya'nın dahil olduğu Avrupaya üye ülkelerin tamamını içeren ülkeler topluluğu 22.895.803 m³ ile toplam üretimin %25,11'ini gerçekleştirerek ikinci sırayı paylaşmaktadır. Kuzey ve Güney Amerika 13.302.001 m³ dünya üretim toplamının %14,59'ünü gerçekleştirerek üçüncü sırada yer almaktadır. Asya-Pasifik ülkeler topluluğu 12.078.000 m³ ile dünya üretim toplamının %13,24'ünü gerçekleştirerek dördüncü sıradadır. Orta doğu ülkeleri 1.117.000 m³ yıllık kapasitesiyle dünya toplam üretiminin %1,22'sini gerçekleştirerek beşinci sıradadır. Afrika ülkeleri 305.001m³ üreterek dünya yıllık üretim kapasitesinin %0,330'unu gerçekleştirerek altıncı sırada bulunmaktadır.

Çizelge 1.2. Kıtalaraya göre MDF üretim hatları ve kapasiteleri (MDF yearbook 2012).

Kıtalaraya Göre MDF Üretim Kapasiteleri (m ³ /yıl)				
Kıtalar	2008	2009	2010	2011
1.Çin	19.560.000	34.560.000	37.060.000	41.492.000
2.Avrupa	19.600.800	20.390.800	20.390.800	22.895.803
3.Amerika	11.302.000	12.197.000	12.197.000	13.302.001
4.Asya Pasifik	8.865.000	9.595.000	9.595.000	12.078.000
5.Orta Doğu	738.000	813.000	813.000	1.117.000
6.Afrika	265.000	265.000	265.000	305.001
Toplam	60.330.800	77.820.800	80.320.800	91.189.805

Çizelge 1.2’ e göre Dünyada MDF üretimi 2008 ile 2009 yılları arasında %29,0 kapasitesi artışı sağlanmıştır. 2009 ile 2010 yılları arasında %3.2 MDF üretim kapasite artışı olmuştur. Bu kapasite düşüşü 2009 Dünya ekonomik krizinden kaynaklanmaktadır. 2010-2011 yılları arasında %13,5 kapasite artışı sağlanmıştır. Böylece on yıllık MDF üretim kapasitesine yaklaşmıştır.

MDF endüstrisiyle ilgili yapılan pazar araştırmasının sonucuna göre Doğu Avrupa ve Türkiye Avrupa’nın en güçlü pazar aktivitesidir (Wood Based Panels International, 2006). Avrupa’da yeni yatırımlar; geri dönüşümlü, ileri teknoloji, minimum işçilik, hammadde kaynağının ucuzluğu, ulaşımın deniz limanına yakınlığı, tren yoluna yakınlığı ve enerjinin düşük fiyat olduğu Doğu Avrupa’nın stratejik local bölgelerine yapılmaktadır (MDF yearbook, 2011).

1980’lerde Avrupa’da 1 milyon m³ kapasiteye ulaşmıştır.2000’li yılların başında Dünya’da 552 adet MDF fabrikası ve 32,74 milyon m³ üretim gerçekleşmiştir. Avrupa’da 2005 yılında 72 adet fabrikada ve 15,41 milyon m³ üretim kapasitesine ulaşılmıştır (Wood Academy 2005).

Çizelge 1.3’ e göre 2012 yılında yeni üretim hatlarının devreye girmesiyle ülkelerin MDF üretim kapasite sıralamaları değişikliğe uğramıştır. 2010 yılında 5. sırada olan Türkiye 2012 yılında yapılan yeni yatırımlarla Dünyada 3. sıraya yükselmiştir. Böylece Türkiye MDF üretiminde Dünyada sayılı ülkeler arasında yer almaktadır. Dünyada ilk üç sırayı Çin, Brezilya ve Türkiye paylaşmaktadır.

Çizelge 1.3. Dünya Ülkelerinin MDF Üretim Kapasitesindeki Gelişmeler (MDF yearbook 2012).

2008-2009-2011 Dünya Ülkelerinin MDF Üretim Kapasiteleri (m ³ /yıl)						
No	Ülkeler	2008	2009	2011	2012*	Son Kapasiteler
1	Çin	19.560.000	34.560.000	41.492.000	0	41.492.000
2	Brezilya	2.930.000	3.635.000	5.165.000	0	5.165.000
3	Türkiye	3.388.800	3.688.800	3.688.800	870.000	4.558.800
4	Amerika	4.666.000	4.489.000	4.478.000	0	4.478.000
5	Rusya	1.422.000	2.286.000	3.777.000	550.000	4.327.000
6	Almanya	4.410.000	4.370.000	4.070.000	0	4.070.000
7	Tayland	2.034.000	2.334.000	3.219.000	200.000	3.419.000
8	Malezya	1.632.000	1.632.000	1.632.000	300.000	1.932.000
9	Güney Kore	1.827.000	1.927.000	1.927.000	0	1.927.000

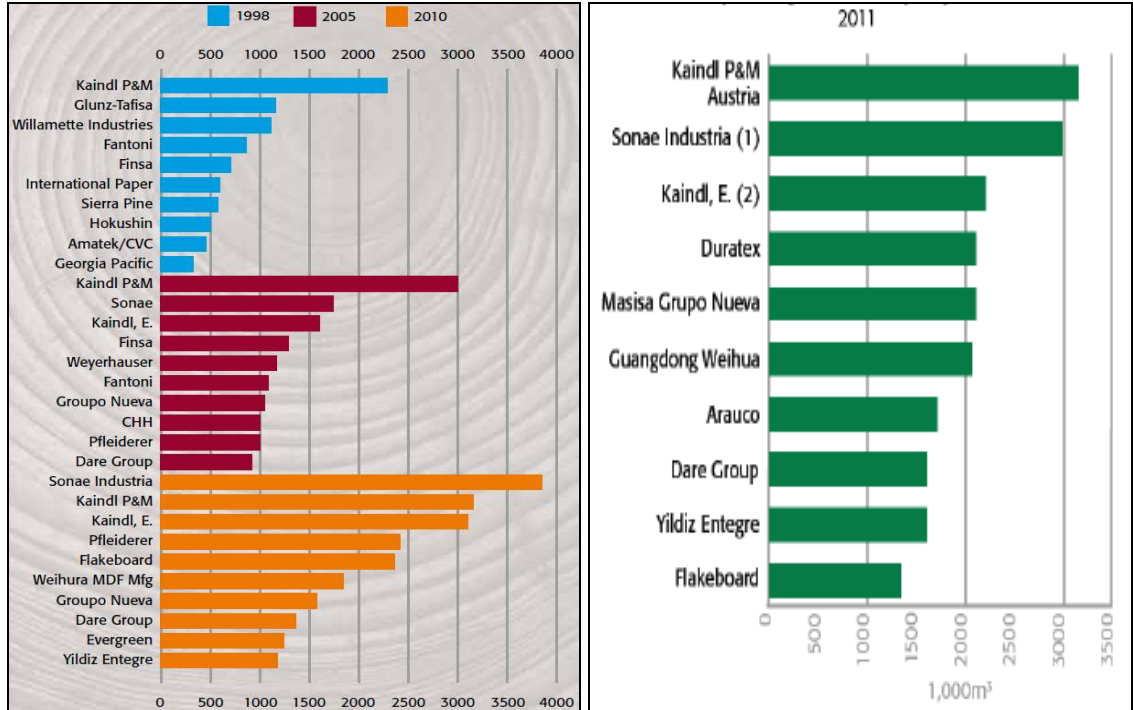
10	Polonya	1.408.000	1.608.000	1.918.000	0	1.918.000
11	İspanya	1.757.000	1.757.000	1.637.000	0	1.637.000
12	Kanada	1.571.000	1.571.000	1.332.000	0	1.332.000
13	İtalya	1.310.000	1.310.000	1.310.000	0	1.310.000
14	Vietnam	295.000	295.000	600.000	640.000	1.240.000
15	İran	892.000	967.000	1.117.000	0	1.117.000
16	Fransa	1.300.000	1.110.000	1.110.000	0	1.110.000
17	Şili	1.315.000	1.305.000	1.095.000	0	1.095.000
18	Hindistan	707.000	987.000	1.077.000	0	1.077.000
19	Endonezya	757.000	757.000	1.015.000	0	1.015.000
20	İngiltere	870.000	870.000	870.000	0	870.000
21	Romanya	368.000	368.000	788.000	0	788.000
22	Avustralya	776.000	776.000	776.000	0	776.000
23	Japonya	750.000	750.000	750.000	0	750.000
24	Yeni zellanda	710.000	710.000	710.000	0	710.000
25	Avusturya	700.000	700.000	700.000	0	700.000
26	Arjantin	325.000	325.000	625.000	0	625.000
27	Porkekiz	544.000	544.000	544.000	0	544.000
28	İrlanda	420.000	420.000	420.000	0	420.000
29	Venezuela	310.000	310.000	310.001	0	310.001
30	Ukrayna	44.000	44.000	294.000	0	294.000
31	Lüksemburg	275.000	275.000	275.001	0	275.001
32	Belçika	270.000	270.000	270.001	0	270.001
33	İsviçre	270.000	270.000	270.000	0	270.000
34	Slovenya	250.000	250.000	250.000	0	250.000
35	Belarus	44.000	204.000	204.000	0	204.000
36	Maristan	200.000	200.000	200.000	0	200.000
37	Pakistan	42.000	92.000	192.000	0	192.000
38	Güney Afrika Cum.	150.000	150.000	185.000	0	185.000
39	Srilanka	180.000	180.000	180.000	0	180.000
40	Kolombiya	0	0	132.000	0	132.000
41	İsveç	105.000	105.000	105.000	0	105.000
42	Yunanistan	100.000	100.000	100.001	0	100.001
43	Meksika	95.000	95.000	95.000	0	95.000
44	Çek Cum	95.000	95.000	95.000	0	95.000
45	Mısır	90.000	90.000	90.001	0	90.001
46	Ekvator	70.000	70.000	70.000	0	70.000
47	Tunus	30.000	30.000	30.000	0	30.000
48	Urugay	0	77.000	0	0	0
49	Litvanya	50.000	0	0	0	0
	TOPLAM	61.314.800	78.958.800	91.189.805	2.560.000	93.749.805

* Üretime başlayan yeni MDF hatları.

1.2.3. Dünya MDF Üretimi Yapan Firmaların Kapasiteleri

Şekil 1.4.'e göre; 1998 yılında dünya MDF üretim kapasite sıralaması verilmiştir. Buna göre; birinci sırada Kaindl P&M, ikinci sırada Glunz-Tafis, üçüncü sırada Willamette Industries, dördüncü sırada Fantoni, beşinci sırada Finsa, altıncı sırada İnternational paper, yedinci sırada Sierra Pine, sekizinci sırada Hokushin, dokuzuncu sırada Amatek/CVC ve onuncu sırada Georgia Pacific yer almaktadır.

2005 yılında birinci sırada Kaindl P&M, ikinci sırada Sonae, üçüncü sırada Kaindl E, dördüncü sırada Finsa, beşinci sırada Weyerhaeuser, altıncı sırada Fantoni, yedinci sırada Groupe Nueva, sekizinci sırada CHH, dokuzuncu sırada Pfleiderer ve onuncu sırada Dare Group'dur.



Şekil 1.4. Dünya ilk on giren MDF firmaları ve kapasiteleri (MDF yearbook 2010/2012).

2010 yılında birinci sırayı Sonae İndustria, ikinci sırayı Kaindl P&M üçüncü sırayı Kaindl,E, dördüncü sırayı Pfleiderer, beşinci sırayı Flakeboard, altıncı sırayı Weihura MDF Mfg, yedinci sırayı Groupe Nueva, sekinci sırayı Dare Group, dokuzuncu sırayı Evergreen ve Türkiye'den Yıldız Entegre ilk ona girerek onuncu sırada yer almıştır.

2011 yılında birinci sırayı Kaindl P&M, ikinci sırayı Sonae İndustria üçüncü sırayı Kaindl,E, dördüncü sırayı Duratex, beşinci sırayı Massisa Grupo Nueva, altıncı sırayı

Guandong Wei hua, yedinci sırayı Arauca, sekinci sırayı Dare Group, dokuzuncu sırayı Türkiye’den Yıldız Entegre ve onuncu sırada Flakeboard yer almıştır.

Portekiz firması Sonae Industrial ve Avusturya firması Kaindl P&M Dünya’nın en çok üretim yapan özel firmalarıdır.

Ülkelerin, MDF fabrikaları, fabrikanın kurulduğu yer ve 2008-2011 üretim kapasiteleri m³/yıl olarak Çizelge 1.4’de verilmiştir. Buna göre; Kuzey Amerika Kıtası MDF üretim kapasitesi; Kanada Flakeboard Sault Sainte Marie, Ontario 310.000 m³/yıl, Amerika Plum Creek Timber Columbia Falls, Montana 559.000 m³/yıl’dır. Güney Amerika MDF üretim kapasitesi; Brezilya Duratex (Duratex/Satipel) Agudos São Paulo 760.000 m³/yıl, Şili’de Masisa (Grupo Nueva) Cabrero 500.000 m³/yıl’dır. Asya-Pasifik MDF üretim kapasitesi; Tayland Siam Fibreboard (Evergreen) (3 üretim hattı) Hat Yai bölgesinde 580.000 m³/yıl’dır. Avrupa MDF üretim kapasitesi; Fransa’dan Unilin S.A.S. (Mohawk Industries) Bazeilles; 600.000 m³/yıl. Almanya’dan Kronospan (P&M Kaindl, Austria), Lampertswalde 600.000 m³/yıl. İtalya’dan Fantoni Osoppo 620.000 m³/yıl. Polonya’dan Polspan (P&M Kaindl, Austria) Szczecinek 760.000 m³/yıl. Rusya’dan Sharyaplit Kronostar (E Kaindl, Austria) Scharija, 430.000 m³/yıl. Türkiye’den Kastamonu Entegre, Kastamonu 360.000 m³/yıl. Yıldız Entegre (üç üretim hattı) Kocaeli 1.200.000 m³/yıl. Yıldız Sunta İzmit 450.000 m³/yıl. İngiltere’den Kronospan (P&M Kaindl, Austria) Chirk Wales 540.000 m³/yıl MDF üretmektedirler.

Çizelge 1.4. Dünya Ülkelerinin MDF üretim yerleri ve kapasiteleri (MDF yearbook 2012).

Kıtalar	Ülke	Şirket	Fabrika Yeri	(bin m ³ /yıl)			
				2008	2009	2011	2012*
Amerika Kıtası	Kanada	Atc Panels, Inc	Pembroke, Ontario	239	239	0	0
		Flakeboard	St. Stephen, New Brunswick	191	191	191	0
		Flakeboard	Sault Sainte Marie, Ontario	310	310	310	0
		Flakeboard	Sault Sainte Marie, Ontario	150	150	150	0
		Uniboard - Pfeleiderer	Mont Laurier, Quebec	150	150	150	0
		Ranger Board	Blue Ridge, Alberta	283	283	283	0
		Westpine MDF	Quesnel, British Columbia	248	248	248	0
	Meksika	Industrias Emman De Ocotlan	Ocotlan	35	35	35	0
		Maderas Conglomeradas	Cuidad De Mexico	60	60	60	0
	Amerika	Atc Panels, Inc	Shipperville, Pennsylvania	239	239	239	0
		Bassett Fiberboard	Bassett, Virginia	37	37	0	0
		Cmi/Craftmaster Manufacturing	Towanda, Pennsylvania	177	177	177	0
		Del-Tin Fiber (Jv) – Temple/Deltic	El Dorado, Arkansas	285	285	285	0

Ülke		Flakeboard	Malvern, Arkansas	310	310	310	0
		Flakeboard	Eugene, Oregon	154	154	154	0
		Flakeboard	Bennettsville, South Carolina	251	251	251	0
		Georgia-Pacific	Monticello, Georgia	64	64	64	0
		Great Lakes MDF	Lackawanna, New York	0	0	0	0
		Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Eastaboga, Alabama	240	240	240	0
		Kronotex (Ernst Kaindl)	Barnwell,South Carolina	440	440	440	0
		Langboard	Willacoochee, Georgia	239	239	239	0
		Norbord (Subs Nexfor Canada)	Deposit, New York	159	159	159	0
		Pan Pacific Products	Broken Bow, Oklahoma	110	110	110	0
		Paragon Panels	Clayton, Alabama	264	264	264	0
		Plum Creek Timber	Columbia Falls, Montana	559	559	559	0
		Roseburg Forest Products (Ex G-P)	Holly Hill, South Carolina	177	0	0	0
		Sierrapine	Rocklin, California	244	244	0	0
		Sierrapine	Medford, Oregon	212	212	212	0
		Temple-Inland	Mt. Jewett, Pennsylvania	255	255	255	0
		Uniboard (Ex Atc Panels)	Moncure,North Carolina	0	0	270	0
		Unilin Us MDF	Mt. Gilead, North Carolina	250	250	250	0
	Arjantin	Alto Paraná (Arauco, Chile)	Puerto Piray	0	0	300	0
		Masisa (Grupo Nueva)	Concordia, Entre Rios	280	280	280	0
		Tableros Guillermina (Ferrum)	Villa Guillermina	45	45	45	0
	Brezilya	Arauco Do Brazil	Jaguariaiva, Paraná	0	305	715	0
		Berneck	Araucária	340	340	340	0
		Duratex Ex Satipel Industrial Sa.	Agudos, São Paolo	250	250	250	0
		Duratex Ex Satipel Industrial Sa. Line2	Agudos, São Paolo	0	0	750	0
		Duratex Ex Satipel Industrial Sa.	Botucatu	450	450	450	0
		Duratex Ex Satipel Industrial Sa.	Botucatu	350	350	350	0
		Eucate	São Paolo	0	0	350	0
		Fibraplac (Isdralit)	Glorinha Rs	420	420	420	0
		Fibraplac (Isdralit)	Glorinha Rs	0	0	0	250
		Floraplac (Grupo Concem)	Paragominas	220	220	220	0
		Guararapes Panels(New Capacity)	Caçador Santa Catarina	0	180	200	0
			Industrial De Compensador	Sudati	120	120	120
	Industrial De Compensador		Guarapes	120	120	120	0
	Masisa Do Brasil (Grupo Nueva)		Ponte Grossa, Paraná	280	280	280	0
	Sudati (New Capacity)		Ocacio Costa, Santa Catarina	0	220	220	0
	Tafisa Brasil (Sonae Indústria, Portugal)		Piñen, Paraná	380	380	380	0
	Kolombiya	Tablemac MDF (New Plant)	Barbosa	0	0	132	0
	Şili	Masisa (Grupo Nueva)	Cabrero	500	490	280	0
		Masisa (Grupo Nueva)	Coronel, Concepción	150	150	150	0
		Paneles Arauco (Arauco)	Cholguan	515	515	515	0
		Pareles Arauco	Teno Maule	0	0	0	300
		Polincay	La Unión	150	150	150	0
	Ekvator	Acosa (Arteta-Durini)	Lasso	70	70	70	0
	Urugay	Urupanel	Tacuarembó	0	77	0	0
	Venezuela	Masisa (Grupo Nueva)	Puerto Ordaz	310	310	310	0
Afrika	Mısır	Nag-Hamady (2 Lines)	Deshna – Qena	90	90	90,001	0
	Güney Afrika.Cum	Pg Bison (“Supawood”)	Boksburg	75	75	75	0
		Sonae Novobord, (Sonae Industria, Portugal)	White River	75	75	110	0
	Tunus	Medwoods (Groupe Poulina)	Grombalia	30	30	30	0
ğu	İran	Arian Chemie	Sari	139	139	139	0

Asya Pasifik		Arian Sina	Sari	139	139	139	0
		Arta Pan	Ardebel	0	0	150	0
		Caspian Sea MDF	Terhan	165	165	165	0
		Neka Choub	Sari Mazandan	0	75	75	0
		Neopan Bartar	Mashad	102	102	102	0
		Pars Neopan	Tanekgoon	75	75	75	0
		Sanaye Choobe Khazar	Amol, Mazandaran	47	47	47	0
		Sugar Cane & By Products Development Co.	Shoabieh, Khuzestan	150	150	150	0
		Takhte Feshorde	Bartar	75	75	75	0
	Avustralya	Alpine MDF (Sumitomo Forestry Company)	Wangaratta, Vic	150	150	150	0
		Chh Pinepanels MDF	Oberon, Nsw	260	260	260	0
		Laminex (Fletcher Building)	Gympie, Qld	246	246	246	0
		Laminex (Fletcher Building)	Kewdale, W. A	120	120	120	0
	Hindistan	Bajaj Eco-Tec Products	Paliakalan	80	80	80	0
		Bajaj Eco-Tec Products	Kundarkhi	80	80	80	0
		Rushill Decor	Chikmagalut Karnataka	0	0	90	0
		Greenply	Rudrapur	0	180	180	0
		Mangalam Timber Products	Orissa	57	57	57	0
		Nuchem Ltd	Tohana	60	60	60	0
		Shirdi Industries	Uttarakhand	40	40	40	0
		Star Panel Boards	Bangalore	140	140	140	0
		Star Panel Boards	Malur Kamataka	250	250	250	0
		Teekays	Bangalore	0	100	100	0
	Endonezya	Eurasiawood Industries	Jambi, Sumatra	85	85	85	0
		Priosoetanto (Bumi Raya Group)	Palembang, Sumatra	30	30	30	0
		Pt Canang Indah	Medan, North Sumatra	100	100	100	0
		Pt Hijau Lestari Raya (Jv With Evergreen)	Palembang, Sumatra	120	120	120	0
		Pt Masari Dwisekepat Fibre	Karwang, West Java	90	90	90	0
		Pt Sumatera Prima Fibreboard	Palembang, Sumatra	127	127	260	0
		Pt Sumatera Prima Fibreboard	Palembang, Sumatra	0	0	125	0
		Pt Sumalindo Lestari Jaya Line 1	Senoni, East Kalimantan	110	110	110	0
		Pt Sumalindo Lestari Jaya Line 11	Samarinda, East Kalimantan	95	95	95	0
	Japonya	Hokushin, Lines I & II	Kishiwada, Osaka	250	250	250	0
		Daiken Mini Sdn (2 New Plants)	Sarawak	110	110	110	0
		N&E Co.	Komatsushima	120	120	120	0
		Noda Plywood	Shimizu, Shizuoka	170	170	170	0
		Seihoku	Ishinomaki	100	100	100	0
	Güney Kore	Dong Wha I & II	Inchon	255	255	255	0
		Dongwha	Asan	163	163	163	0
		Foresco	Inchon	174	174	174	0
		Hansol Home Deco	Iksan	250	250	250	0
		Kwangwon Lumber	Inchon	270	270	270	0
		Kwangwon Lumber	Inchon	0	100	100	0
		Kyungnam	Inchon	60	60	60	0
		Sunchang	Inchon	315	315	315	0
		Unid	Gunsan	340	340	340	0
	Malezya	Daiken Sarawak (Daiken/Itochu)	Bintulu, Sarawak	105	105	105	0
		Dongwha	Nilai, Seremban	140	140	140	0
		Dongwha Fibreboard (Ex-Merbok, Lines I & II)	Sungai, Petani	260	260	260	0
		Dongwha MDF (Ex-Guthrie MDF)	Kulim, Kedah	140	140	140	0
		Evergreen Fibreboard Berhad	Parit Raja, Batu Pahat, Johor	250	250	250	0

Yeni Zelanda		Evergreen MDF Fibreboard (Jb)	Masai, Johor	120	120	120	0
		Evergreen Fibreboard (Nilai)	Nilai	250	250	250	0
		Raayong		0	0	0	300
		Robin Resources	Mentakab	180	180	180	0
		Samling Fibreboard, Lines I & II (Daiken/Itochu)	Miri, Sarawak	100	100	100	0
		Segamat Panel Boards (Takeuchi)	Segamat, Johor	72	72	72	0
		Soon Seng	Gemas, N. Sembilan	15	15	15	0
		Daiken New Zealand (Daiken/Itochu) (Was Chh)	Rangiora, South Island	220	220	220	0
		Nelson Pine Industries (Sumitomo Forestry)	Nelson, Richmond	350	350	350	0
		Dongwha Patinna (Was Rayonier)	Gore, South Island	140	140	140	0
		Al-Noor MDF Board Industries (Expanding)	Moro, Nawabshah	42	42	42	0
		Peshawar Particleboard (New Capacity)		0	50	50	0
		Garibsons (Pvt) Ltd MDF -HDF	Charo	0	0	100	0
		Merbok MDF Lanka (Pvt) Ltd	Horana	180	180	180	0
		Advance Fiber (Metro)	Tamaka	250	250	250	0
		Agro Mats	Chachoung-Sao	90	90	90	0
		Bangsai	Bangkok	90	90	90	0
		Khon Kaen Sugar (Doorskin Mill)	Khon Kaen	25	25	25	0
		Metro MDF Lines I & II	Kanchanburi	240	240	240	0
		Panel Plus	Hat Yai	0	0	330	0
		P.T Sumatera Prima Fibreboard Super Thin MDF	Palembang, Sumatra	0	0	300	0
		P.T Sumatera Prima Fibreboard	Palembang, Sumatra	170	170	170	0
		S Kijchai MDF Co.Ltd Rayong Pb	Klaeng Rayong	0	0	0	200
		Siam Fibreboard (Evergreen) (3 Lines)	Hat Yai	580	580	580	0
		Thai Plywood Co	Kaeng Khoi, Suraburi	84	84	84	0
		Vanachai Group Public Co Ltd	Chonburi	270	270	270	0
		Vanachai Group Public Company Ltd	Surat Thani	0	300	300	0
		Vanachai Panel Industry	Surat Thani	235	235	235	0
		Rayong Pb	Klaeng	0	0	255	0
		MDF Geruco	Dong Ha, Quang Tri	60	60	60	0
		Vinafor	Gialai, Hoa Binh	115	115	115	0
		Vrg Dongwa Joint Stock Compaany	Binh Phuoc	60	60	60	360
		May Forestry		0	0	120	0
		Tay Bac Investment Mineral	Yen Bai Province	0	0	0	0
		Viforex	Vi Xuyen	0	0	0	100
		Quang Tri MDF	Quang Tri Province	60	60	80	80
		Tay Bac /Yen Bai Joint Stock Co.		0	0	100	100
		Mien Trung Corporation	Cosevco	0	0	65	0
n	Çin	504 Adet Fabrika		19.560	34.560	41.492	0
Avrupa		M. Kaindl Holzindustrie (M Kaindl)	Salzburg	400	400	400	0
		MDF Hallein (Binder)	Hallein	300	300	300	0
		Borisovdrev	Borisov	44	44	44	0
		Vmg Industrial Ltd	Mogilev	0	160	160	0
		Spanolux (Acquired By Sofinim)	Vielsalm	270	270	270	0
		Ddl	Lukavec	95	95	95	0
		Isoroy (Sonae Indústria, Portugal)	Le Creusot	160	160	160	0
		Isoroy (Sonae Indústria, Portugal)	St-Dizier	190	0	0	0
		Isoroy (Sonae Indústria, Portugal)	Ussel	190	190	190	0
		Mediland (Finsa)	Morcenx	160	160	160	0
		Unilin S.A.S. (Mohawk Industries)	Bazeilles	600	600	600	0
		Egger (Egger, Austria)	Bevern	90	90	90	0

	Egger (Egger, Austria)	Brilon	250	250	250	0
	Egger (Egger, Austria)	Wismar	400	400	400	0
	Fbb (Classen Group) Line Completed	Baruth	250	410	570	0
	Glunz (Sonae Indústria, Portugal- Jv With Tarkett)	Eiweiler	220	220	220	0
	Glunz (Sonae Indústria, Portugal) Closed 1 Line	Meppen	420	300	300	0
	Homanit (Homann)	Herzberg	130	0	0	0
	Homanit (Homann)	Losheim	180	180	200	0
	Hornitex (Sonae Indústria, Portugal)	Beeskow	350	350	350	0
	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Steinheim-Sandebeck	150	150	150	0
	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Lampertswalde	600	600	600	0
	Kronotex (E Kaindl, Austria)	Heiligengrabe	490	490	490	0
	Pfleiderer (Ex Kunz)	Baruth	450	450	450	0
	Pfleiderer (Ex Hornitex) Line Completed	Nidda	130	180	0	0
	Varioboard	Magdeburg	300	300	0	0
Yunanistan	Alfa Wood - Pindos	Grevena	100	100	100	0
Macaristan	Kronospan-Mofa	Mohacs	200	200	200	0
İrlanda Cum.	Medit Europe Ltd (Coillte)	Redmonstown, Clonmel	420	420	420	0
	Bipan (Gruppo Frati)	Bicinicco	370	370	370	0
İtalya	Fantoni	Osoppo	620	620	620	0
	Novolegno (Fantoni)	Arcella	220	220	220	0
	Nuova Rivart (Mauro Saviola)	Radicoiani	100	100	100	0
Litvanya	Jeld-Wen	Aizkraukle	50	0	0	0
Luksemburg	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Sanem	275	275	275	0
	Homanit (New Capacity)	Karlino	0	200	200	0
	Kronowood (P & M Kaindl, Austria)	Mielec	180	180	180	0
Polanya	Kronopol (E Kaindl, Austria)	Zary	218	218	218	0
	Pfleiderer	Grajewo	250	250	250	0
	Polspan (P & M Kaindl, Austria)	Szczecinek	760	760	760	0
	Swedpan	Orla	0	0	310	0
	Luso Finsa (Finsa, Spain)	Nelas	140	140	140	0
Portekiz	Casca (Sonae Indústria, Portugal)	Mangualde	360	360	360	0
	Valbopan	Nazare	44	44	44	0
Romanya	Kronospan Sebes S.A. (E Kaindl, Austria)	Sebes, Jud Alba	368	368	368	0
	Prolepn S.C.Sa (Kastamonu Entegre Goup)		0	0	420	0
	Abinsk Zavod MDF (New Capacity)	Abinsk	0	150	150	0
	Bobruisk Fiberboard Factory MDF HDF	Belarus	0	100	100	0
	Jsc Vitebskdrev	Belarus	0	350	350	0
	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Egorievsk	400	400	400	0
	Lesplitinvest	Priozersk	100	100	100	0
	MDF Mortka	Mortka, Kondinski	100	100	100	0
	Novaja Vjatka	Kirov	60	60	60	0
Rusya	Pfleiderer (Due To Open 2009)	Novgorod	0	0	500	0
	Partner-Tomsk	Tomsk	0	264	264	0
	Plitsichprom (Souz)	Balabanovo	54	54	54	0
	Rusky Lamiant Ltd	Sergiev Posad	0	0	350	0
	Sharyaplit Kronostar (E Kaindl, Austria)	Scharia	430	430	430	0
	Sheksninsky Kdp	Sheksna	50	50	50	0
	Tyndales	Tynda	44	44	44	0
	United Panel Group	Zeshart, Komi	130	130	130	0
	Yug	Krasnodar	54	54	54	0
	Oao Borisovdrev	Barisov	0	0	240	0

	Oao Mostovdrev	Belarus	0	0	200	200
	Oao Kombinat		0	0	0	350
	Zao Pdk Apsherosk	Krasnodar	0	0	201	0
Slovenya	Lesonit (Fantoni, Italy)	Ilirska Bistrica	250	250	250	0
	Fibranor (Finsa)	Rábade	302	302	302	0
	Finsa (Finsa)	Padrón	295	295	295	0
	Intasa – Industrias Del Tablero	San Saturniño	195	195	195	0
İspanya	Interbon	Burgos	250	250	250	0
	Interpanel (Tablicia)	Villabrazaro	250	250	250	0
	Orember (Finsa)	Orense	205	205	205	0
	Tafisa (Sonae Indústria, Portugal)	Valladolid	140	140	140	0
	Utisa (Finsa)	Teruel	120	120	0	0
İsveç	Karlit	Karlholmsbruk	105	105	105	0
İsviçre	Kronoswiss (E Kaindl, Austria)	Menznau	270	270	270	0
	Gentas	Bolu	29	29	29	0
	Çamsan	Ordu	240	240	240	0
	Çamsan	Adapazari	180	180	180	0
	Divapan	Düzce	120	120	120	0
	Kastamonu Entegre	Kastamonu	360	360	360	0
	Kastamonu Entegre (2 Lines)	Gebze	300	300	300	0
	Kastamonu Entegre	Adana	0	0	0	420
Türkiye	Serdar	İnegöl	120	120	120	0
	SFC	Kastamonu	150	150	150	0
	Starwood (New Capacity)	Bursa	0	150	150	0
	Teverpan	Çerkezköy	240	240	240	0
	Turanlar (New Capacity)	Samsun	0	150	150	0
	Yıldız Entegre (3 Lines)	Kocaeli	1.200	1.200	1.200	0
	Yıldız Entegre (3 Lines)	Mersin	0	0	0	450
	Yıldız Sunta İzmit	İzmit	450	450	450	0
	Kiew Fanemij Zavod	Kiev	44	44	44	0
Ukrayna	Art Progress	Kiev Korosten	0	0	250	0
	Norbord (Norbord Inc., Canada)	Cowie, Stirlingshire	330	330	330	0
İngiltere	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Chirk, Wales	540	540	540	0
Dünya Toplam MDF(bin m ³)			61.315	78.959	91.190	3.110

* Üretime başlayan yeni MDF hatları.

Çizelge 1.5'e göre Dünyada MDF üretimi yapan şirketler, şirketlere ait fabrikaların bulunduğu yerleri ve 2011 yılına göre üretim kapasiteleri m³/yıl olarak verilmiştir. Türkiye'den Yıldız Entegre AŞ (İzmit) birinci sırada yer almaktadır. Diğer Türk firmaları, Yıldız Sunta AŞ (İzmit) onyedinci, Kastamonu Entegre AŞ (Kastamonu) otuncu, Kastamonu Entegre AŞ (Gebze) elli ikinci, Çamsan (ordu) doksan üçüncü, Teverpan (Çerkezköy) doksan dördüncü, Çamsan (Hendek) yüz on dokuncu, SFC (Kastamonu) yüz kırkırıncı, Starwood (Bursa) yüz kırk birinci, Turanlar (Samsun) yüz kırk ikinci, Divapan (Düzce) yüz altmış birinci, Serdar (İnegöl) yüz altmış ikinci, Gentaş (Bolu) iki yüz yirmi altıncı sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.5. Dünya MDF endüstrisinde üretim yapan firmaların kapasite sıralaması (MDF yearbook 2012) *Çin'deki 504 MDF fabrikası hariç tutulmuştur.

No	Ülke	Şirket	Fabrika Yeri	(bin m ³ /yıl)			
				2008	2009	2011	2012*
1	Türkiye	Yıldız Entegre (3 Lines)	Kocaeli	1.200	1.200	1.200	0
2	Polonya	Polspan (P & M Kaindl, Austria)	Szczecinek	760	760	760	0
3	Brezilya	Duratex Ex Satipel Industrial Sa. Line2	Agudos, São Paulo	0	0	750	0
4	Brezilya	Arauco Do Brazil	Jaguariaiva, Paraná	0	305	715	0
5	İtalya	Fantoni	Osoppo	620	620	620	0
6	Fransa	Unilin S.A.S. (Mohawk Industries)	Bazeilles	600	600	600	0
7	Almanya	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Lampertswalde	600	600	600	0
8	Tayland	Siam Fibreboard (Evergreen) (3 Lines)	Hat Yai	580	580	580	0
9	Almanya	Fbb (Classen Group) Line Completed	Baruth	250	410	570	0
10	Amerika	Plum Creek Timber	Columbia Falls, Montana	559	559	559	0
11	İngiltere	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Chirk, Wales	540	540	540	0
12	Şili	Paneles Arauco (Arauco)	Cholguan	515	515	515	0
13	Rusya	Pfliederer (Due To Open 2009)	Novgorod	0	0	500	0
14	Almanya	Kronotex (E Kaindl, Austria)	Heiligengrabe	490	490	490	0
15	Brezilya	Duratex Ex Satipel Industrial Sa.	Botucatu	450	450	450	0
16	Almanya	Pfleiderer (Ex Kunz)	Baruth	450	450	450	0
17	Türkiye	Yıldız Sunta İzmit	İzmit	450	450	450	0
18	Amerika	Kronotex (Ernst Kaindl)	Barnwell, South Carolina	440	440	440	0
19	Rusya	Sharyaplit Kronostar (E Kaindl, Austria)	Scharia	430	430	430	0
20	Brezilya	Fibraplac (Isdralit)	Glorinha Rs	420	420	420	0
21	İrlanda Cum.	Medite Europe Ltd (Coillte)	Redmonstown, Clonmel	420	420	420	0
22	Romanya	Prolemn S.C.Sa (Kastamonu Entegre Goup)		0	0	420	0
23	Avusturya	M. Kaindl Holzindustrie (M Kaindl)	Salzburg	400	400	400	0
24	Almanya	Egger (Egger, Austria)	Wismar	400	400	400	0
25	Rusya	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Egorievsk	400	400	400	0
26	Brezilya	Tafisa Brasil (Sonae Indústria, Portugal)	Piñen, Paraná	380	380	380	0
27	İtalya	Bipan (Gruppo Frati)	Bicinicco	370	370	370	0
28	Romanya	Kronospan Sebes S.A. (E Kaindl, Austria)	Sebes, Jud Alba	368	368	368	0
29	Portekiz	Casca (Sonae Indústria, Portugal)	Mangualde	360	360	360	0
30	Türkiye	Kastamonu Entegre	Kastamonu	360	360	360	0
31	Brezilya	Duratex Ex Satipel Industrial Sa.	Botucatu	350	350	350	0
32	Brezilya	Eucate	São Paulo	0	0	350	0
33	Yeni Zelanda	Nelson Pine Industries (Sumitomo Forestry)	Nelson, Richmond	350	350	350	0
34	Almanya	Hornitex (Sonae Indústria, Portugal)	Beeskow	350	350	350	0
35	Rusya	Jsc Vitebskdev	Belarus	0	350	350	0
36	Rusya	Rusky Lamiant Ltd	Sergiev Posad	0	0	350	0
37	Brezilya	Berneck	Araucária	340	340	340	0
38	Güney Kore	Unid	Gunsan	340	340	340	0
39	Tayland	Panel Plus	Hat Yai	0	0	330	0

40	İngiltere	Norbord (Norbord Inc., Canada)	Cowie, Stirlingshire	330	330	330	0
41	Güney Kore	Sunchang	Inchon	315	315	315	0
42	Venezuela	Masisa (Grupo Nueva)	Puerto Ordaz	310	310	310	0
43	Kanada	Flakeboard	Sault Sainte Marie, Ontario	310	310	310	0
44	Amerika	Flakeboard	Malvern, Arkansas	310	310	310	0
45	Polanya	Swedpan	Orla	0	0	310	0
46	İspanya	Fibranor (Finsa)	Rábade	302	302	302	0
47	Arjantin	Alto Paraná (Arauco, Chile)	Puerto Piray	0	0	300	0
48	Tayland	P.T Sumatera P.rima Super Thin MDF	Palembang, Sumatra	0	0	300	0
49	Tayland	Vanachai Group Public Company Ltd	Surat Thani	0	300	300	0
50	Avusturya	MDF Hallein (Binder)	Hallein	300	300	300	0
51	Almanya	Ghinz (Sonae Indústria, Portugal) Closed 1 Line	Meppen	420	300	300	0
52	Türkiye	Kastamonu Entegre (2 Lines)	Gebze	300	300	300	0
53	İspanya	Finsa (Finsa)	Padrón	295	295	295	0
54	Amerika	Del-Tin Fiber (Jv) – Temple/Deltic	El Dorado, Arkansas	285	285	285	0
55	Kanada	Ranger Board	Blue Ridge, Alberta	283	283	283	0
56	Arjantin	Masisa (Grupo Nueva)	Concordia, Entre Rios	280	280	280	0
57	Brezilya	Masisa Do Brasil (Grupo Nueva)	Ponte Grossa, Paraná	280	280	280	0
58	Şili	Masisa (Grupo Nueva)	Cabrero	500	490	280	0
59	Luksemburg	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Sanem	275	275	275	0
60	Belçika	Spanolux (Acquired By Sofinim)	Vielsalm	270	270	270	0
61	Amerika	Uniboard (Ex Atc Panels)	Moncure, North Carolina	0	0	270	0
62	Güney Kore	Kwangwon Lumber	Inchon	270	270	270	0
63	Tayland	Vanachai Group Public Co Ltd	Chonburi	270	270	270	0
64	İsviçre	Kronoswiss (E Kaindl, Austria)	Menznau	270	270	270	0
65	Amerika	Paragon Panels	Clayton, Alabama	264	264	264	0
66	Rusya	Partner-Tomsk	Tomsk	0	264	264	0
67	Avusturalya	Chh Pinepanels MDF	Oberon, Nsw	260	260	260	0
68	Endonezya	Pt Sumatera Prima Fibreboard	Palembang, Sumatra	127	127	260	0
69	Malezya	Dongwha Fibreboard (Ex-Merbok, Lines I & II)	Sungai, Petani	260	260	260	0
70	Amerika	Temple-Inland	Mt. Jewett, Pennsylvania	255	255	255	0
71	Güney Kore	Dong Wha I & II	Inchon	255	255	255	0
72	Tayland	Rayong Pb	Klaeng	0	0	255	0
73	Amerika	Flakeboard	Bennettsville, South Carolina	251	251	251	0
74	Amerika	Unilin Us MDF	Mt. Gilead, North Carolina	250	250	250	0
75	Brezilya	Duralex Ex Satipel Industrial Sa.	Agudos, São Paulo	250	250	250	0
76	Hindistan	Star Panel Boards	Malur Kamataka	250	250	250	0
77	Japonya	Hokushin, Lines I & II	Kishiwada, Osaka	250	250	250	0
78	Güney Kore	Hansol Home Deco	Iksan	250	250	250	0
79	Malezya	Evergreen Fibreboard Berhad	Parit Raja, Batu Pahat, Johor	250	250	250	0
80	Malezya	Evergreen Fibreboard (Nilai)	Nilai	250	250	250	0
81	Tayland	Advance Fiber (Metro)	Tamaka	250	250	250	0
82	Almanya	Egger (Egger, Austria)	Brilon	250	250	250	0
83	Polanya	Pfleiderer	Grajewo	250	250	250	0
84	Slovenya	Lesonit (Fantoni, Italy)	Ilirska Bistrica	250	250	250	0

85	İspanya	Interbon	Burgos	250	250	250	0
86	İspanya	Interpanel (Tablicia)	Villabrazaro	250	250	250	0
87	Ukrayna	Art Progress	Kiev Korosten	0	0	250	0
88	Kanada	Westpine MDF	Quesnel, British Columbia	248	248	248	0
89	Avusturalya	Laminex (Fletcher Building)	Gympie, Qld	246	246	246	0
90	Amerika	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Eastaboga, Alabama	240	240	240	0
91	Tayland	Metro MDF Lines I & II	Kanchanburi	240	240	240	0
92	Rusya	Oao Borisovdrev	Barisov	0	0	240	0
93	Türkiye	Çamsan	Ordu	240	240	240	0
94	Türkiye	Teverpan	Çerkezköy	240	240	240	0
95	Amerika	Atc Panels, Inc	Shipperville, Pennsylvania	239	239	239	0
96	Amerika	Langboard	Willacoochee, Georgia	239	239	239	0
97	Tayland	Vanachai Panel Industry	Surat Thani	235	235	235	0
98	Brezilya	Floraplaç (Grupo Concem)	Paragominas	220	220	220	0
99	Brezilya	Sudati (New Capacity)	Ocacio Costa, Santa Catarina	0	220	220	0
100	Yeni Zelanda	Daiken New Zealand (Daiken/Itochu) (Was -hh)	Rangiora, South Island	220	220	220	0
101	Almanya	Glunz (Sonae Indústria, Portugal- Jv With Tarkett)	Eiweiler	220	220	220	0
102	İtalya	Novolegno (Fantoni)	Arcella	220	220	220	0
103	Polonya	Kronopol (E Kaindl, Austria)	Zary	218	218	218	0
104	Amerika	Sierrapine	Medford, Oregon	212	212	212	0
105	İspanya	Oremer (Finsa)	Orense	205	205	205	0
106	Rusya	Zao Pdk Apsherosk	Krasnodar	0	0	201	0
107	Brezilya	Guararapes Panels (New Capacity)	Caçador Santa Catarina	0	180	200	0
108	Almanya	Homanit (Homann)	Losheim	180	180	200	0
109	Macaristan	Kronospan-Mofa	Mohacs	200	200	200	0
110	Polonya	Homanit (New Capacity)	Karlino	0	200	200	0
111	Rusya	Oao Mostovdrev	Belarus	0	0	200	0
112	İspanya	Intasa – Industrias Del Tablero	San Saturniño	195	195	195	0
113	Kanada	Flakeboard	St. Stephen, New Brunswick	191	191	191	200
114	Fransa	Isoroy (Sonae Indústria, Portugal)	Ussel	190	190	190	0
115	Hindistan	Greenply	Rudrapur	0	180	180	0
116	Malezya	Robin Resources	Mentakab	180	180	180	0
117	Sri Lanka	Merbok MDF Lanka (Pvt) Ltd	Horana	180	180	180	0
118	Polonya	Kronowood (P & M Kaindl, Austria)	Mielec	180	180	180	0
119	Türkiye	Çamsan	Adapazari	180	180	180	0
120	Amerika	Cmi/Craftmaster Manufacturing	Towanda, Pennsylvannia	177	177	177	0
121	Güney Kore	Foresco	Inchon	174	174	174	0
122	Japonya	Noda Plywood	Shimizu, Shizuoka	170	170	170	0
123	Tayland	P.T Sumatera Prima Fibreboard	Palembang, Sumatra	170	170	170	0
124	İran	Caspian Sea MDF	Terhan	165	165	165	0
125	Güney Kore	Dongwha	Asan	163	163	163	0
126	Belarus	Vmg Industrial Ltd	Mogilev	0	160	160	0
127	Fransa	Isoroy (Sonae Indústria, Portugal)	Le Creusot	160	160	160	0
128	Fransa	Mediland (Finsa)	Morcenx	160	160	160	0
129	Amerika	Norbord (Subs Nexfor Canada)	Deposit, New York	159	159	159	0

130	Amerika	Flakeboard	Eugene, Oregon	154	154	154	0
131	Kanada	Flakeboard	Sault Sainte Marie, Ontario	150	150	150	0
132	Kanada	Uniboard - Pfeleiderer	Mont Laurier, Quebec	150	150	150	0
133	Şili	Masisa (Grupo Nueva)	Coronel, Concepción	150	150	150	0
134	Şili	Polincay	La Unión	150	150	150	0
135	İran	Arta Pan	Ardebel	0	0	150	0
136	İran	Sugar Cane & By Products Development Co.	Shoaibieh, Khuzestan	150	150	150	0
137	Avusturalya	Alpine MDF (Sumitomo Forestry Company)	Wangaratta, Vic	150	150	150	0
138	Almanya	Kronospan (P & M Kaindl, Austria)	Steinheim-Sandebeck	150	150	150	0
139	Rusya	Abinsk Zavod MDF Ooo (New Capacity)	Abinsk	0	150	150	0
140	Türkiye	SFC	Kastamonu	150	150	150	0
141	Türkiye	Starwood (New Capacity)	Bursa	0	150	150	0
142	Türkiye	Turanlar (New Capacity)	Samsun	0	150	150	0
143	Hindistan	Star Panel Boards	Bangalore	140	140	140	0
144	Malezya	Dongwha	Nilai, Seremban	140	140	140	0
145	Malezya	Dongwha MDF (Ex-Guthrie MDF)	Kulim, Kedah	140	140	140	0
146	Yeni Zeland	Dongwha Patinna (Was Rayonier)	Gore, South Island	140	140	140	0
147	Portekiz	Luso Finsa (Finsa, Spain)	Nelas	140	140	140	0
148	İspanya	Tafisa (Sonae Indústria, Portugal)	Valladolid	140	140	140	0
149	İran	Arian Chemie	Sari	139	139	139	0
150	İran	Arian Sina	Sari	139	139	139	0
151	Kolombiya	Tablemac MDF (New Plant)	Barbosa	0	0	132	0
152	Rusya	United Panel Group	Zeshart, Komi	130	130	130	0
153	Endonezya	Pt Sumatera Prima Fibreboard	Palembang, Sumatra	0	0	125	0
154	Brezilya	İndustrial De Compensador	Sudati	120	120	120	0
155	Brezilya	İndustrial De Compensador	Guarapes	120	120	120	0
156	Avusturalya	Laminex (Fletcher Building)	Kewdale, W. A	120	120	120	0
157	Endonezya	Pt Hijau Lestari Raya (Jv With Evergreen)	Palembang, Sumatra	120	120	120	0
158	Japonya	N&E Co.	Komatsushima	120	120	120	0
159	Malezya	Evergreen MDF Fibreboard (Jb)	Masai, Johor	120	120	120	0
160	Vietnam	May Forestry		0	0	120	0
161	Türkiye	Divapan	Düzce	120	120	120	0
162	Türkiye	Serdar	İnegöl	120	120	120	0
163	Vietnam	Vinafor	Gialai, Hoa Binh	115	115	115	0
164	Amerika	Pan Pacific Products	Broken Bow, Oklahoma	110	110	110	0
165	G. Afrika Cum.	Sonae Novobord, (Sonae Industria, Portugal)	White River	75	75	110	0
166	Endonezya	Pt Sumalindo Lestari Jaya Line 1	Senoni, East Kalimantan	110	110	110	0
167	Japonya	Daiken Mini Sdn (2 New Plants)	Sarawak	110	110	110	0
168	Malezya	Daiken Sarawak (Daiken/Itochu)	Bintulu, Sarawak	105	105	105	0
169	İsveç	Karlit	Karlholmsbruk	105	105	105	0
170	İran	Neopan Bartar	Mashad	102	102	102	0
171	Yunanistan	Alfa Wood – Pindos	Grevena	100	100	100	0
172	Hindistan	Teekays	Bangalore	0	100	100	0
173	Endonezya	Pt Canang Indah	Medan, North Sumatra	100	100	100	0
174	Japonya	Seihoku	Ishinomaki	100	100	100	0

175	Güney Kore	Kwangwon Lumber	Inchon	0	100	100	0
176	Malezya	Samling Fibreboard, Lines I & Iı (Daiken/Itochu)	Miri, Sarawak	100	100	100	0
177	Pakistan	Garibsons (Pvt) Ltd MDF- HDF	Charo	0	0	100	0
178	Vietnam	Tay Bac /Yen Bal Joint Stock Co.		0	0	100	0
179	İtalya	Nuova Rivart (Mauro Saviola)	Radicofani	100	100	100	0
180	Rusya	Bobruisk Fiberboard Factory MDF-HDF	Belarus	0	100	100	100
181	Rusya	Lesplitinvest	Priozersk	100	100	100	0
182	Rusya	MDF Mortka	Mortka, Kondinski	100	100	100	0
183	Endonezya	Pt Sumalindo Lestari Jaya Line 11	Samarinda, East Kalimantan	95	95	95	0
184	Çek Cum.	Ddl	Lukavec	95	95	95	0
185	Mısır	Nag-Hamady (2 Lines)	Deshna – Qena	90	90	90,001	0
186	Hindistan	Rushill Decor	Chikmagalut Karnataka	0	0	90	0
187	Endonezya	Pt Masari Dwisekepat Fibre	Karwang, West Java	90	90	90	0
188	Tayland	Agro Mats	Chachoung-Sao	90	90	90	0
189	Tayland	Bangsai	Bangkok	90	90	90	0
190	Almanya	Egger (Egger, Austria)	Bevern	90	90	90	0
191	Endonezya	Eurasiawood Industries	Jambi, Sumatra	85	85	85	0
192	Tayland	Thai Plywood Co	Kaeng Khoi, Suraburi	84	84	84	0
193	Hindistan	Bajaj Eco-Tec Products	Paliakalan	80	80	80	0
194	Hindistan	Bajaj Eco-Tec Products	Kundarkhi	80	80	80	0
195	Vietnam	Quang Tri MDF	Quang Tri Province	60	60	80	0
196	G. Afrika Cum.	Pg Bison (“Supawood”)	Boksburg	75	75	75	0
197	İran	Neka Choub	Sari Mazandan	0	75	75	80
198	İran	Pars Neopan	Tanekgoon	75	75	75	0
199	İran	Takhte Feshorde	Bartar	75	75	75	0
200	Malezya	Segamat Panel Boards (Takeuchi)	Segamat, Johor	72	72	72	0
201	Ekvator	Acosa (Arteta-Durini)	Lasso	70	70	70	0
202	Vietnam	Mien Trung Corporation	Cosevco	0	0	65	0
203	Amerika	Georgia-Pacific	Monticello, Georgia	64	64	64	0
204	Meksika	Maderas Conglomeradas	Cuidad De Mexico	60	60	60	0
205	Hindistan	Nuchem Ltd	Tohana	60	60	60	0
206	Güney Kore	Kyungnam	Inchon	60	60	60	0
207	Vietnam	MDF Geruco	Dong Ha, Quang Tri	60	60	60	0
208	Vietnam	Vrg Dongwa Joint Stock Compaany	Binh Pluoc	60	60	60	0
209	Rusya	Novaja Vjatka	Kirov	60	60	60	0
210	Hindistan	Mangalam Timber Products	Orissa	57	57	57	360
211	Rusya	Plitspichprom (Souz)	Balabanovo	54	54	54	0
212	Rusya	Yug	Krasnodar	54	54	54	0
213	Pakistan	Peshawar Particleboard (New Capacity)		0	50	50	0
214	Rusya	Sheksninsky Kdp	Sheksna	50	50	50	0
215	İran	Sanaye Choobe Khazar	Amol, Mazandaran	47	47	47	0
216	Arjantin	Tableros Guillermina (Ferrum)	Villa Guillermina	45	45	45	0
217	Belarus	Borisovdrev	Borisov	44	44	44	0
218	Portekiz	Valbopan	Nazare	44	44	44	0
219	Rusya	Tyndales	Tynda	44	44	44	0

220	Ukrayna	Kiew Fanernij Zavod	Kiev	44	44	44	0
221	Pakistan	Al-Noor MDF Board Industries (Expanding)	Moro, Nawabshah	42	42	42	0
222	Hindistan	Shirdi Industries	Uttarakhand	40	40	40	0
223	Meksika	Industrias Emman De Ocotlan	Ocotlan	35	35	35	0
224	Tunus	Medwoods (Groupe Poulina)	Grombalia	30	30	30	0
225	Endonezya	Priosoetanto (Bumi Raya Group)	Palembang, Sumatra	30	30	30	0
226	Türkiye	Gentas	Bolu	29	29	29	0
227	Tayland	Khon Kaen Sugar (Doorskin Mill)	Khon Kaen	25	25	25	0
228	Malezya	Soon Seng	Gemas, N. Sembilan	15	15	15	0
229	Kanada	Atc Panels, Inc	Pembroke, Ontario	239	239	0	0
230	Amerika	Bassett Fiberboard	Bassett, Virginia	37	37	0	0
231	Amerika	Great Lakes MDF	Lackawanna, New York	0	0	0	0
232	Amerika	Roseburg Forest Products (Ex G-P)	Holly Hill, South Carolina	177	0	0	0
233	Amerika	Sierrapine	Rocklin, California	244	244	0	0
234	Brezilya	Fibraplac (Isdralit)	Glorinha Rs	0	0	0	0
235	Şili	Pareles Arauco	Teno Maule	0	0	0	250
236	Malezya	Raayong		0	0	0	300
237	Fransa	Isoroy (Sonae Indústria, Portugal)	St-Dizier	190	0	0	300
238	Almanya	Homanit (Homann)	Herzberg	130	0	0	0
239	Almanya	Pfleiderer (Ex Hornitex) Line Completed	Nidda	130	180	0	0
240	Almanya	Varioboard	Magdeburg	300	300	0	0
241	Litvanya	Jeld-Wen	Aizkraukle	50	0	0	0
242	Rusya	Oao Kombinat		0	0	0	0
243	İspanya	Utisa (Finsa)	Teruel	120	120	0	350
244	Türkiye	Kastamonu Entegre	Adana	0	0	0	420
245	Türkiye	Yıldız Entegre (3 Lines)	Mersin	0	0	0	450
247	Uruguay	Urupanel	Tacuarembó	0	77	0	0
248	Tayland	S Kijchai MDF Co.Ltd Rayong Pb	Klaeng Rayong	0	0	0	200
249	Vietnam	Tay Bac Investment Mineral	Yen Bai Province	0	0	0	0
250	Vietnam	Viforex	Vi Xuyen	0	0	0	100
Çin (504 Adet Fabrika)				19.560	34.560	41.492	0
Dünya Toplam MDF (bin m³)				61.315	65.959	91.190	3.110

* Üretime başlayan yeni MDF hatları.

Güney Amerika'nın en büyük ahşap kompozit levha üreticisi Brezilya'lı Duratex şirketi tarafından Siempelkamp şirketine dünyanın en uzun sürekli presini (CPS) üretime aldırdı. Pres uzunluğu 77 m'dir. CPS presin hızı 1400 mm/dk ve üretilebilen MDF levha kalınlığı 2.5–37.3 mm'dir. Bu pres 760.000 m³/yıl MDF üretimi yapmaktadır. Dünyada iki tane 760.000 m³/yıl kapasiteli üretim hattı bulunmaktadır. Bu firmalar; Polonya'dan Polspan (P & M Kaindl, Austria) ve Brezilya'dan Duratex şirkettir.

1.2.4. Avrupa Birliği Ülkelerinin MDF Üretim Kapasitesi

Avrupa’da MDF üretim kapasitesinin 2009-2011 yılları arasındaki değişimi aşığıdaki Çizelge 1.6’da gösterilmektedir. Avrupa’da 2009 yılında 20.844.800 m³/yıl üretim kapasitesi gerçekleşmiştir. 2011 yılında Avrupa Birliği Ülkelerinde MDF üretimi 22.895.803 m³/yıl gerçekleşirken %9,5 kapasite artış göstermektedir. Türkiyede 2012 yılında yeni MDF hatların üretime başlamasıyla Avrupa’da birinci ve Dünyada üçüncü sırada yer almaktadır (MDF yearbook, 2012). Avrupa Birliği Ülkelerinde yeni yatırımlar çoğunlukla orman kaynağının ucuz olduğu ülkelerde Avrupa sermayesi ile kurulmaktadır. Böylece son yıllarda Avrupa’nın önde gelen MDF üreticileri hammaddenin ucuz olarak temin edilebildiği Litvanya, Polonya, Rusya ve Romanya’ya yatırım yapmaktadır (Dayanıklıoğlu 2004).

Çizelge 1.6. Avrupa’da MDF üretim kapasitesindeki gelişmeler (MDF yearbook 2012).

2008-2009 -2011-2012 Avrupa MDF Üretim Kapasiteleri (m ³ /yıl)						
Sıra No	Ülkeler	2008	2009	2011	2012*	Son Kapasiteler
1	Türkiye	3.388.800	3.688.800	3.688.800	870.000	4.558.800
2	Rusya	1.422.000	2.286.000	3.777.000	550.000	4.327.000
3	Almanya	4.410.000	4.370.000	4.070.000	0	4.070.000
4	Polonya	1.408.000	1.608.000	1.918.000	0	1.918.000
5	İspanya	1.757.000	1.757.000	1.637.000	0	1.637.000
6	İtalya	1.310.000	1.310.000	1.310.000	0	1.310.000
7	Fransa	1.300.000	1.110.000	1.110.000	0	1.110.000
8	İngiltere	870.000	870.000	870.000	0	870.000
9	Romanya	368.000	368.000	788.000	0	788.000
10	Avusturya	700.000	700.000	700.000	0	700.000
11	Portekiz	544.000	544.000	544.000	0	544.000
12	İrlanda	420.000	420.000	420.000	0	420.000
13	Ukrayna	44.000	44.000	294.000	0	294.000
14	Lüksemburg	275.000	275.000	275.001	0	275.001
15	Belçika	270.000	270.000	270.001	0	270.001
16	İsviçre	270.000	270.000	270.000	0	270.000
17	Slovenya	250.000	250.000	250.000	0	250.000
18	Belarus	44.000	204.000	204.000	0	204.000
19	Maristan	200.000	200.000	200.000	0	200.000
20	İsveç	105.000	105.000	105.000	0	105.000
21	Yunanistan	100.000	100.000	100.001	0	100.001
22	Çek cum	95.000	95.000	95.000	0	95.000
23	Litvanya	50.000	0	0	0	0
TOPLAM		19.600.800	20.844.800	22.895.803	1.420.000	24.315.803

* Üretime başlayan yeni MDF hatları.

1.2.5. Amerika Kıtası MDF Üretim Kapasitesi

Amerika kıtasında 2008 yılında (11.282.000 m³/yıl), 2009 yılında (11.877.000 m³/yıl) ve 2011 yılında (13.302.001 m³/yıl) üretim kapasitesi gerçekleşmiştir. 2012 yılında 550.000 m³/yıl yeni hatlar üretime başlamıştır. Amerika kıtasında 2008-2011 yılları arasında %17,9 oranında kapasite artmıştır. Son yıllarda; Güney Amerika Kıtası kentsel geri dönüşüm projelerinden dolayı MDF panel ürünlerine talebin artmasına neden olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde orta sınıfın gelir düzeyindeki artış, MDF ürünlerine talebi artırmaktadır. Laminat parke ve hazır MDF kapı sektörünün ana hammaddesi MDF panelleri olmasından dolayı üretim kapasitesinin büyümesini etkilemiştir.

Çizelge 1.7. Amerika kıtası MDF üretim kapasitesi (MDF yearbook 2012).

Amerika MDF Üretim Kapasiteleri (M ³ /Yıl)					
Sıra No	Ülkeler	2008	2009	2011	2012*
1	Brezilya	2.930.000	3.635.000	5.165.000	250.000
2	Amerika	4.666.000	4.489.000	4.478.000	0
3	Kanada	1.571.000	1.571.000	1.332.000	0
4	Şili	1.315.000	1.305.000	1.095.000	300.000
5	Arjantin	325.000	325.000	625.000	0
6	Venezuela	310.000	310.000	310.001	0
7	Kolombiya	0	0	132.000	0
8	Meksika	95.000	95.000	95.000	0
9	Ekvator	70.000	70.000	70.000	0
10	Urugay	0	77.000	0	0
Toplam		11.282.000	11.877.000	13.302.001	550.000

* Üretime başlayan yeni MDF hatları.

1.2.6. Türkiye MDF Endüstrisinin Tarihsel Gelişimi ve Genel Durumu.

Türkiye’de ilk lif levha tesisi 1958 yılında Selolit A.Ş. firması tarafından yaş yöntemle 18.000 m³/yıl üretim kapasitesi ile İzmir’de kurulmuş ve sonraki yıllar Manisa’ya taşınmıştır. Türkiye’de ilk MDF tesisi Ordu’da Çamsan A.Ş. tarafından 1985 yılında katlı pres üretim hattı kurulmuştur. İlk sürekli presle MDF üretimi İse Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi A.Ş. tarafından 1994 yılında Gebze, İzmit’te faaliyete başlamıştır. Yıldız Entegre Ağaç Sanayi A.Ş. günümüzde tek çatı altında 3 üretim (CPS:55,3 m) hattıyla 900.000 m³/yıl kapasiteli Dünyanın En büyük MDF üretim firmasıdır (Yonga Levha Sanayicileri Derneği, 2007).

Çizelge 1.8. Türkiye’de MDF üretim yerleri ve kapasiteleri (Yonga Levha Sanayicileri Derneği 2012).

Mart 2012 Türkiye’de Lif Levha (MDF) Tesislerin Kurulu Kapasiteleri			
Firma Adı	Fabrika Yeri	Kapasite(m ³ /gün)	
1-Bolu Lif (Gbs) A.Ş.	Bolu	80	(m ³ /gün)
2-Çamsan A.Ş.(Ordu)	Ordu	600	(m ³ /gün)
3-Çamsan A.Ş.(Adapazarı)	Adapazarı	600	(m ³ /gün)
4-Divapan A.Ş.	Düzce	400	(m ³ /gün)
5-Kast. Entegre A.Ş.(Gebze)	İzmit	1.200	(m ³ /gün)
6-Kast. Entegre A.Ş.(Kastamonu)	Kastamonu	1.350	(m ³ /gün)
7-Selolit A.Ş.	Manisa	60	(m ³ /gün)
8-Serdar Ağaç A.Ş.	Bursa	650	(m ³ /gün)
9-S.F.C. A.Ş.	Kastamonu	835	(m ³ /gün)
10-Starwood A.Ş.	Bursa	800	(m ³ /gün)
11-Teverpan A.Ş.	Tekirdağ	500	(m ³ /gün)
12-Tever MDF A.Ş.	Tekirdağ	800	(m ³ /gün)
13-Yıldız Sunta MDF A.Ş.	İzmit	1.550	(m ³ /gün)
14-Yıldız Entegre A.Ş.	İzmit	3.170	(m ³ /gün)
15-Turanlar Grup A.Ş.	Samsun	750	(m ³ /gün)
16-SBS A.Ş.	Bursa / M.Kemalpaşa	300	(m ³ /gün)
17-Kast. Entegre A.Ş.(Kastamonu)	Adana	1.400	(m ³ /gün)
18-Yıldız Entegre A.Ş.	Mersin	1.450	(m ³ /gün)
Toplam		16.495	(m ³ /gün)

Türkiye’de MDF üretim kapasiteleri 2012 yılı itibariyle Çizelge 1.8.’e göre 16.495 m³/gün ulaşmıştır. Türkiye’de haziran 2012 itibariyle MDF’ye yapılan en son yatırımlar Çizelge 1.6’da gösterilmektedir. Böylece 16.495 m³/gün ve yıllık 4.558.800 m³ üretim kapasitesiyle Avrupa’da birinci sıraya yerleşmiştir. Türkiye’de 2008 yılında (3.388.800 m³/yıl), 2009 yılında (3.688.800 m³/yıl) ve 2011 yılında (3.688.800 m³/yıl) üretim kapasitesi gerçekleşmiştir. 2012 yılında 870.000 m³/yıl kapasiteli yeni hatlar üretime başlamıştır. Türkiye’de 2008-2009 yılları arasında 8,85% kapasite artmıştır. 2009-2011 yılları arasında kapasite artmamıştır. 2012 yılında yeni üretim hatların üretime başlamasıyla 23,6% oranında kapasite artmıştır.Türkiye’de 2008-2011 yılları arasında %8,85 oranında kapasite artışı sağlanmıştır. 2009 dünya ekonomik krizinden dolayı Türkiye’de MDF endüstrisine yatırım yapılmamıştır.

Çizelge 1.9. Türkiye’de MDF yeni yatırım projeleri (Yonga Levha Sanayicileri Derneği 2012).

Yeni Yatırım Projeleri			
Firma Adı	Kuruluş Yeri	Kapasite (m ³ /gün)	Üretim Tarihi
Küpeliler A.Ş.	Eskişehir	750	Ocak 13
Divapan A.Ş.	Düzce	750	Ocak 13
Toplam		1.500	

Çizelge 1.9'e göre 2012 ve 2013 yılları arasında Türkiye'de iki firma, MDF yatırıma devam etmektedir.

1.3. MDF'Yİ OLUŞTURAN HAMMADDELER

MDF üretiminde lignoselülozik hammaddeler, yapıştırıcılar, hidrofobik maddeler, sertleştirici maddeler, yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ve doğal dayanıklılığını (mantar ve böcek zararına karşı direnç) artıran kimyasal maddeler kullanılmaktadır. Bunun yanında isteğe bağlı olarak değişik özel kimyasal maddeler de kullanılmaktadır. Kuru yöntemle üretilen MDF'nin %'lik oluşumu şu şekildedir; %80–90 odun ve diğer lignoselülozik maddeler, %10–12 kimyasallar, %7–10 arasında rutubet içeriğinden oluşmaktadır.

1.3.1. Odun ve Diğer Lignoselülozik Hammaddeler

MDF üretiminde kullanılan ağaç türleri sayısı fazladır. Ayrıca bu hammaddelerin düşük değerli olanları da kullanılabilir. Bu yüzden yonga levhaya göre avantajlı bulunmaktadır. Suchsland ve Woodson (1986) tarafından odun hammaddesi dışında iki tür hammadde, MDF üretiminde kullanılabilir. Bunlardan birincisi, biyolojik lignoselülozik lifler (yıllık bitkiler); ikincisi ise mineral liflerdir. Şeker kamışı atıkları (bagasse), buğday sapı (wheat straw), bambu (bamboo), mısır ve diğer tahıl sapları (corn stalks) ve keten (flax shives) bunlara örnek verilebilir. Buğday saplarından MDF üretimi uzak Doğu'da yapılmaktadır. Şeker kamışı genelde Amerika'da izolasyon lif levhası yapımında kullanılmaktadır.

Mineral lifler izolasyon lif levhası üretiminde değerlendirilmektedir. Mineral lifler, biyolojik olarak bozunabilen materyallerden üretilmemektedir. Bu tesislerin atık sularını arıtmak çok pahalıdır. Ayrıca mineral liflerden üretilen lif levhalar, yüksek oranda yanmaya karşı dirençlidirler. Bu nedenlerden dolayı, izolasyon levhası üreten bazı fabrikalar mineral lif levhası (mineral fiberboard) üreten tesislere dönüştürülmüştür.

MDF üretiminde kullanılacak ağaç türünün $0.35\text{--}0.65\text{ gr/cm}^3$ (orta yoğunlukta) olması istenmektedir. Ekstraktif madde oranı fazla yüksek olmamalı, budak, lif kıvrıklığı ve reaksiyon odunu gibi kusurlar fazla miktarda bulunmamalıdır. Odun hammaddesinin pH değeri de üretim prosesinde önemlidir. pH değeri düşük (asiditesi yüksek) ağaç türü odunlarından (meşe, kestane vb.) elde edilen liflerden taslak hazırlandığında, sıcak

preslemeden önce ön sertleşme görülebilir. Bu durum özellikle yapışma direncini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yüzden pH değeri 4–5 olan türler tercih edilmelidir (Koç 2002).

Rafiner liflendirme prosesinde, ağacın asiditesi birbirine yakın türleri tercih edilmelidir. Ağacın pH değerleri farklı türleri bir arada kazana verildiğinde, üretilen liflerin pH değerleri de farklı olacak; bu durum özellikle sıcak presleme esnasında çeşitli problemlerin oluşmasına neden olabilecektir. Farklı pH değerlerine sahip liflerin tamponlamaları da farklı olmakta ve sertleştirici ilave edildiğinde sıcak preste her bir tür farklı yapışma eğilimi göstererek, üretilen levhanın içinde yapışma direnci değerleri de farklı olacaktır.

Kullanılacak odun hammaddesinin rutubetinin yüksek olması kurutma işlemlerinde maliyeti artırmaktadır. Fakat, ağaç rutubeti çok düşük olduğunda da hem yongalama hemde liflendirme işleminde toz oluşumu yüksektir. Bundan dolayı hammadde kayıpları, tutkal sarfiyatında artış olmaktadır. Yongalama için ağaç rutubetinin %60–90 arasında olması tercih edilmektedir. Odunun rutubeti lif doygunluğu noktasından daha az olduğu takdirde; yongalama makinesinde arzu edilen yonga boyutu ve yonga kalitesi sağlanamamakta, kuru odunlar ise yongalamada toz miktarını artırmaktadır.

Orta yoğunlukta lif levhanın üretiminde kullanılacak odun hammaddesi için kabuk ve budak oranı açısından bir sınır olmamasına rağmen, budak oranı fazla olması yongalama makinesinin bıçaklarını daha hızlı körelterek kapasitesini düşürecektir. Aynı şekilde kabuk oranı %15–20’yi aştığında, liflendirme esnasında rafiner disklerinin aşınması artacak, kabuktan elde edilen lifler tutkalı fazla absorbe edeceğinden dolayı tutkal tüketimi artacak ve iyi bir yapışma sağlanamayacaktır. Kabuk oranı yüksek olan odundan üretilen MDF’nin yüzey kalitesi düşük olacak, yüzeyi daha emici (yüzey absorpsiyon değeri yüksek) olacağından boyama ve kaplama işlemlerinde problemlere neden olacaktır. Levha yüzeyi daha koyu renkte olacağından ötürü üzeri dekor kâğıtları ile kaplandığında veya direkt boyama yapıldığında yüzeylerde kabuktan dolayı koyu bölgeler oluşacaktır. Kabuk, budak vb. kusurlar içeren odun hammaddesi liflerinden üretilen MDF’nin performans özelliklerinde azalma olmaktadır.

Lif levha üretiminde kullanılacak ağaç türlerinin lif boyutları, liflerin keçeleşme kabiliyeti açısından önemli bulunmaktadır. Yapraklı ağaç odunlarının lif boyutları 0,8–2

Selüloz, hemiselüloz ve lignin, odunun temel hücre çeperi bileşenleri olarak ifade edilmektedir. Odun hammaddesinin kimyasal yapısını C (Karbon), H (Hidrojen) ve O (Oksijen)'den oluşan elementlerdir. Odunda az miktarda Pektin ve N (Azot) da bulunmaktadır. Selüloz, odunun ağırlıkça yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Odunun kimyasal yapısındaki en önemli bileşiktir. Hemiselüloz ve lignin miktarları ağaç türleri arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Temel bileşenlerin dışında odunun yapısında bulunan diğer bir yapı ise organik veya inorganik ekstraktif maddelerdir. Selüloz, gerek masif ahşap malzemede gerekse kompozit levhalarda performans özellikleri üzerine etki eden en önemli kimyasal bileşendir (Bozkurt 1992, Akbulut 2001).

Şekil 1.5'e göre miseller, selüloz moleküllerini; selüloz molekülleri, mikrofibrilleri; mikrofibriller, makrofibrilleri; makrofibriller, hücre çeperini; hücre çeperi, lif hücresini; lif hücreleri de bir araya gelerek odunu oluşturmaktadır. Hemiselülozların sulandırılmış asitlerle hidrolize olarak meydana getirdikleri şeker ve şeker asitleri, çeşitli maddelerle reaksiyona girerek yaş yöntemle lif levha üretiminde lifler arasındaki bağ oluşumuna yardımcı olmaktadır (Akbulut 2001).

Lignin C, H ve O elementlerinden oluşmasına rağmen bir karbonhidrat değildir. Lignin hücreler arasında ve hücre çeperinde yer almaktadır. Hücre çeperinde hücreye sertlik ve sağlamlık kazandıran, hücreler arasında birleşme rolü oynayan bir maddedir. Ayrıca lignin basıncı stabilize eden, rutubet karşısında şişmeyi ve boyutsal uzamayı düşüren, çürümeye ve böcek zararına karşı dayanıklılık sağlar. Lignin miktar olarak ağaç türlerine göre farklılık gösterse de odunun yaklaşık olarak çeyrek kısmını oluşturmaktadır (Bozkurt ve Göker 1996).

Odun içerisinde çoğu organik, az bir kısmı da inorganik maddelerin oluşturduğu birçok ekstraktif madde bulunmaktadır. Ekstraktif maddeler hücre liflerinde ve hücre çeperinde depo edilmiştir. Bu ekstraktif maddeler odundan sıcak ya da soğuk su, alkol, benzen, aseton ve ester ile çıkarılabilmektedir. Reçineler ve polifenoller, ekonomik olarak çok değerli olan ekstraktif maddelerdir. İnorganik esaslı maddeler arasında kalsiyum ve silis yer almaktadır. Ekstraktif maddeler; odunun permeabilitesi, yoğunluğu, sertliği, rengi, tadı, kokusu, böcek ve mantarlara karşı dayanıklılığı ve direnci üzerinde etkili olmaktadır (Koç 2002).

1.3.2. Odun veya Lignoselülozik Maddeler

Günümüzde ormanların azalması, insanoğlunun kaliteli odun hammaddesine talebinin artmasına neden olmuştur. Bu talebin karşılanması için son yıllarda masif ağacın yerini alabilen daha düşük kaliteli odun kullanılarak MDF ve yonga levha üretilmiştir. MDF üretiminde kullanılan ağaç cinsleri geniş sınırlar içinde bulunmaktadır. Odun hammaddesine alternatif olarak MDF üretiminde yıllık bitkiler kullanılmaktadır. Bu yıllık bitkiler; şekerkamışı, buğday sapları v.b yeterli lif uzunluğuna sahiptir. Yıllık bitkiler; dünyanın bazı fabrikalarında, MDF üretiminde kullanılabilir. Oluşan levhaya SMDF (straw medium density fiberboard) denilmektedir. Atık kâğıtlar MDF üretiminde değerlendirilebilir. Bu avantajlardan dolayı MDF'nin hammaddesi yonga levhalardan daha geniş sınırlar içindedir.

MDF üretiminde odun hammaddesi olarak; orta yoğunlukta, fazla budak ihtiva etmeyen, reçine ve tanen gibi ekstraktif madde oranı düşük, pH değeri 4–5,8 civarında, rutubeti %40–60 arasında ve kabuk oranı %15–20'yi geçmeyen kısmen mantarlaşmaya başlamış her türlü materyal kullanılabilir (TS 1351 1974). Kabuk oranı arttıkça tutkal sarfiyatı artmakta, kum ve ufak taş parçaları defibratör segmentlerini aşındırmakta ve pişirme kazanında çok önemli olan hacmi kaplayarak ısı ve buhar enerjisi kayıplarına neden olmaktadır. Bu yüzden, fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek Kaliteli MDF için kabukları soyulmuş odun malzemesi tercih edilmektedir (Eroğlu 1998).

MDF üretiminde odunun yoğunluğu 0,35 – 0,75 gr/cm³, pH 4–5,8 arasında olan ağaç türleri tercih edilmektedir. Asiditesi yüksek olan kestane ağacı yongaları pişirme kazanına pH değeri biraz daha yüksek olan kayın, kavak yongaları ile birlikte verilmemelidir. Aksi halde liflerin PH değeri de farklı olacaktır. Farklı pH değerli lifler, sıcak presleme esnasında yapışma problemlerine neden olmaktadır. Liflendirmede amaç tek tip yada birbirine yakın ağaç türleriyle üretim yapmaktır. Bunun en büyük nedeni ise ağaç türlerinin farklı buffer kapasitelerine sahip olmalarıdır.

Lif levha endüstrisinde kullanılan odunların lif boyutları liflerin keçeleşmesi yeteneği açısından büyük önem arz etmektedir. Y.A. lif boyu 0,8–2 mm hücrelerden oluşurken İ.Y.A. 3–7 mm lif uzunluğuna sahiptir. Lif levha endüstrisinde uzun lifli odunlar kısa lifli odunlardan daha fazla tercih edilir. Bilindiği gibi lif levha üretiminde keçeleşmenin iyi olması için iğne yapraklı ağaçlar (%70 İYA+%30 YA) tercih edilmektedir. Bu karışımdan elde edilen levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olmaktadır.

MDF üretimi esnasında tutkal olarak sıcakta katılaşılan ÜF reçine (termosetting) tutkallar kullanılmakta, böylece kısa lifler (yapraklı ağaçlar) büyük oranda üretimde değerlendirilmektedir (Eroğlu 1988).

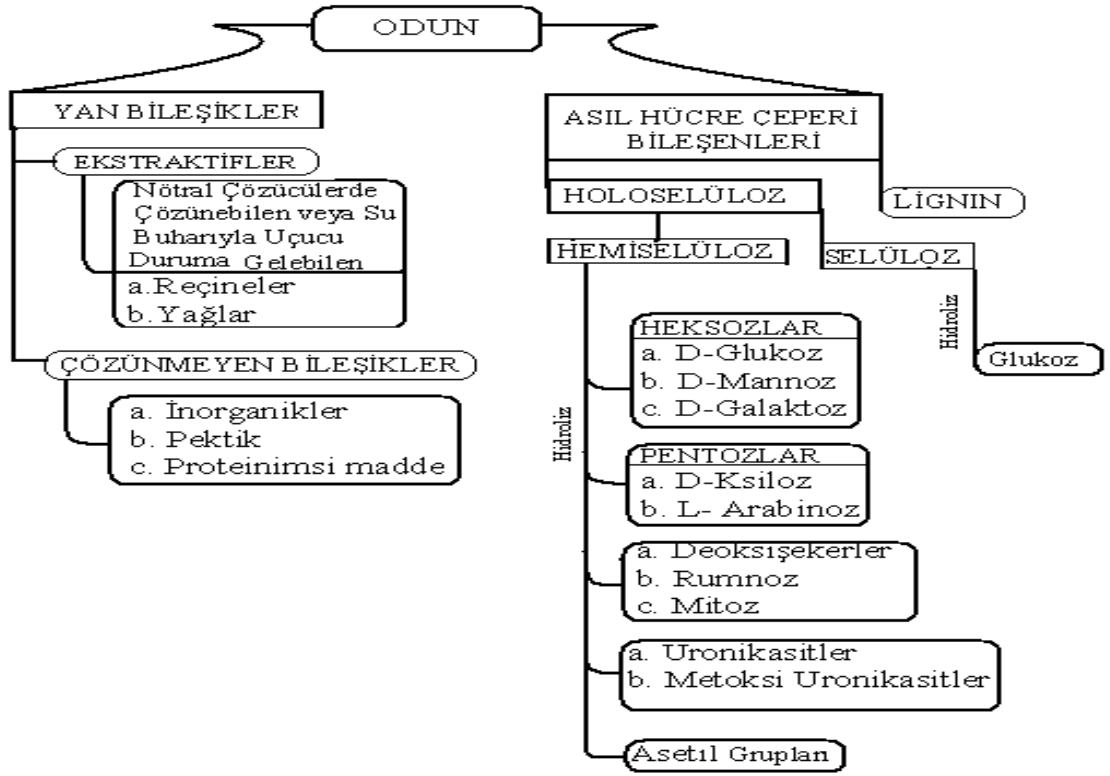
1.3.3. Lif Odunu Hakkında Genel Bilgiler

Herhangi bir ağacın lif üretimine elverişlilik durumunun saptanması için önemli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler; ağaç türü, yetiştirme yerinin coğrafi durumu, yetiştirmeye etkisi bulunan meşcere şartları(yükselti, toprak ve iklim), meşcere tipi (bakir orman, koru, dikim veya sürgünden yetiştirme), tomruğun kesildiği ağaç kısmı (gövde, kütük, tepe, dal), odunun durumu (çürüklük, mantar veya yangın etkisinde kalmış olması), hammaddenin tipi (kabuklu, kabuksuz, yuvarlak veya yarma odun, budaklı tomruk veya endüstri atığı gibi), anormal oluşumlar (lif kıvrıklığı, reaksiyon odunu v.b)'dir (Tank 1980).

Ülkemizde MDF üretimi yapan fabrikalar İYA (çam, köknar, ladin) ve YA(kayın, meşe, kavak, gürgen, kızılâğaç, ıhlamur, söğüt, huş, akçaağaç) türlerini üretimde kullanmaktadır. Son yıllarda okaliptüs ve orman gülü ağaçları ülkemiz MDF endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır.

1.3.4. Odunun Kimyasal Yapısı

Odunu oluşturan kimyasal bileşikler Şekil 1.5'de görüldüğü gibi olup asıl hücre çeperi bileşenlerini selüloz, hemiselüloz, lignin oluşturmaktadır.



Şekil 1.6. Odunun kimyasal yapısı (Hafizoğlu 1982).

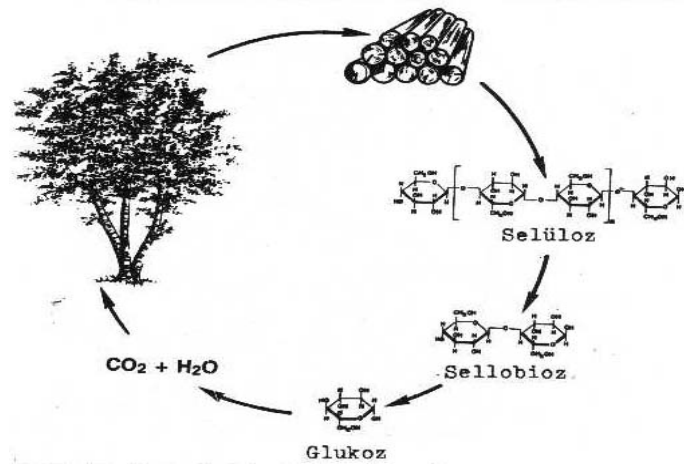
Odun, kimyasal yapısını oluşturan C, H, O' den meydana gelmekte olup çok az miktarda N ve külde bulunmaktadır. C: %49–50, H: 5,8–6, N: %0,2: 0: %43,5–44,5 ve kül: %0,2–0,5 arasında bulunmaktadır. Odunu oluşturan temel elementler karbon, hidrojen, oksijendir. Azot yaklaşık %0,2 kadardır (Hafizoğlu 1982).

Odunun yakılmasından sonra elde edilen külün içinde Ca, K, Mg, Mn, Na ve SiO₂ bulunmuştur. Yerli ağaçlarda çok düşük bir kül miktarı söz konusudur. Özellikle kesici aletlerin körleşmesine neden olan silis (SiO₂) maddesi azdır. Odun hücre çeperi; C, H, O'nin çeşitli kombinasyonu sonucunda oluşmaktadır. Pektin ise çok az bulunmaktadır. Çizelge 1.10'da odunun türlere göre bazı bileşenleri görülmektedir (Fengel and Wegener 1989).

Çizelge 1.10. Odunun bazı bileşenleri (%)

Ağaç türü	Holoselüloz	Alfa selüloz	Lignin
İYA	70-78	38-50	30-35
YA	63-70	29-47	25-35

Selüloz odunun en önemli bileşigidir. Ağaç yapraklarında su ile karbondioksitin güneş ışığı altında (fotosentez) özümleme yapmasıyla glikoz basit şekeri üretirken açığa oksijen çıkarmaktadır. Glikozların değişik kombinasyonlarıyla sellobioz ve bunların birleşmesiyle selüloz üretilmektedir. Selülozların birleşmesi; odun, kabuk ve yaprak oluşumunu meydana getirmektedir (Bozkurt ve Erdin 1997). Şekil 1.7.'de odun hammaddesinin üretimi ve yapısı görülmektedir.



Şekil 1.7. Odun maddesinin üretimi (Bozkut ve Erdin 1997).

1.3.5. Lifsel Madde

Bitkilerin hücre çeperinde bulunan selüloz, kâğıt hamuru üretiminde kullanılan esas maddedir. Selüloz çok sayıda D-glikoz yapı elemanlarının zincir şeklinde birbirlerine bağlanması sonucu oluşan bir polisakkarittir. Selülozun kopmaya ve gerilmeye karşı dayanıklılığı selüloz zincirinin uzunluğuna bağlı olup, uzadıkça artmaktadır. Lifsel maddeler liflendirme yöntemlerinin herhangi birine tabii tutulduklarında hücreleri bir arada tutan lignin ayrışarak hücreler bireyselleşerek “lifsel madde” elde edilir (Bostancı 1987).

1.3.6. Liflerin Sınıflandırılması

Bir lifsel maddenin lif levha yapımında kullanılmadan önce morfolojik özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bir lifsel maddenin özellikleri; lif uzunluğu, lif genişliği, çeper kalınlığı, lümen çapı, lif çeper alanı, lif enine kesit alanı gibi morfolojik özelliklerinin önceden bilinmesi ve kullanılıp kullanılmayacağı hakkında bir fikir vermesi için

ölçülmektedir. Bu sebeplerden lifler değişik yöntemler kullanılarak sınıflandırılmıştır (Bostancı 1987).

1.3.6.1. Keçeleşme Oranı

Lif uzunluğu / Lif genişliği şeklinde ifade edilen keçeleşme oranında lif uzunluğu bağıntıyı olumlu yönde etkilemektedir. Uzun liflerden elde edilecek lif levhaların keçeleşmeleri daha iyi olacaktır. Uzun lifler kağıt ve izolasyon lif levhalar için daha uygun, kısa lifler yüzey düzgünlüğü nedeniyle MDF üretimi için uygundur (Bostancı 1987).

1.3.6.2. Elastikiyet Katsayısı

Lümen çapı x 100 / lif genişliği eşitliğinden hesaplanmakta ve liflerin yassılaşması ve kaynaşması bakımından, eğilme için önemlidir. Lifler elastikiyetlik bakımından dört gruba ayrılır. Elastikiyet katsayısı 75'den büyük olan lifler, elastikiyet katsayısı 50-75 arasında olanlar, elastikiyet katsayısı 30-50 arasında olan lifler ve elastikiyet katsayısı 30'dan küçük olan liflerdir. Böylece bu sınıflama ile hangi liflerin hangi amaçlar için uygun olacağı tespit edilmektedir (Bostancı 1987).

1.3.6.3. Katılık Katsayısı

Lif çeper kalınlığı / Lif çapı şeklinde hesaplanır. Bu katsayı doğrudan hücre çeper kalınlığı ile ilgili olup orantı sonucunda elde edilecek rakamın büyüklüğü kağıdın fiziksel direnç niteliklerinin düşük olacağı, özellikle patlama ve kopma direncinin düşük olacağı anlamına gelir. Kağıt için yırtılma direnci, lif levha için yassılaşma özelliği bakımından önemlidir (Bostancı 1987).

1.3.6.3. Runkel sınıflaması

Lif çeper alanı x 2 / Lümen çapı bağıntısından elde edilir. Lifler çeper kalınlığına göre üçe ayrılır.

$2 \times \text{Lif çeper kalınlığı} / \text{lümen çapı} > 1$; kalın çeperli lifler.

$2 \times \text{Lif çeper kalınlığı} / \text{lümen çapı} = 1$; orta kalın çeperli lifler.

$2 \times \text{Lif çeper kalınlığı} / \text{lümen çapı} < 1$; ince çeperli lifler.

İnce çeperli lifler iyi yassılaşır ve kaynaşırlar, kalın çeperli lifler silindirde olduğu gibi yapışma yüzeyi azdır. İyi kollaps olamaz (Bostancı 1987).

1.3.6.4. Muhlstep Sınıflandırma

Lif çerper alanı $\times 100$ / Lif enine kesit alanı olarak ifade edilmektedir. Bu Muhlstep oranı büyüdükçe liflerin yassılaşması kolaylaşır, temas alanı artacağından dolayı direnç özelliklerine olumlu etki yapmaktadır (Bostancı 1987).

1.3.6.5. “F” Faktörü

Lif uzunluğu $\times 100$ / çerper kalınlığı şeklindeki ifadeye F faktörü denilmektedir. F faktörü yüksek olan liflerden elde edilen kâğıtların esnekliğinin iyi olacağı belirtilmiştir (Bostancı 1987).

1.3.7. Lif Mukavemetinin Lif Levha Özellikleri Üzerine Etkisi

Kâğıt ve lif levhanın çekme direncinin iyileşmesinde lif çekme direnci göz önünde bulundurulması gereken önemli bir etkindir. Bireysel liflerin çekme dayanımı çok yüksek olsa bile bir kâğıt safıhasının veya bir lif levhanın yapısal oluşumunda sadece küçük bir etkisi olmaktadır (Mark 1967).

Lifler arasındaki toplam yapışma alanının arttırılmasıyla yani liflerin uzunluğu boyunca birbiri üstüne binmesi (lifler arası temas yüzeyinin artması) lifler arası mukavemeti artırıcı yönde iyileşmektedir

Düşük ve orta yoğunluktaki lif levhalarda, lifler arasında üst üste binen lif uzunluğu az olduğundan dolayı mukavemet dirençleri düşük olmaktadır. Yüksek yoğunluktaki lif levhaların direnç değerlerinin yüksek olması liflerin bireysel özelliklerinden değil, lifler arasındaki temas alanının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Jones 1960).

1.3.8. Lif Morfolojisi

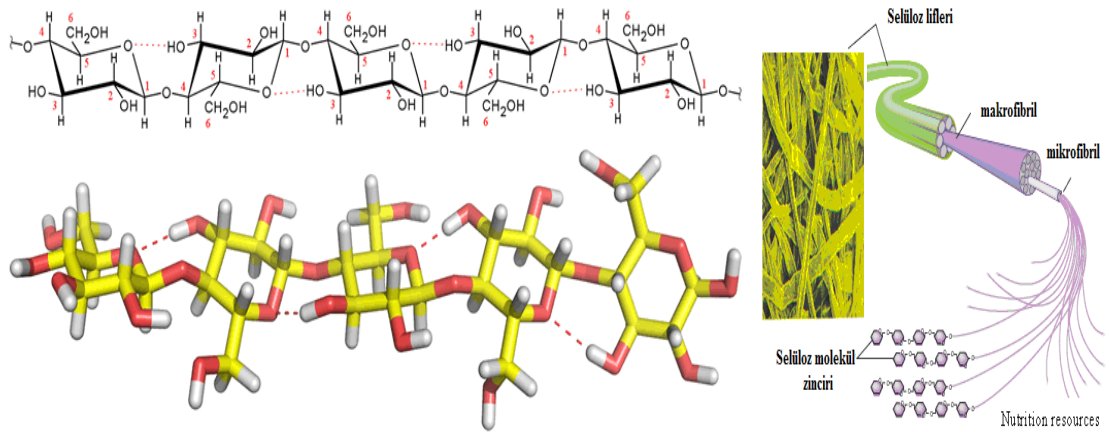
Lif uzunluğunun kâğıdın yırtılma direncine etkisi çok büyüktür. Liflerin boyu uzadıķa yan yana gelen iki lif arasındaki yapışma alanının artması yırtılma direncini de arttırmaktadır (Dadwell ve Watson 1962).

Hücre çerper kalınlığı odunun spesifik yoğunluğu ile direk ilişkilidir. Eğer hücre çerperi ince ise kolaylıkla kollapsa uğramaktadır. Bu da esnekliğini arttırmaktadır. Katlanma direnci ve safıha yoğunluğu yüksek olur. Eğer hücre çerperi kalın ise lifler kolaylıkla kollapsa uğramaz, levha katlanma direnci azalır, levha yoğunluğu azalır (Jayme 1962).

Lifler bireysel hale getirildiklerinde henüz silindirik formlarını korumaktadır. Bu durumda tutkallanan lifler pres sırasında birbirine sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmaktadır. Kollapsa uğramayan lifler birbirine iki silindirin yan yana getirildiğindeki temas alanı kadar yapışma yüzeyi oluşturmaktadır. Bu durum levha mukavemetini azaltır. Kolaylıkla kollapsa uğrayan liflerin silindirik formu yassılaşılarak temas yüzeyi artmaktadır. Toplam yapışma alanı arttığından levha mukavemeti de artmaktadır. Yüksek yoğunluktaki ağaç odunları yüksek yoğunlukta hamur verirler. Düşük yoğunluktaki ağaç odunları düşük yoğunlukta hamur verirler. Lif levha yoğunluğu pres sırasında keçenin sıkışık veya gevşek olmasıyla belirlenmektedir. Lif uzunluğu levha düzleminde su absorpsiyonu ve desarpsiyonu nedeniyle meydana gelen boyutsal değişimlere etki etmekte olup lif boyu uzadıkça azalır (Suchland ve Woodson 1986).

1.3.9. Selüloz

Selüloz, tabiatta en çok rastlanan organik maddelerden birisidir. Bu madde büyük bitkilerin dokusunun oldukça önemli bir kısmını teşkil etmekte, küçük bitkilerde ve mantolu hayvanlar (Tunicatae) denilen hayvanların dokularında da bulunmaktadır. Saf selüloz' un kapalı formülü $(C_6H_{10}O_5)_n$ olup n burada polimerizasyon derecesini ifade etmektedir. Beş adet sellobioz bir araya gelerek selüloz birimini meydana getirmektedir. Ortalama polimerizasyon derecesi yaklaşık olarak 10000 olup selüloz zinciri uzunluğu da 50000 °A olarak belirtilebilir. Şekil 1.8.'e göre Selüloz molekülünde 10.000–30.000 arasında polimerizasyonu vardır. En uzun selüloz molekülü 5 µm (1/200 mm) boyda ve 0,8 µm çapındadır (Bozkurt 1992).



Şekil 1.8. Selüloz molekülü (Voet vd. 2008) ve (Anonim 2012j).

1.3.10. Hemiselüloz

Fotosentez sonucunda üretilen glikoz primer bir şekerdir. Yaprakta, altı karbonlu şekerler (glikoz, galaktoz, mannoz) ve beş karbonlu şekerler (ksiloz, arabinoz) hemiselülozu oluşturur. Hemiselüloz yapı bakımından selüloza benzer ve birçok şeker gruplarından oluşur. Hemiselüloz genellikle 200 DP'li bir polisakkarittir. Hemiselüloz kâğıt ve lif levha yapımında yapıştırıcı gibi rol oynadığından dolayı kâğıt ve lif levhaya katkıları fazladır. Hemiselüloz sulandırılmış asitlerle şekerlere ve şeker asitlerine hidrolize edilebilir(Eroğlu 1988).

1.3.11. Lignin

Lignin; Çok karmaşık yapıda üç boyutlu amorf bir polimerdir. Odun maddesi kuvvetli mineral asitlerle ekstraksiyona tabi tutulursa geriye fenil propan üniteleri kalır. Lignin miktarı hücre çeperleri arasındaki orta lamelde en yüksektir. Fenil, propan birimlerinden oluşan yüksek molekül ağırlığındaki karmaşık bir yapıdır. Lignin karbon, hidrojen ve oksijenden oluşmasına rağmen bir karbonhidrat değildir. Lignin hücreler arasında ve hücre çeperinde yerleşmiştir. Lignin hücre çeperinde hücreye sertlik ve sağlamlık kazandıran hücreler arasında birleşme rolü oynamaktadır. Lignin, basıncı stabilize eden, rutubet karşısında şişmeyi ve boyutsal değişmeyi azaltan bir maddedir. Lignin, çürümeye, böcek zararına karşı dayanıklılık sağlar. Lignin ağaç türlerinde farklılık gösterse de odunun $\frac{1}{4}$ ünü oluşturur. Lignin, odun içinde renksiz bir maddedir. Güneş ışığıyla ve havayla temasında sarı renge dönüşür. Termoplastik özelliği taşımaktadır. Lignin sıcaklık altında yumuşak ve esnek olup soğuduğunda tekrar sertleşmektedir. Bu özelliğinden dolayı levha türevlerinin üretiminde faydalanılmaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

1.3.12. Pektin

Pektin, karbonhidratlardan oluşur. İçerisindeki yüksek molekül ağırlığındaki karmaşık koloidal maddelerin hidrolizi ile galakturonik asit, arabinoz ve galaktaz elde edilir. Kambiyom hücrelerinin çeperinde ve odun dokusundaki hücrelerin orta lameli, primer çeperi ve kenarlı geçitlerin torusunda bulunur. Odunda %0,5 den azdır (Eroğlu ve Usta 2000).

1.3.13. Ekstraktif Maddeler

Odun içinde organik maddelerin oluşturduğu birçok ekstraktif maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler hücre içinde, hücre liflerinde ve çeperinde depo edilmiştir. Bu maddeler odundan sıcak veya soğuk su, alkol, benzen, aseton ve eter ile çıkartılabilir. Bu maddelerin ekonomik olarak çok değerli olanları reçineler ve polifenollerdir.

İYA odunlarından su buharı destilasyonu ile çok değerli olan terebentin yağı, tall oil ve kolofan reçineleri elde edilir. Odunda diğer ekstraktif maddeler ise sakızlar, tropolonlar, yağlar, yağ asitleri, mumlar ve uçucu hidrokarbonlardır. İnorganik esaslı ekstraktif maddeler kalsiyum, silis ve benzeridir. Ekstraktif maddeler, ağaç malzeme ve türevlerinden elde edilen ürünler içinde bilinmesi gerekli çok önemli unsurlardır. Bu ekstraktif maddeler, ağacın öz odununun kokusuna, rengine, tadına, böcek ve mantarlara karşı dayanıklılığına, odunun permeabilitesine, yoğunluğuna, sertliği ve basınç direnci üzerine etkilidir. Bazı ağaç türlerinde bulunan ekstraktifler alerjisi olan işçilere sorunlar yaratabilirler (Hafizoğlu 1982).

1.4 YAPIŞTIRICI MADDELER

Lif levhanın mekanik özelliklerini artırmak ve su almalarını azaltmak için fenol, kresol, melamin ve üre esaslı bazı yapay reçineler kullanılmaktadır. Kuru yöntemde lif levha üretiminde ve MDF üretiminde yoğun olarak üre formaldehit reçinesi kullanılmaktadır.

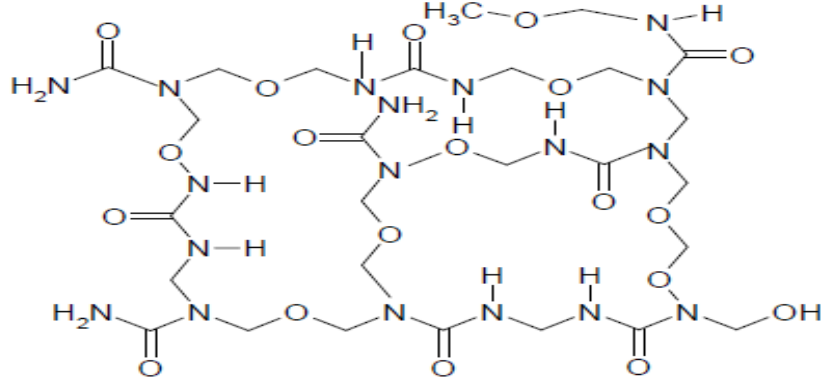
Yaş lif levha üretimi, yapıştırıcı madde kullanılmaksızın olabilse de genellikle hidrofobik maddelerle birlikte az miktarda (%1–3) yapıştırıcı madde kullanılır. Kuru yöntemde sulu ortam olmadığından lifler arasındaki bağlantıyı sonradan ilave olarak kullanılan tutkallar sağlar. Yonga levha üretim teknolojisine benzer bir durum olup genellikle %9–11 oranında yapıştırıcı madde kullanılır. Yapıştırıcı miktarı levhanın cinsine göre değişir. Yalıtım levhalarında yapıştırıcı kullanılmaz. Sentetik tutkallar bir katalizör ve ısı yardımıyla belirli bir sürede katı ve çözünmez bir duruma gelir. Reaksiyon sonucunda sertleşme olduktan sonra geri dönüşümü olmaz.

1.4.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Kısa adı üre reçinesi olarak adlandırılan bu ürün, üre ve formaldehit'in kondenzasyonu ile üretilmektedir. Kabaca suda çözünen bir üre formaldehit tutkalı için 1 mol üre:1,0-2,5 mol formaldehit kullanılmaktadır.

1.4.1.1. Üre ile Formaldehitin Kondenzasyonu

Alkali ortamda başlatılan kondenzasyon reaksiyonu ile önce monometilol-üre oluşmakta ve daha sonra dimetilol-üreye dönüştüğü Şekil 1.9'da görülmektedir.



Şekil 1.9. Üre formaldehit kondenzasyon (wood based panel 2008).

Üre formaldehit kondenzasyon reaksiyonu yavaş yavaş ilerlemesine rağmen kondenzasyon olayı, asitlik ortamda reçine oluşmasıyla sonuçlanmaktadır. Kondenzasyon süresinde üre formaldehitin molar oranları, sıcaklık ve ortamın PH' sı temel oluşturmaktadır. Reçinenin suda iyi çözünür halde kalabilmesi için kondenzasyon olayı belli bir zamanda durdurulmalıdır. Genel olarak suda çözünabilirliği, ¼ oranında kondanse olması, süt görünüşü alarak daha yüksek kondenzasyon için temel teşkil etmelidir. Sulu tutkal çözeltisinin katı madde oranı en fazla %43-45 olmaktadır. Daha yüksek yoğunluk için, oksidasyonun uzaklaştırılması 50-55°C'de vakumla nötrleştirilerek %60-70'lik üre tutkalı elde edilmektedir. Depolama süresi duruma bağlı olarak 3-6 ay kadardır.

Üre-formaldehit tutkalı, ürenin formaldehit ile yaptığı bir kondenzasyon ürünü olup, sıvı veya kuru şekillerde elde edilebilmektedir. Buna göre üre-formaldehit'in üretiminde kullanılan hammaddeler, formaldehit ve üredir. Formaldehit, metanol'den elde edilmektedir. Metanol modern metanol sentezi yoluyla ana madde olarak kömür, oksijen ve hidrojenle kazanılmaktadır (Tank 1997).

Tutkalların sertleşmesi için mutlaka sertleştirici gerekir. Sertleşme esnasında ısı katalizör görevi görerek sertleşme hızlanmaktadır. Bütün asitler ve tuzlar tutkalları sertleştirici görevi görür. Tutkal ilave edilen sertleştirici oranına göre 80–110°C gibi

sıcaklıkta polikondenzasyon sağlanabilir. Sertleştiricinin tutkal içindeki yüzdesi azaldıkça ve daha az etkili olanlar kullanıldığında sertleşme süresi ve sıcaklık ihtiyacı artarak 140–170⁰C olmalıdır. Düşük sıcaklıklar polikondenzasyonu geciktirirken çok yüksek sıcaklıklarda da başarısızlığa sebep olur. Çünkü 160–170⁰C'den yüksek sıcaklıklarda odunun hidroksil grubu (OH⁻) sertleşir ve reçineyle bağ oluşturamaz ve daha yüksek sıcaklıklarda ise karbonlaşma eğilimi gösterir (Tank 1997).

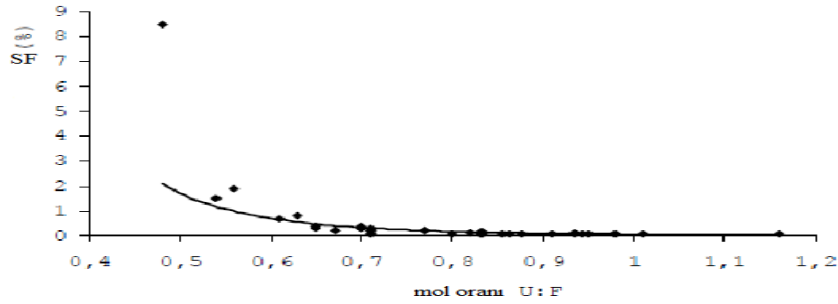
Sertleştirici olarak asit kullanma durumunda sertleşme o kadar çabuklaşmaktadırki, tutkalın birleşme yüzeylerine sürülmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle daima tamponlanmış karışımlar kullanılır. Özellikle amonyum klorür/amonyak tampon sistemi çok etkilidir ve daima akışkandır. Günümüzde sertleştirici olarak amonyum klorür (NH₄Cl) ve ((NH₄)₂SO₄) tercih edilir. MDF taslağı içindeki tutkal sıcak prese gelmeden sertleşme olmamalıdırki bu yüzden tamponlanmış karışımlar kullanılır. Amonyum klorür oranının artması sertleşmeyi hızlandırır ve amonyak oranının artırılması yavaşlatıcı etki gösterir. Sertleştiricide NH₄Cl oranının %15, %25 ile amonyak oranının ise %30'u geçmemesi istenmektedir (Eroğlu 1988).

Amonyak düşük sıcaklıklarda yani sıcak prese gelmeden önce oluşan asidi etkisizleştirmek suretiyle tutkalın sertleşmesini durdurmaktadır. Sıcak presde ise amonyak hızlı bir şekilde buharlaşarak dışarı çıkar ve böylece çözeltide amonyak kalmayınca oluşan asit tutkalın sertleşmesini gerçekleştirir. Sertleştirici olarak hegzametilentedramin'de kullanılabilir. Az miktardaki amonyum klorür ile kombinasyonu ise daha iyi sonuçlar vermektedir. Hegzameten tedramin sıcak presde sıcaklığın etkisiyle amonyak ve formaldehite ayrışır. Amonyak buharlaşarak levhayı terk eder, formaldehit ise amonyum klorür ile reaksiyona girerek sertleştirici asidi oluşturur. Hekzametilentedramin'in dezavantajı oldukça pahalı olmasıdır (Akbulut 1991).

Yonga levha ve lif levha üretiminde sertleştirici olarak amonyum klorür'ün kullanımı amonyum sülfat'tan daha yaygındır. Çünkü amonyum klorür kullanıldığında meydana gelen tuz asidi (HCl)'nin uçucu olmasından dolayı levha taslağının her tarafına homojen bir şekilde yayılır. Amonyum sülfat kullanılması halinde ortaya çıkan sülfürik asit (H₂SO₄) uçucu olmadığı için levhaya homojen olarak yayılmaz ve sertleşmede düzensizlikler olur. Ürenin o hali olduğundan, tampon maddesi olarak çoğunlukla amonyak tek başına kullanılmaktadır.

Levha üretiminde kullanılan ağaç türlerinin pH değerine göre tutkal içindeki sertleştirici oranı belirlenmektedir. Eğer ağaç türünün pH değeri düşük (asidik) ise sertleştirici oranı azaltılır. Üre-formaldehit tutkalı kullanıldığında son sertleşme için taslak orta kısmının 100°C olması gerekmektedir.

Günümüzde kullanılan levha türevlerinden olan yonga levha, lif levha ve kontrplakta bulunan formaldehit'in asıl kaynağı bağlayıcı olan üre formaldehit reçinesidir. Bunun yanında odunun cinsi, rutubeti, pres sıcaklığı ve süresi ile katkı maddelerinin özellikleri etkili olmaktadır. Formaldehiti düşürmenin en etkili yollarından biride serbest formaldehit miktarı düşük olan özel reçineler kullanmaktır. Bunun için F/U mol oranı düşük reçineler ve değişik türde katkı maddeleri kullanılır. E-1 MDF ler için F/U 1,1 ve E-2 MDF' ler için F/U 1,2-1,3 civarında olmalıdır. Şekil 1.10'a göre U:F oranı arttıkça reçine içinde serbest formaldehit azalmaktadır.



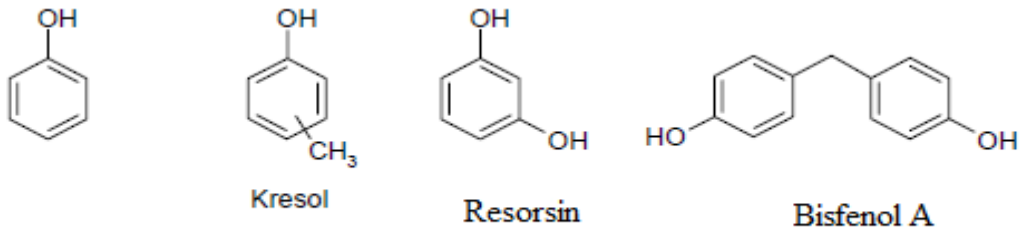
Şekil 1.10. Serbest formaldehit ve mol oranı (Wood Academy 2008).

1.4.2. Fenol Formaldehit Tutkalı (FF)

Bu tip tutkallar, polikondenzasyon yoluyla ilk olarak elde edilen ve teknikte kullanılan sentetik bir tutkal çeşidi olarak tanınmaktadırlar. Levha üretiminde UF tutkalından sonra kullanılan fenol formaldehittir. Fenol reçineleri yüksek değerli yapıştırıcılar olup asit, yağ ve organik çözücülerin etkilerine, mantar ve böceklerle karşı dayanıklıdır.

Fenol formaldehit tutkalın elde edilişinde Şekil 1.11'e göre fenol ve fenol türevlerinden m-kresol, kısmen Xylenol ve Resorsin kullanılır. Fenol formaldehit tutkalın meydana geliş şekline ve kullanımına göre Novalak, rezol, resitol ve resit gibi isimler alır. Tutkallama amacıyla genellikle resol kullanılır. 1 mol fenol ile 1,1-2 mol formaldehitin alkali ortamlarda muamele edilmesiyle fenol formaldehit tutkalı oluşur. Fenol reçinesi

duroplast grubu içinde en eskilerinden biridir. Alkali ortamda formaldehit ile reaksiyona sokulan saf fenol kristalleşir ve fenol alkolü oluşturur. Daha fazla formaldehit ilavesi ile reaksiyon ilerler ve reçine karakterli bir yapıya dönüşür. Kondenzasyonu etkileyici bir madde olarak sodyum hidroksit, amonyak veya alkali çözelti veren bir tuz kullanılır. Reaksiyon başlangıçta ısı gerektirdiği halde daha sonra ekzotermik nitelik alır. Kondenzasyon ürünü alkali etkisinde olduğu için suda çözünebilir niteliktedir. Sıvı haldeki fenol reçinesi, sarı kahve, kırmızı-kahve veya koyu kırmızı renklerde olabilir. Viskozitesi 1.000-15.000 cp olup ve suda çözüneni % 50 katı madde içerir (Tank 1997).



Şekil 1.11. Fenol ve formaldehit kondenzasyon reaksiyonu (Tank 1997).

Fenol formaldehit tutkalı yaş yöntemle kuru lif ağırlığına oranla %1–3 oranında kullanılır. Levhanın sağlamlığını ve suya karşı dayanıklılığını artırır (Eroğlu 1988).

Fenol maddesi renksiz ve zehirli sıvıdır. Üretim reaktörüne kadar kapalı sistem içinde bulunur. FF dış hava şartlarında kalacak levhaların üretiminde kullanılır. Rutubete ve kaynatmaya karşı dayanıklıdır. Ancak, sertleşmesi uzun olduğundan yüksek sıcaklık ve uzun pres süresine ihtiyaç vardır. Sıcak presleme esnasında rutubetin fazla oluşu sonunda ortaya çıkan buhar tutkalın sertleşmesini engellemekte, levhanın yüzeyinde şişkinlikler oluşturmakta yada levha prestan çıkarıldıktan sonra patlamaktadır. FF rengi koyu olduğundan levha yüzeyinin koyulaşmasına neden olur (Akbulut 1991).

Fenol ve türevleri taş kömüründe bulunmakta olup, bu ana maddeden elde edilmektedir. Bununla beraber fenol endüstriyel ölçüde diğer yöntemlerle de sentetik olarak üretilmektedir. Fenol formaldehit tutkalları meydana geliş ve kullanım durumlarına göre 4 tipe ayrılmaktadırlar.

1.4.2.1. Novalak

Bu tip fenol reçinesi gerek eriyebilmekte, gerekse organik çözücülerde çözülebilmekte ve bu özelliğini, kullanılmadan uzun zaman muhafaza edebilmektedir. Bu tip fenol reçinesi, fenol ve formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesi suretiyle elde edilmektedir. Novalak'a kullanılacağı zaman paraformaldehit katılmaktadır.

1.4.2.2. Resol fenol reçinesi

Fenol reçinesinin kondanse olmamış sıvı haline resol denir. Kırmızı renkli ve bazik ortamda oluşan düşük kondanzasyona sahip bir tutkaldır. Fenol kristalleşebildiği gibi tutkalımsı karakteride taşır. Alçak kondenzasyon derecesine sahip olan bir tutkal tipi olup, organik çözücülerde çözülebilmekte fakat novalak'ın aksine termik bir işlemde ve daha çok soğukta derişik asitler katıldığı zaman sertleşmekte ve erimeyen, çökeltilemeyen bir reçine haline dönüşmektedir.

1.4.2.3. Resitol

Organik çözücülerde tam olarak çökeltilmemekte ve daha ziyade şişmekte, ısıtıldığı zamanda erimeyerek ancak yumuşak bir duruma gelmektedir. Bu bakımdan resitol, resol ile resit arasında yer almaktadır.

1.4.2.4. Resit

Yüksek moleküllü bir fenol reçinesi olup, organik çözücülerde çökeltilmemekte, şişmemekte ve erimemektedir. Bu bakımdan resit tamamen sertleşmiş olan bir tutkal tipidir. Sertlik ve organik çözücülere karşı dayanıklı olmasından dolayı dış hava şartlarına dayanan kontrplak, yonga levha ve lif levha üretiminde tutkal olarak kullanılmaktadır (Maloney 1993).

Alkali fenol formaldehit tutkalı suda çözünürken ısı etkisiyle sertleşmesi için sertleştirici maddeye gerek yoktur. Ama sıcak pres altında istenen zamanda ve istenen sıcaklıkta sertleşmesi için sertleştirici maddeler kullanılarak ideal bir sertleşme sağlanmaktadır. FF tutkalı sertleştiricisiz 135–155⁰C arasında sertleşmektedir. Paraformaldehit kullanılması ile sertleşme sıcaklığı 110–125⁰C arasındadır. Resorsin madde kullanılarak daha düşük sıcaklıkta sertleşme sağlanır. Paraformaldehit ile resorsin kullanılarak 90–110⁰C arasındaki sıcaklıkta sertleşir. Rezorsin pahalı bir

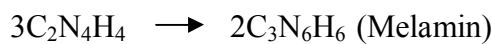
madde olduğundan bunun yerine de potasyum karbonat kullanılırken tutkal katı maddesine %5 kadar katılır. Potasyum karbonat pres sonrası levha yüzeyinde istenmeyen lekeler neden olmaktadır. Fenolikler üreye göre çok daha yavaş yapışır. Yapışma esnasında çok daha fazla stabil ısı ve çok daha fazla pres sıcaklığına ihtiyaç vardır. Levhanın orta sıcaklığı 121–149⁰C olmalıdır. Pres platen üzerinde sıcaklığı 204⁰C olmalıdır. Katalizör kullanılması pres zamanını hızlandırır. Örneğin resorkinol kullanılabilir. Bu tür katalizörler tamamen pahalıdır. Yapışan levha; sıcaklığa ve kimyasallara karşı dayanıklıdır (Maloney 1993).

1.4.3. Melamin Formaldehit Tutkalı (MF)

Melamin formaldehit tutkalı, melaminin formaldehit ile kondenzasyonu ile sertleşen bir tutkal çeşididir. Bu tutkal, görünüşü kimyasal tutumu ve kullanım yeri bakımından, üre formaldehit reçinesi tutkalına çok benzemektedir. Bununla beraber üre reçineleri ile karşılaştırıldığında bazı avantajlı yönlerinin bulunduğu görülmektedir.

Melamin reçineleri, 90-140⁰C dereceler arasında herhangi bir sertleştirici madde katılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmiş olan tutkal filminin, üre formaldehit reçinesine nazaran suya karşı ve ışığa karşı dayanıklılığı çok iyidir. Melamin reçineleri, üre reçineleri, kan albümini ve PVAc dispersiyon reçineleri ile kombine bir şekilde kullanılabilir. Böylece pahalı olan melamin reçinelerini daha ucuza mal etmek mümkündür. Nitekim %50 oranında üre formaldehit reçinesi ile karıştırılarak elde edilen tutkalın direnç değerleri aynı olmakla beraber fiyatı yarı yarıya ucuzlamış olmaktadır. Bu karışım 3 hafta süreyle bozulmadan kullanılabilir. Melaminin üre reçinesine göre dayanma süresi daha kısadır (Tank 1997).

Elde edilişi; Şekil 1.12'e göre melamin 3 molekül ürenin kondansasyon ürünü olarak elde edilir. Melamin başlangıç maddesi olan kalsiyum karbür CaC₂'den kalsiyum siyanamid CaC₂N₂ üzerinden sülfonik asit yardımı ile disiyandiamid C₂H₄N₄'den elde edilir.



Şekil 1.12. Melamin Eldesi (Tank 1997).

Yüksek sıcaklık ve basınç şartlarında melamin niceleyici olarak triamino triasin yapısına dönüşür. Melamin ve formaldehit reaksiyonu sonucu da metilol melamin oluşur. Daha fazla melamin katılmasıyla trimetilol melamin oluşur (Eroğlu 1988).

Son ürünün molar yapısı; çözelti konsantrasyonu, reaksiyon sıcaklığı, pH değeri ve kondenzasyon süresi gibi birçok faktöre bağlıdır (Tank 1997).

Reaksiyon pH değeri 5-6 olan bir çözeltide melaminin formaldehite $\frac{1}{2}$ -4 olacak şekilde karıştırılmasıyla başlar ve kademeli olarak ilerler. Reaksiyon, üre ve fenol formaldehit tutkallarında olduğu gibi sonuna kadar devam ettirilmeden oluşan kondenzasyon ürünleri, suda çözünebilir durumda iken çözeltinin nötürleştirilmesi ve soğutulması ile durdurulur. Fakat karışımda bulunan reaksiyon aktivitesini artırıcı maddeler oda sıcaklığında kondenzasyonun ilerlemesine ve dolayısı ile depolama ömrünün kısalmasına neden olurlar. Bu kusuru gidermek üzere de melamin tutkalları toz halinde üretilmektedirler. Bunu serin yerde 1 yıl saklamak mümkündür. Toz halindeki tutkal 1/0.5 oranında suda çözünerek (%66'lık) sıvı tutkal haline getirilebilir. UF tutkalına oranla pahalı olduğundan genelde saf olarak kullanılmaz. Sıcak presleme sırasında, yarıda kalan reaksiyon sıcaklık ve katalizörlerin etkisiyle yeniden başlar ve sonuna kadar devam eder. Sonuçta, suda çözünmeyen ve erimeyen bir madde oluşur. MF tutkalının renginin beyaz oluşu ve suya dayanıklı oluşu, yonga levha, lif levha, kontrplak gibi levha ürünlerinin yüzeyinin kaplanmasında kullanılan çeşitli kağıt türlerinin emprenye edilmesinde ve film tutkallarının üretilmesinde kullanılmaktadır (Akbulut 1991).

Melaminle formaldehitin reaksiyonunda optimum metilasyon pH 8.5-9.0 aralığındadır. Bu aralıkta; metilasyon ve ilave kondenzasyon reaksiyonu 80°C civarındaki sıcaklıklarda orta hatta yüksek molekül ağırlıklı reçineler verir. UF reçinesiyle oluşturulabilen çözünmez, granüler metilen bileşikleri MF reçinelerinde görülmez. Bununla birlikte; reaksiyon iyi kontrol edilmezse üstteki sulu kısmın ayrılmasıyla viskoz, hidrofobik MF reçinesi ortaya çıkabilir. Bu, reçinelerde çalışma için oldukça sorun yaratır. 7'den düşük bir pH melamin reçinelerinin üretilmesi için kullanılmamalıdır. Molekül ağırlığı artışı ÜF reçinelerinden daha fazla görülür. Bu UF reçinelerinde viskozite ölçümüyle, MF reçinelerinde kondenzasyon sırasında çözeltilerin çözünürlüğünün zaman zaman belirlenmesiyle yapılır. Bir MF reçine çözeltisi 20°C'deki 5 ml örneğin seyreltme işlemi yapılır. Sürekli bir bulanıklılığa

erişmek için ilave edilmesi gerekli olan suyun mililitre sayısı verilen bir reçine çözeltisinin kondenzasyon kademesini tahmin etmenin bir yoludur. MF yapıştırıcıları sadece belli alanlardaki odunların birleştirilmesinde UF reçinesi yerine kullanılmaktadır. Bu tip birleştirmeler rutubet ve ısıya karşı dayanıklı olmaları nedeniyle yüksek kaliteli kontrplak üretiminde kullanılırlar (Akbulut 1991).

1.4.3.1. Melamin Formaldehitin Sertleştirilmesi

Melamin tutkalının yüksek derecede suya dayanıklı kalması için üre-formaldehit tutkalı ile karıştırılarak kullanıldığında bu oranın %25-75 arasında kalması gerekmektedir. MF tutkalının, ÜF tutkalından daha kolay ve çabuk sertleşebilmesi triasin iskelet yapısının üç yönde reaksiyon verme yeteneğinin faal gruplarla sonlanmış bulunması ile açıklanabilir. 90-100°C sıcaklıkta sertleştirici olmadan sertleşebilir. 100°C sıcaklıkta kullanma süresini uzatabilmek amacı ile tamponlanmış sertleştirici karışımı olarak amonyum klorür/amonyak kullanılmaktadır. 40°C civarında ise asit sertleştirici kullanılması gerekir. Soğuk tutkallama için çatlama kusuru yüzünden, melamin tutkalını kullanmak iyi sonuç vermemektedir (Akbulut 1991).

Sıvı reçinenin %0,1-1 oranında kullanılması koşulu ile amonyum klorür uygun sıcaklıkta çok iyi sonuç vermektedir. Melamin tutkalları yüksek frekans tekniği ile sertleştirilmeye çok elverişli bulunduğu bilhassa, konveksiyon yoluyla ısıtılması mümkün olmayan kalın ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılabilmektedir (Tank 1997).

Melamin ve ürenin kinetik davranışı arasındaki fark iki bileşikteki azot atomunun yarattığı farklı etkilerle bağlanmaktadır. Hidroksimetilasyonun sonucu olarak metilol bileşikleri dikkate alındığında melamin üreden daha fazla reaksiyon verme yatkınlığına sahip olup melamin formaldehitte daha kolay reaksiyon verir. Metilol üredeki aminometilol grubunun azotu üzerindeki amino grubunun azotundan daha az nükleofiliktir. Bununla birlikte, metilol melamindeki amino metilol grubunun azotundan daha az nükleofilik değildir. Bu özellik; üre ile melamin arasındaki temel farklılığı oluşturmaktadır. Trimetilol melamin sulu çözeltide kondenzasyon yoluyla su ve formaldehit kaybederek polimerleşir. Su kaybı sonucu eter bağı formaldehit kaybı sonucunda metilen bağı oluşur. Melamin formaldehit asidik katalizör kullanılmadan sıcaklıkta sertleşir. Çok az asidik katalizör yapışmayı hızlandırır. Soğuk tutkallamaya

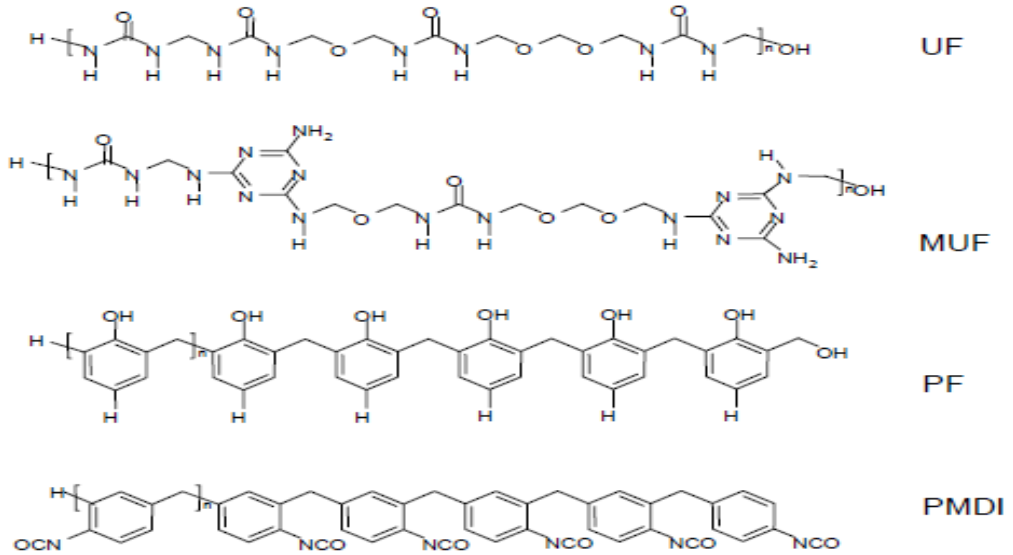
elverişlidir. Süspansiyon şeklinde levha yüzeyine 1 kat sürülerek kaplamada kullanılır (Eroğlu 1988).

1.4.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı (RF)

Rezorsin-formaldehit tutkalı rezorsinin formaldehit ile reaksiyonu sonucu elde edilen sentetik tutkallardır. Üretim sırasında katılan formaldehit miktarı reaksiyonun sonuna kadar gitmesini sağlayacak miktarda değildir. Kondenzasyon olayı pH 3.5-4.5 arasında yavaş yavaş yürür, alkali veya asit ortamda ise hızlanır. Kullanımdan önce tutkalın karıştırılması basitçe reaksiyonu tamamlayacak olan formaldehit ilave edilmesinden ibarettir (Tank 1997).

1.4.5. İzosiyanat Tutkalı (İS)

İzosiyanat tutkalı diğer sentetik tutkallar gibi odun kökenli levha ürünleri için uygun tutkal olmasına rağmen MDF üretiminde rağbet görmemiştir. İzosiyanat tutkalı farklı bir tutkal olup odunun hidroksil gruplarıyla bağ oluşturur. İS tutkalını üretan zincirleri oluşturur. Eğer iyi yapışma sağlanırsa suya, sulandırılmış asitlere, alkolik sıvılara karşı iyi bir dirence sahiptir. İS tutkalı su ihtiva etmez. Böylece tutkalın tümü yapıştırma yapar. Üretan zincirleri hidrofobiktir, bu nedenle ayrıca bir kimyasala gerek olmayabilir. Formaldehit içermez. ÜF gibi kısa sürede sertleşir. Düşük yoğunlukta kullanılacak levhaların yapıştırılmasında tercih edilmektedir. Sulu çözelti halinde kullanılabilmektedir. Başka bir faydası da yapıştırma direncini düşüren ekstraktif maddelerin etkisini ortadan kaldırmasıdır. İzosiyanat tutkalının dezavantajları ise fiyatının yüksek olması ve metallerle yapışmaya meyilli olmasından dolayı, transport elemanlarına ve pres patenlerine yapışarak problem çıkarmasıdır. Buna engel olmak için, yağ, gliserin gibi yapışmayı önleyici maddeler kullanılmalıdır. Yakın zamanda yapışmayı önleyen bir sabun geliştirilmiştir. İzosiyanat tutkalının insan sağlığına zararı olduğundan kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekmektedir (Maloney 1993). Şekil 1.13’de sentetik tutkalların UF,MUF,FF,PMDI formülasyon yapıları görülmektedir.



Şekil 1.13. UF, MUF, FF, PMDI tutkalların formül zinciri (wood based panels 2010).

1.4.6. Doğal Tutkallar

Yaş yöntemle üretilen levhaların yapıştırılmasında doğal tutkallardan faydalanılmaktadır. Doğal tutkallar olarak bilinen odunun %30'unu oluşturan lignindir. Bu yöntemde yapışma direncini arttırmak için %1–2 oranında sentetik tutkal kullanılır.

Lignin harici doğal tutkallar olarak; nişasta, kuruyan yağlar, soya tutkalı, tanen ve sülfat atık suyu kullanılabilmektedir. MDF veya HDF üretiminde doğal fenol olarak bilinen tanen lif levha üretiminde formaldehitte reaksiyona sokulmaktadır. Kuru yöntemde lignin yeterli yapışma sağlamadığında %9–10 oranında sentetik tutkal kullanılır. Odunu liflendirirken elde edilen sülfat atık suyunun asitlendirme etkisi ile tutkalın nitelikleri artırılabilir (Suchland ve Woodson, 1991).

Avustralya'da tanen; kontrplak üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Tanen üretimi Finlandiya ve Arjantin'de yaygın olarak kullanılmaktadır. Yonga levha ve kuru yöntemle lif levhalarda benzer tanenler ve lignosülfonatlar kullanılmıştır. Tanenlerle, bütün sentetik reçineler birlikte başarılı bir yapışma sağlamaktadır (Maloney 1993).

1.4.7. Katkı Maddeler

Kuru yöntemle üretilen lif levha endüstrisinde tutkalın sertleşmesini sağlamak, levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmek için çeşitli kimyasal maddeler kullanılır.

Sentetik tutkallara ilave olarak katılan katkı maddelerinin özellikleri; plastikleştirme, stabilite sağlama, tutkal sürme, niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi, tutkalın dağılma özelliğinin iyileştirilmesi, yanmayı geciktirmesi, koku gidermesi, sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucudur.

Ürenin Özellikleri; Beyaz, kokusuz, katı kristal haldedir. pH'sı (20°C'de %10 eriyik) 7,0-9,8'dir. Erime noktası 133°C. Nem içeriği max %0,5. Üre çözeltisinin konsantrasyonu %50, yoğunluğu 1,22 g/cm³'dür (Kalaycıoğlu 1992).

Melamin, özellikle beyaz kristalimsi toz halindedir. Nem içeriği max %0,1 dir. Erime noktası buharlaşma ile 176°C'dir. Melamin formaldehit sertleştirici olarak amonyak tuzları ve kuvvetli asitlerin tuzları potasyum presülfat v.b'dir. %0,1-1 oranında NH₄Cl (amonyum klorür) uygun sıcaklıkta olumlu sonuçlar verir (Kalaycıoğlu 1992).

1.4.8. Hidrofobik Maddeler

Parafin ve mumlar hidrofobik maddelerdir. Hidrofobik maddeler yonga levha ve lif levhanın rutubetli ortam veya su ile temas ettiğinde çalışmasını azaltmak amacıyla kullanılır. Mumlar kristal yapıda olup kristalleri iğne şeklinde ve yassıdır. C_nH_{2n+2} formüllü düz zincirli hidrokarbonlardır. 360-500 molekül ağırlığında olup erime noktaları 50-100°C arasındadır. Parafin ve mumlar polar olmadıklarından kimyasal yönden aktif değildir. Levhada hidrofobik etkisi liflerin kılcal boşluklarına girerek su moleküllerinin bu boşluklara girmesine engel olmakta ve su alma hızını yavaşlatmaktadır (Eroğlu 1988).

MDF üretiminde parafin (wax) eritilerek sıvı halde yada emülsiyon halinde uygulanır. MDF üretiminde parafin emülsiyonu tam kuru lif ağırlığına oranla %1-2 oranında verilmektedir. Hidrofobik özellikli parafinler suya karşı en iyi direnci sağlayan uzun, iğne kristallere sahiptir. Kısa iğne kristallere sahip mumlar ise hidrofobik özelliğini tam olarak gösterememektedir. Kullanılan parafinin homojen olması, tutkal, sertleştirici, su ve koruyucu maddelerle uyumlu olması tercih edilir.

Parafin Özellikle; Tipi gevşek mumdur. Yağ içeriği max %10 dur. Erime noktası 49-55°C'dir. Vizikositesi 60°C'de 28-50 cp. Yoğunluğu 0,7 gr/cm³'dür. Yağ oranının

azaltılarak %1-2'lere çekilmesi durumunda daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Parafinler emülsiyon halinde hazırlanarak süspansiyona katılırlar.

1.4.9. Koruyucu Maddeler

Odun kökenli levha ürünlerinin (yonga levha, lif levha, kontrplak, lamine levha, OSB, kontrtabla v.b) tropik bölgeler gibi mantar ve böcek saldırısının yüksek olduğu yerlerde kullanılmadan önce koruyucu maddelerle korunması önemlidir. Kapalı yerlerde kullanılan levhaları koruyucu maddelerle muamele etmek önem arz etmemektedir. Açık hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılan levhalar mantar ve böceklere karşı korunmalıdır. Çürümeye karşı fazla tutkal ilavesiyle dayanıklılığı arttırılabilir (Akbulut 1991).

1.4.10. Yanmayı Geciktiren Maddeler

Yanmayı geciktiren maddeler günümüzde bazı levha tiplerinde uygulanmaktadır. Yanmayı geciktiren maddelerle işlem görmüş MDF'lerin kullanım oranları artmaktadır. Özellikle çocuk bakım evleri, hastaneler, toplu konutlar gibi insan sayısının fazla olduğu yerlerde kullanılan levhalar, emniyet sağlama bakımından yanmayı geciktiren maddelerle muamele edilmektedir.

Odun ve odun kökenli levha ürünleri yüksek sıcaklığa maruz kaldığında yanıcı gazlar meydana getirmektedir. Ortama çıkan gazlar yangının büyümesine neden olduğu gibi, yangın esnasında insanların etraflarını görmesine ve yangından uzaklaşmasına engel olurken solunum sisteminin tahrişine de neden olmaktadır (Maloney 1993).

MDF, odun kökenli malzeme olduğundan yanıcıdır. MDF'nin yanma süresi levha kalınlığına, yoğunluğuna, levhanın direncine, kullanılan tutkalın türüne, odun cinsine, yangın önleyici kimyasal maddelerle korunmuş olup olmadığına bağlıdır. MDF'nin yanıcılık özelliğini minimuma indirmek için kullanılan kimyasal maddeler çinko, arsenik ve bakır tuzlarıdır. Bunlara ilaveten boraks, borik asit ve borat içeren kimyasal maddelerde kullanılır. Bu kimyasal maddeler levha üretimi esnasında tutkal karışımına toz veya sıvı halde katıldığı gibi üretimden sonra levhanın yüzeyine basınç altında emprenye edilebilmektedir. Toz sıvı kadar etkili değildir. Amerika'da (U.S) Masonit Corporation lif levha fabrikası lif levhaları iki aşamada yanmayı önleyici maddelerle muamele etmektedir. İlk aşamada tutkal içine %45-60 oranında alüminyum trihidrat katılır. İkinci aşamada levha yüzeyi ısıtılmış borat ester reçinesiyle kaplanmaktadır.

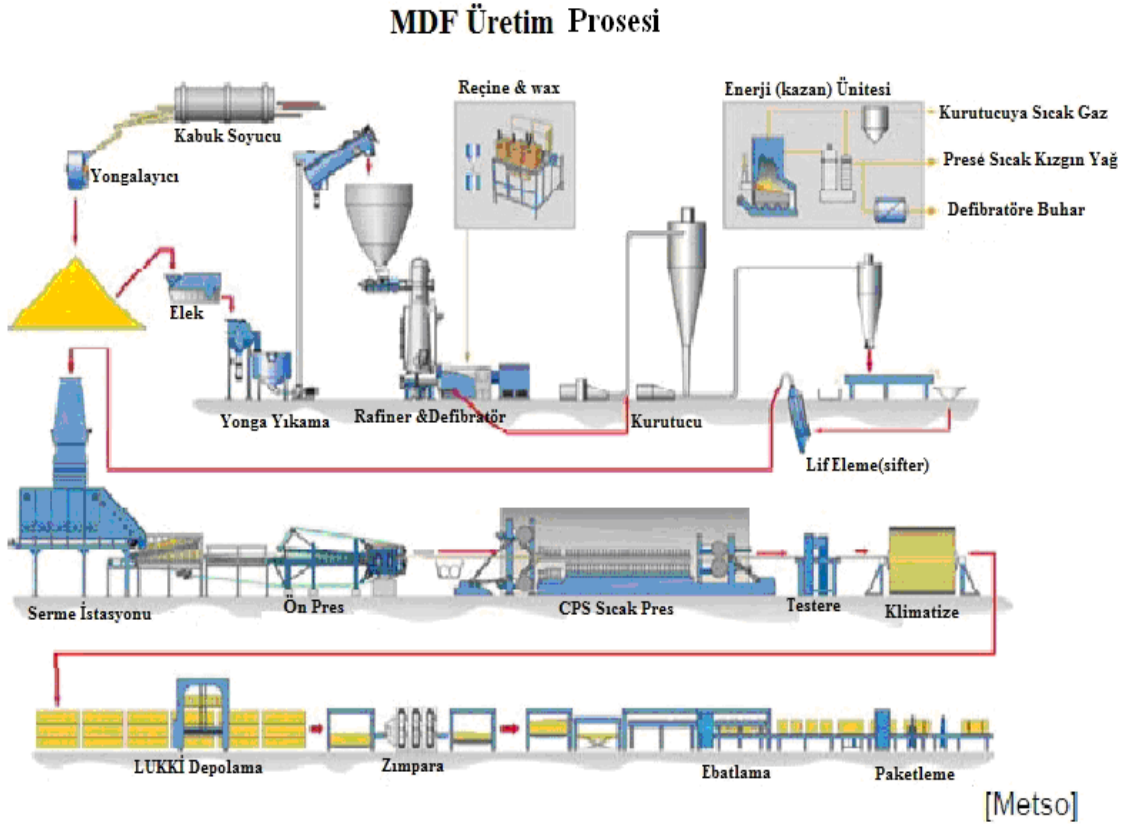
Borat ester'in levha yüzeyine az bir penetrasyonundan sonra levhalar, 150–165⁰C'ler arasında 1,5–2 saat sıcak havaya maruz bırakılmaktadır, bu işlemler takriben %90 nispi rutubette ve 90⁰C sıcaklıkta nemlendirilmektedir. Levha içerisine ilave edilen yanmayı geciktiren maddelerin miktarı tam kuru lif ağırlığına oranla %1–2'yi aştığı takdirde levhaların makinelerde işlenmesi güçleşmekte ve yüksek sıcaklıkta levhanın rengi koyulaşmaktadır. MDF'nin fiziksel ve mekanik özelliklerinde azalma meydana gelir (Maloney 1993).

Avrupa ülkelerinde ÜF tutkalı kullanılan levhalarda ((NH₄)₂SO₄) amonyum sülfat, FF tutkalı kullanılan levhalarda ise (NH₄)PO₄ amonyum fosfat yanmayı önleyici madde olarak kullanılır. Amonyumlu bileşikler kullanıldığı takdirde sıcaklık etkisiyle amonyak açığa çıkmakta ve koruyucu bir gaz tabakası oluşturmaktadır. Bor asitlerinin kullanılması durumunda bunların ergime ısısı çok yüksek olduğundan yangın esnasında fazla enerji absorbe ederek sıcaklığın yükselmesini önlemektedir (Akbulut 1991).

Alev geciktirici katkı maddeleri; fosfat ve azot bileşiklerinden oluşmaktadır. Katı olarak alınan bileşik soğuk suyla 1:1 oranında hazırlanarak yoğunluğu 1,3gr/cm³'e ayarlanır. Bu katkı maddeleri defibratör lif çıkış borusuna tutkaldan önce levha yoğunluğunu %5-10 artıracak şekilde life karıştırılmaktadır (Maloney 1993).

1.5. MDF ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

MDF ürünleri; kuru, yarı kuru ve yaş yöntemle üretilebilmektedir. Fakat günümüz dünyasında lif levha üreten tesislerin %90'ından fazlası kuru yöntem kullanmaktadır. MDF üretiminde odunun ilk önce kabuklarının soyulup yongalanması, ardından da defibratörde lif haline getirilmesi işlemleri yapılmaktadır. Elde edilen lifler, kuru ağırlıklarına oranla yaklaşık olarak %8–11 miktarında sentetik reçinelerle tutkalanıp, yaklaşık %8–12 rutubet miktarına kadar kurutularak taslak elde edilmektedir. Levha taslağı, sıcak presleme ile (basınç ve sıcaklık uygulanarak) nihai ürün elde edilmektedir. Odun hammaddesinin depolamasından, MDF'nin elde edilmesine kadar geçen bütün proses Şekil 1.14'de gösterilmektedir.



Şekil 1.14. MDF üretim teknolojisi (IWA, wood based panels 2008).

1.5.1. Odunun Depolanması

Odun hammaddesi MDF üretimi yapan fabrikalara değişik şekillerde tedarik edilmektedir.

Bunlar;

- Orman Genel Müdürlüğü tahsislerinden alımlar.
- Köylü pazarından alımlar.
- İhale yoluyla alımlar.
- İthalat (chips veya odun).
- Özel plantasyonlar.

Odun hammaddesinin tedariki levha üretimi yapan fabrikalar için en önemli faktördür. Fakat “hammadde tedarik müdürlüğü” birimleri orman genel müdürlüğü işletmelerinde yer almaktadır. Bu nedenle fabrikalar odun hammaddesinin (wood handling) depolanmasında, belirli bir iş akışına göre ve benzer türleri fabrikanın kapasitesine ve mevsim şartlarına göre yapılmaktadır. Bu süre değişiklik göstermekle birlikte yaklaşık olarak 1–3 ay arasında değişmektedir. Son yıllarda ülkemizde levha sektörünün kapasite artışından dolayı; yaşanan hammadde darboğazı neticesinde sektör ithalata bağımlı bir haldedir. Bunda en büyük etken, mevcut levha üretim kapasitesinin aşırı yüksek olması ve son yıllarda hızlı bir artış göstermesidir. Bu hammadde darboğazını aşmak amacıyla bazı özel kuruluşlar ortak bir şirket kurup, Türkiye’nin birçok yerinde arazi satın almaktadırlar. Buralarda hızlı gelişen ağaç plantasyonları kurularak sektör için odun hammadde kaynağı sağlanması hedeflenmiştir.

Ülkemizde Orman Genel Müdürlüğü elde ettiği emvalin bir kısmını “tahsis odun” olarak sınıflandırmakta ve levha sektörünün kullanımına vermektedir. Bu tahsisler Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından “Türkiye Yonga Levha–MDF Sanayicileri Derneği”ne verilmiştir. Levha üreticileri birliğinin “Genel Sekreterlik” birimi bu tahsis işlemini fabrikaların kapasiteleri, hammaddeye yakınlıkları, ulaşım imkânları, fabrikaların istekleri vb. faktörleri dikkate alarak kurulduğu günden bu zamana kadar tahsisleri gerçekleştirmektedir (Dayanıklıoğlu 2006).



Şekil 1.15. MDF hammadde sahasında odun boşaltma ve hammadde türleri (wood based panels 2010).

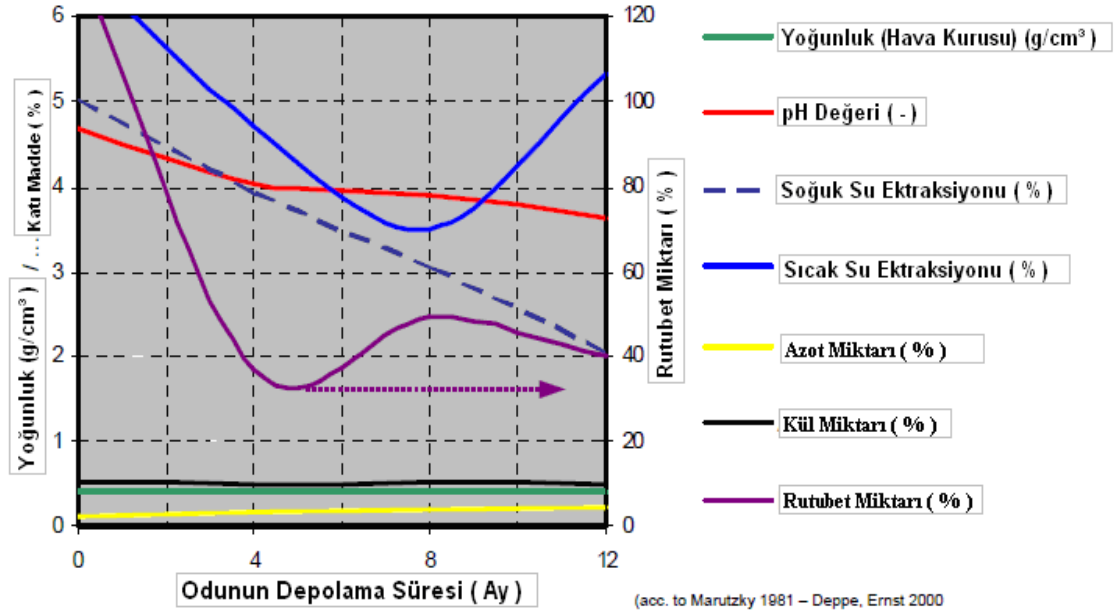
Odun hammaddesi, fabrikanın odun sahasında ilk giren ilk üretimde kullanılacak düzeni çerçevesinde hammadde sahasına istif yapılmaktadır. Şekil 1.15’de görüldüğü gibi hammadde sahasında istif yüksekliğinin fazla olması, odun dizilişinin düzgün bir şekilde tasnif edilmesiyle çok fazla miktarda hammaddeyi stoklamak mümkün olmaktadır. Odun istifler arasında belirli yollar olmalıdır. Bu yollar hem odun deposu içindeki ulaşımı sağlar hem de istenmeyen bir durum olan yangın tehlikesinde zararı azaltıcı etki yapmaktadır. Hammadde sahası beton ve eğimli olmalıdır. Zemin beton olmalıdır. Beton zeminde su birikintileri olmamalıdır. Beton zemin odun hammaddesini mantar–böcek vb zararlılara karşı koruyacaktır.

Orman genel müdürlüğü işletmelerinden fabrikaya getirilen odun hammaddesi yüklü araçlar önce kantarda tartılır, ardından iş makineleri ile yük boşaltılır. Boşaltılan araçlar tekrar tartılarak darası bulunur. İki tartı arasındaki farkın hesaplanması ile odunun ağırlığı hesaplanmakta ve ona göre ücret ödenmektedir. Fakat bu durumda eğer odunun rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde ise bu yöntem fabrikanın zararına olur. Bunun yerine ster olarak hesap yapılırsa odunun rutubetinin herhangi bir etkisi olmamaktadır. Fakat fabrikalarda kg üzerinden satın alma işlemi yapılmaktadır.

Hammadde sahasındaki odun istiflerine istif tanıtım kartı asılmaktadır. Bu kart ile istif tarihi, istifteki odunun tonu, odun hammaddesinin ağaç türü, çap ve boyları belirtilmektedir. Diğer endüstriyel odun atıkları (kaplama parçaları, kontrplak üretiminden arta kalan kısım, kapak tahtaları, kereste, parke fabrikası artıkları vb.) ayrı bir yerde istiflenmektedir.

Odun hammaddesini biyolojik zararlılardan korumak için su havuzlarında depolamak önlem olarak kullanılabilir. Genelde bu yöntem kereste ve kaplama fabrikalarında

uygulanmaktadır. Fakat ülkemizde fabrikaların yüksek kapasiteleri ve hammaddenin sahada fazla beklememesi nedeniyle uygulamada pek kullanılmamaktadır. Ormanda seyyar yongalama makineleri ile orman içinde odun atıkları yongalanarak fabrikaya getirilebilmektedir. Bu yöntem Amerika, Avrupa ve Uzakdoğu ülkelerinde uygulanmaktadır. Ülkemizde bu yöntem yeni işlev kazanmaktadır.



Şekil 1.16. Odun hammaddesinin depolanma süresine bağlı olarak değişken değerler (IWA, wood based panels 2008).

Yukarıdaki Şekil 1.16.'ya göre odun hammaddesinin rutubet miktarı, pH değeri, depolanma süresine bağlı olarak ilk 4 ay içinde en düşük seviyededir. %120 rutubet içeriğine sahip odun dört ay sonra %30–40 rutubete kadar düşmektedir. Odunun pH değeri beşden dörde kadar düşerek odunun asiditesini artırmaktadır. Sıcak ve soğuk su ekstraksiyon değeri %100-120'lerden %70-80'lere kadar düşmektedir. Odunun hava kuru yoğunluğu, azot ve kül miktarlarında değişme olmamaktadır.

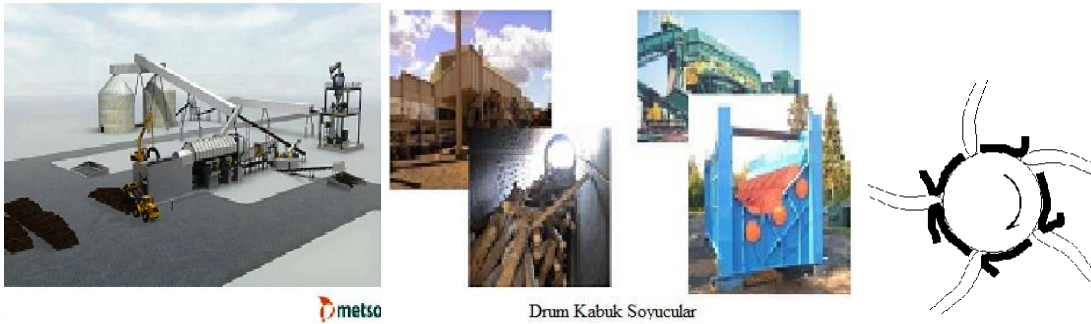
Hacim-yoğunluk değeri ibreli ağaçlarda $0.32-0.45 \text{ g/cm}^3$ ve yapraklı ağaçlarda $0.30-0.65 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Fabrika sahasındaki hammadde istifinin büyüklüğü hammaddenin şekline, rutubet miktarına ve doğal havalandırma durumuna göre değişir. Genel olarak, kapak ve yan tahtaları gibi endüstri artıkları yuvarlak odunlardan daha küçük istifleme gerektirir (Eroğlu 1988).

1.5.2. Kabuk Soyma İşlemi

Ağaç kabukları nadiren ormanda kesimden sonra soyularak, fabrikaya kabuksuz tomruk şeklinde getirilmekte veya kabuklu gelen tomruklar fabrikaya geldiğinde kabuklarının soyulması gerekmektedir. Kabuk Soyma işleminde ilkbahar ve yaz aylarında taze kesilmiş ağaçların kabukları daha kolay soyulmaktadır. Kuru iklimlerde depoda bekletilen odunların kabuğu daha kolay soyulur. Buna ilaveten yapraklı ağaç türlerine ait odunların kabukları, iğne yapraklı ağaçların kabuklarından daha zor soyulmaktadır (Suchsland ve Woodson 1986).

Kabuk; düşük yoğunlukta, kısa lifli, mukavemeti az ve lif miktarı az olması nedeniyle lif levha (MDF) üretiminde istenmemektedir. Birçok tip kabuk soyma makinesi Şekil 1.17’de görülmektedir. En yoğun olanı döner tipte tamburlu kabuk soyma makinesidir. İçi boş çelik bir silindir kendi eksenini etrafında dönerken içindeki tomruklar birbirlerine ve silindir içindeki çapraz demirlere sürtünerek hem kabukları soyulur, hemde kabuk soyma makinesinde ilerlemektedirler. Kabuklarından temizlenen odunlar yongalama makinesi besleme bandına gelmektedir (Eroğlu 1988).

Odun hammaddesi, ağaç türüne göre belirli oranda kabuk içermektedir. Kabuk ise levha üretiminde istenmeyen bir materyaldir. Çünkü kabuk MDF üretiminde tutkal sarfiyatını artırmakta ve iyi bir yapışma sağlamamaktadır. Levhaların yüzeyine zımparalama işlemi uygulanmadan baskı boya uygulaması yapılan özellikle ince levhalarda lekeler ve ton farklılıkları oluşmasına neden olmaktadır.



Şekil 1.17. Tambur (debarker) kabuk soyma (Metso panelboard 2008) Karşı 5 bıcaklı kabuk soyucu.

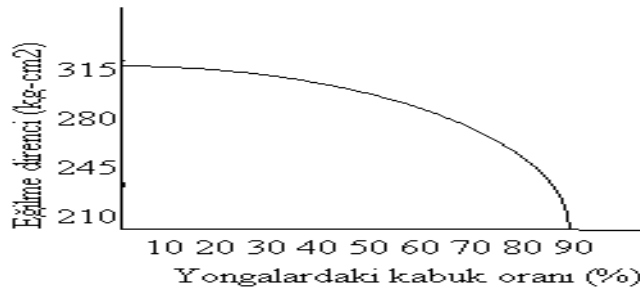
MDF fabrikalarına gelen odun hammaddesi kabuklu haldedir. Kabuğun uzaklaştırılması için çeşitli makineler kullanılmaktadır. Bunlar; mekanik kabuk soyma makineleri,

hidrolik kabuk soyma makineleridir. Günümüzde döner tip (aşındırıcı mekanik sistem) kabuk soyma makineleri en çok tercih edilmektedir.

Kabuğun MDF levha üretim prosesi ve levhanın özellikleri üzerine olumsuz etkileri tespit edilmiştir. Kabuğun; levhanın teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilemesi, tutkal tüketimini arttırması, yongalama bıçaklarına ve defibratör segmentlerine zarar vermesi (içerdiği kum, toz vb yabancı maddeler), içinde yabancı madde bulunan levhanın ileriki proseslerde işlenmesi durumunda kesici takımlara zarar vermesi, makinelerde paslanmaya neden olması vb birçok etkisi belirtilmiştir. Defibratörde liflendirilmesi zor olduğu için enerji (ısı ve buhar) tüketimini artırır, levhanın yüzey kalitesini bozmaktadır (Maloney 1993).

Kabukları soyulmuş odundan elde edilen MDF ve HDF'lerin yüzeyi daha parlak olmakta, proseste kullanılan tutkal tüketimi daha az olmaktadır. Üretilen MDF levha kalitesinin sürekliliği artmakta, direkt boyama işleminde kalite yükselmekte ve boya tüketimi azalmaktadır (Dieffenbacher 2005).

Kabuk sert lif levha üretiminde kullanılabilir. Bu oran %10–15'dir. Kabuk levhanın ısı iletkenliğini etkilemektedir. Kabuk odundan soyulduktan sonra %60 rutubeti aşmayacak şekilde kazanda yakılarak enerji üretimi için kullanılır. Üretimde kabuk oranı %15–30'dur. Levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri bu orana bağlı olarak düşmektedir. Ağaç kabuklarında genelde %18–23 oranında selüloz, %17–43 lignin ve %15–35 oranında hemiselüloz bulunur. Şekil 1.18'de görüldüğü gibi MDF üretiminde kabuk %15–20 den fazla kullanılıncaya levhanın eğilme direnci düşmektedir. Odunun kabuğunun soyulması sonucu hacmen %19, ağırlık olarak %7–10 kadar hammadde kaybı olur (Eroğlu ve Usta 2000).



Şekil 1.18. Kabuğun eğilme direncine etkisi (Eroğlu ve Usta 2000).

1.5.3. Yongalama

Odun hammaddesi, kabukları soyulduktan sonra yongalama makinesine taşınır. Taşıma işleminde bantlı transportörler, titreşimli sistemler veya iş makineleri kullanılmaktadır.

Lif veriminin yüksek olması ve kaliteli lif üretimi için odunun düzenli bir şekilde yorgalanması en önemli husustur. Bunun içindir ki yongalama sırasında liflerin ezilmemesi, zedelenmemesi, özellikle yonga kalınlığının düzenli olması gerekir. Yongalamanın iyi olması yonga boyutunun düzenli olması kaliteli lif elde edilmesini sağlar. Paralel yongalamada (Disk Chipper) ise odun hammaddesi sabit iken, makinenin kesici bıçaklarının olduğu hareketli kısım, malzemeyi liflerine paralel yönde kesmektedir. Bu yöntemle elde edilen yonganın kalınlığının homojen olmasından dolayı özellikle liflendirme ünitesinde buharla muamele edilmesi esnasında yonganın içine maksimum buhar nüfuzunun sağlanacağı ve bu yolla elde edilen liflerde toz miktarının minimum ölçüde olacağı ifade edilmektedir (Eroğlu 1988).

Yongalama sırasında odunun yongalara ayrılması ve kesilmesi için bıçağın kesme kuvvetinin odunun direncinden fazla olması gerekir. Bu nedenle yongalama makineleri yapılırken odunun bıçakla yapacağı açının optimum verimi sağlayacak şekilde alınması gerekir. Yonga üretiminde odunun özgül ağırlığı ile kesme kuvveti arasında doğrusal bir ilişki vardır. Özgül ağırlık arttıkça kesme kuvveti ihtiyacı artar. Odunun kesimi lif yönüne paralel yapılıyorsa kesme kuvvetine ihtiyaç en az iken, lif yönüne dik ise en fazladır. Yonga kalınlığı; odunu yongalamak için gerekli makaslama kuvvetine bağlı olup, kesme yüzeyi ve yonga uzunluğu ile birebir ilişkilidir.

