

**MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE
HAREKETLİ AHŞAP DOLAP RAFLARIN SABİT
YÜKLER ALTINDAKİ SEHİMLERİ**

34639

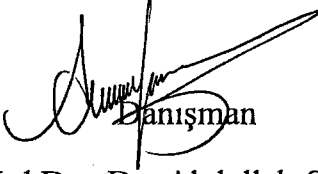
**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ)**

Musa ATAR

EYLÜL 1994

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.


Danışman

Yrd.Doç.Dr. Abdullah SÖNMEZ

Sınav Jürisi:

Başkan : Prof. Dr. Ramazan ÖZEN

Üye : Doç. Dr. Haluk GELİK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdullah SÖNMEZ

Bu Tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazın Esaslarına

Uygundur.



İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
TABLoların LİSTESİ	IV
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	VIII
GİRİŞ	1
BÖLÜM I	5
MATERYAL	5
1.1. Yonga Levha	5
1.1.1 Yonga Levhanın Mekanik Özellikleri	6
1.1.2 Lif Levha	9
1.1.2.1 Lif Levhanın Mekanik Özellikleri	11
1.1.3 Masif Ahşap Malzeme	13
1.1.3.1 Masif Ahşap Malzemenin Mekanik Özellikleri	15
1.1.4 Yapıştırıcı Maddeler	18
1.1.4.1 Ürefoimaldehit Tutkalı	19
1.1.4.2 Yüksek Sıcaklıkta Eriyen Masifleme Tutkalı	23
1.1.4.3 Kavuçuklu Yapıştırıcılar	24
1.1.5 Deney Numunelerin Hazırlanışı	25
1.2 METOD	33
1.1.2 Deney Aletleri	33
1.2.2 Deneyin Yapılışı	33

1.2.2.1 Küçük Boyutdaki Rafların Sehim Ölçüm Deneyleri	36
1.2.2.2 Büyük Boyutdaki Rafların Sehim Ölçüm Deneyleri	37
1.2.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi	38
BÖLÜM 2.	41
2.1 DENEYLERİN VE İSTATİSTİK SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	41
2.2 Yonga Levhalı Rafların Sehimleri	42
2.2.1 Yonga Levhadan Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri	42
2.2.2 Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri	49
2.3 MDF'li Rafların Sehimleri	57
2.3.1 MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri	57
2.3.2 MDF'dan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri	64
2.4. Yonga Levha ve MDF'den Aynı Boyut ve Özellikte Hazırlanan Rafların Sehimlerinin Karşılaştırması	71
2.4.1 Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri	71
2.4.2 Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri	75
BÖLÜM 3	79
ÖNERİLER	79
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	83

MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE
HAREKETLİ AHŞAP RAFLARIN SABİT
YÜKLER ALTINDAKİ SEHİMLERİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Musa ATAR
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EYLÜL 1994

ÖZ

Bu araştırma mobilya dolaplarında kullanılan, MDF ve yonga levhadan yapılan hareketli rafların uzun süre yüklemelerde hangi materyalin, daha uygun olduğunu ortaya koymak amacıyla yapılmıştır.

Bu sebeple dolap türü tablalı mobilya üretiminde en çok kullanılan, yonga levha ve MDF (Medium Dinsty Fiberboard) deney malzemesi olarak seçildi. Farklı boyut, materyal ve örneklerde 7'şer adet deney rafı hazırlandı.

Raflar uzun süreli sabit yüklemeye tabi tutularak sehimleri ile kalıcı sehimleri komperatör ve verniyeli kumpasla ölçüldü. Deneyler sonucunda ağaç kaplama levhası ve masif ağaç malzeme ile işlem görmüş numunelerin sehimleri az, işlem görmemiş numunelerinki fazladır.

Bilim Kodu : 5001013

Anahtar Kelimeler : Hareketli Raf, Mobilya, Yonga levha, MDF, Sehim,

Sayfa Adedi : 83

Tez Yöneticisi : Yrd.Doç.Dr.Abdullah SÖNMEZ

THE BUCKLING OF ADJUSTABLE SHALVES UNDER
CONSTAND LOADIN THE FURNITURE INDUSTRY

(M.Sc. Thesis)

Musa ATAR

GAZİ UNIVERSTY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

SEPTEMBER 1994

ABSTRACT

The aim of this research was to find out the more suitable materials for adjustable shelves made by MDF (Medium Density Fiberboard) and particle board which are under load for a long time.

For this reason particle board and MDF which are generally used for cupboard type furniture production were selected as an experimental materials. For each size and materials 7 diferent shelves prepared an an experimental samples shelves were subjected to the long time. Constant loads and their buckling and also residual buckling were measured using vernie Calipers. At the and of experiment the shelves processed with wood veneer and beech wood showed more buckling resistance, but unprocessed samples exhibited less buckling resistance.

Science Code: 5001013

Key Words : Adjustable Shelves, Particle board, MDF, Veneer, Buckling

Page Number : 83

Advisor : Assist.Prof.Dr. Abdullah SÖNMEZ

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın yapılmasında her türlü yardımlarını esirgemeyen sayın hocam ve tez danışmanım Yrd.Doç.Dr. Abdullah SÖNMEZ'e Sayın hocam Prof.Dr. Ramazan ÖZEN'e Sayın bölüm başkanım Hilmi GÖZENELİ'ye İstatistik hesaplamaların kontrolünü yapan Sayın Yrd.Doç.Dr. Celal AYDIN'a, bölümümüzün tüm personeline Ayrıca bu çalışmada kullanılan materyallerin temininde gösterdiği destekten dolayı Gazi Üniversitesi Araştırma Fonuna teşekkürlerimi arz ederim.



TABLolarIN LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Ahşap Malzemede Radyal Teğet ve Liflere Paralel Yönde Çekme Miktarları	15
Tablo 2. Hidrolik Presto Tabla Sıcaklıkları ve Pres Süreleri	22
Tablo 3. Raf Numunelerinin Boyut ve Özellikleri	29
Tablo 4. Rafların Boyut, Numune Tipi ve Özellikleri	31
Tablo 5. Yonga Levhadan Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Özellikleri	42
Tablo 6. Yonga Levhadan Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu	43
Tablo 7. Yonga Levhadan Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	45
Tablo 8. Yonga Levhadan Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu	46
Tablo 9. Yonga Levhadan Büyük Boyutlarda Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	48
Tablo 10. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Özellikleri	49
Tablo 11. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu	50

Tablo 12. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	52
Tablo 13. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Kalıcı Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans	
Analiz Tablosu	54
Tablo 14. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Kalıcı Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	56
Tablo 15. MDF'den Hazırlanan Büyük Boyutta Hazırlanan	
Rafların Özellikleri	57
Tablo 16. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans	
Analiz Tablosu	58
Tablo 17. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	60
Tablo 18. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Kalıcı Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans	
Analiz Tablosu	61
Tablo 19. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Kalıcı Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	63
Tablo 20. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Özellikleri	64
Tablo 21. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans	
Analiz Tablosu	65
Tablo 22. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	67

Tablo 23. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Kalıcı Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans	
Analiz Tablosu	68
Tablo 24. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların	
Kalıcı Sehimlerinin T -testi Analiz Tablosu	70
Tablo 25. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Sehimlerine İlişkin	
Varyans Analiz Tablosu	71
Tablo 26. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Sehimlerinin T -testi	
Analiz Tablosu	72
Tablo 27. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehimlerine İlişkin	
Varyans Analiz Tablosu	73
Tablo 28. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehimlerinin	
T -testi Analiz Tablosu	74
Tablo 29. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Sehimlerine İlişkin	
Varyans Analiz Tablosu	75
Tablo 30. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Sehimlerinin	
T -testi Analiz Tablosu	76
Tablo 31. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta	
Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehimlerine İlişkin	
Varyans Analiz Tablosu	77

Tablo 32. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta

Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehimlerinin

T -testi Analiz Tablosu	77
-------------------------------	----



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. Havanın Sıcaklığı Nisbi Nemi ve Malzeme Nemi Arasındaki İlişkiler	14
Şekil 2. Yüzeyleri ve Kenarları İşlem Görmemiş Raflar	30
Şekil 3. Yüzeyleri ve Kenarları Ahşap Kaplama Levhasıyla Kaplanmış Raflar	30
Şekil 4. Yüzeyleri Ahşap Kaplama Levhasıyla Kenarları Masif Ahşap Malzemeye Kaplanmış Raflar	31
Şekil 5. A,Sehim Ölçüm Noktası	34
Şekil 6. Sehim Ölçme Deney Standı	34
Şekil 7. Verniyerli Kumpas Düzenegi	35
Şekil 8. Yonga Levhadan A,B ve C Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehim Miktarları	44
Şekil 9. Yonga Levhadan A,B ve C Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Kalıcı Sehim Miktarları	47
Şekil 10. Yonga Levhadan A ₁ ,B ₁ ve C ₁ Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehim Miktarları	51
Şekil 11. Yonga Levhadan A ₁ ,B ₁ ve C ₁ Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Kalıcı Sehim Miktarları	55

Şekil 12. MDF'den D,E ve F Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehim Miktarları	59
Şekil 13. MDF'den D,E ve F Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Kalıcı Sehim Miktarları	62
Şekil 14. MDF'den D ₁ ,E ₁ ve F ₁ Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehim Miktarları	66
Şekil 15. MDF'den D ₁ ,E ₁ ve F ₁ Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Kalıcı Sehim Miktarları	69



GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin çok hızlı gelişmesi ve değişmesi, birçok yeni ürün ve hizmetleri insan hayatına sunmuştur. Bu durum, insan hayatına çok büyük kolaylık ve rahatlık getirmiştir. Bu hizmetler olurken doğal dengeler bozulmuş, orman varlığı gittikçe azalarak ağaç endüstrisine malzeme temini sıkıntısı doğmuştur. Bu nedenle çeşitli arayışlar başlamış ve ağaç malzemeli levhaların üretimi gerçekleştirilerek, mobilya sektöründe, tablalı mobilya üretimine yeni bir boyut getirmekle birlikte bazı sorunlar da beraberinde taşımıştır. Bu sorunların başında önemli sayılabilecekler ise üretim ve tasarım hatalarının göz ardı edilmesidir.

İnsanlar bu yenilik ve gelişmelerden ihtiyaçları yanında ekonomik imkanları ve kültürel birikimleri ölçüsünde yararlanırken kaliteli, kullanışlı, ekonomik olanı seçmek durumundadırlar. İnsanların hayatlarını çoğunlukla ev, büro-işyeri (vs.) mekanlarda geçirdikleri göz önüne alınırsa, buraları rahat, kullanışlı ve konforlu bir biçimde dekore ederek, güzelleştirmede kullandığı eşyaların büyük bir bölümünü mobilyanın aldığı görülmektedir (1).

İlk çağlarda birkaç çeşit mobilya yapılırken günümüzde ağaç malzemeli levhaların üretime girmesiyle çeşitlilik artmış, her türlü stile uygun ucuz, kaliteli mobilya üretimi gerçekleştirilmiştir. DİE 1991 yılının son üç ayı 1992 yılının tamamına ait mobilya üretim miktarlarını belirlerken ortalama 30 işyerinde toplam 480.776 adet hertürlü dolap üretildiğini belirtmektedir (2).

Mobilya ve mobilya elemanlarının tasarımı ve üretimi bir bütün olarak ele alınırsa tüketicilere ucuz, kaliteli, ekonomik ve ömrü uzun ürünler sunulur. Planlı yapılan üretimde malzeme kayıpları azalırken ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır.

Mobilya dolaplarında ençok tercih edilen hareketli ahşap raflar, en önemli mobilya elemanlarından biridir. Kullanılışında büyük kolaylık ve rahatlık sağladığı gibi fonksiyonel oluşuda önemini arttırmaktadır.

Raflar; elbise dolabı, büfe, etajer, vitrin, kitaplık, salon dolapları gibi birçok mobilyanın yanı sıra kütüphane, eczane, pastane gibi vb. mekanların donatım elemanlarında kullanılmaktadır. Raflar bazende dolapların dışında bağımsız olarak kullanılmaktadır (3).

Genel bir tanımla raflar; dolapları belirli kısımlara bölen yada ayıran eşya vb. malzemelerin depolanmasında ve saklanması kullanılan yatay mobilya elemanlarıdır. Raflar, bir mobilyada çekmece ve kapak gibi önemli elemanlardan biridir (3).

Raflar; tasarlandıkları mobilyanın stiline, türüne, özelliğine, konstrüksiyon ve malzemeye bağlı olarak farklılık arzederler. Uzun süreli yüklemeler sonucunda kullanılan materyal ve uygulanan konstrüksiyon ve yapım şekline göre farklı miktarlarda sehime uğrayabilmektedirler. Raflarda meydana gelen kalıcı sehimlerden dolayı kullanımda birçok problemler meydana gelirken ülke ekonomisinde de kayıplara neden olmaktadır.

Raflar; cam, metal, plastik, mermer ve ahşap olmak üzere çeşitli malzemelerden yapılabilmektedirler. Bu malzemeler yapısal olarak farklılık gösterdiği gibi uzun süreli yüklemelere karşı dirençleri farklı olmaktadır.

Dolap türü mobilya üretimlerinde mobilyanın genel görünüş ve özelliklerine, (cila, boya, konstrüksiyon, malzeme vs.) tasarımına, üretimine ve kaliteye özen gösterilirken buna karşın, raflarda bu hassasiyet gösterilmemektedir. Raf üretiminde uygun malzeme, numune tipi ve boyutun iyi seçilmemesi uzun süreli yüklemelerde deformasyonlara sebep olmaktadır. Bunun neticesinde ekonomik kayıpların yanı sıra estetik ve kullanım gibi konularda büyük sorunlara sebebiyet vermektedir. Ahşap malzemeden yapılan raflar, mobilyanın stiline, amacına ve tasarımına göre, sabit, portatif ve hareketli olarak farklı konstrüksiyonlarda yapılabilmektedir. Sabit raflar; konstrüksiyona uygun olarak kızaklı, kınıklı, kavelalı ve benzeri birleşmelerle dolapların yan tablalarına tutkallanarak, portatif raflar dolapların yan tablasına cıvata, vida vb. elemanlar yardımıyla bağlanmaktadır. Hareketli raflar ise bir mesnet üzerinde serbest olarak bulunurlar (4).

Dolap türü mobilyalarda kullanılan hareketli ahşap raflar gerektiğinde yerlerinden alınabileceği gibi bulunduğu yükseklikten belirli ölçülerde (4 ila 5 cm) aşağı yada yukarı yerleştirilebilir (3).

Hareketli raflar bu özelliklerden dolayı tüketiciler tarafından genellikle tercih edilmekte kullanımda çok büyük kolaylık ve rahatlık sağlanmaktadır. Rafların üretiminde genellikle yonga levha ve orta yoğunlukta lif levha (MDF; Medium Dinsty Fiberboard) gibi malzemeler kullanılmaktadır. Levha, yüzey ve kenarları, ahşap kaplama, masif ahşap malzeme, örtücü boya, cila ve yapay reçine plakalarla işlem görerek hazırlanabilmektedir. Ayrıca rafların üretiminde üretici firmalar kendi geliştirdikleri yöntemleride uygulamaya sokabilirler. Çok farklı numune tipleri kullanılarak hazırlanan rafların yapım hatalarından dolayı farklı ölçülerde sehimlere maruz kaldığı düşünülmektedir. Ayrıca depolanacak eşyanın boyutları, biçimleri, yükleme süresi ve türü sehimde etkili olabilmektedir. Diğer bir faktörde raf boyutlarıdır.

Bu araştırmada dolap türü mobilya üretiminde ençok kullanılan MDF ve yonga levha, deney malzemesi olarak seçilmiştir. Bu malzemelerden farklı boyut ve numune tipinde raflar hazırlanarak uzun süreli sabit yüklemeye tabi tutulacaktır.

MDF ve yonga levhaların üretilmesi ve mobilya endüstrisinde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte bu malzemelerin üzerinde çeşitli konularda ilmi ve deneysel çalışmaların ve araştırmaların yapıldığı g r lmektedir.

Bu araştırmalardan birçoğunu üretici firmalar yaparken, bazı araştırmalarında bilimsel kurumların kendi branş ve alanlarına yönelik konularda yaptıkları g r lmektedir.

Konu ile ilgili yapılan yurt içi ve yurt dışı literatür taramaları sonucunda rafların sabit yüklemeye karşı direncine ilişkin bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu  alışmada "TSE 9215"de kitaplık raflarının sehîm ölçümleri başlıklı bölümün konuya yakınlığı sebebiyle kısmen yararlı olacağı tespit edilmiştir. Bu araştırmada uygulanacak yöntem farklılıklarından dolayı karşılaştırma yapılmayacak sadece test metotları ve deney yükünün tespitinde yararlanılmıştır (15).

