

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI BİTKİSEL ATIKLARIN KONTRPLAK ENDÜSTRİSİNDE TUTKAL DOLGU MADDESİ  
OLARAK KULLANILMASI**

**DOKTORA TEZİ**

**Uğur BİLGİN**

**MART 2025  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI BİTKİSEL ATIKLARIN KONTRPLAK ENDÜSTRİSİNDE TUTKAL DOLGU  
MADDESİ OLARAK KULLANILMASI**

**Uğur BİLGİN**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**  
**"DOKTOR (ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ)"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31 / 01 / 2025**

**Tezin Savunma Tarihi : 04 / 03 / 2025**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU**

**Trabzon 2025**

## ÖNSÖZ

“Farklı Bitkisel Atıkların Kontrplak Endüstrisinde Tutkal Dolgu Maddesi Olarak Kullanılması” isimli bu tez Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Programı’nda hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca hiçbir desteğini esirgemeyen ve bilim insanı olma yolundaki ilk adımlarımı atarken kıymetli bilgileriyle ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’ na teşekkürü bir borç bilirim. Yapıcı eleştirileri ile katkıda bulunan bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım hocalarım Sayın Prof. Dr. Serdar KARABÖCEK, Prof. Dr. Semra ÇOLAK, Prof. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA, Prof. Dr. İsmail AYDIN, Prof. Dr. Cenk DEMİRKİR, Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIM ve Dr. Öğr. Üyesi Aydın DEMİR’e; kimyasal analizlerimin gerçekleştirilip yorumlanmasında Prof. Dr. Sedat ONDARAL, Arş. Gör. Doğan CANBOLAT ve Öğr. Gör. Gülşah OKUMUŞ Yükcünç’ e; FTIR analizlerinin yapılmasında ve yorumlanmasında Prof. Dr. Nuran Kahrıman ve Arş. Gör. Fatma DEMİR’e yardımlarından dolayı teşekkürü borç bilirim. Ayrıca çalışmalarımındaki katkılarından dolayı Arş. Gör. Abdullah Uğur BİRİNCİ, Arş. Gör. Özge Nur ERDEYER, Orman Endüstri Yüksek Mühendisi Okan İLHAN, Orman Endüstri Mühendisi Mustafa Selçuk GİRGİNER ve mesai arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

TÜBİTAK tarafında desteklenmiş olan 122O915 numaralı “Kontrplak Endüstrisinde Buğday Unu Yerine Farklı Dolgu Maddelerinin Kullanılması” başlıklı bu projede; susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının buğday unu yerine kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu projeden elde edilen veriler doktora tez çalışmamda kullanılmıştır. Bu çalışmadaki desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen annem Selime BİLGİN’e, babam Ali BİLGİN’e ve kardeşlerime müteşekkir olduğumu belirtmek isterim.

Bu tez çalışmasının bundan sonraki çalışmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Uğur BİLGİN

Trabzon 2025

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum başlıklı “Farklı Bitkisel Atıkların Kontrplak Endüstrisinde Tutkal Dolgu Maddesi Olarak Kullanılması” bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU’nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 04/03/2025

Uğur BİLGİN

## İÇİNDEKİLER

|                                                                     | <u>Sayfa No</u> |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| ÖNSÖZ.....                                                          | III             |
| TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....                                           | IV              |
| İÇİNDEKİLER.....                                                    | V               |
| ÖZET .....                                                          | IX              |
| SUMMARY .....                                                       | X               |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                               | XI              |
| SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                               | XX              |
| 1. GENEL BİLGİLER .....                                             | 1               |
| 1.1. Giriş .....                                                    | 1               |
| 1.2. Kontrplakların Tarihsel Gelişimi .....                         | 3               |
| 1.3. Kontrplak Üretimi.....                                         | 5               |
| 1.3.1. Ağaç Türü.....                                               | 5               |
| 1.3.2. Tomruk Seçimi .....                                          | 7               |
| 1.3.3. Tomruk Depolama.....                                         | 8               |
| 1.3.4. Kabuk Soyma .....                                            | 9               |
| 1.3.5. Kaplama Soyma .....                                          | 9               |
| 1.3.6. Boyutlandırma ve Kusur Temizleme .....                       | 10              |
| 1.3.7. Kaplama Kurutma .....                                        | 10              |
| 1.3.8. Tutkallama, Taslak Oluşturma ve Presleme.....                | 11              |
| 1.3.9. Boyutlandırma ve Zımparalama .....                           | 12              |
| 1.3.10. Kontrplakların Sınıflandırılması ve Paketlenmesi .....      | 12              |
| 1.4. Ağaç Malzemedeki Yapışma .....                                 | 13              |
| 1.4.1. Ağaç Malzemedeki Yapışmayı Etkileyen Faktörler.....          | 18              |
| 1.4.2. Ağaç Malzemenin Yapışma Özelliklerinin İyileştirilmesi ..... | 22              |
| 1.5. Ağaç Malzeme Tutkalları .....                                  | 23              |
| 1.6. Doğal Tutkallar .....                                          | 23              |
| 1.7. Sentetik Tutkallar.....                                        | 24              |
| 1.7.1. Elastomerik.....                                             | 24              |
| 1.7.2. Epoksi.....                                                  | 25              |
| 1.7.3. İzosiyanat.....                                              | 25              |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1.7.4. Rezorsin Formaldehit .....                                   | 26 |
| 1.7.5. Melamin Formaldehit .....                                    | 26 |
| 1.7.6. Fenol Formaldehit .....                                      | 27 |
| 1.7.7. Üre Formaldehit .....                                        | 27 |
| 1.8. Dolgu ve Katkı Maddeleri .....                                 | 30 |
| 1.8.1. Buğday Unu.....                                              | 31 |
| 1.9. Bitkisel Atıklar.....                                          | 32 |
| 1.9.1. Susam Kepeği.....                                            | 32 |
| 1.9.2. Buğday Kepeği .....                                          | 34 |
| 1.9.3. Yeşil Ceviz Kabuğu.....                                      | 35 |
| 1.9.4. Zeytin Posası .....                                          | 37 |
| 1.10. Karbon Emisyonu .....                                         | 39 |
| 1.11. Formaldehit Emisyonu.....                                     | 41 |
| 1.12. Isıl İletkenlik .....                                         | 45 |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....                                          | 47 |
| 2.1. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Malzemeler .....               | 47 |
| 2.1.1. Kaplamalar .....                                             | 47 |
| 2.1.2. Tutkal.....                                                  | 47 |
| 2.1.3. Dolgu Maddeleri.....                                         | 48 |
| 2.1.4. Dolgu Maddelerinin Tutkal Karışımı için Hazırlanması.....    | 48 |
| 2.1.5. Dolgu Maddelerinin Öğütülmesi, Elenmesi ve Kurutulması ..... | 49 |
| 2.2. Dolgu Maddelerinin Kimyasal Özellikleri .....                  | 50 |
| 2.2.1. Asit-Baz Değerleri.....                                      | 51 |
| 2.2.2. Tampon (Buffer) Kapasitesi .....                             | 51 |
| 2.2.3. Stiasny Sayısı .....                                         | 52 |
| 2.2.4. Bradford Yöntemi ile Protein Tayini.....                     | 52 |
| 2.2.5. Soxhlet Yöntemi ile Yağ Tayini.....                          | 53 |
| 2.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı .....                           | 53 |
| 2.2.7. Karbon Analizi .....                                         | 54 |
| 2.2.8. Kül Tayini.....                                              | 54 |
| 2.2.9. Alkol-Benzen Çözünürlüğü.....                                | 54 |
| 2.2.10. Holoselüloz Tayini (Klorit Yöntemi).....                    | 55 |
| 2.2.11. Lignin Tayini.....                                          | 56 |
| 2.2.12. Selüloz Tayini (Kürschner – Hoffner Yöntemi).....           | 56 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.3. Tutkal Karışımının Hazırlanması.....                                             | 56  |
| 2.3.1. Tutkal Karışımının Viskozitesinin Belirlenmesi.....                            | 57  |
| 2.3.2. Tutkal Karışımının Jelleşme Süresinin Belirlenmesi .....                       | 58  |
| 2.3.3. Tutkal Karışımının Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi<br>Analizi..... | 58  |
| 2.4. Kontrplak Üretimi.....                                                           | 58  |
| 2.5. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri .....                                        | 59  |
| 2.5.1. Özgül Ağırlık.....                                                             | 60  |
| 2.5.2. Denge Rutubet Miktarı .....                                                    | 60  |
| 2.5.3. Kalınlık Artışı ve Su Alma Oranı.....                                          | 61  |
| 2.6. Kontrplakların Mekanik Özellikleri.....                                          | 61  |
| 2.6.1. Çekme-Makaslama Direnci ve Deney Örneklerinin Hazırlanması .....               | 62  |
| 2.6.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....                             | 63  |
| 2.7. Formaldehit Emisyonu.....                                                        | 64  |
| 2.8. Isıl İlekenlik .....                                                             | 65  |
| 2.9. İstatistiksel Analiz.....                                                        | 66  |
| 3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....                                                         | 67  |
| 3.1. Dolgu Maddelerinin ve Kaplamaların Kimyasal Özellikleri .....                    | 67  |
| 3.2. Tutkal Karışımlarının Kimyasal Özellikleri .....                                 | 71  |
| 3.2.1. Tutkal Karışımlarının Viskozite ve Jelleşme Süreleri.....                      | 71  |
| 3.2.2. Tutkal Karışımlarının FTIR Analizi.....                                        | 76  |
| 3.3. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri .....                                        | 82  |
| 3.3.1. Özgül Ağırlık.....                                                             | 82  |
| 3.3.2. Denge Rutubet Miktarı .....                                                    | 99  |
| 3.3.3. Kalınlık Artışı.....                                                           | 118 |
| 3.3.4. Su Alma Oranı.....                                                             | 131 |
| 3.4. Kontrplakların Mekanik Özellikleri.....                                          | 142 |
| 3.4.1. Eğilme Direnci .....                                                           | 143 |
| 3.4.2. Elastikiyet Modülü .....                                                       | 165 |
| 3.4.3. Çekme-Makaslama Direnci .....                                                  | 187 |
| 3.5. Formaldehit Emisyonu.....                                                        | 209 |
| 3.6. Isıl İletkenlik .....                                                            | 218 |
| 4. SONUÇLAR.....                                                                      | 225 |
| 4.1. Dolgu Maddelerinin ve Kaplamaların Kimyasal Özellikleri .....                    | 225 |
| 4.2. Tutkal Karışımının Kimyasal Özellikleri .....                                    | 226 |

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 4.2.1. Viskozite.....                          | 226 |
| 4.2.2. Jelleşme Süresi .....                   | 227 |
| 4.2.3. FTIR Analizi.....                       | 227 |
| 4.3. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri ..... | 227 |
| 4.3.1. Özgül Ağırlık.....                      | 227 |
| 4.3.2. Denge Rutubet Miktarı .....             | 231 |
| 4.3.3. Kalınlık Artışı.....                    | 234 |
| 4.3.4. Su Alma Oranı.....                      | 238 |
| 4.4. Kontrplakların Mekanik Özellikleri.....   | 242 |
| 4.4.1. Eğilme Direnci .....                    | 242 |
| 4.4.2. Elastikiyet Modülü .....                | 246 |
| 4.4.3. Çekme-Makaslama Direnci .....           | 251 |
| 4.5. Formaldehit Emisyonu.....                 | 256 |
| 4.6. Isıl İletkenlik .....                     | 257 |
| 5. ÖNERİLER.....                               | 258 |
| 6. KAYNAKLAR .....                             | 259 |
| ÖZGEÇMİŞ                                       |     |

Doktora Tezi

## ÖZET

### FARKLI BİTKİSEL ATIKLARIN KONTRPLAK ENDÜSTRİSİNDE TUTKAL DOLGU MADDESİ OLARAK KULLANILMASI

Uğur BİLGİN

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU  
2025, 272 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, farklı bitkisel atıkların (susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu, zeytin posası) tutkal dolgu maddesi olarak buğday ununun yerine kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu şekilde toplumun temel vitaminler ve mineraller ile zenginleştirilerek tükettiği buğday unu gıda sektörüne kazandırılacaktır. Ayrıca kontrplak üretim maliyeti de azaltılacaktır. Bu amaçla farklı boyutlarda (100 mesh, 60 mesh ve 40 mesh) öğütülen dolgu maddeleri ile tutkal karışımında kullanılan buğday unu %15, %25 ve %50 oranlarında yer değiştirilerek üre formaldehit tutkal karışımları hazırlanmıştır. Elde edilen tutkal karışımları ile kayın (*Fagus orientalis*) ve karaçam (*Pinus nigra*) kaplamalardan 3 tabakalı kontrplaklar üretilmiştir. Bu amaç kapsamında, çalışmada kullanılacak dolgu maddelerinin ve dolgu maddeleri ile oluşturulan tutkal karışımlarının kimyasal özellikleri incelenmiştir. Tutkal karışımları ile üretilen kontrplakların ise fiziksel özellikleri, mekanik özellikleri, formaldehit emisyonu ve ısı iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Bitkisel atıklar çam kontrplakların mekanik direncini azalttığından kullanımı uygun değildir. Bitkisel atıkların kayın kontrplakların mekanik direncini düşürmediği ve formaldehit emisyonunu azalttığı görülmüştür. Bu nedenle bitkisel atıkların kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak kullanılmasının uygun olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitkisel atıklar, Kontrplak, Üre formaldehit, Formaldehit emisyonu

PhD. Thesis

## SUMMARY

### UTILIZATION OF DIFFERENT PLANT WASTES AS ADHESIVE FILLER IN THE PLYWOOD INDUSTRY

Uğur BİLGİN

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Industrial Engineering Department  
Supervisor: Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU  
2025, 272 Pages

The aim of this study is to investigate the usability of different plant wastes (sesame husk, wheat bran, green walnut shells, olive pulp) as adhesive filler instead of wheat flour. In this way, wheat flour consumed by the society by being enriched with basic vitamins and minerals will be brought to the food sector. In addition, plywood production costs will be reduced. For this purpose, urea formaldehyde adhesive mixtures were prepared by replacing the fillers ground in different sizes (100 mesh, 60 mesh and 40 mesh) with the wheat flour used in the glue mixture at 15%, 25% and 50% rates. With the obtained adhesive mixtures, 3-layer plywoods were produced from beech (*Fagus orientalis*) and black pine (*Pinus nigra*) veneers. Within the scope of this purpose, the chemical properties of the fillers to be used in the study and the adhesive mixtures formed with the fillers were investigated. The physical properties, mechanical properties, formaldehyde emission and thermal conductivity values of the plywoods produced with the adhesive mixtures were determined. Plant wastes are not suitable for use as they reduce the mechanical resistance of pine plywood. It has been observed that plant wastes do not reduce the mechanical resistance of beech plywood and reduce formaldehyde emissions. Therefore, it is suitable to use plant wastes as filler in beech plywood.

**Key Words:** Plant wastes, Plywood, Urea formaldehyde, Formaldehyde emissions

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                                                       | <u>Sayfa No</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Şekil 1. Kontrplak (URL-1, 2024; URL-2, 2024).....                                                                                    | 4               |
| Şekil 2. Kontrplak üretimi (Laamanen, 2015) .....                                                                                     | 5               |
| Şekil 3. Ağaç malzemede sıvı akışı (Thybring vd., 2022).....                                                                          | 14              |
| Şekil 4. Adhezyon ve kohezyon ilişkisi (Ülker, 2016) .....                                                                            | 15              |
| Şekil 5. Ağaç malzemede adhezyon teorileri (URL-5, 2024).....                                                                         | 16              |
| Şekil 6. Tutkalların sınıflandırılması (Hamarneh, 2010) .....                                                                         | 23              |
| Şekil 7. Üreye formaldehitin eklenmesiyle (a) mono-, (b) di- ve (c) trimetilolüre oluşumu (Jovanovic vd., 2011).....                  | 28              |
| Şekil 8. a) Amin grupları arasındaki metilen köprüleri, b) metilen eter bağları ve c), d) metilen bağları (Jovanovic vd., 2011) ..... | 29              |
| Şekil 9. 1: Kepeği alınmış susam, 2: Kepeği alınmamış susam (URL-6, 2024).....                                                        | 33              |
| Şekil 10. Buğday (URL-7, 2024).....                                                                                                   | 34              |
| Şekil 11. Ceviz (URL-8, 2024) .....                                                                                                   | 36              |
| Şekil 12. Zeytin (URL-9, 2024).....                                                                                                   | 37              |
| Şekil 13. Dolgu maddelerinin serme yöntemi ile kurutulması (Foto Bilgin) .....                                                        | 49              |
| Şekil 14. Dolgu maddelerinin öğütülmesi, elenmesi ve kurutulması (Foto Bilgin) .....                                                  | 50              |
| Şekil 15. Farklı kimyasal analizlerden görüntüler (Foto Bilgin) .....                                                                 | 50              |
| Şekil 16. pH ölçümünde kullanılan cihazlar (Foto Bilgin) .....                                                                        | 51              |
| Şekil 17. Kül fırını (Foto Bilgin) .....                                                                                              | 54              |
| Şekil 18. Dolgu maddelerinin holoselüloz tayini (Foto Bilgin).....                                                                    | 55              |
| Şekil 19. Dolgu maddelerinin viskozite ölçümleri (Foto Bilgin) .....                                                                  | 57              |
| Şekil 20. Kontrplak üretim aşamaları (Foto Bilgin) .....                                                                              | 59              |
| Şekil 21. Kontrplakların fiziksel testlerinde kullanılan ölçüm aletleri (Foto Bilgin).....                                            | 59              |
| Şekil 22. Mekanik testler (Foto Bilgin) .....                                                                                         | 61              |
| Şekil 23. Çekme-makaslama deney örnekleri (Boyutlar mm cinsindedir).....                                                              | 62              |
| Şekil 24. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deney örnekleri (Boyutlar mm cinsindedir).....                                | 63              |
| Şekil 25. Formaldehit emisyonu ölçümü .....                                                                                           | 65              |
| Şekil 26. Şişe yöntemi ile formaldehit emisyonu ölçümü (Foto Bilgin) .....                                                            | 65              |
| Şekil 27. Isıl iletkenlik ölçümü (Foto Bilgin) .....                                                                                  | 66              |

|           |                                                                                         |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 28. | Dolgu maddelerine ait kimyasal özellikler 1 .....                                       | 67  |
| Şekil 29. | Dolgu maddelerine ait kimyasal özellikler 2 .....                                       | 68  |
| Şekil 30. | Dolgu maddesi türünün tutkal karışımının viskozitesine ve jelleşme süresine etkisi..... | 72  |
| Şekil 31. | Dolgu maddelerinin tutkal karışımının viskozitesine etkisi .....                        | 73  |
| Şekil 32. | Dolgu maddelerinin tutkal karışımının jelleşme süresine etkisi.....                     | 74  |
| Şekil 33. | Susam kepeği kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu .....         | 77  |
| Şekil 34. | Buğday kepeği kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu .....        | 77  |
| Şekil 35. | Yeşil ceviz kabuğu kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu .....   | 78  |
| Şekil 36. | Zeytin posası kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu .....        | 78  |
| Şekil 37. | S1, B1, C1 ve Z1 gruplarının FTIR spektrumu .....                                       | 80  |
| Şekil 38. | S2, B2, C2 ve Z2 gruplarının FTIR spektrumu .....                                       | 80  |
| Şekil 39. | S4, B4, C4 ve Z4 gruplarının FTIR spektrumu .....                                       | 81  |
| Şekil 40. | S5, B5, C5 ve Z5 gruplarının FTIR spektrumu .....                                       | 81  |
| Şekil 41. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                      | 82  |
| Şekil 42. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                    | 84  |
| Şekil 43. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                     | 85  |
| Şekil 44. | Susam kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                      | 87  |
| Şekil 45. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                     | 88  |
| Şekil 46. | Buğday kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                     | 90  |
| Şekil 47. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi.....                     | 92  |
| Şekil 48. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi.....                 | 93  |
| Şekil 49. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....               | 95  |
| Şekil 50. | Zeytin posası oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                     | 96  |
| Şekil 51. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi .....                    | 98  |
| Şekil 52. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....               | 100 |
| Şekil 53. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....             | 102 |
| Şekil 54. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....              | 104 |
| Şekil 55. | Susam kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarı etkisi.....                  | 105 |
| Şekil 56. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....              | 107 |
| Şekil 57. | Buğday kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....              | 109 |