Yongalamanın asıl amacı pişirme kazanında buharın yonga içine nüfuzunun her tarafta aynı olmasını sağlamaktır. Yongalama esnasında yonga boyutu küçüldükçe enerji tüketimi artar ve Yongalayıcının kapasitesi düşer. Odunun rutubeti önemli faktör olup rutubeti düşük olan odunların kırıntı ve toz oranı artarken, enerji tüketimi artar ve bıçaklar çabuk körelir. Bundan dolayı odun en az %40–50 rutubet oranında olmalıdır. Yongaların kalitesinin belirlenmesi için yonganın ağırlığı, rutubeti ve yonga analizi tayini yeterli olmaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

1.5.3.1. Yongalayıcı Çeşitleri

- a. Çok bıçaklı diskli yongalayıcı.

- b. Çevresel yongalayıcı.
- c. Konik diskli yongalayıcı.
- d. Çift konik diskli CCL yongalayıcıdır (Eroğlu 1988).

Dünyada çeşitli ülkelerde orman için seyyar yongalama yapan mobil yongalayıcılar kullanılmaktadır. Odun hammaddesinin rutubet değeri, boyutları, kusur içeriği, yongalama makinesinin cinsi, bıçak sayısı, devir sayısı, bıçaklarının keskinliği vb. faktörler elde edilecek yonga kalitesinde etkili olmaktadır. Yongalama için optimum odun rutubeti %70–90 arasında olmalıdır. Yongalama işlemi sonucu elde edilen yongaların kalitesi yani boyut ve biçim gibi faktörler de, defibratör sonrası lif kalitesini büyük oranda etkilemektedir.

Yongalama makinesinde odun liflerinin ezilmemesi, kopmaması ve yonga kalınlığının düzenli olması gerekmektedir. Yongalanacak odunun yongalama makinesinin kesici bıçakları ile yaptığı açı, verim açısından önemlidir. Yonganın kalınlığının uzunluğuna oranı %15–20 arasındadır. Yonga uzunluğu, bıçakla odun hammaddesi arasındaki serbest açıyla ilgilidir.

Bu açı azaldıkça yonga boyu kısalmaktadır. Sert odun türlerinden daha kalın yonga elde edilebilmektedir. Bıçak açısı için 30 ile 35° yeterli bulunmaktadır. Yongalama makinesinde 25–30 m/sn kesme hızı uygun bulunmakta, bu hız yükseldiğinde küçük boyutlu yonga miktarını artırmaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

MDF endüstrisinde yonga boyutunun genişliği 19–20 mm, kalınlığı 3–5 mm, uzunluğu 16–25 mm aralıklarında olmalıdır. Ortalama yonga boyutu 20x25x5 mm'dir. Bu boyutlarda yongalar sağlam ve kaliteli lif verir. Odunun yoğunluğunun artması yonganın boyutunu küçültür, toz ve kırıntı artar bu da kısa lif oluşumunu artırır. Yonga boyutu aşağıdaki formüle göre bulunmaktadır.

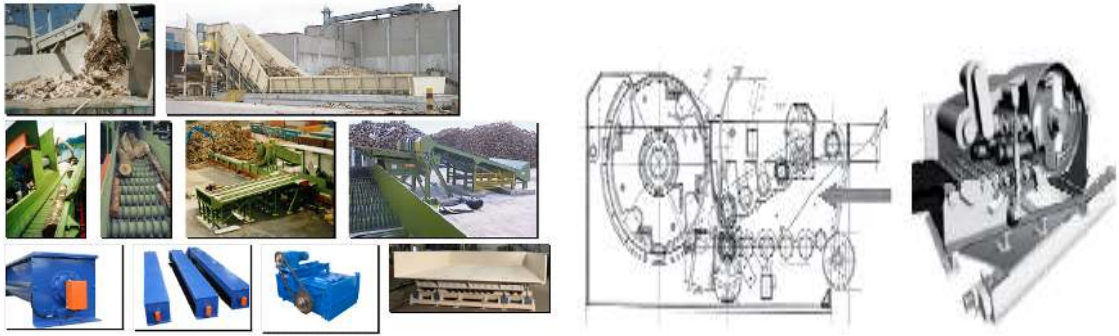
$$\text{Yonga Boyu (mm)} = \frac{\text{Besleme Bandı Hızı (mm/dk)}}{\text{Rotor Devri (dev/dk)} \times \text{Bıçak sayısı}} \quad (1,1)$$

Lif veriminin yüksek olması ve kaliteli lif üretimi için odunun yongalanması sırasında liflerin ezilmemesi, zedelenmemesi, özellikle yonga kalınlığının düzenli olması gereklidir. Odun uzunluğuna ezilirse, strüktürde çatlama olmakta, hücre çeperinin S_1 ve S_2 tabakaları ayrılarak S_2 tabakası pişirme sırasında kimyasal etkilere açık kalmaktadır (Eroğlu 1988).

Yongalamadan sonra elde edilen yongalara çeşitli kalite testleri yapılmaktadır. Bunlar; rutubet, yoğunluk ve elek analizidir. Yonga yoğunluğu (tam kuru) lif verimi açısından önemlidir. Yaş hacimde odunun kuru ağırlığı ile yaş ağırlığı arasındaki ilişki lif elde etmede uygunluk derecesini belirlemektedir. Pişirme işleminde yonga rutubeti önemlidir. Eğer odun rutubeti düşük ise pişirme kazanında buhar yoluyla ısı iletimi ve plastikleşme güçleşmektedir.

Yongalara elek analizi yapılır. Bu analiz sonucuna göre yongalama makinesi ve yonga eleme makinesinin düzgün çalışıp çalışmadığı tespit edilmektedir. Yonga içinde reçine parçaları, kabuk, budak, çürük kısımlar, böcek yenikleri ve mantarlaşan kısımlar bulunmaktadır. Bunlar üretimde istenmeyen yabancı maddelerdir. Kullanılan testere talaşı miktarı belirli bir seviyeyi geçerse levhanın direnç özelliklerinde azalma görülmektedir (Koç 2002).

Burada odunların ilk konulduğu yerin besleme bandına belirli bir açı yapacak şekilde dizayn edildiği görülmektedir. Bunun amacı, odunların yongalayıcıya düzgün bir şekilde girmesidir. Burada odunun ilerlemesi için besleme bandı titreşim hareketi yapmaktadır. Yongalayıcının ilk kısmında odundaki metalleri ayırmak için bir metal arama dedektörü bulunmaktadır. Ayrıca buradan geçen odunların yongalama makinesine girişi görülmektedir.



Şekil 1.19. Tambur yongalayıcı (Bruks-Klöckner ve Pallmann 2004).

Fabrikalarda genellikle Şekil 1.19'daki gibi tamburlu yongalama makineleri ve diskli yongalama makineleri kullanılmaktadır. Tamburlu yongalama makinelerinde bıçak sayısı 2–8 civarındadır. Değişik faktörlere bağlı olarak körelen bıçaklara fabrikaların bileme atölyelerinde bileme işlemi yapılmaktadır. Yongaların büyüklükleri birbirine yakın olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için yongalama makinesinin besleme hızının aynı olması lazımdır (Akbulut 2001).

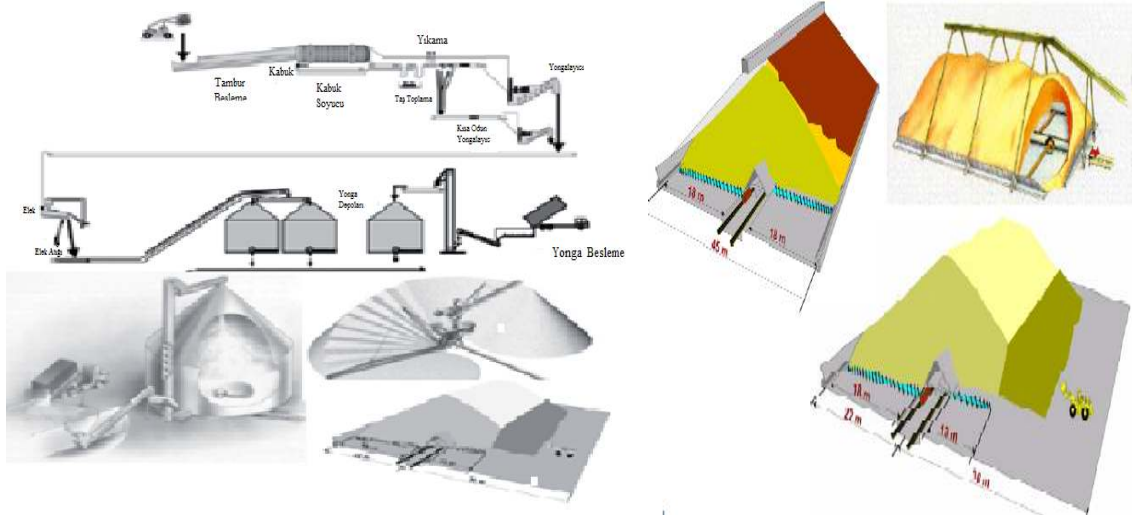
1.5.4. Yongaların Depolanması

Yongalama makinesinde elde edilen yongalar bantlı veya paletli transportörlerle yonga silolarına gelmektedir. MDF'nin fiziksel ve mekanik özelliklerinde optimum kalitenin sağlanması uygun (ibreli ağaç ve yapraklı ağaç) yonga karışımıyla elde edilir.

MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ağaç türlerinin önemli etkisi vardır. Yonga siloları Şekil 1.20'deki gibi çeşitli bölmelere ayrılmıştır. Burada her ağaç türü farklı kısımda depolanmaktadır. Farklı ağaç türlerine ait yongaların ayrı yerlerde depolanması için beton silonun iç kısmı bölmelere ayrılmaktadır. Beton silodaki her bölmenin alt kısmında elektrik motoru ile tahrik edilen ve frekans konvertörü ile devir değiştirilebilen pnömatik silindirler ve yürütme yaptırılan helezonlar yer almaktadır. Bu helezonların devir sayıları değiştirilmek suretiyle, istenen yonga karışımı rahatlıkla ayarlanabilmektedir.

Yonga silosunda yongaların bekleme süreleri, 10–15 günden fazla olmamalıdır. Eğer bu süre aşılsa yongaların rengi koyulaşmakta ve bakteri vb. canlılar zarara neden olmaktadır. Dolayısıyla yonganın kalitesi düşmektedir. Üretilen lifin kalitesi de azalmaktadır. Mikroorganizmalar, odun yongaları arasındaki birtakım kimyasal reaksiyonlara sebep olarak sıcaklığı yükseltir, yangın çıkmasını neden olababilir. Kimyasal faaliyetler neticesinde ayda %15 oranında kayıplar meydana gelmektedir. Bu nedenle yongalar siloda fazla bekletilmemelidir. Üretime bir gün süre ile yetecek kadar yonga depolanması idealdir (Suchsland ve Woodson 1986).

Silodaki yongalar helezonların hemen altında bulunan bantlı transportörlere dökülmekte, buradan da sarsak (gratory tip) eleğe gitmektedir. Yonga silosu temiz, drenaj iyi olmalı ve mikroorganizma bulaştıracak her türlü materyalden uzak olmalıdır (Ayrılmış 2000).



Şekil 1.20. Yongaların depolanması (Metso, IWA, wood based panels 2008).

1.5.5. Yongaların Elenmesi

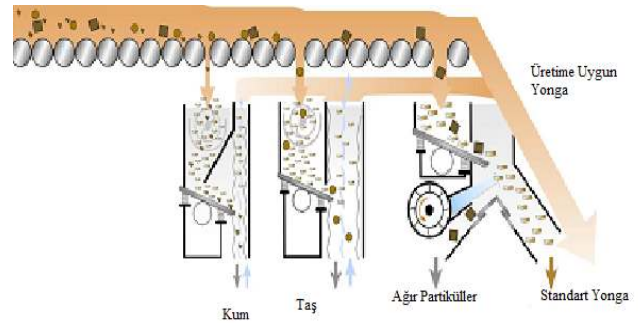
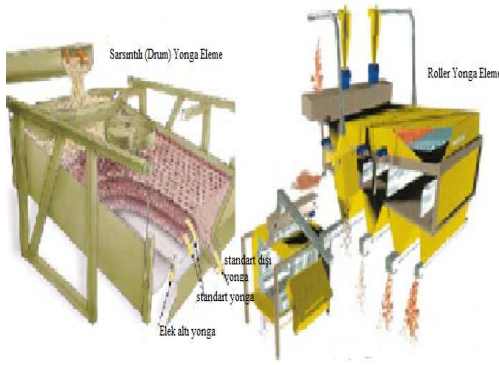
Yongaları eleme (screening); normal boyutlara sahip olan yongaları, aşırı büyüklükteki yongalardan ve ince materyalden ayırma işlemi olarak tanımlanmaktadır. Yongalayıcıdan çıkan yongaların içinde %1,5–3 oranında odun kırıntıları vardır. İnce materyaller; odun tozu, ince kabuk ve boyu 3 mm'nin altındaki yongalardan oluşur (Eroğlu ve Usta 2000).

Yonga beslenmesi öncesi ve sonrasında tambur tipi metal tutucular yada bunlarla kombine olarak magnetik mıknatıslar kullanılarak bu tür malzemeler temizlenir. Yonga silosundan çeşitli transportörler yardımıyla gelen yongalar sarsak eleğe üst kısımdan dökülmektedir. Yongaların içinden kum, toz ve kabuğun ayrılması, üretimi optimize etmektedir. İstenmeyen bu materyallerin elenmesi, elde edilen levhanın yapışma direncini artırmakta ve tutkal tüketimini azaltmaktadır. Ayrıca eleme ile ayrılan tozların yakılması ile enerji elde edilmektedir (Dieffenbacher 2005).

1.5.5.1. MDF üretiminde kullanılan elekleri

- Döner silindirik elekler.
- Sallantılı elekler.
- Çalkantılı elekler.
- Sarsıntılı-çalkantılı elekler.

Yonga eleme makineleri Şekil 1.21 ve Şekil 1.22’de görülmektedir. Bu makinelerden, lif levha endüstrisinde en çok kullanılan elek tipi üç katlı sarsıntılı eleklerdir. Silolardan yongalar İYA ile YA karışımı ve yüzdelik devirlerine göre ayarlanır. Bu ayarlar neticesinde yongalar bantlı transportörlerle eleklerle gönderilir. Büyük boyutlu yongalar tekrar yongalanmak üzere yonga kırıcı (rechipper)’lara gönderilir. Rechipper yongalayıcıda boyutu küçülen yongalar tekrar eleklerde elenirler. Eleğin orta katındaki elekte toplanan yongalar; 20x25x5 mm arasındaki üretime uygun boyuttaki yongalardır. En üstteki büyük yongalar tekrar yongalanmaya, en alttaki küçük yongalar vb. ise kazan’da enerji için yakılmaya yada yonga levha fabrikasında kullanılmak üzere sevk edilirler. Büyük eleme yüzeyinde yongalar daha iyi elenmektedir. Bazı eleklerde yonga içinde bulunan tozları ve kabuk kırıntılarını emmek suretiyle vakum uygulanır. Böylece kum ve taşlar eleğin altına dökülür (Eroğlu ve Usta 2000).



Şekil 1.21. Sallantılı ve döner silindirli yonga eleme makinesi(Metso 2008).

Şekil 1.22. Sallantılı elek ve elek altı yongalar (Pallman 2008).

MDF üretim kapasitelerinin yüksek rakamlara ulaşması nedeniyle ve odunların kış mevsiminde buzlanmaya uğradığı bölgelerde yonga tasnifi için döner silindirli elekler yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Eleme makinesinin çıkışında mıknatıs

bulunmaktadır. Bu sayede elenen yongalar içindeki metal vb. maddeler ayrılmakta ve liflendirme işleminde problem çıkması önlenmektedir. Odun tozu, ince kabuk ve 3 mm'den kısa olan yongalar, ince materyal olarak ifade edilmektedir. (Eroğlu ve Usta 2000).

Yonga boyutlarının birbirine yakın olması liflendirme işleminde lif kalitesine ve levha rengine önemli ölçüde katkıda bulunduğu gibi, lif içindeki toz oranının azalması nedeniyle de tutkal tüketiminde azalmaya etki etmektedir. Fakat yonga boyutlarını birbirine yaklaştırma işleminde zayıf arttığı için bir m³ levha üretimi için gerekli odun tüketimi artmaktadır.

1.5.6. Yonga Yıkama

Eleklerden elenen yongalar aralarında bulunabilecek kum, ufak taş parçaları gibi istenmeyen inorganik maddelerden temizlenmek üzere transportör vasıtasıyla yonga yıkama makinesine gönderilir (Eroğlu ve Usta 2000).

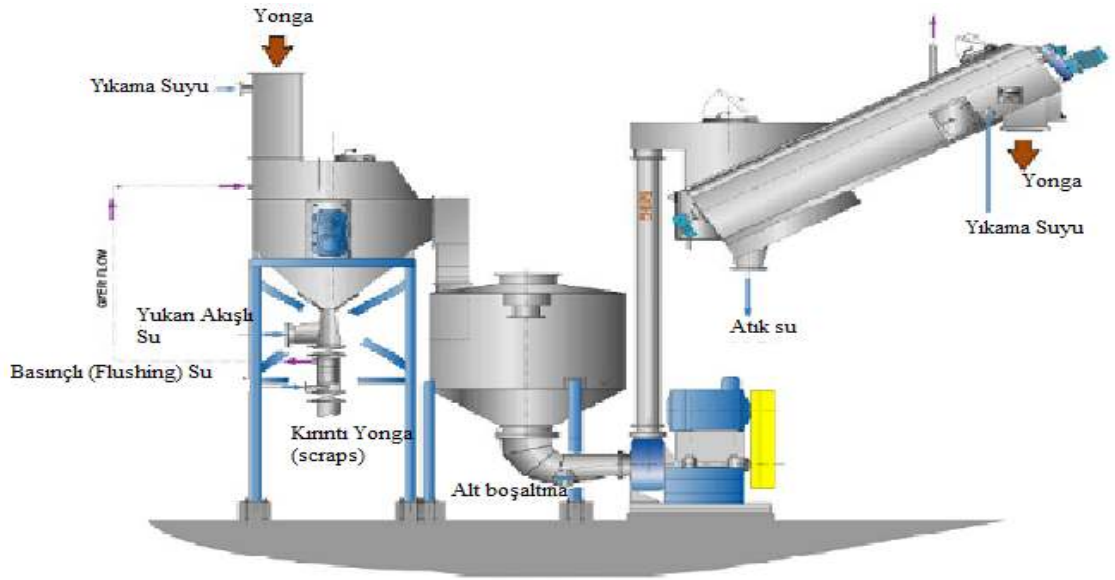
Yongaların yıkanması (chip washing) ile içlerindeki kum oranının azaldığı, yongaların metal parçaları ve taş kırıntılarından temizlendiği belirtilmektedir. Bu sayede defibratör segmentlerinin ve pişirme kazanına yonga boşaltan helezonun (plug screw) kullanım ömrü uzamaktadır. Yongaların yıkanmasıyla eşit rutubet sağlanmaktadır. Üretilen levhanın yapışma kalitesinin de iyileştiği açıklanmaktadır.

Levha içindeki kum oranı ile ilgili olarak Avrupa Levha Üreticileri Birliği maksimum %0,05 oranında kumu kabul etmektedir. Yonga yıkama makinesi; buzun çözülmesini, yongaların yıkanmasını, yonga rutubetinin optimum olmasını, daha kaliteli liflendirme yapılması sağlamaktadır.

Orta yoğunlukta lif levha üretiminde yonga yıkama makinesinde yongalar Şekil 1.23'de görüldüğü gibi iki aşamada yıkanır. Birinci aşamada atık ayırıcıda yongalar, aralarında bulunan ufak parçalar kırıntılar v.b'den temizlenir. Atık ayırıcı içinde bir mil etrafında dönen pedallar vasıtasıyla yongalar su içerisinde sürekli karıştırılır. Sudan daha ağır olan parçalar yıkama makinesinin dibinde toplanmakta ve boşaltma valfinden atılmaktadır. Yongalar daha sonra üzeri açık yonga silosunda su içerisinde toplanır. İkinci aşamada yonga ve su karışımı bir pompa vasıtasıyla silodan vidalı transportör ile taşınır. Pompa vasıtasıyla meydana gelen şiddetli türbülans ile yongalardan yabancı

maddeler uzaklaştırılır. Vidalı transportör belli bir açıyla yükseltmekte ve alt kısmında yıkama bölgesi olup içerisinde su bulunmaktadır. Yongalar vidanın hareketi ile ilerlerken hem temizlenmekte hem de sudan arındırılmaktadır. Yıkanan yongalar metal süzgeç ile kaplı vidalı transportörden geçerek hem suları süzülmemekte hem de pişirme kazanı yonga silosuna boşalmaktadır. Transportör belli bir açıyla yükseldiğinden süzülen su transportörün alt tarafından atık su deposuna boşaltılmaktadır. Yıkanan yongaların rutubeti %100'e varmaktadır.

Örneğin %40 rutubetteki yonga için gerekli yıkama suyu 22 ton/saat'tir. %60 rutubet için 12 ton/saat, %80 rutubet için 4 ton/saat, %100 ve daha fazla rutubet için 2 ton/saat su gereklidir (Maloney 1993).



Şekil 1.23. Yonga yıkama makinesi (Metso, IWA, wood based panels 2008).

1.5.7. Liflendirme İşlemi

Lif levha endüstrisinde genel olarak üç farklı liflendirme (fiber preparation) yöntemi kullanılmaktadır. Lif hamuru üretim yöntemleri aşağıda sınıflandırılmıştır (Eroğlu ve Usta 2000).

1.5.7.1. Mekanik liflendirme yöntemleri

- Taş mekanik lif hamuru.
- Refinör mekanik hamuru.

1.5.7.2. Kimyasal – mekanik yöntemler

- a. Biffar değirmeni.
- b. Boja–jung defibratörü.

1.5.7.3. Termal mekanik yöntemler.

- a. Masonit yöntemi
- b. Asplund defibratör yöntemi

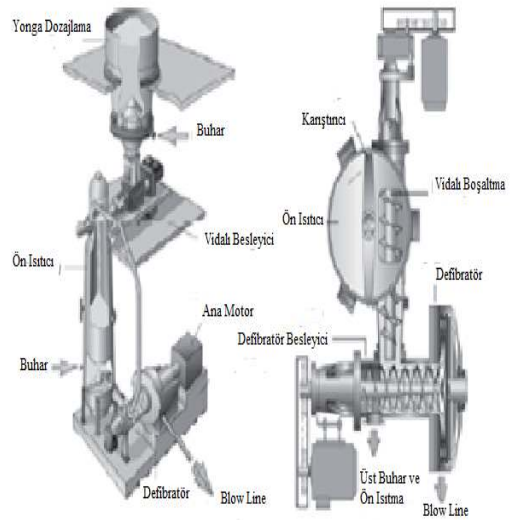
Amerika Birleşik Devletleri’nde 1926 yılında masonit yöntemiyle lif hamuru üretilmiştir. Arne Asplund isimli mühendis, tavan döşemelerinde kullanılan paçavra hammadde yerine yeni bir hammadde araştırırken 1931 yılında “Asplund Defibratör Yöntemi’ni” İsveç’te geliştirmiştir. Asplund Defibratör genel yapısı Şekil 1.24 ve Şekil 1.25’de görülmektedir.

Defibratör liflendirme sistemi üç temel kısımdan oluşur.

- a. Yonga silosu (pişirme kazanı için).
- b. Yonga pişirme kazanı.
- c. Defibratör (refiner)



Şekil 1.24. Rafiner yapısı ve genel görünümü (IWA, wood based panels 2008).



Şekil 1.25. Rafiner genel görüntüsü.

- a.Tüp.
- b.Yonga silo penceresi.
- c.Üst besleme helezonu.
- d.Defibratör motoru.
- e.Blow line borusu.
- f.Tutkallama enjektörleri.

Defibratör yönteminde; odun hammaddesi mekanik işlemler ile termomekanik olarak liflendirilmektedir. Defibratör yönteminde lif üretimi sürekli, enerji tüketimi daha az, lif verimi %90–95 civarında gerçekleşmekte ve üretimde çeşitli odun hammaddeleri kullanılabilir (Eroğlu ve Usta 2000).

1.5.7.4.Yonga Silosu.

Yonga yıkama sistemi kullanılıyorsa yongalar, pompalar yardımıyla delikli helezon ve oradan da ön buharlama silosuna gelmektedir. Yonga yıkama sistemi kullanılmıyorsa yongalar, bantlı transportörler yardımıyla pişirme kazanı silosuna (ön buharlama silosu) gelmektedir. Yapısı koni şeklindedir. Burada yongalara ön buharlama işlemi uygulanmakta ve pişirme kazanı öncesi dozajlama yapılmaktadır. Silonun altında bulunan helezon–vida (plug screw), pişirme kazanını düzenli bir şekilde yonga ile besleme görevi görmektedir. Bu helezonun devir sayısı lif üretim kapasitesine göre ayarlanabilmektedir.

Pişirme kazanı silosunun üst kısmında doluluk oranını gösteren yonga beslemesini ayarlayan bir seviye ölçer bulunmaktadır. Bu sistem, gama ışını ile ölçüm yapmaktadır. Buna ilaveten silonun alt bölümünde de minimum yonga seviyesini gösteren sistem bulunmaktadır. Yonga besleme helezonunda yongalar ilerlerken sıkışma meydana gelmekte ve yongaların içinde bulunan su, alt kısmında bulunan deliklerden geçerek boşaltılmaktadır.

1.5.7.5. Yonga Pişirme Kazanı.

Yonga besleme helezonu, yongaları pişirme kazanına boşaltır. Besleme helezonunun karşısında yongalara mantarlaştırma etkisi sağlayan bir karşı basınç pistonu (Blow Back Bar) bulunmaktadır. Bu piston yongalara yaklaşık olarak 1,5–2,5 bar karşı basınç uygulamaktadır. Bu basınç pistonu buhar basıncının kazandan kaçmasını engellemektedir. Yongaların besleme helezonundan pişirme kazanına verildiği yerde buharla yaklaşık olarak 90–100°C' lik bir ön ısıtma yapılmaktadır.

Yonga pişirme kazanının görevi; yongaların belirli bir basınç ve sıcaklık altında yapılarını yumuşatarak ligninin gevşemesini temin etmektir. Pişirme kazanında yongalara uygulanan basınç miktarı 6–10 bar, sıcaklık ise 150–185°C'dir. Bu değerler, kullanılan yonganın elde edildiği ağacın türüne, yoğunluğuna vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yongaların daha homojen pişmesini sağlamak için kazana buharın bir kısmı üst taraftan, bir kısmı da kazanın alt bölgesinden verilmektedir.

Pişirme kazanı; yongaların sıcaklık ve buhar basıncı altında yumuşatıldığı, lignin ve polisakkaritlerin yardımıyla orta lamelden ayrılması için sürekli ortamın sağlandığı çelikten yapılmış kısımdır. Hammaddeye bağlı olarak seçilen buhar basıncı, buhar sıcaklığı ve buharlama süresi defibratörün verimini ve lif kalitesini belirler. Kazanda yongaların bekleme süresi ağaç türüne, pH ve lif rengine göre 3–5 dakika arasında ayarlanır.

Yonga rutubetinin %40–60 olması yada %100 olması durumunda daha iyi bir ısı iletimi sağlanmakta ve yonga plastikleşmektedir. Bu rutubetteki yongaların sıcaklık ve basınç etkisi altında kalması sonucu hücre çeperindeki lignin yumuşamakta, bunun sonucu olarak yongalar diskler arasından geçerek mekanik olarak liflendirilmektedir.

Yongaların rutubeti LDN altında ise buhar basıncı ve sıcaklık altında hücre çeperi yumuşamamakta ve hücre çeperi ayrışımı tam olamadığından yongalar diskler arasında kırılıp ufalanır ve kaliteli lif elde edilmeyip kalın lif üretimi ile birlikte enerji tüketimini de arttırır.

Pişirme kazanında yapılan işlem liflendirme lif kalitesini etkilemektedir. Yongaların kazanda kalma süreleri, kazanın doluluk seviyesine göre ayarlanır. Bu da kazanın

altında bulunan boşaltma helezonu ve üst kısımdaki besleme helezonunun devir sayısı ile değiştirilmektedir.

Yongaların pişirme süresi; ağacın türü, yoğunluğu, yonga boyutları, pH değeri, üretilmek istenen lif boyutları vb. faktörlere bağlıdır. Pişirilen yongaların rutubeti %70–90 civarında olursa daha iyi bir ısı iletimi sağlanacağından dolayı elde edilecek lif kalitesi iyileşmekte ve toz miktarı azalmaktadır. Yonga silosunda olduğu gibi pişirme kazanında da doluluk seviyesini gama ışınları ile tespit eden sistem bulunmaktadır. Kazanın bir tarafında bulunan kısımdan gönderilen ışınlar, onun tam karşısında bulunan detektör vasıtasıyla algılanır ve belirli bir açıyla tekrar gönderilir. Bu şekilde seviye ölçüm işlemi yapılmaktadır. Yonga pişirme kazanının alt kısmında karıştırıcı yer almaktadır. Bu sistem yongaları homojen karıştırmakta ve buhar etkisinin eşit olmasını sağlamaktadır. Pişirme kazanının alt kısmında bulunan helezon (discharge screw–pişirici boşaltma helezonu) ile yongalar defibratöre iletilmektedir.

Boşaltma helezonunun hızına göre liflere katılacak tutkalın lt/dk olarak hızı ayarlanmaktadır. Pişirme kazanından çıkan yongalar alt kısımda bulunan boşaltma helezonu tarafından, bu helezona dik olarak konumlanmış besleme helezonuna (feed screw) iletilmekte, buradan da defibratöre boşaltılmaktadır. Bu helezon ise diğerlerinden çok daha hızlı devir yapmaktadır. Parafin, yongalara boşaltma helezonu ile besleme helezonu arasından verilmektedir.

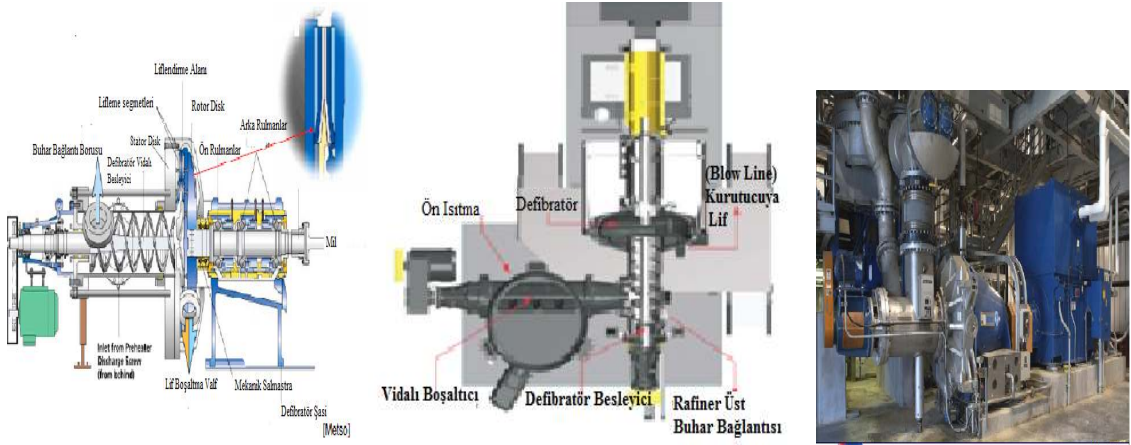
1.5.7.6. Defibratör

Pişirme kazanında yumuşatılan yongalar, kazanın altında bulunan besleme helezonu ile defibratörün segmentleri arasına gelmektedir. Yongaların diskler arasından geçmesi ile mekanik olarak lif elde edilmektedir. Defibratör (Refiner)’lerde kullanılan segmentlerin çapları 32 inç ile 72 inç arasında değişmektedir. Defibratörde iki adet disk (segment) bulunmaktadır. Bunlardan birisi sabit iken diğeri yaklaşık 1400–1500 dev/dk hızda dönmektedir. Dönen segment “rotor”, sabit olan ise “stator” olarak isimlendirilmektedir. Ayrıca dönen bu segmentin ileri geri hareket etmesini sağlayan hidrolik bir sistem bulunmaktadır. Çift yönde dönebilen segmentlerin enerji tüketimi tek yönde dönebilen segmentlere oranla %30 daha fazladır.

1.5.7.6.1. Rafinör bıçakları arasındaki mekanik etkiler

- Yongaların uzunluğuna yarılarak bölünmesi.
- Lif demetlerinin ligninin yumuşaması sonucu daha küçük lif demetleri ve liflere ayrılması.
- Lif yüzeylerinin aktifleşmesi.

Defibratörler özellikle MDF endüstrisinde kullanılanları biri sabit diğeri ise 1500 dev/dak.dönen ve ileri geri hareket ederek liflendirme basıncı ayarlanabilen sistemden oluşmaktadır. Transport sonsuz vidası ile disklerin ortasına iletilen yongalar burada merkezkaç kuvvetinin etkisi ile ve arkadan gelen yongaların baskısıyla disklerin çevresine doğru spiral bir yol izlemektedir. İlk kademede yongalar uzunluğuna yarılarak kaba lif ve lif demetlerine ayrılırlar. Dışa doğru açılı küçüldüğünden dolayı birbirine yaklaşan bıçaklar kaba lif ve lif demetlerini yüzey olarak daha aktif hale getirerek bir yerde saçaklandırma görevi yaparlar.



Şekil 1.26. Defibratörün çalışma sistemi (metso)/(andritz) (wood academy 2008).

Defibratörün çalışma prensibi Şekil 1.26’da gösterilmiştir. “Pallman”, “Andritz” ve “Metso” markalı defibratörler bulunmaktadır. Bu yeni nesil defibratörlerde, geleneksel olarak uygulanan “radyal boşaltma” (radial discharge) yerine “helezon” (helical discharge) şeklinde yeni bir boşaltma sistemi tasarlanmıştır. Bu sayede enerji tasarrufu sağlandığı belirtilmiştir (Panelboard Highlights 2007).

Rutubet fazla ise lifler uzun olmakta ve enerji tüketimi azalmaktadır. Liflendirme esnasında %30 rutubet kaybı olur. En az %60 rutubetli çam ve ladin yongalarından uzun ve keçeleşmiş lif elde edilir. Kayın yongaları, kısa ve keçeleşmeyen lif verir fakat levha yüzeyi daha düzgün olmaktadır.

Liflendirme sırasında öğütmeden ve buhar basıncından dolayı diskleri birbirinden uzaklaştırmaya çalışan bir basınç meydana gelir. Bu basınca liflendirme basıncı denir. Bu basınç; rafiner kapasitesi, yonga rutubeti, öğütme derecesi, buhar basıncı ve hammadde türüne bağlı olarak 2–5 kp/cm² arasında değişir. Disk bıçaklarının aşınmasıyla verim ve lif kalitesinde düşme görülür. Bu azalma %30'u bulunca segmentlerin değiştirilmesi gerekmektedir. Defibratörler de tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere iki ayrı bıçak kullanılabilmektedir. Günümüzde avantajlı olan tek yönlü bıçaklar lif levha endüstrisinde büyük oranda kullanılmaktadır.

1.5.7.6.2. Tek yönlü bıçakların avantajları

- a. %15–20 oranında daha az enerji tüketir.
- b. Liflendirme kapasitesi fazladır.
- c. Diskler arasında basınç daha az olduğundan segmentler fazla zarar görmez.

Tek yönlü (Üni direction) bıçaklarda biri sabit (stator) diğeri döner (rotor) olarak takılan 12'şer adet bıçak devamlı aynı yönde (saat yönü tersi) çalıştırılır. Elde edilecek lifin kalınlığı diskler arası mesafe (0,05mm–0,4mm)'ye göre değişmektedir. Defibratör segment yapısı Şekil 1.27'de görülmektedir.

Defibratörde %100 rutubetli giren yongalar %55 rutubetli lif halinde çıkar. Liflendirmeyi kolaylaştırmak ve sürtünmeden dolayı fazla ısınmayı önlemek için yonga rutubeti en az %100 olmalıdır.

1.5.7.7. Lif Kalitesini Etkileyen Faktörler

- a. Kazanın buhar basıncı ve pişirme süresi.
- b. Yonga rutubeti.
- c. Yonga cinsi ve boyutu.

- d. Disklerin karşılıklı konumu.
- e. Bıçaklar arasındaki mesafe.
- f. Bıçakların çalışma süresi.
- g. Defibratörün alt besleme helezonunun hızı .
- h. Alt ve üst besleme helezonu ile kazan doluluk arasındaki optimum oran seviyesi.
- i. Lif çıkış valfi açıklığı.

Defibratörün bıçakları arasındaki mesafe, lif boyutlarını direkt olarak etkilemektedir. Genelde bu açıklık 0,05 mm civarında tutulmaktadır. Bu süreçte liflendirmeden dolayı segmentlerin arasındaki mesafeyi artırıcı yönde oluşan bir liflendirme basıncı söz konusudur. Defibratörün bıçakları değişik faktörlerden dolayı aşınmaktadır. Aşınan segmentlerde ise lif kalitesi ve verim düşmektedir. Ayrıca elektrik tüketimi artmaktadır. Tek yönlü segmentler için çalışma zamanı yaklaşık 700 saat, çift yönlü segmentlerde ise 2000 saat seviyesindedir. Çift yönlü segmentlerin çalışma ömürleri aynı şartlarda çalışan tek yönlü segmentlere göre fazla olmakla birlikte, elektrik enerjisi tüketimi yaklaşık %30–40 daha fazladır. Ayrıca çift yönlü segment ile çalışma esnasında yaklaşık olarak 72 saat ara ile makine durdurulup yön değiştirilmesi yapılmaktadır.



Şekil 1.27. Defibratör segment yapısı (Metso). **Şekil 1.28.** Defibratör çıkışı blow line (Pallmann ve wood academy 2008).

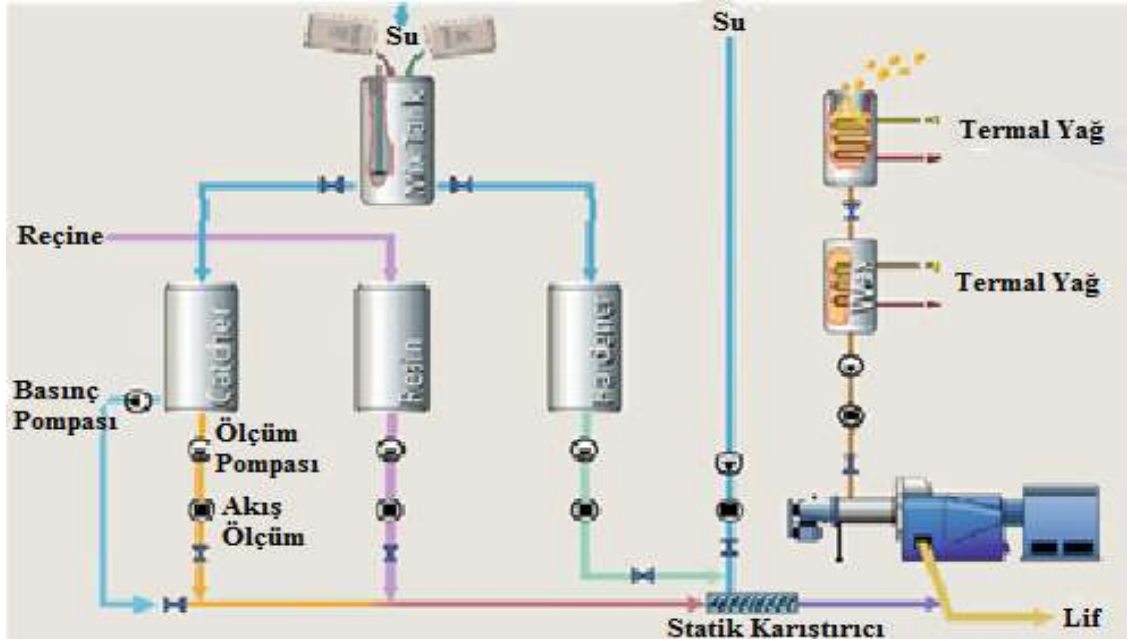
Defibratörde elde edilen liflerin boyutlarını tespit etmek ve üretime uygun olup olmadıklarını belirlemek için lif-elek analizleri yapılmaktadır. Yonganın elde edildiği ağacın türü, yoğunluğu, anatomik yapısı, pH değeri, yonganın boyutları, yonga rutubeti, pişirme basıncı, pişirme süresi, pişirmede uygulanan sıcaklık, pişirme kazanında buharın uygulandığı yer, segmentlerin yapısı, segmentler arasındaki mesafe, boşaltma helezonunun devir sayısı vb. faktörler, lif kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte, liflerin lif çıkış borusunda örnekleme yardımıyla online fotoğrafını çekip bu doğrultuda lif analizi yapan cihazlar da endüstriye son yıllarda adapte edilmiştir. “Qual Scan” isimli cihaz kullanılmaktadır.

Defibratörün çıkış kısmında “lif çıkış borusu” (Blow Line) bulunmaktadır. Defibratör çıkış blow line Şekil 1.28’de görülmektedir. Lifler bu boru vasıtasıyla kurutucuya kadar gitmektedir. Lif çıkış borusu üzerinde lif çıkışını ayarlayan bir valf (Blow Out Valve) bulunmaktadır. Bu valfin açıklığı da ayarlanarak lif kalitesi değiştirilebilir.

1.5.8. Tutkallama ve Diğer Kimyasal Maddelerin İlave Edilmesi

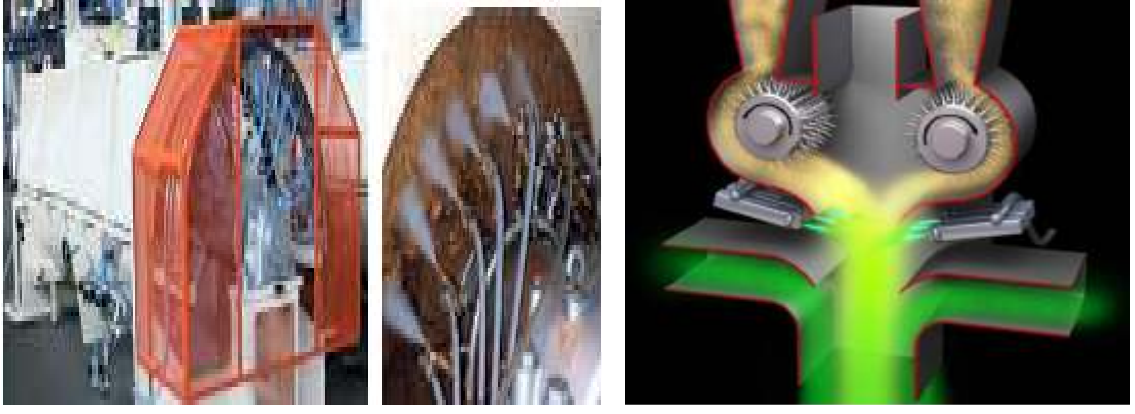
Günümüzde genellikle tutkallama işlemi (gluing) defibratör sonrasında yapılmaktadır. Lifler defibratörden çıktıktan sonra lif çıkış borusunun etrafında yer alan enjektörler (nozzle) vasıtasıyla tutkallanmakta, daha sonra kurutucuya gitmektedirler. Liflere tutkal, 10–15 bar civarında bir basınçla püskürtülmektedir. Liflerin homojen tutkallanması, kaliteli bir levha için önemli bir parametredir. Lif çıkış borusunda liflere, tutkala ilaveten sertleştirici, tamponlama maddesi, vb. kimyasallar da katılmaktadır. MDF üretiminde genellikle %10–11 oranında tutkal kullanılmaktadır. Kullanılan tutkallar; ÜF, MF, FF, MUF, MDI, PMDI ve İS olmakla beraber genelde Üre Formaldehit tutkalı tercih edilmektedir. Çünkü fiyatı ucuz, sertleşme süresi kısa, rengi beyaz ve uygulaması pratiktir. Dış hava koşullarında kullanılacak MDF üretimi için MF ve FF kullanılmalıdır. FF’in liflere uygulama miktarı ÜF ve MF tutkallarına göre oldukça düşüktür. Liflere tutkaldan başka sertleştirici madde katılmaktadır. Bu amaçla NH_4Cl kullanılmaktadır. Buna ilaveten hidrofobik kimyasal maddeler (parafin) tamponlama maddesi (amonyak), formaldehit tutucular (azotlu bileşikler), yanmayı engelleyici kimyasal maddeler (Çinko Borat, Borik Asit, Boraks, MAF, DAF, Amonyum Fosfat, DBF) ve biyolojik zararlılara karşı koruyucu maddeler (sodyum pentaklorfenol) kullanılabilir. Sertleştirici madde miktarı kuru lif ağırlığına oranla %0.5–0.8 arasında değişirken, parafin miktarı yaklaşık %1-1,5 civarındadır.

Günümüzde MDF fabrikalarında tutkallama işlemi, genellikle defibratör lif çıkış borusunda Şekil 1.29’da görüldüğü gibi uygulanmaktadır. Fakat son zamanlarda değişik sistemler geliştirilmiştir. Şekil 1.30’daki görülen uygulamada, lifler mikser içerisinde fan vasıtasıyla hareket ederken farklı noktalara konumlandırılmış enjektörler vasıtasıyla tutkallama işlemi yapılmaktadır. Bu sistemde amaç; daha az tutkal tüketimi ve daha homojen bir tutkallama işlemidir. Mikser tipi tutkallama makinelerinde diğer sisteme (kurutma tüpü) göre %30–40 civarında tutkal tasarrufu sağlanmaktadır.



Şekil 1.29. Defibratör sonrası lifleri tutkallama sistemi(IWA, wood based panels 2008).

Pnömatik kuru tutkallama sistemlerinde genelde konsantrasyon 75 g/m^3 hava ve hava hareket hızı 25 m/dk 'dır. EVOjet sisteminde ise konsantrasyon 300 g/m^3 hava ve tutkalın uygulandığı noktadaki hava hareket hızı 17 m/dk 'dır. Burada 2000 dev/dk hızla dönen ayırıcı silindirlerin (Separation Rolls) arasından geçen liflerin, birbirlerinden ayrılması sağlanarak topak (lif demetleri) oluşumu engellenmektedir. Ayırıcı silindirlerden geçen lifler püskürtme işlemini yapan enjektörlerin önünden geçerek tutkallanmaktadır. Bu sistem ile tutkal tüketiminde yaklaşık olarak %50'lere varan tasarruf yapılabilmektedir.



Şekil 1.30. Kurutma sonrası kuru lifleri nozzle EVOjet tutkalama (Diffanbacher 2007).
ile tutkallama (İmal 2007).

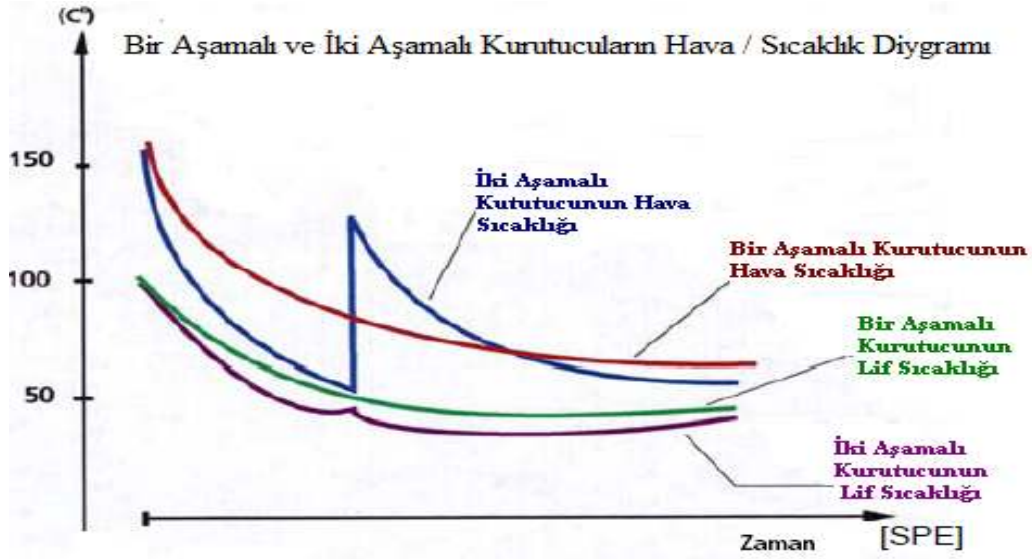
1.5.9. Lif Kurutma

Defibratörden çıkan liflerin üzerine tutkal, sertleştirici, parafin v.b kimyasal maddeler ilave edildikten sonra lifler buhar basıncı yardımıyla lif çıkış borusundan kurutucuya gönderilir. Yonga levha ve OSB endüstrisinde döner tambur tipli kurutucular tercih edilirken MDF üretiminde sadece tüp şeklindeki lif kurutucular (fiber drying) kullanılmaktadır.

Bu kurutma tüplerinin çapları (kapasiteye bağlı olarak) 1–4 m iken, boyları 100–150 m arasında değişmektedir. Kurutma tüplerinin etrafı çeşitli izolasyon malzemeleri ile sıkı bir şekilde sarılarak ısı kayıpları engellenmeye çalışılmaktadır. Kurutucu içindeki hava hızı yaklaşık 30–40 m/sn arasında değişmekte ve 50–60 gr/m³ lif taşınabilmektedir. Kurutma tüpünde liflerin kalma süresi 2–3 sn civarındadır Uygulamada çoğunlukla tek kademeli kurutma uygulanır. Buna rağmen bazı firmalar iki aşamalı kurutmayı tercih ederler. Kurutma tüpünde ilerleyen liflerin sıcak hava etkisi ile rutubetleri azalmakta, daha sonra hava ile lifin ayrılması için siklonlara gelmektedir. Şekil 1.31 ve Şekil 1.32’de kurutucu tipleri ve bunlara ait hava/lif değişkenleri görülmektedir. Siklonlarda, havadan ayrılan lifler, serme hattına verilmek üzere lif bunkerlerine gitmektedir.

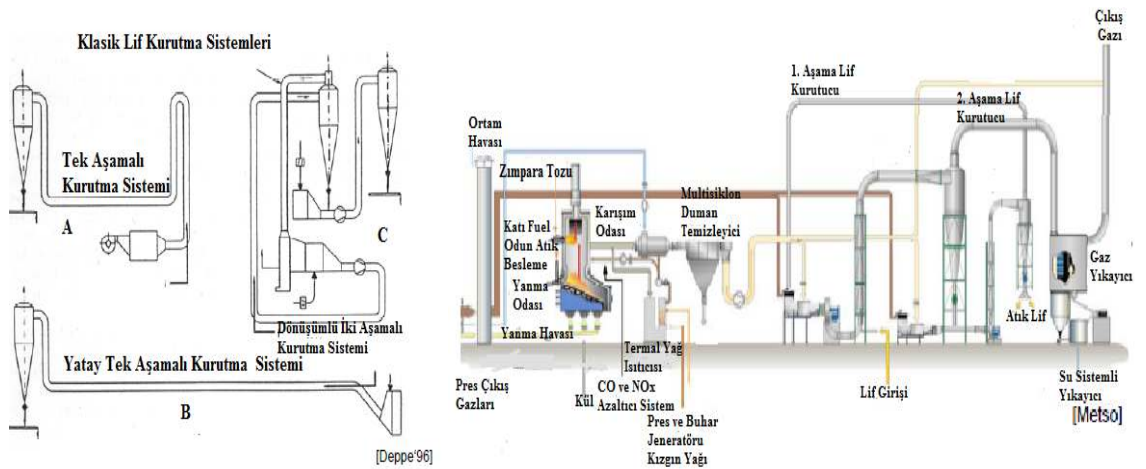
Kurutma hattında kullanılan sıcak hava, kojenerasyon (elektrik türbini atık gaz) sisteminden yada ısı eşanjörlerinden sağlanır. Şekil 1.32’de baca gazı entegrasyonlu iki aşamalı kurutma sistemi görülmektedir. Üretici firmalar, fan kapasiteleri ve ısı ihtiyacını gerekenden %10–25 daha fazla tutarlar ki rutubet dalgalanmalarından

etkilenmesini istemezler. Kurutma tüpü içindeki oksijen miktarı %17'yi aştığında yangın tehlikesi doğmaktadır.



Şekil 1.31. Bir ve iki aşamalı kurutucuların hava/lif sıcaklığı (IWA, wood based panels 2008).

Kurutmaya gönderilen lifin rutubet içeriği geniş bir dalgalanma gösteriyorsa iki kademeli tüplü kurutucu tercih edilebilir. Böylece ilk kademede lifin rutubet içeriğini dengelemek için bir ön kurutma uygulanır (%25–50 nem oranına kadar). Son kurutmada liflerin nem oranı %8-12'e düşer. Kurutucu giriş sıcaklığı 150–250°C arasında iken çıkış sıcaklığı 55-65°C'ye düşer. Siklonun üst kısmında dışarı atılan havanın nispi rutubeti %90'dır (Moleney 1993).



Şekil 1.32. Lif kurutucu modelleri (Deppe 1996). Baca gazı kurutma entegreli iki kademeli çevre kontrollü kurutma sistemi (Metso 2007).

1.5.9.1. Lifin Kurutulmasına Etki Eden Faktörler

- a. Ağaç türü.
- b. Odunun yoğunluğu.
- c. Liflerin boyutları.
- d. Kurutma hattına giren liflerin başlangıç rutubeti.
- e. Kurutma hattının uzunluğu ve çapı.
- f. Kurutucunun tipi ve çalışma sistemi.
- g. Kurutma hattındaki hava hızı.
- h. Kurutma hattındaki sıcaklık (giriş ve çıkış sıcaklığı).

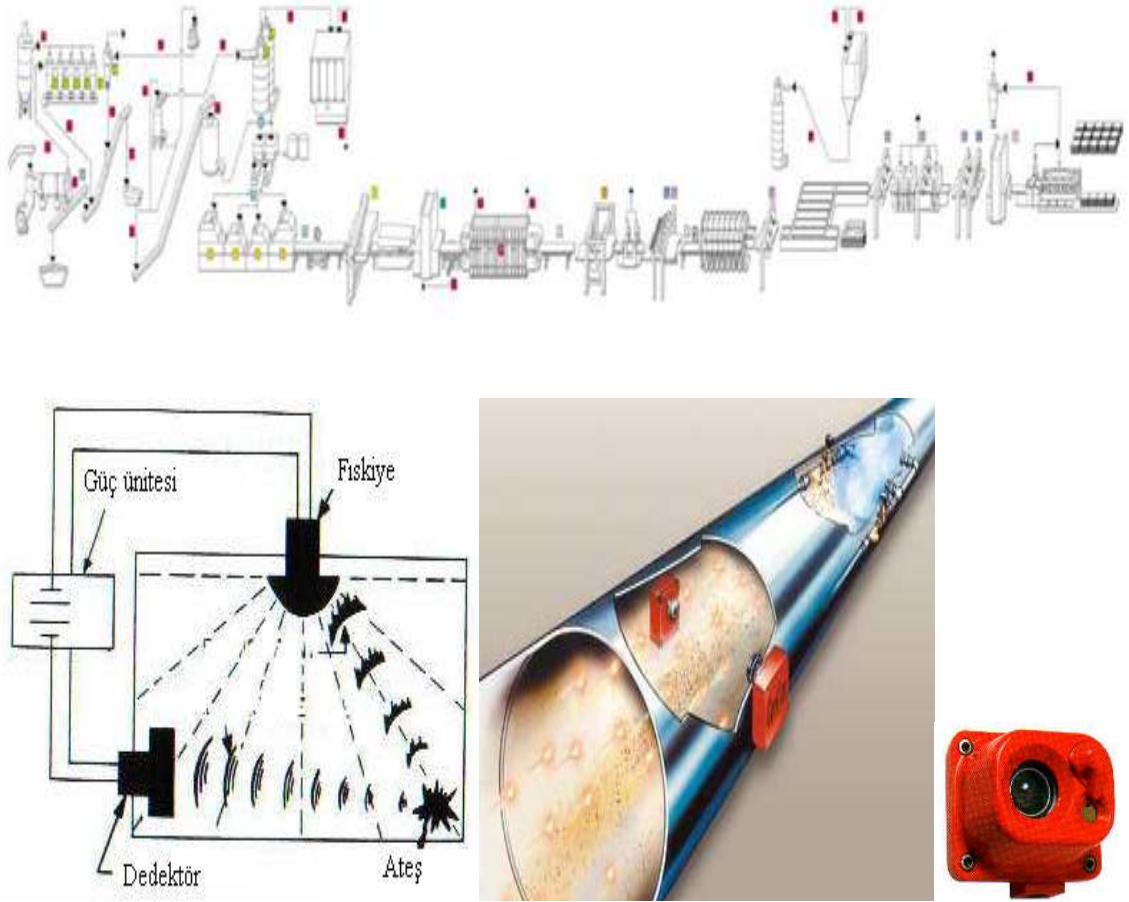
Kurutucu sonunda istenilen rutubet değerine getirilen lifler, siklon adı verilen kısımda toplanmaktadır. Siklonun alt kısmında bir hava kiliti (rotary valf) bulunmaktadır. Bu sayede sıcak hava ve buhar, liflerden ayrılmakta ve dışarı atılmaktadır. Kurutma hattında yangın algılama ve söndürme dedektörleri ve nozulları bulunmaktadır. Şekil 1.33'de görüldüğü gibi (GreCon) yangın söndürme sistemleri bazı fabrikalarda bu amaçla kullanılmaktadır. Yangın söndürme sisteminin hassasiyet seviyesi kontrol edilebilmektedir. Bu sistemde kurutma hattının çeşitli yerlerine yerleştirilen sensörler, kıvılcımları görmektedir. Eğer bu kıvılcımlar belirli bir seviyeyi geçerse yangın tehlikesi ortaya çıkabilir. Bunu önlemek için sistem, belirli yerlerden kurutma tüpüne su püskürtmektedir.

1.5.9.1.2. Kurutma Tüpünde Yangına Karşı Alınacak Önlemler

- a. Hava lif karışımı oksijen oranı %17 'den az olmalıdır.
- b. Lif hava karışımı belirlenen oranda tutulmalıdır.
- c. Herhangi bir tehlikeye karşı yangın söndürme aletleri hazır bulundurulmalıdır.
- d. Siklonlar ve kurutucularda yangına dayanıklı malzeme kullanılmalıdır.

Liflerin yüksek sıcaklıkta kurutulması iki önemli problemi oluşturur. Bu problemler yangın ve siklonlarda patlama tehlikesidir. Kurutma tüpüne giren rutubetli haldeki lifler

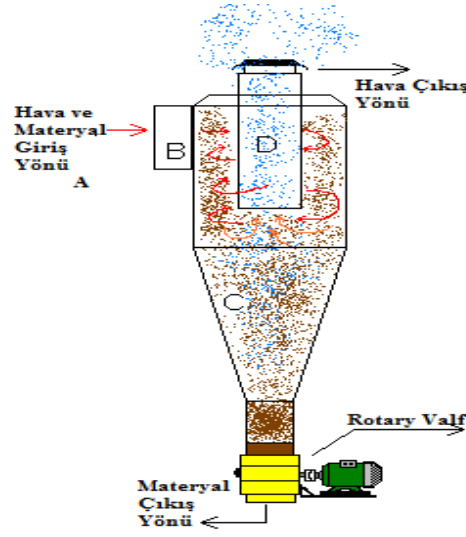
kurutma tüpünün  elik aksamına ıslak olması nedeniyle yapışabilir eğer böyle yapışma olursa lif tamamen kuruduğu zaman yanar ve kurutucu t p boyunca kıvılcım yayılır. Kıvılcım silolardaki liflere kadar ulaşarak patlamalara neden olmaktadır. Böylece yangının yayılmasına sebep olmaktadır. Bazen metal parçaları ve karbonlaşmış defibratör atıkları vb de kurutucularda yangına sebep olabilir. Kurutma hatlarında yangını önlemek için otomatik kıvılcım algılayıcı devreye girer. Kısa sürede nozullarla suyu püskürterek söndürme işlemine gerçekleştirmektedir. Dünyada Grecon (Alman), İmal (İtalyan), Firefly (İsveç) vb. firmalar başarı ile bu sistemleri kurmaktadır. Kurutma hatları paslanmaz çelikten yapılarak metallerin lif rutubetine karşı korozyonu ve ısı kayıplarını en aza indirmek için tamamen hat boyunca izolasyon malzemesiyle kaplanmaktadır.



şekil 1.33. Yangın söndürme sistemleri (Grecon 2001).

1.5.10. Siklonlar

Siklonlar 100 yılı aşkın süreden beri yapılmakta ve 50 yıldan buyana yeni hesap yöntemleri uygulanmaktadır. Zamanımıza kadar bu alanda çok araştırmalar yapılmıştır. Ayırıcı siklonlar endüstride en çok kullanılan toz tutma aparatlarıdır. Şekil 1.34'de siklonların çalışma şekli görülmektedir. İşletme ve yatırım masrafları açısından en ucuz olan sistemlerden biridir. Genellikle siklonlardaki merkez kaç kuvvetinin etkisiyle 5-200 μ iriliğindeki partiküllerin tutulması sağlanır. Merkezkaç kuvveti spiral akımla ortaya çıkar.İletilen materyal siklonda merkezkaç kuvvetinin etkisiyle hava akımından ayrışır.



Şekil 1.34. Siklonların çalışma prensibi.

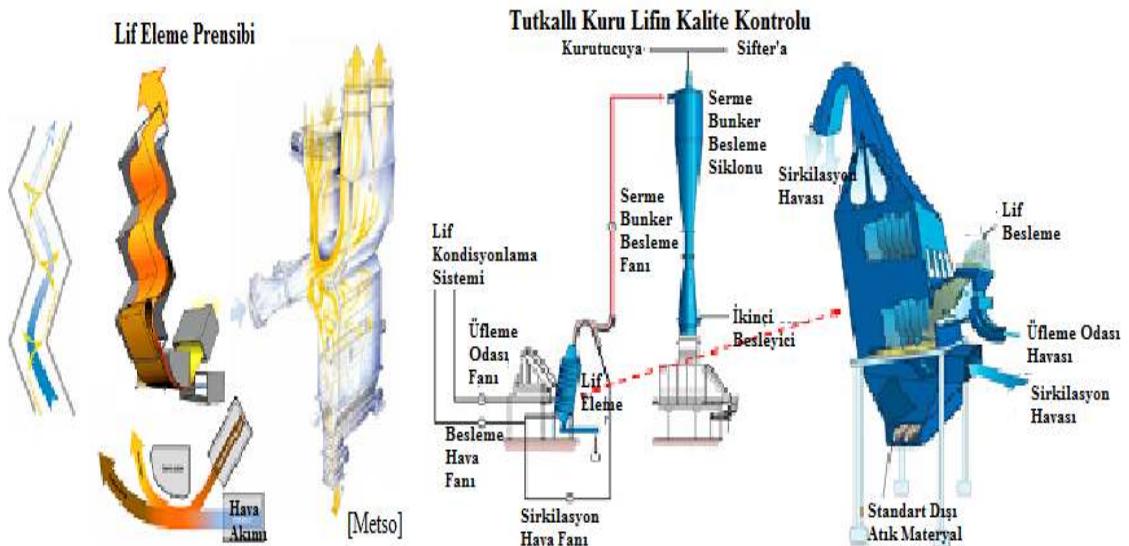
Siklonların genel yapısı;

- A. Siklona giren hava ve materyalin giriş yönü.
- B. Siklonun giriş kısmı.
- C. Hava ile materyalin ayrıldığı kısım.
- D. Havanın atmosfere atıldığı kısım.

1.5.11. Havalı Ayırıcılar

Havalı ayırıcılar; odunsal kaba lifler, kum, topraklı tutkallar, metal vb.ni normal liflerden ayırmak için kullanılır. Şekil 1.35’de havalı ayırıcı modelleri görülmektedir. Ayırıcılarda, istenmeyen materyalleri (kum, taş, metal parçaları ve kaba lif), bir taraftan öbür tarafa kadar ilerleyerek ayırma işlemi gerçekleşir. Bu sistem Sürekli presin çelik bandının mekanik zararlardan korunmasına yardımcı olmaktadır. Genelde üretime uygun materyaller pnömatik olarak ilerler ve silolara gönderilirler. Ayrıca havalı ayırıcıların hava emişlerinde 1/3 oranında sıcak hava siklon geri dönüş havası olarak kullanılır.

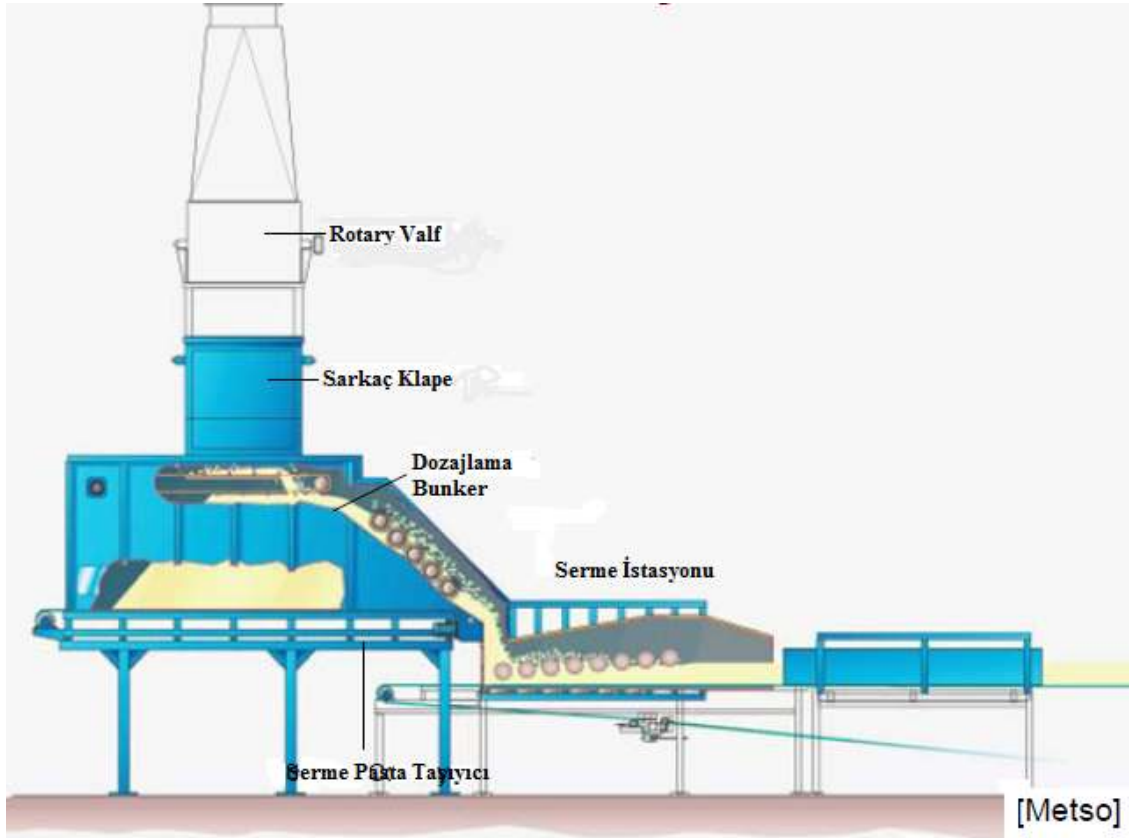
Günümüzde Avrupa ve Amerika’da birçok MDF fabrikasında lif bunkerlerinden ve havalı ayırıcılardan lifler geçerken yaklaşık 60°C’ye kadar ısıtılır ve buhar enjeksiyonu ile belli bir rutubet derecesine getirilen sıcak hava ile serme hattına taşınmaktadır. Burada asıl amaç lifleri belli bir sıcaklık derecesine kadar ısıtarak preslemede ısı transferi işlemini hızlandırmaktır. Sıcak havanın lifleri kurutmamak için buharla kondisyonlanması sonucu liflerin rutubeti kurutucudan serme istasyonuna kadar belli bir değerde korunmaktadır. Bu işlemi takiben serme bandı üzerinde prese gelen taslağın sıcaklığı 45°C’ye ulaşmaktadır. Liflerin kondisyonlanması sıcak prese kadar sıcaklık ve nemini muhafaza etmesi üretim kapasitesinde %30’a varan bir artış sağlar.



Şekil 1.35. Havalı ayırıcılar (Fiber Sifter Metso, IWA, wood based panels 2008).

1.5.12. Lif Bunkerleri

Lif ayırıcıdan transportörler ile gelen uygun lifler, serme bunkerinin üstündeki siklona gelmektedir. Lifler serme bunkerinin üst bölümünde yer alan bunkerde toplanmaktadır. Serme bunkerinin sayısı ve hacmi fabrikanın kapasitesine göre değişiklik göstermektedir. Serme bunkeri, kurutucu ile serme arasında kısa süreli depolama işlemi yapmaktadır. Serme öncesinde oluşabilen kısa süreli duruş problemlerinden ötürü serme işleminin ve presin durması engellenmiş olmaktadır. Şekil 1.36’de lif bunkeri ve serme ünitesi görülmektedir. Serme bunkeri lifleri sürekli ve üniform bir şekilde serme ünitesine iletmektedir. Lif bunkerlerinde bulunan tırmıklar, liflerin topaklanmasını engelleyerek homojen bir karışım oluşturmaktadır. Bu tırmıklar, liflerin bunkerden serme istasyonuna iletimini sağlamaktadır. Serme bunkerindeki tırmık bunker içine gelen lifi önden arkaya ve alttaki bant arkadan öne doğru taşıyarak ilk önce gelen liflerin ilk önce çıkmasını sağlamaktadır.



Şekil 1.36. Lif bunkeri ve serme ünitesi (Metso, wood based panels 2008).

1.5.13. Serme İşlemi (Taslak Oluşturma–Mat Forming)

MDF üretimi için kurutucuda uygun rutubet derecesine getirilen lifler, taslak oluşturmak amacıyla serme istasyonuna gelir. Serme istasyonunda liflerin hem istenen ağırlık değerinde dozajlaması yapılır hem de enine yoğunluktaki sapmaları minimize etmek için gerekli şekillendirme yapılır.

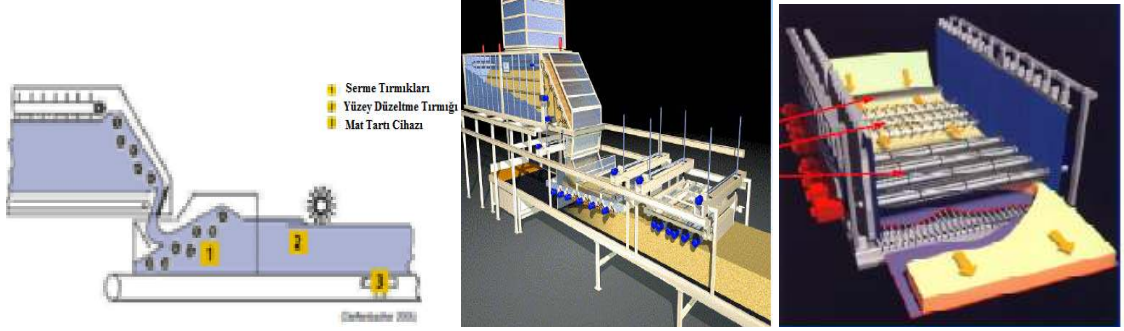
Serme sistemlerinin iki farklı modeli bulunmaktadır. Bu modeller; vakumlu serme makineleri ve mekanik serme makineleridir. Geçmiş yıllarda vakumlu serme sistemleri yoğun kullanılmasına rağmen, son yıllarda levha üretim kapasitesinin yüksek değerlere ulaşması nedeniyle vakumlu sermeler yerini tamamen mekanik serme sistemlerine bırakmıştır.

Homojen serme amacıyla lifler tırmıklar vasıtasıyla iyice harmanlanmakta ve topaklanmalar önlenmektedir. Pres sonrası levhanın istenilen kalınlığını ve optimum yoğunluğunu sağlamak için; sermede online ölçüm yapan kantar kullanılmaktadır. Serme istenilen tartım değerine ulaşmak için bunker bant hızı otomatik olarak ayarlanır. Taslağın üst kısmında bulunan ve “scalper” adı verilen bir silindir yardımıyla taslağın fazlalıkları, üst kısımdan alınmaktadır. Scalper ile alınan lifler, tekrar kullanılmak üzere lif bunkerine vakum ile gönderilir. Yeni nesil serme sistemlerinde scalper kullanılmaksızın 6 adet tırmık vasıtasıyla serme yüzeyini ve taslak ağırlığını ayarlayan sistemler yoğun olarak kullanılmakta ve hatta yüksek kapasiteli hatlarda zorunlu olarak tercih edilmektedir. Şekil 1.37’de yeni nesil serme sistemi görülmektedir.

Yeni nesil serme (Ecolyzer) sisteminde, levha taslağı silindirler sayesinde son halinde serildiğinden üst kısımdan lifler alınıp tekrar bunkere gönderilmez. Bu modelde taslak oluşturma işleminde 6–8 adet silindir arka arkaya dizilmiştir. Silindirlerden hemen sonra yer alan terazi, taslağı (mat) online tartmakta ve yoğunluğu hesaplayabilmektedir. Bu silindirlerin her biri birer motora bağlı olup, birbirinden bağımsız olarak çalışmaktadır. Bu sistemde eşitleme silindiri yerine en sondaki silindirin yüksekliği taslak yüksekliğini ayarlamaktadır.

Ön presten önce taslağın yoğunluğu 15 kg/m^3 civarında ve kalınlığı sıcak presten çıkan levha kalınlığının yaklaşık 25 katıdır. Serme işlemi iki silindir etrafında sonsuz şekilde dönen PVC esaslı plastik bant üzerinde yapılmaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

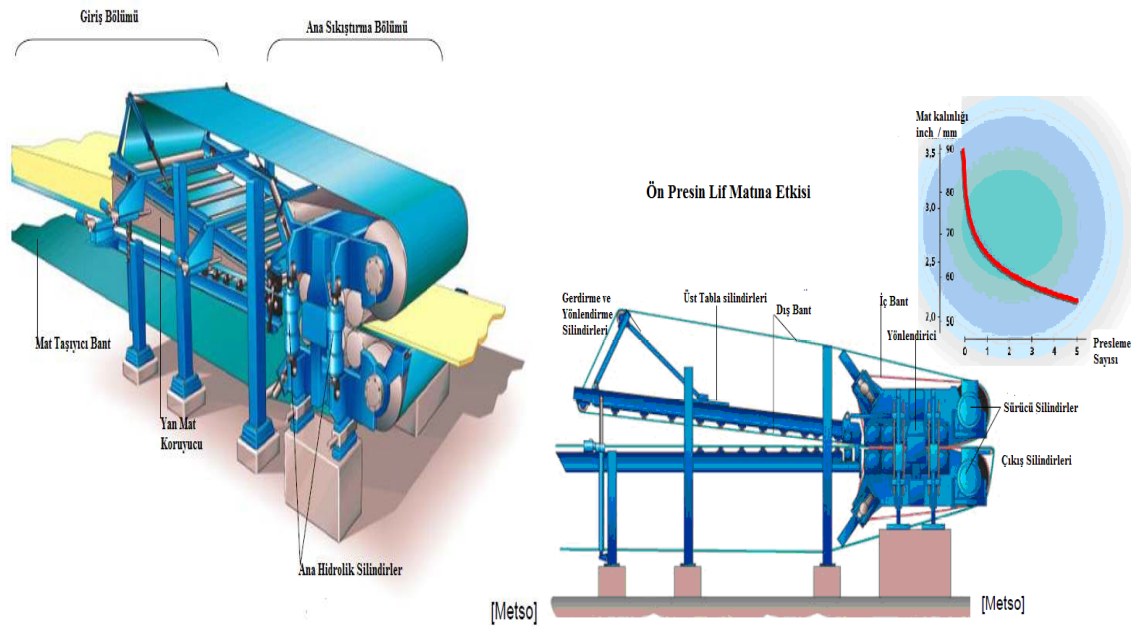
MDF oluşumunda mat serilmesi, lifler bandın her bölgesine homojen olmasıyla optimum verim ve yoğunluk dağılımı sağlanmaktadır. Homojen bir serme yapılamaması halinde üretilen levhanın formasyonunda yoğunluk dalgalanması olmaktadır. Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri her bölgede eşit olmamaktadır.



Şekil 1.37. Serme ünitesi (Siempelkamp ve Dieffenbacher) (Metso, IWA, wood based panels 2008).

1.5.14. Ön Pres

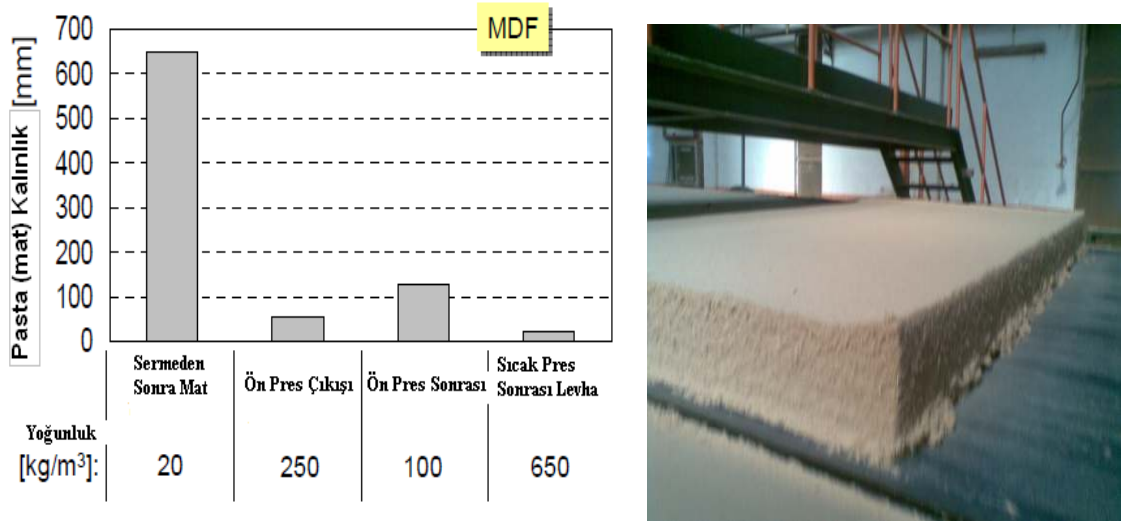
Levha taslağının taşınabilmesi için gerekli sağlamlığı kazanması gerekmektedir. Bu şekilde sıcak pres plakaları arasına mat yerleştirilebilir. Bunun içinde mat'a ön presleme (pre press) yapılması gerekmektedir (Eroğlu 1988).



Şekil 1.38. Ön pres ünitesi (Metso) (Metso, IWA, wood based panels 2008).

MDF üretiminde levha taslağı oluşturulduktan sonra sıcak pres öncesi bir ön presleme (pre-pressing) işlemi yapılmaktadır. Şekil 1.38’de ön presleme sistemi görülmektedir. Ön preslemede levha taslağına uygulanan basınçla taslak kalınlığı düşürülmekte ve sürekli presin giriş kısmında levha taslağının dağılıp bozulmaması sağlanmaktadır. Örneğin 18 mm kalınlığındaki bir MDF levha taslağının kalınlığı ön pres sonrası yaklaşık 90–100 mm olmaktadır. Levha taslağının kalınlığı, kullanılan ağaç türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Yoğunluğu yüksek olan ağaç türleri ile çalışıldığında taslak kalınlığı daha düşük olmaktadır.

Taslak genişliği boyunca iki adet testere bulunmaktadır. Bu testerelerin görevi, levha taslağının kenarlarından bir miktar alarak sürekli presin genişliğine uygun hale getirmektir. Levha taslağı hedeflenen ağırlıkta değilse, taslak içinde metal vb yabancı maddeler bulunuyorsa veya taslak rutubet miktarı ekstrem değerlerde ise sıcak preslemeden önce taslağın bulunduğu bandı taşıyan hareketli platform aniden geri açılarak lifleri aşağıda bulunan helezona boşaltmakta ve oradan da çeşitli fan emiş sistemleri ile tekrar kullanılmak üzere geri hattın başına dönmektedir.



Şekil 1.39. Ön preste pastanın(mat) yoğunluk ve kalınlık diyagramı (IWA, wood based panels 2008).

Ön presleme işleminin diğer önemli bir avantajı ise taslağın basınç silindirlerinden geçmesi ile içerideki havanın alınmasıdır. Ön presleme işlemi esnasında; sermeden önce pastanın (mat) kalınlığı yüksek ve yoğunluğu düşüktür. Ön presleme esnasında pastaya (mat) kuvvet uygulanarak yoğunluğu $12,5 \text{ kg/m}^3$ artırılmaktadır. Ön pres sonrası

pastanın yoğunluğu %40 azalmaktadır. Ön preslemede pastaya uygulanan sıcaklık ve basınç ile birlikte yoğunluk yukarıdaki Şekil 1.39’de gösterildiği gibi 6,5 kat artmaktadır. Böylece ön pres sonrası sıcak preste levha taslağı içindeki ısı iletimi yüksek olmakta ve sıcak pres süresi azalmaktadır. Ön presleme işleminden sonra metal arama detektörü bulunmaktadır. Burada taslak içindeki metal veya metal olmayan, yüksek yoğunluğa sahip yabancı maddeler için tarama yapılmaktadır. Böylece sürekli presin çelik bandı, fiziksel zararlardan korunmuş olmaktadır. Bu sistem serme işleminden sonra, presden önce hat üzerinde yer almaktadır.

MDF üretiminde lif bunkerinde yada sürekli pres öncesinde lif ısıtma sistemi bulunmaktadır. Burada amaç lif taslağının iç sıcaklığını yükseltmek ve presleme süresini kısaltmaktır.

Levha taslağı sürekli banda serilmeden önce bandın üstüne su ve kimyasal madde karışımı püskürtülmektedir. Taslak serildikten sonra, sürekli prese girmeden önce taslağın üst kısmında bulunan ve “nozzle” adı verilen pülverize uçlardan yine aynı su kimyasal madde karışımı püskürtülmektedir. Burada hedef, levhanın üst tabakalarını nemlendirerek sıcak preste plastikleştirmeyi sağlamak ve ısı transferini hızlandırmaktır. Yüzeyleri plastikleşen levhanın yüzey kalitesi daha iyi olmakta ve direkt boyama için daha pürüzsüz bir zemin elde edilmektedir.

Levha taslağı (mat) bant üzerinde hareket ederken fasılasız preste direkt sıcak prese girmektedir. Katlı preste, levha taslağını diyagonal daire testere ile düz keserek hızlandırma bandı ile pres yükleme asansörüne girmektedir. Uygun olmayan pastalar hatalı taslak klapesi ile ya tekrar kullanmak üzere serme bunkerine gönderilir yada dışarı alınarak kazan dairesine yakacak olarak gönderilir (Maloney 1993).

1.5.15. Presleme

Günümüzde orman ürünleri levha endüstrisinde Şekil 1.40’da görüldüğü gibi üç çeşit pres (hot pressing) modeliyle levha üretilmektedir. Bunlardan Fasıllı ve Fasılasız presler orman ürünleri panel endüstrisinde kullanılmaktadır. Extrusion presler odun plastik kompozit (wpc) üretiminde kullanılmaktadır. Günümüzde sıcak presleme çeşitleri şöyledir;

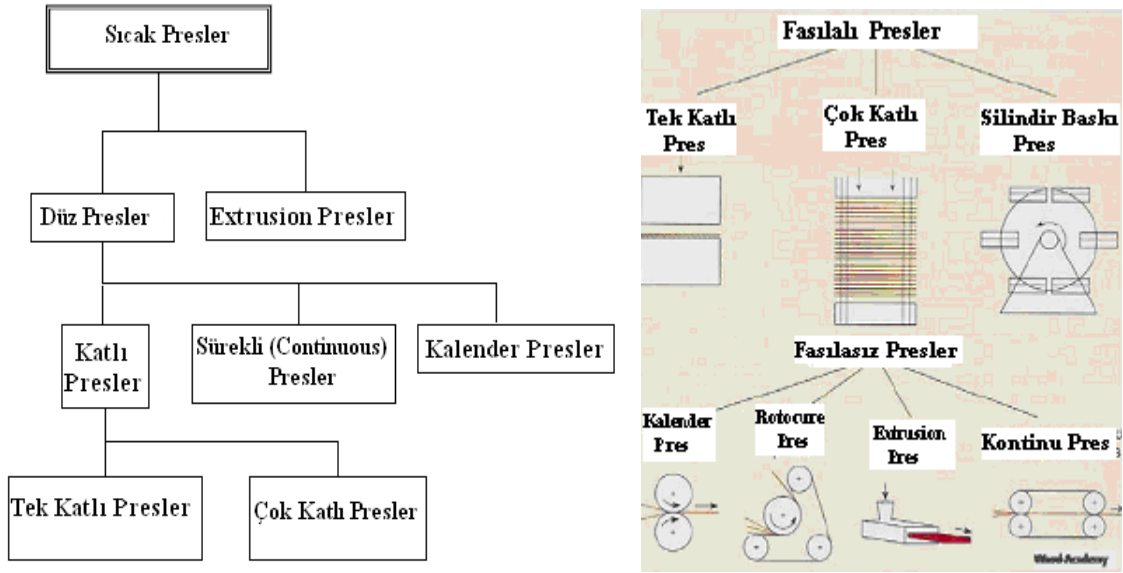
1.5.15.1. Fasıllı Sıcak (Statik) Presler

- Tek katlı sıcak presler.
- Çok katlı sıcak presler.

1.5.15. 2. Fasılsız (Sürekli) Sıcak Presler

- Kontinu pres (Continuous Press) .
- Mende pres.

1.5.15.3. Extrusion presler

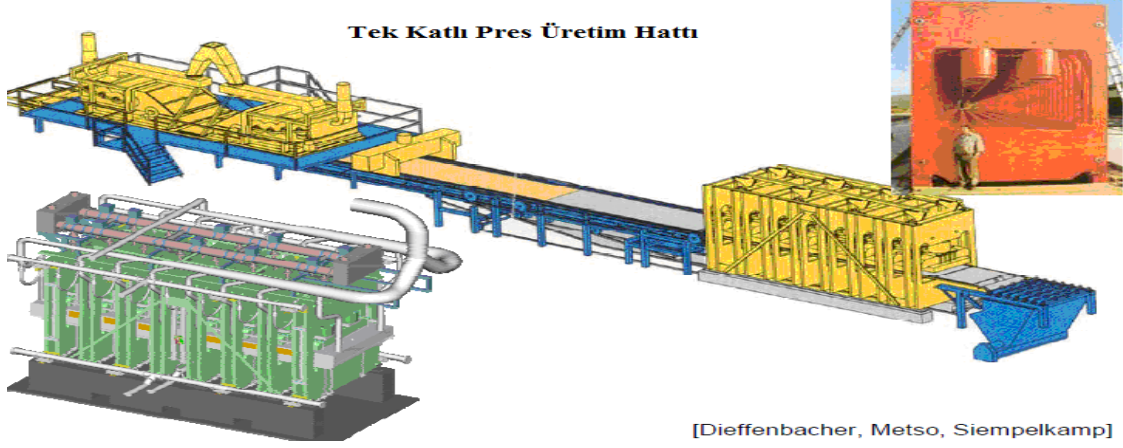


Şekil 1.40. Levha endüstrisinde kullanılan presler (IWA, wood based panels 2008).

1.5.15.1.Fasıllı Sıcak (Statik) Presler

1.5.15. 1.1. Fasıllı (Statik) Tek Katlı Sıcak Presler

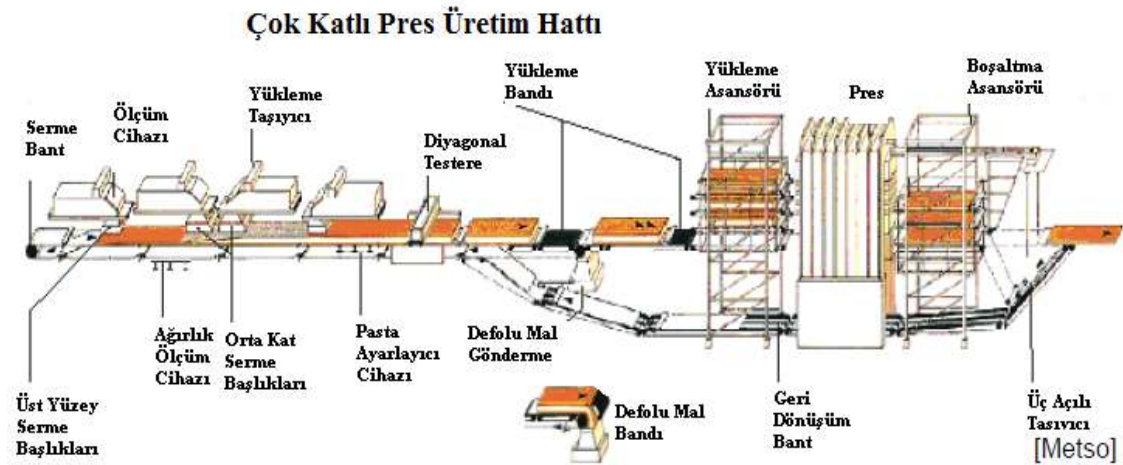
Tek katlı sıcak preslerde Şekil 1.41’de görüldüğü gibi her presleme periyodunda sadece bir tane levha preslenir. Mat taslağı metal veya ısıya dayanıklı plastik hızlandırma bandı üzerinde prese taşınmakta ve preslenmektedir. Hızlandırma bandı pres açıldığında ve levhanın presden boşaltılmasından sonra sonsuz bant halinde istasyona geri döner. Levha kalınlığı katlar arasına konulan kalınlık takozları (masterlar) veya elektronik olarak çalışan pistonlar yardımıyla sağlanır. Levhanın devamlı kontrol edilmesiyle, kalınlık farklılıkları ve master deformasyonları önlenir.



Şekil 1.41. Tek katlı pres üretim hattı (IWA, wood based panels 2008).

1.5.15. 1.2. Fasıllı (Statik) Çok Katlı Sıcak Presler

Katlı pres Şekil 1.42’de görüldüğü gibi yükleme asansörü, hidrolik sıcak pres ve boşaltma asansöründen oluşmaktadır. Yükleme ve boşaltma tertibatının amacı presleme işine hiç ara vermeden preslemenin devamlı akışını sağlamaktır. Presleme esnasında ölü zamanı minimize etmektir. Mat taslakların hidrolik prese yüklenmesi mekanik veya hidrolik olarak çalışan presteki katsayısı kadar rafları bulunan bir asansör vasıtasıyla olmaktadır. Yükleme işlemi asansörün aşağıdan yukarıya hareket etmesiyle en üstteki kattan başlamak suretiyle tek tek en alt kata kadar mat taslağının yüklenmesiyle oluşmaktadır. Yükleme asansörü, levha taslağı prese girerken pres içindeki levhayı çıkış asansörüne bırakmaktadır. Yükleme asansörünün geri hareketiyle levha taslağını pres platenleri arasına bırakmasıyla prese yükleme sağlanmaktadır.



Şekil 1.42. Çok katlı pres üretim hattı (IWA, wood based panels 2008).

Boşaltma asansörü yukarıdan aşağıya doğru hareket ettikçe her kattaki levhaları boşaltmaktadır. Asansör tek tek her katta durarak en üst kata kadar levhaları boşalttıktan sonra tekrar yukarıya çıkarak bir sonraki boşaltma işlemine hazır duruma gelir. Levhalar klimatize edilmek üzere yıldız soğutucuya gönderilir (Maloney, 1993).

Pres basıncı hidrolik sistemle çalışan pistonlar tarafından sağlanmaktadır. Preslenme süresi; ağaç türüne, tutkal tipine, sertleşme süresine, üre ve formaldehit oranına, basınca, sıcaklığa, levha kalınlığına, levha yoğunluğuna, levha taslağı rutubeti ve pres yapısının modeline bağlı olarak değişiklik gösterir. Basınç, presin altındaki hidrolik pistonlar ile sağlanır. Hidrolik presin çalışma basıncı 211 kp/cm^2 ile 351 kp/cm^2 arasındadır. 70 kp/cm^2 'lik bir spesifik basınç sağlamak için pres platenlerinin alanının, basınç pistonlarının toplam alanına oranı 3/1 ile 5/1 arasında olması gerekmektedir (Maloney, 1993). Pres sıcaklığı üretim şartlarına bağlı olarak fabrikadan fabrikaya, tutkal türü ve reçinesine göre değişiklik göstermekle birlikte $180\text{--}230^\circ\text{C}$ arasındadır.

Katlı preslerde uygulanan iki veya üç kademeli basınç diyagramları görülmektedir. Katlı preslerde değişik yoğunluktaki taslakların preslenmesinde, pres platenleri arasında bırakılması gereken açıklık farklıdır. Yumuşak ağaç türlerinden yapılan taslağın yoğunluğu düşük olmasına karşın yüksekliği sert ağaç türlerinden yapılanlardan daha fazla olmakta ve pres platenleri arasındaki açıklıkta artmaktadır. Kuru yöntemde presleme süresi yaş yöntemin $1/3\text{--}1/4$ 'ü kadardır. Bu süre taslağın sertleşmesi için gerekli süredir. Presin kapanma süresi öngörülen maksimum yüksek basınç noktasına ulaşmak için geçen süredir (Eroğlu ve Usta 2000).

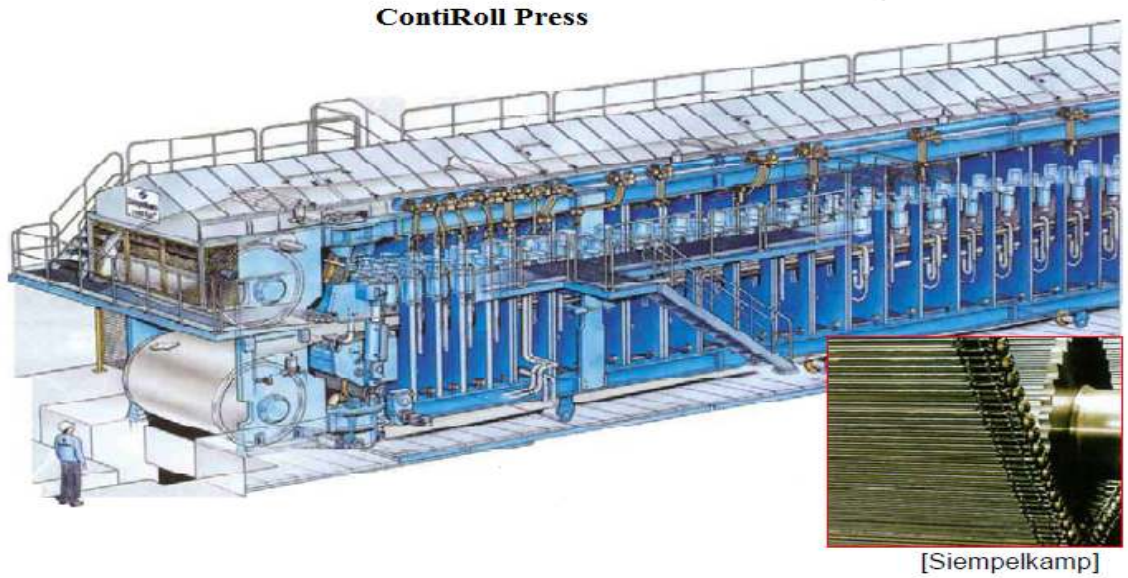
1.5.15.2. Fasılasız (Sürekli) Sıcak Presler

1.5.15.2.1. Sürekli (Continuous) Sıcak Presler

Panel üretim proseslerinde; Dünya'da çeşitli pres teknolojileri geliştirilmiştir. İlk önceleri tek katlı aç-kapa presler (statik pres) kullanılırken kapasite artırmak için çok katlı presler geliştirilmiştir. Müşteri beklentileri ve levha ürünlerine aşırı talep artışından dolayı makine üreticileri Şekil 1.43'de görüldüğü gibi sürekli pres (continuous pres) teknolojilerini geliştirmiştir. Dünya'daki ilk sürekli pres Siempelkamp şirketi tarafından 1985 yılında üretilmiştir. Günümüzdeki sürekli pres sistemlerinin temeli "Mende Pres" sistemlerine dayanmaktadır. Mende presler ince levha üretmek amacıyla tasarlanmıştır.

Günümüzde MDF, HDF, OSB (Oriented Strandboard), LVL (Laminated Veneer Lumber), PSL (Parallel Strand Lumber), LSL (Laminated Strand Lumber), RimBoard, yongalevha, MSB (Medium Strandboard) ve Honeycomb Board gibi kompozit ürünlerin üretiminde sürekli pres teknolojileri kullanılmaktadır. Dünya'daki sürekli pres üreticileri Siempelkamp, Dieffenbacher, Metso, Kusters ve Bison'dur.

Defibratör çıkışı blow line hattına tutkal ve diğer kimyasal maddeleri ilave edilerek belirli bir rutubet değerine kadar kurutulan lifler, serme hattında taslak (mat) haline gelmektedir. Levha taslağı (mat) ön presten geçirilerek mat içindeki hava dışarı atılarak hacim azaltılmakta ve yoğunluğu artırılmaktadır. Taslağın MDF levha halini alması için sıcaklık ve basınç uygulanmak üzere sıcak presleme işlemine girmektedir. Lifsel malzemenin yapışma prosesi fiziksel ve kimyasal değişkenlerin karşılıklı etkileşimlerinden oluşan bir komplekstir. Kompozit malzemenin sıcak preste yapışma olayı; dinamik sıcaklık, bağıl nem, levha taslağının rutubet miktarı, pres basıncı ve buhar basıncı gibi çeşitli faktörlerin altında gerçekleşmektedir (Wang ve Winistorfer 2000b).



Şekil 1.43. Continuous pres (CPS) üretim hattı (IWA, wood based panels 2008).

Sürekli preslerin giriş kısmının sıcaklığı daha yüksektir. Pres eşitleme silindirleri yukarı ve aşağıya doğru hareket ederek mat kalınlığını düşürmekte ve homojen hale getirmektedir. Sürekli pres modellerinin giriş bölümünün kama şeklinde olmasının iki önemli faydası vardır. Birinci faydası; mat taslağının preslemenin yapıldığı iki çelik

bant arasına homojen girebilmesini sağlamak ve presin önündeki yığılmaları önlemektedir. İkinci faydası; mat taslağı iki çelik bant arasında preslenirken basınç pistonlarının cm^2 uyguladığı kuvveti azalmaktadır.

Presin arka tarafında bulunan silindirler yatay yönde yatak üzerinde bulunmakta ve hidrolik olarak çalışan pistonlar yaklaşık 180 barlık basınç ile silindirleri ve çelik bantında gerginliği sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Sürekli presi katlı preslerden ayıran en önemli özellik üretimin kesintisiz olmasıdır. Mat taslağı iki çelik bant arasında hem ilerlemekte hem de preslenmektedir. Presten sonra yer alan daire testere levhayı standart uzunluklarda kesmektedir (Maloney 1993).

Sürekli presin katlı preslere göre önemli avantajları vardır. Üretim kapasitesi katlı prese göre daha yüksektir. Pres basıncı, sıcaklığı ve kalınlık kısa süre içerisinde değişebildiğinden levha üretimine hızla geçilmektedir. Levhanın kalınlık dengesi iyi kontrol edilmektedir. Katlı preslerde pres kapanmadan önce tutkal taslak yüzeyinde ön sertleşmeye uğramasına karşın sürekli preslerde ön setleşme durumu yoktur. Katlı preslerde zımpara payı sürekli preslerden daha fazladır. Bundan dolayı odun ve tutkaldan tasarruf sağlanamamaktadır. Sürekli preslerden 1,5-60 mm kalınlığa kadar levha üretilmektedir. 1,5 mm'de pres çelik bandın hızı yüksek olduğundan bant kısa sürede aşınmaktadır. Böylece 2,5 mm den daha ince levhalar özel siparişler üzerine üretilmektedir. Katlı preste mat taslağının prese yüklenirken çatlamasından dolayı 6 mm kalınlığa kadar levha üretilebilmektedir. Sürekli preslerde pres sürekli olarak çalıştığından ölü zaman yoktur. Sürekli presten çıkan levha bant üzerine diyagonal yerleştirilmiş daire testere ile standart boylarda kesilmektedir. Pres sonrası levhada boy kesmede atık parçalar olmamaktadır. Böylece boyutlandırma zayıyatı azalmaktadır. Sürekli preslerde oluşan levhalar istenilen boyda ebatlanabilmektedir. Böylece müşteri talebine göre üretim yapılabilir (Maloney 1993).

Sürekli preslerde en sık rastlanan problemlerinin başında çelik bandın silindir üzerinde sağa ve sola doğru kayması gelmektedir. Bandın kayma miktarı belli bir değeri aştığı takdirde (25–30 mm) üretime ara verilerek bandın eski pozisyona gelmesi sağlanmaktadır. Presin sıcaklığı kazan dairesinden gelen kızgın yağ boruları ile sağlanmaktadır. Çelik bantların sıcaklığı ise presin alt ve üst bölümlerinde bulunan, içlerinde kızgın yağ dolaşan sıcak platenler ile sağlanmaktadır. Pres sıcaklığı genel

olarak ağaç türüne, taslak kalınlığına, levha yoğunluğuna, bant hızına, pres basıncına, tutkal tipine ve sertleşme süresine göre 180–240⁰C arasında değişir.

Pres kalibrasyon ruloları, pasta taslağı pres içerisinde iki çelik bant arasında hareketini sağlarken levhanın stabil kalınlığa ulaşmasını sağlamaktadır. Pres basıncı, çelik bant altında pres boyunca uzanan basınç pistonları ile sağlanır. Presin üretim kapasitesi piston sayısı ve presin uzunluğuna göre değişmektedir (Maloney 1993).

1.5.15.2.1.1. Sürekli Pres Soğutma Bölgesi

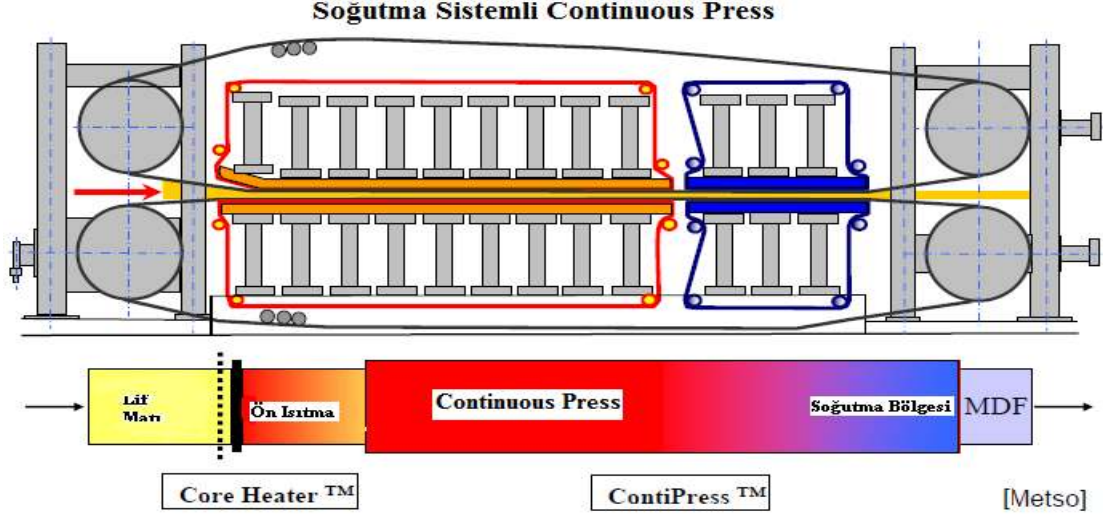
Sürekli presler uzunluğu boyunca farklı bölümlerden oluşmaktadır. Sürekli presler üç bölümden oluşmakta iken levha presten çıkmadan önce levhanın yüzeyi ile orta bölümü arasındaki rutubet farkını dengelemek ve levhayı soğutmak amacıyla dördüncü bölüm olarak soğutma bölümü (cooling zone) ilave edilmiştir. Sürekli presler üç bölümden oluşmaktadır.

a. Birinci bölüm; presin giriş bölümüne ait ilk yedi piston grubundan oluşmaktadır. Bu bölümde; pres basıncı taslak yoğunluğuna, taslak rutubetine, sıcaklığa ve kullanılan tutkala bağlı olarak 35–40 kp/cm² arasında uygulanmaktadır. Pres sıcaklığı 200°C seviyesindedir. Fabrikalarda bu bölge “ön pres bölgesi” olarak da isimlendirilmektedir.

b. İkinci bölüm sekizinci ve yirmi beşinci piston grubundan oluşmaktadır. Pres basıncı 1–10 kp/cm² arasında değişmektedir. Pres sıcaklığı 220°C seviyesindedir. İkinci bölge, taslak içindeki buhar ve gazın atıldığı bir çeşit rahatlama bölgesidir. Bu bölüm, “degas–gaz atma” olarak da isimlendirilmektedir. İkinci bölgede basınçlar neredeyse kaldırılmaktadır. Bunun amacı, tutkalın yapışma reaksiyonunu tamamlaması, levhada patlak oluşmaması ve ısıнын taslak ortasına iletiminin hızlandırılmasıdır.

c. Üçüncü bölüm en son levha kalınlığının oluşturulduğu yirmi altıncı ve kırk sekizinci piston grubundan oluşmaktadır. Pres sıcaklığı 190°C seviyesindedir. Pres basıncı 10–20 kp/cm² arasında değişmektedir. Bu bölge levhada ince ayar yapılan kısımdır. Fabrikalarda “kalınlık bölgesi” olarak da isimlendirilmektedir. Eğer levha kalınlığı hedef kalınlıktan yüksek ise piston basınçları artırılmak suretiyle dengeleme yapılmaktadır.

d.Yeni model sürekli preslere soğutma bölgesi ilave edilerek dördüncü bölüm oluşturulmuştur. Şekil 1.44.'de soğutma bölümünde sıcaklık 220°C'den 90–110°C'ye düşürülmektedir. Pres basıncı 1–5 kp/cm² arasında değişmektedir (Metso).



Şekil 1.44. Soğutma bölgesi (Cooling Zone) Kontinu presi (Metso 2007).

Sürekli pres soğutma bölgesi üretiminin avantajları; mat rutubetinin artırılması ile pres hızını artırır. Levha rutubetini artırır. Levhada şişmeyi azaltır. Enerji dengesini iyileştirir. Patlak riskini azaltır. Pres çıkış bölgesinde daha az CH₂O emisyonu meydana gelir.

Günümüzde Metso şirketi sürekli presin son kısmına dördüncü bölge olarak “soğutma bölgesini” (cooling zone) eklemiştir. Bu bölgeye düşük miktarda sıcaklık uygulanmaktadır. Bu sayede levhanın soğuması sağlanmakta ve presten daha hızlı ayrılabilir. Soğutma bölgesi, toplam pres kapasitesinde %10–20 civarında önemli bir artış sağlamaktadır.

Sürekli pres sistemleri ile çalışan fabrikalarda pres süresi, “spesifik pres faktörü” ile belirtilmektedir. Bu faktör, saniye/mm cinsinden ifade edilmekte ve pres süresinin (saniye) sonuç levha kalınlığına bölünmesiyle tespit edilmektedir. Spesifik pres faktörü fabrikanın kapasitesini direkt olarak etkilemektedir. Diğer bir ifadeyle, üretilecek her 1 mm levha kalınlığı için gerekli pres süresini işaret etmektedir.

Presleme boyunca ahşap kompozit içindeki reçinenin sertleşme durumunu belirlemek için online sensör sistemlerine ihtiyaç bulunmaktadır (Wang ve Winistorfer 2002). İstenen kalitede ürün optimum bir şekilde üretilbilir.

Sürekli preste 18 mm MDF için hız (20–25 m boyundaki sürekli presler için), 7–9 m/dk arasında değişmektedir. Yaz mevsimlerinde pres hızı maksimum seviyeye çıkmaktadır. İnce mm levhalarda bu hız artmakta yani presleme süresi azalmaktadır. Genel olarak pres hızı; presin boyuna, üretilecek levha yoğunluğuna, levha kalınlığına, tutkal cinsine, taslak rutubet miktarı ve ağaç türüne göre değişiklik göstermektedir. İnce MDF levhalarda pres hızı daha yüksektir. Sürekli presleme sistemlerinde pres hızı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır

$$\text{Pres Hızı (sn/mm)} = \frac{\text{Pres Isıtma Plakası Uzunluğu (mm)}}{(1,2) \times (\text{Pres Faktörü (sn/mm)} \times \text{Brüt Levha Kalınlığı (mm)})}$$

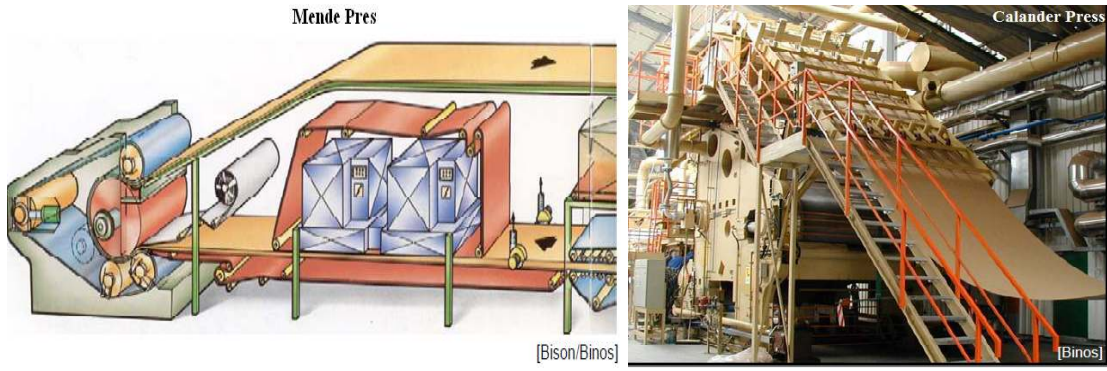
Pres faktörü; levha kalınlığı arttıkça yükselmekte, levha kalınlığı azaldıkça da düşmektedir.

Tek katlı ve çok katlı pres sistemlerinde “ölü zaman” vardır. Bunlar pres platenlerinin açılması, taslağın yüklenmesi, pres platenlerinin kapanması ve levhanın presten çıkması için geçen süredir. Bu kayıp zamanları ortadan kaldırmak için sürekli pres sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerde kayıp zaman söz konusu değildir. Levha taslağı sürekli bir şekilde prese girerken, diğer bir taraftan yine sürekli bir şekilde bitmiş levha çıkmaktadır. Bu yüzden sürekli pres sistemlerinin kapasiteleri tek katlı ve çok katlı pres sistemlerine göre çok yüksektir.

Günümüzde Brezilya Duratex (Duratex/Satipel) MDF tesisi en son teknoloji sürekli presler ile 2200 m³/gün yüksek kapasitede levha üretimine ulaşmıştır. Ayrıca pres üreticileri pres boyunu uzatmak suretiyle kompozit levha üreticilerine daha yüksek kapasite sunmaktadır. Brezilya ve Güney Amerika’nın en büyük ahşap kompozit levha üreticisi Duratex şirkettir. Duratex şirketine ait sürekli pres 77 metre uzunluğunda, basınç pistonu sayısı 93 adet, hızı 1400 mm/dk ve 2,5–37,3 mm kalınlığında levha üretmektedir.

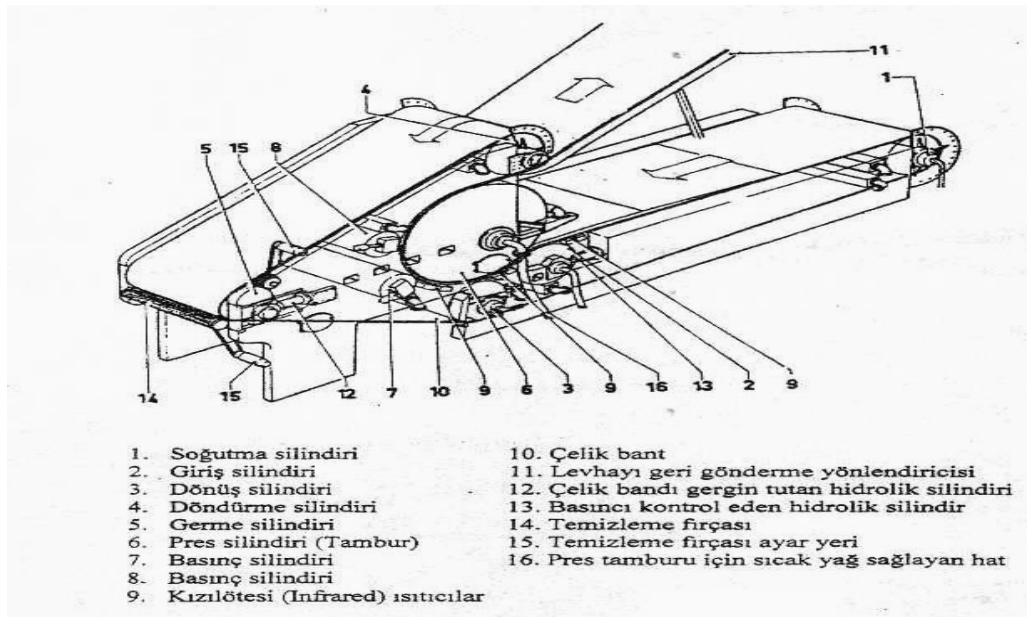
1.5.15. 2.2. Mende Pres

Bu pres modeli günümüzde sürekli preslerin temelini oluşturmaktadır. Şekil 1.45’de Mende presin genel yapısı görülmektedir. İlk olarak 1971’de Almanya’da ince yonga levha üretmek amacıyla kullanılmıştır. Mende pres ince MDF üretimi için çok uygun bir pres türü olup dünyanın birçok ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Mende preste üretilen levhaların fiziksel ve mekaniksel özellikleri genellikle yaş ve kuru yöntemle tek katlı, çok katlı preslerde üretilen levhalardan daha düşüktür. Mende pres levhaların kayda değer bir özelliği ise iç yapışma dayanımının diğerlerine oranla daha yüksek olmasıdır.



Şekil 1. 45. Mende presle çalışan bir lif levha fabrikasında serme hattının ve presin yan kesiti (Maloney 1993).

Şekil 1. 46’daki mende presin şekline göre taslağı taşıyan çelik bant, bandı soğutan soğutma silindiri, germe silindiri ve dönüş silindiri arasında sonsuz bant halinde dönmektedir. Çelik bant sıcaklığını basınç silindirinden ve kızılötesi ısıtıcılardan alır. Presleme işlemi; çelik bant üzerindeki levha taslağını 3–5 m çapındaki silindirle sıkıştırmakta ve 150⁰C kadar ısıtılmış basınç silindir ile hemen önünde ve ortasında yer alan çapları çelik silindirden daha küçük olan giriş ve dönüş silindirleri etrafında dolaşarak sağlanmaktadır. Çelik bant, giriş silindiri ile pres silindiri arasındaki kızılötesi ısıtıcılarla 120⁰C’ye kadar ısıtılmaktadır (Suchland ve Woodson 1991).



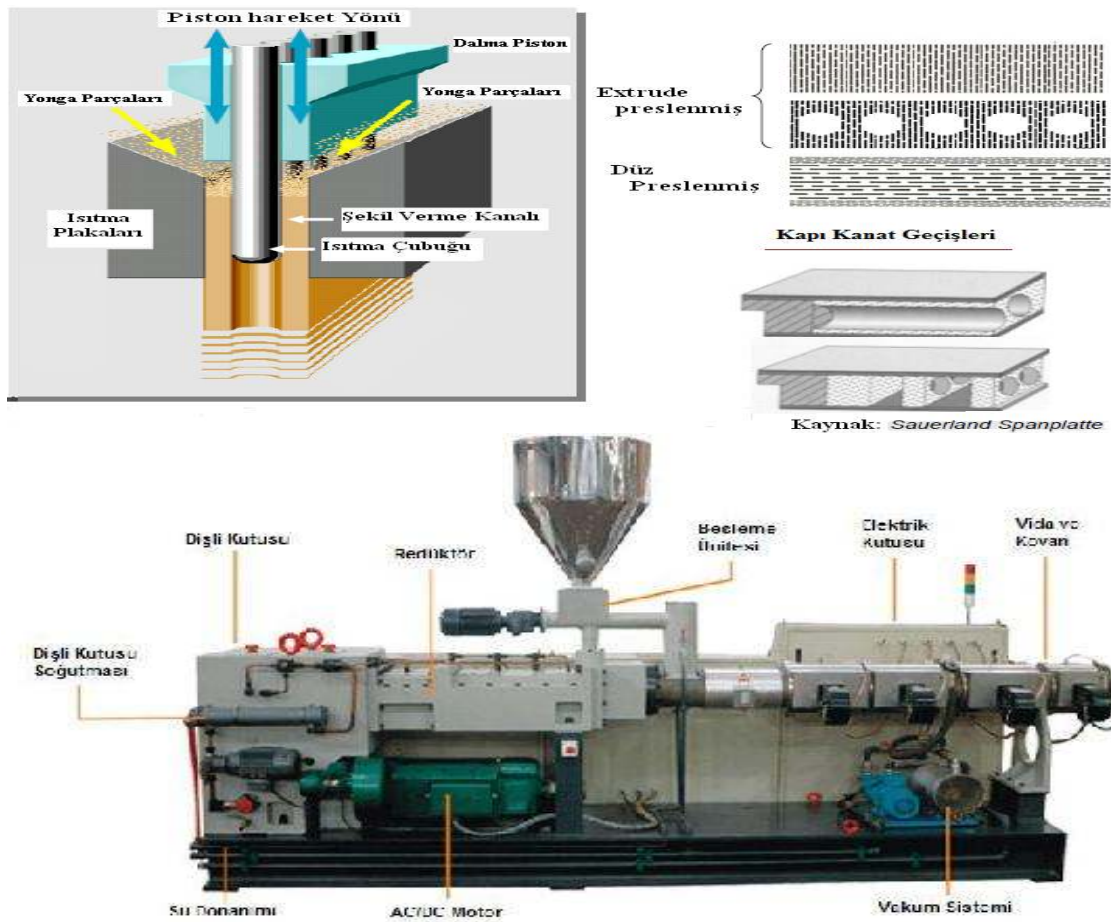
Giriş silindiri ve pres silindiri kızgın yağ ile ısıtılmakta ve sıcaklıkları 180°C 'ye kadar çıkabilmektedir. Pres silindirinin yüzey sıcaklığı 149°C civarındadır. Giriş silindiri ile pres silindiri arasına kızılötesi ısıtıcılar yerleştirilmiş olup bu şekilde çelik bandın sıcaklığı sürekli muhafaza edilmektedir. Çelik bant üzerinde ilerleyen taslağa pres silindiri ile dönüş silindiri arasından geçerken maksimum basınç uygulanmaktadır. Uygulanan basınç çelik bandın genişliğine bağlıdır. Bu gerginlik germe silindirinin ayarlanması ile kontrol edilmektedir. Pres silindiri etrafından geçen bant iki veya daha fazla kızılötesi ısıtıcı ve iki adet soğuk olarak uygulanan baskı silindirinden geçerek taslak en son levha kalınlığına getirilmektedir (Maloney 1993).

Çelik bant döndürme silindiri etrafından ters yönde serme istasyonu hareketlenerek sonsuz bir şekilde dönerken levha boy kesme daire testeresine doğru ilerlemektedir. Çelik bant serme istasyonuna gelmeden önce sıcaklığı düşürmek ($66-71^{\circ}\text{C}$) için su ile soğutulmuş bir silindirden geçmektedir. Aksi taktirde taslak sıcak prese gelmeden önce sertleşmeye uğramaktadır. Pres silindirini terk eden levhanın sıcaklığı 110°C 'dir. Mende presin en önemli bölümünü oluşturan pres silindiri yüzeyinin çiziklerden korunması son derece önemlidir. Ekseni etrafında dönen birkaç fırça çelik bandın ve pres silindirinin yüzeyini temizlemektedir. Mende presin liflevha üretiminde kullanılması için sisteme bir vakum kasası, çelik bant ve sürekli basınç uygulayan ön pres gerekmektedir. Presten

ayrılan levha önemli derecede eğimli hareket etmekte, fakat kısa süre içerisinde düzgün bir hal alarak boy kesme daire testeresinde ebatlanmaktadır (Maloney 1993).

1.5.15.3. Extrusion presler

Odun lifinin veya odun ununun plastiklerle (termoplastik) karıştırılarak şekillendirilmesiyle elde edilen yeni ürüne odun plastik kompozitleri (OPK)'dir. OPK'nin üretimi tipik olarak, ince odun atıklarının, bıçkı tozu (%40-60) çeşitli plastiklerle karıştırılması sonucunda olmaktadır. Odun plastik kompozitleri %70 oranına kadar selülozdan oluşabilmektedir (Ford 1999). Bununla ilgili pres modelleri Şekil 1.47'de gösterilmektedir. Odun lifleri ve plastik malzeme karışımının oluşturduğu besleme kovanı presin önüne yerleştirilmektedir. Bu karışım malzemeleri kontrollü ısıtılmış pres kalıplarının içinden, vidalı taşıyıcıyla tranfer esnasında basınçlı kalıbın (pres) içinden geçerken istenilen profil kalıbında OPK üretilmektedir. Buradan çıkan ürünlere OPK (WPC) ürünler denilmektedir.



Şekil 1. 47. OPK (WPC) üretim hattı ve Extrusion presin çalışma şekli (sauerland spanplatte).

1.5.16. Levhanın Klimatize Edilmesi ve Ebatlanması

Sıcak presten çıkan levhalar ebatlandıktan sonra tartılır ve klimatize (cooling) işlemine tabi tutulur. Bu işlem fabrikalarda “Yıldız Soğutucu” adı verilen, yıldız şeklinde kolları olan ve belirli bir hızla dönen mekanik sistemler vasıtasıyla yapılmaktadır. Yıldız soğutma ile ilgili çizimler Şekil 1.48’de gösterilmektedir. Presten sıcak çıkan levhanın belirli bir süre soğutulduktan sonra istif edilmesi gerekmektedir.

Levhalar yıldız soğutucuda yaklaşık 30–45 dk kadar (18 mm MDF için) bekletildikten sonra istif asansöründe paket haline getirilmektedir. Pres sonrası levhanın sıcaklığı 100–120°C iken yıldız soğutucu sonrasında levha sıcaklığı yaklaşık olarak 60°C’ye düşmektedir. Sıcak pres sonrası levha rutubeti ise %5–7 civarındadır. Yıldız soğutucuda bekleme süresi, levha kalınlığı düştükçe azaltılmaktadır.

Kapasiteleri yüksek olan fabrikalar birden fazla yıldız soğutucu kullanmaktadır. Yıldız soğutucudan çıkan levhalar istif asansörüne üst üste alınarak paket oluşturulur. Buradan sonra levha paketi ara depoya forkliftlerle taşınmaktadır. Bazı ileri teknoloji fabrikalarda bu işlem otomatik istifleme sistemi ile robotlar tarafından yapılmaktadır. Ara depoda levhaların bekleme süresi, 3–4 güne kadar çıkabilmektedir.

Odun lifleri bünyelerine havanın rutubetini alarak genişlerler. Bu genişleme liflerin boyu yönünde az, buna karşılık enine yönde fazladır. Lif levha da odunda olduğu gibi gözenekli bir yapıda olup sıvı ile ilişkileri yönünden oduna benzerlik gösterir. İçinde bulunduğu havanın nispi rutubetine göre bünyesine su alır veya su kaybeder. Böylece havanın nispi rutubeti ile levha rutubeti arasında bir denge oluşur. Masif odunda olduğu gibi lif levha adsorpsiyon ve desorpsiyon hallerinde boyut değiştirir ve iki halde ihtiva ettiği nem miktarı farklıdır. Bu değişikliklerin belli seviyede tutulması gerekir. Üretilen lif levhaların boyut değişikliklerini önlemek için klimatize edilmesi gerekir. Klimatizasyonun amacı, tutkalın reaksiyonunu tamamlaması ve levha iç denge rutubetini yakalamasıdır.

Özellikle son on yılda ilerleyen teknoloji sayesinde bugün birçok MDF fabrikasında presten çıkan levhaların kalınlığının ölçülmesinde, yoğunluk profilinin tespitinde ve levha içerisinde oluşabilecek iç patlakları belirlemek amacıyla ultrasound ölçüm cihazı kullanılmaktadır.

Bu sistemde bandın altında ve üstünde bulunan kaynaklardan çıkan ses dalgaları, levhanın bir yüzeyinden diğer yüzeyine doğru ilerlerken levha içerisinde her hangi bir hava boşluğuna rastlandığı takdirde sinyal vermekte ve bu sayede levhaların iç patlaklarının yeri tespit edilmektedir. Bant üzerinde ilerleyen levhayı genişliği boyunca ses dalgaları tarar. Ses dalgaları levhayı tararken belirlenen maksimum veya minimum MW değerlerini aştığı takdirde sistem ses veya ışıkla sinyal vererek levhada bir boşluk olduğunu tespit etmektedir. Ultrasound ölçüm sisteminde levha kalınlığı 0,0127 mm hassasiyete kadar ölçülebilmektedir. MDF levhalar klimatize işleminden sonra ebatlama tablasının standart ölçülerinden birisi seçilerek levhanın kenarları testereyle düzeltilip ebatlama işlemi yapılmaktadır. Ebatlanan levhalar paketler halinde yarı mamül depoda dinlendirmeye alınmaktadır.



Şekil 1.48. Yıldız soğutma, depolama, kenar alma, ebatlama (wood academy 2008) ve mineral katkılı üretilen levhalar (Foto: Çamlıbel, O).

1.5.17. Isıl İşlem ve Diğer Koruyucu Uygulamalar

Isıl işlem (heat treatment), hem masif ahşap malzemede hem de ahşap kompozit levha ürünlerinde uygulanabilmektedir. Burada amaç, ahşap kompozit malzemenin özellikle rutubet sonucu kalınlığına şişme, su alma, boyutsal değişimlerle ilgili istenmeyen özelliklerini iyileştirmektir. Masif ahşap malzemede bu işlem için özel tasarlanmış fırınlar kullanılmaktadır. Bu fırınlarda malzemeye 200–215°C düzeyinde yüksek sıcaklık uygulanmaktadır. Uygulanan sıcaklık etkisi ile malzemenin kimyasal yapısı değişmektedir. Ahşap kompozit levha ürünlerinde de mantık aynıdır fakat işlemin uygulanma şekillerinde farklılık bulunmaktadır.

MDF ve diğ er ahşap kompozit levha ürünlerine sıcak prest n sonra termik işlem, değişik yağlarla işleme tabi tutma veya rutub tlendirme gibi boyutsal stabiliteyi iyileştirecek işlemler uygulanabilmektedir. Kompozit levhalar en çok kalınlığı yönünde su alma ile  i mektedir. Bunun yanında boyuna yönde de uzama yapmakta fakat % olarak az miktarlardadır (Akbulut 2001). Levha  r nlerinde yağ ile muamele işleminin, ürün özelliklerini iyileştirmek amacıyla sıcak levhaların kuruyan yağlarla işleme tabi tutulup bir miktar yağın da levha tarafından absorbe ettirilmesi şeklinde uygulandığı ifade edilmektedir. Bu işlem, levhalar içi yağ (sıcaklık 80 C) ile dolu bir havuzda bir süre bekletilerek yapılabileceği gibi silindirler yardımıyla levha yüzeylerine sürülerek de uygulanabilmektedir. Yağ ile işlem gören levhalara daha sonra kurutma kanallarında termik işlem uygulanmaktadır. Bu işlemler için soya yağı, keten yağı, tung yağı ve toll yağı uygulanabilmektedir.

Bunun dışında bahsedilen bu yağlara sentetik reçineler de belirli oranlarda ilave edilebilmektedir. Yağlarla işlem görmüş levhanın yüzey sertliği, aşınma direnci, çizilme direnci, çürümeye karşı dayanıklılığı artmakta ve rutub t ile boyut değişimi azalmaktadır. Levha özelliklerini iyileştirmek için uygulanan diğer bir işlem de termik işlemdir. Bu yöntemde prest n çıkan levhalar, 150–170 C sıcaklığında hava etkisine maruz bırakılmaktadır. Isıl işlem preste uygulanabilmektedir. Fakat bu durumda pres kapasitesinde d  me olacağı için özel olarak hazırlanmış ısıl işlem odaları veya fırınlar tercih edilmektedir.

Uygulanan ısıl işlemin süresi, sıcaklık ve hava hızı ısıl işlemin kalitesini belirlemektedir. Isıl işlem sonucunda levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri iyileşmektedir. Bunun nedeni, levhada meydana gelen kimyasal değişimdir. Yani partiküller arasındaki tutkal bağları ısıl i lemlle gelişmektedir. Ayrıca yangın tehlikesi çıkmaması için hava hareket hızı 3–7 m/sn civarında olmalıdır. Ahşap kompozit levhalarda ısıl işlem süresi levha kalınlığına bağlı olmakta, levha kalınlığı arttıkça süre uzamaktadır. Isıl işlem genellikle ya  yöntemle elde edilen liflevhalara uygulanmaktadır. Isıl işlem uygulandıktan sonra levhanın rutubeti %0'a yakın olmaktadır.

Dolayısıyla levhanın rutubetinin kullanım yerinin rutub t değeri ile dengelenmesi gerekmektedir. Eğer ısıl işlem görmüş malzeme direkt olarak kullanılırsa rutub t değişimleri neticesinde deformasyon meydana gelecektir. Bunu engellemek için ısıl

işlem sonrası levhalar nemlendirilmektedir. Nemlendirme işleminde levhalara yüksek rutubete sahip hava uygulanmaktadır. Nemlendirme süresi levha kalınlığına bağlı olarak 6 ile 9 saat arasında değişmektedir. Buhar ile muamelenin dışında levha yüzeylerine su da püskürtülebilmektedir. Levhaların nemlendirilmesi esnasında ortam sıcaklığı 50–80°C civarında olmalıdır (Akbulut 2001).

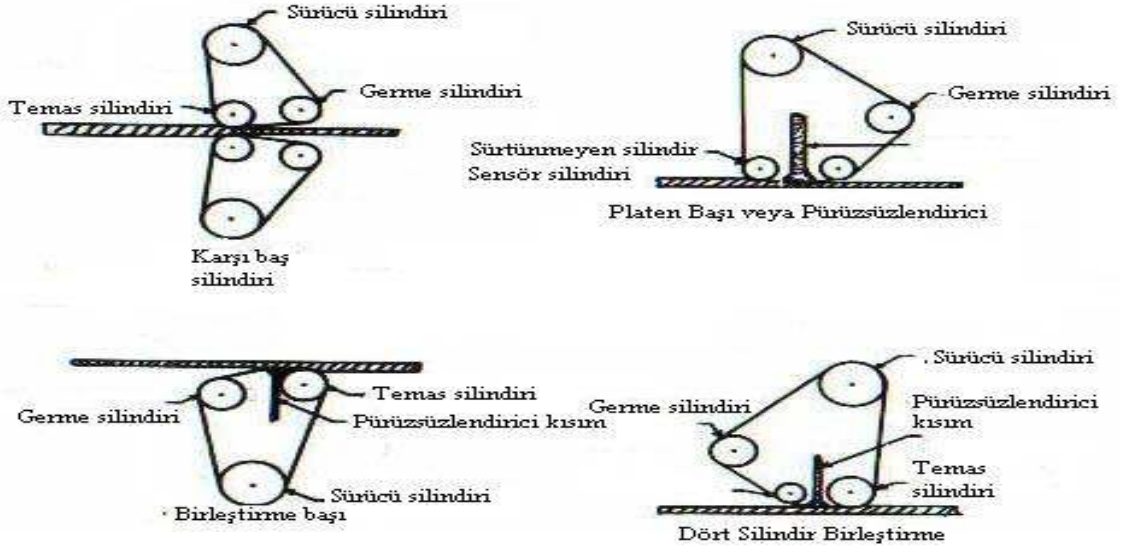
1.5.18. Zımpara İşlemi ve Depolama

Yarı mamül depoda 4–5 gün bekletilen levhalar zımparalama hattına gelmektedir. Zımparalama işleminde (sanding) levhanın zımpara hattına verilmesi hidrolik asansör ile olmaktadır. Zımparalama işleminde amaç, levhanın yüzey düzgünlüğünü sağlamak, boyama–kaplama gibi işlemlere uygun hale getirmek ve levhanın kalınlık farklarını gidererek levhanın her yerinde aynı kalınlığı sağlamaktır. Bunun dışında ön sertleşmeye uğramış, yüzeydeki ince tabakayı almak yani dikey yoğunluk profilinde en yüksek yoğunluğu yüzeyde elde etmektir. Yoğunluk profilindeki tepe noktası, levhanın yüzeyinde olacak şekilde zımparalama yapılmaktadır. Yüzeyde yoğunluğu çok düşük ince bir tabaka bulunmaktadır. Özellikle yapışma direnci düşük olacak bu tabaka, zımparalama ile alınmaktadır.

Levhalar taşıyıcı rulolar üzerinde tek tek zımpara makinesine girerek her iki yüzeyi zımparalanmış olarak makineden çıkarlar. Zımparalanan levhalar hattın sonunda döner fırçalar yardımı ile yüzeydeki tozlardan temizlenir. Levhalar önce 60 veya 80 nolu zımpara bandı ile kaba zımpara işlemi yapılır. Böylece levha yüzeyindeki ince toz tabakası alınmakta ve istenen levha kalınlığına kadar kalibrasyon yapıldıktan sonra 100, 120 veya 150 nolu zımpara bandı ile ince zımpara yapılır. MDF yüzeyinin her türlü boya, vernik, lake, film, folyo veya laminant gibi yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmasından önce en az 120 nolu zımpara bandı ile zımparalanması ve levha kalınlık toleransının $\pm 0,127$ mm daha az olması çok daha iyi sonuçlar vermektedir. Levha yüzeyinin çok ince film, direk desen baskı gibi çok az pürüzlülük isteyen yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmasında ise 150 den 400 noluya kadar olan zımpara bantları ile zımparalanması tavsiye edilmektedir.

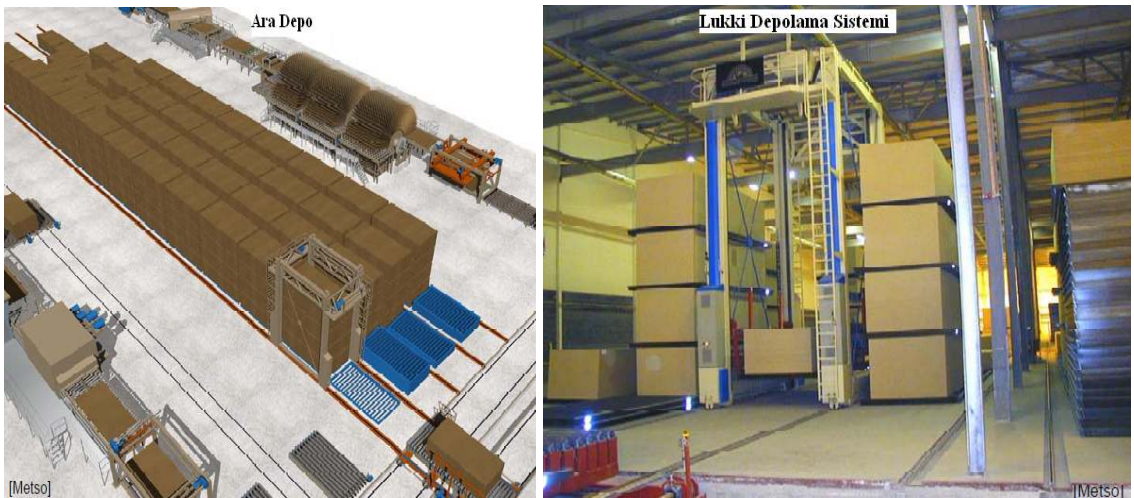
MDF üretiminde 6 veya 8 silindiri zımpara makineleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 1.49’de zımpara başlıkları görülmektedir. Katlı preslerde zımpara payı 1,5–2 mm iken sürekli preslerde ise 0,5–1,2 mm arasında değişmektedir. Sürekli pres ile katlı pres arasında görülen bu 1 mm zımpara payı farkı üretimde kullanılan odun, tutkal ve

enerjinin yaklaşık %17'sine eşittir. Sürekli preslerde taslak sıcak prese girdiğinde sıcaklık ve basınç uygulandığında yüzeydeki lifler katlı presten daha az yanmakta ölü yüzey ve zımpara payı daha az olmaktadır.



Şekil 1.49. Bazı zımparalama başlıkları şekilleri (Moleney 1993).

Uygulamada kalite isteklerine göre 6, 8 veya 12 kafalı zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Zımparalama işleminden çıkan levhaların hem üst yüzeyine hem de alta konulan bir ayna vasıtasıyla alt yüzeyine operatör ve kalite kontrol görevlisi tarafından bakılmaktadır. Buna göre 1. sınıf, 2. sınıf ve tasnif dışı olarak sınıflandırma yapılmaktadır.

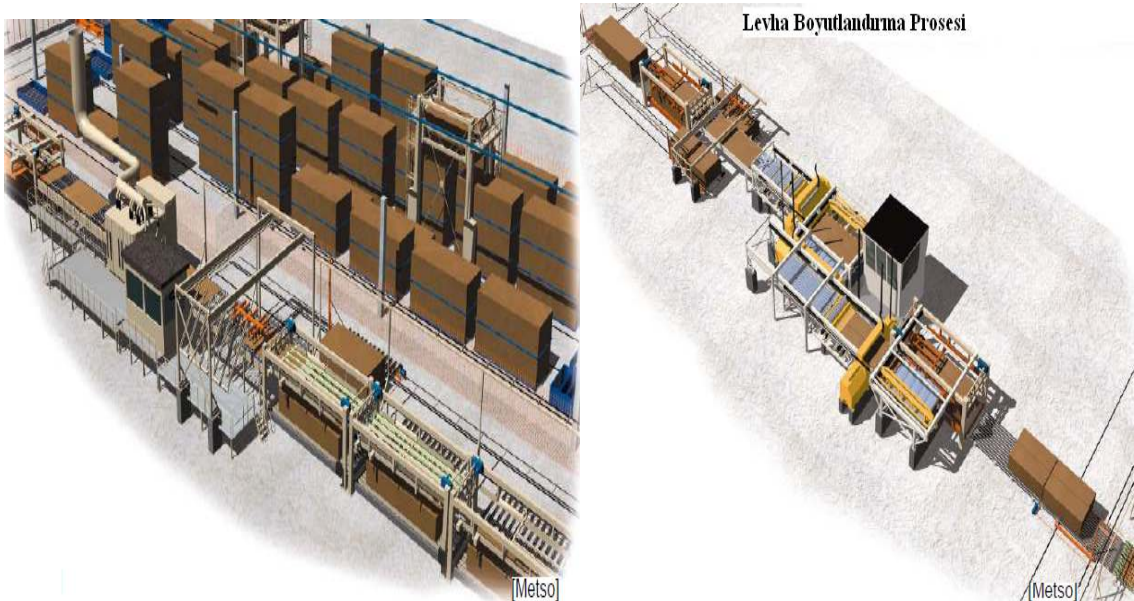


Şekil 1.50. Ara depolama sistemi (IWA, wood based panels 2008).

Sınıflandırma yapıldıktan sonra levhalar asansörde istiflenir ve ürün tanıtım kartı etiketlenir. Bu kartta; levha adedi, kalınlık, yoğunluk, kalite sınıfı, üretim tarihi, levhanın üretildiği vardiya ve sorumlusu vb. bilgiler yer almaktadır. Şekil 1.51’de zımparalama hattı ve boyutlandırma gösterilmektedir. Levha paketi yine forkliftler yardımıyla mamul ambarına götürülerek istif edilmekte ve satışa sunulmaktadır.

Bazı fabrikalarda panel ebatlama hattı bulunmaktadır. Fabrikada üretilen levhalar müşterinin istediği özel ebatlara kesilmektedir. Zımparalama işlemi biten levhalar son depoya gönderilir. Avrupa ve Amerika’da otomatik depolama sistemleri bulunmaktadır. Burada kameralarla izlenen depoda hangi alan boşsa oraya levha paketi otomatik robotlarla görölerek konulmaktadır. Bu sistemle oldukça yüksek istif yapılarak daha az alanda daha çok depolama yapılacağından ana depo gereksinimi azalacaktır. Forkliftle depolama esnasında levhalarda bazı hasarlar meydana gelebilmekte iken bu sistemde böyle bir durum söz konusu değildir.

Forkliftle yapılan depolamada levha paketlerinin üst üste konulduğunda aralarına takozlar konulmaktadır. Bu takozların kalınlıkları, boyları eşit olmalı, istif yüksekliği boyunca eşit mesafelerde yerleştirilmelidir. Aksi halde levhalarda eğilme, boyut değişiklikleri meydana gelebilmektedir. Depolama yerinin zemini düz olmalı ve betondan yapılmış olmalıdır. Depolama yerinde hava sirkülasyonu sağlanmalıdır. Bunun dışında çatı, duvar vb. izolasyonu iyi olmalı, yağmur suyu geçirmemelidir.



Şekil 1.51. Zımparalama, boyutlandırma (IWA, wood based panels 2008).

1.5.19. Zımparalama Kalitesini Etkileyen Faktörler

Levha üretiminde kullanılan ağaç türleri, levhanın yüzey yoğunluğu ve sertliği zımpara makinesinin yapısı, silindir sayısı, basınç miktarı, beslenme hızı ve toz emme sistemi kapasitesi levhanın zımpara kalitesini etkilemektedir. Zımpara makinesinde zımpara bandı tarafından levha üzerine yapılan basınç fazla olduğu takdirde levha yüzeyinde boyuna yönde çizikler oluşmaktadır. Zımpara hattında hız 25–35 mm/dk arasında olmaktadır.

Seramik–alüminyum oksit aşındırıcı zımpara bandı kaba zımparalama için tercih edilirken, silikon–karpit aşındırıcı zımpara bandı ise ince yüzey zımparalama bandı için kullanılmaktadır. Zımpara makinesinin yüksek itme hızı levhanın yüzey kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır (Euro MDF Board EN 324–1). Zımparalanmış levhalarda 30mm kalınlığa kadar olan levhalar için $\pm 0,2\text{--}\pm 0,3\text{mm}$ kalınlık toleransına izin verilmektedir.

Bugün özellikle Almanya, Fransa, İngiltere, İspanya, Portekiz v.b Avrupa ülkelerinde gelişmiş teknolojiyi kullanan birçok MDF fabrikasında Walmet Corporation tarafından yapılan bilgisayar kontrollü LUKKI™ ara depolama sistemi kullanılmaktadır. Şekil 1.50’de otomatik depolama sistemi görülmektedir. Bu depolama sisteminde levha boyutlarına, kalınlıklarına bağlı olmaksızın ana depolama, zımparalama, boyutlandırma ve paketleme hatları entegre olarak çalışmaktadır. Depo zeminine raylar döşemek suretiyle levha taşıma aracı depo alanı içerisinde bilgisayar kontrollü olarak kolayca hareket edebilmektedir. Böylece insan gücü ihtiyacı minimuma inmekte, küçük alanlarda yüksek depolama kapasitesi sağlanmakta, forkliftler ile taşımada güçlükler çıkarabilen kalın levhaların paketler halinde istif edilmesi bu sistemde daha kolay olmaktadır. Oysaki geleneksel forklift ile taşıma işleminde depolama alanında forkliftin rahat hareket edebilmesi için daha fazla açık alana ihtiyaç vardır. Ayrıca forkliftin yapabileceği istif yüksekliği LUKKI™ sisteminde olduğu kadar yüksek değildir. Levha grupları altındaki çelik paketler ile yapılır. Böylece forkliftlerle taşıma esnasında levha taşımada meydana gelebilecek çatlama veya kırılmalar bu sistemde ortadan kalkmaktadır. Bu konuda yapılan bir araştırmada geleneksel forklift ile taşımada ve yüklemede toplam üretim kapasitesinin %3–6’sı kadar bir zayıflık olduğu tespit edilmiştir.

Depo alanında ray üzerinde hareket eden asansörlü araçta asansör yukarı kalkmak üzere çelik paletleri üzerindeki belli sayıdaki MDF'lerle birlikte istifeye kolayca koyabilmekte ve istiften de paletleri alarak zımpara hattına otomatik olarak verebilmektedir. Paletli aracın sürekli, gidip geldiği raylar arasına muntazam olarak yerleştirildiğinde depo alanından maksimum düzeyde faydalanılmaktadır (MDF industry valmet 1997).

Zımpara bandının ömrü yüksek rutubetten dolayı azalmaktadır. Zımpara bandının toz alma yeteneğinin azalması, kesim hızının yavaşlaması, zımpara besleme hızının yavaşlaması, levhadaki reçine seviyesinin yüksek olması (özellikle yüzeylerde), levhanın yoğunluğunun fazla olması, levha yüzeyine metal veya diğer maddelerin karışması, odun türleri ekstraktiflerinin ve lifin içindeki tutkal miktarı gibi özellikler, zımpara bandının ömrünü etkiler. Zımpara bantlarını kullanmadan önce 21⁰C ve %50 bağıl rutubette kontrol edilebilen özel raflarda depo edilmelidir. Uygun depolama ile yanlış kullanımlar önlenmelidir (Maloney 1993).

1.5.20. Depolamada Dikkat Edilecek Hususları

MDF levhaları tercihen yatay olarak temiz bir zemine karşı takozlar kullanılarak depolanır. Rutubetli zemine karşı ise polietilen şilte konularak rutubetten korunabilir. Takozlar eşit kalınlıkta olmalı, aradaki açıklıklar 80 cm'den daha fazla olmamalıdır. Paket kalınlığı ince levhalarda levha kalınlığının 50 katından daha fazla olmamalıdır. Dikine istifler düzgün olmalı ve takozlarda aynı hizada olmalıdır. Paketlerden taşan takoz çıkıntılar minimum olmalıdır. Az sayıda levha iyi yerleştirilir ve desteklenirse dikine istif edilebilir. Depolama alanı iyi havalandırılmalıdır. Depolama alanında hava bağıl nemi %50, levha rutubet miktarı %7-9'da olmalıdır. Ekstrem rutubetten dolayı her bir paketin etrafı plastik ile ambalaj yapılmalıdır. Levhaların transportu tek tek hava şartlarına uygun olarak yapılmalıdır. Paketlerin altına ve üstüne koruyucu levhalar konulmalıdır. Uzun süreli depolamada çevreden gelebilecek kısa süreli değişik zarar verebilecek nesneler ortadan kaldırılmalıdır (Maloney 1993).

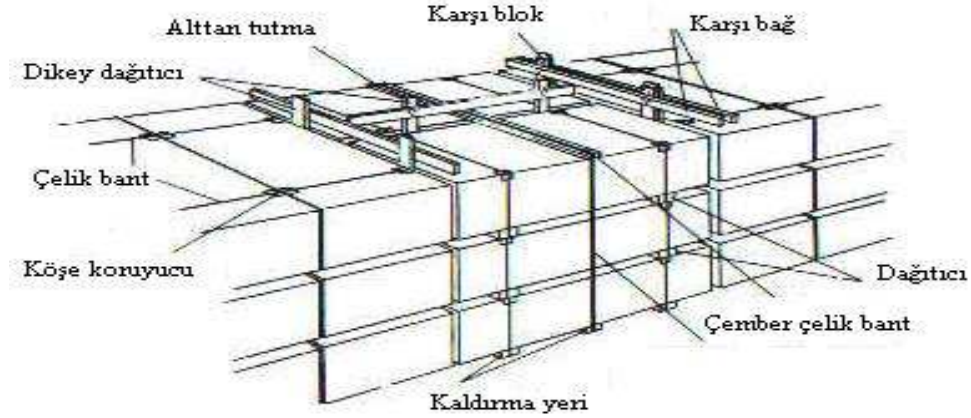
1.5.21. Levhanın Seçimi

Levhalar zımparadan ayrıldıktan sonra levhaların yüzeyleri kontrol edilerek kusurlu olan için sınıflandırma yapılır. Bu kusurları göstermek için eğimli ışıklar kullanılır. Levha hat üzerinde dönerken operatör tarafından kontrol edilir veya alt yüzeyi gösteren yansıtıcı ayna vasıtasıyla levhanın yüzey özellikleri belirlenebilir. Sınıflandırma

otomatik kontroller ile yapılabilmektedir. Sınıfı belirlenen levhalar paketleme hattında istiflenir (Maloney 1993).

1.5.22. Depolama ve Sevkiyat

Sevkiyat departmanı müşteriye levhaların sevkiyatını sağlamakla sorumludur. Paketler zarar görmeden, görünüşü bozulmadan yükleme yapılmalıdır.



Şekil 1.52. Uygun yükleme modelinin gösterilmesi (Maloney 1993).

Yükleme için sağlıklı taşımanın sağlanması gerekmektedir. Paketler bütün yabancı materyallerden, bütün mekanik zararlardan tamamen korunmalıdır. Şekil 1.52’de uygun paketleme modeli görülmektedir. Levhalarda yüklemede zarar görebilecek yerlere blok yan engelleyici konulmalıdır. Sevkiyat haline getirilen paketler arasına takoz ve lastik sıkıştırıcılar konulmaktadır. Lastik sıkıştırıcılar, levha paketinin kaymasını önlemekte ve sabitlemektedir. Paketler arasında gerekli sağlamlık olması için bütün ara geçişlerde sert çelik bantlar birbirine bağlanmalıdır. Bu şekilde yapılan bir yükleme ile paketler zarar görmeden müşteriye kadar sağlıklı bir şekilde taşınmaktadır (Maloney 1993).

1.6. ISI ÜRETİMİ

Yakıtın yakılması ile elde edilen ısı enerjisinin suda depolanması ile elde edilen sıcak su, kızgın su, buharın (ıslak, kuru vs) sıcaklık, enerji (ısı) veya basıncından yararlanılması olayına ısı üretimi denir.

1.6.1. Buhar Kazanının Tanımı

Yakıtların yakılması ile elde edilen ısıdan yararlanarak, istenilen sıcaklık, basınç ve miktarda buhar üretilip çeşitli üretim bölümlerinde (elektrik üretimi, pişirme, kurutma,vb) kullanımı için sıcak akışkanın sağlanmasına yarayan kapalı kaba buhar kazanı denir.

1.6.2. Buhar Kazanlarının Sınıflandırılması

1.6.2.1. Basınçlarına Göre

- Alçak basınçlı (1 atünün altında) kazanlar.
- Orta basınçlı (1 atünün üstünde) kazanlar.
- Yüksek basınçlı (2,5 atünün üstünde) kazanlar.

1.6.2.2. Ocak Cinsine Göre

- İçten ocaklı kazanlar.
- Dıştan ocaklı kazanlar.

1.6.2.3. Kullanılan Yakıt Cinsine Göre

- Kömür (parça veya toz) yakan kazanlar.
- Sıvı yakıt yakan kazanlar.
- Gaz yakıt yakan kazanlar.

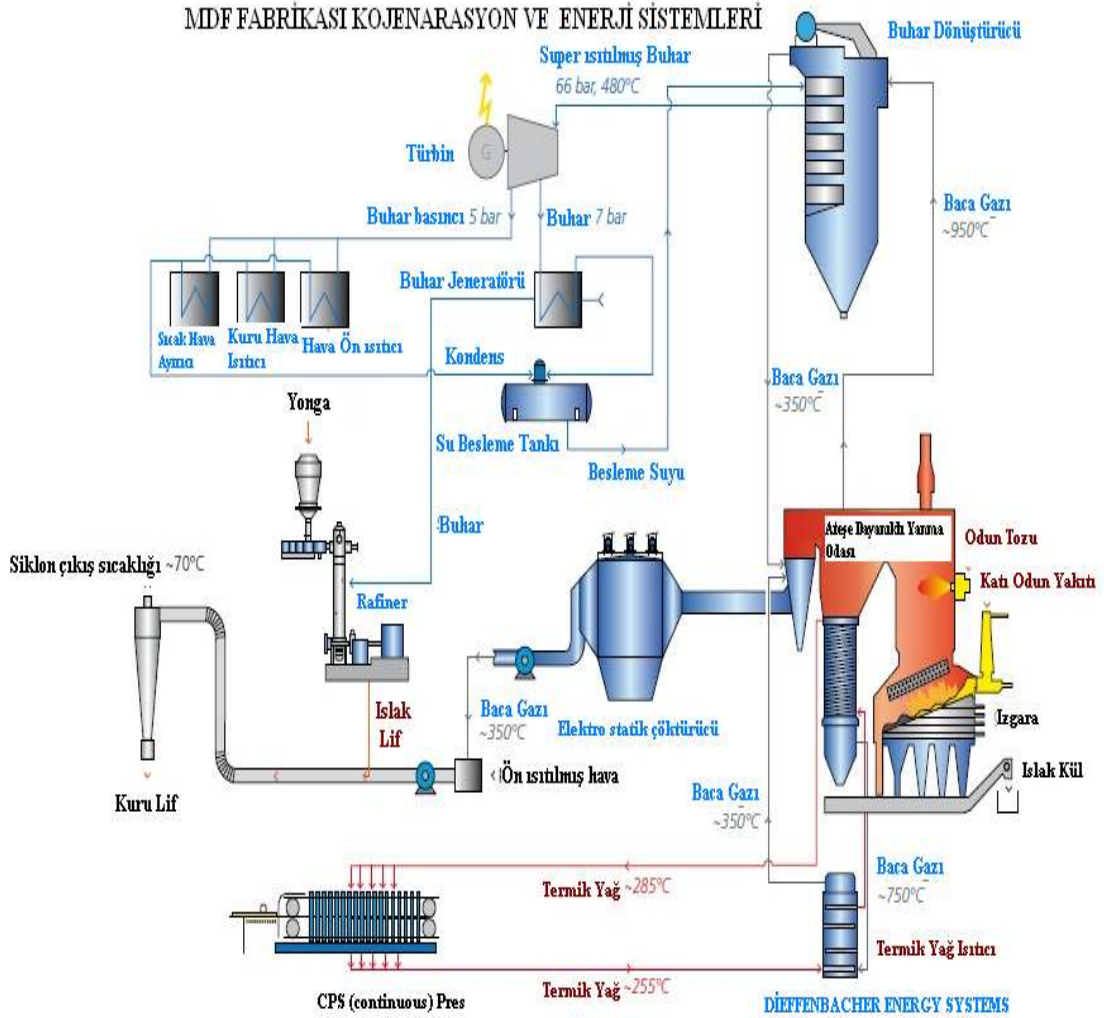
1.6.2.4. Günümüzde Kullanılan Kazanlar

- Büyük su hacimli kazanlar (alev borulu kazanlar, alev-duman borulu kazanlar).
- Küçük su hacimli veya su borulu kazanlar.

- Özel kazanlar (zorlanmış akımlı, artık ısılı).
- Büyük su hacimli kazanlar.
- Kazan hacmine göre su kapasitesinin fazla olduğu kazanlardır (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

MDF tesislerinde zımpara tozu bol olduğundan ve yaklaşık 4500 kcal/kg ısı vermesi nedeni ile verimli ısı üretimi yapılabilir. Bunun yanında toz ve gaz yada sıvı yakıt brülörü kombine olarak kullanılabilir.

MDF fabrikalarında kabuk, elek altı, toz ve küçük odun atıklarının yakılarak enerji üretimi Şekil 1. 53'deki katı yakıt kazanından yararlanılmaktadır.



Şekil 1. 53. Atıklarla yanan kazan ısıtma sistemi (Dieffenbacher Energy System 2011).

1.6.3. Kazan Yardımcı Donanımları

1.6.3.1. Su Hazırlaması ve Besleme

Hidrojen (H_2) ve oksijenin (O_2) kimyasal birleşmesi ile su (H_2O) oluşur. Yumuşatılmış veya damıtılmış su, renksiz, kokusuz ve tatsızdır. Böyle bir suyun $+4^{\circ}C$ deniz düzeyinde ve havada özgül ağırlığı 1 gr/cm^3 , kaynama derecesi $100^{\circ}C$ 'dir. Fakat doğada su çeşitli yer katmanlarından geçerken yapısına bazı metal tuzlarını eriterek alır. Bu tür sulara sert su denir. Sular geçici ve kalıcı sertlik olarak ikiye ayrılır (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.1.1. Geçici Sertlik

Kaynatılarak çökeltme biçiminde giderilebilen sertliğe geçici sertlik denir. Bu tür sulara erimiş olarak karbonatlar bulunur. Kalsiyum karbonat ve magnezyum bikarbonat vb (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.1.2. Kalıcı Sertlik

Kaynatılarak çökeltme biçiminde giderilemeyen sertliğe, kalıcı sertlik denir. Bu tür suların yapısında sülfat tuzları bulunur, magnezyum sülfat, kalsiyum sülfat gibidir. Toplam sertlik sudaki kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) miktarı ile belirlenir. Buda karbonat olan ve olmayan sertliklerin toplamı demektir.

Değişik ülkeler kendilerine göre bir sertlik birimi seçmişlerdir. Dünyada ve Türkiye'de sertlik belirlenmesi bu birimlerden birine göre yapılır.

- Bir Alman sertlik derecesi : 1 ton suda bulunan 17.86 g $CaCO_3$ demektir.
- Bir Fransız sertlik derecesi : 1 ton suda bulunan 10 g $CaCO_3$ demektir.
- Bir İngiliz sertlik derecesi : 1 ton suda bulunan 14,29 g $CaCO_3$ demektir.
- Bir Amerikan sertlik derecesi : 1 ton suda bulunan 17,16 g $CaCO_3$ demektir.
- Bir Rus sertlik derecesi : 1 ton suda bulunan 2,5 g $CaCO_3$ demektir.

Bizde en çok Alman ve Fransız sertlik birimleri kullanılır (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2. Su Yumuşatma Yöntemleri

Sular kimyasal veya mekanik yumuşatma işleminden geçmeden önce çöktürme, süzme (filtreleme) ve havalandırma gibi ön temizleme işlemleri uygulanır.

Diğer Su Yumuşatma İşlemleri

- Kireç soda yöntemi.
- Fosfat yöntemi.
- Fiziksel yolla yumuşatma.
- Buharlaştırma ve yoğunlaştırma.
- Elektro osmos.
- Manyetik aygıt.
- Permutit yöntem (iyon değiştirme).
- Permutit yöntem (iyon değiştirme), kation değiştirici.
- Demir analiz sistem anyon+kation değiştirici olarak sınıflandırılır (TMMOB Sanayi Kazanları).