Ayrıca mobilya endüstrisinde kalite kontrol ve test teknikleri adlı yayında raf sehîm testi ile ilgili kısımdan kısmen yararlanılmıştır (Dr. GÜRAY, et al). (20).

Bu araştırma ile gelecekte bu konulardaki araştırmalara literatür teşkil etmesi yanında raf üretimindeki numune tipi, boyut ve malzeme direnci hakkında bilgi edinilecek ve eniyi direnci gösteren raf yapım şekli tespit edilmeye çalışılacaktır.

Çalışmaların sonunda mobilya üretiminde kullanılan hareketli ahşap rafların sehîm tespiti ile ekonomik kayıpların önlenmesinin yanı sıra boyut, teknik ve estetik bakımından büyük katkıların olacağı umulmaktadır.

BÖLÜM 1

MATERYAL VE METOD

1. MATERYAL

1.1 Yonga Levha

Yonga levha, odun ve odunlaşmış bitkilerden üretilen belirli özelliklerdeki yongaların çeşitli yapıştırıcı maddeler ile tutkallanması, basınç ve sıcaklık etkisinde yapıştırılması ile üretilen bir malzemedir (5).

Yongaların levha içerisindeki durumuna göre levhalar dik ve yatay yongalı olarak ikiye ayrılırlar. Yatay yongalı levhalar yapıda (TS 1617) ve genel amaçlar için (TS 180) kullanılanlar olmak üzere ikiye ayrılır. Ayrıca yonga levhalar açık ve kapalı yerlerde kullanılması durumuna göre de iki büyük farklılık gösterir (5).

Yonga levhanın özelliklerini etkileyen, ağaç türüne, yapıştırıcı madde cinsine ve üretim teknolojisine bağlı olarak sayısız etmenler vardır. Yonga levhalar gerek içerisindeki yapıştırıcı ve hidrofobik maddelere bağlı olarak gerekse yonga geometrisi bakımından değişen yüksek, orta ve düşük derecede çalışma (su alıp verme) özelliklerine sahip bir ağaç malzemedir (6).

Yüksek rutubete ve açık hava şartlarının her türlüüne dayanıklı hava türlerinin geliştirilmesiyle (V 100, V 100 G DIN 68763) yonga levhanın kullanım alanını genişletmiştir.

Yonga, boyutlarının özellikle, kalınlık ve uzunluğunun ve yüzey düzgünlüğünün levha kalitesini, etkileyen en önemli özellikler olduğu tesbit edilmiştir (5).

Yonga levhayı en çok kullanan mobilya endüstrisi, levha yüzeylerinin çok kapalı ve düzgün olmasını şart koşmakta ve yüzey kalitesi hakkındaki istekleride gittikçe artmaktadır. Yonga levhaların orta ve dış tabakalarda daha ince hatta odun tozu kullanılmak suretiyle levha, kaplama vs. yüzey işlemleri için daha uygun hale getirilmiştir (5).

Yonga levha, sanayinin istekleri ve teknolojinin imkanları doğrultusunda farklı kalınlık ve ebatlarda üretilmektedir. Mobilya sektörünün en çok kullandığı ölçüler olan 183 X 366 cm, 205 X 280 cm uzunluk ve genişlikte 5,6,8,10,12,16,19,22 ve 25 mm kalınlıkta üretilmektedir. Okal tipi olarak üretilen yonga levhalar daha çok kapı izolasyon, seperasyon gibi işlemlerde kullanılmaktadır (6).

1.1.1. Yonga Levhanın Mekanik Özellikleri

Üretimi tamamlanmış yonga levhaların özellikleri çeşitli faktörlerin etkisi altında olup, bunlardan en önemlisi kullanılan hammaddenin tipi ve odun türüdür. Ayrıca tutkal türü, miktarı, dağılışı, kullanılan özel katkı maddeleri, yonga rutubeti ve dağılışı, yönleri, boyutları ve birçok faktör, levha özelliklerine etki etmektedir (7).

Kullanılan odunun cinsi, özellikle levhanın özgül ağırlığını, tutkallanma kabiliyetini ve direnç özelliklerini etkilemektedir. Yonga levhalarda özgül ağırlık arttıkça levhanın direnç özellikleri yükselmekte buna karşın su alma, su çekme durumu azalmaktadır (6).

Özgül ağırlık; bir malzemenin diğer özellikleri ve kullanış değeri hakkında fikir veren en önemli ölçüdür. Malzemenin birçok mekanik ve teknolojik özellikleri, rutubet alarak ebatlarında değişme, (uzama, kısalma, kalınlığına genişleme) işleme kabiliyeti gibi değerler özgül ağırlıkla yakından ilgilidir (6).

Mekanik özellikler; malzemeyi boyut ve şekil değiştirmeye zorlayan deformasyon, gerilme (vs.) dış kuvvetler ve çeşitli yüklemelerin etkisine karşı malzemenin direnç derecesini ortaya koyar. Malzemelerin bu kuvvetlere karşı mukavemeti, tesir eden kuvvetin yönü, büyüklüğü, biçimi ve zaman ölçüsüne bağlıdır. Diğer taraftan materyalin yükleme yüzeyinin şekli, büyüklüğü vb. karşı koymayı etkilemektedir.

Yonga levhaların mekanik özelliklerinin diğer niteliklerinden daha fazla önemi vardır. Malzemeye tesir eden kuvvet ve yüklemeler farklılık gösterirken yüklemeler basınç, çekme, eğme, makaslama vb. şekillerde olabilmektedir. Bundan başka kuvvet, yavaş yavaş artmak suretiyle veya ani şok şeklinde tesir ettiği gibi uzun süreli yorma şeklinde de olabilmektedir.

Yonga levhalarda eğilme direnci en önemli özelliklerden biridir. Özellikle yük altında kalan levhalar eğici kuvvetin etkisindedir. Eğilme

direnci; iki ucundan istinat edilen numunede, kırılma anında meydana gelen en yüksek gerilme miktarıdır.

TS. 180 (1978)'e göre hafif yongalarda eğilme direnci en az 50 kp/cm² olmaktadır. Orta ağırlıktaki yonga levhalarada eğilme direnci levha kalınlığı ile değişiklik göstermektedir. Örneğin levha kalınlığı, 13-20 mm arasında eğilme direnci 180 kp/cm² (en az) levha yüzeyine dik yönde çekme direnci 3 kp/cm² (en az) genel amaçlar için üretilmiş yatık yongalı levhalarda eğilmede elastikiyet modülü 23000-32000 kp/cm² dinamik eğilme direnci 4,3-5,2 kp/cm² dir (7).

Levha yüzeyine paralel yönde çekme direnci % 12 rutubette 350-800 kg/cm³ ağırlıktaki levhalarda 20-300 kp/cm² arasında değişmektedir. Levha yüzeyine dik yönde makaslama direnci 150-200 kp/cm² arasında bulunmaktadır (7).

Ayrıca DIN 68761 Blatt 1'e göre genel amaçlar için üretilmiş 13-20 mm kalınlığındaki yonga levhaların eğilme direnci 180 kp/cm² (en az)'dır (8).

Katı bir cisme dışardan tesir eden bir kuvvet ile yüklenmesinde meydana gelen uzama, kısalma, eğilme gibi deformasyonları yükün kaldırılması halinde bertaraf ederek tekrar başlangıçtaki orjinal şeklini alabilmesi kabiliyetine elastiklik denir. Yonga levha yük etkisi ile eğilmeye maruz kalmaktadır. Yonga levhada elastiklik kalınlıkla birlikte artmaktadır. Bu durum üretimde kullanılan tutkal miktarına, yonga geometrisine, uzunluğuna ve levhanın özgül ağırlığına bağlı bulunmaktadır. Yonga levha

mobilyada kullanılan birçok materyale göre daha az elastiktir. Bu yüzden yonga levhalar ağaç kaplama levhası ile kaplanmak suretiyle elastikiyeti belli oranda yükseltilmektedir (5).

1.2. Lif Levha

Lif levhaları yaklaşık % 80 oranında bitkisel lif içerdiklerinden ağaç malzemedede olduğu gibi yüksek değerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptirler. Üstelik ağaç malzemedede bulunmayan özelliklerde sahiptirler. Lif levhada direnç özellikleri değişik yönlerde farklı olmadığı gibi budak, çürüklük, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmamaktadır. Ağaç malzemedede 3 değişik yönde farklı çalışma sonucu görülen çatlama, çarpılma, gibi sakıncalar lif levhalarda söz konusu değildir. Diğer taraftan fabrikasyonda uygulanan çeşitli teknikler yardımıyla direnç, sertlik, özgül ağırlık gibi özelliklerin ayarlanması mümkündür. Levhaların, işlenmesi daha kolay olup, ısı, ses ve rutubet izolasyonunda kullanıldığı gibi akustik düzenlemeler yapılabilir. Cilalanma, boya tutma, vidalanma vb. özelliklere sahiptirler (9).

Lif levha odun ve odunsu bitkilerden üretilen liflerin çeşitli sistem ve metodlarla levha haline getirilmesiyle elde edilir. Kullanılan hammadde ve çok çeşitli olması nedeniyle sayısız levha tipleri geliştirilmiştir. Özel amaçlar için üretilmiş veya uygulanan işlemlerle özellikleri değiştirilmiş olanları da bunlar arasında saymak gerekir (10).

Lif levha tipleri çok fazladır ve bu nedenle levhanın özellikleri geniş sınırlar içerisinde değişir. Lif levhalar genellikle özgül ağırlıklarına göre

sınıflandırılır. Sınıflandırma her ülkenin standartlarına göre az veya çok birbirinden farklıdır. Onların ortak yönüne göre;

A- Preslenmiş

B- Preslenmemiş olarak ikiye ayrılır.

Preslenmiş levhaların özgül ağırlığı ise 400 kg/m^3 'den daha büyüktür. Bunlarda kendi aralarında yarı sert, sert ve ekstra sert olarak ayrılırlar. FAO tarafından yapılan sınıflandırmaya göre;

- Yarı sert lif levhalar özgül ağırlığı $400\text{-}800 \text{ kg/m}^3$
- Sert lif levhalar özgül ağırlığı $800\text{-}1200 \text{ kg/m}^3$
- Ekstra lif levhalar özgül ağırlığı 120 kg/m^3 den büyüktür.

İzolasyon levhaları preslenmiş levhalardan daha fazla boşluk hacmine sahiptir ve yüzeyleri pürüzlüdür. Preslenmiş levhaları bir yüzü düz veya iki yüzüde düz olanlarıda vardır (10).

Yarı sert lif levhalar yani MDF mobilya üretimde kullanılmaktadır. MDF doğal odunun özelliklerini muhafaza eder. Homojen bir yapıya sahiptir (10).

Lif levhalar yüksek oranda lif içerdiklerinden ağaç malzemede olduğu gibi yüksek değerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptir. Lif levhalar genellikle sanayinin istediği ölçülerde üretilmektedir (10).

MDF'nin kolay işlenebilmesi yüzeylerinin düzgün olmasından dolayı cilalanabilmesi, boya tutması ve farklı maddelerle kaplanabilmesi yüzeylerde oyma vb. gibi işlemlere imkan vermesi önemli üstünlükleridir. MDF'nin üstün direnç özellikleri en çok da eğilme dirençlerinin yüksek olması, özgül ağırlık ve rutubetin levhanın her yerinde aynı olması nedeniyle mobilya endüstrisinde kapı, dolap, raf, elbise dolabı vb. eşyaların üretiminde kullanılmaktadır. Orta sert lif levhaların üstün mekanik ve teknolojik özellikleri nedeniyle son yıllarda mobilya endüstrisindeki kullanım gittikçe artmaktadır (19).

1.2.1. Lif Levhanın Mekanik Özellikleri

İstenilen yoğunlukta üretilebilme, elastiklik ve sağlamlık, ucuzluk, lif levhaların, çeşitli kullanım yerleri için enteresan bir ürün haline getirmektedir. Lif levhaların çeşitli kuvvetlere karşı gösterdikleri direnç özelliklerinden en çok kullanılanları eğilme direnci, çekme direnci ve levha yüzeyine dik çekme gibi özellikleridir (9).

Eğilme direnci, eğilme zorlamalarında meydana gelen maksimum eğilmedir. Statik eğilme direnci statik zorlamada meydana gelen maksimum eğilme momentinin malzemenin mukavemet momentine bölünmesiyle elde edilir (10).

Tabakalı ahşap malzemenin eğilme dirençlerinin tesbit edilmesinde kullanılan örneklerin enine kesiti dikdörtgen şeklindedir. Çekme direnci, lif levhaların çekme zorlamalarında meydana gelen en yüksek gerilmedir.

Çekme direnci kırılmaya neden olan maksimum kuvvetin örneğin başlangıçtaki enine kesitine bölünmesiyle bulunur (10).

Eğilme direnci, bazı durumlarda malzemenin özelliklerini tam olarak yansıtmaz. Bu bakımdan çekme direnci daha iyidir. Fakat burada deformasyon değişiklikleri sihatli bir şekilde tesbit edilmelidir. Levhalarda çekme ve eğilme direncine tesir eden faktörlerin başında özgül ağırlık, rutubet, veya kalınlığı pres basıncı, sıcaklığı, süresi, tutkal vb. gelmektedir (10).

Özgül ağırlık arttıkça hem eğilme hemde çekme direnci artar. Rutubetin % 6-7 olması halinde maksimum olur ve daha sonra azalır. Levha kalınlığı öngörülen kalınlıktan daha ince olarak üretilmiş levhaların eğilme dirençleri fazla, diğerlerinki azdır (10).

Bir malzeme dış zorlamalar nedeniyle deforme olur ve kuvvet kalkınca eski şeklini alırsa o malzeme elastiktir. Elastikiyet modülü birim uzunluğunda bir cismin uzunluğunun iki katı olması için uygulanması gereken teorik bir kuvveti ifade eder. Lif levhanın elastikiyet modülü eğilme denemeleriyle saptanır (10).

Kuvvetin tesir şekline göre elastiklik modülü statik metodlarla ve dinamik metodlarla olmak üzere iki şekilde hesaplanabilir. Statik elastik modülleri cisim üzerine yapılan yükleme şekillerine göre çekmede elastiklik modülü (E_z), basınçla elastiklik modülü (E_D) ve eğilmede elastiklik modülü (E_B) olmak üzere üç şekilde belirlenebilir (9).

Orta sert lif levhanın 16-22 mm kalınlıkta eğilme direnci 280-780 kp/cm^2 ve eğilmede elastikiyet modülü 25.000-70.000 kp/cm^2 'dir (9).

Sürekli yüklemelere karşı direnç, pratikte malzeme devamlı yüklemelere maruzdur. Bu nedenle özellikle inşaat sektöründe kullanılacak levhaların sürekli yüklemelere karşı direncinin bilinmesi şarttır. Masif ağaç için sabit yüklemeli sürekli direnç, statik direncin yaklaşık % 60 kadardır (10).

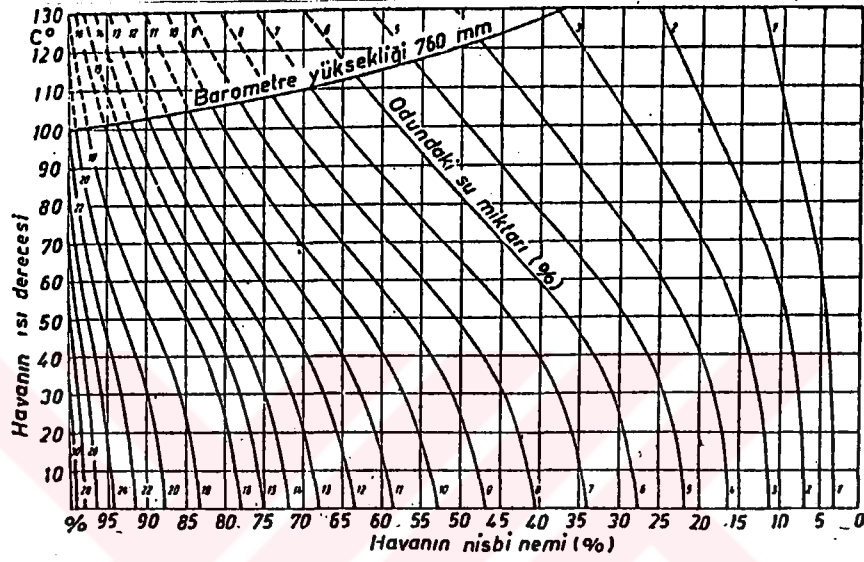
Değişik yüklemeli sürekli denemelerde yükleme periyodun sayısı arttıkça direnç azalır. Lif levhaların sabit yüklemeli sürekli çekme direnci yaklaşık 125-130 kp/m^2 'dir. Bu kısa süreli statik çekme direncinin, yaklaşık % 35-40 kadardır. Lif levhaların değişik yüklemeli sürekli eğilme direnci ise statik eğilme direncinin yaklaşık % 23 dir (10).