|           |                                                                                 |     |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 58. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....     | 110 |
| Şekil 59. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi.....  | 112 |
| Şekil 60. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi..... | 114 |
| Şekil 61. | Zeytin posası oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....      | 116 |
| Şekil 62. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi .....     | 117 |
| Şekil 63. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların kalınlık artışına etkisi .....             | 119 |
| Şekil 64. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların kalınlık artışına etkisi.....            | 121 |
| Şekil 65. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların kalınlık artışına etkisi .....            | 124 |
| Şekil 66. | Dolgu maddesi oranının çam kontrplakların kalınlık artışına etkisi.....         | 127 |
| Şekil 67. | Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplakların kalınlık artışına etkisi.....        | 128 |
| Şekil 68. | Dolgu maddesi oranının kayın kontrplakların kalınlık artışına etkisi .....      | 129 |
| Şekil 69. | Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların kalınlık artışına etkisi.....      | 130 |
| Şekil 70. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların su alma oranına etkisi .....               | 131 |
| Şekil 71. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların su alma oranına etkisi .....             | 133 |
| Şekil 72. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların su alma oranına etkisi.....               | 135 |
| Şekil 73. | Dolgu maddesi oranının çam kontrplakların su alma oranına etkisi .....          | 138 |
| Şekil 74. | Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplakların su alma oranına etkisi.....          | 139 |
| Şekil 75. | Dolgu maddesi oranının kayın kontrplakların su alma oranına etkisi .....        | 140 |
| Şekil 76. | Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların su alma oranına etkisi .....       | 141 |
| Şekil 77. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların eğilme direncine etkisi .....              | 143 |
| Şekil 78. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi.....             | 146 |
| Şekil 79. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi .....             | 148 |
| Şekil 80. | Susam kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi.....               | 150 |
| Şekil 81. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi.....              | 152 |
| Şekil 82. | Buğday kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi.....              | 154 |
| Şekil 83. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi .....      | 156 |
| Şekil 84. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi .....        | 158 |
| Şekil 85. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi .....       | 160 |
| Şekil 86. | Zeytin posası oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi .....             | 162 |
| Şekil 87. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi.....             | 163 |
| Şekil 88. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi.....           | 165 |
| Şekil 89. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi .....        | 167 |

|            |                                                                                         |     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 90.  | Dolgu maddesi oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi.....                  | 169 |
| Şekil 91.  | Susam kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi .....                  | 171 |
| Şekil 92.  | Susam kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi .....                 | 173 |
| Şekil 93.  | Buğday kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi .....                 | 175 |
| Şekil 94.  | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi .....                | 177 |
| Şekil 95.  | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi.....             | 179 |
| Şekil 96.  | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi.....            | 181 |
| Şekil 97.  | Zeytin posası oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi.....                  | 183 |
| Şekil 98.  | Zeytin posası boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi .....                | 185 |
| Şekil 99.  | Dolgu maddesi türünün kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....              | 187 |
| Şekil 100. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....            | 189 |
| Şekil 101. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....             | 191 |
| Şekil 102. | Susam kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....              | 193 |
| Şekil 103. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....             | 195 |
| Şekil 104. | Buğday kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....             | 197 |
| Şekil 105. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....            | 199 |
| Şekil 106. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....        | 201 |
| Şekil 107. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....       | 203 |
| Şekil 108. | Zeytin posası oranının kontrplakların çekme makaslama direncine etkisi.....             | 205 |
| Şekil 109. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi.....            | 207 |
| Şekil 110. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi .....                | 209 |
| Şekil 111. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi.....               | 211 |
| Şekil 112. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi .....               | 213 |
| Şekil 113. | Dolgu maddesi gruplarının kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisi..... | 215 |
| Şekil 114. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi .....                     | 218 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 115. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi.....      | 220 |
| Şekil 116. Dolgu maddesi oranının kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi .....      | 221 |
| Şekil 117. Dolgu maddesi gruplarının kontrplakların ısı iletkenliklerine etkisi..... | 223 |



## TABLolar DİZİNİ

|                                                                                                                                              | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Tablo 1. Ülkelere göre formaldehit emisyonu sınır değerleri.....                                                                             | 43                     |
| Tablo 2. İşçilerin formaldehit maruziyet sınıfları .....                                                                                     | 44                     |
| Tablo 3. Üre formaldehit tutkalına ait teknik özellikler.....                                                                                | 48                     |
| Tablo 4. Kontrplak üretiminde kullanılacak tutkal karışımı reçeteleri .....                                                                  | 57                     |
| Tablo 5. Dolgu maddelerinin ve kaplamaların kimyasal özellikleri arasındaki farklılıklar .....                                               | 68                     |
| Tablo 6. Tutkal karışımında, dolgu maddesi türünün viskozite ve jelleşme süresine etkisinin varyans analizi sonuçları.....                   | 72                     |
| Tablo 7. Dolgu maddesi türünün, boyutunun ve oranının tutkal karışımının viskozitesinde ve jelleşme süresinde meydana getirdiği değişim..... | 74                     |
| Tablo 8. Dolgu maddesi türünün kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                                      | 83                     |
| Tablo 9. Dolgu maddesi boyutunun özgül ağırlığa etkisinin varyans analizi sonuçları.....                                                     | 84                     |
| Tablo 10. Dolgu maddesi oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                                    | 86                     |
| Tablo 11. Susam kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları .....                                    | 87                     |
| Tablo 12. Susam kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                                    | 89                     |
| Tablo 13. Buğday kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analiz sonuçları.....                                     | 91                     |
| Tablo 14. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                                   | 92                     |
| Tablo 15. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                               | 94                     |
| Tablo 16. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                              | 95                     |
| Tablo 17. Zeytin posası oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları .....                                   | 97                     |
| Tablo 18. Zeytin posası boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                                   | 98                     |
| Tablo 19. Dolgu maddesi türünün kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                              | 100                    |
| Tablo 20. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....                            | 102                    |

|           |                                                                                                             |     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 21. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 104 |
| Tablo 22. | Susam kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....       | 106 |
| Tablo 23. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 107 |
| Tablo 24. | Buğday kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 109 |
| Tablo 25. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....     | 111 |
| Tablo 26. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları..... | 113 |
| Tablo 27. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analiz sonuçlar ..... | 114 |
| Tablo 28. | Zeytin posası oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 116 |
| Tablo 29. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....     | 118 |
| Tablo 30. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların kalınlık artışına etkisinin varyans analizi sonuçları.....             | 119 |
| Tablo 31. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların kalınlık artışına etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 122 |
| Tablo 32. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların kalınlık artışına etkisinin varyans analizi sonuçları.....            | 125 |
| Tablo 33. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların su alma oranına etkisinin varyans analizi sonuçları.....               | 132 |
| Tablo 34. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların su alma oranına etkisinin varyans analizi sonuçları.....             | 134 |
| Tablo 35. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların su alma oranlarına etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 136 |
| Tablo 36. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....              | 144 |
| Tablo 37. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....            | 147 |
| Tablo 38. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....             | 149 |
| Tablo 39. | Susam kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....              | 151 |
| Tablo 40. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....             | 153 |

|           |                                                                                                           |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 41. | Buğday kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 155 |
| Tablo 42. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.....    | 157 |
| Tablo 43. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 159 |
| Tablo 44. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....     | 160 |
| Tablo 45. | Zeytin posası oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 162 |
| Tablo 46. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....          | 164 |
| Tablo 47. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....        | 166 |
| Tablo 48. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 168 |
| Tablo 49. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....       | 170 |
| Tablo 50. | Susam kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....        | 172 |
| Tablo 51. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....       | 174 |
| Tablo 52. | Buğday kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....       | 176 |
| Tablo 53. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 178 |
| Tablo 54. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....  | 180 |
| Tablo 55. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları..... | 182 |
| Tablo 56. | Zeytin posası oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....       | 184 |
| Tablo 57. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 186 |
| Tablo 58. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....   | 188 |
| Tablo 59. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları..... | 190 |
| Tablo 60. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....  | 192 |

|           |                                                                                                                    |     |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 61. | Susam kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....            | 194 |
| Tablo 62. | Susam kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 196 |
| Tablo 63. | Buğday kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 198 |
| Tablo 64. | Buğday kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....          | 200 |
| Tablo 65. | Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....      | 202 |
| Tablo 66. | Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....     | 204 |
| Tablo 67. | Zeytin posası oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....           | 206 |
| Tablo 68. | Zeytin posası boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları.....          | 208 |
| Tablo 69. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisinin varyans analizi sonuçları.....               | 210 |
| Tablo 70. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisinin varyans analizi sonuçları..... | 212 |
| Tablo 71. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların formaldehit emisyonunda ki azalmaya etkisinin varyans analizi sonuçları..... | 214 |
| Tablo 72. | Dolgu maddesi gruplarının çam kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisi.....                        | 216 |
| Tablo 73. | Dolgu maddesi gruplarının kayın kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisi.....                      | 217 |
| Tablo 74. | Dolgu maddesi türünün kontrplakların ısı iletkenliğine etkisinin varyans analizi sonuçları.....                    | 218 |
| Tablo 75. | Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların ısı iletkenliğine etkisinin varyans analizi sonuçları.....                  | 220 |
| Tablo 76. | Dolgu maddesi oranının kontrplakların ısı iletkenliğine etkisinin varyans analizi sonuçları.....                   | 222 |
| Tablo 77. | Dolgu maddesi gruplarının çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi.....                                | 223 |

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|        |                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------|
| ABD    | : Amerika Birleşik Devletleri                              |
| ASTM   | : Amerikan Standartları                                    |
| BM     | : Birleşmiş Milletler                                      |
| BMİDÇS | : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi |
| BS     | : İngiliz Standartları                                     |
| DIN    | : Alman Standartları                                       |
| ECHA   | : Avrupa Kimyasallar Ajansı                                |
| EN     | : Avrupa Standartları                                      |
| EPA    | : Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı                   |
| EU     | : Avrupa Birliği                                           |
| IARC   | : Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı                     |
| IR     | : Kızılötesi                                               |
| JP     | : Japonya                                                  |
| M.Ö.   | : Milattan Önce                                            |
| PEG    | : Polietilen Glikol                                        |
| PVA    | : Polivinil Asetat                                         |
| TSE    | : Türk Standartları Enstitüsü                              |
| UV     | : Ultraviyole                                              |
| ÜF     | : Üre Formaldehit                                          |
| VOC    | : Uçucu Organik Bileşikler                                 |
| WBP    | : Kaynar Suya Dayanıklı                                    |
| WHO    | : Dünya Sağlık Örgütü                                      |

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Günümüzdeki teknik yenilikler ve pek çok malzemenin rekabetine rağmen ağaç malzeme, yenilenebilir olması, düşük yoğunluğa karşın yüksek direnç göstermesi, el ve makine teçhizatları ile kolay işlenebilmesi, çivi/vida ile sağlam bağlantılar kurulabilmesi ve fiziksel özellikleri (ısı, elektrik, akustik) ile önemini korumuştur. Ağaç malzemeden elde edilen kontrplakların, ahşap levhalara göre doğal görünümünü koruması ve masif ağaç malzemeden daha geniş bir yüzey alanına sahip olması onu bu malzemelerden ayırmaktadır. 2022 yılında dünya genelinde 109 milyon m<sup>3</sup>, Türkiye’de ise 620 bin m<sup>3</sup> kontrplak üretimi gerçekleştirilmiş olup, bu malzemeler inşaat kalıpları, yalıtım malzemeleri, sahne ve platform zeminleri, müzik aletlerinin kutuları, deniz taşıtları, çatı kaplamaları ve mobilya gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Genellikle iç ortamlarda kullanılacak kontrplak üretiminde en çok tercih edilen tutkal üre formaldehit tutkalıdır. Buğday unu üre formaldehit tutkalının yapışma özelliklerini iyileştirmektedir. Kontrplak endüstrisinde 2013 yılında 1 milyon tondan fazla, sonraki yıllarda ise gittikçe artarak 2 milyon tona yaklaşan buğday ununun tutkal dolgu maddesi olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Ancak buğday ununun ağırlıklı olarak gıda maddelerinde kullanılması ve fiyatının son yıllarda oldukça artış göstermesi arzı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, buğday ununa benzer performans gösterecek bitkisel atıkların üre formaldehit tutkalında dolgu maddesi olarak kullanılması amaçlanmıştır. Bunun sonucunda: üre formaldehit tutkalından kaynaklanan, çevre ve insan sağlığına zararlı olan formaldehit emisyonu azalacak, kontrplak üretim maliyeti düşecek ve buğday ununun gıda maddelerinde kullanılmasına imkân sağlanacaktır.

Buğday unu, dünyada nüfusun tüm kesimleri tarafından tüketilmektedir. Nüfus artışı, kuraklık, salgın hastalık, savaş gibi gıda tüketimini etkileyecek faktörler, buğday unu ve buğday unundan elde edilen kuru gıdaların önemini artırmaktadır. Ayrıca insanlar, tükettiği besinlerden gerekli olan temel vitamin ve mineral ihtiyaçlarını karşılayamamaktadırlar. Bu nedenle buğday unu temel vitamin ve mineral eksikliklerinin giderilmesinde de önemli bir gıda maddesidir. Bu nedenle Nutrition International, çeşitli programlar (GAIN, UNICEF, WFP vb.) ve farklı ülkelerde çalışan diğer kuruluşlar aracılığıyla, farklı mikro besinler ile

unların zenginleştirme programlarını desteklemekte ve geliştirmektedirler. Dünya Sağlık Örgütü de 2015 yılında 83 ülkede buğday ununun güçlendirilmesini talep etmiştir. Buğday unu, dünya çapında yüksek ekmek ve makarna tüketimi nedeniyle çoklu mikro besin takviyesi için en uygun araçlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Bitkisel atıklar küresel bir tahminle 1.3 milyar ton/yıla kadar gıda endüstrisi tarafından oluşturulmaktadır. Bu nedenle dünyada en bol bulunan yenilenebilir, ucuz, karbon kaynağıdır. Doğal kaynakların giderek yok olmaya başladığı bir dönemde, bitkisel atıkların kullanılmaya başlanması ürün çeşitliliğini ve hammadde sayısını artırdığı gibi çevre kirliliği problemini de yok edebilecektir. Üretimlerde, bitkisel atıklar genellikle hiçbir işleme tabi tutulmadan ham şekli ile kullanılır. Böylece, atıkların dolgu maddesi olarak değerlendirilmesinde hem atık ürün olması hem de hiçbir işleme tabi tutulmadan kullanılması ekonomik bir malzeme üretilmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada dolgu maddesi olarak kullanılan yıllık bitkisel atıklar susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası olarak seçilmiştir.

Susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası gibi gıda atıklarının temel bileşenleri genel olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşmaktadır. Bunların dışında ekstraktif maddeler ve az miktarda inorganik madde de içermektedir. Bu atıklardan ekonomik değeri az olan hayvan yemi, gübre gibi ürünler üretilmesi dışında ısı veya enerji üretimi için de yakılabilmektedir. Gıda atıklarının yakılması, CO<sub>2</sub> emisyonlarının yanı sıra küçük partikül madde oluşumu ile potansiyel olarak hava kirliliğine neden olmaktadır. Giderek artan nüfus ile birlikte gıda işleyen fabrikaların sayısının da artması oluşan gıda atık miktarının da artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle atıkların toplanması ve yeni ürünlerin üretilmesinde kullanılması insan sağlığı, çevre kirliliği ve ülke ekonomisi açısından önem arz etmektedir.

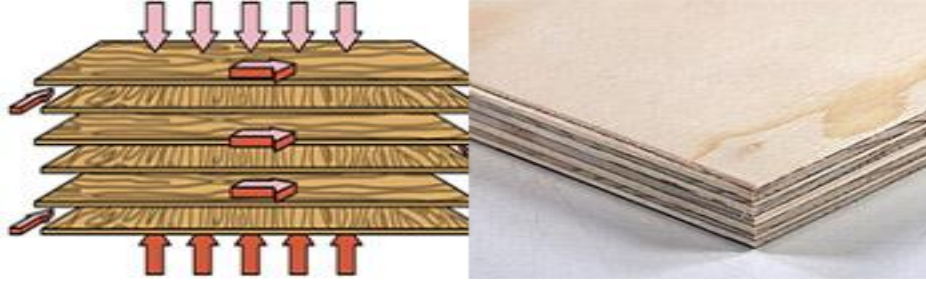
Bu çalışmanın amacı, bitkisel atıkların kontrplak endüstrisinde tutkal dolgu maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu nedenle: bitkisel atıkların ve kontrplak üretiminde kullanılacak kaplamaların kimyasal içerikleri incelenmiştir. Elde edilen tutkal karışımlarında bitkisel atıkların etkisini görebilmek için viskozite, jelleşme süresi ve FTIR analizleri yapılmıştır. Ayrıca üretilen kontrplaklarda fiziksel ve mekanik testler ile ısı iletkenlik ve formaldehit emisyonu ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

## 1.2. Kontrplakların Tarihsel Gelişimi

İnsanların kullandığı malzemeler arasında ağaç malzeme en kritik role sahiptir. Çünkü medeniyetin başlangıcından beri ağaç malzeme insanların barınma, ısınma, yemek pişirme ve diğer çeşitli ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu nedenle ahşap en eski ve kullanım alanları bakımından en yaygın malzemelerden biridir. Hatta günümüzdeki teknik yenilikler ve çok sayıda malzemenin rekabetine rağmen, ağaç malzemenin düşük yoğunluğa karşı yüksek direnç göstermesi, el ve makine teçhizatları ile kolay işlenebilmesi, çivi/vida ile oluşan bağlantı gücü, fiziksel özellikleri (ısı, elektrik, akustik), kaynağının yenilenebilir olması onu tercih edilebilir bir malzeme yapmaktadır (Türüdü, 2017).

Yenilenebilir kaynaktan elde edilmesine rağmen, dünya nüfusundaki hızlı artış, artan şehirleşme ve teknolojiye gelişmeler gibi ekonomik, sosyal ve kültürel faaliyetler, orman ürünlerine olan talebi artırmaktadır. Bu durum dünya ormanlarının hızla yok olmasına yol açmakta ve orman varlıkları her yıl büyük ölçüde azalmaktadır. Orman varlığının azalmasını engellemek amacıyla ağaç malzemelerin daha verimli bir şekilde kullanılması önem kazanmaktadır. Bu bağlamda ağaçtan elde edilen lif, yonga ve kaplama gibi malzemelerin üretimi geliştirilerek lif levha, yonga levha ve kontrplak gibi alternatif ürünler üretilmektedir. Bu tür malzemeler, orman kaynaklarının daha sürdürülebilir bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Çolakoğlu vd., 2002; Bardak & Bardak, 2018).

Kontrplak üretimi, belirli boyutlardaki tomruklardan soyma makineleri ile elde edilen kaplamaların lif yönleri birbirine dik olacak şekilde tek sayıda katmanlar (en az üç katman) olarak yapıştırılması ve basınç altında preslenmesi ile gerçekleştirilir. Avrupa Standardına (EN 313-1) göre ise kontrplak, birbiri üzerine genellikle lif yönü dik gelecek şekilde yapıştırılmış tabakalardan oluşan odun esaslı panel olarak tanımlanmaktadır. Kontrplakların sınıflandırılması ise genel görünüşlerine (yapı, şekil ve form), başlıca özelliklerine (dayanıklılık, mekanik özellik, yüzey durumu) ve kullanıcının ihtiyacına göre yapılmaktadır (EN 313-1, 1996; TS 3103, 1998). Kontrplak Şekil 1’de gösterilmiştir (URL-1, 2024; URL-2, 2024).