1.6.3.2.1. Kireç Soda Yöntemi

Çok yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yalnız sertlik derecesi 13-14⁰d (Alman sertliği) olan suları kullanılabilir sıfır sertlik derecesine yumuşatır. Özel bir kapta 70-90⁰C'e ısıtılan ham suya, suyun sertliğine göre Ca(OH)₂ (Kireç) ve (Soda) konur. Böylelikle suyun toplam sertliği CaCO₃ (Kalsiyum karbonat) katkı maddeleri ile kimyasal tepkime sonucu çöktürülerek sudan uzaklaştırılmış olur (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.2. Fosfat Yöntemi

Bu da bir tür kimyasal tepkime ile CaCO₃'ın yani sudaki toplam sertliği belirleyen kalsiyum karbonatın çöktürülmesidir. Fosfat pahalı olduğundan Na₃PO₄ (trisodyumfosfat) kireç-soda yöntemiyle birlikte kullanılır ve kazanda sürekli fosfat

fazlalığı istenir. Na_3PO_4 aynı zamanda kazan suyunun pH'ını ayarlama işini de görür (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.3. Fiziksel Yöntem

1.6.3.2.3.1. Buharlaştırma ve Yoğuşurma Yöntemi

Çeşitli yöntemlerle buharlaştırılan su başka bir kapta yoğunlaştırılarak sertliği $0,2^0$ 'ye dek düşürülür. Oradan su buhar kazanına veya kullanma yerine gönderilir. Pek kullanılan yöntem değildir.

1.6.3.2.3.2. Elektro Osmos Yöntemi

Suyu elektrolize yoluyla yumuşatır. Kapasitesinin çok düşük ve pahalı oluşundan pek kullanılmaz.

1.6.3.2.3.3. Manyetik Aygıt

Su çevrimine konulan bir doğal mıknatıstır. Buradan geçen suyun içinde bulunan sertlik veren tuzlar, mıknatısın etkisiyle iyonlara parçalanır ve çöker. Bu iyonlara parçalanmış tuzlar, kireç tabakası kaplanmış yüzeylere giderlerse oradaki kireçler de parçalarlar. Çok ekonomiktirler ve küçük sistemlerde yaygın kullanılırlar (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.4. İyon Değiştirme Yöntemi

1.6.3.2.4.1. Permotit Yöntem (İyon Değiştirme Yöntemi)

Özellikle sanayide çok yaygın olarak kullanılan bir su yumuşatma sistemidir. İyon tutma ilkesine dayanır. Bu nedenle iki tür yapay reçine (permotit reçine) geliştirilmiştir.

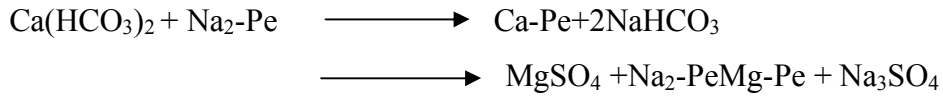
- Anyonik reçineler.
- Katyonik reçineler.

Anyonik reçineler, anyon yüklü metal tuzları tutabilen reçinelerdir. Yani kendileri katot görevi görürler. Katyonik reçineler ise katyon yüklü metal tuzları tutan reçinelerdir. Yani anot görevi görürler. Bu reçinelerin doğalına zeolit adı verilir. Doğada bu zeolit adı verilen yapılar sodyum, potasyum, kalsiyum ve alüminyum hidrosilikat vs gibi 20 kadar minerallerdir. Bugün bu zeolitlerin yapayı oluşturulmuştur. Yapayların maliyetleri doğallara göre yüksek olduğundan, bugün sanayide tümü ile yapay reçineler

kullanılmaktadır. (1m³ yapay reçine 14.000 - 15.000'g CaCO₃'i sudan ayırır (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

Yapay reçineler önceleri (permotit reçineler) alüminyum silikat, alkali karbonat ve kumun (silis) birlikte kızdırılması ile elde edilirdi. Şimdi ise bu yapay reçineler alüminyum sülfat ve sodyum silikat eriyiklerinden yapılırlar. Sodyum permotit Na-Pe diye gösterilir.

Suyun yumuşatılması sırasında oluşan kimyasal olay şöyledir.



Denklemden de görüldüğü gibi suya sertlik veren kalsiyum ve magnezyum reçineyi yapısına almaktadır. Daha doğrusu reçinenin içinde bulunan sodyum (Na) ile kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) yer değiştirmektedir. Bu yer değiştirme denge kurulana dek sürer ve reçineler doyana dek (Ca) ve (Mg)'lar tutulur. Reçineler doyduktan sonra suyu yumuşatamaz duruma gelir. Reçinelerin suyu yumuşatamaz duruma geldiği zamanı iyi saptamamız gerekir. Ters durumda sisteme veya kazana sert su kaçırılmış ise, kazanda kazan taşı oluşmasına neden olunur. Her yumuşatma aygıtının geçen su değerine göre suyu yumuşatma süresi (5-6 saat gibi) belirlenir. Su yumuşatma aygıtını işletmeye alırken, işletmeye alındığı saat yazılır. İşletme süresinin tamamlanmasına yakın büret şişesi olarak tanımlanan şişe ile, su yumuşatma aygıtının suyu yumuşatıp yumuşatmadığı denetlenir. Eğer yumuşatma gerçekleşmiyorsa, bu yumuşatma aygıtı işletmeden çıkartılır (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.4.2. Büret Şişesi ile Denetim

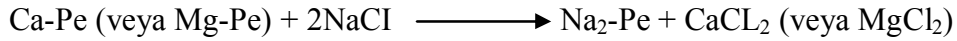
Büret şişesi olarak tanımlanan aygıt, bir tuzluk veya bir mürekkep şişesi büyüklüğündedir. Bu şişe, yarıya yakın denenecek su ile doldurulur ve içine 5–6 damla sabun eriyiği damlatılır. Şişenin ağzı kapatılarak çalkalanır. Suyun üzerinde bir parmak kalınlığına yakın sabun köpüğü oluşup hemen sönmüyorsa, yumuşak su demektir. Sönüyorsa veya sabun köpüğü oluşmuyorsa sert su demektir. Yani su yumuşatma aygıtımız suyu yumuşatamıyor demektir. Bu durumda aygıt işletmeden çıkartılıp, geri kazanma işlemine alınır. Eğer suyumuzun sertlik değeri bulunmak isteniyorsa çatal borudan büret şişesine sabun eriyiği damıtılması sürdürülür. Büret şişesinde çalkalama

sonucunda kalıcı ve bir parmak kalınlığında köpük elde edildiği noktada çatal boru üzerinde sabun eriyiği kullanma miktarımıza göre okunan değer suyumuzun sertlik değeridir (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.4.3. Geri Kazanma İşlemi (Rejenerasyon)

Aygıt önce ters yıkanarak reçinelerin üzerini kaplamış olan çamur katmanı atılır. Sonra reçinelerin üzerinde tuz eriyiği geçirilerek reçineler tuzlanır. Bu kez ters iyon değiştirme olayı olur. Yani tuzun sodyumu sert su ile doymuş olan reçinenin magnezyumu ve kalsiyumu ile yer değiştirir. Böylece reçine yeniden suyu yumuşatabilir duruma getirilmiş olur (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

Oluşan Olay:



Kalsiyum magnezyum + tuz sodyum + kalsiyum magnezyum permatit, permlatit eriyiği, permatit klorür, kullanılacak tuz eriyiğinin (sodyum klorür) miktarı, kalsiyum oksite (CaO) göre saptanır. Her 100g kalsiyum oksit için 500–600 g tuz eriyiği (NaCl) gerekir. Tuzlamadan sonra reçineler yeniden yıkamaya alınır. Çünkü, tuz metal için çok zararlıdır. Yıkama işlemi tatlı su gelene dek sürer. Bu suyu tadarak denemek gerekir. Bu işlemler sırasında çıkan, su gidere verilir. Tatlı su gelmeye başlayınca, yumuşatma aygıtı işletmeye hazır demektir (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.4.4. Yumuşatma Aygıtı (Mispet Aygıtı)

Hem anyonik reçineden, hem de katyonik reçineden geçirilen suya yumuşatılmış ve yumuşak su denir. Yani, sert su önce anyonik reçineden geçirilerek suyun anyonları tutulur, sonraki katyonik reçineden geçirilir ve katyon yüklü metal tuzları da tutularak suda hiç bir erimiş metal tuz kalmamış olur ve saf su elde edilmiş olur. Bu yumuşatma aygıtında anyonik reçinelerin geri kazanılması, daha önce belirttiğimiz gibi tuz ile olur. Katyonik reçinelerin geri kazanılmasında, diğer reçinelerde olduğu gibi ters yıkamadan sonra, buna tuz değilse hidroklorikasit (HCl) çözeltisi verilir. Sonra yine yıkama yapılır. Böylece yumuşatma aygıtımız işletmeye hazır duruma gelmiş olur. Yumuşatılmış su, yüksek basınçlı kazanlarda kullanılır (30-40 atünün üzerinde kazanlarda) (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

1.6.3.2.4.5. Degazör (Gaz Alıcı)

Yumuşak su, ister permotit ister yumuşatılmış su olsun, yine de içlerinde erimiş olarak (O_2) oksijen, hidrojen (H_2) veya karbondioksit (CO_2) gazları bulundukları zaman kazanlar için elverişsiz su olurlar. Suda erimiş olarak bulunan bu gazlar fiziksel olarak gaz alıcıda veya kimyasal katkı maddeleri suya eklenerek giderilirler. Kazan suyu büyük işletmelerde günde en az iki kez, küçük sistemlerde 10-15 günde bir laboratuvar çözümlemesinden geçirilmelidir. İyi bir kazan suyu, aşağıdaki niteliklerde olmalıdır. Sertlik(0,1-0,8)Alman sertliğinde, Oksijen (0,2mg/lt), Yağ (5mg/lt), pH (8,5-10,5) olmalıdır (TMMOB Sanayi Kazanları 2000).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. MATERYAL

2.1.1. MDF Üretiminde Kullanılan Ağaç Türleri ve İnorganik Dolgu maddeleri

2.1.1.1. Ağaç Türleri

2.1.1.1.1. Doğu Kayını

Doğu Kayını (*Fagus Orientalis L.*) Fagaceae familyası türlerindendir. Avrupa da Avrupa kayını (*Fagus sylvatica L.*), Kuzey Amerika’da Amerikan kayını (*F. grandifolia Ehrh.*) ve Japonya’da ise Japon kayını (*F. Japonica Maxim*) türleri yetişmektedir. Boyları 30-40 m, çapları ise 100-150 cm civarındadır (Yaltırık 1998).

2.1.1.1.1.1. Makroskopik Özellikler

Odunu kımızimsı beyaz renktedir. Olgun odun özelliklerine sahiptir. 80 yaşın üzerindeki ağaçlarda kımızimsı kahverenginde gayri muntazam şekilli, iç kısımda dalgalı şeritli bir öz odun mevcuttur. Dağınık trahelidir. Yıllık halka sınırları koyu renkli yaz odununda trahelerin az sayıda olması ile belirgindir. Traheler küçük çaplıdır. Enine kesitte traheler yıllık halkanın her tarafına dağılmış durumdadır. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte ve 0,5-0,1 mm aralıktadır. Bu öz ışınları radyal kesitte parlak, koyu renkli levhalar teşkil ederler ve yüzeyin 1/10’ü kaplarlar. Geniş öz ışınları teğet kesitte 2 mm uzunlukta iğ şeklinde görülür. Odun düzgün lifli ince ve yeknasek tekstürdedir. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte ve 0.5-0.1 mm aralıktadır. Yıllık halka sınırında kalın öz ışınları genişlemektedir. Radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar, teğet kesitte kımızimsı iğ şeklinde lekeler halindedirler (Yaltırık 1998).

2.1.1.1.1.2. Mikroskopik Özellikler

Dağınık traheli bir yapı mevcuttur. Yıllık halka içinde traheler yaz odununa doğru gittikçe gerek sayı, gerekse büyüklük bakımından azalmaktadır. Trahe sayısı fazla olup mm² de 80-180(100) mikrondur. Perforasyon tablaları basit ve yaz odunundaki küçük çaplı trahelerde 20 bölmeye kadar merdivenimsidir. Traheler arası geçitler horizontal sıralı veya bazen merdivenimsidir. Öz odununda içleri yabancı maddelerle dolu traheler

bulunabildiği gibi tüller de mevcuttur. Boyuna parانشimler çok sayıdadır. Apotrahel dağınık ve teğet sıralı bir düzendedir. Öz ışınları iki tiptedir (Yaltırık ve Efe 1994).

Doğu Kayını odununu oluşturan anatomik elemanların diri odundaki oranları ortalama olarak,trahe %33,9 ,libriform %45,78, öz ışını %20,20 ve boyuna parانشim %5'dir. İlk bahar odununda lif uzunluğu 1,242 mm, lif genişliği 20,20 mikron, lümen çapı 9,75 mikron,lif çeper kalınlığı 5,11 mikron,yaz odununda lif uzunluğu 1,238 mm, lif genişliği 17,92 mikron, lümen çapı 6,2 mikron, lif çeper kalınlığı 5,66 mikrondur.

Enine kesitte kalın öz ışınları yıllık halka sırasında genişlemektedir. Bu öz ışınları 15-25 hücre genişliğindedir. Homoselüler yapıdadırlar. Çok nadir olarak heteroselüler öz ışınlarına rastlanmaktadır. Trahelerle karışılama yerlerinde büyük geçitler görölmektedir. Dar öz ışınları 1-5 hücre sıralı, yükseklikleri 500 g kadardır. Geniş öz ışınları ise birkaç mm yüksekliktedir. Esas dokuyu genellikle kalın çeperli libriform lifleri teşkil etmekte ve az miktarda da lif traheidleri bulunmaktadır (Yaltırık 1998).

2.1.1.1.1.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri		Liflere Dik Çekme Direnci
Yoğunluk	D ₀ : 0,68 gr/cm ³	Radyal. 37,74 kp/cm ²
	D ₁₂ : 0,72 gr/cm ³	Teğet: 38,07 kp/cm ²
Hacim Yoğunluk:	0,456 gr/cm ³	Liflere Paralel Çekme Direnci
Daralma Yüzdesi: βr:	%4,97	Radyal: 92,27 kp/cm ²
	βt: 11,2	Teğet: 99,75 kp/cm ²
	βv: 16,21	Brinell Sertlik
Liflere paralel basınç:	572 kp/cm ²	Liflere Paralel Yönde: 5,49 N/mm ²
Eğilme direnci:	123 kp/cm ²	Liflere Dik Yönde: 2,86 N/mm ²
Elastikiyet modölü:	130822 kp/cm ²	
Dinamik eğilme direnci:	0,95 kp/cm ²	

2.1.1.1.2. Saplı Meşe

2.1.1.1.2.1. Saplı Meşe'nin Doğal Yayılışı

Saplı Meşe (*Quercus Robur L.*) fagaceae familyasından olan Quercus cinsi ülkemizde de çok sayıda tür ile temsil edilmektedir. Meşeleri; Ak meşe, kırmızı meşe ve daimi yeşil meşeler olmak üzere üç grupta toplamak mümkündür. 20-50 m boy, 100-200 cm'ye kadar çap yapabilmektedirler (Yaltırık ve Efe 1994).

Ormanlarda yamaç eteklerinde, taban suyu yüksek düzlüklerde, dere içlerinde küçük gruplar veya tek tek bulunur. Saf bükler oluşturmaz. Tüm Avrupa, Türkiye ve Kafkasya'da geniş bir yayılımı vardır (Yaltırık ve Efe 1994).

2.1.1.1.2.2. Saplı Meşe'nin Makroskopik Özellikler

Diri odun çoğunlukla dar ve sarımsı beyaz, öz odunu açık kahverengi ile sarımsı kahverengindedir. Kesimden sonra koyulaşır. Taze halde bazen kırmızımsı bir renk de söz konusudur. Yıllık halka sınırları belirgindir. ilkbahar odunu traheleri çok büyüktür, çıplak gözle görülebilir. 1-5 adet genişlikte halka teşkil ederler. Saplı meşede özellikte geniş yıllık halkalarda ilkbahar odunu traheleri 4-5 sıralıdır. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş daha yavaş ve traheler elips şeklindedir. Sapsız meşede ilkbahar odunu traheleri 1-2 sıralı, traheler yuvarlak enine kesitte ve geçiş daha hızlıdır. Radyal kesitte traheler kaba iğne çiziklidir. Yaz odunu traheleri çok sayıda küçük olup şuleler şeklindedir. Sadece lüp altında görülebilirler (Yaltırık ve Efe 1994).

Öz ışınlar tek sıralı ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Kalın olanlar 1 mm den geniştirler ve kalın öz ışınlarının arası muntazam olmayıp 2-6 mm kadardır. İnce öz ışınların arası ise 0.1 mm'dir. Kalın öz ışınları radyal kesitte kaba aynalar teşkil ederler. Teğet kesitte iğ şeklinde görülürler. Boyuna paraşimler enine kesitte lüp altında ince, kısa teğet çizgiler halinde ayırt edilmektedir. Dekoratif ve ağır bir odunu vardır (Yaltırık ve Efe 1998).

2.1.1.1.2.3. Saplı Meşe'nin Mikroskopik Özellikler

Traheler tipik halkalı diziliştedir. İlkbahar odun traheleri 400 g teğet çapa kadar olup çok büyüktür. Tek tek veya çoklu kümeler teşkil ederler. Yaz odunu traheleri küçük (20-30 µ), çok sayıda ve yıllık halka sınırına doğru çaplar azalmaktadır. Perforasyon tablaları basit tiptedir. İçleri fazla miktarda tüllerle doludur. Boyuna paraşimler çok

sayıdadır. Apotraheal dağınık ve apotraheal teget (tek ve çok sıralı) şeritler teşkil ederler. Paratraheal paranzimler ise vasisentik trahelerle birlikte ilkbahar odunu traheleri ve öz ışınları arasında, ayrıca yaz odunu traheleri arasında gayri muntazam bir şekilde bulunmaktadır.

Öz ışınları iki ayrı genişliktedir. Tek sıralılar; 25 adet hücre yüksekliğine kadar olanlardır ve bunların arasındaki mesafe gayri muntazamdır. Geniş olanlar; 20 hücreden daha geniş (0.5-1.0 mm) ve birkaç cm yükseklikte dirler. Öz ışınları homoselüler yapıdadır. Libriform lifleri, lif traheleri ve vasisentik traheidler esas dokuyu teşekkül ederler. Çeperler kalın ve lümen çapının üçte biri kadardır.

Traheler; halkalı büyük traheli, ilk bahar odunu traheleri çok sıralı, yaz odunu traheleri radyal yönde ve çoğunlukla çatal şeklinde sıralıdır. Saplı meşede; ilk bahar odunu traheleri elips şeklinde 1-5 sıralı, yaz odunu traheleri geniş radyal sıralar oluşturur. İlk bahar odunundan yaz odununa geçiş vardır. İlk bahar odunu traheleri 150-350 mikrometre ,yaz odunu traheleri 30-140 mikrometre çaptadır. Milimetre karede ilk bahar odununda 5-13 adet, yaz odununda 25 adet kadardır. Tüller çok miktarda görülür. Oran dar yıllık halkalarda %39,4, geniş yıllık halkalarda %57,7'dir.

Kimyasal özelliklerinde; saplı meşe %40-43 selüloz, %25-31 lignin, %19-26 pentozan ihtiva eder (Bozkurt ve Erdin 1998).

2.1.1.1.2.3.1. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

$$\text{Yoğunluk: } D_0 = 0.65 \text{ gr/cm}^3$$

$$:D_{12} = 0.69 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Hacim Yoğunluk: } 0,9-1,15 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Daralma yüzdesi: } \beta_r = 4,0\%$$

$$:\beta_t = 7,8\%$$

$$:\beta_v = 12,2\%$$

2.1.1.1.3. .Sarıçam

2.1.1.1.3.1. Sarıçam'ın Doğal Yayılışı

Sarı Çam (*Pinus sylvestris* L) pinaceae familyasının en önemli cinslerinden biridir. Ülkemizde 5 tür ile temsil edilmektedir. Sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra subsp*). Anadolu karaçamı (*Pinus Paliasiana (Lamb.) Holomboe*), Kızıl çam, (*Pinus brutia Ten*). Fıstık Çamı (*Pinus pinea L*). ve . Halep çamı (*Pinus halepensis*)'dır. Çamlar 30-50 metreye kadar boy ve 100 cm den fazla çap yapabilmektedir. Bu çamlardan sadece sarı çam'ın özellikleri aşağıda verilmiştir (Yaltırık 1998).

2.1.1.1.3.2. Sarıçam'ın Makroskobik Özellikler.

Diri odun geniş (en çok 10 cm), sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı kahverengindedir. Kesimden sonra daha koyulaşır. Yıllık halka sınırları belirgin ve hafif dalgalıdır. Yaz odunu koyu renkli olup açık renkli ilkbahar odunu ile kontrast yaratır. Yetişme muhitine bağlı olarak yıllık halkalar dar veya geniştir. Radyal kesitte yaz odunu birbirine paralel şeritler halinde görülür. Öz ışınları çıplak gözle görülmemektedir. Sadece yaz odununda belirgin olabilmektedir. Radyal kesitte enine, ince bantlar teşkil ederler. Boyuna paranşimler yoktur. Reçine kanalları ladin ve melezden büyük ve çok sayıdadır. Yaz odununda açık, ilkbahar odununda koyu lekeler şeklinde bulunurlar. Radyal ve teğet kesitte boyuna çizikler halindedir. Odunu mat olup parlak değildir. Taze halde iken reçine kokuludur. Dekoratif bir görünüşü vardır. Odunu oldukça sert ve orta ağırlıktadır (Yaltırık 1998).

2.1.1.1.3.3. Sarıçam'ın. Mikroskobik Özellikler.

Yıllık halka sıraları belirgin olup yaz odunu traheidleri radyal yönde çok yassılaştırmış, kalın çeperli, dar lümenlidir. İlkbahar odununda traheidler geniş lümenli ve ince çeperlidir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş oldukça hızlıdır. İlkbahar odunu traheidlerinin radyal çeperlerinde kenarlı geçitler büyük ve tek sıralıdır.

Öz ışınları tek sıralıdır. Reçine kanalı bulunan öz ışınları orta kısımda 2-5 sıralıdır. Öz ışınları çoğunlukla 1-12 bazen ise 15 den fazla hücrelidir. Heteroselüler yapıdadır. Öz ışını traheidleri her iki tarafta 1-3 sıralı, bazen ise öz ışını içerisinde bulunmaktadır. Bunların çeperleri kaba dişlidir. Öz ışını paranşim hücrelerinin çeperleri ince olup enine ve uç çeperlerde geçitler az sayıdadır. Karşılaşma yeri geçitleri 1-2 adet pencere tipindedir. Boyuna paranşim hücreleri bulunmamaktadır. Boyuna reçine kanalları

çoğunlukla tek tek ve genellikle yaz odunu içerisinde bulunurlar. Ladin ve melezden daha fazla sayıdadır. Epitel hücrelerinin çeperleri incedir.

Diğer çam türleri dikkate alındığında genç ağaçlarda diri odun geniştir. Öz odun rengi kıvılcık çamda daha koyu ve yıllık halka sınırları kaba dalgalıdır. Fıstık çamında yıllık halkalar nispeten geniş olup odunu limon gibi kokmaktadır (Bozkurt ve Erdin,1998).

Sarıçam odununun kimyasal özellikleri; %24.65 lignin, %86 holoselüloz, %63 alfa selüloz, %7.4 pentozan, %0.31 oranlarında kül içermektedir (Bozkurt ve Erdin 1998)

2.1.1.1.3.4. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

a. Yoğunluk: $D_0 = 0.49 \text{ gr/cm}^3$

$$:D_{12} = 0.52 \text{ gr/cm}^3$$

b. Daralma Yüzdesi: $\beta_r = 4.0 \%$

$$:\beta_t = 7.7 \%$$

$$:\beta_v = 12.1 \%$$

2.1.2. İnorganik Mineraller (Dolgu Maddeleri)

2.1.2.1. Kaya tuzu, Kalsit, Boraks Pentahidrat ve Talk Minerallerinin Özellikleri ve Rezerv Miktarı

2.1.2.1.1. Kaya Tuzu (NaCl)

Eski çağlardan beri besin maddesi olarak kullanılan tuz çağımızın kimya sanayinin en önemli girdilerinden birisidir. Na ve Cl iyonlarından oluşmaktadır. Tuz; basınç altında plastik özellik gösteren, sertliği 2,5 olup, özgül ağırlığı 2,1–2,55 gr/cm³ arasında değişen mineraldir. Erime noktası 800°C, kaynama noktası 1412°C'dır. Genellikle renksiz, üretildiği şekliyle rengi gri, sarı, kırmızı hatta mavi ve yeşil olabilir.

Dünya tuz yönünden zengin kaynaklara sahiptir. Tuz deniz suyunda çözünmüş halde ve yer kabuğu içinde katı halde bulunmaktadır. Türkiye tuz potansiyeli açısından oldukça zengin ülkeler arasındadır. Bu potansiyeli deniz tuzları, göl tuzları, kaya tuzları ve kaynak tuzları oluşturmaktadır. Türkiye'nin kaya tuzu rezervi aşağıdaki Çizelge 2.1'de belirtilmiştir (Anonim 2012c).

Çizelge 2.1. Türkiye'nin Kaya tuzu rezervi. *MT:milyon ton.

Tuzla Adi	Yeri	Muhtemel Rezerv(MT)
Sekili	Yozgat	300
Çankırı	Çankırı	358
Gölşehir	Nevşehir	959
Tepesidelik	Kırşehir	20
Tuzluca	Kars	100
Kağızman	Kars	60
Oltu	Erzurum	30
Toplam		1827

2.1.2.1.2. Kalsiyum Karbonat (Kalsit, CaCO₃)

Kimyasal bileşimi %90 CaCO₃ içeren kayalara kalker yada kireç taşı adı verilmektedir. Kalkerin sertlik derecesi 3, özgül ağırlığı 2,5-2,7 gr/cm³ arasındadır. Kireç; en az %90 CaCO₃ içeren kireç taşının kireç fırınlarında 900–1000°C üzerinde kalsinasyonu sonucunda kalsiyum okside dönüşmesiyle elde edilir. Kalsiyum oksidin suyla reaksiyonu sonucu kalsiyum hidroksite dönüşür.

Bugün dünyada tüketilen kireç taşı miktarı yaklaşık yıllık 4,5 milyar ton seviyesindedir. Kireç taşı günümüzde endüstride (demir çelik, gübre, karpit, soda, petrokimya, şeker, cam, madencilik), yapı malzemesi (biriket, gaz beton, çimento sanayi), yapı (yol stabilizasyonu, harç), çevre (su arıtma, çamur arıtma, de sülfürizasyon) , tarım (gübre, hayvan yemi) da kullanılmaktadır. Türkiye kireç taşı yatakları aşağıdaki Çizelge 2.2’de belirtilmiştir (Anonim 2012).

Çizelge 2.2. Türkiye kalsit (CaCO₃) yatakları ve rezerv miktarı.

Yer	Rezerv	Yer	Rezerv
Adana	117.000.000	Kastamonu-Küre-İnebolu	550.000.000
Adana-Karaisalı	13-14 Milyon Ton	Konya-İlgin -Sarılar	26.000.000
Ağrı	100-150 Milyon Ton	Konya -Bozkır-Kızıl çayır	Reverv Bol
Ankara	11.337.500	Konya-Beyşehir-Yeşil dağ	410.000.000
Bolu -Gerede	5.000.000	Malatya-Hekimhan	150.000.000
Bursa -Gemlik	38.092.902	Sivas	1.500.000.000
Diyarbakır- Hani	30-40 Milyon Ton	Sivas-Koyulhisar	125.000.000
Elazığ-Çipköy	156.000.000	Sivas Tecerköy	400.000.000
Gaziantep	40.000.000	Sivas Yıldızeli	37.500.000
İçel-Kışlaköy	80.000.000	Tokat Niksar	1.500.000
İçel Silifke	8-10 Milyon Ton	Trabzon	3.5-4 Milyon Ton
Isparta	30.000.000	Yozgat Şefaatli	168.000.000

2.1.2.1.3. Boraks Pentahidrat

Bu yüzyılın en önemli madenleri arasında yer almaktadır. Bor rezervinin yarısından fazlası Türkiye’de bulunmaktadır. Bor, nükleer sanayiden uzay araçlarına, gübre sanayisinden ilaç sanayine, kimya sanayinden otomobil sanayine kadar 400’ü aşkın alanda kullanılmaktadır. Dünyanın en stratejik madeni olarak kabul edilmektedir.

Türkiye; Dünya bor rezervlerinin %65’ine sahip ve üretiminin %32’sini gerçekleştirmektedir. Türkiye dışındaki ülkelerde bor rezervlerinin ömrü 50 yıldır. Türkiye tüm Dünya’nın 450 -500 yıllık ihtiyacını karşılayabilecek Bor rezervlerine sahip konumdadır. Eti Holding A.Ş. aracılığı ile Bor madenleri, Burhaniye’den Savaştepe’ye, Susurluk’tan Dursunbey’e, Bigadiç’ten Sultançay’ına, Bursa Kestelek’ten Sındırğa’ya, Kütahya Emet’den Eskişehir Kırka’ya kadar 1 milyon 700 bin hektarlık bir bor maden rezerv alanı kamulaştırılmıştır. Bu alanlardaki Bor rezervleri yaklaşık 2.5 milyar tondur. Türkiye Bor madenlerinin ihracatının %50’sini ham madde halinde, %50’sini işlenmiş olarak satmaktadır (Anonim **2012g**).

2.1.2.1.3.1. Boraks Pentahidrat’ın Özellikleri

Bor türevleri tesisi boraks pentahidrat, boraks dekahidrat ve susuz boraks üretimi yapacak şekilde projelendirilmiş olmasına karşın halen yalnızca boraks pentahidrat (Etibor-48) üretimi yapılmaktadır. Zaman zaman da susuz boraks üretimi yapılmaktadır. Üretilen boraks pentahidrat’ın özellikleri şu şekildedir (Anonim **2012h**).

Ürün Adı: Boraks Pentahidrat.

Kimyasal Formülü: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Yoğunluğu: 1,880 gr/cm³.

Aşındırıcılığı: Yüksek.

Bazık yapıda rombohedral kristalli, tinkalkonit olarak da adlandırılan bir bor bileşiğidir. Sulu çözeltilerde 60,8°C nin üzerinde hızla kristalleşme özelliğine sahiptir. Boraks pentahidrat ürün karakteristikleri Çizelge 2.3’de verilmiştir (Anonim **2012h**).

Çizelge 2.3. Boraks pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ürün karakteristikleri.

Ürün Adı IBoraks Pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)					
Ürün Karakteristikleri Tablosu					
Kimyasal Analiz		Proje Değerleri	Minimum Değerler	Maksimum Değerler	Tipik Değerler
B ₂ O ₃	%	47,60	47,80	49,00	48,50
Na ₂ O	%	21,50	21,28	21,81	21,6
3iO ₂	%	1,40	0,0050	0,06	0,0230
PejO _i	%	0,10	0,0020	0,0070	0,0035
Al ₂ O ₃	%	0,40	0,020	0,060	0,024
^aO	%	0,27	0,020	0,030	0,025
MfiO	%	0,40	0,0040	0,0095	0,0080
NaCl	%	.	0,0020	0,0060	0,0030
Na ₂ SO ₄	%	0,04	0,0060	0,020	0,015
As ₂ O ₃	%	.	-	0,00015	0,00007
Suda Çözünmeyenler	%	3,00	0,0080	0,015	0,010
Safiyet ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ eşdeğeri)		100	100	102,5	101,46
Fiziksel Analiz		Proje Değerleri	Minimum Değerler	Maksimum Değerler	Tipik Değerler
Dökme Yoğunluğu (Şr/cm ³)		.	0,992	1,030	1,016
Elek Analizi (%)	%			.	-
+ 1,200 mm	%	4,0	0,60	3,00	1,03
+ 0,750 rom.	%	19,0	13,31	21,08	18,40
+ 0,600 mm.	%	42,0	21,08	26,00	28,00
+ 0,300 mm	%	75,0	55,00	70,00	60,00
+ 0,150 mm.	%	90,0	91,50	83,00	86,80
+ 0,075 mm.	%	95,0	98,80	95,00	97,50
- 0,075 mm	%	5,0	1,20	5,00	2,50

Türkiye’de Bor yatakları; Bigadiç, Emet, Kestelek, Kırka alanlarında bulunmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 2.4.’de hem Türkiye’de Bor madeninin kullanım yerleri ve tüketim yüzdeleri, hemde rezerv miktarı belirtilmektedir (Anonim 2012g).

Çizelge 2.4. Türkiye Bor madeninin rezerv miktarı Bor madeninin kullanım yeri ve tüketim yüzde oranı. *Bin Ton.

Ülke	Ekonomik Rezerv	Mümkün Rezerv	Toplam Rezerv	Toplam Rezervdeki Pay (%)	Kullanım Alanı	Miktar (B ₂ O ₃ *)	Pay (%)
Türkiye	227	624	851	72,2	Yalıtım Tipi Cam Elyafı	440	24,40%
A.B.D.	40	40	80	6,8	Tekstil Tipi Cam Elyafı	370	20,60%
Rusya	40	60	100	8,5	Borosilikat Camlar	165	9,20%
Çin	27	9	36	3,1	Emaye-Sır	350	19,40%
Arjantin	2	7	9	0,8	Tarım	120	6,70%
Bolivya	4	15	19	1,6	Deterjan	95	5,30%
Şili	8	33	41	3,5	Diğer Alanlar	260	14,40%
Peru	4	18	22	1,9	Toplam	1.800	100
Kazakistan	14	1	15	1,3			
Sırbistan	3	0	3	0,3			
Toplam *	369	807	1.176.000	100			

2.1.2.1.4. Talk

Talk, sulu bir magnezyum silikat olup, teorik formülü $3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$ 'dur. İdeal bileşiminde %63.5 SiO_2 , %31.7 MgO ve %4.8 H_2O ihtiva etmektedir. Beyaz, yeşilimsi şeffaf renklerde, kaygan, masif görünümlü ve yumuşaktır. Sertliği Mohs cetveline göre 1–1.5 arasında değişmektedir. Yoğunluğu $2.6\text{--}2.8\text{ gr/cm}^3$ arasındadır. Kristal sekli monokliniktir. Talkın ısı ve elektrik iletkenliği zayıftır fakat ateşe dayanıklıdır. Yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında sertleşmekte ve katılaşmaktadır. Asitlerle bozulmamaktadır (Anonim 2012d).

Talkın ticari olanları genellikle teorik saflıktan oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu tür ürünler, saf talk minerali olduğu gibi talk ve talkın parajenezinde bulunan dolomit, kalsit, kuvars, diyopsit, serpantin, magnetit, pirit, tremolit-aktinolit ve mika gibi minerallerin değişik oranlarda karışımı halinde olabilmektedir. Talk; seramikte, boya yapımında, çatı kaplamasında, haşarat ilacı üretiminde, kauçuk ve kâğıt sanayinde, kozmetik ve farmakoloji'de, asfalt dolgu maddesi yapımında, hayvan yemi ve gübre üretiminde kullanılmaktadır. Kullanım amacına göre, yumuşaklığı, yağ absorpsiyonu, nem oranı, erime noktası, özgül ağırlığı, ısı ve elektrik iletkenliği ve kimyasal analiz önemlidir. Aşağıdaki Çizelge 2.5'de Talk minarelerinin bulunduğu yer ve rezerv miktarı verilmiştir (Anonim 2012e ve 2012d).

Çizelge 2.5. Talk minarelerinin bulunduğu yer ve rezerv miktarı.

Bulundugu Yer	Rezerv (Ton)	Bulundugu Yer	Rezerv (Ton)
Bolu-Mudurnu-Dereköy Gözlükbaşı	500 (1+2)	Eskişehir-Biçer	10.000 (2)
Balıkesir-Kepsut-Örenli	20.250 (3)	Eskişehir-Mihaliççik-Sazak	400.000 (3)
Balıkesir-Erdek-Kızaklıköyü	5.000 (1)	Sakarya-Sapanca-Nailiye	6.200 (1)
	15.000 (2)	Sivas-Örencik	44.296 (1)
Balıkesir-Erdek-Yanaçiftliği	800 (1)		150.310 (2)
	5.000 (2)	Not: 1) Görünür Rezerv	(2) Muhtemel Rezerv
Balıkesir-Erdek-Rahmimerası	1.000 (2)	(3) Mümkün Rezerv	

2.1.3. Kimyasallar

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan kimyasalların (üre formaldehit,sıvı parafin, amonyum sülfat) değerleri Çizelge 2.6'da verilmiştir.

Sertleştirici (hardener) olarak amonyum sülfatın %20’luk çözeltisi hazırlanmaktadır. Blow line pipe’den tek noktadan enjekte edilebilmektedir. Hidrofobik madde olarak “sıvı wax” kuru life % 1,5’e gelecek şekilde ilave edilebilmektedir.

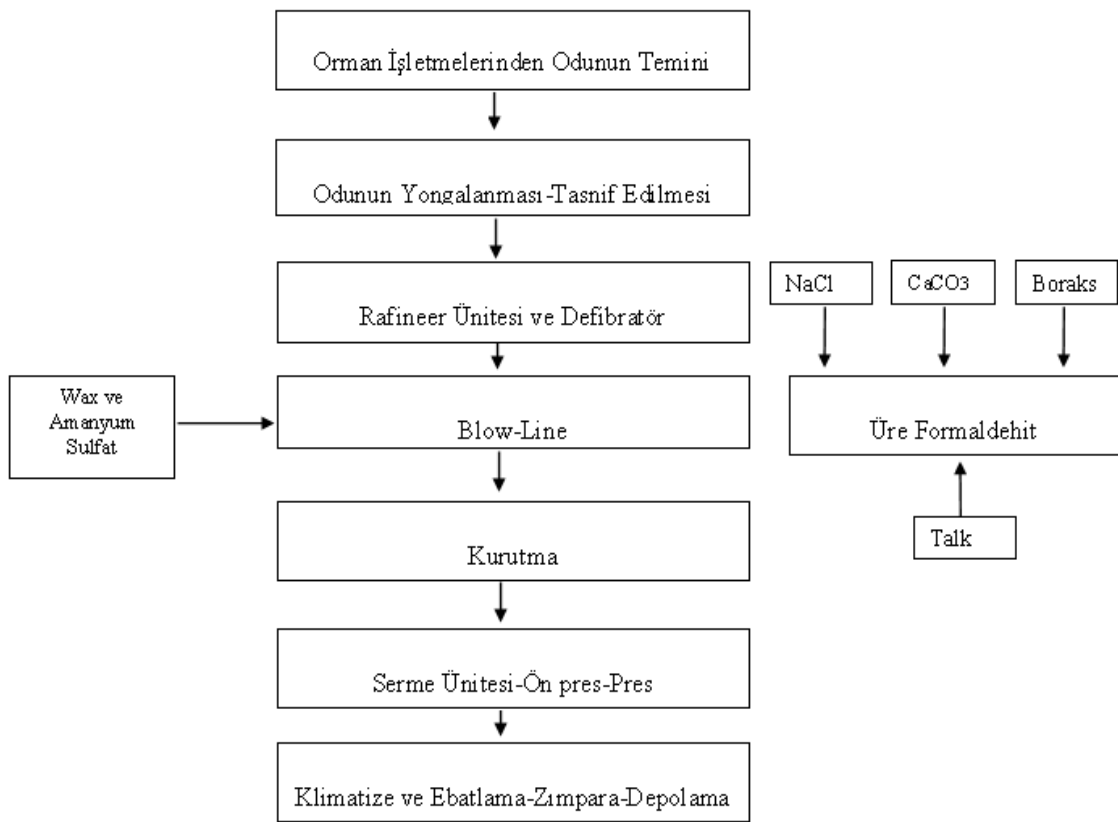
Çizelge 2.6. MDF Üretiminde kullanılan kimyasalların spesifik değerleri.

Sıra No	Ürün Karakteristiği	Ölçüm Değeri
1	Ürün Adı: (Tutkal) Poliüre 2265 Görünüş Katı Madde % Formaldehit / Üre mol oranı Yoğunluk (20 ⁰ C gr/cm ³) Vizkosite (20 ⁰ C cps) Akma zamanı (20 ⁰ C, FC4, sn) Jelleşme zamanı(100 ⁰ C,sn) (%10luk (NH ₄) ₂ SO ₄) pH Serbest formaldehit miktarı % Metilol grupları % Depolama zamanı (20 ⁰ C, gün)	Temiz, Beyaz sıvı 65±1 1,25 1,227 185 25 – 40 40 – 60 7,5 – 8,5 0,5 max 12 – 15 45
2	Ürün Adı: Sıvı Parafin Görünüş Erime noktası Yağ oranı % Penetrasyon	Krem, light Sıvı 2 max 32
3	Ürün Adı: Amonyum Sülfat Görünüş Yapı	Kirli beyaz Kristal taneli

2.2. METOT

Deneme levhaları, Divapan Entegre Ağaç Panel San. ve Tic. A.Ş. Düzce MDF fabrikasında diğer üretim şartları aynı kalmak suretiyle sadece İnorganik dolgu minerallerinin karışım oranları değiştirilerek normal üretim hattında üretilmiş genel amaçlı MDF levhalarıdır. Üretim prosesi MDF üretim teknolojisi bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

Deneme levhalarında uygulanacak iş planı aşağıdaki Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışma planı şematik görünüşü.

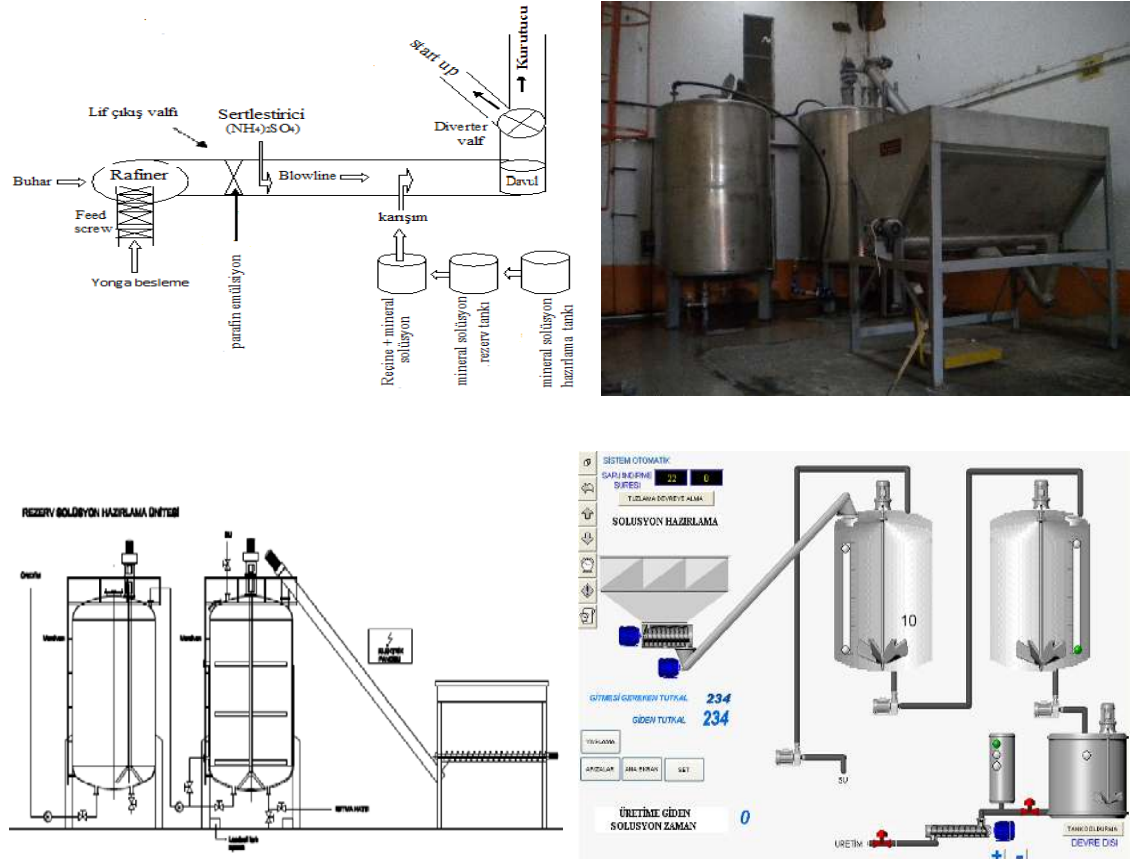
2.2.1. Lignoselülozik Materyal, Üre Formaldehit Tutkalı, Amonyum Sülfat, Parafin ve İnorganik Dolgu Maddelerinin Belirlenmesi ve Temin Edilmesi

Orta yoğunlukta lif levha üretiminde, orman işletmelerinden tedarik ettiğimiz Doğu Kayını, Saplı Meşe ve Sarı Çam odun hammaddesi kullanılmıştır. Odun hammaddesi yongalayıcıda yongalandıktan sonra yongalar mekanik eleyicide elenmektedir. Rafiner ünitesinde 180°C 7-7,5 bar buhar basıncında 4-5 dakika rafiner pişirme kazanında

yongaların mantarlaşması sağlanmaktadır. Mantarlaşan yongalar defibratörde liflendirilmektedir. Mantarlaşan yongalara liflendirmeden önce sıvı parafin verilmektedir. Defibratör çıkışında blow line hattında amonyum sülfat ve üre formaldehit life pulverize olacak şekilde verilmektedir. Aynı bir tankda hazırlanan inorganik dolgu mineralleri %3-%6-%9 oranlarında üretim reçetesine göre hazırlanmaktadır. İnorganik dolgu minerallerinin solüsyonu üre formaldehit tutkalına karıştırılarak pulverize olarak blow line'dan life verilmektedir. Blow line üzerinde kimyasallar ve üre formaldehit karışımını inorganik dolgu mineralleri ihtiva eden lifler kurutma hattına girerek %8-%12 rutubete kadar kurutulmaktadır.

2.2.2. Üretim Prosesin Kurulması ve Prosesi Etkileyen Parametrelerin Belirlenmesi

Rafiner ve reçine ünitelerinde reçine ve diğer kimyasalların blow line verilmesi aşağıdaki Şekil 2.2'de gösterilmiştir. Araştırmamızın temel konusu Kaya tuzu, Kalsit, Boraks Pentahidrat ve Talk inorganik mineral solüsyonunu hazırlama ve üretim prosesine verilmesi aşağıdaki Şekil 2.2'de gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.2. Reçine+İnorganik solüsyon ve diğer kimyasalların üretime verilmesi.

2.2.3. Üretim Reçetelerinin Oluşturulması

İnorganik dolgu mineral katkılı solüsyon karışımının lignoselülozik materyallere karıştırılmasıyla oluşturulacak üretim reçetesi, Çizelge 2.8’de verilmiştir. Bu üretim reçetesinde hangi katkı maddelerinden ne oranda kullanılacağı reçetelendirilmiştir. Laboratuvar ortamında üretilen MDF levhalarının fiziksel, yanma, mekanik ve teknolojik testleri yapılacaktır. Araştırma levhalarının karışım oranları aşağıdaki Çizelge 2.7’ de verilmektedir.

Kısaltmalarla gösterilen sembollerin anlamları açıklanmaktadır.

R: Bir m³ levha için tüketilen (ibreli+ibresiz Odun).

N,C,T,B: Bir m³ levha için tüketilen inorganik dolgu maddeleri.

x,y : Yüzdelik (%) karışımı belirtir.

└───→ Bir m³ MDF üretimi için gerekli biokütle oranı.

R_x ───→ Yüzdelik (%) karışımı belirtir.

└───→ İnorganik dolgu mineralleri.

N,C,T,By ───→ Yüzdelik (%) karışımı belirtir.

N:Kaya tuzu (NaCl).

C:Kalsit (CaCO₃).

T:Talk.

B: Boraks pentahidrat.

Çizelge 2.7. Araştırma levhalarının karışım oranları.

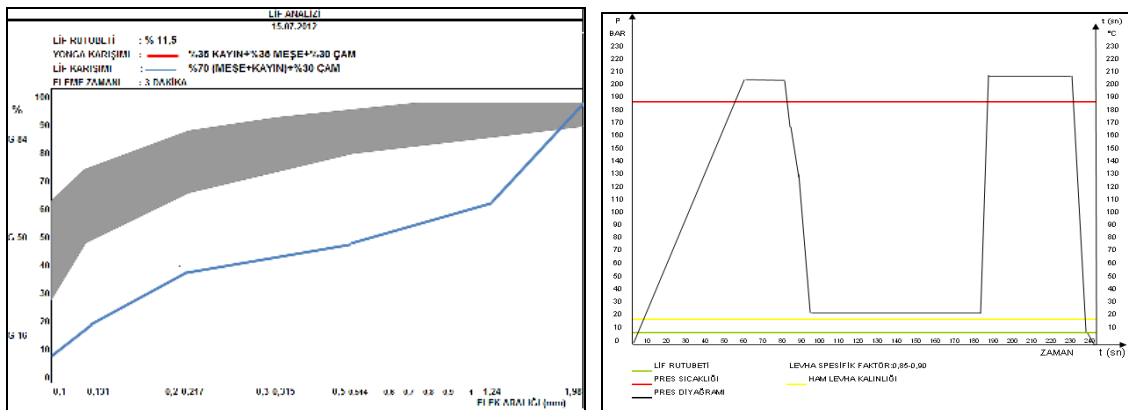
Yüzdelik Karışım Oranları					
Levha Tipi	Levha Tipi	Levha Tipi	Levha Tipi	Endüstriyel Lif	İnorganik Katkılı Mineraller
R ₁₀₀ N ₀	R ₁₀₀ C ₀	R ₁₀₀ T ₀	R ₁₀₀ B ₀	100%	0%
R ₉₇ N ₃	R ₉₇ C ₃	R ₉₇ T ₃	R ₉₇ B ₃	97%	3%
R ₉₄ N ₆	R ₉₄ C ₆	R ₉₄ T ₆	R ₉₄ B ₆	94%	6%
R ₉₁ N ₉	R ₉₁ C ₉	R ₉₁ T ₉	R ₉₁ B ₉	91%	9%

Çizelge 2.8. İnorganik dolgu minarallerinin MDF üretiminde kullanım reçeteleri.

Levha Tipi	Ürün Tipi	Biokütle	Üre Formaldehit	(NH ₄) ₂ SO ₄	Parafin	İnorganik Dolgu Minarelleri	% Oran
1	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	-	0%
2	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Kaya tuzu	3%
3	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Kaya tuzu	6%
4	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Kaya tuzu	9%
5	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Kalsit	3%
6	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Kalsit	6%
7	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Kalsit	9%
8	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Boraks pentahidrat	3%
9	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Boraks pentahidrat	6%
10	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Boraks pentahidrat	9%
11	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Talk	3%
12	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Talk	6%
13	MDF	Lignoselülozik	Ü.formaldehit	A.sülfat	wax	Talk	9%

2.2.4. Levha Üretiminde Kullanılan Lifin Analizi

Laboratuar ve fabrika üretiminde %70 yapraklı ağaç ve %30 iğne yapraklı ağaç lifleri kullanılmıştır. Bu liflerin İmal utrosonic lif analiz makinesinde eleme işlemi yapılmış ve pres diyagramı Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 Levha üretimlerinde kullanılan lifin analizi ve pres diyagramı.

2.2.5. Laboratuvar Sıcak Pres Üretim Parametreleri

MDF üretim prosesinde %70 yapraklı ağaç ve %30 iğne yapraklı ağaç lifleri kurutma hattında %11 rutubete kadar kurutulmaktadır. Kurutma hattı sonunda lifler plastik torbalarla laboratuvar ortamına getirilirler. Laboratuvar ortamında aşağıdaki Çizelge 2.9'a göre MDF levhaları üretilmiştir. Üretilen MDF levhaları ebatlama işleminden sonra 5 gün beklemeye alınmaktadır. Bekleme esnasında levhalar klimatize edilmektedir. Bu işlem sonunda levhalara zımpara işleminde üst yüzey ölü kısım 40–80 kum ile laboratuvar ölçekli el zımpara makinesiyle zımpara işlemi yapılmıştır.

Çizelge 2.9. Laboratuvar ortamında üretilen MDF levhalarının presleme parametreleri.

Laboratuvar Sıcak Pres Proses Parametreleri ve Presleme Şartları								
Levha Tipi	Endüstriyel Lif	İnorganik Katkılı Mineraller	Lif Rutubeti (%)	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Basıncı (Kg/cm ²)	Pres Süresi (dk)	Zımparalı Levha Kalınlığı (mm)	Levha Rutubeti (%)
R ₁₀₀ N ₀	100%	0%	8%	175-185	33-34	6	18	5,50
R ₉₇ N ₃	97%	3%	11%	175-185	33-34	8	18	6,50
R ₉₄ N ₆	94%	6%	13%	175-185	33-34	10	18	6,25
R ₉₁ N ₉	91%	9%	15%	175-185	33-34	12	18	6,30
R ₁₀₀ C ₀	100%	0%	8%	175-185	33-34	6	18	5,90
R ₉₇ C ₃	97%	3%	11%	175-185	33-34	8	18	6,70
R ₉₄ C ₆	94%	6%	13%	175-185	33-34	10	18	6,90
R ₉₁ C ₉	91%	9%	15%	175-185	33-34	12	18	6,50
R ₁₀₀ T ₀	100%	0%	8%	175-185	33-34	6	18	6,20
R ₉₇ T ₃	97%	3%	11%	175-185	33-34	8	18	6,30
R ₉₄ T ₆	94%	6%	13%	175-185	33-34	10	18	6,40
R ₉₁ T ₉	91%	9%	15%	175-185	33-34	12	18	6,50
R ₁₀₀ B ₀	100%	0%	8%	175-185	33-34	6	18	6,90
R ₉₇ B ₃	97%	3%	11%	175-185	33-34	8	18	7,01
R ₉₄ B ₆	94%	6%	13%	175-185	33-34	10	18	6,30
R ₉₁ B ₉	91%	9%	15%	175-185	33-34	12	18	6,50

2.2.6. Fabrika Sıcak Pres Üretim Parametreleri

MDF üretim prosesinde %70 yapraklı ağaç ve %30 iğne yapraklı ağaç karışımı yongalar defibratörde lif haline geldikten sonra blow line hattına inorganik mineral

katkılı üre formaldehit tutkalı enjekte edilmektedir. Kurutma hattında %11 rutubete kadar kurutulmaktadır. İnorganik mineral katkı kuruyan lifler mekanik serme ile homojen olacak şekilde serilerek lif pastası (mat) oluşturulmaktadır. Pasta (mat) katlı preste 190°C ve 32-34 kg/cm² ve 275 sn içinde preslenerek levha haline gelmektedir. Fabrika ortamında aşağıdaki Çizelge 2.10'a göre MDF levhaları üretilmiştir. Levhalar ebatlama işleminden sonra 5 gün beklemeye alınmaktadır. Bekleme esnasında levhalar klimatize edilmektedir. Bu işlem sonunda levhaların üst ve alt yüzey ölü kısımlarına 40–80–120 kum zımpara yapılmaktadır.

Çizelge 2.10. Fabrika ortamında üretilen MDF levhalarının presleme parametreleri.

Fabrika Sıcak Pres Proses Parametreleri ve Presleme Şartları								
Levha Tipi	Endüstriyel Lif	İnorganik Katkılı Mineraller	Lif Rutubeti (%)	Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Basıncı (Kg/cm ²)	Pres Süresi (dk)	Zımparalı Levha Kalınlığı (mm)	Levha Rutubeti (%)
R ₁₀₀ N ₀	100%	0%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,50
R ₉₇ N ₃	97%	3%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,89
R ₉₄ N ₆	94%	6%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,20
R ₉₁ N ₉	91%	9%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,50
R ₁₀₀ C ₀	100%	0%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,70
R ₉₇ C ₃	97%	3%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,60
R ₉₄ C ₆	94%	6%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,40
R ₉₁ C ₉	91%	9%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,30
R ₁₀₀ T ₀	100%	0%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,20
R ₉₇ T ₃	97%	3%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,01
R ₉₄ T ₆	94%	6%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,80
R ₉₁ T ₉	91%	9%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,50
R ₁₀₀ B ₀	100%	0%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,60
R ₉₇ B ₃	97%	3%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,65
R ₉₄ B ₆	94%	6%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,75
R ₉₁ B ₉	91%	9%	10-11%	185-190	32-34	4,50	18	7,72

2.2.7. Üretilen MDF 'lerin Testlerinin Yapılması

2.2.7.1. Laboratuvar Şartlarında Üretilen Levhaların Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik, Yanma Test Özelliklerinin Belirlenmesi

İnorganik dolgu mineral katkılı MDF'lerin, mekanik ve fiziksel özellikleri standartlarda belirtilen ölçüm kriterlerine uygun olarak imal marka test cihazında deneyleri yapılmıştır. Bu çalışmada uygulanan testler aşağıda sıralanmıştır.

- Lif levha yoğunluk testi.
- Rutubet testi.
- Eğilme direnci testi.
- Çekme direnci testi.
- Elastikiyet direnci testi.
- Su alma testi.
- Suda şişme testi.
- Vida tutma testi.
- Levha yüzeyine dik yönde janka sertlik testi.
- Levha yüzeyi tolüen testi (yüzey absorpsiyonu).
- Biyolojik bozulma testi.
- Levha yanma testi.

Levha yüzeyi ΔL , Δa , Δb ve ΔE değişim (ISO Brightness) testi.

2.2.7.2. Fabrika Ortamında Üretilen Levhaların Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik, Yanma ve Korozyon Test Özelliklerinin Belirlenmesi

İnorganik dolgu katkı mineralleriyle üretilen MDF levhaların özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan testler ve kullanılan standartlar aşağıdaki gibidir.

- Lif levha yoğunluk testi.
- Rutubet testi.
- Eğilme direnci testi.

- Çekme direnci testi.
- Elastikiyet direnci testi.
- Su alma testi.
- Suda şişme testi.
- Vida tutma testi.
- Levha yüzeyine dik yönde janka sertlik testi.
- Levha yüzeyi toluen testi (yüzey absorpsiyonu).
- Biyolojik bozulma testi.
- Levha yanma testi.
- Levha yüzeyi ΔL , Δa , Δb ve ΔE değişim (ISO Brightness) testi.
- İnorganik minarellerin korozyon testi.

İnorganik mineral katkılı MDF levhaların özellikleri standartlarda belirtilen prosedürlere uygun olarak test edilmektedir. Bu testler sonucunda elde edilen veriler istatistikî 17 programlar yardımıyla değerlendirilmektedir.

2.2.8. Deney Numuneleri

Numune alma işlemi TS-EN 622–5 (2008) (ahşap esaslı levhalar-numune alma kesme ve muayene bölüm 1'e göre; deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi) standardına göre yapılmaktadır. Şekil 2.4. ve Çizelge 2.11, Çizelge 2.12'de deneyler için gerekli minimum numune sayısı verilmektedir.

Deney numuneleri, tarafsız bir seçimi sağlayan uygun bir metot kullanılmakta ve ilgili standardında tanımlanan boyutlarda her bir levhadan kesilmektedir. Deney numuneleri gruplarının her birinden en az bir deney numunesi, herhangi bir kenar profili veya koruyucu işlem giderildikten sonra levhanın tıraşlanmış ucundan alınmaktadır.

(⊥) : Deney numunesinin boyuna ekseninin lif levha levhasının boyuna veya diğer levha çeşitlerinin işlem yönüne dik ayarlanacağını gösterir.

Şekil 2.4'de MDF levhaların fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin tayini için deney numunelerinin seçimi (TS EN 326-2) ve TS-EN 622-5 (2008) standardına göre yukarıdaki taslak şekline göre hangi parçadan ne tür testlerin yapılabildiği gösterilmektedir.

Deney	Deney Numuneleri Numarası
Yoğunluk	D1'den D6'ya kadar
Eğilme ve elastikiyet modülü	B1'den B12'ye kadar
Alma ve Şişme kalınlığı	Q1'den Q8'e kadar
Çekme mukavemeti	I1'den I8'e kadar

Çizelge 2.12. Fiziksel, Mekanik ve Teknolojik, Yanma ve Korozyon testlerinin numune boyutları, adetleri ve uygulanan standartlar belirtilmektedir.

Deney Adları	Numune Boyutları (mm)	Adeti	Standart No
Birim Hacim Ağırlığı	100x100	50	TS 3644
Eğilme Direnci	50x410	30	TS EN 310
Eğilmede Elastikiyet Modülü	50x410	30	TS EN 310
Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci	50x50	50	TS EN 319
Levha Yüzeyine Dik Yönde Janka Sertlik Değeri	75x150	50	DIN 53505 ASTM D 2240 ISO 868
Vida Tutma Gücü	76x152	50	TS EN 320
Levha Yüzeyi Toluene Testi	50x410	20	TS EN 382-1
Su Alma Testi	50x50	20	TS 3639
Suda Kalınlığına Şişme	50x50	20	TS EN 317
Levha Yanma Testi	13xx13x76	1872	ASTM E 160-50
Levha Parlaklık Testi	100x100	20	ISO Brightness Standard (ISO 2470)
Biyolojik Bozulma Testi	20x20x20	20	-
Korozyon Testi		108	EIS ve Tafel Ekstrapolarizasyon Yöntemi

2.2.9. Uygulanan Standartlar

2.2.9.1. Deney Numunelerinin Boyutlarının Ölçülmesi

Deney numunelerinin boyut tayini TS-EN 622-5 (2008) ahşap esaslı levhalar-deney numunelerinin boyutlarının tayin standardına göre yapılmaktadır. Bu standart ahşap esaslı levhalardan alınacak numunelerin en, boy ve kalınlıklarını ölçme metodunu kapsamaktadır.

2.2.9.1.1. En ve Boy Ölçme Aleti

En az 5 mm yüzey genişliğini ölçebilecek 0,1 mm okuma hassasiyetli sürmeli kumpas veya herhangi bir ölçme aleti olmalıdır. TS EN 326-1'e göre numune alma ve kesme işlemi gerçekleştirilir. Deney parçalarının boyutları, ilgili deney metodunda yapılan tariflere göre olmaktadır. Deney parçaları iklimlendirme dolabında; 20 ± 2 °C sıcaklıkta ve % 65 ± 5 ortalama nispi rutubet sabit kütle durumuna uygun hale getirilmektedir. Sabit kütlede göz önünde tutulan durum, deney parçasının 24 saat aralıkla birbirini takip edecek iki tartı işlemi sonucunda, kütlede %0,1'den daha fazla bir değişim olmamasıdır. Ölçme sayısı ve ölçme yerleri, deney metotları ile ilgili standarda göre yapılmaktadır.

2.2.9.1.2. Kalınlık Ölçme

TS-EN 622-5 (2008)'e göre; kalınlık ölçme aleti TS EN 325'de belirtilen genişlik ve uzunluk ölçme aleti ve 0,01 gr hassasiyetli tartma yapabilen terazi önerilmektedir. Deney parçaları: numune alma ve deney parçalarının kesilmesi TS EN 326-1'e göre yapılmalıdır. Boyutlar; deney parçaları, kare biçiminde ve en az kenar uzunluğu 50 mm olmalıdır.

Kalınlık ölçme aracı; deney numunesine dikkatlice uygulanır. Kalınlığı 0,01 mm hassasiyetle ölçülür. Numunelerin boy ölçümü için sürmeli kumpasın sabit çenesi fazla bastırılmadan yerleştirilir. Kumpas, deney numunesinde ölçüm yapılan yüzeye 45° açı yapacak şekilde eğimli olarak uygulanır. En ve boy ölçümü 0,1 mm hassasiyetle ölçülmektedir.

2.2.9.2. Birim Hacim Ağırlığının (Yoğunluk) Tayini

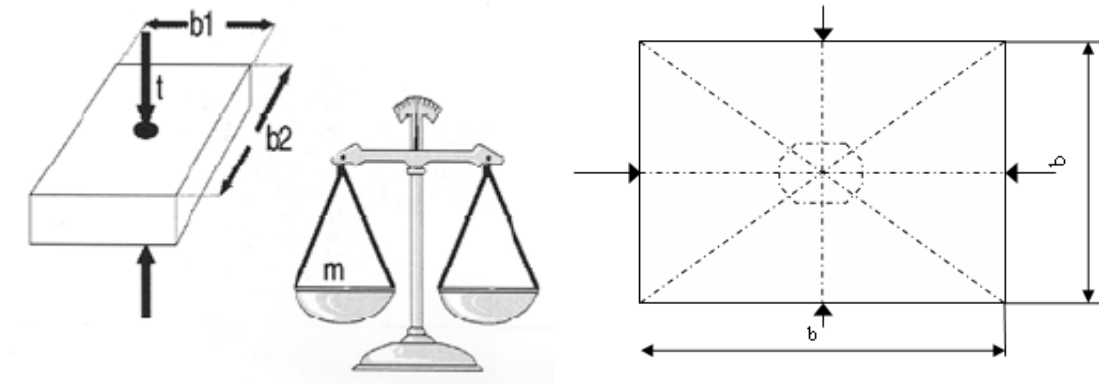
Birim hacim ağırlığının tayini TS-EN 622-5 (2008) ahşap esaslı levhalar-birim hacim ağırlığının tayini standardına göre yapılmaktadır. Birim hacim ağırlığı, her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilmektedir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır.

2.2.9.2.1. Kondisyonlama

Deney parçaları, $\%(65\pm5)$ nispi rutubet ve $(20\pm2)^{\circ}\text{C}$ sıcaklık şartlarında, değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kondisyonlanmaktadır. Tartımlarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlesinin $\%0,1$ 'inden fazla olmaması durumuna gelindiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmektedir. Deney parçası 0,01 gr hassasiyetle tartılır, boyutları TS EN 325'e göre aşağıdaki gibi ölçülmektedir.

Ölçme aleti, deney parçalarının yüzeylerine yavaş yavaş uygulanarak, deney parçasının kalınlığı, t, 0,05 mm yaklaşımla ve Şekil 2.5'de gösterilen köşegenlerin (diagonellerin) kesiştiği noktadan ölçülmektedir. (Deney parçasının yüzeyinde ölçmeye olumsuz etki yapabilecek kusur olmamalıdır).

b1 ve b2 kenar uzunlukları deney parçasının kenarlarına paralel ve karşılıklı iki kenarın ortasından olmak üzere, Şekil 2.5'de gösterilen 2 noktadan 0,1 mm hassasiyetle ölçülmektedir.



Şekil 2.5. Deney paçalarının ölçümü.

Her deney parçasının birim hacim ağırlığı “P” aşağıdaki formülle hesaplanır ve kg/m³ olarak ifade edilmektedir.

$$P = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10.000.000 \quad (2.1)$$

Burada m: deney parçasının kütlesi (gr), b1, b2, t deney parçasının boyutları (mm)’dır. Her levhadan alınan deney parçaları için bulunan birim hacim ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak levhanın veya partinin birim hacim ağırlığı bulunur. Sonuçlar kg/m³ cinsinden ifade edilmektedir.

2.2.9.3. Rutubet miktarı

Üretilen levhaların rutubet miktarı TS 3637 standardına göre belirlenmiştir. Her bir levha grubu için (50x50) mm boyutlarında örnekler hazırlanarak klima odasında ağırlıkları değişmez duruma gelinceye kadar klimatize edilmektedir. Klimatize işleminden sonra örneklerin ağırlıkları 0,001 gr duyarlılıktaki analitik terazide tartılmaktadır. Bu işlemden sonra Şekil 2.6.’daki gibi rutubet tayin numuneleri 103±2 °C’deki etüve konularak değişmez ağırlığa gelinceye kadar bir kaç kez tartılarak tam kuru ağırlıkları belirlenmektedir.



Şekil 2.6. Deney parçaları.

Örneklerin rutubet miktarını belirlemek için;

$$r = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2.2)$$

r : Rutubet miktarı (%).

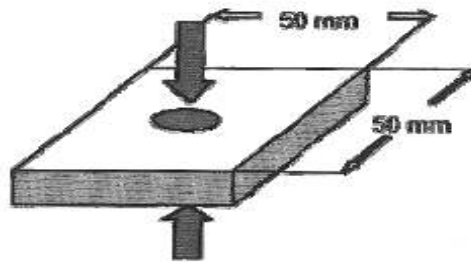
M_1 : Klimatize edilmiş örnek ağırlığı (gr).

M_0 : Tam kuru örnek ağırlığı (gr).

Rutubet 20 ± 2 °C sıcaklık ve %65 bağıl neme karşılık gelen denge rutubet miktarıdır.

2.2.9.4. Suda kalınlığına Şişme

Lif levha (MDF) lignoselülozik materyal olup higroskopik özellik taşır. Bu yapı su ile temas ettiği zaman veya rutubetli ortamda bulunduğu zaman materyal boyutlarında değişme meydana gelmektedir. Boyutlardaki değişim en fazla kalınlık yönünde olmaktadır. Bu sebepten dolayı suda kalınlığına şişme önemlidir.



Şekil 2.7. Deney parçalarının ölçümü.

Kalınlığına şişme belirlenmesinde (TS 64–5) TS EN 62 –5 (2008) TS 3639 standardına uygun olmalıdır. Örneklerin boyutları Şekil 2.7’deki gibi ölçülerek 20±2 °C’deki su banyosunda 2 ve 24 saat bekletilmektedir. Su banyosundan alınan örnekler yeniden ölçülerek kalınlığına şişme miktarı belirlenmektedir. Kalınlığına şişme aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$$G = \frac{a-a_0}{a_0} \quad (2.3)$$

Burada;

G: Kalınlığına şişme oranı (%).

a_0 : Deney numunesinin suya daldırılmadan önceki kalınlığı (mm).

a: Deney numunesinin sudan çıkarıldıktan sonraki kalınlığı (mm).

2.2.9.5. Su Alma Test Tayini

Lif levha (MDF) su alma tayini 10x10 mm enine kesitindeki örnekler üzerinde tespit edilmiştir. Test numuneleri TS 3639 standardına göre ölçüm yapılmıştır. Deney parçaları 2-24 saat su içerisinde bekletilerek ağırlıkları ölçülmektedir. Her bir deney örneğinden en az 20’şer örnek ölçülmüştür. Bu örneklerin su alma (M) yüzde olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$M = \frac{m_1-m_0}{m_0} \times 100 \quad (2.4)$$

Burada;

m_0 = Örneğin ilk ağırlığı (gr).

m_1 = Örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığı (gr).

Bu formüle göre hesaplamalar yapılmaktadır.

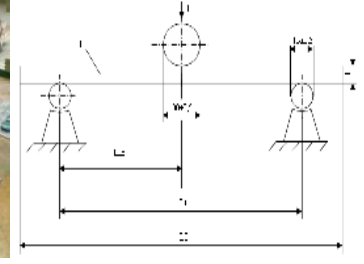
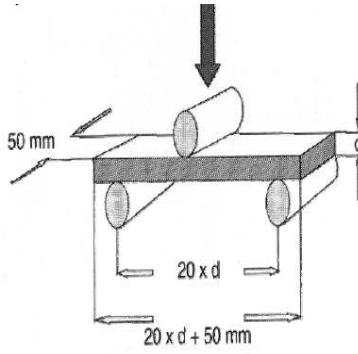
2.2.9.6. Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini

Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini TS-EN 622-5 (2008) ahşap esaslı levhalar-eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü standardına göre yapılmaktadır. Bu standart; en az kalınlığı 3 mm'ye eşit ve 3 mm'den daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin edilmesi metodunu kapsamaktadır. İki mesnet üzerine serbest olarak yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilmektedir. Elastikiyet modülü; kuvvet (yük)-sehim diyagramının doğru oranlılık bölgesi içinde kalmak kaydı ile deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilmektedir. Eğilme dayanımı; her bir deney parçasının eğilme dayanımı, en büyük kuvvet “Fmax” anındaki momentin “M” toplam en kesit alanına oranı yoluyla hesap edilmektedir.

2.2.9.6.1. Alet ve Cihazlar

Ölçme aletleri TS-EN 622-5 (2008)'e uygun olmalıdır. Deney donanımı Şekil 2.8.'deki elemanlara sahip olmalıdır.

- a.** Silindirik Mesnet: iki adet paralel ve silindirik dayanak (destek) çapı $(15 \pm 0,5)$ mm olmalıdır. Mesnetler (destekler) arasındaki mesafe ayarlanabilir olmalıdır. Silindirik mesnetlere paralel ve onlardan eşit uzaklıkta, çapı $(30 \pm 0,5)$ mm silindirik bir kuvvet uygulama başlığı olmalıdır.
- b.** Ölçme aleti: Ölçme aleti, deney parçasındaki sehim mesnet açıklığının ortasından ve 0,1 mm hassasiyetle ölçebilecek uygunlukta olmalıdır.
- c.** Kuvvet ölçme aleti: Kuvvet ölçme aleti, deney parçasına uygulanan yükü 0,01 (%1) hassasiyetle ölçebilecek uygunlukta olmalıdır.



1- Deney parçası.

$$L_1 = 20t$$

F- Kuvvet.

$$L_2 = L_1 + 50$$

t- Deney parçasının kalınlığı.

L_2 = Deney parçasının uzunluğu.

Şekil 2.8. Eğilme Mukavemeti tayini düzeni TS-EN 622-5 (2008).

Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi TS-EN 622-5 (2008)'e göre yapılmaktadır. Enine ve boyuna kesilen iki grup deney parçası seti gereklidir. Deney parçası dikdörtgen biçiminde genişlik b , (50 ± 1) mm olmalıdır. Uzunluk " L_2 "; deney parçasının anma kalınlığının 20 katı ± 50 mm, en çok 1050 mm ve en az 150 mm olacak şekilde ve mm yaklaşımla ayarlanmaktadır. Şekil 2.9.'de yük sehim diyagramı görülmektedir.

Deney parçasında meydana gelen eğilme fazla olmasına rağmen yüzeyde kırılma (çatlak) oluşmamışsa, eğilme dayanımı deneyi için destekler arasındaki mesafe (uzaklık) azaltılabilir. Gerekirse bu işlem için yeni bir deney parçası seti kullanılmalıdır. Bu durumda, deneylerde kullanılan destekler arasındaki mesafe deney raporunda belirtilmelidir.

2.2.9.6.2. Kondisyonlama

Deney parçaları, $\%(65 \pm 5)$ nispi rutubet ve (20 ± 2) °C sıcaklık şartlarında değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kondisyonlanır. 24 saat ara ile yapılan tartımlarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlesinin $\% 0,1$ 'inden fazla olmaması durumuna gelindiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilir.

2.2.9.6.2.1. İşlem

a. Her deney parçasının genişliği ve kalınlığı TS-EN 622-5 (2008) 'e uygun olarak, aşağıdaki noktalardan ölçülmelidir.

1. Kalınlık, diagonellerin kesişme noktasından.

2. Genişlik, uzunluğun ortasından.

b. Silindirik destekler arasındaki uzaklık, levha anma kalınlığının 20 katı olacak şekilde ve 1 mm yaklaşımla ayarlanır. 1000 mm'den az olamaz. Desteklerin merkezleri arasındaki mesafe 0,5 mm yaklaşımla ölçülür.

c. Deney parçası, boyuna eksen, desteklerin düşey eksenine dik olacak şekilde destekler üzerine düz olarak yerleştirilir. Böylece deney parçasının enine eksen ile kuvvet uygulama başlığının düşey eksen aynı düzlemde olur.

d. Kuvvet deney boyunca sabit hızla uygulanmalı ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete (60±30) saniyede ulaşılacak şekilde ayarlanmalıdır. Eğilme, deney parçasının ortasından (yükleme başlığının altından) 0,1 mm hassasiyetle ölçülür ve ölçme sırasında uygulanan yükün değeri de 0,01 hassasiyetle ölçülerek, “yük-sehim” diyagramı (grafığı) çizilir. Eğilme, farklı okuma yoluyla tayin ediliyorsa, en az altı çift okuma yapılmalıdır. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilir.

e. Deneyler, iki grup deney parçası üzerinde yapılır. Bir grubun yarısıyla enine, diğer yarısıyla boyuna, deney parçasının levhadaki doğrultusuna göre grubun yarısında levha alt yüzeyine ve diğer yarısında ise levha üst yüzeyine göre yapılmaktadır.

2.2.9.6.2.2. Sonuçların Gösterilmesi

Elastikiyet Modülünün Hesaplanması

Her deney parçasının elastikiyet modülü (“Em”(N/mm²)) aşağıdaki Formülle hesaplanır;

$$E_m = \frac{L_1^3 (F_2 - F_1)}{4 b t^3 (a_2 - a_1)} \quad (2.5)$$

Burada; L1: Dayanak (destek)'lerin eksenleri arasındaki uzaklık (mesafe) mm.

b: Deney parçasının genişliği mm.

t: Deney parçasının kalınlığı mm.

F₂-F₁: Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı.

F₁: Yaklaşık olarak, en büyük kuvvetin %10'u, F₂ maksimum yükün %40'ı olmalıdır.

a₂-a₁: (F₂-F₁) kuvvet artışları nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışıdır.

Her levhadan alınan deney parçaları için bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak münferit levhaların, bunların da ortalaması alınarak da bütün levhaların eğilme elastikiyet modülleri bulunmaktadır.

2.2.9.7. Eğilme Dayanımı

Her deney parçasının eğilme dayanımı, F_m (N/mm²) aşağıdaki formülle hesap edilmektedir.

$$F_m = \frac{3 F_{\max} L_1}{2bt^2} \quad (2.6)$$

Burada;

F_{max}: En büyük kuvvet; Newton L1, b ve t, levha boyutları, mm'dir.

Her levhanın deney parçaları için bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak münferit levhaların, bunların ortalaması ile de bütün levhaların dayanımı bulunmaktadır.

2.2.9.8. Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımı

Levha yüzeyine dik çekme dayanımı TS-EN 622-5 (2008) yonga levhalar ve lif levhalar-levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini standardına göre ölçülmektedir. Deney parçalarının yüzeyine dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulayarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilmektedir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme dayanımı hesap edilmektedir.

2.2.9.8.1. Alet ve Cihazlar

TS-EN 622-5 (2008)'e uygun sürgülü kumpas, deney makinesi; kavrama çeneleri arasına yerleştirilen deney parçalarının yüzeylerine dik yönde çekme kuvveti %1 hassasiyetle ölçebilecek özelliktedir. Kavrama çeneleri, ortasındaki bir mafsal yardımı ile otomatik olarak ayarlanmakta ve deney parçasının her iki yüzeyine bağlanmaktadır. Deney blokları; (metal, sert odun veya kontrplak), yapıştırılacağı deney parçalarına ve tespit aparatlarına uygun özelliklerde olmalarıdır. Numunelerin alınması ve deney parçalarının kesilmesi, TS-EN 622-5 (2008)'e uygun yapılmaktadır. Deney parçaları, kenar uzunluğu (50±1) mm olan kare şeklinde olmalıdır. Deney parçaları, kenarları dik, uçları düzgün ve temiz olarak kesilmektedir.

2.2.9.8.2. Kondisyonlama

Deney parçaları, %(65±5) nispi rutubet ve (20±2)°C sıcaklık şartlarında, değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlanmaktadır. 24 saat ara ile yapılan tartımlarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlesinin % 0,1'inden fazla olmaması durumuna gelindiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmektedir. Bazı durumlarda; rutubetli ortamlarda bir yıpranma deneyi veya su içerisine daldırma deneyi gibi durumlarda, alternatif kondisyonlandırma işlemleri belirlenebilmektedir. Bu durumda takip edilen uygun standartlara başvurulmalıdır. Kondisyonlama işleminden sonra, her bir deney parçasının uzunluk ve genişliği TS-EN 622-5 (2008)'e uygun olarak tayin edilmelidir.

2.2.9.8.3. Deney Parçalarının Yükleme Bloklarına Yapıştırılması

Her deney parçası, uygun bir yapıştırıcı kullanılarak, yükleme bloklarına yapıştırılmalıdır. Daha sonra preslenerek tutkal fazlalıkları alınmalıdır. Sıcak (erimiş) tutkal kullanılması halinde, tutkallı kenar pürüzsüz bir yüzey elde edilinceye kadar zımparalanmalıdır. Kenar zımparalanamıyorsa, boşluklar dolgu tutkalı ile (epoksi tutkal) doldurulmalıdır. Tutkallama yapılırken, deney parçası üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye neden olabilecek, çekme, sıkıştırma, zorlama, sıcaklığın yükselmesi vb. gibi durumlardan mümkün olduğunca sakınılmalıdır.

Aşağıdaki birleşimlerin uygunluğu doğrulanmıştır.

a. Metal bloklar arasında, erimiş sıcak tutkal ve epoksi tutkalı.

b. Her deney parçası arasında, erimiş sıcak tutkal, epoksi tutkal, PVAC, UF ve fenol-rezonsinal tutkalları kullanılmalıdır.

Tutkal yeterli kuruma süresine ve deney parçaları tutkallama bölgelerinde eşit rutubet dağılımına sahip oluncaya kadar deneyler tamamlanmamalıdır, bu durumda kırılma oluşmaz. Tecrübeler bu sürenin yaklaşık olarak; epoksi tutkal veya sıcak-akıcı tutkal kullanıldığında 24 saat, diğer yapıştırıcılar kullanıldığında ise, 72 saat olduğunu göstermiştir. Bu süre zarfında, tutkallı birleştirmeler, nispi rutubeti $\%(65\pm5)$ ve sıcaklığı $(20\pm2)^{\circ}\text{C}$ olan bir ortamda kontrol altında tutulmalıdır. Deney parçaları, kondisyonlama ortamından alındıktan sonra bir saat içerisinde deneye tabi tutulmalıdır.

Şekil 2.10'da işlem ve kuvvetin uygulanması numune, deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilmektedir. Çekme kuvveti uygulanarak kırılmaktadır. Kuvveti uygulayan başlama hareket hızı, yükü deney boyunca sabit bir oranda uygulanmakta ve (60 ± 30) saniyede, deney parçasını koparacak maksimum kuvvete ulaşacak şekilde ayarlanmaktadır.



Şekil 2.9. Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci tayini TS-EN 622-5 (2008).

2.2.9.8.4. Koparma Kuvvetinin Ölçülmesi

Deney parçasının kopmasını sağlayan maksimum kuvvet, %1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilmektedir. Deneme bölgesinin dışında meydana gelen kısmi çatlaklar, tutkallama hattından oluşan çatlaklar veya deney blokları üzerinde meydana gelen çatlaklar değerlendirilmemeli ve bu durumda, yeni deney parçaları kullanılarak deney yenilenmelidir.

2.2.9.8.5. Sonuçların Gösterilmesi

Bir deney parçası, her bir deney parçasının levha yüzeyine dik yönde çekme dayanımı “FT1” aşağıdaki formüle göre hesaplanır ve N/mm olarak, iki desimal yaklaşımla ifade edilmektedir.

$$F_{max} = \frac{FT1}{a \times b} \quad (2.7)$$

Burada; F_{max} ; kopma yükü (Newton), a , b deney parçasının genişliği ve uzunluğu (mm)’dir. Bir levha için; her levhadan alınan deney parçaları için bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak münferit levhaların, bunların ortalaması ile de bütün levhaların ortalama değeri bulunmaktadır. Ölçüm N/mm^2 olarak iki desimal yaklaşımla ifade edilmektedir.

2.2.9.9. Vida Tutma Mukavemetinin Tayini

Vida tutma mukavemetinin tayini TS-EN 622-5 (2008) lif levhalar-vida tutma mukavemetinin tayini standardına göre ölçülmektedir. Deney parçasının yüzey veya

kenarından, belirlenen bir vidanın çekilmesi için gereken kuvvet ölçülerek, vida tutma mukavemeti tayin edilmektedir. Kenarlarda vida tutma mukavemetinin tayini kalınlığı en az 15 mm olan levhalar üzerinde yapılmaktadır.

2.2.9.9.1. Aletler ve Cihazlar

Deney Makinesi, vida başlığının altından ve vida boyunca aksenal bir yükü artarak uygulayabilecek özellikte ve aynı zamanda deney parçasına uygulanan maksimum yükü %1 hassasiyetle ölçebilecek kapasitede olmalıdır.

Metal bağlama tertibatı, kalınlığı 15 mm'den az olan levha yüzeylerinin vida tutma mukavemeti deneyi için, metal bağlama tertibatı ile birlikte merkezi burğu kullanılması tavsiye edilmelidir.

2.2.9.9.2. Deney Parçaları

Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi, TS-EN 622-5 (2008)'e göre yapılmalıdır. Her numune levhadan, 5 deney parçası alınmaktadır. Deney parçaları, kare şeklinde ve kenar uzunluğu (75 ± 1) mm olmalıdır.

2.2.9.9.3. Kondisyonlama

Deney parçaları, $\%(65 \pm 5)$ nispi rutubet ve $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ sıcaklık şartlarında, değişmez kütleye ulaşınca kadar kondisyonlanmaktadır. 24 saat ara ile yapılan tartımlarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlesinin %0,1'inden fazla olmaması durumuna gelindiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmektedir. Deney parçası, kondisyonlama ortamından alındıktan sonra, 1 saat içinde deneyler tamamlanmalıdır.

2.2.9.9.4. Deney Parçalarının Hazırlanması

Deney parçaları, kondisyonlandıktan sonra, vidalar, açılan kılavuz (pilot) deliklere vidalanmaktadır. Delikler, $(2,7 \pm 0,1)$ mm çapında ve (19 ± 1) derinliğinde olmalıdır. Delikler deney parçasının yüzeyine dik olacak şekilde açılmalıdır. Delikler komşu iki kenarın veya yüzeyin ortasına yerleştirilmelidir (kalınlığı 15 mm'den büyük olan levhalarda, kenarlara vida yerleştirme işlemi yapılmaktadır).

Bu deneyde; anma boyutu, 4,2 mm x38 mm, ISO 1478'e göre başlık numarası, ST 4,2, vida diş açıklığı (vida adımı) 1,4 mm olan çelik vida kullanılmalıdır. Vidalar; deney

parçaları üzerinde açılan deliklere ($15\pm0,5$) mm'lik kısmı, dişlerinin tamamı gömülecek şekilde yerleştirilmelidir. Kalınlığı 15 mm'den az olan levhalarda da deney aynı yolla yapılır. Ancak vidanın uç kısmı 4,2 mm kadar karşı kenardan dışarı taşmaktadır.

2.2.9.9.5. İşlem

Deney parçaları deney makinesine yerleştirilirken, deneye tabi tutulan deney parçası yüzeyi, vidanın içerisine yerleştirildiği parçanın dış kenarına 15 mm'den daha yakın olan bir mesafede, herhangi bir noktadan desteklenmemeli ve vidaya uygulanacak kuvvete dik yönde tutulmalıdır. Kalınlığı, 15 mm'den az olan levhalarda, yüzeyin vida tutma kabiliyeti deneyi içinde aynı yol izlenmelidir. Böyle levhalarda metal bağlama tertibatı kullanılır. Deney parçası, metal bağlama tertibatı içerisine yerleştirilir ve vida bağlama tertibatının merkezindeki deliğe yerleştirilmektedir.

2.2.9.9.6. Kuvvetin Uygulanması

Her vidaya; üzerinde vida başlığının rahatlıkla girebileceği bir delik bulunan bir bağlama tertibatı yardımıyla, vida başlığının altında eksenel yönde ve giderek artan bir çekme kuvveti vida tamamen çıkıncaya kadar ve (10 ± 1) mm/dakika hızla uygulayarak vida çekilir.

2.2.9.9.7. Maksimum Kuvvetin Ölçülmesi

Vida tutma deneyinde kullanılan deney parçasının her iki kenar ve yüzeyindeki vidanın çekilerek çıkarılması esnasındaki maksimum kuvvet, yaklaşık 10 Newton'a kadar ölçülerek kaydedilir.

2.2.9.9.8. Sonuçların Gösterilmesi

Bir deney parçası için; kenar ve yüzeylerde vida tutma deneyi, ayrı ayrı yapılarak, maksimum kuvvet 10 Newton yaklaşımla kaydedilmektedir. Daha sonra deney parçasının kenarlarından alınan sonuçların aritmetik ortalaması ile yüzeylerden elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak, yüzeylerde her bir levha için vida tutma kabiliyeti hesap edilmektedir. Kalınlığı 15mm'den az olan deney parçalarında, yüzeyin vida tutma kabiliyeti, deney parçasından elde edilen maksimum yükün (Newton), deney parçasının kalınlığına bölümü yardımıyla (N/mm) bulunur ve 1 N/mm şeklinde ifade edilir.

Bir levha için; bir levhadan alınan bütün deney parçalarından elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak levhanın yüzey ve kenar vida tutma mukavemeti bulunur. Kalınlığı 15mm'den fazla olan levhalar için, 10 Newton, kalınlığı 15mm'den az olan levhalar için, 1 Newton olarak ifade edilir.

2.2.9.10. Levha Yüzeyine Dik Yönde Janka Sertlik Değeri

Sertlik, özellikle yapıda kullanılan levhalar için önemli bir özelliktir. Bu indeks araç ışıqla levhanın aşınmaya ve delinmeye karşı dayanımı konusunda bilgi verebilmektedir. Janka sertlik değeri MDF kalite özelliklerini mutala etmektedir. Bununla ilgili herhangi bir standart değeri verilmemiştir.

2.2.9.11. Levha Yüzeyi Toluen Testi (Yüzey Absorpsiyonu)

MDF yüzeyinin pürüzsüzlüğünü ölçmek için 50x410 cm ölçülerindeki levha numunesi 45 dereceli bir aparatın üzerine konur. 5 ml Toluen 90 derece açı ile levha yüzeyine bırakılır. Toluenin levha yüzeyindeki akış mesafesi levhanın pürüzsüzlüğünü göstermektedir. Toluen mesafesi uzun olan levhanın yüzey pürüzsüzlüğü en yüksek ölçüm değeri alınmalıdır.

Toluen testi MDF'nin yüzey kalitesini ölçmek için yapılan pratik fikir veren bir testir. Levha yüzeyindeki toluen mesafesi levhanın yüzey kalitesi, yüzeyde sıvı tutma ve pürüzlülük hakkında bilgi vermektedir. MDF levhalarının yüzey absorpsiyonunun belirlenmesi, TS EN 382-1 (1999)'a göre yapılmıştır. MDF'nin yüzey absorpsiyonu deneyinde toluenin akma mesafesi, minimum 150 mm olmalıdır.

Deney numunesi zımparalama yönü aşağı bakacak şekilde 45° açılı destek üzerine sabitlenir. Oda sıcaklığında pipet içinde 5 ml toluen deney numunesi yüzeyine 1 ± 0.1 mm uzaklıkta ve $90^\circ \pm 5^\circ$ açıyla dik olarak serbest bırakılır.

2.2.9.12. Biyolojik Bozulma Testi

Elde edilen levhaların biyolojik bozulma testi toprağa gömme şeklinde yapılır. Toprak gömme testinde, levhalar 2 x 2 x 2 cm boyutlarında kontrol altında olan orman arazisinde 6 ay bekletilir. Toprağın su içeriğinin sürekli olarak %60 oranında olmasının sağlanması için ara sıra su ilavesi yapılır. İnkubasyon periyodunun sonunda örnekler temizlenerek ve 103 ± 2 °C'de kurutulur. Daha sonra % ağırlık kaybı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.



Şekil 2.10. Biyolojik bozulma deney fotoğrafları (Foto: Çamlıbel, O).

Abdül Khalil H.P.S vd. (2010),. Altuntaş, E (2008) ve Alma vd. (2008)'deki çalışmalarında bu yöntemi uygulamıştır.

$$AK(\%) = \frac{W_0 - W_d}{W_0} \times 100 \quad (2.8)$$

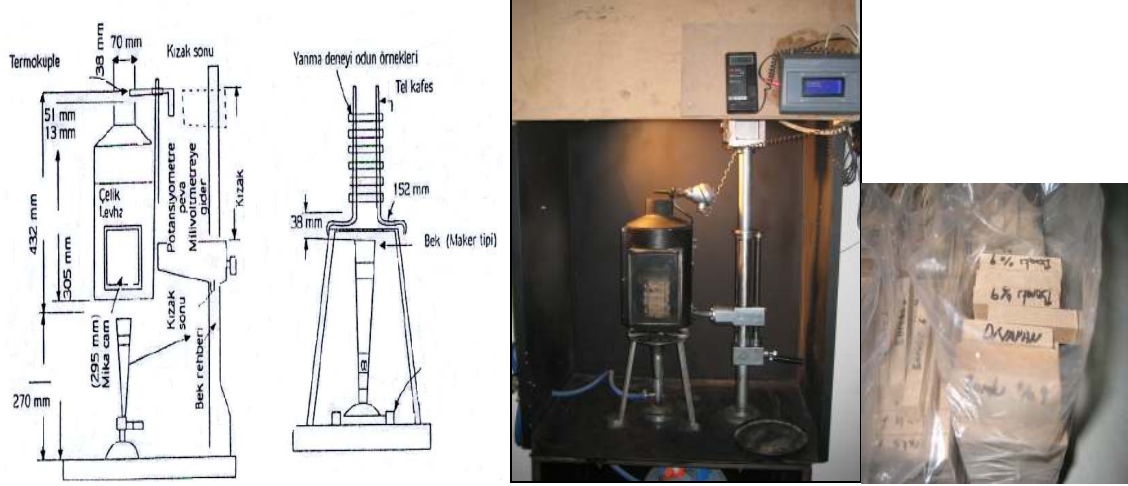
Burada;

W_0 : Testten önceki kuru örnek ağırlığı (gr).

W_d : Testten sonraki kuru örnek ağırlığı (gr).

2.2.9.13. Levha Yanma Testi

Yanmayı geciktiren maddeler günümüzde bazı levha tiplerinde uygulanmaktadır. MDF odun kökenli lignoselülozik malzeme olduğundan yanıcıdır. İnorganik mineral katkıları MDF levhaların yanmaya karşı (Flame Retardent) etkinliği (ASTM E 160-50) aşağıdaki Şekil 2.11'deki gibi test yöntemi uygulanarak yanma direnci ölçülmektedir. MDF'nin yanma süresi levha kalınlığına, yoğunluğuna, levhanın direncine, kullanılan tutkalın türüne, odun cinsine, yangın önleyici kimyasal maddelerle korunmuş olup olmadığına bağlıdır. Yangın geciktirici kullanılan levhaların yanma test sonucunda, sınıflama yapılması kararlaştırılmıştır. Sınıf A, B, C, D veya I, II, III, IV olarak FR sınıflandırması yapılmaktadır. Böylece yangın geciktirici ihtiva eden levhaların sınıflandırılması yapılmaktadır. Önce kaliteleri test edilmiş veya referans alınacak levhalara uygun denk levhalar sınıflandırılır. Bu tür levhalar, değişik alanlarda satılması için test edilen laboratuvarın etiketi yapıştırılarak pazara arz edilmektedir (Maloney, 1993).



Şekil 2.11. Yanma deneyi düzeneği ve yanma deneyi malzemeleri.

Yanma deney numunesi 13x13x76mm boyutlarında ve ASTM E 160-50 standardına göre yapılmıştır. Yöntemde test ve kontrol örnekleri yakma işlemi öncesinde 27 ± 2 °C ve %30-35 bağıl nem ortamının ayarlandığı iklimlendirme odasında standartta önerilen %7 rutubet derecesine getirtilmiştir. Deneyde 24'er örnek 12 kat halinde kare prizma şeklinde dizilerek yakılmıştır. Yakma işlemi boyunca gaz basıncı standardında belirtildiği düzeyde sabit tutulmuş olup, yanma deneyi parametreleri; alev kaynaklı yanma, kendi kendine yanma, kor halinde yanma, alev kaynaklı yanma lüx, kendi kendine yanma lüx, kor halinde yanma lüx, kor halinde yanma zamanı ve yanma kaybı aşamaları ölçülerek kaydedilmiştir. Her bir inorganik katkılı MDF levhaların yanma deneyinde 24'er adet 3'er parti olmak üzere $24 \times 3 = 72$ örnek yakılmıştır. Toplam laboratuvar deney üretimi $12 + 1 = 13$ grup, fabrika ortamında üretilen levhaların $12 + 1 = 13$ gruptan oluşmaktadır. Toplam 26 grup levha yakılmıştır. Laboratuvar ortamında üretilen inorganik katkılı levhalardan $13 \times 72 = 936$ adet örnek yakılmıştır. Fabrika ortamında üretilen inorganik katkılı levhalardan $13 \times 72 = 936$ adet örnek yakılmıştır. Toplam inorganik katkılı levha ASTM E 160-50 standardına göre yanma testinde 1872 örnek yakılmıştır.

Yanma Sınıfları;

B₁: Zor yanan. B₂: Normal yanan. B₃: Kolay yanan olarak adlandırılır.

2.2.9.14. Levha Parlaklık Testi



Şekil 2.12. Elrepho-spectrophotometer (Foto: Çamlıbel, O).

Elrepho - Lorentzen Wettre kağıt ve ambalaj sanayi, maden endüstrisi, çimento sanayii ve orman ürünleri panel endüstrisinde CIE Whiteness, Ganz-Griser Whiteness, Berger Whiteness R457 Brightness Parlaklık, E313 Sarılık ve Kırmızılık ölçebilen Şekil 2.12'deki gibi cihazdır.

Bilgisayara bağlı ve Software programı ile birlikte çalışmaktadır

Yüzey renk ölçüm değerleri

ΔL : Parlaklık.

Δa : kırmızılık.

Δb : Sarılık.

ΔE : Renk (Parlaklık) değişim değeri.

2.2.9.15. İnorganik Dolgu Maddelerinin Korozyon Testi

Korozyon; malzemenin bulunduğu ortamda özelliklerini kaybederek parçalanması ve kullanılamaz hale gelmesidir. Au, Pt, Ir ve Pd gibi soy metaller dışındaki tüm metaller bulundukları ortama bağlı olarak korozyona çok daha hızlı uğramaktadırlar. Korozyon reaksiyonları termodinamik ilkeler doğrultusunda incelendiğinde istemli süreçler olduğu görülecektir. Metaller tabiatta genellikle oksit ve sülfür bileşikleri halinde bulunurlar.

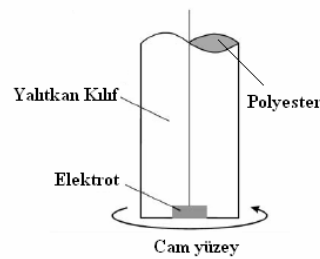
Bu bileşiklerin serbest enerjileri en düşük durumdadır. Minimum enerjiye eğilimi korozyon reaksiyonlarının temel gerçekleşme sebebidir.

Atmosfere açık alanlarda bulunan tanklar, depolar, betonarme direkleri, korkuluklar, taşıt araçları, yer altı boru hatları, rafinerilerde, deniz altılarında, fabrikalarda kullanılan birçok makine ekipmanları korozyon olayı ile karşı karşıyadır. Bütün bu ekipmanlar korozyona maruz kalmaktadır. Böylece büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Gerengi vd. 2012).

Fabrika üretim prosesinde Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat ve Talk inorganik mineraller %3, %6, %9 karışım oranlarında ST-37, 316, 306 çeliğin metal yüzeylerde korozyon test çalışması yapılmaktadır. Bu üç farklı çelikler inorganik minerallerin prosese giriş noktasından çıkış noktasına kadarki metalleri içermektedir. Her bir inorganik karışım üç farklı çelik metal yüzeyinde üç farklı korozyon testi yapılarak ortalamaları alınmaktadır. Böylece bir tane inorganik mineral için 27 deney gerçekleştirilmektedir. Korozyon testinde toplam 108 adet korozyon analizi yapılmaktadır.

2.2.9.15.1. Numunenin hazırlanması

Çalışma elektrotumuz, 0,2 cm² alana sahip, silindirik diskler şeklinde kesilerek Şekil 2.13'de gösterildiği gibi etrafı kalın bir polyester tabakası ile kaplanmıştır.

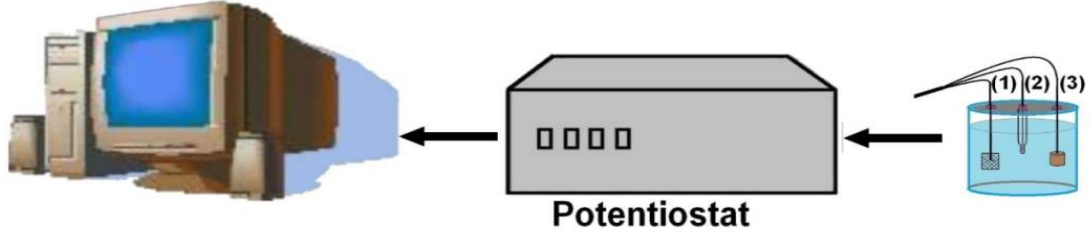


Şekil 2. 13. Deneyde kullanılan elektrotların hazırlanışı. Deney örnekleri (Foto: Çamlıbel, O).

2.2.9.15.2. Deneyin Yapılışı

Üçlü elektrot sisteminde çalışma elektrotumuz olan paslanmaz çelikler, referans elektrot olarak Ag/AgCl elektrotu ve karşıt elektrot olarak Pt tel Şekil 2.14'deki düzenek

kullanılmıştır. EIS ölçümleri, GAMRY PC3/600 potansiyostat/galvanostat/ZRA sistemi ve Gamry CMS -5.30 yazılımı kullanılmıştır.



Şekil 2.14. Deney düzeneği [(1) Pt tel, (2) Ag/AgCl elektrot, (3) Çalışma elektrodu].

Numuneler, deney öncesi 400 ile 1800 numaralı zımpara kâğıtları ile iyice zımparalanarak yüzeyin pürüzsüz olması sağlanmıştır. Bu işlemlerden sonra, numunenin yüzeyi saf su ile yıkanarak, asetonla silinip iyice kurutulmuştur. Bütün çalışmalarımız oda sıcaklığında yapılmıştır. %6'lık Boraks pentahidrat deneyleri 60°C de yapılmıştır. Empedans analizleri için Z SimpWin 3.21 yazılımı kullanılmıştır.

2.2.9.15.3. Kullanılan yöntemler

2.2.9.15.3.1. Elektrokimyasal empedans spektroskopisi (EIS) yöntemi

EIS, 30 yıldan beri korozyon hızı ölçümlerinde başarıyla kullanılan bir yöntemdir. Sistemin elektrokimyasal yapısı hakkında geniş bilgi verdiği için hemen her sektörde kullanılmaktadır. Doğru akım kaynakları kullanılarak yapılan ölçümlere nazaran elektrot üzerinde çok az etkisi bulunmaktadır. Dolayısıyla daha güvenilir bilgiler vermektedir. Bu yöntem, Ohm yasası temeline bakılarak daha iyi anlaşılır. Ohm yasası, direnç değerinin, voltaj ile akım arasındaki oran olduğunu ifade etmektedir.

2.2.9.15.3.2. Tafel Ekstrapolarizasyon Yöntemi

Tafel ekstrapolarizasyon yönteminin kullanımı diğer yöntemlere göre daha kolay olduğu için sanayide kullanılan en yaygın yöntemdir. Korozyon potansiyelinden başlayarak potansiyostatik ve galvanostatik yöntemle, anodik ve katodik yönde çizilen yarı logaritmik akım yoğunluğu-potansiyel eğrilerinin çizgisel bölgelerinin korozyon potansiyeline ekstra polarizasyon edilmesiyle korozyon hızı, yani korozyon akımı belirlenir. Bu belirlenen değer matematiksel çıkarım Stern-Geary denklemi olarak bilinmektedir.

Anodik ve katodik Tafel bölgeleri bir arada elde edilemediği zaman bölgelerden birinin korozyon potansiyeline ekstrapole edilmesiyle de korozyon hızı bulunabilir.

2.3. Oluşturulan Reçeteler Yardımıyla Sanayi Tipi Üretimlerin Gerçekleştirilmesi

Laboratuar ortamında MDF deneme levhalarının fiziksel, mekanik ve teknolojik direnç özellikleri belirlendikten sonra fabrika ortamında seri üretimi yapılabilir. İnorganik katkıli levhalardan üretilen MDF levhaların fiziksel ve mekanik test sonucuna göre farklı üretimle en iyi test sonuçları elde edilebilmektedir. Böylece istatistikî olarak en iyi inorganik katkıli levhaların sonuç verileri elde edilebilmektedir.

2.4. Deneme Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistikî Metodlar

Araştırma sonucunda tüm değerlerin istatistikî olarak analizi yapılmıştır. Böylece orta yoğunlukta lif levha üretiminde inorganik katkıli minerallerin levhada; fiziksel, mekanik ve teknolojik, parlaklık, yanma ve inorganik minerallerin metal yüzeyinde korozyon testi yapılmaktadır.

Orta yoğunlukta lif levhaları üzerinde yapılan deneyler sonucunda elde edilen sayısal veriler, “SPSS 17.0 for Windows” istatistik programı kullanılarak bilgisayar ortamında çözümlenmiş ve yorumları yapılmıştır. Gruplara ait sayısal verilerin ilk önce tanımlayıcı istatistik değerleri hesaplanmıştır. Bununla ilgili numune sayısı, ortalama değer, standart sapma, standart hata, %95 güven aralığı (ortalama için) alt ve üst sınır, minimum değer ve maksimum değer Çizelgeler halinde gösterilmiştir.

Yapılan analizlerde güven düzeyi (significance level) %95 olarak alınmıştır. Homojenlik denetlemesinden sonra gruplar arasında aynı özellik için fark olup olmadığını ve eğer gruplar arasında farklılık çıkıyor ise farklılığın hangi gruptan kaynaklandığını bulmak için Duncan Tukey testleri yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının fiziksel, mekanik ve teknolojik, yanma, korozyon testlerinin verileri SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları çizelgelerle gösterilmiştir.

3.1 BULGULAR

3.1.1. Laboratuvar Ortamında Üretilen MDF Levhalarına Ait Bulgular

3.1.1.1. Fiziksel Deneylere Ait Bulgular

3.1.1.1.1. Yoğunluğa Ait Bulgular

Laboratuarda üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıları %0, %3, %6, %9 orta yoğunlukta lif levhaların yoğunluk ölçüm sonucu SPSS (ANOVA) Duncan testi istatistikî verileri Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkıları levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ N ₀	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,750
	R ₉₇ N ₃	20	0,772 ^b	0,028	0,006	0,759	0,785	0,680	0,810
	R ₉₄ N ₆	20	0,772 ^b	0,046	0,010	0,752	0,794	0,710	0,850
	R ₉₁ N ₉	20	0,746 ^c	0,026	0,006	0,734	0,759	0,700	0,800

N: Örnek sayısı. Ort^x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.2. Kalsit katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ C ₀	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,750
	R ₉₇ C ₃	20	0,734 ^a	0,011	0,002	0,729	0,739	0,710	0,750
	R ₉₄ C ₆	20	0,727 ^a	0,014	0,003	0,721	0,734	0,710	0,750
	R ₉₁ C ₉	20	0,780 ^b	0,034	0,008	0,765	0,797	0,710	0,840

N: Örnek sayısı. Ort.^x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.3. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ T ₀	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,740
	R ₉₇ T ₃	20	0,723 ^a	0,023	0,005	0,712	0,734	0,700	0,790
	R ₉₄ T ₆	20	0,762 ^b	0,031	0,007	0,748	0,777	0,720	0,820
	R ₉₁ T ₉	20	0,780 ^b	0,020	0,004	0,771	0,790	0,740	0,810

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.4. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ B ₀	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,740
	R ₉₇ B ₃	20	0,765 ^b	0,026	0,006	0,753	0,778	0,720	0,810
	R ₉₄ B ₆	20	0,785 ^c	0,048	0,011	0,763	0,808	0,720	0,880
	R ₉₁ B ₉	20	0,800 ^c	0,018	0,004	0,792	0,809	0,770	0,830

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yoğunluğunun yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik dolgu katkılı levhaların yoğunluk sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk. (gr/cm ³)	% ₁₀₀ R	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,740
	Boraks	20	0,765 ^b	0,026	0,006	0,753	0,778	0,720	0,810
	Kalsit	20	0,734 ^a	0,011	0,002	0,729	0,739	0,710	0,750
	Kaya tuzu	20	0,772 ^b	0,028	0,006	0,759	0,785	0,680	0,810
	Talk	20	0,723 ^a	0,023	0,005	0,712	0,734	0,700	0,790

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95 güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.6. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluk sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk. (gr/cm ³)	% ₁₀₀ R	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,740
	Boraks	20	0,785 ^b	0,048	0,011	0,763	0,808	0,720	0,880
	Kalsit	20	0,727 ^a	0,014	0,003	0,721	0,734	0,710	0,750
	Kaya tuzu	20	0,772 ^{bc}	0,046	0,010	0,752	0,794	0,710	0,850
	Talk	20	0,762 ^c	0,031	0,007	0,748	0,777	0,720	0,820

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.7. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluk ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk. (gr/cm ³)	% ₁₀₀ R	20	0,720 ^a	0,012	0,003	0,715	0,727	0,690	0,740
	Boraks	20	0,800 ^b	0,018	0,004	0,792	0,809	0,770	0,830
	Kalsit	20	0,780 ^c	0,034	0,008	0,765	0,797	0,710	0,840
	Kaya tuzu	20	0,746 ^d	0,026	0,006	0,734	0,759	0,700	0,800
	Talk	20	0,780 ^c	0,020	0,004	0,771	0,790	0,740	0,810

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.2. İki Saat Suda Şişmeye Ait Bulgular

Laboratuvar şartlarında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat suda şişme ölçümlerinin SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.8, Çizelge 3.9, Çizelge 3.10, Çizelge 3.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Laboratuvarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	R ₉₇ N ₃	20	5,07 ^a	1,425	0,319	4,409	5,743	2,740	7,810
	R ₉₄ N ₆	20	9,90 ^b	1,581	0,353	9,169	10,648	7,870	13,060
	R ₉₁ N ₉	20	12,22 ^c	1,315	0,294	11,605	12,837	9,510	15,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.9. Laboratuvar şartlarında Kalsit katkılı üretilen levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	R ₉₇ C ₃	20	2,08 ^b	0,434	0,097	1,880	2,286	1,250	2,570
	R ₉₄ C ₆	20	2,84 ^c	0,386	0,086	2,662	3,023	1,870	3,540
	R ₉₁ C ₉	20	4,05 ^d	1,081	0,242	3,548	4,560	2,600	8,040

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.10. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	R ₉₇ T ₃	20	2,98 ^b	0,903	0,202	2,563	3,409	1,830	5,210
	R ₉₄ T ₆	20	3,18 ^b	1,068	0,239	2,686	3,686	1,910	6,170
	R ₉₁ T ₉	20	3,41 ^b	0,986	0,221	2,958	3,881	2,050	5,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.11. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	R ₉₇ B ₃	20	2,97 ^b	0,977	0,219	2,513	3,427	1,800	5,560
	R ₉₄ B ₆	20	3,07 ^b	1,329	0,297	2,457	3,701	1,900	6,660
	R ₉₁ B ₉	20	2,53 ^b	0,331	0,074	2,376	2,686	2,090	3,390

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuar şartlarında Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların 2 saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.12, Çizelge 3.13, Çizelge 3.14'de verilmiştir.

Çizelge 3.12 Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	Boraks	20	2,97 ^b	0,977	0,219	2,513	3,427	1,800	5,560
	Kalsit	20	2,08 ^c	0,434	0,097	1,880	2,286	1,250	2,570
	Kaya tuzu	20	5,07 ^a	1,425	0,319	4,409	5,743	2,740	7,810
	Talk	20	2,98 ^b	0,903	0,202	2,563	3,409	1,830	5,210

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.13. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	Boraks	20	3,07 ^b	1,329	0,297	2,457	3,701	1,900	6,660
	Kalsit	20	2,84 ^b	0,386	0,086	2,662	3,023	1,870	3,540
	Kaya tuzu	20	9,90 ^c	1,581	0,353	9,169	10,648	7,870	13,060
	Talk	20	3,18 ^b	1,068	0,239	2,686	3,686	1,910	6,170

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.14. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	5,57 ^a	0,554	0,124	5,311	5,829	4,770	6,930
	Boraks	20	2,53 ^b	0,331	0,074	2,376	2,686	2,090	3,390
	Kalsit	20	4,05 ^c	1,081	0,242	3,548	4,560	2,600	8,040
	Kaya tuzu	20	12,22 ^d	1,315	0,294	11,605	12,837	9,510	15,310
	Talk	20	3,41 ^e	0,986	0,221	2,958	3,881	2,050	5,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.3. Yirmi Dört Saat Suda Şişmeye Ait Bulgular

Laboratuarda üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının 24 saat suda şişme sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.15, Çizelge 3.16, Çizelge 3.17, Çizelge 3.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.15. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	14,214 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	R ₉₇ N ₃	20	15,523 ^b	2,319	0,518	14,438	16,608	11,890	19,310
	R ₉₄ N ₆	20	17,477 ^c	1,391	0,311	16,826	18,128	15,190	19,820
	R ₉₁ N ₉	20	19,427 ^d	1,552	0,347	18,701	20,153	15,950	21,690

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.16. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	14,21 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	R ₉₇ C ₃	20	22,70 ^b	1,165	0,260	22,156	23,246	21,380	25,520
	R ₉₄ C ₆	20	18,88 ^c	0,981	0,219	18,430	19,348	17,020	20,680
	R ₉₁ C ₉	20	23,62 ^b	2,811	0,628	22,310	24,941	18,320	28,400

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.17. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	14,21 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	R ₉₇ T ₃	20	19,79 ^b	2,457	0,549	18,647	20,947	15,190	23,480
	R ₉₄ T ₆	20	20,74 ^b	1,543	0,345	20,022	21,466	16,980	22,940
	R ₉₁ T ₉	20	22,96 ^c	2,681	0,599	21,707	24,217	16,660	27,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.18. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	14,21 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	R ₉₇ B ₃	20	21,31 ^b	2,660	0,595	20,069	22,560	17,490	25,330
	R ₉₄ B ₆	20	21,23 ^b	3,319	0,742	19,684	22,791	14,340	24,820
	R ₉₁ B ₉	20	16,36 ^c	2,013	0,450	15,420	17,303	13,770	20,750

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuar şartlarında Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.19, Çizelge 3.20, Çizelge 3.21'de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	14,21 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	Boraks	20	21,31 ^b	2,660	0,595	20,069	22,560	17,490	25,330
	Kalsit	20	22,70 ^c	1,165	0,260	22,156	23,246	21,380	25,520
	Kaya tuzu	20	15,52 ^d	2,319	0,518	14,438	16,608	11,890	19,310
	Talk	20	19,79 ^e	2,457	0,549	18,647	20,947	15,190	23,480

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.20. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	14,21 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	Boraks	20	21,23 ^b	3,319	0,742	19,684	22,791	14,340	24,820
	Kalsit	20	21,23 ^b	3,319	0,742	19,684	22,791	14,340	24,820
	Kaya tuzu	20	17,47 ^c	1,391	0,311	16,826	18,128	15,190	19,820
	Talk	20	20,74 ^b	1,543	0,345	20,022	21,466	16,980	22,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.21. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı MDF levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	14,21 ^a	1,146	0,256	13,678	14,751	12,050	15,850
	Boraks	20	16,36 ^b	2,013	0,450	15,420	17,303	13,770	20,750
	Kalsit	20	23,62 ^d	2,811	0,628	22,310	24,941	18,320	28,400
	Kaya tuzu	20	19,42 ^c	1,552	0,347	18,701	20,153	15,950	21,690
	Talk	20	22,96 ^d	2,681	0,599	21,707	24,217	16,660	27,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.4. İki Saat Su Almaya Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat su alma sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.22, Çizelge 3.23, Çizelge 3.24, Çizelge 3.25'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.22. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	24,873 ^a	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	R ₉₇ N ₃	20	19,450 ^b	3,899	0,872	17,622	21,272	7,870	25,580
	R ₉₄ N ₆	20	26,693 ^a	3,071	0,687	25,256	28,131	21,520	31,690
	R ₉₁ N ₉	20	26,659 ^a	3,838	0,858	24,863	28,456	21,620	36,340

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.23. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	24,87 ^a	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	R ₉₇ C ₃	20	26,79 ^a	1,006	0,225	26,328	27,270	24,950	28,740
	R ₉₄ C ₆	20	32,91 ^b	2,340	0,523	31,820	34,011	27,190	36,860
	R ₉₁ C ₉	20	24,77 ^a	1,607	0,359	24,026	25,531	19,050	26,150

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.24. Laboratuarda üretilen Talk katkılı üretilen levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	24,87 ^{ab}	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	R ₉₇ T ₃	20	23,90 ^a	1,568	0,351	23,173	24,641	20,510	25,960
	R ₉₄ T ₆	20	26,58 ^{bc}	1,142	0,255	26,051	27,120	23,660	28,720
	R ₉₁ T ₉	20	27,17 ^c	0,819	0,183	26,794	27,561	25,900	28,570

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.25. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	24,87 ^a	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	R ₉₇ B ₃	20	25,66 ^a	3,225	0,721	24,152	27,171	21,530	28,470
	R ₉₄ B ₆	20	23,30 ^{ab}	1,589	0,355	22,564	24,051	22,000	25,890
	R ₉₁ B ₉	20	21,21 ^b	2,377	0,532	20,102	22,327	15,220	24,230

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.26, Çizelge 3.27, Çizelge 3.28'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.26. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	24,87ab	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	Boraks	20	25,66 ^{ab}	3,225	0,721	24,152	27,171	21,530	28,470
	Kalsit	20	26,79 ^a	1,006	0,225	26,328	27,270	24,950	28,740
	Kaya tuzu	20	19,450 ^c	3,899	0,872	17,622	21,272	7,870	25,580
	Talk	20	23,90 ^b	1,568	0,351	23,173	24,641	20,510	25,960

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.27. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	24,87 ^{ab}	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	Boraks	20	23,30 ^a	1,589	0,355	22,564	24,051	22,000	25,890
	Kalsit	20	32,91 ^c	2,340	0,523	31,820	34,011	27,190	36,860
	Kaya tuzu	20	26,69 ^b	3,071	0,687	25,256	28,131	21,520	31,690
	Talk	20	26,58 ^b	1,142	0,255	26,051	27,120	23,660	28,720

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.28. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	24,87 ^b	5,895	1,318	22,115	27,632	17,250	39,020
	Boraks	20	21,21 ^a	2,377	0,532	20,102	22,327	15,220	24,230
	Kalsit	20	24,77 ^b	1,607	0,359	24,026	25,531	19,050	26,150
	Kaya tuzu	20	26,65 ^{bc}	3,838	0,858	24,863	28,456	21,620	36,340
	Talk	20	27,17 ^c	0,819	0,183	26,794	27,561	25,900	28,570

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.5. Yirmi Dört Saat Su Almaya Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.29, Çizelge 3.30, Çizelge 3.31, Çizelge 3.32'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.29. Kaya tuzu katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	66,251 ^a	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	R ₉₇ N ₃	20	64,715 ^a	10,680	2,388	59,717	69,713	46,480	83,950
	R ₉₄ N ₆	20	69,074 ^a	10,558	2,361	64,133	74,016	53,320	84,010
	R ₉₁ N ₉	20	70,295 ^a	15,044	3,364	63,254	77,336	47,250	96,170

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.30. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı üretilen levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	66,25 ^a	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	R ₉₇ C ₃	20	85,70 ^b	2,464	0,551	84,551	86,857	82,210	90,910
	R ₉₄ C ₆	20	89,33 ^b	3,838	0,858	87,542	91,135	83,960	95,740
	R ₉₁ C ₉	20	71,56 ^a	8,121	1,816	67,769	75,370	63,590	89,810

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.31. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	66,25 ^a	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	R ₉₇ T ₃	20	61,71 ^a	17,140	3,833	53,694	69,738	44,240	93,160
	R ₉₄ T ₆	20	71,44 ^a	7,090	1,585	68,127	74,764	56,570	82,020
	R ₉₁ T ₉	20	70,09 ^a	9,524	2,130	65,641	74,555	55,110	91,760

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.32. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	66,25 ^a	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	R ₉₇ B ₃	20	76,77 ^b	5,921	1,324	74,007	79,548	64,750	87,740
	R ₉₄ B ₆	20	61,82 ^{ac}	11,087	2,479	56,632	67,010	42,790	73,800
	R ₉₁ B ₉	20	54,97 ^c	11,289	2,524	49,688	60,255	39,460	73,210

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.33, Çizelge 3.34, Çizelge 3.35'de verilmiştir.

Çizelge 3.33. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	66,25 ^a	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	Boraks	20	76,77 ^b	5,921	1,324	74,007	79,548	64,750	87,740
	Kalsit	20	85,70 ^c	2,464	0,551	84,551	86,857	82,210	90,910
	Kaya tuzu	20	64,71 ^a	10,680	2,388	59,717	69,713	46,480	83,950
	Talk	20	61,71 ^a	17,140	3,833	53,694	69,738	44,240	93,160

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.34 Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	66,25 ^{ab}	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	Boraks	20	61,82 ^a	11,087	2,479	56,632	67,010	42,790	73,800
	Kalsit	20	89,33 ^c	3,838	0,858	87,542	91,135	83,960	95,740
	Kaya tuzu	20	69,07 ^{ab}	10,558	2,361	64,133	74,016	53,320	84,010
	Talk	20	71,44 ^b	7,090	1,585	68,127	74,764	56,570	82,020

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.35 Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	66,25 ^b	19,486	4,357	57,131	75,371	40,820	96,110
	Boraks	20	54,97 ^a	11,289	2,524	49,688	60,255	39,460	73,210
	Kalsit	20	71,56 ^b	8,121	1,816	67,769	75,370	63,590	89,810
	Kaya tuzu	20	70,29 ^b	15,044	3,364	63,254	77,336	47,250	96,170
	Talk	20	70,09 ^b	9,524	2,130	65,641	74,555	55,110	91,760

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.6. Toluen Testine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat,Talk'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey Toluen testi verilerinin SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.36, Çizelge 3.37, Çizelge 3.38, Çizelge 3.39'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.36. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen testi (cm)	R ₁₀₀ N ₀	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	R ₉₇ N ₃	20	9,82 ^b	0,699	0,156	9,498	10,152	8,800	11,800
	R ₉₄ N ₆	20	9,34 ^b	1,293	0,289	8,742	9,953	7,500	11,600
	R ₉₁ N ₉	20	8,41 ^c	0,660	0,148	8,106	8,724	7,300	9,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.37. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen testi. (cm)	R ₁₀₀ C ₀	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	R ₉₇ C ₃	20	9,74 ^b	0,988	0,221	9,278	10,203	7,500	11,300
	R ₉₄ C ₆	20	9,81 ^b	1,002	0,224	9,346	10,284	8,500	11,500
	R ₉₁ C ₉	20	10,64 ^c	1,181	0,264	10,094	11,200	8,600	12,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.38. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen testi. (cm)	R ₁₀₀ T ₀	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	R ₉₇ T ₃	20	8,81 ^b	0,742	0,166	8,463	9,157	7,800	10,500
	R ₉₄ T ₆	20	13,12 ^c	1,847	0,413	12,256	13,984	8,800	15,300
	R ₉₁ T ₉	20	8,64 ^b	1,000	0,224	8,172	9,108	6,800	10,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.39. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey Toluen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen testi. (cm)	R ₁₀₀ B ₀	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	R ₉₇ B ₃	20	7,24 ^b	1,289	0,288	6,642	7,848	5,300	9,800
	R ₉₄ B ₆	20	8,27 ^c	0,877	0,196	7,865	8,686	7,200	9,600
	R ₉₁ B ₉	20	13,12 ^d	2,025	0,453	12,178	14,073	8,800	16,100

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey Toluen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.40, Çizelge 3.41, Çizelge 3.42'de verilmiştir.

Çizelge 3.40. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey tolüen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi. (cm)	% ₁₀₀ R	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	Boraks	20	7,24 ^b	1,289	0,288	6,642	7,848	5,300	9,800
	Kalsit	20	9,74 ^c	0,988	0,221	9,278	10,203	7,500	11,300
	Kaya tuzu	20	9,82 ^c	0,699	0,156	9,498	10,152	8,800	11,800
	Talk	20	8,81 ^d	0,742	0,166	8,463	9,157	7,800	10,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.41. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen testi. (cm)	% ₁₀₀ R	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	Boraks	20	8,27 ^b	0,877	0,196	7,865	8,686	7,200	9,600
	Kalsit	20	9,81 ^c	1,002	0,224	9,346	10,284	8,500	11,500
	Kaya tuzu	20	9,34 ^c	1,293	0,289	8,742	9,953	7,500	11,600
	Talk	20	13,12 ^d	1,847	0,413	12,256	13,984	8,800	15,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.42. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi. (cm)	% ₁₀₀ R	20	24,30 ^a	0,801	0,179	23,925	24,675	23,000	26,000
	Boraks	20	13,12 ^b	2,025	0,453	12,178	14,073	8,800	16,100
	Kalsit	20	10,64 ^c	1,181	0,264	10,094	11,200	8,600	12,500
	Kaya tuzu	20	8,41 ^d	0,660	0,148	8,106	8,724	7,300	9,600
	Talk	20	8,64 ^d	1,000	0,224	8,172	9,108	6,800	10,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.7. ΔL Yüzey Renk (Parlaklık) Değişimine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey parlaklığı verilerinin SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.43, Çizelge 3.44, Çizelge 3.45, Çizelge 3.46'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.43. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri	R ₁₀₀ N ₀	20	60,47 ^a	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	R ₉₇ N ₃	20	57,25 ^b	2,678	0,599	56,000	58,506	51,870	60,300
	R ₉₄ N ₆	20	56,70 ^b	0,675	0,151	56,385	57,017	55,750	57,740
	R ₉₁ N ₉	20	54,90 ^c	2,571	0,575	53,697	56,103	49,590	58,440

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.44. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri	R ₁₀₀ C ₀	20	60,47 ^a	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	R ₉₇ C ₃	20	59,38 ^b	0,441	0,099	59,181	59,594	58,310	60,080
	R ₉₄ C ₆	20	61,26 ^a	2,051	0,459	60,300	62,220	57,130	64,840
	R ₉₁ C ₉	20	62,64 ^c	1,539	0,344	61,923	63,363	60,030	64,640

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.45. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri	R ₁₀₀ T ₀	20	60,47 ^{ab}	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	R ₉₇ T ₃	20	59,93 ^a	0,596	0,133	59,656	60,214	59,080	60,940
	R ₉₄ T ₆	20	60,70 ^b	1,251	0,280	60,123	61,293	58,730	62,780
	R ₉₁ T ₉	20	61,91 ^c	0,936	0,209	61,480	62,356	60,020	62,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.46. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey ΔL sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri	R ₁₀₀ B ₀	20	60,47 ^a	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	R ₉₇ B ₃	20	59,96 ^a	0,653	0,146	59,656	60,268	58,590	60,870
	R ₉₄ B ₆	20	58,98 ^b	0,757	0,169	58,627	59,335	57,070	59,970
	R ₉₁ B ₉	20	57,86 ^c	0,980	0,219	57,409	58,326	57,000	60,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda üretilen Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçları istatistikî verileri.Çizelge 3.47, Çizelge 3.48, Çizelge 3.49'da verilmiştir.

Çizelge 3.47. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL Değeri	% ₁₀₀ R	20	60,47 ^a	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	Boraks	20	59,96 ^{ab}	0,653	0,146	59,656	60,268	58,590	60,870
	Kalsit	20	59,38 ^b	0,441	0,099	59,181	59,594	58,310	60,080
	Kaya tuzu	20	57,25 ^c	2,678	0,599	56,000	58,506	51,870	60,300
	Talk	20	59,93 ^{ab}	0,596	0,133	59,656	60,214	59,080	60,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.48. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri	% ₁₀₀ R	20	60,47 ^a	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	Boraks	20	58,98 ^b	0,757	0,169	58,627	59,335	57,070	59,970
	Kalsit	20	61,26 ^a	2,051	0,459	60,300	62,220	57,130	64,840
	Kaya tuzu	20	56,70 ^c	0,675	0,151	56,385	57,017	55,750	57,740
	Talk	20	60,70 ^a	1,251	0,280	60,123	61,293	58,730	62,780

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.49. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey ΔL yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL Değeri	% ₁₀₀ R	20	60,47 ^a	0,952	0,213	60,030	60,922	58,740	61,850
	Boraks	20	57,86 ^b	0,980	0,219	57,409	58,326	57,000	60,940
	Kalsit	20	62,64 ^c	1,539	0,344	61,923	63,363	60,030	64,640
	Kaya tuzu	20	54,90 ^d	2,571	0,575	53,697	56,103	49,590	58,440
	Talk	20	61,91 ^c	0,936	0,209	61,480	62,356	60,020	62,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.8. Δa Yüzey Renk (Kırmızılık) Değişimine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yüzey Δa (kırmızılığı) ölçümlerinin SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.50, Çizelge 3.51, Çizelge 3.52, Çizelge 3.53'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.50. Kaya tuzu katkılı labortuar ortamında üretilen levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Kaya tuzu				N	Ort. ^x	Sapma	Hata		
Δa. Kırmızılık	R ₁₀₀ N ₀	20	5,94 ^a	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	R ₉₇ N ₃	20	5,54 ^{ab}	0,418	0,093	5,354	5,745	5,020	6,550
	R ₉₄ N ₆	20	5,44 ^b	0,150	0,034	5,373	5,513	5,090	5,650
	R ₉₁ N ₉	20	6,42 ^c	1,110	0,248	5,910	6,949	4,020	8,490

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.51. Laboratuvar ortamında Kalsit katkılı üretilen levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Kırmızılık	R ₁₀₀ C ₀	20	5,94 ^a	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	R ₉₇ C ₃	20	5,17 ^b	0,078	0,017	5,140	5,213	5,040	5,330
	R ₉₄ C ₆	20	5,98 ^a	0,387	0,087	5,800	6,162	5,240	6,670
	R ₉₁ C ₉	20	5,88 ^a	0,110	0,025	5,833	5,936	5,640	6,060

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.52. Laboratuvar ortamında üretilen Talk katkılı levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Kırmızılık	R ₁₀₀ T ₀	20	5,94 ^a	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	R ₉₇ T ₃	20	5,97 ^a	0,325	0,073	5,821	6,126	5,250	6,420
	R ₉₄ T ₆	20	5,86 ^a	0,150	0,034	5,794	5,934	5,680	6,150
	R ₉₁ T ₉	20	4,51 ^b	0,217	0,049	4,411	4,615	4,180	4,810

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.53. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey Δa sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Kırmızılık	R ₁₀₀ B ₀	20	5,94 ^a	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	R ₉₇ B ₃	20	5,94 ^a	0,178	0,040	5,864	6,031	5,620	6,170
	R ₉₄ B ₆	20	5,51 ^b	0,664	0,149	5,209	5,830	4,750	6,960
	R ₉₁ B ₉	20	4,75 ^c	0,253	0,057	4,637	4,874	4,500	5,640

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) yüzey Δa . (kırmızılığı) yüzdelik ölçümlerinin istatistikî sonuçları Çizelge 3.54, Çizelge 3.55, Çizelge 3.56'da verilmiştir.

Çizelge 3.54. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yüzey Δa . yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Kırmızılık	% ₁₀₀ R	20	5,94 ^a	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	Boraks	20	5,94 ^a	0,178	0,040	5,864	6,031	5,620	6,170
	Kalsit	20	5,17 ^b	0,078	0,017	5,140	5,213	5,040	5,330
	Kaya tuzu	20	5,54 ^c	0,418	0,093	5,354	5,745	5,020	6,550
	Talk	20	5,97 ^a	0,325	0,073	5,821	6,126	5,250	6,420

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.55. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δa. yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Kırmızılık	% ₁₀₀ R	20	5,94 ^b	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	Boraks	20	5,51 ^a	0,664	0,149	5,209	5,830	4,750	6,960
	Kalsit	20	5,98 ^b	0,387	0,087	5,800	6,162	5,240	6,670
	Kaya tuzu	20	5,44 ^a	0,150	0,034	5,373	5,513	5,090	5,650
	Talk	20	5,86 ^b	0,150	0,034	5,794	5,934	5,680	6,150

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.56. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δa. yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Kırmızılık	% ₁₀₀ R	20	5,94 ^a	0,509	0,114	5,707	6,183	5,430	7,280
	Boraks	20	4,75 ^b	0,253	0,057	4,637	4,874	4,500	5,640
	Kalsit	20	5,88 ^a	0,110	0,025	5,833	5,936	5,640	6,060
	Kaya tuzu	20	6,42 ^c	1,110	0,248	5,910	6,949	4,020	8,490
	Talk	20	4,51 ^b	0,217	0,049	4,411	4,615	4,180	4,810

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.9. Δb Yüzey Renk (Sarılık) Değişimine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey sarılığı sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.57, Çizelge 3.58, Çizelge 3.59, Çizelge 3.60'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.57. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey Δb sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Sarılık	R ₁₀₀ N ₀	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	R ₉₇ N ₃	20	19,06 ^b	1,507	0,337	18,356	19,767	17,180	22,220
	R ₉₄ N ₆	20	18,54 ^b	0,900	0,201	18,123	18,966	16,760	19,900
	R ₉₁ N ₉	20	21,48 ^c	1,111	0,248	20,961	22,001	19,760	23,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.58. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey Δb ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Sarılık	R ₁₀₀ C ₀	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	R ₉₇ C ₃	20	18,10 ^b	0,217	0,049	18,001	18,204	17,730	18,410
	R ₉₄ C ₆	20	18,67 ^b	1,125	0,252	18,144	19,198	15,580	20,290
	R ₉₁ C ₉	20	19,96 ^a	1,178	0,263	19,411	20,513	18,410	21,780

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.59. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey Δb sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb Sarılık	R ₁₀₀ T ₀	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	R ₉₇ T ₃	20	18,88 ^b	0,461	0,103	18,674	19,105	18,310	20,160
	R ₉₄ T ₆	20	18,63 ^b	0,873	0,195	18,227	19,044	17,720	20,580
	R ₉₁ T ₉	20	18,36 ^b	0,928	0,208	17,929	18,798	16,650	19,320

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.60. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey Δb sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Sarılık	R ₁₀₀ B ₀	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	R ₉₇ B ₃	20	20,24 ^a	1,477	0,330	19,554	20,936	17,910	22,000
	R ₉₄ B ₆	20	19,89 ^a	1,116	0,250	19,375	20,420	18,160	21,640
	R ₉₁ B ₉	20	17,63 ^b	0,299	0,067	17,497	17,776	17,270	18,270

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların Δb.(sarılığı) yüzdelik ölçümlerinin istatistikî sonuçları Çizelge 3.61, Çizelge 3.62, Çizelge 3.63'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.61. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δb yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Sarılık	% ₁₀₀ R	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	Boraks	20	20,24 ^a	1,477	0,330	19,554	20,936	17,910	22,000
	Kalsit	20	18,10 ^b	0,217	0,049	18,001	18,204	17,730	18,410
	Kaya tuzu	20	19,06 ^c	1,507	0,337	18,356	19,767	17,180	22,220
	Talk	20	18,88 ^{bc}	0,461	0,103	18,674	19,105	18,310	20,160

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.62. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey Δb yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Sarılık	% ₁₀₀ R	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	Boraks	20	19,89 ^a	1,116	0,250	19,375	20,420	18,160	21,640
	Kalsit	20	18,67 ^b	1,125	0,252	18,144	19,198	15,580	20,290
	Kaya tuzu	20	18,54 ^b	0,900	0,201	18,123	18,966	16,760	19,900
	Talk	20	18,63 ^b	0,873	0,195	18,227	19,044	17,720	20,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.63. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların yüzey Δb ölçümlerinin istatistiki sonuçlarını göstermektedir.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Sarılık	% ₁₀₀ R	20	20,28 ^a	2,306	0,516	19,203	21,362	15,910	23,200
	Boraks	20	17,63 ^b	0,299	0,067	17,497	17,776	17,270	18,270
	Kalsit	20	19,96 ^a	1,178	0,263	19,411	20,513	18,410	21,780
	Kaya tuzu	20	21,48 ^c	1,111	0,248	20,961	22,001	19,760	23,740
	Talk	20	18,36 ^b	0,928	0,208	17,929	18,798	16,650	19,320

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.10. ΔE Yüzey Renk Değişimine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey ΔE (parlaklık) değeri sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.64, Çizelge 3.65, Çizelge 3.66, Çizelge 3.67.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.64. Laboratuar ortamında Kaya tuzu katkıli levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	R ₁₀₀ N ₀	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	R ₉₇ N ₃	20	60,64 ^b	2,027	0,453	59,692	61,590	56,380	63,100
	R ₉₄ N ₆	20	59,91 ^{bc}	0,747	0,167	59,560	60,260	58,450	61,030
	R ₉₁ N ₉	20	59,34 ^c	1,889	0,422	58,463	60,231	55,630	62,290

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.65. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	R ₁₀₀ C ₀	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	R ₉₇ C ₃	20	62,30 ^b	0,417	0,093	62,106	62,496	61,340	63,000
	R ₉₄ C ₆	20	64,33 ^a	1,841	0,412	63,476	65,199	60,300	67,310
	R ₉₁ C ₉	20	66,02 ^c	1,398	0,313	65,368	66,677	63,580	68,150

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.66. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	R ₁₀₀ T ₀	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	R ₉₇ T ₃	20	63,12 ^b	0,588	0,132	62,851	63,402	62,360	64,460
	R ₉₄ T ₆	20	63,77 ^a	1,324	0,296	63,158	64,398	61,680	66,100
	R ₉₁ T ₉	20	64,74 ^c	1,111	0,248	64,225	65,265	62,560	65,970

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.67. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey ΔE değişim değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*			
Boraks				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	R ₁₀₀ B ₀	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	R ₉₇ B ₃	20	63,58 ^b	0,631	0,141	63,288	63,879	62,730	64,790
	R ₉₄ B ₆	20	62,50 ^c	0,559	0,125	62,243	62,767	61,280	63,280
	R ₉₁ B ₉	20	60,68 ^d	0,956	0,214	60,236	61,131	59,880	63,610

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey ΔE değişim (parlaklık) değeri yüzdelik ölçümlerinin istatistikî sonuçları Çizelge 3.68, Çizelge 3.69 ve Çizelge 3.70.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.68. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	% ₁₀₀ R	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	Boraks	20	63,58 ^{ab}	0,631	0,141	63,288	63,879	62,730	64,790
	Kalsit	20	62,30 ^c	0,417	0,093	62,106	62,496	61,340	63,000
	Kaya tuzu	20	60,64 ^d	2,027	0,453	59,692	61,590	56,380	63,100
	Talk	20	63,12 ^b	0,588	0,132	62,851	63,402	62,360	64,460

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.69. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	% ₁₀₀ R	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	Boraks	20	62,50 ^b	0,559	0,125	62,243	62,767	61,280	63,280
	Kalsit	20	64,33 ^a	1,841	0,412	63,476	65,199	60,300	67,310
	Kaya tuzu	20	59,34 ^c	1,889	0,422	58,463	60,231	55,630	62,290
	Talk	20	63,77 ^a	1,324	0,296	63,158	64,398	61,680	66,100

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.70. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	% ₁₀₀ R	20	64,10 ^a	0,843	0,189	63,710	64,500	62,670	65,700
	Boraks	20	60,68 ^b	0,956	0,214	60,236	61,131	59,880	63,610
	Kalsit	20	66,02 ^c	1,398	0,313	65,368	66,677	63,580	68,150
	Kaya tuzu	20	59,34 ^d	1,889	0,422	58,463	60,231	55,630	62,290
	Talk	20	64,74 ^a	1,111	0,248	64,225	65,265	62,560	65,970

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.1.11. Biyolojik Bozulmaya Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.71, Çizelge 3.72, Çizelge 3.73, Çizelge 3.74'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.71. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların biyolojik bozulma ölçümlerinin istatistikî sonuçları.

Levha			Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				N	Sapma	Hata	Alt Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	R ₉₇ N ₃	20	9,273 ^b	2,336	0,522	8,180	10,367	3,790	13,000
	R ₉₄ N ₆	20	10,282 ^b	2,270	0,508	9,220	11,345	6,280	14,510
	R ₉₁ N ₉	20	11,691 ^c	2,191	0,490	10,666	12,717	8,280	17,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.72. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	R ₉₇ C ₃	20	7,174 ^a	1,992	0,445	6,242	8,106	3,450	10,400
	R ₉₄ C ₆	20	8,387 ^b	2,245	0,502	7,337	9,438	5,160	13,140
	R ₉₁ C ₉	20	9,622 ^c	2,082	0,466	8,648	10,596	5,600	12,690

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.73. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların biyolojik bozulma verilerinin istatistikî sonuçları.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	R ₉₇ T ₃	20	8,329 ^b	1,505	0,337	7,625	9,033	6,210	12,610
	R ₉₄ T ₆	20	9,281 ^c	1,207	0,270	8,717	9,846	7,280	11,080
	R ₉₁ T ₉	20	10,885 ^d	1,245	0,278	10,303	11,468	8,230	13,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.74. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların biyolojik bozulma ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	R ₉₇ B ₃	20	7,286 ^a	1,090	0,244	6,776	7,797	5,430	8,960
	R ₉₄ B ₆	20	9,179 ^b	1,318	0,295	8,562	9,796	6,440	11,800
	R ₉₁ B ₉	20	11,230 ^c	1,621	0,362	10,471	11,989	7,340	14,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların biyolojik bozulma yüzdelik ölçümlerinin istatistikî verileri Çizelge 3.75, Çizelge 3.76, Çizelge 3.77'de verilmiştir.

Çizelge 3.75. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	% ₁₀₀ R	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	Boraks	20	7,286 ^a	1,090	0,244	6,776	7,797	5,430	8,960
	Kalsit	20	7,174 ^a	1,992	0,445	6,242	8,106	3,450	10,400
	Kaya tuzu	20	9,273 ^b	2,336	0,522	8,180	10,367	3,790	13,000
	Talk	20	8,329 ^b	1,505	0,337	7,625	9,033	6,210	12,610

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.76. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik verilerinin istatistikî sonuçları.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	% ₁₀₀ R	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	Boraks	20	9,179 ^{bc}	1,318	0,295	8,562	9,796	6,440	11,800
	Kalsit	20	8,387 ^b	2,245	0,502	7,337	9,438	5,160	13,140
	Kaya tuzu	20	10,282 ^c	2,270	0,508	9,220	11,345	6,280	14,510
	Talk	20	9,281 ^{bc}	1,207	0,270	8,717	9,846	7,280	11,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.77. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların biyolojik bozulma yüzdelik ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	% ₁₀₀ R	20	6,699 ^a	0,952	0,213	6,254	7,145	5,290	8,190
	Boraks	20	11,230 ^c	1,621	0,362	10,471	11,989	7,340	14,600
	Kalsit	20	9,622 ^b	2,082	0,466	8,648	10,596	5,600	12,690
	Kaya tuzu	20	11,691 ^c	2,191	0,490	10,666	12,717	8,280	17,740
	Talk	20	10,885 ^c	1,245	0,278	10,303	11,468	8,230	13,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.2. Mekanik ve Teknolojik Test Sonuçlarına Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) mekanik ve teknolojik deney sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri çizelgelerle gösterilmiştir.

3.1.1.2.1. Eğilme Mukavemetine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri aşağıdaki Çizelge 3.78, Çizelge 3.79, Çizelge 3.80. Çizelge 3.81'de verilmiştir.

Çizelge 3.78. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkıli levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	31,112 ^a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	R ₉₇ N ₃	20	29,797 ^a	3,327	0,744	28,240	31,354	23,600	36,270
	R ₉₄ N ₆	20	24,064 ^b	1,761	0,394	23,240	24,889	19,760	27,670
	R ₉₁ N ₉	20	15,031 ^c	1,583	0,354	14,290	15,772	12,380	19,460

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% Güven Aralığı Ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.79. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	31,112 ^a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	R ₉₇ C ₃	20	18,588 ^b	2,908	0,650	17,227	19,949	15,700	26,590
	R ₉₄ C ₆	20	17,783 ^b	3,247	0,726	16,263	19,303	12,690	25,580
	R ₉₁ C ₉	20	21,689 ^c	3,268	0,731	20,160	23,218	16,530	26,520

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% Güven Aralığı Ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.80. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	31,112 ^a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	R ₉₇ T ₃	20	24,224 ^b	2,807	0,628	22,911	25,538	19,090	28,490
	R ₉₄ T ₆	20	23,494 ^b	4,055	0,907	21,596	25,392	17,310	30,790
	R ₉₁ T ₉	20	16,619 ^c	2,877	0,643	15,273	17,966	11,340	21,230

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% Güven Aralığı Ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.81. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	31,112a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	R ₉₇ B ₃	20	24,548 ^b	2,791	0,624	23,242	25,855	15,760	28,420
	R ₉₄ B ₆	20	21,472 ^c	4,360	0,975	19,432	23,513	14,060	28,170
	R ₉₁ B ₉	20	23,424 ^{bc}	3,333	0,745	21,865	24,985	14,860	27,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Talk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî veriler Çizelge 3.82, Çizelge 3.83, Çizelge 3.84'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.82. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat! %3 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	31,112 ^a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	Boraks	20	24,548 ^b	2,791	0,624	23,242	25,855	15,760	28,420
	Kalsit	20	18,588 ^c	2,908	0,650	17,227	19,949	15,700	26,590
	Kaya tuzu	20	29,797 ^a	3,327	0,744	28,240	31,354	23,600	36,270
	Talk	20	24,224 ^b	2,807	0,628	22,911	25,538	19,090	28,490

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.83. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	31,112 ^a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	Boraks	20	21,472 ^b	4,360	0,975	19,432	23,513	14,060	28,170
	Kalsit	20	17,783 ^c	3,247	0,726	16,263	19,303	12,690	25,580
	Kaya tuzu	20	24,064 ^d	1,761	0,394	23,240	24,889	19,760	27,670
	Talk	20	23,494 ^{bd}	4,055	0,907	21,596	25,392	17,310	30,790

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.84. Talk, Kaya tuzu, Kalsit Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların eğilme mukavemeti ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğil.muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	31,112 ^a	4,129	0,923	29,180	33,045	23,270	37,250
	Boraks	20	23,424 ^b	3,333	0,745	21,865	24,985	14,860	27,310
	Kalsit	20	21,689 ^b	3,268	0,731	20,160	23,218	16,530	26,520
	Kaya tuzu	20	15,031 ^c	1,583	0,354	14,290	15,772	12,380	19,460
	Talk	20	16,619 ^c	2,877	0,643	15,273	17,966	11,340	21,230

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.2.2. Çekme Mukavemetine Ait Bulgular

Laboratuarda üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) çekme mukavemeti deney sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.85, Çizelge 3.86, Çizelge 3.87, Çizelge 3.88'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.85. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkıli levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	R ₉₇ N ₃	20	0,336 ^b	0,114	0,025	0,283	0,390	0,200	0,510
	R ₉₄ N ₆	20	0,269 ^c	0,033	0,007	0,255	0,285	0,210	0,330
	R ₉₁ N ₉	20	0,203 ^d	0,034	0,008	0,187	0,220	0,150	0,260

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.86. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	R ₉₇ C ₃	20	0,507 ^b	0,069	0,015	0,476	0,540	0,400	0,650
	R ₉₄ C ₆	20	0,424 ^c	0,076	0,017	0,389	0,460	0,300	0,540
	R ₉₁ C ₉	20	0,521 ^b	0,040	0,009	0,503	0,540	0,450	0,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95%güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.87. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	R ₉₇ T ₃	20	0,512 ^b	0,059	0,013	0,485	0,540	0,370	0,600
	R ₉₄ T ₆	20	0,402 ^c	0,120	0,027	0,346	0,459	0,220	0,610
	R ₉₁ T ₉	20	0,293 ^d	0,072	0,016	0,260	0,327	0,160	0,400

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.88. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	R ₉₇ B ₃	20	0,504 ^b	0,057	0,013	0,478	0,532	0,370	0,600
	R ₉₄ B ₆	20	0,565 ^a	0,060	0,013	0,537	0,594	0,480	0,680
	R ₉₁ B ₉	20	0,417 ^c	0,118	0,026	0,363	0,473	0,230	0,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Talk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.89, Çizelge 3.90, Çizelge 3.91'de verilmiştir.

Çizelge 3.89. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	Boraks	20	0,504 ^b	0,057	0,013	0,478	0,532	0,370	0,600
	Kalsit	20	0,507 ^b	0,069	0,015	0,476	0,540	0,400	0,650
	Kaya tuzu	20	0,336 ^c	0,114	0,025	0,283	0,390	0,200	0,510
	Talk	20	0,512 ^b	0,059	0,013	0,485	0,540	0,370	0,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.90. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	Boraks	20	0,565 ^a	0,060	0,013	0,537	0,594	0,480	0,680
	Kalsit	20	0,424 ^c	0,076	0,017	0,389	0,460	0,300	0,540
	Kaya tuzu	20	0,269 ^b	0,033	0,007	0,255	0,285	0,210	0,330
	Talk	20	0,402 ^c	0,120	0,027	0,346	0,459	0,220	0,610

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven Aralığı Ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.91. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	0,575 ^a	0,019	0,004	0,566	0,584	0,540	0,610
	Boraks	20	0,417 ^b	0,118	0,026	0,363	0,473	0,230	0,580
	Kalsit	20	0,521 ^c	0,040	0,009	0,503	0,540	0,450	0,600
	Kaya tuzu	20	0,203 ^d	0,034	0,008	0,187	0,220	0,150	0,260
	Talk	20	0,293 ^e	0,072	0,016	0,260	0,327	0,160	0,400

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.2.3. Elastikiyet Mukavemetine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhaların elastikiyet mukavemeti verilerinin SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.92, Çizelge 3.93, Çizelge 3.94, Çizelge 3.95'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.92. Laboratuarda Kaya tuzu katkıli levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	3.491,472 ^a	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	R ₉₇ N ₃	20	3.896,785 ^b	375,826	84,037	3.720,893	4.072,678	3.040,280	4.342,070
	R ₉₄ N ₆	20	3.171,843 ^c	189,709	42,420	3.083,057	3.260,630	2.859,630	3.592,130
	R ₉₁ N ₉	20	2.629,146 ^d	390,336	87,282	2.446,464	2.811,829	1.854,460	3.251,030

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.93. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	3.491,472 ^a	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	R ₉₇ C ₃	20	3.187,811 ^b	480,981	107,551	2.962,706	3.412,918	2.695,880	4.438,490
	R ₉₄ C ₆	20	2.405,280 ^c	279,187	62,428	2.274,617	2.535,944	1.807,770	2.884,010
	R ₉₁ C ₉	20	3.370,266 ^{ab}	321,518	71,894	3.219,791	3.520,741	2.630,300	3.843,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.94. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	3.491,472 ^{ab}	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	R ₉₇ T ₃	20	3.301,890 ^b	347,452	77,693	3.139,278	3.464,502	2.707,980	3.886,920
	R ₉₄ T ₆	20	3.681,329 ^a	411,220	91,952	3.488,873	3.873,787	2.858,200	4.300,940
	R ₉₁ T ₉	20	2.902,427 ^c	308,936	69,080	2.757,841	3.047,014	2.419,860	3.657,610

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.95. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	3.491,472 ^a	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	R ₉₇ B ₃	20	3.174,648 ^b	204,224	45,666	3.079,068	3.270,228	2.674,440	3.477,630
	R ₉₄ B ₆	20	3.322,249 ^{ab}	478,005	106,885	3.098,537	3.545,963	2.229,100	3.957,710
	R ₉₁ B ₉	20	3.197,656 ^b	384,134	85,895	3.017,876	3.377,436	2.424,060	3.730,920

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Taalk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.96, Çizelge 3.97, Çizelge 3.98'de verilmiştir.

Çizelge 3.96. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	3.491,472 ^a	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	Boraks	20	3.174,648 ^b	204,224	45,666	3.079,068	3.270,228	2.674,440	3.477,630
	Kalsit	20	3.187,811 ^b	480,981	107,551	2.962,706	3.412,918	2.695,880	4.438,490
	Kaya tuzu	20	3.896,785 ^c	375,826	84,037	3.720,893	4.072,678	3.040,280	4.342,070
	Talk	20	3.301,890 ^{ab}	347,452	77,693	3.139,278	3.464,502	2.707,980	3.886,920

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.97. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	3.491,472 ^{cd}	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	Boraks	20	3.322,249 ^{bc}	478,005	106,885	3.098,537	3.545,963	2.229,100	3.957,710
	Kalsit	20	2.405,280 ^a	279,187	62,428	2.274,617	2.535,944	1.807,770	2.884,010
	Kaya tuzu	20	3.171,843 ^b	189,709	42,420	3.083,057	3.260,630	2.859,630	3.592,130
	Talk	20	3.681,329 ^d	411,220	91,952	3.488,873	3.873,787	2.858,200	4.300,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.98. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	3.491,472 ^d	401,632	89,808	3.303,503	3.679,442	2.874,220	4.237,210
	Boraks	20	3.197,656 ^c	384,134	85,895	3.017,876	3.377,436	2.424,060	3.730,920
	Kalsit	20	3.370,266 ^{cd}	321,518	71,894	3.219,791	3.520,741	2.630,300	3.843,740
	Kaya tuzu	20	2.629,146 ^a	390,336	87,282	2.446,464	2.811,829	1.854,460	3.251,030
	Talk	20	2.902,427 ^b	308,936	69,080	2.757,841	3.047,014	2.419,860	3.657,610

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.2.4. Yüzey Vida Tutma Mukavemetine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey vida tutma mukavemetine ait verilerin SPSS (ANOVA) Duncan test sonuçları Çizelge 3.99, Çizelge 3.100, Çizelge 3.101, Çizelge 3.102'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. 99. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
yüzey vida muk.(N)	R ₁₀₀ N ₀	20	11,435 ^a	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	R ₉₇ N ₃	20	12,023 ^a	1,719	0,384	11,219	12,827	8,990	14,600
	R ₉₄ N ₆	20	8,561 ^b	2,257	0,505	7,505	9,617	4,460	11,750
	R ₉₁ N ₉	20	8,172 ^b	0,746	0,167	7,823	8,522	6,890	9,840

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.100. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk.(N)	R ₁₀₀ C ₀	20	11,43 ^a	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	R ₉₇ C ₃	20	11,36 ^a	1,294	0,289	10,762	11,974	9,540	13,860
	R ₉₄ C ₆	20	13,43 ^a	15,432	3,451	6,212	20,656	6,450	78,350
	R ₉₁ C ₉	20	12,56 ^a	1,621	0,362	11,804	13,321	9,540	15,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.101. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk.(N)	R ₁₀₀ T ₀	20	11,43 ^a	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	R ₉₇ T ₃	20	13,87 ^b	1,630	0,364	13,112	14,638	11,750	17,860
	R ₉₄ T ₆	20	11,78 ^a	1,740	0,389	10,968	12,597	8,700	14,760
	R ₉₁ T ₉	20	9,54 ^c	1,316	0,294	8,933	10,164	7,300	11,910

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.102. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemetine ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	R ₁₀₀ B ₀	20	11,435 ^a	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	R ₉₇ B ₃	20	12,750 ^{ab}	2,451	0,548	11,606	13,900	7,930	15,750
	R ₉₄ B ₆	20	14,321 ^b	2,488	0,556	13,156	15,486	10,420	18,550
	R ₉₁ B ₉	20	11,970 ^a	2,866	0,641	10,629	13,312	8,480	18,180

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Talk, Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen MDF'lerin yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.103, Çizelge 3.104, Çizelge 3.105'de verilmiştir.

Çizelge 3.103. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	% ₁₀₀ R	20	11,435 ^a	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	Boraks	20	12,753 ^{bc}	2,451	0,548	11,606	13,900	7,930	15,750
	Kalsit	20	11,368 ^a	1,294	0,289	10,762	11,974	9,540	13,860
	Kaya tuzu	20	12,023 ^{ab}	1,719	0,384	11,219	12,827	8,990	14,600
	Talk	20	13,875 ^c	1,630	0,364	13,112	14,638	11,750	17,860

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.104. Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat,Talk'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	% ₁₀₀ R	20	11,43 ^{ab}	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	Boraks	20	14,32 ^b	2,488	0,556	13,156	15,486	10,420	18,550
	Kalsit	20	13,43 ^{ab}	15,432	3,451	6,212	20,656	6,450	78,350
	Kaya tuzu	20	8,56 ^a	2,257	0,505	7,505	9,617	4,460	11,750
	Talk	20	11,78 ^{ab}	1,740	0,389	10,968	12,597	8,700	14,760

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.105. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemetine ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	% ₁₀₀ R	20	11,43 ^a	2,353	0,526	10,335	12,537	8,450	17,030
	Boraks	20	11,97 ^a	2,866	0,641	10,629	13,312	8,480	18,180
	Kalsit	20	12,56 ^a	1,621	0,362	11,804	13,321	9,540	15,330
	Kaya tuzu	20	8,17 ^b	0,746	0,167	7,823	8,522	6,890	9,840
	Talk	20	9,54 ^c	1,316	0,294	8,933	10,164	7,300	11,910

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.2.5. Yüzey Janka Mukavemetine Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) yüzey janka mukavemeti verilerinin SPSS (ANOVA) Duncan testi sonuçlarının Çizelge 3.106, Çizelge 3.107, Çizelge 3.108, Çizelge 3.109'da belirtilmiştir.