1.3 Masif Ahşap Malzeme

Ahşap malzeme organik, anizotrop ve heterojen bir yapıya sahiptir. Odunsu bitkilerin oluşturdukları çeşitli hücrelerin meydana getirdiği dokulardan ibarettir. Bundan dolayı bütün organik cisimler gibi özellikleri çok değişiktir. Hiçbir ağaç birbirine benzemediği gibi kendi türleri arasında da farklılıklar görülebilmektedir (12).

Ahşap malzeme higroskopik bir yapıya sahiptir. Bulunduğu ortamda havanın bağıl nemi ve ısı derecesi ile higroskopik denge kuruncaya kadar bünyesinden nem verebilir yada bünyesine nem alabilir.

Higroskopik denge malzemenin çeşitli yerlerde kullanılmasında kullanılmasında dikkate alınması gereken önemli bir özelliğidir. Havanın sıcaklığı ve nisbi nemi ile malzeme nemi arasındaki ilişkiler Şekil 1’de görülmektedir (8).



Şekil 1. Havanın Sıcaklığı İle Nisbi Nemi ve Malzeme Arasındaki İlişkiler

Şekil 1’den anlaşılabacağı gibi hava sıcaklığı 20°C ve nisbi nemi % 70 olduğunda malzemenin rutubeti % 13’dür. Şartlar sabit kalmak şartıyla rutubet yükseldikçe malzemenin bünyesindeki rutubet miktarı yüzde olarak artmaktadır.

Kapalı ve ısıtılan ortamlarda bu denge yaklaşık % 7-10 arasındadır. Ahşabın çalışmasını engellemek ve dolayısıyla deformasyonunu önlemek gayesiyle kullanılacağı yerdeki denge rutubeti kadar kurutulması gerekir (11).

Ahşap malzeme bulunduğu ortama ve bünyesindeki rutubet miktarına göre çalışmasını sürdürmektedir. Bunun neticesinde ölçü ve biçim değişmesi veya çalışması üç yönde farklı olmaktadır. Lif (boy) yönünde en az, radyal (çap) yönünde fazla, yıllık halkalara teğet yönde (çevre) ise en çok çalışır. Bu çalışma neticesinde çarpılma, çatlama, eğilme gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkar (12).

Tablo 1. Ahşap Malzemede Radyal, Teğet ve Liflere
Paralel Yönde Çekme Miktarları

Çalışma Yönleri	%
Liflere paralel yönde	0.4
Radyal yönde	4
Teğet yönde	8
Hacimce çekme	12

1.3.1 Ahşap Malzemenin Mekanik Özellikleri

Ahşap malzeme taşıyıcı bir eleman olarak düşünülürse bu özellik çok büyük önem taşımaktadır. Malzemenin direnç ve taşıma özelliği özgül ağırlık arttıkça artmaktadır. Malzemenin dışardan tesir eden kuvvetlere karşı göstermiş olduğu direnç malzemenin mekanik özelliklerindendir. Malzemeye uygulanan yükler, sabit, hareketli ve sürekli olmak üzere üçe ayrılır. Uygulanan yükün miktarına bağlı olarak malzemede deformasyon meydana gelir (12)

Mekanik özellikler boyut ve şekil değişimleri (deformasyon) gerilme ve kırılmalara yol açan mekanik cinsten dış kuvvetler, çeşitli yüklemelerin etkilerine karşı, ağaç malzemenin karşı koyma derecesi ve durumunu belirtilmektedir. Ahşap malzemede mekanik kuvvetlerin etkisi büyük ölçüde ağaç türüne, özgül ağırlığı, anatomik yapıya, rutubet miktarına, ısı derecesine, kimyasal bileşimine, kusurların bulunup bulunmamasına, kuvvetin tesir yönü ile lif doğrultusu arasındaki açıya vb. özelliklere bağlı bulunmaktadır. Genel olarak ahşap malzemede mekanik özellikler pratik bakımdan çok önemli olup, bir çok kullanım yerlerinde bu özelliklerden ve özgül ağırlığı ile direnç arasındaki münasebetin çok uygun oluşundan faydalanmaktadır (12).

Ahşap malzemede şekil değişmesi (deformasyon) meydana getiren kuvvetler çeşitli şekillerde tesir edebilmekte ve buna göre deformasyon da değişik olabilmektedir. (13).

Ahşap malzemenin elastiklik deformasyon kabiliyeti oldukça yüksektir. Böylece ağaç malzeme önemli miktarlardaki yüklemelerden sonra tekrar başlangıçtaki orjinal şekline dönebilmektedir. Anizotrop olan yapısı dolayısı ile odunda elastiklik modülü liflere paralel, radial ve yıllık halkalara teğet olmak üzere üç esas yönde farklı bulunur. Ahşap malzemede elastiklik modülü değeri liflere paralel yönde en yüksek, radial yönde daha küçük,

yıllık halkalara teğet yönde ise en düşüktür (12).

Ahşap malzemenin elastiklik özellikleri üzerine odunun özgül ağırlığı, yazodunu iştirak oranı, su miktarı, yıllık halka, genişliği, lif yönü, lif açısı, budaklılığın vb. etkisi vardır.

Ahşap malzemelerin kullanım yerlerindeki mekanik etkilere karşı koyma kabiliyeti hakkında tam bir fikir elde edebilmek için sürekli yükleme direncinin bilinmesi gerekmektedir. Malzeme kısa süre devam eden belirli bir yüke karşı koyabildiği halde aynı yükün uzun ve sürekli bir şekilde tesir etmesi halinde buna karşı koyamıyarak deformasyona uğrayabilmekte veya kırılabilmektedir. Bu nedenle malzeme dirençleri hesaplamalarında zaman faktöründe göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bir malzemenin sürekli ve uzun süreli yüklemelere karşı direncini bilmeden o malzemenin direnç özellikleri hakkında tam bir bilgi edinmek mümkün olmamaktadır (12).

Sürekli direnç malzemelerin uzun ve sürekli yüklemelere karşı kırılmadan karşı koyabileceği en yüksek gerilme miktarıdır. Bu tür yüklemeler, sabit yüklemeli sürekli direnç ve değişken yüklemeli sürekli direnç olarak ikiye ayrılmaktadır (11).

Sabit yüklemeli sürekli dirençte, yüklemelerin tesir şekli sabit kalmakta bütün süre boyunca değişmemektedir. Yüklemeler sabit olmayıp artan şekilde tesir ediyorsa bu da uzun süreli değişken yüklemeler olarak bilinmektedir (12).

1.8 Yapıştırıcı Maddeler

Tutkallama; Ağaç işlerinde çok önemli işlemlerden birisi olup tutkallar en önemli gereçlerdendir. Son yıllarda tutkal türleri ve tutkallama teknikleri geliştirilmiştir. Kontrplak, yonga levha ve benzeri tabakalı ağaç malzemelerin geliştirilmesinde en büyük rolü tutkallar oynamıştır. Dolayısıyla mobilya üretimi ve endüstrisinde de çok geniş bir şekilde yer almaktadır (18).

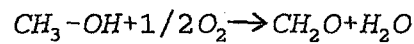
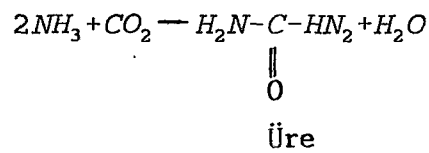
Odun tutkalları genellikle sulu kollaidal çözeltiler halindedir. Yapışma sırasında çözeltili önce jelatine dönüşür daha sonra katılaşarak bir tabaka oluşturur. Tutkalların kuruması ve katı hale geçişi çoğu fiziksel ve kimyasal reaksiyonla olur. Ayrıca kimyasal reaksiyon sonucu kuruma yapan tutkallarda çok geniş bir yer tutar. Tutkalların bu değişimine sertleşme veya katılaşma diyebiliriz (18).

Tutkallar üretiminde kullanılan materyalin özelliklerine göre anorganik ve organik olarak iki büyük gruba ayrılmaktadır. Yapay reçinenin tutkal üretiminde kullanılmaya başlanmasıyla birçok yenilikler ve kolaylıklar sağlanmıştır. Yapay reçineli tutkalların havaya, neme mantar vb. dış etkilere karşı dayanıklılıkları geliştirilmiştir. Bu tutkallar seri üretim teknolojisinde geniş imkanlar sağlamaktadır (18).

1.4.1 Üre-Formaldehit Tutkalı

Ucuzluğu kullanma teknolojisinin kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeniyle bugün Avrupa'da kullanılan tutkalların % 90'ını oluşturur. Üre, basınç altında ve katalizatörlerin varlığında amonyak ve karbondioksitten elde edilir. (BASF yöntemi). Formaldehit ise, buhar şeklindeki metanolün, havanın oksijeni ile okside edilmesinden elde edilir (18).

Basınç + Katalizör



Üre-formaldehit tutkalı üre formaldehitin kademeli bir şekilde kondanze olmasıyla elde edilir. Bunun için PH değeri 5 olan sulu bir çözeltide üre ve formaldehitin 1/1,5 5-2 mol. oranında karıştırılması ve arzu edilen reaksiyon seyrine göre sıcaklığın ayarlanması gerekir. Reaksiyon seyri çözeltinin PH değeri ile sıcaklığa bağlıdır. İkincisinin artmasıyla reaksiyon hızı artar (18).

Odun tutkalı yapımında reaksiyon, kondenzasyon ürünleri henüz suda çözülebilir durumdayken reaksiyon hafif asidik olan çözeltinin soğutulması ve nötrleştirilmesiyle kesilir (18).

Yarıda kesilmiş olan bu kondenzasyon kullanma sırasında yani yapıştırma işleminde, sertleştiriciler veya sıcaklık yardımıyla yeniden başlatılır ve sonuna kadar devam ettirilir. Sıvı olan tutkal nötr veya hafif alkali (PH=7-8) bir ortamda gönderilir ve 20 ° C'de bir kaç ay bozulmadan saklanabilir (18).

Ağaç işlerinde kullanılan ve üre-formaldehit tutkalı genel olarak iki bölüme ayrılır. Soğukta sertleşen (soğuk olarak kullanılan) ve sıcakta sertleşen (sıcakta tepkimeli) üre-formaldehit tutkalı (18).

Soğukta sertleşen üre-formaldehit tutkalı, ek yerleri iyi alıştırmış işlerin yapıştırılmasında kullanmak üzere geliştirilmiştir. Tutkalın sertleşmesini sağlayan kimyasal tepkime 20 °C sıcaklıkta gerçekleşir. Hem sıvı hemde toz halinde satılanları vardır.

Sertleştirici ile karıştırılan tutkal ağaca sürüldükten sonraki 10 dakika içinde sıkılması gerekir. Yeterli bağlantı sağlamak için 1 m² ye 120-160 gram tutkal sürülmelidir. Üretici firma öneride bulunuyorsa tutkallama işlemini 20 °C sıcaklıkta yapılması sıkıştırmanın 2-3 kg/cm² basınçla ve tutlallanan malzemenin 50-60 dakika sıkılı halde tutulmamsı uygun olur (13).

Çözelti hazırlarken üretici firma aksini önermiyorsa ağırlıkça 2.5 bölüm toz halindeki ve soğuk kullanılan üre-formaldehit kaba montaj tutkalı 1 bölüm su ile karıştırılmalıdır. Tutkal sıvısı 1 saat dinlendirildikten sonra kullanılması doğru olur. Çözelti hazırlanan kaplar ve tutkal sürme araçları metal veya metal eklentili olmamalıdır (18).

Sıcakta tepkimeli üre-formaldehit tutkalı kontraplak üretiminde ve mobilya endüstrisinde kapalama yapıştırmak için geliştirilmiştir. Tutkal çözeltisinin hazırlanması üretici firmanın öğüt ve önerilerine tam olarak uyulmalıdır. Karıştırma sırası şöyledir. Önce sıvı tutkal alınır. Buna yavaş yavaş dolgu maddesi katılır. Çözelti koyulaştıkça bir miktar su daha ilave

edilmelidir. Buna üçüncü olarak sertleştirici katılır. Daha sonra kalan su ilave edilerek vizkozite ayarlanmış olur (18).

Çözelti hazırlanmasında cam, porselen, odun plastik emaye vb. yapılmış kaplar kullanılır. Metal kaplar uygun değildir.

Tutkalın sürülüşünde tutkal tarağı, tutkallama silindiri vb. kullanılır. Ortalama 1 m² lik yüzeye 120-200 gram tutkal sürülür. Tablo 2'de Sıcaklığa bağlı olarak pres süreleri verilmiştir (13).

Tablo.2 Hidrolik Preste Tablo Sıcaklıkları ve Pres Süreleri

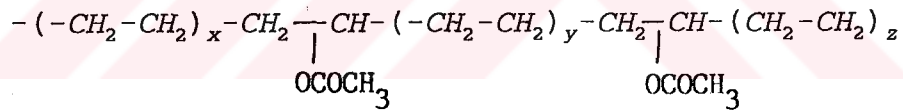
Pres sıcaklığı	Pres süresi
70 °C	6 Dakika
80 °C	4 "
90 °C	2 "
110 °C	1 "

Sıcak tepkimeli üre formaldehit tutkal, kontraplak, yonga levha, kapı üretimi ve mobilya endüstrisinde kaplamanın yapıştırılmasında ısıtılabilen hidrolik preslerden yararlanılır (18).

1.4.2 Yüksek Sıcaklıkta Ergiyen Masifleme Tutkalı

Bu tip tutkallar % 100 termoplastik yapıştırıcılar olup oda sıcaklığında katı ve yapıştırma özelliği bulunmayan ancak eritilmesi suretiyle kullanılması halinde sürekli katılaşıp yapıştıran tutkallardır.

Bu tutkallar polimerler (film oluşturan), yapışkan yapay reçine (aynı zamanda jöleleştiren yumuşatıcılar), katkı veya dolgu maddeleri, anti oksidan maddeler lüzumu halinde yumuşatıcılar olmak üzere 5 komponentten oluşmaktadır. Bunlardan polimerler tutkala direnç kazandıran aktif komponentlerden birisi olup, büyük moleküllü ve ana maddesi Athylen Vinylacetat olan bir kopolymerizattır.



Ana maddesi Athylen Vinylacetat. Kopolymerizatından oluşan ve sıcakta eriyen tutkalın zincir yapısı (14).

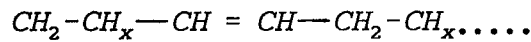
Polivinilasetat tutkalı, termoplastik bir tutkaldır. Sıcaklıkta akışkanlık kazanır soğukta sertleşir. Tutkallama işlemi sıcak ortamda yapılır. Belli sıcaklık derecelerinin altında sertleşir. Sertleşme sınırına göre tutkalın sıcak ortama dayanıklılığı artar. Bu sınır 70 °C den başlayabileceği gibi 180-200 °C ye de çıkabilir. Isı derecesi ne kadar yüksek ise o kadar iyidir (18).

Kullanımın kolay olması ve sertleşme süresinin çok kısa olması nedeniyle seri üretim vb. işlemlerde kullanılır.

1 .8.3 Kauçuklu Yapıştırıcılar

Kauçuk tutkalının temel maddesi olan kauçuğun uygun çözücülerde çözülmüş şeklidir. Çözücü buharlaşınca katılaşma sertleşme olur. Açıkta bekletilmesinin nedeni bu çözücünün buharlaşması içindir (18).

Bu gruba giren tutkallara temas yapıştırıcıları denilmektedir. Bunlar gerek arabik zamanlı kauçuk gibi doğal kökenli maddelerin gerekse polimerize olmuş buna ısporen yani (Methylbutadien) ile yine polimerize olmuş Choropren diğer adıyla (Chlorbutarien)in özellikle benzol içerisinde çözeltilmesi suretiyle elde edilmektedir (14).



X=H veya CH

Kauçuk Yapıştırıcıların Temel Yapısı

Bu tip tutkallar çeşitli isimlerle piyasaya sürülür (Derby, Bally vb.). Metal levhaların, yapay reçine plakaların (formika), plastik profillerin, ağaca yapıştırılmasında ve mobilya döşeme işlemlerinde kullanılır. Yonga levha ve

MDF'den hazırlanan tabakaların kenarlarına plastik bantların ve kaplamaların yapıştırılmasında kauçuklu tutkaldan yararlanılır (13).

Kauçuk tutkalının sürülmesinde fırça, sert plastikten ispatula veya püskürtme tabancası kullanılabilir. Yapıştırılacak iki yüzeyde tutkal sürülür. 1 m² ye sürülen 250 gram tutkal yeterli görülür. Pres basıncı tutkalın ve yapıştırılan gerecin özelliğine göre 6-15 kg/cm² dir. Pres süresi 1-5 dakika arasında değişir (13).