Şekil 1. Kontrplak (URL-1, 2024; URL-2, 2024)

Kontrplaklar diğer ahşap levhalardan farklı olarak doğal görünümünü korurken çatlama eğilimi göstermez. Bu özellik, vida tutma kapasitesini artırır ve deformasyon bozukluklarına karşı direnç sağlar. Ayrıca, homojen bir yapıya sahiptir ve masif ağaç malzemelerde sıkça karşılaşılan daralma ve genişleme gibi problemler kontrplakta daha düşük seviyededir. Kontrplaklar olumsuz hava koşullarına, asitlere ve bazlara karşı üstün dayanımıyla öne çıkmaktadır (Çolakoğlu, 2004). Kontrplak, 2022 yılında Dünya da 109 milyon m<sup>3</sup> Türkiye’de ise 620 bin m<sup>3</sup> lük üretimiyle birçok kullanım alanına sahiptir ( URL-3, 2024). Günümüzde üretilen kontrplak çeşitleri ve kullanım alanları aşağıda verilmiştir;

- Yüzeyi Film Kaplı Kontrplak: Huş, çam, kavak, kızılğöğ, kayın, egzotik vb. ağaçlarada üretilen kontrplaklar, inşaat sektöründe kalıp malzemesi olarak kullanılmaktadır.

- Tırtıklı (Wiremesh) Kontrplak: Huş, çam, kavak, kızılğöğ, kayın, egzotik vb. ağaçlardan yapılan, yüzeyi filmli kontrplağa göre daha kalın bir film tabakası ve ayrıca yalıtım malzemesi bulunan, ses ve titreşim engelleme özellikli bir kontrplak çeşididir. Otomotiv sektöründe(tır, dorse, otobüs tabanında), soğuk hava depolarında, sahne ve platform zeminlerinde, müzik aletlerinin kutularında kullanılmaktadır.

- Marine Kontrplak: Huş, köknar, okume vb. ağaç türlerinden yapılan, WBP (suya ve kaynamaya dayanıklı) tutkalla yapıştırılmış, suya ve neme çok dayanıklı olan, tekne, sandal vb. deniz taşıtlarında, çatı kaplamalarında kullanılan bir kontrplak türüdür.

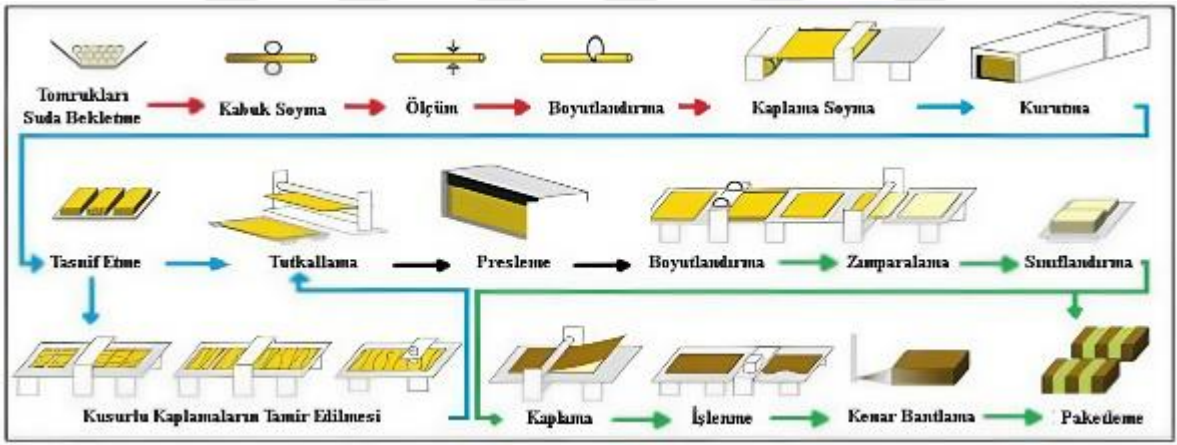
- Yüzeyi Filmsiz Kontrplak: Huş, çam, kavak, kızılğöğ, kayın, ladin ve egzotik vb ağaç türlerinden yapılan ve dekorasyon ve mobilya sektöründe kullanılan bir kontrplak türüdür.

- Yüzeyi Melamin Kaplı Kontrplak: Huş vb. ağaçlardan yapılan yüzeyi melamin kaplı olan ve çocuk oyun grupları ve mutfak dolapları gibi alanlarda kullanılan bir kontrplak türüdür.

- Formlu Kontrplak: Tomruklardan elde edilmiş papellere çeşitli kalıplar vasıtasıyla şekil aldırılarak sandalye, otomobil koltuğu vb. ürünlerin üretiminde kullanılan kontrplaktır (URL-4, 2021).

### 1.3. Kontrplak Üretimi

Kontrplak üretimi, belirli özelliklere sahip ağaç türünün ve tomruğun seçilmesi ile başlamaktadır. Ardından tabakaların, kaplama soyma makinelerinde soyulması, kurutulması, boyutlandırılması, tabakaların tutkallama silindirlerinde tutkalanıp lifleri birbirine dik gelecek şekilde en az 3 tabaka olmak üzere tek sayıda üst üste konularak preslenmesi gerçekleşmektedir. Üretilen kontrplaklar farklı aşamalardan da geçerek paketlenmektedir. Kontrplakların kalınlıkları 3-70 mm arasında değişmekte olup, genellikle 130 x 220 cm veya 170 x 220 cm boyutlarında üretilmektedir. En çok üretilen kontrplak kalınlıkları 3-30 mm arasındadır (Bardak & Bardak, 2018). Kontrplak üretimi Şekil 2’de gösterilmiştir (Laamanen, 2015).



Şekil 2. Kontrplak üretimi (Laamanen, 2015)

#### 1.3.1. Ağaç Türü

Kontrplak üretiminde genellikle geniş yapraklı ağaçlar tercih edilmektedir. Bunun nedeni iğne yapraklı ağaçlara göre daha az lignin içermesi ve ligninin termoplastik özelliğinin daha yüksek olmasıdır. Ayrıca geniş yapraklı ağaçların traheleri yıllık halka içinde ya düzenli bir şekilde dağılmış ya da halka oluşturacak şekilde konumlanmıştır. Soyma tekniği bakımından dağınık traheliler yeknesak bir yapı sağladığından daha

elverişlidir (Çolakoğlu, 2004). Ancak düşük yoğunluğunun yanı sıra yüksek elastikiyet modülünden dolayı yapı sektöründe özellikle iğne yapraklı ağaç odunlardan üretilen kontrplaklar tercih edilmektedir (Demir, 2019).

Türkiye'de kontrplak üretiminde kayın, kızılâğaç ve kavak gibi ağaç türleri yoğun olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda gül ağacı, sapelli, meranti, okume, gibi tropik bölgelerde yetişen ağaçlar da kaplama üretiminde önemli bir yer edinmiştir. Bu ağaç türleri, soyma işleminde verimli olmalı ve üretilen kontrplağın özelliklerini olumsuz etkilememelidir. Yaprak döken ağaçların yanı sıra çam, duglas göknarı, ladin gibi iğne yapraklı ağaçlar da kontrplak üretiminde kullanılmaktadır. Pratikte, genellikle iyi soyma özelliklerine sahip ağaç türleri yüzey tabakalarında, diğerleri ise ara tabakalarda tercih edilmektedir. Ağaç türleri dışında kaplama üretiminde kullanılacak olan tomrukların özellikleri kontrplak kalitesi üzerinde oldukça etkilidir (Çolakoğlu, 2004). Kayın ve çam ağaçlarına ait özellikler aşağıda verilmiştir.

Kayın: Doğu kayını (*Fagus orientalis*), kayıngiller (*Fagaceae*) familyasından 40 m'ye kadar boy, 1 m'ye kadar çap yapabilen dolgun ve düzgün gövdeli, birinci sınıf bir orman ağacıdır. Kabuğu açık kül renkli olup ince ve düzgündür. Kayın ağacının odunu kırmızımsı beyaz renktedir ve olgun odun (diri odunu ile öz odunu arasında renk farkı yok) özelliğine sahiptir. 80 yaşını geçmiş ağaçlarda, kırmızımsı kahverengi olan düzensiz şekilli ve iç kısmında dalgali şeritler olan, "kırmızı yürek" olarak bilinen bir öz odun vardır. Dağınık traheli bir yapı sergiler; yıllık halka sınırları, yaz odunu tabakasındaki trahelerin sayısının düşük olması sebebi ile belirginleşir. Traheler küçük çaplıdır. Öz ışınları oldukça geniştir ve çıplak gözle fark edilebilir, ayrıca yıllık halka sınırlarında kalınlaşarak genişler. Öz ışınları, radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar ve teget kesitte kırmızımsı iğ şeklinde lekeler olarak gözlemlenirken, odun sert ve yoğun bir yapıya sahiptir (Bozkurt & Erdin, 2000). Kayın odununun homojen yapıya sahip olması, buharlama işleminin ardından homojen renk kazanması, yeterli direnç özelliklerine sahip olması ve dekoratif olması kaplama üretiminde avantaj sağlarken kırmızı yürek oluşumu, ardaklanma ve uygun soyma çapına ulaşma süresinin uzun olması dezavantaj sağlamaktadır (Çolakoğlu vd., 2013).

Doğu kayını, Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'da yayılım göstermektedir. Batıda, Balkan Yarımadası'ndan başlayıp Trakya'nın dağlarıyla bağlantı kurarak İstanbul bölgesine ulaşır ve buradan Batı Anadolu'ya devam eder. Ülkemizde Karadeniz bölgesinde en iyi gelişimi göstermektedir. Karadeniz Bölgesinin haricinde Marmara ve Ege Bölgesinde de görülür. Güney Anadolu'da Adananın pos ormanlarında, Amonos dağlarında ve Maraş-

Andırın yöresinde yerel olarak bulunur. Karadeniz bölgesinin kıyı kesimlerinden başlayan kayın ağacı, Batı Karadeniz’de 1300 metre yüksekliğe doğu Karadeniz’de 1800- 1900 metre yüksekliğe kadar çıkabilmektedir. Güney Marmara Bölümü’nde 500 metre’den sonra ormanlar kurar, iç kısımlara doğru gidildikçe 1000-1200 metre ile 1500-1700 metre hatta 1800 metre’ye ulaşır (Can, 2011). Ülkemiz odun endüstrisinde yüksek ekonomik değere sahip olan bir tür olarak Kayının (*Fagus orientalis*) yayılış alanı 1 335 786 hektar alan olarak Türkiye ormanlarının %6,43’ünü oluşturmaktadır (Konukçu, 2001).

Çam: Karaçam ağaçlarının kabukları kalın ve boz renkli olup boyları 40 metreyi, çapları 1 metreyi geçebilmektedir. Diri odun kırmızımsı ve sarımsı renktedir. Koyu renkli öz odunu vardır. Diri odun yaşlı ağaçlarda dar, genç ağaçlarda ise oldukça geniştir. Radyal kesitte öz ışınları görülmeyecek kadar belirsizdir. Teğet kesitte kahverengi şeritler vardır. Karaçamda reçine kanalları diri odunda aktif olup reçine ile öz odundakiler ise reçine ve tylosid denilen zarcıklarla tıkalı bulunmaktadır Karaçamın odunları sert, dayanıklı, reçineli ve iyi kalitelidir. Çivi ve vida tutma özelliği ile işlenme kolaylığı, bu malzemenin yapı malzemesi olarak kullanılmasına olanak tanımaktadır (Can, 2011; Güner vd., 2016).

Karaçam yayılış alanı olarak, Kuzeybatı Afrika’da iki küçük alan halinde Cezayir ve Fas’ta; Avrupa’da ise Güney ve Doğu İspanya’dan başlayarak parçalar halinde Pireneler, Güney Fransa, Korsika, Güney ve Kuzeydoğu İtalya, Avustralya, Yugoslavya, Balkanlar, Kırım ve nihayet asıl yayılışını yaptığı Anadolu’da yer alır (Ünaldı, 2004). Ormanlarımızda en fazla yayılışı gösteren ağaç türümüz olan Kızılçamdan sonra gelen yaklaşık 4,5 milyon ha ile ikinci sırada yer alan Karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarımızdır. Çok fazla rakım farkı gözetmeksizin 400 metreden 2100 metrelere kadar çıkabilen silindirik dolgun gövde yapısına sahip, yüksek çaplı bireyler oluşturabilen asli orman ağacımızdır. Yetişme muhitinde çok fazla ayrımcılık yapmayan Karaçam türümüz iklim farklılıklarına karşı odun yapısındaki reçine desteği ile dayanıklılığını artırmaktadır (Kılıç vd., 2017).

### 1.3.2. Tomruk Seçimi

Kontrplak için üretilcek kaplama levhaların özellikleri, büyük ölçüde kullanılacak tomruk ile ilgili faktörlere bağlıdır. Bu faktörler: Tomruğun silindirik olması, uç kısımlarında geometrik ve merkezi bir öze sahip olması, çapının en az 35 cm olması, düzgün ve öze paralel lif yapısının olması, rutubetinin %50-60 olması ve yeknesak dağılması, yapısal kontrplaklar için özgül ağırlığın 0,41-0,55 gr/cm<sup>3</sup>, dekoratif kontrplaklar için özgül

ağırlığın 0,32-0,45 gr/cm<sup>3</sup> olması, hızlı büyüyen ağaçlarda ilkbahar ve yaz odunu arasındaki özgül ağırlık farkının fazla olmaması, yıllık halka içerisindeki geçişin ani olmamasıdır. Bunların dışında makroskopik hatalar, yapraklı ağaçlarda trahelerin düzeni, paranzim hücreleri, reaksiyon odunu varlığı, polifenoller, balsam-sakız, inorganik maddeler, reçine, koku ve desen odundan üretilen dekoratif amaçlı veya yapısal kaplamaların kalitesini belirleyen faktörlerdir. Tomruğun mekanik özellikleri de kaplama kalitesi üzerinde etkilidir. Kaplama üretimi için en önemlisi liflere dik yöndeki çekme direncidir. Bu direnç yeterli değilse kaplama üretiminde özellikle kaplamaların taşınma ve kurutulması sırasında lif boyunca yarıma veya ince şeritler halinde ayrılma problemi ortaya çıkar (Çolakoğlu, 2004; Demirkır, 2006; Demir, 2019).

### 1.3.3. Tomruk Depolama

Kesimden hemen sonra depolama tekniklerine uygun olarak istiflenmeyen tomruklar çatlar, çürür ve böcekler tarafından zarar görür. Depolama sürecinde oluşacak zarar miktarı, depolama mevsimine ve ağaç türüne göre değişiklik gösterir. Optimum depolama koşullarında zarar oranı azaltılabilir. Depolama süresi uzadıkça, iklim koşullarından kaynaklanan zarar oranı artmaktadır. Fakat stok miktarının düşük tutulması ve bekleme süresinin 1-2 ayla sınırlı olması bu sorunu çözebilir. Ancak bu çözüm, tomruk temini ve fiyat elastikiyeti gibi sorunlara neden olabilmektedir (Bilgin, 2019).

İdeal depolama koşullarında, tomrukların hızla nem kaybederek çatlamasını ve biyotik zararlıların tahribatına uğramasını engellemek için enine kesitlerine koruyucu maddeler sürülmelidir. Çatlama önlemek için başka araçlar ve kimyasal maddeler de kullanılmaktadır. Ayrıca, çatlama önlemek için tomrukların suda bekletme veya su püskürtme işlemine tabi tutulması gerekebilir. Bu yöntemler odunun hücre boşluklarını su ile dolu hale getirerek çatlak oluşumunu ve biyolojik tahribatın oluşumunu engellemektedir. Bunun gibi yöntemler, depolama sürecinde tomrukların kalitesini korumak için kullanılabilir (Çolakoğlu, 2004).

Su püskürtme işleminin faydalı olabilmesi için tomruklar hücrelerin ağacın boyuna yönünde uzandığı iletim kanallarının ucu olan enine kesitleri sürekli ıslanacak şekilde istiflenir. Su püskürtme kesimden hemen sonra veya odun rutubeti % 35 in altına düşmeden başlanmalıdır. Su olabildiğince ince tanecikler halinde püskürtülmeli ve aralıksız bir şekilde ilkbaharda başlayıp Ekim ayına kadar devam etmelidir. Burada başlama zaman ve süresi

yerel iklim şartlarına bağlıdır. Bir diğer yöntem olan suda bekletme işleminde ise tomrukları fabrikanın kapasitesine bağlı olarak 3-9 ay boyunca suda bekletmek zordur. Ayrıca eğer doğal su kaynağı mevcut değilse bu depolama yöntemi oldukça pahalı olacaktır (Çolakoğlu, 2004).

Depodan alınan tomruklar hatalı kısımlarından kurtarılır, yabancı maddelerden temizlenir ve soyma makinelerine uygun uzunlukta kesilir. Ayrıca ülkemizde sıklıkla kullanılan buharlama odalarında veya mahzenlerinde doğrudan ya da dolaylı olarak ısıtma işlemiyle odunun hücre çeperinde bulunan pektin ve lignin bileşenlerinin çözünmesi sağlamak amacıyla buharlama işlemi gerçekleştirilir. Buharlama işleminin amacı kabuğun kolay soyulmasını sağlamak ve işlenebilirliğini kolaylaştırmaktır (Demirkır, 2006; Kibaroglu, 2009)

#### **1.3.4. Kabuk Soyma**

Kaplama soyma işlemi öncesinde ön hazırlık işlemi olarak tomrukların kabukları uzaklaştırılmalıdır. Kabuk soyma işlemi yapılırken odun-kabuk arasındaki bağ direnci göz önünde bulundurulmalıdır. Odun ve kabuk arasındaki bağ direncine etki eden faktörler, kabuğun soyulmasını kolaylaştırır veya zorlaştırır. Mevsimsel olarak bakıldığında vejetasyon döneminde (ilkbaharda), kambiyum tabakası aktifleşmektedir. Bu nedenle, enine yönde büyüme gerçekleşirken floem ve ksilem hücre tabakaları aktif olduğundan bıçağın kambiyum tabakasında yeni oluşan bu hücreleri kesmesi ve dolayısıyla kabuk soyma işlemi kolaylaşmaktadır. Büyümenin yavaş olduğu mevsimlerde yani kambiyum tabakasının etkin olmadığı durumlarda ise, kabuk soyma işlemi bıçağın daha sert bir odun tabakasına girmesi gerekeceği için zorlaşmaktadır. Ayrıca bakterilerin, besin kaynağı olarak iç kabuğu tercih etmeleri de odun-kabuk bağ direncini azaltmaktadır. Bunların dışında odunun rutubetli ortamda veya buharlama işlemine tabi tutulması odun-kabuk bağ direncini azaltan diğer faktörler arasındadır (Çolakoğlu, 2004; Chahal & Ciolkosz, 2019). Kabukları soyulan tomruklar kaplama soyma makinesine gönderilir.

#### **1.3.5. Kaplama Soyma**

Kaplama; kalınlığı 7 mm'yi geçmeyen, ağaç malzemesinin soyulması, kesilmesi veya biçilmesiyle elde edilen bir malzemedir. Soyma yöntemi; üretim maliyetleri, malzeme boyutları ve üretim kolaylıkları açısından daha avantajlıdır. Günümüzde üretilen

kaplamaların yaklaşık %85-95'i soyma yöntemiyle üretilmekte ve özellikle kontrplak üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Çolakoğlu, 2004; Kibaroglu, 2009).