Çizelge 3.106. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	78,00 ^a	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	R ₉₇ N ₃	20	77,35 ^a	5,174	1,157	74,929	79,771	65,000	83,000
	R ₉₄ N ₆	20	75,20 ^b	2,858	0,639	73,862	76,538	71,000	79,000
	R ₉₁ N ₉	20	73,60 ^b	6,004	1,342	70,790	76,410	62,000	84,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.107. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	78,00 ^a	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	R ₉₇ C ₃	20	69,25 ^b	5,757	1,287	66,556	71,944	59,000	81,000
	R ₉₄ C ₆	20	70,65 ^b	3,870	0,865	68,839	72,461	65,000	77,000
	R ₉₁ C ₉	20	76,05 ^a	3,734	0,835	74,302	77,798	69,000	81,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.108. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	78,00 ^a	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	R ₉₇ T ₃	20	69,90 ^{bc}	3,865	0,864	68,091	71,709	63,000	76,000
	R ₉₄ T ₆	20	71,95 ^b	3,859	0,863	70,144	73,756	63,000	79,000
	R ₉₁ T ₉	20	69,20 ^c	3,679	0,823	67,478	70,922	63,000	76,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.109. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	78,00 ^a	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	R ₉₇ B ₃	20	72,75 ^b	4,153	0,929	70,806	74,694	61,000	80,000
	R ₉₄ B ₆	20	72,40 ^b	4,223	0,944	70,424	74,376	63,000	78,000
	R ₉₁ B ₉	20	72,65 ^b	4,209	0,941	70,680	74,620	65,000	78,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Talk, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit'in, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.110, Çizelge 3.111, Çizelge 3.112'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.110. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	78,00 ^a	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	Boraks	20	72,75 ^b	4,153	0,929	70,806	74,694	61,000	80,000
	Kalsit	20	69,25 ^c	5,757	1,287	66,556	71,944	59,000	81,000
	Kaya tuzu	20	77,35 ^a	5,174	1,157	74,929	79,771	65,000	83,000
	Talk	20	69,90 ^c	3,865	0,864	68,091	71,709	63,000	76,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.111. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	78,00 ^a	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	Boraks	20	72,40 ^b	4,223	0,944	70,424	74,376	63,000	78,000
	Kalsit	20	70,65 ^b	3,870	0,865	68,839	72,461	65,000	77,000
	Kaya tuzu	20	75,20 ^c	2,858	0,639	73,862	76,538	71,000	79,000
	Talk	20	71,95 ^b	3,859	0,863	70,144	73,756	63,000	79,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.112. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	78,00 ^d	1,076	0,241	77,496	78,504	76,000	80,000
	Boraks	20	72,65 ^b	4,209	0,941	70,680	74,620	65,000	78,000
	Kalsit	20	76,05 ^{cd}	3,734	0,835	74,302	77,798	69,000	81,000
	Kaya tuzu	20	73,60 ^{bc}	6,004	1,342	70,790	76,410	62,000	84,000
	Talk	20	69,20 ^a	3,679	0,823	67,478	70,922	63,000	76,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.3. Yanma Deneyine Ait Bulgular

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) ASTM D 160–50 standardına göre yanma deney sonuçlarının SSPS (ANOVA) Duncan test verileri çizelgelerle gösterilmektedir.

3.1.1.3.1. AKY Sıcaklığına (°C) Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların AKY sıcaklığının (°C) sonuçları SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.113, Çizelge 3.114, Çizelge 3.115, Çizelge 3.116'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.113. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY sıcaklığının (°C) istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ N ₀	2	495,08 ^a	7,191	5,085	430,474	559,696	490,000	500,170
	R ₉₇ N ₃	2	476,83 ^a	47,496	33,585	50,097	903,573	443,250	510,420
	R ₉₄ N ₆	2	467,08 ^a	16,737	11,835	316,707	617,463	455,250	478,920
	R ₉₁ N ₉	2	458,95 ^a	11,490	8,125	355,717	562,193	450,830	467,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.114. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY sıcaklığının (°C) istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ C ₀	72	495,08 ^a	7,191	5,085	430,474	559,696	490,000	500,170
	R ₉₇ C ₃	72	491,00 ^a	29,939	21,170	222,010	759,990	469,830	512,170
	R ₉₄ C ₆	72	472,45 ^a	9,723	6,875	385,100	559,810	465,580	479,330
	R ₉₁ C ₉	72	464,16 ^a	27,811	19,665	214,298	714,033	444,500	483,830

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.115. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların AKY sıcaklığına (°C) ait istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ T ₀	72	495,08 ^a	7,191	5,085	430,474	559,696	490,000	500,170
	R ₉₇ T ₃	72	490,58 ^a	18,618	13,165	323,308	657,862	477,420	503,750
	R ₉₄ T ₆	72	473,04 ^a	6,307	4,460	416,370	529,710	468,580	477,500
	R ₉₁ T ₉	72	465,41 ^a	0,233	0,165	463,319	467,512	465,250	465,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.116. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY sıcaklığına (°C) ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ B ₀	72	495,08 ^a	7,191	5,085	430,474	559,696	490,000	500,170
	R ₉₇ B ₃	72	468,75 ^b	8,485	6,000	392,513	544,987	462,750	474,750
	R ₉₄ B ₆	72	440,20 ^c	11,490	8,125	336,967	543,443	432,080	448,330
	R ₉₁ B ₉	72	434,75 ^c	4,483	3,170	394,471	475,029	431,580	437,920

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen MDF'lerin AKY sıcaklığının yüzdelik verilerinin istatistikî sonuçları Çizelge 3.117, Çizelge 3.118, Çizelge 3.119.'da verilmiştir.

Çizelge 3.117. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	495,08 ^a	7,191	5,085	430,474	559,696	490,000	500,170
	Boraks	72	468,75 ^a	8,485	6,000	392,513	544,987	462,750	474,750
	Kalsit	72	491,00 ^a	29,939	21,170	222,010	759,990	469,830	512,170
	Kaya tuzu	72	476,83 ^a	47,496	33,585	50,097	903,573	443,250	510,420
	Talk	72	490,58 ^a	18,618	13,165	323,308	657,862	477,420	503,750

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.118. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	495,08 ^a	7,191	5,085	430,474	559,696	490,000	500,170
	Boraks	72	440,20 ^b	11,490	8,125	336,967	543,443	432,080	448,330
	Kalsit	72	472,45 ^a	9,723	6,875	385,100	559,810	465,580	479,330
	Kaya tuzu	72	467,08 ^{ab}	16,737	11,835	316,707	617,463	455,250	478,920
	Talk	72	473,04 ^a	6,307	4,460	416,370	529,710	468,580	477,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.119. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	490,00 ^a	0,000	0,000	490,000	490,000	490,000	490,000
	Boraks	72	434,75 ^b	4,483	3,170	394,471	475,029	431,580	437,920
	Kalsit	72	464,16 ^{ab}	27,811	19,665	214,298	714,033	444,500	483,830
	Kaya tuzu	72	458,95 ^{ab}	11,490	8,125	355,717	562,193	450,830	467,080
	Talk	72	465,41 ^{ab}	0,233	0,165	463,319	467,512	465,250	465,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.3.2. KKY Sıcaklığına Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının KKY sıcaklığına ait ölçümlerin SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları Çizelge 3.120, Çizelge 3.121, Çizelge 3.122, Çizelge 3.123'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.120. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Kaya tuzu		N	Ort. ^x	Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minumum ^y	Maksimum ^z
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ N ₀	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	R ₉₇ N ₃	72	625,93 ^a	6,505	4,600	567,482	684,379	621,330	630,530
	R ₉₄ N ₆	72	608,25 ^a	6,534	4,620	549,547	666,953	603,630	612,870
	R ₉₁ N ₉	72	590,61 ^a	29,041	20,535	329,693	851,537	570,080	611,150

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.121. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ C ₀	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	R ₉₇ C ₃	72	629,07 ^a	12,919	9,135	513,004	745,146	619,940	638,210
	R ₉₄ C ₆	72	621,64 ^a	8,613	6,090	544,259	699,021	615,550	627,730
	R ₉₁ C ₉	72	617,60 ^a	48,083	34,000	185,589	1.049,611	583,600	651,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.122. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ T ₀	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	R ₉₇ T ₃	72	615,39 ^b	0,318	0,225	612,536	618,254	615,170	615,620
	R ₉₄ T ₆	72	594,57 ^c	0,714	0,505	588,158	600,992	594,070	595,080
	R ₉₁ T ₉	72	574,34 ^d	5,579	3,945	524,219	624,471	570,400	578,290

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.123. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ B ₀	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	R ₉₇ B ₃	72	561,91 ^a	54,228	38,345	74,696	1.049,134	523,570	600,260
	R ₉₄ B ₆	72	536,09 ^a	11,102	7,850	436,346	635,834	528,240	543,940
	R ₉₁ B ₉	72	372,95 ^b	45,318	32,045	34,215	780,125	340,910	405,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.124, Çizelge 3.125, Çizelge 3.126'da verilmiştir.

Çizelge 3.124. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY sıcaklık (°c)	% ₁₀₀ R	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	Boraks	72	561,91 ^b	54,228	38,345	74,696	1.049,134	523,570	600,260
	Kalsit	72	629,07 ^{ab}	12,919	9,135	513,004	745,146	619,940	638,210
	Kaya tuzu	72	625,93 ^{ab}	6,505	4,600	567,482	684,379	621,330	630,530
	Talk	72	615,39 ^{ab}	0,318	0,225	612,536	618,254	615,170	615,620

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.125. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkıli levhaların KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	Boraks	72	536,09 ^b	11,102	7,850	436,346	635,834	528,240	543,940
	Kalsit	72	621,64 ^a	8,613	6,090	544,259	699,021	615,550	627,730
	Kaya tuzu	72	603,63 ^c	0,000	0,000	603,630	603,630	603,630	603,630
	Talk	72	594,57 ^c	0,714	0,505	588,158	600,992	594,070	595,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.126. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhalarının KKY sıcaklığına ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	631,53 ^a	1,959	1,385	613,937	649,133	630,150	632,920
	Boraks	72	379,59 ^b	35,935	25,410	56,725	702,455	354,180	405,000
	Kalsit	72	617,60 ^a	48,083	34,000	185,589	1.049,611	583,600	651,600
	Kaya tuzu	72	590,61 ^a	29,041	20,535	329,693	851,537	570,080	611,150
	Talk	72	574,34 ^a	5,579	3,945	524,219	624,471	570,400	578,290

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.3.3. KKY Zamana Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) KKY zamanına ait ölçümlerin SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları Çizelge 3.127, Çizelge 3.128, Çizelge 3.129, Çizelge 3.130'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.127. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Kaya tuzu		N	Ort. ^x	Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minumum ^y	Maksimum ^z
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ N ₀	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	R ₉₇ N ₃	72	65,50 ^a	1,414	1,000	52,794	78,206	64,500	66,500
	R ₉₄ N ₆	72	62,75 ^{ab}	1,768	1,250	46,867	78,633	61,500	64,000
	R ₉₁ N ₉	72	58,25 ^b	0,354	0,250	55,073	61,427	58,000	58,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.128. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ C ₀	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	R ₉₇ C ₃	72	65,50 ^a	0,707	0,500	59,147	71,853	65,000	66,000
	R ₉₄ C ₆	72	64,00 ^a	0,707	0,500	57,647	70,353	63,500	64,500
	R ₉₁ C ₉	72	63,50 ^a	4,950	3,500	19,028	107,972	60,000	67,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.129. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ T ₀	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	R ₉₇ T ₃	72	63,75 ^a	3,889	2,750	28,808	98,692	61,000	66,500
	R ₉₄ T ₆	72	65,75 ^a	1,061	0,750	56,220	75,280	65,000	66,500
	R ₉₁ T ₉	72	66,50 ^a	5,657	4,000	15,675	117,325	62,500	70,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.130. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY zamana ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ B ₀	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	R ₉₇ B ₃	72	67,25 ^a	3,889	2,750	32,308	102,192	64,500	70,000
	R ₉₄ B ₆	72	65,75 ^a	1,061	0,750	56,220	75,280	65,000	66,500
	R ₉₁ B ₉	72	64,00 ^a	1,414	1,000	51,294	76,706	63,000	65,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.131, Çizelge 3.132, Çizelge 3.133'de verilmiştir.

Çizelge 3.131. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY zamanı (dk)	% ₁₀₀ R	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	Boraks	72	67,25 ^a	3,889	2,750	32,308	102,192	64,500	70,000
	Kalsit	72	65,50 ^a	0,707	0,500	59,147	71,853	65,000	66,000
	Kaya tuzu	72	65,50 ^a	1,414	1,000	52,794	78,206	64,500	66,500
	Talk	72	63,75 ^a	3,889	2,750	28,808	98,692	61,000	66,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.132. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY zamanı (dk)	% ₁₀₀ R	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	Boraks	72	65,75 ^{ab}	1,061	0,750	56,220	75,280	65,000	66,500
	Kalsit	72	64,00 ^{ab}	0,707	0,500	57,647	70,353	63,500	64,500
	Kaya tuzu	72	62,75 ^b	1,768	1,250	46,867	78,633	61,500	64,000
	Talk	72	65,75 ^{ab}	1,061	0,750	56,220	75,280	65,000	66,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.133. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının KKY zamana ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY zamanı (dk)	% ₁₀₀ R	72	67,50 ^a	2,828	2,000	42,088	92,912	65,500	69,500
	Boraks	72	64,00 ^a	1,414	1,000	51,294	76,706	63,000	65,000
	Kalsit	72	63,50 ^a	4,950	3,500	19,028	107,972	60,000	67,000
	Kaya tuzu	72	58,25 ^a	0,354	0,250	55,073	61,427	58,000	58,500
	Talk	72	66,50 ^a	5,657	4,000	15,675	117,325	62,500	70,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.3.4. AKY Lüks Ait Bulgular

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının AKY lüks ait ölçümlerinin SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları Çizelge 3.134, Çizelge 3.135, Çizelge 3.136, Çizelge 3.137'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.134. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	R ₁₀₀ N ₀	72	232,46 ^a	17,268	12,210	77,317	387,603	220,250	244,670
	R ₉₇ N ₃	72	223,62 ^a	24,812	17,545	0,695	446,555	206,080	241,170
	R ₉₄ N ₆	72	233,70 ^a	13,965	9,875	108,231	359,179	223,830	243,580
	R ₉₁ N ₉	72	241,37 ^a	2,892	2,045	215,391	267,359	239,330	243,420

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.135. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	R ₁₀₀ C ₀	72	232,46 ^a	17,268	12,210	77,317	387,603	220,250	244,670
	R ₉₇ C ₃	72	239,58 ^a	6,364	4,500	182,402	296,758	235,080	244,080
	R ₉₄ C ₆	72	233,71 ^a	3,592	2,540	201,436	265,984	231,170	236,250
	R ₉₁ C ₉	72	230,54 ^a	23,511	16,625	19,304	441,786	213,920	247,170

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.136. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	R ₁₀₀ T ₀	72	232,46 ^a	17,268	12,210	77,317	387,603	220,250	244,670
	R ₉₇ T ₃	72	246,20 ^a	4,066	2,875	209,675	282,735	243,330	249,080
	R ₉₄ T ₆	72	243,37 ^a	9,836	6,955	155,003	331,747	236,420	250,330
	R ₉₁ T ₉	72	226,04 ^a	13,258	9,375	106,924	345,166	216,670	235,420

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.137. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	R ₁₀₀ B ₀	72	232,46 ^a	17,268	12,210	77,317	387,603	220,250	244,670
	R ₉₇ B ₃	72	221,37 ^a	17,968	12,705	59,943	382,807	208,670	234,080
	R ₉₄ B ₆	72	217,21 ^a	19,389	13,710	43,008	391,412	203,500	230,920
	R ₉₁ B ₉	72	219,12 ^a	19,509	13,795	43,843	394,407	205,330	232,920

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.138, Çizelge 3.139, Çizelge 3.140'da verilmiştir.

Çizelge 3.138. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	232,46 ^a	17,268	12,210	77,317	387,603	220,250	244,670
	Boraks	72	221,37 ^a	17,968	12,705	59,943	382,807	208,670	234,080
	Kalsit	72	239,58 ^a	6,364	4,500	182,402	296,758	235,080	244,080
	Kaya tuzu	72	223,62 ^a	24,812	17,545	0,695	446,555	206,080	241,170
	Talk	72	246,20 ^a	4,066	2,875	209,675	282,735	243,330	249,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.139. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	232,46 ^a	17,268	12,210	77,317	387,603	220,250	244,670
	Boraks	72	217,21 ^a	19,389	13,710	43,008	391,412	203,500	230,920
	Kalsit	72	233,71 ^a	3,592	2,540	201,436	265,984	231,170	236,250
	Kaya tuzu	72	233,70 ^a	13,965	9,875	108,231	359,179	223,830	243,580
	Talk	72	243,37 ^a	9,836	6,955	155,003	331,747	236,420	250,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.140. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	220,25 ^a	0,000	0,000	220,250	220,250	220,250	220,250
	Boraks	72	219,12 ^a	19,509	13,795	43,843	394,407	205,330	232,920
	Kalsit	72	230,54 ^a	23,511	16,625	19,304	441,786	213,920	247,170
	Kaya tuzu	72	241,37 ^a	2,892	2,045	215,391	267,359	239,330	243,420
	Talk	72	237,37 ^a	2,765	1,955	212,534	262,216	235,420	239,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.3.5. KKY Lüx Ait Bulgular

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KKY lüx sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.141, Çizelge 3.142, Çizelge 3.143, Çizelge 3.144'de verilmiştir.

Çizelge 3.141. Laboratuvar ortamında Kaya tuzu katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ N ₀	72	280,73 ^a	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	R ₉₇ N ₃	72	267,33 ^b	3,769	2,665	233,473	301,197	264,670	270,000
	R ₉₄ N ₆	72	264,97 ^b	1,379	0,975	252,587	277,364	264,000	265,950
	R ₉₁ N ₉	72	268,81 ^b	1,146	0,810	258,518	279,102	268,000	269,620

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.142. Laboratuvar ortamında Kalsit katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ C ₀	72	280,73 ^a	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	R ₉₇ C ₃	72	271,44 ^b	2,913	2,060	245,265	297,615	269,380	273,500
	R ₉₄ C ₆	72	271,32 ^b	3,154	2,230	242,985	299,655	269,090	273,550
	R ₉₁ C ₉	72	275,25 ^{ab}	1,485	1,050	261,909	288,592	274,200	276,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.143. Laboratuvar ortamında Talk katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ T ₀	72	280,73 ^a	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	R ₉₇ T ₃	72	280,11 ^a	1,464	1,035	266,964	293,266	279,080	281,150
	R ₉₄ T ₆	72	277,21 ^a	5,254	3,715	230,011	324,419	273,500	280,930
	R ₉₁ T ₉	72	261,61 ^b	7,432	5,255	194,844	328,386	256,360	266,870

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.144. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY lüx ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ B ₀	72	280,73 ^a	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	R ₉₇ B ₃	72	260,53 ^a	9,086	6,425	178,898	342,172	254,110	266,960
	R ₉₄ B ₆	72	271,94 ^a	14,977	10,590	137,381	406,499	261,350	282,530
	R ₉₁ B ₉	72	253,47 ^a	7,616	5,385	185,052	321,898	248,090	258,860

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.145, Çizelge 3.146, Çizelge 3.147'de verilmiştir.

Çizelge 3.145. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	280,73 ^c	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	Boraks	72	260,53 ^a	9,086	6,425	178,898	342,172	254,110	266,960
	Kalsit	72	271,44 ^{abc}	2,913	2,060	245,265	297,615	269,380	273,500
	Kaya tuzu	72	267,33 ^{ab}	3,769	2,665	233,473	301,197	264,670	270,000
	Talk	72	280,11 ^{bc}	1,464	1,035	266,964	293,266	279,080	281,150

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.146. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	280,73 ^a	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	Boraks	72	271,94 ^a	14,977	10,590	137,381	406,499	261,350	282,530
	Kalsit	72	271,32 ^a	3,154	2,230	242,985	299,655	269,090	273,550
	Kaya tuzu	72	264,97 ^a	1,379	0,975	252,587	277,364	264,000	265,950
	Talk	72	277,21 ^a	5,254	3,715	230,011	324,419	273,500	280,930

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.147. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KKY lüx yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	280,73 ^a	3,861	2,730	246,042	315,418	278,000	283,460
	Boraks	72	253,47 ^c	7,616	5,385	185,052	321,898	248,090	258,860
	Kalsit	72	275,25 ^a	1,485	1,050	261,909	288,592	274,200	276,300
	Kaya tuzu	72	268,81 ^{ab}	1,146	0,810	258,518	279,102	268,000	269,620
	Talk	72	261,61 ^{bc}	7,432	5,255	194,844	328,386	256,360	266,870

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.1.3.6. Ağırlık Kaybı (%)

Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) ağırlık kaybı ölçümlerinin SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları Çizelge 3.148, Çizelge 3.149, Çizelge 3.150, Çizelge 3.151'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.148. Laboratuarda üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ N ₀	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	R ₉₇ N ₃	72	95,55 ^a	0,636	0,450	89,832	101,268	95,100	96,000
	R ₉₄ N ₆	72	93,25 ^a	0,212	0,150	91,344	95,156	93,100	93,400
	R ₉₁ N ₉	72	91,23 ^a	0,042	0,030	90,849	91,611	91,200	91,260

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.149. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı %	R ₁₀₀ C ₀	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	R ₉₇ C ₃	72	95,65 ^b	0,071	0,050	95,015	96,285	95,600	95,700
	R ₉₄ C ₆	72	93,95 ^c	0,071	0,050	93,315	94,585	93,900	94,000
	R ₉₁ C ₉	72	91,60 ^d	0,283	0,200	89,059	94,141	91,400	91,800

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.150. Laboratuarda üretilen Talk katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ T ₀	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	R ₉₇ T ₃	72	95,90 ^b	0,141	0,100	94,629	97,171	95,800	96,000
	R ₉₄ T ₆	72	93,20 ^c	0,141	0,100	91,929	94,471	93,100	93,300
	R ₉₁ T ₉	72	91,55 ^d	0,354	0,250	88,373	94,727	91,300	91,800

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.151. Laboratuarda üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ B ₀	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	R ₉₇ B ₃	72	95,00 ^b	0,141	0,100	93,729	96,271	94,900	95,100
	R ₉₄ B ₆	72	93,15 ^c	0,071	0,050	92,515	93,785	93,100	93,200
	R ₉₁ B ₉	72	90,95 ^d	0,071	0,050	90,315	91,585	90,900	91,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen MDF levhalarının ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.152, Çizelge 3.153, Çizelge 3.154'de verilmiştir.

Çizelge 3.152. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	% ₁₀₀ R	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	Boraks	72	95,00 ^b	0,141	0,100	93,729	96,271	94,900	95,100
	Kalsit	72	95,65 ^{bc}	0,071	0,050	95,015	96,285	95,600	95,700
	Kaya tuzu	72	95,55 ^{bc}	0,636	0,450	89,832	101,268	95,100	96,000
	Talk	72	95,90 ^c	0,141	0,100	94,629	97,171	95,800	96,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.153. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	% ₁₀₀ R	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	Boraks	72	93,15 ^c	0,071	0,050	92,515	93,785	93,100	93,200
	Kalsit	72	93,95 ^b	0,071	0,050	93,315	94,585	93,900	94,000
	Kaya tuzu	72	93,25 ^c	0,212	0,150	91,344	95,156	93,100	93,400
	Talk	72	93,20 ^c	0,141	0,100	91,929	94,471	93,100	93,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.154. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	% ₁₀₀ R	72	97,25 ^a	0,212	0,150	95,344	99,156	97,100	97,400
	Boraks	72	90,95 ^b	0,071	0,050	90,315	91,585	90,900	91,000
	Kalsit	72	91,60 ^c	0,283	0,200	89,059	94,141	91,400	91,800
	Kaya tuzu	72	91,23 ^{bc}	0,042	0,030	90,849	91,611	91,200	91,260
	Talk	72	91,55 ^{bc}	0,354	0,250	88,373	94,727	91,300	91,800

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.155. Laboratuarda üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yanma test sonuçlarının ortalaması.

Laboratuar Ortamında Üretilen Levhaların Yanma Testi														
Levha	AKY ORT.		KKY ORT.		KHY ORT		İYB ORT			TY			KHYS	Ağırlık Kaybı
	Sıcaklık (°C)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	Zaman (sn)		Sıcaklık (°C)	Zaman (sn)	(Lüx)	Dakika (dk)	
%100R	495,08	232,46	631,54	280,73	-	-	635,00	135,00	280,50	532,50	390,00	282,00	67,50	97,3%
R97N3	476,83	223,63	625,93	267,33	400,33	263,67	718,50	300,00	264,00	381,50	450,00	268,50	65,50	95,5%
R94N6	467,08	233,71	608,25	237,18	322,10	267,60	690,00	240,00	268,00	270,50	600,00	267,50	62,75	93,3%
R91N9	458,96	241,38	590,62	268,81	313,50	274,14	350,00	420,00	274,00	237,50	555,00	276,50	58,25	91,2%
R97C3	491,00	239,58	629,08	271,44	341,50	275,83	741,00	240,00	270,00	307,50	540,00	273,50	65,50	95,6%
R94 C6	472,46	233,71	621,64	271,32	-	-	632,50	180,00	276,00	505,00	330,00	271,00	64,00	93,9%
R91C9	464,17	230,54	617,60	275,25	325,25	279,25	592,50	270,00	274,00	332,50	360,00	277,00	63,50	91,6%
R97T3	490,58	246,21	615,39	280,12	518,00	281,00	632,50	285,00	279,00	518,00	420,00	281,00	63,75	95,9%
R94 T6	473,04	243,38	594,58	277,22	469,67	276,00	645,00	225,00	277,00	469,67	450,00	276,00	65,75	93,2%
R91T9	465,42	226,04	574,34	261,61	388,00	256,00	621,00	210,00	260,00	388,00	510,00	269,00	66,50	91,6%
R97B3	468,75	221,38	561,91	260,53	420,00	263,00	490,00	540,00	258,00	301,50	645,00	267,00	67,25	95,0%
R94B6	440,21	217,21	536,09	271,94	346,96	264,38	569,50	315,00	266,00	302,00	630,00	267,00	65,75	93,2%
R91B9	434,75	219,13	379,59	253,47	145,92	201,10	146,00	480,00	215,00	98,50	720,00	176,00	64,00	90,9%

3.1.2. Fabrikada Üretilen MDF Levhalarının Fiziksel Deneylerine Ait Bulgular

3.1.2.1. Fiziksel Deneylere Ait Bulgular

3.1.2.1.1. Yoğunluğa Ait Bulgular

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) deney verilerinin SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları çizelgelerle gösterilmiştir.

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yoğunluk ölçümlerinin SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları Çizelge 3.156. Çizelge 3.157, Çizelge 3.158, Çizelge 3.159'da verilmiştir.

Çizelge 3.156. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı üretilen levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha			Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				N	Sapma	Hata	Alt Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ N ₀	20	0,715 ^b	0,004	0,001	0,714	0,717	0,709	0,723
	R ₉₇ N ₃	20	0,720 ^c	0,007	0,002	0,717	0,724	0,702	0,730
	R ₉₄ N ₆	20	0,714 ^{ab}	0,006	0,001	0,712	0,717	0,705	0,724
	R ₉₁ N ₉	20	0,712 ^a	0,008	0,002	0,708	0,715	0,694	0,727

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.157. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ C ₀	20	0,715 ^a	0,004	0,001	0,714	0,717	0,710	0,720
	R ₉₇ C ₃	20	0,720 ^a	0,023	0,005	0,710	0,731	0,690	0,760
	R ₉₄ C ₆	20	0,716 ^a	0,022	0,005	0,707	0,727	0,680	0,760
	R ₉₁ C ₉	20	0,712 ^a	0,015	0,003	0,706	0,720	0,690	0,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.158. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ T ₀	20	0,7158 ^a	0,004	0,001	0,714	0,717	0,710	0,720
	R ₉₇ T ₃	20	0,7203 ^a	0,010	0,002	0,716	0,725	0,710	0,740
	R ₉₄ T ₆	20	0,7166 ^a	0,010	0,002	0,712	0,721	0,700	0,730
	R ₉₁ T ₉	20	0,7205 ^a	0,011	0,002	0,716	0,726	0,700	0,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.159. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yoğunluğuna ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk (gr/cm ³)	R ₁₀₀ B ₀	20	0,7158 ^a	0,004	0,001	0,714	0,717	0,710	0,720
	R ₉₇ B ₃	20	0,7152 ^a	0,006	0,001	0,712	0,718	0,700	0,730
	R ₉₄ B ₆	20	0,7145 ^a	0,007	0,002	0,711	0,718	0,700	0,730
	R ₉₁ B ₉	20	0,7121 ^a	0,006	0,001	0,709	0,715	0,700	0,720

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.160, Çizelge 3.161, Çizelge 3.162'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.160. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk. (gr/cm ³)	% ₁₀₀ R	20	0,715 ^a	0,004	0,001	0,714	0,717	0,710	0,720
	Boraks	20	0,715 ^a	0,006	0,001	0,712	0,718	0,700	0,730
	Kalsit	20	0,720 ^a	0,023	0,005	0,710	0,731	0,690	0,760
	Kaya tuzu	20	0,720 ^a	0,007	0,002	0,717	0,724	0,700	0,730
	Talk	20	0,720 ^a	0,010	0,002	0,716	0,725	0,710	0,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.161. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkıli levhaların yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk. (gr/cm ³)	% ₁₀₀ R	20	0,715 ^a	0,004	0,001	0,714	0,717	0,710	0,720
	Boraks	20	0,714 ^a	0,007	0,002	0,711	0,718	0,700	0,730
	Kalsit	20	0,716 ^a	0,022	0,005	0,707	0,727	0,680	0,760
	Kaya tuzu	20	0,714 ^a	0,006	0,001	0,712	0,717	0,710	0,720
	Talk	20	0,716 ^a	0,010	0,002	0,712	0,721	0,700	0,730

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.162. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların yoğunluğuna ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yoğunluk. (gr/cm ³)	% ₁₀₀ R	20	0,715 ^{ab}	0,004	0,001	0,714	0,717	0,710	0,720
	Boraks	20	0,712 ^a	0,006	0,001	0,709	0,715	0,700	0,720
	Kalsit	20	0,712 ^a	0,015	0,003	0,706	0,720	0,690	0,740
	Kaya tuzu	20	0,711 ^a	0,008	0,002	0,708	0,715	0,690	0,730
	Talk	20	0,720 ^b	0,011	0,002	0,716	0,726	0,700	0,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.2. İki Saat Suda Şişmeye Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.163, Çizelge 3.164, Çizelge 3.165, Çizelge 3.166 'da verilmiştir.

Çizelge 3.163. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	R ₉₇ N ₃	20	7,319 ^b	1,336	0,299	6,694	7,944	5,340	9,480
	R ₉₄ N ₆	20	8,2035 ^c	1,319	0,295	7,586	8,821	6,250	11,100
	R ₉₁ N ₉	20	9,152 ^d	0,760	0,170	8,797	9,508	7,680	10,570

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.164. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	R ₉₇ C ₃	20	8,445 ^b	1,828	0,409	7,590	9,301	4,460	10,210
	R ₉₄ C ₆	20	11,091 ^c	0,982	0,220	10,632	11,551	9,080	12,240
	R ₉₁ C ₉	20	13,156 ^d	1,005	0,225	12,686	13,627	11,370	14,660

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.165. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	R ₉₇ T ₃	20	7,095 ^b	1,420	0,318	6,431	7,760	4,130	9,600
	R ₉₄ T ₆	20	8,266 ^c	0,985	0,220	7,805	8,727	6,840	9,890
	R ₉₁ T ₉	20	11,306 ^d	2,012	0,450	10,365	12,248	7,970	15,070

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.166. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	R ₉₇ B ₃	20	6,029 ^b	0,413	0,092	5,836	6,223	5,470	6,920
	R ₉₄ B ₆	20	7,023 ^c	0,625	0,140	6,731	7,316	6,060	8,170
	R ₉₁ B ₉	20	8,480 ^d	1,159	0,259	7,938	9,023	6,190	10,510

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.167, Çizelge 3.168, Çizelge 3.169'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.167. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişmesinin yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	Boraks	20	6,029 ^b	0,413	0,092	5,836	6,223	5,470	6,920
	Kalsit	20	8,445 ^c	1,828	0,409	7,590	9,301	4,460	10,210
	Kaya tuzu	20	7,319 ^d	1,336	0,299	6,694	7,944	5,340	9,480
	Talk	20	7,095 ^d	1,420	0,318	6,431	7,760	4,130	9,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.168. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişmesinin yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	Boraks	20	7,0235 ^b	0,625	0,140	6,731	7,316	6,060	8,170
	Kalsit	20	11,091 ^c	0,982	0,220	10,632	11,551	9,080	12,240
	Kaya tuzu	20	8,203 ^d	1,319	0,295	7,586	8,821	6,250	11,100
	Talk	20	8,266 ^d	0,985	0,220	7,805	8,727	6,840	9,890

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.169. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişmesinin yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 2 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	3,817 ^a	0,400	0,089	3,630	4,004	3,310	4,620
	Boraks	20	8,480 ^b	1,159	0,259	7,938	9,023	6,190	10,510
	Kalsit	20	13,156 ^c	1,005	0,225	12,686	13,627	11,370	14,660
	Kaya tuzu	20	9,152 ^b	0,760	0,170	8,797	9,508	7,680	10,570
	Talk	20	11,306 ^d	2,012	0,450	10,365	12,248	7,970	15,070

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.3. Yirmi Dört Saat Suda Şişmeye Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.170, Çizelge 3.171, Çizelge 3.172, Çizelge 3.173'de verilmiştir.

Çizelge 3.170. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	R ₉₇ N ₃	20	14,489 ^b	1,048	0,234	13,999	14,980	12,290	15,930
	R ₉₄ N ₆	20	15,146 ^b	0,827	0,185	14,760	15,533	13,980	17,750
	R ₉₁ N ₉	20	16,159 ^c	1,794	0,401	15,320	16,998	14,690	20,150

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.171. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	R ₉₇ C ₃	20	16,887 ^b	1,019	0,228	16,410	17,364	14,630	17,960
	R ₉₄ C ₆	20	18,286 ^c	0,226	0,050	18,181	18,392	17,980	18,850
	R ₉₁ C ₉	20	20,517 ^d	0,858	0,192	20,115	20,919	17,260	21,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.172. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	R ₉₇ T ₃	20	12,799 ^b	0,852	0,191	12,400	13,198	11,310	13,880
	R ₉₄ T ₆	20	14,984 ^c	0,803	0,180	14,609	15,361	13,020	15,790
	R ₉₁ T ₉	20	19,778 ^d	1,355	0,303	19,144	20,413	17,260	22,220

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.173. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Boraks				N	Ort. ^x	Sapma	Hata		
Suda şişme 24 saat (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	R ₉₇ B ₃	20	12,375 ^b	0,749	0,168	12,025	12,726	11,220	13,810
	R ₉₄ B ₆	20	14,141 ^c	0,492	0,110	13,911	14,371	13,210	15,060
	R ₉₁ B ₉	20	17,332 ^d	1,381	0,309	16,686	17,979	15,180	19,730

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.174, Çizelge 3.175, Çizelge 3.176'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.174. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	Boraks	20	12,375 ^b	0,749	0,168	12,025	12,726	11,220	13,810
	Kalsit	20	16,887 ^c	1,019	0,228	16,410	17,364	14,630	17,960
	Kaya tuzu	20	14,489 ^d	1,048	0,234	13,999	14,980	12,290	15,930
	Talk	20	12,799 ^b	0,852	0,191	12,400	13,198	11,310	13,880

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.175 Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkıli levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	Boraks	20	14,141 ^b	0,492	0,110	13,911	14,371	13,210	15,060
	Kalsit	20	18,286 ^c	0,226	0,050	18,181	18,392	17,980	18,850
	Kaya tuzu	20	15,146 ^d	0,827	0,185	14,760	15,533	13,980	17,750
	Talk	20	14,984 ^d	0,803	0,180	14,609	15,361	13,020	15,790

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.176. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Suda şişme 24 saat (%)	% ₁₀₀ R	20	10,556 ^a	0,287	0,064	10,422	10,691	10,110	11,040
	Boraks	20	17,332 ^b	1,381	0,309	16,686	17,979	15,180	19,730
	Kalsit	20	20,517 ^c	0,858	0,192	20,115	20,919	17,260	21,310
	Kaya tuzu	20	16,159 ^d	1,794	0,401	15,320	16,998	14,690	20,150
	Talk	20	19,778 ^c	1,355	0,303	19,144	20,413	17,260	22,220

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.3. İki Saat Su Almaya Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.177, Çizelge 3.178, Çizelge 3.179, Çizelge 3.180'da verilmiştir.

Çizelge 3.177. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	R ₉₇ N ₃	20	35,192 ^c	7,331	1,639	31,761	38,624	26,050	47,350
	R ₉₄ N ₆	20	25,513 ^b	3,297	0,737	23,970	27,056	18,530	29,330
	R ₉₁ N ₉	20	28,152 ^b	5,124	1,146	25,754	30,550	16,760	40,840

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.178. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	R ₉₇ C ₃	20	33,930 ^b	3,995	0,893	32,060	35,800	28,360	40,120
	R ₉₄ C ₆	20	36,617 ^b	4,567	1,021	34,480	38,755	28,520	43,310
	R ₉₁ C ₉	20	39,912 ^c	7,512	1,680	36,396	43,428	29,210	55,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.179. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	R ₉₇ T ₃	20	23,620 ^a	3,748	0,838	21,866	25,375	17,700	28,600
	R ₉₄ T ₆	20	29,792 ^b	7,323	1,637	26,365	33,220	17,390	39,740
	R ₉₁ T ₉	20	40,276 ^c	8,482	1,897	36,307	44,246	30,010	59,830

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.180. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların iki saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	R ₉₇ B ₃	20	24,868 ^b	3,439	0,769	23,259	26,478	18,610	29,940
	R ₉₄ B ₆	20	35,757 ^c	3,527	0,789	34,107	37,408	26,830	40,680
	R ₉₁ B ₉	20	36,836 ^c	5,214	1,166	34,396	39,276	30,110	45,180

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.181, Çizelge 3.182, Çizelge 3.183'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.181. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	Boraks	20	24,868 ^b	3,439	0,769	23,259	26,478	18,610	29,940
	Kalsit	20	33,930 ^c	3,995	0,893	32,060	35,800	28,360	40,120
	Kaya tuzu	20	35,192 ^c	7,331	1,639	31,761	38,624	26,050	47,350
	Talk	20	23,620 ^{ab}	3,748	0,838	21,866	25,375	17,700	28,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.182. Kaya tuzu, Talk, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	Boraks	20	35,757 ^b	3,527	0,789	34,107	37,408	26,830	40,680
	Kalsit	20	36,617 ^b	4,567	1,021	34,480	38,755	28,520	43,310
	Kaya tuzu	20	25,513 ^c	3,297	0,737	23,970	27,056	18,530	29,330
	Talk	20	29,792 ^d	7,323	1,637	26,365	33,220	17,390	39,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.183. Kalsit,Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat’ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının iki saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
2 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	21,297 ^a	2,009	0,449	20,357	22,238	18,010	24,950
	Boraks	20	36,836 ^b	5,214	1,166	34,396	39,276	30,110	45,180
	Kalsit	20	39,912 ^b	7,512	1,680	36,396	43,428	29,210	55,580
	Kaya tuzu	20	28,152 ^c	5,124	1,146	25,754	30,550	16,760	40,840
	Talk	20	40,276 ^b	8,482	1,897	36,307	44,246	30,010	59,830

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan’s test).

3.1.2.1.4. Yirmi Dört Saat Su Almaya Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.184, Çizelge 3.185, Çizelge 3.186, Çizelge 3.187’de verilmiştir.

Çizelge 3.184. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	R ₉₇ N ₃	20	60,477 ^b	8,921	1,995	56,303	64,653	46,650	78,020
	R ₉₄ N ₆	20	64,374 ^b	7,926	1,772	60,665	68,084	54,120	82,830
	R ₉₁ N ₉	20	72,177 ^c	4,750	1,062	69,954	74,400	58,340	79,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan’s test).

Çizelge 3.185. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	R ₉₇ C ₃	20	70,298 ^b	10,135	2,266	65,555	75,042	50,230	84,820
	R ₉₄ C ₆	20	70,679 ^b	6,529	1,460	67,623	73,735	58,540	79,950
	R ₉₁ C ₉	20	80,296 ^c	7,417	1,659	76,825	83,767	65,460	91,630

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.186. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	R ₉₇ T ₃	20	50,170 ^b	11,384	2,546	44,842	55,499	35,540	67,620
	R ₉₄ T ₆	20	51,126 ^{bc}	10,353	2,315	46,281	55,971	36,460	67,410
	R ₉₁ T ₉	20	56,260 ^c	5,491	1,228	53,690	58,830	48,300	68,930

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.187. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	R ₉₇ B ₃	20	41,904 ^a	4,822	1,078	39,647	44,161	34,320	50,170
	R ₉₄ B ₆	20	52,832 ^b	4,249	0,950	50,844	54,821	47,310	62,400
	R ₉₁ B ₉	20	78,400 ^c	11,170	2,498	73,172	83,628	54,730	95,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) yirmi dört saat su alma yüzdelik

sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.188, Çizelge 3.189, Çizelge 3.190’da verilmiştir.

Çizelge 3.188. Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat’ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	Boraks	20	41,904 ^a	4,822	1,078	39,647	44,161	34,320	50,170
	Kalsit	20	70,298 ^b	10,135	2,266	65,555	75,042	50,230	84,820
	Kaya tuzu	20	60,477 ^c	8,921	1,995	56,303	64,653	46,650	78,020
	Talk	20	50,170 ^d	11,384	2,546	44,842	55,499	35,540	67,620

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan’s test).

Çizelge 3.189. Talk, Kalsit, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat’ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	Boraks	20	52,832 ^b	4,249	0,950	50,844	54,821	47,310	62,400
	Kalsit	20	70,679 ^c	6,529	1,460	67,623	73,735	58,540	79,950
	Kaya tuzu	20	64,374 ^d	7,926	1,772	60,665	68,084	54,120	82,830
	Talk	20	51,126 ^b	10,353	2,315	46,281	55,971	36,460	67,410

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan’s test).

Çizelge 3.190. Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat’ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
24 saat su alma (%)	% ₁₀₀ R	20	41,684 ^a	2,869	0,642	40,341	43,027	37,400	47,330
	Boraks	20	78,400 ^b	11,170	2,498	73,172	83,628	54,730	95,600
	Kalsit	20	80,296 ^b	7,417	1,659	76,825	83,767	65,460	91,630
	Kaya tuzu	20	72,177 ^c	4,750	1,062	69,954	74,400	58,340	79,580
	Talk	20	56,260 ^d	5,491	1,228	53,690	58,830	48,300	68,930

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan’s test).

3.1.2.1.5. Yüzey Toluen Testine Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) toluen test sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.191, Çizelge 3.192, Çizelge 3.193, Çizelge 3.194'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.191. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların toluen ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	R ₁₀₀ N ₀	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	R ₉₇ N ₃	20	30,00 ^b	1,589	0,355	29,256	30,744	28,000	32,000
	R ₉₄ N ₆	20	29,00 ^c	1,298	0,290	28,393	29,607	26,000	31,000
	R ₉₁ N ₉	20	22,00 ^d	1,487	0,332	21,304	22,696	19,000	24,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.192. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların toluen test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	R ₁₀₀ C ₀	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	R ₉₇ C ₃	20	31,00 ^b	1,298	0,290	30,393	31,607	29,000	33,000
	R ₉₄ C ₆	20	29,00 ^c	1,451	0,324	28,321	29,679	27,000	32,000
	R ₉₁ C ₉	20	25,00 ^d	2,471	0,553	23,844	26,156	22,000	34,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.193. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların tolüen ölçüm sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	R ₁₀₀ T ₀	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	R ₉₇ T ₃	20	34,15 ^a	1,927	0,431	33,248	35,052	29,000	37,000
	R ₉₄ T ₆	20	28,65 ^b	1,348	0,302	28,019	29,281	26,000	31,000
	R ₉₁ T ₉	20	16,00 ^c	1,487	0,332	15,304	16,696	13,000	18,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.194. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların tolüen test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	R ₁₀₀ B ₀	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	R ₉₇ B ₃	20	30,30 ^b	1,593	0,356	29,555	31,045	28,000	33,000
	R ₉₄ B ₆	20	34,10 ^a	1,410	0,315	33,440	34,760	31,000	36,000
	R ₉₁ B ₉	20	33,00 ^c	1,974	0,441	32,076	33,924	29,000	36,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.195, Çizelge 3.196, Çizelge 3.197'de verilmiştir.

Çizelge 3.195. Kalsit,Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının tolüen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	% ₁₀₀ R	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	Boraks	20	30,30 ^b	1,593	0,356	29,555	31,045	28,000	33,000
	Kalsit	20	31,00 ^b	1,298	0,290	30,393	31,607	29,000	33,000
	Kaya tuzu	20	30,00 ^b	1,589	0,355	29,256	30,744	28,000	32,000
	Talk	20	34,15 ^a	1,927	0,431	33,248	35,052	29,000	37,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.196. Talk, Kalsit, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkıli levhalarının toluen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	% ₁₀₀ R	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	Boraks	20	34,10 ^a	1,410	0,315	33,440	34,760	31,000	36,000
	Kalsit	20	29,00 ^b	1,451	0,324	28,321	29,679	27,000	32,000
	Kaya tuzu	20	29,00 ^b	1,298	0,290	28,393	29,607	26,000	31,000
	Talk	20	28,65 ^b	1,348	0,302	28,019	29,281	26,000	31,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.197. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli MDF levhalarının toluen testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Toluen Testi (cm)	% ₁₀₀ R	20	34,35 ^a	1,089	0,244	33,840	34,860	32,000	36,000
	Boraks	20	33,00 ^b	1,974	0,441	32,076	33,924	29,000	36,000
	Kalsit	20	25,00 ^c	2,471	0,553	23,844	26,156	22,000	34,000
	Kaya tuzu	20	22,00 ^d	1,487	0,332	21,304	22,696	19,000	24,000
	Talk	20	16,00 ^e	1,487	0,332	15,304	16,696	13,000	18,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.6. ΔL Yüzey Renk (Parlaklık) Değişimine Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen MDF levhaların yüzey ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.198, Çizelge 3.199, Çizelge 3.200, Çizelge 3.201'de verilmiştir.

Çizelge 3.198. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL Değeri.	R ₁₀₀ N ₀	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	R ₉₇ N ₃	20	58,15 ^b	0,397	0,089	57,964	58,336	57,430	58,670
	R ₉₄ N ₆	20	55,15 ^c	1,046	0,234	54,661	55,641	52,300	56,980
	R ₉₁ N ₉	20	54,93 ^c	1,247	0,279	54,354	55,521	50,130	56,320

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.199. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL Değeri.	R ₁₀₀ C ₀	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	R ₉₇ C ₃	20	57,19 ^b	0,721	0,161	56,854	57,528	55,890	58,350
	R ₉₄ C ₆	20	59,39 ^c	0,535	0,120	59,143	59,643	58,500	60,100
	R ₉₁ C ₉	20	62,55 ^d	1,050	0,235	62,061	63,043	60,260	63,430

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.200. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri.	R ₁₀₀ T ₀	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	R ₉₇ T ₃	20	55,76 ^b	0,566	0,127	55,504	56,033	54,910	56,570
	R ₉₄ T ₆	20	58,62 ^c	0,686	0,153	58,300	58,942	57,090	59,230
	R ₉₁ T ₉	20	61,61 ^d	0,850	0,190	61,212	62,008	59,980	63,180

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.201. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri.	R ₁₀₀ B ₀	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	R ₉₇ B ₃	20	58,96 ^b	0,498	0,111	58,734	59,201	57,690	59,780
	R ₉₄ B ₆	20	57,84 ^c	0,237	0,053	57,733	57,955	57,260	58,070
	R ₉₁ B ₉	20	56,02 ^d	0,444	0,099	55,814	56,230	55,320	56,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ΔL renk değişimi testi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.202, Çizelge 3.203, Çizelge 3.204'de verilmiştir.

Çizelge 3.202. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey ΔL renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL Değeri.	% ₁₀₀ R	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	Boraks	20	58,96 ^b	0,498	0,111	58,734	59,201	57,690	59,780
	Kalsit	20	57,19 ^c	0,721	0,161	56,854	57,528	55,890	58,350
	Kaya tuzu	20	58,15 ^d	0,397	0,089	57,964	58,336	57,430	58,670
	Talk	20	55,76 ^e	0,566	0,127	55,504	56,033	54,910	56,570

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.203. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhalarının ΔL renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri.	% ₁₀₀ R	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	Boraks	20	57,84 ^b	0,237	0,053	57,733	57,955	57,260	58,070
	Kalsit	20	59,39 ^c	0,535	0,120	59,143	59,643	58,500	60,100
	Kaya tuzu	20	55,15 ^d	1,046	0,234	54,661	55,641	52,300	56,980
	Talk	20	58,62 ^e	0,686	0,153	58,300	58,942	57,090	59,230

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.204. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhalarının ΔL renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
ΔL. Değeri.	% ₁₀₀ R	20	60,13 ^a	0,913	0,204	59,710	60,564	58,280	61,310
	Boraks	20	56,02 ^b	0,444	0,099	55,814	56,230	55,320	56,740
	Kalsit	20	62,55 ^c	1,050	0,235	62,061	63,043	60,260	63,430
	Kaya tuzu	20	54,93 ^d	1,247	0,279	54,354	55,521	50,130	56,320
	Talk	20	61,61 ^e	0,850	0,190	61,212	62,008	59,980	63,180

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.6. *Δa. Yüzey Renk (Kırmızılık) Değişimine Ait Bulgular*

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.205, Çizelge 3.206, Çizelge 3.207, Çizelge 3.208'de verilmiştir.

Çizelge 3.205. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Değeri	R ₁₀₀ N ₀	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	R ₉₇ N ₃	20	5,41 ^b	0,031	0,007	5,400	5,429	5,360	5,480
	R ₉₄ N ₆	20	5,34 ^c	0,098	0,022	5,300	5,391	5,010	5,480
	R ₉₁ N ₉	20	5,43 ^b	0,142	0,032	5,369	5,502	4,860	5,550

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.206. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Değeri	R ₁₀₀ C ₀	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	R ₉₇ C ₃	20	5,96 ^b	0,047	0,010	5,943	5,987	5,900	6,080
	R ₉₄ C ₆	20	4,29 ^c	0,075	0,017	4,263	4,334	4,150	4,420
	R ₉₁ C ₉	20	6,08 ^d	0,070	0,016	6,053	6,119	5,910	6,180

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.207. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Değeri	R ₁₀₀ T ₀	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	R ₉₇ T ₃	20	5,44 ^b	0,146	0,033	5,380	5,517	5,170	5,770
	R ₉₄ T ₆	20	5,89 ^c	0,083	0,019	5,854	5,932	5,780	6,080
	R ₉₁ T ₉	20	3,92 ^d	0,075	0,017	3,891	3,961	3,800	4,050

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.208. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Boraks				N	Ort. ^x	Sapma	Hata		
Δa. Değeri	R ₁₀₀ B ₀	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	R ₉₇ B ₃	20	5,51 ^b	0,061	0,014	5,485	5,542	5,410	5,590
	R ₉₄ B ₆	20	5,42 ^c	0,064	0,014	5,394	5,454	5,320	5,520
	R ₉₁ B ₉	20	5,19 ^d	0,058	0,013	5,166	5,220	5,120	5,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey Δa renk değişimi testinin yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.209, Çizelge 3.210, Çizelge 3.211'de verilmiştir.

Çizelge 3.209. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının Δa renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Değeri	% ₁₀₀ R	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	Boraks	20	5,51 ^b	0,061	0,014	5,485	5,542	5,410	5,590
	Kalsit	20	5,96 ^c	0,047	0,010	5,943	5,987	5,900	6,080
	Kaya tuzu	20	5,41 ^d	0,031	0,007	5,400	5,429	5,360	5,480
	Talk	20	5,44 ^d	0,146	0,033	5,380	5,517	5,170	5,770

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.210. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı MDF levhalarının Δa renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Değeri	% ₁₀₀ R	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	Boraks	20	5,42 ^b	0,064	0,014	5,394	5,454	5,320	5,520
	Kalsit	20	4,29 ^c	0,075	0,017	4,263	4,334	4,150	4,420
	Kaya tuzu	20	5,34 ^d	0,098	0,022	5,300	5,391	5,010	5,480
	Talk	20	5,89 ^e	0,083	0,019	5,854	5,932	5,780	6,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.211. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey kırmızılığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δa. Değeri	% ₁₀₀ R	20	5,62 ^a	0,063	0,014	5,598	5,658	5,540	5,800
	Boraks	20	5,19 ^b	0,058	0,013	5,166	5,220	5,120	5,300
	Kalsit	20	6,08 ^c	0,070	0,016	6,053	6,119	5,910	6,180
	Kaya tuzu	20	5,43 ^d	0,142	0,032	5,369	5,502	4,860	5,550
	Talk	20	3,92 ^e	0,075	0,017	3,891	3,961	3,800	4,050

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.7. Δb. Yüzey Renk (Sarılık) Değişimine Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.212, Çizelge 3.213, Çizelge 3.214, Çizelge 3.215'de verilmiştir.

Çizelge 3.212. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	R ₁₀₀ N ₀	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	R ₉₇ N ₃	20	17,15 ^b	0,245	0,055	17,035	17,265	16,830	17,550
	R ₉₄ N ₆	20	15,81 ^c	0,432	0,097	15,608	16,012	14,610	16,470
	R ₉₁ N ₉	20	15,89 ^c	0,448	0,100	15,685	16,104	14,390	16,510

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.213. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	R ₁₀₀ C ₀	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	R ₉₇ C ₃	20	17,41 ^a	0,486	0,109	17,184	17,639	16,670	18,280
	R ₉₄ C ₆	20	20,90 ^b	0,185	0,041	20,822	20,995	20,560	21,190
	R ₉₁ C ₉	20	17,03 ^c	0,575	0,129	16,761	17,299	15,880	17,530

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.214. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	R ₁₀₀ T ₀	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	R ₉₇ T ₃	20	19,35 ^b	4,063	0,908	17,455	21,258	2,240	20,780
	R ₉₄ T ₆	20	17,05 ^a	0,409	0,091	16,864	17,247	16,170	17,580
	R ₉₁ T ₉	20	22,56 ^c	0,540	0,121	22,317	22,822	21,480	23,480

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.215. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların Δb renk değişimi test sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	R ₁₀₀ B ₀	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	R ₉₇ B ₃	20	16,89 ^b	0,278	0,062	16,766	17,025	16,300	17,360
	R ₉₄ B ₆	20	16,01 ^c	0,163	0,036	15,942	16,094	15,660	16,240
	R ₉₁ B ₉	20	15,48 ^d	0,320	0,072	15,330	15,630	15,080	16,140

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey Δb renk değişimi testinin yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.216, Çizelge 3.217, Çizelge 3.218'de verilmiştir.

Çizelge 3.216. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların Δb renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	% ₁₀₀ R	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	Boraks	20	16,89 ^a	0,278	0,062	16,766	17,025	16,300	17,360
	Kalsit	20	17,41 ^a	0,486	0,109	17,184	17,639	16,670	18,280
	Kaya tuzu	20	17,15 ^a	0,245	0,055	17,035	17,265	16,830	17,550
	Talk	20	19,35 ^b	4,063	0,908	17,455	21,258	2,240	20,780

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.217. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların Δb renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	% ₁₀₀ R	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	Boraks	20	16,01 ^d	0,163	0,036	15,942	16,094	15,660	16,240
	Kalsit	20	20,90 ^b	0,185	0,041	20,822	20,995	20,560	21,190
	Kaya tuzu	20	15,81 ^d	0,432	0,097	15,608	16,012	14,610	16,470
	Talk	20	17,05 ^c	0,409	0,091	16,864	17,247	16,170	17,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.218. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların Δb renk değişimi yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Δb. Değeri	% ₁₀₀ R	20	17,46 ^a	0,563	0,126	17,200	17,727	16,160	18,090
	Boraks	20	15,48 ^b	0,320	0,072	15,330	15,630	15,080	16,140
	Kalsit	20	17,03 ^c	0,575	0,129	16,761	17,299	15,880	17,530
	Kaya tuzu	20	15,89 ^d	0,448	0,100	15,685	16,104	14,390	16,510
	Talk	20	22,56 ^e	0,540	0,121	22,317	22,822	21,480	23,480

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.8. ΔE Yüzey Renk (parlaklık) Değişimine Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey ΔE renk değişimi sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri Çizelge 3.219, Çizelge 3.220, Çizelge 3.221, Çizelge 3.222'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.219. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ΔE renk değişimi sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	R ₁₀₀ N ₀	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	R ₉₇ N ₃	20	60,86 ^b	0,433	0,097	60,665	61,071	60,100	61,470
	R ₉₄ N ₆	20	57,62 ^c	1,123	0,251	57,097	58,148	54,530	59,550
	R ₉₁ N ₉	20	57,44 ^c	1,319	0,295	56,831	58,066	52,380	58,940

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.220. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların ΔE renk değişimi değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE. Değeri	R ₁₀₀ C ₀	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	R ₉₇ C ₃	20	60,08 ^b	0,823	0,184	59,695	60,466	58,630	61,410
	R ₉₄ C ₆	20	63,11 ^c	0,548	0,123	62,855	63,368	62,240	63,820
	R ₉₁ C ₉	20	65,11 ^d	1,156	0,259	64,574	65,656	62,610	66,030

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.221. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların ΔE renk değişimi değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	R ₁₀₀ T ₀	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	R ₉₇ T ₃	20	59,41 ^b	0,980	0,219	58,951	59,869	56,360	60,540
	R ₉₄ T ₆	20	61,33 ^c	0,747	0,167	60,986	61,685	59,770	61,990
	R ₉₁ T ₉	20	65,73 ^d	0,921	0,206	65,302	66,164	63,880	67,360

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.222. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ΔE renk değişimi değeri sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE. Değeri	R ₁₀₀ B ₀	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	R ₉₇ B ₃	20	61,58 ^b	0,531	0,119	61,339	61,836	60,210	62,470
	R ₉₄ B ₆	20	60,26 ^c	0,269	0,060	60,140	60,391	59,630	60,540
	R ₉₁ B ₉	20	58,35 ^d	0,503	0,113	58,119	58,590	57,580	59,200

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ΔE renk değişimi değeri yüzdelik ölçümlerinin istatistikî sonuçları Çizelge 3.223, Çizelge 3.224., Çizelge 3.225.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.223. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey ΔE renk değişim değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE. Değeri	% ₁₀₀ R	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	Boraks	20	61,58 ^b	0,531	0,119	61,339	61,836	60,210	62,470
	Kalsit	20	60,08 ^c	0,823	0,184	59,695	60,466	58,630	61,410
	Kaya tuzu	20	60,86 ^d	0,433	0,097	60,665	61,071	60,100	61,470
	Talk	20	59,41 ^e	0,980	0,219	58,951	59,869	56,360	60,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.224. Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ΔE renk değişimi değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	% ₁₀₀ R	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	Boraks	20	60,26 ^b	0,269	0,060	60,140	60,391	59,630	60,540
	Kalsit	20	63,11 ^a	0,548	0,123	62,855	63,368	62,240	63,820
	Kaya tuzu	20	57,62 ^c	1,123	0,251	57,097	58,148	54,530	59,550
	Talk	20	61,33 ^d	0,747	0,167	60,986	61,685	59,770	61,990

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.225. Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ΔE renk değişimi değeri yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt sınır	Üst sınır		
ΔE Değeri	% ₁₀₀ R	20	62,87 ^a	0,977	0,219	62,418	63,333	60,840	64,100
	Boraks	20	58,35 ^b	0,503	0,113	58,119	58,590	57,580	59,200
	Kalsit	20	65,11 ^c	1,156	0,259	64,574	65,656	62,610	66,030
	Kaya tuzu	20	57,44 ^d	1,319	0,295	56,831	58,066	52,380	58,940
	Talk	20	65,73 ^c	0,921	0,206	65,302	66,164	63,880	67,360

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.1.9. Biyolojik Bozulmaya Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.226, Çizelge 3.227, Çizelge 3.228, Çizelge 3.229'da verilmiştir.

Çizelge 3.226. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Kaya tuzu				N	Ort. ^x	Sapma	Hata		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ N ₀	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	R ₉₇ N ₃	20	9,693 ^b	0,594	0,133	9,416	9,971	8,160	10,450
	R ₉₄ N ₆	20	11,288 ^c	0,469	0,105	11,069	11,508	10,540	12,090
	R ₉₁ N ₉	20	12,465 ^d	2,472	0,553	11,309	13,622	5,640	16,920

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.227. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ C ₀	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	R ₉₇ C ₃	20	7,142 ^{ab}	1,503	0,336	6,439	7,845	3,700	11,180
	R ₉₄ C ₆	20	7,772 ^b	0,916	0,205	7,344	8,201	6,750	10,790
	R ₉₁ C ₉	20	9,382 ^c	1,515	0,339	8,674	10,092	6,800	12,160

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.228. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ T ₀	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	R ₉₇ T ₃	20	8,005 ^b	0,676	0,151	7,689	8,321	6,030	8,880
	R ₉₄ T ₆	20	8,758 ^b	1,015	0,227	8,283	9,233	6,560	10,660
	R ₉₁ T ₉	20	10,351 ^c	3,198	0,715	8,855	11,848	0,390	19,730

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.229. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	R ₁₀₀ B ₀	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	R ₉₇ B ₃	20	7,098 ^a	1,275	0,285	6,502	7,695	4,840	10,970
	R ₉₄ B ₆	20	8,207 ^b	0,596	0,133	7,928	8,486	6,660	8,980
	R ₉₁ B ₉	20	11,212 ^c	2,693	0,602	9,952	12,473	3,800	19,340

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî veriler Çizelge 3.230, Çizelge 3.231, Çizelge 3.232'de verilmiştir.

Çizelge 3.230. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı MDF levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	% ₁₀₀ R	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	Boraks	20	7,098 ^a	1,275	0,285	6,502	7,695	4,840	10,970
	Kalsit	20	7,142 ^a	1,503	0,336	6,439	7,845	3,700	11,180
	Kaya tuzu	20	9,693 ^b	0,594	0,133	9,416	9,971	8,160	10,450
	Talk	20	8,005 ^c	0,676	0,151	7,689	8,321	6,030	8,880

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.231. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	% ₁₀₀ R	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	Boraks	20	8,207 ^b	0,596	0,133	7,928	8,486	6,660	8,980
	Kalsit	20	7,772 ^b	0,916	0,205	7,344	8,201	6,750	10,790
	Kaya tuzu	20	11,288 ^c	0,469	0,105	11,069	11,508	10,540	12,090
	Talk	20	8,758 ^d	1,015	0,227	8,283	9,233	6,560	10,660

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.232. Kaya tuzu, Kalsit,Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Biyolojik Bozulma (%)	% ₁₀₀ R	20	6,599 ^a	1,043	0,233	6,111	7,087	4,330	7,920
	Boraks	20	11,212 ^{cd}	2,693	0,602	9,952	12,473	3,800	19,340
	Kalsit	20	9,382 ^b	1,515	0,339	8,674	10,092	6,800	12,160
	Kaya tuzu	20	12,465 ^d	2,472	0,553	11,309	13,622	5,640	16,920
	Talk	20	10,351 ^{bc}	3,198	0,715	8,855	11,848	0,390	19,730

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.2. Mekanik ve Teknolojik Testlere Ait Bulgular

Fabrikada Kalsit, Talk, Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) mekanik ve teknolojik deney sonuçlarının SPSS (ANOVA) Duncan test verileri çizelgelerle gösterilmiştir.

3.1.2.2.1. Eğilme Mukavemetine Ait Bulgular

Fabrikada Kalsit, Kaya tuzu, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.233, Çizelge 3.234, Çizelge 3.235. Çizelge 3.236'da verilmiştir.

Çizelge 3.233. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğilme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	36,894 ^d	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	R ₉₇ N ₃	20	32,871 ^c	2,227	0,498	31,829	33,913	27,690	35,500
	R ₉₄ N ₆	20	26,9375 ^b	2,747	0,614	25,652	28,223	22,600	32,070
	R ₉₁ N ₉	20	23,874 ^a	1,226	0,274	23,300	24,448	21,650	25,930

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.234. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğilme.muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	36,894 ^c	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	R ₉₇ C ₃	20	33,629 ^b	2,787	0,623	32,324	34,934	30,430	39,110
	R ₉₄ C ₆	20	31,301 ^a	2,424	0,542	30,167	32,436	27,660	35,370
	R ₉₁ C ₉	20	29,917 ^a	3,025	0,676	28,501	31,333	24,490	35,880

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.235. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğilme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	36,894 ^a	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	R ₉₇ T ₃	20	31,315 ^b	2,726	0,610	30,040	32,591	28,260	36,650
	R ₉₄ T ₆	20	27,440 ^c	3,015	0,674	26,029	28,851	23,180	33,140
	R ₉₁ T ₉	20	27,650 ^c	1,592	0,356	26,905	28,396	24,580	30,170

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.236. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Boraks		N	Ort. ^x	Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minumum ^y	Maksimum ^z
Eğilme.muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	36,894 ^a	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	R ₉₇ B ₃	20	36,647 ^a	1,554	0,347	35,920	37,375	34,710	39,890
	R ₉₄ B ₆	20	29,090 ^b	1,456	0,325	28,409	29,772	25,710	31,490
	R ₉₁ B ₉	20	27,921 ^c	1,576	0,352	27,183	28,659	25,890	31,230

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.237, Çizelge 3.238, Çizelge 3.239'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.237. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğilme.muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	36,894 ^a	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	Boraks	20	36,647 ^a	1,554	0,347	35,920	37,375	34,710	39,890
	Kalsit	20	33,629 ^b	2,787	0,623	32,324	34,934	30,430	39,110
	Kaya tuzu	20	32,871 ^b	2,227	0,498	31,829	33,913	27,690	35,500
	Talk	20	31,315 ^c	2,726	0,610	30,040	32,591	28,260	36,650

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.238. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğilme.muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	36,894 ^a	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	Boraks	20	29,090 ^b	1,456	0,325	28,409	29,772	25,710	31,490
	Kalsit	20	31,301 ^c	2,424	0,542	30,167	32,436	27,660	35,370
	Kaya tuzu	20	26,937 ^d	2,747	0,614	25,652	28,223	22,600	32,070
	Talk	20	27,440 ^d	3,015	0,674	26,029	28,851	23,180	33,140

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.239. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Eğilme.muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	36,894 ^a	2,437	0,545	35,754	38,034	32,570	39,660
	Boraks	20	27,921 ^b	1,576	0,352	27,183	28,659	25,890	31,230
	Kalsit	20	29,916 ^c	3,025	0,676	28,500	31,332	24,490	35,880
	Kaya tuzu	20	23,874 ^d	1,226	0,274	23,300	24,448	21,650	25,930
	Talk	20	27,650 ^b	1,592	0,356	26,905	28,396	24,580	30,170

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.2.2. Çekme Mukavemetine Ait Bulgular

Fabrikada Kalsit, Kaya tuzu, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.240, Çizelge 3.241, Çizelge 3.242. Çizelge 3.243'de verilmiştir.

Çizelge 3.240. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	0,586 ^a	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	R ₉₇ N ₃	20	0,485 ^b	0,032	0,007	0,471	0,500	0,460	0,560
	R ₉₄ N ₆	20	0,385 ^c	0,045	0,010	0,364	0,407	0,310	0,450
	R ₉₁ N ₉	20	0,321 ^d	0,015	0,003	0,315	0,328	0,290	0,350

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.241. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	0,586 ^c	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	R ₉₇ C ₃	20	0,546 ^b	0,041	0,009	0,527	0,566	0,490	0,630
	R ₉₄ C ₆	20	0,488 ^a	0,027	0,006	0,476	0,501	0,430	0,530
	R ₉₁ C ₉	20	0,500 ^a	0,048	0,011	0,478	0,523	0,420	0,570

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.242. Fabrika üretilen Talk katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	0,586 ^a	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	R ₉₇ T ₃	20	0,527 ^b	0,032	0,007	0,513	0,542	0,490	0,580
	R ₉₄ T ₆	20	0,458 ^c	0,062	0,014	0,429	0,487	0,380	0,540
	R ₉₁ T ₉	20	0,324 ^d	0,041	0,009	0,305	0,343	0,250	0,380

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.243. Fabrika üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	0,586 ^a	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	R ₉₇ B ₃	20	0,579 ^a	0,061	0,014	0,551	0,608	0,410	0,640
	R ₉₄ B ₆	20	0,538 ^b	0,084	0,019	0,499	0,578	0,400	0,680
	R ₉₁ B ₉	20	0,246 ^c	0,049	0,011	0,224	0,269	0,200	0,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.244, Çizelge 3.245, Çizelge 3.246'da verilmiştir.

Çizelge 3.244. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	0,586 ^a	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	Boraks	20	0,579 ^a	0,061	0,014	0,551	0,608	0,410	0,640
	Kalsit	20	0,546 ^b	0,041	0,009	0,527	0,566	0,490	0,630
	Kaya tuzu	20	0,485 ^c	0,032	0,007	0,471	0,500	0,460	0,560
	Talk	20	0,527 ^b	0,032	0,007	0,513	0,542	0,490	0,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.245. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	0,586 ^a	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	Boraks	20	0,538 ^b	0,084	0,019	0,499	0,578	0,400	0,680
	Kalsit	20	0,488 ^c	0,027	0,006	0,476	0,501	0,430	0,530
	Kaya tuzu	20	0,385 ^d	0,045	0,010	0,364	0,407	0,310	0,450
	Talk	20	0,458 ^c	0,062	0,014	0,429	0,487	0,380	0,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.246. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Çekme muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	0,586 ^a	0,034	0,008	0,571	0,603	0,540	0,630
	Boraks	20	0,246 ^b	0,049	0,011	0,224	0,269	0,200	0,330
	Kalsit	20	0,500 ^c	0,048	0,011	0,478	0,523	0,420	0,570
	Kaya tuzu	20	0,321 ^d	0,015	0,003	0,315	0,328	0,290	0,350
	Talk	20	0,324 ^d	0,041	0,009	0,305	0,343	0,250	0,380

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.2.3. Elastikiyet Mukavemetine Ait Bulgular

Fabrikada Kalsit, Kaya tuzu, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.247, Çizelge 3.248, Çizelge 3.249. Çizelge 3.250'de verilmiştir.

Çizelge 3.247. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	3.482,915 ^a	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	R ₉₇ N ₃	20	3.164,586 ^b	153,356	34,292	3.092,814	3.236,360	2.817,670	3.403,630
	R ₉₄ N ₆	20	2.637,684 ^c	178,037	39,810	2.554,361	2.721,008	2.201,230	2.874,560
	R ₉₁ N ₉	20	2.474,198 ^d	148,018	33,098	2.404,925	2.543,473	2.236,950	2.664,410

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.248. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk.(N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	3.482,915 ^c	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	R ₉₇ C ₃	20	3.224,162 ^b	196,778	44,001	3.132,068	3.316,258	2.823,830	3.525,480
	R ₉₄ C ₆	20	2.909,493 ^a	223,486	49,973	2.804,899	3.014,088	2.544,800	3.325,280
	R ₉₁ C ₉	20	2.974,372 ^a	262,338	58,660	2.851,594	3.097,150	2.530,080	3.325,060

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.249. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	3482,915 ^a	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	R ₉₇ T ₃	20	3263,317 ^b	336,780	75,306	3.105,699	3.420,935	2.776,100	4.169,270
	R ₉₄ T ₆	20	2713,689 ^c	193,837	43,343	2.622,971	2.804,408	2.383,840	3.038,640
	R ₉₁ T ₉	20	2795,914 ^c	77,230	17,269	2.759,770	2.832,059	2.660,260	2.966,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.250. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	3482,915 ^a	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	R ₉₇ B ₃	20	3447,622 ^a	168,993	37,788	3.368,531	3.526,714	3.243,820	3.914,340
	R ₉₄ B ₆	20	2779,268 ^b	164,491	36,781	2.702,285	2.856,253	2.466,930	3.045,900
	R ₉₁ B ₉	20	2594,864 ^c	127,305	28,466	2.535,284	2.654,445	2.375,130	2.847,860

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.251, Çizelge 3.252, Çizelge 3.253'de verilmiştir.

Çizelge 3.251. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	3482,915 ^a	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	Boraks	20	3447,622 ^a	168,993	37,788	3.368,531	3.526,714	3.243,820	3.914,340
	Kalsit	20	3224,162 ^b	196,778	44,001	3.132,068	3.316,258	2.823,830	3.525,480
	Kaya tuzu	20	3155,552 ^b	147,357	32,950	3.086,587	3.224,517	2.817,670	3.403,630
	Talk	20	3263,317 ^b	336,780	75,306	3.105,699	3.420,935	2.776,100	4.169,270

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.252. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	3482,915 ^a	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	Boraks	20	2779,268 ^b	164,491	36,781	2.702,285	2.856,253	2.466,930	3.045,900
	Kalsit	20	2909,493 ^c	223,486	49,973	2.804,899	3.014,088	2.544,800	3.325,280
	Kaya tuzu	20	2637,684 ^d	178,037	39,810	2.554,361	2.721,008	2.201,230	2.874,560
	Talk	20	2713,689 ^{bd}	193,837	43,343	2.622,971	2.804,408	2.383,840	3.038,640

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.253. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Elastikiyet muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	3482,915 ^a	218,215	48,794	3.380,788	3.585,044	3.091,800	3.910,520
	Boraks	20	2594,864 ^b	127,305	28,466	2.535,284	2.654,445	2.375,130	2.847,860
	Kalsit	20	2974,372 ^c	262,338	58,660	2.851,594	3.097,150	2.530,080	3.325,060
	Kaya tuzu	20	2474,198 ^d	148,018	33,098	2.404,925	2.543,473	2.236,950	2.664,410
	Talk	20	2795,914 ^e	77,230	17,269	2.759,770	2.832,059	2.660,260	2.966,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d,e aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.2.4. Yüzey Vida Mukavemetine Ait Bulgular

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) yüzey vida mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.254, Çizelge 3.255, Çizelge 3.256, Çizelge 3.257'de verilmiştir.

Çizelge 3.254. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	R ₁₀₀ N ₀	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	R ₉₇ N ₃	20	8,773 ^b	0,645	0,144	8,471	9,075	7,680	9,700
	R ₉₄ N ₆	20	7,342 ^c	1,224	0,274	6,769	7,915	4,400	9,250
	R ₉₁ N ₉	20	6,409 ^d	0,328	0,073	6,256	6,563	6,090	7,090

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.255. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	R ₁₀₀ C ₀	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	R ₉₇ C ₃	20	8,776 ^b	1,215	0,272	8,208	9,345	7,060	11,080
	R ₉₄ C ₆	20	8,489 ^a	0,888	0,199	8,074	8,905	6,360	9,960
	R ₉₁ C ₉	20	9,307 ^{ab}	1,021	0,228	8,829	9,785	7,340	11,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.256. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Talk		N	Ort. ^x	Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır	Minimum ^y	Maksimum ^z
Yüzet vida muk. (N)	R ₁₀₀ T ₀	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	R ₉₇ T ₃	20	9,970 ^a	0,458	0,102	9,756	10,184	9,350	11,080
	R ₉₄ T ₆	20	8,642 ^b	0,973	0,218	8,187	9,098	5,760	9,600
	R ₉₁ T ₉	20	7,796 ^c	0,930	0,208	7,361	8,232	6,610	9,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.257. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	R ₁₀₀ B ₀	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	R ₉₇ B ₃	20	12,585 ^b	0,420	0,094	12,388	12,782	12,020	13,460
	R ₉₄ B ₆	20	9,757 ^a	0,805	0,180	9,381	10,134	8,130	11,250
	R ₉₁ B ₉	20	7,441 ^c	0,673	0,150	7,126	7,756	6,740	8,410

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.258, Çizelge 3.259, Çizelge 3.260'da verilmiştir.

Çizelge 3.258. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	% ₁₀₀ R	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	Boraks	20	12,585 ^b	0,420	0,094	12,388	12,782	12,020	13,460
	Kalsit	20	8,776 ^c	1,215	0,272	8,208	9,345	7,060	11,080
	Kaya tuzu	20	8,773 ^c	0,645	0,144	8,471	9,075	7,680	9,700
	Talk	20	9,970 ^a	0,458	0,102	9,756	10,184	9,350	11,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.259. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkıli levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	% ₁₀₀ R	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	Boraks	20	9,757 ^a	0,805	0,180	9,381	10,134	8,130	11,250
	Kalsit	20	8,489 ^b	0,888	0,199	8,074	8,905	6,360	9,960
	Kaya tuzu	20	7,342 ^c	1,224	0,274	6,769	7,915	4,400	9,250
	Talk	20	8,642 ^b	0,973	0,218	8,187	9,098	5,760	9,600

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.260. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Yüzet vida muk. (N)	% ₁₀₀ R	20	10,073 ^a	0,302	0,068	9,932	10,215	9,770	10,570
	Boraks	20	7,441 ^b	0,673	0,150	7,126	7,756	6,740	8,410
	Kalsit	20	9,307 ^c	1,021	0,228	8,829	9,785	7,340	11,310
	Kaya tuzu	20	6,409 ^d	0,328	0,073	6,256	6,563	6,090	7,090
	Talk	20	7,796 ^b	0,930	0,208	7,361	8,232	6,610	9,540

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.2.5. Yüzey Janka Mukavemeti

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri aşağıda Çizelge 3.261, Çizelge 3.262, Çizelge 3.263, Çizelge 3.264'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.261. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ N ₀	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	R ₉₇ N ₃	20	79,6 ^b	1,847	0,413	78,736	80,464	76,000	82,000
	R ₉₄ N ₆	20	77,6 ^c	1,142	0,255	77,065	78,135	76,000	80,000
	R ₉₁ N ₉	20	75,5 ^d	2,065	0,462	74,534	76,466	72,000	79,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.262. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ C ₀	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	R ₉₇ C ₃	20	77,60 ^{bc}	3,119	0,697	76,140	79,060	73,000	83,000
	R ₉₄ C ₆	20	75,40 ^c	2,909	0,651	74,039	76,762	70,000	79,000
	R ₉₁ C ₉	20	78,50 ^b	1,277	0,286	77,902	79,098	77,000	82,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.263. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ T ₀	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	R ₉₇ T ₃	20	77,15 ^b	2,815	0,629	75,833	78,467	71,000	80,000
	R ₉₄ T ₆	20	75,50 ^c	1,792	0,401	74,661	76,339	71,000	78,000
	R ₉₁ T ₉	20	68,85 ^d	3,528	0,789	67,199	70,501	64,000	74,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test)

Çizelge 3.264. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	R ₁₀₀ B ₀	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	R ₉₇ B ₃	20	79,60 ^b	2,234	0,499	78,555	80,645	76,000	83,000
	R ₉₄ B ₆	20	77,20 ^c	1,152	0,258	76,661	77,739	74,000	79,000
	R ₉₁ B ₉	20	78,50 ^d	2,039	0,456	77,546	79,454	75,000	81,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.265, Çizelge 3.266, Çizelge 3.267'de verilmiştir.

Çizelge 3.265. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	Boraks	20	79,60 ^a	2,234	0,499	78,555	80,645	76,000	83,000
	Kalsit	20	77,60 ^b	3,119	0,697	76,140	79,060	73,000	83,000
	Kaya tuzu	20	79,60 ^a	1,847	0,413	78,736	80,464	76,000	82,000
	Talk	20	77,15 ^b	2,815	0,629	75,833	78,467	71,000	80,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.266. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	Boraks	20	77,20 ^b	1,152	0,258	76,661	77,739	74,000	79,000
	Kalsit	20	75,40 ^c	2,909	0,651	74,039	76,762	70,000	79,000
	Kaya tuzu	20	77,60 ^b	1,142	0,255	77,065	78,135	76,000	80,000
	Talk	20	75,50 ^c	1,792	0,401	74,661	76,339	71,000	78,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.267. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Janka muk. (N/mm ²)	% ₁₀₀ R	20	81,05 ^a	1,234	0,276	80,472	81,628	79,000	83,000
	Boraks	20	78,50 ^b	2,039	0,456	77,546	79,454	75,000	81,000
	Kalsit	20	78,50 ^b	1,277	0,286	77,902	79,098	77,000	82,000
	Kaya tuzu	20	75,50 ^c	2,065	0,462	74,534	76,466	72,000	79,000
	Talk	20	68,85 ^d	3,528	0,789	67,199	70,501	64,000	74,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3. Yanma Deneyine Ait Bulgular

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) ASTM D 160–50 standardına göre yanma deney sonuçlarının istatistikî SPSS (ANOVA) Duncan sonuçları çizelgelerle gösterilmektedir.

3.1.2.3.1. AKY Sıcaklığına (°C) Ait Bulgular

Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların AKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.268, Çizelge 3.269, Çizelge 3.270, Çizelge 3.271'de verilmiştir.

Çizelge 3.268. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ N ₀	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	R ₉₇ N ₃	72	553,29 ^a	9,136	6,460	471,208	635,372	546,830	559,750
	R ₉₄ N ₆	72	550,16 ^a	7,191	5,085	485,554	614,776	545,080	555,250
	R ₉₁ N ₉	72	547,54 ^a	11,370	8,040	445,382	649,698	539,500	555,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.269. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY sıcaklık sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ C ₀	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	R ₉₇ C ₃	72	551,16 ^a	12,360	8,740	440,108	662,212	542,420	559,900
	R ₉₄ C ₆	72	545,12 ^a	0,530	0,375	540,360	549,890	544,750	545,500
	R ₉₁ C ₉	72	541,87 ^a	29,281	20,705	278,793	804,957	521,170	562,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.270. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların AKY sıcaklık sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ T ₀	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	R ₉₇ T ₃	72	537,87 ^{ab}	20,570	14,545	353,063	722,687	523,330	552,420
	R ₉₄ T ₆	72	513,95 ^{ab}	9,369	6,625	429,776	598,134	507,330	520,580
	R ₉₁ T ₉	72	470,08 ^b	47,143	33,335	46,524	893,646	436,750	503,420

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.271. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY sıcaklık sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ B ₀	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	R ₉₇ B ₃	72	491,91 ^b	5,070	3,585	446,363	537,467	488,330	495,500
	R ₉₄ B ₆	72	434,04 ^c	2,885	2,040	408,119	459,961	432,000	436,080
	R ₉₁ B ₉	72	428,91 ^c	18,151	12,835	265,831	591,999	416,080	441,750

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.272, Çizelge 3.273, Çizelge 3.274'de verilmiştir.

Çizelge 3.272. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	Boraks	72	491,91 ^b	5,070	3,585	446,363	537,467	488,330	495,500
	Kalsit	72	551,16 ^a	12,360	8,740	440,108	662,212	542,420	559,900
	Kaya tuzu	72	553,29 ^a	9,136	6,460	471,208	635,372	546,830	559,750
	Talk	72	537,87 ^a	20,570	14,545	353,063	722,687	523,330	552,420

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.273. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	Boraks	72	434,04 ^b	2,885	2,040	408,119	459,961	432,000	436,080
	Kalsit	72	545,12 ^a	0,530	0,375	540,360	549,890	544,750	545,500
	Kaya tuzu	72	550,16 ^a	7,191	5,085	485,554	614,776	545,080	555,250
	Talk	72	513,95 ^c	9,369	6,625	429,776	598,134	507,330	520,580

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.274. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkıli levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	560,21 ^a	17,975	12,710	398,714	721,706	547,500	572,920
	Boraks	72	428,91 ^b	18,151	12,835	265,831	591,999	416,080	441,750
	Kalsit	72	541,87 ^a	29,281	20,705	278,793	804,957	521,170	562,580
	Kaya tuzu	72	547,54 ^a	11,370	8,040	445,382	649,698	539,500	555,580
	Talk	72	470,08 ^b	47,143	33,335	46,524	893,646	436,750	503,420

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.2. KKY Sıcaklığına Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.275, Çizelge 3.276, Çizelge 3.277 ve Çizelge 3.278'de verilmiştir.

Çizelge 3.275. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkıli levhaların KKY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ N ₀	72	662,57 ^a	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	R ₉₇ N ₃	72	570,68 ^b	3,536	2,500	538,915	602,446	568,180	573,180
	R ₉₄ N ₆	72	566,11 ^{bc}	4,603	3,255	524,756	607,474	562,860	569,370
	R ₉₁ N ₉	72	556,56 ^c	2,029	1,435	538,332	574,798	555,130	558,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.276. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ C ₀	72	662,57 ^a	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	R ₉₇ C ₃	72	652,31 ^a	16,872	11,930	500,725	803,895	640,380	664,240
	R ₉₄ C ₆	72	624,66 ^a	33,375	23,600	324,794	924,526	601,060	648,260
	R ₉₁ C ₉	72	609,56 _a	18,081	12,785	447,116	772,014	596,780	622,350

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.277. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KKY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ T ₀	72	662,57 ^a	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	R ₉₇ T ₃	72	609,28 ^{ab}	10,607	7,500	513,984	704,577	601,780	616,780
	R ₉₄ T ₆	72	584,93 ^b	10,882	7,695	487,161	682,709	577,240	592,630
	R ₉₁ T ₉	72	493,12 ^c	46,047	32,560	79,406	906,834	460,560	525,680

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.278. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ B ₀	72	662,57 ^a	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	R ₉₇ B ₃	72	634,89 ^{ab}	8,499	6,010	558,526	711,254	628,880	640,900
	R ₉₄ B ₆	72	559,93 ^b	42,610	30,130	177,092	942,768	529,800	590,060
	R ₉₁ B ₉	72	450,47 ^c	37,957	26,840	109,436	791,505	423,630	477,310

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.279, Çizelge 3.280, Çizelge 3.281'de verilmiştir.

Çizelge 3.279. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY sıcaklık (°c)	% ₁₀₀ R	72	662,57 ^a	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	Boraks	72	634,89 ^{bc}	8,499	6,010	558,526	711,254	628,880	640,900
	Kalsit	72	652,31 ^{ab}	16,872	11,930	500,725	803,895	640,380	664,240
	Kaya tuzu	72	570,68 ^d	3,536	2,500	538,915	602,446	568,180	573,180
	Talk	72	609,28 ^c	10,607	7,500	513,984	704,577	601,780	616,780

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.280. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY sıcaklık (°c)	% ₁₀₀ R	72	662,57 ^a	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	Boraks	72	559,93 ^b	42,610	30,130	177,092	942,768	529,800	590,060
	Kalsit	72	624,66 ^{ab}	33,375	23,600	324,794	924,526	601,060	648,260
	Kaya tuzu	72	566,11 ^b	4,603	3,255	524,756	607,474	562,860	569,370
	Talk	72	584,93 ^b	10,882	7,695	487,161	682,709	577,240	592,630

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.281. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY sıcaklık (°c)	% ₁₀₀ R	72	662,57 ^d	6,640	4,695	602,919	722,231	657,880	667,270
	Boraks	72	450,47 ^a	37,957	26,840	109,436	791,505	423,630	477,310
	Kalsit	72	622,35 ^{cd}	0,000	0,000	622,350	622,350	622,350	622,350
	Kaya tuzu	72	556,56 ^{bc}	2,029	1,435	538,332	574,798	555,130	558,000
	Talk	72	493,12 ^{ab}	46,047	32,560	79,406	906,834	460,560	525,680

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.3. KHY Sıcaklığına Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KHY sıcaklığı sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.282, Çizelge 3.283, Çizelge 3.284 ve Çizelge 3.285'de verilmiştir.

Çizelge 3.282. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ N ₀	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	R ₉₇ N ₃	72	251,83 ^b	9,284	6,565	168,419	335,251	245,270	258,400
	R ₉₄ N ₆	72	235,76 ^{bc}	20,138	14,240	54,824	416,696	221,520	250,000
	R ₉₁ N ₉	72	203,07 ^c	9,291	6,570	119,590	286,550	196,500	209,640

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.283. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ C ₀	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	R ₉₇ C ₃	72	490,00 ^b	14,142	10,000	362,938	617,062	480,000	500,000
	R ₉₄ C ₆	72	480,50 ^b	36,062	25,500	156,492	804,508	455,000	506,000
	R ₉₁ C ₉	72	450,00 ^b	56,569	40,000	58,248	958,248	410,000	490,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.284. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ T ₀	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	R ₉₇ T ₃	72	396,50 ^b	65,761	46,500	194,339	987,339	350,000	443,000
	R ₉₄ T ₆	72	380,50 ^b	14,849	10,500	247,085	513,915	370,000	391,000
	R ₉₁ T ₉	72	188,57 ^c	5,049	3,570	143,209	233,931	185,000	192,140

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.285. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY sıcaklığı ölçümlerinin istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Sıcaklık (°C)	R ₁₀₀ B ₀	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	R ₉₇ B ₃	72	400,58 ^b	1,294	0,915	388,959	412,211	399,670	401,500
	R ₉₄ B ₆	72	353,75 ^b	33,588	23,750	51,978	655,522	330,000	377,500
	R ₉₁ B ₉	72	237,50 ^c	24,749	17,500	15,141	459,859	220,000	255,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.286, Çizelge 3.287, Çizelge 3.288'de verilmiştir.

Çizelge 3.286. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY sıcaklık (°c)	% ₁₀₀ R	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	Boraks	72	400,58 ^b	1,294	0,915	388,959	412,211	399,670	401,500
	Kalsit	72	490,00 ^c	14,142	10,000	362,938	617,062	480,000	500,000
	Kaya tuzu	72	251,83 ^d	9,284	6,565	168,419	335,251	245,270	258,400
	Talk	72	396,50 ^b	65,761	46,500	194,339	987,339	350,000	443,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.287. Talk, Kaya tuzu, Kalsit ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY sıcaklık (°c)	% ₁₀₀ R	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	Boraks	72	353,75 ^b	33,588	23,750	51,978	655,522	330,000	377,500
	Kalsit	72	480,50 ^c	36,062	25,500	156,492	804,508	455,000	506,000
	Kaya tuzu	72	235,76 ^d	20,138	14,240	54,824	416,696	221,520	250,000
	Talk	72	380,50 ^b	14,849	10,500	247,085	513,915	370,000	391,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.288. Kalsit, Kaya tuzu, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY sıcaklık (°C)	% ₁₀₀ R	72	652,57 ^a	18,993	13,430	481,926	823,214	639,140	666,000
	Boraks	72	237,50 ^c	24,749	17,500	15,141	459,859	220,000	255,000
	Kalsit	72	450,00 ^b	56,569	40,000	58,248	958,248	410,000	490,000
	Kaya tuzu	72	203,07 ^c	9,291	6,570	119,590	286,550	196,500	209,640
	Talk	72	188,57 ^c	5,049	3,570	143,209	233,931	185,000	192,140

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.4. KHY Zamana Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.289, Çizelge 3.290, Çizelge 3.291, Çizelge 3.292,'de verilmiştir.

Çizelge 3.289. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ N ₀	72	64,33 ^{ab}	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	R ₉₇ N ₃	72	58,70 ^a	1,414	1,000	45,994	71,406	57,700	59,700
	R ₉₄ N ₆	72	67,00 ^b	3,536	2,500	35,235	98,766	64,500	69,500
	R ₉₁ N ₉	72	59,00 ^a	0,707	0,500	52,647	65,353	58,500	59,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.290. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ C ₀	72	64,33 ^a	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	R ₉₇ C ₃	72	69,75 ^{ab}	0,354	0,250	66,573	72,927	69,500	70,000
	R ₉₄ C ₆	72	65,00 ^a	4,243	3,000	26,881	103,119	62,000	68,000
	R ₉₁ C ₉	72	73,00 ^b	1,414	1,000	60,294	85,706	72,000	74,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.291. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ T ₀	72	64,33 ^a	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	R ₉₇ T ₃	72	71,75 ^b	3,182	2,250	43,161	100,339	69,500	74,000
	R ₉₄ T ₆	72	75,00 ^b	2,121	1,500	55,941	94,059	73,500	76,500
	R ₉₁ T ₉	72	70,25 ^b	0,354	0,250	67,073	73,427	70,000	70,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.292. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha			Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Boraks				N	Sapma	Hata	Alt Sınır		
KHY Zaman (dk.)	R ₁₀₀ B ₀	72	64,33 ^a	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	R ₉₇ B ₃	72	68,25 ^b	1,061	0,750	58,720	77,780	67,500	69,000
	R ₉₄ B ₆	72	71,50 ^c	0,000	0,000	71,500	71,500	71,500	71,500
	R ₉₁ B ₉	72	58,50 ^d	0,707	0,500	52,147	64,853	58,000	59,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KHY zamanına ait sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.293, Çizelge 3.294, Çizelge 3.295'de verilmiştir.

Çizelge 3.293. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY zaman (dk)	% ₁₀₀ R	72	64,33 ^a	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	Boraks	72	68,25 ^{ab}	1,061	0,750	58,720	77,780	67,500	69,000
	Kalsit	72	69,75 ^b	0,354	0,250	66,573	72,927	69,500	70,000
	Kaya tuzu	72	58,70 ^c	1,414	1,000	45,994	71,406	57,700	59,700
	Talk	72	71,75 ^b	3,182	2,250	43,161	100,339	69,500	74,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.294. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY zamanı (dk)	% ₁₀₀ R	72	64,33 ^a	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	Boraks	72	71,50 ^{ab}	0,000	0,000	71,500	71,500	71,500	71,500
	Kalsit	72	65,00 ^a	4,243	3,000	26,881	103,119	62,000	68,000
	Kaya tuzu	72	67,00 ^a	3,536	2,500	35,235	98,766	64,500	69,500
	Talk	72	75,00 ^b	2,121	1,500	55,941	94,059	73,500	76,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.295. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zamanına (dk) ait yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY zaman (dk)	% ₁₀₀ R	72	64,33 ^a	0,948	0,670	55,817	72,843	63,660	65,000
	Boraks	72	58,50 ^d	0,707	0,500	52,147	64,853	58,000	59,000
	Kalsit	72	73,00 ^b	1,414	1,000	60,294	85,706	72,000	74,000
	Kaya tuzu	72	59,00 ^d	0,707	0,500	52,647	65,353	58,500	59,500
	Talk	72	70,25 ^c	0,354	0,250	67,073	73,427	70,000	70,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.5. AKY Işık Yoğunluğuna (lüx) Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait sonuçlarının istatistikî verileri Çizelge 3.296, Çizelge 3.297, Çizelge 3.298, Çizelge 3.299'da verilmiştir.

Çizelge 3.296. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	R ₁₀₀ N ₀	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	R ₉₇ N ₃	72	284,91 ^b	2,708	1,915	260,583	309,247	283,000	286,830
	R ₉₄ N ₆	72	281,91 ^b	1,648	1,165	267,112	296,718	280,750	283,080
	R ₉₁ N ₉	72	281,33 ^b	1,061	0,750	271,800	290,860	280,580	282,080

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.297. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüks)	R ₁₀₀ C ₀	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	R ₉₇ C ₃	72	254,40 ^b	2,687	1,900	230,258	278,542	252,500	256,300
	R ₉₄ C ₆	72	269,71 ^{bc}	4,186	2,960	232,100	307,320	266,750	272,670
	R ₉₁ C ₉	72	276,08 ^c	10,486	7,415	181,869	370,302	268,670	283,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.298. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüks)	R ₁₀₀ T ₀	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	R ₉₇ T ₃	72	267,87 ^b	27,514	19,455	20,676	515,074	248,420	287,330
	R ₉₄ T ₆	72	263,00 ^b	6,958	4,920	200,486	325,515	258,080	267,920
	R ₉₁ T ₉	72	269,33 ^b	1,648	1,165	254,532	284,138	268,170	270,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.299. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	R ₁₀₀ B ₀	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	R ₉₇ B ₃	72	251,04 ^b	9,723	6,875	163,690	338,400	244,170	257,920
	R ₉₄ B ₆	72	241,62 ^b	7,361	5,205	175,489	307,761	236,420	246,830
	R ₉₁ B ₉	72	239,04 ^b	2,531	1,790	216,296	261,784	237,250	240,830

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının AKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.300, Çizelge 3.301, Çizelge 3.302'de verilmiştir.

Çizelge 3.300. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	Boraks	72	251,04 ^b	9,723	6,875	163,690	338,400	244,170	257,920
	Kalsit	72	254,40 ^b	2,687	1,900	230,258	278,542	252,500	256,300
	Kaya tuzu	72	284,91 ^{ab}	2,708	1,915	260,583	309,247	283,000	286,830
	Talk	72	267,87 ^b	27,514	19,455	20,676	515,074	248,420	287,330

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.301. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	Boraks	72	241,62 ^b	7,361	5,205	175,489	307,761	236,420	246,830
	Kalsit	72	269,71 ^{cd}	4,186	2,960	232,100	307,320	266,750	272,670
	Kaya tuzu	72	281,91 ^d	1,648	1,165	267,112	296,718	280,750	283,080
	Talk	72	263,00 ^c	6,958	4,920	200,486	325,515	258,080	267,920

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.302. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
AKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	309,00 ^a	2,828	2,000	283,588	334,412	307,000	311,000
	Boraks	72	239,04 ^a	2,531	1,790	216,296	261,784	237,250	240,830
	Kalsit	72	276,08 ^b	10,486	7,415	181,869	370,302	268,670	283,500
	Kaya tuzu	72	281,33 ^b	1,061	0,750	271,800	290,860	280,580	282,080
	Talk	72	269,33 ^b	1,648	1,165	254,532	284,138	268,170	270,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.6. KKY Işık Yoğunluğuna (lüks) Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.303, Çizelge 3.304, Çizelge 3.305, Çizelge 3.306'da verilmiştir.

Çizelge 3.303. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ N ₀	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	R ₉₇ N ₃	72	154,36 ^b	15,790	11,165	12,500	296,230	143,200	165,530
	R ₉₄ N ₆	72	228,21 ^c	23,738	16,785	14,941	441,489	211,430	245,000
	R ₉₁ N ₉	72	201,26 ^{bc}	9,108	6,440	119,432	283,088	194,820	207,700

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.304. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ C ₀	72	302,42 ^a	24,862	17,580	79,045	525,795	284,840	320,000
	R ₉₇ C ₃	72	266,81 ^a	3,267	2,310	237,459	296,161	264,500	269,120
	R ₉₄ C ₆	72	274,31 ^a	8,492	6,005	198,014	350,616	268,310	280,320
	R ₉₁ C ₉	72	284,71 ^a	7,241	5,120	219,654	349,766	279,590	289,830

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.305. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	R ₁₀₀ T ₀	72	302,42 ^a	24,862	17,580	79,045	525,795	284,840	320,000
	R ₉₇ T ₃	72	265,44 ^a	9,511	6,725	179,996	350,894	258,720	272,170
	R ₉₄ T ₆	72	270,38 ^a	5,063	3,580	224,892	315,868	266,800	273,960
	R ₉₁ T ₉	72	265,15 ^a	19,219	13,590	92,473	437,827	251,560	278,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.306. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüks)	R ₁₀₀ B ₀	72	302,42 ^a	24,862	17,580	79,045	525,795	284,840	320,000
	R ₉₇ B ₃	72	281,75 ^a	3,889	2,750	246,808	316,692	279,000	284,500
	R ₉₄ B ₆	72	285,68 ^a	0,877	0,620	277,802	293,558	285,060	286,300
	R ₉₁ B ₉	72	271,04 ^a	20,386	14,415	87,885	454,205	256,630	285,460

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.307, Çizelge 3.308, Çizelge 3.309'da verilmiştir.

Çizelge 3.307. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	302,42 ^a	24,862	17,580	79,045	525,795	284,840	320,000
	Boraks	72	281,75 ^{ab}	3,889	2,750	246,808	316,692	279,000	284,500
	Kalsit	72	266,81 ^b	3,267	2,310	237,459	296,161	264,500	269,120
	Kaya tuzu	72	264,04 ^b	8,040	5,685	191,810	336,280	258,360	269,730
	Talk	72	265,44 ^b	9,511	6,725	179,996	350,894	258,720	272,170

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.308. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	302,42 ^a	24,862	17,580	79,045	525,795	284,840	320,000
	Boraks	72	285,68 ^a	0,877	0,620	277,802	293,558	285,060	286,300
	Kalsit	72	274,31 ^a	8,492	6,005	198,014	350,616	268,310	280,320
	Kaya tuzu	72	270,98 ^a	14,319	10,125	142,335	399,635	260,860	281,110
	Talk	72	270,38 ^a	5,063	3,580	224,892	315,868	266,800	273,960

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.309. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğuna (lüx) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KKY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	302,42 ^a	24,862	17,580	79,045	525,795	284,840	320,000
	Boraks	72	271,04 ^a	20,386	14,415	87,885	454,205	256,630	285,460
	Kalsit	72	279,59 ^a	0,000	0,000	279,590	279,590	279,590	279,590
	Kaya tuzu	72	272,77 ^a	0,035	0,025	272,457	273,093	272,750	272,800
	Talk	72	265,15 ^a	19,219	13,590	92,473	437,827	251,560	278,740

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.7. KHY Işık Yoğunluğuna (lüx) Ait Bulgular

Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüx) ait sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.310, Çizelge 3.311, Çizelge 3.312, Çizelge 3.313'da verilmiştir.

Çizelge 3.310. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kaya tuzu				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüks)	R ₁₀₀ N ₀	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	R ₉₇ N ₃	72	154,36 ^b	15,790	11,165	12,500	296,230	143,200	165,530
	R ₉₄ N ₆	72	228,21 ^c	23,738	16,785	14,941	441,489	211,430	245,000
	R ₉₁ N ₉	72	201,26 ^{bc}	9,108	6,440	119,432	283,088	194,820	207,700

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.311. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüx)	R ₁₀₀ C ₀	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	R ₉₇ C ₃	72	271,00 ^a	8,485	6,000	194,763	347,237	265,000	277,000
	R ₉₄ C ₆	72	276,21 ^a	8,789	6,215	197,246	355,184	270,000	282,430
	R ₉₁ C ₉	72	283,50 ^a	10,607	7,500	188,204	378,797	276,000	291,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.312. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüx)	R ₁₀₀ T ₀	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	R ₉₇ T ₃	72	267,00 ^a	16,971	12,000	114,526	419,475	255,000	279,000
	R ₉₄ T ₆	72	265,50 ^a	3,536	2,500	233,735	297,266	263,000	268,000
	R ₉₁ T ₉	72	216,68 ^b	22,373	15,820	15,668	417,692	200,860	232,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.313. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüks)	R ₁₀₀ B ₀	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	R ₉₇ B ₃	72	281,16 ^a	8,252	5,835	207,024	355,306	275,330	287,000
	R ₉₄ B ₆	72	226,12 ^b	23,158	16,375	18,061	434,189	209,750	242,500
	R ₉₁ B ₉	72	250,00 ^{ab}	21,213	15,000	59,407	440,593	235,000	265,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrikada **Çizelge 2.8** üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.314, Çizelge 3.315, Çizelge 3.316'da verilmiştir.

Çizelge 3.314. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüks)	% ₁₀₀ R	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	Boraks	72	281,16 ^a	8,252	5,835	207,024	355,306	275,330	287,000
	Kalsit	72	271,00 ^a	8,485	6,000	194,763	347,237	265,000	277,000
	Kaya tuzu	72	154,36 ^b	15,790	11,165	12,500	296,230	143,200	165,530
	Talk	72	267,00 ^a	16,971	12,000	114,526	419,475	255,000	279,000

N: Örnek sayısı. Ort_x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.315. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
6%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüks)	% ₁₀₀ R	72	302,57 ^a	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	Boraks	72	226,12 ^b	23,158	16,375	18,061	434,189	209,750	242,500
	Kalsit	72	276,21 ^a	8,789	6,215	197,246	355,184	270,000	282,430
	Kaya tuzu	72	228,21 ^b	23,738	16,785	14,941	441,489	211,430	245,000
	Talk	72	265,50 ^{ab}	3,536	2,500	233,735	297,266	263,000	268,000

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.316. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY ışık yoğunluğuna (lüks) ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
9%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
KHY (Lüx)	% ₁₀₀ R	72	302,57 ^d	19,191	13,570	130,147	474,993	289,000	316,140
	Boraks	72	250,00 ^{bc}	21,213	15,000	59,407	440,593	235,000	265,000
	Kalsit	72	283,50 ^{cd}	10,607	7,500	188,204	378,797	276,000	291,000
	Kaya tuzu	72	201,26 ^a	9,108	6,440	119,432	283,088	194,820	207,700
	Talk	72	216,68 ^{ab}	22,373	15,820	15,668	417,692	200,860	232,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

3.1.2.3.8. Ağırlık Kaybına Ait Bulgular

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ağırlık kaybına ait sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.317, Çizelge 3.318, Çizelge 3.319, Çizelge 3.320'de verilmiştir.

Çizelge 3.317. Fabrikada üretilen Kaya tuzu katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha				Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]			
Kaya tuzu				N	Ort. ^x	Sapma	Hata		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ N ₀	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	R ₉₇ N ₃	72	95,35 ^b	0,071	0,050	94,715	95,985	95,300	95,400
	R ₉₄ N ₆	72	94,85 ^c	0,071	0,050	94,215	95,485	94,800	94,900
	R ₉₁ N ₉	72	93,30 ^d	0,283	0,200	90,759	95,841	93,100	93,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.318. Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Kalsit				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ C ₀	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	R ₉₇ C ₃	72	95,60 ^a	0,141	0,100	94,329	96,871	95,500	95,700
	R ₉₄ C ₆	72	94,10 ^b	0,424	0,300	90,288	97,912	93,800	94,400
	R ₉₁ C ₉	72	93,25 ^c	0,354	0,250	90,073	96,427	93,000	93,500

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.319. Fabrikada üretilen Talk katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minumum ^y	Maksimum ^z
Talk				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ T ₀	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	R ₉₇ T ₃	72	95,60 ^b	0,424	0,300	91,788	99,412	95,300	95,900
	R ₉₄ T ₆	72	94,85 ^c	0,071	0,050	94,215	95,485	94,800	94,900
	R ₉₁ T ₉	72	92,80 ^d	0,141	0,100	91,529	94,071	92,700	92,900

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maximum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c,d aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.320. Fabrikada üretilen Boraks pentahidrat katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçlarının istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
Boraks				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	R ₁₀₀ B ₀	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	R ₉₇ B ₃	72	95,75 ^a	0,212	0,150	93,844	97,656	95,600	95,900
	R ₉₄ B ₆	72	94,45 ^b	0,636	0,450	88,732	100,168	94,000	94,900
	R ₉₁ B ₉	72	91,15 ^c	0,212	0,150	89,244	93,056	91,000	91,300

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretimi gerçekleştirilen orta yoğunlukta lif levhalarının (MDF) yanma sonucu ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri Çizelge 3.321, Çizelge 3.322, Çizelge 3.323'de verilmiştir.

Çizelge 3.321. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3 inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı [*]		Minimum ^y	Maksimum ^z
3%				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	% ₁₀₀ R	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	Boraks	72	95,75 ^b	0,212	0,150	93,844	97,656	95,600	95,900
	Kalsit	72	95,60 ^b	0,141	0,100	94,329	96,871	95,500	95,700
	Kaya tuzu	72	95,35 ^b	0,071	0,050	94,715	95,985	95,300	95,400
	Talk	72	95,60 ^b	0,424	0,300	91,788	99,412	95,300	95,900

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değer. z: Maximum değer. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.322. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %6 inorganik mineral katkılı levhaların yanma sonucu ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minimum ^y	Maksimum ^z
				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	6%								
	% ₁₀₀ R	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	Boraks	72	94,48 ^b	0,714	0,505	88,068	100,902	93,980	94,990
	Kalsit	72	94,10 ^b	0,424	0,300	90,288	97,912	93,800	94,400
	Kaya tuzu	72	94,85 ^b	0,071	0,050	94,215	95,485	94,800	94,900
	Talk	72	94,85 ^b	0,071	0,050	94,215	95,485	94,800	94,900

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

Çizelge 3.323. Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %9 inorganik mineral katkılı levhaların yanma sonucu ağırlık kaybına ait yüzdelik sonuçların istatistikî verileri.

Levha		N	Ort. ^x	Std.	Std.	95% Güven Aralığı*		Minimum ^y	Maksimum ^z
				Sapma	Hata	Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağırlık Kaybı (%)	9%								
	% ₁₀₀ R	72	96,35 ^a	0,071	0,050	95,715	96,985	96,300	96,400
	Boraks	72	91,15 ^b	0,212	0,150	89,244	93,056	91,000	91,300
	Kalsit	72	93,25 ^c	0,354	0,250	90,073	96,427	93,000	93,500
	Kaya tuzu	72	93,30 ^c	0,283	0,200	90,759	95,841	93,100	93,500
	Talk	72	92,80 ^c	0,141	0,100	91,529	94,071	92,700	92,900

N: Örnek sayısı. x: Örneklerin ortalama değeri. y: Minimum değeri. z: Maksimum değeri. * 95% güven aralığı ortalama için ANOVA. a,b,c aynı harf olan değerler anlamlı olarak farklı değildir (Duncan's test).

İnorganik dolgu minerallerinin Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat katkılı ve katkısız karışım oranlarında Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak fabrika ortamında MDF (orta yoğunlukta lif levha) üretilmiştir. Bu yanma testinde AKY, AKY lüx, KKY, KKY lüx, KHY, KHY lüx, İYB sıcaklığı, İYB zamanı, İYB lüx, TY sıcaklığı, TY zamanı, TY lüx, KHYS ve Ağırlık kaybı verileri aşağıdaki Çizelge 3.324'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.324. Fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yanma testleri.

Fabrika Ortamında Üretilen Levhaların Yanma Testi														
Levha	AKY ORT.		KKY ORT.		KHY ORT		İYB ORT			TY			KHYS	Ağırlık Kaybı
	Sıcaklık (°C)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	Zaman (sn)	(Lüx)	Sıcaklık (°C)	Zaman (sn)	(Lüx)	Dakika (dk)	(g)
%100 R	560,21	309,00	662,58	302,42	652,57	302,57	654,00	150,00	321,00	614,00	540,00	301,00	64,33	96,4%
R97N3	553,29	284,92	570,68	264,05	251,83	154,37	560,00	210,00	251,00	133,50	780,00	180,00	68,50	95,3%
R94N6	550,17	281,92	566,11	270,98	235,76	228,21	394,00	465,00	240,50	194,50	720,00	234,50	64,00	94,9%
R91N9	547,54	281,33	556,56	272,78	203,05	201,26	201,50	495,00	175,50	155,00	720,00	218,00	59,00	93,3%
R97C3	551,17	254,42	652,31	266,81	490,00	271,00	700,00	270,00	268,00	490,00	525,00	271,00	73,00	95,6%
R94 C6	545,13	269,71	624,66	274,31	480,50	276,21	618,00	240,00	277,50	457,50	645,00	276,50	69,75	94,1%
R91C9	541,88	276,08	609,57	284,71	465,00	283,50	586,00	180,00	284,50	450,00	630,00	283,50	65,25	93,3%
R97T3	537,88	267,88	609,28	265,45	396,50	267,00	583,00	435,00	266,00	396,50	645,00	267,00	70,75	95,6%
R94 T6	513,96	263,00	584,93	270,38	380,50	265,50	591,00	360,00	277,00	370,50	780,00	260,50	72,50	94,8%
R91T9	470,08	269,33	493,12	265,15	188,57	216,68	365,00	435,00	253,50	127,50	765,00	172,00	75,25	92,8%
R97B3	491,92	251,04	634,89	281,75	400,58	281,17	603,50	315,00	286,00	348,00	765,00	281,50	71,75	95,7%
R94B6	434,04	241,63	559,93	285,68	353,75	226,13	575,50	240,00	287,50	320,00	540,00	228,00	67,00	94,5%
R91B9	428,92	239,04	450,47	271,04	237,50	250,00	365,00	260,50	260,50	237,50	465,00	250,00	58,75	91,1%

3.1.3. Korozyon Deneyine Ait Bulgular

Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk inorganik minerallerinin %3, %6, %9'luk oranlarında AISI 304, AISI 316, ST-37 çeliklerine korozyon etkisinin araştırılması yapılmıştır.

3.1.3.1. Numunelerin Bileşimi

AISI 304, AISI 316, ST-37 çeliklerinin kimyasal yapısı Çizelge 3.325, Çizelge 3.326, Çizelge 3.327'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.325. AISI 304 çeliklerinin kimyasal yapısı.

AISI 304										
%C	%Mn	%Si	%S	%P	%Cr	%Ni	%Cu	%Mo	%Co	%N
0.0320	1.530	0.430	0.0250	0.0350	18.170	8.070	0.660	0.270	0.140	0.07800

Çizelge 3.326. AISI 316 çeliklerinin kimyasal yapısı.

AISI 316										
%C	%Mn	%Si	%S	%P	%Ni	%Cr	%Mo	%Cu	%N	%Co
0.021	1.26	0.44	0.026	0.035	10.10	16.29	2.10	0.60	0.058	0.22

Çizelge 3.327. AISI ST-37 çeliklerinin kimyasal yapısı.

ST-37									
%C	%Mn	%Si	%P	(%S)	%Ni	%Cr	%Mo	%Sn	%Fe
0.36	0.23	0.20	0.61	0.025	0.11	0.12	0.01	0.02	98.315

3.1.3.2. Boraks Pentahidrat Deney Sonuçları

Boraks pentahidrat'ın Çizelge 3.328'de kimyasal bileşimi gösterilmektedir. Boraks pentahidrat inorganik mineralin %3'luk çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.329 ve Şekil 3.1'de gösterilmektedir.

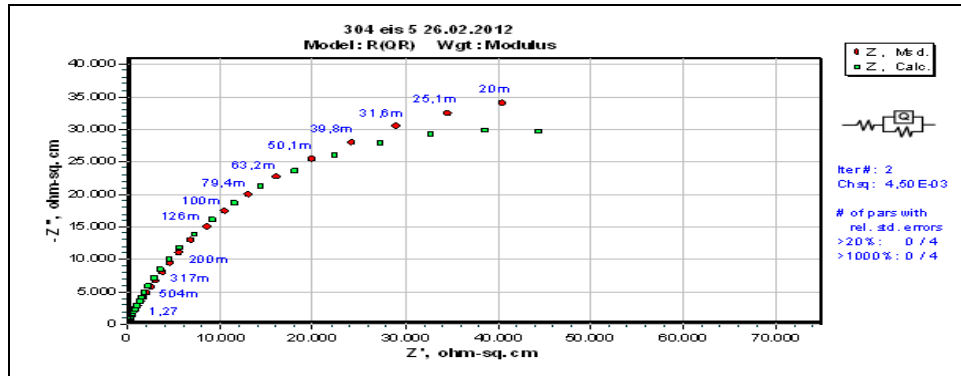
Çizelge 3.328. Boraks pentahidrat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) bileşimi.

İçerik	Birim	Değer
B_2O_3	%	47.76 min.
Na_2O	%	21.25 min.
SO_4	ppm	135 max.
Cl	ppm	70 max.
Fe	ppm	5 max.
Safiyet	%	99.90 min.
Suda çözünmeyenler	ppm	150 max

3.1.3.2.1. AISI 304 %3 Boraks Pentahidrat Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Çizelge 3.329. Boraks pentahidrat %3 ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri.

304 %3 Boraks pentahidrat	
Parameter	Value
R	10,5
Q-Yo	5,94E-05
Q-n	0,8
R	7,98E+04



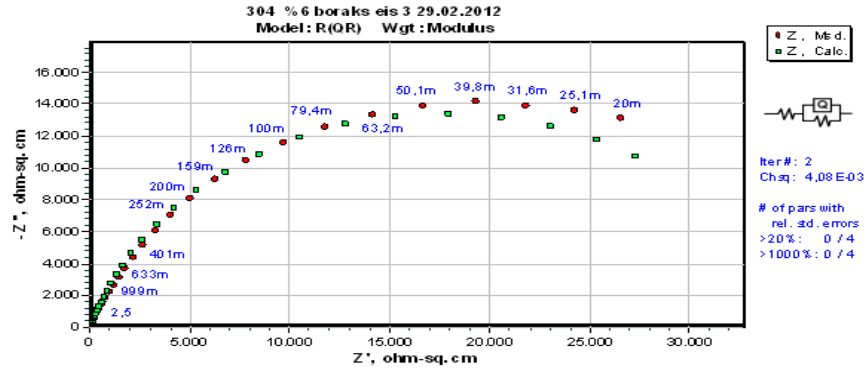
Şekil 3.1. Boraks pentahidrat %3'lük ortamda AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı.

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %6'lık çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.330, Şekil 3.2, Şekil 3.3'de gösterilmektedir.

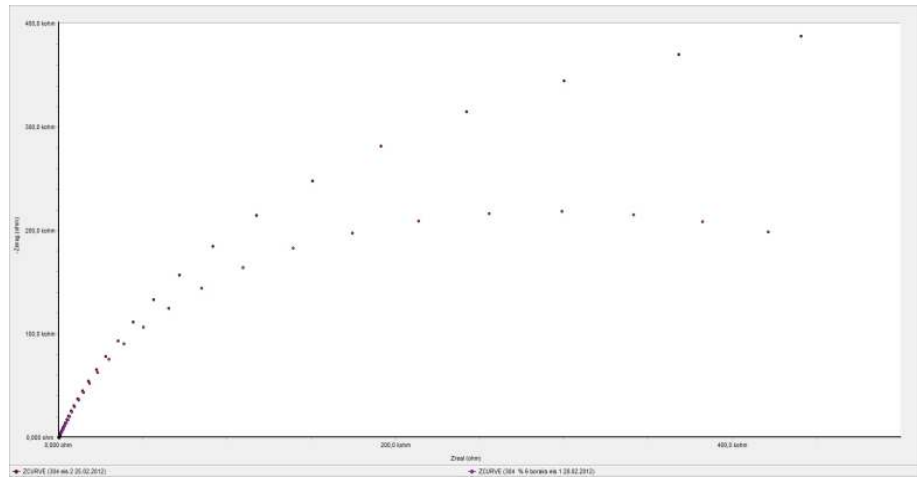
3.1.3.2.1.2. %6 Boraks Pentahidrat AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Çizelge 3.330. %6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

304 %6 Boraks pentahidrat	
Parameter	Start
R	626,4
Q-Yo	7,22E-05
Q-n	0,8
R	3,54E+04



Şekil 3.2. %6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.



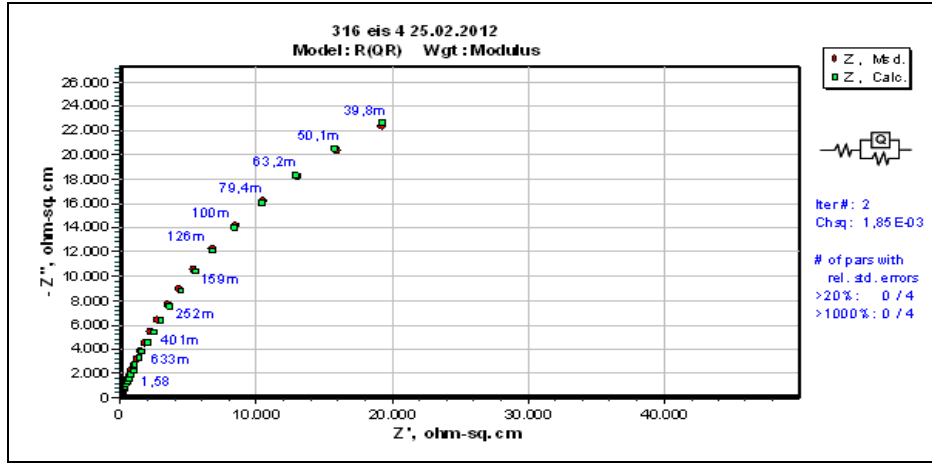
Şekil 3.3. Boraks pentahidrat'ın %3 ve %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramlarının birlikte gösterimi.

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %3'luk çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.331, Şekil 3.4'de gösterilmektedir.

3.1.3.2.1.3. %3 Boraks Pentahidrat AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Çizelge 3.331. %3 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

316 %3 Boraks pentahidrat	
Parameter	Value
R	10,15
Q-Yo	8,01E-05
Q-n	0,8
R	8,04E+04



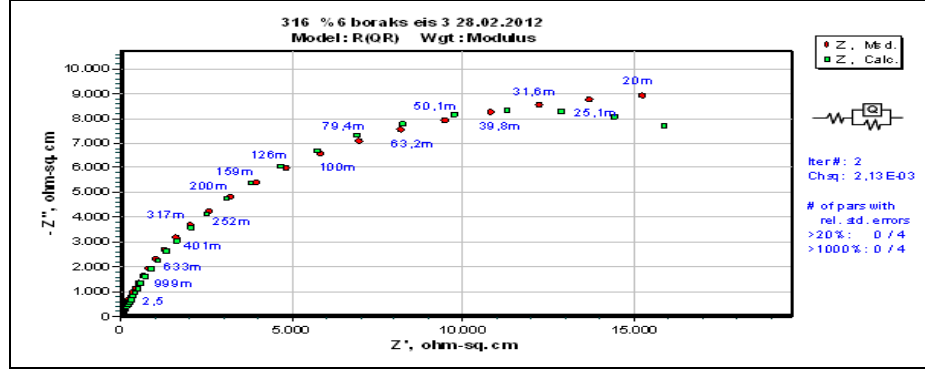
Şekil 3.4. %3 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.2.1.4. Boraks Pentahidrat'ın %6'lık AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Boraks pentahidrat inorganik mineralinin %6'lık çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.332, Şekil 3.5'de gösterilmektedir.

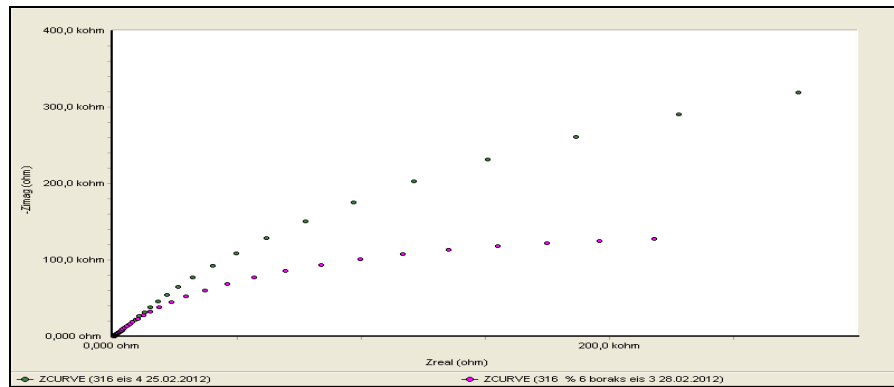
Çizelge 3.332. %6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

316 %6 Boraks pentahidrat	
Parameter	Value
R	4,879
Q-Yo	0,000132
Q-n	0,8
R	2,39E+04



Şekil 3.5. %6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Boraks pentahidrat inorganik mineralinin %3, %6'lık çözeltisinin AISI 316 ve AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Şekil 3.5. ve Şekil 3.6'da gösterilmektedir.



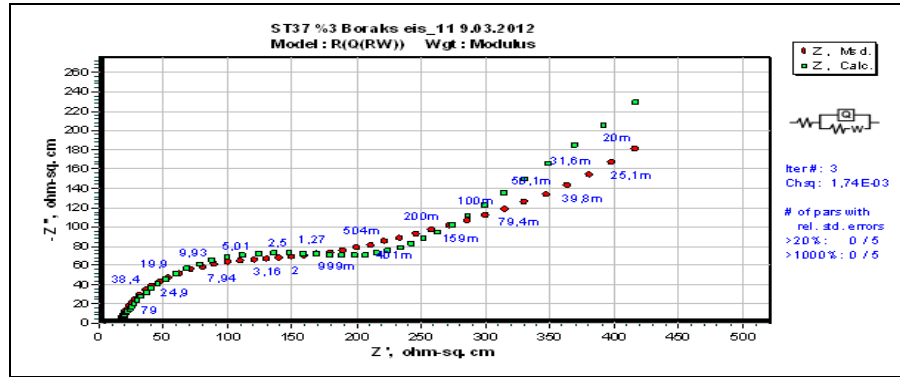
Şekil 3.6. %3 ve %6 Boraks pentahidrat ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.2.1.5. Boraks Pentahidrat'ın %3'lük AISI St-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Boraks pentahidrat inorganik mineralinin %3'lük çözeltisinin AISI St-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.333, Şekil 3.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.333. Boraks pentahidrat %3'lük ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS verileri.

St-37 %3 Boraks pentahidrat	
Parameter	Value
R	15,68
Q-Yo	0,0003749
Q-n	0,755
R	190,8
W	0,008807



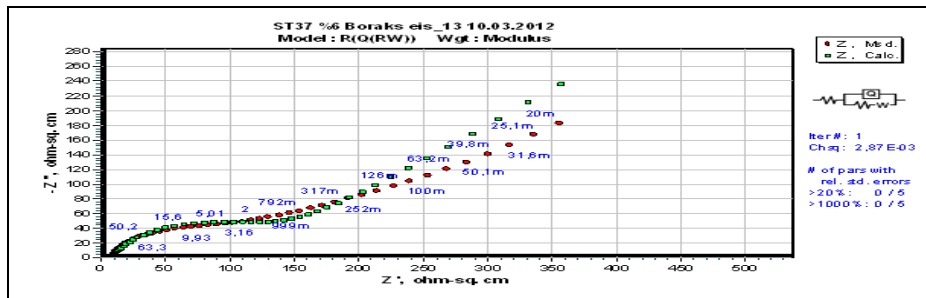
Şekil 3.7. Boraks pentahidrat'ın %3'lük ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.2.1.6. Boraks Pentahidrat'ın %6'luk AISI St-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %6'luk çözeltisinin AISI St-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.334, Şekil 3.8'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.334. Boraks pentahidrat'ın %6'lık ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS verileri.

St-37 %6 Boraks Pentahidrat	
Parameter	Value
R	7,847
Q-Yo	0,0342
Q-n	0,8
R	126,3
W	0,008444



Şekil 3.8. Boraks pentahidrat'ın %6'lık ortamında AISI St-37 metalin korozyon EIS diyagramı.

3.1.3.2.1.7. Boraks Pentahidrat'ın %9'luk AISI 304, AISI 316 Ve ST-37 Çeliğine Korozyon Etkisi

Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir.

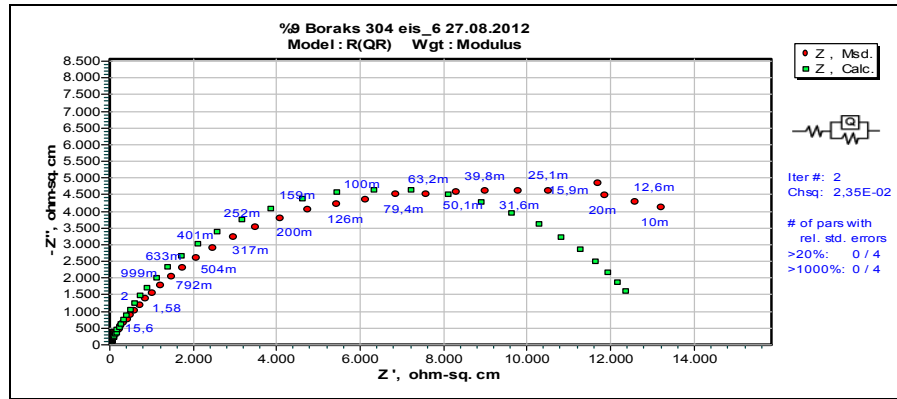
Deney Sonuçları

3.1.3.2.1.8. Boraks Pentahidrat'ın %9'luk AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.335, Şekil 3.9'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.335. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri.

AISI 304 %9 Boraks pentahidrat	
Parametre	Start
R	5.217
Q-Y _o	9.6E-5
Q-n	0.8
R	1.317E4



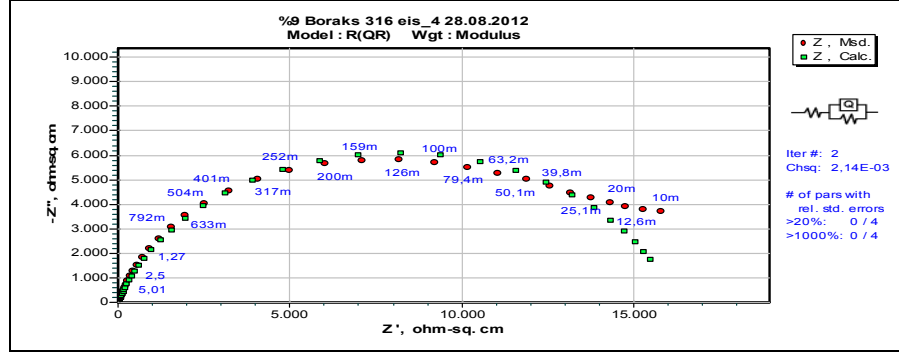
Şekil 3.9. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı.

3.1.3.2.1.9. Boraks Pentahidrat'ın %9'luk AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.336, Şekil 3.10'da gösterilmektedir.

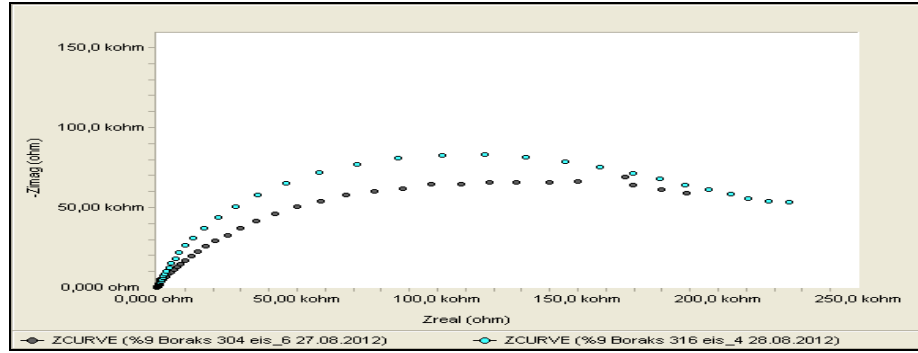
Çizelge 3.336. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 %9'luk Boraks pentahidrat	
Parametre	Start
R	5.718
Q-Y _o	7.371E-5
Q-n	0.82
R	1.62E5



Şekil 3.10. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 304 ve AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Şekil 3.11'de gösterilmektedir.



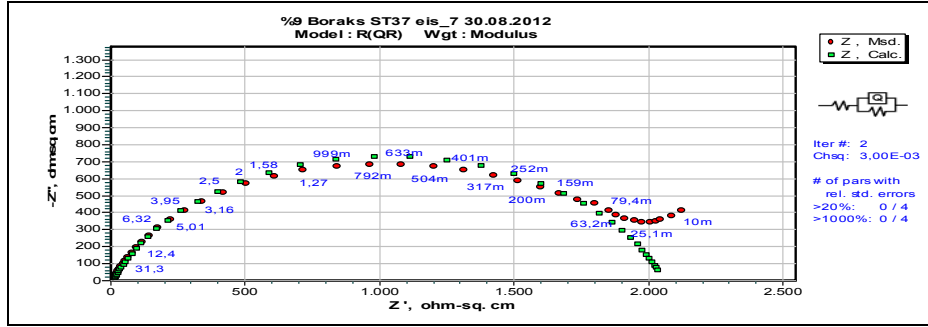
Şekil 3.11. Boraks pentahidrat'ın %9'luk AISI 316 ve 304 EIS verilerinin kıyaslanması.

3.1.3.2.1.10. Boraks Pentahidrat'ın %9'luk Elektrokimyasal AISI ST-37 Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Boraks pentahidrat inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 ve AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.337 ve Şekil 3.12'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.337. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

ST -37 %9'luk Boraks pentahidrat	
Parametre	Start
R	71.95
Q-Yo	0,0001473
Q-n	0,78
R	2052



Şekil 3.12. Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri ölçülmüştür. Yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Dolayısıyla 316>304>ST-37 şeklinde metallerin Boraks pentahidrat'ın %9'luk ortamında dayanıklı olduğu söylenebilir.

3.1.3.3. Kaya tuzu'nun AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğinin Korozyonuna Etkisi

Kaya tuzu'nun korozif etkisinin araştırılmasında MERCK K41182304 kodlu Kaya tuzu kullanılmıştır.

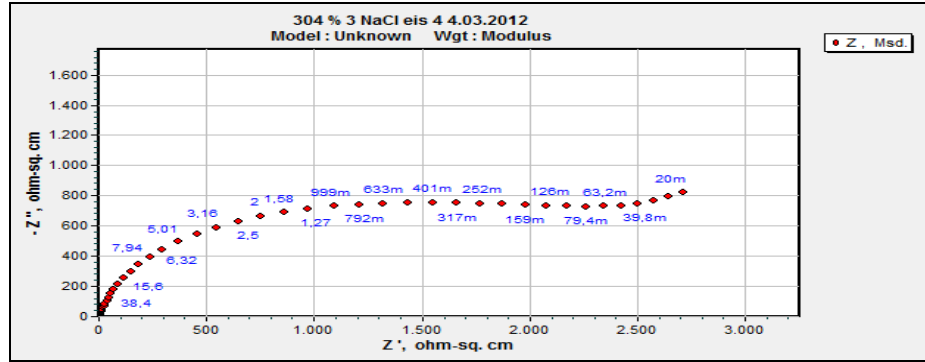
Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir.

3.1.3.3.1. Kaya tuzu'nun %3'lük AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

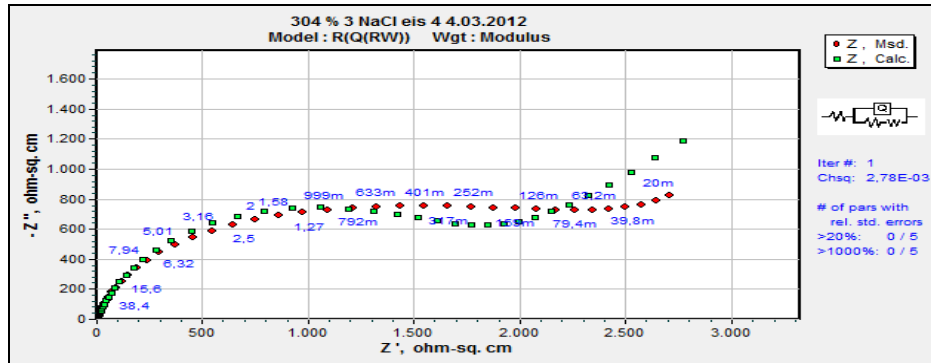
Kaya tuzu'nun inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.338, Şekil 3.13 ve Şekil 3.14'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.338. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri.

AISI 304 Kaya tuzu'nun %3	
Parameter	Start
R	2,41
Q-Yo	7,371E-5
Q-n	0,8
R	1740



Şekil 3.13. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı.



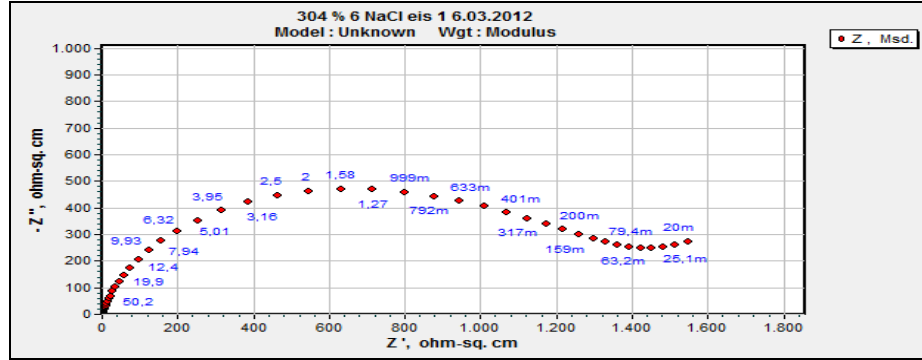
Şekil 3.14. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.3.2. Kaya tuzu'nun %6'lık AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

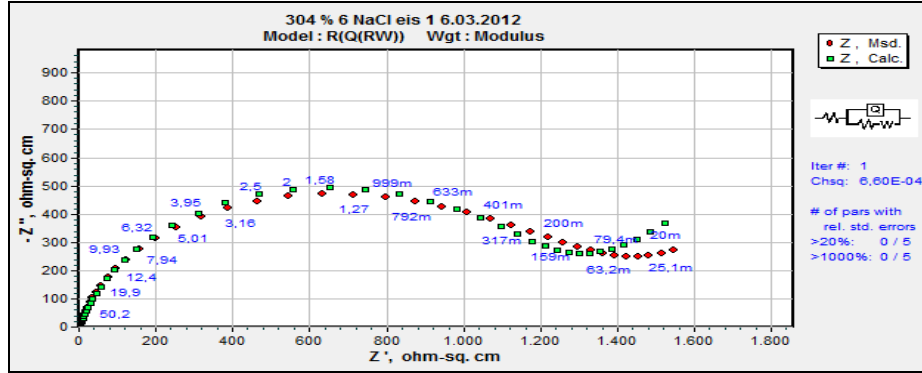
Kaya tuzu inorganik mineralin %6'lık çözeltinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.339, Şekil 3.15 ve Şekil 3.16.'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.339. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 Kaya tuzu %6	
Parameter	Start
R	1,291
Q-Yo	0,0001063
Q-n	0,8
R	1219



Şekil 3.15. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.



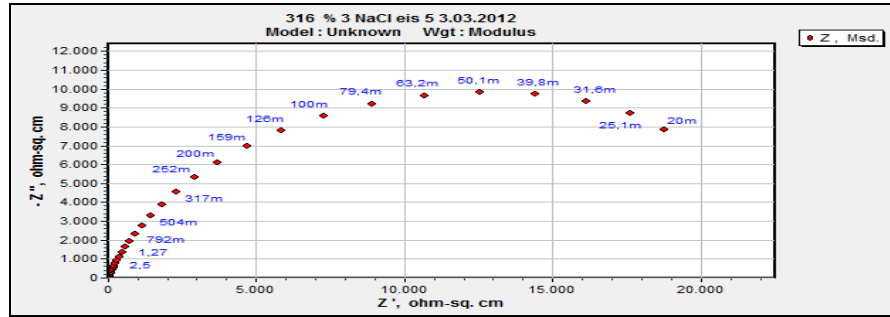
Şekil 3.16. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwın data eşleşmesi.

3.1.3.3.3. Kaya tuzu'nun %3'lük AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

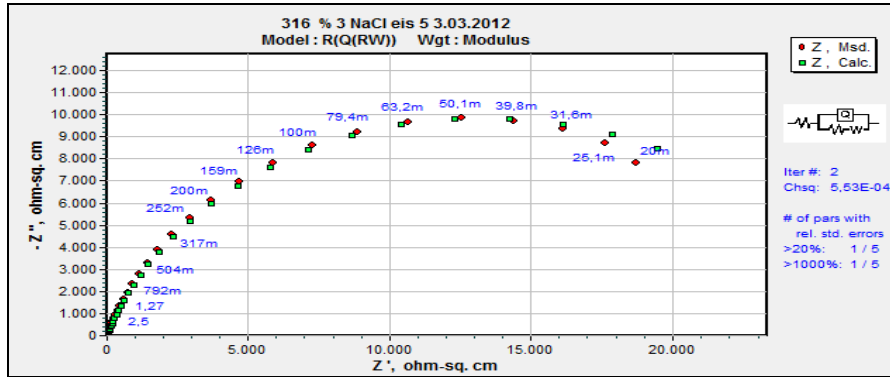
Kaya tuzu inorganik mineralin %3'lük çözeltinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.340, Şekil 3.17 ve Şekil 3.18'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.340. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Kaya tuzu %3	
Parameter	Value
R	2,514
Q-Yo	1,056E-6
Q-n	0,8
R	2,669E4



Şekil 3.17. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.



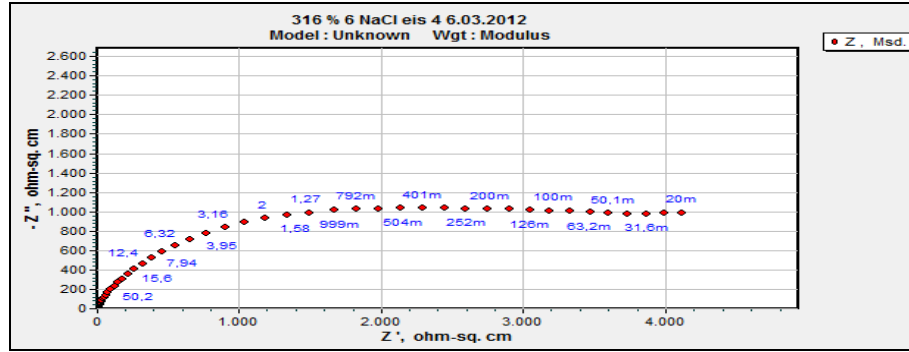
Şekil 3.18. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin veri eşleşmesi.

3.1.3.3.4. Kaya tuzu'nun %6'lık AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

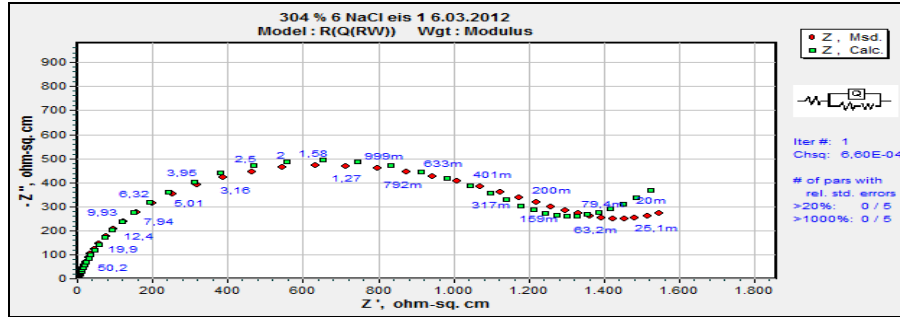
Kaya tuzu inorganik mineralin %6'lık çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.341, Şekil 3.19, Şekil 3.20.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.341. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS verileri.

AISI 316 Kaya tuzu%6	
Parameter	Start
R	1,113
Q-Yo	4,906E-5
Q-n	0,8
R	2556



Şekil 3.19. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS diyagramı.



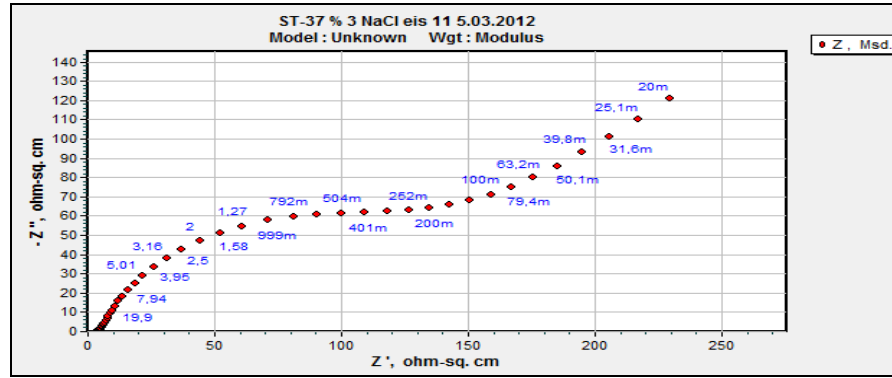
Şekil 3.20. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS diyagramı ve Z simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.3.5. Kaya tuzu'nun %3'lük AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

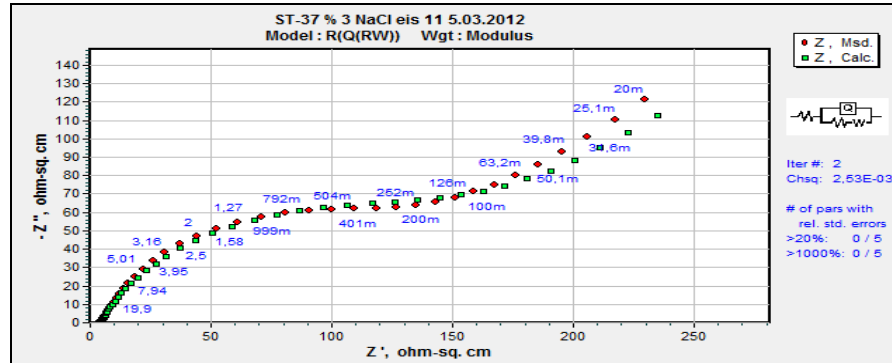
Kaya tuzu inorganik mineralin %3'lük çözeltinin ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.342, Şekil 3.21 ve Şekil 3.22.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.342. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS verileri.

St-37 Kaya tuzu %3	
Parameter	Value
R	10,53
Q-Yo	0,0008076
Q-n	0,7455
R	39,35
W	0,007804



Şekil 3.21. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı.



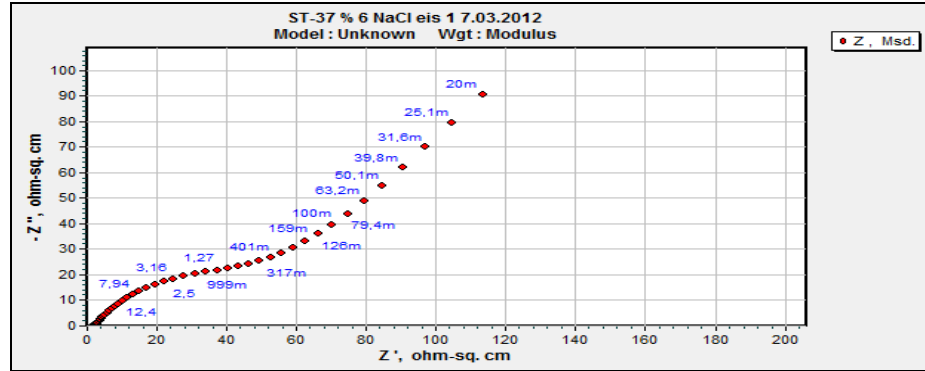
Şekil 3.22. Kaya tuzu'nun %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.3.6. Kaya tuzu'nun %6'lık AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

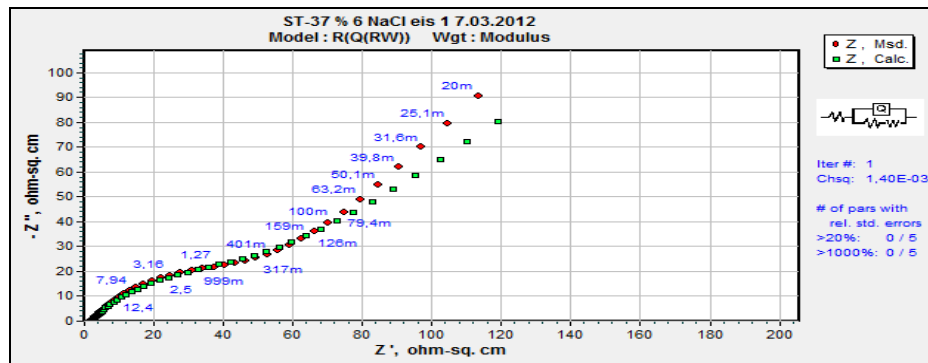
Kaya tuzu inorganik mineralin %6'lık çözeltinin ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.343, Şekil 3.23 ve Şekil 3.24.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.343. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri.

St-37 Kaya tuzu %6	
Parameter	Value
R	2,044
Q-Yo	0,004001
Q-n	0,8
R	5,772E4
W	0,02404



Şekil 3.23. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı.



Şekil 3.24. Kaya tuzu'nun %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.3.7. Kaya tuzu'nun %9'luk AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğinin Korozyonuna Etkisi

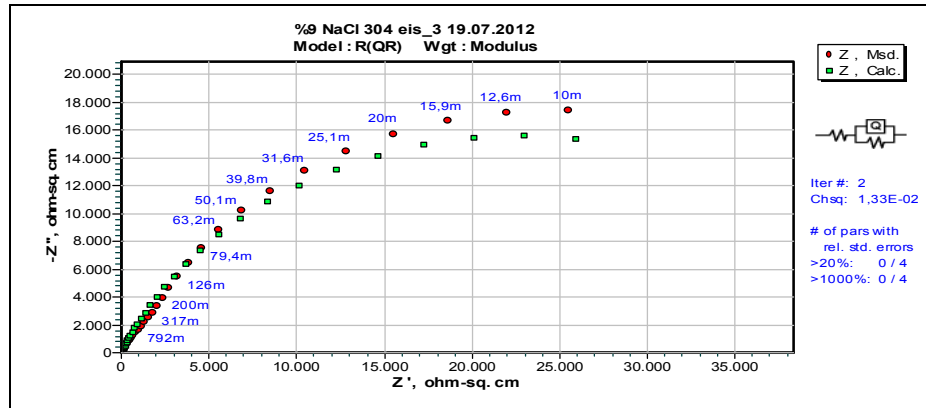
Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir.

3.1.3.3.7.1. Kaya tuzu'nun %9'luk AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kaya tuzu inorganik mineralin %9'luk çözeltinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.344 ve Şekil 3.25'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.344. Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyon EIS verileri.

AISI 304 Kaya tuzu %9	
Parameter	Start
R	1997
Q-Yo	0.0001504
Q-n	0.8
R	33050



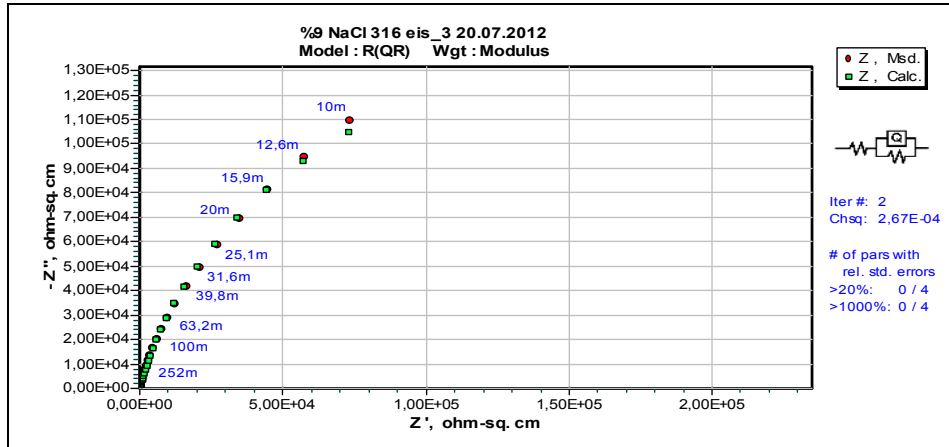
Şekil 3.25. Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.3.8. Kaya tuzu'nun %9'luk AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kaya tuzu inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.345, Şekil 3. 26 ve Şekil 3. 27'de gösterilmektedir.

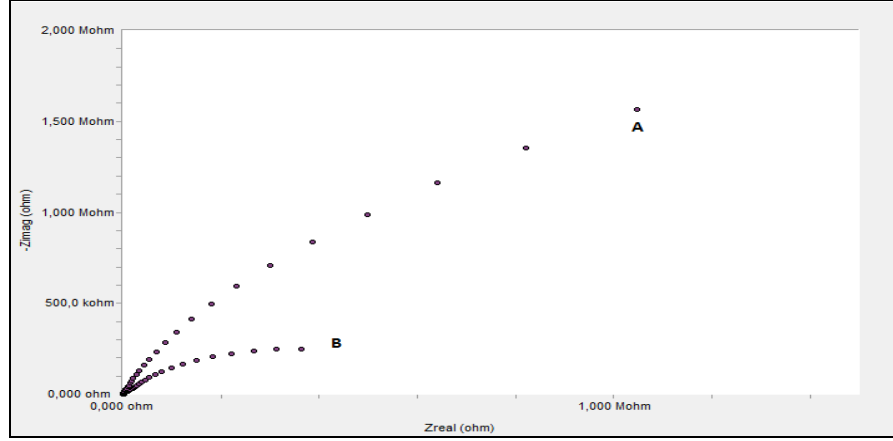
Çizelge 3.345. Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Kaya tuzu %9	
Parameter	Start
R	1235
Q-Yo	7.073E-5
Q-n	0.85
R	45580



Şekil 3. 26. Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Kaya tuzu inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 ve AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Şekil 3.27'de gösterilmektedir.



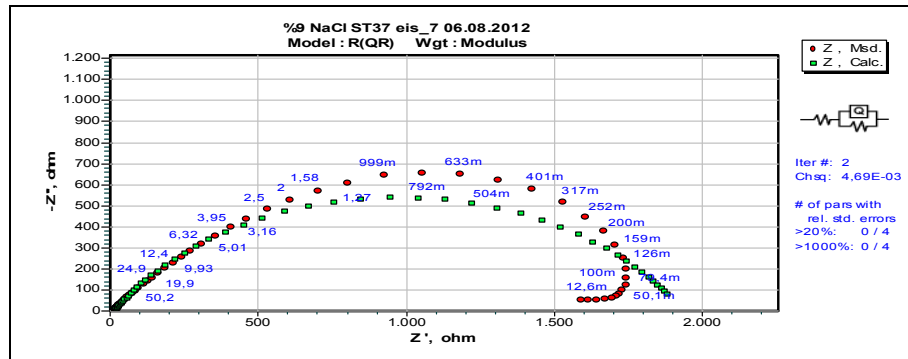
Şekil 3.27. (A) AISI 316 ve (B) AISI 304 EIS verilerinin kıyaslanması.

3.1.3.3.9. Kaya tuzu'nun %9'luk AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kaya tuzu inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 ve ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.346 ve Şekil 3.28'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.346. Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

ST- 37 Kaya tuzu %9	
Parameter	Start
R	131
Q-Yo	0.0001651
Q-n	0.652
R	1923



Şekil 3.28. Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri ölçülmüştür. Yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Dolayısıyla AISI 316> AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin Kaya tuzu'nun %9'luk ortamında dayanıklı olduğu söylenebilir.

3.1.3.4. Kalsit'in %3'lük ve Kalsit'in %6'lık AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğine Korozyonun Etkisi

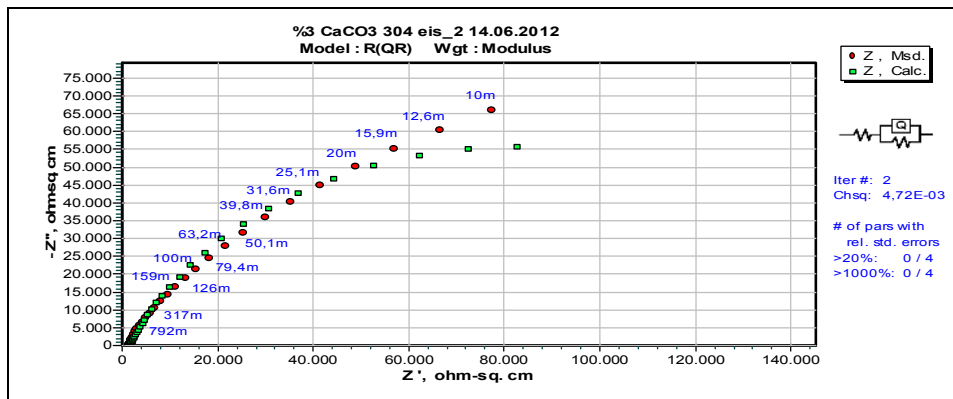
Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir..

3.1.3.4.1. Kalsit'in %3'lük AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.347 ve Şekil 3.29'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.347. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 Kalsit %3	
Parameter	Start
R	1573
Q-Yo	5.139E-5
Q-n	0.8
R	16250



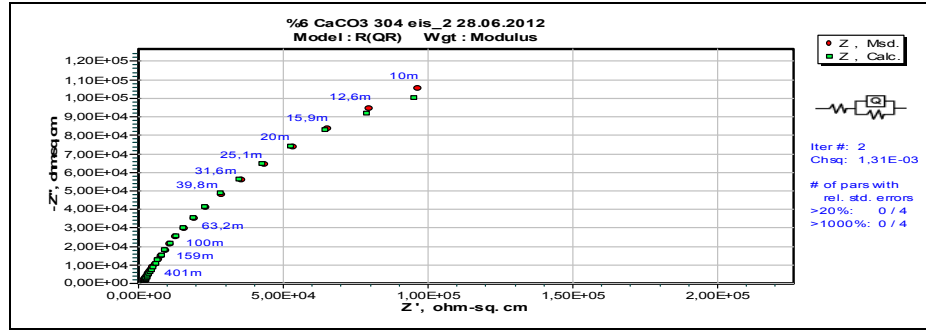
Şekil 3.29. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.4.2 Kalsit'in %6'lık AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %6'lık çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.348 ve Şekil 3.30'da gösterilmektedir.

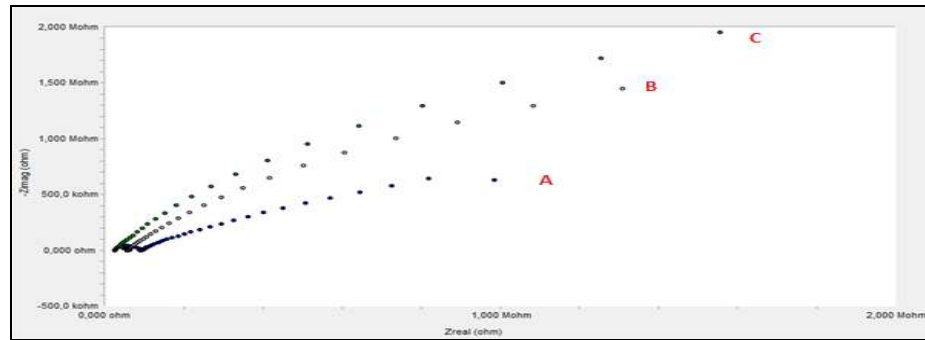
Çizelge 3.348. Kalsit'in %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 Kalsit %6	
Parameter	Start
R	1595
Q-Yo	4.982E-5
Q-n	0.8
R	32040

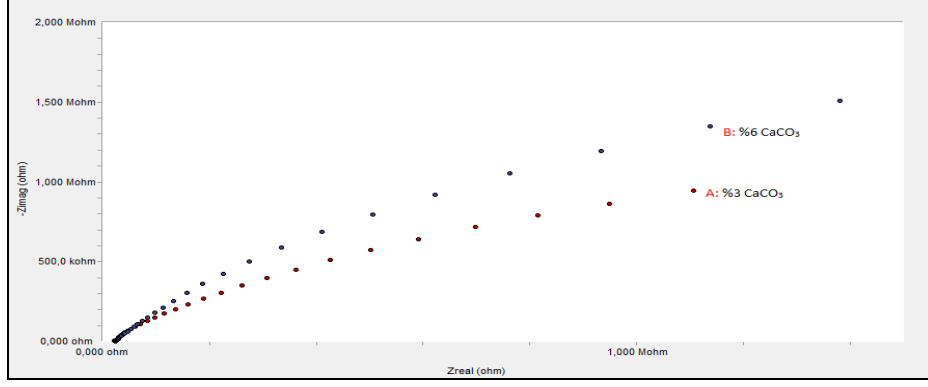


Şekil 3.30. Kalsit'in %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Kalsit inorganik mineralin %3, %6, %9'lık çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümlerinin kıyaslaması Şekil 3.31, Şekil 3.32'de gösterilmektedir.



Şekil 3.31. A: %3 Kalsit; B: %6 Kalsit; C: %9 Kalsit (AISI 304 numunesi) en çok korozif ortam (%3 Kalsit).