1.5 Deney Numunelerin Hazırlanması

Araştırmada yapılan deneylerde amaç, mobilya ve dolap türü mobilya imalatında çok kullanıldığı düşünülen tabakalı ahşap malzemeli plakalardan T.S.E. 180 (1978)'e göre 18 mm kalınlıktaki genel amaçlar için üretilmiş yatık yongalı levha ile MDF'nin mobilya uygulamalarında görülen farklı boyut ve numunelerin deneylere hazırlanması, farklı zaman periyotlarında sabit yük etkisinde bırakmak suretiyle sehim miktarlarını ölçerek en az sehim veren numune tipi ile materyali saptamak ve bu konuda detaylı bilgi edinmektir.

Denemelerde kullanılacak rafların boyutlarının belirlenmesinde ve deney panellerine uygulanacak yayılı yük miktarlarının saptanmasında TS

9215 (1991) bölüm 1.22.2’de hareketli rafların boyutları ve uygulanacak yüklerden hareketle mobilyada ençok kullanıldığı düşünülen raf boyutları ortalamaları alınarak raf boyutları ve bu boylara göre raf kullanım yükleri ve deney yükleri interpolasyon yolu ile hesaplanarak tespit edildi (15).

Rafların kesimi yapılmadan önce yonga levha ve MDF levhalarının bozulma ve deformasyona uğrama ihtimaline karşı dört kenarından 40 mm’lik bir kısım kesilerek atılmıştır. Bozulma ve deforme riski enaz olan bölümlerden rafların kesimleri yapıldıktan sonra 20 ± 3 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 rutubet ortamında uygun şekilde istiflenerek beklemeye bırakıldı.

Yüzeyleri ve kenarları ahşap kaplama levhasıyla kaplanacak, yine yüzeyleri ahşap kaplama levhasıyla kenarları masif ahşap malzeme ile işlem görecektir raflar için numune sayılarının iki katı olmak üzere yığın içinden tesadüfi olarak seçildi.

Yüzeyleri kaplanacak raflar için kesme yöntemi ile üretilen ve ülkemizde mobilya üretiminde ençok kullanıldığı düşünülen kayın kaplama (*Fagus Orientalis Spp.*) tercih edilmiştir.

Ahşap kaplama levhalarının budaksız, çatlaksız, lif kıvrıklığı olmayan, ardaksız, düzgün elyaflı ve kalınlığı 0.7 mm hatasız levhaların seçimi titizlikle yapılarak hazır hale getirildi. Bunlar boyları ve genişliğinden 4 cm

fazlalık verilerek kenarlar (cumbalar) için ise her iki taraftan 5 mm fazlalık verilerek kesildi ve preslenmek için hazır hale getirildi.

Kenarları masif ahşap malzeme ile kaplanacak raflar için yine mobilya üretiminde ençok kullanılan kayın kereste (*Fagus Orientalis Spp*) tercih edildi.

Kayın kerestenin seçiminde TSE 801'de belirtilen 1. sınıf fırınlanmış budaksız düzgün lifli ardaksız malzemeler seçildi. Rafların kenarlarının (cumba) kaplanmasında kullanılacak masif çıta 6 mm kalınlık 24 mm genişlik ve kaplanacak 50 mm fazla olarak iki yüzeyi temiz bir şekilde hazırlanarak 20 ± 3 °C'de % 65 nisbi nemli ortamda uygun biçimde istiflendi (16).

Masif ahşap malzeme, ahşap kaplama levha ve deney materyalinde kullanılacak yonga levha ve MDF'nin kesim işlemleri bitirildikten sonra pres işlemleri hazırlıkları ile kenar masif çıtaların kaplanması hazırlıkları yapıldı.

Kenarları masif ahşap malzeme ile kaplanacak raflar, masifleme makinasında otomatik olarak yapıştırıldı. Yonga levha yüzeyinden fazla olan masif ahşap malzeme rende ile kesilerek yonga levha yüzey seviyesine getirildi.

Yüzeyleri ağaç kaplama levhası ile kaplanacak rafların yüzeylerini yabancı maddelerden arındırmak, küçük bozuklukları gidermek amacıyla 100 numara zımpara ile heriki yüzeyi elle zımparalanarak temizlendi.

Ön işlemleri bitirilen raflar ahşap kaplamasının yapıştırılması için pres, sıcaklık, basınç ve tutkal miktarları belirlendi. Pres basıncı cm^2 'ye 1.2 Kg/ cm^2 olarak ayarlandı. (17).

Rafların ahşap kaplama ile kaplanmasında kullanılacak sıcak tepkimeli üre formaldehit tutkalı m^2 'ye 150 gr olacak şekilde hazırlandı. Firma önerilerine uygun olarak hazırlanan tutkal 15-20 dakika bekletilerek dinlendirildikten sonra kaplanacak rafların heriki yüzüne eşit miktarda olacak şekilde tutkal tараğı ile sürüldü. Yüzeylere, ahşap kaplama levhası konularak prese hazır hale getirildi. Pres tablalarının yüzeyleri temizlenerek pres sıcaklığı 100 °C olacak şekilde ayarlandı ve 5 dakika bekletilmesi ile yeterli yapışmanın sağlanacağı tesbit edildi.

Presten alınan rafların tutkal artıkları, ahşap kaplama levhası fazlalıkları vb. artıklar uygun alet ve makinalar kullanılarak kenar fazlalıkları temizlendi. Rafların boyutları kontrol edilerek tekrar gözden geçirilidi ve belirlenen boyutlara getirildi.

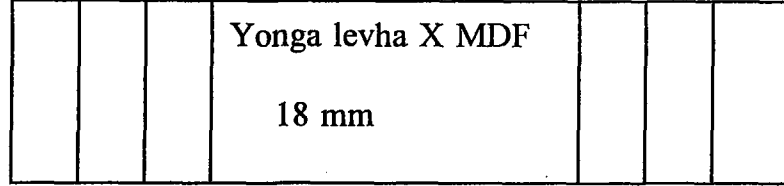
Yapılan işlemlerden sonra rafların yüzeyleri ilk olarak bant zımpara makinasında daha sonra elle yapılan zımpara işlemi ile yüzey düzgünlüğü sağlandığı gibi yüzeydeki artıklar ve benzeri bozukluklar giderildi.

Kenarları bant şeklinde ahşap kaplama levhası ile kaplanacak raflar için kauçuklu yapıştırıcı tutkallar kullanılarak yapıştırma işlemi gerçekleştirildi. Kuruma işlemi tamamlandıktan sonra ahşap kaplama levhası fazlalıkları temizlenerek, kenarlar elle zımparalanarak işlem tamamlandı. İşlemlerin tamamlanmasından sonra raf numunelerinin özellikleri Tablo 3 de gösterildiği gibidir.

Tablo.3 Raf Numunelerinin Boyut ve Özellikleri

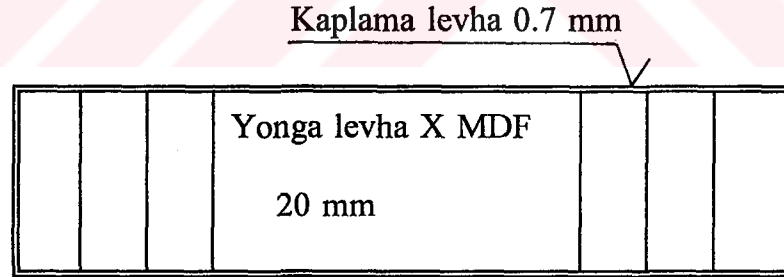
Materyal	Numune Tipi		ÖZELLİK
	900 X 400	300 X 520	
	Büyük Boyut	Küçük Boyut	
Y.L	A	A ₁	Yonga Levha
	B	B ₁	Kaplamayla kaplanmış yonga levha
	C	C ₁	Kenarı masif ve yüzeyi kaplamayla kaplanmış yonga levha
MDF	D	D ₁	MDF
	E	E ₁	Kaplamayla kaplanmış MDF
	F	F ₁	Kenarı masif ve yüzeyi kaplamayla kaplanmış MDF

Raf numunelerinin hazırlama tipleri aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir.



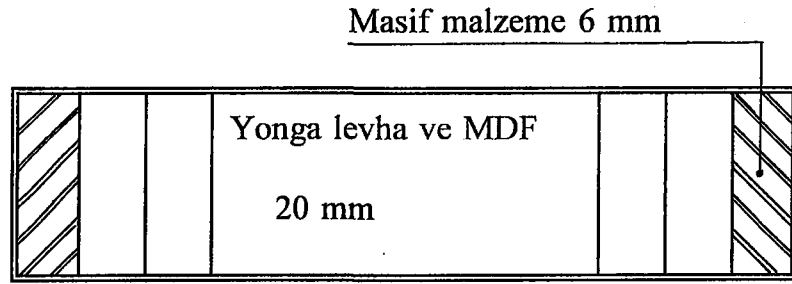
Şekil.2 Yüzeyleri ve Kenarları İşlem Görmemiş Raflar

Şekil.2 deki gibi hazırlanan raflar yonga levha ve MDF den büyük ve küçük boyutlarda hazırlanmıştır.



Şekil.3 Yüzeyleri ve Kenarları Ahşap Kaplama Levhasıyla Kaplanmış Raflar

Şekil.3 deki gibi hazırlanan raflar yonga levha ve MDF den büyük ve küçük boyutlarda hazırlanmıştır.



Şekil.4 Yüzeyleri Ahşap Kaplama Levhası Kenarları

Masif Ahşap Malzeme İle Kaplanmış Raflar

Şekil.4 deki gibi hazırlanan raflar yonga levha ve MDF den büyük ve küçük boyutlarda hazırlanmıştır.

Tablo 4’de raflara uygulanacak yük miktarları TSE 9215’deki raf boyları ve deney yükleri baz alınarak bu araştırma için tesbit edilen raf boyutlarına göre tekabül edecek yük miktarları interpolasyon yolu ile bulunmuştur.

Tablo.4 Rafların Boyut, Numune Tipi ve Özellikleri

Materyal	Numuneler	Adet	A ₁ D ₁	B ₁ E ₁	C ₁ F ₁	Deney Yüktü N/mm ²
Yonga levha ve MDF	Küçük boyutlu raflar	42	L= 520 B= 300 K= 18	520 mm 300 mm 20 mm	520 mm 300 mm 20 mm	160 N
	Büyük boyutlu raflar	42	A D L= 900 B= 400 K= 18	B E 900 400 20	C F 900 400 20	650 N

Küçük boylar için, $L = 520 \text{ mm}$ $0.52 \times 0.30 = 0.156 \text{ m}^2$
 $t = 300 \text{ mm}$ $0.156 \times 104 = 16.22 \text{ kg/m}^2$
 $\text{inp} = 104 \text{ kg/m}^2$

Büyük boylar için, $L = 900 \text{ mm}$ $0.9 \times 0.4 = 0.36 \text{ m}^2$
 $t = 400 \text{ mm}$ $0.36 \times 180 = 64.8 \text{ kg/m}^2$
 $\text{inp} = 180 \text{ kg/m}^2$

Burada,

$L =$ Boy

$B =$ Derinlik

$k =$ Kalınlık

$\text{inp} =$ Interpolasyon

ifade etmektedir.

Tablo 4'te gösterilen raf numuneleri "TS 180" göre 18 mm kalınlık 183 X 366 genişlik ve boyundaki genel amaçlar için Türkiye'de üretimi yapılmış yatık yongalı levhalarda ve yine 18 mm kalınlık 186 X 366 genişlik ve boydaki MDF'den % 1 hassasiyetle hazırlanmıştır.

1.2 METOD

1.2.1 Deney Aletleri

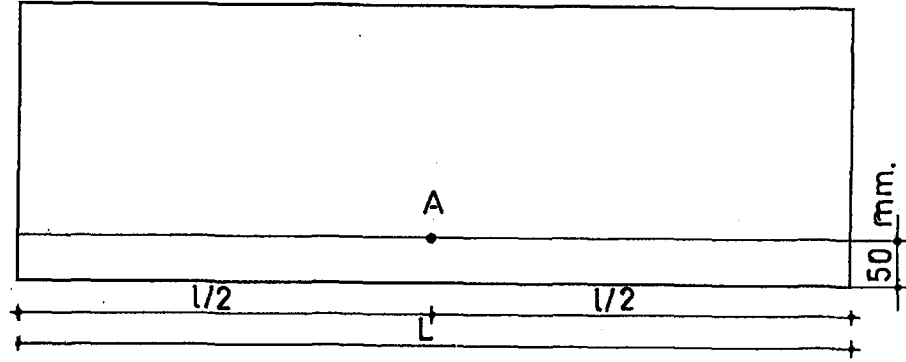
Rafların sehimlerinin belirlenmesinde 0.01 mm hassasiyetle ölçüm yapabilen komperatör ve verniyerli kumpas kullanılmıştır.

1.2.2. Deneyin Yapılışı

Şekil.2.3.4 de belirtildiği gibi yonga levha ve MDF'den mobilya imalatında görüldüğü şekilde üç farklı numune tipi ve iki farklı boyutta her numune tipi için yedişer adet olmak üzere toplam 84 adet raf numunesi hazırlanmıştır.

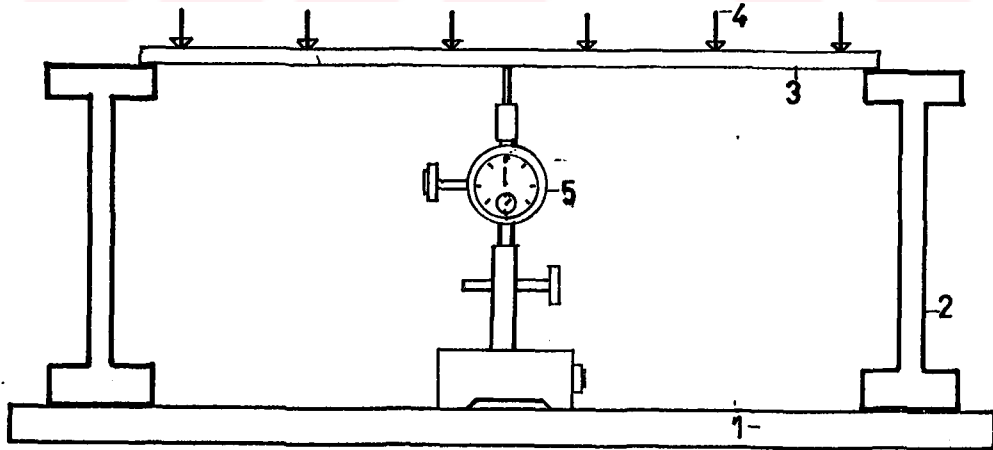
Raflar heriki materyal ve boyut için Tablo 3'te belirtildiği gibi işlem görmemiş, yonga levha veya MDF kenarları (Cumba) ve yüzeyleri ahşap kaplama levhasıyla kaplanmış kenarları masif ahşap malzeme ile yüzeyleri ise ağaç kaplama levhasıyla kaplanmış olarak üç değişik numune tipinde hazırlandı.

Hazırlanan bu raf numuneleri % 65 $\pm$ 3 nisbi nem ve 20 $\pm$ 3°C sıcaklıktaki ortamda istiflendi. Rafların sehim ölçüm noktası TS 9215 kısım 1.22'de belirtilen kitaplık raf sehim ölçümü bölümündeki bilgilerin ışığında ölçüm noktası ve biçimi belirlendi ve rafların tamamı markalandı (Şekil 5).



Şekil. 5 A. Sehim Ölçüm Noktası

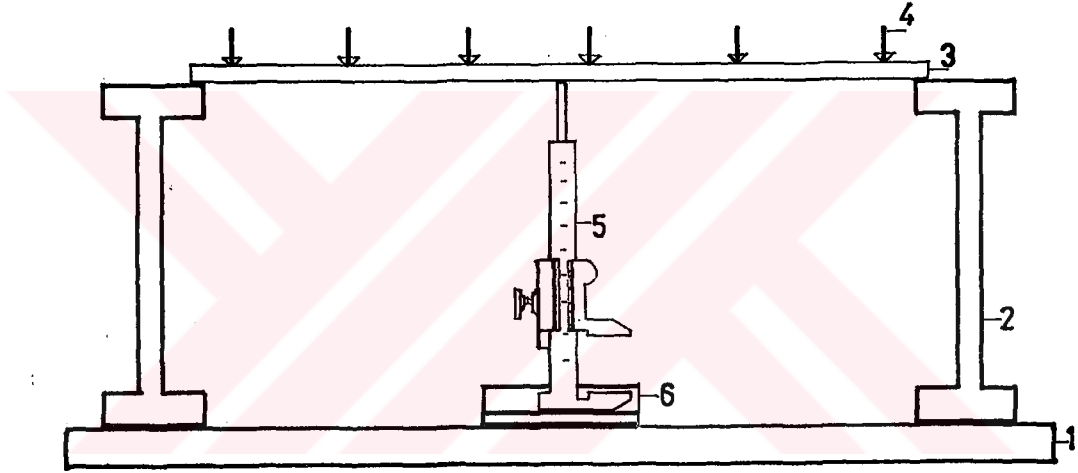
Tüm deneylerin yapılabileceği deney standı hazırlandı bu standlar sabitlenerek üzerlerine deney panellerinin üzerine konulacağı birbirine paralel putreller yerleştirildi (Şekil 6). Putrellerin yerleştirilmesiyle taban alan ile raf ölçüm noktası arasında kompratör ile kumpasın ölçüm alanı sağlandı.