Soyma işlemi esnasında, tomruk, iki ucundan kavrama kolları ve başlıklar aracılığıyla tutulmakta ve eksen etrafında döndürülmektedir. Bıçak ile basınç levhası veya baskı silindirleri, tomruğun yüzeyine sürekli bir temas sağlayarak ilerleme kaydetmektedir. Bu işlem, tomruğun merkezine ulaşan ayna mesafesine kadar devam etmekte olup, sonuç olarak her iki yüzü düzgün olan, sonsuz uzunluktaki kaplama levhası elde edilmektedir. Kaplama kalitesi, kontrplak ürünlerinin performansı üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olup, bu kalite, soyma makinesinin bıçak ve basınç levhası ayarlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Bilgin, 2019). Soyma işlemi sonucunda elde edilen kaplamalar, boyutlandırma ve kusur giderme işlemleri için sonraki aşamalara yönlendirilmektedir.

#### **1.3.6. Boyutlandırma ve Kusur Temizleme**

Üretilen kontrplak ölçülerine (uzunluk ve genişlik) bağlı olarak, tek taraflı boyutlandırılmış tomruklardan elde edilen soyma kaplamalar, rulo şeklinde sarılmaktadır. Kontrplak ölçülerine göre tek taraflı olarak ölçülendirilmiş kaplamalar, boyutlandırma işlemi tamamlandıktan sonra kusurlardan arındırılmaktadır. Tomruk, kontrplak uzunluğunda boyutlandırıldığında, soyma kaplama levhası sürekli olarak sağlam bölgelerinden kontrplak genişliğinde kesilirken; tomruk, kontrplak genişliğinde boyutlandırıldığında, kaplamalar yalnızca kaplama uzunluğunda sağlam yerlerinden sürekli olarak kesilmektedir. Kaplamaların kesim işlemi giyotinler aracılığıyla gerçekleştirildikten sonra, kurutma sürecine geçilmektedir (Kılıç, 2007).

#### **1.3.7. Kaplama Kurutma**

Kurutma işlemi ağaç malzemenin boyutsal değişiklikten korunmasını, işlenebilir olmasını, iç veya dış mekânda kullanılabilmesini, biyolojik zararlılara karşı korunmasını sağlarken üst yüzey işlemleri, yapışma vb. birçok özellik de kazandırır. Kurutma işlemi odun içerisinde bulunan suyun (rutubetin) uzaklaştırılmasıdır. Kontrplak üretimindeki kaplama kurutma işlemi, üretilen levhaların yapışma kalitesini, dayanıklılığını, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirleyen önemli bir aşamadır. Bu işlem, kaplamanın rutubet oranını azaltarak uygun bir yapışma seviyesine ulaşmasını sağlar. En uygun rutubet miktarı, kullanılan yapıştırıcıya göre farklılık göstermektedir. Örneğin, kontrplaklarda kazein, hayvansal

tutkallar, kola ve soya tutkalı için % 3-5, üre formaldehit tutkalı için % 5-7, fenol formaldehit tutkalı için ise % 4-6 kaplama rutubeti tavsiye edilmektedir (Çolakoğlu, 2004; Demirkır, 2014).

Kontrplak endüstrisindeki kurutma işleminde genellikle 90-160 °C aralığında sıcaklıklar kullanılır. Yüksek sıcaklıklar, kurutma süresini azaltıp üretim kapasitesini artırırken aynı zamanda enerji tüketiminide azaltır. Ancak çok düşük rutubet seviyeleri ve yüksek kurutma sıcaklıkları, kaplama yüzeylerinde etkisizleşme yaratarak kaplamanın yapışma özelliğini azaltabilir. Kurutma sıcaklığı, yapışma dışında kaplamaların fiziksel, mekanik ve ısı iletkenlik özelliklerini de etkiler (Demirkır, 2014).

Kurutma işleminin tamamlanmasının ardından, yüksek nem içeriğine sahip kaplamalar yeniden kurutulmakta, küçük boyutlandırılmış olanlar ise sistemden çıkarılmaktadır. Kaplamaların sınıflandırılması, en az kusura sahip olanların yüzey kaplaması olarak kullanılmasına dayanmaktadır. Bu sınıflama işlemi, optik yöntemler aracılığıyla gerçekleştirilebilir (Dallı, 2005).

### **1.3.8. Tutkallama, Taslak Oluşturma ve Presleme**

Belirli ölçülere göre boyutlandırılan kaplamalar tutkallanmaktadır. Tutkal çözeltisinde bulunan suyun bir kısmı odun tarafından absorbe edilirken bir kısmı ise buharlaşmaktadır. Bu durum yapışmanın derecesini belirlemede önem taşımaktadır. Tutkallanmış kaplamanın üzeri açık şekilde bekletilebileceği süreye açık bekletme süresi, üzeri diğer kaplama ile kapatıldığı andan öngörülen pres basıncına kadar geçen süreye ise kapalı bekletme süresi denir (Ross, 2010).

Kaplamaların tutkallanması ile oluşturulan kontrplak taslakları, tutkal bağıni güçlendirmek, üretim verimliliğini artırmak ve üretim hatalarını azaltmak için soğuk presleme işlemine tabi tutulur. Soğuk presleme ayrıca sıcak preslemeye geçişi kolaylaştırır. Bu presleme aşamasında ise birçok faktör etkilidir. Tutkal türü ve bileşenleri, ortam sıcaklığı, kaplama tipi, nem gibi faktörlerin yanı sıra, taslakların açık veya kapalı süreleri ile ön basınç miktarı ve süresi bu süreci etkilemektedir. Soğuk preslemeden sonra geçilen sıcak presleme işleminde ise pres basıncı, süresi ve sıcaklığı da kontrplak özelliğini etkileyen önemli faktörler arasındadır (Rowell, 2005; Ross, 2010).

Pres basıncını belirleyen faktörler: kullanılan ağacın türü, elastikiyeti, sertliği, üst yüzeylerin özellikleri ve orta tabakanın kalınlığına bağlı olarak değişim gösterir. Aynı

levhada farklı ağaç türlerinin kullanılması durumunda pres basıncı bu farklılıklara göre ayarlanır. Genellikle, yumuşak ağaçlar için 8-12 kg/cm<sup>2</sup>, sert ağaçlar için ise 12-18 kg/cm<sup>2</sup> basınç uygulanmaktadır (Kılıç, 2007).

Pres süresinin uygulanmasında 100 °C sıcaklıktaki ısının orta tabakaya ulaşmaya kadar her bir mm levha kalınlığının ısınması için 1 dakika hesaplanmakta ve buna kullanılan tutkalın bu sıcaklıkta sertleşme süresi ilave edilmektedir. Ülkemizde bir kısım kontrplak fabrikalarında presleme süresi preslenmekte olan kontrplağın kalınlığına göre hesaplanmakta ve her 1 mm kalınlık için 1 dakika alınmaktadır (Bozkurt & Göker, 1986; Çolakoğlu, 2004).

### **1.3.9. Boyutlandırma ve Zımparalama**

Sıcak presten çıkan tabakalı levhalar henüz rutubeti kararlı hale gelmediğinden, dış kısımdaki kaplamalar ve iç kısımdaki kaplamalar arasında bir miktar rutubet ve sıcaklık farkı mevcuttur. Bu sıcaklık ve rutubet farklılıklarının sabit hale gelmesi için presten çıkarılan kontrplaklar aralarına çita konulmadan sık bir şekilde 1-1,5 metre yükseklikte gruplar halinde istiflenmektedir. Kaplamaların rutubet ve sıcaklık olarak kararlı hale gelme süresi yaklaşık 1-2 hafta olarak beklenmektedir (Çolakoğlu, 2004).

Kontrplaklar, klimatize edildikten sonra geri dönüşlü çift daire testere karşılıklı kenar paralelliği sağlanarak istenilen boyuta getirilmektedir. Daha sonra üretim sınıfına uygun olarak, zımparalama işlemine tabi tutulmaktadırlar. Bu işlem, kontrplakların düzgünlüğünü ve istenen özelliklere sahip olmalarını sağlamaktadır (Kılıç, 2007).

### **1.3.10. Kontrplakların Sınıflandırılması ve Paketlenmesi**

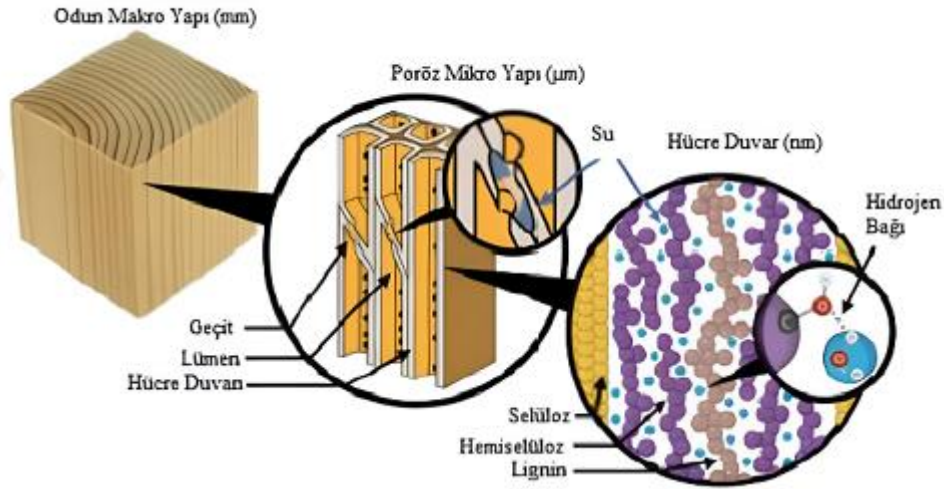
Zımparalama işleminden sonra, kontrplaklar ağaç türü, kullanılan tutkal çeşidi ve kaplama levhalarının alt ve üst yüzeylerinin görünüş özelliklerine göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma işlemi sonrasında kalite kontrolü yapılır ve kontrplaklar paketlenerek istiflenirler. Bu süreç, ürünlerin standartlara uygunluğunu sağlamak ve farklı kalite seviyelerine göre sınıflandırmak için gerçekleştirilir (Çolakoğlu, 1990; Bilgin, 2019).

#### 1.4. Ağaç Malzemede Yapışma

Tutkallar, malzemeleri bir araya getirerek birleştirilmesini gerçekleştirir. Malzemeler arasındaki gerilmeleri etkili bir şekilde aktaran tutkal statik ve dinamik yüklerin de düzgün dağılmasını sağlar. Ağaç malzemelerle yapılan birleştirmelerdeki yapışma performansı, üretim şartları, tutkal ve ağaç malzeme ile ilgili faktörlere bağlıdır. Üretim şartları ile ilgili faktörler: sıcaklık, bağıl nem, bekleme süresi ve pres parametreleri (basınç, süre, sıcaklık) dir. Tutkal türü, karakteristikleri, karışım formülü, viskozite ve uygulama şekli ise tutkal ile ilgili faktörleri oluşturur. Yapıştırılan ağaç malzemelerin birbirine yapışma kuvveti büyük oranda ağaç malzeme ile ilgili faktörlere bağlıdır. Bunlar: özgül ağırlık, rutubet, sıcaklık, yüzey düzgünlüğü, ekstraktif maddeler ile geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların anatomik yapısındaki farklılıklardır (Aydın vd., 2001).

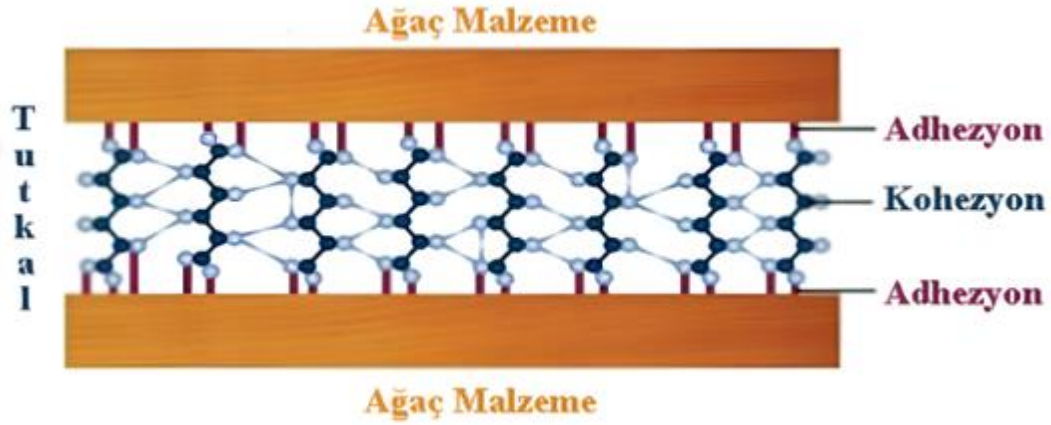
Geniş yapraklı ağaçlardan daha yeknesak bir anatomik yapıya sahip olan iğne yapraklı ağaçların büyük bölümü (%90-95) traheidlerden oluşmaktadır. Traheidler uçları kapalı, ince (20-40 mikrometre), uzun (3-5 milimetre), ağaçta destek ve su iletimi görevlerini üstlenen hücrelerdir. Geniş yapraklı ağaçlarda destek görevini ince (10-50 mikrometre), uzun (1-2 milimetre), uçları kapalı lif hücreleri üstlenirken iletim görevi ağacın %6-55 oranında bulunan traheler (0,2-1,3 milimetre uzunlukta, 20-400 mikrometre çapta) ile vaskular ve vasisentrik traheidler tarafından görülmektedir. Depolama görevi ise her iki ağaç türünde de paranşim ve epitel hücreleri tarafından yerine getirilmektedir (Erdin, 2009).

Canlı bir bitki hücresi protoplast ve hücre çeperi olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Hücre çeperi, lignin ve hemiselüloz matrisine gömülü yönlendirilmiş selüloz mikrofibrillerinden oluşur ve protoplastı ozmotik parçalanmadan koruyarak çoğu zaman bitkiye mekanik destek sağlar. Hücrenin içinde protoplast bulunmayan açık kısmı lümen olarak bilinir. Böylece odun hücresi hücre çeperi ve lümen olmak üzere iki alana ayrılır. Ayrıca bir hücre lümeninden diğer hücre lümenine sıvıların ve gazların taşınmasında ana geçiş yolları olan geçitler ve perforasyon tablaları vardır. Bu yapıların şekilleri, sayıları, büyüklükleri ve geçit zarının yapısı, hücrelerin tipine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu çeşitlilik, ağaç malzemedeki sıvı akışını etkileyebilmektedir (Erdin, 2009; Kumar & Pizzi, 2019). Ağç malzemede sıvı akışı Şekil 3'te verilmiştir (Thybring vd., 2022).



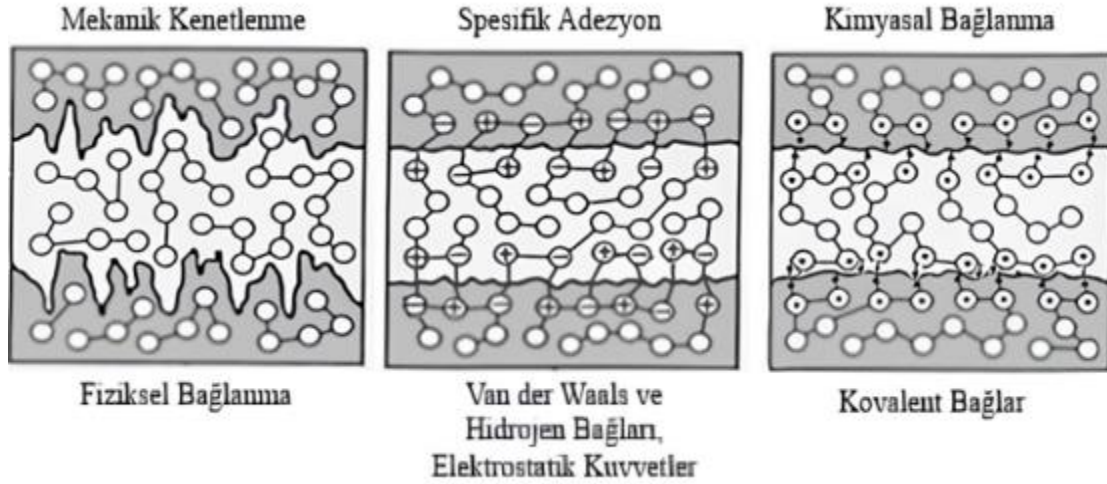
Şekil 3. Ağaç malzemedeki sıvı akışı (Thybring vd., 2022)

Kolloidal çözelti halinde olan tutkal, viskozitesine bağlı olarak ağaç malzemenin gözenekli yapısına çeşitli derinliklerde nüfuz eder. Tutkalın nüfuzu, iğne yapraklı ağaçlarda akmaya karşı en az direnç gösteren uzun ve ince traheidlerdeki lümenler boyunca sağlanırken geniş yapraklı ağaçlarda perforasyon tablaları ile birbirine bağlanan traheler ile sağlanmaktadır. Tutkalların reolojisi tutkalın nüfuz etmesinde önemli bir rol oynar. Polimerik tutkallar Newtonyen olmayan davranış sergilemektedir. Hücre lümenleri ve geçitleri boyunca uzanan yollar kıvrımlı olduğu için tutkalların ağaç malzemeye nüfuz etmesi daha da karmaşık hale gelir. Ayrıca geçirgenlik türe göre değiştiği gibi yöne (teğet, radyal, enine) göre de değişir. Boyuna geçirgenlik, enine geçirgenlikten  $10^4$  kat daha fazla olabilir. Tutkalın ağaç malzemeye nüfuzu genel olarak lümenlerden başlar ardından hücre çeperine nüfuz ederek serbest hacmi kaplar ve hücre çeperi polimerik bileşenleriyle kimyasal çapraz bağlar oluşturur. Tutkal ve ağaç malzemenin yapışması sırasında oluşan bağın sağlamlığı adhezyon ve kohezyon kuvvetlerine bağlıdır. Yapıştırma işleminde adhezyon ve kohezyon kuvvetleri birbirine yaklaşık olarak eşit olmalıdır (Kumar & Pizzi, 2019). Ağaç malzeme ile tutkal arasındaki ilişki Şekil 4'te gösterilmiştir (Ülker, 2016).



Şekil 4. Adhezyon ve kohezyon ilişkisi (Ülker, 2016)

Yapıştırılacak ağaç malzemenin kendi moleküllerinin ve yapıştırılacak ağaç malzemedan bağımsız olan tutkalın kendi moleküllerinin primer ve sekonder valans kuvvetleri ile bir arada tutulduğu çekim gücüne kohezyon denir. Bu kuvvetin büyüklüğü, tutkalın kimyasal yapısıyla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca, tutkalda kullanılan dolgu maddesinin oranı da önemli bir etkiye sahiptir; ortalama %30'dan fazla dolgu maddesi kullanımı, kohezyon kuvvetini olumsuz şekilde etkilemektedir. Bunun yanı sıra, tutkal katmanında hapsolan hava veya buhar miktarı da bu kuvvetin etkinliğini önemli ölçüde azaltır. Adhezyon ise tutkal ve birleşimi yapılacak ağaç malzeme arasındaki valans ve/veya birbirine bağlanma kuvvetleridir. Valans kuvvetleri, tutkal ve ağaç malzemenin her ikisinin yüzeyinde ve atomlar, iyonlar ve moleküllerin kendi içlerinde var olan etkileşimler tarafından oluşturulan çekim kuvvetleridir. İyi bir adhezyonun gerçekleşebilmesi için yapıştırılacak malzemelerin yüzey enerjileri arasında uyum olması gerekir. Adhezyon kuvveti, bir anlamda birleştirilmiş parçaları ayırmak için gerekli mekanik yükü temsil edebilir. Ağaç malzemenin tutkal ile birleştirilmesinde fiziksel ve kimyasal etkileşimleri içeren çeşitli adhezyon teorileri bulunmaktadır. Ağaç malzemenin yüzeyi mekanik kenetlenme ile oluşacak adhezyonu sağlamak için yeterince heterojen ve pürüzlüdür. Ayrıca spesifik adhezyonu ve kovalent kimyasal bağlanma adhezyonunu sağlamak için de bol miktarda kimyasal reaktif bölgelere sahiptir. Bunların dışında ağaç malzemede yaygın olmamakla birlikte difüzyon ve elektrostatik teoriler de mevcuttur (Aydın vd., 2001; Aytaşkın, 2009). Ağaç malzeme ile tutkal arasında fiziksel ve kimyasal etkileşimler Şekil 5'te verilmiştir (URL-5, 2024).