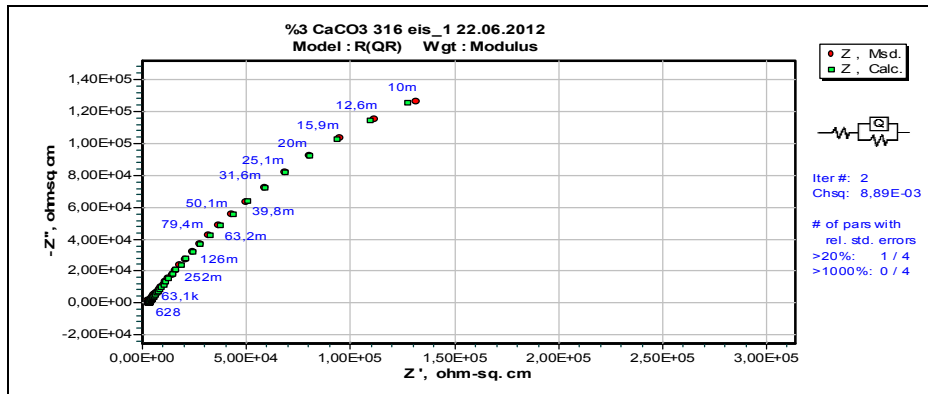
Şekil 3.32 A: %3 Kalsit; B: %6 Kalsit (AISI 304 numunesi).

3.1.3.4.3. Kalsit'in %3'lük AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.349 ve Şekil 3.33'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.349. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Kalsit %3	
Parameter	Start
R	3088
Q-Yo	2.932E-5
Q-n	0.8
R	19530



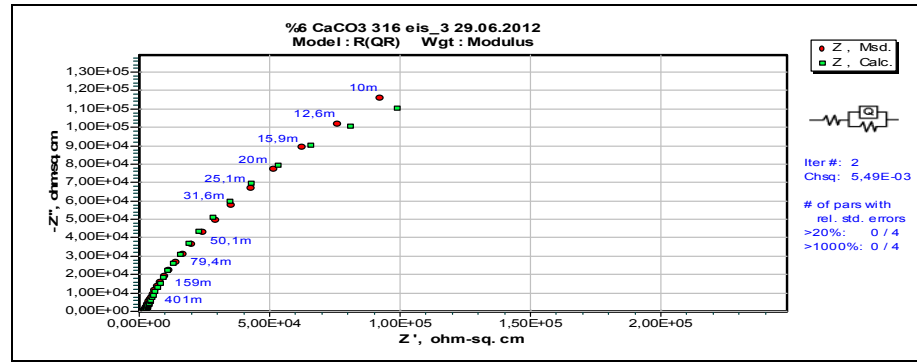
Şekil 3.33. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.4.4 Kalsit'in %6'lık AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %6'lık çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.350 ve Şekil 3.34'de gösterilmektedir.

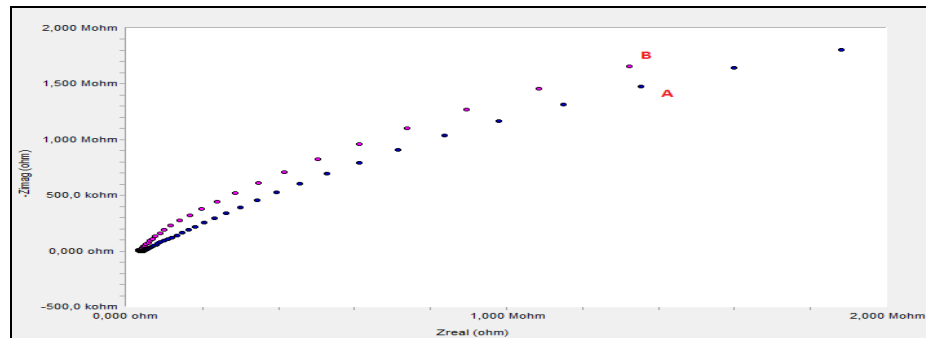
Çizelge 3.350. Kalsit'in %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Kalsit%6	
Parameter	Start
R	2352
Q-Yo	4.972E-5
Q-n	0.8
R	35020



Şekil 3.34. Kalsit'in %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Kalsit inorganik mineralin %3, %6'lık çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümlerinin karşılaştırması Şekil 3.35'de gösterilmektedir.



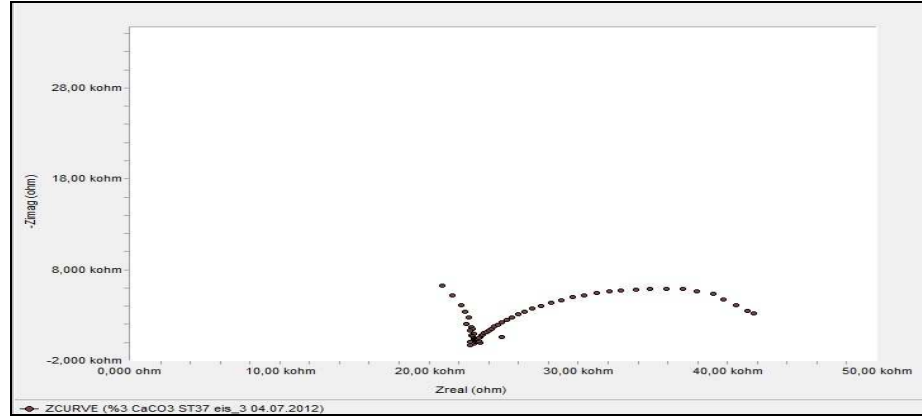
Şekil 3.35. A: %3 Kalsit; B: %6 Kalsit (AISI 316 numunesi).

3.1.3.4.5. Kalsit'in %3'lük AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

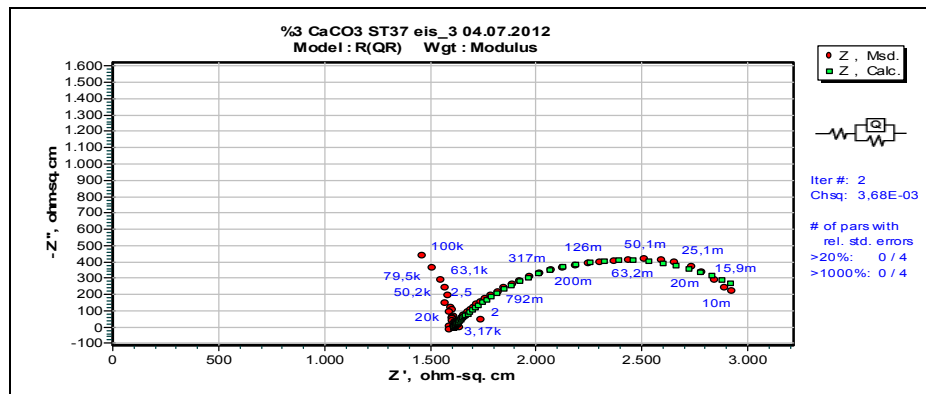
Kalsit inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.351, Şekil 3.36 ve Şekil 3.37'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.351. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri.

ST-37 Kalsit%3	
Parameter	Start
R	1610
Q-Yo	0.0009845
Q-n	0.8
R	1595



Şekil 3.36. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.



Şekil 3.37. Kalsit'in %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.

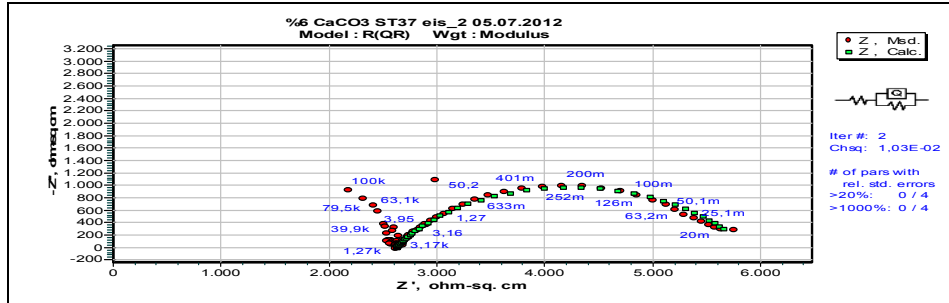
3.1.3.4.6 Kalsit'in %6'lık AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %6'lık çözeltisinin AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.352'de gösterilmektedir.

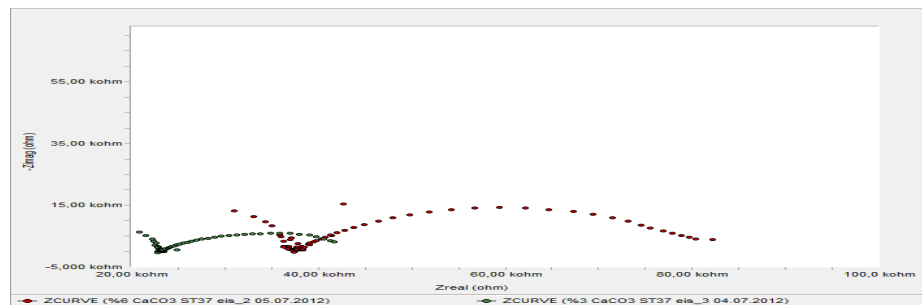
Çizelge 3.352. Kalsit'in %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri

ST-37 Kalsit %6	
Parameter	Start
R	2625
Q-Yo	0,0002414
Q-n	0.8
R	3227

Kalsit inorganik mineralin %3 ve %6'lık çözeltinin AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümlerinin karşılaştırması Şekil 3.38 ve Şekil 3.39'da gösterilmektedir.



Şekil 3.38. Kalsit'in %3'lük ve %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı karşılaştırılması.



Şekil 3.39. Kalsit'in %3'lük ve %6'lık oranlarının karşılaştırılması.

3.1.3.4.7 Kalsit'in %9'luk AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğine Korozyonun Etkisi

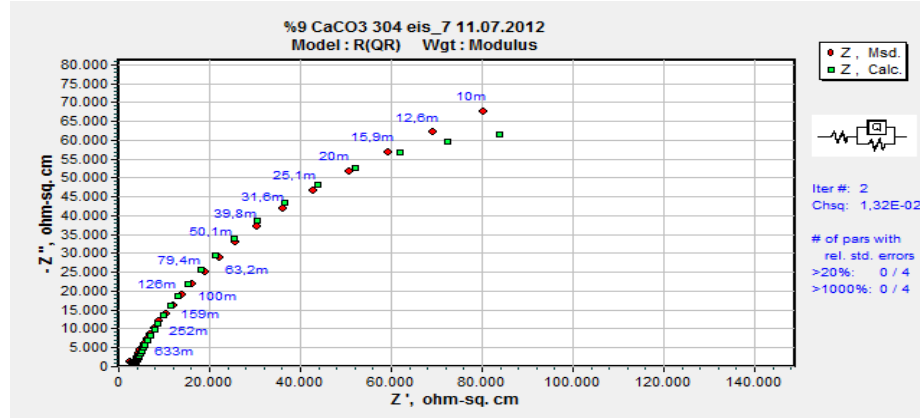
Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir.

3.8.4.8. Kalsit'in %9'luk AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.353 ve Şekil 3.40'da gösterilmektedir.

Çizelge 3. 353. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 %9 Kalsit	
Parameter	Start
R	1583
Q-Yo	5.377E-5
Q-n	0.8
R	181200



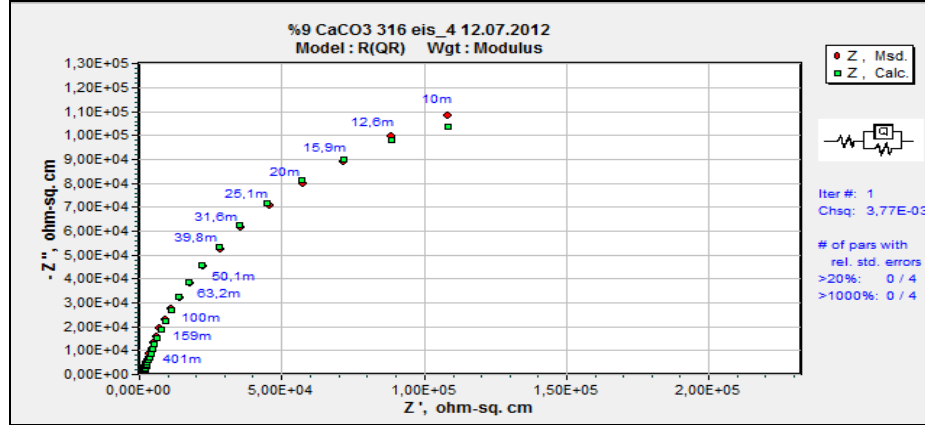
Şekil 3.40. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.

3.1.3.4.9. Kalsit'in %9'luk AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.354 ve Şekil 3.41'de gösterilmektedir

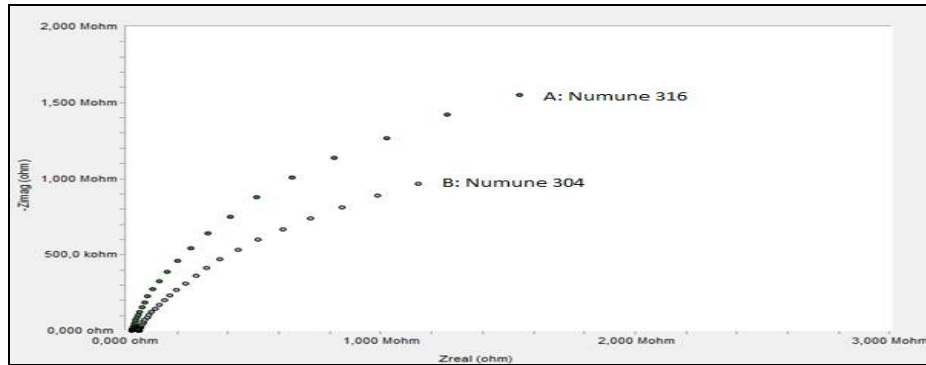
Çizelge 3.354. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Kalsit %9	
Parameter	Start
R	1428
Q-Yo	5.001E-5
Q-n	0.84
R	274000



Şekil 3.41. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Kalsit inorganik mineralin %9'luk çözeltinin AISI 304 ve AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümlerinin karşılaştırması Şekil 3.42'de gösterilmektedir.



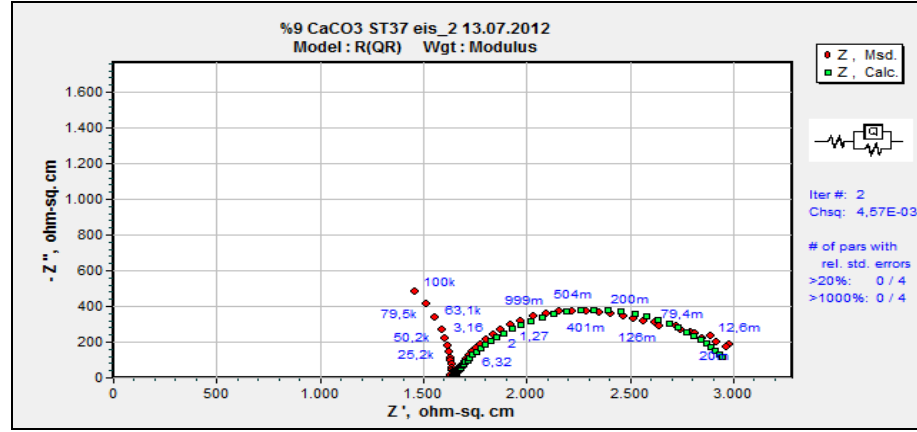
Şekil 3.42. Kalsit'in %9'luk AISI 316 ve AISI 304 EIS verilerinin kıyaslanması.

3.1.3.4.10. Kalsit'in %9'luk AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Kalsit inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.355 ve Şekil 3.43'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.355. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

ST -37 Kalsit %9	
Parameter	Start
R	1636
Q-Yo	4.721E-5
Q-n	0.84
R	1399



Şekil 3.43. Kalsit'in %9'luk ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Kalsit'in %9'luk ortamında AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. Korozyon hızı ST-37 baz alındığında 316 numunesi %60 daha dayanıklıdır. Aynı şekilde 304 numunesi de ST-37 ye göre %40 daha dayanıklıdır.

3.1.3.5. Talk'ın AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğine Korozyonun Etkisi

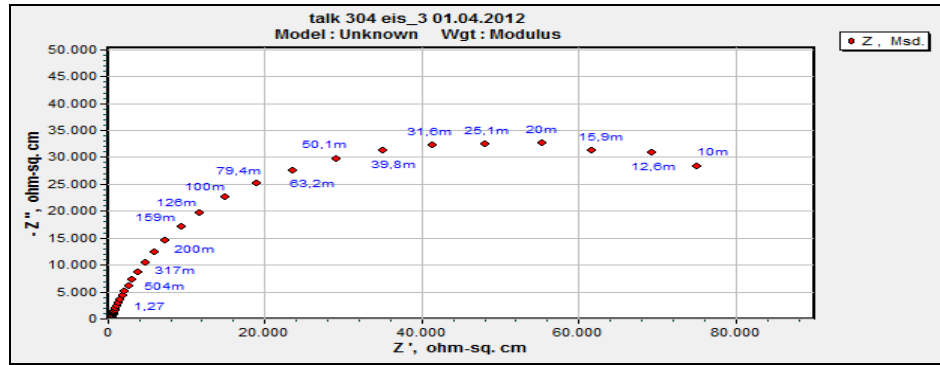
Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir.

3.1.3.5.1 Talk'ın %3'lük AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

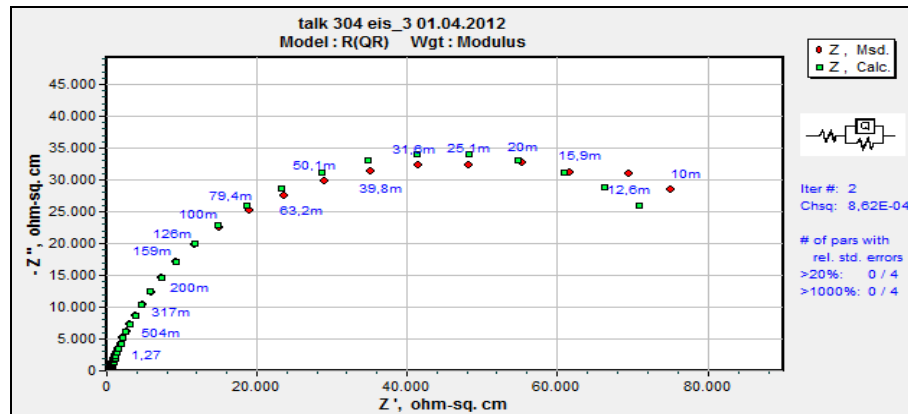
Talk inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.356, Şekil 3.44 ve Şekil 3.45'de açıklanmaktadır.

Çizelge 3.356. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 Talk %3	
Parameter	Start
R	495,3
Q-Yo	4,797E-5
Q-n	0,8
R	8,856E4



Şekil 3.44. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.



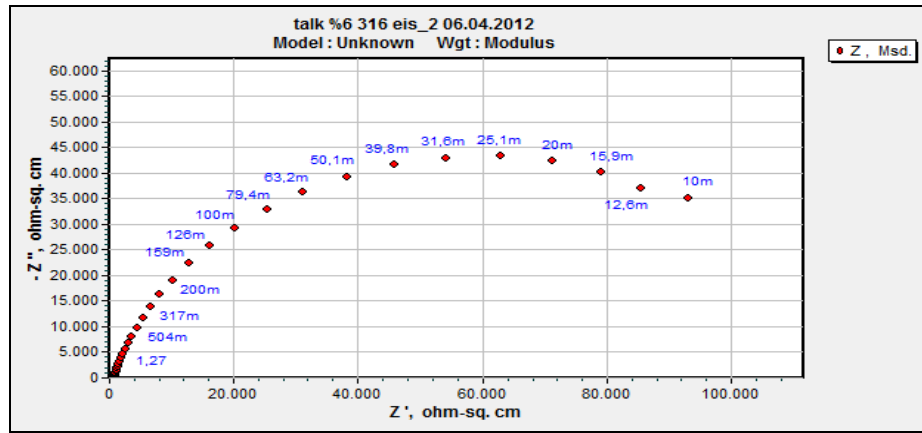
Şekil 3.45. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.5.2. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

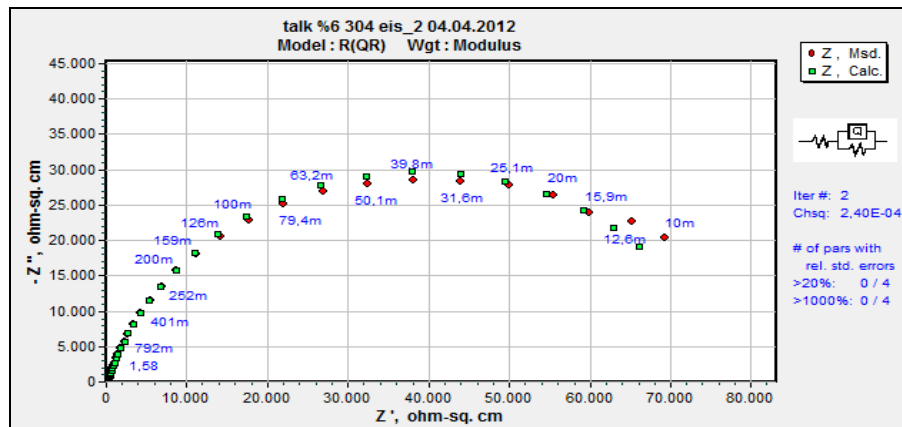
Talk inorganik mineralin %6'luk çözeltisinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.357, Şekil 3.46 ve Şekil 3.47'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.357. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 Talk %6	
Parameter	Start
R	213,1
Q-Yo	4,222E-5
Q-n	0,8
R	7,756E4



Şekil 3.46. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı.



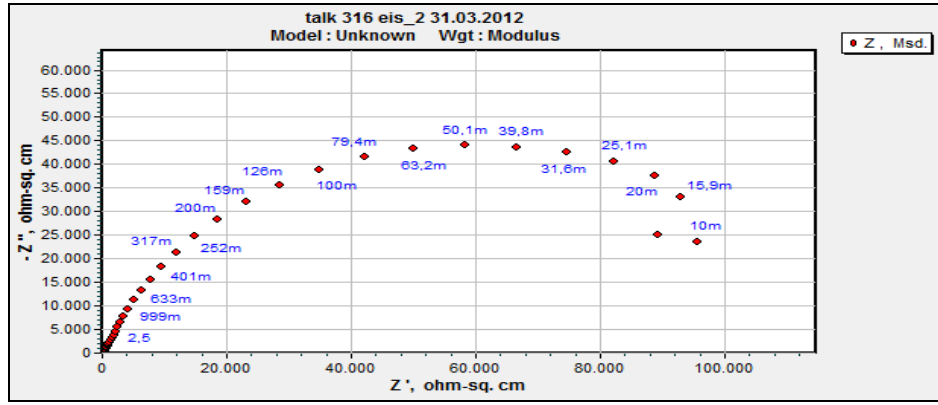
Şekil 3.47. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.5.3. Talk'ın %3'lük AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

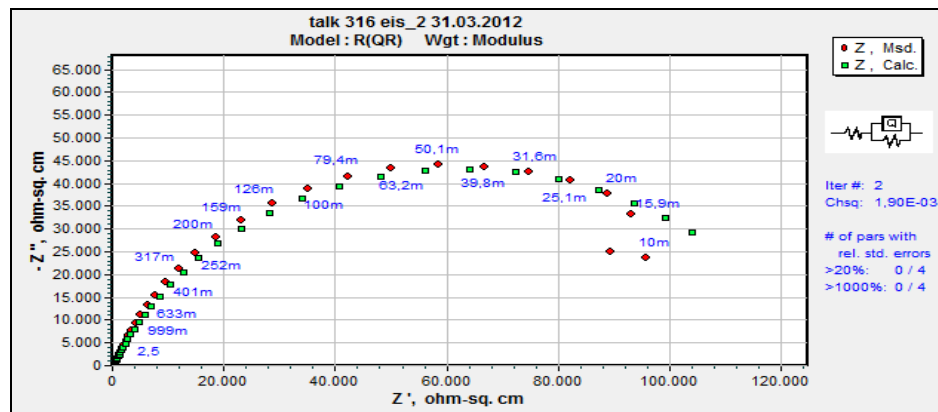
Talk inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.358, Şekil 3.48 ve Şekil 3.49'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.358. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Talk%3	
Parameter	Value
R	2,262E4
Q-Yo	2,247E-5
Q-n	0,8
R	1,254E5



Şekil 3.48. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.



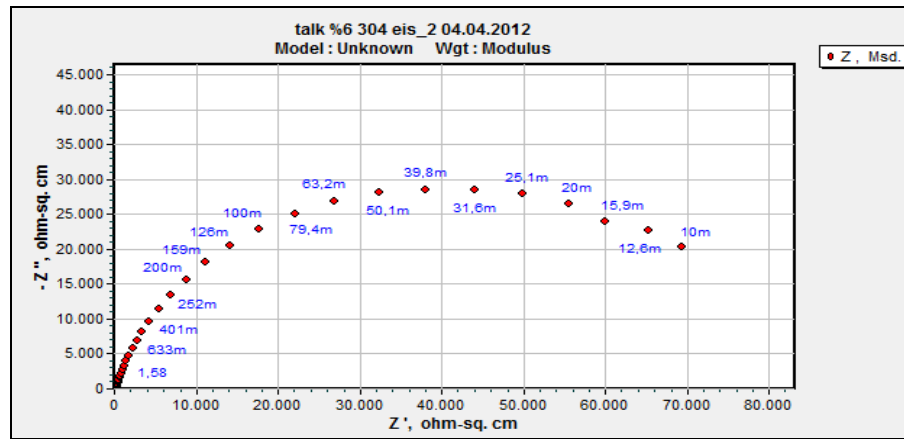
Şekil 3.49. Talk'ın %3'lük ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwin data eşleşmesi.

3.1.3.5.4. Talk'ın %6'lık AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

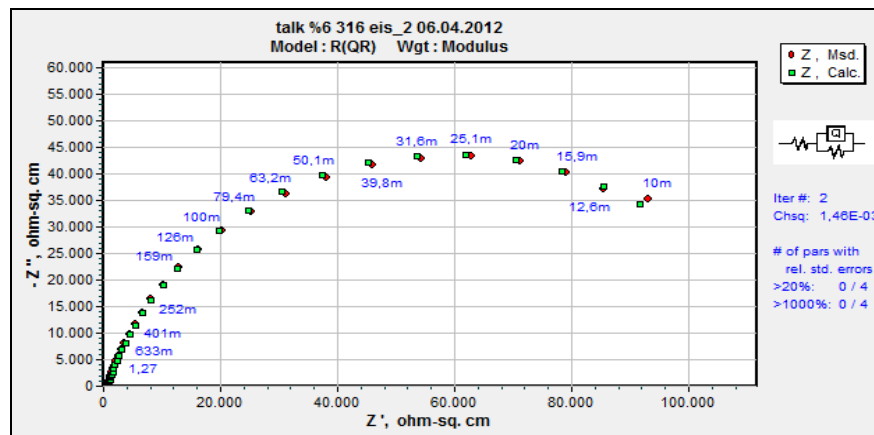
Talk inorganik mineralin %6'lık çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.359, Şekil 3.50 ve Şekil 3.51'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.359. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Talk %6	
Parameter	Start
R	706,6
Q-Yo	3,642E-5
Q-n	0,8
R	1,165E5



Şekil 3.50. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyon EIS diyagramı.



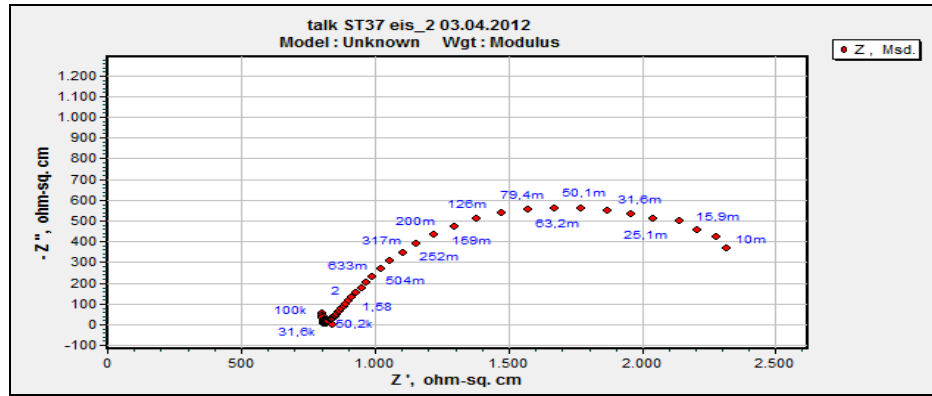
Şekil 3.51. Talk'ın %6'lık ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwın data eşleşmesi.

3.1.3. 5.5. Talk'ın %3'lük AISI St-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

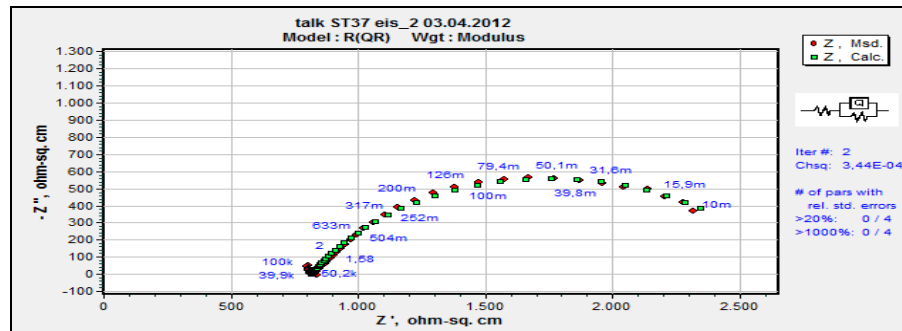
Talk inorganik mineralin %3'lük çözeltisinin AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.360, Şekil 3.52 ve Şekil 3.53'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.360. Talk'ın %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri.

ST-37 Talk %3	
Parameter	Value
R	817,3
Q-Yo	0,001174
Q-n	0,8
R	1879



Şekil 3.52. Talk'ın %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyon EIS diyagramı.



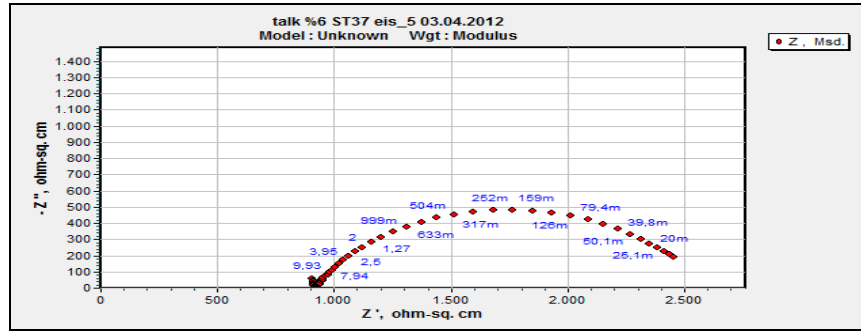
Şekil 3.53. Talk'ın %3'lük ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwinn data eşleşmesi.

3.1.3.5.6. Talk'ın %6'lık AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

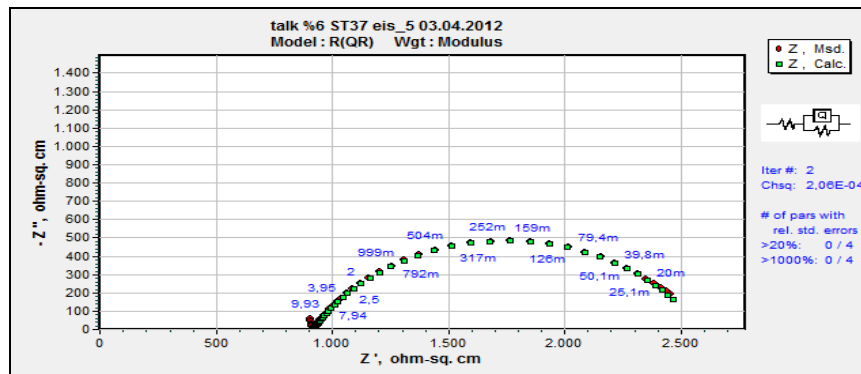
Talk inorganik mineralin %6'luk çözeltisinin AISI ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.361, Şekil 3.54 ve Şekil 3.55'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.361. Talk'ın %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS verileri.

ST-37 Talk %6	
Parameter	Value
R	9172
Q-Yo	0,0005023
Q-n	0,8
R	1666



Şekil 3.54. Talk'ın %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.



Şekil 3.55. Talk'ın %6'lık ortamında AISI ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı ve Z Simpwın data eşleşmesi.

3.1.3.5.7. Talk'ın %9'luk AISI 304, AISI 316 ve ST-37 Çeliğine Korozyonun Etkisi

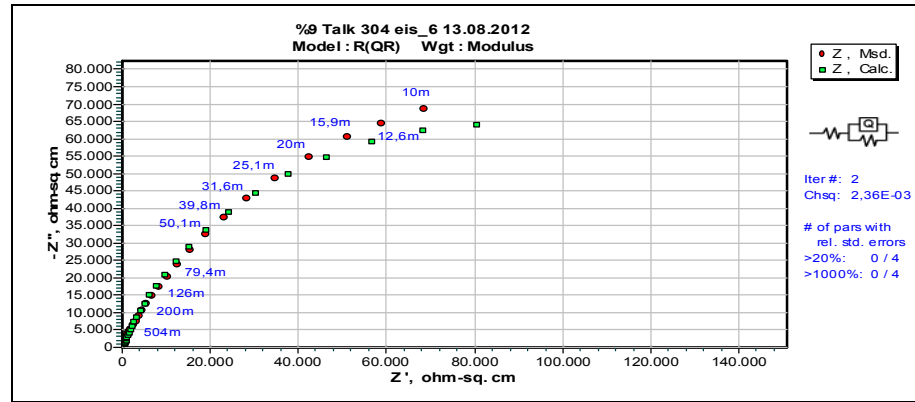
Çelik numunelerin bileşimi Çizelge 3.325, Çizelge 3.326 ve Çizelge 3.327'de gösterilmiştir.

3.1.3.5.8. Talk'ın %9'luk AISI 304 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Talk inorganik mineralin %9'luk çözeltinin AISI 304 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.362, Şekil 3.56'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.362. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 304 %9 Talk	
Parametre	Start
R	166.5
Q-Yo	6,011E-5
Q-n	0.8
R	173400



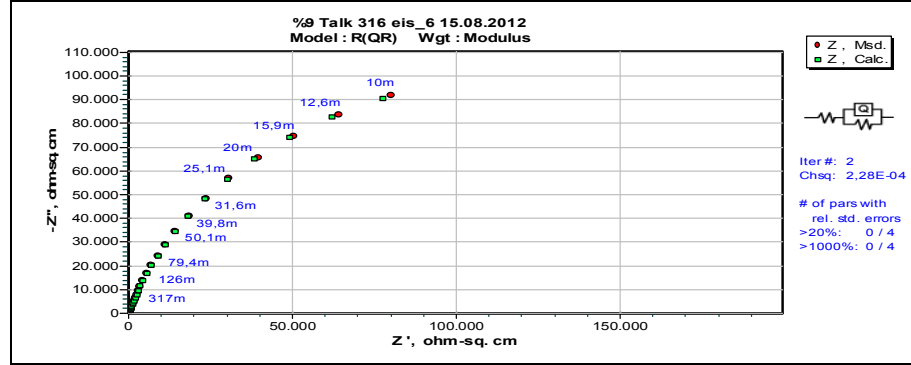
Şekil 3.56. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 304 metalin korozyonu EIS diyagramı

3.1.3.5.9. Talk'ın %9'luk AISI 316 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

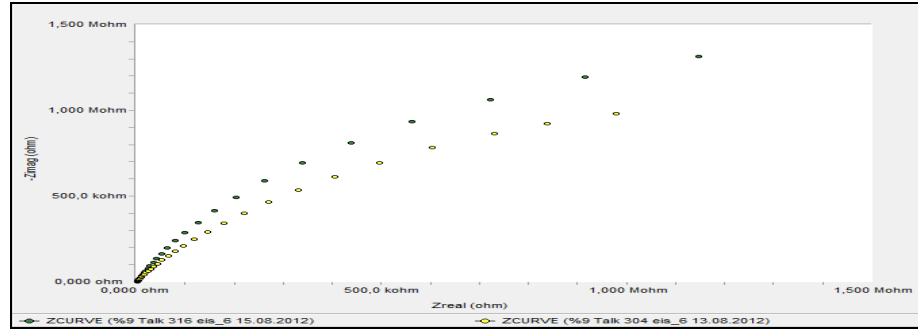
Talk inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin AISI 316 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.363, Şekil 3.57 ve Şekil 3.58'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.363. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

AISI 316 Talk %9	
Parametre	Start
R	158.7
Q-Yo	6,751E-5
Q-n	0.84
R	262000



Şekil 3.57. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS diyagramı.



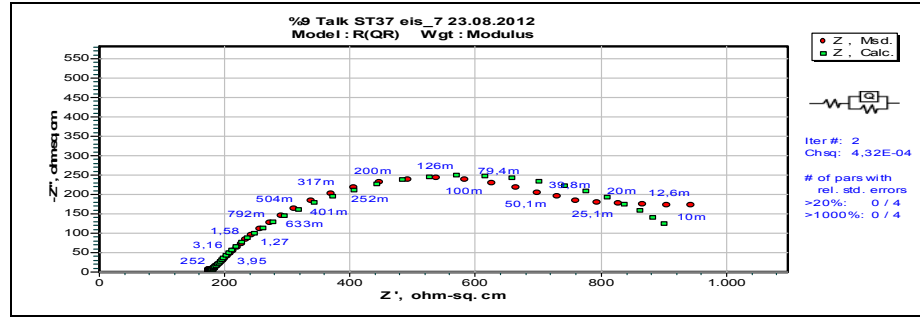
Şekil 3.58. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 ve AISI 304 EIS verilerinin kıyaslanması.

3.1.3.5.10. Talk'ın %9'luk AISI ST-37 Elektrokimyasal Empedans Spektroskopisi (EIS) Yöntemi

Talk inorganik mineralin %9'luk çözeltisinin ST-37 çelik üzerinde elektrokimyasal spektroskopisi (EIS) yöntemiyle korozyon ölçümleri Çizelge 3.364 ve Şekil 3.59'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.364. Talk'ın %9'luk ortamında AISI 316 metalin korozyonu EIS verileri.

ST 37 Talk %9	
Parametre	Start
R	176
Q-Yo	0.001787
Q-n	0,6951
R	820.1



Şekil 3.59. Talk'ın %9'luk ortamında AISI St-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.

Talk'ın %9'luk ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri ölçülmüştür. Yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Böylece AISI 316> AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin %9 Talk ortamında dayanıklı olduğu söylenebilir. %9 Talk ortamında korozyon hızı oldukça yavaşlamıştır.

3.2. TARTIŞMA

3.2.1. Fiziksel Deneylere Ait Tartışma

Laboratuar ve fabrika üretim ortamında Çizelge 2.8. üretim reçetelerine bağlı kalarak orta yoğunlukta lif levhaların (MDF) üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu levhalarının fiziksel deneylerden yoğunluk analizi, iki saat su alma, yirmi dört saat su alma, iki saat suda şişme, yirmi dört saat suda şişme, yüzey toluen testi, yüzey parlaklığı testi, yüzey kırmızılığı testi, yüzey sarılığı testi, ve biyolojik bozulma analizleri yapılmıştır.

İnorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların; fiziksel testleri; standartlarda belirtilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu testlerden elde edilen verilerin SPSS istatistikî sonuçları bulgularda açıklanmıştır.

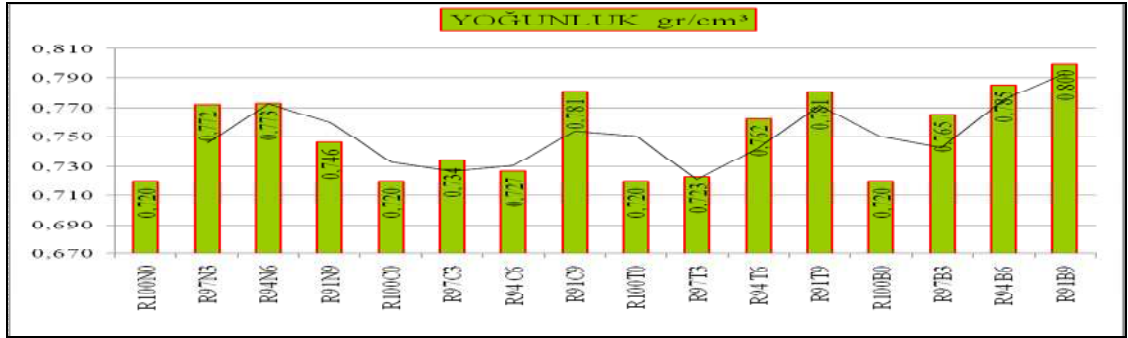
3.2.1.1. Yoğunluk Deney Sonucu

Levhaların yoğunluğu üzerine; MDF üretiminde kullanılan ligno-selülozik hammaddelerin türü, yoğunluğu, rutubeti, öz odunu genişliği, diri odun genişliği, lif yapısı, lif boyutları, yıllık halka genişliği, hücre tipleri ve miktarı etki etmektedir. Serme ünitesinde pasta taslağının rutubeti, yoğunluğu, lif dağılımı ve presleme özellikleri etkili olmaktadır. Levha yoğunluğundaki değişim levhanın fiziksel, mekanik, yanma ve işlenebilme özelliklerini etkilemektedir (Ayrılmış, 2000).

Yoğunluğun artışıyla mekanik özellikler olumlu etkilenirken, fiziksel özelliklerden sadece levhanın su alması ve suda şişmesi olumsuz yönde etkilenirken diğer fiziksel özellikleri olumlu yönde etkilenmektedir. MDF levhasında yoğunluğa bağlı olarak yanma testlerinden AKY, KKY ve KHY sıcaklık değerleri etkilendiği görülmektedir.

Levhalarda en düşük yoğunluğun ortalama yoğunluğa oranı her zaman 0,85-0,95 arasında olması arzu edilir. Proses parametreleri verimliliği ve uygulanan sıcak pres diyagramı ile levhada optimum homejen yoğunluğu elde edilebilir. Bu değer bir yaklaşması levhanın optimum homejen yoğunluk dağılımını göstermektedir. Levhanın homejen yoğunluk dağılımı; fiziksel, mekanik ve teknolojik, yanma özellikleri olumlu etki etmektedir. Fabrika ortamında Şekil 2.3'deki pres diyagramına göre üretilen orta yoğunlukta lif levha (MDF)'lerin EK-1'de orta yoğunluk görüntüleri (density profile) gösterilmektedir.

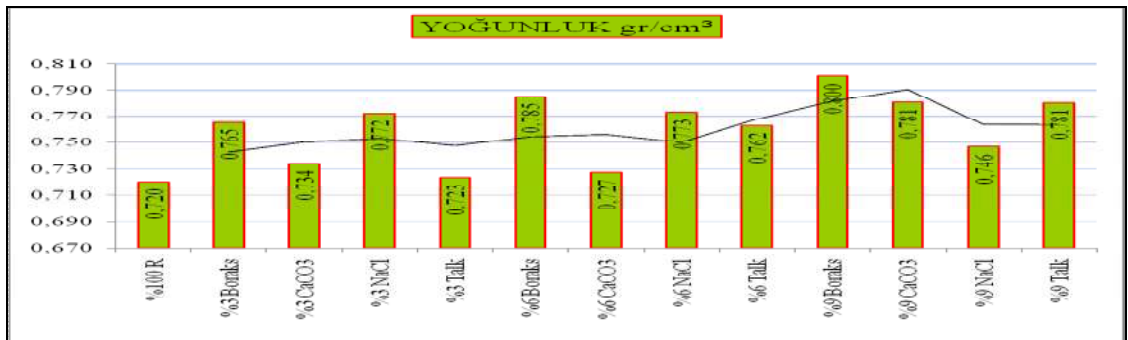
Laboratuarda Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak üretimi gerçekleşen MDF levhaların yoğunluklarının istatistikî verileri Şekil 3.60’da belirtilmektedir.



Şekil 3.60. Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıları levhaların yoğunluğunun sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak üretimi gerçekleşen MDF levhaları istatistikî (ANOVA) Duncan testi 95% güven aralığında analizleri yapılmış ve Çizelge 3.1, Çizelge 3.2, Çizelge 3.3, Çizelge 3.4 ve Şekil 3.60’da gösterilmiştir. Bu istatistiki analizler sonucu; Kaya tuzu katkıları levhaların yoğunlukları (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃, R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkıları MDF levhaların yoğunlukları (R₁₀₀C₀, R₉₇C₃, R₉₄C₆), (R₉₁C₉), Talk katkıları levhaların (R₁₀₀T₀, R₉₇T₃), (R₉₄T₆, R₉₁T₉), Boraks pentahidrat katkıları levhaların (R₁₀₀B₀), (R₉₇B₃), (R₉₄B₆, R₉₁B₉) yoğunlukları arasında farklılık bulunmaktadır.

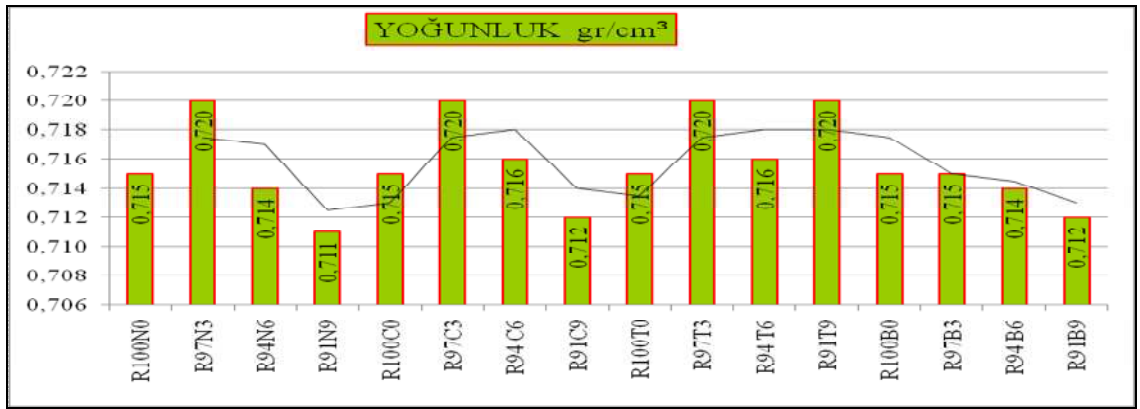
Laboratuarda Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı üretimi gerçekleşen MDF levhaların yoğunluğunun yüzdelik sonuçlarının istatistikî verileri Şekil 3.61’de gösterilmiştir.



Şekil 3.61. Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkıları %3, %6, %9 MDF levhalarının yüzdeliklere göre yoğunluk sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak MDF üretilmiştir. Bu levhaların yoğunluk sonuçları Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7 ve Şekil 3.61’de verilmiştir. Kontrol levhanın yoğunluğu ($0,720 \text{ gr/m}^3$)’dür. %3 inorganik dolgu katkılı levhaların yüzdelik grup içinde en düşük yoğunluğu $R_{97}T_3$ ($0,723 \text{ gr/m}^3$) referans levhaya göre %0,416 en düşük yoğunluğu ölçülmüştür. Ancak bu grup içinde en yüksek yoğunluğu $R_{74}N_3$ ($0,772 \text{ gr/m}^3$) kontrol levhasına %7,22 en yüksek yoğunluğu ölçülmüştür. %6 inorganik dolgu katkılı levhaları grup içi karşılaştırmada en düşük yoğunluğu $R_{94}C_6$ ($0,727 \text{ gr/m}^3$) kontrol levhasına göre %0,972 ölçülmüştür. Fakat en yüksek yoğunluğu $R_{94}N_6$ ($0,772 \text{ gr/m}^3$) kontrol levhasına göre %7,22, yoğunluğu artmıştır. %9 katkılı levhaların yüzdelik grup içinde en düşük yoğunluğu $R_{91}N_9$ ($0,746 \text{ gr/m}^3$) kontrol levhasına göre %3,61 en düşük yoğunluğa düşmüştür. Ancak en yüksek yoğunluk $R_{91}B_9$ ($0,800 \text{ gr/m}^3$) kontrol levhasına göre %11,11 oranında en yüksek artış göstermektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak üretimi gerçekleştiren MDF levhaların yoğunluğunun istatistikî verileri Şekil 3.62’de açıklanmaktadır.

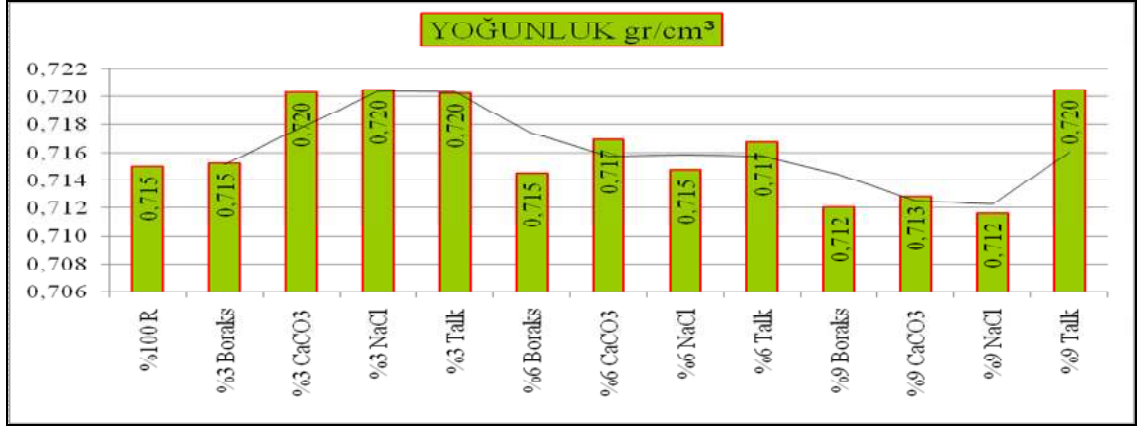


Şekil 3.62. Fabrika ölçeğinde üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı MDF levhaların yoğunluk sonuçları.

Fabrikada Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak üretimi gerçekleştiren MDF levhalarının istatistikî (ANOVA) Duncan testi 95% güven aralığında analizleri yapılmıştır. Şekil 3.62, Çizelge 3.156, Çizelge 3.157, Çizelge 3.158 ve Çizelge 3.159’de gösterilmiştir. Bu istatistiki analizler sonucu; Kaya tuzu katkılı levhaların ($R_{100}N_0$, $R_{94}N_6$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhaların ($R_{100}C_0$, $R_{97}C_3$, $R_{94}C_6$, $R_{91}C_9$),

Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$, $R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$, $R_{91}B_9$) yoğunlukları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Fabrikada; Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak üretimi gerçekleşen MDF levhaların yoğunluklarının yüzdelik sonuçlarına ait istatistikî verileri Şekil 3.63’de gösterilmektedir.



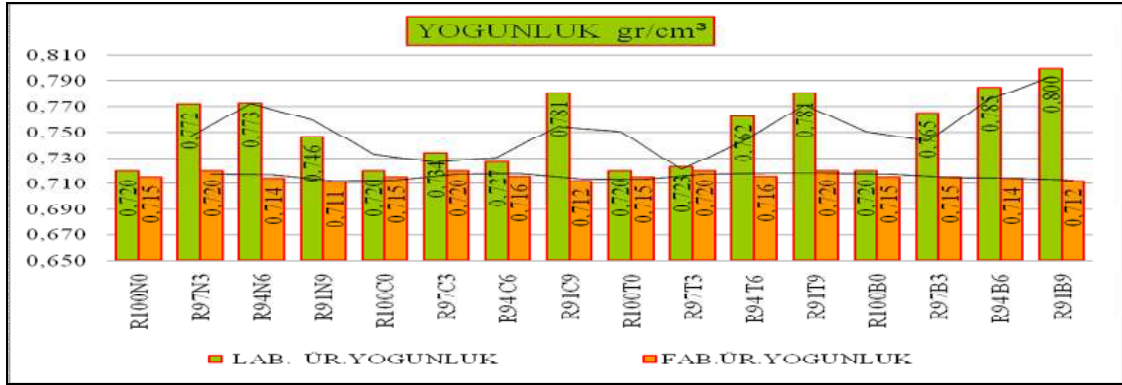
Şekil 3.63. Fabrika ölçeğinde; Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı MDF levhaların yüzdelik yoğunluk sonuçları.

Fabrikada Çizelge 2.8. üretim reçetesine bağlı kalarak üretimi gerçekleşen MDF’lerin yoğunluk yüzdeliklerinin sonuçları Çizelge 3.160, Çizelge 3.161, Çizelge 3.162 ve Şekil 3.63’de gösterilmiştir. MDF kontrol levhasının yoğunluğu $\%_{100}R$ (0,715 gr/cm³)’dür.

%3 katkılı MDF levhaların en düşük yoğunluğu $R_{97}B_3$ (0,715 gr/cm³) ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhasının $\%_{100}R$ levhasına göre yoğunluğu değişmemektedir. Fakat MDF levhaların en yüksek yoğunluğu $R_{97}C_3$, $R_{97}N_3$, $R_{97}T_3$ (0,720 gr/cm³) ölçülmüştür. Bu levhaların yoğunluğu $\%_{100}R$ kontrol levhasına oranla %0,699 yoğunluk değeri artmaktadır.

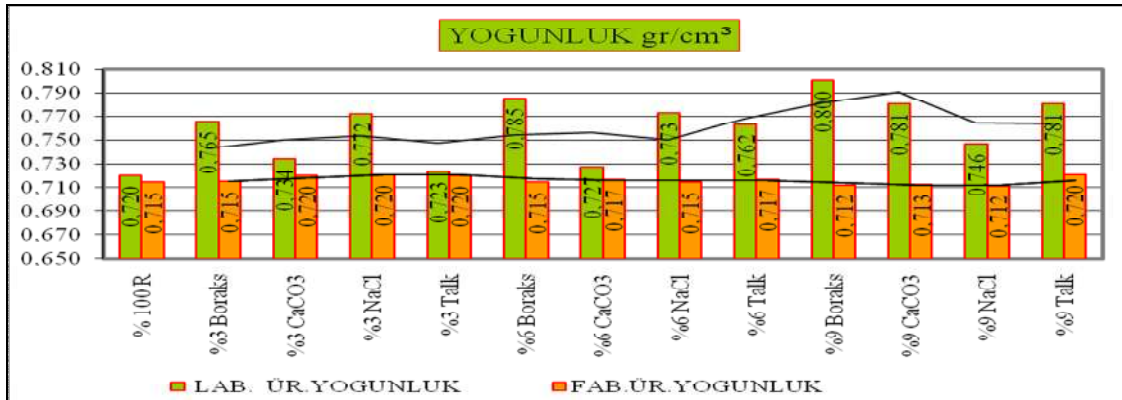
%6 katkılı MDF levhaların en düşük yoğunluğu $R_{94}N_6$, $R_{94}B_6$ (0,715 gr/cm³) ölçülmüştür. $R_{94}N_6$, $R_{94}B_6$ levhalarının yoğunluğu ($\%_{100}R$) kontrol levhasına oranla yoğunluk farkı bulunmamaktadır. Fakat MDF levhaların en yüksek yoğunluğu $R_{94}C_6$, $R_{94}T_6$ (0,717 gr/cm³) ölçülmüştür. $R_{94}C_6$, $R_{94}T_6$ levhaların yoğunlukları $\%_{100}R$ kontrol levhasına oranla %0,279 yoğunluk değeri artmaktadır.

%9 katkılı MDF levhaların en düşük yoğunluk değeri $R_{91}N_9$, $R_{91}B_9$ ($0,712 \text{ gr/cm}^3$) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$, $R_{91}B_9$ levhalarının ($\%_{100}R$) referans levhasına göre $\%0,421$ oranında yoğunluğu azalmaktadır. Fakat MDF levhaların en yüksek yoğunluğu $R_{91}T_9$ ($0,720 \text{ gr/cm}^3$) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhasının yoğunluğu ($\%_{100}R$) kontrol levhasına oranla $\%0,699$ yoğunluk değeri artmaktadır. İnorganik mineral katkılı MDF'nin yoğunluğu TS EN 622-5 Standard aralığında ölçülmüştür. İnorganik minerallerin orta yoğunlukta lif levha üretiminde kullanılması uygun olmaktadır.



Şekil 3.64. Çizelge 2.8.'e göre laboratuvar ve fabrika üretim şartlarında üretilen levhaların yoğunluk karşılaştırma verileri.

Laboratuvar ve fabrika üretim şartlarında Çizelge 2.8.'e göre karışım yüzdelерinde üretimi gerçekleşen MDF'nin yoğunluk karşılaştırma değeri aşağıdaki Şekil 3.64. ve Şekil 3.65'de verilmiştir.



Şekil 3.65. Laboratuvar ve fabrika üretim şartlarında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 karışım yüzdelерine göre üretilen levhaların yoğunluk karşılaştırma verileri.

Orta yoğunlukta lif levhanın Çizelge 3.365. yoğunluklarının sonuçları TS EN 622–5 standardına göre ($0,65 \text{ g/cm}^3 < \text{MDF} < 0,85 \text{ g/cm}^3$) arasındadır. Böylece istatistiki farkların önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

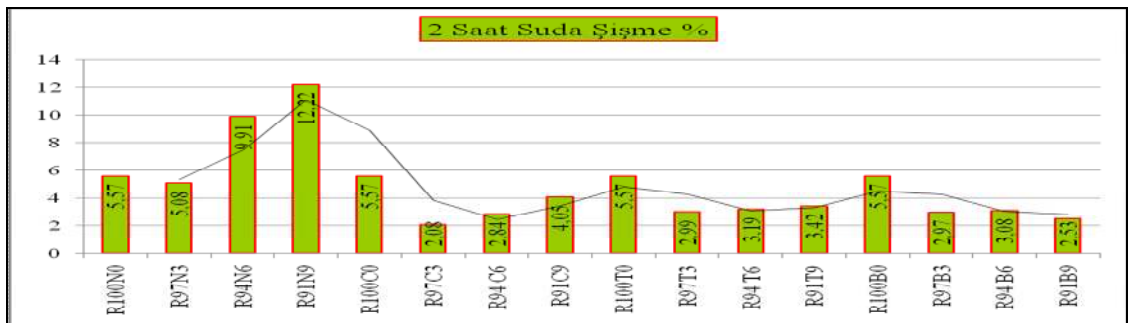
Çizelge 3. 365. Laboratuvar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8’e göre üretilen MDF’nin yoğunluk değeri TS EN 622–5 (2008) standardına göre verileri.

	Levha	Lab Ür.	Fab. Ür.	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi	(gr/cm^3)	(gr/cm^3)	TS EN 622–5(2008)
Yoğunluk	%100 R	0,720	0,715	$(0,65 \text{ g/cm}^3 < \text{MDF} < 0,85 \text{ g/cm}^3)$
	R ₉₇ N ₃	0,772	0,720	
	R ₉₄ N ₆	0,773	0,714	
	R ₉₁ N ₉	0,746	0,711	
	R ₉₇ C ₃	0,734	0,720	
	R ₉₄ C ₆	0,727	0,716	
	R ₉₁ C ₉	0,781	0,712	
	R ₉₇ T ₃	0,723	0,720	
	R ₉₄ T ₆	0,762	0,716	
	R ₉₁ T ₉	0,781	0,720	
	R ₉₇ B ₃	0,765	0,715	
	R ₉₄ B ₆	0,785	0,714	
	R ₉₁ B ₉	0,800	0,712	

MDF’nin yoğunluğu,levhaların mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir.

3.2.1.2. İki Saat Suda Şişme (%)

Laboratuvarda Çizelge 2.8’e göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat suda şişme sonuçları Şekil 3.66’da verilmiştir.



Şekil 3.66. Laboratuvarda Kaya tuzu, Kalsit ,Talk ve Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçları.

Laboratuarda katkılı üretilen MDF'lerin iki saat suda şişme sonuçları istatistikleri Çizelge 3.8, Çizelge 3.9, Çizelge 3.10, Çizelge 3.11 ve Şekil 3.66'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizler sonucu; laboratuarda Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$, $R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), , katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı MDF levhaların ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$) , Boraks Pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$, $R_{91}B_9$) arasında farklılık bulunmaktadır.

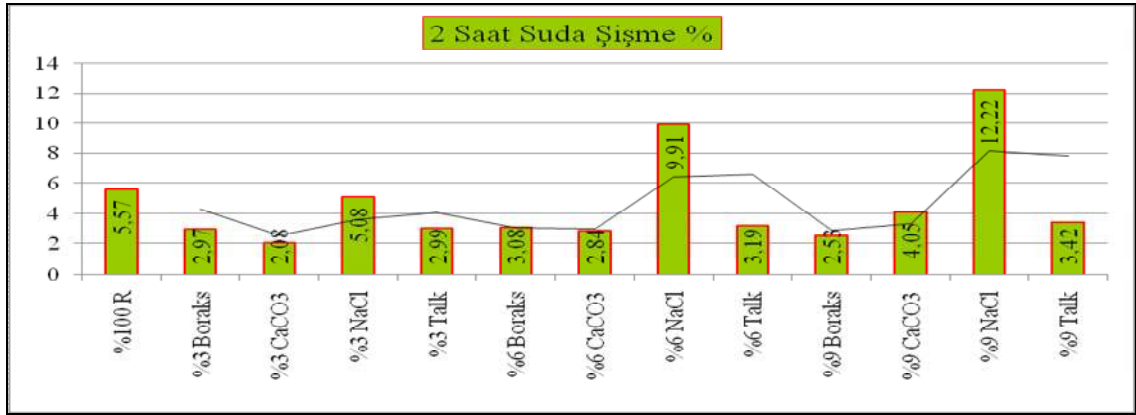
Kontrol levhasının iki saat suda şişmesi $R_{100}N_0$ (%5,57)'dir. Kaya tuzu katkılı levha $R_{97}N_3$ (%5,08) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhasının değeri (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre %9,64 iki saat suda şişme değeri azalmıştır. $R_{94}N_6$ (%9,91) iki saat suda şişme ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına göre %7,79 oranında iki saat suda şişme artmıştır. $R_{91}N_9$ (%12,22) iki saat suda şişme değeri bulunmuştur. $R_{91}N_9$ levhasının değeri (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre %119,38 oranında iki saat suda şişmesi artmaktadır.

Kalsit katkılı MDF'nin iki saat suda şişmesi $R_{97}C_3$ (%2,08) değeri ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına göre %167,78 oranında iki saat suda şişme değeri azalmaktadır. $R_{94}C_6$ (%2,84) ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına göre %96,12 oranında iki saat suda şişme azalmaktadır. $R_{91}C_9$ (%4,05) değeri ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına göre %37,53 oranında iki saat suda şişme değeri düşmektedir.

Talk inorganik mineral katkılı levhası $R_{97}T_3$ (%2,99) levha iki saat suda şişme ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhasının değeri (%₁₀₀R) levhasına göre %86,28 oranında iki saat suda şişme azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (%3,19) iki saat suda şişme ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhasının değeri (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre %74,60 oranında iki saat suda şişme azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (%3,42) iki saat suda şişme ölçülmüştür $R_{91}T_9$ levhasının değeri (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre %62,86 oranında iki saat suda şişme değeri düşmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhasının $R_{97}B_3$ (%2,97) iki saat suda şişme ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına göre %87,54 iki saat suda şişme değeri azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (%3,08) iki saat suda şişme değeri ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına göre %80,84 oranında iki saat suda şişme azalmaktadır. $R_{91}B_9$ levhasının iki saat suda şişmesi (%2,53)'dir. $R_{91}B_9$ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına oranını %120,15 iki saat suda şişme azalmaktadır.

Laboratuar ortamında Çizelge 2.8'e üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları Şekil 3.67'de verilmiştir.



Şekil 3.67. Laboratuar ortamında Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk inorganik mineral katkılı %₁₀₀R, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhalarının iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları.

Laboratuar ortamında inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları Şekil 3.67 ve SSPS'leri Çizelge 3.12, Çizelge 3.13, Çizelge 3.14'de gösterilmektedir. Kontrol levhasının (%₁₀₀R) iki saat suda şişme değeri (%5,57)'dir.

%3 katkılı levhaların en düşük iki saat suda şişme değeri R₉₇C₃ (%2,08) ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhasının değeri (%₁₀₀R) kontrol levhası göre %167,78 oranında iki saat suda şişme değeri azalmaktadır. Katkılı levhaların en yüksek iki saat suda şişme değeri R₉₇N₃ (%5,08) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhasının değeri %₁₀₀R levhası oranı %9,64 iki saat suda şişme değeri azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük iki saat suda şişme değeri R₉₄C₆ (%2,84) ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhasının (%₁₀₀R) levhası oranı %96,12 iki saat suda şişme değeri azalmaktadır. Fakat en yüksek iki saat suda şişme R₉₁N₉ (%9,91) ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhası %₁₀₀R levhası göre %77,79 oranında iki saat suda şişme değeri artmaktadır.

%9 katkılı levhaların en az iki saat suda şişme değeri R₉₁B₉ (%2,53) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhasının değeri (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre %120,15 iki saat suda şişme azalmaktadır. Fakat en yüksek iki saat suda şişme R₉₁N₉ (%12,22) ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhasının (%₁₀₀R) levhasına oranı %119,38 iki saat suda şişme değeri artmaktadır.

MDF levhasının iki saat suda şişmesiyle ilgili TS EN 622-5(2008) standardı bulunmamaktadır.

Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin iki saat suda şişme sonuçları Şekil 3.68'de verilmiştir.



Şekil 3.68. Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdelerinin sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı MDF'lerin iki saat suda şişme yüzdelerinin sonuçları Şekil 3.68 ve SSPS'leri Çizelge 3.163, Çizelge 3.164, Çizelge 3.165, Çizelge 3.166'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizler sonucu; fabrikada üretimi gerçekleştiren Kaya tuzu katkılı levhaların ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhaların ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı levhaların ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhaların ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kontrol levhasının iki saat suda şişme yüzdesi $R_{100}N_0$ (%3,81) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı $R_{97}N_3$ levhasının (%7,31) iki saat suda şişmesi ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhasının değeri ($R_{100}N_0$) levhasına oranla %91,62 oranında iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{94}N_6$ (%8,20) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına oranı %114,65 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{91}N_9$ (%9,15) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası ($R_{100}N_0$) levhasına oranı %140,15 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

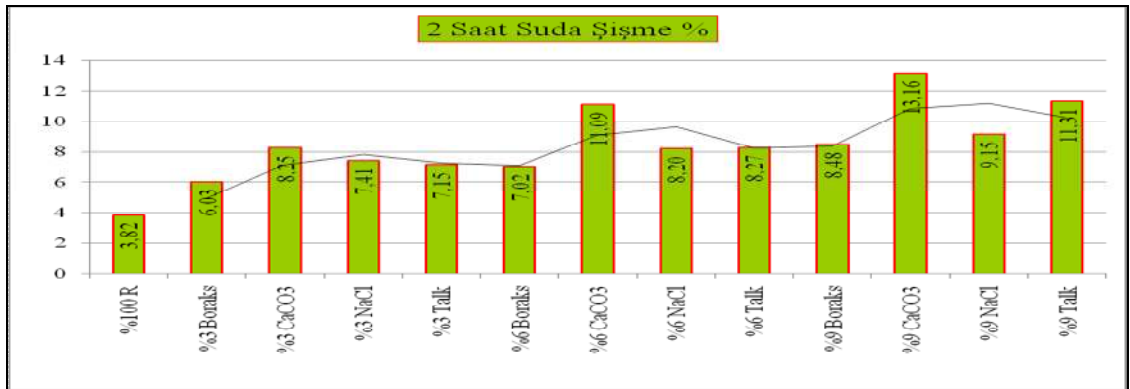
Kalsit katkılı levhasını iki saat suda şişme yüzdesi $R_{97}C_3$ (%8,44) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %121,52 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{94}C_6$ (%11,09) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası ($R_{100}C_0$) levhasına

oranı %191,07 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. R₉₁C₉ (%13,15) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %245,14 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

Talk katkılı levhanın R₉₇T₃ (%7,10) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhası (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %86,35 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. R₉₄T₆ (%8,27) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %117,06 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. R₉₁T₉ (%11,31) iki saat suda şişme yüzdesi tespit edilmekte ve (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %196,85 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₇B₃ (%6.03) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası (R₁₀₀B₀) levhasına oranı %58,26 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. R₉₄B₆ (%7,02) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhasının değeri referans (R₁₀₀B₀) levhasına oranı %84,25 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. R₉₁B₉ (%8,48) iki saat suda şişme yüzdesi ölçülmüş ve R₉₁B₉ levhasına oranı (R₁₀₀B₀) %122,57 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları Şekil 3.69’da verilmiştir.



Şekil 3.69. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları.

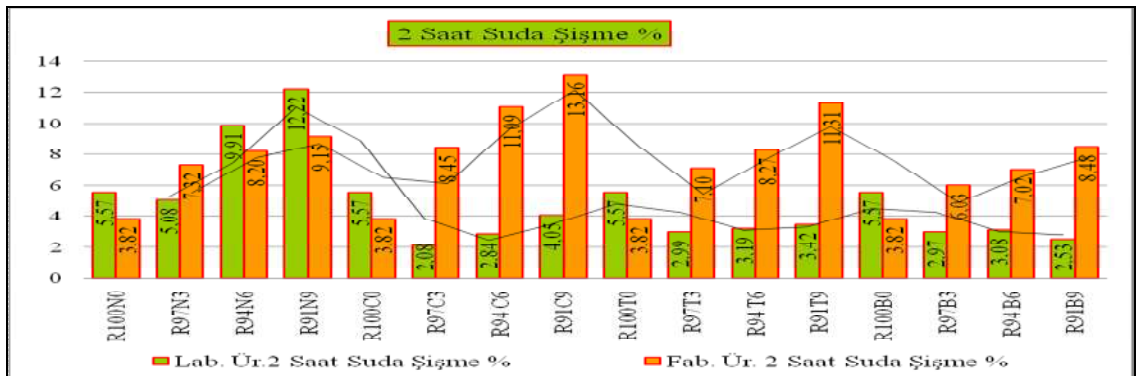
Fabrikada Çizelge 2.8 göre üretilen MDF’lerin iki saat suda şişme yüzdeliklerinin sonuçları Şekil 3.69 ve SSPS’leri Çizelge 3.167, Çizelge 3.168, Çizelge 3.169’da gösterilmektedir. Kontrol %₁₀₀R levhasının iki saat suda şişme yüzdesi (%3,81)’dir.

%3 katkılı levhaların en düşük iki saat suda şişme yüzdesi R₉₇B₃ (%6,02) ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhaların değeri %₁₀₀R levhasına oranı %58,00 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Fakat katkılı MDF levhaların en yüksek iki saat suda şişme yüzdesi R₉₇C₃ (%8,24) ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhasının değeri kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranı %116,27 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en yüksek iki saat suda şişme yüzdesi R₉₄C₆ (%11,09)'dur. R₉₄C₆ levhası %₁₀₀R levhasına oranı %191,07 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Fakat inorganik mineral katkılı MDF'nin en düşük iki saat suda şişme yüzdesi R₉₄B₆ (%7,02) ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası %₁₀₀R levhasına oranı %84,25 iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

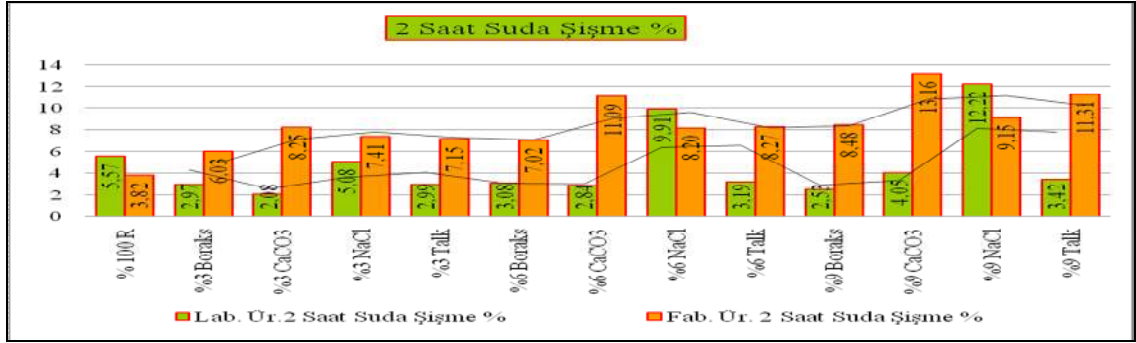
%9 katkılı levhanın en yüksek iki saat suda şişme yüzdesi R₉₁C₉ (%13,15) ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası %₁₀₀R levhasına oranı %245,14 iki saat suda şişmesi artmaktadır. Fakat katkılı MDF levhaların en düşük R₉₁B₉ (%8,48) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhasını %₁₀₀R levhasına göre %122,72 oranında iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. MDF'nin iki saat suda şişmesine ait TS EN 622-5(2008) standardı Çizelge 3.357'de gösterilmektedir. En az suda şişme değeri ölçülen Boraks pentahidrat, Kaya tuzu katkılı levhaların iki saat suda şişme yüzdesi açısından üretimde kullanılması uygun olmaktadır.

Laboratuar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat suda şişme sonuçları Şekil 3.70'de verilmiştir.



Şekil 3.70. Laboratuar ve fabrika üretiminde; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6 ve %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat suda şişme sonuçları.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat suda şişme yüzdelik sonuçları Şekil 3.71’de verilmiştir.



Şekil 3.71. Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzdelik iki saat suda şişme sonuçları.

Fabrikada inorganik mineral katkılı levhaları üretilmiştir. Fabrika ve laboratuar ortamında katkılı orta yoğunlukta lif levhaalar arasında iki saat suda şişme sonuçlarında laboratuar ortamında üretilen levhaların sonuçları fabrika ortamında üretilen levhalarından daha az suda şiştiği Şekil 3.366'da gösterilmektedir.

Çizelge 3.366. Laboratuar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat suda şişme test sonuçlarının TS EN 622–5 (2008) standardına göre kıyaslaması verilmiştir.

	Levha	Lab. Ür. (%)	Fab. Ür. (%)	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi			TS EN 622–5 (2008)
İki Saat Suda Şişme %	% ₁₀₀ R	5,57	3,82	Herhangi Bir Standart Değeri Yoktur.
	R ₉₇ N ₃	5,08	7,32	
	R ₉₄ N ₆	9,91	8,20	
	R ₉₁ N ₉	12,22	9,15	
	R ₉₇ C ₃	2,08	8,45	
	R ₉₄ C ₆	2,84	11,09	
	R ₉₁ C ₉	4,05	13,16	
	R ₉₇ T ₃	2,99	7,10	
	R ₉₄ T ₆	3,19	8,27	
	R ₉₁ T ₉	3,42	11,31	
	R ₉₇ B ₃	2,97	6,03	
	R ₉₄ B ₆	3,08	7,02	
	R ₉₁ B ₉	2,53	8,48	

Orta yoğunlukta lif levhaların iki saat suda kalınlığına şişme diğer masif panellere göre daha fazladır. Ağaç malzemenin hücre çeperindeki sekonder çeper fibrillerinin farklı yönde çalışmasıdır. Yönlendirilmiş yonga levhalarda (OSB) ve yönlendirilmiş lif levhalarda (OFB) yönlendirme yönündeki direnç ve fiziksel özellikleri daha iyi olmaktadır. Yongaların ve liflerin levha içinde farklı yönlerde ve belli bir açıda bulunması çalışmayı minimize etmektedir. Orta yoğunlukta lif levhaların iç mekân ortamlarında kullanımı esnasında levhanın çalışmasını etkileyecek unsur bulunmamaktadır. Fakat bu panellerin dış mekânlarda kullanımı esnasında levhada çalışma olmaktadır. MDF'nin dış ortamlarda çalışmasını azaltmak amacıyla üretim esnasında hidrofobik maddeler ve suya dayanıklı tutkallar kullanılabilmektedir.

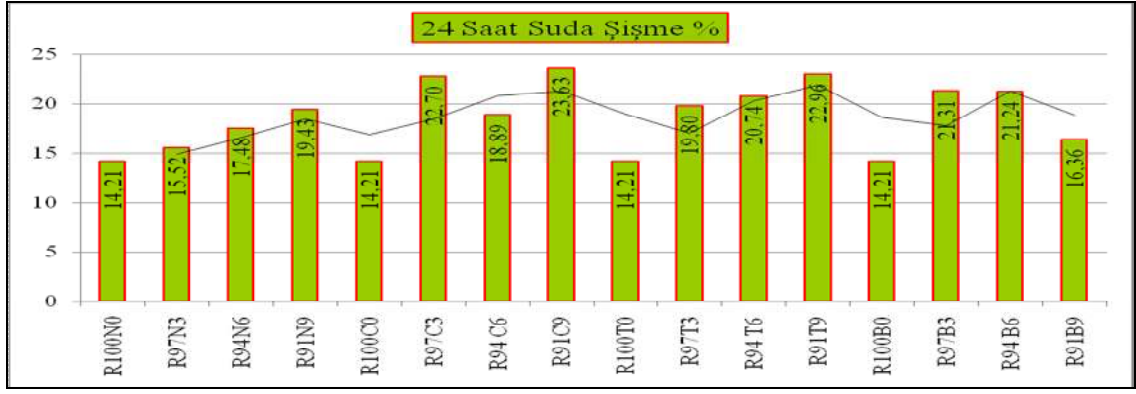
MDF'nin iki saat suda şişme yüzdesi levhanın yoğunluğuna ve inorganik minerallerin kimyasal yapısına, geometrik şekline ve miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Levhanın iki saat suda şişme yüzdesine ait standartlarda herhangi bir veri bulunmamaktadır. MDF'nin iki saat suda şişmesi levhalarının fiziksel özelliklerinin belirleyicisidir. Levhanın yüzey ve profil kalitesi lifler arasında yapışmanın sağlamlığı, liflerin uzunluğu, liflerin kısalığı, liflere ilave edilen parafin türü ve miktarına bağlı olarak değişmektedir.

Quercus robur liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin iki saat suda şişme yüzdesi %4,49-%7,51 arasında değişimi göstermektedir (Akgül vd 2007). Laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) MDF levhasıyla benzer sonuçları vermektedir.

Ayrılmış (2000) Karaçam, Doğu kayını, Saplı meşe liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat suda şişmeleri %1,06-%2,07 arasında tespit etmiştir. Laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların iki saat suda şişmeleri literatürdeki sonuçlarla benzer sonuçlar vermektedir. Literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.1.3. Yirmi Dört Saat Suda Şişme (%)

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin yirmi dört saat suda şişme sonuçları aşağıdaki Şekil 3.72'de verilmiştir.

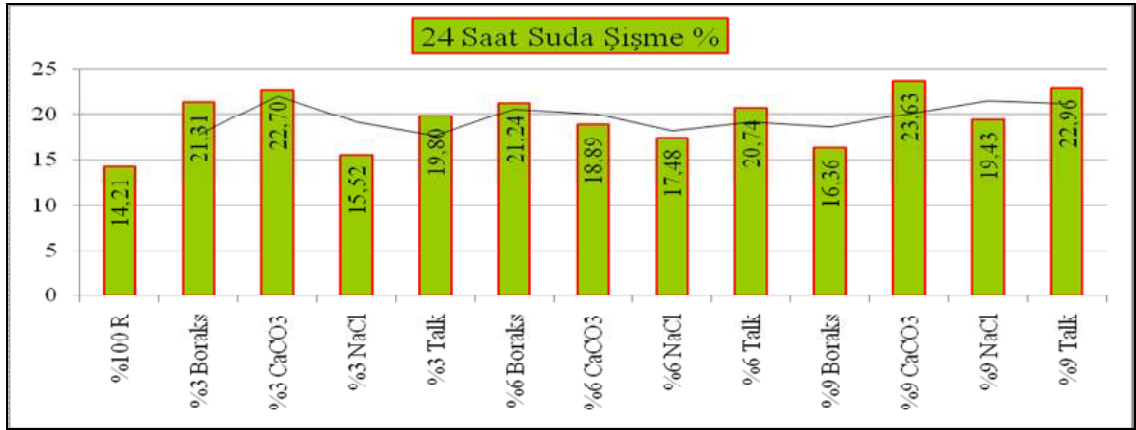


Şekil 3.72. Laboratuvar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları.

Laboratuvarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen ort yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat suda şişme sonuçlarının SSPS analizi yapılmış ve Şekil 3.72, Çizelge 3.15, Çizelge 3.16, Çizelge 3.17, Çizelge 3.18’de gösterilmiştir. Bu istatistiki analizler sonucu; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$) Kalsit katkılı levhaların ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$, $R_{91}C_9$), ($R_{94}C_6$), Talk katkılı levhaların ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{91}T_9$), ($R_{94}T_6$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında farklılık bulunmaktadır.

Kontrol levhası $R_{100}N_0$ (%14,21)’dir. $R_{97}N_3$ (%15,52); %9,21, $R_{94}N_6$ (%17,48); %23,01, $R_{91}N_9$ (%19,43); %36,73 oranlarında $R_{100}N_0$ kontrol levhasına göre yirmi dört saat suda şişme artmaktadır. Kalsit katkılı levhasının yirmi dört saat suda şişmesi $R_{97}C_3$ (%22,70); %59,74, $R_{94}C_6$ (%18,89); %32,93 ve $R_{91}C_9$ (%23,63); %66,29 oranlarında $R_{100}C_0$ kontrol levhasına göre yirmi dört saat suda şişme artmaktadır. Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (%19,80); %39,33, $R_{94}T_6$ (%20,74); %45,95, $R_{91}T_9$ (%22,96); %61,57 oranlarında $R_{100}T_0$ kontrol levhasına göre yirmi dört saat suda şişme artmaktadır. Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (%21,31); %49,96, $R_{94}B_6$ (%21,24); %49,47, $R_{91}B_9$ (%16,36); %15,1 oranlarında $R_{100}T_0$ kontrol levhasına göre yirmi dört saat suda şişmesi artmaktadır.

Laboratuvarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçları Şekil 3.73’de verilmiştir.



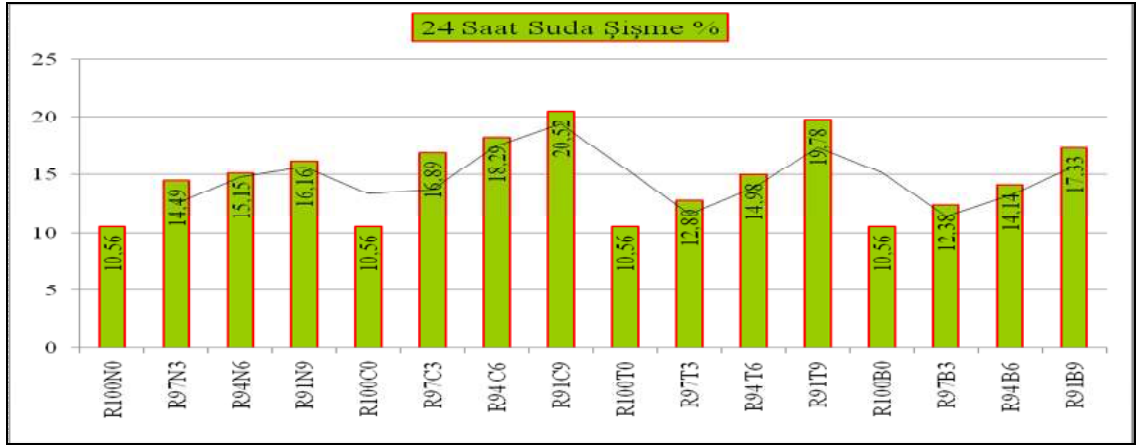
Şekil 3.73. Laboratuarda Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk inorganik mineral katkılı %100R, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda üretilen katkılı MDF'lerin 24 saat suda şişme deney sonuçları Şekil 3.160'de ve SSPS'leri Çizelge 3.19, Çizelge 3.20, Çizelge 3.21'de gösterilmektedir. Kontrol (%100R) levhasının yirmi dört saat suda şişmesi (%14,21)'dir. %3 inorganik mineral katkılı levhaların en düşük yirmi dört saat suda şişme değeri R₉₇N₃ (%15,52) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhası (%100R) kontrol levhasına göre %9,21 yirmi dört saat suda şişme değeri yükselmiştir. Fakat en yüksek yirmi dört saat suda şişmesi R₉₇C₃ (%22,70) ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası kontrol levhasına göre %59,74 oranında yirmi dört saat suda şişme değeri artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük yirmi dört saat suda şişmesi R₉₄N₆ (%17,48) ölçülmüştür. R₉₄N₆ levhası (%100R) kontrol levhasına göre %23,01 yirmi dört saat suda şişme değeri artmaktadır. Fakat en yüksek yirmi dört saat suda şişmesi R₉₄B₆ (%21,24) ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhasının değeri (%100R) kontrol levhasına göre %49,47 oranında yirmi dört saat suda şişmesi artmaktadır.

%9 inorganik mineral katkılı levhaların en az yirmi dört saat suda şişme değeri R₉₁B₉ (%16,36) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası (%100R) kontrol levhasına göre %15,13 yirmi dört saat suda şişme artmaktadır. Fakat orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek yirmi dört saat suda şişmesi R₉₁C₉ (%23,63) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası (%100R) kontrol levhasına göre %66,29 yirmi dört saat suda şişmesi artmaktadır. Orta yoğunlukta lif levhası TS EN 622-5(2008)'e göre yirmi dört saat suda şişme değeri 12 mm büyük-19 mm küçük levhalar en çok %12 olduğu belirtilmiştir.

Fabrika üretim sisteminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları Şekil 3.74’de verilmistir.



Şekil 3.74. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları.

Fabrika üretimde inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları Şekil 3.74’de ve SSPS’leri Çizelge 3.170, Çizelge 3.171, Çizelge 3.172, Çizelge 3.173’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizler sonucu; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$) Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

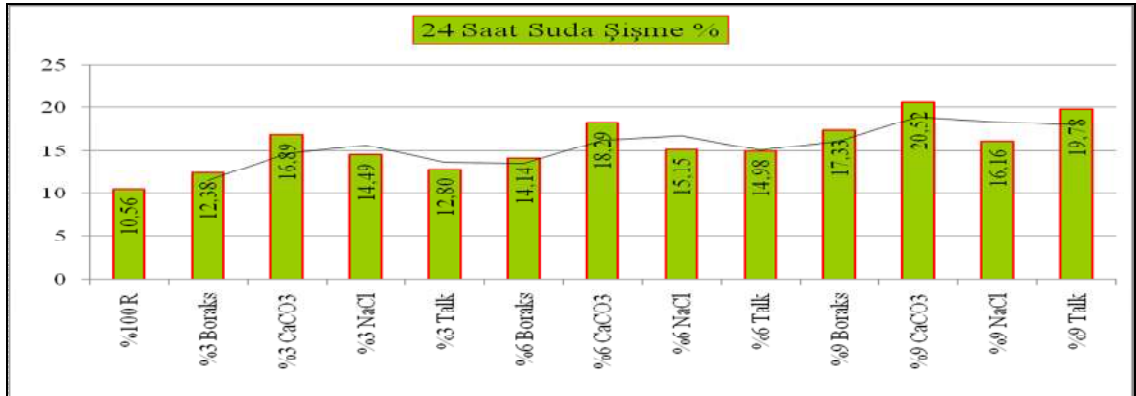
Kontrol levhasının yirmi dört saat suda şişme yüzdesi $R_{100}N_0$ (%10,56) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhası $R_{97}N_3$ (%14,49) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası ($R_{100}N_0$) referans levhasına göre %37,21 yirmi dört saat suda şişme artmaktadır. $R_{94}N_6$ (%15,15) ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası ($R_{100}N_0$) kontrol levhasına göre %43,46 yirmi dört suda şişme artmaktadır. $R_{91}N_9$ (%16,16) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası ($R_{100}N_0$) kontrol levhasına göre %53,03 yirmi dört suda şişme artmaktadır.

Kalsit katkılı levhası $R_{97}C_3$ (%16,89) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası ($R_{100}C_0$) referans levhasına göre %59,94 yirmi dört saat suda şişme artmaktadır. $R_{94}C_6$ (%18,29) ölçülmüş ve kontrol levhasına ($R_{100}C_0$) göre %73,20 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{91}C_9$ (%20,52) ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası ($R_{100}C_0$) kontrol levhasına oranı %94,31 yirmi dört saat suda şişme artmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (%12,80) ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhasının ($R_{100}T_0$) kontrol levhasına oranı %21,21 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{94}T_6$ (%14,98) 'dür. $R_{94}T_6$ levhası ($R_{100}T_0$) kontrol levhasına oranı %41,85 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{91}T_9$ (%19,78) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası ($R_{100}T_0$) kontrol levhasına oranı %87,31 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (%12,38) ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası ($R_{100}B_0$) referans levhasına oranı %17,23 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{94}B_6$ (%14,14) ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası ($R_{100}B_0$) kontrol levhasına oranı %33,90 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. $R_{91}B_9$ (%17,33) tespit edilmiştir. $R_{91}B_9$ levhası ($R_{100}B_0$) referans levhasına göre %64,10 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzdeliklerine göre yirmi dört saat suda şişme sonuçları Şekil 3.75'de verilmiştir.



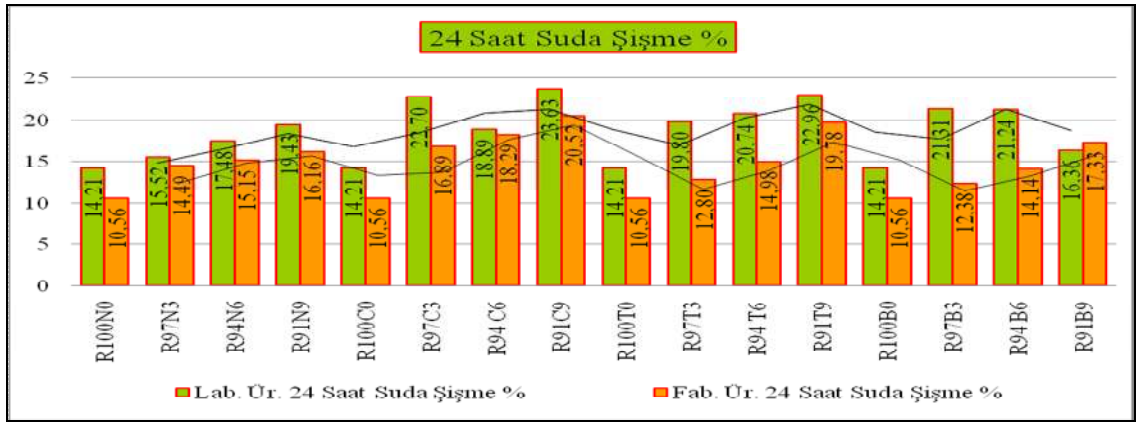
Şekil 3.75. Fabrika ölçeğinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat suda şişme sonuçları Şekil 3.75.'de ve SSPS'leri Çizelge 3.174, Çizelge 3.175, Çizelge 3.176'da gösterilmektedir. Levha kontrol ($R_{100}R$) levhasının yirmi dört saat suda şişme yüzdesi (%10,56)'dir. %3 katkılı levhanın $R_{97}B_3$ (%12,37) ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası $R_{100}R$ levhasına oranı %17,14 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek yirmi dört saat suda şişme yüzdesi $R_{97}C_3$ (%16,88) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası $R_{100}R$ levhasına oranı %59,84 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

%6 katkılı levhaların R₉₄C₆ (%18,28) en yüksek yirmi dört saat suda şişmesi ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası %₁₀₀R levhasına oranı %73,70 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Fakat katkılı levhaların en düşük yirmi dört saat suda şişme yüzdesi R₉₄B₆ (%33,90) ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası %₁₀₀R levhasına oranı %33,90 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır.

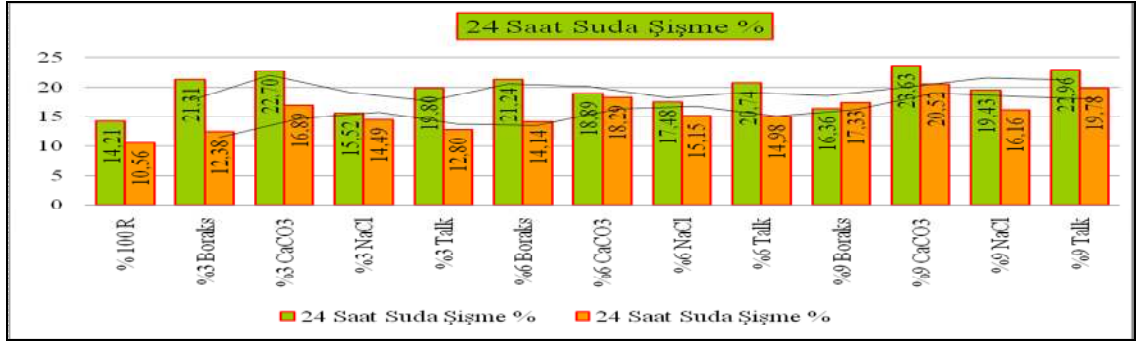
%9 katkılı levhaların en yüksek yirmi dört saat suda şişmesi yüzdesi R₉₁C₉ (%20,51) ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası (%₁₀₀R) levhasına göre %94,22 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Ancak katkılı levhaların en düşük yirmi dört saat suda şişme yüzdesi R₉₁N₉ (%16,15) ölçülmüş ve %₁₀₀R kontrol levhasına oranı %52,93 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. MDF levhalarının yirmi dört saat suda şişme yüzdesine ait sonuçların kıyaslaması Çizelge 3.358’de gösterilmektedir.

Fabrikada ve Laboratuar üretimde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzdelerine göre yirmi dört saat suda şişme sonuçları Şekil 3.76’da verilmiştir.



Şekil 3.76. Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların yirmi dört saat suda şişme değerlerinin karşılaştırılması.

Fabrika ve laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzdelerine göre yirmi dört saat suda şişme yüzdeleri Şekil 3.77.’de verilmiştir.



Şekil 3.77. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları ile levhaların yüzdelik yirmi dört saat suda şişme değerlerinin karşılaştırılması.

Şekil 3.77'ye göre %3 grupları arasında en fazla suda şişme Kalsit ve Boraks pentahidrat katkıları ile levhalarda görülmektedir. %6 inorganik dolgu levhaları arasında Talk ve Boraks pentahidrat katkıları ile levhalarda en yüksek suda şişme ölçülmüştür. %9'luk grupları arasında Kalsit ve Talk katkıları ile levhalarda en yüksek yirmi dört saat suda şişme görülmektedir. Laboratuvar ve fabrika ortamında yirmi dört saat suda şişme yüzdelik sonuçları Çizelge 3. 367'de kıyaslamaları gösterilmektedir.

Çizelge 3. 367. Laboratuvar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesiye göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat suda şişme test sonuçları TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir.

Yirmi Dört Saat Suda Şişme %	Levha Tipi	Lab Ür. (%)	Fab Ür. (%)	Standardın Ön Gördüğü
				TS EN 622-5 (2008)
	% ₁₀₀ R	14,21	10,56	24 saat 12 mm büyük-19 mm küçük levhalar en çok %12
	R ₉₇ N ₃	15,52	14,49	
	R ₉₄ N ₆	17,48	15,15	
	R ₉₁ N ₉	19,43	16,16	
	R ₉₇ C ₃	22,70	16,89	
	R ₉₄ C ₆	18,89	18,29	
	R ₉₁ C ₉	23,63	20,52	
	R ₉₇ T ₃	19,80	12,80	
	R ₉₄ T ₆	20,74	14,98	
	R ₉₁ T ₉	22,96	19,78	
	R ₉₇ B ₃	21,31	12,38	
	R ₉₄ B ₆	21,24	14,14	
	R ₉₁ B ₉	16,36	17,33	

Orta yoğunlukta lif levhalarında kalınlığına şişmede etkili faktör lif yapısı ve lif uzunluğudur. İYA lifleri YA liflerine göre daha uzundur. İYA liflerinin keçeleşme oranı, esneklik oranı, F faktörü yüksektir. YA liflerinin Rijitide katsayısı. mühlsteph oranı, runkel oranı, hacim yoğunluk değeri İYA liflerine göre daha yüksektir. Liflerin serme esnasında lif taslağında; lifler arası teması artmakta böylece İYA liflerinden oluşan orta yoğunlukta lif levhaların yapışma yeteneği YA türlerinden elde edilen levhalara göre daha iyi olmaktadır. Böylece lifler arasına suyun girmesi veya rutubetin girmesi kısa liflere göre daha zor olmaktadır. Günümüze MDF'nin kalınlığına şişmeyi azaltmak amacıyla hidrofobik maddeler %1–1,5 oranında kullanılmaktadır. MDF'de hidrofobik madde miktarı arttıkça levhada kalınlığına şişme azalmakta fakat liflerin yapışmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Hidrofobik maddeler panel üretiminde belirli sınırlarda kullanılmalıdır.

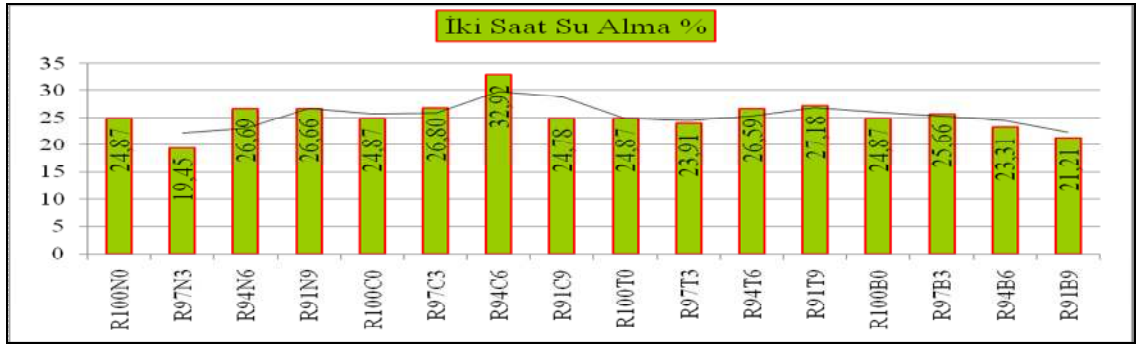
Orta yoğunlukta lif levhalarında kalınlığına şişmeyi etkili faktörler lif yapısı, lif uzunluğu ve su almayı önleyici kimysallardır. Günümüze MDF'de kalınlığına şişmeyi azaltmak amacıyla hidrofobik maddeler %1–1,5 oranında kullanılmaktadır. Orta yoğunlukta lif levhalarında hidrofobik madde miktarı arttıkça levhada kalınlığına şişme azalmaktadır.

Akgül vd (2007). *Quercus robur* liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin yirmi dört saat suda şişme yüzdesi %11,11-%13,46 arasında tespit etmişlerdir. Çamlıbel (2006) Orman gülünden elde edilen levhaların yirmi dört saat suda şişmeleri % 7,83-10,99 arasında tespit edilmiştir. İstek (1999) odun liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat suda şişmeleri %7,6-%13,15 arasında tespit etmiştir. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) MDF'nin yirmi dört saat suda şişmeleri benzer sonuçlar bulunmuştur. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların yirmi dört saat suda şişmeleri literatürdeki sonuçlarla benzer sonuçlar vermektedir. Literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.1.4. İki Saat Su Alma (%)

Laboratuar ve fabrika üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının iki saat su almalarına ait değerler Şekil 3.78, Şekil 3.79, Şekil 3.80, Şekil 3.81, Şekil 3.82. ve Şekil 3.83'de verilmiştir.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhalarının iki saat su alma yüzde sonuçları aşağıdaki Şekil 3.78’de verilmiştir.



Şekil 3.78. Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların iki saat su alma test sonuçları Şekil 3.78 ve SSPS’leri Çizelge 3.22, Çizelge 3.23, Çizelge 3.24, Çizelge 3.25’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀, R₉₄N₆, R₉₁N₉), (R₉₇N₃), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₇C₃, R₉₁C₉), (R₉₄C₆) Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃, R₉₄T₆, R₉₁T₉), Boraks pentahidrat dolgu katkılı levhaların (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃, R₉₄B₆), (R₉₄B₆, R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

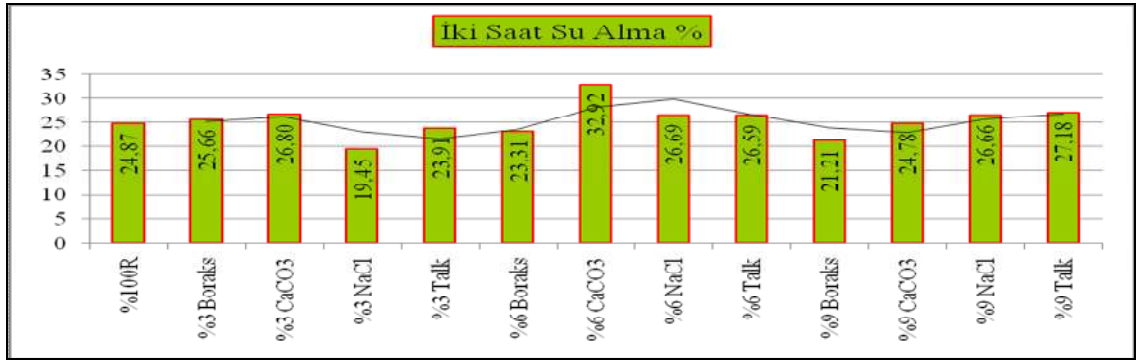
Laboratuarda üretilen kontrol MDF levhası R₁₀₀N₀ (%24,87)’dir. Kaya tuzu katkılı levhası R₉₇N₃ (%19,45) ve %₁₀₀R kontrol levhasına oranı %27,86 iki saat su alma değeri azalmaktadır. R₉₄N₆ (%26,69) ve %₁₀₀R kontrol levhasına göre %7,31 oranında iki saat su alma artmaktadır. R₉₁N₉ (%26,66) ve %₁₀₀R kontrol levhasına göre %7,19 oranında iki saat su alma artmaktadır.

Kalsit katkılı levhası iki saat su alma R₉₇C₃ (%26,80) ve %₁₀₀R kontrol levhası %7,76 oranında iki saat su alması artmaktadır. R₉₄C₆ (%32,92) ve %₁₀₀R kontrol levhasına oranı %32,36 iki saat su alması artmaktadır. R₉₁C₉ (%24,78) ve %₁₀₀R kontrol levhasına oranı %0,363 düşmektedir.

Talk katkılı levhası R₉₇T₃ (%23,91) ve %₁₀₀R levhasına oranı %4,01 azalmaktadır. R₉₄T₆ (%26,59) ve %₁₀₀R kontrol levhasına göre %6,91 oranında iki saat su alması

artmaktadır. $R_{91}T_9$ (%27,18) ve %100R levhasına oranı %9,28 iki saat su alması artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (%25,66) ve %100R kontrol levhasına göre %3,07 iki saat su alması artmaktadır. $R_{94}B_6$ (%23,31) ve %100R levhasına oranı %6,69 azalmaktadır. $R_{91}B_9$ (%21,21) ve %100R levhasına oranı %17,25 iki saat su alması azalmaktadır. Laboratuvar ortamında; Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma yüzde sonuçları Şekil 3.79'da verilmiştir.

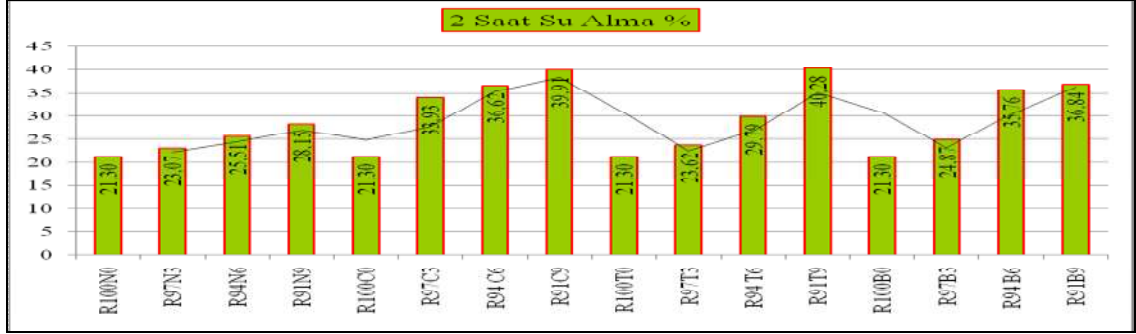


Şekil 3.79. Laboratuvar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçları.

Laboratuvar ortamında inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma sonuçları Şekil 3.79 ve SSPS'leri Çizelge 3.26, Çizelge 3.27, Çizelge 3.28'de gösterilmektedir. Kontrol levhasının (%100R) iki saat su alması (%24,87)'dir. %3 katkılı levhaların en düşük iki saat su alması $R_{97}N_3$ (%19,45) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası %100R kontrol levhasına göre %27,86 oranında iki saat su alması azalmaktadır. Fakat orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek iki saat su alması $R_{97}C_3$ (%26,80) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası %100R kontrol levhasına oranı %7,76 iki saat su alması artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük iki saat su alması $R_{94}B_6$ (%23,31) ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası (%100R) kontrol levhasına oranı %6,69 iki saat su alması azalmaktadır. Fakat orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek iki saat su alması $R_{94}C_6$ (%32,92) ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası (%100R) kontrol levhasına göre %32,36 oranında iki saat su alması artmaktadır.

%9 katkılı levhaların en az iki saat su alması $R_{91}B_9$ (%21,21) ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhasının iki saat su alması $\%_{100}R$ kontrol levhasına göre %17,25 oranında azalmaktadır. Fakat orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek iki saat su alması $R_{91}T_9$ (%27,18) ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhasının iki saat su alması $\%_{100}R$ kontrol levhasına göre %9,28 oranında artmaktadır. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların iki saat su alma sonuçları Şekil 3.80’de verilmiştir.



Şekil 3.80. Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların iki saat su alma yüzdelerinin sonuçları.

Fabrikada üretilen inorganik mineral katkılı MDF’lerin iki saat su alma yüzdelerinin sonuçları Şekil 3.80 ve SSPS’leri Çizelge 3.177, Çizelge 3.178, Çizelge 3.179, Çizelge 3.180’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu inorganik dolgu katlı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$), Kalsit inorganik dolgu katkılı levhaların ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$, $R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$) Talk inorganik mineral katkılı levhaların ($R_{100}T_0$, $R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat mineral katkılı levhaların ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$, $R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

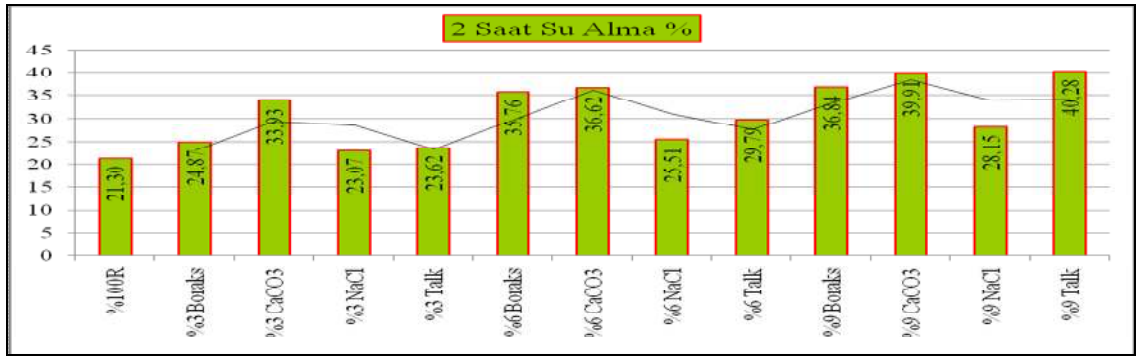
Fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif kontrol levhasının iki saat su alma yüzdesi $R_{100}N_0$ (%21,29) tespit edilmiştir. Kaya tuzu katkılı levhası $R_{97}N_3$ (%23,06) ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %8,31 oranında iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{94}N_6$ (%25,51) iki saat su alma ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası ($R_{100}N_0$) kontrol levhasına göre %19,76 iki saat su alması artmaktadır. $R_{91}N_9$ (%28,15) tespit edilmiş ve ($R_{100}N_0$) referans levhasına oranı %32,22 iki saat su alması artmaktadır.

Kalsit katkılı levhasının iki saat su alması $R_{97}C_3$ (%33,93) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası ($R_{100}C_0$) referans levhasına göre %59,37 oranında iki saat su alma yüzdesi artmaktadır.

R₉₄C₆ (%36,62) ölçülmüş ve kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına göre %72,00 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. R₉₁C₉ (%39,91) iki saat su alma tespit edilmiştir. R₉₁C₉ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %87,45 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır.

Talk katkılı levhası R₉₇T₃ (%23,62) iki saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhası (R₁₀₀T₀) referans levhasına oranı %10,94 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. R₉₄T₆ (%29,79) iki saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına göre %39,92 oranında iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. R₉₁T₉ (%40,28) ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %89,19 iki saat su alması artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₇B₃ (%24,87) ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası (R₁₀₀B₀) referans levhasına oranı %16,81 iki saat su alması artmaktadır. R₉₄B₆ (%35,76) tespit edilmiştir. R₉₄B₆ levhası kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına göre %67,96 iki saat su alması artmaktadır. R₉₁B₉ (%36,84) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası (R₁₀₀B₀) referans levhasına oranı %73,03 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma yüzdelik sonuçları Şekil 3.81’de verilmiştir.



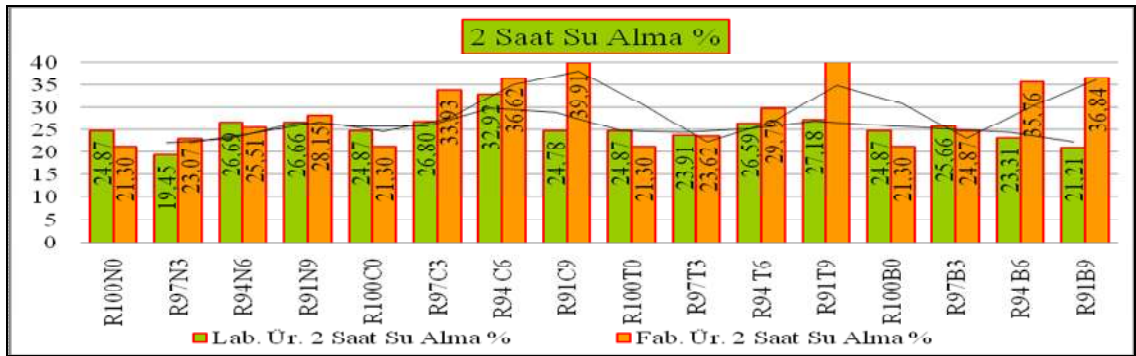
Şekil 3.81. Fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %₁₀₀R, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların iki saat su alma yüzdelik grupların sonuçları.

Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik mineraller katkılı üretilen MDF’lerin iki saat su alma yüzdelik sonuçları Şekil 3.81 ve SSPS’leri Çizelge 3.181, Çizelge 3.182, Çizelge 3.183’de gösterilmektedir. Referans levhasının iki saat su alması %₁₀₀R (%21,29) tespit edilmiştir. %3 katkılı levhaların en

düşük iki saat su alma yüzdesi $R_{97}N_3$ (%23,06) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası % $_{100}R$ kontrol levhasına oranı %8,32 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. Fakat $R_{97}C_3$ (%33,93) levhasında en yüksek iki saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası % $_{100}R$ referans levhasına göre %59,37 iki saat su alması artmaktadır.

%6 katkıli levhaların en yüksek iki saat su alma yüzdesi $R_{94}C_6$ (%36,61) ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol % $_{100}R$ levhasına oranı %71,95 iki saat su alması artmaktadır. Fakat katkıli levhaların en düşük iki saat su alma yüzdesi $R_{94}N_6$ (%25,51) ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol % $_{100}R$ levhasına göre %19,82 iki saat su alması artmaktadır. %9 katkıli levhaların en yüksek iki saat su alma yüzdesi $R_{91}C_9$ (%39,91) ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol % $_{100}R$ levhasına oranı %87,45 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. Fakat katkıli levhaların en düşük iki saat su alma yüzdesi $R_{91}N_9$ (%28,15) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası % $_{100}R$ referans levhasına göre %32,22 iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. Talk, Kaya tuzu inorganik minerallerin levha üretiminde iki saat suda şişme yüzdesi açısından kullanımı uygun olmaktadır.

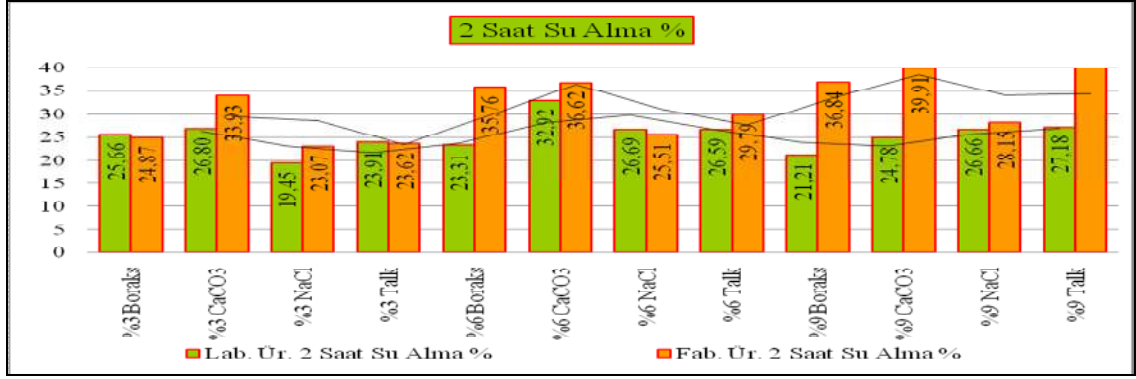
Fabrika ve laboratuvar üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma sonuçları Şekil 3.82’de verilmiştir.



Şekil 3.82. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıli levhaların iki saat su alma sonuçları.

Fabrika ve laboratuvar ortamında üretilen MDF’nin iki saat su almaları Şekil 3.82’de gösterilmektedir. Kaya tuzu katkıli levhalar arasında iki saat su almaları birbirine yakın ölçülmüştür. Levhada Kaya tuzu inorganik dolgu miktarı arttıkça iki saat su almaları artmaktadır. Fabrikada üretimi gerçekleşen levhanın su almaları laboratuvar ortamında üretilen levhalardan daha yüksektir. Kalsit katkıli levhalarda fabrikada üretimi gerçekleşen levhalar arasında en yüksek iki saat su almaları ölçülmüştür. Levhada dolgu

miktarı arttıkça iki saat su almaları artmaktadır. Boraks pentahidrat ve Talk katkılı fabrika üretimi levhalarda inorganik dolgu miktarı arttıkça iki saat su almaları artmaktadır. %6 ve %9 katkılı levhaların iki saat su almaları artmaktadır. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin iki saat su alma yüzdelik sonuçları Şekil 3.83'de gösterilmiştir.



Şekil 3.83. Laboratuvar ve fabrika üretim prosesinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzdelik gruplarının iki saat su alma sonuçları.

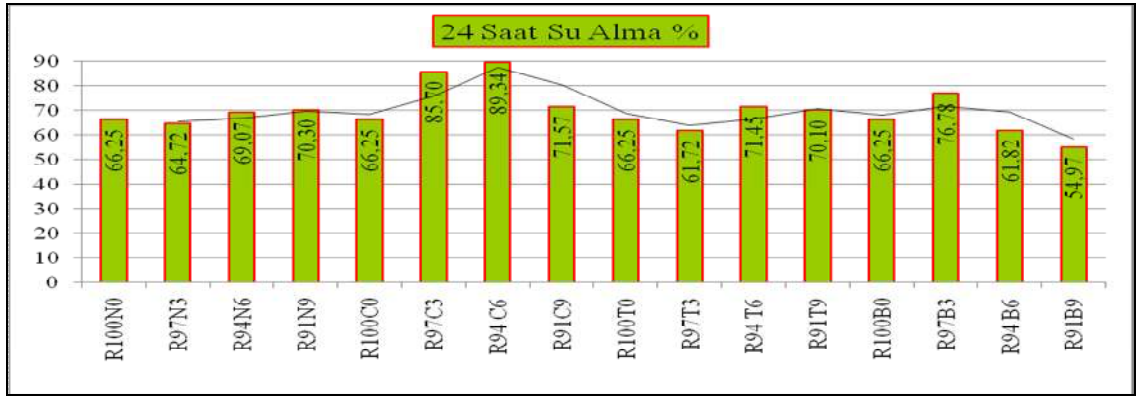
Çizelge 3. 368. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların iki saat su alma test sonuçlarının TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir.

	Levha	Lab Ür. (%)	Fab. Ür. (%)	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi			TS EN 622-5 (2008)
İki Saat Su Alma %	% ₁₀₀ R	24,87	21,30	Herhangi Bir Standart Değeri Yoktur.
	R ₉₇ N ₃	19,44	23,07	
	R ₉₄ N ₆	26,69	25,51	
	R ₉₁ N ₉	26,66	28,15	
	R ₉₇ C ₃	26,80	33,93	
	R ₉₄ C ₆	32,92	36,62	
	R ₉₁ C ₉	24,78	39,91	
	R ₉₇ T ₃	23,91	23,62	
	R ₉₄ T ₆	26,59	29,79	
	R ₉₁ T ₉	27,18	40,28	
	R ₉₇ B ₃	25,66	24,87	
	R ₉₄ B ₆	23,31	35,76	
	R ₉₁ B ₉	21,21	36,84	

Akgül vd (2007). *Quercus robur* liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin iki saat su almalarının yüzdesi %21,6-%32,3 arasında tespit etmişlerdir. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) MDF'nin iki saat su almaları benzer sonuçlar bulunmuştur. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların iki saat su almaları literatürdeki sonuçlarla benzer sonuçlar vermektedir. Literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.1.5. Yirmi Dört Saat Su Alma (%)

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen ota yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat su alma sonuçları Şekil 3.84'de verilmiştir.



Şekil 3.84. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların yirmi dört saat su alma sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin yirmi dört saat su alma yüzdesinin istatistikî (ANOVA) Duncan testi 95% güven aralığında analiz sonuçları Şekil 3.84 ve SSPS'leri Çizelge 3.29, Çizelge 3.30, Çizelge 3.31, Çizelge 3.32'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levha grupları arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₁C₉), (R₉₇C₃, R₉₄C₆) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Talk katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.. Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₄B₆), (R₉₇B₃), (R₉₄B₆, R₉₁B₉) arasında farklılık bulunmaktadır.

Laboratuar kontrol levhasının yirmi dört saat su alması R₁₀₀N₀ (%66,25)'dir. Kaya tuzu katkılı levhası R₉₇N₃ (%64,72) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhası R₁₀₀N₀ kontrol levhasına oranı %2,36 yirmi dört saat su alması azalmaktadır. R₉₄N₆ (%69,07) ölçülmüş ve

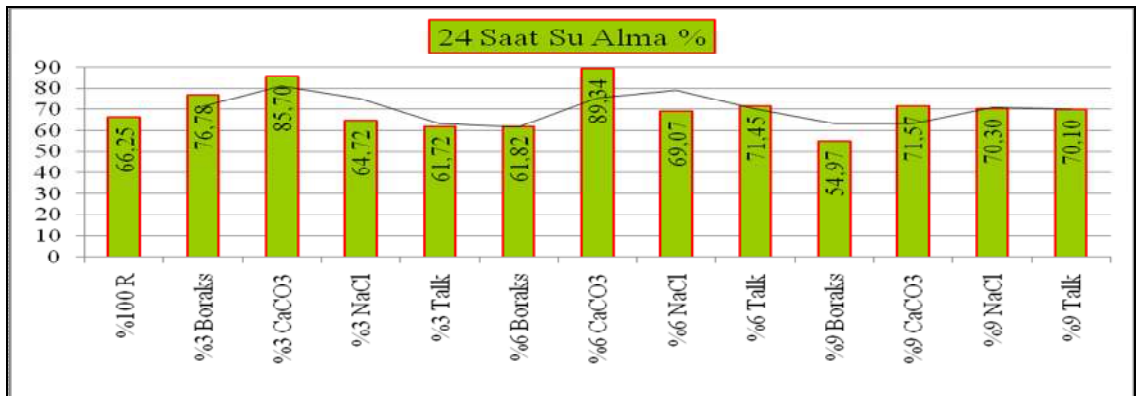
kontrol levhasına göre %4,25 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır. $R_{91}N_9$ (%70,30) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası $R_{100}N_0$ kontrol levhasına göre %6,11 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır.

Kalsit katkılı levhanın yirmi dört su alması $R_{97}C_3$ (%85,70) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ kontrol levhasına göre %29,35 oranında yirmi dört su alması artmaktadır. $R_{94}C_6$ (%89,34) hesaplanmıştır. $R_{94}C_6$ levhasının kontrol levhasına göre %34,85 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır. $R_{91}C_9$ (%71,57) ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına göre %8,03 oranında yirmi dört saat su alma değeri artmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (%61,72) hesaplanmış ve kontrol levhasına göre %7,33 oranında yirmi dört saat su alması azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (%71,45) ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası referans ($R_{100}T_0$) levhasına göre %7,84 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır. $R_{91}T_9$ (%70,10) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %5,81 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (%76,78) hesaplanmış ve kontrol levhasına göre %15,89 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır. $R_{94}B_6$ (%61,82) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %7,16 oranında yirmi dört saat su alması azalmaktadır. $R_{91}B_9$ (%54,97) ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhası kontrol levhasına göre %20,52 oranında yirmi dört saat su alması azalmaktadır.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları Şekil 3.85’de verilmiştir.

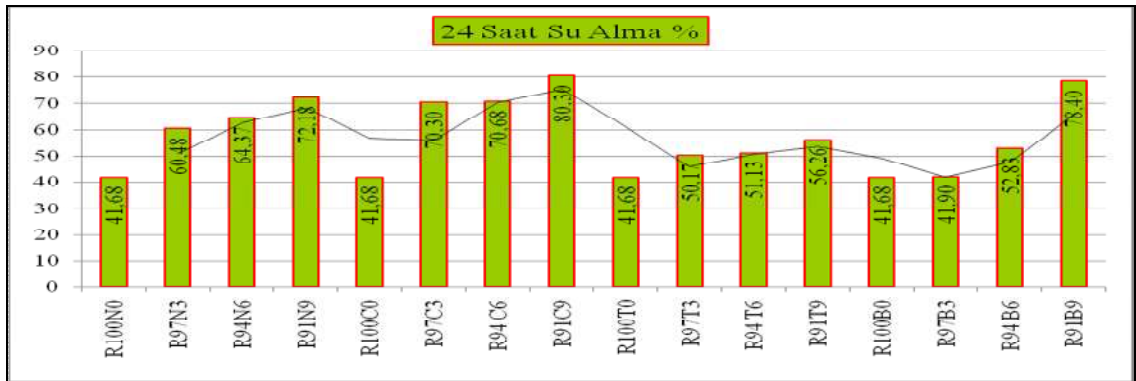


Şekil 3.85. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı MDF'lerin yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları Şekil 3.85 ve SSPS'leri Çizelge 3.33, Çizelge 3.34, Çizelge 3.35'de gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhası yirmi dört saat su alması (%66,25)'dir. %3 katkılı levhaların en düşük yirmi dört saat su alması R₉₇T₃ (%61,72) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %7,33 yirmi dört saat su alması düşmektedir. Fakat R₉₇C₃ (%85,70) en yüksek yirmi dört saat su alması ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %29,35 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük yirmi dört saat su alması R₉₄B₆ (%61,82) ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %7,16 yirmi dört saat su alması düşmektedir. Fakat R₉₄C₆ (%89,34) levhası en yüksek yirmi dört saat su alması ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %34,85 oranında yirmi dört saat su alması artmaktadır.

%9 katkılı levhalarını R₉₁B₉ (%54,97) en az yirmi dört saat su alması ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %20,52 yirmi dört saat su alması azalmaktadır. Fakat R₉₁C₉ (%71,57) en yüksek yirmi dört saat su alması ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %8,03 yirmi dört saat su alması artmaktadır. Fabrika üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat su alma sonuçları Şekil 3.86'da verilmiştir.



Şekil 3.86. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su almalarının sonuçları.

Fabrikada inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların yirmi dört saat su almaları sonuçları Şekil 3.86 ve SSPS'leri Çizelge 3.184, Çizelge 3.185, Çizelge 3.186, Çizelge 3.187'de gösterilmektedir. Kontrol levhasının yirmi dört saat su alması R₁₀₀N₀

(%41,68)'dir. Kaya tuzu katkılı levhasın $R_{97}N_3$ (%60,48) yirmi dört saat su alması ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %45,10 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{94}N_6$ (%64,37) ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %54,43 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{91}N_9$ (%72,18) yirmi dört saat su alması ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %73,17 yirmi dört saat su alması artmaktadır.

Kalsit inorganik katkılı levhasını yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{97}C_3$ (%70,30) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranla %68,66 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{94}C_6$ (%70,68) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına göre %69,57 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{91}C_9$ (%80,30) yirmi dört saat su alma ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhasının değeri referans ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %92,65 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır.

Talk inorganik mineral katkılı levhası $R_{97}T_3$ (%50,17) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhasının değeri referans ($R_{100}T_0$) levhasına oranla %20,36 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{94}T_6$ (%51,13) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına göre %22,67 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{91}T_9$ (%56,26) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranı %34,98 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır.

Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhası $R_{97}B_3$ (%41,90) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına oranı %0,527 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{94}B_6$ (%52,83) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhasının değeri referans ($R_{100}B_0$) levhasına göre %26,75 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. $R_{91}B_9$ (%78,40) yirmi dört saat su alma yüzdesi ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %88,09 yirmi dört saat su alma yüzdesi artmaktadır. Katkılı levhaların hem fabrika hemde laboratuvar üretimlerinin yirmi dört saat su almalarının yüzdelik sonuçları Şekil 3.175'de gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat su alma sonuçları Şekil 3.87'de verilmiştir.



Şekil 3.87. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %₁₀₀R, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları.

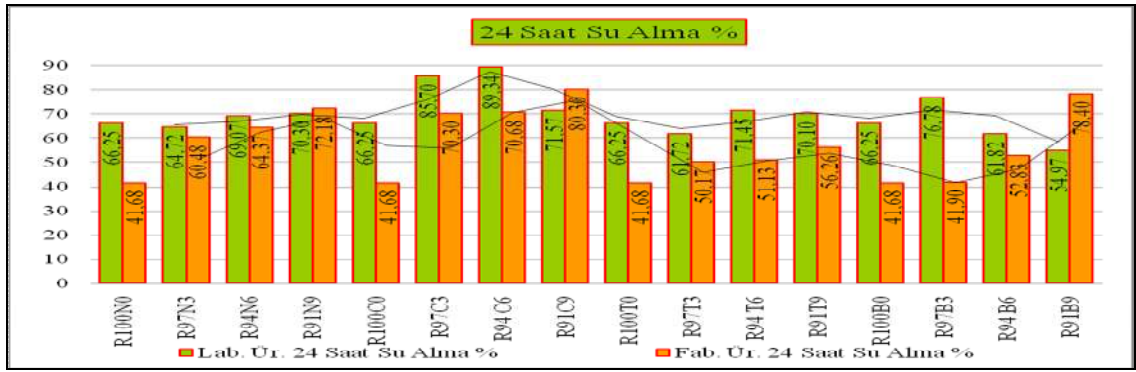
Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma yüzdeliklerinin sonuçları Şekil 3.87. ve SSPS'leri Çizelge 3.188, Çizelge 3.189, Çizelge 3.190'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkıları levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkıları levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$, $R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$) Talk katkıları levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$) ($R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkıları levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrikada üretilen kontrol levhasının yirmi dört saat su alma yüzdesi %₁₀₀R (%41,68) tespit edilmiştir. %3 katkıları levhaların en düşük yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{97}B_3$ (%41,90) ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhaların değeri kontrol %₁₀₀R levhasına göre %0,527 artmaktadır. Fakat katkıları levhaların en yüksek yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{97}C_3$ (%70,29) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası referans %₁₀₀R levhasına göre %68,64 artmaktadır.

%6 katkıları levhaların en yüksek yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{94}C_6$ (%70,67) ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol %₁₀₀R levhasına göre %69,55 oranında artmaktadır. Fakat katkıları levhaların en düşük yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{94}T_6$ (%51,12) ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol %₁₀₀R levhasına göre %22,64 artmaktadır.

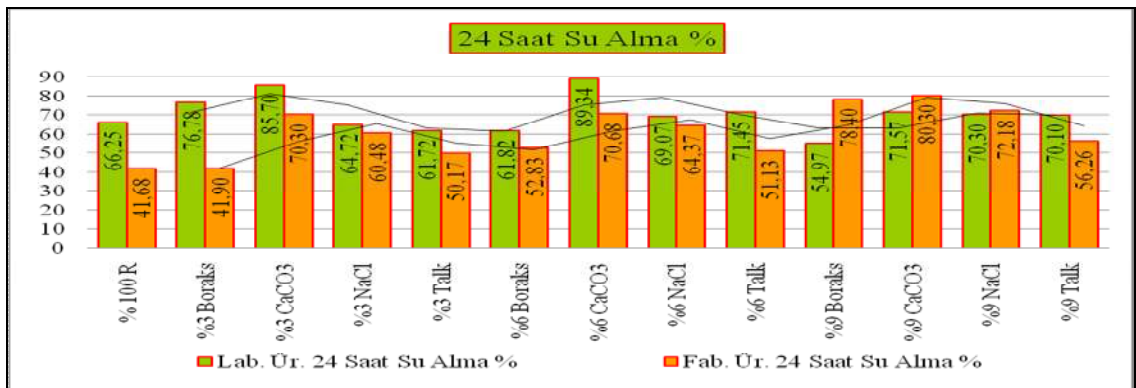
%9 katkıları levhaların en yüksek yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{91}C_9$ (%80,29) ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası referans %₁₀₀R levhasına oranı %92,63 artmaktadır. Fakat katkıları levhaların en düşük yirmi dört saat su alma yüzdesi $R_{91}T_9$ (%56,26) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol %₁₀₀R levhasına oranı %34,98 artmaktadır. Katkıları levhaların hem fabrika hemde laboratuvar üretimlerinin yirmi dört saat su almalarının yüzdelik sonuçları

Şekil 3.176’de gösterilmektedir. İnorganik mineral katkılı MDF levhalarının yirmi dört saat su almasının yüzdesine ait TS EN 622–5 (2008) standardı 12 mm büyük–19 mm küçük levhalar en çok % 18 olmalıdır. Bu standarda ait sonuçlar Çizelge 3.369’da gösterilmektedir. Boraks pentahidrat, Talk inorganik minerallerin diğer minerallere göre orta yoğunlukta lif levhalarında yirmi dört saat su alma yüzdesi açısından üretimde kullanılması uygun olmaktadır. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yirmi dört saat su alma sonuçları Şekil 3.88’de verilmiştir.



Şekil 3.88. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineraller katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelere ait sonuçlar.

Laboratuvar ve fabrika üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhalarının yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları Şekil 3.89’da verilmiştir.



Şekil 3.89. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yirmi dört saat su alma yüzdelik sonuçları.

Çizelge 3. 369. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yirmi dört saat su alma test sonuçlarının TS EN 622–5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir.

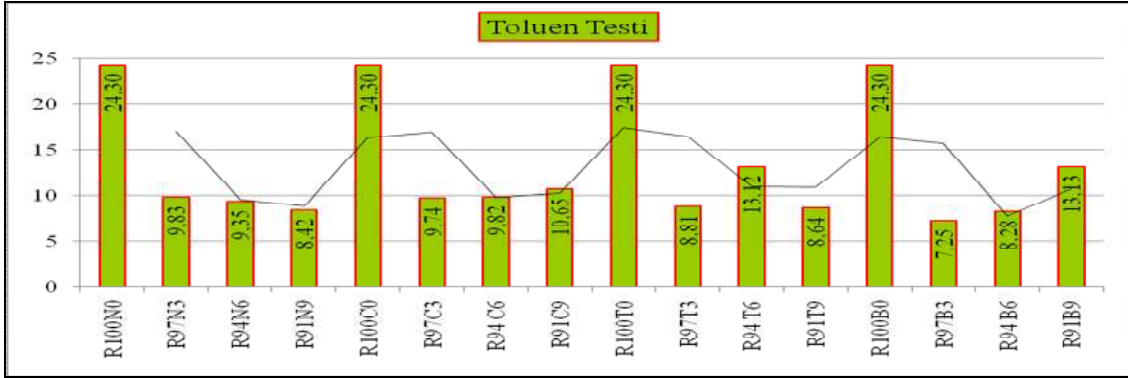
Yirmi Dört Saat Su Alma %	Levha	Lab Ür.	Fab Ür.	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi	(%)	(%)	TS EN 622–5 (2008)
	%100 R	66,25	41,68	24 saat 12 mm büyük–19 mm küçük levhalar en çok % 18
	R ₉₇ N ₃	64,72	60,48	
	R ₉₄ N ₆	69,07	64,37	
	R ₉₁ N ₉	70,30	72,18	
	R ₉₇ C ₃	85,70	70,30	
	R ₉₄ C ₆	89,34	70,68	
	R ₉₁ C ₉	71,57	80,30	
	R ₉₇ T ₃	61,72	50,17	
	R ₉₄ T ₆	71,45	51,13	
	R ₉₁ T ₉	70,10	56,26	
	R ₉₇ B ₃	76,78	41,90	
	R ₉₄ B ₆	61,82	52,83	
	R ₉₁ B ₉	54,97	78,40	

Akgül vd (2007). *Quercus robur* liflerinden laboratuvarda üretilen MDF'nin yirmidört saat su almaları yüzdesi %42,9-%75,2 arasında tespit etmişlerdir. İstek (1999) Odun liflerinden üretilen MDF'nin yirmi dört saat su almaları %16-%24 arasında tespit etmiştir. Laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) levhalarının yirmi dört saat su almaları benzer sonuçlar bulunmuştur. Laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların yirmidört saat su almaları literatürdeki sonuçlarla benzer sonuçlar vermektedir. Literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

İnorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdeleri hem laboratuvar hemde fabrika üretimleri belirtilen TS EN 622–5 (2008) standardının üzerinde ölçülmüştür. Orta yoğunlukta lif levhalarında inorganik mineral miktarı arttıkça su alma değerleri artmaktadır.

3.2.1.6. Toluen Testi

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey toluen testi sonuçları Şekil 3.90'da verilmiştir.

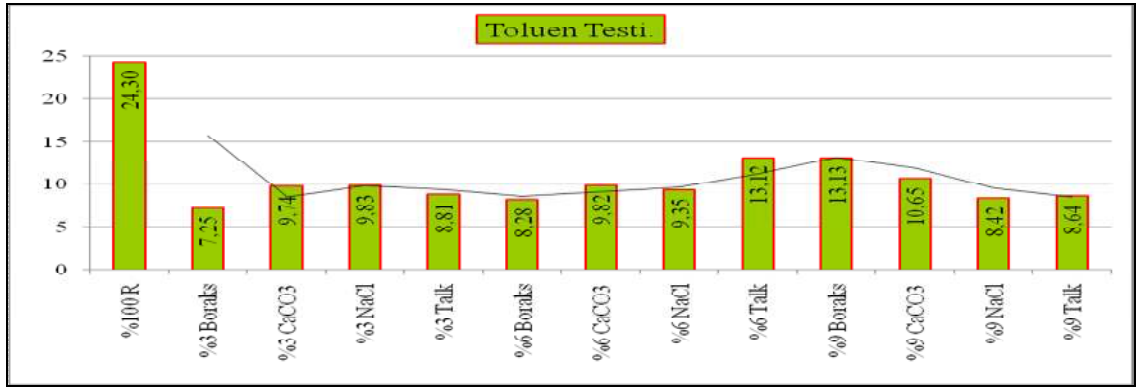


Şekil 3.90. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey toluen testi sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların yüzey toluen testi sonuçları Şekil 3.90 ve SSPS'leri Çizelge 3.36, Çizelge 3.37, Çizelge 3.38, Çizelge 3.39'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katlı levhaların (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃, R₉₄N₆), (R₉₁N₉) Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀), (R₉₇C₃, R₉₄C₆), (R₉₁C₉), Talk katkılı levhaların (R₁₀₀T₀), (R₉₄T₆), (R₉₇T₃, R₉₁T₉), Boraks pentahidrat katkılı levhaların (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃, R₉₁B₉), (R₉₇B₃, R₉₄B₆) arasında farklılık bulunmaktadır.

Laboratuar levhalarının deney sonuçlarına göre kontrol levhası R₁₀₀N₀ (24,30 cm) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı R₉₇N₃ (9,83 cm); %147,20, R₉₄N₆: (9,35 cm); %159,89, R₉₁N₉ (8,42 cm); %188,59 oranlarında %₁₀₀R kontrol levhasına göre yüzey toluen değeri azalmaktadır. Kalsit katkılı R₉₇C₃ (9,74 cm); %149,48, R₉₄C₆ (9,82 cm); %147,45, R₉₁C₉ (10,65 cm); %128,16 oranlarında %₁₀₀R kontrol levhasına göre yüzey toluen değerleri azalmaktadır. Talk katkılı R₉₇T₃ (8,81 cm); %175,82, R₉₄T₆ (13,12 cm); %85,21, R₉₁T₉ (8,64 cm); %181,25 oranlarında %₁₀₀R kontrol levhasına göre yüzey toluen ölçümleri azalmaktadır. Boraks pentahidrat katkılı R₉₇B₃ (7,25 cm); %235,17, R₉₄B₆ (8,28 cm); %193,47, R₉₁B₉ (13,13 cm); %85,07 oranlarında %₁₀₀R kontrol levhasına göre yüzey toluen değerleri azalmaktadır.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey toluen testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.91'de verilmiştir.



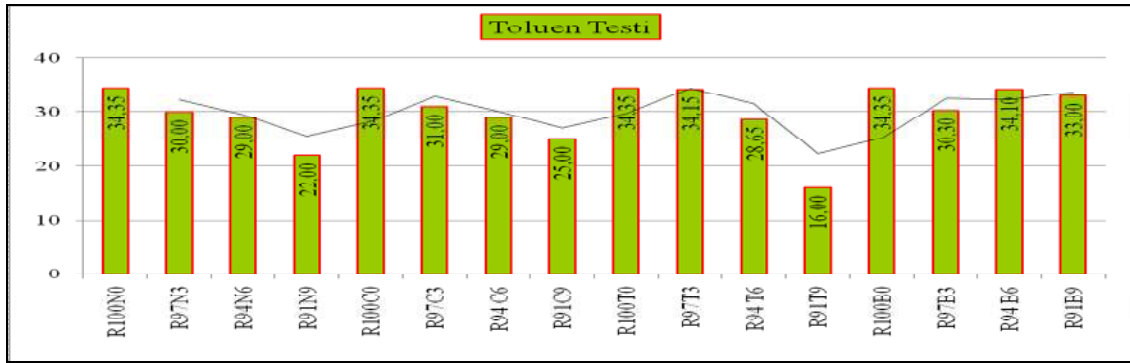
Şekil 3.91. Laboratuarda Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik grupların sonuçları Şekil 3.91. ve SSPS'leri Çizelge 3.40, Çizelge 3.41, Çizelge 3.42'de gösterilmektedir. Kontrol %₁₀₀R levhasının yüzey tolüen akışkanlığı (24,30 cm)'dir. %3 katkılı levhaların en düşük yüzey tolüen testi R₉₇B₃ (7,25 cm) ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %235,17 oranında yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır. Fakat orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek yüzey tolüen akışkanlığı R₉₇C₃ (9,74 cm) ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %149,48 oranında azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük yüzey tolüen akışkanlığı R₉₄B₆ (8,28 cm) ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası kontrol %₁₀₀R levhasına göre %193,47 oranında azalmaktadır. Ancak orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek yüzey tolüen akışkanlığı R₉₄C₆ (9,82 cm) ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası %₁₀₀R kontrol levhasına göre %147,45 oranında düşmektedir.

%9 inorganik mineral katkılı levhaların en düşük yüzey tolüen akışkanlığı R₉₁N₉ (8,42 cm) ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhasının değeri %₁₀₀R levhaya göre %188,59 oranında azalmaktadır. Fakat orta yoğunlukta lif levhaların en yüksek yüzey tolüen akışkanlığı R₉₁B₉ (13,13 cm) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhasının değeri kontrol %₁₀₀R levhasına göre %85,07 oranında azalmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey tolüen testi sonuçları Şekil 3.92'de verilmiştir.



Şekil 3.92. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey tolüen testi sonuçları.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey tolüen testi sonuçları Şekil 3.92. ve SSPS'leri Çizelge 3.191, Çizelge 3.192, Çizelge 3.193, Çizelge 3.194'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhaların (R_{100N_0}), (R_{97N_3}), (R_{94N_6}), (R_{91N_9}), Kalsit katkılı levhaların (R_{100C_0}), (R_{97C_3}), (R_{94C_6}), (R_{91C_9}), Talk katkılı levhaların (R_{100T_0}), (R_{97T_3} , R_{91T_9}), (R_{94T_6}), Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R_{100B_0} , R_{94B_6}), (R_{97B_3}), (R_{91B_9}) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

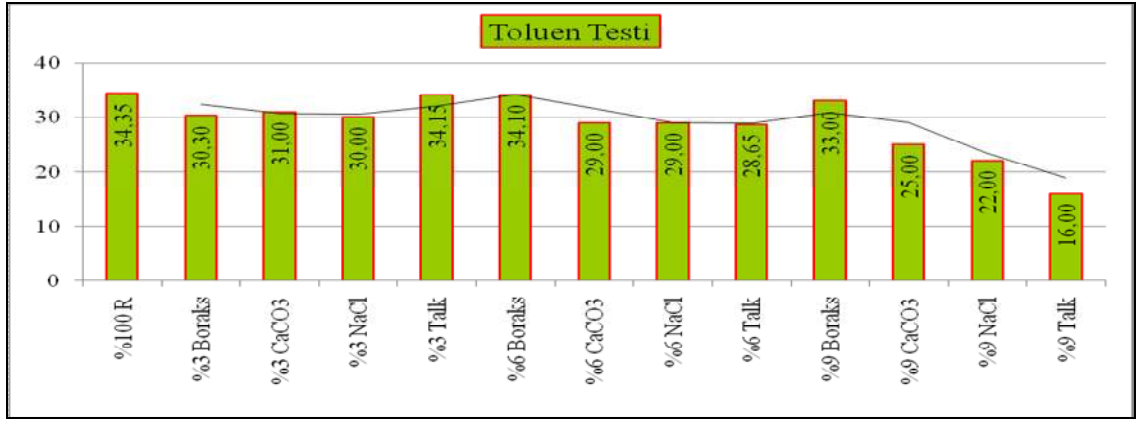
Fabrikada üretilen MDF kontrol levhasının yüzey tolüen akışkanlığı R_{100N_0} (34,35cm)'dir. Kaya tuzu katkılı MDF levhası R_{97N_3} (30,00 cm) ölçülmüştür. R_{97N_3} levhasının kontrol (R_{100N_0}) levhasına oranı %14,50 yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır. R_{94N_6} (29 cm) yüzey tolüen akışkanlığı ölçülmüştür. R_{94N_6} levhası kontrol (R_{100N_0}) levhasına göre %18,45 azalmaktadır. R_{91N_9} (22,00 cm) ölçülmüştür. R_{91N_9} levhası kontrol (R_{100N_0}) levhasına oranla %56,14 yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhası R_{97C_3} (31,00 cm) ölçülmüştür. R_{97C_3} levhası referans (R_{100C_0}) levhasına oranla %10,81 yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır. R_{94C_6} (29,00 cm) ölçülmüş ve kontrol (R_{100C_0}) levhasına oranla %18,45 yüzey tolüen akışkanlığı düşmektedir. R_{91C_9} (25,00 cm) ölçülmüştür. R_{91C_9} levhasının kontrol (R_{100C_0}) levhasına göre %37,40 yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır.

Talk katkılı levhası R_{97T_3} (34,15 cm) yüzey tolüen akışkanlığı ölçülmüştür. R_{97T_3} levhası referans (R_{100T_0}) levhasına oranla %0,59 yüzey tolüen testi azalmaktadır. R_{94T_6} (28,65 cm) ölçülmüş ve kontrol (R_{100T_0}) levhasına oranla %19,90 yüzey tolüen değeri

düşmektedir. $R_{91}T_9$ (16,00 cm) ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranla %114,69 yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (30,30cm) yüzey tolüen testi ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına oranla %213,37 yüzey tolüen değeri azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (34,10cm) ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası referans ($R_{100}B_0$) levhasına oranla %0,73 yüzey tolüen akışkanlığı azalmaktadır. $R_{91}B_9$ (33,00cm) ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına oranla %4,09 yüzey tolüen değeri azalmaktadır. Fabrika ve laboratuarda üretilen levhaların yüzey tolüen test sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.94’de gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF levhalarının yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.93’de verilmiştir.



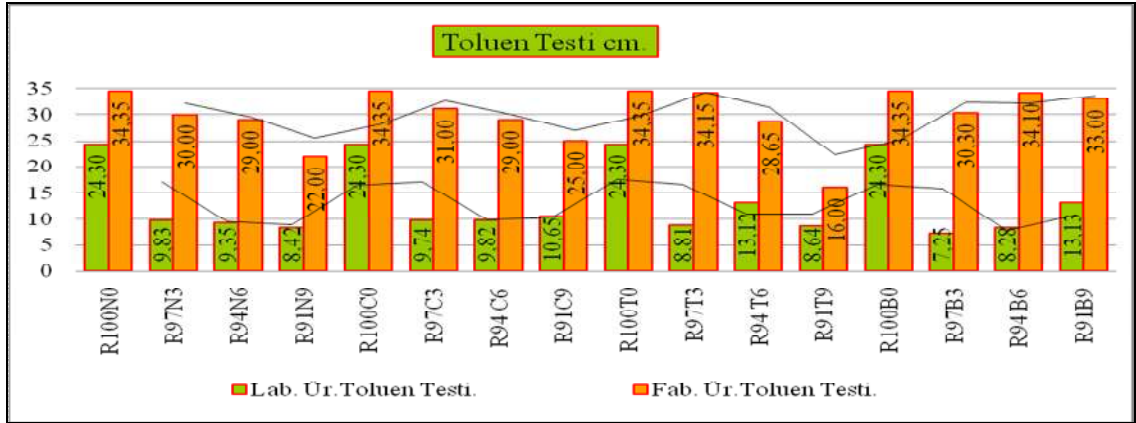
Şekil 3.93. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey tolüen testi sonuçları Şekil 3.93. ve SSPS’leri Çizelge 3.195, Çizelge 3.196, Çizelge 3.197’de gösterilmektedir. Kontrol levhasının yüzey tolüen değeri $%_{100}R$ (34,35 cm) ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en yüksek yüzey tolüen testi $R_{97}T_3$ (34,15 cm) ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol $%_{100}R$ levhasına oranla %0,585 yüzey tolüen testi azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların içinde en düşük yüzey tolüen değeri $R_{97}N_3$ (30,00 cm) ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol $%_{100}R$ levhasına oranla %14,5 yüzey tolüen değeri azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en yüksek yüzey tolüen değeri $R_{94}B_6$ (34,10 cm) ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol $%_{100}R$ levhasına oranla %0,733 azalmaktadır. Ancak katkılı

levhaların en düşük tolüen testi R₉₄T₆ (28,65 cm) ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası kontrol %₁₀₀R levhasına göre %19,89 azalmaktadır.

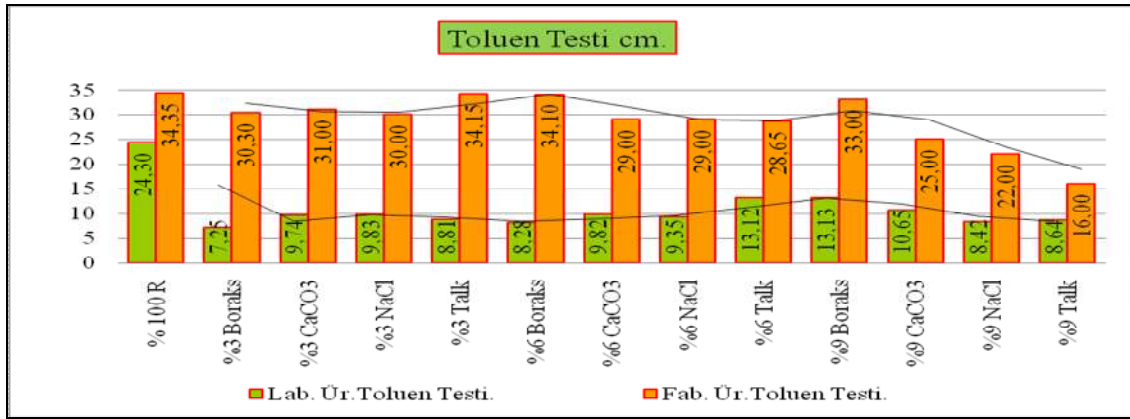
%9 katkılı MDF levhaların en yüksek yüzey tolüen testi R₉₁B₉ (33,00 cm) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası kontrol %₁₀₀R levhasına oranı %4,09 azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en düşük yüzey tolüen testi R₉₁T₉ (16,00 cm) ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhasının değeri %₁₀₀R kontrol levhasına oranı %114,68 azalmaktadır. Kalsit, Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu inorganik minerallerin orta yoğunlukta lif levhaların yüzey pürüzsüzlüğü açısından üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Laboratuvar ve fabrika ortamlarında üretilen levhaların yüzey tolüen yüzdelik sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.95’de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrika üretimlerinde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey tolüen testi sonuçları Şekil 3.94’de verilmiştir.



Şekil 3.94. Laboratuvar ve fabrika üretiminde; Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzey tolüen testi verileri.

MDF’nin yüzey pürüzlülüğü ve yüzey kalitesini belirlemede kalite kontrol amaçlı ölçüm yöntemidir. Tolüen testine ait standart bulunmaktadır.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey tolüen testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.95’de gösterilmiştir.



Şekil 3.95. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey toluen testi yüzdelik sonuçları.

Orta yoğunlukta lif levhaların yüzey toluen testine ait TS EN 622-5 (2008) Standardı bulunmaktadır. Bununla ilgili sonuçlar Çizelge 3.370'de gösterilmektedir. Boraks pentahidrat ve Kalsit inorganik minerallerin diğer minerallere göre MDF'nin yüzey toluen testi yüzdesi açısından üretimde kullanılması uygun olmaktadır.

Çizelge 3. 370. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Çizelge 2.8 üretim reçetesiye göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey toluen test sonuçları TS EN 622-5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir.

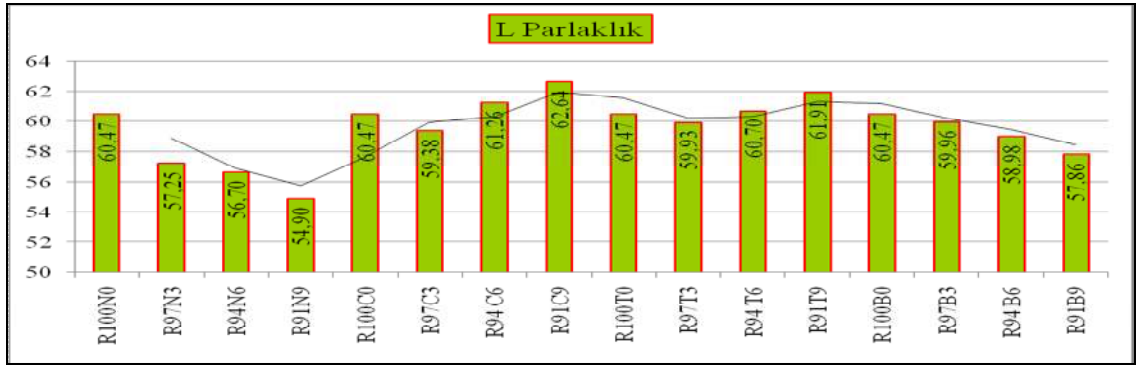
	Levha	Lab. Ür	Fab Ür.	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi	(cm)	(cm)	TS EN 622-5 (2008)
Toluen Testi	% ₁₀₀ R	24,30	34,35	Yüzeye 45° bekleyen levhaya 90° açıyla 1 ml tolueinin akma uzunluğu 15 cm.
	R ₉₇ N ₃	9,83	30,00	
	R ₉₄ N ₆	9,35	29,00	
	R ₉₁ N ₉	8,42	22,00	
	R ₉₇ C ₃	9,74	31,00	
	R ₉₄ C ₆	9,82	29,00	
	R ₉₁ C ₉	10,65	25,00	
	R ₉₇ T ₃	8,81	34,15	
	R ₉₄ T ₆	13,12	28,65	
	R ₉₁ T ₉	8,64	16,00	
	R ₉₇ B ₃	7,25	30,30	
	R ₉₄ B ₆	8,28	34,10	
	R ₉₁ B ₉	13,13	33,00	

İnorganik mineral katkılı MDF'nin yüzey toluen testini etkileyen faktörler; kullanılan inorganik dolgu maddesinin geometrik yapısı, kimyasal yapısı, kullanım miktarı, ligno selülozik hammaddenin türü, yoğunluğu, lif yapısı, lif boyutları, lif rutubet oranı, tutkal türü, tutkalın miktarı, ilave edilen diğer kimyasal katkı maddeleridir. MDF'nin üretiminde levhanın yüzey yoğunluğunu etkileyen faktörler; taslak lif rutubeti, levha taslağının alt üst bölgelerinin pulverize püskürtülen su miktarı, ön pres basıncı, presleme şartları ve sıcak presin tipidir. Presleme esnasında uygulanan sıcaklık, basınç ve zaman diyagramı levha yüzeyinin oluşumunda en önemli unsurdur. Yüzey yoğunluğu artan levhaların yüzey toluen testi iyi sonuç vermektedir. Orta yoğunlukta lif levhasının yüzey yoğunluğunun artmasıyla yüzey pürüzsüzlüğü artmaktadır.

MDF'nin yarı mamül depoda bekleme süresi levhanın ortam denge rutubetine ulaşmasına kadardır. Bu bekleme süresi 4-5 gündür. MDF'nin zımparalanması, zımparalanma yöntemi ve zımpara kâğıtlarının özellikleri yüzey pürüzsüzlüğüne etki etmektedir. İnorganik mineral katkılı fabrika levhaları, laboratuvar levhalarına göre daha iyi sonuç vermektedir. Laboratuvar ortamında üretilen levhanın yüzey toluen testinin düşük sonuç vermesi tamamen laboratuvar üretim şartlarından kaynaklanmaktadır. Orta yoğunlukta lif levhaların üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça levhanın yüzey toluen test sonuçları azalmaktadır. Kontrol levhasının toluen testi en yüksek ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkılı levhanın inorganik mineral miktarı arttıkça toluen test sonuçları artmaktadır. Boraks pentahidrat ve Kalsit inorganik mineral katkılı levhalar en yüksek ve en kaliteli ölçüm sonucu vermektedir.

3.2.1.7. ΔL Yüzey Renk (Parlaklık) Değişimi

Laboratuvar da Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzeyi elepho lorentzen & wettre cihazıyla levha yüzeyi değeri ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları; Şekil 3.96. ve SSPS'leri Çizelge 3.43, Çizelge 3.44, Çizelge 3.45, Çizelge 3.46'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$) Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$, $R_{94}C_6$), ($R_{97}C_3$), ($R_{91}C_9$) Talk katkılı levhalar ($R_{97}T_3$, $R_{100}T_0$), ($R_{94}T_6$, $R_{100}T_0$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Laboratuvar da Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey ΔL değeri test sonuçları Şekil 3.96'da gösterilmiştir.



Şekil 3.96. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları levhaların L (ΔL) değeri test sonuçları.

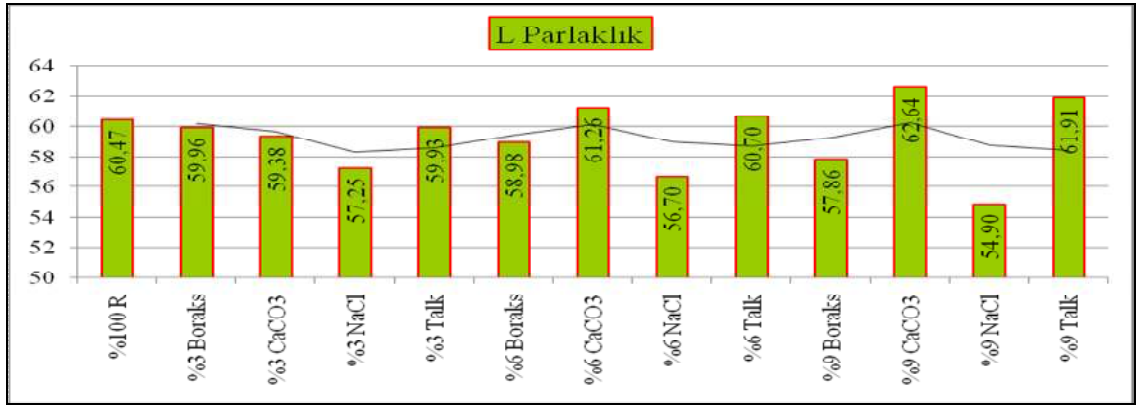
Laboratuvar üretilen kontrol levhasının değeri (60,47) ölçülmüştür. R₉₇N₃ (57,25) kontrol levhasına göre %5,6 oranında değeri azalmıştır. R₉₄N₆ (56,70) kontrol levhasına göre %6,64 oranında değeri azalmıştır. R₉₁N₉ (54,90) yüzeyi değeri kontrol levhasına göre %10,14 oranında değeri azalmaktadır. R₉₁N₉ levhasının değeri en düşüktür. Kaya tuzu katkıları levhalarda mineral miktarı arttıkça levhanın ΔL renk değişimi düşmektedir.

Kalsit katkıları levhalarda R₉₇C₃ yüzey değeri (59,38) kontrol levhasına göre %0,183 oranında azalmıştır. R₉₄C₆ levhasının yüzeyi değeri (61,26) kontrol levhasına göre %0,130 oranında artmaktadır. R₉₁C₉ levhanın yüzeyi (62,64) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %3,58 oranında değeri artmaktadır. Kalsit miktarı arttıkça levha yüzeyinin ΔL renk değişimi artmaktadır.