Şekil.6 Sehim Ölçme Deney Standı

Burada;

- 1- Deney standı tabanı
- 2- Putrel
- 3- Raf
- 4- Yük
- 5- Kompratör kompleksi göstermektedir.



Şekil 7. Verniyerli Kumpas Düzenegi

Burada;

- 1- Deney standı tabanı
- 2- Putrel
- 3- Raf
- 4- Yük
- 5- Kumpas kompleksi göstermektedir.

İnterpolasyon yolu ile büyük ve küçük boy deney panel yükleri toleransları ile bulunarak küçük boy deney panelleri için 160 N, büyük boy deney panelleri için 650 N yük uygulanmıştır.

1.2.2.1 Küçük Boyutdaki Rafların Sehim Ölçüm Deneyleri

Yonga levha ve MDF'den yüzeyleri işlem görmemiş, raf 300X520X18 mm boyutlarında, kenarları ve yüzeyleri 0.7 mm kalınlıktaki kayın kaplama levhasıyla işlem gören raflar 300X520X20 mm boyutlarında kenarları 6 mm kalınlığında masif kayın malzeme, yüzeyleri 0.7 mm kalınlıktaki kayın kaplama levhası ile hazırlanan raflar 300X520X20 mm boyutlarında olacak şekilde denemelere hazırlandı.

Denemeleri yapmak için şekil 6 ve 7'de görüldüğü gibi sehim ölçme kompleksi kuruldu. Rafın her iki ucu (kısa kenarları) gerçek uygulamalarda olduğu gibi putrellere 1 cm binecek şekilde ayarlandı. Daha sonra ölçüm yapılacak raflar putrellere yerleştirilerek kontrol edildi. Komperatör, daha önce markalanan raf sehim ölçme noktasına (A) ayarlanarak yüklemeden önce sehim ölçümleri yapıldı. Bu işlemlerden sonra küçük boylardaki raf için belirlenen 160 N'luk yayılı yük ile bir hafta yüklü bırakıldı. Yükleme yapıldıktan 3 dakika, 1 saat ve 1 hafta sonra mm cinsinden 0.01 hassasiyetle sehim ölçümleri gerçekleştirildi. Raf üzerindeki yük kaldırıldıktan 3 dakika, 1 saat ve 1 hafta sonra kalıcı sehimler tesbit edildi.

1.2.2.2 Büyük Boyutdaki Rafların Sehim Ölçüm Deneyleri

Yonga levha ve MDF'den 400X900X18 mm ölçülerinde yüzeyleri işlem görmemiş, 400 X 900 X 20 mm ölçülerinde yüzeyleri ve kenarları kayın kaplama levhasıyla işlem görmüş, 400 X 900 X 20 mm ölçülerinde yüzeyleri kayın kaplama levhasıyla kenarları ise 6 mm kalınlığındaki kayın masif kayın malzeme ile işlem görmüş rafların deneyleri için deney standları hazırlandı. Raf boylarına göre standlar ayarlandı ve sehim ölçümü yapılacak rafların heriki kısa uçları dayanaklar üzerine 1 cm binecek şekilde yerleştirildi. Daha sonra rafların ölçüm noktalarına kompratörler ayarlanarak yüklemekten önce sehim miktarları tesbit edildi. Büyük boyutdaki paneller için belirlenen 650 N'luk yayılı yük ile uzun süreli sabit yükleme yapıldı. İlk ölçümler yüklemekten 3 dakika, 1 saat ve 1 hafta sonra mm cinsinden 0.01 hassasiyetle sehim ölçümleri gerçekleştirildi. Yükleme kaldırıldıktan 3 dakika, 1 saat ve 1 hafta sonra ölçümler yapılarak kalıcı sehim miktarları mm cinsinden 0.01 hassasiyetle belirlendi. Deneyler G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon bölümü teknoloji laboratuvarında % 65±3 nisbi nem ve % 20±3 °C'de hava akımı olmayan bir ortamda yapıldı.

Teorik hesaplamalar için ise aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılmıştır. Yüzeyleri işlem görmemiş büyük ve küçük ölçülerdeki deney panellerinin eğilme miktarlarını bulmak için materyallerin atalet momentleri bulunarak bu bilgi eğilme hesabında kullanılmış ve sehimler hesap edilmiştir. Yonga levha ve MDF için literatürde belirtilen eğilme gerilmesi (E) ile işlem görmemiş rafların deney sonuçları karşılaştırılarak kontrol edildi.

Burada;

I= Atalet momenti

Y= Eğilme miktarı

E= Eğilme gerilmesi

b= Genişlik (cm)

h= Kalınlık (cm)

L= Boy (cm)

P= Yük (Kg)

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = (\text{mm}^4). \quad (1)$$

$$Y = \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot L^3}{E \cdot I} = \text{mm}. \quad (2)$$

$$E = \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot L^3}{I \cdot Y} = (\text{N/mm}^2). \quad (3)$$

göstermektedir.

1.2.2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme sonuçlarından elde edilen veriler istatistik yöntemlerle değerlendirildi. Önce her bir numune grubunun aritmetik ortalamaları (4) nolu formülle bulundu. (21).

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (4)$$

Burada;

$\bar{X}$ = aritmetik ortalama

$\sum X$ = değerlerin toplamı

N= Örnek adedi

ifade eder.

Daha sonra varyansı (5) nolu formülle bulundu

$$S^2 = \frac{\epsilon (X_i - \bar{X})^2 + \dots}{n-1} \quad (5)$$

Burada,

S^2 = Varyans

X_i = Örneğin değeri

$\bar{X}$ = Grubun aritmetik ortalaması

n = Örnek adedi

Standart sapma (6) nolu eşitlikle hesaplandı

$$S = \frac{\sqrt{\epsilon (X_i - \bar{X})^2}}{n-1} \quad (6)$$

ifade etmektedir.

Ortalama değerleri karşılaştırabilmek için gruplar arasında farklılık olup olmadığı T- testi ile test edildi.

$$T \text{ hes} = \frac{\sqrt{\epsilon (X_{1i} - \bar{X}_1)^2 + \epsilon (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}}{(n_1 + n_2 - 2)} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \quad (7)$$

Burada,

T hes. = ikili karşılaştırmalar sonucu bulunan değer

$\bar{X}_1$ = Birinci deneyin aritmetik ortalaması

$\bar{X}_2$ = İkinci deneyin aritmetik ortalaması

$(X_{1i} - \bar{X}_1)^2$ = Birinci deneyin standart sapması

$(X_{2i} - \bar{X}_2)^2$ = İkinci deneyin standart sapması

n = Örnek adedi

ifade eder.

BÖLÜM 2

2.1. Deneylerin ve İstatistik Sonuçların Değerlendirilmesi

Yonga levha ve MDF'den üç farklı özellik ve iki farklı boyutta hazırlanan rafların uzun süreli sabit yüklemelerde meydana gelen sehimlerin ölçümü 1.5.3'de deneyler sonucunda elde edilen verilerin istatistik analizleri 1.2.2.3'de belirtilen yöntemlerle yapılmıştır.

Yonga levha ve MDF'den büyük boyutta hazırlanan farklı özellikteki rafların sehimleri ile kalıcı sehimlerinin mukayeseleri; yonga levha kendi içinde, MDF'de kendi içinde, daha sonra aynı özellik ve boyutdaki MDF ve yonga levhalı raflar birbirleriyle karşılaştırılarak yapıldı ve tablolar oluşturuldu. Aynı karşılaştırmalar küçük boyuttaki raflar içinde yapılmış olup ayrıca tablolar oluşturuldu.

2.2. Yonga Levhalı Rafların Sehimleri

2.2.1 Yonga Levha'dan Büyük Boyut'da Hazırlanan Rafların Sehimleri

Büyük boyut'da hazırlanan rafların özellikleri Tablo 5'deki gibidir.

Tablo 5. Yonga Levha'dan Büyük Boyut'da Hazırlanan Rafların Özellikleri

Hazırlanan Numune Tipi	Özelliği	Boyut (mm)
A	Yonga Levha	400X900
B	Kaplamayla kaplanmış yonga levha	400X900
C	Kenarları masif ağaç, yüzeyleri kaplamayla kaplanmış yonga levha	400X900

Tablo 5'de numune tipi ve özelliği belirtilen raflar bir hafta süreyle sebit yüklemeye tabi tutularak meydana gelen sehim miktarları 0.01 mm hassasiyetle ölçüldü ve elde edilen verilerin istatistik analiz hesapları Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6. Yonga Levhalardan Büyük Boyut'da Hazırlanan Rafların
Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
A	7	132.5	2520.53	18.92857	2.0823	1.44301
B	7	50.670	369.6751	7.23857	0.48277	0.69481
C	7	44.075	278.5632	6.29642	0.17634	0.41552

Burada;

ϵX = Değerlerin toplamı

ϵX^2 = Kareler toplamı

$\bar{X}$ = Aritmetik ortalama

S^2 = Varyans

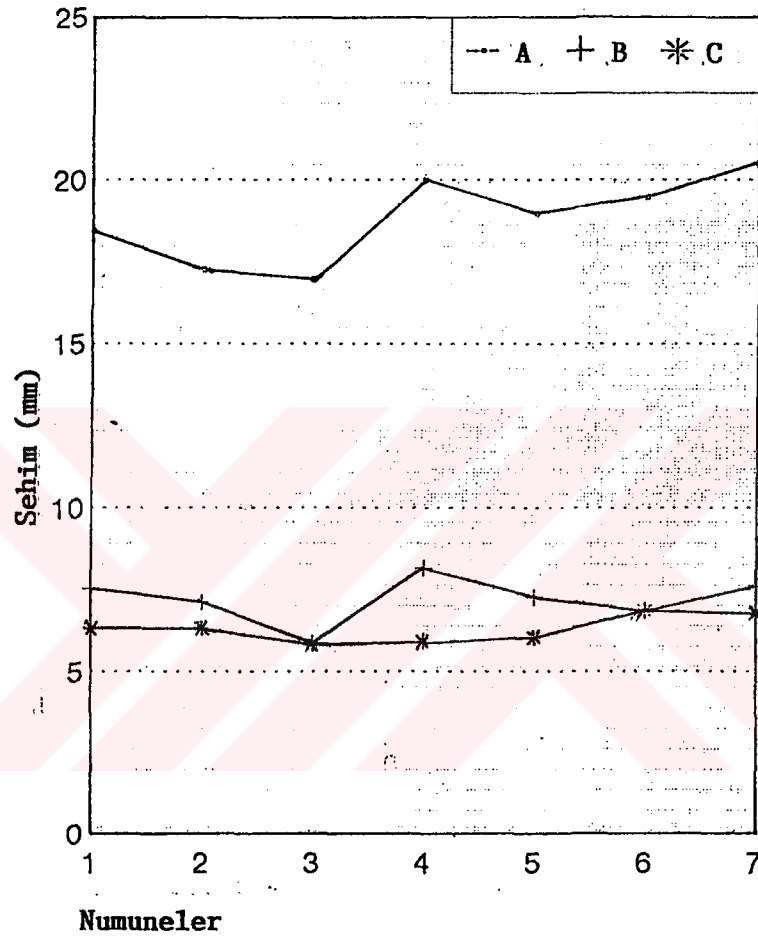
S = Standart sapma

N = Örnek adedi

ifade etmektedir.

Tablo 6'da varyans değerleri (S^2) incelendiğinde C numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az sehim verdiği, B ve C numune tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle B numune tipinin C numune tipine yakın sehim verdiği, A numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla sehim verdiği belirlenmiştir. Tablo 6'ın sonuçlarına göre sabit yüklemeler sonucunda en az sehim değerini veren C numunesinin en az deformasyona uğrayan raf olduğu tesbit edilmiştir.

Şekil 8'de A,B ve C numune tiplerine ait rafların sehimleri grafik olarak verilmiştir. A numunesine ait raflar en çok sehim miktarına ulaşırken, B ve C numune tipinde hazırlanan rafların sehim değerleri birbirine yakın olup homojen ve dengeli bir dağılım göstermektedir.



Şekil 8. Yonga Levhadan A, B ve C Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehim Miktarları

A Numune tipindeki raflar için yapılan hesaplamalarda 1.2.2.2 de belirtilen (1) ve (2) numaralı eşitlik kullanarak sonuçlar;

$$I = 194400 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$Y = 16.92 \text{ (mm)}$$

olarak bulunmuştur.

B ve C numune tiplerindeki rafların, ağaç kaplama levhası ve masif ağaç malzemesi ile kaplanması sonucu eğilme direnci artmıştır. Farklı özellikte hazırlanan numunelerin T-testi ile ikili karşılaştırması yapılarak aralarında farkların istatistik bakımdan anlamlı olup olmadığına bakılmıştır.

Tablo 7. Yonga Levhadan Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların
Sehimlerinin T -Testi Analiz Tablosu

Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
AXB	19.31140	1.7823	2.1788	3.0545
BXC	3.07036			
CXA	22.23861			

Burada;

T hes.= (7) nolu eşitlik kullanarak bulunan değer

tablo -t= 12 serbestlik derecesine göre tablo değerlerini

ifade etmektedir.

Bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabi tutulan A, B ve C numunelerinde meydana gelen sehim miktarlarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı ve numuneler arasında istatistik bakımdan anlamlı fark olduğu görüldü. En yüksek T- değeri ile A ile C numuneleri arasında meydana gelmiştir. Tablo 6'daki ortalama sehim değerleri dikkate alındığında numuneler arasında sehim en fazla olan A (18.92857 mm), en az olan ise C (6.29642 mm) numuneleridir. B numunesi A numunesinden az, C numunesinden fazla sehim vermektedir.

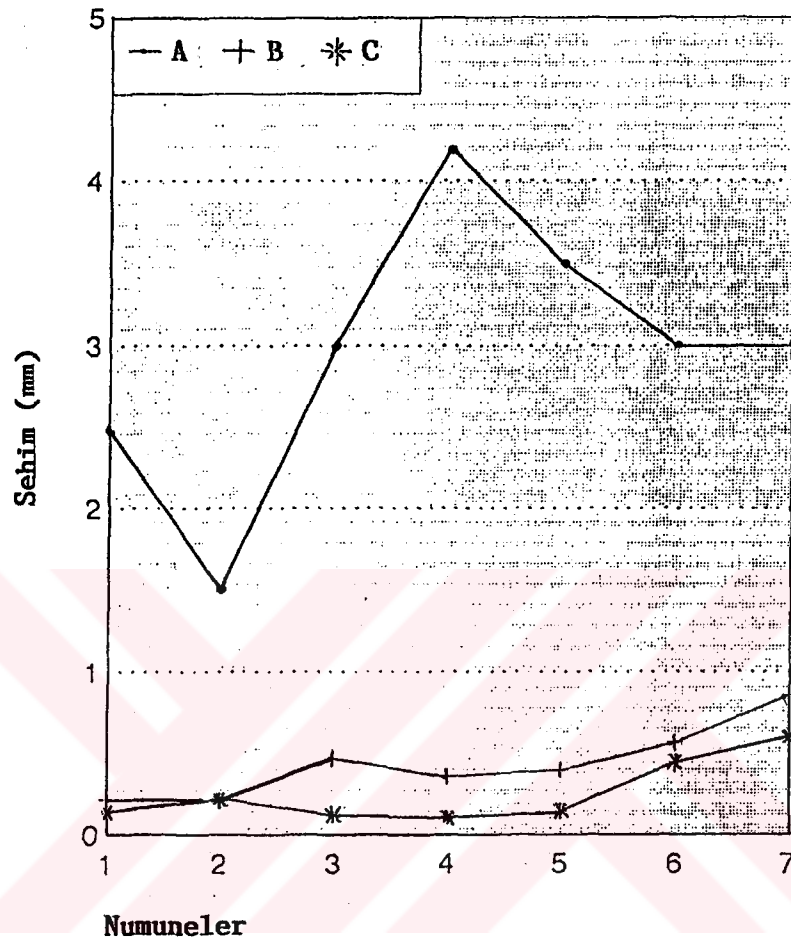
Rafların kalıcı sehimlerinin testi ise, yüklerin kaldırılmasından bir hafta sonra yapılan ölçümler neticesinde belirlendi elde edilen sehim değerlerinin istatistik analizleri ve hesapları yapıldı.