Şekil 5. Ağaç malzemedeki adhezyon teorileri (URL-5, 2024)

Mekanik kenetlenme, tutkalın ağaç malzeme yüzeyine uygulanarak yüzeyi ıslatmasıyla gerçekleşir. Bu süreçte, tutkal ve ağaç malzeme arasında kimyasal etkileşime gerek olmadan, tutkal molekülleri yüzeydeki düzensiz bölgelere ve açıklıklara nüfuz eder. Katılaşarak mekanik bağlar oluşturur. Etkili kenetlenme için tutkal, kalıntıların ve zarar görmüş liflerin ötesine geçerek sağlam lif hücrelerine 2 ila 6 hücre derinliğine ulaşmalıdır. İnce yüzeylerdeki tutkal, daha derinlere ulaşarak mekanik kenetlenmeyi artırır. Tutkal ağaç malzeminin lümenlerine dolarken aynı zamanda hücre çeperindeki serbest hacmi de kaplar. Tutkal ağaç malzemeye derinlemesine nüfuz edebilirse, tutkalın dayanımının ahşabın dayanımını aşabileceği öngörülebilir. Fenol (fenol formaldehit vb.) ve amino (üre formaldehti vb.) grubu gibi su bazlı tutkallar, benzersiz molekül ağırlığı dağılımıyla heterojendir. Bu tutkallarda bulunan su, hücre çeperi tarafından tutulduğunda yüksek molekül ağırlıklı polimer molekülleri, molekül ağırlıklarına bağlı olarak farklı derinliklerde tutulur ve bu durum moleküllerin ayrılmaya eğilimli olmasına yol açar. Tutkalın hücre lümenine penetrasyonu, düşük viskozitedeki çoğu reçine türüyle gerçekleşebilirken, hücre çeperi penetrasyonu yalnızca küçük molekül ağırlıklı bileşenlere sahip tutkallarla gerçekleşebilir. Tutkalların hücre çeperine nüfuz edebilecekleri kritik moleküler boyutun ne olması gerektiğini belirlemek için çalışmalar yapılmıştır. Örneğin Sitka ladininin hücre çeperine nüfuz etmek için gereken polietilen glikolün (PEG) molekül ağırlığının 3000 olduğu ifade edilmiştir. Fenolik, amino grup ve izosiyanat tutkallarında 3000'den daha düşük molekül ağırlığı fraksiyonları yaygın olduğu için hücre çeperine nüfuz etmeleri beklenebilir. Ayrıca polimerizasyondan önce hücre çeperine nüfuz eden tutkallar hücre çeperini şişirerek

plastikleştirir ve bu da tutkalların hücre çeperine nüfuz etmesi lehine ek bir faktördür (Vick, 1999; Aydın vd., 2001; Kumar & Pizzi, 2019).

Islanma teorisi (spesifik adhezyon), atomlar arası ve moleküller arası kuvvetleri içererek, yakın bir temasın olduğu ara yüzeylerde etkilidir. Bu kuvvetler, sekonder (Van der Waals ve hidrojen bağları ile elektrostatik kuvvetler) ve primer (iyon, kovalent ve metalik bağlar) kuvvetler olarak tanımlanır. Ağaç malzemesinin yapıştırılmasında, ıslanma teorisine göz önüne alındığında, sekonder kuvvetlerin etkisi daha fazladır. İki yüzeyin angstrom düzeyinde temas etmesiyle, moleküller arası kuvvetler devreye girer. Adhezyon, bu süreçte Van der Waals kuvvetleri olarak bilinen dipol-dipol etkileşimleri, London dispersiyon kuvvetleri ve hidrojen bağları olarak bilinen moleküler etkileşimlerle oluşur (Aydın vd., 2001).

Dipol-Dipol kuvvetler, polar moleküller arasındaki elektrostatik çekimleri ifade eder. London kuvvetleri, anlık polarlık gösteren moleküller arasındaki etkileşimdir. Hidrojen bağları ise, özellikle pozitif yüklü hidrojen atomları ile elektronegatif atomlar arasındaki güçlü çekimleri temsil eder. Bu tür bağlar, özellikle polar hidroksil grupları içeren zengin hemiselüloz ve selüloz moleküllerinde yapışkan polimerlerin ara yüzey çekiciliğinde belirleyici rol oynar. Bu fiziksel çekim kuvvetleri, özellikle yapışkan polimerlerin ahşabın moleküler yapılarına adsorpsiyonunda ve özel yapışma durumlarında önemli bir rol oynarlar (Vick, 1999).

Kovalent kimyasal bağlanma, ağaç malzeme yüzeyindeki fonksiyonel gruplarla tutkal arasında gerçekleşir. Özellikle hücre çeperinde bulunan lignindeki hidroksil grupları ile izosiyanat içeren yapıştırıcılar arasındaki reaksiyonlar bu bağlanmanın örneklerindendir (Aydın vd., 2001). Kovalent bağlar, atomların elektron paylaşımı yoluyla moleküller oluşturmak için hidrojen ile bağ yapma eğiliminden kaynaklanır. Su ( $H_2O$ ) gibi basit bir örnek, kovalent bağın özelliğini sergiler. Bu tür bağlar, hidrojen bağının gücünün 11 katından daha fazla olup kimyasal bağlar arasında en güçlü olanıdır. Ancak, yapıştırıcı polimer ve ahşabın moleküler yapısı arasındaki kovalent kimyasal bağların, ağaç malzemesinin yapışmasında belirgin bir mekanizma sağladığına dair kesin bir kanıt bulunmamaktadır (Vick, 1999).

#### 1.4.1. Ağaç Malzemedede Yapışmayı Etkileyen Faktörler

Aynı ağaç türünün değişik fertlerinden hatta aynı ağacın çeşitli yüksekliklerinden veya yarıçap yönünde alınan odun örnekleri incelendiğinde bunların hücre boyutlarının (çap ve uzunluk), hücre çeperi kalınlıklarının, yıllık halka genişliklerini, özgül ağırlıklarının, selüloz ve lignin oranlarının farklı olduğu görülmektedir. Bu değişikliğin nedenleri şunlardır: kambiyumun yaşı, genetik özellikleri (ağacın şekli, büyüklüğü), çevresel faktörler (mevsim, coğrafi şartlar, besin). Tek bir tür içindeki değişkenlik bile bir yapıştırıcının tutarlı ve tatmin edici performansına meydan okuyacak kadar başlı başına önemli olabilir. Bu nedenle odunun değişkenlik derecesini bilmek önemlidir. Odun örneklerinin ağaç malzemenen alındığı kısım, öz odun-diri odun, genç odun-ergin odun ve yıllık halka yapısındaki hücresel değişiklikler ve geçitlerdeki değişiklikler aşağıda verilmiştir (Erdin & Bozkurt, 2013; Kumar & Pizzi, 2019).

Hücre boyutları: İğne yapraklı ağaçlarda traheidlerin ve geniş yapraklı ağaçlarda liflerin özden çevreye doğru boyları başlangıçta hızlı bir artış gösterirken trahelerin boylarında oldukça yavaş bir artış görülmekte hatta bazen hiçbir artış görülmemektedir. Bir ağaçta hücre boyları sadece özden çevreye doğru değil, ağaç boyunca da farklılıklar göstermektedir. Örneğin; iğne yapraklı ağaçlarda traheidlerin geniş yapraklı ağaçlarda liflerin boyları ağaçta toprak seviyesinden tacın alt kısmına kadar artış göstermekte tacın altından yukarıya doğru çıkıldıkça taç bölgesinde yeni oluşan kambiyum civarında hücre boyları daha kısa olmaktadır (Erdin & Bozkurt, 2013).

Öz odun: Sadece ağacın maruz kaldığı dış kuvvetlere karşı koyma ve destek görevini üstlenen öz odun, öz odun-diri odun sınırındaki hücreler tarafından oluşturulan ve daha sonra geçitlerden komşu hücrelere yayılan ekstraktif maddeleri içermektedir. Ekstraktif maddeler özden itibaren öz odununun dış tarafına doğru artış göstermektedir. Öz odunda oluşan bu kimyasal değişiklikler, öz odunun bağlanmasındaki zorluk ve öngörülemezliğin nedenidir. Birçok ağaçta diri odun ile öz odunun tutkalla yapıştırılma özellikleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Öz odundaki ekstraktiflerin uzaklaştırılmasıyla odunun ıslanma yeteneği ve pH sı artar. Böylece yüksek alkalilik gösteren odunların yapıştırılması kolaylaşır (Çolakoğlu, 2004).

Genç odun: Genellikle ağaçların ilk 5-20 yılları arasında genç odun 200 yaşından sonra yaşlı odun arada kalan periyotta ise ergin odun üretilmektedir. Yıllık halka genişliğinin fazla yaz odunu katılım oranının az olduğu bölge genç odun olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca genç

odun da yaz odunu yoğunluğu daha az, hücrelerin boyları kısa, selüloz oranı az lignin oranı fazladır.

Yıllık halka: Büyüme mevsiminin başlarında oluşan ilkbahar odunu daha açık renkli (daha az yoğun) ve daha gözenekli hücre dokusuna sahiptir. Aynı zamanda ağaç içindeki sıvı ve besin maddelerinin hareketinden büyük ölçüde sorumludur. Büyüme mevsiminin sonlarında oluşan yaz odunun daha koyu (daha yoğun) ve daha az gözenekli hücre dokusuna sahiptir. Görevi ise ağacın mekanik olarak desteklenmesidir. İlkbahar ve yaz odun yıllık halkayı oluşturmaktadır. Yapılan bir araştırmada, ilkbahar odunu-ilkbahar odunu yapıştırımlarında en kuvvetli, yaz odunu-yaz odunu yapıştırımlarında en zayıf, ilkbahar odunu-yaz odunu yapıştırımlarında orta kuvvette yapışmaların meydana geldiği görülmüştür. Bunun nedeni ise ilkbahar odununun lümeninin daha geniş ve hücre çeperi yoğunluğunun daha düşük olmasıdır. Böylece tutkal ilkbahar odunu hücrelerinin içine kadar nüfuz edebilmektedir. Ayrıca geniş yapraklı ağaçlarda dağınık traheli türler daha yeknesak yapıya sahip olduğundan halkalı traheli türlere göre daha güçlü bir yapışma sağlamaktadır (Çolakoğlu, 2004; Erdin & Bozkurt, 2013; Kumar & Pizzi, 2019).

Geçitler: Geçit çiftleri bir hücre lümeninden diğer hücre lümenine sıvıların ve gazların taşınmasında ana geçiş yolları olup şekilleri, sayıları, büyüklükleri ve yapıları hücre tipine bağlı olarak değişir. İğne yapraklı ağaçlarda hücrenin rutubet kaybetmesi ile hücrenin kuruması, yüzey gerilimin etkisi, öz odundaki ekstraktif maddelerin ve ya ligninin geçitleri tıkaması sonucu sıvı akışı gerçekleştirilemez. Geniş yapraklı ağaçlarda ise öz ışıını paranşim hücrelerinin geçitlerden geçerek hücre lümenini doldurması sonucu geçitler kapanmaktadır (Erdin, 2009).

Asit-Baz: Odun ekstraktiflerinin çoğu suda zayıf asit karakteri gösterir ve bu yüzden pek çok odun türünün pH değerleri de zayıf asitlik sınırları içinde yer almaktadır. pH, tutkallama ve yapıştırma işleminde kritik bir faktördür. Özellikle yüksek sıcaklıklarda sertleşen üre formaldehit ve fenol formaldehit gibi çok bileşenli tutkallar pH derecelerine karşı hassastırlar. Bu yüzden bu tutkalların reaksiyon oranı, polimerizasyon derecesi ve sertleşme süresi ağaç malzemenin pHındaki değişikliklerden büyük oranda etkilenir (Aydın, 2007).

Anatomik yapı dışında yüzey pürüzlülüğü (planyalama, zımparalama, soyma vb.), ahşabın aşırı kuruması (yüzey inaktivasyonu), ısıt işlem, yoğunlaştırma, hava koşulları (hafif delignifikasyon), gevşek parçacıklar (kir) ve tutkal hattında hapsedilmiş hava kabarcıkları, emprenye işlemleri ağaç malzemenin yapışmasını engelleyen faktörlerdir (Mittal, 2015).

Yüzey pürüzlülüğü ahşabın planyalama, zımparalama, soyma vb. işleme süreçleri dışında çatlaklar, hücre çökmesi, koparılmış lif, lif kıvrıklığı, budak vb. düzensizlikler de pürüzlülüğü artırmaktadır. Ayrıca ağaç malzemenin rutubeti lifleri esnekleştirdiğinden yüzey pürüzlülüğünü etkileyen bir diğer faktördür. Yüzey pürüzlülüğünün ağaç malzemenin yapışmasına olumlu veya olumsuz bir etkisi olduğunu genelleştirmek zordur. Belirli bir dereceye kadar ezilmiş lifler yapıştırıcılar için daha geniş bir temas alanı sunarak mekanik kenetlenmeyi artırabilir. Hatta gelişmiş kılcal kuvvetler sağlayabilir ve ağaç malzemedeki gözenekli yapıları açığa çıkarabilir. Ancak aşırı zarar görmüş kopuk lifler yapışmayı olumsuz etkilemektedir (Kumar & Pizzi, 2019; Mittal, 2015). Örneğin pürüzlü kaplama levhaların yapıştırılmasıyla üretilen kontrplakların tabakalarında ayrılmalar meydana gelir. Delaminasyon olarak isimlendirilen bu olayın yaşanmaması için pres basıncının artırılması ve %10 daha fazla tutkal kullanılması gerekmektedir. Ancak bu da maliyeti artırmaktadır (Aydın, 2007).

Ağaç malzemede yüzey inaktivasyonu yüksek sıcaklıkta kurutma sonucunda ortaya çıkar ve uzun kurutma süreleri, düşük bağıl nem ve düşük odun rutubeti faktörleri ile şiddeti artar. Yüzey inaktivasyonunu etkileyen faktörler, ağaç türü (anatomik ve kimyasal yapı), sıcaklık, kurutma süresi ve kurutma tekniğidir. Yüzey inaktivasyonunun ahşabın yapışması üzerindeki fiziksel etkileri incelendiğinde: ekstraktif maddelerin yüzeye taşındığı, ahşap yüzey moleküllerinin yeniden düzenlendiği, hücre çeperlerindeki gözeneklerin kapandığı gözlenmiştir. Aşırı kurumadan oluşan kimyasal etkiler ise yüzey mukuavemetinin bozulması, oksidasyon ve piroliz reaksiyonlardan dolayı yüzeyde bozulma, tutkalın kimyasal olarak bağlanmasını engelleme, eterleşme ile yüzeydeki hidroksil gruplarının azalmasıdır. Bu etkiler ağaç malzemenin ıslanmasını olumsuz şekilde etkilemektedir. Ayrıca kurutma yöntemlerinin de ahşabın ıslanabilirliği üzerinde farklı etkileri olabilir. Örneğin, fırında ve döner tamburda kurutulan şeritlerin polar bileşenlerinin, havada ve mikrodalgada kurutulan şeritlerinkinden daha büyük olduğu bulunmuştur (Mittal, 2015).

Isıl işlem, ağaç malzemenin hemiselülozların kısmi bozulmasına, ligninin plastikleşmesine, yüzeyin hidrofobik karakterinin artmasına ve ekstraktif maddeler ile uçucu organik bileşiklerin (VOC) sızmasına yol açar. Sonuçta ağaç malzemenin ıslanabilirliğini azaltır. Ayrıca ahşap lümenleri polimerler, balmumu, kükürt ve erimiş metaller gibi diğer malzemelerle doldurulabilen hücrelerden oluştuğu için yoğunlaştırılabilir. Yoğunlaştırılmış ahşabın yüzey enerjisi azalır. Bunların dışında Havada bulunan toz ve kirletici maddeler de yüzey enerjisini azaltır (Mittal, 2015).

Ağaç malzeme, açık hava koşullarına maruz bırakıldığında, yağmur, kar ve atmosferdeki nemden kaynaklanan rutubet, aşırı sıcaklık değişimleri, atmosferdeki oksijen, ozon, sülfür dioksit gibi kirletici maddeler, güneş ışınlarının mor ötesi ve kızıl ötesi radyasyonu ve rüzgârın taşıdığı partiküller gibi çeşitli çevresel etkenlerle karşılaşır. Bu etkenler, odun yüzeylerinde bozunmaya yol açar ve bu süreç "eskime" (weathering) olarak adlandırılır. Eskime süreci, genellikle renk değişimleriyle başlar ve ardından yüzeydeki erozyon (madde kaybı) ile devam eder. Eskime sırasında, odun yüzeylerine taşınan ekstraktif maddeler, yüzeyin renginin koyulaşmasına neden olabilir. Ağaç malzemenin yüzeyinde tam anlamıyla eskimiş bir görünümün oluşma süresi, malzemenin maruz kaldığı çevresel koşulların yoğunluğuna bağlı olarak değişir (Aydın, 2007).

Emprenye maddesi türü, retensiyon miktarı ağaç malzemenin yapışma performansında etkilidir. Yapıştırma işlemi emprenyeden önce yapılacaksa, yeterli emprenye maddesi absorpsiyonu sağlanıp sağlanamayacağından ve tutkalın bu işlemde ne derece etkileneceğinden emin olunmalıdır. Çünkü tutkal tabakaları, emprenye maddesi nüfuzunu engellemektedir. Piyasada çok değişik tutkallar bulunduğu için, emprenye maddeleri ve metotlarına göre karşılaştırma yapmak güçleşmektedir. Tutkallama işlemi emprenyeden sonra yapıldığında, daha önce birkaç örnekte yapışma direnci bakımından deneme yapılmalıdır. Fenol formaldehit, üre formaldehit ve benzeri tutkallar, emprenye maddeleriyle uyum sağlama açısından önemli derecede farklılıklar gösterebilmektedir. Bu nedenle, belirli uygulama alanları için uygun tutkal seçiminde, emprenye maddesi üreticilerinin tavsiyelerinin alınması faydalı olmaktadır (Aydın, 2007).

Ağaç malzeme yüzeyinin ıslanabilirliğinin zamana bağlı olarak azalmasından ve yüzey serbest enerjisini azaltan işlemlerden sonra odundaki ekstraktif maddeler dış yüzeylere sızmaktadır. Ekstraktif maddeler, fenolik bileşikler, reçine asitleri, mumlar, terpenler, bazı karbonhidratlar, yağlar ve bazı inorganik tuzları içermektedir. Ekstraktif maddelerin kimyasal bileşimleri selüloza kıyasla çok daha düşük oksijen/karbon (O/C) oranlarına sahip olduğundan polar yapıştırıcıların ıslanmasına izin vermeyen hidrofobik bir etkiye neden olur. Ekstraktiflerin parçacıklar üzerindeki birçok bağlanma bölgesini bloke ettiği, dolayısıyla parçacıklar arasında çok az hidrojen bağının veya Van der Waals kuvvetlerinin meydana gelerek kimyasal olarak zayıf bir sınır tabakası oluşturduğuna dair ayrıntılı açıklamalarda vardır. Ayrıca ekstraktiflerin ve bunların kimyasal bileşimlerinin, aminoplastik tutkalların sertleşmesini hızlandırdığı gibi geciktirdiği de görülmektedir. Bunun nedeni ekstraktiflerin hem asidik hem de bazik bileşenler içermesidir (Mittal, 2015).