Talk katkıları R₉₇T₃ levhasının yüzeyi (59,93) ve kontrol levhasına göre %0,901 değeri azalmıştır. R₉₄T₆ (60,70) kontrol levhasına göre %0,380 oranında değeri artmaktadır. R₉₁T₉ levhanın değeri (61,91) ve referans levhasına göre %2,38 artmaktadır. Talk mineral katkıları levhalarda dolgu miktarı arttıkça levhanın ΔL renk değişimi artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkıları R₉₇B₃ levhasının değeri (59,96) ve kontrol levhasına göre %0,850 oranında azalmıştır. R₉₄B₆ (58,98) ölçülmüş ve referans levhasına göre %2,52 oranında değeri azalmıştır. R₉₁B₉ (57,86) kontrol levhasına göre %4,51 oranında değeri düşmektedir. Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu katkıları MDF levhalarında mineral miktarı arttıkça levhanın yüzey ΔL renk değişimi azalmaktadır.

Laboratuvar Çizelge 2.8 üretim reçetesiyle üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey parlaklığı testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.97'de gösterilmiştir.



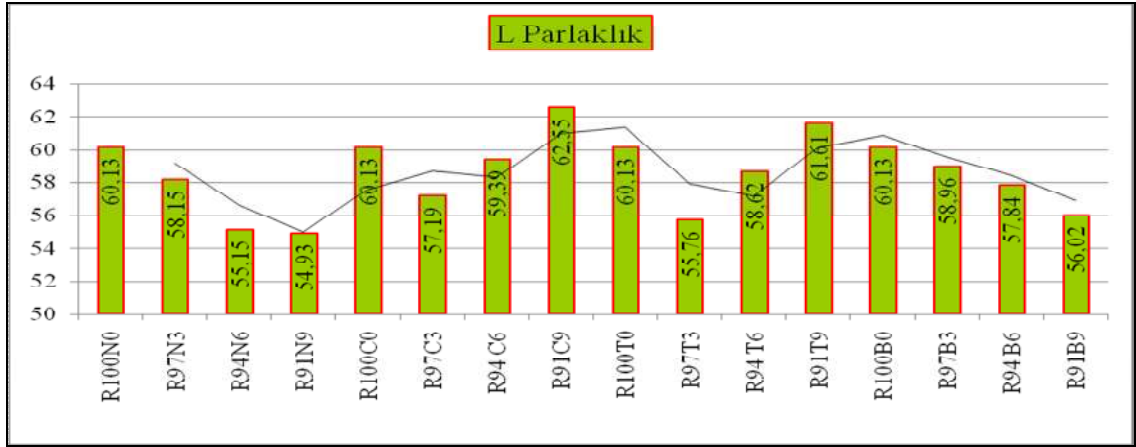
Şekil 3.97. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların yüzey parlaklığı yüzdelik sonuçları.

Laboratuvarda Çizelge 2.8 üretim reçetesiye göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ΔL renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları; Şekil 3.97 ve SSPS'leri Çizelge 3.47, Çizelge 3.48, Çizelge 3.49'da gösterilmektedir. Kontrol levhasının yüzey parlaklığı 60,47 ölçülmüştür. %3 katkılı Kaya tuzu levhasının yüzey parlaklığı 57,25 en düşük ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %5,62 azalmaktadır. Fakat Boraks pentahidrat katkılı levhanın ΔL renk değişimi 59,96 ve kontrol levhasına göre %0,85 oranında artmaktadır.

%6 katkılı Kalsit en yüksek parlaklığı 61,26 ve kontrol levhasına göre %0,85 oranında artmaktadır. Kaya tuzu katkılı levhanın yüzeyi 56,7 en düşük tespit edilmekte ve kontrol levhasına göre %6,64 oranında ΔL renk değişimi azalmaktadır. %9 katkılı Kalsit yüzey parlaklığı 61,91 en yüksek ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %2,34 oranında artmaktadır. Kaya tuzu katkılı levhanın yüzeyi 54,9 en düşük yüzey ΔL renk değişimi ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %10,14 oranında azalmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesiye göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ΔL renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları Şekil 3.98 ve SSPS'leri Çizelge 3.198, Çizelge 3.199, Çizelge 3.200, Çizelge 3.201'de gösterilmektedir. Bu analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2,8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey ΔL renk değişimi testi sonuçları Şekil 3.98’de gösterilmiştir.



Şekil 3.98. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ΔL renk değişimi analiz sonuçları.

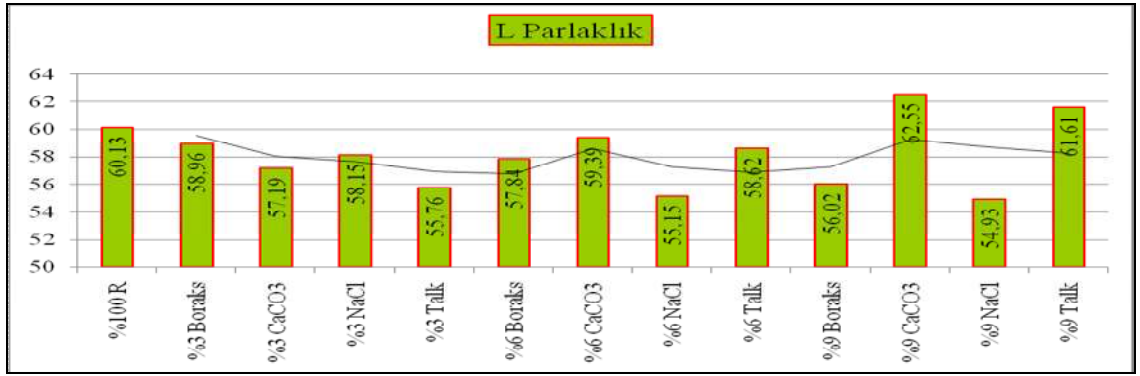
Fabrika üretilen kontrol levhalarının ΔL renk değişimi değeri $R_{100}N_0$ (60,13) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ (58,15) yüzey parlaklığı ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %3,40 oranında azalmaktadır. $R_{94}N_6$ (56,15) yüzey ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına oranı %7,08 yüzey ΔL renk değişimi azalmaktadır. $R_{91}N_9$ (54,93) ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası, kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %9,46 ΔL renk değişimi değeri düşmektedir.

Kalsit katkılı levhasın $R_{97}C_3$ (57,19) levha ΔL renk değişimi ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %5,14 azalmaktadır. $R_{94}C_6$ (59,39) yüzey ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %1,24 ΔL renk değişimi düşmektedir. $R_{91}C_9$ levhası (62,56) yüzey ΔL renk değişimi analizi yapılmış ve referans ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %4,04 artmaktadır.

Talk katkılı levhanın $R_{97}T_3$ (55,76) yüzey ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranı %7,83 yüzey ΔL renk değişimi azalmaktadır. $R_{94}T_6$ levhası (58,62) ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına göre %2,57 ΔL renk değişimi azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhası (61,61) ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranı %2,46 ΔL renk değişimi artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhanın $R_{97}B_3$ (58,96) yüzey ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %1,98 yüzey parlaklığı azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (57,84) ΔL renk değişimi ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhasının değeri kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %3,95 ΔL renk değişimi azalmaktadır. $R_{91}B_9$ levhası (56,02) ΔL renk değişimi test edilmiştir. $R_{91}B_9$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %7,33 ΔL renk değişimi azaldığı görülmektedir. Laboratuvar ve fabrika katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.100’de gösterilmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının ΔL renk değişimi testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.99’da gösterilmiştir.



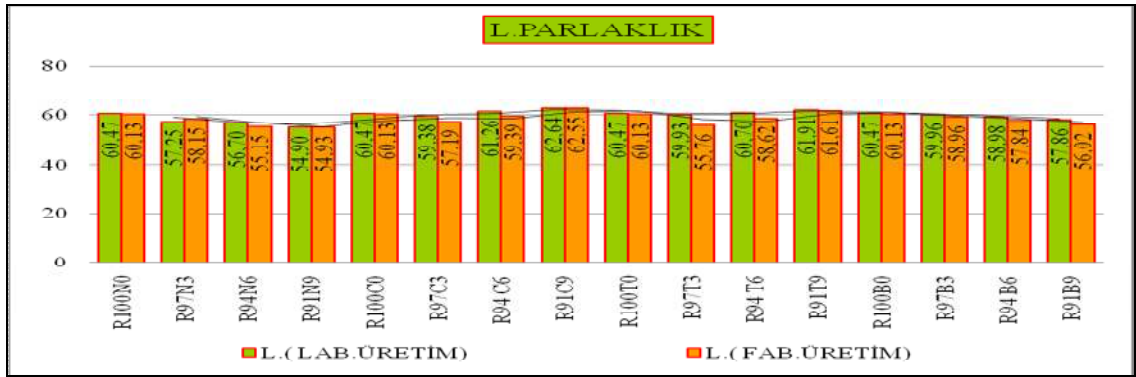
Şekil 3.99. Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhalarının parlaklık testi yüzdelik sonuçları.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ΔL renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Bu ölçüm sonuçları Şekil 3.99 ve SSPS’leri Çizelge 3.202, Çizelge 3.203, Çizelge 3.204’de gösterilmektedir. Referans ($\%_{100}R$) levhasının ΔL renk değişimi (60,13) ölçülmüştür.

%3 katkılı levhanın en düşük ΔL renk değişimi $R_{97}T_3$ (55,76) bulunmuştur. Talk katkılı levhanın kontrol $\%_{100}R$ levhasına göre %7,83 oranında ΔL azalmaktadır. Fakat yüzey parlaklığı en yüksek $R_{97}B_3$ (58,96) tespit edilmiştir. Boraks pentahidrat katkılı levhanın kontrol $\%_{100}R$ levhasına göre %1,98 yüzey ΔL renk değişimi azalmaktadır.

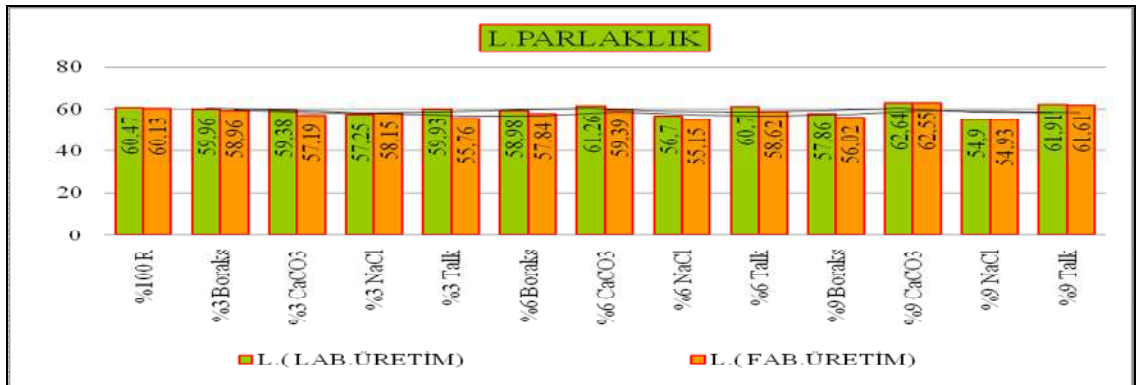
%6 katkılı levhaların en düşük yüzey ΔL renk değişimi $R_{94}N_6$ (55,15) bulunmuştur. $R_{94}N_6$ katkılı levhanın kontrol $\%_{100}R$ levhasına oranı %9,02 ΔL renk değişimi azalmaktadır. Fakat en yüksek yüzey parlaklığı $R_{94}C_6$ (59,39)’dür. Kalsit katkılı levhaların kontrol $\%_{100}R$ levhasına oranı %1,24 yüzey ΔL renk değişimi azalmaktadır.

%9 katkılı levhaların en yüksek ΔL renk değişimi $R_{91}C_9$ (62,55) bulunmuştur. $R_{91}C_9$ katkılı levhanın %₁₀₀R referans levhasına göre %4,02 oranında ΔL renk değişimi artmaktadır. Fakat katkılı levhaların en düşük ΔL renk değişimi $R_{91}N_9$ (54,93) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ katkılı levhasının kontrol %₁₀₀R levhasına göre %9,46 oranında ΔL renk değişimi azalmaktadır. Bu teste Kalsit katkılı levhası en yüksek ΔL renk değişimi sahiptir. Laboratuvar ve fabrikada üretilen katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçlarının yüzdelik karşılaştırmaları Şekil 3.101’de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF’nin ΔL renk değişimi testi sonuçları Şekil 3.100’de karşılaştırmaları belirtilmiştir.



Şekil 3.100. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ΔL renk değişimi test sonuçları.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının ΔL renk değişimi testi yüzdelik sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.101’de belirtilmiştir.

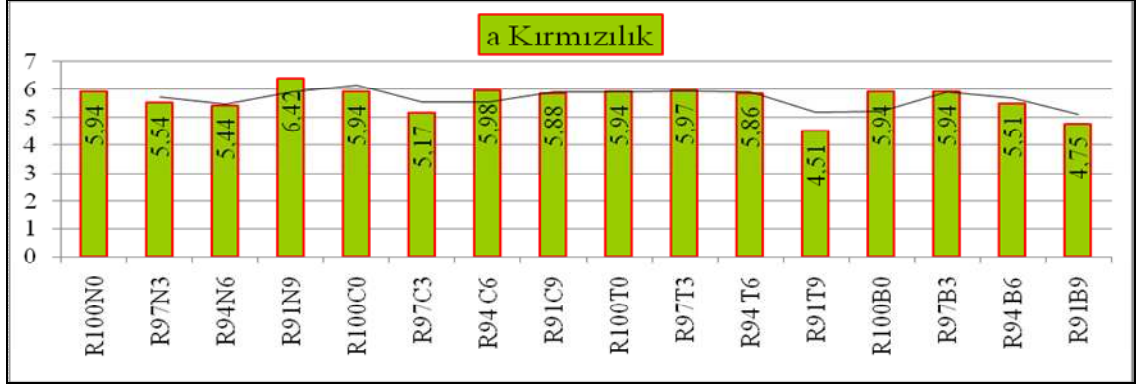


Şekil 3.101. Laboratuvar ve fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı levhaların ΔL renk değişimi yüzdelik sonuçları.

İnorganik mineral katkılı levhalarda en fazla yüzey parlaklığı Kalsit ve Talk katkılı levhalarda olduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.8.Aa.Yüzey Renk (Kırmızılık) Değişimi

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesi göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Aa renk değişimi test sonuçları Şekil 3.102’de gösterilmiştir.



Şekil 3.102. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların Aa renk değişimi sonuçları.

Laboratuarda inorganik dolgu katkılı orta yoğunlukta lif levhaların elepho lorentzen & wettre cihazıyla Aa renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Katkılı levhaların Aa renk değişimi sonuçları Şekil 3.102 ve SSPS’leri Çizelge 3.50, Çizelge 3.51, Çizelge 3.52, Çizelge 3.53’de gösterilmektedir. Bu analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀, R₉₇N₃), (R₉₇N₃, R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₄C₆, R₉₁C₉), (R₉₇C₃), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀, R₉₇T₃, R₉₄T₆), (R₉₁T₉), Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃), (R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında farklılık bulunmaktadır.

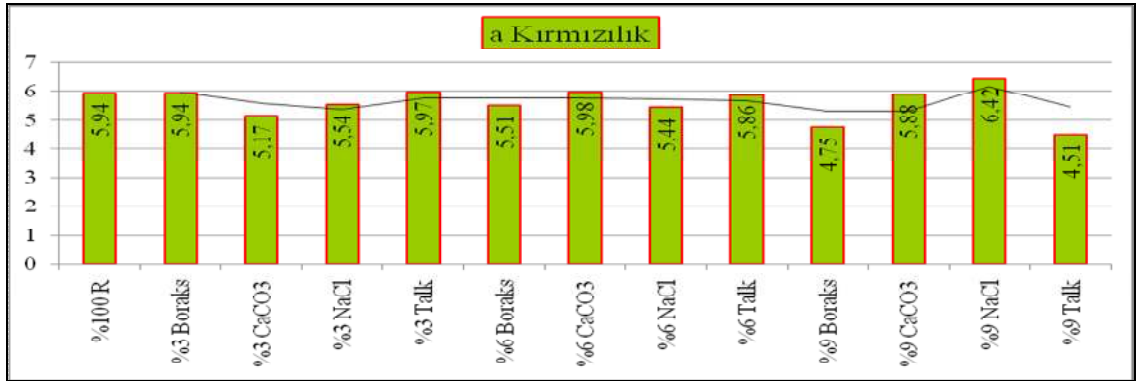
Laboratuarda üretilen kontrol levhasının Aa renk değişimi 5,94 ölçülmüştür. R₉₇N₃ (5,54) ve kontrol levhasına göre %7,2 oranında Aa renk değişimi azalmıştır. R₉₄N₆ levhası (5,44) ve kontrol levhasına göre %9,19 oranında Aa renk değişimi azalmıştır. R₉₁N₉ (6,42) ve kontrol levhasına göre %8,08 oranında Aa renk değişimi artmıştır.

Kalsit katkılı levhaların Aa renk değişimi R₉₇C₃ (5,17) ve kontrol levhasına göre %1,48 oranında Aa renk değişimi azalmıştır. R₉₄C₆ (5,98) ve kontrol levhasına göre %0,670 oranında Aa değeri artmıştır. R₉₁C₉ (5,88) ve kontrol levhasına göre %1,02 Aa renk değişimi azalmıştır. Kalsit miktarı arttıkça levha Aa renk değişimi azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhaların Δa renk değişimi $R_{97}T_3$ (5,97) ve referans levhasına göre %0,505 oranında Δa renk değişimi artmıştır. $R_{94}T_6$ (5,86) ve kontrol levhasına göre %1,36 oranında Δa değeri azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (4,51) ve kontrol levhasına göre %31,70 oranında Δa azalmaktadır. Talk katkılı levhalarda dolgu miktarı arttıkça levhanın Δa renk değişimi azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhaların Δa renk değişimi $R_{97}B_3$ (5,94) ve kontrol levhası ile aynı Δa renk değişimi sahiptir. $R_{94}B_6$ (5,51) ve kontrol levhasına göre %7,8 oranında Δa renk değişimi azalmıştır. $R_{91}B_9$ (4,75) ve kontrol levhasına göre %25,05 oranında Δa azalmıştır. Boraks pentahidrat miktarı arttıkça levha yüzey Δa renk değişimi azalmaktadır. İnorganik mineral katkılı levhaların Δa değeri referans levhaya yakındır.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin Δa renk değişimi testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.103'de gösterilmiştir.



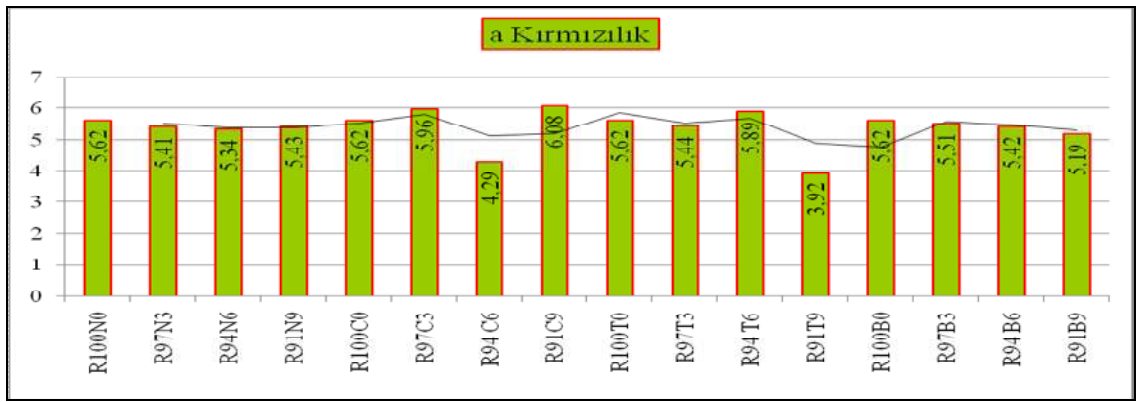
Şekil 3.103. Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların Δa renk değişimi yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda inorganik dolgu katkılı orta yoğunlukta lif levhaların elepho lorentzen & wettre cihazıyla Δa renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Katkılı levhaların Δa renk değişimi sonuçları Şekil 3.103 ve SSPS'leri Çizelge 3.54, Çizelge 3.55, Çizelge 3.56'da gösterilmektedir. Kontrol levhasının Δa renk değişimi (5,94) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalarda en düşük Δa renk değişimi Kalsit (5,17) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %14,89 oranında azalmaktadır. Fakat levhaların en yüksek Δa renk değişimi Talk (5,97) kontrol levhasına göre %0,505 oranında artmıştır.

%6 katkıli levhaların en yüksek Δa değeri Kaya tuzu (5,44) ve kontrol levhasına göre %9,19 oranında azalmaktadır. Ancak katkıli levhalarda en yüksek Δa renk değişimi Kalsit (5,98) ve kontrol levhasına göre %0,673 oranında artmıştır.

%9 katkıli levhalarda en düşük Δa renk değişimi Talk (4,51) ve kontrol levhasına göre %31,17 azalmaktadır. Fakat katkıli levhalarda en yüksek Δa değeri Kaya tuzu (6,42) ve kontrol levhasına göre %8,08 oranında artmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δa renk değişimi testi sonuçları Şekil 3.104’de gösterilmiştir.



Şekil 3.104. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral %0, %3, %6, %9 katkıli levhaların Δa renk değişimi analiz sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik dolgu katkıli orta yoğunlukta lif levhaların Δa renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Katkıli levhaların Δa renk değişimi sonuçları Şekil 3.104 ve SSPS’leri Çizelge 3.205, Çizelge 3.206, Çizelge 3.207, Çizelge 3.208’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkıli levhalar (R_{100N0}), (R_{97N3} , R_{91N9}), (R_{94N6}), Kalsit katkıli levhalar (R_{100C0}), (R_{97C3}), (R_{94C6}), (R_{91C9}), Talk katkıli levhalar (R_{100T0}), (R_{97T3}), (R_{94T6}), (R_{91T9}), Boraks pentahidrat katkıli levhalar (R_{100B0}), (R_{97B3}), (R_{94B6}), (R_{91B9}) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrika üretiminde referans levhalarının Δa renk değişimi R_{100N0} (5,62)’dür. R_{97N3} (5,41) Δa değeri ölçülmüştür. R_{97N3} levhası kontrol (R_{100N0}) levhasına göre %3,88 Δa renk değişimi azalmaktadır. R_{94N6} levhası (5,34) Δa değeri ölçülmüştür. R_{94N6} levhası kontrol (R_{100N0}) levhasına oranı %5,29 Δa renk değişimi azalmaktadır. R_{91N9} (5,43) Δa

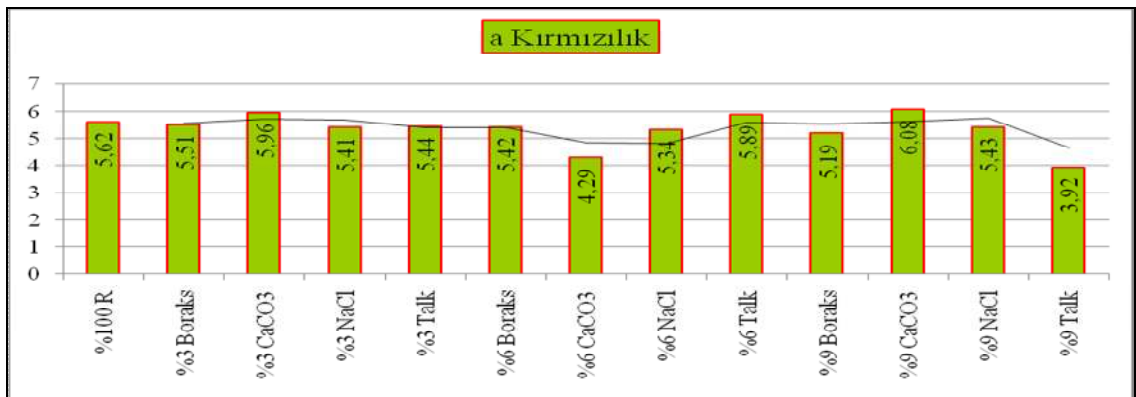
renk değişimi ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhası kontrol (R₁₀₀N₀) levhasına göre %3,49 Δa değeri düşmektedir.

Kalsit katkılı R₉₇C₃ (5,96) yüzey Δa değeri ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %6,04 Δa değeri artmaktadır. R₉₄C₆ (4,29) yüzey Δa değeri ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %31,00 Δa değeri azalmaktadır. R₉₁C₉ (6,08) Δa değeri ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %8,18 Δa renk değişimi artmaktadır.

Talk katkılı levhası R₉₇T₃ (5,44) yüzey Δa değeri ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %3,30 Δa değeri azalmaktadır. R₉₄T₆ (5,89) yüzey Δa değeri ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %4,80 Δa değeri artmaktadır. R₉₁T₉ levhası (3,92) Δa değeri ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %43,36 Δa renk değişimi azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhanın R₉₇B₃ (5,51) Δa renk değişimi ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası, kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına göre %1,19 Δa değeri azalmaktadır. R₉₄B₆ (5,42) Δa değeri ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası, kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına oranı %3,69 Δa değeri azalmaktadır. R₉₁B₉ (5,19) Δa renk değişimi analiz edilmiştir. R₉₁B₉ levhası, kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına oranı %8,28 Δa renk değişimi azalmaktadır. Fabrika ve laboratuarda üretilen levhaların Δa renk değişimi test sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.106'da gösterilmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δa renk değişimi testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.105'da gösterilmiştir.



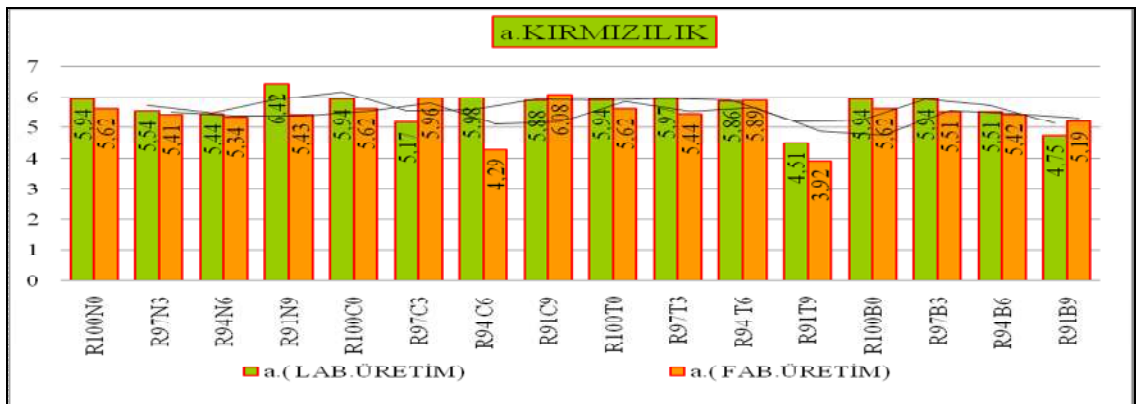
Şekil 3.105. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların Δa renk değişimi yüzdelik sonuçları.

Fabrikada inorganik dolgu katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların Δa renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Katkılı levhaların Δa renk değişimi yüzdelik sonuçları Şekil 3.105 ve SSPS'leri Çizelge 3.209, Çizelge 3.210, Çizelge 3.211'de gösterilmektedir. Referans %₁₀₀R levhasının Δa renk değişimi (5,62)'dir. %3 katkılı levhanın en düşük Δa renk değişimi R₉₇N₃ (5,41) bulunmuş ve kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %3,88 oranında azalmaktadır. Fakat %3 katkılı levhaların en yüksek Δa renk değişimi R₉₇C₃ (5,96) ölçülmüştür. Kalsit katkılı levhanın referans (%₁₀₀R)levhasına göre %6,04 oranında Δa renk değişimi artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük Δa renk değişimi R₉₄C₆ (4,39) bulunmuştur. R₉₄C₆ katkılı levhası referans %₁₀₀R levhasına göre %28,01 oranında Δa renk değişimi azalmaktadır. Fakat katkılı levhanın en yüksek Δa renk değişimi R₉₄T₆ (5,89)'dir. R₉₄T₆ katkılı levhasının kontrol %₁₀₀R levhasına oranı %4,80 Δa renk değişimi artmaktadır.

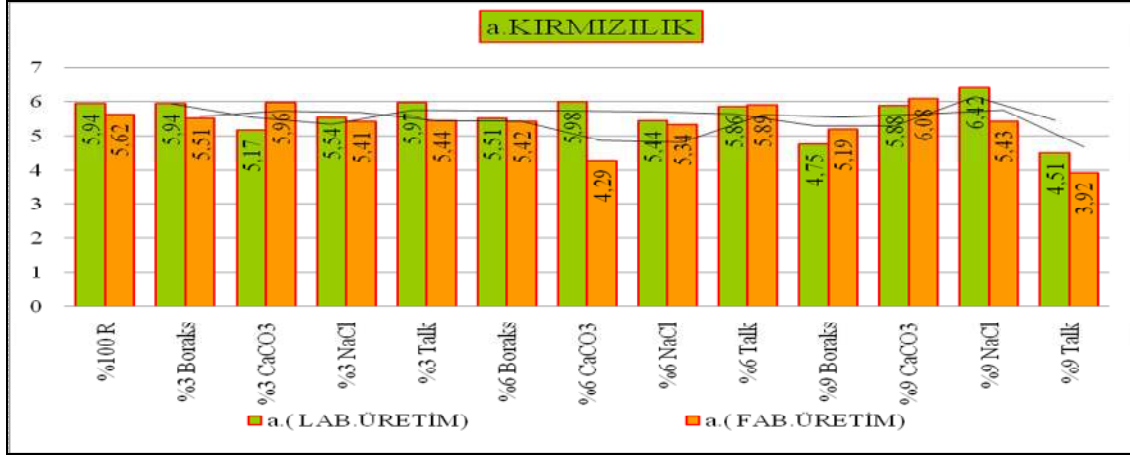
%9 katkılı levhaların en yüksek Δa renk değişimi R₉₁C₉ (6,08) bulunmuştur. R₉₁C₉ katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranı %8,18 Δa renk değişimi artmaktadır. Fakat katkılı levhaların en düşük Δa renk değişimi R₉₁T₉ (3,92)'dir. Talk katkılı levhanın kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranı %43,36 Δa renk değişimi azalmaktadır. Fabrika ve laboratuarda üretilen levhaların Δa renk değişimi testi yüzdelik grupların sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.107'de gösterilmektedir.

Laboratuar ve Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δa renk değişimi test sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.106'da gösterilmiştir.



Şekil 3.106. Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların Δa renk değişimi test sonuçları.

Laboratuvar ve Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhalarının Δa renk değişimi testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.107’de karşılaştırmaları gösterilmiştir.

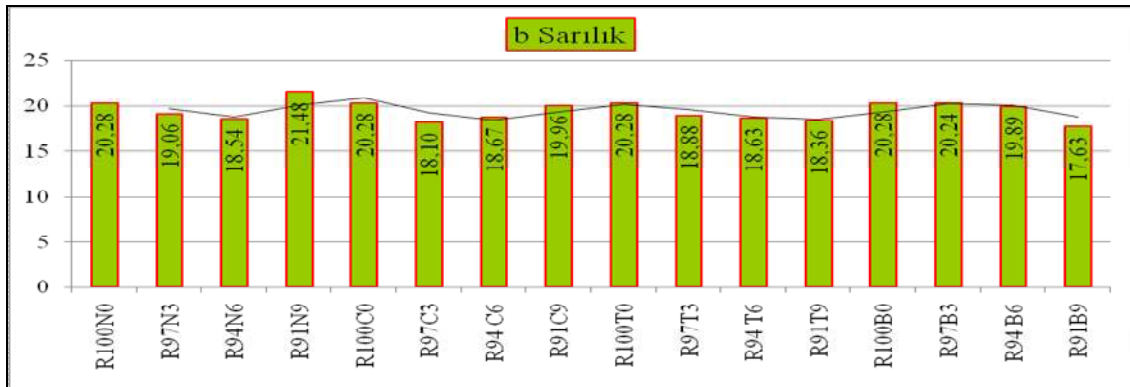


Şekil 3.107. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların Δa renk değişimi test yüzdelik sonuçları.

İnorganik mineral katkılı levhalarda en iyi Δa renk değişimi Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat katkılı orta yoğunlukta lif levhalar olduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.9. *Ab. Yüzey Renk (Sarılık) Değişimi*

Laboratuvar ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δb renk değişimi test sonuçları Şekil 3.108’de gösterilmiştir.



Şekil 3.108. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların Δb renk değişimi sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzeyi elepho lorentzen &wettre cihazıyla Δb renk değişimi cinsinden ölçülmüştür. Katkılı levhaların Δb renk değişimi sonuçları Şekil 3.108 ve SSPS'leri Çizelge 3.57, Çizelge 3.58, Çizelge 3.59, Çizelge 3.60'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizler göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$, $R_{91}C_9$), ($R_{97}C_3$, $R_{94}C_6$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$), Boraks Pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

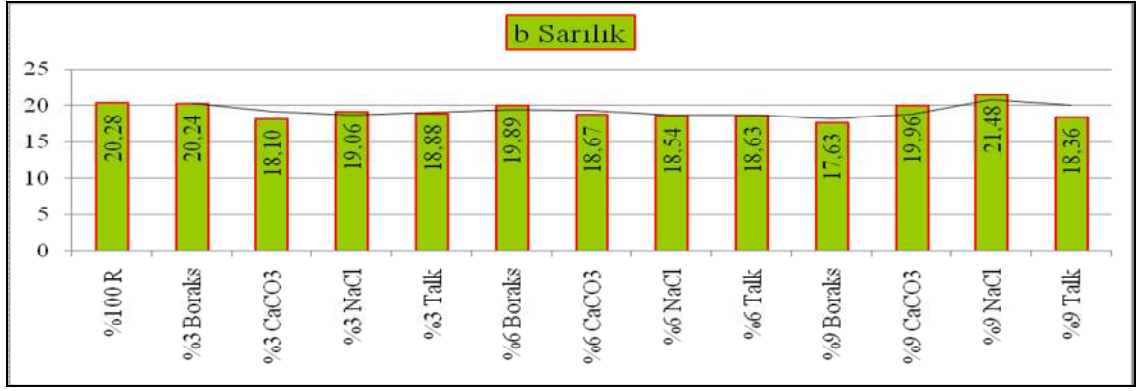
Laboratuarda üretilen kontrol levhasının Δb (20,28) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ (19,06) ve kontrol levhasına göre %6,4 oranında Δb değişimi azalmıştır. $R_{94}N_6$ (18,54) ve kontrol levhasına göre %9,38 oranında Δb değeri azalmıştır. $R_{91}N_9$ (21,48) ve referans levhasına oranla %5,91 Δb değeri artmıştır.

Kalsit katkılı $R_{97}C_3$ (18,10) ve referans levhasına göre %12,04 oranında Δb değeri azalmıştır. $R_{94}C_6$ (18,67) ve kontrol levhasına göre %8,62 Δb değeri azalmıştır. $R_{91}C_9$ (19,96) kontrol levhasına göre %1,60 Δb değeri azalmıştır. Kalsit miktarı arttıkça levhada Δb değeri azalmaktadır.

Talk katkılı $R_{97}T_3$ (18,88) kontrol levhasına göre %7,41 oranında Δb değeri azalmıştır. $R_{94}T_6$ (18,63) referans levhasına göre %8,85 Δb değeri azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (18,36) kontrol levhasına göre %10,45 oranında Δb değeri azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı $R_{97}B_3$ (20,24) kontrol levhasına göre %0,0197 oranında Δb değeri azalmıştır. $R_{94}B_6$ (19,89) referans levhasına oranı %1,96 Δb değeri azalmıştır. $R_{91}B_9$ (17,63) kontrol levhasına göre %15,03 Δb değeri azalmıştır. MDF üretiminde Boraks pentahidrat inorganik dolgu miktarı arttıkça levhanın yüzey Δb değeri azalmaktadır. Laboratuar ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen MDF'nin Δb değeri yüzdelik sonuçları Şekil 3.109'da gösterilmiştir.

Laboratuarda üretilen levhaların Δb ölçüm sonuçları Şekil 3.109. ve SSPS'leri Çizelge 3.61, Çizelge 3.62, Çizelge 3.63'de gösterilmektedir. Kontrol levhasının Δb ölçüm (20,28)'dir.

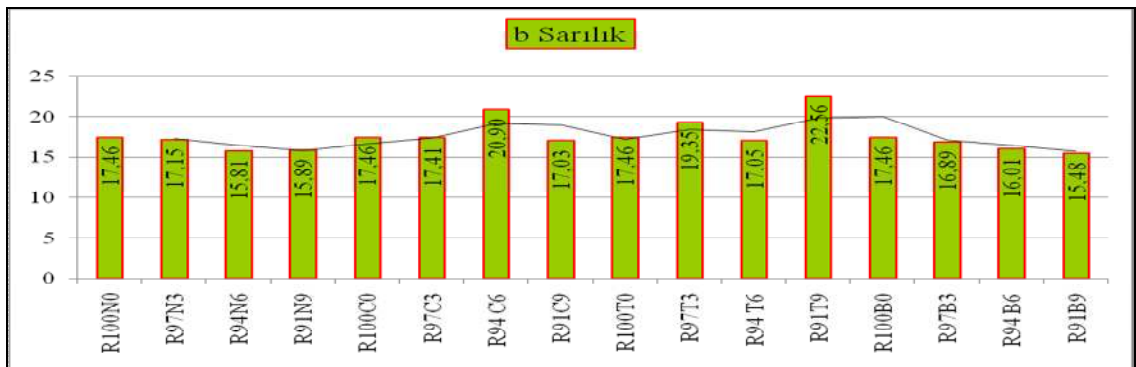


Şekil 3.109. Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen MDF'nin Δb değeri yüzdelik sonuçları.

%3 katkılı Kalsit levhası (18,10) ve kontrol levhasına göre %12,04 Δb değeri düşmektedir. Fakat Boraks pentahidrat (20,24) olup referans levhasına göre %0,197 Δb renk değişimi artmaktadır.

% 6 katkılı levhalar içinde en yüksek Δb renk değişimi Boraks pentahidrat (19,89) ve kontrol levhasına göre %1,96 azalmıştır. Fakat Kaya tuzu katkılı levhanın (18,54) en düşük Δb ölçülmüş ve referans levhasına oranı %9,38 azalmıştır.

%9 katkılı levhanın (17,63) en düşük Δb ölçülmüş ve referans levhasına oranı %15,03 düşmektedir. Fakat Kaya tuzu katkılı levha yüzeyi (21,48) en yüksek Δb tespit edilmiş ve kontrol levhasına oranı %5,91 artmıştır. MDF üretiminde Kaya tuzu katkı miktarı arttıkça levhanın Δb renk değişimi artmaktadır. Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δb test sonuçları Şekil 3.110'da gösterilmiştir.



Şekil 3.110. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların Δb renk değişimi analiz sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların Δb ölçüm sonuçları Şekil 3.110 ve SSPS'leri Çizelge 3.212, Çizelge 3.213, Çizelge 3.214, Çizelge 3.215 gösterilmektedir. Bu SSPS analizlere göre; Kaya tuzu katlı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6, R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$, $R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$, $R_{94}T_6$), ($R_{97}T_3$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

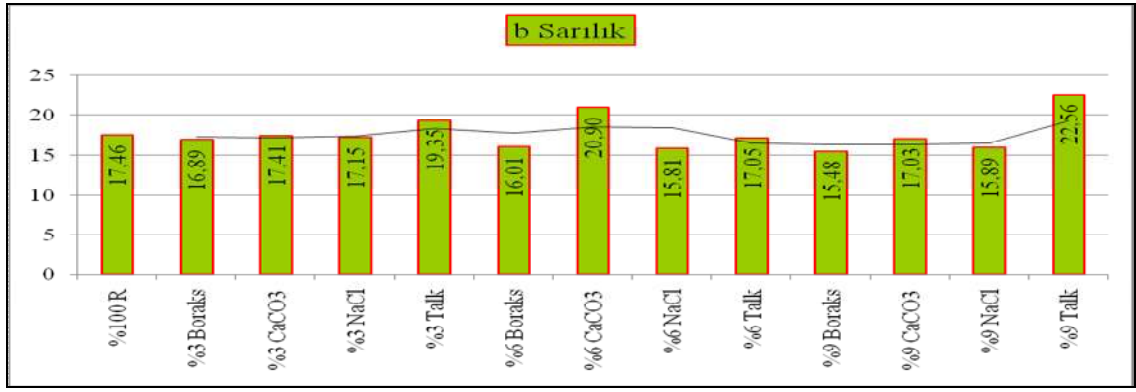
Fabrikada üretilen referans levhasının Δb renk değişimi $R_{100}N_0$ (17,46) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası (17,15) Δb ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına oranı %1,80 Δb değeri azalmaktadır. $R_{94}N_6$ levhasının (17,81) Δb ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına oranı %10,43 Δb değeri azalmaktadır. $R_{91}N_9$ levhası (15,89) Δb ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına göre %9,88 Δb renk değişimi değeri düşmektedir.

Kalsit katkılı levhası $R_{97}C_3$ (17,41) Δb ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %0,287 Δb değeri azalmaktadır. $R_{94}C_6$ levhası (20,9) Δb ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %19,70 Δb artmaktadır. $R_{91}C_9$ levhası (17,03) Δb ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranı %2,52 Δb değeri azalmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (19,35) Δb ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranı %10,82 Δb değeri artmaktadır. $R_{94}T_6$ levhası (17,05) Δb ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranı %2,40 Δb azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhası (22,56) Δb ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranı %29,20 Δb artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (16,89) Δb ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %3,37 Δb azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (16,01) Δb ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %9,05 Δb değeri azalmaktadır. $R_{91}B_9$ levhası (15,48) Δb analiz edilmiştir. $R_{91}B_9$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına oranı %12,79 yüzey Δb azaldığı görülmektedir. Laboratuvar ve fabrikada üretilen levhalarının Δb renk değişimi test sonuçlarını karşılaştırmaları Şekil 3.112'de gösterilmiştir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δb testinin yüzdelik sonuçları Şekil 3.111'de gösterilmiştir.



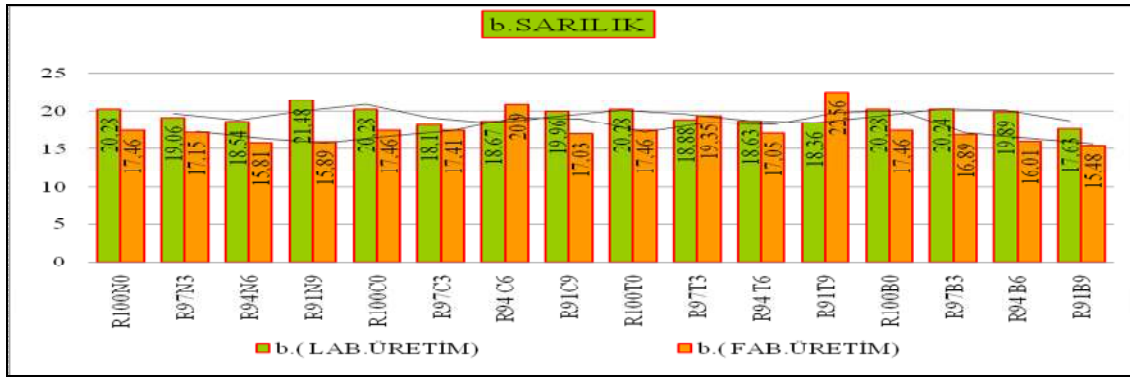
Şekil 3.111. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların Δb analizi yüzdelik sonuçları.

Fabrikada inorganik mineral katkılı üretilen levhaların Δb sonuçları Şekil 3.111 ve SSPS'leri Çizelge 3.216, Çizelge 3.217, Çizelge 3.218'de gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhasının Δb değeri (17,46) tespit edilmiştir. %3 katkılı levhanın en düşük Δb değeri R₉₇B₃ (16,89) bulunmuş ve kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %3,37 oranında yüzey Δb değeri azalmaktadır. Fakat %3 katkılı levhaların en yüksek Δb değeri R₉₇T₃ (19,35) ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %10,82 oranında Δb değeri artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük Δb R₉₄N₆ (15,81) değeri bulunmuştur. R₉₄N₆ katkılı levhası (%₁₀₀R) referans levhasında göre %10,43 oranında Δb değeri azalmaktadır. Fakat %6 katkılı levhada en yüksek Δb R₉₄C₆ (20,09) ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %15,06 oranında Δb değeri artmaktadır.

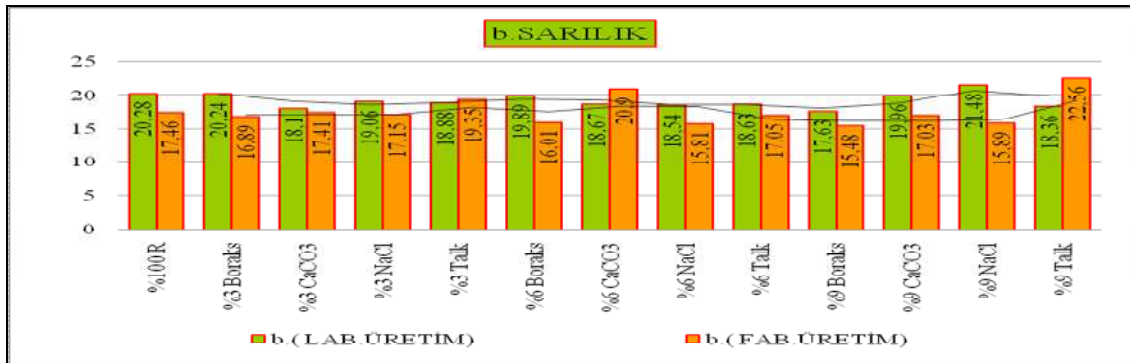
%9 katkılı levhaların en yüksek Δb değeri R₉₁T₉ (22,56) bulunmuştur. R₉₁T₉ levhası (%₁₀₀R) referans levhasına göre %29,20 oranında Δb artmaktadır. Fakat %9 katkılı levhaların en düşük Δb değeri R₉₁B₉ (15,48) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %12,79 oranında Δb değeri azalmaktadır. Laboratuar ve fabrikada üretilen levhalarının Δb renk değişim testi yüzdelik sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.113'de gösterilmiştir.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının Δb test sonuçları Şekil 3.112'de gösterilmiştir.



Şekil 3.112. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı üretilen levhaların Δb analiz sonuçları.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhalarının Δb testi yüzdelik sonuçları Şekil 3.113'de gösterilmiştir.



Şekil 3.113. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların Δb renk değişimi yüzdelik analiz sonuçları.

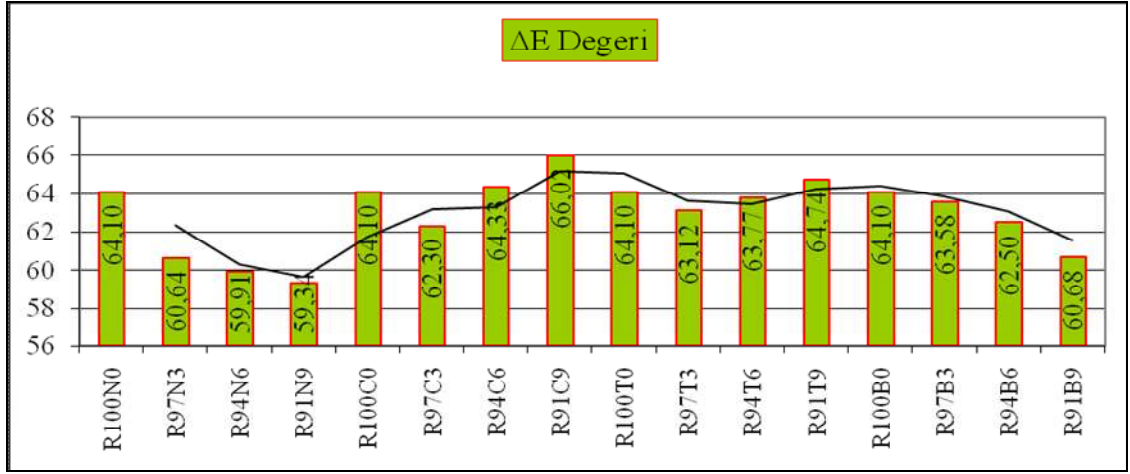
İnorganik mineral katkılı levhalarda hem laboratuvar hemde fabrika levhalarının Δb ölçümleri birbirine yakın olup en iyi yüzey Δb renk değişimi Talk ve Kalsit katkılı levhalar olduğu tespit edilmiştir.

3.2.1.10. ΔE Renk Değişim Değeri

Laboratuvarda Çizelge 2,8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhası Elrepho spectrophotometer (elepho lorentzen &wettre) cihazıyla ΔL, Δa, Δb değerlerinden ΔE değeri hesaplanmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \quad (3.1)$$

Orta yoğunlukta lif levhalarının ΔE renk değişim değerinin sonuçları Şekil 3.114’de gösterilmiştir.



Şekil 3.114. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ΔE renk değişim değerinin sonuçları.

Laboratuvar da Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının ΔE renk değişim değeri test sonuçları Şekil 3.114, Şekil 3.115 ve Çizelge 3.64, Çizelge 3.65, Çizelge 3.66, Çizelge 3.67.’de gösterilmiştir. Bu istatistikî analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$, $R_{94}C_6$), ($R_{97}C_3$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{94}T_6$, $R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

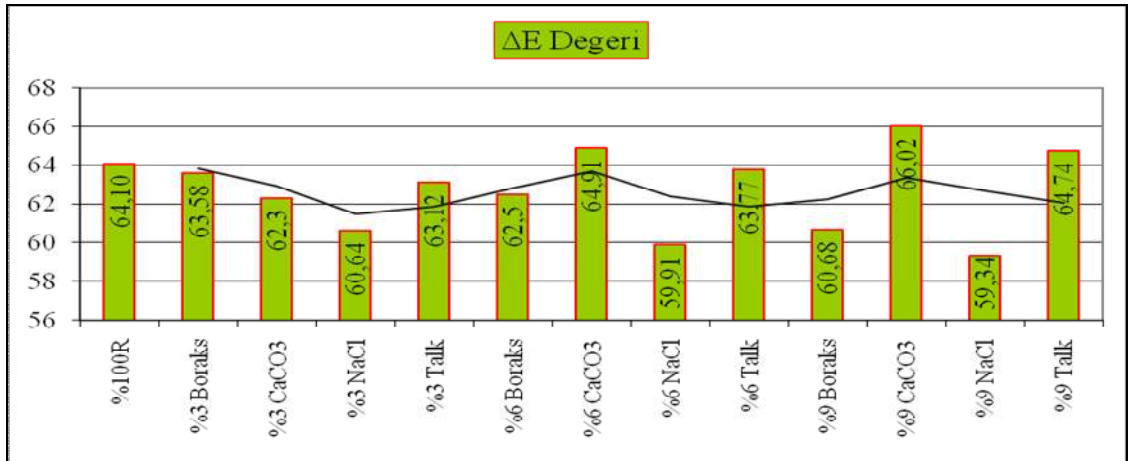
Laboratuvar da üretilen kontrol levhasının ΔE değeri (64,10) hesaplanmıştır. $R_{97}N_3$ (60,64) kontrol levhasına göre %5,70 oranında ΔE değeri azalmıştır. $R_{94}N_6$ (59,91) kontrol levhasına göre %6,99 oranında ΔE değeri azalmıştır. $R_{91}N_9$ (59,34) kontrol levhasına göre %8,02 oranında azalmaktadır. $R_{91}N_9$ levhasının ΔE değeri en düşüktür. Kaya tuzu katkılı levhalarda mineral miktarı arttıkça levhanın ΔE değeri düşmektedir.

Kalsit katkılı levhalarda $R_{97}C_3$ ’ün ΔE değeri (62,30) kontrol levhasına göre %2,88 oranında azalmıştır. $R_{94}C_6$ levhasının ΔE değeri (64,33) kontrol levhasına göre %0,358 oranında artmaktadır. $R_{91}C_9$ levhanın ΔE değeri (66,02) hesaplanmış ve kontrol levhasına göre %2,99 oranında artmaktadır. Kalsit miktarı arttıkça levhanın ΔE değeri artmaktadır.

Talk katkılı R₉₇T₃ levhasının ΔE değeri (63,12) ve kontrol levhasına göre %0,811 azalmıştır. R₉₄T₆ (63,77) kontrol levhasına göre %0,517 oranında ΔE değeri azalmıştır. R₉₁T₉ levhası (64,74) ve referans levhasına göre %0,99 ΔE değeri artmaktadır. Talk mineral katkılı levhalarda dolgu miktarı arttıkça levhanın ΔE değeri artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı R₉₇B₃ levhasının yüzey ΔE değeri (63,58) ve kontrol levhasına göre %0,81 oranında azalmıştır. R₉₄B₆ (62,50) hesaplanmış ve referans levhasına göre %2,56 oranında ΔE değeri azalmıştır. R₉₁B₉ (60,68) kontrol levhasına göre %5,63 oranında ΔE değeri düşmektedir. Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu katkılı MDF levhalarında mineral miktarı arttıkça levhanın yüzey ΔE değeri azalmaktadır.

Laboratuarda Çizelge 2,8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının ΔE renk değişim değerinin yüzdelik sonuçları Şekil 3.115’de gösterilmiştir.



Şekil 3.115. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen MDF’nin ΔE renk değişim değeri yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzdelik ΔE renk değişim değeri Şekil 3.115 ve SSPS’leri Çizelge 3.68, Çizelge 3.69 ve Çizelge 3.70.’de belirtilmiştir.

Kontrol levhasını yüzey ΔE yüzeyi (64,10) hesaplanmıştır. %3 katkılı Kaya tuzu levhasının ΔE yüzeyi (60,64) en düşük hesaplanmış ve kontrol levhasına göre %5,70 azalmaktadır. Fakat Boraks pentahidrat katkılı levhanın ΔE renk değişimi (63,58) ve kontrol levhasına göre %0,81 oranında azalmaktadır.

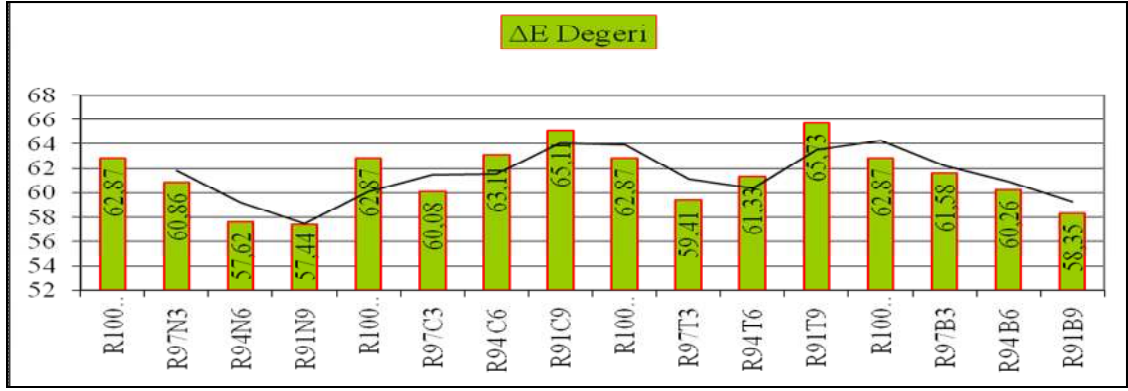
%6 katkılı Kalsit en yüksek ΔE yüzeyi (64,33) ve kontrol levhasına göre %0,35 oranında artmaktadır. Fakat Kaya tuzu katkılı levhanın yüzeyi (59,91) en düşük tespit edilmekte ve kontrol levhasına göre %6,99 oranında ΔE renk değişimi azalmaktadır.

%9 katkılı Kalsit levhasının ΔE yüzeyi (66,02) en yüksek hesaplanmış ve kontrol levhasına göre %2,99 oranında artmaktadır. Kaya tuzu katkılı levhanın yüzeyi (59,34) en düşük ΔE değeri hesaplanmış ve kontrol levhasına göre %8,02 oranında ΔE azalmaktadır.

Laboratuarda üretilen levhalarının yüzeyi Elrepho spectrophotometer cihazıyla ΔL , Δa , Δb değerleri hesaplanmıştır. Bu ölçüm sonucunda ΔE renk değişimi tespit edilmiştir. %3, %6, %9 Kaya tuzu inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzeyi ΔE değeri %3 ile %9 katkılı levha yüzeyleri arasında %2.19 oranında azalmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %8,02 oranında azalmaktadır. %3, %6, %9 Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhaların yüzeyi ΔE değeri %3 ile %9 katkılı levha yüzeyleri arasında %4.77 oranında azalmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %5,63 oranında azalmaktadır. Orta yoğunlukta levha üretiminde Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat inorganik mineral miktarı arttıkça ΔE değeri azalmaktadır.

%3, %6, %9 Kalsit inorganik mineral katkılı üretilen levhaların %3 ile %9 katkılı levha yüzeyleri arasında %5,97 ΔE değeri artmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %2,99 oranında artmaktadır. %3, %6, %9 Talk katkılı levhaların %3 ile %9'luk levha yüzeyleri arasında %2,56 ΔE değeri artmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %0,998 oranında artmaktadır. Orta yoğunlukta levha üretiminde Kalsit ve Talk inorganik mineral miktarı arttıkça ΔE değeri artmaktadır. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının ΔE renk değişim değerleri.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların ΔE yüzey değeri test sonuçları Şekil 3.116, Şekil 3.117 ve Çizelge 3.219, Çizelge 3.220, Çizelge 3.221, Çizelge 3.222'de gösterilmiştir.



Şekil 3.116. Fabrika ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ΔE renk değişim değerinin sonuçları.

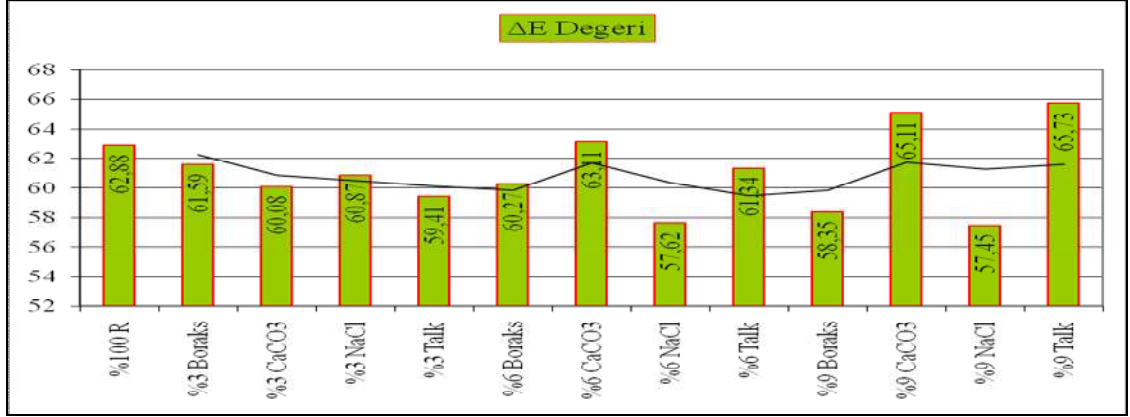
Bu analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R_{100N_0}), (R_{97N_3}), (R_{94N_6} , R_{91N_9}), Kalsit katkılı levhalar (R_{100C_0} , R_{94C_6}), (R_{97C_3}), (R_{91C_9}), Talk katkılı levhalar (R_{100T_0}), (R_{97T_3}), (R_{94T_6}), (R_{91T_9}), Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R_{100B_0}), (R_{97B_3}), (R_{94B_6}), (R_{91B_9}) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrikada üretilen kontrol levhalarının yüzey parlaklığı ΔE değeri R_{100N_0} (62,87) hesaplanmıştır. R_{97N_3} (60,86) kontrol (R_{100N_0}) levhasına göre %3,30 oranında azalmaktadır. R_{94N_6} (57,62) hesaplanmış ve kontrol (R_{100N_0}) levhasına göre %9,11 ΔE değeri azalmaktadır. R_{91N_9} (57,44) test edilmiş ve kontrol (R_{100N_0}) levhasına göre %9,45 ΔE değeri düşmektedir.

Kalsit katkılı levhasın R_{97C_3} (60,08) levhasının ΔE değeri hesaplanmış ve kontrol (R_{100C_0}) levhasına oranı %4,64 azalmaktadır. R_{94C_6} (63,11) test edilmiş ve R_{94C_6} levhası kontrol (R_{100C_0}) levhasına oranı %0,38 yüzey parlaklığı artmaktadır. R_{91C_9} levhası (65,11) analizi yapılmış ve referans (R_{100C_0}) levhasına oranı %3,56 ΔE değeri artmaktadır.

Talk katkılı levhanın R_{97T_3} (59,41) ΔE değeri hesaplanmıştır. R_{97T_3} levhası kontrol (R_{100T_0}) levhasına oranı %5,82 ΔE değeri azalmaktadır. R_{94T_6} levhası (61,33) levha yüzeyi hesaplanmış ve kontrol (R_{100T_0}) levhasına göre %2,51 ΔE değeri azalmaktadır. R_{91T_9} levhası (65,73) hesaplanmış ve kontrol (R_{100T_0}) levhasına oranı %4,54 ΔE değeri artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhanın $R_{97}B_3$ (61,58) ΔE değeri hesaplanmıştır. $R_{97}B_3$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %2,09 ΔE değeri azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (60,26) tespit edilmiş ve kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %4,33 ΔE değeri azalmaktadır. $R_{91}B_9$ levhası (58,35) hesaplanmış ve kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %7,74 ΔE değeri azaldığı görülmektedir. Laboratuvar ve fabrika katkılı levhaların yüzey parlaklığı test sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.118’de gösterilmektedir.



Şekil 3.117. Fabrikada; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen MDF’nin ΔE renk değişimin yüzdelik sonuçları.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzdelik ΔE yüzey değeri Şekil 3.117 ve SSPS’leri Çizelge 3.223, Çizelge 3.224, Çizelge 3.225’de gösterilmektedir. Referans ($\%_{100}R$) levhasının ΔE değeri (62,87) hesaplanmıştır.

%3 katkılı levhanın en düşük ΔE değeri $R_{97}T_3$ (59,41) bulunmuştur. Talk katkılı levhanın kontrol $\%_{100}R$ levhasına göre %5,84 oranında ΔE değeri azalmaktadır. Fakat ΔE değeri en yüksek $R_{97}B_3$ (61,59) tespit edilmiştir. Boraks pentahidrat katkılı levhanın kontrol $\%_{100}R$ levhasına göre %2,09 ΔE değeri azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük ΔE değeri $R_{94}N_6$ (57,62) bulunmuştur. $R_{94}N_6$ katkılı levhanın kontrol $\%_{100}R$ levhasına oranı %9,12 ΔE değeri azalmaktadır. Fakat en yüksek ΔE değeri $R_{94}C_6$ (63,11)’dür. Kalsit katkılı levhaların kontrol $\%_{100}R$ levhasına oranı %0,36 ΔE değeri artmaktadır.

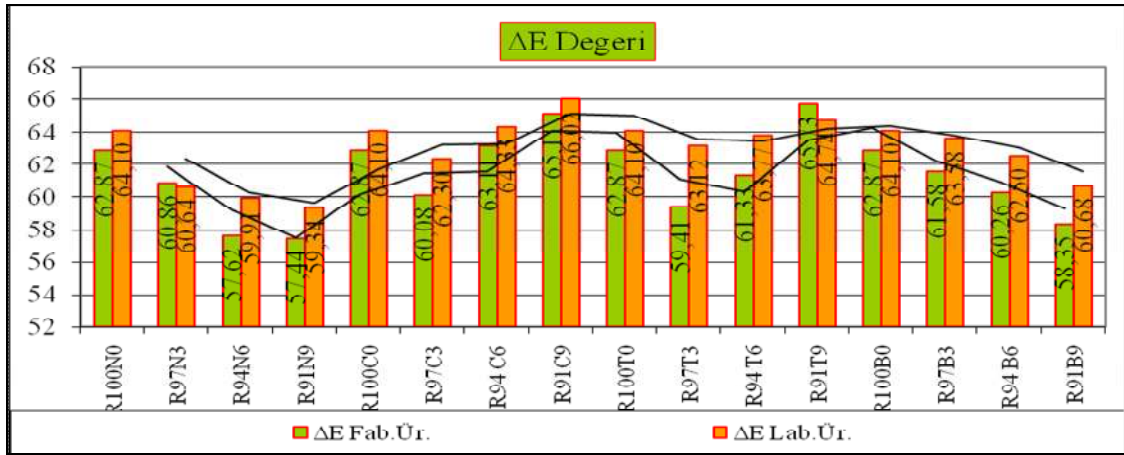
%9 katkılı levhaların en yüksek ΔE değeri $R_{91}N_9$ (57,45) bulunmuştur. $R_{91}C_9$ katkılı levhanın %₁₀₀R referans levhasına göre %9,45 oranında ΔE değeri artmaktadır. Fakat katkılı levhaların en düşük ΔE değeri $R_{91}T_9$ (65,73) hesaplanmıştır. $R_{91}T_9$ katkılı levhasının kontrol %₁₀₀R levhasına göre %4,53 oranında ΔE değeri artmaktadır. Talk katkılı levhası en yüksek ΔE değeri sahiptir. Laboratuvar ve fabrikada üretilen katkılı levhaların ΔE renk değişim sonuçlarının yüzdelik karşılaştırmaları Şekil 3.119'da gösterilmektedir.

Fabrikada üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzeyi ΔE renk değişimi tespit edilmiştir. %3, %6, %9 Kaya tuzu inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yüzeyi ΔE değeri %3 ile %9 katkılı levha yüzeyleri arasında %5,94 oranında azalmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %9,45 oranında azalmaktadır. %3, %6, %9 Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhaların yüzeyi ΔE değeri %3 ile %9 katkılı levha yüzeyleri arasında %5,53 oranında azalmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %7,74 oranında azalmaktadır. Orta yoğunlukta levha üretiminde Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat inorganik mineral miktarı arttıkça ΔE değeri azaldığı tespit edilmiştir.

%3, %6, %9 Kalsit inorganik mineral katkılı üretilen levhaların %3 ile %9 katkılı levha yüzeyleri arasında %8,37 ΔE değeri artmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %3,56 oranında artmaktadır. %3, %6, %9 Talk katkılı levhaların %3 ile %9'luk levha yüzeyleri arasında %10,63 ΔE değeri artmaktadır. Referans levha ile %9 katkılı levha arasında %4,54 oranında artmaktadır. Orta yoğunlukta lif levha üretiminde Kalsit ve Talk inorganik mineral miktarı arttıkça ΔE değeri artmaktadır. Kalsit ve Talk inorganik mineral miktarı arttıkça levha yüzeylerinin ΔE renk değişimi beyazlığı doğru artmaktadır.

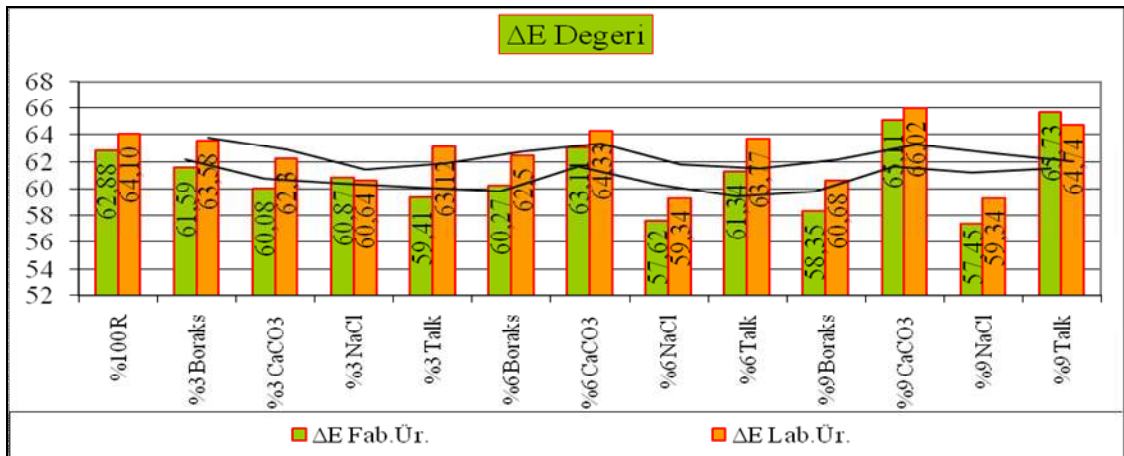
Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının ΔE renk değişim değerinin sonuçları Şekil 3.118'de gösterilmiştir.

Laboratuvar ve fabrikada üretilen Kalsit ve Talk katkılı orta yoğunlukta lif levhalarda %9'luk kullanım %3'lüğe göre ΔE beyaz renk değişimi daha fazla meydana gelmektedir.



Şekil 3.118. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıları ile üretilen levhaların ΔE yüzey parlaklığı değerlerinin sonuçları.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesi'ne göre üretilen levhalarının ΔE renk değişiminin yüzdelik sonuçları Şekil 3.119'da gösterilmiştir.

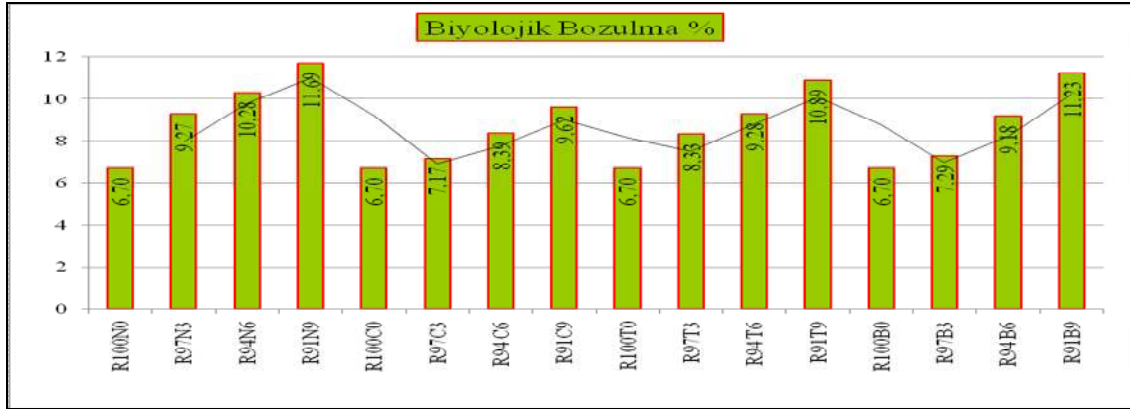


Şekil 3.119 Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkıları ile üretilen levhaların ΔE renk değişim yüzdelik sonuçları.

Laboratuvar ve fabrikada Kalsit ve Talk katkıları ile üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzdelik gruplar arasında %9'luk kullanımı %3, %6'lık kullanım oranlarına göre ΔE renk değişimi daha fazla meydana gelmektedir. MDF üretiminde Kalsit ve Talk inorganik mineral kullanım miktarı arttıkça ΔE beyaz renk değişimi daha fazla gerçekleşmektedir.

3.2.1.11. Biyolojik Bozulma (%)

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların altı ay boyunca orman arazisinde gömülü bekleyen numunelerinin biyolojik bozulmaları ölçülmüştür. Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının biyolojik bozulma yüzde sonuçları Şekil 3.120’de verilmistir.



Şekil 3.120. Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma sonuçları.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen katkılı levhaların biyolojik bozulmalarının sonuçları Şekil 3.120. ve SSPS’leri Çizelge 3.71, Çizelge 3.72, Çizelge 3.73, Çizelge 3.74’de gösterilmiştir. Bu istatistiki sonuçlara göre Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃, R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₇C₃), (R₉₄C₆), (R₉₁C₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉), Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃), (R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında farklılık bulunmaktadır.

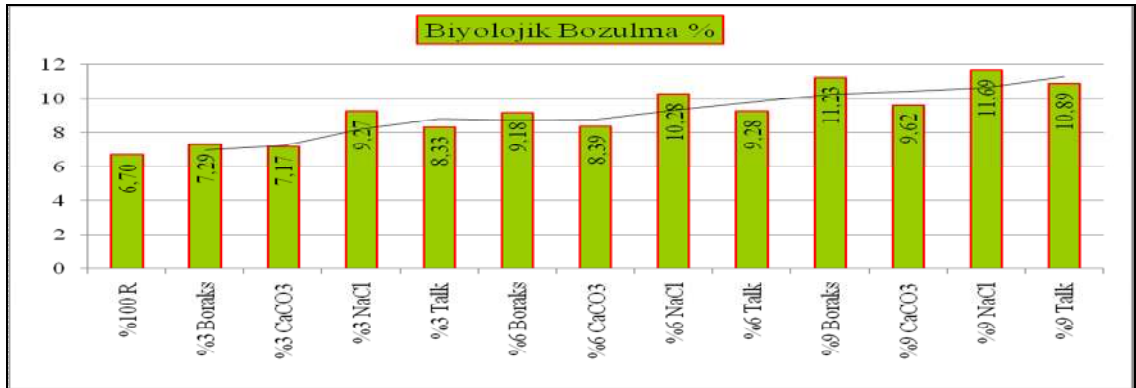
Referans levhasının biyolojik bozulması (%6,68)’dir. R₉₇N₃ (%9,27) kontrol levhasına göre %38,56 oranında biyolojik bozulmaya uğramaktadır. R₉₄N₆ (%10,28) kontrol levhasına göre %53,66 oranında biyolojik bozulma gerçekleşmektedir. R₉₁N₉ (%11,69) kontrol levhasına göre %77,73 oranında biyolojik bozulma görülmüştür.

Kalsit katkılı R₉₇C₃ (%7,17) kontrol levhasına göre %7,17 biyolojik bozulmaya uğramaktadır. R₉₄C₆ (%8,38) kontrol levhasına göre %25,26 biyolojik bozulma ölçülmüştür. R₉₁C₉ (%9,62) kontrol levhasına göre %43,79 biyolojik bozulma görülmektedir.

Talk katkılı R₉₇T₃ (%8,32) kontrol levhasına oranla %24,36 biyolojik bozulmaya uğramaktadır. R₉₄T₆ (%9,28) kontrol levhasına göre %38,71 biyolojik bozulma ölçülmüştür. R₉₁T₉ (%10,88) kontrol levhasına oranla %62,63 biyolojik bozulma görülmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı R₉₇B₃ (%7,28) kontrol levhasına oranla %8,88 biyolojik bozulma görülmektedir. R₉₄B₆ (%9,17) kontrol levhasına oranla %37,07 biyolojik bozulmaya uğramaktadır. R₉₁B₉ (%11,23) kontrol levhasına göre %67,86 oranında biyolojik bozulma tespit edilmiştir.

Kaya tuzu katkılı levhalar en fazla biyolojik bozulmaya uğramaktadır. Kaya tuzu katkılı levhaların biyolojik bozulmaya uğrayabilecek ortamlarda kullanılması uygun olmamaktadır İnorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulması en düşük Kalsit katkılı levhalarda görülmektedir. Talk katkılı levhasının, Kalsit inorganik mineral katkılı levhalardan sonra en az biyolojik bozulmaya uğramaktadır Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhalar biyolojik bozulma testinde üçünü sırada yer almaktadır. Laboratuar üretimde Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları Şekil 3.121’de verilmistir.

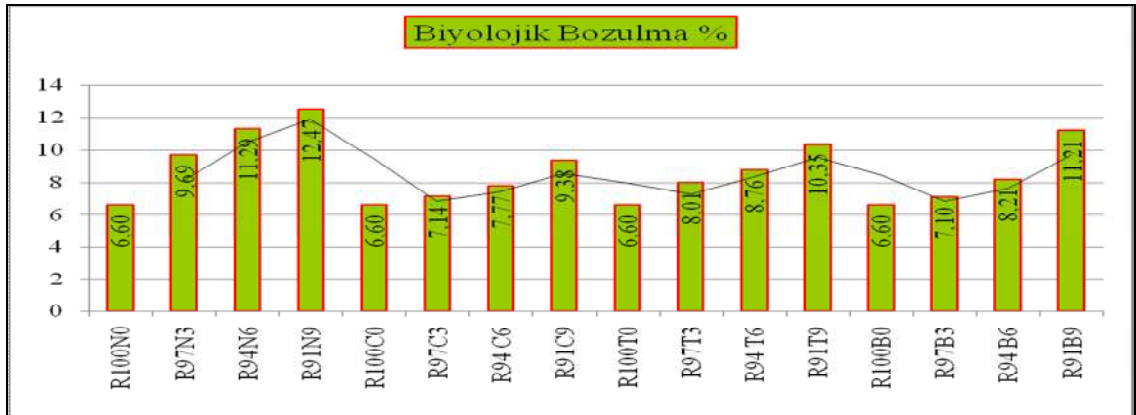


Şekil 3.121. Laboratuar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları.

Laboratuar ortamında üretilen katkılı orta yoğunlukta lif levhaların biyolojik bozulma yüzdesinin sonuçları Şekil 3.121 ve SSPS’leri Çizelge 3.75, Çizelge 3.76, Çizelge 3.77’de verilmiştir. MDF kontrol levhasının biyolojik bozulma yüzdesi (%6,69)’dur. %3 Boraks pentahidrat katkılı levhası (%7,28) kontrol levhasına oranla %8,81 ölçülmüştür. Kalsit (%7,17) kontrol levhasına oranla (%7,17) en az biyolojik

bozulmaya uğramaktadır. Fakat NaCl (%9,27) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %38,56 en fazla biyolojik bozulmaya uğramaktadır. %6 katkıli Kalsit (%8,38) kontrol levhasına göre %25,26 en az biyolojik bozulma tespit edilmektedir. Fakat Kaya tuzu katkıli levha (%10,28) kontrol levhasına oranla %53,66 en fazla biyolojik bozulmaya uğramaktadır. %9 Kalsit katkıli levha (%9,62) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %43,79 en az biyolojik bozulma ölçülmüştür. Fakat Kaya tuzu katkıli levha (%11,69) kontrol levhasına oranla %74,73 en fazla biyolojik bozulmaya uğramaktadır.

İnorganik minerallerden Kalsit katkıli levhalar en az biyolojik degradasyona uğramaktadır. Fakat Kaya tuzu inorganik mineral katkıli levhalar en fazla biyolojik degradasyona uğramaktadır. Kalsit katkıli levhalar; biyolojik bozulma ortamlarındaki kullanımlar için uygundur. Kaya tuzu inorganik mineral katkıli levhalar biyolojik bozulmaya uğrayabilecek ortamlar için uygun olmamaktadır. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının biyolojik bozulma sonuçları Şekil 3.122’de belirtilmiştir.



Şekil 3.122. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında inorganik dolgu katkıli levhaların biyolojik bozulma sonuçları.

Fabrika üretimde inorganik mineral katkıli levhaların biyolojik bozulma sonuçları Şekil 3.122 ve SSPS’leri Çizelge 3.226, Çizelge 3.227, Çizelge 3.228, Çizelge 3.229’da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Fabrika ortamında katkı üretilen levhaların biyolojik bozulma deney sonuçları istatistikî analiz yapılmıştır. Buna göre Kaya tuzu katkıli levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃), (R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkıli levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₇C₃), (R₉₇C₃, R₉₄C₆), (R₉₁C₉), Talk katkıli levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃, R₉₄T₆),

(R₉₁T₉), Boraks pentahidrat katkılı levhalar biyolojik (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃), (R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

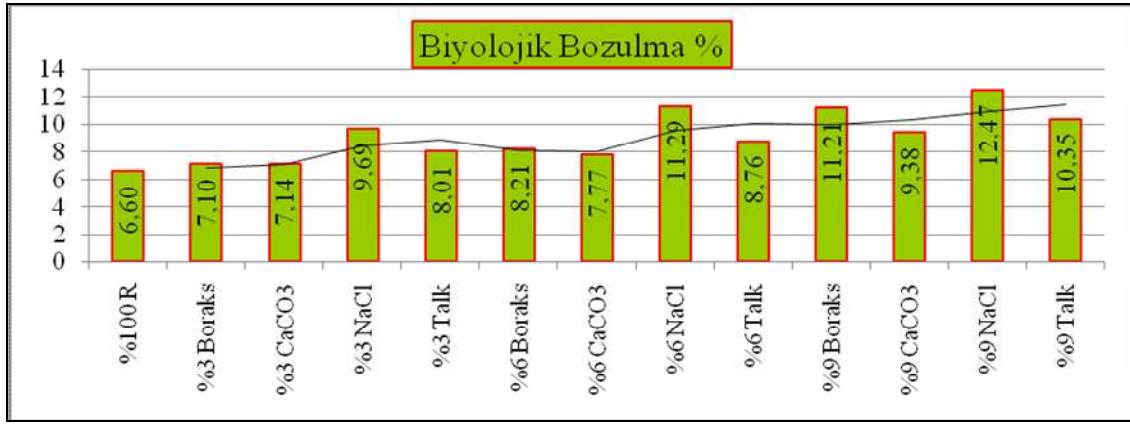
Fabrikada üretilen referans levhasının biyolojik bozulma yüzdesi R₁₀₀N₀ (%6,59) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhasının (%9,69) biyolojik bozulma yüzdesi ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhasının kontrol (R₁₀₀N₀) levhasına oranı %47,04 biyolojik bozulması artmaktadır. R₉₄N₆ levhası (%11,28) biyolojik bozulması ölçülmüştür. R₉₄N₆ levhası kontrol (R₁₀₀N₀) levhasına oranı %71,16 biyolojik bozulması artmaktadır. R₉₁N₉ levhası (%12,46) biyolojik bozulması ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhası kontrol (R₁₀₀N₀) levhasına göre %89,07 oranında biyolojik bozulması artmaktadır.

Kalsit katkılı R₉₇C₃ (%7,14) biyolojik bozulması tespit edilmiştir. R₉₇C₃ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %8,34 biyolojik bozulması artmaktadır. R₉₄C₆ levhasının (%7,77) biyolojik bozulması hesaplanmıştır. R₉₄C₆ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %17,90 biyolojik bozulması artmaktadır. R₉₁C₉ levhası (%9,38) biyolojik bozulması ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası kontrol (R₁₀₀C₀) levhasına oranı %44,33 biyolojik bozulması artmaktadır.

Talk katkılı levha R₉₇T₃ (%8,00) biyolojik bozulması tespit edilmiştir. R₉₇T₃ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %21,39 biyolojik bozulması artmaktadır. R₉₄T₆ levhası (%8,75) biyolojik bozulma ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %32,77 biyolojik bozulma artmaktadır. R₉₁T₉ levhası (%10,35) biyolojik bozulması ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhası kontrol (R₁₀₀T₀) levhasına oranı %23,83 biyolojik bozulması artmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₇B₃ (%7,09) biyolojik bozulması hesaplanmıştır. R₉₇B₃ levhası kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına göre %7,58 biyolojik bozulması artmaktadır. R₉₄B₆ (%8,20) biyolojik bozulması ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına oranı %24,43 biyolojik bozulma yüzdesi artmaktadır. R₉₁B₉ levhası (%11,21) biyolojik bozulması tespit edilmiştir. R₉₁B₉ levhası kontrol (R₁₀₀B₀) levhasına göre %70,10 biyolojik bozulması azaldığı görülmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları Şekil 3.123'de belirtilmiştir.



Şekil 3.123. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıli levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları.

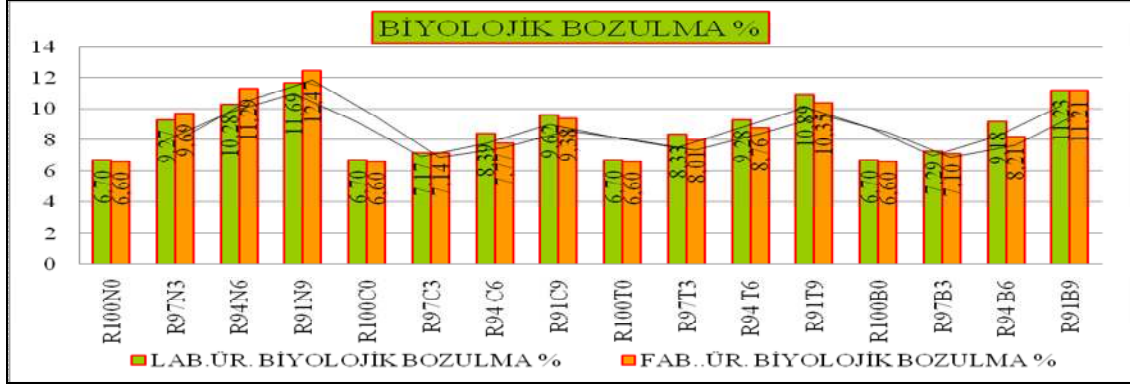
Fabrikada inorganik mineral katkıli üretilen levhaların biyolojik bozulma yüzdelik sonuçları Şekil 3.123 ve SSPS'leri Çizelge 3.230, Çizelge 3.231, Çizelge 3.232'de gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhasının biyolojik bozulma yüzdesi (%6,59) tespit edilmiştir.

%3 katkıli levhanın en düşük biyolojik bozulma yüzdesi R₉₇B₃ (%7,09) ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkıli levhanın kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %7,58 oranında biyolojik bozulmaya uğramaktadır. Fakat inorganik dolgu katkıli levhaların en yüksek biyolojik bozulma yüzdesi R₉₇N₃ (%9,69) tespit edilmiştir. R₉₇N₃ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %47,04 oranında biyolojik bozulması artmaktadır.

%6 katkıli levhaların en düşük biyolojik bozulma yüzdesi R₉₄C₆(%7,77) bulunmuştur. R₉₄C₆ katkıli levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %17,90 oranında biyolojik bozulması artmaktadır. Fakat inorganik dolgu katkıli levhalarda en yüksek biyolojik bozulma yüzdesi R₉₄N₆ (%11,28) tespit edilmiştir. R₉₄N₆ katkıli levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %71,16 oranında en fazla biyolojik bozulmaya uğramaktadır.

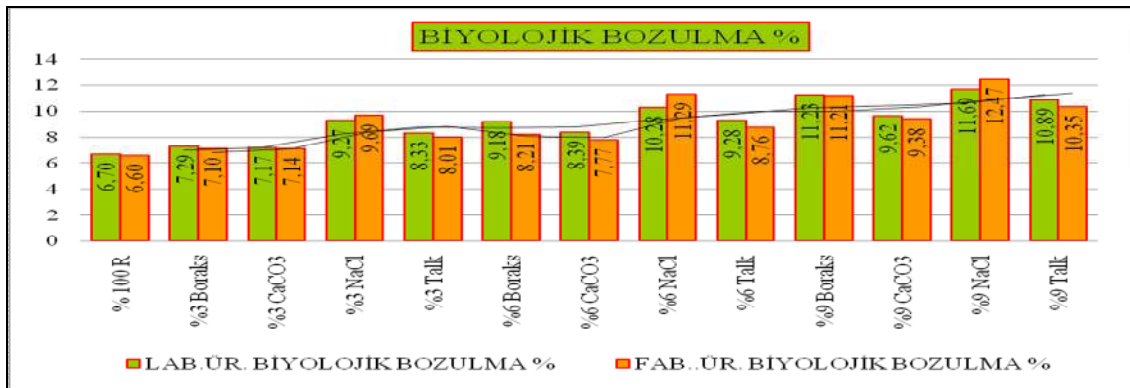
%9 katkıli levhaların en yüksek biyolojik bozulma yüzdesi R₉₁N₉(%12,46) bulunmuştur. R₉₁N₉ katkıli levhasının kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %89,07 oranında biyolojik bozulması artmaktadır. Fakat inorganik dolgu katkıli levhalar içinde en düşük biyolojik bozulmaya Kalsit katkıli R₉₁C₉ (%9,38) tespit edilmiştir. Kalsit katkıli levha %42,33 oranında kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre biyolojik bozulma oranı artmaktadır.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının biyolojik bozulma yüzdelik karşılaştırma değerlerinin sonuçları Şekil 3.124’de belirtilmiştir.



Şekil 3.124. Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların biyolojik bozulma karşılaştırmaları.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının biyolojik bozulma yüzdelik karşılaştırma değerlerinin sonuçları Şekil 3.125’de belirtilmiştir.



Şekil 3.125. Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların yüzdeliklere göre biyolojik bozulma karşılaştırma sonuçları.

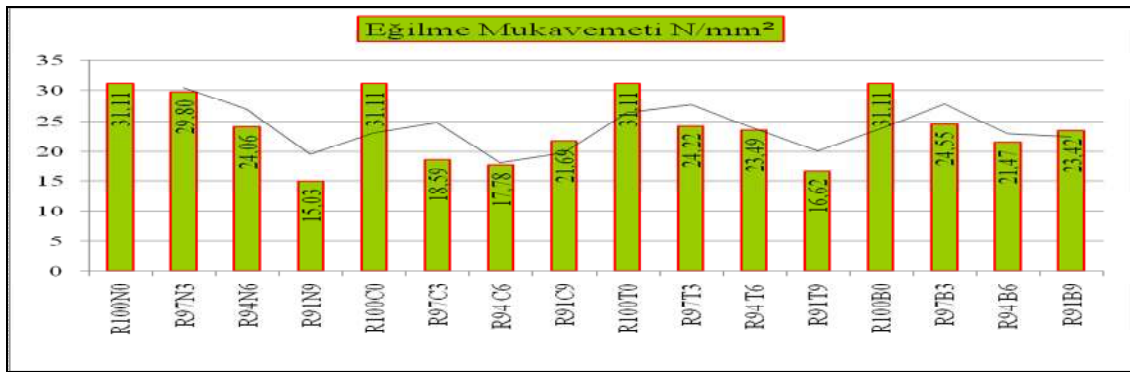
İnorganik mineral katkılı levhalarda en düşük ve en iyi biyolojik bozulma analizi Kalsit ve Talk katkılı levhalar olduğu görülmektedir.

3.2.2. Mekanik ve Teknolojik Deneyler

Laboratuvar ve fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların mekanik ve teknolojik testleri (eğilme mukavemeti, çekme mukavemeti, elastikiyet mukavemeti, yüzey vida tutma mukavemeti, yüzey janka mukavemeti) yapılmıştır. Sonuçları çizelge ve şekillerle gösterilmektedir.

3.2.2.1. Eğilme Mukavemeti Deneyi

Laboratuvarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının eğilme mukavemeti sonuçları Şekil 3.126'de gösterilmiştir.



Şekil 3.126. Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların eğilme mukavemeti sonuçları.

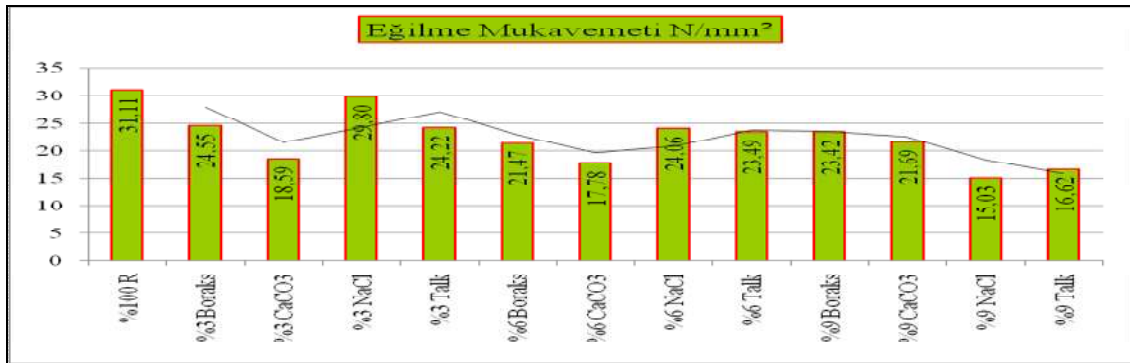
Laboratuvarda inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların eğilme mukavemeti testi sonuçları Şekil 3.126 ve SSPS'leri Çizelge 3.78, Çizelge 3.79, Çizelge 3.80. Çizelge 3.81'de gösterilmektedir. Bu analiz sonuçlarına göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$, $R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$, $R_{94}C_6$), ($R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$, $R_{91}B_9$), ($R_{94}B_6$, $R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

Laboratuvarda üretilen kontrol levhasının eğilme mukavemeti $R_{100}N_0$ (31,11 N/mm²)'dir. Kaya tuzu katkılı levhaları $R_{97}N_3$ (29,79 N/mm²); %4,43, $R_{94}N_6$ (24,36 N/mm²); %27,70, $R_{91}N_9$ (15,03 N/mm²); %106,98 oranlarında kontrol levhasına göre eğilme mukavemeti azalmaktadır. $R_{91}N_9$ levhasının eğilme mukavemeti TS EN 622-5'e göre 20 N/mm² standardının altında ölçülmüştür. %9 Kaya tuzu inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmamaktadır.

Kalsit katkılı levhaların $R_{97}C_3$ (18,58 N/mm²); %67,74, $R_{94}C_6$ (17,78 N/mm²); %74,97, $R_{91}C_9$ (21,69 N/mm²); %43,43 oranında kontrol levhasına göre eğilme direnci düşmektedir. $R_{91}C_9$ levhasının eğilme mukavemeti TS EN 622-5 göre 20 N/mm² standardının üstünde ölçülmüştür. %3, %6 oranlarında Kalsit katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçları TS EN 622-5 (2008) 20 N/mm² eğilme mukavemeti standardının üstünde ölçülmüştür.

Talk katkılı levhalar $R_{97}T_3$: (24,22 N/mm²); %28,44, $R_{94}T_6$: (23,49 N/mm²); %32,43, $R_{91}T_9$: (16,61 N/mm²); %87,29 oranlarında kontrol levhasına göre eğilme mukavemeti azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhasının eğilme mukavemeti TS EN 622-5 (2008) 20 N/mm² standardının altında ölçülmüştür. %9'luk Talk inorganik dolgu minerallerin üretimde kullanılması uygun olmamaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhalar; $R_{97}B_3$: (24,54 N/mm²); %26,77, $R_{94}B_6$: (21,47 N/mm²); %44,89, $R_{91}B_9$: (23,42 N/mm²); %32,83 oranında kontrol levhasına göre eğilme direnci düşmektedir. %3, %6 ve %9 levhaların eğilme mukavemeti TS EN 622-5 (2008)'e göre 20 N/mm² standardının üzerinde ölçülmüştür. Borak pentahidrat inorganik dolgu mineralleri orta yoğunlukta lif levhalar üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.127'de verilmiştir.



Şekil 3.127. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 karışım oranlarında üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.127 ve SSPS'leri Çizelge 3.82, Çizelge 3.83, Çizelge 3.84'de gösterilmektedir.

%3 katkılı levhaların en düşük eğilme mukavemeti $R_{97}C_3$ (18,58 N/mm²); %67,43 oranında (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre daha düşüktür. Fakat bu karışımlarda en yüksek eğilme direnci $R_{74}N_3$ (29,79 N/mm²) ve %4,43 oranında kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük eğilme direnci $R_{94}C_6$ (17,78 N/mm²); %74,97 oranında referans (%₁₀₀R) levhasına göre daha düşüktür. Fakat bu karışımlarda en yüksek eğilme direnci $R_{94}N_6$ (24,06 N/mm²); %29,30 oranında (%₁₀₀R) referans levhasına göre direnci düşmektedir.

%9 katkılı levhaların en yüksek eğilme mukavemeti $R_{91}B_9$ (23,42 N/mm²); %32,83 oranında referans (%₁₀₀R) levhasına göre daha düşüktür. %9 karışımların en düşük eğilme mukavemeti $R_{91}N_9$ (15,03 N/mm²); %106,98 oranında kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre en düşük ölçülmüştür. %3 Kalsit, %6 Kalsit, %9 Kaya tuzu ve %9 Talk mineral katkılı levhaların eğilme direnci TS EN 622–5 (2008) göre standardının altındadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak üretilen levhaların eğilme mukavemeti sonuçları Şekil 3.128’de gösterilmiştir.



Şekil 3.128. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’%0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçları.

Fabrikada inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların eğilme sonuçları Şekil 3.128 ve SSPS’leri Çizelge 3.233, Çizelge 3.234, Çizelge 3.235 ve Çizelge 3.236’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analiz sonuçlarına göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$, $R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat

katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

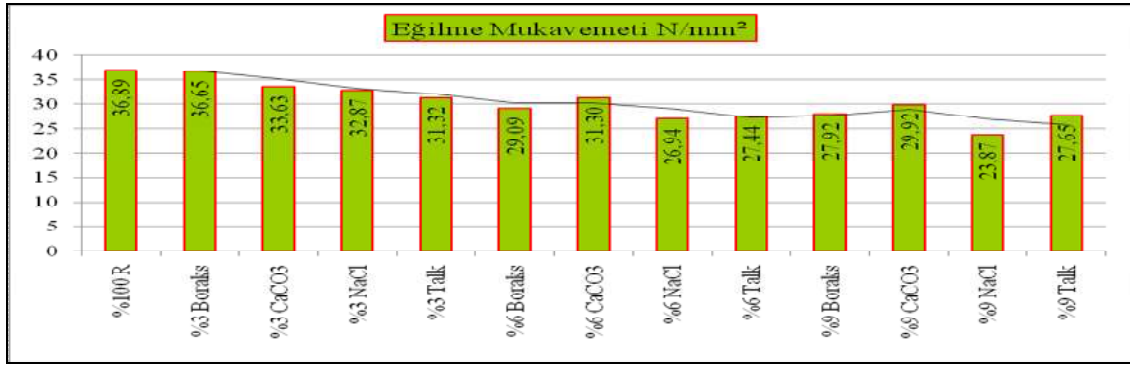
Fabrikada üretimi gerçekleştirilen kontrol ($R_{100}N_0$) levhasının eğilme mukavemeti ($36,89 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhası $R_{97}N_3$ ($32,87 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhasının değeri kontrol levhasına göre %12,22 eğilme mukavemeti azalmaktadır. $R_{94}N_6$ ($26,93 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol levhasına göre %36,98 eğilme direnci düşmektedir. $R_{91}N_9$ ($23,87 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol levhasına oranla %54,54 eğilme mukavemeti azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhasının eğilme mukavemeti $R_{97}C_3$ ($33,62 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhasının eğilme direnci kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına oranla %9,72 eğilme mukavemeti azalmaktadır. $R_{94}C_6$ ($31,30 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol levhasına oranla %17,85 eğilme mukavemeti azalmaktadır. $R_{91}C_9$ ($29,91 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol levhasına oranla %23,33 oranında eğilme mukavemeti azalmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ ($31,31 \text{ N/mm}^2$) eğilme direnci ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhasının eğilme mukavemeti kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına göre %17,82 azalmaktadır. $R_{94}T_6$ ($27,44 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına oranla %34,43 eğilme mukavemeti azalmaktadır. $R_{91}T_9$ ($27,65 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti tespit edilmekte ve kontrol levhasına oranla %33,41 azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ ($36,64 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhasının eğilme direnci kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına oranla %0,682 azalmaktadır. $R_{94}B_6$ ($29,09 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti tespit edilmekte ve kontrol levhasına göre %26,81 düşmektedir. $R_{91}B_9$ ($27,92 \text{ N/mm}^2$) eğilme mukavemeti ölçülmüş ve referans levhasına göre %32,12 azalmaktadır. Laboratuvar ve fabrika ortamında katkılı üretilen levhaların eğilme direnci test sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.124'de gösterilmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.129'da gösterilmiştir.



Şekil 3.129. Fabrika ölçeğinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların eğilme mukavemeti sonuçları.

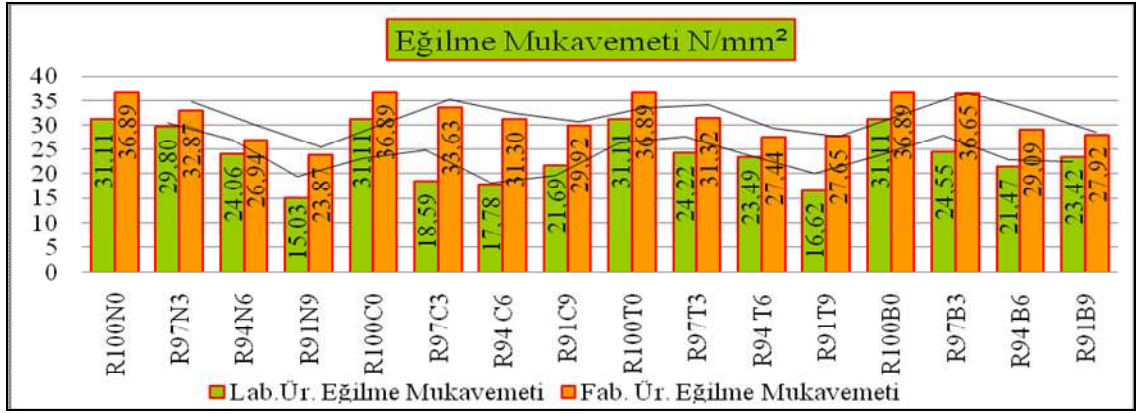
Fabrika ortamında inorganik dolgu katkılı levhaların eğilme yüzdelik sonuçları Şekil 3.129 ve SSPS'leri Çizelge 3.237, Çizelge 3.238, Çizelge 3.239'da gösterilmektedir. MDF kontrol (%₁₀₀R) levhasının eğilme mukavemeti (36,89 N/mm²)'dir. %3 katkılı levhaların en düşük eğilme mukavemeti R₉N₃ (32,87 N/mm²) ölçülmüştür. R₉N₃ levhasının eğilme mukavemeti kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %12,22 azalmaktadır. Fakat bu katkılı levhaların en yüksek eğilme mukavemeti R₉B₃ (36,64 N/mm²) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %0,682 azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük eğilme mukavemeti R₉N₆ (26,93 N/mm²) ölçülmüştür. R₉N₆ levhasının (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre eğilme direnci %36,98 azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek eğilme mukavemeti R₉C₆ (31,30 N/mm²) ölçülmüştür. R₉C₆ levhasının eğilme mukavemeti kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %17,85 düşmektedir.

%9 katkılı levhalarının en düşük eğilme mukavemeti R₉N₉ (23,87 N/mm²) ölçülmüştür. R₉N₉ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %54,54 oranında eğilme direnci azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek eğilme direnci R₉C₉ (29,91 N/mm²) ölçülmüştür. R₉C₉ levhasının eğilme mukavemeti kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranla %23,33 azalmaktadır. %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların eğilme mukavemeti TS EN 622–5 standardının üzerinde ölçülmüştür.

Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Fabrika ve laboratuvar ortamında katkılı üretilen levhaların eğilme mukavemeti testi yüzdelik gruplarının karşılaştırmalarının sonuçları Şekil 3.131'de gösterilmektedir.

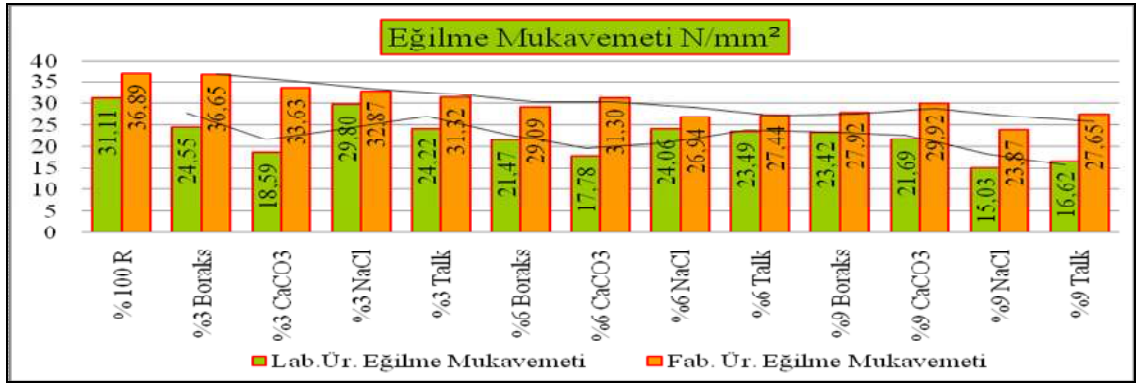
Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak üretilen levhaların eğilme mukavemeti sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 3.130’da gösterilmiştir.



Şekil 3.130. Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında üretimi gerçekleştiren levhaların eğilme mukavemeti karşılaştırma verileri.

MDF’nin mekanik özellikleri içinde eğilme mukavemetinin önemi büyüktür. Levhanın kullanım yerlerine göre dirençli olması istenmektedir. Eğilme mukavemeti testinde; deney numunesi uzunluk ekseninin ortasından ve tek noktadan statik olarak artan bir kuvvete maruz kaldığında numune ortasında düşey yönde makaslama gerilmesi oluşmaktadır. Numune, üst kısmından basınç gerilmesi ve alt kısmından çekme gerilmesi etkisi altında kalmaktadır. Bir zaman sonra düşey yönde makaslama gerilmesine karşı koyamayarak kırılmaya maruz kalmaktadır. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen levhaların Çizelge 3.371 eğilme mukavemeti test sonuçlarının karşılaştırmaları gösterilmektedir. Deney levhalarının tüm ölçüm değerleri, ilgili TS EN 622–5 (2008) standardın ön gördüğü minimum 20 N/mm²’nin üzerinde çıkmıştır.

Fabrika ve laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 3.131’de gösterilmiştir.



Şekil 3.131. Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik gruplarının karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3. 371. Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak üretilen levhaların eğilme mukavemeti test sonuçlarının TS EN 622–5 (2008) standardına karşılaştırmaları gösterilmektedir.

	Levha	Lab. Ür.	Fab. Ür.	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi	(N/mm²)	(N/mm²)	TS EN 622–5 (2008)
Eğilme Mukavemeti	% ₁₀₀ R	31,112	36,894	12 mm büyük–19 mm küçük levhalar en az 20 N/mm²
	R ₉₇ N ₃	29,798	32,871	
	R ₉₄ N ₆	24,065	26,938	
	R ₉₁ N ₉	15,031	23,873	
	R ₉₇ C ₃	18,588	33,628	
	R ₉₄ C ₆	17,784	31,301	
	R ₉₁ C ₉	21,690	29,915	
	R ₉₇ T ₃	24,224	31,315	
	R ₉₄ T ₆	23,494	27,440	
	R ₉₁ T ₉	16,619	27,650	
	R ₉₇ B ₃	24,549	36,647	
	R ₉₄ B ₆	21,473	29,090	
	R ₉₁ B ₉	23,425	27,921	

Eğilme mukavemetini etkileyen en önemli faktör lif uzunluğudur. Lif uzunluğu arttıkça liflerin birbirleri arasındaki temas uzunluğu arttığından dolayı, daha etkili yapışma alanı oluşmaktadır. Böylece levhanın eğilme ve çekme mukavemetini artırıcı yönde etkilemektedir. İYA lif uzunluğu 6–7 mm ve YA lif uzunluğu 0,5–2 mm arasındadır.

YA'larda; lif çeper kalınlığı fazla, lümen dar ve daireye yakındır. Böylece lif-lif bağlanmasını ve sıkıştırma faktörünü olumsuz etkilemektedir. İYA'larda; lif çeper kalınlığı düşük, lümen geniş ve elipse yakındır. Bundan dolayı lif-lif bağlanmasını ve sıkıştırma faktörünü olumlu yönde etkilemektedir. MDF'nin lif-lif arası bağ oranı azaldıkça levhanın mukavemeti azalmaktadır.

Sıcak preste; levhanın oluşumu esnasında levha taslağı (mat) rutubeti önemli faktörlerdendir. Matın rutubeti %9–11 tercih edilmektedir. Bu rutubet değerinde sıcak preste levha üst ve alt yüzeyi plastikleşmektedir. Plastikleşen bölge arttıkça levhanın mekanik ve fiziki özellikleri artmaktadır. MDF'nin fiziksel, yanma, mekanik ve teknolojik özelliklerini etkileyen önemli faktörlerin başında odunun kimyasal yapısı gelmektedir. Alfa selüloz, pentozan, lignin, ekstraktif maddeler ve oranları, ağaç türlerinin pH'ı önemli faktörlerdir.

Odunda en önemli faktör selüloz zinciridir. Selüloz zinciri bir araya gelerek mikrofibrilleri, mikrofibriller bir araya gelerek makrofibrilleri oluşturarak lifi meydana getirir. Selüloz oranının yüksek olması eğilme ve çekme mukavemetini artırmaktadır. Ağaç türlerinin pH değeri birbirine yakın olanları tercih edilmelidir. Levha taslağında pH değeri düşünce tutkalda ön sertleşme olmakta ve erken sertleşen inorganik dolgu katkılı tutkallı lifler; presleme esnasında levha içinde tam anlamıyla yapışmamaktadır. Böylece ön sertleşmeye uğrayan reçine sıcaklık altında yapıştırma özelliğini kaybetmektedir.

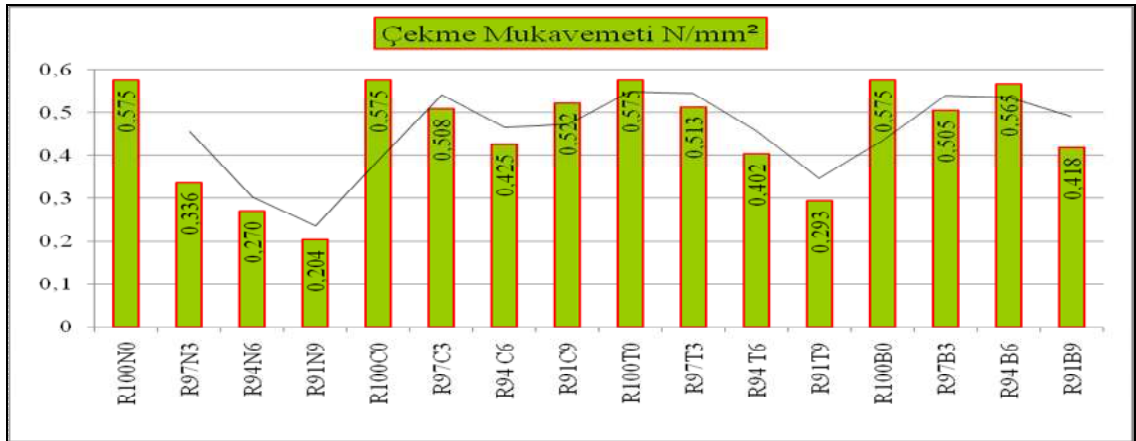
MDF üretiminde sıkıştırma faktörü önemlidir. Hammadde olarak kullanılan odunun hava kurusu yoğunluğunun, üretilen levhanın yoğunluğundan düşük olması tercih edilmektedir. Sıkıştırma faktörü (levha yoğunluğu/ağacın hava kurusu yoğunluğu) oranıdır. Bu değer birden büyük olması tercih edilmektedir. Bu amaçla odun lifinin birbirine daha iyi temas etmesi sağlanırken, sıkıştırılabilme yeteneği artmaktadır. Levhaların sıkıştırma oranının artmasıyla, levha yüzey yoğunluğu artmaktadır. Bunun sonucu olarak eğilme mukavemeti ve elastikiyet modülü direncinde artış görülmektedir.

Akgül vd (2007). *Quercus robur* liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin eğilme mukavemeti 19,6-30,7 N/mm² arasında tespit etmişlerdir. Çamlıbel (2006) Orman gülünden elde edilen orta yoğunlukta lif levhaların eğilme mukavemeti 30,5-40,44 N/mm² arasında tespit etmişlerdir İstek (1999) odun liflerinden üretilen orta yoğunlukta

lif levhalarının eğilme mukavemeti 28,15-40,68 N/mm² arasında tespit etmiştir. Ayrılmış (2000) Karaçam, Doğu kayını, Saplı meşe liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının eğilme mukavemeti 27,03-40,12 N/mm² arasında ölçmüştür. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) MDF'nin eğilme mukavemeti benzer sonuçlar bulunmuştur. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların eğilme mukavemeti literatürdeki sonuçlarla benzer sonuçlar vermektedir. Literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.2.2. Çekme Mukavemeti

MDF'nin çekme direnci mekanik özellikler içinde en önemlisidir. Lifler arası yapışmanın sağlamlığı levhadaki çekme direncinden anlaşılmaktadır. Çekme mukavemeti deney sonuçları şekil ve çizelgelerle gösterilmektedir. Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti sonuçları Şekil 3.132'de gösterilmiştir.



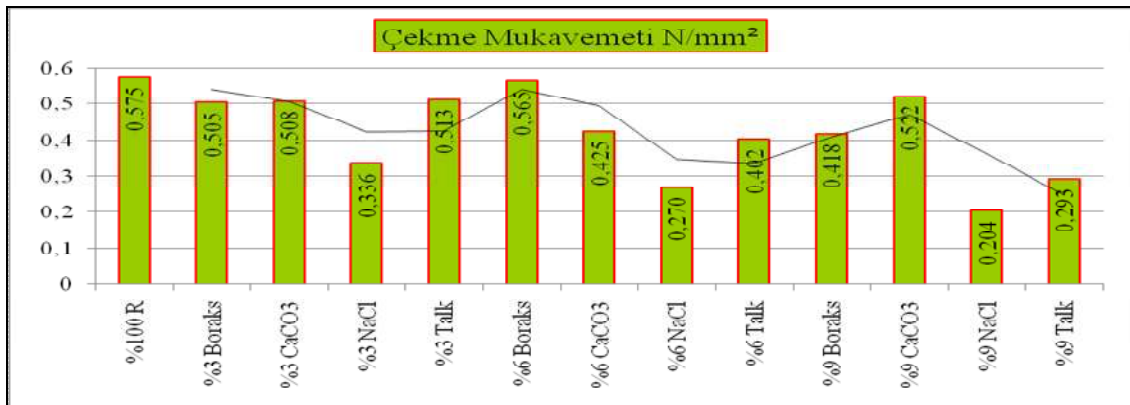
Şekil 3.132. Laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen levhaların çekme mukavemeti test sonuçları Şekil 3.232 ve SSPS'leri Çizelge 3.85, Çizelge 3.86, Çizelge 3.87, Çizelge 3.88'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analiz sonuçlarına göre; Kaya tuzu katkılı levhar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃), (R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀), (R₉₇C₃), (R₉₄C₆), (R₉₁C₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₄B₆), (R₉₇B₃), (R₉₁B₉) arasında farklılık bulunmaktadır.

Laboratuvar kontrol levhasının çekme direnci R_{100N_0} ($0,575 \text{ N/mm}^2$)'dir. Kaya tuzu katkılı levhalarda; R_{97N_3} ($0,336 \text{ N/mm}^2$); %71,13, R_{94N_6} ($0,270 \text{ N/mm}^2$); %112,96, R_{91N_9} ($0,204 \text{ N/mm}^2$); %181,86 oranlarında kontrol levhasına göre çekme direnci düşmektedir. Kalsit katkılı levhalarında R_{97C_3} ($0,508 \text{ N/mm}^2$); %13,18, R_{94C_6} ($0,425 \text{ N/mm}^2$); %35,29, R_{91C_9} ($0,522 \text{ N/mm}^2$); %10,15 oranlarında kontrol levhasına göre çekme direnci düşmektedir. Talk katkılı levhalar R_{97T_3} ($0,513 \text{ N/mm}^2$); %12,08, R_{94T_6} ($0,402 \text{ N/mm}^2$); %43,03, R_{91T_9} ($0,418 \text{ N/mm}^2$); %96,24 oranlarında kontrol levhasına göre çekme direnci azalmaktadır. Boraks pentahidrat katkılı levhalar R_{97B_3} ($0,505 \text{ N/mm}^2$); %13,86, R_{94B_6} ($0,565 \text{ N/mm}^2$); %1,75, R_{91B_9} ($0,418 \text{ N/mm}^2$); %37,55 oranlarında kontrol levhasına göre çekme mukavemeti düşmektedir.

İnorganik mineral katkılı levhaların çekme dirençleri TS EN standardına yakın ve altında ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı inorganik dolgu mineralin MDF üretiminde kullanılması uygun olmayabilir. Kalsit inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. %3, %6 inorganik talk mineralli levhaların çekme mukavemeti TS EN standardının altında ve standarda yakındır. Talk inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhalarının çekme mukavemeti TS EN standardının altında ve standarda yakın ölçülmüştür. Borak pentahidrat inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır.

Laboratuvar Çizelge 2.8 üretim reçetesiye göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.133'de gösterilmiştir.



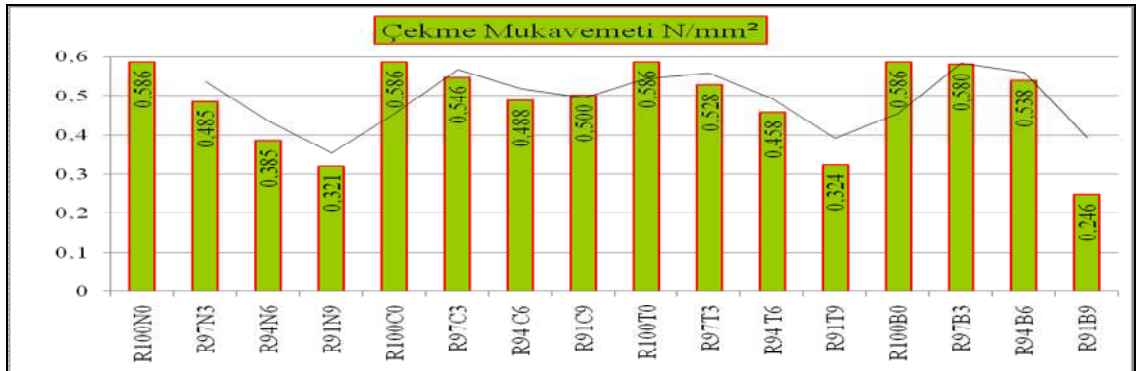
Şekil 3.133. Laboratuvar ortamında Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Talk'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhalarının çekme mukavemeti yüzdelik sonuçları.

Laboratuvar ortamında inorganik mineral katkılı MDF'lerin çekme mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.133 ve SSPS'leri Çizelge 3.89, Çizelge 3.90, Çizelge 3.91'de gösterilmektedir. %3 katkılı levhaların en düşük çekme mukavemeti R_{97N3} ($0,336 \text{ N/mm}^2$) ve %71,13 oranında ($\%_{100R}$) kontrol levhasına göre daha düşüktür. Fakat en yüksek çekme direnci R_{74B3} ($0,505 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %13,86 oranında azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük çekme direnci R_{94N6} ($0,270 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %112,96 azalmaktadır. Fakat en yüksek çekme direnci R_{94B6} ($0,565 \text{ N/mm}^2$) ve %1,76 oranında kontrol ($\%_{100R}$) levhasına göre direnci düşmektedir.

%9 katkılı levhaların en yüksek çekme mukavemeti R_{91C9} ($0,522 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %10,15 azalmaktadır. %9 katkılı levhalar arasında en düşük çekme mukavemeti R_{91N9} ($0,204 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %181,86 oranında en düşük ölçülmüştür.

Boraks pentahidrat ve Kalsit inorganik mineral katkılı levhalarında çekme direnci TS EN 622-5 (2008) standardının altında ve standarda yakındır. Boraks pentahidrat ve Kalsit inorganik minerallerinin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti sonuçları Şekil 3.134'de gösterilmiştir.



Şekil 3.134. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçları.

Fabrikada inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların çekme sonuçları Şekil 3.134 ve SSPS'leri Çizelge 3.240, Çizelge 3.241, Çizelge 3.242. Çizelge 3.243'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizler göre; Kaya tuzu katkılı levhalar

(R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃), (R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀), (R₉₇C₃), (R₉₄C₆, R₉₁C₉), Talkl katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃), (R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır.

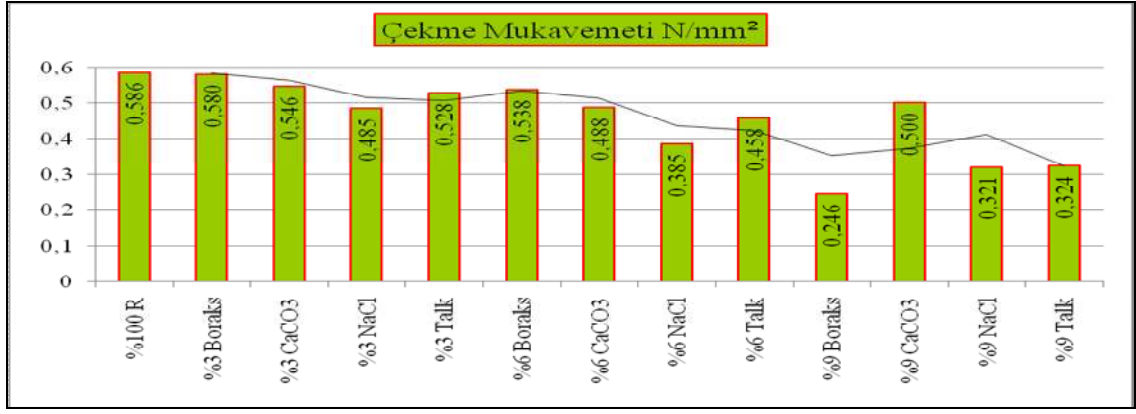
Kontrol levhasının çekme mukavemeti R₁₀₀N₀ (0,586 N/mm²) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhası R₉₇N₃ (0,485 N/mm²)'dir. R₉₇N₃ levhası kontrol levhasına göre %20,82 oranında çekme mukavemeti azalmaktadır. R₉₄N₆ (0,385 N/mm²) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %52,20 çekme direnci düşmektedir. R₉₁N₉ (0,321 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhasının değeri kontrol levhasına göre %82,25 çekme mukavemeti azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhanın çekme mukavemeti R₉₇C₃ (0,546 N/mm²) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %7,32 azalmaktadır. R₉₄C₆ (0,488 N/mm²) çekme mukavemeti ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol levhasına göre %20,08 çekme direnci düşmektedir. R₉₁C₉ (0,500 N/mm²) çekme mukavemeti tespit edilmiştir. R₉₁C₉ levhası kontrol levhasına göre %17,20 çekme direnci azalmaktadır.

Talk katkılı levhası R₉₇T₃ (0,528 N/mm²) çekme direnci ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhasının çekme mukavemeti kontrol levhasına oranı %10,98 düşmektedir. R₉₄T₆ (0,458 N/mm²) çekme direnci tespit edilmiştir. R₉₄T₆ levhası kontrol levhasına göre %27,94 çekme mukavemeti azalmaktadır. R₉₁T₉ (0,324 N/mm²) çekme direnci tespit edilmiş ve kontrol levhasına göre %80,86 azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₇B₃ (0,580 N/mm²) çekme mukavemeti ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhasının çekme direnci kontrol levhasına göre %1,03 azalmaktadır. R₉₄B₆ (0,538 N/mm²) çekme direnci tespit edilmiştir ve kontrol levhasına göre %8,92 azalmaktadır. R₉₁B₉ (0,246 N/mm²) çekme mukavemeti ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhasının çekme mukavemeti referans levhasına göre %138,20 azalmaktadır. Laboratuar ve fabrikada üretilen levhaların çekme mukavemeti test sonuçlarının karşılaştırmaları Çizelge 3. 372'de gösterilmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti sonuçları Şekil 3.135'de gösterilmiştir.



Şekil 3.135. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların çekme mukavemeti yüzdelik sonuçları.

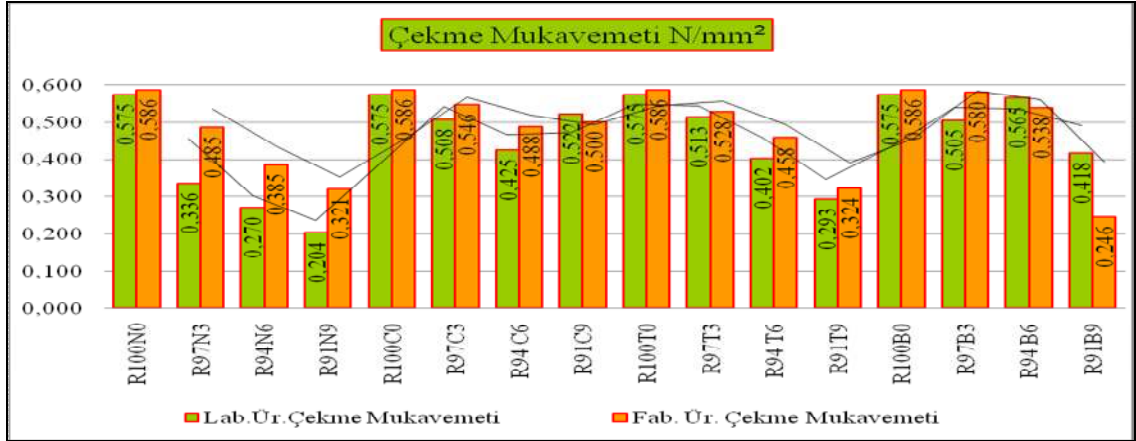
Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı levhaların çekme sonuçlarının yüzdelikleri Şekil 3.135. ve SSPS'leri Çizelge 3.244, Çizelge 3.245, Çizelge 3.246'da gösterilmektedir. Fabrika üretimi kontrol (%₁₀₀R) levhasının çekme mukavemeti (0,586 N/mm²) ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en az çekme mukavemeti R₉₇N₃ (0,485 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %20,82 çekme mukavemeti azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek çekme direnci R₉₇B₃ (0,580 N/mm²) ölçülmüştür. Bu levhanın çekme direnci kontrol (%₁₀₀R) levhasından %1,03 oranında azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük çekme mukavemeti R₉₄N₆ (0,385 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₄N₆ levhasının kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre çekme direnci %52,20 azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek çekme mukavemeti R₉₄B₆ (0,538 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhasının çekme direnci kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranla %2,58 azalmaktadır.

%9 katkılı levhaların en düşük çekme mukavemeti R₉₁B₉ (0,246 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhasının kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %138,21 çekme direnci azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek çekme direnci R₉₁C₉ (0,500 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasından %17,2 oranında çekme mukavemeti düşmektedir.

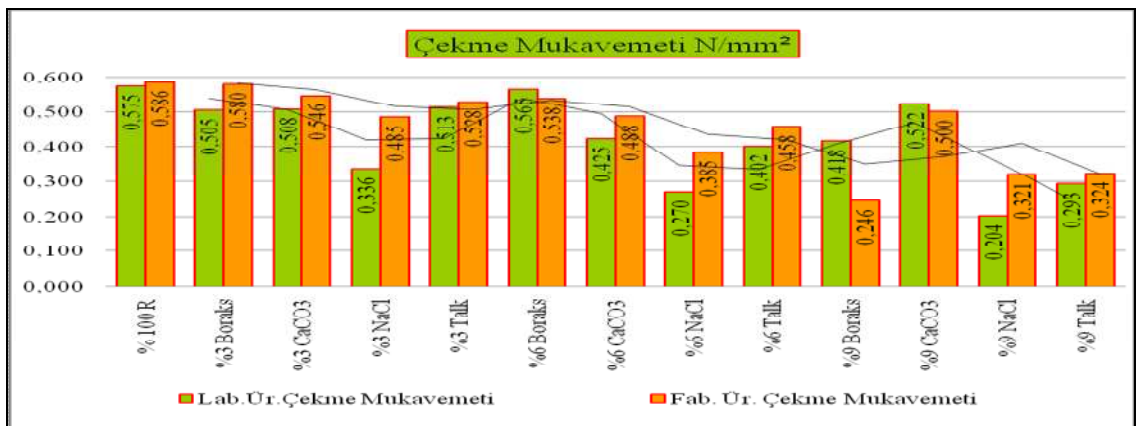
Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı MDF'nin çekme direnci TS EN 622-5 (2008) standardının altında ve standarda yakındır. Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır.

Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen orta yoğunlukta lif levhaların çekme mukavemeti test sonuçlarının yüzdelik karşılaştırmaları Şekil 3.137’de gösterilmektedir. Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhalarının çekme mukavemeti sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.136’da gösterilmiştir.



Şekil 3.136. Laboratuar ve fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli levhaların çekme mukavemeti karşılaştırma sonuçları.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.137’de gösterilmiştir.



Şekil 3.137. Laboratuar ve fabrikada üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkıli levhaların çekme mukavemeti sonuçları.

Çizelge 3. 372. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların çekme mukavemeti sonuçlarının TS EN 622–5 (2008) standardına göre karşılaştırmaları verilmiştir.

	Levha	Lab. Ür.	Fab. Ür.	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi	(N/mm ²)	(N/mm ²)	TS EN 622–5 (2008)
Çekme Mukavemeti	% ₁₀₀ R	0,575	0,586	12 mm büyük–19 mm küçük levhalar en az 0.55 N/mm ²
	R ₉₇ N ₃	0,336	0,485	
	R ₉₄ N ₆	0,270	0,385	
	R ₉₁ N ₉	0,204	0,321	
	R ₉₇ C ₃	0,508	0,546	
	R ₉₄ C ₆	0,425	0,488	
	R ₉₁ C ₉	0,522	0,500	
	R ₉₇ T ₃	0,513	0,528	
	R ₉₄ T ₆	0,402	0,458	
	R ₉₁ T ₉	0,293	0,324	
	R ₉₇ B ₃	0,505	0,580	
	R ₉₄ B ₆	0,565	0,538	
	R ₉₁ B ₉	0,418	0,246	

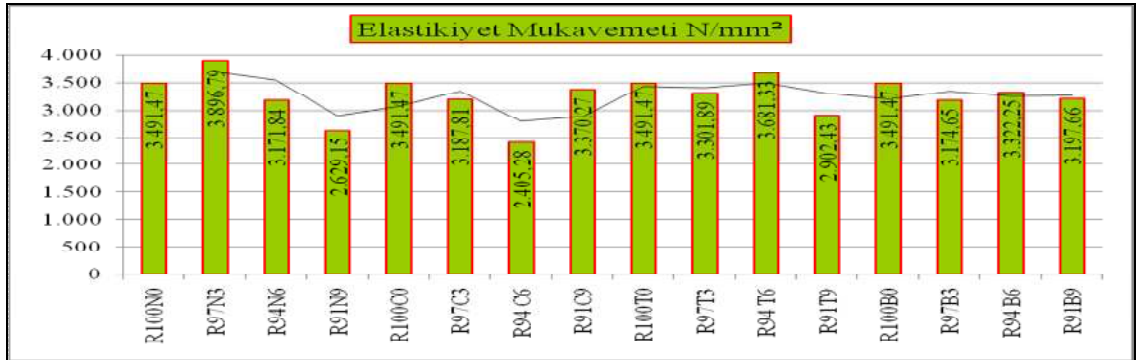
Çizelge 3.372’ye göre katkılı levhaların çekme mukavemeti sonuçlarında inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların çekme direnci değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Laboratuvar şartlarında üretimi gerçekleşen levhaların yoğunluğu yüksek ve çekme direnci fabrika ortamındaki levhalara oranla fazla çıkmaktadır. MDF’nin yoğunluğun artması levhanın çekme mukavemetini olumlu yönde etkilemektedir. MDF’nin oluşumunda, levha orta yoğunluğu alt ve üst yoğunluklarına yaklaşması pres diyagramında optimum verim sağlandığı anlmına gelmektedir. Böylece inorganik dolgu katkılı levhaların fabrika üretiminde Şekil 2.3’deki pres diyagramı uygulanmaktadır.

Katlı ve Continue preslerde; levha taslağı %9-11 rutubet değerinde lif-lif bağları arasında reçinenin optimun verimi sağlayacak şekilde preste sıcaklık, basınç ve zaman diyagramı uygulanmaktadır. Sıcak pres içinde levhanın orta tabaka sıcaklığı 100°C ‘de reçinenin jelleşmesi gerçekleşmektedir. Levha orta tabakasında jelleşme sağlanırken levhanın ortasında buhar basıncı minimum seviyeye indirilmektedir. Böylece düşük buhar basıncı; oluşan lifler arası reçine bağlarını koparamamaktadır. Bundan dolayı levhanın yüzeyine dik yönde çekme direnci en iyi sonucu verebilmektedir.

Akgül vd (2007). Saplı meşe liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin çekme mukavemeti 0,54-0,70 N/mm² arasında tespit etmişlerdir. Çamlıbel (2006) Orman gülünden elde edilen MDF'nin çekme mukavemeti 0,56-0,67 N/mm² arasında tespit etmişlerdir İstek (1999) odun liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti 0,72-0,89 N/mm² arasında tespit etmiştir. Ayrılmış (2000) Karaçam, Doğu kayını, Saplı meşe liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının çekme mukavemeti 0,78-0,94 N/mm² arasında ölçmüştür. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) MDF'nin çekme mukavemeti benzer sonuçlar bulunmuştur. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların çekme mukavemeti literatürdeki sonuçlarla benzer sonuçlar vermektedir. Literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.2.3. Elastikiyet Mukavemeti

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının elastikiyet mukavemeti sonuçları Şekil 3.138'da gösterilmiştir.



Şekil 3.138. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen levhaların elastikiyet mukavemeti deney sonuçları Şekil 3.138 ve SSPS'leri Çizelge 3.92, Çizelge 3.93, Çizelge 3.94, Çizelge 3.95'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katlı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃), (R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀), (R₉₇C₃), (R₉₄C₆), (R₉₁C₉, R₁₀₀C₀, R₉₄C₆), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀, R₉₇T₃, R₉₄T₆), (R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀), (R₉₇B₃, R₉₁B₉), (R₉₄B₆, R₁₀₀B₀, R₉₇B₃) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

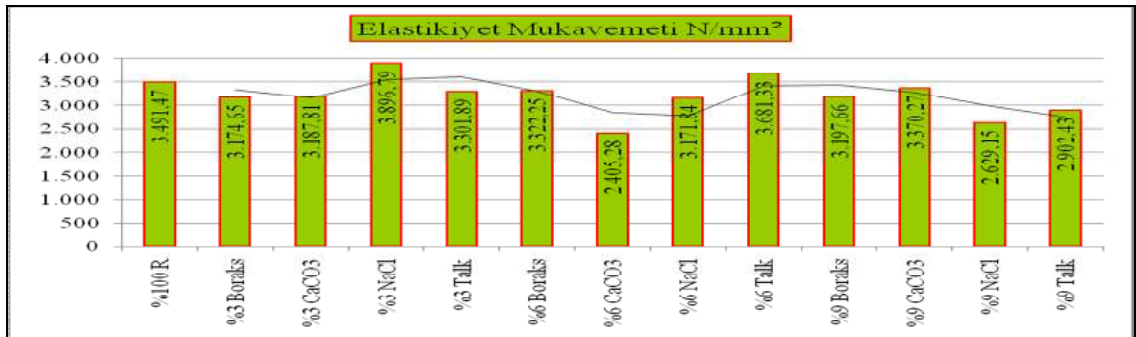
Laboratuarda üretilen kontrol levhasının elastikiyet mukavemeti $R_{100}N_0$ (3491,5 N/mm²)’dir. Kaya tuzu katkılı levhası $R_{97}N_3$: (3896,8 N/mm²); ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %11,60 oranında elastikiyet mukavemeti artmaktadır. $R_{94}N_6$: (3171,8 N/mm²); referans levhasına göre %10,07 elastikiyet direnci azalmaktadır. $R_{91}N_9$ (2629,1/mm²); kontrol levhasına göre %32,80 oranında elastikiyet mukavemeti azalmaktadır..

Kalsit katkılı $R_{97}C_3$ (3187,8 N/mm²); kontrol levhasına göre %9,52 azalmaktadır., $R_{94}C_6$ (2405,3 N/mm²); referans levhasına göre %45,15 azalmaktadır., $R_{91}C_9$: (3370,3 N/mm²) kontrol levhasına göre %3,59 oranında elastikiyet direnci azalmaktadır.

Talk katkılı $R_{97}T_3$ (3301,9 N/mm²) referans levhasına göre %5,74 azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (3681,3 N/mm²) referans levhasına göre %5,43 azalmaktadır. $R_{91}T_9$: (2902,4 N/mm²) kontrol levhasına göre %20,29 oranında elastikiyet mukavemeti azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (3174,6 N/mm²) referans levhasına göre %9,98 azalmaktadır. $R_{94}B_6$:(3322,2 N/mm²) referans levhasına göre %5,09 azalmaktadır. $R_{91}B_9$: (3197,7 N/mm²) kontrol levhasına göre %9,18 oranında elastikiyet direnci düşmektedir.

Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu katkılı levhaların eğilme mukavemeti TS EN 622-5(2008) standardının üstünde ölçülmüş ve karşılaştırması Çizelge 3.364’de gösterilmektedir. Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhalarının elastikiyet mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.139’da gösterilmiştir.

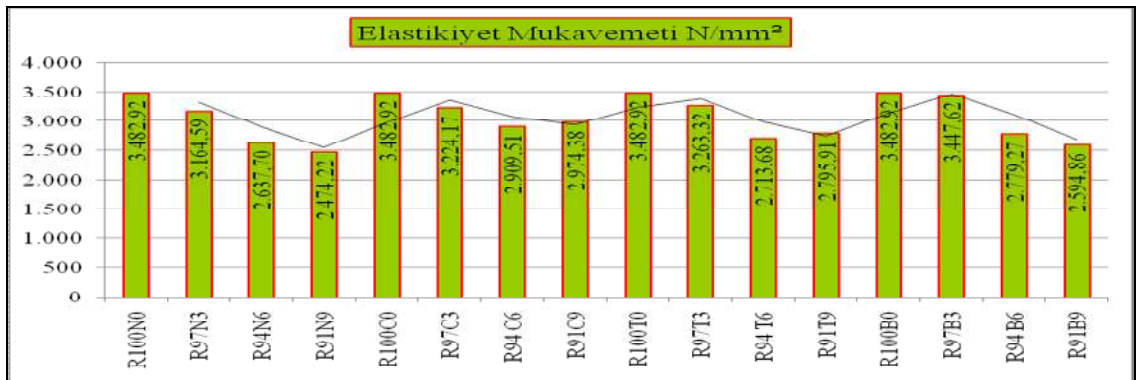


Şekil 3.139. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.139 ve SSPS'leri Çizelge 3.96, Çizelge 3.97, Çizelge 3.98'de verilmiştir. Laboratuarda üretilen kontrol levhasının elastikiyet mukavemeti ($\%_{100}R$) ($3491,5 \text{ N/mm}^2$)'dir. %3 katkılı levhasının en yüksek elastikiyet mukavemeti $R_{97}N_3$ ($3896,8 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %11,60 elastikiyet mukavemet değeri azalmaktadır. Fakat %3 katkılı levhalarda en düşük elastikiyet direnci $R_{97}B_3$ ($3174,6 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %9,98 azalmaktadır. $R_{97}B_3$ levhası kontrol ($\%_{100}R$) levhasına göre elastikiyet mukavemeti değeri azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük elastikiyet mukavemeti $R_{94}C_6$ ($2405,3 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %45,15 elastikiyet mukavemeti azalmaktadır. Fakat %6 katkılı $R_{94}T_6$ ($3681,3 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %5,43 azalmaktadır. $R_{94}T_6$ levhasının değeri referans ($\%_{100}R$) levhasına göre elastikiyet direnci azalmaktadır.

%9 katkılı levhasının en düşük elastikiyet mukavemeti $R_{91}N_9$ ($2629,1 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %32,80 değeri düşmektedir. Fakat %9 katkılı levhaların en yüksek elastikiyet direnci $R_{91}C_9$ ($3370,3 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %3,59 azalmaktadır. %9 inorganik mineral katkılı levhalarının elastikiyet mukavemeti TS EN 622-5 göre 2.200 N/mm^2 standardının üstünde ölçülmüştür. Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların eğilme mukavemeti TS EN 622-5(2008) standardının üstünde ölçülmüş ve karşılaştırması Çizelge 3.364'de gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların elastikiyet mukavemetinin sonuçları Şekil 3.140'da gösterilmiştir.



Şekil 3.140. Fabrika ölçeğinde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları.

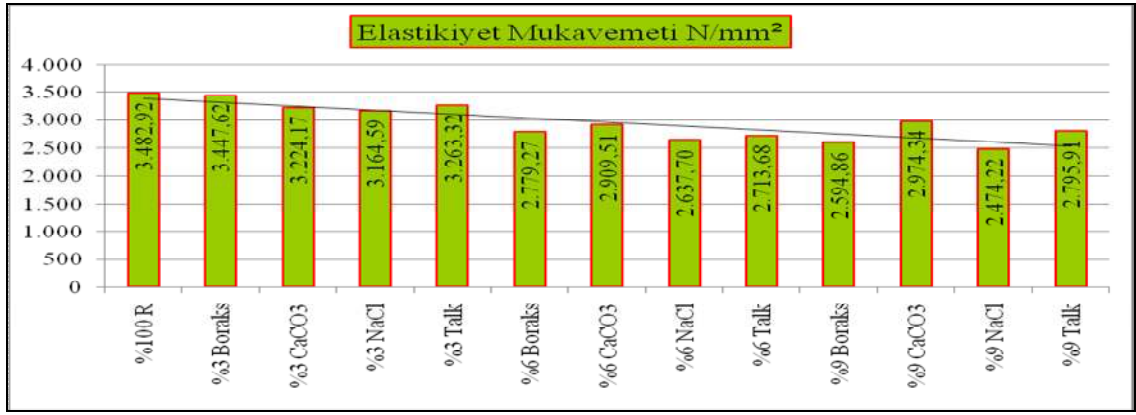
Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları Şekil 3.134 ve SSPS'leri Çizelge 3.247, Çizelge 3.248, Çizelge 3.249. Çizelge 3.250'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6, R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6, R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0, R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrika üretiminde kontrol levhasının elastikiyet mukavemeti $R_{100}N_0$ ($3482,91 \text{ N/mm}^2$) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhası $R_{97}N_3$ ($3164,58 \text{ N/mm}^2$) tespit edilmiştir. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %10,05 elastikiyet mukavemeti azalmaktadır. $R_{94}N_6$ ($2637,70 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına oranı %32,04 elastikiyet mukavemeti azalmıştır. $R_{91}N_9$ ($2474,21 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %40,76 azalmaktadır.

Kalsit katkılı $R_{97}C_3$ ($3224,17 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %8,02 elastikiyet direnci azalmaktadır. $R_{94}C_6$ ($2909,50 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına oranı %19,70 elastikiyet direnci düşmektedir. $R_{91}C_9$ ($2974,37 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre elastikiyet direnci %17,09 azalmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ ($3263,31 \text{ N/mm}^2$) elastikiyet direnci ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına oranla %6,72 elastikiyet direnci azalmaktadır. $R_{94}T_6$ ($2713,68 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %28,34 oranında elastikiyet direnci düşmektedir. $R_{91}T_9$ ($2795,91 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %24,57 elastikiyet direnci azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ ($3447,61 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %1,02 oranında elastikiyet direnci azalmaktadır. $R_{94}B_6$ ($2779,26 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına oranla %25,31 elastikiyet direnci düşmektedir. $R_{91}B_9$ ($2594,85 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %34,22 elastikiyet direnci azalmaktadır. Laboratuar ve Fabrika ortamında üretimi gerçekleşen Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhalarının eğilme mukavemeti TS EN 622-5(2008) standardının üstünde ölçülmüş ve karşılaştırması Çizelge 3.373'de gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının elastikiyet mukavemetinin yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.141'de gösterilmiştir.



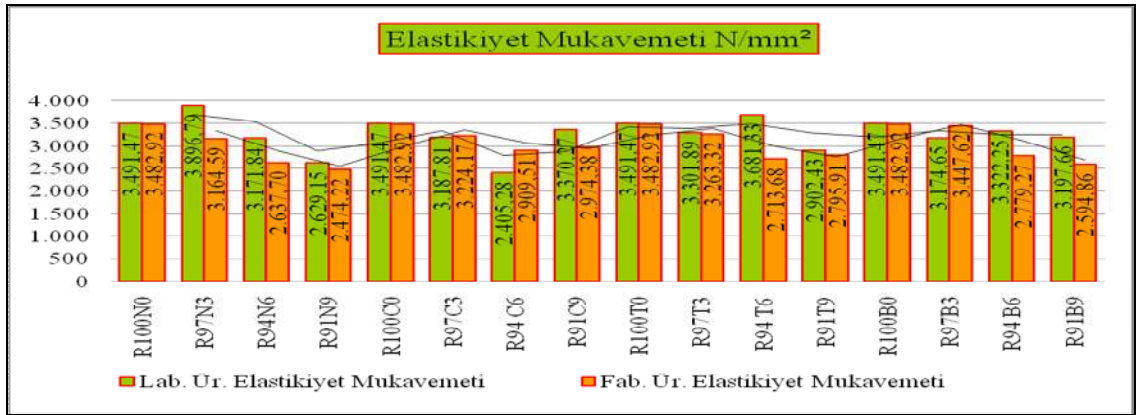
Şekil 3.141. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları.

Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların elastikiyet direnci yüzdelik grupların sonuçları Şekil 3.141 ve SSPS'leri Çizelge 3.251, Çizelge 3.252, Çizelge 3.253'de gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhasının elastikiyet mukavemeti (3482,91 N/mm²)'dir. %3 katkılı levhaların en düşük elastikiyet mukavemeti R₉₇N₃ (3164,58 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhasının elastikiyet mukavemeti kontrol levhasına göre %10,05 azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek elastikiyet direnci R₉₇B₃ (3447,61 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhasının elastikiyet direnci kontrol levhasına göre %1,02 oranında azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük elastikiyet mukavemeti R₉₄N₆ (2637,7 N/mm²) tespit edilmiştir. R₉₄N₆ levhasının elastikiyet direnci kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %32,04 düşmüştür. Fakat %6 katkılı levhaların en yüksek elastikiyet direnci R₉₄C₆ (2909,5 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhasının elastikiyet mukavemeti kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %19,70 azalmaktadır.

%9 katkılı levhaların en düşük elastikiyet mukavemeti R₉₁N₉ (2474,21 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhasının elastikiyet mukavemeti kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %40,76 düşmüştür. Fakat %9 katkılı levhaların en yüksek elastikiyet mukavemeti R₉₁C₉ (2974,33 N/mm²) ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhasının elastikiyet direnci kontrol levhasına göre %17,09 azalmaktadır.

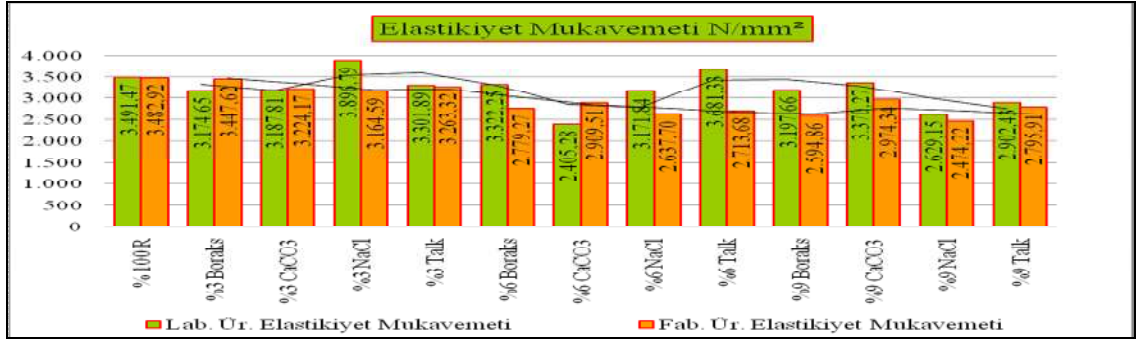
Fabrika ve laboratuvar ortamında üretimi gerçekleşen Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların eğilme mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları TS EN 622-5(2008) standardının üstünde ölçülmüş ve karşılaştırmaları Şekil 3.224 ve Çizelge 3.364'de gösterilmektedir. Eğilme mukavemeti testinde en iyi Kalsit, Talk inorganik mineral katkılı levhalarda elde edilmiştir. Böylece Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu İnorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların elastikiyet mukavemetinin sonuçları Şekil 3.142'de gösterilmiştir.



Şekil 3.142. Laboratuvar ve fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik mineraller katkılı levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları.

Orta yoğunlukta lif levhalarının elastikiyet modülü mekanik özellikler içinde en önemli testtir. Orta yoğunlukta lif levhasında elastikiyet modülü, katı bir maddede düşük gerilmelerde meydana gelen deformasyonların yük kaldırıldıktan sonra tekrar eski haline gelmesidir. Elastikiyet modülü bir maddenin sertliğine ait bir ölçüdür. Elastikiyet modül özelliği katı maddelerde belli bir sınırın altında geçerlidir. Bu sınırın üstünde plastik deformasyon veya kırılma meydana gelir. Levhanın elastikiyet modülü, dolap, kitaplık, raf gibi eğilmeye maruz kaldığı bölgelerde önemlidir. Levhanın elastikiyet modülü arttıkça levhanın elastik bölgedeki direnci artmaktadır.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhalarının elastikiyet mukavemetinin yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.143'de gösterilmiştir.



Şekil 3.143. Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının elastikiyet mukavemetine ait yüzdelik grupların deney sonuçları.

Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen levhaların elastikiyet mukavemeti yüzdelik gruplara ait verilerin karşılaştırması Şekil 3.143'de verilmektedir.

Çizelge 3. 373. Laboratuar ve fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı olarak üretilen levhaların elastikiyet mukavemetinin yüzdelik gruplarının sonuçlarının TS EN 622–5 (2008) standardına ait veriler.

Levha	Lab. Ür. (N/mm²)	Fab. Ür. (N/mm²)	Standardın Ön Gördüğü
			TS EN 622–5 (2008)
% ₁₀₀ R	3.491,472	3.482,915	12 mm büyük–19 mm küçük levhalar en az 2.200 N/mm²
R ₉₇ N ₃	3.896,785	3.164,585	
R ₉₄ N ₆	3.171,843	2.637,700	
R ₉₁ N ₉	2.629,147	2.474,215	
R ₉₇ C ₃	3.187,812	3.224,170	
R ₉₄ C ₆	2.405,280	2.909,505	
R ₉₁ C ₉	3.370,266	2.974,375	
R ₉₇ T ₃	3.301,890	3.263,315	
R ₉₄ T ₆	3.681,330	2.713,680	
R ₉₁ T ₉	2.902,428	2.795,915	
R ₉₇ B ₃	3.174,648	3.447,615	
R ₉₄ B ₆	3.322,250	2.779,265	
R ₉₁ B ₉	3.197,656	2.594,855	

Elastikiyet mukavemeti, levhanın elastiklik bölgesindeki mukavemeti olup, eğilme direncini etkileyen tüm faktörler elastikiyet modülünde paralel yönde etkilemektedir. Elastikiyet modülü testinde; elastiklik sınırı aşıldıktan sonra uzunca bir süre şekil

değiştirerek kırılmaya karşı koyan cisimlerin deformasyon ve eğilme yeteneği yüksektir. Bu nesnelerin elastiklik sınırı ile kırılma sınırı arasındaki mesafe uzamaktadır. Gevrek cisimler, elastiklik sınırı aşılnca kırılmaktadır.

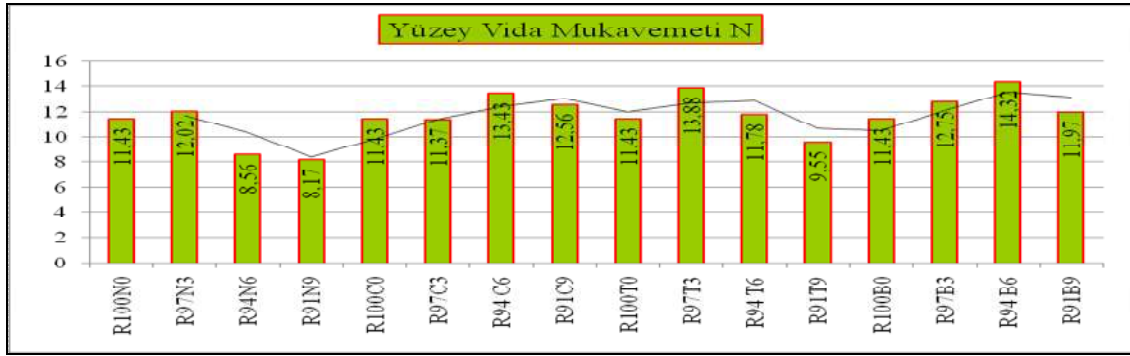
Ağaç türlerinde; lif uzunluğu yüksek içerikli levhaların elastikiyet modülü yüksek çıkmaktadır. Odunun kimyasal ve anatomik yapısı, yoğunluğu, ektsraktif madde miktarı ve içeriği, pH, levha taslağının rutubet miktarı, pres sıcaklığı, pres basıncı ve zaman diyagramı, elastikiyet mukavemetini etkileyen önemli faktörlerdir. Lif uzunluğu eğilme mukavemeti, levha yüzeyine paralel çekme mukavemeti üzerine önemli etkiye sahiptir. Lifler arası temas ve yapışma yüzeyi ne kadar fazla olursa, bu bağı koparmaya çalışmak için ters yönde etki eden kuvvetlere o kadar direnç göstermektedir. Lifler arası temas yüzeyi ve yapışma alanı azaldıkça levhanın elastikiyet modülü azalmaktadır.

Laboratuar levhalarının elastikiyet direncinin fabrika ortamındaki levhadan yüksek çıkması levha yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklanmaktadır. MDF üretiminde dolgu miktarı arttıkça bu artışa bağlı olarak eğilme mukavemet sonuçları düşmektedir. İnorganik mineral katkılı levhalarda en iyi, en yüksek elastikiyet direnci Kalsit ve Boraks pentahidrat katkılı levhalarda ölçülmüştür.

Akgül vd (2007). Quercus robur liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin elastikiyet mukavemeti 2266-3204 N/mm² arasında tespit etmişlerdir. Çamlıbel (2006) Orman gülünden elde edilen orta yoğunlukta lif levhaların elastikiyet mukavemeti 2731-3158 N/mm² arasında tespit etmişlerdir İstek (1999) odun liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının elastikiyet mukavemeti 2130-3259 N/mm² arasında tespit etmiştir. Ayrılmış (2000) Karaçam, Doğu kayını, Saplı meşe liflerinden üretilen levhalarının elastikiyet mukavemeti 2857-3494 N/mm² arasında ölçmüştür. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) levhalarının elastikiyet mukavemeti literatür sonuçlarının üst sınırında bulunmuştur. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları, literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.2.4. Yüzey Vida Mukavemeti

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçları Şekil 3.144'de gösterilmiştir.



Şekil 3.144. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkıları levhaların yüzey vida tutma mukavemeti verileri.

Laboratuarda inorganik mineral katkıları levhaların yüzey vida tutma mukavemeti deney sonuçları Şekil 3.144 ve SSPS'leri Çizelge 3.99, Çizelge 3.100, Çizelge 3.101, Çizelge 3.102'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkıları levhalar (R_{100N0} , R_{97N3}), (R_{94N6} , R_{91N9}), Talk katkıları levhalar (R_{100T0} , R_{94T6}), (R_{97T3}), (R_{91T9}) ve Boraks pentahidrat katkıları levhalar (R_{100B0} , R_{91B9} , R_{97B3}), (R_{94B6} , R_{97B3}) arasında farklılık bulunmaktadır. Ancak Kalsit katkıları levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

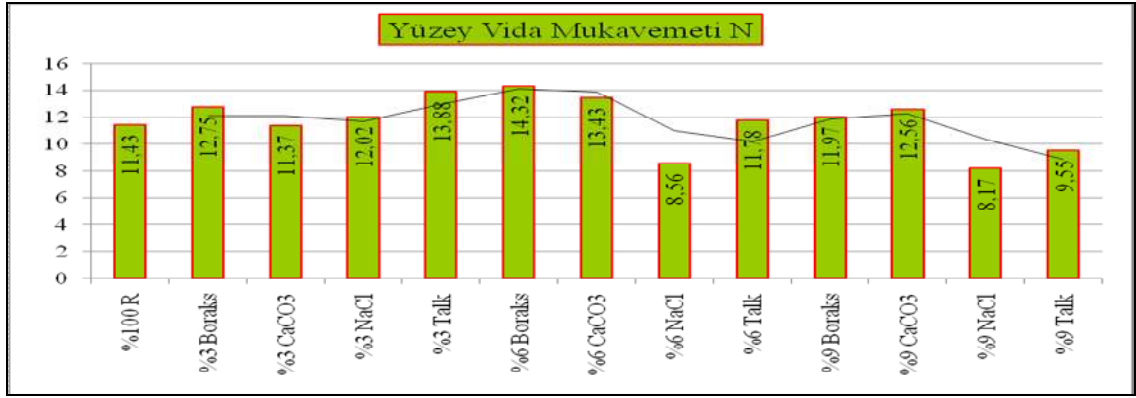
Laboratuarda üretilen kontrol levhasının yüzey vida mukavemeti R_{100N0} (11,43 N)'dir. Kaya tuzu katkıları levhalar R_{97N3} (12,02 N) ölçülmüştür. R_{97N3} levhası kontrol ($\%_{100R}$) levhasına göre %5,16 oranında yüzey vida mukavemeti artmıştır. R_{94N6} : (8,56 N) referans levhasına göre %33,52 azalmaktadır. R_{91N9} (8,17 N) kontrol levhasına göre %39,90 yüzey vida tutma mukavemeti azalmaktadır. %6, %9 Kaya tuzu inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmamaktadır.

Kalsit katkıları levhaların yüzey vida direnci R_{97C3} (11,37 N) kontrol ($\%_{100R}$) levhasına göre %0,527 oranında yüzey vida direnci azalmaktadır. R_{94C6} (13,43 N) referans ($\%_{100R}$) levhasına göre %17,49 oranında yüzey vida direnci artmaktadır. R_{91C9} (12,56 N) kontrol ($\%_{100R}$) levhasına göre %9,88 yüzey vida direnci artmaktadır.

Talk katkıları levhaların R_{97T3} (13,88 N) kontrol ($\%_{100R}$) levhasına göre %21,43 oranında yüzey vida direnci artmaktadır. R_{94T6} (11,78 N) referans ($\%_{100R}$) levhasına göre %3,06 oranında yüzey vida direnci artmaktadır. R_{91T9} (9,55 N) kontrol ($\%_{100R}$) levhasına göre %19,68 oranında yüzey vida direnci düşmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhaların $R_{97}B_3$ (12,75 N) kontrol levhasına göre %11,54 artmaktadır. $R_{94}B_6$ (14,32 N) referans levhaya göre %25,28 artmaktadır. $R_{91}B_9$ (11,97 N) kontrol levhasına göre %4,72 yüzey vida tutma direnci artmaktadır.

Talk ve Kaya tuzu inorganik mineral katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti TS EN 622-5 (2008) standardının üstünde ve altında ölçülmüştür. Boraks pentahidrat ve Kalsit katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti TS EN 622-5 (2008) standardının üstünde ölçülmüştür. Boraks pentahidrat ve Kalsit inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygundur. Laboratuvar ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.145’de gösterilmiştir.



Şekil 3.145. Laboratuvarda Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit, Talk’ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları.