Tablo 8. Yonga Levhalardan Büyük Boyut'da Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Hazırlanan Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
A	7	20.7	65.39	2.95714	0.69618	0.83437
B	7	3.02	1.43142	0.43142	0.05058	0.22489
C	7	1.775	0.65512	0.03585	0.03585	0.18934

Tablo 8'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde C numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az kalıcı sehim verdiğ, B ve C numune tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle B numune tipinin C numune tipine yakın kalıcı sehim verdiğ, A numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla kalıcı sehim verdiğ belirlenmiştir.

Şekil 9.'da Grafik olarak verilen A,B,C numunelerine ait kalıcı sehimler görülmektedir. A numunesine ait raflar en fazla kalıcı sehim verirken B ve C numune tipindeki kalıcı sehim değerleri birbirlerine yakın miktarda gerçekleşmiştir.



Şekil 9. Yonga Levhadan A,B,C Numune Tipinde Hazırlanan
Raafların Toplu Haldeki Kalıcı Sehim Miktarları

Varyans ve grafik analizleri yapılan numuneler T- testi ile ikili karşılaştırması yapılarak aşağıdaki farkların istatistiki bakımdan anlamlı olup olmadığına bakıldı.

Tablo 9. Yonga Levha'dan Büyük Boyutlarda Hazırlanan Rafların
Kalıcı Şahimlerinin T-Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
AXB	7.73292	1.7823	2.1788	3.0545
BXC	1.62629			
CXA	8.36515			

A, B ve C numunelerinde meydana gelen kalıcı şahim miktarlarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı A ve B, C ile A numunelerin mukayesesi yapıldığında Tablo -t değerleri bakımından anlamlı fark bulunmuştur. En yüksek T- değeri ile A ile C numuneleri arasında meydana gelmiş olup, Tablo 8'deki ortalama kalıcı şahim değerleri dikkate alındığında en fazla olan A, en az olan ise C numunesidir. B ile C numunesi arasında $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde anlamsız bulunmuştur. Bu iki numune tipleri arasında fark çok azdır. Bu numuneler birbirine yakın değerlerde kalıcı şahim vermektedirler.

2.2.2 Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri

Küçük boyutta hazırlanan rafların özellikleri Tablo 10'daki gibidir.

Tablo 10. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların
Özellikleri

Hazırlanan Numune Tipi	Özelliği	Boyut
A ₁	Yonga levha	300X520
B ₁	Kapalamayla kaplanmış yonga levha	300X520
C ₁	Kenarları masif ağaç, yüzeyleri kaplama ile kaplanan yonga levha	300X520

Tablo.10 da Numune tipi ve özelliği belirtilen raflar bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabii tutularak meydana gelen sehim miktarları 0.01 mm hassasiyetle ölçüldü ve elde edilen verilerin istatistik analiz hesapları yapılarak tablo 11'de oluşturuldu.

Tablo 11. Yonga Levhadan Küçük Boyut'da Hazırlanan Rafların
Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
A ₁	7	12.265	21.53612	1.75214	0.00768	0.087635
B ₁	7	8.19	9.6225	1.17	0.00669	0.081792
C ₁	7	0.01	5.1901	0.85857	0.00501	0.070781

Burada;

ϵX = Değerlerin toplamı (mm)

ϵX^2 = Kareler toplamı

$\bar{X}$ = Aritmetik ortalama (mm)

S^2 = Varyans

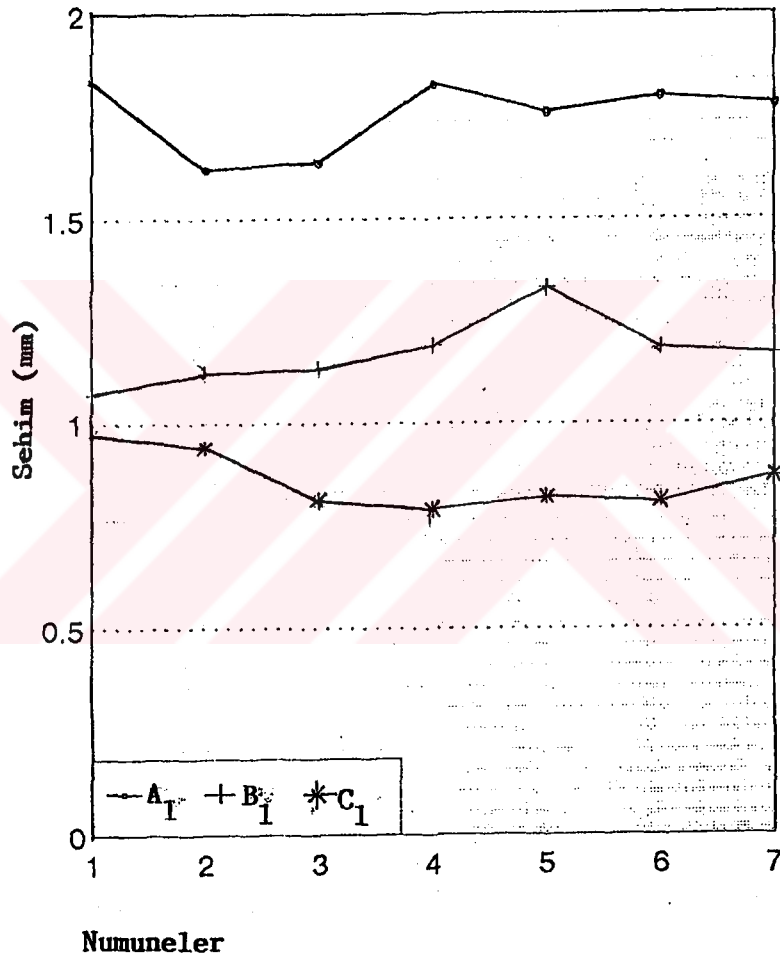
S = Standart sapma

N = Örnek adedi

ifade etmektedir.

Tablo 11'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde C₁ numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az sehim verdiği, B₁ ve C₁ numune tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle B₁ numune tipinin C₁ numune tipine yakın sehim verdiği, A₁ numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla sehim verdiği belirlenmiştir. Tablo 11' in sonuçlarına göre sabit yüklemeler sonucunda en az sehim değerini veren C₁ numunesinin en az deformasyona uğrayan raf olduğu tesbit edilmiştir.

Şekil 10. da A_1 , B_1 ve C_1 numune tiplerine ait rafların sehimleri grafik olarak verilmiştir. A_1 numunesine ait raflar en çok sehim miktarına ulaşırken, B_1 ve C_1 numune tipinde hazırlanan rafların sehim değerleri birbirine yakın olup homojen ve dengeli bir dağılım göstermektedir.



Şekil 10. Yonga Levhadan A_1 , B_1 ve C_1 Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehim Miktarları

A₁ Numune tipindeki raflar için yapılan teorik hesaplamalarda 1.2.2.2 de belirtilen (1) ve (2) numaralı eşitlik kullanarak sonuçlar;

$$I = \text{Atalet momenti} = 145800 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$Y = (\text{Eğilme}) = 1.071 \text{ (mm)}$$

olarak bulunmuştur.

B₁ ve C₁ numune tiplerindeki rafların, ağaç kaplama levhası ve masif ağaç malzemesi ile kaplanması sonucu eğilme direnci artmıştır. Farklı özellikte hazırlanan numunelerin T -testi ile ikili karşılaştırması yapılarak aralarında farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakılmıştır.

Tablo 12. Yonga Levhadan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların
Sehimlerinin T-Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
A ₁ XB ₁	12.84837	1.7823	2.1788	3.0545
B ₁ XC ₁	7.61757			
C ₁ XA ₁	20.98682			

Burada;

T hes.= (7) nolu eşitlik kullanarak bulunan değer

tablo -t= 12 serbestlik derecesine göre tablo değerlerini

ifade etmektedir.

Bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabi tutulan A_1 , B_1 ve C_1 numunelerinde meydana gelen sehim miktarlarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T -testi ile yapıldı ve numuneler arasında istatistik bakımından anlamlı fark olduğu görüldü. En yüksek T- değeri A_1 ile C_1 numuneleri arasında meydana gelmiştir. Tablo 11'deki ortalama sehim değerleri dikkate alındığında numuneler arasında sehim en fazla olan A_1 (1.75214 mm), en az olan ise C_1 (0.85857 mm) numuneleridir. B_1 numunesi A_1 numunesinden az, C_1 numunesinden fazla sehim vermektedir.

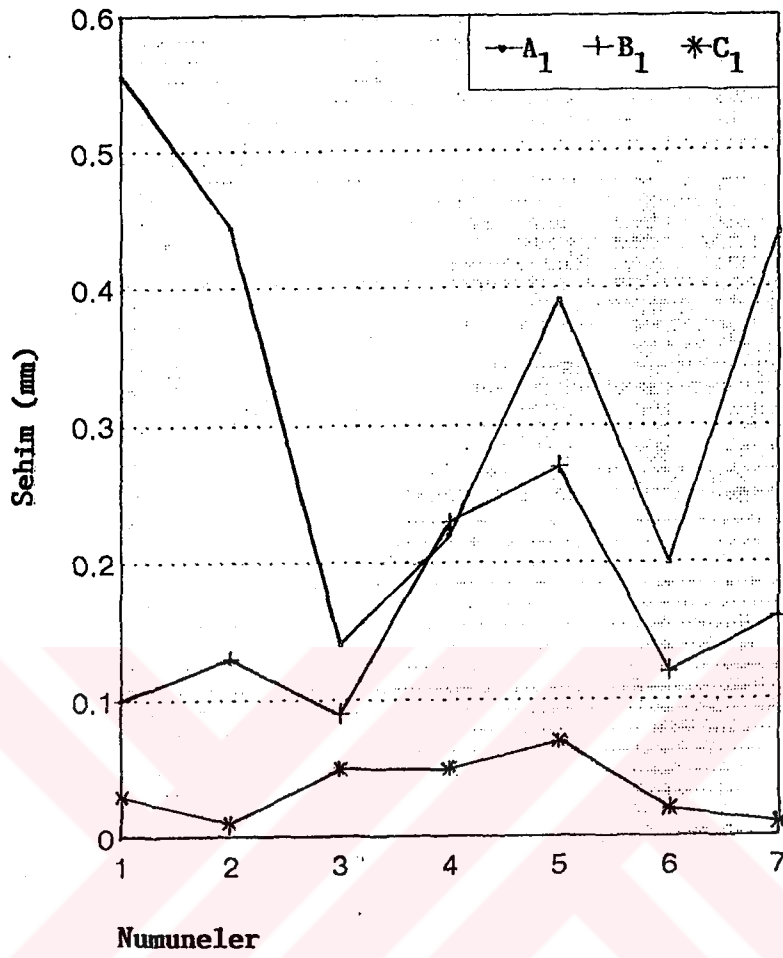
Küçük boyuttaki numunelerin kalıcı sehimlerinin tesbiti, ise yüklerin kaldırılmasından bir hafta sonra yapılan ölçümler sonucunda elde edilen sehim değerlerinin hesapları yapıldı grafik ve tablolarla açıklandı.

Tablo 13. Yonga Levhalardan Küçük Boyut'da Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehım Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Hazırlanan Numune Tipi	Örnek adedi n	$\sum X$	$\sum X^2$	$\bar{X}$	S^2	S
A ₁	7	2.389	0.95886	0.34128	0.02391	0.15462
B ₁	7	1.1	0.2008	0.15714	0.00465	0.06819
C ₁	7	0.24	0.0114	0.03428	0.00052	0.02280

Tablo 13.'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde C₁ numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az kalıcı sehim verdiği, B₁ ve C₁ numune tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın az olması sebebiyle B₁ numune tipinin C₁ numune tipine yakın kalıcı sehim verdiği, A₁ numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla kalıcı sehim verdiği belirlenmiştir.

Şekil 11'deki Grafik olarak verilen A₁, B₁, C₁ numunelerine ait kalıcı sehimler görülmektedir. A₁ numunesine ait raflar en fazla kalıcı sehim verirken B₁ ve C₁ numune tiplerindeki kalıcı sehim değerleri birbirine yakın miktarlarda gerçekleşerek daha iyi sonuç vermiştir.



Şekil.11 Yonga Levhadan A₁, B₁ ve C₁ Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Halde Kalıcı Sehimleri

Varyans ve grafik analizleri yapılan numunelerin kalıcı sehim farklılıkları derecesini belirlemek üzere T- testi ile ikili karşılaştırmalar yapılarak Tablo 14 hazırlandı.

Tablo 14. Yonga Levha'dan Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehimlerinin T -Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
A_1XB_1	2.88282	1.7823	2.1788	3.0545
B_1XC_1	4.52078			
C_1XA_1	5.19667			

A_1 , B_1 ve C_1 numunelerinde meydana gelen kalıcı sehim miktarlarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T -testi ile yapıldı B_1 ile C_1 , ile A_1 numunelerin mukayesesinde tablo -t değerleri bakımından fark bulunmuştur A_1 ile B_1 numuneleri arasında $\alpha=0.10$, anlam düzeyinde anlamsız olup fark yoktur. En yüksek T değeri A_1 ile C_1 numuneleri arasında meydana gelmiş olup Tablo 13.'deki ortalama değerler dikkate alındığında en fazla A_1 , en az C_1 numunesi kalıcı sehim vermektedir.

2.3. MDF'li Rafların Sehimleri

2.3.1 MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri

Büyük boyutta hazırlanan rafların özellikleri Tablo 15 'deki gibidir.

Tablo 15 MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Özellikleri

Numune Tipi	Özelliği	Boyutlar (mm)
D	MDF	400X900
E	Kaplamayla kaplanmış MDF	400X900
F	Kenarları Masif ağaç, yüzeyleri kaplamayla Kaplanmış MDF	400X900

Tablo.15.'de Numune tipi ve özelliği belirtilen raflar bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabi tutularak meydana gelen sehim miktarları 0.01 mm hassasiyetle ölçüldü ve elde edilen verilerin istatistik analiz hesaplamaları yapılarak tablo16'daki gibidir.

Tablo 16. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Hazırlanan Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
D	7	110.1	1736.23	15.72857	0.75236	0.087635
E	7	55.54	442.363	7.93428	0.28212	0.081792
F	7	48.92	342.8332	6.98857	0.57041	0.070781

Burada;

ϵX = Değerlerin toplamı

ϵX^2 = Kareler toplamı

$\bar{X}$ = Aritmetik ortalama

S^2 = Varyans

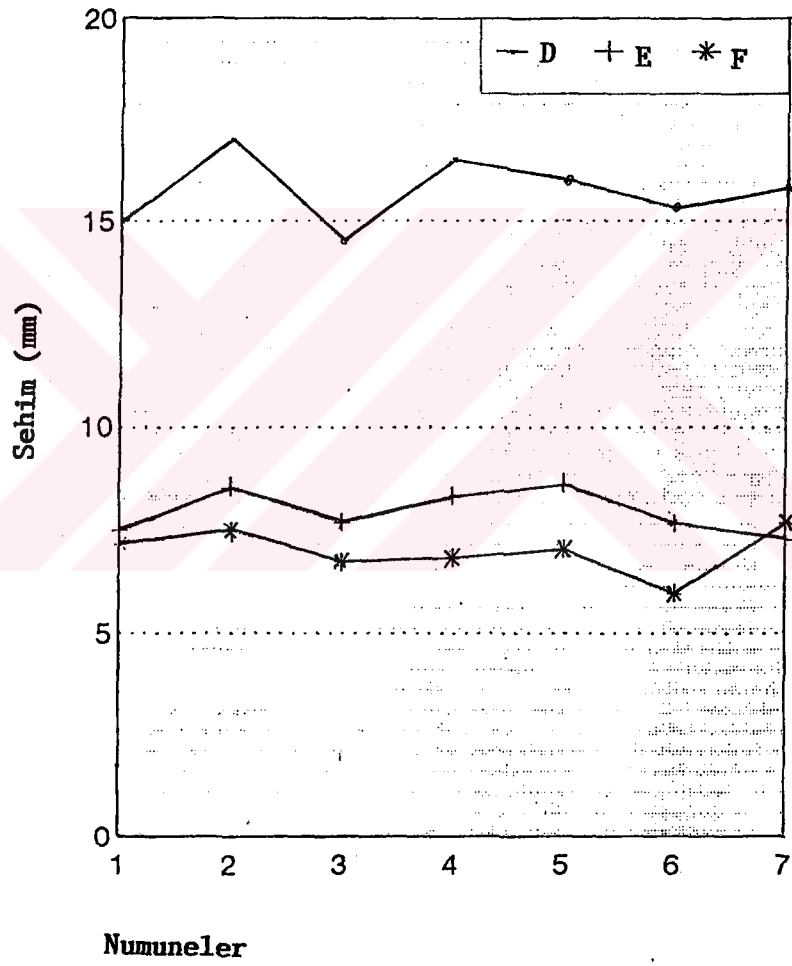
S = Standart sapma

N = Örnek adedi

ifade etmektedir.