#### 1.4.2. Ağaç Malzemenin Yapışma Özelliklerinin İyileştirilmesi

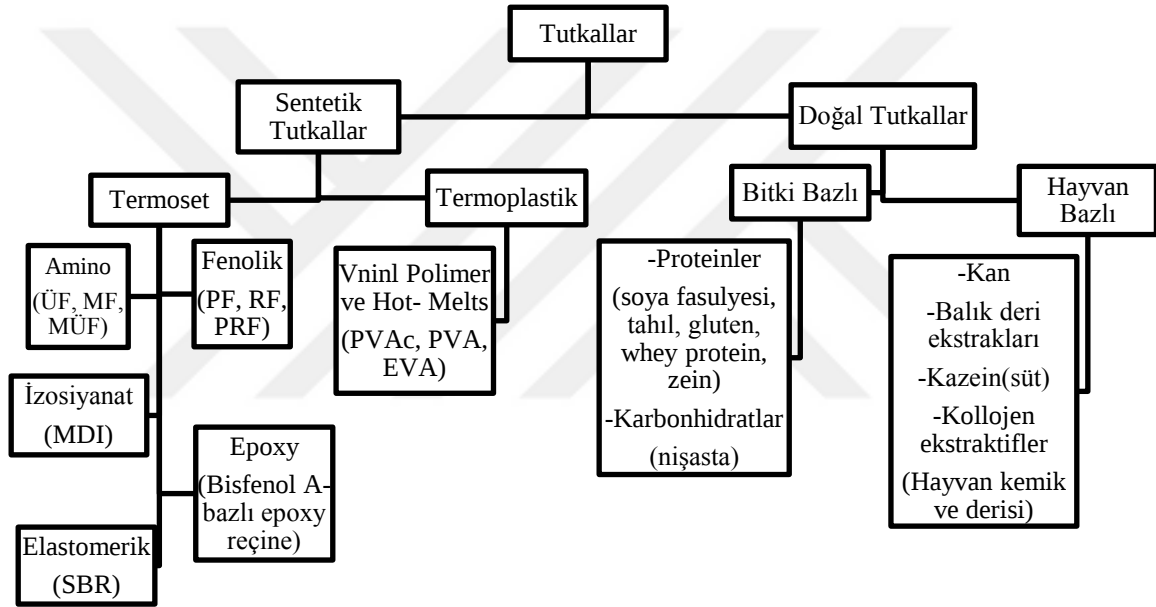
Ağaç malzemenin birleştirilmesinde kullanılan tutkalların yapışma performansının ve dayanımının artırılmasında yüzey modifikasyon tekniklerinden faydalanılmaktadır. Yüzey modifikasyon tekniklerinin amacı ıslanma ve adhezyondan sorumlu olan moleküller arası çekim kuvvetlerin yetersiz olduğu durumlarda adhezyonun iyileştirilmesidir. Bu teknikler yüzeyin hidrofobikliğini (su iticilik) veya hidrofilikliğini (suya yakınlık) kullanarak tutkal ve ağaç malzeme arasındaki adhezyonu güçlendirir. Farklı yüzey modifikasyon teknikleri aşağıda verilmiştir (Aydın, 2007; Mittal, 2015).

- Tutkallama işleminde tutkalın ağaç malzemeyi daha iyi ıslatabilmesi için tutkalın üretimi esnasın içerisinde surfaktan maddeler katarak yüzey gerilimini azaltmak
- Ağaç malzemenin üzerinde yeni bir yüzey oluşturmak için farklı bir polimer veya monomer ile ince bir film tabakası ile yüzeyi kaplamak
- Kimyasal aşılama ile ağaç malzeme yüzeyine bağlanmayı sağlayan reaktif grupların miktarını artırmak (yaygın olarak kullanılmaz)
- Plazma yöntemi ile oksijen gazı kullanarak ağaç malzeme yüzeyindeki hidroksil gruplarının fonksiyonelliğini artırmak (koronodeşarj ve alev iyonizasyonuna göre daha yeknesak bir yüzey sağlar)
- Koronadeşarj muamelesi ile ağaç malzeme yüzeyini çevreleyen hava iyonize edilerek yüksek frekanslı bir yüksek voltaj yüklemesi sonucu adhezyonu iyileştirmek
- Alev iyonizasyonu ile malzemenin yüzey gerilimini artırıcı ve uygulanan yüzey kaplama materyalinin film oluşturma özelliğinden faydalanarak adhezyonu güçlendirmek (ağaç malzemeler için yaygın değildir)
- Bunların dışında ağaç malzemenin ıslanabilme yeteneğini artırmak için sulfosuksinik asitin dioktil esteri, sodyum tetradesil sülfat, karboksilli polielektrolit'in sodyum tuzları, tetrasodyum pirofosfat, dodesilbenzen sodyum sülfonatlar ve alkilaril polieter alkoller kullanmak
- Ağaç malzeme yüzeyindeki adhezyonu fırçalama, zımparalama, planyalama vb. işlemlerle artırmak

Yapışma mekanizması ne olursa olsun, maksimum adhezyon için ağaç malzeme-tutkal ara yüzeyinde ıslanma gereklidir (Aydın, 2001).

### 1.5. Ağaç Malzeme Tutkalları

Tutkal ilk olarak Mısırlılar tarafından M.Ö. 35. yy. da ahşap süsleme ve kaplama sanatına kullanılmıştır. Yapılan diğer arkeolojik çalışmalarda ise M.Ö. 1500-1000 yılları arasında ahşap yapıştırırmada tutkal kullanıldığı görülmüştür. 1700’lü yıllarda yapıştırıcıların yaygın olarak kullanılmasıyla beraber yapıştırıcıların tarihinde çok hızlı değişiklikler olmuştur. Gelişen teknolojik ve bilimsel çalışmalar tutkal alanında büyük değişimlerin gerçekleşmesini sağlamıştır (Eckelman, 2000). Günümüzde tutkalların (yapıştırıcılar) sınıflandırılması Şekil 6’da verilmiştir (Hamarnah, 2010);



Şekil 6. Tutkalların sınıflandırılması (Hamarnah, 2010)

### 1.6. Doğal Tutkallar

Doğal tutkallar 1930 yıllarından önce kontrplak ve orman endüstrilerinde kullanılmıştır. Tutkallar bitkilerden ve hayvanlardan elde edilmektedir. Deri, kemik, balık, kan ve süttten elde edilen tutkallar hayvansal tutkallardır. Soya fasulyesi ve yer fıstığından elde edilen proteinler ile meyve, tohum veya köklerden elde edilen nişasta bitkisel tutkallardandır. Doğal tutkalların sıcak suya ve mikroorganizmalara karşı dirençsiz olmaları, özellikle kontrplak üretiminde kullanımlarını sınırlamıştır. Petrol, doğal gaz, kömür gibi petrokimya ve benzerlerinin türevi olan sentetik tutkalların kullanımı bu zayıflıkları ortadan kaldırmıştır. Böylece sentetik tutkalların önemi artmıştır (Kıbaroğlu,

2009 ). Ancak günümüzde odun, kabuk, meyve ve yapraklardan ekstraksiyon ile elde edilen tanenlerin tutkal üretiminde kullanılması oldukça ilgi çekmektedir. Daha önceki zamanlarda formaldehit esaslı tutkallar hakkında ekonomik şartlar aranırken günümüzde hem maliyet açısından hem de sağlık açısından uygun şartlar aranmaktadır (Çolak, 2003). Tanenleri kendi kendine tutkal olarak kullanılabilmesi için aminoplastik veya fenolik tutkal türleriyle beraber kullanılmalarının daha sağlıklı olduğu ön görülmektedir (Dunky, 2003). Ayrıca Son zamanlarda ağaç malzemedeki kullanılacak tutkalları hazırlamak için lignin kullanımı araştırma konusu olarak önemli derecede artmaya başlamıştır (Qiao vd. 2015).

### **1.7. Sentetik Tutkallar**

Sentetik tutkallar: Termoset ve termoplastik tutkallar olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır.

Termoplastik tutkallar, sertleşme sonrasında çapraz bağlanma reaksiyonu oluşturmazlar için ısı uygulayarak tutkalı yumuşatmak mümkündür. Bu malzemeler ısının artmasıyla yapışır ve ısının ortadan kalkmasıyla tekrar termoplastik haline geri döner. Bu nedenle yüksek hızla sürekli yapıştırılmalarda kullanılır. Hot-melt tutkallar bu gruba oluşturmaktadır ve genelde ambalaj, kenar kaplama ve kaplama birleştirme işlemlerinde kullanılır. Hızlı ve kolay uygulanabilmesi, kalıcı ve sağlam bağlantı, çevreye zararsız, istenilen renk/viskozite/uygulama sıcaklığında üretilebilmesi, fiyatlarının ucuz olması tercih edilme sebeplerindendir (Pizzi & Mittal, 2003).

Termoset tutkallar, çapraz bağlanma reaksiyonları sonucu fiziksel ve kimyasal dönüşümlere uğrayarak çözünmez hale gelirler. Bu çapraz bağlanma süreci, genellikle ısı, kimyasal maddeler veya her ikisinin birlikte etkisiyle otomatik olarak başlar. Amino (örneğin üre formaldehit), fenolik (fenol formaldehit), izosiyanat, epoksi ve elastomerik tutkal türleri, termoset yapıştırıcılar kategorisinde yer alır (Demirkır, 2006).

#### **1.7.1. Elastomerik**

Doğal ya da sentetik kauçuk türleri, dolgu maddeleri ve organik çözücülerle çözülerek hazırlanır. Güçlendirilmesi amacıyla belirli bir oranda fenol ilave edilebilir. Elastomerler, kaplama yapıştırıcıları olarak ticari pazarda sunulmaktadır. Günümüzde, sentetik kauçuk temelli elastomerler, daha üstün dayanıklılık özellikleri sergilemektedir. Ancak, bu

elastomerlerin kullanımı sonrası iki haftalık bir bekleme süresi gerekliliği en büyük dezavantajıdır (Pizzi, 1983).

### 1.7.2. Epoksi

Polimer bir bileşik olan epoksi tutkalı, polyester ve epoksi grubunun kimyasal bileşimidir. Tutkal ve katalizörün/sertleştiricinin karışımından oluşan iki bileşenli bir tutkaldır. Kimyasal yapısı nedeniyle dayanıklı ve sertliği yüksek, dış etkenlere dirençli ve boyutları kararlıdır. Epoksi tutkallar, fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalları ile kimyasal bileşik oluşturabilir. Aşınmaya ve rutubete karşı dirençli, yapıştırma özelliği fazla ve çekme payı miktarı oldukça azdır. Özel dolgu maddesiyle güçlendirildiğinde 315 °C sıcaklığa kadar dayanım gösterebilir. Epoksi yapıştırıcıları, özellikle tekne inşası ve yapısal odun elemanlarının onarım ve yenileme süreçlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Çakıroğlu, 2012; Tan,2011).

### 1.7.3. İzosiyanat

Amino grubu ve fenoplastik yapıştırıcılarda yapışma, spesifik adhezyon mekanizmasıyla sağlanırken, izosiyanat yapıştırıcısında ise gerçek bir kimyasal bağ meydana gelir. İçerisinde su ve organik çözücü olmadığından bağ oluşumu sırasında ağaç malzeme rutubetini arttırmaz. Ayrıca formaldehit emisyonu gibi bir sorunu da yoktur. Fenol formaldehit tutkalı ile kıyaslandığında izosiyanat tutkalının rutubete karşı direncinin eşit, sertleşmenin daha hızlı, termal stabilitesinin daha düşük ve daha pahalı olduğu görülmektedir. İzosiyanat tutkalı, pres saclarına yapışması, yapısındaki zehirli maddeler nedeniyle taşınmasında zorluklar olması, uygulanmasındaki teknik güçlükler ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkiler nedeniyle ticari uygulamalarda çok fazla yer bulamamıştır. İzosiyanat tutkallarının düşük molekül ağırlığı ağaç malzemeye penetrasyonunu kolaylaştırmaktadır. İzosiyanat tutkalında, NCO gruplarının bağlara katılması ile üretan köprüleri oluşur. Bu köprüler selülozdaki –OH grupları ile doğrudan kovalent bağ yaparlar. Bu sebeple çok sağlam bir yapışma sağlanır (Pizzi, 1983; Öztürk, 2012).

#### 1.7.4. Resorsin Formaldehit

Resorsin tutkalları iklim şartları, kimyasal etkiler, su, böcek ve mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır. Bunlar, oda sıcaklığındaki katılaştıkları takdirde bu performansı sağlayabilen birkaç tutkaldan biridir. Bazı tabakalı ağaç malzeme üreten fabrikalarda, inşaat alanında yapıştırılacak malzemenin rutubeti de kontrol edilerek kullanılır (Tank, 1988).

Resorsin iki moleküllü bir fenoldür ve üretimi fenol formaldehit tutkalında olduğu gibidir. Ancak resorsin, fenole kıyasla iki kat daha aktiftir. Bu nedenle formaldehite karşı çok düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyon gösterir. Kondenzasyon, oda sıcaklığında ve nötr ortamda son safhaya kadar devam eder. Reaksiyon, birbirinden kesin sınırlarla ayrılmayan üç safhada tamamlanır. Sadece çözeltide formaldehit fazlalığı olmalıdır. Bu nedenle malzemeye zarar vermeden soğuk yapışma mümkün olur ve bu özelliği ile fenol formaldehit tutkalından üstündür. Soğuk yapıştırma yapabilmek için çözelti pH değerinin çok fazla düşürülmesi zorunludur (Kalaycıoğlu, 1991).

#### 1.7.5. Melamin Formaldehit

Melamin-formaldehit tutkalının suya karşı dayanımının üre formaldehit tutkalından yüksek oluşu ve renginin fenol formaldehit tutkalından açık olması dışında mükemmel dayanıklılığı bu tutkalın avantajları arasındadır. Yüksek maliyeti nedeniyle, genellikle üre formaldehit tutkalına eklenirler. Sulu çözeltilerinin dayanıklılık süresi kısa olduğundan, bu tutkallar çoğunlukla toz formunda piyasaya sürülmektedir. Çoğunlukla tabakalı ağaç malzemelerinin üretiminde, yüzey kaplamalarında ve film yapıştırıcılarının üretiminde kullanılmaktadır (Çolakoğlu vd., 2003).

Melamin formaldehit tutkalı, melamin ve formaldehit arasındaki kondenzasyon reaksiyonu ile üretilir. Bu üretim sürecinde, reaksiyon pH değeri 5-6 arasında tutulur ve 1 mol melamin, 6 mol formaldehit ile karıştırılarak başlatılır; ardından reaksiyon kademeli bir şekilde ilerler. Reaksiyonun tamamlanmasına kadar beklenmeden, kondenzasyon ürünleri henüz suda çözünabilen bir formda iken çözeltinin nötürleştirilmesi ve soğutulmasıyla süreç durdurulur. Toz formundaki tutkal, serin ve kuru bir ortamda saklandığında bir yıl boyunca kullanılabilir (Pizzi, 1994).

### 1.7.6. Fenol Formaldehit

Fenol ile formaldehitin, bir katalizör eşliğinde reaksiyona girmesiyle fenol formaldehit tutkalı elde edilir. Bu tür tutkallar, genellikle ağaç malzemedan daha yüksek direnç gösterir ve yağ, organik çözücüler, çeşitli asitler, su, mantar ve bakterilere karşı son derece dayanıklıdır. Bu özellikleri, fenol formaldehit tutkalının açık hava koşulları ve dış mekan uygulamaları için tercih edilmesini sağlar. Ancak, yüksek maliyeti, koyu rengi ve yapıştırma sürecinde daha düşük nem seviyesi gerektirmesi gibi olumsuz yönleri de vardır (Çolak, 2002; Demirkır, 2006).

Fenol formaldehit tutkalı, kullanılan katalizör türü ve reaksiyona giren bileşenlerin mol oranlarına bağlı olarak "novalak" ve "resol" olmak üzere iki gruba ayrılır. Novalak, asidik koşullarda üretilen termoplastik bir tutkaldır ve ısıtıldığında eriyerek akışkan hale gelir. Ancak, asidik ortamda sertleşmeleri, asidik katalizörlerin oduna zarar verme potansiyeli, yüksek maliyetleri ve ek sertleştirici gereksinimleri nedeniyle novalak tipi reçineler, ağaç işleme endüstrisinde sınırlı bir şekilde kullanılır. Öte yandan, resol, alkali koşullarda üretilir ve daha yüksek formaldehit içeriğine sahiptir. Yüksek formaldehit oranı, mükemmel nem direnci, düşük tutuşma eğilimi, yüksek çekme dayanımı, iyi boyutsal stabilite ve kısa sertleşme süresi gibi avantajlar sunar. Bu nedenle, tabakalı ağaç malzeme üretiminde genellikle resol tipi yapıştırıcılar tercih edilir (Çolak, 2002).

### 1.7.7. Üre Formaldehit

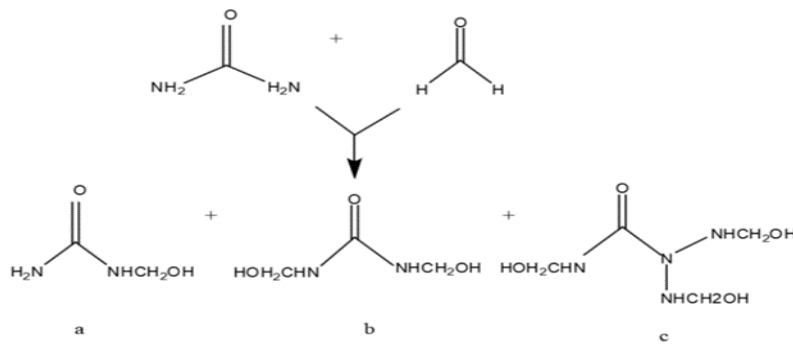
Üre formaldehit (ÜF) diğer termoset tutkallarla kıyaslandığında yüksek reaktivite, kısa presleme süreleri, temiz yapışma hattı, önpres, sulu çözelti, diğer tutkallarla belirli oranlarda karışabilirliği, tutuşmazlık ve düşük maliyet gibi avantajlara sahipken sıcaklık ve neme karşı düşük dirence sahip olması, tutkalda bağ oluştururken gerçekleşen reaksiyonların tersine dönmesi sonucu formaldehit emisyonu oluşturması gibi dezavantajlara sahiptir (Conner, 1996; Dunky, 1998).

Üre formaldehit tutkalı üre ve formaldehitin tepkimeye girmesi sonucu oluşur. Formaldehit, metanolün katalitik oksidasyonu ve hidrolizi yoluyla elde edilirken, metanol ise maden kömürü, hidrojen ve oksijenin reaksiyonuyla sentezlenmektedir. Üre ise renksiz, kokusuz ve suda çözünebilir kristal bir bileşiktir ve %100 sıvı amonyanın, sıvı karbondioksit ile reaksiyona girmesi sonucu meydana gelir. Tepkime sonucunda amonyum

karbominat ara maddesi oluşur ancak amonyak ilavesi ile su ayrılarak üre elde edilmektedir (Biçer, 2014).