Laboratuvarda inorganik dolgu katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.145 ve SSPS’leri Çizelge 3.103, Çizelge 3.104, Çizelge 3.105’de gösterilmektedir. Kontrol levhasının (%₁₀₀R) (11,43 N)’dir.

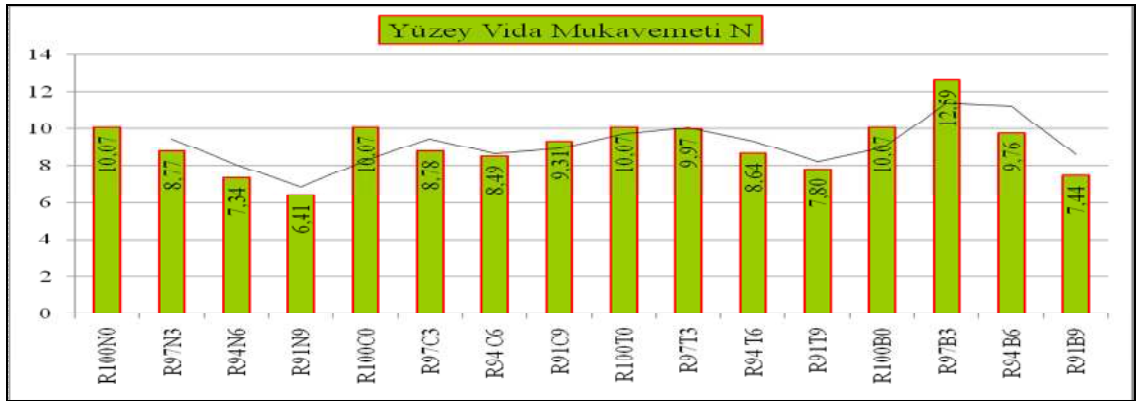
%3 katkılı levhaların en düşük yüzey vida direnci $R_{97}N_3$ (12,02 N) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %5,16 yüzey vida mukavemeti artmaktadır. Fakat %3 katkılı en yüksek yüzey vida direnci $R_{97}T_3$ (13,88 N) ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %21,43 yüzey vida direnci artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük yüzey vida mukavemeti $R_{94}N_6$ (8,56 N) ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %33,52 oranında yüzey vida mukavemeti azalmaktadır. Fakat %6 katkılı en yüksek yüzey vida $R_{94}B_6$ (14,32 N) ölçülmüştür.

R₉₄T₆ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %25,28 oranında yüzey vida direnci artmaktadır.

%9 katkılı levhaların en düşük yüzey vida mukavemeti R₉₁N₉ (8,17 N) ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhasının değeri kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %39,90 oranında yüzey vida direnci azalmaktadır. Fakat %9 katkılı levhalarının en yüksek yüzey vida tutma R₉₁C₉ (12,56 N) ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %9,88 oranında yüzey vida direnci artmaktadır.

%3 katkılı levhasının yüzey vida tutma mukavemeti TS EN 622–5 (2008) standardının üstünde ölçülmüştür. %6 ve %9 katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti TS EN 622–5 (2008) standardının altında ve üstünde ölçülmüştür. Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.146’da gösterilmiştir.



Şekil 3.146. Fabrika ölçeğinde üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik dolgu katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçları Şekil 3.146 ve SSPS’leri Çizelge 3.254, Çizelge 3.255, Çizelge 3.256, Çizelge 3.257’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃), (R₉₄N₆), (R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₄C₆, R₉₁C₉), (R₉₇C₃, R₉₁C₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀, R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃), (R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrika üretiminde kontrol levhasının yüzey vida tutma mukavemeti R₁₀₀N₀ (10,07 N) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhasının yüzey vida tutma mukavemeti R₉₇N₃(8,77 N)

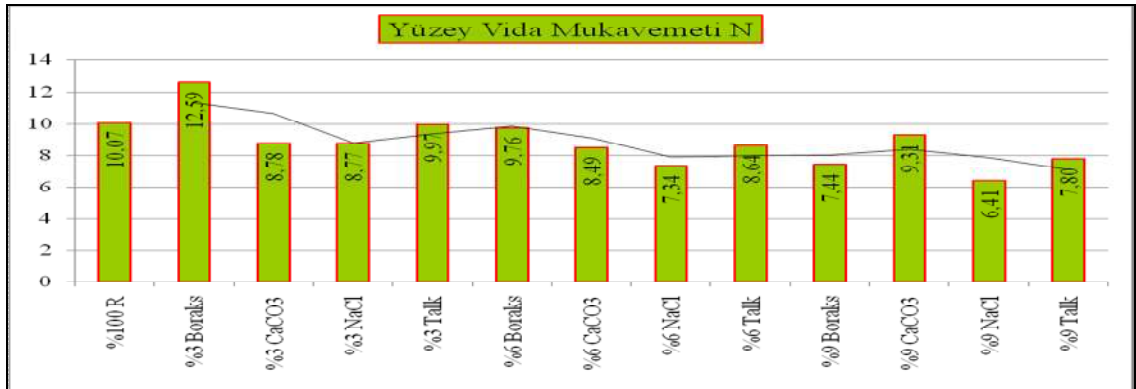
ölçülmüş ve kontrol ($R_{100}N_0$) levhasına oranla %14,82 azalmaktadır. $R_{94}N_6$ (7,34 N) referans levhasına göre %37,20 yüzey vida tutma mukavemeti azalmaktadır. $R_{91}N_9$ (6,41N) kontrol levhasına göre %57,17 yüzey vida tutma direnci azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhalar $R_{97}C_3$ (8,78 N) kontrol levhasına göre %14,78 oranında yüzey vida tutma mukavemeti düşmektedir. $R_{94}C_6$ (8,49 N) kontrol levhasına göre %18,65 yüzey vida tutma direnci azalmaktadır. $R_{91}C_9$ (9,31 N) kontrol levhasına oranla %8,23 yüzey vida tutma mukavemeti azalmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (9,97 N) referans levhasına oranla %1,03 yüzey vida tutma mukavemeti azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (8,64 N) kontrol levhasına göre %16,55 vida tutma direnci düşmektedir. $R_{91}T_9$ (7,8 N) kontrol levhasına göre %29,20 vida tutma direnci azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (12,59 N) kontrol levhasına göre %25,02 yüzey vida mukavemeti azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (9,76 N) referans levhasına oranla %3,23 yüzey vida direnci düşmektedir. $R_{91}B_9$ (7,44 N) kontrol levhasına oranla %37,37 yüzey vida mukavemeti azalmaktadır.

Fabrika ve laboratuvar ortamında üretimi gerçekleşen Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti TS EN 622-5(2008) standardının üstünde ve altında ölçülmüş karşılaştırmaları Şekil 3.229 ve Çizelge 3.365'de gösterilmektedir. Fabrika ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı olarak üretilen levhaların yüzey vida tutma mukavemeti sonuçları Şekil 3.147'de gösterilmiştir.



Şekil 3.147. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti sonuçları.

Fabrika ortamında üretilen katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti yüzdelerinin sonuçları Şekil 3.147 ve SSPS'leri Çizelge 3.258, Çizelge 3.259, Çizelge 3.260'da gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhası (10,07 N/mm²) ölçülmüştür.

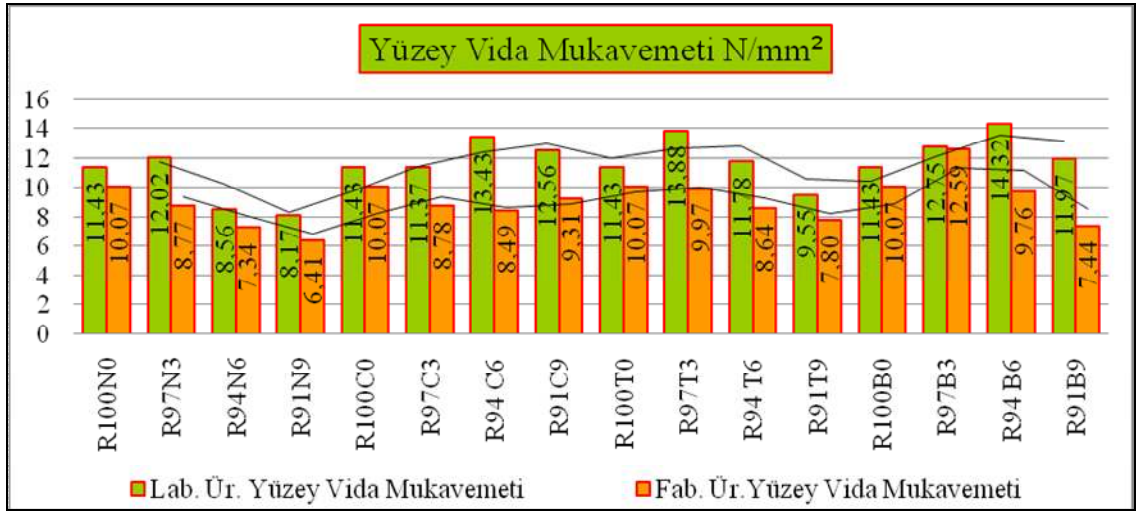
%3 katkılı levhaların en düşük yüzey vida mukavemeti R₉₇N₃ ve R₉₇C₃ (8,77 N) ölçülmüştür. R₉₇N₃ ve R₉₇C₃ levhaları kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %14,82 yüzey vida mukavemeti azalmaktadır. Fakat %3 katkılı levhaların en yüksek yüzey vida direnci R₉₇B₃ (12,58 N) ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %24,92 yüzey vida direnci artmaktadır.

%6 katkılı levhaların en düşük yüzey vida mukavemeti R₉₄N₆ (7,34 N) ölçülmüştür. R₉₄N₆ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %37,1 yüzey vida mukavemeti azalmaktadır. Ancak %6 katkılı levhaların en yüksek yüzey vida direnci R₉₄B₆ (9,57 N) kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %5,21 yüzey vida mukavemeti azalmaktadır.

%9 katkılı levhaların en düşük yüzey vida mukavemeti R₉₁N₉ (6,40 N) ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhasının kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %57,34 yüzey vida direnci azalmaktadır. Fakat katkılı levhaların en yüksek yüzey vida direnci R₉₁C₉ (9,307 N) ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhasının kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %8,19 yüzey vida mukavemeti azalmaktadır.

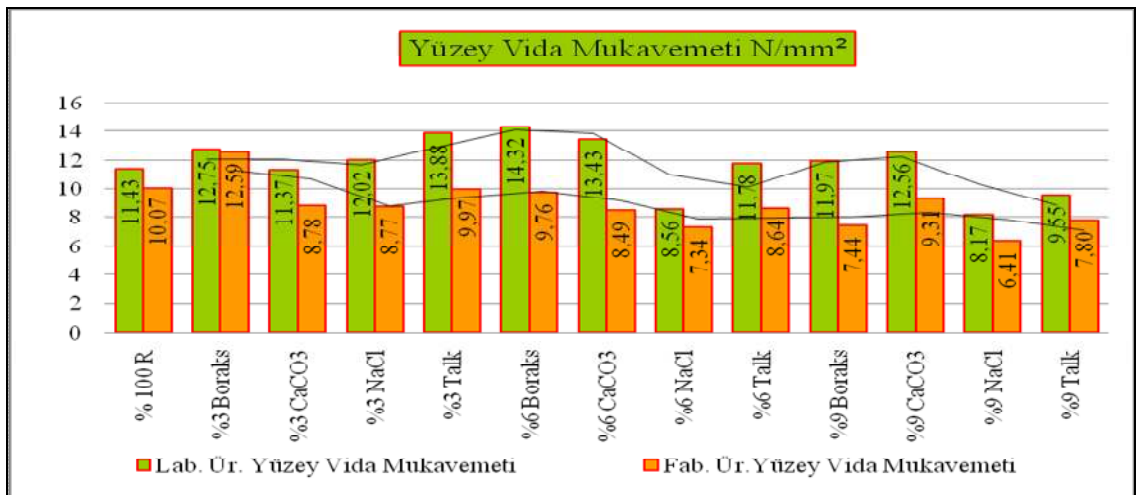
Katkılı levhalarının yüzey vida mukavemeti TS EN 622–5 (2008) standardının altında ve üstünde ölçülmüştür. Böylece Kalsit, Boraks pentahidrat inorganik minerallerin MDF üretiminde kullanılması uygun olmaktadır. Fabrika ve laboratuvar ortamında üretimi gerçekleşen katkılı levhaların yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları ve karşılaştırmaları Şekil 3.149 ve Çizelge 3.374'de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti sonuçları Şekil 3.148'de gösterilmiştir.

Mobilya üretim sektöründe, prefabrik konutlarda, yapı elemanlarında ve panellerde MDF'nin vida ile birleştirilmesi gereken yerlerde vida yöntemiyle birleştirme uygulanmaktadır. Bu levhalarda vida tutma mukavemeti vidanın boyutlarına, levhanın mekanik özelliklerine ve vidaya uygulanan kuvvete bağlı olarak değişmektedir.



Şekil 3.148. Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti karşılaştırma değerleri.

Orta yoğunlukta lif levhalarının vida tutma direnci mekanik özellikleri içinde en önemlisidir. Levhanın yüzey vida tutma direnci lifler arası yapışmanın sağlamlığı ile anlaşılmaktadır. Levha yüzeyine dik yönde vida tutma test sonuçları TS EN 622–5(2008)’in ön gördüğü değerin altında ve üstünde çıkmıştır. Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.149’da gösterilmiştir.



Şekil 3.149. Laboratuar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey vida mukavemeti yüzdelik sonuçlarının karşılaştırma verileri.

Çizelge 3. 374. Laboratuvar ve fabrikada çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey vida mukavemeti sonuçları TS EN 622–5 (2008) standardına göre verilmiştir.

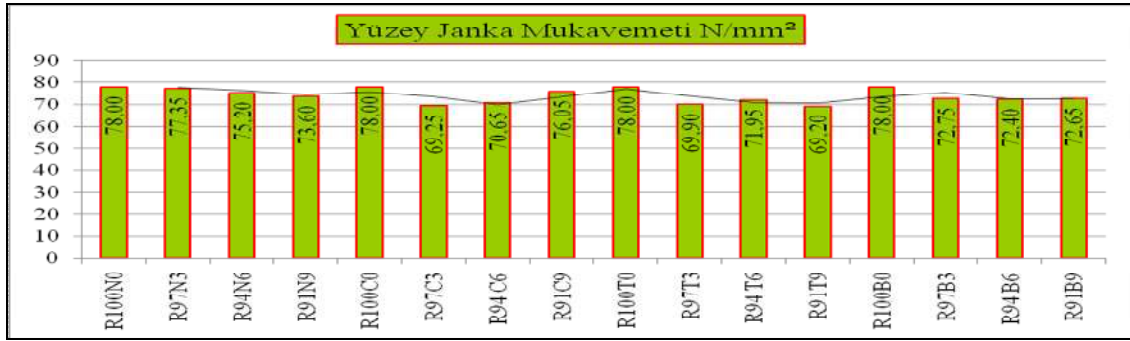
	Levha	Lab Ür.	Fab Ür.	Standardın Ön Gördüğü
	Tipi	(N)	(N)	TS EN 622–5 (2008)
Yüzey Vida Tutma Mukavemeti	% ₁₀₀ R	11,43	10,07	15mm büyük levhalar: 10 N -15mm küçük levhalar: 1 N
	R ₉₇ N ₃	12,02	8,77	
	R ₉₄ N ₆	8,56	7,34	
	R ₉₁ N ₉	8,17	6,41	
	R ₉₇ C ₃	11,37	8,78	
	R ₉₄ C ₆	13,43	8,49	
	R ₉₁ C ₉	12,56	9,31	
	R ₉₇ T ₃	13,88	9,97	
	R ₉₄ T ₆	11,78	8,64	
	R ₉₁ T ₉	9,55	7,80	
	R ₉₇ B ₃	12,75	12,59	
	R ₉₄ B ₆	14,32	9,76	
	R ₉₁ B ₉	11,97	7,44	

Katkılı üretilen levhalarda inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların yüzey vida tutma mukavemeti azalmaktadır. Kalsit ve Boraks pentahidrat katkılı levhalarında en iyi yüzey vida tutma mukavemeti ölçülmüştür.

Çamlıbel (2006) Orman gülü liflerinden üretilen MDF'nin yüzey vida tutma mukavemeti 121,07-125,42 kp arasında tespit etmişlerdir. Ayrılmış (2000) Karaçam, Doğu kayını, Saplı meşe liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti 92,71-109,06 kp arasında ölçmüştür. Laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey vida tutma mukavemeti literatür sonuçlarının içinde bulunmuştur. Laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların elastikiyet mukavemeti sonuçları, literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.2.5. Yüzey Janka Mukavemeti

Laboratuvarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey janka tutma mukavemeti sonuçları Şekil 3.150'de gösterilmiştir.



Şekil 3.150. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 inorganik dolgu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçları.

Laboratuarda inorganik dolgu katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti deney sonuçları Şekil 3.150 ve SSPS'leri Çizelge 3.106, Çizelge 3.107, Çizelge 3.108, Çizelge 3.109'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R_{100N_0} , R_{97N_3}), (R_{94N_6} , R_{91N_9}), Kalsit katkılı levhalar (R_{100N_0} , R_{91N_9}), (R_{94N_6} , R_{97N_3}), Talk katkılı levhalar (R_{100T_0}), (R_{94T_6}), (R_{91T_9}), (R_{97T_3} , R_{94T_6} , R_{91T_9}) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R_{100B_0}), (R_{97B_3} , R_{94B_6} , R_{91B_9}) arasında farklılık bulunmaktadır.

Laboratuar ortamında kontrol orta yoğunlukta lif levhasının yüzey janka mukavemeti R_{100N_0} ($78,00 \text{ N/mm}^2$)'dir. Kaya tuzu katkılı levhası R_{97N_3} ($77,35 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %0,840 oranında janka direnci azalmıştır. R_{94N_6} ($75,20 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %37,23 yüzey janka direnci düşmektedir. R_{91N_9} ($73,60 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %5,97 yüzey janka direnci azalmaktadır.

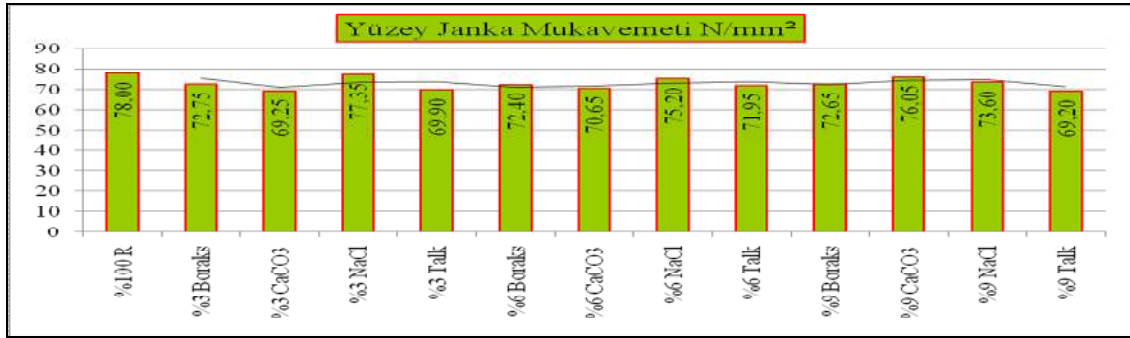
Kalsit katkılı levhasının yüzey janka direnci R_{97C_3} ($69,25 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %12,63 oranında azalmaktadır. R_{94C_6} ($70,65 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %10,40 oranında yüzey janka direnç değeri azalmaktadır. R_{91C_9} ($76,05 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %2,56 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır.

Talk katkılı levhası R_{97T_3} ($69,90 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %11,58 yüzey janka direnci azalmaktadır. R_{94T_6} ($71,95 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %8,40 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır. R_{91T_9} ($69,20 \text{ N/mm}^2$) referans levhasına göre %12,71 yüzey janka direnci düşmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhasının R_{97B_3} ($72,75 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre %7,21 yüzey janka direnci düşmektedir. R_{94B_6} ($72,40 \text{ N/mm}^2$) kontrol levhasına göre

%7,73 yüzey janka direnci azalmaktadır. $R_{91}B_9$ (72,65 N/mm²) referans levhasına göre %7,36 yüzey janka direnci düşmektedir.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey janka tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.151’de gösterilmiştir.



Şekil 3.151. Laboratuvar ortamında Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Talk’ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının yüzey janka mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey janka mukavemeti yüzdelik sonuçları Şekil 3.151. ve SSPS’leri Çizelge 3.110, Çizelge 3.111, Çizelge 3.112’de gösterilmektedir. Kontrol levhasının (%₁₀₀R) (78,00 N/mm²)’dir.

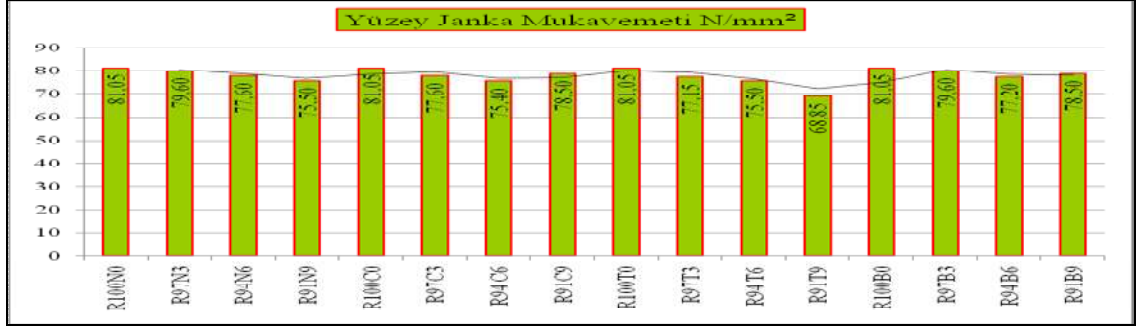
%3 katkılı levhaların en düşük yüzey janka direnci $R_{97}C_3$ (69,25 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %12,63 oranında yüzey janka mukavemeti azalmaktadır. Ancak %3 katkılı levhaların en yüksek yüzey janka direnci $R_{97}N_3$ (77,35 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %0,840 yüzey janka direncini kaybetmektedir.

%6 katkılı levhaların en düşük yüzey janka mukavemeti $R_{94}T_6$ (71,95 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %8,40 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır. Fakat %6 katkılı levhaların en yüksek yüzey janka mukavemeti $R_{94}N_6$ (75,20 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %3,72 yüzey janka direnci düşmektedir.

%9 katkılı levhaların en düşük yüzey janka mukavemeti $R_{91}T_9$ (69,20 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %12,71 yüzey janka direnci azalmaktadır. Fakat %9 katkılı levhaların en yüksek janka direnci $R_{91}C_9$ (76,05 N/mm²)

ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası referans ($\%_{100}R$) levhasına göre %2,56 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey janka tutma mukavemeti sonuçları Şekil 3.152’de belirtilmiştir.



Şekil 3.152. Fabrika ortamında üretilen Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçları.

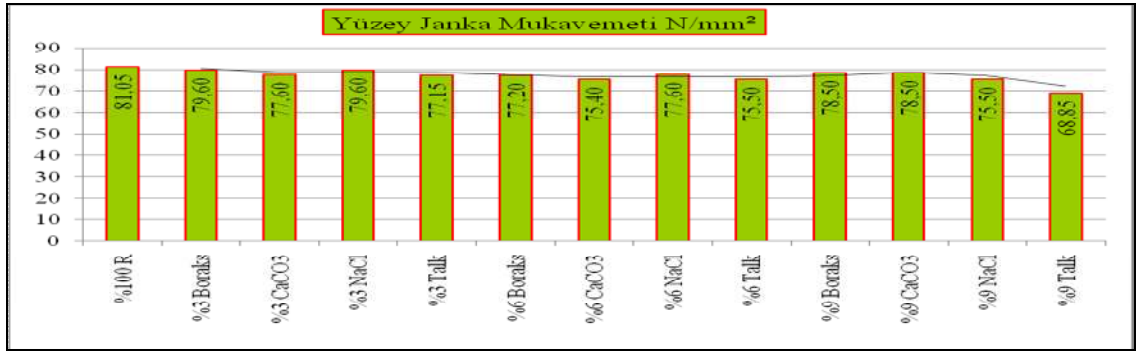
Fabrikada inorganik mineral katkılı üretilen levhalarının yüzey janka mukavemeti sonuçları Şekil 3.152 ve SSPS’leri Çizelge 3.261, Çizelge 3.262, Çizelge 3.263, Çizelge 3.264’de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$), ($R_{94}N_6$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{94}C_6$, $R_{97}C_3$), ($R_{97}C_3$, $R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$), ($R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrika üretiminde kontrol levhasının yüzey janka mukavemeti $R_{100}N_0$ (81,05 N) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhası $R_{97}N_3$ (79,60 N) yüzey janka mukavemeti ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %1,82 yüzey janka direnci azalmaktadır. $R_{94}N_6$ (77,60 N) referans levhasına göre %4,45 direnci düşmektedir. $R_{91}N_9$ (75,50 N) kontrol levhasına göre %7,35 yüzey janka direnci azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhası $R_{97}C_3$ (77,60 N) kontrol ($R_{100}C_0$) levhasına göre %4,45 yüzey janka direnci azalmaktadır. $R_{94}C_6$ (75,40 N) referans levhasına göre %7,49 yüzey janka mukavemeti düşmektedir. $R_{91}C_9$ (78,50 N) kontrol levhasına göre %3,25 direnci azalmaktadır.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ (77,15 N) yüzey janka direnci ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına oranla %5,06 yüzey janka direnci azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (75,50 N) kontrol levhasına göre %7,35 yüzey janka mukavemeti düşmektedir. $R_{91}T_9$ (68,85N) levhası kontrol ($R_{100}T_0$) levhasına oranla %17,72 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (79,60 N) kontrol levhasına oranla %1,82 yüzey janka direnci azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (77,20 N) kontrol levhasına göre %4,99 yüzey janka direnci düşmektedir. $R_{91}B_9$ (78,50 N) kontrol levhasına göre %3,25 yüzey janka direnci azalmaktadır. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların yüzey janka tutma mukavemeti yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.153’de belirtilmiştir.



Şekil 3.153. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey janka mukvemeti sonuçları.

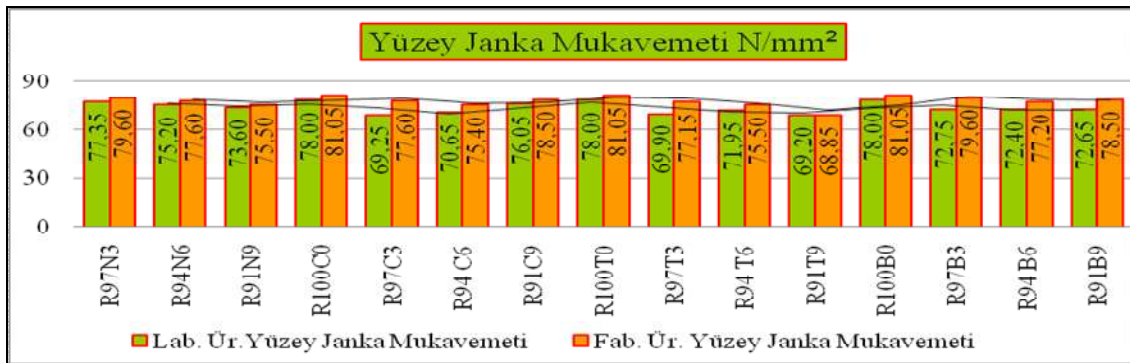
Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineraller %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yüzey jnka mukavemeti yüzdelilerinin sonuçları Şekil 3.153 ve SSPS’leri Çizelge 3.265, Çizelge 3.266, Çizelge 3.267’de gösterilmektedir. Kontrol levhasının yüzey janka direnci $\%_{100}R$ (81,05 N/mm²) ölçülmüştür.

%3 katkılı levhalarının en yüksek yüzey janka mukavemeti $R_{97}B_3$, $R_{97}N_3$ (79,60N/mm²) ölçülmüştür. $R_{97}B_3$, $R_{97}N_3$ levhaların kontrol ($\%_{100}R$) levhasına oranı %1,82 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır. Fakat %3 katkılı levhaların en düşük yüzey janka direnci $R_{97}T_3$ (77,15 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol ($\%_{100}R$) levhasına oranla %5,05 yüzey janka mukavemet değeri azalmaktadır.

%6 katkılı levhasının en yüksek yüzey janka mukavemeti $R_{94}N_6$ (77,60 N/mm²) kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranı %4,44 azalmaktadır. Fakat %6 katkılı levhalarının en düşük yüzey janka direnci $R_{94}C_6$ (75,4 N/mm²) kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %7,49 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır.

%9 katkılı levhalarının en yüksek yüzey janka mukavemeti $R_{91}B_9$, $R_{91}C_9$ (78,50 N/mm²) ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ ve $R_{91}C_9$ levhaları kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranı %3,24 yüzey janka direnci azalmaktadır. Fakat %9 katkılı levhaların en düşük yüzey janka direnci $R_{91}T_9$ (68,85N/mm²) ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına oranı %17,71 yüzey janka mukavemeti azalmaktadır.

Fabrika ve laboratuvar ortamında üretimi gerçekleşen Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti yüzdelik grupların TS EN 622-5(2008) standardı bulunmamaktadır. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların yüzey janka tutma mukavemeti sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.154'de gösterilmiştir.

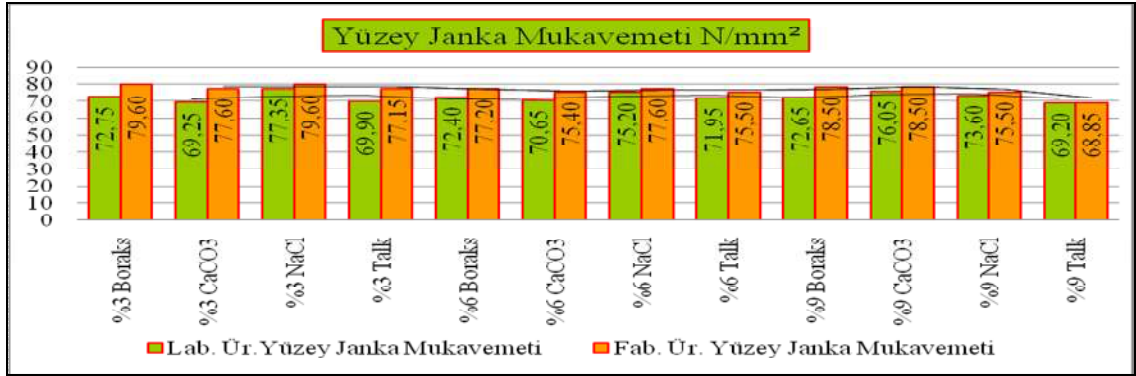


Şekil 3.154. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemet karşılaştırma sonuçları.

MDF'nin yüzey sertliği yüksek olması levhanın direnç özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Fakat bu test; MDF üretiminde levhanın direnç özelliklerini belirleyici faktör olmasından dolayı kalite kontrol amaçlı ölçüm yapılmaktadır. MDF'nin yüzey janka mukavemeti levha yüzeyinin yoğunluğu ve lifler arası yapışmanın sağlamlığı ile anlaşılmaktadır.

Fabrika ve laboratuarda üretilen Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti TS EN 622-5(2008) standardı bulunmamakta ve karşılaştırmaları Şekil 3.154 ve Çizelge 3.375'de gösterilmektedir.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey janka tutma mukavemeti yüzdelik grup sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.155'de gösterilmiştir.



Şekil 3.155. Laboratuar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzey janka mukavemet yüzdelik gruplarının karşılaştırma sonuçları.

Çizelge 3. 375. Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey janka mukavemeti değerleri verilmiştir.

Yüzey Janka Mukavemeti	Levha Tipi	Lab. Ür. (N/mm ²)	Fab Ür. (N/mm ²)	Standardın Ön Gördüğü TS EN 622-5 (2008)
	% ₁₀₀ R	78,00	81,05	Herhangi Bir Standart Değeri Yoktur.
	R ₉₇ N ₃	77,35	79,60	
	R ₉₄ N ₆	75,20	77,60	
	R ₉₁ N ₉	73,60	75,50	
	R ₉₇ C ₃	69,25	77,60	
	R ₉₄ C ₆	70,65	75,40	
	R ₉₁ C ₉	76,05	78,50	
	R ₉₇ T ₃	69,90	77,15	
	R ₉₄ T ₆	71,95	75,50	
	R ₉₁ T ₉	69,20	68,85	
	R ₉₇ B ₃	72,75	79,60	
	R ₉₄ B ₆	72,40	77,20	
	R ₉₁ B ₉	72,65	78,50	

İnorganik dolgu katkılı levhanın janka sertliği; mekanik ve fiziksel özelliklerine, kullanılan hammadde türüne, kullanılan inorganik katkı çeşidine ve miktarına göre değişiklik göstermektedir. MDF üretiminde kullanılan hammadde ile ilgili olarak lignoselülozik hammaddenin türü, yoğunluğu, lif yapısı ve boyutları, rutubet oranı, hammadde kusurlarının bulunup bulunmaması, tutkal türü, tutkalın miktarı, ilave edilen diğer kimyasal katkı maddeleri, inorganik dolgu maddelerinin türü ve miktarı etkili olmaktadır.

MDF üretiminde diğer parametreler sabit iken yalnızca inorganik minarellerin türü, geometrik yapısı, pH'ı, rengi, kimyasal yapısı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı %3'den %9'a yükseldiği zaman levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri düşmektedir. Böylece levha yüzey janka sertliği değeri azalmaktadır.

MDF üretim faktörlerinden; taslak rutubeti, taslaktaki rutubet dağılımı, rafiner liflendirmeye etki eden faktörler, levha taslağının oluşum biçimi, levha taslağının alt üst bölgelerinin pulverize püskürtülen su miktarı, ön pres basıncı, sıcak pres tipi, presleme faktörleri gibi etkenler levhanın janka direncine etki etmektedir. Pres diyagramı levha yüzeyinin sertliğinin oluşmasında en etkili faktördür. Presleme esnasında uygulanan sıcaklık, basınç ve zaman diyagramı levha yüzeyinin oluşumunda en önemli unsurdur. Levhanın yüzey sertliğinin artmasıyla, levhanın yüzey yoğunluğu artmaktadır. Kalsit ve Boraks pentahidrat katkılı levhaların yüzey yoğunluğu artması levha yüzey sertliğini arttırmaktadır. Böylece levha yüzey sertliği yükselmektedir.

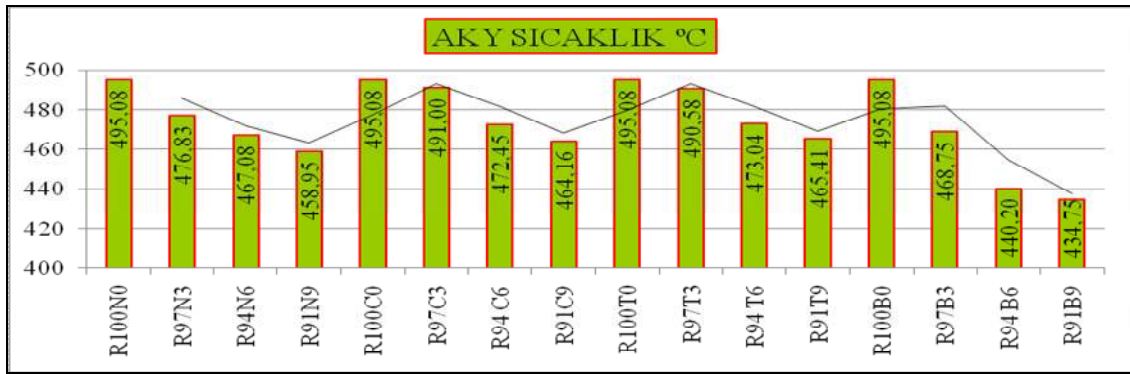
Akgül vd (2007). *Quercus robur* liflerinden laboratuarda üretilen MDF'nin yüzey janka mukavemeti 58,1-66,5 N/mm² arasında tespit etmişlerdir. Çamlıbel (2006) Orman gülü liflerinden üretilen MDF'nin yüzey janka mukavemeti 73,08-79,83 N/mm² arasında tespit etmişlerdir. Ayrılmış (2000) Karaçam, Doğu kayını, Saplı meşe liflerinden üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey janka mukavemeti 521,02-565,74 kp/cm² arasında ölçmüştür. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen katkısız (%₁₀₀R) levhalarının yüzey janka mukavemeti literatür sonuçlarının üst sınırında bulunmuştur. Laboratuar ve fabrika ortamında üretilen referans levhaların yüzey janka mukavemeti sonuçları, literatürdeki sonuçlar, araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

3.2.3. Yanma Deneyi

İnorganik minerallerle Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak hem laboratuvar hemde fabrika ölçeğinde üretimi gerçekleştirilen MDF (orta yoğunlukta lif levha) ait yanma testlerinin (AKY, KKY, KHY, AKY lüx, KKY lüx, KHY lüx, İYB, KHYS, Ağırlık kaybı) sonuçları şekiller halinde gösterilmiştir. Böylece yanma deneyine ait Çizelge 3.155 ve Çizelge 3.324’de laboratuvar ve fabrika ortamında üretilen MDF’nin sonuçlarının ortalamaları görülmektedir.

3.2.3.1. AKY Sıcaklık (°C)

Laboratuvar; Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen MDF’nin AKY sıcaklık (°C) sonuçları Şekil 3.156’da gösterilmektedir.



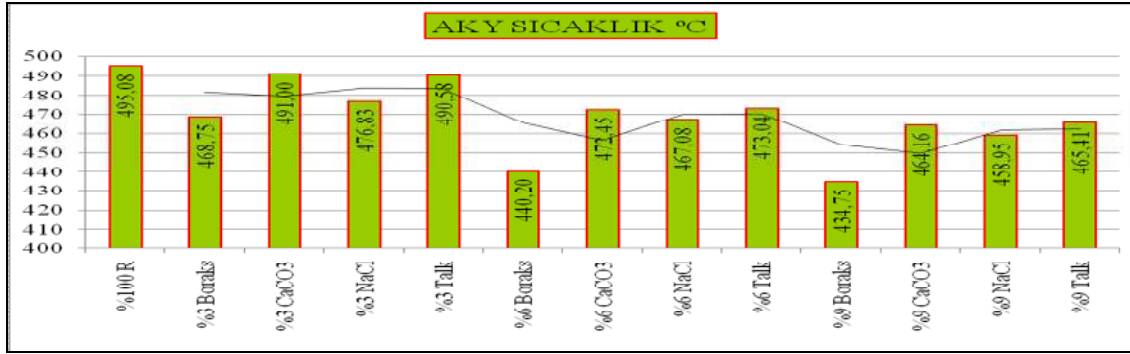
Şekil 3.156. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklık (°C) sonuçları.

Laboratuvarde inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların AKY sıcaklığı (°C) sonuçları Şekil 3.156 ve SSPS’leri Çizelge 3.113, Çizelge 3.114, Çizelge 3.115, Çizelge 3.116’da gösterilmiştir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu, Kalsit, Talk katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀), (R₉₇B₃), (R₉₄B₆, R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kontrol levhası (%₁₀₀R) (495,08°C) ölçülmüştür. R₉₁N₉ (458,95°C) en düşük AKY sıcaklığı bulunmuştur. R₉₁N₉ yanmaya karşı %7,86 oranında direnç artırıcı etki göstermektedir. AKY sıcaklığı en düşük R₉₁C₉ (464,16°C) bulunmuştur. Kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %6,66 oranında direnç artırıcı etki göstermiştir. R₉₁T₉ (465,41°C) en düşük AKY sıcaklığı bulunmuştur. R₉₁T₉ AKY sıcaklığı kontrol levhasına göre %6,37 direnç artırıcı etki göstermiştir. R₉₁B₉ (434,75°C) en düşük AKY

sıcaklığı bulunmuştur. R₉B₉ levhası kontrol levhasına göre %13,87 yanmaya karşı dirençli olduğu tespit edilmiştir. Boraks pentahidrat katkılı levhalar yanmaya karşı en iyi direnç gösteren levhalardır. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça AKY'ya karşı direnç artmaktadır.

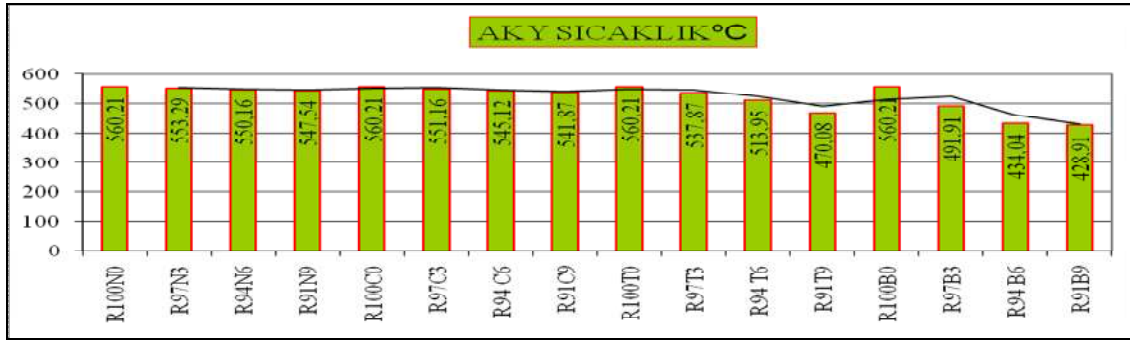
Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.157'de gösterilmektedir.



Şekil 3.157. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları.

Laboratuarda inorganik dolgu katkılı üretilen MDF'nin AKY sıcaklığı (°C) yüzdelik sonuçları Şekil 3.157 ve SSPS'leri Çizelge 3.117, Çizelge 3.118, Çizelge 3.119'da gösterilmektedir. Laboratuar ortamında katkılı levha grupları içinde AKY'ye karşı en iyi dirençli levhalar; %3 katkılı Boraks pentahidrat levhası (468,75°C) referans levhasına göre %5,61 oranında yangına dirençli olduğu görülmektedir. %6 Boraks pentahidrat levhası (440,20°C) kontrol levhasına %12,46 oranında yangına dirençli olduğu tespit edilmektedir. %9 Boraks pentahidrat levhası (434,75°C) kontrol levhasına göre %13,87 oranında yangına dirençli olduğu görülmektedir. Fabrika ve laboratuar ortamında Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığı sonuçlarının karşılaştırmaları Şekil 3.160'da gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların AKY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.158'de gösterilmektedir.

Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı MDF'nin AKY sıcaklık °C değerleri sonuçları Şekil 3.158 ve SSPS'leri Çizelge 3.268, Çizelge 3.269, Çizelge 3.270, Çizelge 3.271'de gösterilmektedir.



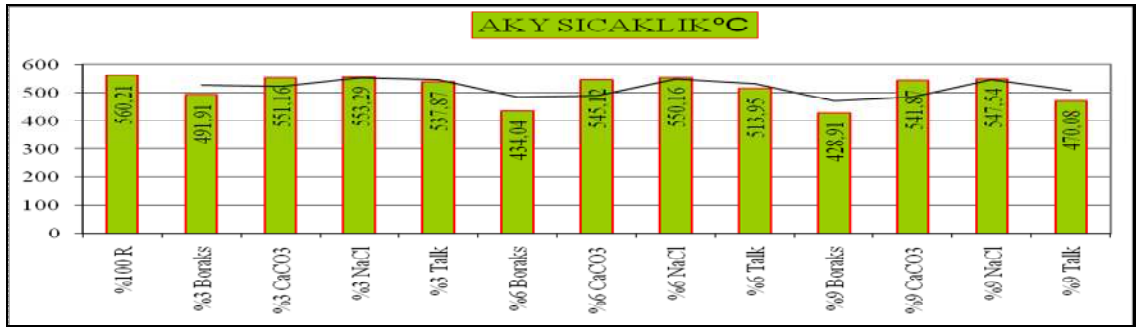
Şekil 3.158. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığı sonuçları.

Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu, Kalsit katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0, R_{97}T_3, R_{94}T_6$), ($R_{97}T_3, R_{94}T_6, R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$), ($R_{94}B_6, R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kontrol levhasının AKY sıcaklığı $R_{100}N_0$ ($560,21^{\circ}\text{C}$) en yüksek ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhasının $R_{97}N_3$ ($553,29^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklık $^{\circ}\text{C}$ değerleri ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %1,25 AKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{94}N_6$ ($550,16^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklık $^{\circ}\text{C}$ ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol levhasına oranı %1,82 AKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}N_9$ ($547,54^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol levhasına göre %2,31 AKY sıcaklığı azalmakta ve yanmaya karşı direnç göstermektedir.

Kalsit katkılı levhaların $R_{97}C_3$ ($551,16^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol levhasına göre %1,64 AKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{94}C_6$ ($545,12^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol levhasına göre %1,76 AKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}C_9$ ($541,87^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol levhasına göre %3,38 AKY sıcaklığı azalmakta ve levhanın yanmaya karşı dirençli olduğu tespit edilmiştir.

Talk katkılı levhaların $R_{97}T_3$ ($537,87^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %4,45 AKY sıcaklığına karşı direnç göstermektedir. $R_{94}T_6$ ($513,95^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %9,00 AKY sıcaklığına karşı direnç göstermektedir. $R_{91}T_9$ ($470,08^{\circ}\text{C}$) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %19,17 AKY sıcaklığı azalmakta ve levha yanmaya karşı etkili olduğu görülmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhaların $R_{97}B_3$ (491,91°C) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol levhasına göre %13,88 AKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (434,04°C) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol levhasına göre %29,06 AKY sıcaklığına karşı dirençlidir. $R_{91}B_9$ (428,91°C) AKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhası kontrol levhasına göre %30,61 AKY sıcaklığı azalmakta ve yanmaya karşı dirençli olduğu tespit edilmiştir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.159’da gösterilmektedir.



Şekil 3.159. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları.

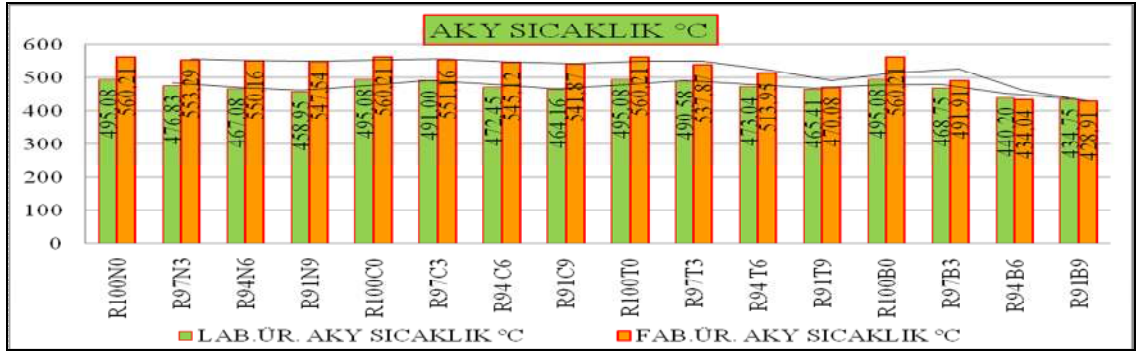
Fabrikada inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların AKY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.159 ve SSPS’leri Çizelge 3.272, Çizelge 3.273, Çizelge 3.274’da gösterilmektedir. Fabrika üretiminde kontrol (%100R) levhası AKY sıcaklığı (560,21°C) ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların AKY sıcaklığı en düşük Borak Pentahidrat (491,91 °C) ölçülmüş ve kontrol (%100R) levhasına göre %13,88 oranında AKY sıcaklığına direnç göstermektedir. Fakat %3 katkılı levhaların en yüksek AKY sıcaklığı Kaya tuzu (553,29°C) tespit edilmiş ve kontrol levhasına göre %1,25 oranında azalmakta ve yanmaya karşı direnç sağlamaktadır.

%6 Boraks pentahidrat katkılı levhası en düşük AKY sıcaklığı (434,04°C) ve kontrol (%100R) levhasına göre %29,06 yanmaya karşı direnç göstermektedir. Fakat %6 katkılı Kaya tuzu levhasının en yüksek AKY sıcaklığı (550,16°C) kontrol (%100R) levhasına göre %1,82 yanmaya karşı direnç sağlamaktadır.

%9 Boraks pentahidrat katkılı levhası en düşük AKY sıcaklığı (428,91°C) ve kontrol (%100R) levhasına göre %30,61 yanmaya karşı direnç göstermektedir. Fakat %9 katkılı

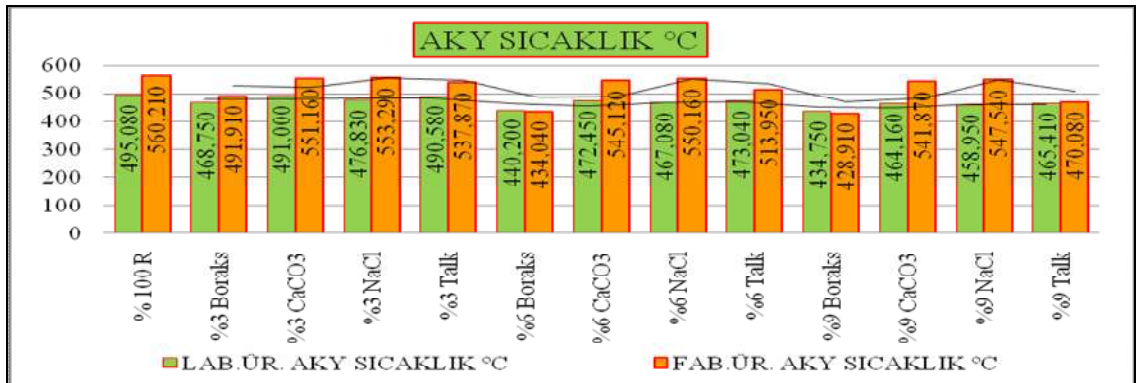
Kaya tuzu levhası en yüksek AKY sıcaklığı (550,16°C) ve kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %2,31 yanmaya karşı direnç tespit edilmiştir.

Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.161'de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesiyle bağlı olarak üretilen MDF'nin AKY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.160'da gösterilmektedir.



Şekil 3.160. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığına ait karşılaştırma sonuçları.

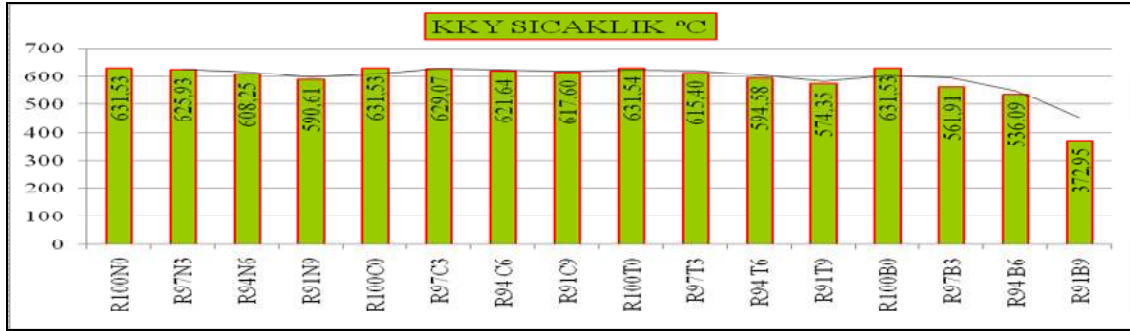
Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesiyle bağlı olarak üretilen levhaların AKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.161'de gösterilmektedir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça AKY sıcaklığı azalmaktadır. Bundan dolayı yanmaya karşı dirençli olduğu görülmektedir. MDF'nin yanmaya karşı direnç göstermesinin inorganik minerallerin kimyasal yapısından kaynaklandığı sanılmaktadır.



Şekil 3.161. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY sıcaklığına ait karşılaştırma sonuçları.

3.2.3.2. KKY sıcaklık (°C)

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen MDF (orta yoğunlukta lif levha)'nın KKY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.162'de gösterilmektedir.

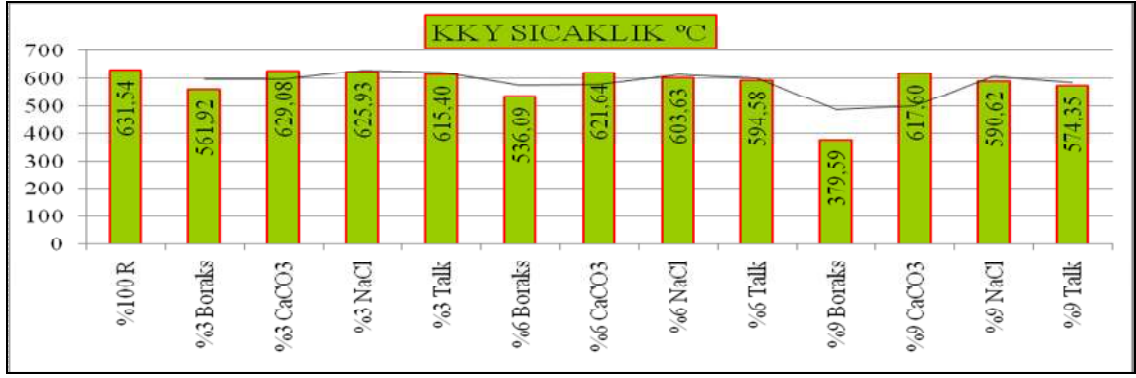


Şekil 3.162. Laboratuvar üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçları.

Laboratuarda inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların KKY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.162 ve SSPS'leri Çizelge 3.120, Çizelge 3.121, Çizelge 3.122, Çizelge 3.123'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu ve Kalsit katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃, R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında farklılık bulunmaktadır.

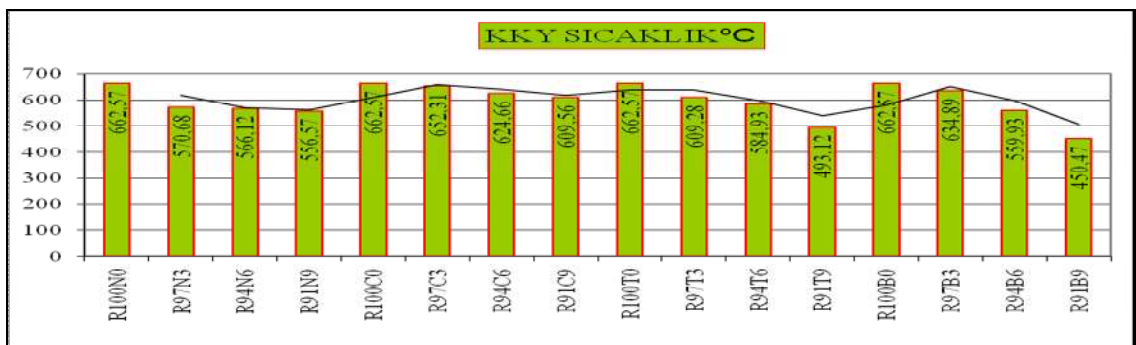
Laboratuvar üretimi kontrol levhası R₁₀₀N₀ (631,53°C) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı R₉₁N₉ (590,61°C) KKY sıcaklığı (°C) yangına karşı en iyi dirençli olduğu tespit edilmiştir. R₉₁N₉ levhası kontrol levhasına göre %6,92 KKY karşı dirençlidir. Kalsit katkılı R₉₁C₉ (617,6°C) yangına karşı en iyi dirençli olduğu görülmektedir. R₉₁C₉ levhası kontrol levhasına göre %2,25 oranında yanmaya karşı direnç göstermektedir. Talk katkılı R₉₁T₉ (574,34°C) KKY karşı en iyi direnç göstermektedir. R₉₁T₉ levhası kontrol levhasına göre %9,95 oranla KKY karşı direnç göstermektedir. Boraks pentahidrat katkılı R₉₁B₉ (372,95°C) KKY sıcaklığı bulunmuştur. R₉₁B₉ levhası kontrol levhasına göre %69,33 oranında KKY karşı direnç göstermektedir. KKY sıcaklığı testinde R₉₁B₉ Boraks pentahidrat ve R₉₁T₉ Talk levhaları yanmaya karşı en iyi dirençli levhalar olarak ölçülmüştür.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.163'de gösterilmektedir.



Şekil 3.163. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelerik sonuçları.

Laboratuvar ortamında inorganik mineral katkılı üretilen levhaların KKY sıcaklığı yüzdelerik sonuçları Şekil 3.163 ve SSPS'leri Çizelge 3.124, Çizelge 3.125, Çizelge 3.126'da gösterilmektedir. %3 katkılı levhalardan Boraks pentahidrat (561,92°C) kontrol levhasına göre %12,96 oranında yanmaya karşı dirençlidir. %6 Boraks pentahidrat (536,09°C) ve %17,81 oranında KKY'ye karşı dirençlidir. %9 Boraks pentahidrat (379,59°C) kontrol levhasına göre %33,67 oranında yangına dirençli olduğu görülmektedir. %3, %6, %9 KKY sıcaklığı testinde Boraks pentahidrat ve Talk yanmaya karşı en iyi dirençli levhalar olarak ölçülmüştür. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen MDF'nin KKY sıcaklığı yüzdelerik gruplarının sonuçları Şekil 3.164'de gösterilmektedir.



Şekil 3.164. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı sonuçları.

Fabrikada inorganik mineral katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KKY sıcaklığının sonuçları Şekil 3.164 ve SSPS'leri Çizelge 3.275, Çizelge 3.276, Çizelge 3.277, Çizelge 3.278'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu

katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$), ($R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$, $R_{97}T_3$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$), ($R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kalsit katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Fabrikada üretilen kontrol levhasının KKY sıcaklığı $R_{100}N_0$ (662,57 °C) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı MDF'nin $R_{97}N_3$ (570,68°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre % 16,10 KKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{94}N_6$ (566,12°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol levhasına göre %17,03 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. $R_{91}N_9$ (566,12°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol levhasına göre %19,04 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermiştir.

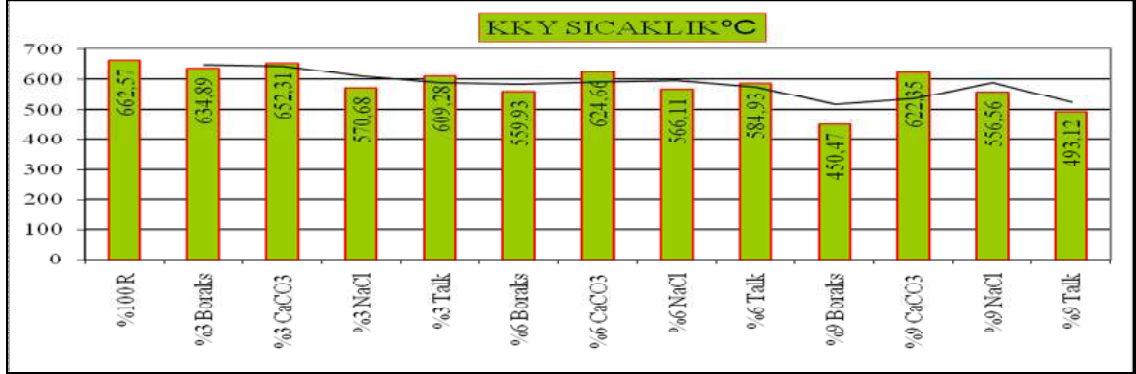
Kalsit katkılı levhası $R_{97}C_3$ (652,31°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol levhasına göre %1,57 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. $R_{94}C_6$ (624,66°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol levhasına göre %6,06 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. $R_{91}C_9$ (609,56°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol levhasına göre %8,69 KKY sıcaklığı levhada yanmaya karşı dirençlidir.

Talk katkılı MDF'nin $R_{97}T_3$ (609,28°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %8,74 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. $R_{94}T_6$ (584,93°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %13,27 KKY sıcaklığı yanmaya karşı dirençlidir. $R_{91}T_9$ (493,12°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %34,36 KKY sıcaklığı yanmaya karşı dirençlidir.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ (634,89°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol levhasına göre %4,35 KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. $R_{94}B_6$ (559,93°C) KKY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol levhasına göre %18,33 KKY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}B_9$ (450,47°C) KKY sıcaklığı tespit edilmiştir. $R_{91}B_9$ levhası kontrol levhasına göre %47,08 KKY sıcaklığı yanmaya karşı en iyi direnç göstermektedir.

Fabrika ve laboratuarda Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı üretilen levhalarının KKY sıcaklığı karşılaştırmaları Şekil 3.166'da

gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.165’de gösterilmektedir.



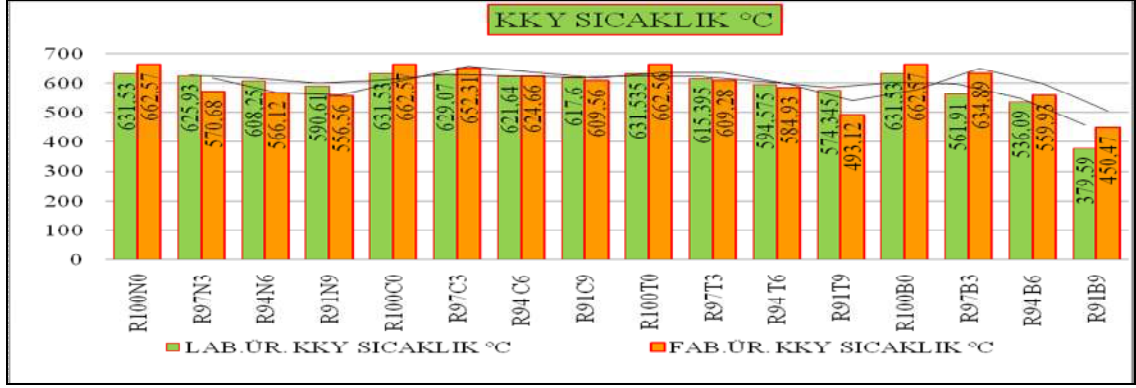
Şekil 3.165. Fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik sonuçları.

Fabrikada üretilen inorganik mineral katkılı levhaların KKY sıcaklığının sonuçları Şekil 3.165 ve SSPS’leri Çizelge 3.279, Çizelge 3.280, Çizelge 3.281’de gösterilmektedir. Kontrol (%100R) levhasının KKY sıcaklığı değeri (662,57 °C) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalar içinde en düşük $R_{97}N_3$ (570,68°C) bulunmuştur. $R_{97}N_3$ levhası kontrol (%100R) levhasına göre %16,10 KKY yanmaya karşı direnç göstermektedir. Fakat katkılı levhalar içinde en yüksek $R_{97}C_3$ (652,31°C)’dir. Kalsit katkılı levhası kontrol (%100R) levhasına göre %1,57 KKY yanmaya karşı etkili olduğu tespit edilmiştir.

%6 katkılı levhalar içinde en düşük $R_{94}B_6$ (559,93°C) bulunmuştur. Boraks pentahidrat katkılı levhası kontrol (%100R) levhasına göre %18,33 yanmaya karşı direnç göstermektedir. Fakat %6 katkılı levhalar içinde yanmaya karşı en yüksek KKY sıcaklık $R_{94}C_6$ (624,46°C) ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ katkılı levhası kontrol (%100R) levhasına göre %6,06 KKY yanmaya karşı etkili olmaktadır.

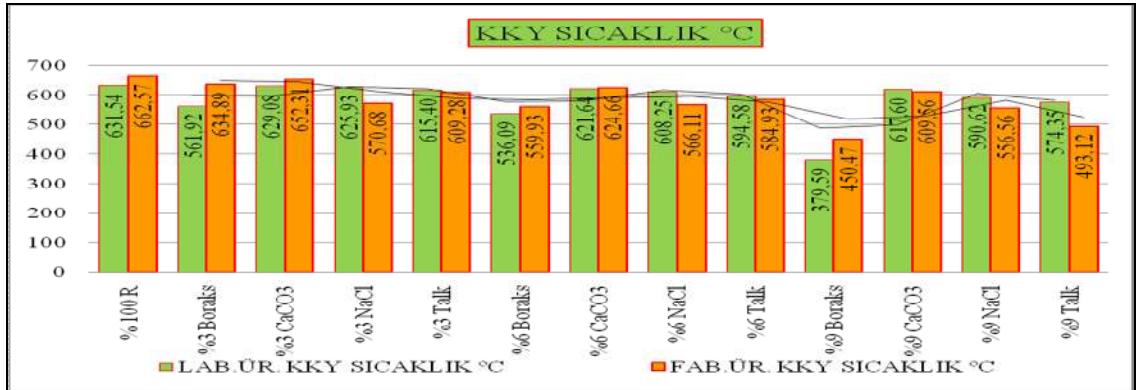
%9 katkılı levhalar içinde en düşük KKY sıcaklığı $R_{91}B_9$ (450,47 °C) tespit edilmiştir. $R_{91}B_9$ katkılı levhanın kontrol (%100R) levhasına göre %47,08 yanmaya karşı direnç göstermektedir. Fakat %9 katkılı levhalar içinde yanmaya karşı en yüksek KKY sıcaklık $R_{91}C_9$ (622,35°C)’dir. $R_{91}C_9$ katkılı levhası kontrol (%100R) levhasına göre %6,46 KKY yanmaya karşı dirençli olmaktadır.

Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.167'de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı olarak üretilen levhaların KKY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.166'da gösterilmektedir.



Şekil 3.166. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY sıcaklığına ait karşılaştırma değerleri.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı olarak üretilen levhaların KKY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.167'de gösterilmektedir.

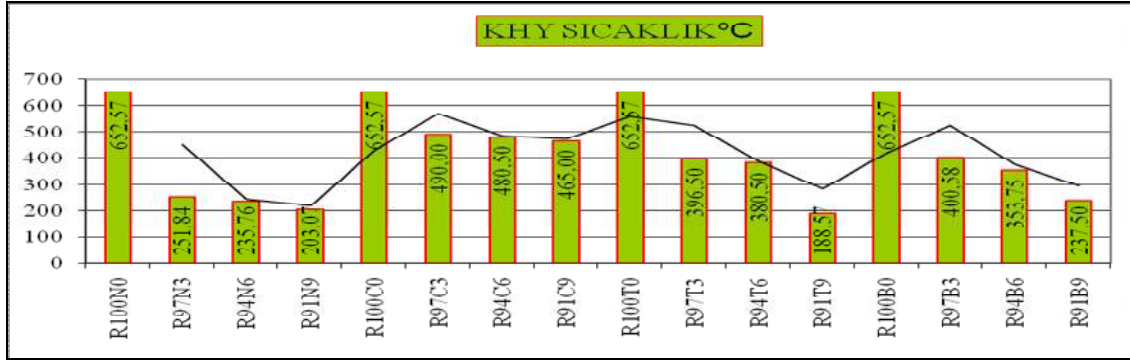


Şekil 3.167. Laboratuvar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhalarının KKY sıcaklık verileri.

Laboratuvar ve fabrikada üretilen MDF'nin KKY sıcaklık değerleri birbirine yakın sonuç vermektedir. Bu deneyde; en düşük KKY sıcaklığın Boraks pentahidrat, Talk ve Kaya tuzu katkılı levhalarda olduğu görülmektedir.

3.2.3.3. KHY sıcaklık (°C)

Laboratuvar ortamında üretilen inorganik katkılı levhaların yanma test cihazında kor halinde yanarken yıkıldığından dolayı KHY sıcaklık değeri ölçülememiştir. Fakat fabrika ortamında üretilen levhaların KHY sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen MDF'nin KHY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.168'de gösterilmektedir.



Şekil 3.168. Fabrika üretim sisteminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY sıcaklığı sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı levhaların KHY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.168. ve SSPS'leri Çizelge 3.282, Çizelge 3.283, Çizelge 3.284, Çizelge 3.285'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃), (R₉₄N₆, R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀), (R₉₇C₃, R₉₄C₆, R₉₁C₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃, R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₄B₆), (R₉₇B₃), (R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Kontrol levhasının KHY sıcaklığı R₁₀₀N₀ (652,57°C)'dir. Kaya tuzu katkılı levhasının R₉₇N₃ (251,84°C) KHY sıcaklık °C değerleri ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhası kontrol levhasına göre %159,12 KHY sıcaklığı azalmaktadır. R₉₄N₆ (235,76°C) KHY sıcaklık °C ölçülmüştür. R₉₄N₆ levhası kontrol levhasına göre %176,79 KHY sıcaklığı azalmaktadır. R₉₁N₉ (203,07°C) KHY sıcaklık °C ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhası kontrol levhasına göre %219,87 KHY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir.

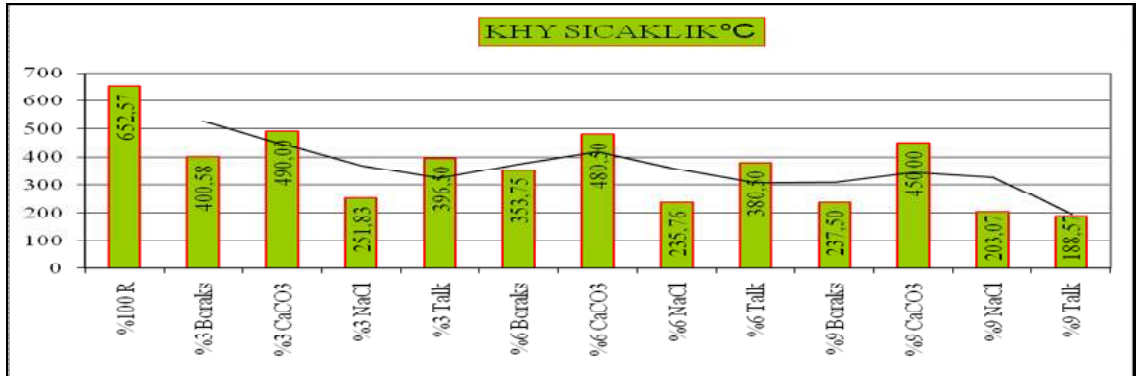
Kalsit katkılı levhası R₉₇C₃ (490,00°C) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası kontrol levhasına göre %33,17 KHY sıcaklık °C yüzdesi azalmaktadır. R₉₄C₆ (480,50°C) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol levhasına göre %35,81

KHY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}C_9$ ($465,00^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası KHY sıcaklığı kontrol levhasına göre %40,33 yanmaya karşı direnç göstermektedir.

Talk katkılı levhası $R_{97}T_3$ ($396,50^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %64,58 KHY sıcaklığı yüzdesi azalmaktadır. $R_{94}T_6$ ($380,50^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %71,50 KHY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}T_9$ ($188,50^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası KHY sıcaklığı kontrol levhasına göre %246,19 yanmaya karşı direnç gösterdiği tespit edilmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhası $R_{97}B_3$ ($400,58^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol levhasına göre %62,90 KHY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{94}B_6$ ($353,75^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol levhasına göre %84,47 KHY sıcaklığı azalmaktadır. $R_{91}B_9$ ($237,50^{\circ}\text{C}$) KHY sıcaklığı tespit edilmiştir. $R_{91}B_9$ levhasının KHY sıcaklığı kontrol levhasına göre %174,76 yanmaya karşı en iyi direnç göstermektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.169’da gösterilmektedir.



Şekil 3.169. Fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY sıcaklığı yüzdelik gruplarının sonuçları.

Fabrika ortamında inorganik mineral katkılı üretilen MDF’nin KHY sıcaklığının sonuçları Şekil 3.169 ve SSPS’leri Çizelge 3.286, Çizelge 3.287, Çizelge 3.288’de gösterilmektedir. Kontrol ($\%_{100}R$) levhasının KHY sıcaklık ($652,57^{\circ}\text{C}$)’dir. %3 katkılı levhalar arasında en düşük $R_{97}N_3$ ($251,83^{\circ}\text{C}$) bulunmuştur. $R_{97}N_3$ levhasının kontrol levhasına oranı %159,13 KHY karşı dirençli olmaktadır. Fakat %3 katkılı levhalar

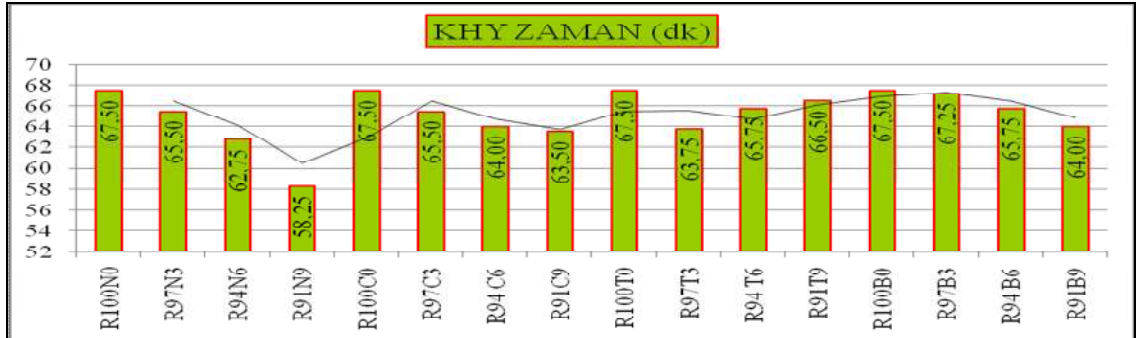
arasında en yüksek sıcaklık $R_{97}C_3$ ($490,00^{\circ}C$)'dir. Kalsit katkılı levhasının kontrol levhasına göre %33,17 KHY direnç göstermektedir.

%6 katkılı levhalar içinde en düşük $R_{94}N_6$ ($235,76^{\circ}C$) bulunmuştur. $R_{94}N_6$ katkılı levhası kontrol levhasına göre %181,03 KHY karşı direnci göstermektedir. Fakat katkılı levhalar arasında en yüksek sıcaklık $R_{94}C_6$ ($480,50^{\circ}C$)'dir. Kalsit katkılı levhanın kontrol levhasına göre %37,89 KHY direnç göstermektedir.

%9 katkılı üretilen levhalar içinde en düşük $R_{91}T_9$ ($188,57^{\circ}C$) bulunmuştur. $R_{91}T_9$ levhasının kontrol levhasına göre %246,06 KHY karşı direnci göstermektedir. Fakat %9 katkılı levhalar arasında en yüksek sıcaklığı $R_{94}C_6$ ($450,00^{\circ}C$) ölçülmüştür. Kalsit katkılı levhanın kontrol levhasına göre %45,01 KHY karşı direnç gösterdiği tespit edilmektedir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça KHY sıcaklığı azalmaktadır. KHY sıcaklığının en düşük Kaya tuzu, Talk ve Boraks Pentahidrat katkılı MDF'ler olduğu görülmektedir.

3.2.3.4. KHY Zaman (dk)

Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı üretilen levhalarının KHY zaman (dk) sonuçları Şekil 3.170'da gösterilmektedir.



Şekil 3.170. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %0, %3, %6, %9 inorganik mineral katkılı levhaların KHY zaman (dk) sonuçları.

Laboratuarda katkılı üretilen levhaların KHY zaman (dk) yüzdelik sonuçları Şekil 3.170 ve SSPS'leri Çizelge 3.127, Çizelge 3.128, Çizelge 3.129, Çizelge 3.130'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$, $R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$), ($R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kalsit, Talk,

Boraks Pentahidrat katkılı levhaların KHY zamanı arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Laboratuvar ortamında üretilen kontrol (%₁₀₀R) levhası KHY zamanı (67,50 dk)'dır. Kaya tuzu katkılı levhalarda R₉₇N₃ (65,50 dk) kontrol levhasına göre %3,05 oranında KHY zamanı azalmaktadır. R₉₄N₆ (62,75 dk) kontrol levhasına göre %7,56 KHY zamanı azalmaktadır. R₉₁N₉ (58,25 dk) kontrol levhasına göre %15,87 KHY zamanı azalmaktadır.

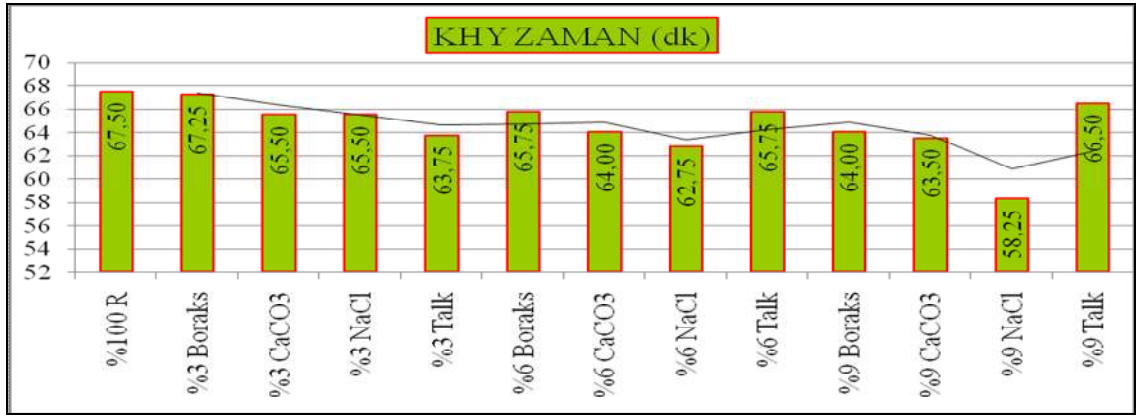
Kalsit katkılı levhalarda KHY süresi R₉₇C₃ (65,5 dk) kontrol levhasına göre %2 oranında azalmaktadır. R₉₄C₆ (64,00 dk) kontrol levhasına göre %5,46 KHY zamanı azalmaktadır. R₉₁C₉ (63,5 dk) kontrol levhasına göre %6,29 daha kısa zamanda KHY gerçekleşmektedir.

Talk katkılı levhaların KHY süresi R₉₇T₃ (63,75 dk) kontrol levhasına göre %5,88 kısa sürede yanmaktadır. R₉₄T₆ (65,75 dk) kontrol levhasına göre %2,66 KHY zamanı azalmaktadır. R₉₁T₉ levhası KHY (66,50 dk) referans levhasına göre %1,50 daha kısa zamanda yanmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhaların KHY süresi R₉₇B₃ (67,25 dk) kontrol levhasına göre %0,371 kısa sürede yanmaktadır. R₉₄B₆ (65,75 dk) referans levhasına göre %2,66 KHY zamanı azalmaktadır. R₉₁B₉ levhası KHY (64,00 dk) referans levhasına göre %5,46 daha kısa zamanda yanmaktadır.

Boraks pentahidrat, Kaya tuzu, Kalsit inorganik minerallerinin MDF üretiminde miktarı arttıkça KHY süresi kısalmaktadır. Fakat Talk inorganik mineralinin MDF üretiminde miktarı arttıkça KHY süresi uzamaktadır. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının KHY zaman (dk) yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.171'de gösterilmektedir.

Laboratuvar ortamında inorganik dolgu katkılı üretilen levhalarının KHY zaman (dk) yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.171 ve SSPS'leri Çizelge 3.131, Çizelge 3.132, Çizelge 3.133'de gösterilmektedir.



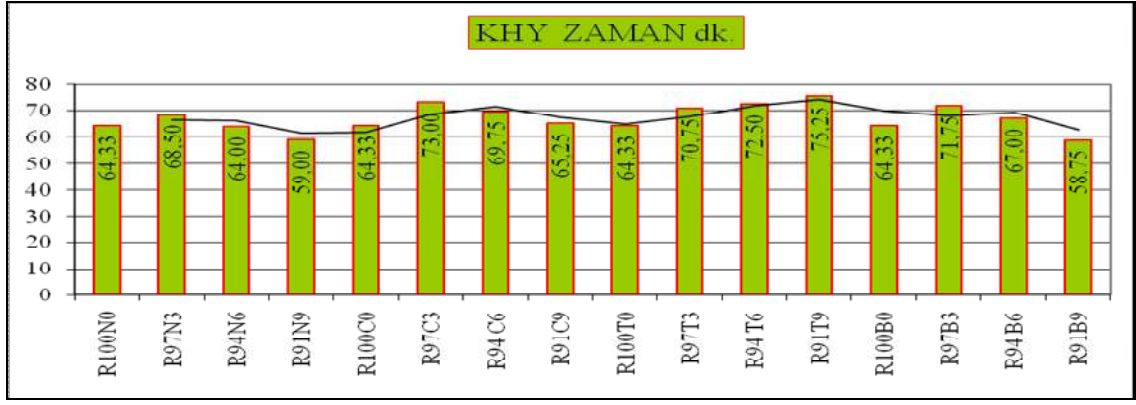
Şekil 3.171. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkıli levhaların KHY zaman (dk) yüzdelik gruplarının sonuçları.

Kontrol (%₁₀₀R) levhasının KHY zamanı (67,50 dk) kül haline gelmektedir. %3 katkıli Talk (R₉₇T₃) levhası (63,75 dk) kül haline gelmektedir. R₉₇T₃ levhası kontrol levhasına göre %5,88 daha kısa zamanda kül olmaktadır. Fakat %3 Boraks pentahidrat (R₉₇B₃) levhası (67,25 dk) kül olmaktadır. R₉₇B₃ levhası kontrol levhasına göre %0,37 en uzun sürede kül olmaktadır.

%6 katkıli (R₉₄N₆) levhası (62,75 dk) kül haline gelmektedir. R₉₄N₆ levhası kontrol levhasına göre %7,56 en kısa zamanda kül olmaktadır. Fakat %6 Talk ve Boraks pentahidrat (R₉₄T₆), (R₉₄B₆) levhaları (65,75 dk) içinde kül olmaktadır. R₉₄B₆ levhası kontrol levhasına göre %2,66 en uzun sürede kül olmaktadır.

%9 katkıli (R₉₁N₉) levhası (58,25 dk)'da kül haline gelmektedir. R₉₁N₉ levhası kontrol levhasına göre %15,87 en kısa zamanda kül olmaktadır. Fakat %9 Talk (R₉₁T₉) levhası (66,50 dk) içinde kül olmaktadır. R₉₁T₉ levhası kontrol levhasına göre %1,50 en uzun sürede kül olmaktadır. MDF üretiminde Talk, Boraks pentahidrat, Kalsit inorganik dolgu miktarı arttıkça levhanın yanma süresi uzamakta ve daha uzun surede kül haline gelmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KHY sıcaklığı sonuçları Şekil 3.172'de gösterilmektedir. Fabrikada inorganik mineral katkıli üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KHY zaman sonuçları Şekil 3.172 ve SSPS'leri Çizelge 3.289, Çizelge 3.290, Çizelge 3.291, Çizelge 3.292'de gösterilmektedir.



Şekil 3.172. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zaman (dk) sonuçları.

Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$, $R_{94}N_6$), ($R_{97}N_3$), ($R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$), ($R_{94}C_6$, $R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$), Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{94}B_6$), ($R_{97}B_3$), ($R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

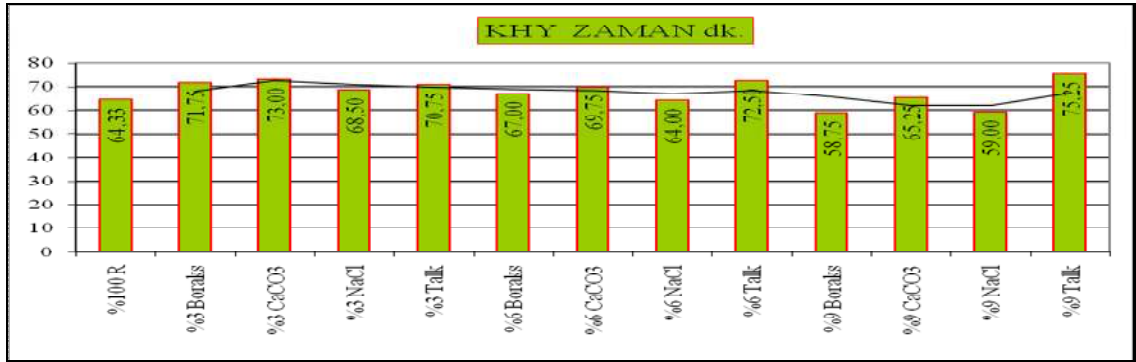
Fabrikada üretilen kontrol levhasının KHY zaman (dk) $R_{100}N_0$ (64,33 dk)'dir. $R_{97}N_3$ (68,50 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %6,48 KHY zamanı artmaktadır. $R_{94}N_6$ levhası (64 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol levhasına göre %0,51 KHY zamanı azalmaktadır. $R_{91}N_9$ levhası (59 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol levhasına göre %9,03 KHY zamanı kısalmaktadır.

Kalsit katkılı $R_{97}C_3$ levhasının (73 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol levhasına göre %13,47 KHY zamanı artmaktadır. $R_{94}C_6$ levhası (69,75 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası referans levhasına göre %8,42 KHY zamanı artmaktadır. $R_{91}C_9$ levhası (65,25 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol levhasına göre %1,40 KHY zamanı artmaktadır.

Talk katkılı $R_{97}T_3$ levhası (70,75 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası referans levhasına göre %9,97 KHY zamanı azalmaktadır. $R_{94}T_6$ levhası (72,50 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhası kontrol levhasına göre %12,70 KHY zamanı azalmaktadır. $R_{91}T_9$ levhası (75,25 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %16,97 KHY zamanının arttığı tespit edilmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı $R_{97}B_3$ levhası (71,75 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol levhasına göre %11,53 KHY zamanı artmaktadır. $R_{94}B_6$ levhası (67 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol ($R_{100}B_0$) levhasına göre %4,15 KHY süresi artmaktadır. $R_{91}B_9$ levhası (58,75 dk) KHY zamanı ölçülmüştür. $R_{91}B_9$ levhası kontrol levhasına göre %9,49 KHY zamanı azaldığı görülmektedir. Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zamanının karşılaştırmaları Şekil 3.174'de gösterilmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların KHY sıcaklığı sonuçlarının yüzdelik grupları Şekil 3.173'de gösterilmektedir.

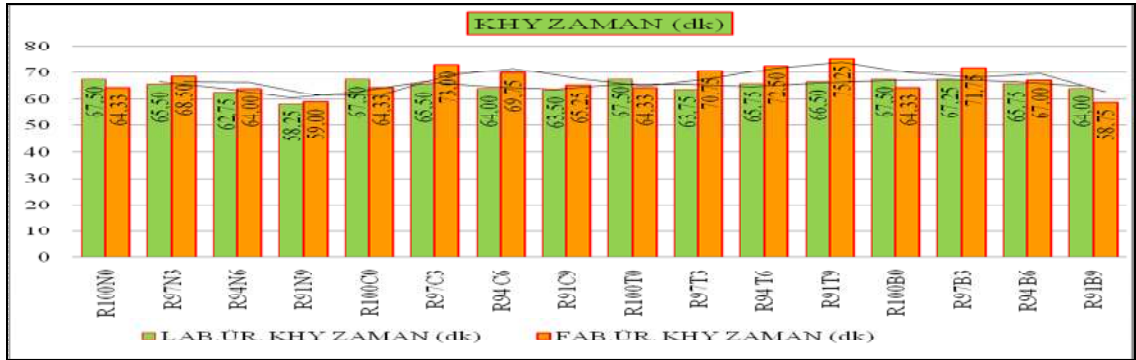


Şekil 3.173. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY süresi yüzdelik gruplarının sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı levhaların KHY zaman sonuçları Şekil 3.167 ve SSPS'leri Çizelge 3.293, Çizelge 3.294, Çizelge 3.295'de gösterilmektedir. Kontrol ($\%_{100}R$) levhası (64,33 dk) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalar içinde en düşük $R_{97}N_3$ (68,5 dk) bulunmuştur. $R_{97}N_3$ katkılı levhası KHY zamanı kontrol ($\%_{100}R$) levhasına göre %6,48 ölçülmüştür. Fakat %3 katkılı levhalar arasında en uzun süre yanma $R_{97}C_3$ (73,00 dk)'dir. Kalsit katkılı levhası kontrol ($\%_{100}R$) levhasına göre %13,47 KHY zamanı tespit edilmektedir. %6 katkılı levhalar içinde en düşük yanma zamanı $R_{94}N_6$ (64 dk) bulunmuştur. $R_{94}N_6$ katkılı levhası kontrol ($\%_{100}R$) levhasına göre %0,515 KHY zamanı azaldığı tespit edilmektedir Fakat %6 katkılı levhalar arasında en uzun yanma süresi $R_{94}T_6$ (72,50 dk)'dir. Talk katkılı levhası kontrol ($\%_{100}R$) levhasına göre %12,70 KHY zamanı uzadığı tespit edilmektedir. %9 katkılı levhalar içinde en uzun yanma süresi $R_{91}T_9$ (75,25 dk) bulunmuştur. $R_{91}T_9$ levhası kontrol ($\%_{100}R$) levhasına göre %16,97 KHY süresi uzamaktadır. Fakat %9 katkılı levhalar arasında en

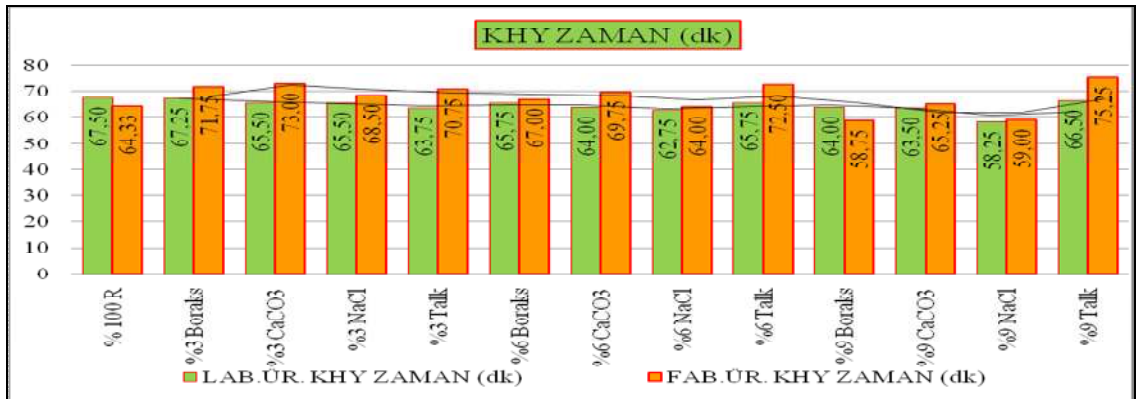
kısa yanma süresi $R_{91}B_9$ (58,75 dk)'dir. Boraks pentahidrat ($R_{91}B_9$) levhası kontrol ($\%100R$) levhasına göre %9,49 KHY yanma süresi kısalmaktadır. Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Boraks pentahidrat, Kaya tuzu'nun %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zamanının yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.175'de gösterilmektedir.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların KHY zamanı sonuçları Şekil 3.174'de gösterilmektedir.



Şekil 3.174. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zaman sonuçlarının karşılaştırmaları.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların KHY zamanı sonuçlarının yüzdelik grupları Şekil 3.175'de gösterilmektedir.

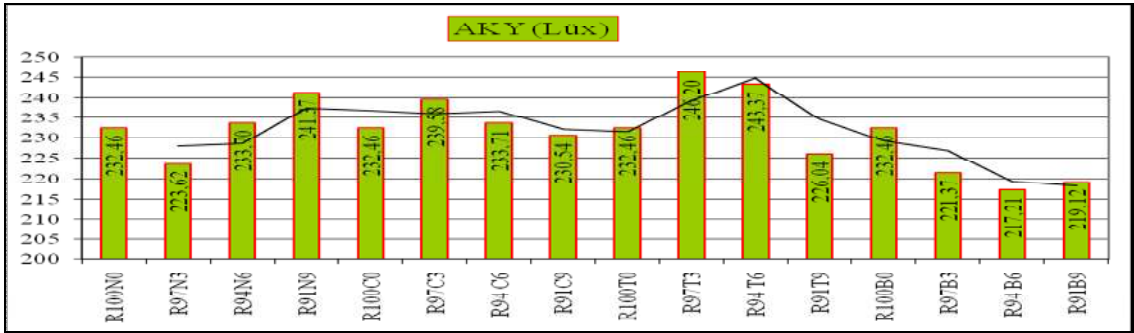


Şekil 3.175. Laboratuvar ve fabrikada, Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY zaman sonuçlarının yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları.

İnorganik dolgu katkılı levhalar arasında Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat'lı levhalar en düşük KHY zamanı olduğu görülmektedir.

3.2.3.5. AKY Lük

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhaların AKY lux sonuçları Şekil 3.176'da gösterilmektedir. Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen MDF'nin AKY lux sonuçları Şekil 3.176 ve SSPS'leri Çizelge 3.134, Çizelge 3.135, Çizelge 3.136, Çizelge 3.137'de gösterilmektedir.



Şekil 3.176. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lük sonuçları.

Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat katkılı levhalar arasında farklılık bulunmamaktadır.

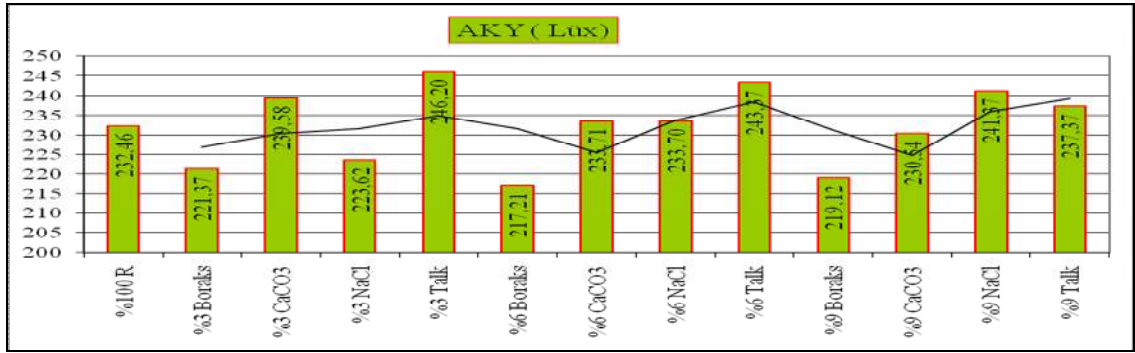
Laboratuarda üretilen kontrol (%₁₀₀R) levhası AKY (232,46 lük) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı R₉₇N₃ (223,62 lük) kontrol levhasına göre %3,95 oranında AKY lük değeri azalmıştır. R₉₄N₆ (233,7 lük) kontrol levhasına göre %0,53 AKY lük değeri artmaktadır. R₉₁N₉ (241,37 lük) kontrol levhasına göre %3,83 oranında AKY lük (ışık yoğunluğu) değeri artmaktadır.

Kalsit katkılı R₉₇C₃ (239,58 lük) kontrol levhasına göre %3,06 oranında AKY lük değeri artmıştır. R₉₄C₆ (233,71 lük) kontrol levhasına göre %0,53 oranında AKY lük değeri artmaktadır. R₉₁C₉ (230,54 lük) kontrol levhasına göre %0,83 oranında AKY lük (ışık yoğunluğu) değeri azalmaktadır.

Talk katkılı R₉₇T₃ (246,2 lük) kontrol levhasına göre %5,91 oranında AKY lük değeri artmaktadır. R₉₄T₆ (243,37 lük) kontrol levhasına göre %4,69 oranında AKY lük değeri

artmaktadır. R₉₁T₉ (226,04 lüks) kontrol levhasına göre %2,84 AKY lüks (ışık yoğunluğu) değeri azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkı R₉₇B₃ (221,37 lüks) kontrol levhasına göre %5,00 oranında AKY lüks değeri azalmaktadır. R₉₄B₆ (217,21 lüks) kontrol levhasına göre %7,02 AKY lüks değeri azalmıştır. R₉₁B₉ (219,12 lüks) kontrol levhasına göre %6,08 AKY lüks (ışık yoğunluğu) düşmektedir. MDF üretiminde Borak pentahidrat ve Kalsit mineral miktarı arttıkça AKY lüks (ışık yoğunluğu) azalmaktadır. Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesiine göre üretilen levhaların AKY lüks sonuçlarının yüzdelik grupları Şekil 3.177’de gösterilmektedir.



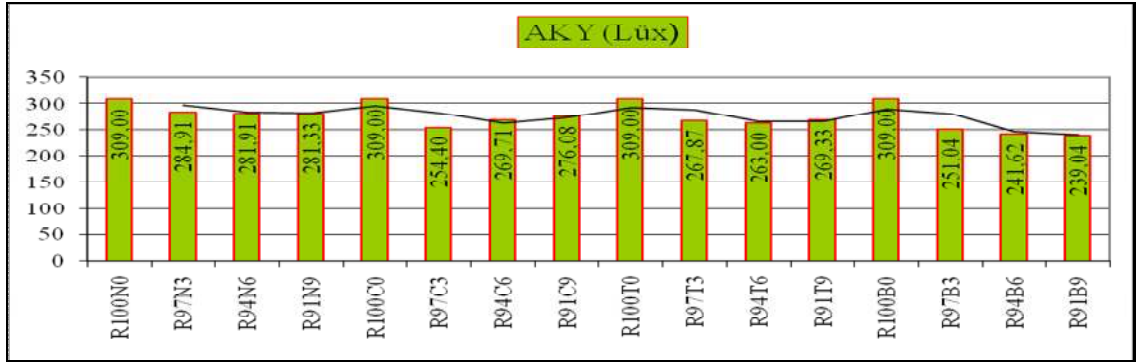
Şekil 3.177. Laboratuarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkıli üretilen levhaların AKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkıli üretilen levhaların AKY lux yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.177 ve SSPS’leri Çizelge 3.138, Çizelge 3.139, Çizelge 3.140’da gösterilmektedir. Kontrol levhasının AKY (232,46 lüks) ölçülmüştür. %3 katkıli AKY lüks değeri en düşük Borak pentahidrat (221,37 lux) kontrol levhasına göre %5,00 AKY lux değeri düşmektedir. Fakat Kalsit (239,58 lüks) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %3,06 AKY lüks değeri artmaktadır. Talk (246,2 lüks) kontrol levhasına göre %5,91 AKY lüks artmaktadır.

%6 Boraks pentahidrat katkıli levhaların AKY (217,21 lüks) kontrol levhasına göre % 0,702 azalmaktadır. Fakat %6 Talk katkıli levhanın AKY (243,37 lüks) kontrol levhasına göre %4,69 artmaktadır. %9 Borak pentahidrat katkıli levhaların (219,12 lux) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %5,73 AKY lux değeri düşmüştür. Ancak Kaya tuzu katkıli MDF’nin AKY (241,37 lux) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %3,83 AKY lux değeri

artmaktadır. MDF üretiminde Kaya tuzu ve Talk mineral katkı miktarı arttıkça AKY lux ışık yoğunluğu artmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların AKY lüx sonuçları Şekil 3.178’de gösterilmektedir. Fabrika üretim sisteminde inorganik mineral katkılı üretilen MDF’nin AKY lux sonuçları Şekil 3.178 ve SSPS’leri Çizelge 3.296, Çizelge 3.297, Çizelge 3.298, Çizelge 3.299’da gösterilmektedir.



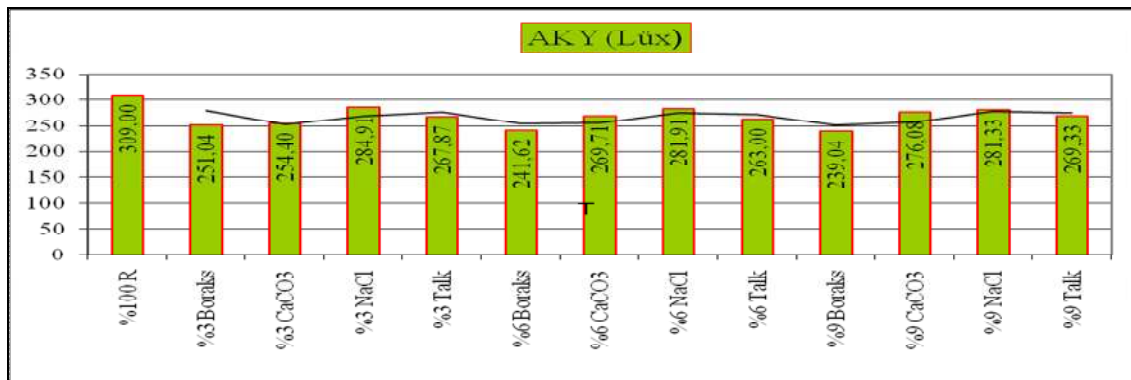
Şekil 3.178. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüx sonuçları.

Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{97}N_3$, $R_{94}N_6$, $R_{91}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$), ($R_{97}C_3$, $R_{94}C_6$), ($R_{94}C_6$, $R_{91}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$, $R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$), ($R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$, $R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

Fabrikada üretimi gerçekleşen kontrol ($R_{100}N_0$) levhasının AKY ışık yoğunluğu (309,00 lux)’dür. $R_{97}N_3$ (284,91 lux) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %8.45 AKY lux azalmaktadır. $R_{94}N_6$ (281,91 lüx) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol levhasına göre %9,60 AKY lüx azalmaktadır. $R_{91}N_9$ (281,33 lux) ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol levhasına göre %9,83 AKY lüx azalmaktadır.

Kalsit katkılı levhasının $R_{97}C_3$ (254,40 lux) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol levhasına göre %21,46 AKY lüx azalmaktadır. $R_{94}C_6$ (269,71 lüx) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol levhasına göre %14,56 AKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{91}C_9$ (276,08 lux) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol levhasına göre %11,92 AKY lüx azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₇B₃ (251,04 lux) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası kontrol levhasına göre %23,08 AKY lüks azalmaktadır. R₉₄B₆ (241,62 lüks) AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası kontrol levhasına göre %27,88 AKY lüks azalmaktadır. R₉₁B₉ (239,04 lüks) AKY ışık yoğunluğu tespit edilmiştir. R₉₁B₉ levhası kontrol levhasına göre %29,26 AKY lüks azaldığı görülmektedir. Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Kaya tuzu, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhalarının AKY ışık yoğunluğu karşılaştırmaları Şekil 3.180'de gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların AKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.179'de gösterilmektedir.

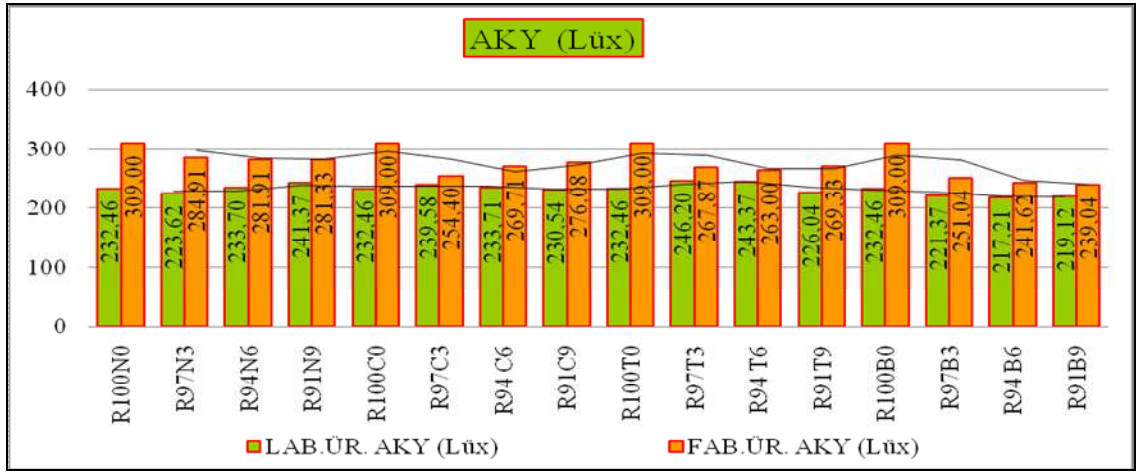


Şekil 3.179. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları.

Fabrika ortamında inorganik mineral katkılı levhaların AKY l x sonuçları  ekil 3.179 ve SSPS'leri  izelge 3.300,  izelge 3.301,  izelge 3.302'de gösterilmektedir. Kontrol (%100R) levhası AKY (309,00 l x)  l  lm  t r. %3 katkılı levhalar içinde en düşük R₉₇B₃ (251,04 l x) bulunmuştur. Boraks pentahidrat katkılı levhası kontrol (%100R) levhasına göre %23,08 AKY l x  lık yoğunluğu azalmaktadır. Fakat %3 katkılı R₉₇N₃ levhası (284,91 l x) en yüksek AKY  lık yoğunluğu tespit edilmektedir. R₉₇N₃ levhasının kontrol (%100R) levhasına göre %8,45 AKY lux ( lık yoğunluğu) azalmaktadır.

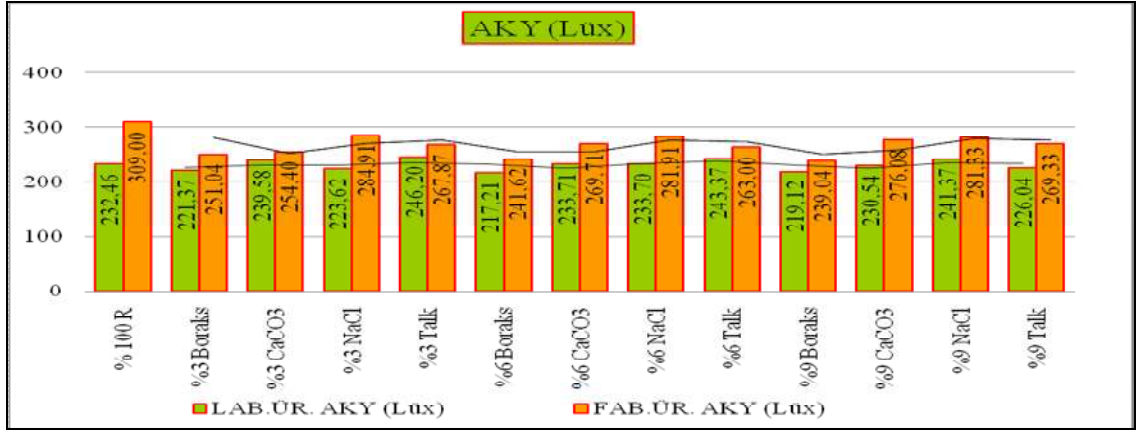
%6 katkılı levhaların R₉₄B₆ (241,62 lüks) en düşük AKY ışık yoğunluğu bulunmuştur. R₉₄B₆ katkılı kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %27,88 AKY lüks azalmaktadır. Fakat %6 katkılı R₉₄N₆ levhası (281,91 lüks) en yüksek AKY ışık yoğunluğu tespit edilmektedir. R₉₇N₃ katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %9,60 AKY ışık yoğunluğu azalmaktadır.

%9 katkılı levhanın R₉₁N₉ (281,33 lüks) en yüksek AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₁N₉ katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %9,83 AKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. Fakat %9 katkılı R₉₁B₉ (239,04 lüks) en yüksek AKY ışık yoğunluğu tespit edilmektedir. R₉₁B₉ katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %29,26 AKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Kaya tuzu, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğu yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.181'de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların AKY lüks sonuçlarının karşılaştırması Şekil 3.180'de gösterilmektedir.



Şekil 3.180. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüks karşılaştırma sonuçları.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların AKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçlarının karşılaştırması Şekil 3.181'de gösterilmektedir.

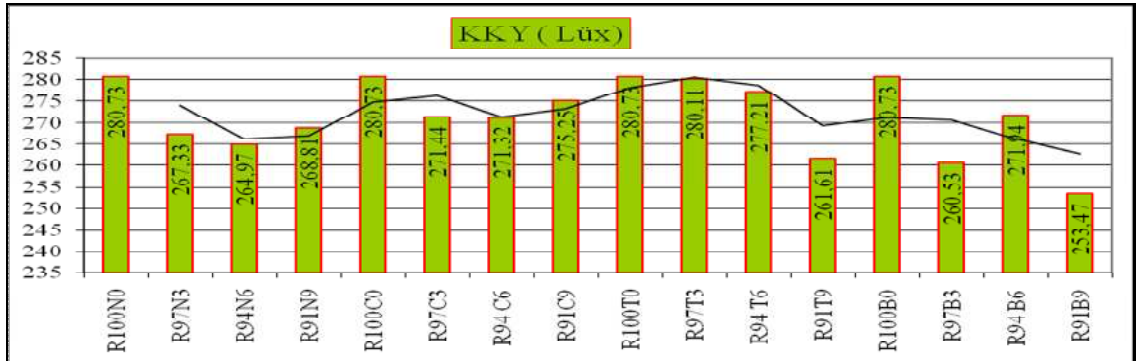


Şekil 3.181. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların AKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları.

Orta yoğunlukta lif levhalarda inorganik dolgu miktarı arttıkça AKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. Kalsit, Kaya tuzu ve Talk katkılı levhalarda en yüksek AKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür.

3.2.3.6. KKY lüx

Laboratuvar ortamında Çizelge 2.8 üretim reçetesiye göre üretilen levhaların KKY ışık yoğunluğu sonuçları Şekil 3.182'de gösterilmektedir.



Şekil 3.182. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüx sonuçları.

Laboratuvar ortamında inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların KKY lüx sonuçları Şekil 3.182. ve SSPS'leri Çizelge 3.141, Çizelge 3.142, Çizelge 3.143, Çizelge 3.144'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃, R₉₄N₆, R₉₁N₉), Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀, R₉₁C₉), (R₉₇C₃, R₉₄C₆, R₉₁C₉),

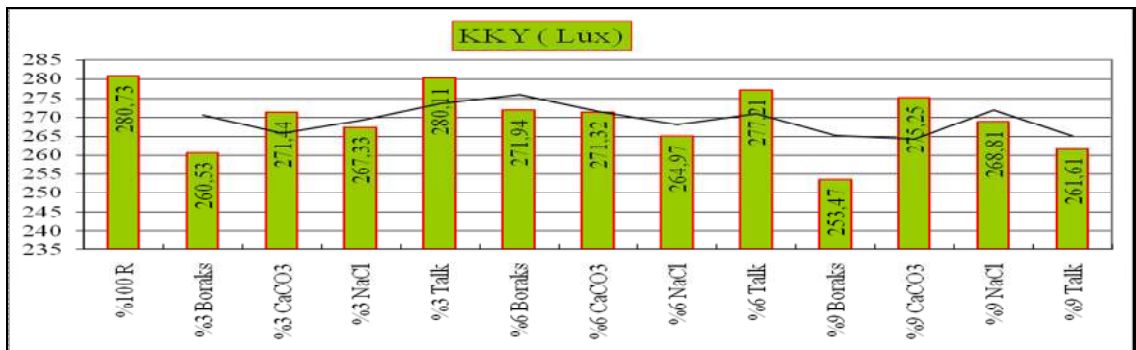
Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$, $R_{97}T_3$, $R_{94}T_6$), ($R_{91}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar arasında farklılık bulunmaktadır.

Laboratuarda üretilen kontrol ($\%_{100}R$) levhasının KKY ışık yoğunluğu (280,73 lüks) ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı $R_{97}N_3$ (267,33 lüks) kontrol levhasına göre %5,01 KKY lüks değeri azalmıştır. $R_{94}N_6$ (264,97 lüks) kontrol levhasına göre %5,94 KKY ışık yoğunluğu azalmıştır. $R_{91}N_9$ (268,81 lüks) kontrol levhasına göre %4,43 KKY ışık yoğunluğu azalmıştır.

Kalsit katkılı $R_{97}C_3$ (271,44 lüks) referans levhasına göre %3,42 KKY lüks değeri azalmaktadır. $R_{94}C_6$ (271,32 lüks) kontrol levhasına göre %3,46 oranında KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{91}C_9$ (275,25 lüks) kontrol levhasına göre %1,99 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır.

Talk katkılı $R_{97}T_3$ (280,11 lüks) referans levhasına göre %0,22 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (277,21 lüks) şahit levhasına göre %1,26 KKY lüks değeri azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (261,61 lüks) kontrol levhasına göre %7,30 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır.

Boraks pentahidrat katkılı $R_{97}B_3$ (260,53 lüks) kontrol levhasına göre %7,75 KKY lüks azalmıştır. $R_{94}B_6$ (271,94 lüks) kontrol levhasına göre %3,23 KKY ışık yoğunluğu azalmıştır. $R_{91}B_9$ (253,47 lüks) kontrol levhasına göre %10,47 KKY lüks azalmaktadır. Orta yoğunlukta lif levhalarında Boraks pentahidrat dolgu miktarı arttıkça KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların KKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.183’de gösterilmektedir.

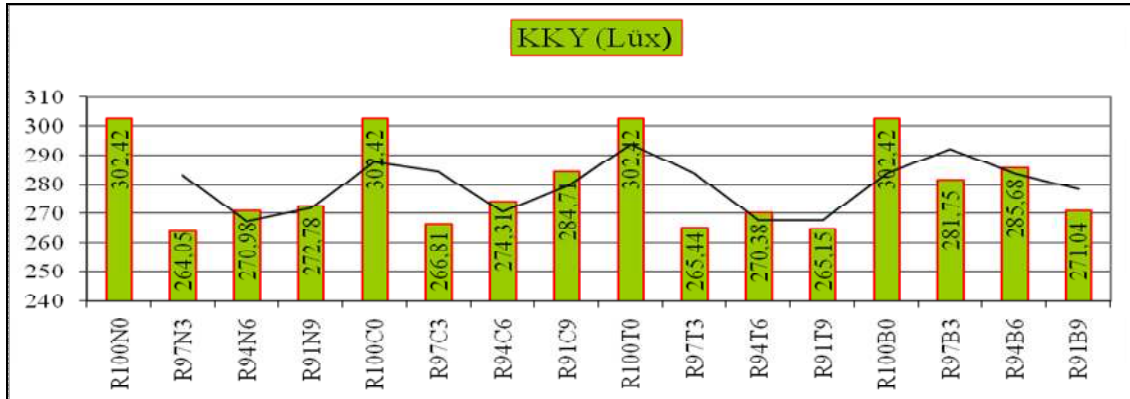


Şekil 3.183. Laboratuvar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen levhaların KKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.183. ve SSPS'leri Çizelge 3.145, Çizelge 3.146, Çizelge 3.147'de gösterilmektedir. Kontrol levhasının KKY (280,73 lüks) ışık yoğunluğu ölçülmüştür. %3 katkılı Borak pentahidrat levhası en düşük KKY (260,53 lüks) kontrol levhasına göre %7,70 ışık yoğunluğu azalmaktadır. Fakat %3 Kalsit katkılı levhası KKY (271,44 lüks) kontrol levhasına göre %3,42 ışık yoğunluğu düşmektedir. Talk katkılı levhanın KKY (280,11 lüks) kontrol levhasına göre %0,22 ışık yoğunluğu azalmaktadır.

%6 Boraks pentahidrat katkılı levhası KKY (271,94 lüks) kontrol levhasına göre %3,23 KKY ışık yoğunluğu düşmektedir. Ancak %6 Kaya tuzu katkılı levhanın KKY (264,97 lüks) kontrol levhasına göre %5,94 KKY en düşük ışık yoğunluğu ölçülmüştür. %9 Borak pentahidrat katkılı levhası KKY (253,47 lüks) referans levhasına göre %11,19 KKY lüks en düşük seviyede ölçülmüştür. Fakat %9 Kalsit katkılı levhaların KKY (275,25 lüks) referans levhasına göre %1,99 KKY lüks azalmaktadır. Orta yoğunlukta lif levhalarda Borak pentahidrat dolgu miktarı arttıkça KKY lüks ışık yoğunluğu azalmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların KKY lüks sonuçları Şekil 3.184'de gösterilmektedir.



Şekil 3.184. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüks sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik dolgu katkılı levhaların KKY lüks sonuçları Şekil 3.184 ve SSPS'leri Çizelge 3.303, Çizelge 3.304, Çizelge 3.305, Çizelge 3.306'da gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃, R₉₁N₉), (R₉₄N₆, R₉₁N₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀, R₉₇T₃, R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve

Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$), ($R_{100}B_0$, $R_{97}B_3$, $R_{94}B_6$, $R_{91}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kalsit katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

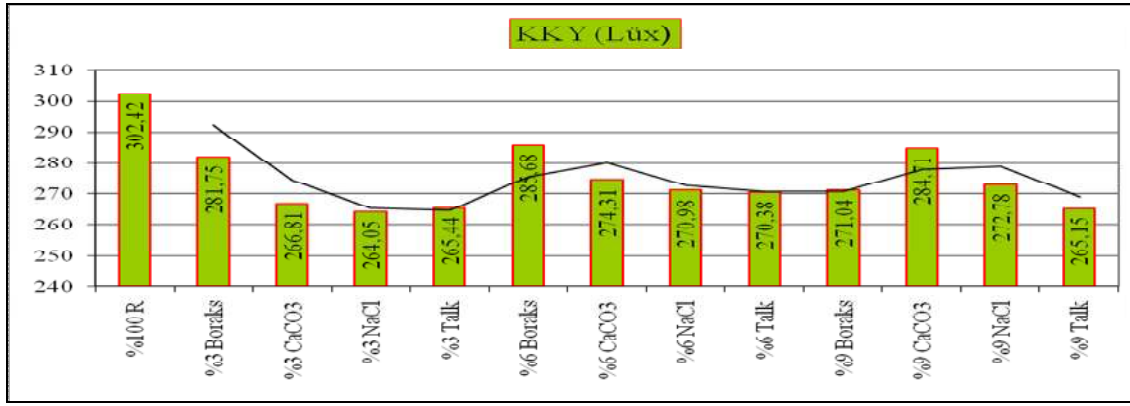
Fabrikada üretilen kontrol levhasının $R_{100}N_0$ (302,42 lüx) KKY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ (264,05 lüx) ışık yoğunluğu ölçülmüştür. $R_{97}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %14,53 KKY lüx azalmaktadır. $R_{94}N_6$ (270,98 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{94}N_6$ levhası kontrol levhasına göre %11,60 KKY lüx azalmaktadır. $R_{91}N_9$ (272,78 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{91}N_9$ levhası kontrol levhasına göre %10,86 KKY ışık yoğunluğu düşmektedir.

Kalsit katkılı levhasının $R_{97}C_3$ (266,81 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{97}C_3$ levhası kontrol levhasına göre %13,34 KKY lüx azalmaktadır. $R_{94}C_6$ (274,31 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{94}C_6$ levhası kontrol levhasına göre %10,24 KKY lüx azalmaktadır. $R_{91}C_9$ (284,31 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{91}C_9$ levhası kontrol levhasına göre %6,36 KKY lüx azalmaktadır.

Talk katkılı levhasının $R_{97}T_3$ (265,44 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{97}T_3$ levhası kontrol levhasına göre %13,93 KKY lüx azalmaktadır. $R_{94}T_6$ (270,38 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{94}T_6$ levhasının kontrol levhasına göre %11,84 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{91}T_9$ (265,15 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{91}T_9$ levhası kontrol levhasına göre %14,05 KKY lüx azaldığı tespit edilmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhasının $R_{97}B_3$ (281,75 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{97}B_3$ levhası kontrol levhasına göre %7,33 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{94}B_6$ (285,68 lüx) KKY lüx ölçülmüştür. $R_{94}B_6$ levhası kontrol levhasına göre %5,85 KKY ışık yoğunluğu azalmaktadır. $R_{91}B_9$ (271,04 lüx) KKY lüx test edilmiştir. $R_{91}B_9$ levhası kontrol levhasına göre %11,57 KKY ışık yoğunluğunun azaldığı görülmektedir.

Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Kaya tuzu, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğu karşılaştırmaları Şekil 3.190'da gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KKY lüx yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.185'de gösterilmektedir.



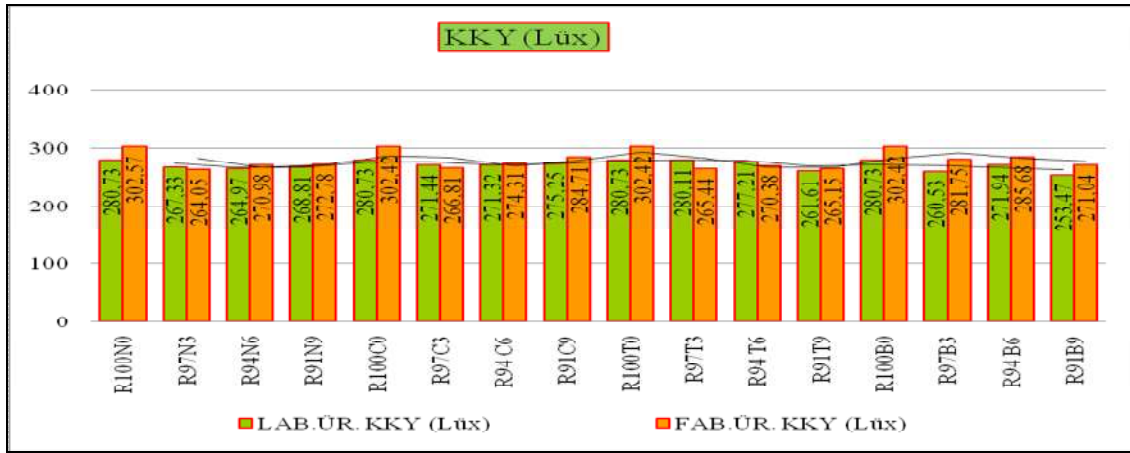
Şekil 3.185. Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüx verilerinin yüzdelik gruplarının sonuçları.

Fabrika ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineraller %3, %6, %9 katkılı levhalar KKY lüx sonuçları Şekil 3.185 ve SSPS'leri Çizelge 3.293, Çizelge 3.294, Çizelge 3.295'de gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhası KKY (302,42 lüx) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalar içinde en düşük R₉₇N₃ (264.05 lüx) bulunmuştur. R₉₇N₃ katkılı levhası kontrol levhasına göre %14,53 KKY lüx azalmaktadır. KKY lüx değeri en yüksek R₉₇B₃ (281,75 lüx) tespit edilmiştir. Boraks pentahidrat katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %7,33 KKY lüx ışık yoğunluğu azalmaktadır.

%6 katkılı levhaların R₉₄T₆ (270,38 lüx) en düşük ışık yoğunluğu bulunmuştur. R₉₄T₆ katkılı levhası kontrol levhasına göre %11,84 azaldığı ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkılı R₉₄B₆ (285,68 lüx)'dür Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %5,85 ışık yoğunluğu azalmaktadır.

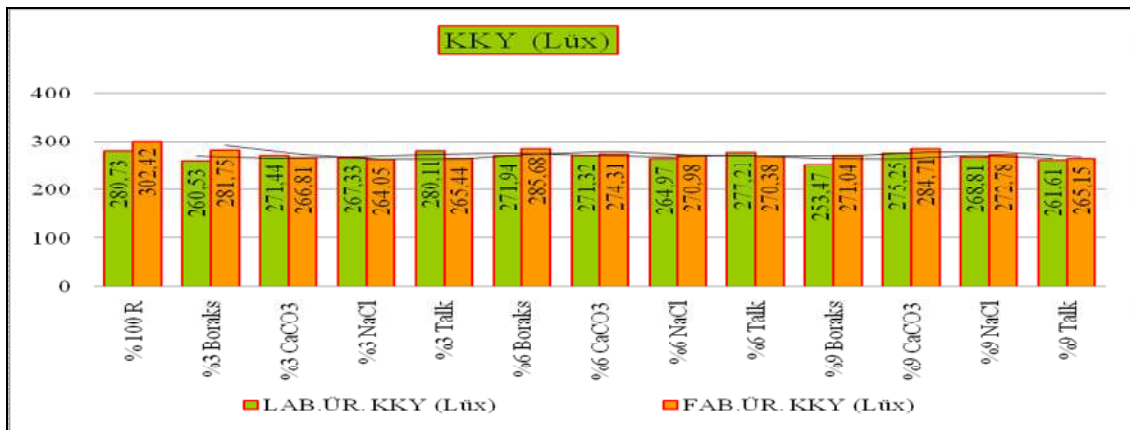
%9 katkılı levhalar arasında en yüksek KKY lux ışık yoğunluğu R₉₁C₉ (284,71 lüx) bulunmuştur. %9 Kalsit katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %6,22 azalmaktadır. Talk katkılı R₉₁T₉ levhası KKY (265,15 lüx) tespit edilmiştir. R₉₁T₉ katkılı levhası (%₁₀₀R) kontrol levhasına göre %14,04 KKY lüx değeri azalmaktadır. Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Kaya tuzu, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY ışık yoğunluğu gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.186'da gösterilmektedir.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KKY lüx sonuçları Şekil 3.186'da gösterilmektedir.



Şekil 3.186. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüks karşılaştırma sonuçları.

Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen MDF'nin KKY lüks yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.187'de gösterilmektedir.

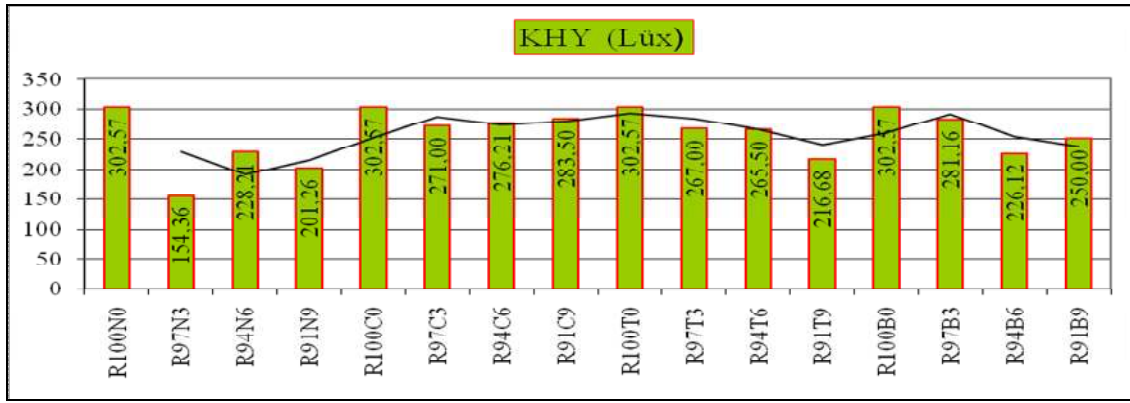


Şekil 3.187. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat %3, %6, %9 katkılı levhaların KKY lüks yüzdelik gruplarının karşılaştırma verileri.

İnorganik mineral dolgulu levhalarda KKY lüks değeri en yüksek Kalsit, Kaya tuzu, Talk katkılı MDF (orta yoğunlukta lif levha)'de görülmektedir.

3.2.3.7. KHY lüks

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KHY lüks sonuçları Şekil 3.188'de gösterilmektedir



Şekil 3.188. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların KHY lüks sonuçları.

Fabrika üretiminde inorganik dolgu katkılı üretilen levhaların KHY lüks sonuçları Şekil 3.188 ve SSPS'leri Çizelge 3.310, Çizelge 3.311, Çizelge 3.312, Çizelge 3.313'de gösterilmektedir. Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar (R₁₀₀N₀), (R₉₇N₃, R₉₁N₉), (R₉₄N₆, R₉₁N₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀, R₉₇T₃, R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀, R₉₇B₃, R₉₁B₉), (R₉₄B₆, R₉₁B₉) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Kalsit katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

Fabrika ortamında üretilen kontrol levhası R₁₀₀N₀ (302,57 lüks) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₇N₃ levhası (154,36 lüks) KHY ışık yoğunluğu tespit edilmiştir. R₉₇N₃ levhası kontrol levhasına göre %96,01 KHY ışık yoğunluğu azalmaktadır. R₉₄N₆ (228,21 lüks) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₄N₆ levhası kontrol levhasına göre %32,55 KHY lüks azalmaktadır. R₉₁N₉ levhası KHY (201,26 lüks) ölçülmüş ve kontrol levhasına göre %50,33 KHY ışık yoğunluğu azalmaktadır.

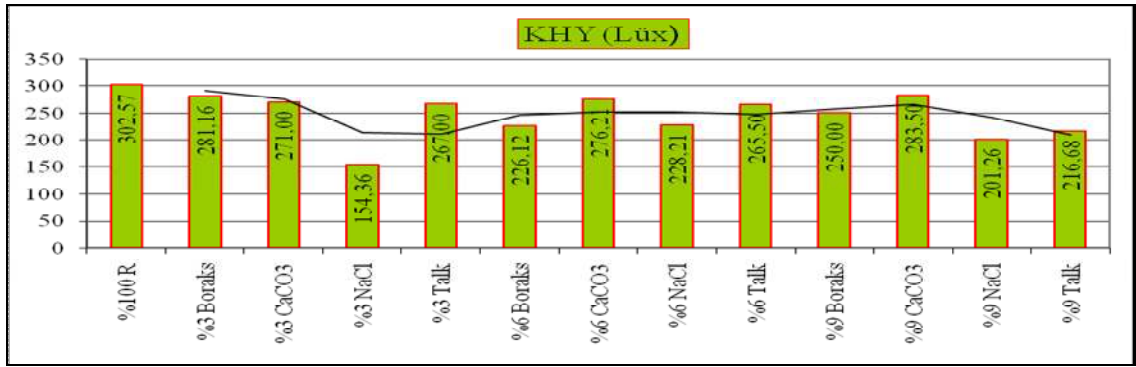
Kalsit katkılı levhalar, R₉₇C₃ (271,00 lüks) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası kontrol levhasına göre %11,64 KHY lüks azalmaktadır. R₉₄C₆ (276,21 lüks) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol levhasına göre %9,54 KHY lüks azalmaktadır. R₉₁C₉ levhası KHY (283,50 lüks) ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası kontrol levhasına göre %6,72 KHY lüks azalmaktadır.

Talk katkılı levhalar, R₉₇T₃ (267,00 lux) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhası kontrol levhasına göre %13,32 KHY lüks azalmaktadır. R₉₄T₆ levhası KHY (265,50 lux) ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası kontrol levhasına göre %13,96 KHY ışık

yoğunluğu azalmaktadır. R₉₁T₉ levhası KHY (216,68 lux) ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhası kontrol levhasına göre %39,63 KHY lük azaldığı tespit edilmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhalar, R₉₇B₃ (281,16 lux) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası kontrol levhasına göre %7,61 KHY lük azalmaktadır. R₉₄B₆ (226,12 lux) KHY ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası kontrol levhasına göre %33,80 KHY lux azalmaktadır. R₉₁B₉ (250,00 lük) KHY lük test edilmiştir. R₉₁B₉ levhası kontrol levhasına göre %21,02 KHY ışık yoğunluğunun azaldığı görülmektedir.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların KHY lük yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.189’da gösterilmektedir. Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı üretilen MDF’nin KHY lük sonuçları Şekil 3.189 ve SSPS’leri Çizelge 3.314, Çizelge 3.315, Çizelge 3.316’da gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhası KHY (302,57 lük)’dür.



Şekil 3.189. Fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı levhaların yüzdelik gruplarının KHY lük sonuçları.

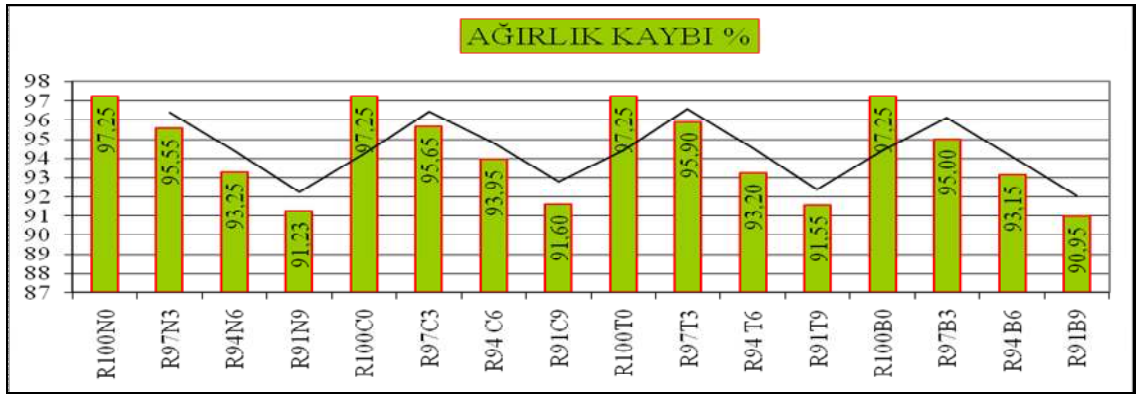
%3 katkılı levhalar içinde R₉₇N₃ (154,36 lük) en düşük ışık yoğunluğu bulunmuş ve kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %96,01 KHY ışık yoğunluğunun azaldığı ölçülmüştür. Fakat %3 R₉₇B₃ levhası KHY (281,16 lük) en yüksek ışık yoğunluğu ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %7,61 KHY ışık yoğunluğunun azaldığı tespit edilmektedir.

%6 katkılı levhaların en düşük KHY lük değeri R₉₄B₆ (226,12 lük) bulunmuştur. R₉₄B₆ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %33,80 KHY ışık yoğunluğu azalmaktadır. Fakat %6 Kalsit katkılı levhası R₉₄C₆ (276,21 lük) tespit edilmektedir. R₉₄C₆ levhası kontrol levhasına göre %9,54 KHY ışık yoğunluğu azalmaktadır.

%9 katkılı levhalar için R₉₁C₉ (283,50 lux) en yüksek KHY ışık yoğunluğu bulunmuştur. R₉₁C₉ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %6,72 KHY lüks değeri azalmaktadır. Fakat %9 katkılı levhası R₉₁N₉ (201,26 lux) en düşük ışık yoğunluğu ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %50,33 KHY lüks değeri azalmaktadır.

3.2.3.8. Ağırlık Kaybı (%)

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen orta yoğunlukta lif levhaların yanma işlemi sonunda ağırlık kayıp yüzdesi sonuçları Şekil 3.190’de verilmiştir. Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen levhaların yanma işlemi sonucu ağırlık kaybı ölçümleri Şekil 3.190 ve SSPS’leri Çizelge 3.148, Çizelge 3.149, Çizelge 3.150, Çizelge 3.151’de gösterilmektedir.



Şekil 3.190. Laboratuvar ortamında; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kayıp yüzde sonuçları.

Bu istatistiki analizlere göre; Kalsit katkılı levhalar (R₁₀₀C₀), (R₉₇C₃), (R₉₄C₆), (R₉₁C₉), Talk katkılı levhalar (R₁₀₀T₀), (R₉₇T₃), (R₉₄T₆), (R₉₁T₉) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar (R₁₀₀B₀), (R₉₇B₃), (R₉₄B₆), (R₉₁B₉) arasında farklılık bulunmaktadır. Kaya tuzu katkılı levhalar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır.

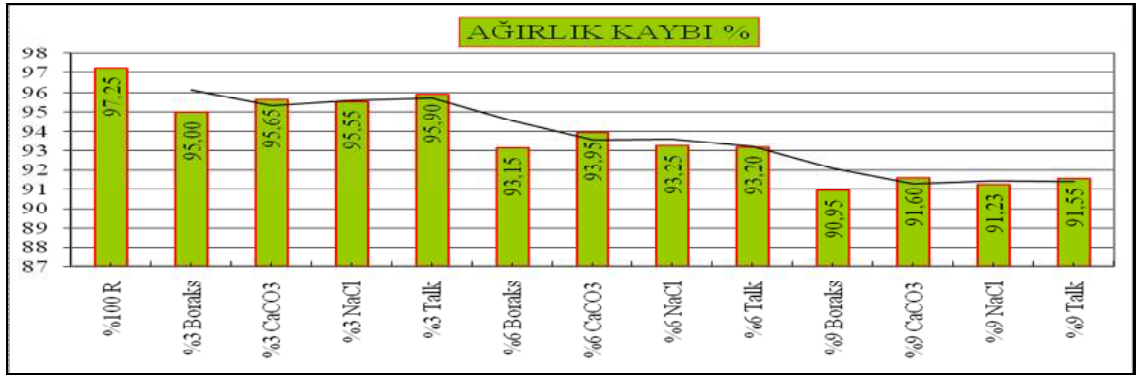
Laboratuarda üretilen kontrol (%₁₀₀R) levhası ağırlık kaybı yüzdesi %97,25 ölçülmüştür. Kaya tuzu katkılı levhası ağırlık kaybı R₉₇N₃ (%95,55) kontrol levhasına göre %1,77 azalmaktadır. R₉₄N₆ (%93,25) referans levhasına göre %4,28 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₁N₉ (%91,23) kontrol levhasına göre %6,59 ağırlık kaybı azalmaktadır. MDF üretiminde Kaya tuzu miktarı arttıkça yanma sonucu kül miktarı artmaktadır.

Kalsit katkılı levhaların; R₉₇C₃ (%95,65) kontrol levhasına göre %1,67 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₄C₆ (%93,95) kontrol levhasına göre %3,51 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₁C₉ (%91,60) kontrol levhasına göre %6,16 ağırlık kaybı azalmaktadır. Kalsit miktarı arttıkça yanma sonunda kül miktarı artmaktadır.

Talk katkılı levhaların yanma işlemi sonunda R₉₇T₃ (%95,90) kontrol levhasına göre %1,40 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₄T₆ (%93,95) referans levhasına göre %4,34 ağırlık kaybı meydana gelmektedir. R₉₁T₉ (%91,55) kontrol levhasına göre %6,22 ağırlık kaybı ölçülmüştür.

Boraks pentahidrat katkılı levhaların; R₉₇B₃ (%95,00) kontrol levhasına göre %2,36 ağırlığını kaybetmektedir. R₉₄B₆ (%93,15) kontrol levhasına göre %4,40 ağırlığı azalmaktadır. R₉₁B₉ (%90,95) kontrol levhasına göre %6,92 ağırlık kaybı ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkılı levhaları yanma işlemi sonunda diğer inorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhalara göre en fazla ağırlık kaybı ölçülmüştür.

Laboratuarda Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların yanma işlemi sonunda ağırlık kayıp yüzdelik sonuçları Şekil 3.191’de gösterilmektedir.



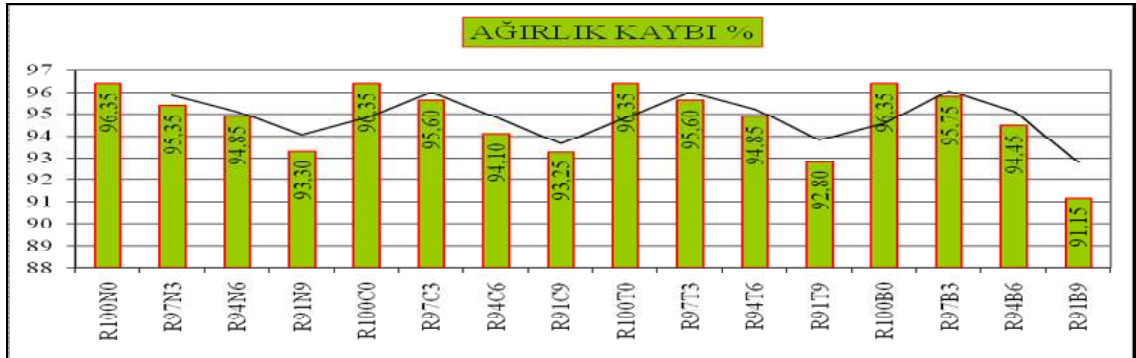
Şekil 3.191. Laboratuarda; Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı levhalarının ağırlık kayıp yüzdelik sonuçları.

Laboratuarda inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ağırlık kayıp yüzdesinin sonuçları Şekil 3.191 ve SSPS’leri Çizelge 3.152, Çizelge 3.153, Çizelge 3.154’de gösterilmektedir. Kontrol levhasının ağırlık kaybı (%97,25) ölçülmüştür. %3 katkılı Boraks pentahidrat (%95,00) kontrol levhasına göre %2,36 en fazla ağırlık kaybı ölçülmüştür. Fakat %3 katkılı Kalsit (%95,65) kontrol levhasına göre %1,67 en az ağırlık kaybı ölçülmüştür.

%6 katkılı Boraks Pentahidrat (%93,15) kontrol levhasına göre %4,40 en fazla ağırlık kaybı ölçülmüştür. Fakat %6 katkılı Kalsit (%93,95) kontrol levhasına göre %3,51 en az ağırlık kaybı ölçülmüştür. %9 katkılı Boraks pentahidrat levhası (%90,95) kontrol levhasına göre %6,92 en fazla ağırlık kaybı ölçülmüştür. Fakat %9 katkılı Kalsit (%91,60) kontrol levhasına göre %6,1 en az ağırlık kaybı ölçülmüştür.

Boraks pentahidrat katkılı levhasının yanma işlemi sonucu en fazla kül miktarı ölçülmüştür. Fakat yanma işlemi sonucu en az kül miktarı Kalsit katkılı levhalarda ölçülmüştür. Orta yoğunlukta lif levhasının mineral miktarı arttıkça yanma işlemi kül miktarı artmaktadır.

Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalarak üretilen levhaların yanma işlemi sonunda ağırlık kaybı sonuçları Şekil 3.192’de gösterilmektedir. Fabrika üretiminde inorganik mineral katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçları Şekil 3.192 ve SSPS’leri Çizelge 3.317, Çizelge 3.318, Çizelge 3.319, Çizelge 3.320’de gösterilmektedir.



Şekil 3.192. Fabrika üretimde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı sonuçları.

Bu istatistiki analizlere göre; Kaya tuzu katkılı levhalar ($R_{100}N_0$), ($R_{07}N_3$), ($R_{04}N_6$), ($R_{01}N_9$), Kalsit katkılı levhalar ($R_{100}C_0$, $R_{07}C_3$), ($R_{04}C_6$), ($R_{01}C_9$), Talk katkılı levhalar ($R_{100}T_0$), ($R_{07}T_3$), ($R_{04}T_6$), ($R_{01}T_9$) ve Boraks pentahidrat katkılı levhalar ($R_{100}B_0$, $R_{07}B_3$), ($R_{04}B_6$), ($R_{01}B_9$) arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır.

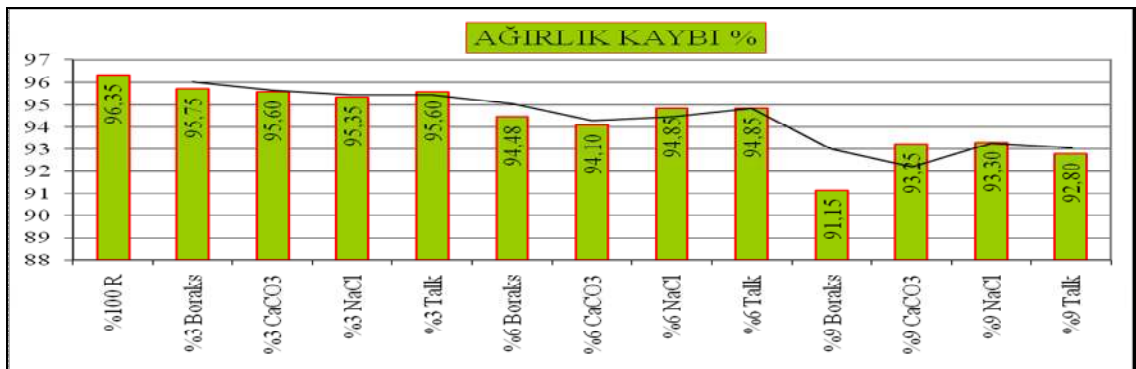
Fabrika ortamında üretilen kontrol levhasının ağırlık kaybı $R_{100}N_0$ (%96,35) ölçülmüştür. $R_{07}N_3$ levhası (%95,35) ağırlık kaybı ölçülmüştür. $R_{07}N_3$ levhası kontrol levhasına göre %1,04 ağırlık kaybı yüzdesi azalmaktadır. $R_{04}N_6$ levhası (%94,35) ağırlık kaybı ölçülmüştür. $R_{04}N_6$ levhası kontrol levhasına göre %2,11 ağırlık kaybı

azalmaktadır. R₉₁N₉ levhası (%93,30) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₁N₉ levhası kontrol levhasına göre %3,26 ağırlık kaybı ölçülmüştür.

Kalsit katkılı levhası R₉₇C₃ (%95,60) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₇C₃ levhası kontrol levhasına göre %0,78 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₄C₆ levhası (%94,10) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₄C₆ levhası kontrol levhasına göre %2,39 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₁C₉ levhası (%93,25) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₁C₉ levhası kontrol levhasına göre %3,37 ağırlık kaybı ölçülmüştür.

Talk katkılı levhası R₉₇T₃ (%95,60) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₇T₃ levhası kontrol levhasına göre %0,78 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₄T₆ levhası (%94,85) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₄T₆ levhası kontrol levhasına göre %1,58 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₁T₉ levhası (%92,80) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₁T₉ levhası referans levhasına göre %3,82 ağırlık kaybı azaldığı tespit edilmektedir.

Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₇B₃ (%95,75) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₇B₃ levhası kontrol levhasına göre %0,626 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₄B₆ (%94,45) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₄B₆ levhası kontrol levhasına göre %2,01 ağırlık kaybı azalmaktadır. R₉₁B₉ levhası (%91,15) ağırlık kaybı ölçülmüştür. R₉₁B₉ levhası kontrol levhasına göre %5,70 ağırlığı azaldığı görülmektedir. Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Kaya tuzu, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların yanma sonucunda ağırlık kaybı karşılaştırmaları Şekil 3.275'de gösterilmektedir. Fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların yanma işlemi sonunda ağırlık kaybı yüzdelik gruplarının sonuçları Şekil 3.193'de gösterilmektedir.



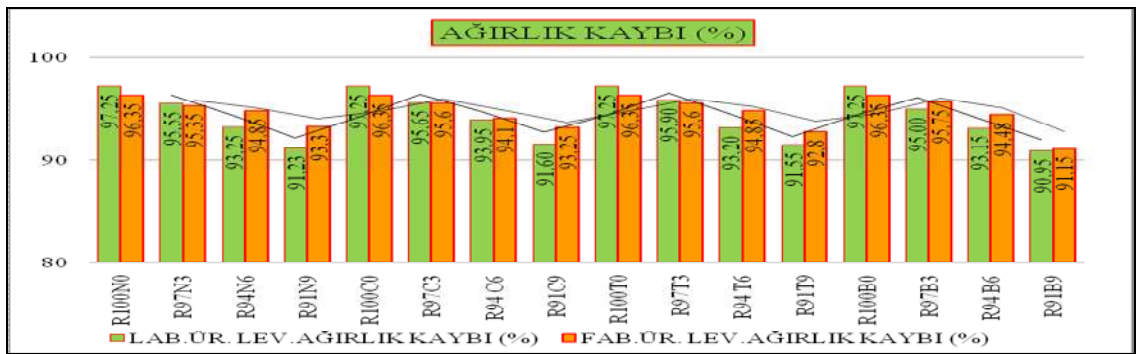
Şekil 3.193. Fabrikada inorganik mineral katkılı Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 üretilen levhalarının yüzdelik ağırlık kaybı sonuçları.

Fabrikada inorganik mineral katkılı üretilen levhaların ağırlık kaybı sonuçları Şekil 3.193 ve SSPS'leri Çizelge 3.321, Çizelge 3.322, Çizelge 3.323'de gösterilmektedir. Kontrol (%₁₀₀R) levhası ağırlık kaybı (%96,35) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalar içinde en düşük ağırlık kaybı R₉₇N₃ (%95,35) bulunmuştur. Kaya tuzu katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %1,04 ağırlık kaybı azalmaktadır. Fakat %3 katkılı levhalar arasında en yüksek ağırlık kaybı R₉₇B₃ (%95,75) ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %0,626 ağırlık kaybı oluşmuştur.

%6 katkılı levhaları arasında en az ağırlık kaybı R₉₄C₆ (%94,10) bulunmuştur. Kalsit katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %2,39 ağırlık kaybı azalmaktadır. Fakat %6 Talk ve Kaya tuzu katkılı levhası en fazla ağırlık kaybı R₉₄C₆ ve R₉₄N₆ (%94,85) tespit edilmiştir. Talk ve Kaya tuzu katkılı levhalar kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %1,58 ağırlık kaybı gerçekleşmiştir.

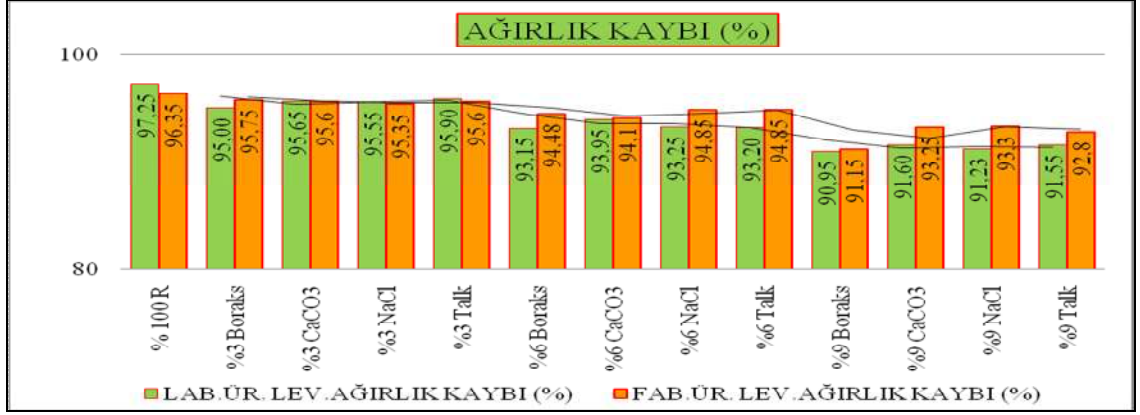
%9 katkılı levhalar arasında en yüksek ağırlık kaybı R₉₁N₉ (%93,30) ölçülmüştür. R₉₁N₉ katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %3,26 ağırlık kaybı ölçülmüştür. %9 katkılı levhalar arasında en düşük ağırlık kaybı Boraks pentahidrat katkılı levhası R₉₁B₉ (%91,15) ölçülmüştür. Boraks pentahidrat katkılı levhası kontrol (%₁₀₀R) levhasına göre %5,70 ağırlık kaybı ölçülmüştür.

Fabrika ve laboratuvar ortamında Talk, Kalsit, Kaya tuzu, Boraks pentahidrat'ın %3, %6, %9 katkılı üretilen levhaların yanma sonucunda ağırlık kaybı yüzdelik gruplarının karşılaştırmaları Şekil 3.195'de gösterilmektedir. Laboratuvar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların yanma işlemi sonunda ağırlık kaybı karşılaştırma sonuçları Şekil 3.194'de gösterilmektedir.



Şekil 3.194. Laboratuvar ve fabrika üretiminde Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat'ın %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı karşılaştırması verileri.

Laboratuar ve fabrikada Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre üretilen levhaların yanma işlemi sonunda ağırlık kaybı yüzdelik gruplarının karşılaştırma sonuçları Şekil 3.195’da gösterilmektedir. İnorganik mineral dolgulu levhalarda Kaya tuzu, Kalsit, Talk katkılı orta yoğunlukta lif levhalarda en fazla ağırlık kaybı görülmektedir.



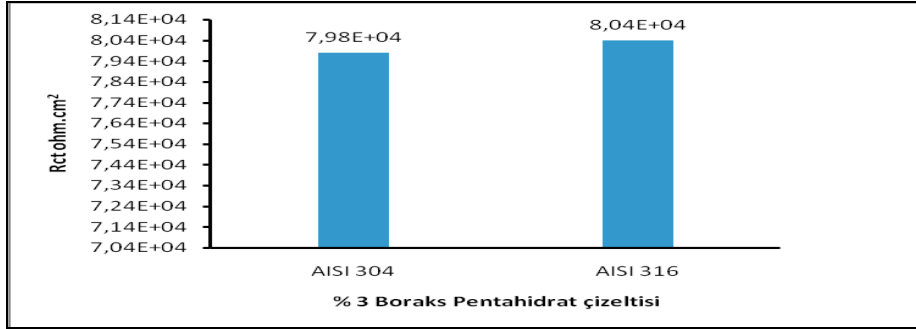
Şekil 3.195. Laboratuar ve fabrikada Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat’ın %3, %6, %9 katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdeliklerinin karşılaştırma verileri.

3.2.4. Korozyon Deneyi

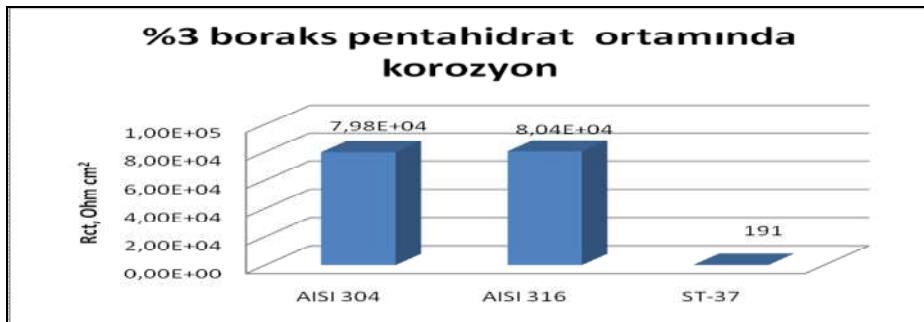
Boraks Pentahidrat, Kaya Tuzu, Kalsit, Talk Minerallerinin %3, %6, %9 Yüzdelik Oranlarında AISI 304, AISI 316, ST-37 Çeliğine Korozyon Etkisi Analizi

3.2.4.1. Boraks pentahidrat Korozyon Deneyi

Boraks pentahidrat içerisinde, AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırmaları.



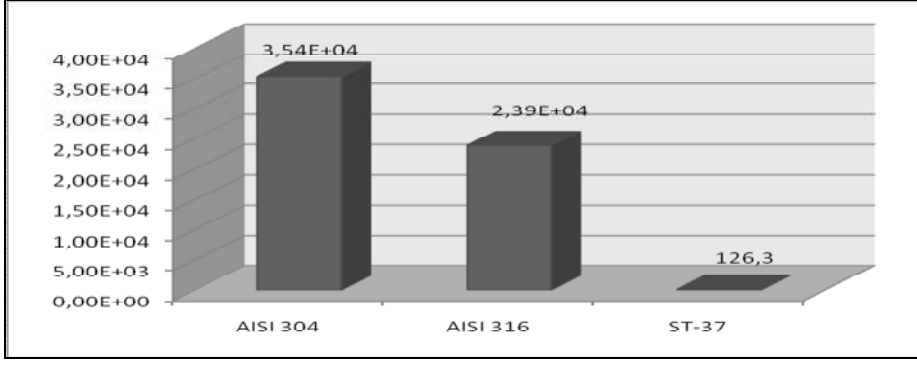
Şekil 3.196. %3 Boraks pentahidrat içerisinde, AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırma.



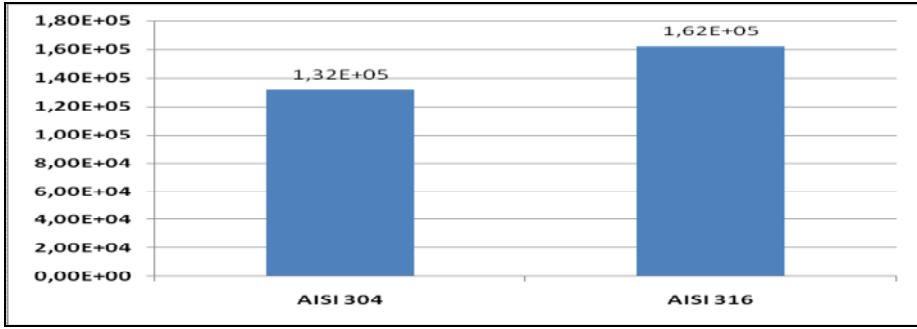
Şekil 3.197. %3 Boraks pentahidrat içersinde AISI 304- AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırma.



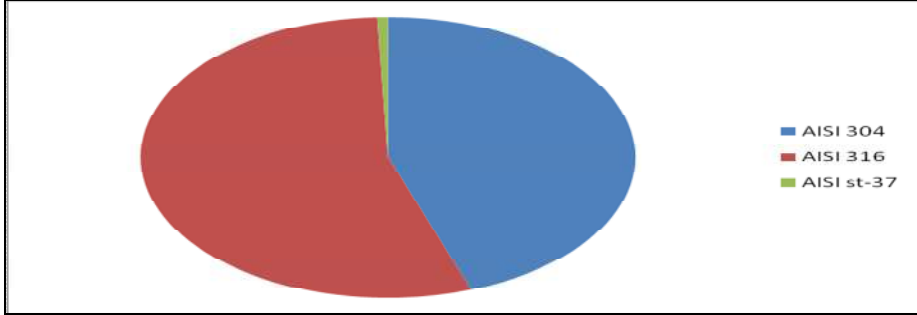
Şekil 3.198. %6 Boraks pentahidrat AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırma.



Şekil 3.199. %6 Boraks pentahidrat AISI 304, AISI 316 ve ST -37 korozyon karşılaştırma.



Şekil 3.200. %9 Boraks pentahidrat'ın AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırma.

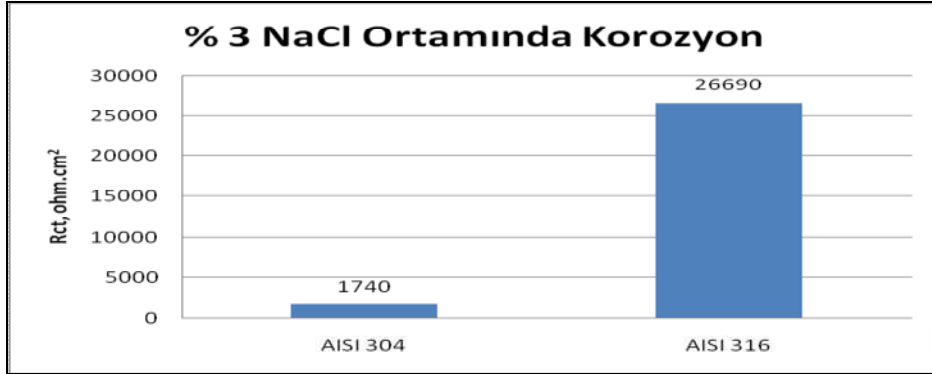


Şekil 3.201. %9 Boraks pentahidrat'ın AISI 304, AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırma.

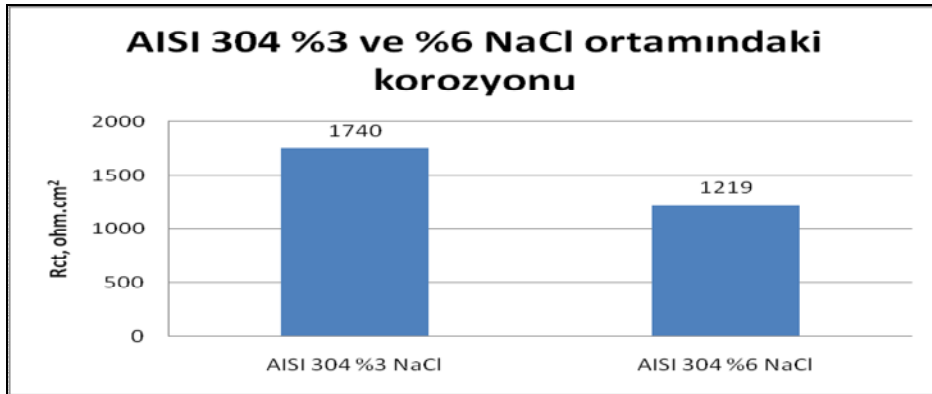
Boraks pentahidrat ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençlini göstermektedir. Böylece AISI 316> AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin Boraks pentahidrat ortamında dayanıklını göstermektedir.