Tablo 16'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde F numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az sehim verdiği, E ve F numune tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle E numune tipinin F numune tipine yakın sehim verdiği, D numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla sehim verdiği belirlenmiştir. Tablo 16'nın sonuçlarına göre sabit yüklemeler sonucunda en az sehim değerini veren F numunesinin en az deformasyona uğrayan raf olduğu tesbit edilmiştir.

Şekil 12. de D, E, F numune tiplerine ait rafların sehimleri grafik olarak verilmiştir. D numunesine ait raflar en çok sehim miktarına ulaşırken, E ve F numune tipinde hazırlanan rafların sehim değerleri birbirine yakın olup homojen ve dengeli bir dağılım göstermektedir.



Şekil 12. MDF'den D,E, ve F Numune Tipinde Hazırlanan Rafların
Toplu Haldeki Sehim Miktarları

D Numune tipindeki raflar için yapılan teorik hesaplamalarda 1.2.2.2 de belirtilen (1) ve (2) numaralı eşitlik kullanarak sonuçlar;

$$I = 194400 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$Y = 14.5089 \text{ (mm)}$$

olarak bulunmuştur.

E ve F numune tipindeki rafların, ağaç kaplama levhası ve masif ağaç malzemesi ile kaplanması sonucu eğilme direnci artmıştır. Farklı özellikte hazırlanan numunelerin T-testi ile ikili karşılaştırılması yapılarak aralarında farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakılmıştır.

Tablo 17. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların
Sehimlerinin T-Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
DXE	20.27517	1.7823	2.1788	3.0545
EXF	3.21023			
FXD	22.27437			

Burada;

T hes.= (7) nolu eşitlik kullanarak bulunan değer

Tablo -t= 12 serbestlik derecesine göre tablo değerlerini

ifade etmektedir.

Bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabi tutulan D,E ve F numunelerinde meydana gelen sehîm miktarlarının mukayesesi $\alpha=0.10, 0.05$ ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T -testi ile yapıldı numuneler arasında istatistik bakımından anlamlı fark olduğu görüldü. En yüksek T- değeri F ile D numuneleri arasında meydana gelmiştir. Tablo 16'daki ortalama sehîm değeri dikkate alındığında numuneler arasında sehîmi en fazla olan D (15.72857 mm), en az olan ise F (6.98857 mm) numuneleridir. E numunesi, D numunesinden az, F numunesinden fazla sehîm vermektedir.

Numunelerin kalıcı sehîmlerinin tesbiti, ise yüklerin kaldırılmasından bir hafta sonra yapılan ölçümler neticesinde belirlendi elde edilen sehîm değeri istatistik hesapları yapıldı.

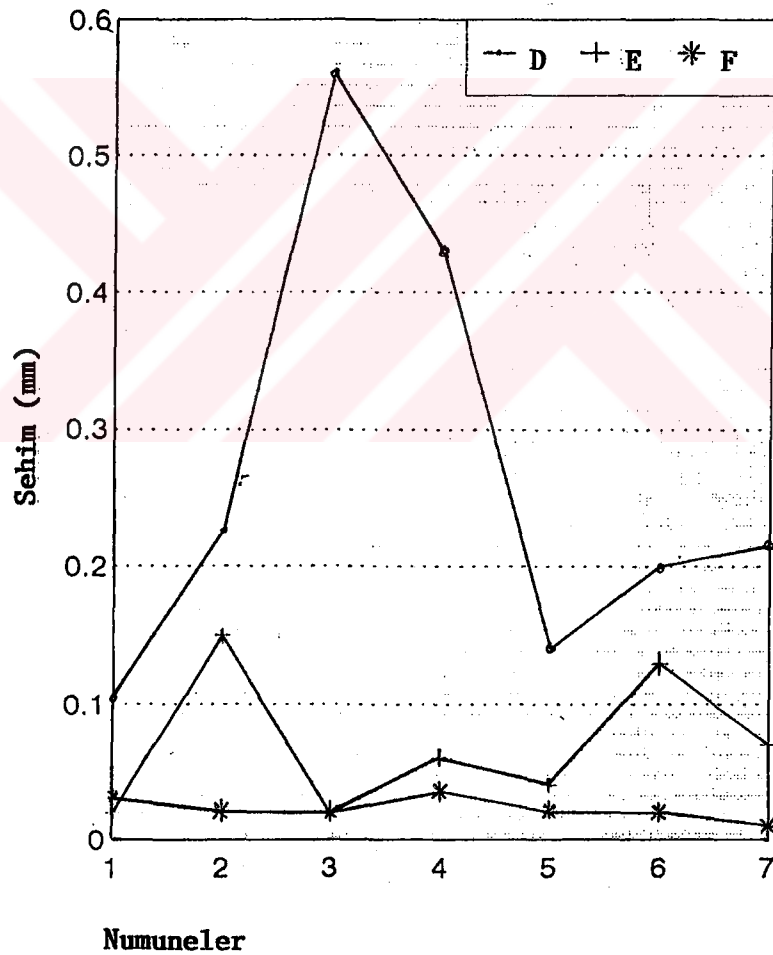
Tablo 18, MDF Büyük Boyut'da Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehîm Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Hazırlanan Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
D	7	13.7	30.69	1.95714	0.64617	0.80384
E	7	7.415	9.27732	1.05928	0.23711	0.48693
F	7	5.61	5.14724	0.80142	0.10853	0.32943

Tablo 18'de varyans değeri (S^2) incelendiğinde F numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az kalıcı sehîmi verdiği, E ve F numune

tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle E numune tipinin numune tipine yakın kalıcı sehim verdiği, D numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla kalıcı değeri verdiği belirlenmiştir.

Şekil 13’de Grafik olarak verilen D,E, F numunelerine ait kalıcı sehimler görölmektedir. D numunesine ait raflar en fazla kalıcı sehim verirken E ve F numune tiplerindeki kalıcı sehim değerleri birbirine yakın miktarlarda gerçekleşmiştir.



Şekil 13. MDF’den D, E, F Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Halde Kalıcı Sehim Miktarları

Varyans ve grafik analizleri yapılan numuneleri T -testi ile ikili karşılaştırması yapılarak aralarındaki farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakıldı.

Tablo 19. MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Kalıcı
Sehimlerinin T -Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
DXE	2.52760	1.7823	2.1788	3.0545
EXF	1.16043			
FXD	3.51977			

D,E,F numunelerinde meydana gelen kalıcı sehim miktarlarının karşılaştırılması $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı D ile E numuneleri karşılaştırıldığında $\alpha=0.05,0.01$, F ile D ise anlam düzeyinde farklı bulunmuştur. En yüksek T değeri F ile D numuneleri arasında numuneleri arasında meydana gelmiş olup Tablo 18'deki ortalama değerler dikkate alındığında en fazla D, en az F numunesi kalıcı sehim vermiştir.

2.3.2 MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri

MDF'den küçük boyutta hazırlanan rafların özellikleri Tablo 20'deki gibidir.

Tablo 20. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Özellikleri

Hazırlanan Numune Tipi	Özelliği	Boyut
D ₁	MDF	300X520
E ₁	Kaplamayla kaplanmış MDF	300X520
F ₁	Kenarlar ağaç, yüzeyleri kaplamayla kaplanmış MDF	300X520

Tablo.20'de Numune tipi ve özelliği belirtilen raflar bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabii tutularak meydana gelen sehim miktarları 0.01 mm hassasiyetle ölçüldü ve elde edilen sehim değerlerinin istatistik analiz hesapları yapılarak tablo 21'de oluşturuldu.

Tablo 21. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Hazırlanan Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
D ₁	7	12.145	21.16382	1.735	0.01537	0.087635
E ₁	7	5.38	4.157	0.76857	0.06700 7	0.081792
F ₁	7	5.405	4.23552	0.77214	0.10526	0.070781

Burada;

ϵX = Değerlerin toplamı

ϵX^2 = Kareler toplamı

$\bar{X}$ = Aritmetik ortalama

S^2 = Varyans

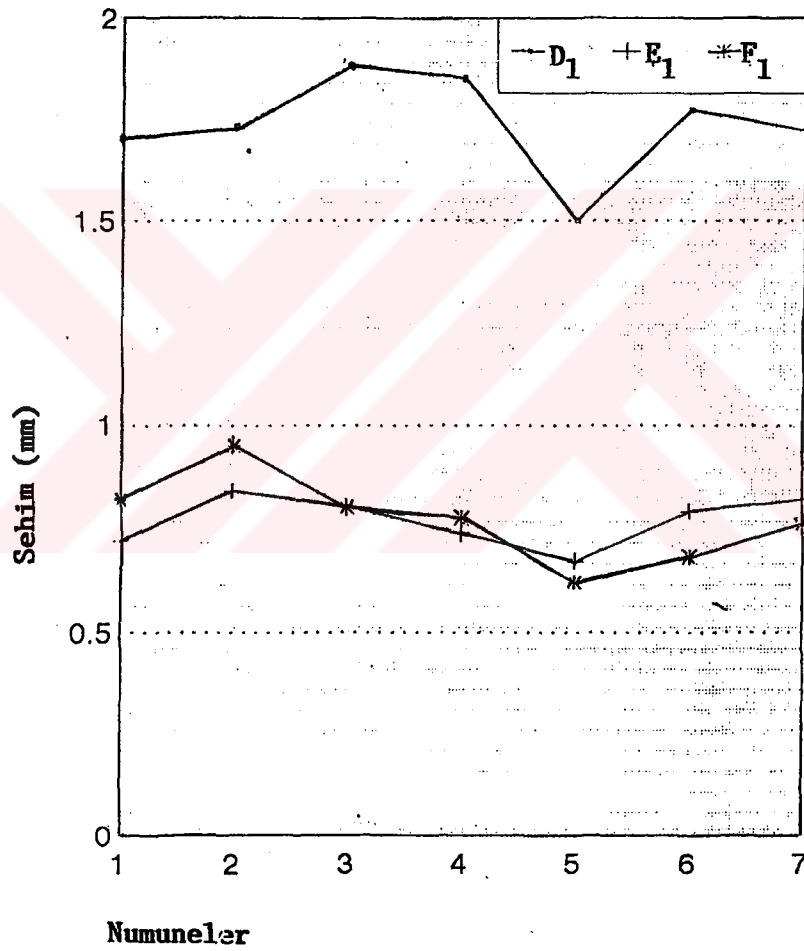
S = Standart sapma

N = Örnek adedi

ifade etmektedir.

Tablo 21'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde E₁ numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az sehim verdiği, E₁ ve F₁ numune tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle bu iki numune tipi eşdeğer oranlarda sehim vermektedirler, D₁ numune tipinin ise en yüksek varyans değeri ile en fazla sehim verdiği belirlenmiştir. Tablo 21'in sonuçlarına göre E₁ ve F₁ numuneleri aynı oranlarda deforme olmaktadır.

Şekil 14’de D_1 , E_1 , F_1 numune tiplerine ait rafların sehimleri grafik olarak verilmiştir. D_1 numunesine ait raflar en çok sehim miktarına ulaşırken, E_1 ve F_1 numune tipinde hazırlanan rafların sehim aynı oranlarda olup homojen ve dengeli bir dağılım göstermektedir.



Şekil 14. MDF’den D_1 , E_1 ve F_1 Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Sehimleri

D_1 Numune tipindeki hazırlanan raflar için yapılan teorik hesaplamalarda 1.2.2.2 de belirtilen (1) ve (2) numaralı eşitlik kullanarak sonuçlar;

$$I = \text{Atalet momenti} = 145800 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$Y = (\text{Eğilme}) = 0.9184 \text{ (mm)}$$

olarak bulunmuştur.

E_1 ve F_1 numune tiplerindeki rafların, ağaç kaplama levhası ve masif ağaç malzemesi ile kaplanması sonucu eğilme direnci artmıştır.

Farklı özellikte hazırlanan numunelerin T-testi ile ikili karşılaştırması yapılarak aralarında farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakılmıştır.

Tablo 22. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların
Sehimlerinin T-Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
D_1XE_1	18.14386	1.7823	2.1788	3.0545
E_1XF_1	0.07565			
F_1XD_1	15.66387			

D_1 , E_1 ve F_1 numunelerinde meydana gelen sehim miktarlarının karşılaştırılması $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı.

E_1 ile F_1 ve numune tipleri karşılaştırıldığında t- tablo değerlerine göre istatistik bakımından fark yoktur. En büyük fark D_1 ile E_1 arasında gerçekleşmiştir. Tablo 21'deki ortalama değerler dikkate alındığında en fazla D_1 , en az E_1 numunesi sehim vermiştir.

Numunelerin kalıcı sehimlerinin tesbiti ise, yüklerin kaldırılmasından bir hafta sonra yapılan ölçümler neticesinde belirlendi. Elde edilen sehim değerlerinin istatistik analizleri ve hesapları yapıldı.

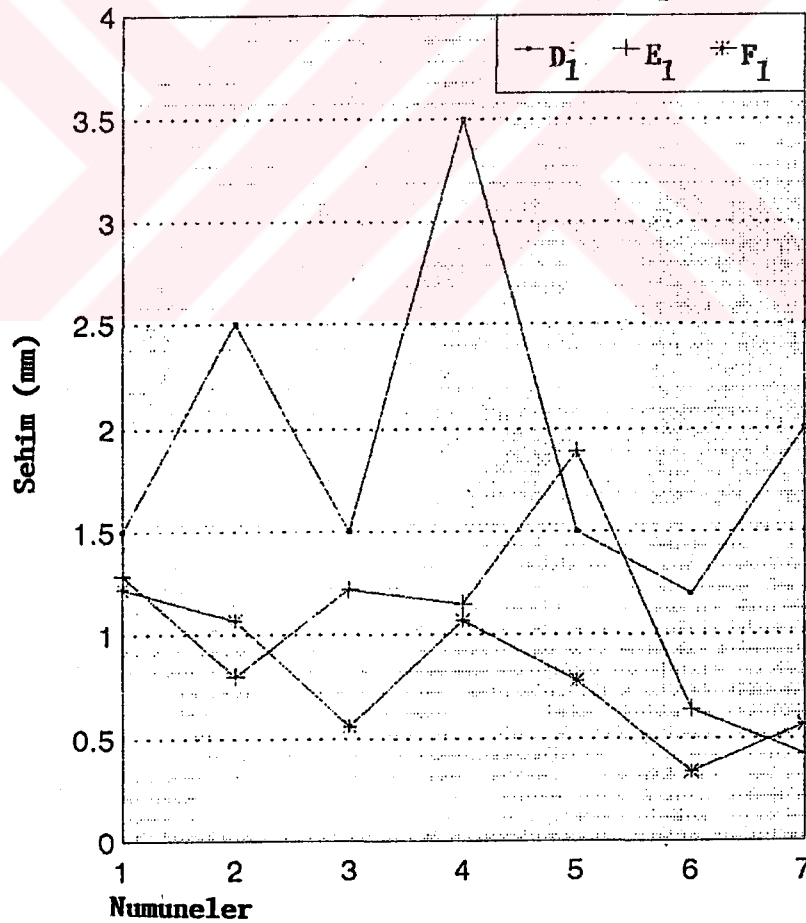
Tablo 23. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Kalıcı Sehim Miktarlarına İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Hazırlanan Numune Tipi	Örnek adedi N	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
D_1	7	1.875	0.66597	0.26785	0.02728	0.165166
E_1	7	0.49	0.0503	0.07	0.00266	0.051575
F_1	7	0.155	0.00382	0.02214	0.0006	0.024494

Tablo 23'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde F_1 numune tipinin en düşük varyans değeri ile en az kalıcı sehim verdiği, E_1 ve F_1 numune

tiplerinin varyans değerleri arasındaki farkın çok az olması sebebiyle E_1 numune tipinin F_1 numune tipine yakın kalıcı sehim verdiği, D_1 numune tipinde en yüksek varyans değeri ile en fazla kalıcı sehim değeri verdiği belirlenmiştir.

Şekil 15.'de Grafik olarak verilen D_1, E_1 ve F_1 numunelerine ait kalıcı sehimler görülmektedir. D_1 numunesi tipinde hazırlanan raflar en fazla kalıcı sehim verirken E_1 ve F_1 numune tiplerine ait rafların kalıcı sehim miktarları aynı miktarda gerçekleşmiştir. E_1 numune tipindeki raflar daha homojen ve dengeli bir dağılım göstermektedir.



Şekil 15. MDF'den Küçük Boyutta D_1, E_1 ve F_1 Numune Tipinde Hazırlanan Rafların Toplu Haldeki Kalıcı Sehimleri

Varyans ve grafik analizleri yapılan numuneleri T- testi ile ikili karşılaştırmaları yapılarak aralarındaki farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakıldı.