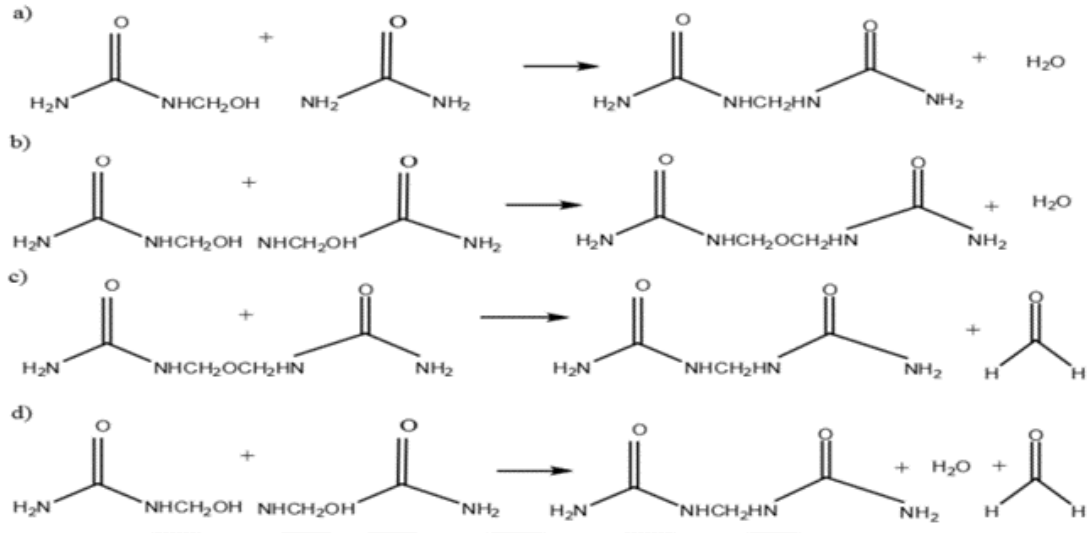
Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı ve seyri, farklı yoğunlaşma aşamalarındaki pH değeri, reaksiyon süresi ve sıcaklık, üre-formaldehit mol oranı, yoğunlaşma sırasında yer alan bileşenlerin konsantrasyonları vb. bir dizi faktörden etkilenmektedir. Bu faktörlerin etkisiyle, düşük ve yüksek yoğunlaşma aşamaları mukayese edildiğinde özellikle çözünürlük, viskozite, su birikmesi ve tutkalın sertleşme oranı önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Genel olarak, üre-formaldehit (ÜF) tutkalının üretimi, alkali metilasyon ve asidik kondenzasyon olmak üzere iki aşamalı bir süreçten oluşur. Bu iki aşama arasındaki pH farkı, üretim sürecinde avantaj elde etmek amacıyla kullanılır (Conner, 1996; Çolak, 2002).

İlk adım üre ile formaldehitin tepkimeye sokulmasıdır. Formaldehitin üreye molar oranı (F/Ü) 1,2:1-1,6:1 arasında ise düşük 1,8:1-2:1 arasında ise yüksek birleşme oranını temsil eder. Düşük oranda jelleşme süresi daha uzun, viskozitesi daha yüksek, serbest formaldehit miktarı ve direnç özellikleri daha düşük iken yüksek oranda ise durum tam tersine dönmektedir. Çevresel etkiler dikkate alındığında, günümüzde tutkal oranı genellikle 1,18:1'e kadar sınırlı tutulmaktadır. Üre ve formaldehitin bazik (pH 8-9) ortamda reaksiyona sokularak metilolürelerin oluşumu sağlanır. Metilasyonun moleküler türleri; mono-, di- ve trimetilolürelerdir. Tetrametilolürenin hiç izole edilmediği bilinmektedir. Bu adım, metilolürelerin kondenzasyon reaksiyonlarının gerçekleşmediği koşullarda, metilasyonun devam etmesine olanak tanımak amacıyla bazik ortamda gerçekleştirilir (Conner, 1996; Özdemir, 2010; Cheng & Feng, 2012). Metilolürelerin oluştuğu kimyasal tepkime Şekil 7'de gösterilmiştir (Jovanovic vd., 2011).



Şekil 7. Üreye formaldehitin eklenmesiyle (a) mono-, (b) di- ve (c) trimetilolüre oluşumu (Jovanovic vd., 2011)

Üre formaldehit üretiminin ikinci adımını düşük molekül ağırlıklı metilolürelerin kondenzasyonu oluşturur. İkinci adımda tepkimenin asidik (pH 5) ortamda ve düşük sıcaklıkta gerçekleştirilmesi, metilolürelerin çapraz bağlanmasıyla metilen eter köprülerinin (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-) oluşumunu kolaylaştırır. Bir eter köprüsü iki formaldehit molekülüne ihtiyaç duyar ve bir metilen köprüsü kadar dayanıklı değildir. Bu nedenle eter köprüler, formaldehit ayrılarak metilen köprülerine yeniden düzenlenebilir. Kondenzasyon reaksiyonları istenen viskoziteye ulaşılan kadar gerçekleştirilir. (Conner,1996; Cheng & Feng, 2012). Asidik kondenzasyon sırasında ve sonrasında gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar Şekil 8’de gösterilmiştir (Jovanovic vd., 2011).



Şekil 8. a) Amin grupları arasındaki metilen köprüleri, b) metilen eter bağları ve c), d) metilen bağları (Jovanovic vd., 2011)

Sulu çözelti nötralize edilip soğutulur. Ardından vakumlu damıtma yapılarak %60-65 katı madde oranına kadar sulu kısmı uzaklaştırılır veya püskürtmeli kurutucuda toz halde tutkal elde edilebilir. Üre formaldehit tutkalı ~120 °C’de ve pH<5 olduğu durumda sertleşerek sağlam bir tutkal hattına ve yeterli direnç özelliklerine sahip olur. Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi sonucu doğrusal/dallanmış aynı zamanda üç boyutlu ağ yapısı oluşur (Conner, 1996; Cheng & Feng, 2012).

Üre formaldehitin tutkalının sertleşmesi genellikle katalizör (sertleştirici) yardımı ile sağlanır. Tutkalın oda sıcaklığında sertleşmesi isteniyorsa sitrik, formik veya tartarik asit kullanılır ama yüksek sıcaklıklarda sertleşmesi isteniyorsa amonyum klorür veya amonyum sülfat gibi sertleştiriciler kullanılır. Ayrıca üre formaldehit tutkal çözeltisindeki serbest

formaldehit miktarını ve asit miktarını ve böylece reaksiyon hızını kontrol etmek için amonyak, üre veya hekzametilen tetramin gibi tamponlar ilave edilir (Özdemir, 2010).

Sertleşme sırasında iki tip reaksiyon gerçekleşir. Birinci reaksiyonda komşu polimerlerin her bir amid azotu formaldehitten gelen metilen köprüsüyle bağlanırken ikinci reaksiyon ise komşu polimerlerin metilol uç grupları arasında oluşan eter köprüleridir. Bu nedenle sertleşme başlangıcında tutkal viskozitesinde bir artış, daha sonra jelleşme ve çapraz bağların tamamlanması ile gerçekleşir (Özdemir, 2010).

ÜF tutkallar, kaplamaların yüksek bağlanma mukavemetini oluşturur ve kontrplağın fiziksel, mekanik ve diğer özelliklerini büyük ölçüde belirler. Ancak bunlar sadece saf oligomerlerden değil aynı zamanda katkı maddeleri, dolgu maddeleri vb. farklı maddelerden de oluşurlar ve bu nedenle ortaya çıkan yapıştırıcı etkisi aynı zamanda kullanılan ÜF tutkal karışımının diğer bileşenlerinin oranına da bağlıdır (Réh vd., 2021).

### **1.8. Dolgu ve Katkı Maddeleri**

Üre formaldehit tutkalının kaplamaları yapıştırma gücü, kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemede kritik bir rol oynar (Réh vd., 2021). Tutkalın kimyasal bileşimi, viskozitesi, molar kütle dağılımı, kondenzasyon derecesi, sertleşme süreci, formaldehit/üre mol oranı ve eklenen dolgu maddeleri, yapışma sürecini etkileyen temel faktörlerdir (Hong vd., 2017). Özellikle tutkal çözeltisinin viskozitesi, yapıştırma işlemindeki başarıyı belirleyen en önemli faktördür; çünkü bu özellik, ahşap ile tutkal arasında gerekli bağın oluşumunu etkiler (Aydın vd., 2010). Viskozitesi düşük olan tutkal, kaplama yüzeyine fazla nüfuz ederek yeterli miktarda tutkalın yüzeyde kalmasını engelleyebilir; yüksek viskoziteli tutkal ise yeterince nüfuz edemez. Her iki durumda da yapışma gücü azalır (Kawalerczyk vd., 2019). Genellikle tutkalın viskozitesi yapıştırıcı moleküllerinin boyutuna ve şekline, tutkal katı madde miktarına ve katkı/dolgu maddelerine bağlıdır. Bu viskoziteyle ilişkili yapışma sorunlarını çözmek için, tutkal karışımına ilave edilen katkı/dolgu maddeleri farklı şekillerde sınıflandırılmıştır.

Vick (1999), tutkala ilave edilen maddeleri organik ve inorganik dolgu maddeleri olarak sınıflandırmıştır. Organik dolgu maddelerini selülozik tip (odun kabuğu tozu, odun tozu vb), protein tipi (soya proteini unu, kan tozu, vb) ve nişasta tipi (buğday unu, vb) olarak üç kategoriye ayırmıştır (Vick, 1999).

ASTM (1983) standardına göre dolgu ve katkı maddeleri, içerdikleri maddelere göre ayrıştırılır. Protein ve nişasta içerenler katkı maddesi olarak adlandırılırken, lignoselülozik içerikli olanlar dolgu maddesi olarak sınıflandırılır. Katkı maddeleri, yapışma özelliğini artırırken tutkal miktarını azaltmaya yardımcı olur. Öte yandan, dolgu maddeleri, tutkalın kendisi yapışma sağlasa da, esasen tutkalın dağılımını, işlenebilirliğini, dayanımını ve diğer performans özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılır. Katkı maddesi viskoziteyi düzenleyerek tutkal hattındaki kırılma ve gerilimleri azaltırken dolgu maddeleri kaplama yüzeyindeki boşlukları doldurarak poroziteyi en aza indirir ve temiz bir yapışma hattı oluşturur (ASTM, 1983; Çolakoğlu,1993).

Cao vd., (2020) ise tutkala ilave edilen bu maddeleri organik (buğday unu, odun tozu vb.) ve inorganik (kalsiyum karbonat, kalsiyum sülfat, alüminyum oksit vb.) dolgu maddeleri olarak sınıflandırmıştır. Organik dolgu maddelerinin (buğday unu, odun tozu, soya unu, kabuk unu vb.) fenol formaldehit, üre formaldehit, polivinil asetat (PVA) tutkallarına ve melamin formaldehit tutkalına, tutkal miktarının %10-30 aralığında ilave edilebileceğini ifade etmiştir. Dolgu maddelerinin maliyeti azalttığını, sünekliği artırdığını, aşırı penetrasyonu ve heterojen yayılmayı önlediğini belirtmiştir. Ayrıca kullanılacak dolgu maddelerinin nötral ya da hafif alkali olmasının, tutkala ilave edilen sertleştirici ve tutkalda bulunan diğer maddelerle kimyasal reaksiyona girmemesi için önemli olduğunu ifade etmiştir (Cao vd., 2020).

### **1.8.1. Buğday Unu**

Genellikle iç ortamlarda kullanılacak kontrplak üretiminde en çok tercih edilen tutkal üre formaldehit tutkalıdır (Jimenez vd., 2020). Üre formaldehit tutkalına, tutkalın %20-30'u kadar buğday unu katılmaktadır. Buğday unu tutkalın viskozitesini artırarak ön pres özelliklerini iyileştirir ve tutkallama işlemini kolaylaştırır. Ayrıca viskozitede meydana getirdiği artış, tutkalın kaplama yüzeyine tutunmasına ve kaplamanın ıslanabilirliğine olanak sağlamaktadır (Li vd., 2019). Ancak yapılan çalışmalarda sıcak pres sonrası yapışma gücünün büyük oranda tutkalın sertleşme özelliklerine bağlı olduğu belirtilmiştir (Ding vd., 2013; Hogger vd., 2021).

Buğday unu fiyatları son yıllarda üç katına çıkmış ve ağırlıklı olarak gıda maddelerinde kullanıldığı için arz zorlaşmaktadır. Bu nedenle, ÜF tutkalında kullanılan buğday ununa benzer performans gösterecek dolgu maddeleri geliştirmek, kontrplak üretim

maliyetinin düşürülmesine ve buğday ununun gıda maddelerinde kullanılmasına imkan sağlayacaktır (Sahoo vd., 2014). Bu nedenle farklı bitkisel atıkların buğday unu yerine değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

### **1.9. Bitkisel Atıklar**

Buğday unları, günümüzde üre formaldehit tutkallarında kullanılan başlıca nişasta bazlı katkı maddeleridir. Ancak üre formaldehit (ÜF) tutkalları nötr veya hafif asidik olduğundan ve alkali içermediğinden, nişasta jelatinleşerek yapışkan sisteme viskozite artışı sağlamaz. Buğday unları nişasta kısmı jelatinleşmeden tutkal karışımlarında viskozite sağlayabilmeleri açısından benzersizdir. Bu özellik genellikle buğday ununun gluten protein kısmıyla ilişkilidir. Buğday gluteni, mısır, pirinç, sorgum vb. gibi diğer tahılların protein kısımlarıyla karşılaştırıldığında oldukça farklı özelliklere sahiptir. Tarımsal gıda işleyen fabrikalardan elde edilen bazı yüksek lif içeren yan ürünlerin, güçlü hidrofilik karakterlerinden kaynaklanan su emme özelliği sayesinde buğday unlarıyla karıştırılarak uygun viskoziteye sahip üre formaldehit tutkalları üretilebilir. Bu su emme özelliği, bu uygulamada yaygın olarak kullanılan buğday unlarıyla ilişkili gluten proteininin özelliklerine benzer şekilde, üre-formaldehit tutkal sistemine artan viskozite sağlar. Bu amaçla bitkisel atıklar kullanılmaktadır (Alexander & Krueger, 1978).

Doğal kaynakların giderek yok olmaya başladığı bir dönemde, bitkisel atıkların kullanılmaya başlanması ürün çeşitliliğini, hammadde sayısını arttırdığı gibi çevre kirliliği problemini de yok edebilecektir. Üretimlerde, bitkisel atıklar genellikle hiçbir işleme tabi tutulmadan ham şekli ile kullanılır. Böylece, atıkların dolgu maddesi olarak değerlendirilmesinde hem atık ürün olması hem de hiçbir işleme tabi tutulmadan kullanılması ekonomik bir malzeme üretilmesini sağlar (Çelik & Gürdal, 2010). Bu çalışmada dolgu maddesi olarak kullanılan yıllık bitkisel atıklar susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posasıdır.

#### **1.9.1. Susam Kepeği**

Susam, tarihsel olarak uzun bir kullanım geçmişine sahip olup, besin değeri yüksek bir gıda maddesidir. En yaygın kullanım alanları arasında susam yağı (%77,6), tahin ve tahin helvası üretimi yer almaktadır. Yüksek kaliteli yağı nedeniyle "yağlı tohumların kraliçesi" olarak nitelendirilen susam, aynı zamanda zengin bir protein kaynağıdır. Bunun yanı sıra,

susam; karbonhidratlar, lif, demir, bakır, kalsiyum, magnezyum, çinko, esansiyel amino asitler, fosfor, okzalik asit, mangan ve B1 vitamini gibi önemli besin öğeleri bakımından da oldukça zengindir (Tanrıverdi, 2017; Hancı, 2014).

Gıda maddelerinin seçim ve değerlendirilmesinde renk, koku, görünüm, tekstür ve tat gibi optik özellikler önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, susam tohumunun yaklaşık %20'sini oluşturan kepeklerin soyulması, açık renkli, acı olmayan, yüksek protein içeriğine sahip ve düşük lifli ürünlerin elde edilmesinde kritik bir adımdır (Tanrıverdi, 2017). Susam tanesine ait görüntü Şekil 9'da verilmiştir (URL-6, 2024).



Şekil 9. 1: Kepeği alınmış susam, 2: Kepeği alınmamış susam (URL-6, 2024)

Geleneksel kabuk soyma sürecinde, ilk aşamada susamlar elekten geçirilerek toprak, taş vb. yabancı maddelerden arındırılmak amacıyla büyük havuzlarda 12 saat süreyle suda ıslatılmaktadır. Islatma işleminin ardından, tohumlar süzülüp, kabukları ayırmak için mekanik bir soyma cihazından geçirilmektedir. Ardından, tohum ve kabuk karışımı, belirli bir derişimde (%15-18) tuz içeren çözeltiye 5-6 saat süreyle bırakılır. Bu işlem, yoğunluk farkı nedeniyle susam içlerinin su yüzeyine çıkmasına ve dipte biriken kabukların ortamdaki uzaklaştırılmasına olanak tanır. Son ürün olan tahinde tuz kalmaması gerektiğinden, tohum birkaç kez su ile yıkanarak tuz kalıntıları giderilmektedir. Tohumun su içeriğini azaltmak amacıyla, temizlenen tohum santrifüjlenir veya 24 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilir. Son olarak, tohumlar kavrulup öğütülerek işleme alınır (Kaya & Kahyaoğlu, 2006).

Susam kepeği, önemli miktarda lif (hemiselüloz, selüloz, lignin), oksalik asit ve tanen gibi az sayıda acı madde içerir. Bu yüzden, kabuğu soyulmamış susam tohumları, zayıf işlevsel özelliklere ve acı bir tada sahiptir (Zhang vd., 2021; Ray vd., 2010). Susam tohumlarından yağ çıkartılmasının ardından elde edilen ürün %50 yağ ve %50 bitki kalıntısından oluşur (Lee vd., 2021). Tahin üretiminde ise susam bitkisinin yaklaşık %15-

18'i kabuklarının soyulması sırasında susam kepeği olarak ayrılır (Özer, 2019). Dünya genelinde 2019 yılında susam üretimi 6.549 bin ton seviyesinde gerçekleşirken Türkiye'nin susam üretimi 17 bin ton olarak kaydedilmiştir (Gezginç, 2021).

### 1.9.2. Buğday Kepeği

Buğday, insan ve hayvan beslenmesinde en önemli tahıl ürünü olarak öne çıkmakta olup, genellikle un halinde insan gıdası olarak tüketilmektedir. Bir buğday tanesi, temel olarak kepek, ruşeym ve endosperm olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. Buğdayın dış kısmı, kepek kısmını oluştururken, iç kısımda bulunan endosperm, rafine buğday unu üretimi için kullanılmaktadır. Öğütme işlemi sırasında, ruşeym genellikle kepek ile birlikte ayrılmakta ve sistemden çıkarılmaktadır. Öğütmenin amacı maksimum oranda endosperm ayrışımını sağlayarak, kepek ve ruşeym gibi yan ürünlerin una karışmasının engellemektir. Çünkü öğütme prosesinde, ekstraksiyon oranına bağlı olarak bu yan ürünler una karıştıkça, son ürünün depolama stabilitesini ve pişme kalitesini etkilemektedir (Apprich vd., 2014; Demir, 2015; Cankurtaran, 2016; Babaoğlu, 2021). Şekil 10'da buğdayın un haline gelmeden önceki halleri verilmiştir (URL-7, 2024).



Şekil 10. Buğday (URL-7, 2024)

Günümüzdeki değirmenlerde, buğday tanelerinin un haline getirilmesi süreci, bir dizi işlemten oluşmaktadır. Yabancı maddelerden arındırılan ve tavllanmış olan buğday yığınının, sürekli ve düzgün bir akışla işletmenin kırma sistemine iletilmesiyle öğütme işlemi başlar. Öğütme süreci, temel olarak kırma, ufalama, ayırma ve sınıflama aşamalarını kapsar. Kırma ve ufalama işlemleri, işletmenin kırma ve redüksiyon sistemlerinde gerçekleştirilirken, ayırma ve sınıflama işlemleri pürifikasyon ve eleme sistemlerinde

yapılır. Valsli değirmenlerde, kademeli öğütme işlemi uygulandığından, her bir kırma veya ufalama aşamasının ardından elek sistemiyle sınıflama yapılır ve farklı materyaller elde edilir. Bu materyal grubu içerisinde yeniden işlenmesi gereken unsurlar, ilgili ünitelere yönlendirilir. Ayrıca, her sınıflama işleminden çıkan un, yeniden işlenmeden son ürün olarak ayrılır. Yan ürün olarak ise buğday kepeği ortaya çıkar (Özkaya & Özkaya 2005).