3.2.4.2. Kaya tuzu Korozyon Deneyi

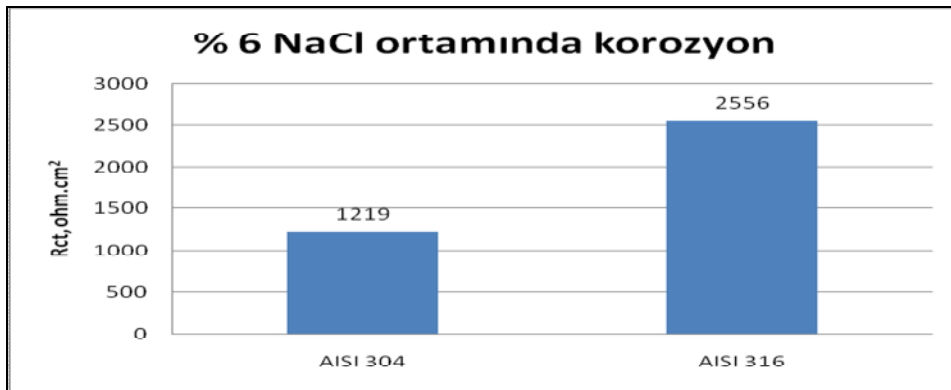
Kaya tuzu içersinde AISI 316 ve AISI 304 korozyon karşılaştırmalar.



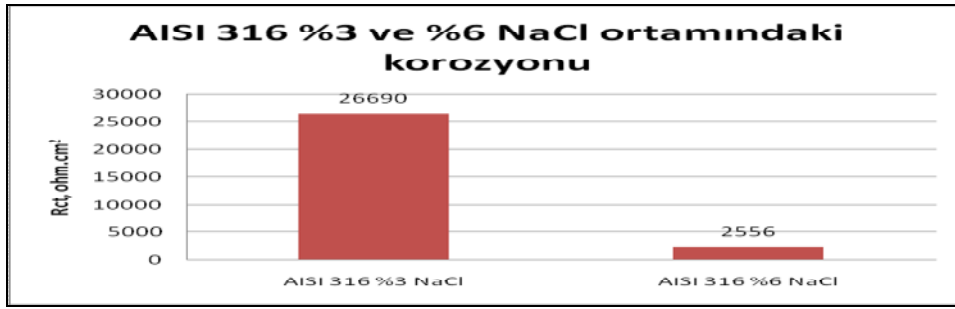
Şekil 3.202. %3 Kaya tuzu içersinde AISI 316 ve AISI 304 korozyon karşılaştırma.



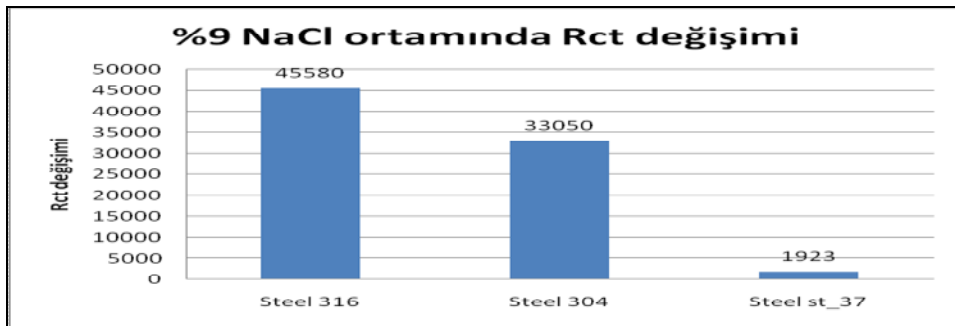
Şekil 3.203. %3 ve %6 Kaya tuzu içersinde AISI 304 korozyon karşılaştırma.



Şekil 3.204. %6 Kaya tuzu içersinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırma.



Şekil 3.205. %3 ve %6 Kaya tuzu içersinde AISI 316 korozyon karşılaştırma.

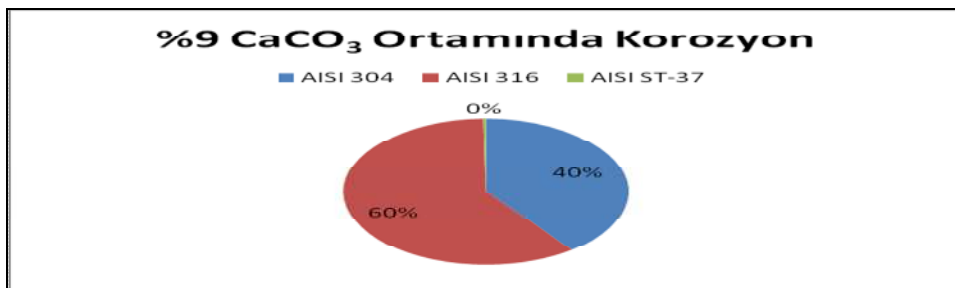


Şekil 3.206. %9 Kaya tuzu ortamında AISI 316, AISI 304, AISI ST-37 korozyon karşılaştırması.

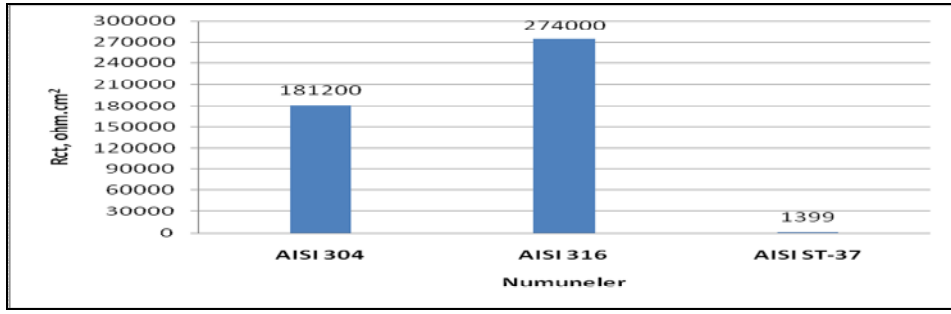
Kaya tuzu ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde, yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı direncini gösterir. Bu sonuca göre, AISI 316 > AISI 304 > ST-37 şeklinde metallerin Kaya tuzu'na direncini gösterir.

3.2.4.3. Kalsit Korozyon Deneyi

Kalsit ortamında AISI 304, AISI 306, AISI ST-37 korozyon karşılaştırmaları.



Şekil 3.207. %9 Kalsit ortamında AISI 304, AISI 306, AISI ST-37 korozyon karşılaştırması.

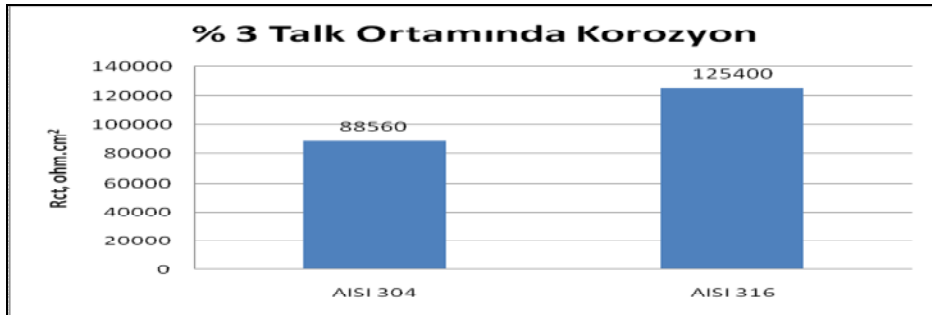


Şekil 3.208. %9 Kalsit ortamında AISI 304, AISI 306, AISI ST-37 korozyon karşılaştırması.

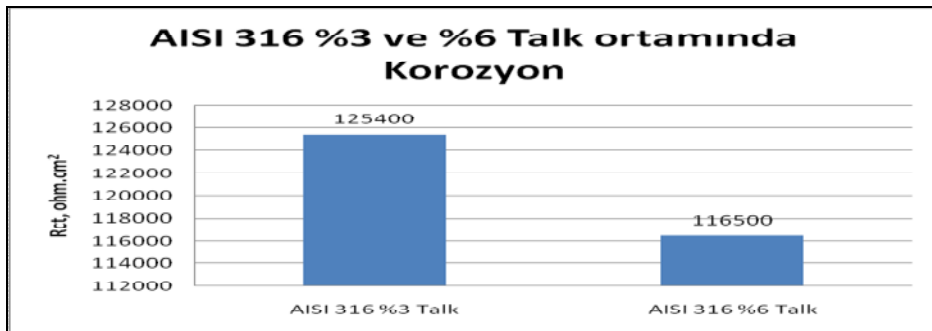
Bu analize göre Kalsit ortamında çeliğe karşı dayanıklı olduğu söylenebilir. Kalsit çözeltisi her üç çelikte kullanılabilir. Kalsit inorganik minerali metal çeliklerinde korozitif etkisi tolere edilebilir sınırlarda içindedir. Kalsit ortamında korozyon hızı oldukça yavaşlamıştır.

3.2.4.4. Talk Korozyon Deneyi

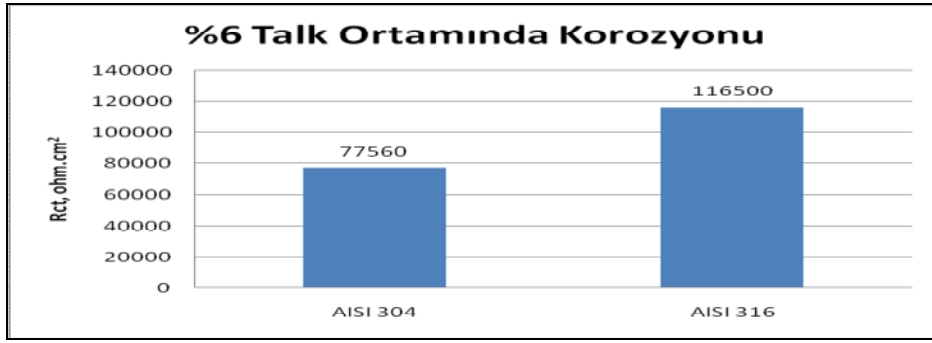
Talk içerisinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırmaları.



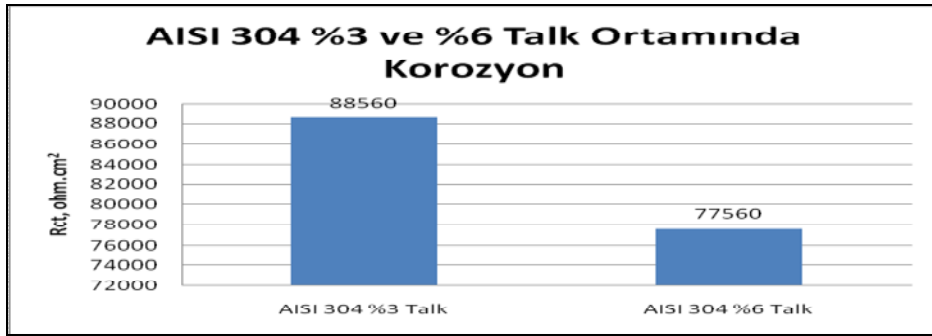
Şekil 3.209. %3 Talk içerisinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırması.



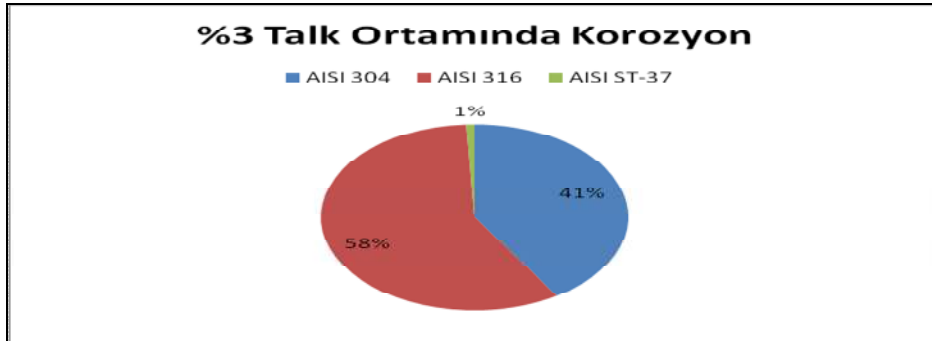
Şekil 3.210. %3 ve %6 Talk içerisinde AISI 316 korozyon karşılaştırması.



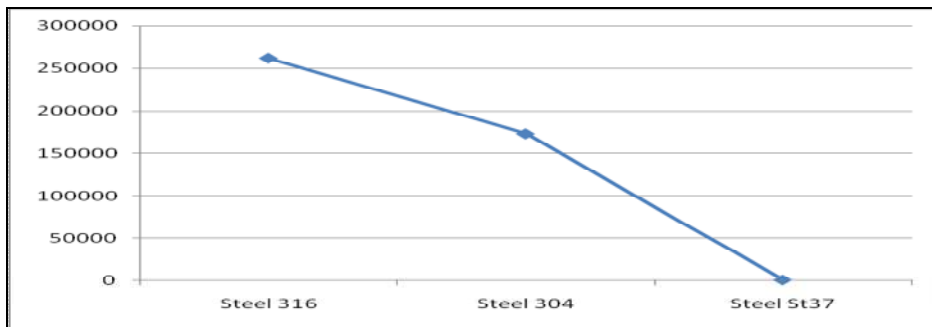
Şekil 3.211. %6 Talk içersinde AISI 304 ve AISI 316 korozyon karşılaştırması.



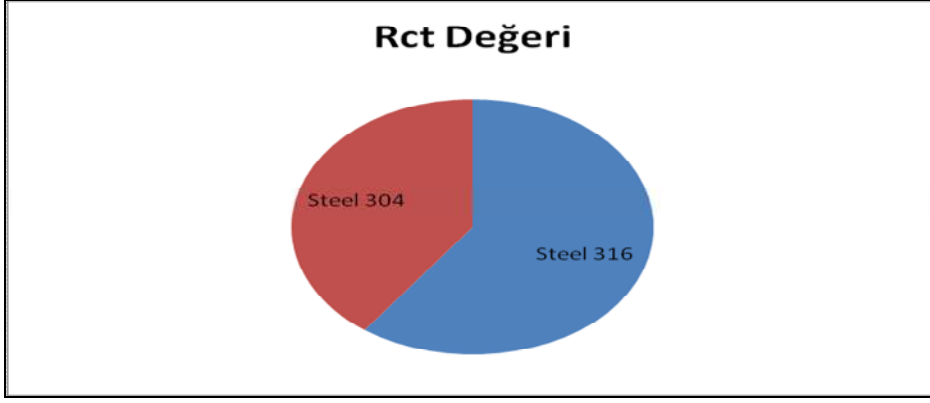
Şekil 3.212. %3 ve %6 Talk içersinde AISI 304 korozyon karşılaştırması.



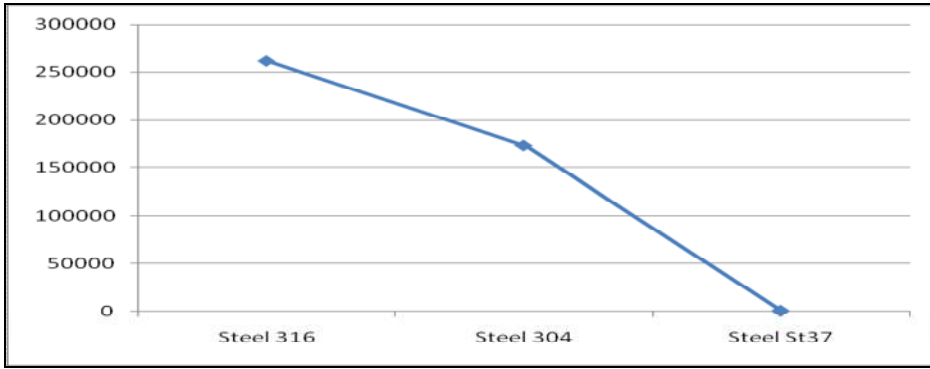
Şekil 3.213. %3 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırması.



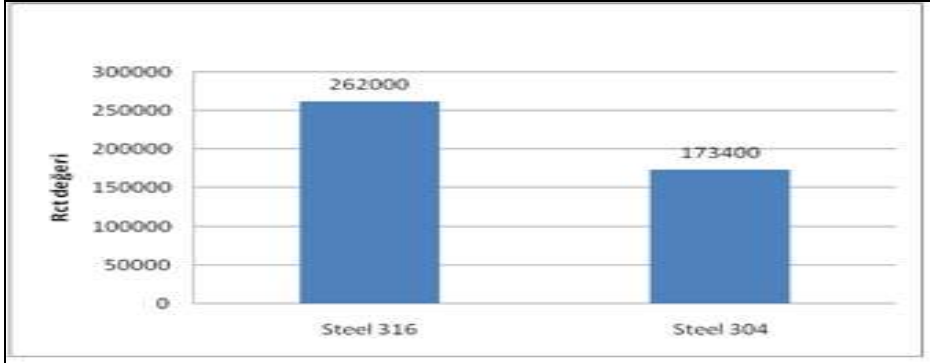
Şekil 3.214. %9 Talk ortamında ST-37 metalin korozyonu EIS diyagramı.



Şekil 3.215. %9 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırması.



Şekil 3.216. %9 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 ve ST-37 korozyon karşılaştırması.



Şekil 3.217. %9 Talk içersinde AISI 304, AISI 316 korozyon karşılaştırması.

Talk ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde, yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençlidir. Böylece AISI 316>AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin Talk ortamında dayanıklılığı görülmektedir. Talk ortamında korozyon hızı oldukça yavaşlamıştır.

3.2.5. MDF Üretiminde Kullanılan İnorganik Minerallerin Maliyet Analizi

Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım yüzdellerinde orta yoğunlukta lif levhalar üretilmiştir. Bir m³ MDF; %80 lignoselülozik içerikli biokütle, %8-12 oranında (% 65 katı madde içeren) üre formaldehit reçinesi, %1 amanyum sülfat ve %1,5 parafin bileşimlerinden meydana gelmektedir. Kaya tuzu inorganik minerallerin %11 rutubetteki life oranla %0, %3, %6, %9 karışım katkılı orta yoğunlukta lif levhaları üretilmiştir. İnorganik mineraller MDF üretiminde dolgu maddesi görevini görmektedir. Bir m³ MDF üretimi için, kullanılan inorganik minerallerin miktarı oranında lignoselülozik içerikli lif kullanımından tasarruf sağlamaktadır. Çizelge 3.377’de Kaya tuzu’nun bir m³ MDF üretiminde kullanım oranları gösterilmektedir. Çizelge 3.378’de Kalsit’un bir m³ MDF üretiminde kullanım oranları belirtilmiştir. Çizelge 3.379’da Talk’ın bir m³ MDF üretiminde kullanım oranları açıklanmıştır. Çizelge 3.380’de Boraks pentahidrat’ın bir m³ MDF üretiminde kullanım oranları gösterilmektedir. Çizelge 3.376’da göre biokütle ile inorganik mineraller arasındaki fiyat farkından dolayı inorganik minerallerin kullanım oranında bir m³ MDF üretim maliyeti düşürülmektedir. Kullanılan inorganik mineral miktarı arttıkça bir m³ MDF üretim maliyeti azalmaktadır. Çizelge 3.381’de inorganik minerallerin bir m³ MDF’de kullanım maliyeti gösterilmektedir.

Çizelge 3.376. Laboratuvar ve fabrika ortamında bir m³ MDF üretebilmek amacıyla kullanılan hammadde ve inorganik minerallerin fiyatları verilmiştir.

Hammadde Girdi Fiyatları					
Bir m ³ MDF Üretimi	Rutubet Oranı	Birim	Kg/TL	Tüketim	m ³ /TL
Bir m ³ MDFKullanılan Rutubetli YA Biokütle	70%	kg	0,170	940,851	159,945
Bir m ³ MDF Kullanılanrutubetli İYA Biokütle	95%	kg	0,155	399,149	61,868
Bir m ³ MDF Kullanılan Üre Formaldehit	65%	kg	0,894	120,000	107,280
Bir m ³ MDF Kullanılan (NH ₄) ₂ SO ₄	12%	kg	0,650	0,750	0,488
Bir m ³ MDF Kullanılan Wax	56%	kg	1,100	1,250	1,375
Bir m ³ MDF Kullanılan Kaya tuzu	10%	kg	0,035	0,000	0,000
BİR m ³ MDF Kullanılan Kalsit	10%	kg	0,085	0,000	0,000
Bir m ³ MDF Kullanılan Boraks pentahidrat	10%	kg	0,630	0,000	0,000
Bir m ³ MDF Kullanılan Talk	10%	kg	0,350	0,000	0,000

Çizelge 3.377. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kaya tuzu inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m³ MDF üretiminde kullanım miktarları.

İnorganik Minerallerden Kaya tuzu'nun Bir m ³ MDF'de Kullanımı							
Bir m ³ MDF Üretimi	Rutubet Oranı	Birim	Kg/TL	0%	%3	6%	9%
Bir m ³ MDF Kullanılan Rutubetli Biokütle	11%	kg	0,328	662,51	642,64	622,76	602,89
Bir m ³ MDF Kullanılan Üre Formaldehit	11%	kg	1,397	76,80	76,80	76,80	76,80
Bir m ³ MDF Kullanılan (NH ₄) ₂ SO ₄	11%	kg	2,430	0,20	0,20	0,20	0,20
Bir m ³ MDF Kullanılan Wax	11%	kg	2,895	0,48	0,48	0,48	0,48
Bir m ³ MDF Kullanılan Kaya tuzu	11%	kg	0,045	0,00	19,88	39,75	59,63

Çizelge 3.378. Laboratuvar ve fabrika ortamında Kalsit inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m³ MDF üretiminde kullanım miktarları.

İnorganik Minerallerden Kalsit'in Bir m ³ MDF'de Kullanımı							
Bir m ³ MDF Üretimi	Rutubet Oranı	Birim	Kg/TL	0%	%3	6%	9%
Bir m ³ MDF Kullanılan Rutubetli Biokütle	11%	kg	0,328	662,51	642,64	622,76	602,89
Bir m ³ MDF Kullanılan Üre Formaldehit	11%	kg	1,397	76,80	76,80	76,80	76,80
Bir m ³ MDF Kullanılan (NH ₄) ₂ SO ₄	11%	kg	2,430	0,20	0,20	0,20	0,20
Bir m ³ MDF Kullanılan Wax	11%	kg	2,895	0,48	0,48	0,48	0,48
Bir m ³ MDF Kullanılan Kalsit	11%	kg	0,095	0,00	19,88	39,75	59,63

Çizelge 3.379. Laboratuvar ve fabrika ortamında Talk inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m³ MDF üretiminde kullanım miktarları.

İnorganik Minerallerden Talk'ın Bir m ³ MDF'de Kullanımı							
Bir m ³ MDF Üretimi	Rutubet Oranı	Birim	Kg/TL	0%	%3	6%	9%
Bir m ³ MDF Kullanılan Rutubetli Biokütle	11%	kg	0,328	662,51	642,64	622,76	602,89
Bir m ³ MDF Kullanılan Üre Formaldehit	11%	kg	1,397	76,80	76,80	76,80	76,80
Bir m ³ MDF Kullanılan (NH ₄) ₂ SO ₄	11%	kg	2,430	0,20	0,20	0,20	0,20
Bir m ³ MDF Kullanılan Wax	11%	kg	2,895	0,48	0,48	0,48	0,48
Bir m ³ MDF Kullanılan Talk	11%	kg	0,350	0,00	19,88	39,75	59,63

Çizelge 3.380. Laboratuvar ve fabrika ortamında Boraks pentahidrat inorganik mineralinin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında bir m³ MDF üretiminde kullanım miktarları.

İnorganik Minerallerden Boraks pentahidrat'ın Bir m ³ MDF'de Kullanımı							
Bir m ³ MDF Üretimi	Rutubet Oranı	Birim	Kg/TL	0%	%3	6%	9%
Bir m ³ MDF Kullanılan Rutubetli Biokütle	11%	kg	0,328	662,51	642,64	622,76	602,89
Bir m ³ MDF Kullanılan Üre Formaldehit	11%	kg	1,397	76,80	76,80	76,80	76,80
Bir m ³ MDF Kullanılan (NH ₄) ₂ SO ₄	11%	kg	2,430	0,20	0,20	0,20	0,20
Bir m ³ MDF Kullanılan Wax	11%	kg	2,895	0,48	0,48	0,48	0,48
Bir m ³ MDF Kullanılan Boraks pentahidrat	11%	kg	0,630	0,00	19,88	39,75	59,63

Çizelge 3.376'deki verilere göre inorganik minerallerden Kaya tuzu ve Kalsit kg fiyatları biokütleyle göre daha düşük fiyat olmasından dolayı bir m³ MDF üretim maliyetini düşürmekte ve bu hesaplama ait veriler Çizelge 3.381'de gösterilmektedir.

3.2.5.1. MDF Üretiminde Kullanılan İnorganik Minerallerin Maliyet Analizi

Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım yüzdelerinde orta yoğunlukta lif levhalar üretilmiştir. Bir m³ levha üretiminde kullanılan hammaddeler ve inorganik minerallerin fiyatları Çizelge 3.377, Çizelge 3.378, Çizelge 3.379, Çizelge 3.380'de gösterilmektedir. Buna göre biokütle ile inorganik mineraller arasındaki fiyat farkından dolayı inorganik minerallerin kullanım oranında bir m³ MDF üretim maliyeti düşürülmektedir. Kullanılan inorganik mineral miktarı arttıkça bir m³ MDF üretim maliyeti azalmaktadır. Çizelge 3.381'de inorganik minerallerin bir m³ MDF'de kullanım maliyeti gösterilmektedir.

Çizelge 3.381. Lignoselülüz içerikli biokütlenin yerine inorganik minerallerin %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında kullanılarak üretilen bir m³ MDF'nin üretim maliyeti.

Biokütleye Göre İnorganik Minerallerin Bir m ³ MDF'de Kullanım Maliyeti					
Kullanım Oranı	Birim	0%	%3	6%	9%
Biokütle	m ³ /TL	217,40	210,78	204,26	197,74
Üre Formaldehit	m ³ /TL	107,28	107,28	107,28	107,28
Sertleştirici (NH ₄) ₂ SO ₄	m ³ /TL	0,49	0,49	0,49	0,49
Parafin (Wax)	M ³ /Tl	1,38	1,38	1,38	1,38
Kaya tuzu	m ³ /TL	0,00	5,62	11,25	16,87
Kalsit	m ³ /TL	0,00	4,63	9,26	13,89
Boraks pentahidrat	m ³ /TL	0,00	-6,00	-12,00	-18,01
Talk	m ³ /TL	0,00	-0,44	-0,87	-1,31

Kaya tuzu ve Kalsit inorganik minerallerin bir m³ MDF üretiminde kullanımları Çizelge 3.377. ve Çizelge 3.378'de belirtilmektedir. Buna göre Kaya tuzu ve Kalsit inorganik minerallerinin fiyatlarının biokütleye göre daha düşük olmasından dolayı bir m³ MDF üretim maliyetini düşürmekte ve hesaplama ait veriler Çizelge 3.381'deki pozitif veriler bir m³ MDF üretimindeki karı göstermektedir.

Talk ve Boraks pentahidrat inorganik minerallerin bir m³ MDF üretiminde kullanımları Çizelge 3.379 ve Çizelge 3.380'de gösterilmektedir. Talk ve Boraks pentahidrat fiyatının biokütleye göre yüksek olmasından dolayı Çizelge 3.381'de negatif veriler, inorganik mineraller kullanıldığı zaman bir m³ MDF üretimindeki zararı göstermektedir.

Bu hesaplamalar neticesinde inorganik minerallerden Kalsit katkılı üretilen orta yoğunlukta lif levhaların fiziksel, mekanik, yanma, parlaklık ve renk değişimi, korozyon testlerindeki iyileştirici sonuçlar bulunmuştur. Bu iyileştirici özelliklerinin yanında bir m³ MDF üretimindeki karlılığını Çizelge 3.381'de gösterilmektedir. Böylece inorganik minerallerden Kalsit'in MDF üretiminde kullanılması verimli sonuçlar vermektedir. Talk ve Boraks pentahidrat katkılı üretilen MDF'lerin fiziksel, mekanik, yanma, parlaklık, renk değişimi ve korozyon deneylerinde iyileştirici sonuçlar bulunmuştur. Talk ve Boraks pentahidrat fiyatının biokütleye göre yüksek olmasından dolayı Çizelge 3.381'de negatif veriler bulunmuştur. Bu inorganik mineraller kullanıldığı zaman bir m³ MDF üretimindeki zararı göstermektedir. Ancak Boraks pentahidrat ve Talk inorganik minerallerin yanmaya karşı dirençli MDF üretiminde kullanılması verimli sonuçlar vermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. SONUÇLAR

MDF üretiminde, %70 YA (*Fagus orientalis Lipsky*+ *Quercus Robur L.*) ve %30 İYA (*Pinus sylvestris L*) lignoselülozik hammadde karışımlarına, Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk inorganik dolgu mineral (%0, %3, %6, %9) katkılı (laboratuar, fabrika) üretilen levhalarının fiziksel, yanma, mekanik ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir.

Yoğunluk test sonucu, laboratuar ortamında Kaya tuzu, Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı %0, %3, %6, %9 karışım oranlarında MDF (orta yoğunlukta lif levha) üretilmiştir. Bu levhaların, $R_{100}N_0$ (0,720 gr/m³), $R_{97}N_3$ (0,772 gr/m³), $R_{94}N_6$ (0,770 gr/m³), $R_{91}N_9$ (0,75 gr/m³), $R_{97}C_3$ (0,737 gr/m³), $R_{94}C_6$ (0,727 gr/m³), $R_{91}C_9$ (0,780 gr/m³), $R_{100}T_0$ (0,720 gr/m³), $R_{97}T_3$ (0,720 gr/m³), $R_{94}T_6$ (0,760 gr/m³), $R_{91}T_9$ (0,780 gr/m³), $R_{97}B_3$ (0,770 gr/m³), $R_{94}B_6$ (0,790 gr/m³), $R_{91}B_9$ (0,800 gr/m³) yoğunlukları bulunmuştur. Laboratuar üretiminde; laboratuar üretim şartları, laboratuar pres özellikleri gibi faktörler levhada yoğunluk oluşumunu etkilemektedir. Bu levhalar arasında en düşük yoğunluk $\%_{100}R'$ de 0,720 g/cm³ ve en yüksek $R_{91}B_9$ de 0,800 g/cm³ ölçülmüştür. İnorganik mineral katkılı orta yoğunlukta lif levhaların yoğunlukları TS EN 622–5 Standard aralığındadır.

Fabrika ortamında üretilen inorganik dolgu katkılı orta yoğunlukta lif levhalarının yoğunluk testi yapılmıştır. Bu levhaların, $R_{100}N_0$ (0,715 gr/cm³), $R_{97}N_3$ (0,720 gr/cm³), $R_{94}N_6$ (0,714 gr/cm³), $R_{91}N_9$ (0,711 gr/cm³), $R_{97}C_3$ (0,720 gr/cm³), $R_{94}C_6$ (0,716 gr/cm³), $R_{91}C_9$ (0,712 gr/cm³), $R_{97}T_3$ (0,720 gr/cm³), $R_{94}T_6$ (0,716 gr/cm³), $R_{91}T_9$ (0,720 gr/cm³), $R_{97}B_3$ (0,715 gr/cm³), $R_{94}B_6$ (0,714 gr/cm³), $R_{91}B_9$ (0,712 gr/cm³) yoğunlukları ölçülmüştür. MDF'nin yoğunlukları TS EN 622–5 yoğunluk verileri (0,65 gr/cm³ < MDF < 0,85 gr/cm³) standartları arasında olmasından dolayı bu farkın önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Fabrika prosesinde üretilen levhalarının yoğunluğuna etki eden faktörler; yongalama makineleri, yongalama makinelerinin karşı bıçak açısı, rafiner ünitesi, defibratör disk açıklığı, serme sistemleri, ön pres spesifik basıncı, pres tipi, presleme şartları, pres diyagramı, pres basıncı ve sıcaklığıdır. Odunun türüne bağlı olarak hücre çeper kalınlığı

lifler arası bağlantıda önemli bir etkiye sahiptir. Hücre zarı ince olan lifler esnek olmasından dolayı lifler arası bağ kuvvetli olmaktadır.

Laboratuarda katkılı üretilen MDF (orta yoğunlukta lif levha)'lerin, İki saat suda şişme sonucu, $R_{100}N_0$ (%5,57), $R_{97}N_3$ (%5,08), $R_{94}N_6$ (%9,91), $R_{91}N_9$ (%12,22), $R_{97}C_3$ (%2,08), $R_{94}C_6$ (%2,84), $R_{91}C_9$ (%4,05), $R_{97}T_3$ (%2,99), $R_{94}T_6$ (%3,19), $R_{91}T_9$ (%3,42), $R_{97}B_3$ (%2,97), $R_{94}B_6$ (%3,08), $R_{91}B_9$ (%2,53)'dur.

Fabrikada üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (%3,81), $R_{97}N_3$ (%7,31), $R_{94}N_6$ (%8,20), $R_{91}N_9$ (%9,15), $R_{97}C_3$ (%8,44), $R_{94}C_6$ (%11,09), $R_{91}C_9$ (%13,15), $R_{97}T_3$ (%7,10), $R_{94}T_6$ (%8,27), $R_{91}T_9$ (%11,31), $R_{97}B_3$ (%6,03), $R_{94}B_6$ (%7,02), $R_{91}B_9$ (%8,48) iki saat suda şişme yüzdeleri ölçülmüştür.

Fabrika levhalarının en düşük iki saat suda şişme yüzdesi $\%_{100}R$ kontrol levhası %3,82 ölçülmüştür. %3 katkılı orta yoğunlukta lif levhaların en az iki saat suda şişme yüzdesi; $R_{97}N_3$ 'de %7,32, $R_{97}T_3$ 'de %7,10 ve $R_{97}B_3$ 'da %6,03 en düşük sonucu vermektedir. Fakat orta yoğunlukta lif levhasının iki saat suda şişme yüzdesi en yüksek $R_{97}C_3$ 'da %8,45 olduğu görülmektedir. %6 katkılı levhalarının iki saat suda şişme yüzdesi en düşük $R_{94}B_6$ 'da %7,02 ve $R_{94}N_6$ 'de %8,20 tespit edilmiştir. Ancak inorganik katkılı levhalarda en yüksek iki saat suda şişme yüzdesi $R_{94}C_6$ 'de %11,09 ve $R_{94}T_6$ 'de %8,27 ölçülmüştür. %9 katkılı levhalarında; $R_{91}B_9$ 'da %8,48 ve $R_{91}N_9$ 'de %9,15 en düşük iki saat suda şişme yüzdesi elde edilmiştir. Fakat $R_{91}T_9$ 'da %11,31 ve $R_{91}C_9$ 'de %13,16 en yüksek iki saat suda şişme yüzdesi tespit edilmiştir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların iki saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Fakat Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu inorganik mineral katkılı levhaların diğer Talk ve Kalsit inorganik mineral katkılı levhalara oranla iki saat suda şişme yüzdesi en düşük ölçülmüştür.

Yirmi dört saat suda şişme sonucu, laboratuarda üretilen katkılı levhalar $R_{100}N_0$ (%14,21), $R_{97}N_3$ (%15,52), $R_{94}N_6$ (%17,48), $R_{91}N_9$ (%19,43), $R_{97}C_3$ (%22,70), $R_{94}C_6$ (%18,89), $R_{91}C_9$ (%23,63), $R_{97}T_3$ (%19,80), $R_{94}T_6$ (%20,74), $R_{91}T_9$ (%22,96), $R_{97}B_3$ (%21,31), $R_{94}B_6$ (%21,24), $R_{91}B_9$ (%16,36) ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen inorganik dolgu katkılı levhaların $R_{100}N_0$ (%10,56), $R_{97}N_3$ (%14,49), $R_{97}N_3$ ($R_{100}N_0$), $R_{94}N_6$ (%15,15), $R_{91}N_9$ (%16,16), $R_{97}C_3$ (%16,89), $R_{94}C_6$ (%18,29),

R₉₁C₉ (%20,52), R₉₇T₃ (%12,80), R₉₄T₆ (%14,98) , R₉₁T₉ (%19,78), R₉₇B₃ (%12,38), R₉₄B₆ (%14,14), R₉₁B₉(%17,33) yirmi dört saat suda şişme sonuçları gösterilmektedir.

Laboratuar ve fabrikada orta yoğunlukta lif levhaların üretimi gerçekleşmiştir. Bu levhalar karşılaştırıldığında en düşük yirmi dört saat suda şişme yüzdesi fabrika üretimi %₁₀₀R kontrol levhası %10,56 ölçülmüştür. %3 inorganik katkılı levhaların R₉₇B₃'da %12,38, R₉₇T₃'de %12,80 en düşük yirmi dört saat suda şişme sonucunu vermektedir. Fakat orta yoğunlukta lif levhalardan R₉₇N₃'de %14,49 ve R₉₇C₃'da %16,89'da yirmi dört saat suda şişme en yüksek olduğu görülmektedir. %6 inorganik katkılı levhalarının R₉₄B₆'da %14,14 ve R₉₄T₆'de %14,98 yirmi dört saat suda şişme yüzdesi en düşük tespit edilmiştir. Ancak inorganik mineral katkılı levhalarda en yüksek yirmi dört saat suda şişme yüzdesi R₉₄N₆'de %15,15 ve R₉₄C₆'de %18,29 ölçülmüştür. %9 inorganik katkılı levhalarında; R₉₁N₉'de %16,16 ve R₉₁B₉'da %17,33 en düşük yirmi dört saat suda şişme yüzdesi elde edilmiştir. Fakat R₉₁T₉'da %19,78 ve R₉₁C₉'de %20,52 en yüksek yirmi dört saat suda şişme yüzdesi tespit edilmiştir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların yirmi dört saat suda şişme yüzdesi artmaktadır. Fakat Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu inorganik katkılı levhalar diğer Talk ve Kalsit inorganik katkılı levhalarına göre yirmi dört saat suda şişme yüzdesi en düşük ölçülmüştür.

İki saat su alma sonucu, laboratuar ortamında inorganik mineral katkılı levhaların; R₁₀₀N₀ (%24,87), R₉₇N₃ (%19,45), R₉₄N₆ (%26,69), R₉₁N₉ (%26,66), R₉₇C₃ (%26,80), R₉₄C₆ (%32,92) R₉₁C₉ (%24,78), R₉₇T₃ (%23,91), R₉₄T₆ (%26,59), R₉₁T₉ (%27,18), R₉₇B₃ (%25,66), R₉₄B₆ (%23,31), R₉₁B₉ (%21,21) ölçüm sonucudur.

Fabrikada üretilen levhalarının, R₁₀₀N₀ (%21,29), R₉₇N₃ (%23,06), R₉₄N₆ (%25,51), R₉₁N₉ (%28,15), R₉₇C₃ (%33,93), R₉₄C₆ (%36,62), R₉₁C₉ (%39,91), R₉₇T₃ (%23,62), R₉₄T₆ (%29,79), R₉₁T₉ (%40,28), R₉₇B₃ (%24,87), R₉₄B₆ (%35,76), R₉₁B₉ (%36,84) iki saat su alma yüzdeleri ölçülmüştür.

İnorganik mineral katkılı levhalar karşılaştırıldığında en düşük iki saat su alma yüzdesi fabrika üretimi %₁₀₀R kontrol levhasında %21,30 ölçülmüştür. %3 inorganik mineral katkılı levhaların en az iki saat su alma yüzdesi; R₉₇N₃'de %23,07, R₉₇T₃'de %23,62 ve R₉₇B₃'da %24,87 ile en düşük sonucu vermektedir. Fakat orta yoğunlukta lif levhasının iki saat su alma yüzdesi en yüksek R₉₇C₃'da %33,93 olduğu görülmektedir. %6

inorganik katkılı levhalarında en düşük $R_{94}N_6$ 'de %25,51, $R_{94}T_6$ 'de %29,79 tespit edilmiştir. Ancak inorganik katkılı levhalarda en yüksek iki saat su alma yüzdesi $R_{94}B_6$ 'da %35,76 ve $R_{94}C_6$ 'de %36,62 ölçülmüştür. %9 inorganik katkılı levhalarda; $R_{91}N_9$ 'de %28,15 ve $R_{91}B_9$ 'da %36,84 en düşük iki saat su alma yüzdesi elde edilmiştir. Fakat $R_{91}T_9$ 'da %40,28 ve $R_{91}C_9$ 'de %39,91 en yüksek iki saat su alma yüzdesi tespit edilmiştir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların iki saat su alma yüzdesi artmaktadır. Fakat Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu inorganik mineral katkılı levhalar diğer Talk ve Kalsit inorganik mineral katkılı levhalara göre iki saat su alma yüzdesi en düşük ölçülmüştür. Laboratuvar ortamında üretilen levhaların su almaları fabrika ortamında üretilen orta yoğunlukta lif levhalarından düşük ölçülmüştür.

Bu levhalarında yoğunluk arttıkça su almaları azalmaktadır. Su almada ağaç türlerine bağlı faktörler; lif uzunluğu, odunun yoğunluğu, pH'ı, ekstraktif madde miktarı, anatomik yapı (öz odunun diri odununa oranı, yıllık halka genişliği)'dir.

Laboratuvar ortamında üretilen levhalarının; $R_{100}N_0$ (%66,25), $R_{97}N_3$ (%64,72), $R_{94}N_6$ (%69,07), $R_{91}N_9$ (%70,30), $R_{97}C_3$ (%85,70), $R_{94}C_6$ (%89,34), $R_{91}C_9$ (%71,57), $R_{97}T_3$ (%61,72), $R_{94}T_6$ (%71,45), $R_{91}T_9$ (%70,10), $R_{97}B_3$ (%76,78), $R_{94}B_6$ (%61,82), $R_{91}B_9$ (%54,97) yirmi dört saat su alması ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhaların; $R_{100}N_0$ (%41,68), $R_{97}N_3$ (%60,48), $R_{94}N_6$ (%64,37), $R_{91}N_9$ (%72,18), $R_{97}C_3$ (%70,30), $R_{94}C_6$ (%70,68), $R_{91}C_9$ (%80,30), $R_{97}T_3$ (%50,17), $R_{94}T_6$ (%51,13), $R_{91}T_9$ (%56,26), $R_{97}B_3$ (%41,90), $R_{94}B_6$ (%52,83), $R_{91}B_9$ (%78,40) yirmi dört saat su almalarının yüzdelik sonuçları hesaplanmıştır.

Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik mineral %0, %3, %6, %9 katkılı levhaların üretimi gerçekleşmiştir. Bu levhalar karşılaştırıldığında yirmi dört saat su alma yüzde değeri inorganik mineral miktarı arttıkça su almaların arttığı tespit edilmiştir. En düşük su alma fabrika üretimi kontrol levhası $R_{100}N_0$ 'de %41,68 ölçülmüştür. %3 inorganik katkılı levhalarda en düşük su alma; $R_{97}B_3$ 'de %41,90 ve $R_{97}T_3$ 'da %50,17 tespit edilmiştir. Fakat su alma yüzdesi en yüksek $R_{97}N_3$ 'de %60,48 ve $R_{97}C_3$ 'de %70,30 olduğu görülmektedir. %6 inorganik katkılı levhalarında su almaları en düşük $R_{94}B_6$ 'de %52,83 ve $R_{94}T_6$ 'de %51,13 tespit edilmiştir. Ancak $R_{94}N_6$ 'de %64,37 ve $R_{94}C_6$ 'de %70,68 inorganik katkılı levhaların en yüksek oranda su aldıkları görülmektedir. %9 inorganik katkılı levhalarında; $R_{91}T_9$ 'de %56,26 ve $R_{91}N_9$ 'de

%72,18 oranında en az su almaktadır. Fakat bu karışım oranlarında R₉₁C₉'da %80,30 ve R₉₁B₉'de %78,40 en fazla su aldığı tespit edilmiştir.

İnorganik mineral katkılı levhaların yirmi dört saat su alma yüzdeleri hem laboratuvar hemde fabrika üretimleri belirtilen TS EN 622-5 (2008) standardının üzerinde ölçülmüştür. Orta yoğunlukta lif levhalarında inorganik mineral miktarı arttıkça su alma değerleri artmaktadır. Levha içinde bulunan Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik minerallerin bünyelerine su alma isteğinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Bu kullanılan inorganik minerallerin kimyasal ve geometrik yapısından kaynaklanmaktadır. Laboratuvar ortamında üretilen inorganik mineral katkılı levhaların su almaları fabrika ortamında üretilen levhalardan düşük ölçülmüştür. Bundan dolayı MDF'nin yoğunluğu arttıkça su almaları azalmaktadır. Yoğunluğu azaldıkça levhaların su almaları artmaktadır. İnorganik mineral katkılı levhalarda en az su alan Talk ve Boraks Pentahidrat katkılı levhalarda olduğu tespit edilmiştir.

Toluen test sonucu, laboratuvar levhalarının deney sonuçları; R₁₀₀N₀ (24,30 cm), R₉₇N₃ (9,83 cm), R₉₄N₆ (9,35cm), R₉₁N₉ (8,42 cm), R₉₇C₃ (9,74 cm), R₉₄C₆ (9,82 cm), R₉₁C₉ (10,65 cm), R₉₇T₃ (8,81 cm), R₉₄T₆ (13,12 cm), R₉₁T₉ (8,64 cm), R₉₇B₃(7,25 cm), R₉₄B₆ (8,28 cm), R₉₁B₉ (13,13 cm) ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhalarının; R₁₀₀N₀ (34,35cm). R₉₇N₃ (30,00cm), R₉₄N₆ (29cm) yüzey R₉₁N₉ (22,00cm), R₉₇C₃ (31,00cm), R₉₄C₆ (29,00cm), R₉₁C₉ (25,00cm), R₉₇T₃ (34,15cm), R₉₄T₆ (28,65 cm), R₉₁T₉ (16,00cm), R₉₇B₃ (30,30cm), R₉₄B₆ (34,10cm), R₉₁B₉(33,00cm) yüzey toluen test sonuçları gösterilmektedir.

Çizelge 2.8 üretim reçetesine göre orta yoğunlukta lif levhaların üretimi gerçekleşmiştir. Bu levhalar karşılaştırıldığında en fazla fabrika üretimi levha yüzeyi toluen testi %₁₀₀R kontrol levhada 34,35 cm ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en fazla levha yüzeyi toluen testi; R₉₇T₃'de 34,15 cm, R₉₇C₃'da 31,00 cm ve R₉₇B₃'da 30,30 cm ile en iyi sonucu vermektedir. Fakat orta yoğunlukta lif levha yüzeyi toluen testi sonucu en düşük R₉₇N₃'de 30,00 cm olduğu görülmektedir. %6 katkılı levhalarının yüzey toluen testi sonucu en yüksek R₉₄B₆'da 34,10 cm, R₉₄C₆ 'de 29,00 cm ve R₉₄N₆'de 29,00 cm tespit edilmiştir. Ancak katkılı levhalarda en az levha yüzeyi toluen testi sonucu R₉₄T₆'de 28,65 cm ölçülmüştür. %9 katkılı levhalarında; R₉₄B₆'da 33,00 cm ve R₉₁C₉'de 25,00 cm en yüksek toluen testi verileri elde edilmiştir. Fakat R₉₁T₉'da 16,00 cm ve R₉₁N₉'de

22,00 cm en düşük levha yüzeyi toluen testi ölçüm sonucu tespit edilmiştir. Laboratuvar şartlarında üretilen levhaların yüzey toluen test sonucu düşük ölçülmüştür. Fakat fabrika ortamındaki levhaların yüzey toluen testi fazla çıkmaktadır. Bu iki üretim arasındaki test sonuçlarına fabrika üretim şartlarının iyileştirici etkisi olduğu düşünülmektedir. Fabrika ortamında üretilen orta yoğunlukta lif levhaların zımpara makinesinde zımpara işlemi görmesi levhanın yüzey kalitesini olumlu etkilemektedir. MDF üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların yüzey toluen değerleri düşmektedir. İnorganik mineral katkılı levhalarda Kalsit ve Boraks pentahidrat inorganik mineraller, Talk ve Kaya tuzu inorganik minerallere göre daha iyi sonuç vermiştir.

ΔL renk değişimi test sonucu, laboratuvarda üretilen orta yoğunlukta lif levhalarının; $R_{100}N_0$ (60,47), $R_{97}N_3$ (57,25), $R_{94}N_6$ (56,70), $R_{91}N_9$ (54,90), $R_{97}C_3$ (59,38), $R_{94}C_6$ (61,26), $R_{91}C_9$ (62,64), $R_{97}T_3$ (59,93), $R_{94}T_6$ (60,70), $R_{91}T_9$ (61,91), $R_{97}B_3$ (59,96), $R_{94}B_6$ (58,98), $R_{91}B_9$ (57,86) yüzey ΔL ölçülmüştür.

Fabrikada orta yoğunlukta lif levhalarının; $R_{100}N_0$ (60,13), $R_{97}N_3$ (58,15), $R_{94}N_6$ (56,15), $R_{91}N_9$ (54,93), $R_{97}C_3$ (57,19), $R_{94}C_6$ (59,39), $R_{91}C_9$ (62,56), $R_{97}T_3$ (55,76), $R_{94}T_6$ (58,62), $R_{91}T_9$ (61,61), $R_{97}B_3$ (58,96), $R_{94}B_6$ (57,84), $R_{91}B_9$ (56,02) yüzey ΔL değeri (parlaklık) test edilmiştir.

MDF'nin yüzeyi elepho lorentzen & wettre cihazıyla yüzey ΔL değeri (parlaklık) cinsinden ölçülmüştür. Bu levhalarda; en iyi yüzey ΔL değeri Kalsit ve Talk katkılı levhalarda olduğu tespit edilmiştir.

Δa değeri (kırmızılık) test sonucu, laboratuvarda üretilen levhalarının; $R_{97}N_3$ (5,94), $R_{97}N_3$ (5,54), $R_{94}N_6$ (5,44), $R_{91}N_9$ (6,42), $R_{97}C_3$ (5,17), $R_{94}C_6$ (5,98), $R_{91}C_9$ (5,88), $R_{97}T_3$ (5,97), $R_{94}T_6$ (5,86), $R_{91}T_9$ (4,51), $R_{97}B_3$ (5,94), $R_{94}B_6$ (5,51), $R_{91}B_9$ (4,75) yüzey Δa değeri ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhaların; $R_{100}N_0$ (5,62), $R_{97}N_3$ (5,41), $R_{94}N_6$ (5,34), $R_{91}N_9$ (5,43), $R_{97}C_3$ (5,96), $R_{94}C_6$ (4,29), $R_{91}C_9$ (6,08), $R_{97}T_3$ (5,44), $R_{94}T_6$ (5,89), $R_{91}T_9$ (3,92), $R_{97}B_3$ (5,51), $R_{94}B_6$ (5,42), $R_{91}B_9$ (5,19) yüzey Δa değeri (kırmızılık) belirlenmiştir.

Bu analiz sonucuna göre en yüksek yüzey Δa değeri Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat katkılı levhalarda ölçülmüştür.

Δb değeri (Sarılık) test sonucu, laboratuarda üretilen levhaların; R₁₀₀N₀(20,28), R₉₇N₃(19,06), R₉₄N₆(18,54), R₉₁N₉(21,48), R₉₇C₃(18,10), R₉₄C₆(18,67), R₉₁C₉(19,96), R₉₇T₃(18,88), R₉₄T₆(18,63), R₉₁T₉(18,36), R₉₇B₃(20,24), R₉₄B₆(19,89), R₉₁B₉ (17,63) yüzey Δb değeri belirlenmiştir.

Fabrikada üretilen levhaların; R₁₀₀N₀ (17,46), R₉₇N₃ (17,15), R₉₄N₆ (17,81) R₉₁N₉ (15,89), R₉₇C₃ (17,41), R₉₄C₆ (20,9), R₉₁C₉ (17,03), R₉₇T₃ (19,35), R₉₄T₆ (17,05), R₉₁T₉ (22,56), R₉₇B₃ (16,89), R₉₄B₆ (16,01), R₉₁B₉ (15,48) yüzey Δb değeri analiz edilmiştir.

Bu test sonucuna göre; hem laboratuvar hemde fabrika levhalarının Δb değeri ölçümleri birbirine yakın olup en yüksek Δb değeri Talk, Kalsit katkılı levhalarda görülmektedir.

Laboratuvar ortamında Çizelge 2,8 üretim reçetesine göre üretilen orta yoğunlukta lif levhası Elrepho spectrophotometer (elepho lorentzen & wettre) cihazıyla ΔL , Δa , Δb değerleri bulunmuş ve bu değerlerden ($\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$) ΔE değeri hesaplanmıştır

Laboratuarda üretilen kontrol levhasının ΔE değeri (64,10) hesaplanmıştır. R₉₇N₃ (60,64). R₉₄N₆ (59,91) R₉₁N₉ (59,34) ΔE değeri belirlenmiştir. Boraks pentahidrat katkılı R₉₇B₃ (63,58), R₉₄B₆ (62,50) R₉₁B₉ (60,68) Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu katkılı MDF levhalarında mineral miktarı arttıkça levhanın yüzey ΔE değeri azalmaktadır. Laboratuarda üretilen Kalsit katkılı levhalarda R₉₇C₃'ün (62,30) R₉₄C₆ (64,33) R₉₁C₉ (66,02)'dir. Talk katkılı R₉₇T₃ (63,12), R₉₄T₆ (63,77) R₉₁T₉ (64,74)'dir. Levha üretiminde Kalsit ve Talk mineral katkılı levhalarda dolgu miktarı arttıkça levhanın ΔE değeri artmaktadır.

Fabrikada üretilen Kalsit katkılı levhasının R₉₇C₃ (60,08), R₉₄C₆ (63,11), R₉₁C₉ levhası (65,11)'dir. Talk katkılı levhanın R₉₇T₃ (59,41), R₉₄T₆ (61,33), R₉₁T₉ (65,73)'dir. Levha üretiminde Kalsit ve Talk miktarı arttıkça ΔE değeri artmaktadır. Fabrikada üretilen kontrol levhalarının ΔE değeri R₁₀₀N₀ (62,87) hesaplanmıştır. R₉₇N₃ (60,86), R₉₄N₆ (57,62), R₉₁N₉ (57,44)'dir. Boraks pentahidrat katkılı levhanın R₉₇B₃ (61,58), R₉₄B₆ (60,26) ve R₉₁B₉ levhası (58,35)'dir. Levha üretiminde Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat miktarı arttıkça ΔE değeri azaldığı görülmektedir.

Laboratuarda üretilen levhaların; R₁₀₀N₀ (%6,68), R₉₇N₃ (%9,27), R₉₄N₆ (%10,28), R₉₁N₉ (%11,69), R₉₇C₃ (%7,17), R₉₄C₆ (%8,38), R₉₁C₉ (%9,62), R₉₇T₃ (%8,32), R₉₄T₆

(%9,28), R₉₁T₉ (%10,88), R₉₇B₃ (%7,28), R₉₄B₆ (%9,17), R₉₁B₉ (%11,23 biyolojik bozulmaları ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (%6,59), R₉₇N₃ (%9,69), R₉₄N₆ (%11,28), R₉₁N₉ (%12,46), R₉₇C₃ (%7,14), R₉₄C₆ (%7,77), R₉₁C₉ (%9,38), R₉₇T₃ (%8,00), R₉₄T₆ (%8,75), R₉₁T₉ (%10,35), R₉₇B₃ (%7,09), R₉₄B₆ (%8,20), R₉₁B₉ (%11,21) biyolojik bozulmaları ölçülmüştür.

Hem laboratuvar hemde fabrikada üretilen levhaların biyolojik bozulma deneyi sonucunda, Kalsit ve Talk katkılı levhaların toprakta altı ay boyunca en az degradasyona uğradığı bulunmuştur.

Eğilme mukavemeti deney sonucu, laboratuvarda üretilen levhaların, R₁₀₀N₀(31,11 N/mm²), R₉₇N₃ (29,79 N/mm²); R₉₄N₆(24,36 N/mm²), R₉₁N₉(15,03 N/mm²), R₉₇C₃(18,58 N/mm²), R₉₄C₆(17,78 N/mm²), R₉₁C₉(21,69 N/mm²), R₉₇T₃(24,22 N/mm²), (23,49 N/mm²), R₉₁T₉(16,61 N/mm²), R₉₇B₃(24,54 N/mm²), R₉₄B₆(21,47 N/mm²), R₉₁B₉(23,42 N/mm²) eğilme direnci test sonuçları belirlenmiştir.

Fabrikada üretilen levhaların, (R₁₀₀N₀)(36,89 N/mm²), R₉₇N₃(32,87 N/mm²), R₉₄N₆(26,93 N/mm²), R₉₁N₉(23,87 N/mm²), R₉₇C₃(33,62 N/mm²), R₉₄C₆(31,30 N/mm²), R₉₁C₉(29,91 N/mm²), R₉₇T₃ (31,31 N/mm²), R₉₄T₆(27,44 N/mm²), R₉₁T₉(27,65 N/mm²), R₉₇B₃(36,64 N/mm²), R₉₄B₆(29,09 N/mm²), R₉₁B₉(27,92 N/mm²) eğilme direnci test sonuçları bulunmuştur.

Çizelge 2.8 üretim reçetesine bağlı kalınarak levhaların üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu levhaların deney sonuçları karşılaştırıldığında; eğilme mukavemeti test sonucuna göre; inorganik mineral kullanım oranı arttıkça, levhaların direnç değerinin azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek eğilme mukavemeti fabrika üretimi %₁₀₀R kontrol levhasında 36,89 N/mm² ölçülmüştür. %3 inorganik mineral katkılı levhasında en fazla eğilme mukavemeti; R₉₇B₃'de 36,64 N/mm², R₉₇C₃'da 33,62 N/mm² ile en iyi sonuçları göstermektedir. Eğilme mukavemeti en düşük R₉₇N₃'de 32,87 N/mm² ve R₉₇T₃'de 31,31 N/mm² olduğu görülmektedir. %6 katkılı levhalarının eğilme mukavemeti en fazla R₉₄C₆'da 31,30 N/mm², R₉₄B₆ 'de 29,09 N/mm² tespit edilmiştir. R₉₄T₆'de 27,44 N/mm² ve R₉₄N₆'de 26,93 N/mm² en az eğilme mukavemeti ölçülmüştür. %9 katkılı levhalarında; R₉₁C₉'de 29,91 N/mm², R₉₁B₉'de 27,92 N/mm² oranında en yüksek eğilme

mukavemeti ölçülmüştür. Bu karışım oranlarında $R_{91}T_9$ 'da 27,65 N/mm² ve $R_{91}N_9$ 'de 23,87 N/mm² en düşük eğilme mukavemeti tespit edilmiştir.

İnorganik mineraller levha taslağı içinde dolgu görevi görmektedir. %3 oranında kullanılan inorganik dolgu minareleri lifler arası boşlukları doldurmaktadır. Böylece lif –lif bağlarına fazla etki etmemektedir. Bundan dolayı %3 inorganik dolgu katkılı levhaların deney sonuçları kontrol levhasına yakın değerlerde ölçülmüştür. Fakat inorganik mineral dolgu miktarının %9 oranlarında lif-lif temas yüzeyi bağlanma alanını azaltıcı yönde etkilemesinden dolayı levhanın fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

İnorganik mineral katkılı levhalar arasında en iyi ve en yüksek eğilme mukavemetinin Kalsit katkılı levhalarda olduğu tespit edilmiştir.

Çekme mukavemeti deney sonucu, laboratuarda üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (0,575 N/mm²), $R_{97}N_3$ (0,336 N/mm²), $R_{94}N_6$ (0,270 N/mm²); $R_{91}N_9$ (0,204 N/mm²), $R_{97}C_3$ (0,508 N/mm²), $R_{94}C_6$ (0,425 N/mm²), $R_{91}C_9$ (0,522 N/mm²), $R_{97}T_3$ (0,513 N/mm²), $R_{94}T_6$ (0,402 N/mm²), $R_{91}T_9$ (0,418 N/mm²), $R_{97}B_3$ (0,505 N/mm²), $R_{94}B_6$ (0,565 N/mm²), $R_{91}B_9$ (0,418 N/mm²) çekme direnci bulunmuştur.

Fabrikada üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (0,586 N/mm²), $R_{97}N_3$ (0,485 N/mm²), $R_{94}N_6$ (0,385 N/mm²), $R_{91}N_9$ (0,321 N/mm²), $R_{97}C_3$ (0,546 N/mm²), $R_{94}C_6$ (0,488 N/mm²), $R_{91}C_9$ (0,500 N/mm²), $R_{97}T_3$ (0,528 N/mm²), $R_{94}T_6$ (0,458 N/mm²), $R_{91}T_9$ (0,324 N/mm²), $R_{97}B_3$ (0,580 N/mm²), $R_{94}B_6$ (0,538 N/mm²), $R_{91}B_9$ (0,246 N/mm²) çekme mukavemeti sonuçları belirlenmiştir.

İnorganik dolgu katkılı levha üretiminde hem laboratuvar hemde fabrikada; inorganik minerallerin kullanım yüzdeleri arttıkça levha yüzeyine dik yönde çekme mukavemeti azalmaktadır. Deney sonuçları; üretimde inorganik dolgu miktarı arttıkça levhanın çekme mukavemetinin azaldığını göstermektedir. Hem laboratuvar hemde fabrikada üretilen levhaların test sonuçları TS EN 622–5(2008) standardına yakın ve altında ölçülmüştür. İnorganik minareller levha içinde lif-lif bağ yapışabilme kabiliyetini azaltmaktadır. İnorganik mineral katkılı levhalarda; en iyi ve en yüksek çekme mukavemeti Kalsit ve Boraks pentahidrat katkılı orta yoğunlukta lif levhalarında ölçülmüştür.

Elastikiyet mukavemeti deney sonucu, laboratuvar ortamında üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (3491,5 N/mm²), $R_{97}N_3$ (3896,8 N/mm²), $R_{94}N_6$ (3171,8 N/mm²), $R_{91}N_9$ (2629,1 N/mm²), $R_{97}C_3$ (3187,8 N/mm²), $R_{94}C_6$ (2405,3 N/mm²), $R_{91}C_9$ (3370,3 N/mm²), $R_{97}T_3$ (3301,9 N/mm²), $R_{94}T_6$ (3681,3 N/mm²), $R_{91}T_9$ (2902,4 N/mm²), $R_{97}B_3$ (3174,6 N/mm²), $R_{94}B_6$ (3322,2 N/mm²), $R_{91}B_9$ (3197,7 N/mm²) dirençleri ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhalarının, $R_{100}N_0$ (3482,91 N/mm²) $R_{97}N_3$ (3164,58 N/mm²) $R_{94}N_6$ (2637,70 N/mm²) $R_{91}N_9$ (2474,21 N/mm²) $R_{97}C_3$ (3224,17 N/mm²) $R_{94}C_6$ (2909,50 N/mm²) $R_{91}C_9$ (2974,37 N/mm²) $R_{97}T_3$ (3263,31 N/mm²) $R_{94}T_6$ (2713,68 N/mm²) $R_{91}T_9$ (2795,91 N/mm²) $R_{97}B_3$ (3447,61 N/mm²) $R_{94}B_6$ (2779,26 N/mm²) $R_{91}B_9$ (2594,85 N/mm²) elastikiyet mukavemeti test sonuçları belirtilmektedir.

Levha üretiminde inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların direncinin azaldığı görülmektedir. En yüksek elastikiyet mukavemeti; fabrika üretimi (%₁₀₀R) kontrol levhasında 3.482,91 N/mm² ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en fazla elastikiyet mukavemeti; $R_{97}B_3$ 'de 3.447,61 N/mm², $R_{97}C_3$ 'de 3.224,17 N/mm² ve $R_{97}T_3$ 'de 3.263,31 N/mm² ile en iyi sonucu göstermektedir. Elastikiyet mukavemeti en düşük $R_{97}N_3$ 'de 3.164,58 N/mm² ölçülmüştür. %6 katkılı levhalarının elastikiyet mukavemeti en yüksek $R_{94}C_6$ 'de 2.909,50 N/mm² ve $R_{94}B_6$ 'de 2.779,26 N/mm² tespit edilmiştir. Fakat $R_{94}T_6$ 'de 2.713,68 N/mm² ve $R_{94}N_6$ 'de 2.637,700 N/mm² inorganik katkılı levhalarda en düşük elastikiyet mukavemeti ölçülmüştür. %9 katkılı levhalarda; $R_{91}C_9$ 'de 2.974,37 N/mm² en yüksek elastikiyet mukavemeti sonucu elde edilmiştir. Bu inorganik mineral katkılı levhalarda $R_{91}T_9$ 'de 2.795,91 N/mm², $R_{91}N_9$ 'de 2.474,21 N/mm² ve $R_{91}B_9$ 'de 2.795,91 N/mm² en az elastikiyet mukavemeti ölçülmüştür.

Laboratuvar levhalarının elastikiyet direncinin fabrika ortamındaki levhadan yüksek çıkması levha yoğunluğunun fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Orta yoğunlukta lif levhalarında yoğunluğun artması levhanın elastikiyet mukavemetini olumlu yönde etkilemektedir.

Yapılan deneylerde inorganik dolgu miktarı arttıkça bu artış oranına bağlı olarak eğilmede elastikiyet modülü azalmaktadır. Böylece inorganik dolgu mineralleri lifler arası temas ve yapışma alanını azalttığından dolayı %9 inorganik mineral katkılı levhanın elastikiyet mukavemeti en düşük çıkmıştır. Kontrol levhasının elastikiyet mukavemeti en yüksek ölçülmüştür.

Levha üretiminde dolgu miktarı arttıkça bu artışa bağlı olarak eğilme mukavemet sonuçları düşmektedir. İnorganik mineral katkıli levhalarda en iyi, en yüksek elastikiyet mukavemeti Kalsit ve Boraks pentahidrat katkıli levhalarda ölçülmüştür.

Yüzey vida mukavemeti deney sonucu, laboratuarda üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (11,43 N), $R_{97}N_3$ (12,02 N), $R_{94}N_6$ (8,56 N), $R_{91}N_9$ (8,17 N), $R_{97}C_3$ (11,37 N), $R_{94}C_6$ (13,43 N), $R_{91}C_9$ (12,56 N), $R_{97}T_3$ (13,88 N), $R_{94}T_6$ (11,78 N), $R_{91}T_9$ (9,55 N), $R_{97}B_3$ (12,75 N), $R_{94}B_6$ (14,32 N), $R_{91}B_9$ (11,97 N) yüzey vida tutma direnci ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (10,07 N), $R_{97}N_3$ (8,77 N), $R_{94}N_6$ (7,34 N), $R_{91}N_9$ (6,41 N), $R_{97}C_3$ (8,78 N), $R_{94}C_6$ (8,49 N), $R_{91}C_9$ (9,31 N), $R_{97}T_3$ (9,97 N), $R_{94}T_6$ (8,64 N), $R_{91}T_9$ (7,8 N), $R_{97}B_3$ (12,59 N), $R_{94}B_6$ (9,76 N), $R_{91}B_9$ (7,44 N) yüzey vida tutma mukavemeti test ölçüm sonuçları bulunmuştur.

Katkılı üretilen levhaların en yüksek yüzey vida tutma mukavemeti; fabrika üretimi kontrol ($\%_{100}R$) levhasında $10,07 \text{ N/mm}^2$ ölçülmüştür. $\%3$ katkıli levhaların en yüksek yüzey vida tutma mukavemeti; $R_{97}B_3$ 'de $12,59 \text{ N/mm}^2$, $R_{97}T_3$ 'da $9,97 \text{ N/mm}^2$ ve $R_{97}C_3$ 'da $8,78 \text{ N/mm}^2$ en iyi sonucu vermektedir. Fakat orta yoğunlukta lif levhalarının yüzey vida mukavemeti en düşük $R_{97}N_3$ 'de $8,77 \text{ N/mm}^2$ olduğu görülmektedir. $\%6$ katkıli levhalarının yüzey vida tutma en yüksek $R_{94}B_6$ 'da $9,76 \text{ N/mm}^2$ ve $R_{94}T_6$ 'da $8,64 \text{ N/mm}^2$ ölçülmüştür. Ancak $R_{94}C_6$ 'de $8,49 \text{ N/mm}^2$, $R_{94}N_6$ 'de $7,34 \text{ N/mm}^2$ en düşük yüzey vida mukavemeti ölçülmüştür. $\%9$ katkıli levhalarında; $R_{91}C_9$ 'de $9,31 \text{ N/mm}^2$ ve $R_{91}T_9$ 'da $7,80 \text{ N/mm}^2$ en yüksek yüzey vida tutma mukavemeti ölçülmüştür. Fakat $R_{91}B_9$ 'de $7,44 \text{ N/mm}^2$ ve $R_{91}N_9$ 'de $6,41 \text{ N/mm}^2$ en az yüzey vida tutma mukavemeti tespit edilmiştir.

Laboratuar şartlarında üretimi gerçekleşen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey vida tutma mukavemeti fabrika ortamındaki levhalara oranla yüksek çıkmaktadır. Laboratuar levhalarının yoğunluğunun fazla olmasının yüzey vida tutma mukavemetinin artmasına olumlu etki yaptığı düşünülmektedir. Levhalarda inorganik mineral miktarı arttıkça levhaların yüzey vida tutma mukavemeti azalmaktadır. İnorganik mineral katkıli levhalarda en iyi yüzey vida tutma mukavemeti Kalsit ve Boraks pentahidrat katkıli levhalarında ölçülmüştür.

Yüzey janka direnci, laboratuarda üretilen levhalarının, $R_{100}N_0$ ($78,00 \text{ N/mm}^2$), $R_{97}N_3$ ($77,35 \text{ N/mm}^2$), $R_{94}N_6$ ($75,20 \text{ N/mm}^2$), $R_{91}N_9$ ($73,60 \text{ N/mm}^2$), $R_{97}C_3$ ($69,25 \text{ N/mm}^2$),

$R_{94}C_6$ (70,65 N/mm²), $R_{91}C_9$ (76,05 N/mm²), $R_{97}T_3$ (69,90 N/mm²), $R_{94}T_6$ (71,95 N/mm²), $R_{91}T_9$ (69,20 N/mm²), $R_{97}B_3$ (72,75 N/mm²), $R_{94}B_6$ (72,40 N/mm²), $R_{91}B_9$ (72,65 N/mm²) yüzey janka test sonuçları bulunmuştur.

Fabrikada üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (81,05 N), $R_{97}N_3$ (79,60N), $R_{94}N_6$ (77,60N), $R_{91}N_9$ (75,50N), $R_{97}C_3$ (77,60N), $R_{94}C_6$ (75,40 N), $R_{91}C_9$ (78,50N), $R_{97}T_3$ (77,15 N), $R_{94}T_6$ (75,50 N), $R_{91}T_9$ (68,85N), $R_{97}B_3$ (79,60 N), $R_{94}B_6$ (77,20 N), $R_{91}B_9$ (78,50 N) yüzey janka mukavemeti deney sonuçları belirtilmektedir.

İnorganik dolgu katkılı levhalar arasında en yüksek yüzey janka mukavemeti fabrika üretimi %100R kontrol levhasında 81,05 N/mm² ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en fazla yüzey janka mukavemeti; $R_{97}B_3$ 'de 79,60 N/mm², $R_{97}N_3$ 'da 79,60 N/mm² ve $R_{97}C_3$ 'de 77,60 N/mm² ile en iyi sonuç ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti en düşük $R_{97}T_3$ 'da 77,15 N/mm² olduğu görülmektedir. %6 katkılı levhaların yüzey janka mukavemeti en yüksek $R_{94}N_6$ 'da 77,60 N/mm² ve $R_{94}B_6$ 'de 77,20 N/mm² tespit edilmiştir. Fakat %6 katkılı $R_{94}T_6$ 'de 75,50 N/mm² ve $R_{94}C_6$ 'de 75,40 N/mm² levhalarda en düşük yüzey janka mukavemeti ölçülmüştür. %9 katkılı levhalarda; $R_{91}C_9$ 'de 78,50 N/mm² ve $R_{91}B_9$ 'de 78,50 N/mm² en yüksek yüzey janka mukavemeti sonucu elde edilmiştir. Ancak %9 katkılı levhalarda $R_{91}N_9$ 'de 75,50 N/mm² ve $R_{91}T_9$ 'da 68,85 N/mm² test sonucunda en az yüzey janka mukavemeti tespit edilmiştir. Bu deney sonucunda Kalsit ve Boraks pentahidrat inorganik mineral katkılı levhalar yüzey janka mukavemeti en iyi sonucu vermektedir. Bundan dolayı fabrika ortamında üretimi gerçekleşen orta yoğunlukta lif levhaların yüzey janka mukavemeti laboratuvar ortamında üretimi gerçekleşen levhalara göre daha yüksek ölçülmüştür. Böylece fabrika makine teçhizat ve üretim parametrelerinin MDF üretimine iyileştirici etkisi olduğu düşünülmektedir. Orta yoğunlukta lif levhaların alt ve üst yoğunluğunun artması levhanın yüzey janka mukavemetini olumlu yönde etkilemektedir. İnorganik mineral katkılı levhalarda en iyi ve en yüksek yüzey janka mukavemeti Kalsit ve Boraks Pentahidrat katkılı levhalarda ölçülmüştür.

AKY Sıcaklığı test sonucu, laboratuvarda üretilen levhaların $R_{100}N_0$ (495,08°C), $R_{97}N_3$ (476,83°C), $R_{94}N_6$ (467,08°C), $R_{91}N_9$ (458,95°C), $R_{97}C_3$ (491,00°C), $R_{94}C_6$ (472,45°C), $R_{91}C_9$ (464,16°C), $R_{97}T_3$ (490,58°C), $R_{94}T_6$ (473,04°C). $R_{91}T_9$ (465,41°C), $R_{97}B_3$ (468,75°C), $R_{94}B_6$ (440,20°C), $R_{91}B_9$ (434,75°C) AKY sonuçları ölçülmüştür.

Fabrikada üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (560,21°C), R₉₇N₃ (553,29°C), R₉₄N₆ (550,16°C), R₉₁N₉ (547,54°C), R₉₇C₃ (551,16°C), R₉₄C₆ (545,12°C), R₉₁C₉ (541,87°C), R₉₇T₃ (537,87°C), R₉₄T₆ (513,95°C), R₉₁T₉ (470,08°C), R₉₇B₃ (491,91°C), R₉₄B₆ (434,04°C), R₉₁B₉ (428,91) AKY sıcaklığı ölçülmüştür.

İnorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı karşılaştırıldığında inorganik dolgu miktarı arttıkça AKY sıcaklığına karşı direnç göstermektedir. En yüksek AKY sıcaklığı fabrika üretimi kontrol levhasında (%₁₀₀R)'de (560,21°C) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalarda en düşük AKY sıcaklığı; R₉₇B₃'de 491,91°C ve R₉₇T₃'de 537,87°C tespit edilmiştir. Fakat AKY sıcaklık en yüksek R₉₇N₃'de 553,29°C ve R₉₇C₃'de 551,16°C ölçülmüştür. %6 katkılı levhalarda AKY sıcaklık en düşük R₉₄B₆'de 434,04°C ve R₉₄T₆'de 513,95°C tespit edilmiştir. Ancak R₉₄N₆'de 550,16°C ve R₉₄C₆'de 545,12°C AKY sıcaklığı en yüksek ölçülmüştür. %9 katkılı levhalarında; R₉₁B₉'de 428,91°C ve R₉₁T₉'de 470,08°C AKY sıcaklığı en düşük tespit edilmektedir. Fakat %9 katkılı levhalarda R₉₁C₉'de 541,87°C ve R₉₁N₉'de 547,54°C oranında en yüksek AKY sıcaklığı ölçülmüştür.

Orta yoğunlukta lif levhalarında inorganik mineral miktarı arttıkça AKY sıcaklığı azalmaktadır. Bundan dolayı MDF üretiminde kullanılan Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik minerallerin bünyelerinde ısıyı absorbe ettiği ve yanmaya karşı dirençli olduğu görülmektedir. Orta yoğunlukta lif levhaların yanmaya karşı direnç göstermesinin inorganik minerallerin kimyasal yapısından kaynaklandığı sanılmaktadır. Laboratuvar ortamında üretilen inorganik mineral katkılı levhaların AKY sıcaklığı değeri fabrika ortamında üretilen levhaların düşük ölçülmüştür. Bu farkın fabrika ortamında üretilen levhaların üretim parametrelerinden ve levhaların yoğunluk farkından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. İnorganik mineral katkılı levhalarda en düşük AKY sıcaklığının Boraks Pentahidrat, Kalsit ve Talk katkılı levhalar olduğu tespit edilmiştir.

KKY sıcaklığı test sonucu, laboratuvar ortamında üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (631,53°C), R₉₇N₃ (625,93°C), R₉₄N₆ (608,25°C), R₉₁N₉ (590,61°C), R₉₇C₃ (629,07°C), R₉₄C₆ (621,64°C), R₉₁C₉ (617,60°C), R₉₇T₃ (615,50°C), R₉₄T₆ (594,58°C), R₉₁T₉ (574,35°C), R₉₇B₃ (561,91°C), R₉₄B₆ (536,09°C), R₉₁B₉ (372,95°C) KKY sıcaklığı test sonuçları bulunmuştur.

Fabrikada üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (662,57°C), $R_{97}N_3$ (570,68°C), $R_{94}N_6$ (566,12°C), $R_{91}N_9$ (566,12°C), $R_{97}C_3$ (652,31°C), $R_{94}C_6$ (624,66°C), $R_{91}C_9$ (609,56°C), $R_{97}T_3$ (609,28°C), $R_{94}T_6$ (584,93°C), $R_{91}T_9$ (493,12°C), $R_{97}B_3$ (634,89°C), $R_{94}B_6$ (559,93°C), $R_{91}B_9$ (450,47°C) KKY sıcaklığı test sonuçları belirtilmektedir.

Kalsit, Talk, Boraks pentahidrat ve Kaya tuzu inorganik minerallerin %0, %3, %6 ve %9 katkılı levhaların üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu levhalar karşılaştırıldığında; inorganik mineral kullanım oranı arttıkça KKY sıcaklığı yanmaya karşı direnç göstermektedir. En yüksek KKY sıcaklığı fabrika üretimi kontrol levhası % $_{100}R$ 'de 662,57°C ölçülmüştür. %3 katkılı levhalarda en düşük KKY sıcaklığı; $R_{97}N_3$ 'de 570,68°C ve $R_{97}C_3$ 'de 551,16°C'de tespit edilmiştir. Fakat KKY sıcaklık en yüksek $R_{97}B_3$ 'de 634,89°C ve $R_{97}T_3$ 'de 609,28°C ölçülmüştür. %6 katkılı levhalarda KKY sıcaklığı en düşük $R_{94}B_6$ 'de 559,93°C ve $R_{94}N_6$ 'de 566,11°C tespit edilmiştir. Fakat $R_{94}T_6$ 'de 584,93°C ve $R_{94}C_6$ 'de 624,66°C inorganik katkılı levhalarda KKY sıcaklığı en yüksek tespit edilmiştir. %9 katkılı levhalarda; $R_{91}B_9$ 'de 450,47°C ve $R_{91}T_9$ 'de 493,12°C oranında en düşük KKY sıcaklığı ölçülmüştür. Ancak bu karışım oranlarında $R_{91}C_9$ 'da 622,35°C ve $R_{91}N_9$ 'de 556,56°C en yüksek KKY sıcaklığı ölçülmüştür.

KKY sıcaklık değerinin düşmesi Kaya tuzu, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat inorganik minerallerinin kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Hem laboratuvar hemde fabrika ortamında üretilen levhaların KKY sıcaklık değerleri birbirine yakın sonuç vermektedir. Bu deneyde; en düşük KKY sıcaklığın Boraks pentahidrat, Talk ve Kaya tuzu katkılı levhalarda olduğu tespit edilmiştir.

KHY sıcaklığı testi sonucu, fabrikada üretilen levhaları, $R_{100}N_0$ (652,57°C), $R_{97}N_3$ (251,84°C), $R_{94}N_6$ (235,76°C), $R_{91}N_9$ (203,07°C), $R_{97}C_3$ (490,00°C), $R_{94}C_6$ (480,50°C), $R_{91}C_9$ (465,00°C), $R_{97}T_3$ (396,50°C), $R_{94}T_6$ (380,50°C), $R_{91}T_9$ (188,50°C), $R_{97}B_3$ (400,58°C), $R_{94}B_6$ (353,75°C), $R_{91}B_9$ (237,50°C) KHY sıcaklığı test sonuçları belirtilmiştir.

Fabrika ortamında üretilen katkılı levhalar karşılaştırıldığında, inorganik mineral kullanım oranı arttıkça KHY sıcaklığının azaldığı görülmektedir. En yüksek KHY sıcaklığı fabrika üretimi referans levhası (% $_{100}R$)'de 302,42°C ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en düşük KHY sıcaklığı; $R_{97}N_3$ 'de 154,36°C ve $R_{97}T_3$ 'de 267,00°C'de tespit edilmiştir. KHY sıcaklık en yüksek $R_{97}B_3$ 'de 281,16°C ve $R_{97}C_3$ 'de 271,00°C'de

ölçülmüştür. %6 katkılı levhalarda KHY sıcaklık en düşük $R_{94}B_6$ 'de $353,75^{\circ}C$ ve $R_{94}N_6$ 'de $235,76^{\circ}C$ tespit edilmiştir. Fakat %6 katkılı $R_{94}T_6$ 'de $380,50^{\circ}C$ ve $R_{94}C_6$ 'de $480,50^{\circ}C$ KHY sıcaklık en yüksek tespit edilmiştir. %9 katkılı levhalarda; $R_{91}B_9$ 'de $237,50^{\circ}C$, $R_{91}T_9$ 'de $188,57^{\circ}C$ ve $R_{91}N_9$ 'de $203,07^{\circ}C$ oranında en düşük KHY sıcaklığı ölçülmüştür. Ancak %9 katkılı $R_{91}C_9$ 'da $450,00^{\circ}C$ oranında en yüksek KHY sıcaklığı tespit edilmiştir.

Orta yoğunlukta lif levhalarda inorganik mineral miktarı arttıkça KHY sıcaklığı azalmaktadır. İnorganik mineral katkılı levhalarda en düşük KHY sıcaklığının Kaya tuzu, Talk ve Boraks Pentahidrat katkılı levhalar olduğu tespit edilmiştir.

KHY Zaman testi sonucu, laboratuara üretilen levhaların, $R_{100}N_0$ (67,50 dk), $R_{97}N_3$ (65,50 dk), $R_{94}N_6$ (62,75 dk), $R_{91}N_9$ (58,25dk), $R_{97}C_3$ (65,5 dk), $R_{94}C_6$ (64,00 dk), $R_{91}C_9$ (63,5dk), $R_{97}T_3$ (63,75dk) $R_{94}T_6$ (65,75dk), $R_{91}T_9$ (66,50dk), $R_{97}B_3$ (67,25 dk), $R_{94}B_6$ (65,75dk), $R_{91}B_9$ (64,00dk) KHY süreleri bulunmuştur.

Fabrikada üretilen katkılı levhaların, $R_{100}N_0$ (64,33 dk), $R_{97}N_3$ (68,50 dk), $R_{94}N_6$ (64 dk), $R_{91}N_9$ (59 dk), $R_{97}C_3$ (73 dk), $R_{94}C_6$ (69,75 dk), $R_{91}C_9$ (65,25 dk), $R_{97}T_3$ (70,75 dk), $R_{94}T_6$ (72,50 dk), $R_{91}T_9$ (75,25 dk), $R_{97}B_3$ (71,75 dk), $R_{94}B_6$ (67 dk), $R_{91}B_9$ (58,75 dk) KHY zamanı ölçülmüştür.

Hem laboratuvar hemde fabrikada İnorganik dolgu katkılı levhalar üretilmiştir. KHY zaman değerleri fabrika üretimi kontrol levhası ($\%_{100}R$)'de 64,33 (dk) ölçülmüştür. %3 katkılı levhalarda en düşük KHY zaman değerleri; $R_{97}N_3$ 'de 58,70 (dk) ve $R_{97}B_3$ 'de 68,25 (dk) tespit edilmiştir. Fakat %3 katkılı levhaların KHY zaman değerleri en yüksek $R_{97}C_3$ 'de 69,75 (dk) ve $R_{97}T_3$ 'de 71,75 (dk) ölçülmüştür. %6 katkılı levhalarda KHY zaman değerleri en düşük $R_{94}C_6$ 'de 65,00 (dk) ve $R_{94}N_6$ 'de 67,00 (dk) tespit edilmiştir. Ancak %6 katkılı levhalarda KHY zaman değerleri en yüksek $R_{94}B_6$ 'de 71,50 (dk) ve $R_{94}T_6$ 'de 75,00 (dk) tespit edilmiştir. %9 katkılı levhalarda KHY zamanı en düşük $R_{91}B_9$ 'de 58,50 (dk), $R_{91}T_9$ 'de 70,25 (dk) ve $R_{91}N_9$ 'de 59,00 (dk) ölçülmüştür. Fakat %9 katkılı levhalarda en yüksek KHY zamanı $R_{91}C_9$ 'da 73,00 (dk) tespit edilmiştir.

İnorganik mineralli levhalar arasında Kaya tuzu ve Boraks pentahidrat katkılı levhaların en düşük KHY zamanı olduğu tespit edilmiştir.

AKY l x deney sonucu, laboratuarda üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (232,46 l x), R₉₇N₃ (223,62 l x), R₉₄N₆ (233,7 l x), R₉₁N₉ (241,37 l x), R₉₇C₃ (239,58 l x), R₉₄C₆ (233,71 l x), R₉₁C₉ (230,54 l x), R₉₇T₃ (246,2 l x), R₉₄T₆ (243,37 l x), R₉₁T₉ (226,04 l x), R₉₇B₃ (221,37 l x), R₉₄B₆ (217,21lux), R₉₁B₉ (219,12 l x) AKY l x (ışık yoğunluğu) test sonuçları belirtilmektedir.

Fabrikada  retilen MDF'nin R₁₀₀N₀ (309,00 l x), R₉₇N₃ (284,91 lux), R₉₄N₆ (281,91 l x), R₉₁N₉ (281,33 lux), R₉₇C₃ (254,40 lux), R₉₄C₆ (269,71 l x), R₉₁C₉ (276,08 lux), R₉₇T₃ (267,87 l x), R₉₄T₆ (263,00 l x), R₉₁T₉ (269,33 l x), R₉₇B₃ (251,04 lux), R₉₄B₆ (241,62 l x), R₉₁B₉ (239,04 l x) AKY ışık yoğunluğu bulunmuştur.

Hem laboratuar hemde fabrikada katkılı orta yoğunlukta lif levhaların üretimi gerçekleşmiştir. Bu levhalar kar ıla tırıldı ında inorganik dolgu kullanım oranı en yüksek AKY lux değeri fabrika üretimi kontrol levhası (%₁₀₀R)'de 309,00  l  lm  tur. %3 katkılı levhaların en düşük AKY l x değeri R₉₇B₃'de 251,04 ve R₉₇C₃'de 254,40 tespit edilmiştir. Fakat %3 katkılı AKY ışık yoğunluğu en yüksek R₉₇N₃'de 284,91 ve R₉₇T₃'de 367,87  l  lm  tur. %6 katkılı levhaların AKY ışık yoğunluğu en düşük R₉₄B₆'de 241,62 ve R₉₄T₆ 'de 263,00 tespit edilmiştir. Ancak %6 katkılı en yüksek AKY ışık yoğunluğu R₉₄C₆'de 269,71 ve R₉₄N₆'de 281,91  l  lm  tur. %9 katkılı levhaların en düşük AKY ışık yoğunluğu R₉₁B₉'de 239,04 ve R₉₁T₉'de 269,33 görülmektedir. Fakat %9 katkılı levhalarda en yüksek AKY ışık yoğunluğu R₉₁C₉'da 276,08 ve R₉₁N₉'de 281,33 ölçümleri tespit edilmiştir.

Orta yoğunlukta lif levhalarında inorganik dolgu miktarı arttıkça AKY ışık yoğunluğu azalmakta ve koyu duman çıkmaktadır. Böylece ışık yoğunluğu azalmaktadır. Kalsit, Kaya tuzu ve Talk katkılı levhalarda en yüksek AKY ışık yoğunluğu tespit edilmiştir.

KKY l x sonucu, laboratuarda üretilen levhaların R₁₀₀N₀(280,73 l x) R₉₇N₃ (267,33 l x) R₉₄N₆ (264,97 lux) R₉₁N₉ (268,81 l x) R₉₇C₃ (271,44 l x) R₉₄C₆ (271,32 l x) R₉₁C₉ (275,25 l x) R₉₇T₃ (280,11 l x) R₉₄T₆ (277,21 l x) R₉₁T₉ (261,61 l x) R₉₇B₃ (260,53 l x) R₉₄B₆ (271,94 l x) R₉₁B₉ (253,47 l x) KKY l x (ı ık yo unlu u) deney sonu ları belirtilmi tir.

Fabrikada  retilen levhaların R₁₀₀N₀ (302,42 l x), R₉₇N₃ (264,05 l x), R₉₄N₆ (270,98 l x), R₉₁N₉ (272,78 l x), R₉₇C₃ (266,81 l x), R₉₄C₆ (274,31 l x), R₉₁C₉ (284,31 lux),

R₉₇T₃ (265,44 l x), R₉₄T₆ (270,38 l x), R₉₁T₉ (265,15 l x), R₉₇B₃ (281,75 l x), R₉₄B₆ (285,68 l x), R₉₁B₉ (271,04 l x), KKY l x (          ) test sonuçları bulunmuştur.

 norganik mineral katkılı levhaların üretimi gerçekleşmiştir. Bu levhalar KKY l x değeri kar ıla tırıldı ında; fabrika üretimi kontrol levhası (%₁₀₀R)'de 302,42 l x           . %3 katkılı levhaların en d      KKY l x değer. R₉₇N₃'de 264,04 l x ve R₉₇T₃'de 265,44 l x tespit edilmiştir. Ancak %3 katkılı R₉₇C₃'de 266,81 l x ve R₉₇B₃'de 281,75 l x en y                . %6 katkılı levhaların R₉₄N₆'de 270,98 l x ve R₉₄T₆'de 270,38 l x en d                 tespit edilmiştir. Fakat %6 katkılı levhalar R₉₄C₆'de 274,31 l x ve R₉₄B₆'de 285,68 l x) en y                 g          . %9 katkılı levhaların; R₉₁B₉'de 271,04 l x ve R₉₁T₉'de 265,15 l x en d                 g          . Fakat %9 katkılı R₉₁C₉'da 272,77 l x ve R₉₁N₉'de 279,59 l x en y                 tespit edilmiştir.  norganik mineral katkılı levhalarda en y      KKY l x değeri Kalsit, Kaya tuzu, Talk katkılı levhalarda g          .

KHY l x sonucu, fabrikada üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (302,57 l x), R₉₇N₃ (154,36 l x), R₉₄N₆ (228,21 l x), R₉₁N₉ (201,26 l x), R₉₇C₃ (271,00 l x), R₉₄C₆ (276,21 l x), R₉₁C₉ (283,50 l x), R₉₇T₃ (267,00 l x), R₉₄T₆ (265,50 l x), R₉₁T₉ (216,68 l x), R₉₇B₃ (281,16 l x), R₉₄B₆ (226,12 l x), R₉₁B₉ (250,00 l x) KHY            deney sonuçları belirtilmiştir.

 norganik katkılı levhaların KHY            deneyinde; inorganik dolgu miktarı arttıkça KHY            azalmaktadır. B      yanma esnasında koyu duman oluşmaktadır. KHY testinde Kalsit katkılı levhalarda en iyi            tespit edilmiştir. Fakat Kaya tuzu, Boraks pentahidrat ve Talk mineral katkılı levhalarda KHY            azalmakta ve koyu duman oluşmaktadır.

Ağırlık kaybı sonucu; laboratuarda üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (%97,25), R₉₇N₃ (%95,55), R₉₄N₆ (%93,25), R₉₁N₉ (%91,23), R₉₇C₃ (%95,65), R₉₄C₆ (%93,95), R₉₁C₉ (%91,60), R₉₇T₃ (%95,90), R₉₄T₆ (%93,95), R₉₁T₉ (%91,55), R₉₇B₃ (%95,00), R₉₄B₆ (%93,15), R₉₁B₉ (%90,95) yanma işlemi sonucu ağırlık kayıpları bulunmuştur.

Fabrikada üretilen levhaların, R₁₀₀N₀ (%96,35), R₉₇N₃ (%95,35), R₉₄N₆ (%94,35), R₉₁N₉ (%93,30), R₉₇C₃ (%95,60), R₉₄C₆ (%94,10), R₉₁C₉ (%93,25), R₉₇T₃ (%95,60), R₉₄T₆

(%94,85), $R_{91}T_9$ (%92,80), $R_{97}B_3$ (%95,75), $R_{94}B_6$ (%94,45), $R_{91}B_9$ (%91,15) Yanma işlemi sonucu ağırlık kayıpları belirtilmektedir.

İnorganik dolgu katkılı levhaların üretimi gerçekleşmiştir. Bu levhalar karşılaştırıldığında; fabrika üretimi kontrol levhasının ($\%_{100}R$)’de %96,35 ağırlık kaybı ölçülmüştür. %3 katkılı levhaların en düşük ağırlık kaybı yüzdesi; $R_{97}N_3$ ’de %95,35, $R_{97}C_3$ ’de %95,60 ve $R_{97}T_3$ ’de %95,60 tespit edilmiştir. Fakat %3 katkılı levhalarda en yüksek ağırlık kaybı yüzdesi $R_{97}B_3$ ’de %95,75 ölçülmüştür. %6 katkılı levhaların ağırlık kaybı yüzdesi en düşük $R_{94}C_6$ ’de %94,10 ve $R_{94}B_6$ ’de %94,48 tespit edilmiştir. Fakat %6 katkılı levhalarda ağırlık kaybı yüzdesi $R_{94}N_6$ ’de %94,85 ve $R_{94}T_6$ ’de %94,85 en yüksek sonuç elde edilmiştir. %9 katkılı levhaların; $R_{91}B_9$ ’de %91,15 ve $R_{91}T_9$ ’de %92,80 oranında en düşük ağırlık kaybı ölçülmüştür. Ancak %9 katkılı levhalar arasında $R_{91}C_9$ ’da %93,25 ve $R_{91}N_9$ ’de %93,30 oranında en yüksek ağırlık kaybı tespit edilmiştir. İnorganik dolgu katkılı levhalarda en fazla ağırlık kaybı Kaya tuzu, Kalsit ve Talk katkılı levhalarda görülmektedir.

Korozyon deney sonucu, Boraks pentahidrat korozyonu; %3 Boraks pentahidrat içerisinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. Fakat iki metal arasında oldukça az korozyon direnç farkı vardır. ST-37 gibi düşük karbon çeliklerinin kullanımı kesinlikle bu ortam için uygun değildir. %6 Boraks pentahidrat 60°C ortamında AISI 304, AISI 316 göre daha az korozyona uğramıştır. %9 Boraks pentahidrat içerisinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. %9 Boraks pentahidrat ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Dolayısıyla AISI 316> AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin %9 Boraks pentahidrat ortamında dayanıklı olduğu söylenebilir. %9 Boraks pentahidrat ortamında korozyon hızı oldukça yavaşlamıştır. %9 ile %6 ortamlarında hesaplanan R_{ct} Değerleri birbirine yakın olmuştur. Bunun sebebi %9 Boraks pentahidrat’ın 60°C derecede çözelti haline gelmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca deney esnasında referans elektrotun sürekli Boraks pentahidrat ile kaplandığı görülmüştür. Yüksek sıcaklıkta Boraks pentahidrat mekanizmasından hidratların ayrılmış olması olasıdır. Bu çözelti analizleriyle ortaya konulabilir. Sonuç olarak AISI 316 alaşımının kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Kaya tuzu korozyonu; %3 Kaya tuzu içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. %6 Kaya tuzu ortamı %3 lük ortama göre daha korozif bir etki yapmıştır. Rct değeri %30 azalmıştır. %6 Kaya tuzu içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. Fakat AISI 316 Rct değeri düşmektedir. %6 Kaya tuzu ortamında korozyon mekanizması son derece hızlı olmuştur. Bunun nedeni metal yüzeyinde oluşan pasif tabakanın kırılmasıdır. ST-37 %3 ve %6 da kullanılması kesinlikle uygun değildir. %9 Kaya tuzu içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. %9 Kaya tuzu ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde, yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Dolayısıyla AISI 316>AISI 304>ST-37 şeklinde sıralanmaktadır.

Kalsit korozyonu; %3 ve %6 Kalsit miktarındaki artışa bağlı olarak korozyon hızında azalma olduğu görülmüştür. Bunun sebebi suda çözünen O₂ miktarının azalmasıdır. ST-37 diğer numunelere göre daha çok korozyona uğramıştır. %9 Kalsit ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde, yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Dolayısıyla AISI 316>AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin %9 Kalsit ortamında dayanıklı olduğu söylenebilir. %9 Kalsit içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. Korozyon hızı ST-37 baz alındığında AISI 316 numunesi %60 daha dayanıklıdır. Aynı şekilde AISI 304 numunesi de ST-37 ye göre %40 daha dayanıklıdır.

Talk korozyonu; %3 Talk içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. Talk ortamına göre korozyon mekanizması daha yavaş gerçekleşmektedir. %6 Talk ortamı %3 lük ortama göre daha korozif bir etki yapmıştır. %6 Talk içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. %6 Talk ortamında korozyon mekanizması son derece hızlı olmuştur. Çözelti içersindeki Talk miktarı %6 lık konsantrasyonda aşındırıcı etki yapmıştır. ST-37 alaşımı AISI 304 ve AISI 316'ya kıyasla yük transfer dirençleri oldukça düşük çıkmıştır. ST-37 kullanımı Talk çözeltileri için uygun değildir. %9 Talk içersinde AISI 316 paslanmaz çeliğin kullanımı daha uygundur. %9 Talk ortamında metal numunelerin yük transfer dirençleri incelendiğinde, yük transfer direnci ne kadar büyük ise metal o kadar korozyona karşı dirençli demektir. Dolayısıyla AISI 316>AISI 304>ST-37 şeklinde metallerin %9 Talk ortamında

dayanıklı olduğu görülmektedir. %9 Talk ortamında korozyon hızı oldukça yavaşlamıştır.

MDF üretiminde kullanılan inorganik minerallerin maliyet analizi; Çizelge 3.376 verilerine göre inorganik minerallerden Kaya tuzu ve Kalsit kg fiyatları biokütleyle göre daha düşük fiyat olmasından dolayı bir m³ MDF üretim maliyetini düşürmekte ve bu hesaplamaaya ait veriler Çizelge 3.381’de gösterilmektedir. Çizelge 3.381’deki verilere göre inorganik mineraller satırındaki pozitif veriler bir m³ MDF üretimindeki karı göstermektedir. Fakat Talk ve Boraks pentahidrat fiyatının biokütleyle göre yüksek olmasından dolayı negatif veriler bulunmuştur. Bu inorganik mineraller kullanıldığı zaman bir m³ MDF üretimindeki zararı göstermektedir.

Kaya tuzu, Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk’ %3’lük inorganik mineraller orta yoğunlukta lif levha üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılmasına uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak fiziksel özelliklerden su alma ve suda şişme standardın üzerinde ölçülmüştür. Orta yoğunlukta lif levhalarında bu olumsuzluğun levha üretimi sırasında levhada su alma ve suda şişmeyi önleyici parafin ve hidrofobik maddelerin kullanım oranını artırılarak giderilebilir. Diğer fiziksel, yanma, mekanik ve teknolojik testler standardın üzerinde ölçülmüştür.

Kalsit, Boraks pentahidrat, Talk’ın %6’lık inorganik dolgu minerallerin levha üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılmasına uygun olduğu belirlenmiştir. Fiziksel, yanma, mekanik ve teknolojik, korozyon test sonuçlarının ilgili standartlara uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak Kaya tuzu inorganik minerali %6, %9 karışımının MDF üretiminde uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Kalsit, Boraks pentahidrat, %9’luk inorganik minerallerinin dolgu maddesi olarak MDF üretiminde kullanılmasına uygun olduğu belirlenmiştir. Fiziksel, mekanik ve teknolojik, yanma, korozyon test sonuçlarının ilgili standartlara uyumlu olduğu bulunmuştur. Ancak Kaya tuzu ve Talk inorganik minerallerinin %9 karışımının MDF üretiminde uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Kaya tuzu inorganik mineralinin %9’luk karışımı AISI 316 çeliğinde kullanılması uygundur. Fakat AISI 304 ve ST-37 çeliklerinde uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Boraks pentahidrat, Kalsit ve Talk’ın %3, %6, %9 inorganik mineral çözeltilerinin metal numuneleri üzerindeki yük transfer dirençleri incelendiğinde, AISI 316> AISI 304>ST-

37 şeklinde sıralanmaktadır. Böylece metallerin her üç inorganik minerallerin ortamında dayanıklı olduğu söylenebilir. Bu inorganik minerallerin metal çeliğinin yüzeylerine korozotif etkisi açısından sakınca olmadığı belirtilmiştir.

MDF üretiminde kullanılan inorganik minerallerin maliyet analizini hesaplamaları sonucunda inorganik minerallerden Kalsit katkılı üretilen levhaların fiziksel, mekanik, yanma, parlaklık ve renk değişimi, korozyon testlerindeki iyileştirici sonuçları bulunmuştur. Bu iyileştirici özelliklerinin yanında bir m³ MDF üretimindeki karı bulunmuştur. Böylece inorganik minerallerden Kalsit'in %3, %6, %9 karışım oranlarında MDF üretiminde kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2 ÖNERİLER

Kalsit katkılı üretilen MDF panellerinin fiziksel, mekanik, yanma, parlaklık, renk değişimi ve korozyon test sonuçlarının MDF üretimine uygun oldukları görülmüştür. Böylece inorganik minerallerden Kalsit MDF üretiminde değerlendirilebilir.

Talk ve Boraks pentahidrat katkılı üretilen MDF (orta yoğunlukta lif levha)'lerin fiziksel, mekanik, yanma, testlerindeki iyileştirici sonuçlar bulunmuştur. Bu minerallerin üretim maliyetleri düşürülebilirse, MDF üretiminde kullanılabileceği görülmüştür. Diğer yandan, boraks pentahidrat ve talk inorganik minerallerin yanmaya karşı dirençli olması, her iki mineralden üretilen levhaları, yanmaya dayanıklı daha yüksek katma değerli ürün olarak pazara sunulabilir.

MDF (orta yoğunlukta lif levha)'nin üretiminde; Kalsit ve Talk inorganik dolgu minerallerinin yüzdelik oranları arttırılması ile renk değişimi, beyazlık ve parlaklık armaktadır. Bu inorganik dolgu mineralleri, MDF üretiminde beyazlık ve parlaklık istenen ürünlerde değerlendirilebilir.

Kalsit, Boraks pentahidrat ve Talk katkılı (%3, %6, %9) ve %3'lük Kaya tuzu kullanılarak üretilen levhaların testleri TS EN 622-5 (2008) standardına göre, kabul edilebilir sınırlarda bulunmuştur. Böylece orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretiminde inorganik mineraller belirlenen oranlarda kullanılabilir.

MDF üretiminde ülkemizin yeraltı zenginliklerinden kalsit, boraks pentahidrat, Talk ve Kaya tuzu inorganik minerallerin lignoselülozik hammaddeye alternatif kaynak olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. MDF üretim sektörü, bu mineralleri alternatif hammadde olarak değerlendirmelidir.

Kaya tuzu inorganik mineralinin, AISI 316, AISI 304, ST-37 çeliklerinde korozitif etki göstermesinden dolayı %6, %9 oranlarının kullanılmasının uygun olmadığı görülmüştür.

MDF üretiminde, Kalsit, Talk ve Boraks pentahidrat (%3, %6, %9) ve Kaya tuzu (%3)'lük karışım oranları MDF üretim prosesinde kullanılan metal aksamlara, korozatif etki göstermemektedir. Sonuç olarak bu mineraller üretimde kullanılmasının korozyon bakımından herhangi bir sakıncası yoktur.

KAYNAKLAR

- Abdul Khalil, H.P.S., Preliminary study on enhanced properties and biological resistance of chemically modified acacia Spp. *BioResources*, 5(49) **(2010)** 2720-2737.
- Ahmad, S.H., Bonnia, N.N., Ali, E.S. and Zakaria, S. Eco-medium density fiberboard hybrid using empty fruit bunch and rubber wood fibre, *Appita*, **(2005)** 531-536.
- Akbulut, T., Çeşitli faktörlerin yatay preslenmiş yongalevhaların özellikleri üzerine etkisi, *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **(1995)**.
- Akbulut, T., Lif levha endüstrisi ders notu, İ.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul (Basılmamıştır), **(2001)**.
- Akbulut, T., Hızıroğlu, S., Ayrılmış, N., Surface absorption, surface roughness, and formaldehyde emission of Turkish medium density fiberboard, *Forest products journal*, 50 (6) **(2000)** 45–48.
- Akbulut T., Nami Kartal S., Green-In. F., Fiberboards Treated With N'-N '(1,8-Naphthyl) Hydroxylamine (Nha-Na), Borax, And Boric Acid, *Forest Products Journal*, Vol. 54, Sayı. 10 **(2004)** 59-64.
- Akgül, M., Üner, B., Korkut, S., Çamlıbel, O., The effect of dust content on the properties of medium density fiberboard. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10(4) **(2007)** 607-611.
- Akgül, M., Medium density fiberboards manufactured from corn stalks, *D.Ü., Ormancılık Dergisi*, (Journal of Forestry), 5(2) **(2009)** 95-103.
- Akgül M., Çamlıbel, O., The Manufacture of medium density fiberboards using rhododendron (*R. Ponticum L.*) biomass. *Building and Environment*, 43 **(2008)** 438-443.
- Akgül M., Güler C., Investigation of MDF (medium density fiberboard) manufacturing possibilities from corn stalks and young wood of *Pinus Nigra L.*, Proje No: K 120200. DPT, **(2004)**.
- Akgül M, Güler C, Uner B., "Opportunities in utilization of agricultural residues in bio-composite production: corn stalk (*zea mays indurata* sturt) and oak wood (*Quercus*

Robur L.) fiber in medium density fiberboard" *African J. Biotechnol*, 9(32) **(2010)** 5090-5098

Aksen, L.H., Çesitli selüloz ve atık kagıtlardan alçili levha üretimi **(1999)**

Alma, H.M., Efe, T.F., Akpınar, A., Ayçiçeği bitkisi (*Helianthus Annus L.*) saplarının izolasyon levha üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması. San-Tez Projesi**(2008)**.

Alma, M. H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, H., Tutuş, A., Properties of cotton carpel-based paticleboards ind.Crops Prod.22, **(2005)** 141-149.

Altuntas, E.,2008., Borlu Polimer-Odun Kompozitler. *Yüksek Lisans Tezi*. Kahraman Maraş

Andrews, C.K., The influence of furnish moisture content and press closure rate on the formation of the vertical density profile in oriented strandboard: Relating the vertical density profile to bending properties, dimensional stability and bond performance, *MS. Thesis*, The University of Tennessee, TN, USA, **(1998)**.

Andrews, C.K., Winistorfer, P.M., Bennett, R.M., The influence of furnish moisture content and press closure rate on the formation of the vertical density profile in oriented strandboard, *Forest products journal*, 51 (5) **(2001)** 32–39.

Anonim, <http://www.wbpionline.com>. (Erişim Tarihi: 01 Ekim **2012a**).

Anonim, <http://www.plasturko.com>. (Erişim Tarihi: 05 Kasım **2012b**).

Anonim, <http://www.turkiyetuz.com>. (Erişim Tarihi: 07 Kasım **2012c**).

Anonim, <http://www.maden.org.tr/www/7.BYKP/ekutup96/0480/talk/talk.htm> (Erişim Tarihi: 02.Kasım **2012d**).

Anonim, <http://en.wikipedia.org/wiki/Talk:Mineral> (Erişim Tarihi: 02. Kasım **2012e**).

Anonim, <http://www.mindat.org/picindex.phpc=T>. (Erişim Tarihi: 02. Kasım **2012f**).

Anonim, <http://www.maden.org.tr>. (Erişim Tarihi: 010. Kasım **2012g**).

Anonim, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/c95fa5740ba01a8_ek.pdf (Erişim Tarihi: 1. Kasım **2012h**).

Anonim, <http://www.webhatti.com/egitim-ve-arastirma/646008-kirectaslari.html> (Erişim Tarihi: 11. Kasım **2012i**).

Anonim, <http://www.nutrition.jbpub.com>(Erişim Tarihi: 30. Kasım **2012j**).

- Aro, M., Wood strand cement board university of minnesota duluth natural resources research institute 5013 miller trunk highway, duluth, Minnesota, USA 55811, **(2008)**.
- Ashori, A., Nourbakhsh, A., Effects of nanoclay as a reinforcement filler on the physical and mechanical properties of wood-based composite. *Journal of composite materials* 43: **(2009)** 1869–1875.
- Aslan. M., Kalaycıoğlu, H., Çimentolu kompozit levhalar. *Laminart, Mobilya Dekorasyon & Sanat & Tasarım*, İstanbul, (33) **(2005)** 102-108.
- Arslan, M. B., Karakus, B., Güntekin, E., Tarımsal atıklardan lif ve yonga levha üretimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 9(12) **(2007)** 54-62.
- Aslan, M., Şubat İçme suyu arıtma çamurunun çimentolu yongalevha üretiminde kullanımı, *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ, FBE, Trabzon, **(2007)**.
- ASTM E 160–50, Combustible properties of treated wood by the crib test. American National Standard, **(1975)**.
- Arslan, A.R., Doruk, S., Ayan, S., Tutkal hattına katılan sodyumborata çözeltisinde bazı ağaç türlerinin yanma direnci belirlenmesi. İleri Teknolojiler Sempozyumu (İats'09), 13-15 Mayıs **(2009)** Karabük, Türkiye © İats'09, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye
- Atılğan, A., Peker, H., Çeşitli emprenye maddelerinin mobilya ve yapı endüstrisinde kullanılan odun türlerinin bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri Artvin Çoruh Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1) **(2012)** 67-78.
- Atchison, J. E., Data on non-wood plant fibers, In: Properties of fibrous raw materials and their preparation for pulping, (Kocurek, m.J., -eds.), Joint textbook com.of the paper industry, Vol.3, Tappi Press, Atlanta, **(1993)** 157-174.
- Ayrılmış, N., MDF'nin teknolojik özellikleri üzerine ağaç türünün etkisi, *Yüksek lisans tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **(2000)**
- Ayrılmış, N., Çeşitli kimyasalların bazı ahşap levha ürünlerinde yanma ve teknolojik özellikler üzerine etkisi, *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **(2006)**.
- Batalla, L., Nunez A.J., Marcovich, N.E., Particleboard from peanuts-shell flour. *J.Appl.Polym. Sci.* 97 **(2005)** 916-923.

- Baysal, E., O.Goktas, H. Toker, M. Çolak, H. Şimşek, F. Yılmaz., Ülkemiz için kullanımları yeni bazı borlu bileşiklerin ahşap malzemenin biyolojik direnç ve mekanik özelliklerine etkilerinin belirlenmesi. Muğla Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi. (2008), 63 s, Muğla
- Baysal, E., H. Toker, H. Şimşek, H. Karaoğlu, F. Yılmaz, A. Topgül., Borlu bileşiklerin odunun biyolojik direnç, tutuşma, hızlandırılmış-yaşlandırma performans özellikleri üzerine etkileri ve odundan yıkanma özelliklerinin belirlenmesi. Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü Projesi, Proje No: 2007-Ç0123, (2009), Muğla
- Baysal, E., A. Sönmez, M. Altınok, O. Gökteş, H. Toker, M. Çolak, H. Şimşek, F. Yılmaz., Borlu bileşiklerin odunun yanma, çürüklük, mekanik, üst yüzey özellikleri üzerine olan etkileri, borun odun içinde kompleks bileşikler oluşturularak uzun süreli fiksasyonunun sağlanması.Devlet Planlama Teşkilatı Projesi.(2009), 373 s, Muğla
- Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, F., Nacar, M., The Manufacture of Particleboards using sunflower stalks (*Helianthus Annuus L.*) And poplar wood (*Populus alba L.*), *Journal of Composite Materials* 39, (2005) 467-473.
- Berg, J.E., Wood and fibre mechanics related to the thermomechanical pulping process, FSCN - Fibre Science and Communication Network, Department of Natural Sciences, Engineering and Mathematics , *Doctoral Thesis*, Mid Sweden University, SE-851 70 Sundsvall,
- Bostancı, Ş. *Kağıt hamuru üretimi ve ağartma teknolojisi, Ders Kitabı, (1987)*
- Bozkurt, A.Y., Odun anatomisi, İ.Ü. Basımevi, Yayın No:3652, İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, ISBN 975-404-230 -6, (1992).
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., *Odun anatomisi 2 ders kitabı*, İ.Ü. Basımevi, Yayın No: 3907, Fen Bilimleri Yayın No: 6, ISBN 975-404-406-6, İstanbul, (1995).
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., *Odun anatomisi ders kitabı*, Dilek Matbaası, İstanbul Üniversitesi Rektörlük No: 4263, Fakülte No: 466, ISBN 975-404-592 -5, İstanbul, (2000).
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Fiziksel ve mekanik ağaç teknolojisi, İ.Ü. Basımevi, İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, ISBN 975-404 - 420 1, (1996).

- Charles, R. F., Wood adhesion and adhesives usda, forest service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, **(2005)**.
- Çehreli, H.T., Orta sert lif levhaları Medium Density Fiberboard: MDF, **(1983)**, 24 sayfa.
- Dadswell, H.E., Watson, A.J., Influence of morphology of wood pulp fibers on paper properties, in bloam, f., ed. formation and structure of paper. London: Technical Section of The British Paper And Board Makers Association 537-564 Vol: 2
- Dai, C., Steiner, P.R., Compression behaviour of randomly formed wood flake mat, Wood and fiber science, 25 **(1993)** 349–358.
- Dai, C., Wang, S., Press control for optimized wood composite processing and properties, Part 1: Pressing variables and sensors, Fundamentals of composite processing, Proceedings of a workshop, FPL Madison WI, USA, **(2003)**.
- Dayanıklıoğlu, S., Türkiye’de lif levha ve yonga levha sektörünün durumu, Avrupa birliği ülkeleriyle karşılaştırılması, problemleri ve çözüm yolları, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **(2004)**.
- Dayanıklıoğlu, S., Yonga levha sanayicileri derneği, genel sekreter, İstanbul, sözlü görüşme [Tarih: 25.Mart.2012], **2012**.
- Dieffenbacher, Energy plant process heat generation for wood production plants Germany, **(2011)**.
- Dieffenbacher, Panel technology, 25 pp, Germany, **(2006)**
- Ekincioglu, O., Ozkul, M.H., Struble, L.J., Farklı PVA’larla üretilen büyük boşluklarından arındırılmış çimento-polimer kompozitlerinin suya karşı dirençlerinin incelenmesi, **(2007)**
- Elten, G.V., Production of wood wool cement board and wood strand cement board (Eltoboard) on one plant and applications of the products, 10th Int. Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference, Sao Paulo, Brazil, **(2006)**.
- Erdil, Y.Z., Göktaş, O., Günsel, U., Özen, E., Yeniocak, M., Effects of utilizing various proportions of vine pruning and wood particles on some properties of composite panels, Forest Products Society 62nd International Convention, Hyatt Regency St. Louis at Union Station St. Louis, Missouri, USA, June 22-24, **(2008)**.

- Erkan, Z.E., Malayoğlu, U., Kağıt-karton sanayinde kullanılan endüstriyel hammaddeler ve özellikleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü İzmir /4 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 118-19 (Ekim **2001**), İzmir, Türkiye.
- Eroğlu, H., *Liflevha Endüstrisi Ders Notu*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, (**1988**).
- Eroğlu, H., Usta, M., *Liflevha üretim teknolojisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Genel Yayın No:200, Orman Fakültesi Yayın No:30, Trabzon, (**2000**).
- Eroğlu, H., İstek, A., Usta, M., Medium Density Fiberboard (MDF) manufacturing from wheat straw (*Triticum Aestivum L.*) and straw wood mixture, Journal of Engineering Sciences, , *PAÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(2) (**2001**) 305-311.
- European Panel federation (EPF), *Annual report, Brussels*, June, (**2010**).
- European Panel Federation (EPF), MDF Assessing properties, Brussels, (**2008**)
- Fengel, D., and Wegener, G., Ultrastructure, Reactions. In: Wood Chemistry, Walter de Gruyter & Co, Berlin, (**1989**).
- Ford, M., Research needs of the wood fiber-plastic composites marketplace, The Fifth International Conference on Wood Fiber-Plastic Composites, May 26-27 1999, The Madison Concourse Hotel Madison, Wisconsin, (**1999**) 199-201.
- Forest Products annual market review (**2009-2010**).
- Fowler, P.A., Hughes, J.M. and Elias, R.M. Review biocomposites technology, environmental credentials and market forces, *J Sci Food Agric*, 86: (**2006**) 1781–1789.
- Ganapathy, P.M. Sources of non wood fibre for paper, board and panels production: status, trends and prospects for India, Working Paper No: APFSOS/WP/10, Asia Pacific Forestry Sector Outlook Study, Bangalore, (**1997**).
- Gençer, A., Pamuk saplarından MDF üretimi olanaklarının araştırılması (**1998**).
- Gerengi, H., Akçay,Ç., Güler, C., Şahin, H.İ., Orman ürünleri endüstrisinde kullanılan fenol ve melamin formaldehit tutkallarının paslanmaz çelik (AISI 316L) korozyonuna etkisi, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (**2012**) 155-161.
- Grecon, Raw density measuring in a laboratory using modern X-ray technology, GreCon, Hannover, Germany, (**2007**).

- Gu, H., Wang, S., Neimsuwan, T., Wang, S.G., Comparison study of thickness swell performance of commercial oriented strandboard flooring products, *Forest products journal*, 55 (12) **(2005)** 239–245.
- Güller, B., Odun kompozitleri *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, **(2001)** 135-160.
- Guntekin, E., Sahin, H.T., 'Accelerated weathering performance of cement bonded fiberboard', *Scientific Research And Essay*, 4 (5) **(2009)** 484-492.
- Gürü, M., Tekeli, S., Bilici, I., Manufacturing of ures formaldehyde based composite particleboard from almond shell. *Mater. Des.* 27 **(2006)** 1148-1151.
- Hague, J., Robson, D., And Riepen, M., MDF process variables – An overview of their relative importance, In: *Proceedings of the 33th international particleboard/composite material symposium*, T.M. Maloney, ed., Washington State University, Pullman, WA, USA, **(1999)**.
- Halvarsson, S., Norgren, M. and Edlund, H. processing of wheat straw materials for production medium density fiberboard (MDF), **(2005)** *Appita* 623-629.
- Handbook Of Wood And Wood based materials, United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, USA, **(1989)**.
- Hashim, R., How L.S., Kumar R. N., Sulaiman, O., Some of the properties of flame retardant Medium Density Fiberboard made from rubberwood and recycled containers containing aluminum trihydroxide diuision of bio-resource, paper and coatings teclmology, schoot of In&tstria technology, IJnioetsiti Sains Malaysia, Penang 11600, Malaysia Received, **(2005)**.
- HUŞ, S., Ağaç malzeme tutkaları *I Ü Orman Fak.yayın no:242* İstanbul, **(1997)**.
- ISO 818, (E), Fibre building boards, International Standard Organization, **(1975)**.
- IWA., Wood based panels (wood academy) September **(2005)**, February 25, March 8, **(2008)**.
- İskender G., H. Kalaycıoğlu, Odun plastik kompozitleri, *Laminart, Mobilya Dekorasyon & Sanat & Tasarım, İstanbul*, (39) **(2005)** 104-108.

- İstek, A., Buğday saplarından üretilen MDF'lerin teknolojik özellikleri, *Doktora Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın, (1998).
- İstek, A., Sert liflevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine sıcaklık ve basıncın etkisi ZKÜ Bartın *Orman Fakültesi Dergisi*, (2006).
- Jayme, G. Discussion of paper by dadswell and watson in: bloam , f., ed. formation and structure of paper . London Technical Section of The British Paper And Board Makers Association, Vol:2 (1962) 568-571.
- Jones, E.J. The relation of fiber and pulp properties to the properties of structural fiberboard products TAPPI, 43(6) (1960) 600-602.
- Joseph, K., Filho, R. D. T., James, B., Thomas, S. and Carvalho, L. H., A Review on sisal fiber reinforced polymer composites., *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.3 (1999) 367-379.
- Kalaycıoğlu, H., Bitkisel atıkların yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesi, "ORENKO 92" 1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, 1. Cilt, Trabzon, (1992) 288-292.
- Kalaycıoğlu,H., Yel,H., Dönmez Çavdar,A., Çimentolu odun yünü kompozitleri ve kullanım alanları, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, (2012).
- Karakuş, B., Çeşitli bitkisel sera atıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü *Yüksek Lisans Tezi*, İsparta, (2007). 96s.
- Karaman, S., Şahin, S., Örüng, İ., Pabuçcu, K., Ağaç yaprağı ve pomza katkılı alçı kompozitlerin tarımsal yapılarda kullanılabilme olanaklarının araştırılması *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 11, Sayı 1, (2006)
- Kartal, S. N. Ünamura Y., Borlu bileşiklerin emprenye maddesi olarak ağaç malzeme ve kompozitlerde kullanımı Ü.Uluslararası Bor Sempozyumu, (23-25 Eylül 2004) Eskişehir, Türkiye
- Kawai, S., Sasaki, H., Production technology for low-density particleboard. I. Forming a density gradient and its effect on board properties, *Mokuzai Gakkaishi*, 32 (1986) 324-330.

- Koç, E., MDF’de profilli yüzeylerin kaplanmasıda bazı faktörlerin görünüm özelliklerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **(2002)**.
- Lang, E.M., Wolcott, M.P., A model for viscoelastic consolidation of wood–strand mats, Part 2. Static stress–strain behaviour of the mat, *Wood and fiber science*, 28 **(1996)** 369–379.
- Lee, S., Shupe, T. F. and Hse, C. Y. Mechanical and physical properties of agro-based fiberboard. *Holz als Roh- und Werkstoff*, (64) **2006** 74-79.
- Maloney, T.M., Modern particleboard and dry process fiberboard manufacturing, Miller Freeman Publications, California, USA, **(1993)**.
- Maloney, T.M., The family of wood composite materials *Forest Product Journal*, 46(2) **(1996)** 19-26.
- Mark, R.E., Cell wall mechanics of tracheids, New Haven Yale University Press, **(1967)**, 310p.
- McLain, T., Terry, B., Department of wood science & engineering, **(2008)**.
- McLaughlan, J.M., New methods for advanced MDF research in the laboratory, In: *Proceedings of the 30th international particleboard/composite material symposium*, T.M. Maloney, ed., Washington State University, Pullman, WA, USA, **(1996)**.
- MDF Yearbook 2009/10
- MDF Yearbook 2011/12
- Mengeloğlu, F.; Alma, M.H.; vd., Plastik, tarımsal ve orman endüstrisi atıklarının odun-plastik kompoziti üretiminde kullanılması Tübitak Projesi, **(2008)**
- Metso Panelboard, MDF industry update, 10th edition, Metso Corporation, Finland, **(2003)**.
- Metso Panelboard, MDF (Fiberboard) technology, Metso Corporation, Finland, **(2007)**.
- Miyamoto, K., Suzuki, S., Inagaki, T., Iwata, R., 2002, Effects of pres closing time on mat consolidation behaviour during hot pressing and on linear expansion of particleboard, *Journal of wood science*, 48 **(2002)** 309–314.
- Nourbakhsh, A., Effect of nanoclay on some applied properties of oriented strand board (OSB) made from underutilized low quality paulownia (*Paulownia Fortunei*) wood

Journal of Composite Materials, August 2009;vol.43,18:pp. first published on July 9 (2012) 1869-1875.

Ntalos, G.A., Grigoriou, A.H. Characterization and utilization of vine prunings as a wood substitute for particleboard production, *Ind. Crops Prod.*, (16) (2002) 59–68.

Özen, R., *Lif levhanın fiziksel ve mekaniksel özellikleri ve bunlara tesir eden faktörler. Orman Fakültesi Dergisi*, B-4 İstanbul.

Özen, R., *Lif levha endüstrisi ders notları*, KTÜ Orman Fakültesi Trabzon, (1979).

Panelboard Highlights, customer magazine metso panelboard, Finland, (2007).

Robinson, J.G., Dry process hardboard, *Forest products journal*, 9 (7) (1959) 11 –14.

Rowell, R.M. Opportunities for composites from agro-based resources, in paper and composites from agro based resources. CRC Press, Inc. Pp. New York, (1996) 249-268.

Salari, A.,Tabarsa, T.,Khazaeian, A., Saraeian, A., Effects of nanoclay as a reinforcement filler on the physical and mechanical properties of wood-based composite *journal of wood science* july, (2009).

Schulte, M., Fruhwald, A., Some investigations concerning density profile, internal bond and relating failure position of particleboard, *Holz als roh und werkstoff*, 54 (1996) 289–294.

Sören, H., Manufacture of straw MDF and fibreboards thesis for the degree of doctor of Technology, Sundsvall, (2010).

Suchsland, O., Woodson, G.E., Fiberboard manufacturing practices in the United States, Agric. Handb. 640, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, USA, (1986).

Suchland, O., Woodson, G.E., Fiberboard manufacturing practices in the United States. U.S. Department of Agriculture Forest Service U.S.A, (1991).

Tackie, A.D.N., Determination of oriented strandboard properties from a 3D density distribution using the finite element method, *Thesis (PhD)*, The University of Tennessee, TN, USA, (2006), 250 pp.

Tank, T., *Lif ve selüloz teknolojisi-1*, İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın no: 2362, İstanbul, (1980).

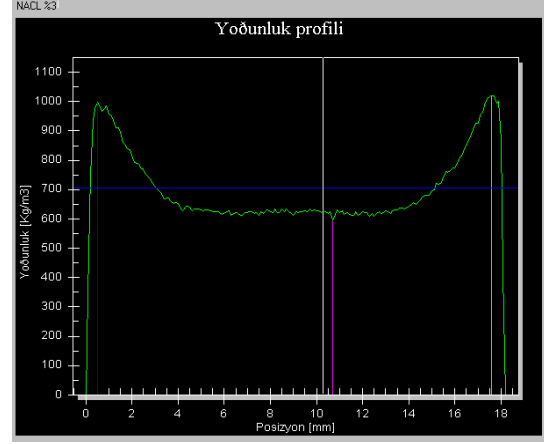
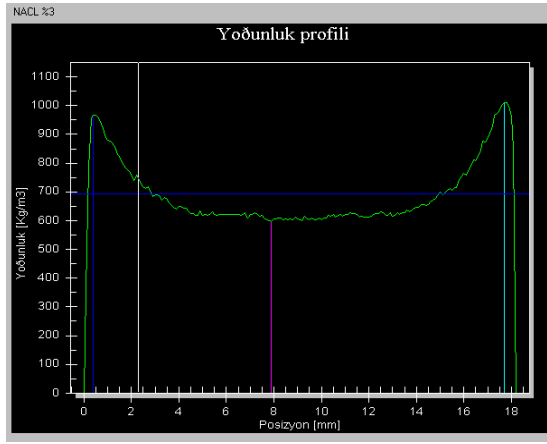
- Tank, T., *Tutkallar ve yapıştırma tekniği, Yüksek lisans ders notu*, İstanbul Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, **(1997)**.
- Thoemen, H., Irle, M., Sernek, M., *Wood-based panels an introduction for specialists, Brunel University Pres*, **(2010)**.
- TMMOB *Sanayi kazanları vet ek donatım işletme el kitabı*. Makine Mühendisleri Odası Yayın no:110, Ankara, **(2001)**.
- TS 64, Odun lifi levhaları tanım ve sınıflandırılması, TSE, Ankara, **(1963)**.
- TS 1351, Lif yonga odunu, TSE, Ankara, **(1974)**
- TS EN 310, Ahşap esaslı levhalar eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, TSE, Ankara, **(2008)**
- TS EN 317, Yonga levhalar ve lif levhalar su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE, Ankara, **(2008)**.
- TS EN 319, Yonga levhalar ve lif levhalar levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, TSE, Ankara, **(2008)**
- TS EN 323, Ahşap esaslı levhalar yoğunluk tayini, TSE, Ankara, **(2008)**.
- TS EN 325, Ahşap esaslı levhalar deney numunelerinin boyutlarının tayini, TSE, Ankara, **(2008)**.
- TS EN 326–1, Ahşap esaslı levhalar numune alma kesme ve muayene, bölüm 1 deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi, TSE, Ankara, **(1999)**.
- TS EN 382–1, Lif levhalar yüzey absorpsiyonu tayini, bölüm 1 kuru metotla üretilen lif levhalarda deney metodu, TSE, Ankara, **(1999)**.
- TS 3635 EN 316, Odun liflevhalar tarifler, sınıflandırma ve semboller, TSE, Ankara, **(1993)**.
- TS 64 1.EN 622–1, Lif levhalar özellikler bölüm 1 genel özellikler, TSE, Ankara, **(2005)**.
- TS 64–5 EN 622–5, Lif levhalar özellikler bölüm 5 kuru işlem levhalarının (MDF) özellikleri, TSE, Ankara, **(1999)**.
- URL-1., Large WWC elements applications, www.eltomation.com. **(2009)**.
- Wadsworth, J., *MDF survey part 2, Wood based panels international*, August/September, Wilmington Media Ltd, UK, **(2006)**.

- Wang, S., Winistorfer, P.M., Effects of spatial density distribution on the layer thickness swell of MDF, In: Proceedings of 34th international particleboard and composite materials symposium, Washington State University, Pullman, Washington, USA, 181, April 3–6, **(2000)**.
- Wang, S., Winistorfer, P. M., Monitoring resin cure during particleboard manufacture using a dielectric system, *Wood and fiber science*, 37 (4) **(2003b)** 532–539.
- Wang, S., Winistorfer, P. M., Young, T.M., Helton, C., Step-closing pressing of medium density fiberboard, Part 2: Influences on the panel performance and layer characteristics, *Holz als Roh-und werkstoff*, 59 (5) **(2001c)** 311–318.
- Wilkinson, S., A study of the moisture buffering potential of hemp in combination with lime and clay-based binders school of computing and technology University Of East London Docklands Campus 4-6 University Way London e16 2rd, **(2009)**.
- Wilson, J. B., Medium density fiberboard (MDF): A life-cycle inventory of manufacturing panels from resource through product Department of Wood Science and Engineering, Oregon State University, Corvallis, OR 97331-5751, **(2008)**.
- Wong, E.D., Zhang, M., Wang, Q., Han, G., Kawai, S., Formation of the density profile and its effects on the properties of fiberboard, *Journal of wood science*, 46 **(2000)** 202–209.
- Wood Handbook–Wood as an engineering material, general technical report FPL–GTR–113, United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, USA, **(1999)**, 463 sayfa.
- Wood Based Panels International, **(2006)**, **(2011)**.
- Xu J., Widyorini R, Yamauchi H. and Kawai, S. Development of binderless fiberboard from kenaf core, *J. Wood Science*, 52 **(2006)** 236-243.
- Xu, W., Winistorfer, P.M., Layer thickness swell and layer internal bond of medium density fiberboard and oriented strandboard, *Forest products journal*, 45 (10) **(1995b)** 67–71.
- VAR, A.A., Farklı katılım oranlarında uygulanan çeşitli emprenye maddelerinin yongalevhanın yanma özellikleri üzerine etkileri 3 *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, **(2008)**.

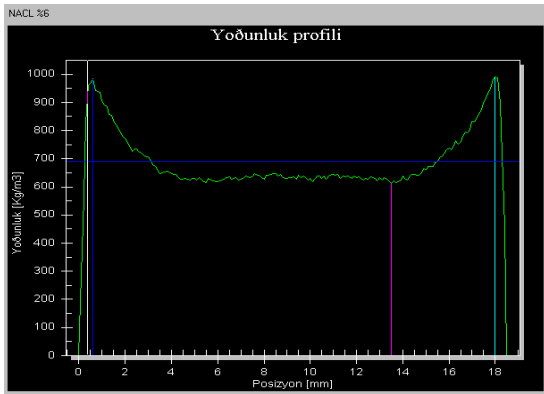
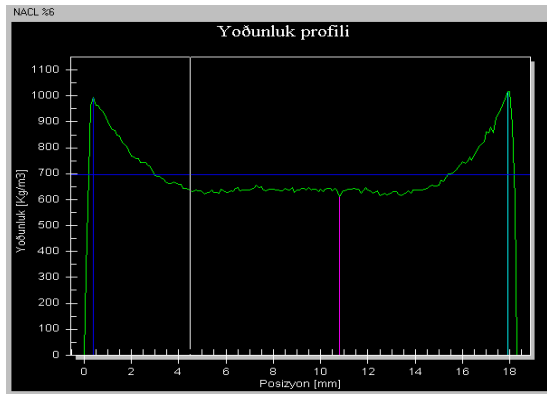
- Voet D, Voet JG, Pratt CW. Fundamentals of biochemistry (3rd edition), Ch.8, **(2008)** pp 228-230.
- Yalınkılıç M.K., Kırıcı H., BNSSC Pulping of beech wood chips (*Fagus orientalis Lipsky*) *Turk. J. Agric. For*, 20, **(1996)**, 393-401.
- Yaltırık, F., *Dendroloji Ders Kitabı* II, İ.Ü. Yayın No: 4104, Orman Fak. Yayın No: 420, ISBN: 975-404-095-8, İstanbul, **(1998)**.
- Yonga Levha Sanayicileri Derneği, Türkiye'deki yongalevha ve MDF fabrikalarının kapasite durumları ve kuruluş yerleri, Genel Sekreterlik, İstanbul, **(2012)**.
- Youngquist, J.A. Wood-based composites and panel products, In: Wood handbook, wood as an engineering material. FPL-GTR 113, Madison WI, **(1999)**.
- Youngquist, J.A.; English, B.E.; Spelter, H.; Chow, P.1993a. Agriculture fibers in composition panels, In: Maloney, Thomas M., ed. Proceedings, 27th international particleboard/composite materials symposium; (March 30–April 1, **1993**); Pullman, WA. Pullman, WA. Washington State University, 133–152.
- Youngquist, J.A.; English, B.E.; Scharmer, R.C. (et)]. Literature review on use of non-wood plants fibers for building materials and panels. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–80. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. **(1994)**.
- Youngquist, J.A.; Krzysik, A.M.; Chow, P.; Meimban, R. Properties of composite panels. In: Rowell, Roger M., Young, Raymond A.; Rowell, Judith K., eds. Paper and composites from agro-based resources. Boca Raton, FL: CRC Lewis Publish, **(1997)**.
- Zahedsheijani, R., Gholamiyan, H., Tarmian, A., Yousefi, H., Mass transfer in medium density fiberboard (MDF) modified by Na⁺ montmorillonite (Na⁺mmt) nanoclay Maderas. Ciencia y Tecnologia, 13(2) (**2011**) 163–172.
- Zombori, B.G., Modeling the transient effects during the hot-pressing of wood-based composites, *Thesis (PhD)*, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, USA, **(2001)**.
- Zombori, B.G., Kamke, F.A., Watson, L.T., Sensitivity analysis of internal mat environment during hot pressing , *Wood and Fiber Science*, 36 (2) **(2004)** 195–209.

EK-1

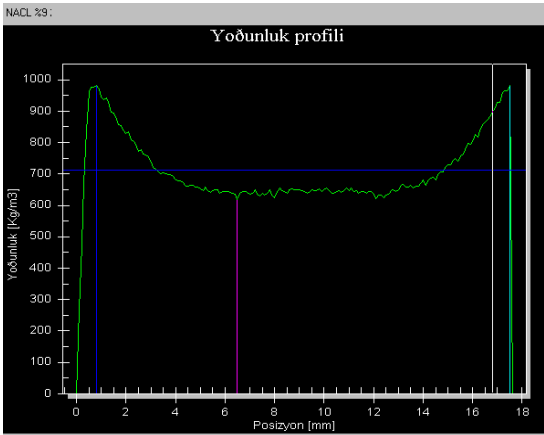
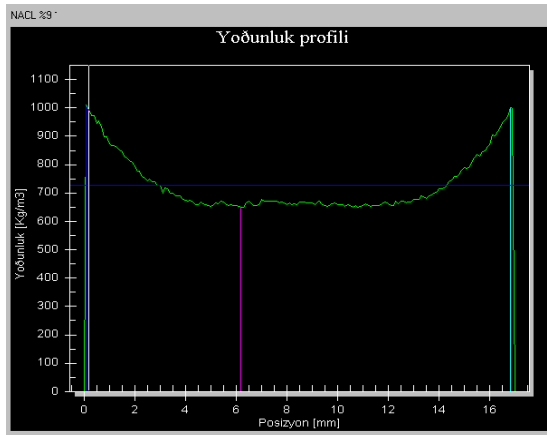
Çizelge E.1. Fabrika ortamında üretilen MDF (orta yoğunlukta levha)'lerin orta yoğunluk görüntüleri



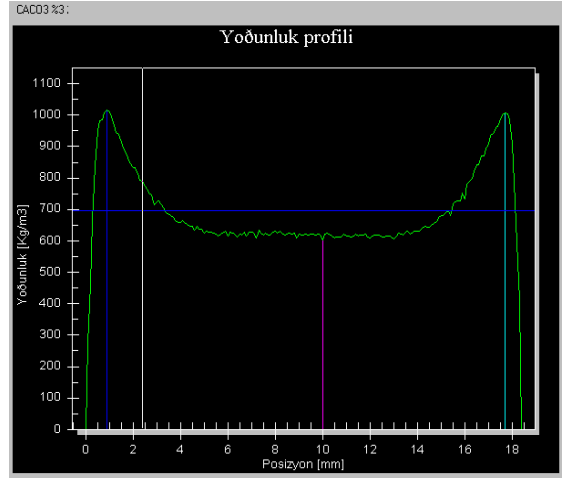
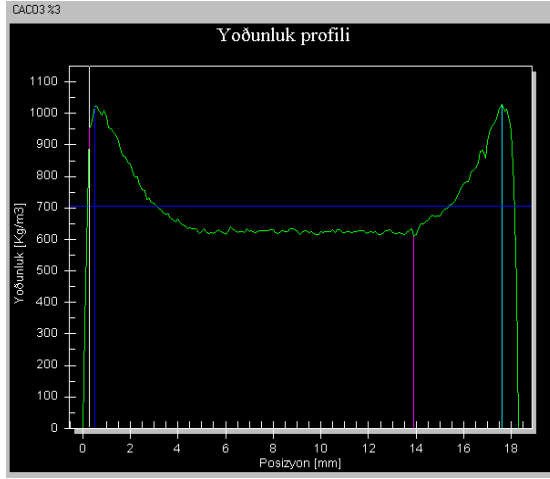
a. %3 Kaya tuzu katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



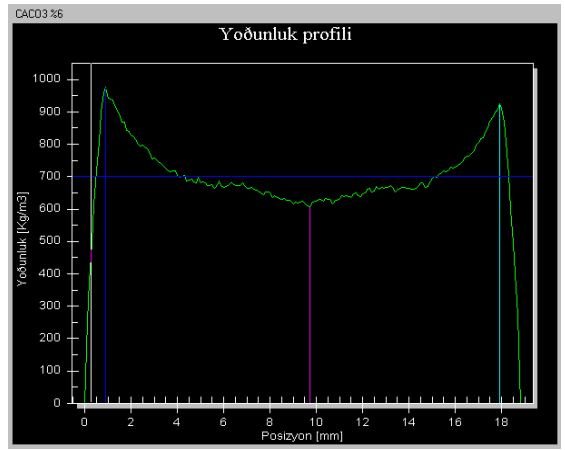
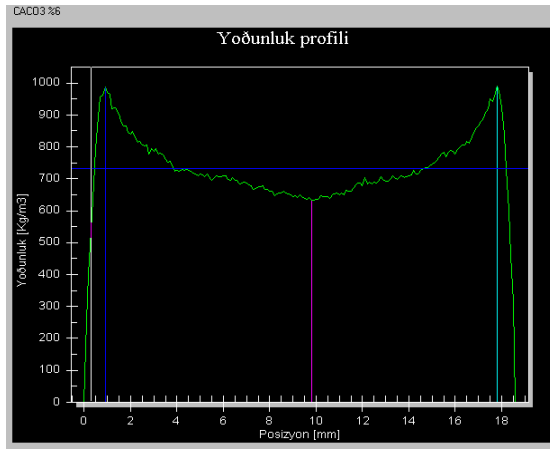
b. %6 Kaya tuzu katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



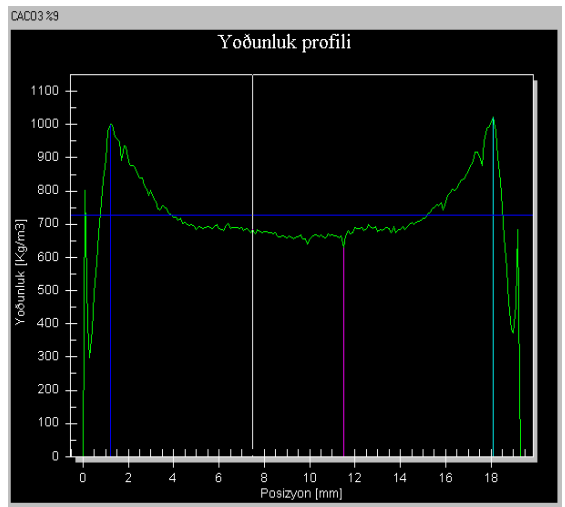
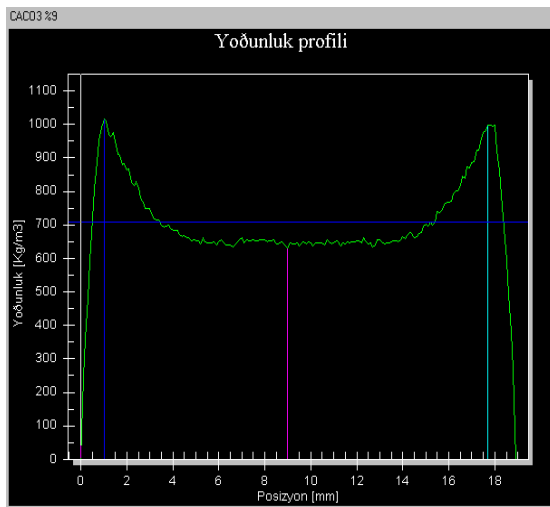
c. %9 Kaya tuzu katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



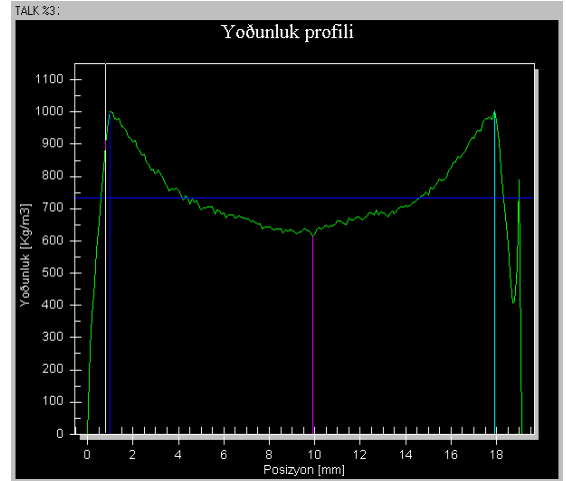
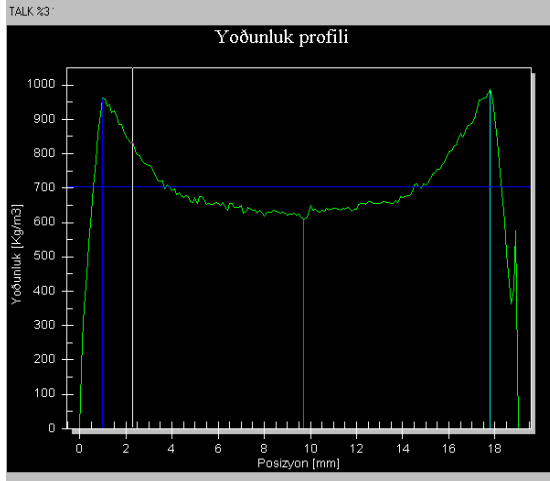
d. %3 Kalsit katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



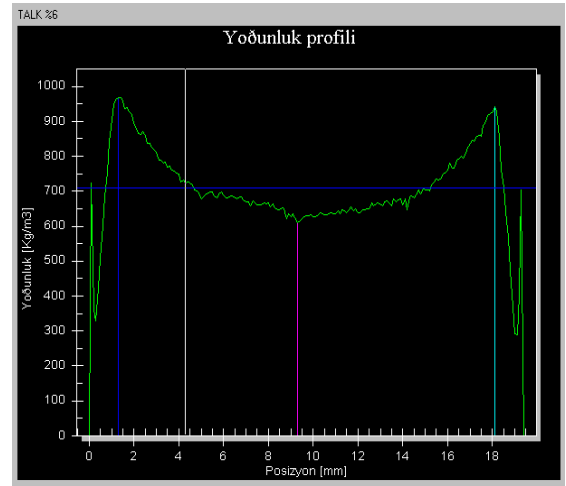
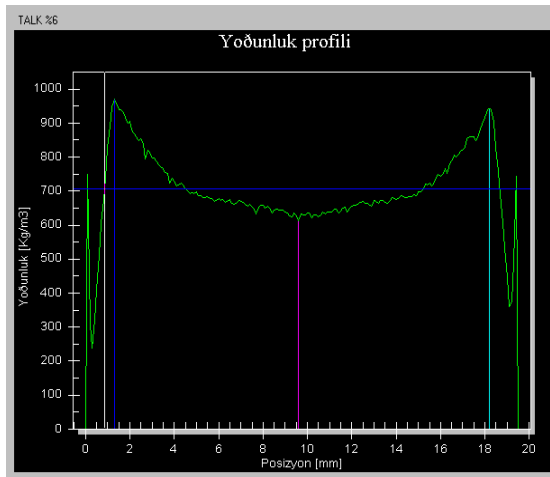
e. %6 Kalsit katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



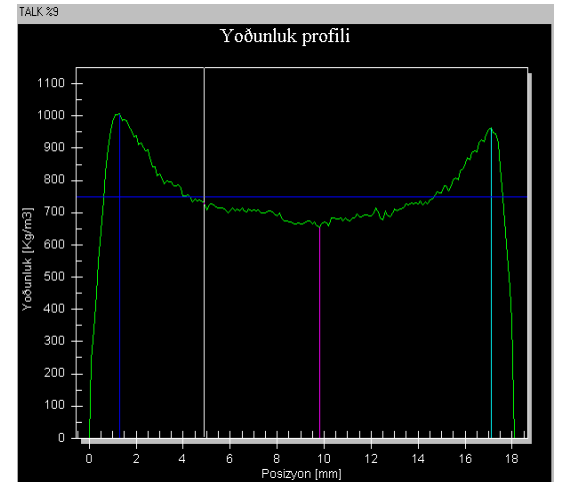
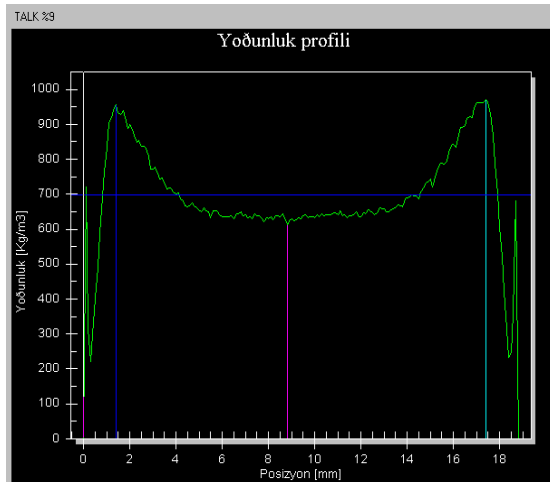
f. %9 Kalsit katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



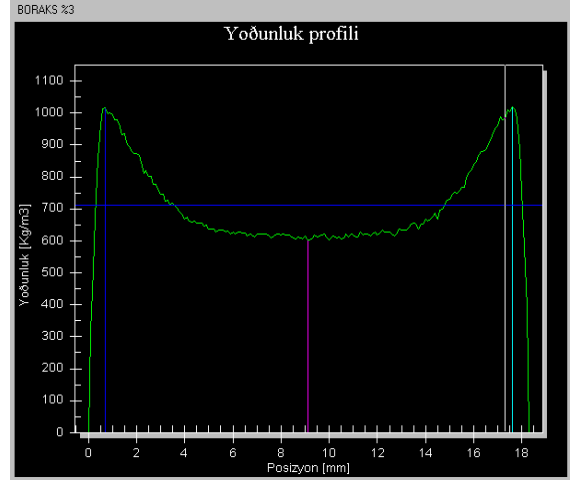
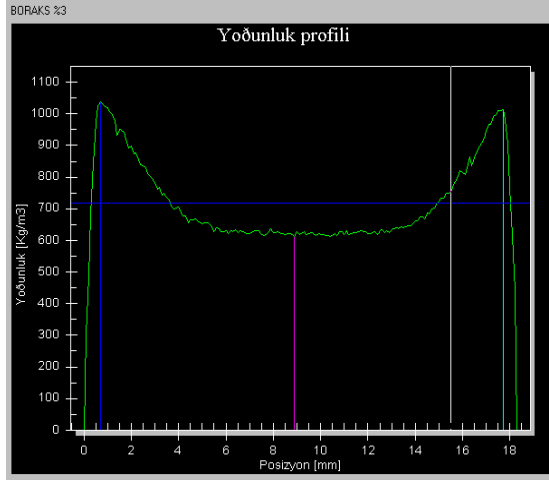
g. %3 Talk katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



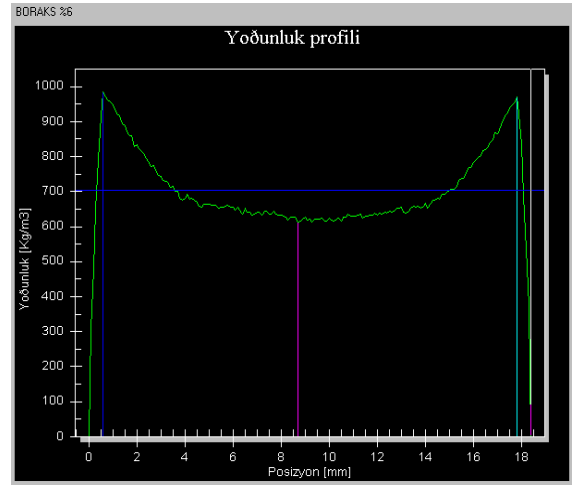
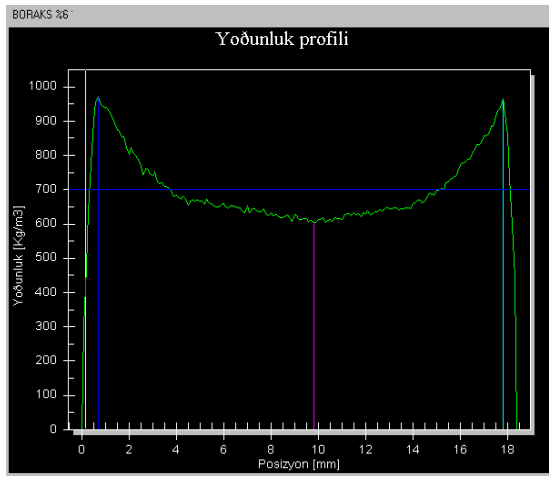
h. %6 Talk katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



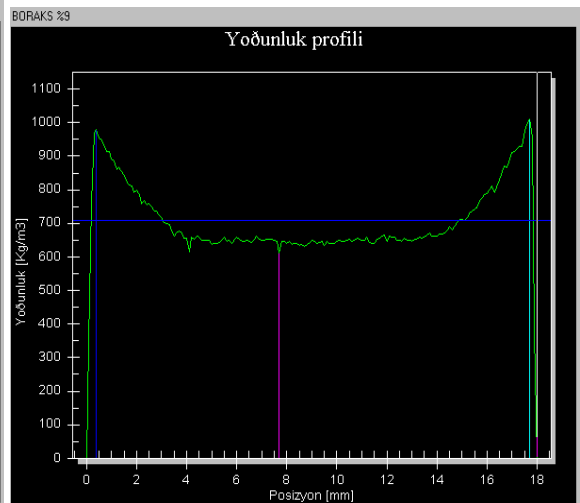
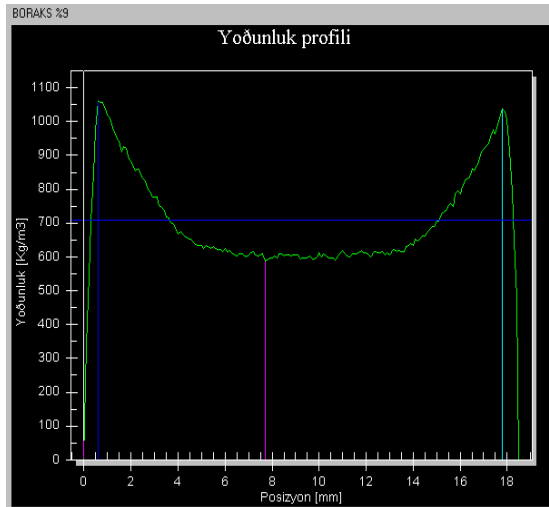
i. %9 Talk katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



j. %3 Boraks pentahidrat katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



k. %6 Boraks pentahidrat katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.



l. %9 Boraks pentahidrat katkılı MDF levhaların orta yoğunluk görüntüleri.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇAMLİBEL, Osman
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 20.01.1974 / Kaş
Telefon : 0 (505) 232 2243
Faks : 0 (380) 526 2803
e-mail : osmancamlibel@gmail.com
oscam7@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	AİBÜ / Orman Endüstri mühendisliği Bölümü	2006
Lisans	K.T.Ü / Orman Endüstri mühendisliği Bölümü	1996
Lise	Fethiye Lisesi	1992

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-Halen	Divapan Entegre Ağaç Panel San Tic AŞ	Ar-Ge /İnovasyon Şefi
2007-2009	Divapan Entegre Ağaç Panel San Tic AŞ	Pazarlama - Planlama Şefi
2005–2007	Divapan Entegre Ağaç Panel San Tic AŞ	Ar-Ge -Planlama Şefi
2004-2005	Divapan Entegre Ağaç Panel San Tic AŞ	Laboratuvar-Kalite Kontrol Şefi
2001–2004	Divapan Entegre Ağaç Panel San Tic AŞ	MDF Üretim Vardiya Amiri
2000–2001	Divapan Entegre Ağaç Panel San Tic AŞ	Lab. Kalite Kontrol Sorumlusu
1999–2000	Antalya Milli Eğitim Müdürlüğü	Vekil Öğretmen
1997–1998	Kara Kuvvetleri Komutanlığı	Eğirdir Dağ Komando Okulu
		Kayseri 1.Komando Tugayında Yedek Subay
1996–1997	Kelebek Mobilya	Kalite Kontrol Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

SCI, SSCI, AHCI indekslerine giren dergilerde yayınlanan makaleler

- 1.Mehmet Akgül, Süleyman Korkut, Osman **Çamlıbel**, Zeki Candan, Turgay Akbulut Wettability And Surface Roughness Characteristics Of Medium Density Fiberboard Panels From *Rhododendron Ponticum* Biomass, *Maderas.Ciencia y Tecnología*, 14(2), (2012), 185-193.
- 2.Akgül, M., Üner B., Korkut S. **Çamlıbel** O., The Effects Of Dust Content On The Properties Of Medium Density Fiberboard, *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(4), (2006), 607-611.
- 3.Akgül, M., **Çamlıbel** O., The Manufacture Of Medium Density Fiberboards Using *Rhododendron (R. Ponticum L.)* Biomass, *Building and Environment*, 43 (2008) 438-443.

Diğer dergilerde yayınlanan makaleler

- 1.Durak ,İ.**Çamlıbel**,O. Değer Akışı Haritalandırma Tekniğinin Bir Panel İmalat Sektöründe Uygulama bildirisi, Ege Üniversitesi sempozyumu,(2012).
- 2.Akgül M. **Çamlıbel** O. Lif Levha Üretiminde Kullanılan Pişirme Yöntemleri, Ahşap teknik, Aşap-Araştırma-Teknoloji-Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi, Sayı 11, (2006), Sayfa 5-11.
- 3.Akgül, M., **Çamlıbel**, O., Ayata Ü., Orman Ürünleri Endüstrilerinde çevre sorunları, IX. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Özet Kitabı, , Nevşehir. (in Turkish), (7-10 Ekim 2009), Sayfa 257.
4. Çöpür,Y. Tozluoğlu, A. **Çamlıbel**, O., MDF Pazarında Global Dinamikler Üzerine Düşünceler. Ahşap Teknik, 10, (2005),23-26.

ALINAN SEMİNER VE KURSLAR

- İş Sağlığı ve Güvenliği, (2012).
- Stratejik Düşünce ve Liderlik, (2011).
- Kazan Sistemlerinde Su Şartlandırıcılar, (2010)
- Liderlik, Stratejik Planlama ve Değişim Yönetimi Rönesans Danışmalık, (2009).
- Elgingan Vakfında 8 Hafta Girişimcilik Kursu Eğitimi, (2005).
- Elgingan Vakfında 8 Hafta Dış Ticaret Kursu Eğitimi, (2006).
- Hayat Akademiden Zaman Yönetimi Semineri, (2005).
- Analiz ve Programlama, Uzman Derecede Microsoft Programları (Office2007, Office 2000 , XP, Win 98 Photoshop7.0,

Hobiler

Orman ürünleri yayınları, basın yayın takibi, satranç, yüzme ve dağcılık sporları, seyahat, tenis,internet, fotoğrafçılık.