Tablo 24. MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan Rafların Kalıcı
Sehimlerinin T- Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
D_1XE_1	0.02523	1.7823	2.1788	3.0545
E_1XF_1	2.42793			
F_1XD_1	3.93162			

D_1 , E_1 ve F_1 numune tiplerinde hazırlanan raflarda meydana gelen kalıcı sehim miktarının karşılaştırılması $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı yapılan ikili karşılaştırmalarda hesaplanan T değeri ile t_{12} tablo değeri karşılaştırıldığında numuneler arasındaki farkları D_1 ile E_1 , numuneler hariç anlamlı görülmektedir. D_1 ile E_1 numune tipinde hazırlanan rafların kalıcı sehimleri arasında fark yoktur. E_1 ile F_1 numuneleri arasında $\alpha=0.10$ ve 0.05 anlam düzeyinde fark vardır. F_1 ile D_1 arasında $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde istatistik bakımından fark vardır.

2.4. Yonga Levha ve MDF'den Aynı Boyut ve Özellikte Hazırlanan Rafların Sehimlerinin Karşılaştırılması

Yonga levha ve MDF'den hazırlanan raflar karşılaştırılırken, aynı boyut ve özellikte olan numuneler birbiri ile karşılaştırılarak sehimleri ile kalıcı sehimlerinin mukayeseleri yapıldı. Raflarda meydana gelen sehim ve kalıcı sehimlerin farklarının istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakıldı.

2.4.1. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimleri

Tablo.25. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimlerine İlişkin Varyan Analiz Tablosu

Materyal	Numune tipi	Örnek Adedi	$\sum X$	$\sum X^2$	$\bar{X}$	S^2	S
Yonga levha	A	7	132.5	2520.53	18.92857	2.0823	1.44301
	B	7	50.67	369.6751	7.23857	0.48277	0.69482
	C	7	44.075	287.57322	6.29642	0.17634	0.41954
MDF	D	7	110.1	1736.23	15.72857	0.75236	0.86739
	E	7	55.54	442.363	7.93428	0.28212	0.53115
	F	7	48.52	342.8332	6.98857	0.32537	0.57042

Tablo 25'de varyans değerleri (S^2) incelendiğinde yonga levhadan hazırlanan A numunesi en fazla sehim vermektedir. MDF'den ise aynı özellik (işlem görmemiş) ve boyutta hazırlanan D numunesi en fazla sehim

vermektedir. Ahşap kaplama levhası ile kaplanmış, kenarları masifle yüzeyleri ahşap kaplama levhasıyla kaplanmış rafların eğilme dirençleri artmaktadır. Bu özelliklerde hazırlanan raflar aynı ya da birbirlerine yakın miktarlarda sehim vermektedirler. Yonga levha ve MDF'den aynı özellik ve boyutta hazırlanan rafların T- testi ile ve ikili karşılaştırılması yapılarak aralarındaki farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakıldı.

Tablo 26. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan Rafların Sehimlerinin T- Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
AXD	5.67296	1.7823	2.1788	3.0545
BXE	2.10461			
CXF	2.58530			

Bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabi tutulan A₁, B₁, C₁ ve D₁, E₁, F₁ numunelerinde meydana gelen sehim miktarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı. A ve D numuneleri arasında istatistik bakımından anlamlı fark görüldü. A ve D numuneleri $\alpha=0.10$ ve 0.05 anlam düzeyinde anlamlı bulundu. Tablo 25'deki ortalama sehim değerleri dikkate alındığında yonga levhadan A numunenin (18.92857 mm), MDF'den ise D numunenin (15.72857) sehim en fazladır. B ile E ve C ile F numuneleri arasında $\alpha=0.10$, 0.05 anlam düzeyinde fark görülmektedir.

Tablo 27. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan
Rafların Kalıcı Sehımlerine İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Materyal	Numune tipi	Örnek Adedi	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
Yonga levha	A	7	20.7	65.39	2.95714	0.69618	0.83438
	B	7	3.02	1.531421	0.43142	0.05058	0.22490
	C	7	1.755	0.65512	0.25071	0.03585	0.18935
MDF	D	7	13.7	30.69	1.95714	0.64617	0.80385
	E	7	7.415	9.27732	1.05928	0.23711	0.48694
	F	7	5.61	5.14725	0.80142	0.10853	0.32945

Tablo 27'de varyans değeri (S^2) incelendiğinde yonga levhadan hazırlanan A numunesi MDF'den hazırlanan D numunesi en fazla kalıcı sehıml vermektedir. Yonga levhadan hazırlanan C numunesi ile MDF'den hazırlanan F numunesi en az kalıcı sehıml vermektedir. Kaplama ile kaplanmış olarak hazırlanan B ve E numuneleri, C ve F numunelerinden biraz daha fazla kalıcı sehıml vermiştir.

Yonga levha ve MDF'den aynı boyutta ve özellikte hazırlanan rafların T-testi ile ikili karşılaştırmaları yapılarak aralarındaki farkların istatistik bakımından anlamlı olup olmadığına bakıldı.

Tablo 28. Yonga Levha ve MDF'den Büyük Boyutta Hazırlanan
Rafların Kalıcı Sehimlerinin T- Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
AXD	2.28355	1.7823	2.1788	3.0545
BXE	3.09700			
CXF	3.83443			

Yükleme kaldırıldıktan bir hafta sonra A,B,C ve D,E,F numunelerinde meydana gelen kalıcı sehim miktarlarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı. A ve D numuneleri $\alpha=0.10$ ve 0.05 anlam düzeyinde anlamlı bulundu. B ile E ve C ile F numuneleri Tablo- t_{12} değerleri düzeyinde anlamlı bulunarak aralarında fark vardır. Tablo 27'deki ortalama değerler dikkate alındığında yonga levhadan hazırlanan A numunesi (2.95714 mm), ile MDF'den hazırlanan D numunesi (1.95714 mm) en fazla kalıcı sehim vermiştir.

**2.4.2. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan
Rafların Sehimleri**

Tablo 29. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan
Rafların Sehimlerine İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Materyal	Numune tipi	Örnek Adedi	ϵX	ϵX^2	$\bar{X}$	S^2	S
Yonga levha	A ₁	7	12.265	21.53612	1.75214	0.00768	0.087635
	B ₁	7	8.19	9.6225	1.17	0.00669	0.081792
	C ₁	7	1.17	5.1901	0.85857	0.00501	0.070781
MDF	D ₁	7	12.145	21.16382	1.1735	0.01537	0.12399
	E ₁	7	5.38	4.157	0.76857	0.00348	0.06708
	F ₁	7	5.405	4.23992	0.77214	0.01108	0.10527

Tablo 29'da varyans değerleri (S^2) incelendiğinde yonga levhadan A₁ MDF'den, D₁ numune tipinde hazırlanan raflar en fazla sehim vermektedir. C₁ numunesi ile F₁ numunesi birbirine yakın miktarda ve en az sehim vermişlerdir. Tablo 29'un sonuçlarına göre sabit yüklemeler sonucunda kaplamayla ve masif kaplanmış numunelerin eğilme dirençleri artmıştır.

Tablo 30. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan
Rafların Sehimlerinin T -Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırıl n Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
A_1XD_1	0.29864	1.7823	2.1788	3.0545
B_1XE_1	10.22461			
C_1XF_1	1.80246			

Bir hafta süreyle sabit yüklemeye tabi tutulan A_1 , B_1 , C_1 ve D_1 , E_1 , F_1 numunelerinde meydana gelen sehim miktarının mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı. A_1 ve D_1 numuneleri arasında $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde fark yoktur. Numuneleri aynı miktarlarda deforme olmaktadır. Tablo 29'daki ortalama sehim değerleri dikkate alındığında yonga levhadan hazırlanan A_1 , MDF'den hazırlanan D_1 numuneleri en çok sehim vermiştir. Ahşap kaplama levhası ve masif ahşap malzemeye işlem gören numunelerin eğilme dirençleri artmıştır.

Tablo 31. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan
Rafların Kalıcı Sehımlerine İlişkin Varyans Analiz Tablosu

Materyal	Numune tipi	Örnek Adedi	$\bar{x}$	$\sum x^2$	$\bar{\bar{x}}$	S^2	S
Yonga levha	A ₁	7	2.389	0.95886	0.34128	0.02391	0.15462
	B ₁	7	1.2	0.2008	0.15714	0.00465	0.06819
	C ₁	7	0.24	0.0114	0.03428	0.00052	0.02280
MDF	D ₁	7	1.875	0.66597	0.26785	0.02728	0.165166
	E ₁	7	0.49	0.0503	0.07	0.00266	0.051575
	F ₁	7	0.155	0.00382	0.02214	0.0006	0.024494

Tablo 31'deki varyans değeri (S^2) incelendiğinde yonga levha ve MDF'den hazırlanan numunelerin kalıcı sehımleri çok küçük miktarlarda gerçekleştiği görülmüştür. Yonga levhadan A₁ MDF'den D₁ numune tipinde hazırlanan raflar en fazla kalıcı sehım vermiştir.

Tablo 32. Yonga Levha ve MDF'den Küçük Boyutta Hazırlanan
Rafların Kalıcı Sehımlerinin T -Testi Analiz Tablosu

Karşılaştırılan Numune Tipi	T Hesaplanan	Tablo - t		
		$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
A ₁ XD ₁	5.44616	1.7823	2.1788	3.0545
B ₁ XE ₁	5.34509			
C ₁ XF ₁	6.25634			

Tablodanda anlaşılabacağı gibi numunelerin kalıcı sehimleri mukayesesi $\alpha=0.10$, 0.05 ve 0.01 anlam düzeyinde serbestlik derecesi 12 olan T- testi ile yapıldı ve numuneler arasında istatistik bakımından fark olduğu görüldü.

Tablo 31'deki ortalama kalıcı sehim değeri dikkate alındığında yonga levhadan hazırlanan raflar MDF'den hazırlanan raflara göre daha fazla kalıcı sehim vermektedir. Tablo-t değeri ile hesaplanan T değeri arasında anlamlı bir fark vardır.



BÖLÜM 3

ÖNERİLER

Mobilya dolaplarında en çok uygulanan hareketli ahşap raflar tasarlanırken fonksiyonu, kullanılacağı yer, karşılaşılması muhtemel etkiler, yükleme türü göz önüne alınmalıdır. Hareketli ahşap rafların uzun süreli sabit yüklemelerde sehime uğramadan kalabilmesi rafın yapımında tercih edilen malzemenin özellikleri yanında gördüğü işlemlerde bağlı olmaktadır. Raflarda meydana gelen sehime kullanıcılar tarafından istenmemekte ve estetik olarak göze hoş gelmemektedir. Bu nedenle mobilya raflarının yapımında en çok kullanıldığı düşünülen malzemeler, farklı numune tiplerinde hazırlanarak meydana gelen sehime tesbit edildi. Bu çalışmada bulunan sehime değerleri, deney yükü uygulanarak bulunan sehime değerleridir. Raflarda, kullanım yükü bu çalışmaya ait deney yükünün yarısı kadardır. Yapılan çalışmalar sonucunda İşlem görmemiş yonga levha ve lif levhadan yapılan rafların sabit yükler altındaki sehimleri diğerlerine göre fazladır. Aynı şartlar altında malzemenin kaplanmasıyla deformasyon miktarı azalmaktadır. Malzemenin ahşap kaplama levhası ve masif ağaç malzemeyle kaplanması ile deformasyon en aza inmektedir.

Bu nedenle mümkün olduğu kadar eğilmeye karşı zorlanacak rafların veya genel bir ifadeyle yatay elemanların yapımında kenarı masiflenmiş ve yüzeyleri ahşap kaplama levhası ile kaplanmış elemanlar tercihen kullanılmalıdır.

MDF'den hazırlanan numunelerin, işlem görmemiş, ahşap kaplamayla kaplanmış ve kenarları masif ahşap malzeme ile yüzeyleri ahşap kaplamayla kaplanmış rafların sehimleri, yonga levhadan hazırlanan raflara göre daha az bulunmuştur. Çünkü MDF, hücrelerden meydana gelen ve lifli bir yapıya sahip olan ahşap malzemenin özelliklerine benzer bir özellik gösterdiğinden sabit yüklemelere karşı direncinde yüksek olmasını sağlamaktadır. Bu bakımdan, statik yüklemenin fazla olacağı yerlerde raf malzemesi olarak MDF tercih edilmelidir.

Küçük boyutlu raflarda kenarları masif ahşap malzeme ile kaplanmış raf ile, ahşap kaplama levhasıyla kaplanmış raflar arasında, önemli bir sehim farkı görülmemiştir. Malzeme israfının ve işçilik masraflarını azaltması bakımından, küçük boyutlarda hazırlanan rafların kenarları masif ahşap malzemeyla kaplanmadan kullanılabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

- 1- ÖZEN, R., Genel Hatlarıyla Türkiye’de Mobilya Sanayi G.Ü Tek.Eğt. Fak. Dergisi Ankara 1988 1-3, S.91.
- 2- DİE,İmalat Sanayi 1991 (IV)- 1992 (IV) S. 108.111.
- 3- ZORLU, İ., Ağaç işleri Konstriksiyon Bilgisi MEB. Basımevi İST. 1979.
- 4- FEİBER L. JOHN, Cabinet Making and Millwork USA 1970
- 5- ÖZEN, R., Yonga Levha Endüstrisi Ders notları K.T.Ü Orman Fakültesi, 30 Mayıs 1980 Trabzon.
- 6- BOZKURT, Y., Yonga Levha Endüstris Ders Notları İST. ÜNİV. Orman Fakültesi 3311, 372 İST. 1985.
- 7- GÖKER, Y., Üç Tabakalı ve Olcal Tipi Yonga Lavhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar İST. ÜNİV. Orman Fakültesi İstanbul 1984.
- 8- KOLMAN, F.F.P Prensibles of Wood Science and Techonology Volume II Springer Verlog Berlin Heidelberg New york 1975.
- 9- EROĞLU, H., Lif Levha Endüstrisi Ders Notları K.T.Ü. Orman Fakültesi 1988.
- 10- ÖZEN, R., Lif Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Bunlara Tesir Eden Faktörler İ.Ü. Orman Fakültesi İST. 1975.
- 11- ÖZEN, R., Ağacın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Yüksek Lisans Ders Notları ANK. 1991
- 12- BERKEL, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi Kutulmuş Matbası 1970.
- 13- ŞANIVAR, N., ZORLU. İ., Ağaçişleri Gereçbilgisi M.E.B. Devlet Kitapları ANK. 1991 G.Ü. Tekn. Eğt. Fakültesi Matbaası 3. Baskı.

- 14- HUŞ, S., Ağaç Malzeme Tutkalları İ.Ü. Orm. Fakültesi Or. Ür. Kimya
Kürsüsü İ.Ü Yayınları O.F. Yayın No: 243 Kutulmuş Matbaası S,
No: 32-35, 49-51 İst. 1977.
- 15- TSE 1991, Ahşap Mobilya-Kitaplık (TS 9215) Türk Standartları
Enstitüsü Ankara.
- 16- TSE 1991, Kereste Kayın (Genel Amaçlar için) (TSE 801) Türk
Standartları Enstitüsü Ankara.
- 17- AFYONLU, S., A., Ağaç İşleri Takım ve Makina Bilgisi Temel Ders
Kitabı M.E.B. Devlet Kitapları M.E. Basımevi 1981 İstanbul.
- 18- ÖZEN, R., Ağaç Malzeme Yapıştırıcı Malzemeleri Ders Notları K.T.Ü.
Orman Fakültesi 1978 Trabzon.
- 19- KURTOĞLU, A., Mobilya Yapımında Kullanılan Ağaç Malzemeler İst.
Ü. Orman Fakültesi İst. 1984.
- 20- GÜRAY, A., Mobilya Endüstrisinde Kalite Kontrol ve Test Teknikleri
H.Ü. MTYO Ağaç End. Müh. Ankara 1993 S.122. 123. 124.
- 21- ÜNVER, Ö., Uygulamalı İstatistik Yöntemleri G.Ü. Fen Edebiyat
Fakültesi Yayın No:123/13 1988 Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1965 Yılında Aksaray'a bağlı incesu kasabasında doğdu. İlk ve Orta öğrenimini incesu ilkokulu ve ortaokulunda tamamladı. Aksaray Endüstri Meslek Lisesini bitirdikten sonra 1984 yılında Teknik Eğitim Fakültesine kayıt yaptırdı.

1988 yılında Teknik Eğitim Fakültesinin Ağaçşleri Endüstri Eğitiminden Mezun oldu. 1988-1991 yılları arasında Sakarya Ferizli Recep Bey Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde Bölüm Şefi olarak görev yaptı. 1991 yılının Mayıs ayında Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi bölümü, Mobilya Anabilim Dalına Araştırma görevlisi olarak atandı. Halen bu bölümde görevini sürdürmektedir.