Kepek yaklaşık olarak buğday tanesi ağırlığının %13-19'unu oluşturmaktadır. Un değirmenciliğinin büyük bir yan ürünü olan kepeğin yaklaşık %90'ı hayvan beslenmesinde kullanılırken geriye kalan %10'luk kısmı gıda sektöründe değerlendirilmektedir (Cankurtaran, 2016). Buğday kepeğindeki ham protein, ham yağ, ham selüloz ve ham kül buğdayın kendisinden daha fazladır. Buğday kepeği %20-25 arasında nişasta, %14-16 ham protein, %8-12 arasında su, %5-7 arasında ham yağ, %7-8 arasında ham kül ve %15-20 arasında ham lif içermektedir. Yan ürün olarak oluşan buğday kepeklerinin %90 ı hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Pehlivanoglu, 2019). 2023 yılı dünya buğday üretimi 271.002 bin ton, Türkiye buğday üretimi ise 19.750 bin tondur (Polat, 2024).

### 1.9.3. Yeşil Ceviz Kabuğu

Ceviz (*Juglans regia* L.), Juglandaceae familyası ve *Juglans* cinsinde yer almaktadır. *Juglans* cinsine ait olan türler içerisinde özellikleri tanımlanmış ve yüksek kaliteli meyveye sahip olan tür *J. regia* olarak belirlenmiştir (Akça, 2005). Ceviz meyvesinin, yeşil renkteki kısmı yenilmeyip tohum kısmı yenmektedir. Yeşil kabuk, kılıf ve çiçek örtüsünden, sert kabuk se yumurtalık duvarlarından oluşur. Yenilen ceviz, aslında meyvenin embriyosudur. Ayrıca, olgunlaşmamış ceviz meyveleri, limondan 30 kat daha fazla C vitamini içerir. Ceviz tohumunda %3 protein, %15 yağ, %35 linoleik asit, fosfor ve B ile D vitaminleri yer alır. Ceviz meyvesi elde edilirken çeşitli aşamalardan geçer (Seçmen vd., 2008; Ketenoğlu vd., 2011). Ceviz meyvesinin kısımları Şekil 11'de gösterilmiştir (URL-8, 2024).



Şekil 11. Ceviz (URL-8, 2024)

Ceviz hasadı eylül ayından ekim ayı sonlarına kadar sürer. Ceviz, iç meyvesini mekaniksel zarar ve kirlenmelerden koruyan sert bir kabuğa sahip olduğundan, hasadının makina ile yapılması daha uygundur. Hasatta ilk olarak ağaç gövdesi sarsıcı makina ile mekanik olarak silkelenir. Cevizler yere düşürüldükten sonra süpürücü makine ile toplanır. Cevizleri merkeze çeken bir fanı olan süpürücü cevizleri arazide bir araya toplar. Süpürücünün bir araya topladığı cevizler yabancı maddelerden arındırılarak mekanik bir toplayıcı ile toplanır. Ardından kabuk soyma ünitesine götürülür. Kabuk soyma işlemi, iki aşamalı bir süreçten oluşmaktadır. İlk aşamada, cevizler kabuklu ve kabuksuz olarak ayrılmadan önce ön yıkama işlemi gerçekleştirilir. İkinci aşamada ise cevizler, dış kabuk ve diğer kirleticilerden arındırılması amacıyla kuru olarak dönen bir tambura yönlendirilir. Ardından cevizler, su püskürtmeli döner tamburlu bir yıkayıcıya iletilir. Bu suyla dönen tambur, cevizleri büyük ölçüde kabuksuz ve temiz bir hale getirir. Temizleme işleminden sonra cevizler, kurutma amacıyla silolara aktarılır. Kurutma işlemi tamamlandığında, cevizler sınıflandırma, kırılma, ayıklama, paketlenme ve pazara sunum işlemleri için başka bir işleme tesisine sevk edilir. Bu taşımacılık, özel vagonlu kamyonlarla yapılmaktadır (Ünal, 2005).

Ceviz ağacı yan ürünlerinin bir dizi kullanım yeri bulunmaktadır. Yeşil ceviz kabuğu, ceviz meyvesinin (*Juglans regia* L.) yenilebilir çekirdeği çevreleyen kabuğu kaplayan etli kısmıdır ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (La Torre vd., 2021). Yeşil ceviz kabuğu, cevizin %50'sini, kahverengi ceviz kabuğu %25'ini, yenilebilir tohum ise tüm meyvenin sadece %25'ini oluşturur. Yeşil ceviz kabuğu %19 hemiselüloz, %25 selüloz ve %56 ligninden oluşmaktadır (Rodriguez-Padron vd., 2020). Ayrıca fenolik madde açısından da zengindir. 2023 yılı dünya ceviz üretimi 925 bin ton, Türkiye ceviz üretimi 360 bin tondur (Bars, 2024).

#### 1.9.4. Zeytin Posası

Zeytin ağacının kuraklığa dayanıklı olması, uzun ömürlü olması, meyvesinin besin değerinin yüksek olması onu tarih boyunca bolluğun, adaletin, sağlığın, barışın, zaferin, gururun, bilgeliğin, aklın, ölümsüzlüğün, arınmanın ve yeniden doğuşun simgesi haline getirmiştir. Tüm kutsal kitaplarda, binlerce yıllık öykülerde, masallarda adı geçmektedir. Zeytin ağacı, tarihin her aşamasında Akdeniz’de kurulan bütün uygarlıkların vazgeçilmez bir parçasını oluşturmuştur (Özcan, 2021).

Zeytin ağacının meyvesi, olgunlaşmadan önce yeşil renkte olup, olgunlaştıkça parlak siyah bir renk alır. Etlı meyvenin içinde sert bir çekirdek yer almaktadır. Bir çiçek salkımında genellikle üç, dört, beş ve bazen de tek bir meyve bulunabilir. Bir zeytin ağacı, yıllık olarak ortalama 20 ila 50 kg arasında zeytin üretir ve hasat dönemi kasım ile mart ayları arasında gerçekleşir. Zeytin meyvesi, doğrudan taze olarak tüketilemediği için, sofralık zeytin ve yağlık zeytin (zeytinyağı) olmak üzere iki ana sektörde kullanılmaktadır (Duru, 2012).

Zeytinyağı, zeytin meyvesinin (yağlık zeytin) preslenmesi ile elde edilen ve fiziksel yöntemlerle doğal olarak üretilen tek bitkisel yağdır. Kimyasal herhangi bir işleme tabi tutulmadan üretildiği için, tüketildiğinde vitaminler, temel yağ asitleri ve diğer besin öğeleri gibi önemli doğal bileşenlerini koruma özelliğine sahiptir (Özcan, 2021). Zeytin meyvesinin farklı formları Şekil 12’de sunulmaktadır (URL-9, 2024).



Şekil 12. Zeytin (URL-9, 2024)

Zeytinden yağ elde edilmesinde geleneksel ve modern yöntemleri kullanılmakta olup modern yöntem tercih edilmektedir. Modern sistemde üretim hızını ve verimi artırmak, oksidasyonu sınırlandırmak ve raf ömrünü uzatmak için iki fazlı ve üç fazlı sistemler geliştirilmiştir. Her iki sistemde de zeytinler ayıklanır, yıkanır ve metal kırıcılarda kırılır.

Ardından zeytinler malaksör denen yoğurucuda yoğurulur. Yoğurma işlemi zeytin hamurunun yağ zerrelerini birleştirilerek, katı-sıvı faz ayrımını sağlar. Yağ zerreleri birleşerek büyük yağ damlalarını oluşturmakta ve yağ-su emülsiyonundan ayrılır. Yoğurma işleminden sonra zeytin hamuru dekantöre girmektedir. Üç fazlı sistemlerde, ayrışmayı sağlamak amacıyla belirli bir miktar su ilave edilmektedir. Yoğunluk farkına dayalı olarak yapılan bu ayırıştırma işleminde, zeytinyağı, karasu ve kuru pirina olmak üzere üç farklı faz aynı anda ayrılmaktadır. Diğer yandan, iki fazlı sistemlerde, su eklemesi yapılmaksızın sadece zeytinyağı ve zeytin karasuyunu içeren yağ pirina olarak iki farklı ürün elde edilmektedir. Bu üretim yönteminde, zeytine sıcak su eklenmemesi ve zeytin hamurunun ısıtılmaması nedeniyle işleme, "soğuk sıkım" olarak adlandırılmaktadır. Soğuk sıkım yöntemiyle üretilen zeytinyağları, antioksidanlar, aromalar ve vitaminler açısından zengin kalır; bu sayede yağın besleyici değeri ve kalitesi korunur, yüksek kaliteli ve besleyici özelliğe sahip zeytinyağları elde edilir (Doghan, 2022).

Zeytin hasadı ve zeytinyağı üretimi mevsimsel bir süreç olduğundan, bu dönemde kısa süre içinde büyük miktarda posa birikir. Zeytin posası, zeytinyağı üretiminde %30-40'lık bir oranda yan ürünü oluşturan lignoselülozik bir kalıntıdır. Zeytin posası, yağ (%6-9), çekirdek (%42-54), kabuk (%10-11) ve meyve etinden (%21-33) oluşur. Posanın 2 veya 3 fazlı sistemler kullanılarak üretilmesinin, temel besin maddeleri içeriğine belirgin bir etkisi olmadığı öngörülmektedir. Ancak, 3 fazlı sistemlerden elde edilen posada, daha düşük şeker ve fenol içeriği gözlemlenmektedir. Bunun nedeni, ayrılan karasuyuyla birlikte bazı besin maddelerinin kaybolmasıdır. Bu sebeple, 2 fazlı sistemlerden elde edilen posada şeker ve fenoller daha yoğun bir şekilde bulunurken, 3 fazlı sistemlerde şeker ve fenollerin büyük bir kısmı karasuyuyla birlikte ayrılmaktadır (Duru, 2012; Keleş, 2015; Lammi vd., 2019). Posalardaki temel diyet lifi bileşeni, insan ve hayvan beslenmesi için düşük biyolojik değere sahip olan lignindir (Speroni vd., 2019). Dünya genelinde 2023'te zeytinyağı üretimi 2.570 bin ton olurken, Türkiye'nin zeytinyağı üretimi ise 422 bin ton seviyesindedir (Özkan, 2024).

Zeytin posası, susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve buğday kepeği gibi gıda atıkları, genel olarak karbonhidratlar (nişasta, selüloz, hemiselüloz veya lignin), proteinler, lipidler, organik asitler ve az miktarda inorganik maddelerden oluşur. Bu atıklar biokütlelerinde karbon depoladıkları için yem, yakıt vb. durumlarda kullanımı, içerdiği karbonun atmosfere salınmasına neden olmaktadır. Bu bitkisel atıkların üre formaldehit tutkalında dolgu maddesi olarak kullanılmasıyla atmosfere salınıp küresel ısınmada artış gerçekleştirerek dünyadaki canlı varlığını tehdit eden karbon emisyonu ve üre formaldehit tutkalında bağ oluşturan

reaksiyonların tersine dönmesi sonucu oluşan çevreyi ve insan sağlığını tehdit eden formaldehit emisyonu azaltılmış olacaktır (Yağcı vd., 2006; Cecilia vd., 2019).

### 1.10. Karbon Emisyonu

Karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), nitroz ( $\text{N}_2\text{O}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), kloroflorokarbon (CFC) gibi çeşitli gazlar sayesinde güneş ışınları atmosfer tarafından yakalanarak yeryüzünün belirli sıcaklık derecesinde kalmasını sağlar. Atmosfer bu özelliği ile denizlerin ve okyanusların donması engeller. Atmosferin bu ısınma ve ısıyı tutma özelliğine sera etkisi denir (Akın, 2006). Dünyadaki nüfus artışı, teknolojik gelişmelerin yaygınlaşması, yaşam standartlarının yükselmesi, fosil yakıtların (petrol, kömür ve gaz) kullanımının artması ve sanayi devriminden bu yana gerçekleşen büyük ölçekli ormansızlaştırma faaliyetleri, sera gazlarının salınımını artırmıştır (Houghton, 2005).

Sera gazlarının artışı, güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engelleyerek ve yeryüzünden yansıyan ısıyı atmosferde hapsolmesine neden olarak, dünya genelinde sıcaklıkların yükselmesine yol açmaktadır. Sera gazlarının yoğunlaşması, güneş ışığının yeryüzüne ulaşmasına engel olurken, yeryüzünden yayılan ısıyı atmosferde tutulmasına sebep olmakta ve bu da iklim değişikliklerine yol açmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri arasında sıcaklık artışları, kuraklık, buzulların erimesi, deniz seviyelerindeki yükselmeler ve aşırı hava olayları yer almaktadır (Elik, 2019; Ritchie vd., 2020).

İnsan faaliyetleri sonucu salınan sera gazları hızla artmaktadır. Günümüzde dünya genelinde her yıl 34 milyar tondan fazla  $\text{CO}_2$  salınırken, Türkiye'de yıllık  $\text{CO}_2$  salınımı yaklaşık 400 milyon ton civarındadır (Ritchie vd., 2020). Karbondioksitin sera gazları içindeki payı %82 dir ve insan aktivitesi sonucu atmosfere salınan  $\text{CO}_2$ 'in büyük bir kısmı yoğun olarak kullanılan fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca atmosferde sera etkisi yapma özelliği olan  $\text{CO}_2$  de en çok insan aktivitesi sonucu atmosfere verilir. İyi yakılmayan fosil yakıtlardan daha fazla oranda  $\text{CO}_2$  çıkmaktadır ve atmosferdeki düzeyi gittikçe artmaktadır (Akın, 2006; İğci ve Çobanoğlu, 2019). Atmosferik  $\text{CO}_2$ 'nin insan dışı temel kaynakları ise hayvan solunumu ve biokütlenin çürümesidir. Bununla birlikte, atmosfer seviyelerindeki artışlar, esas olarak fosil yakıtların yanması ve ormansızlaşmaya bağlanmaktadır (Skog & Nicholson, 1998).

Odundan elde edilen ürünler (kontrplak, yonga levha, lif levha vb.) karbon deposu görevi görerek sera gazı etkisinin azaltılmasında önemli bir rol oynar ve bu da atmosferdeki

karbon birikimini azaltmaya yardımcı olur. Ahşabın son kullanım ömrü bir süre sabittir, ardından ortalama ömre yakın bir süre hızlanır ve nihayet ortalama ömürden sonra yavaşlar. Buna paralel olarak bitkisel atıklarında kontrplak üretiminde tutkal içerisine ilave edilmesiyle atmosferdeki karbon birikimi bir süre engellenir (Skog & Nicholson, 1998). Böylece iklim değişikliğini önlemeye yönelik çalışmalar gerçekleşmiş olur.

İklim değişikliği, gezegenimizin tarihsel sürecinde doğal bir olgu olarak var olmasına rağmen, Sanayi Devrimi'nin başlangıcıyla birlikte ilk kez insan faaliyetlerinin iklim üzerinde etkiler yarattığı bir döneme girilmiştir. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), iklim değişikliğini, "doğal iklim değişimlerine ek olarak, insan faaliyetlerinin doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşenlerini değiştirmesiyle ortaya çıkan iklimsel değişiklikler" olarak tanımlamaktadır. Bu tanım, insan etkisini de içerecek şekilde, iklimde gözlemlenen değişiklikleri kapsar (İğci & Çobanoğlu, 2019).

BMİDÇS'nin yaptırım gücünün sınırlı kalması, bağlayıcı ve daha somut hedeflere sahip farklı bir yasal çerçevenin oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu doğrultuda, 1-12 Aralık 1997 tarihlerinde Japonya'nın Kyoto kentinde gerçekleştirilen 3. Taraflar Konferansı'nda (COP-3) kabul edilen BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne yönelik Kyoto Protokolü, 16 Şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir. Ancak Kyoto Protokolü'nün 2020'de sona erecek olması nedeniyle, 2015 yılında Fransa'nın Paris kentinde düzenlenen 21. Taraflar Konferansı'nda (COP21) 2020 sonrasında geçerli olacak Paris Anlaşması kabul edilmiştir (URL-10, 2021).

Paris Anlaşması'nın içeriğine göre tüm ülkelerin mevcut kapasiteleri ile emisyon azaltımı sağlaması, yerkürenin ısınmasının 1,5 °C seviyelerinde tutulması, gelişmiş ülkelerin gelişmemiş ülkelere gerekli olan iklim finansmanı desteği sağlamaları, emisyon azaltmada hedefe ilerleme durumunun gözden geçirmeye tabi olması, ülkelerin her beş yılda bir düzenli olarak daha fazla azaltım yükümlülüğü almaları, iklim değişikliğinde olumsuz şekilde etkilenecek savunmasız az gelişmiş ülkelerin desteklenmesi gerekmektedir (Karakaya, 2016).

### 1.11. Formaldehit Emisyonu

Kontrplak üretiminde kullanılan birçok tutkal, örneğin üre formaldehit, melamin formaldehit, fenol formaldehit gibi, genellikle formaldehit bazlıdır ve bu malzemeler yenilenebilir olmayan kaynaklardan elde edilmelerine rağmen yaygın olarak kullanılmaktadır (Ružiak vd., 2017). Yılda yaklaşık 11 milyon tonluk hacimle dünya çapında üretilen toplam amino grubu tutkalların yaklaşık %85' ini oluşturan üre formaldehit (ÜF) tutkalları, kontrplak ve diğer iç mekân ahşap kompozit türlerinin üretiminde açık ara en çok kullanılan tutkallardır. Orman endüstrisi tarafından ana yapıştırıcı olarak tercih edilmesinin sebepleri arasında düşük maliyet, çeşitli sertleşme koşullarında kullanım kolaylığı, düşük sertleşme sıcaklıkları, suda çözünürlük, mikroorganizmalara karşı direnç ve renksiz olması bulunmaktadır. Ancak, ÜF tutkalı diğer termoset tutkallarla karşılaştırıldığında sıcaklık ve neme karşı daha az dirençlidir. Bu dezavantajı, ÜF tutkalındaki bağ oluşturan reaksiyonların bazı koşullarda tersine dönmesiyle formaldehit emisyonuna neden olur (Conner, 1996; Réh vd., 2021).

Üre formaldehit tutkalı, yüksek sıcaklık altında, üre molekülündeki azot ile metilen köprülerinin karbonu arasındaki bağların zayıflaması nedeniyle nemli ve ıslak koşullarda hidrolize olabilir. Bu reaksiyon sırasında formaldehit serbest hale gelebilir. Hidroliz sürecinde, pH değeri, sıcaklık ve tutkalın sertleşme derecesi gibi faktörler önemli rol oynamaktadır. Özellikle asidik koşullar, tutkalın sertleşmesini sağlarken hidroliz sürecini tetiklemektedir. Üre-formaldehit tutkalı, 200 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda hidrolize uğrayarak yapısal bozulma gösterir. Üre bileşiği zehirli değildir, ancak serbest kalan formaldehit, yüksek reaktiviteye sahip olup insan vücudundaki proteinlerle kolayca reaksiyona girebilir (Demirkır, 2006). Üretilen formaldehitin %70'i, ucuz olması, nem almaması, mekanik etkilere karşı dayanıklı olması ve kullanımının kolay olmasından dolayı formaldehit bazlı tutkalların sentezinde kullanılmaktadır (Çolak, 2002; Stefanowski, 2018). Ayrıca ahşapta yapıştırıcı kullanılmasa bile doğal yapısında bir miktar formaldehit içermektedir. Bazı raporlar, formaldehit emisyonunun kompozit panellerin sıcak preslenmesi sırasında ahşaptan çıktığını belirtmiştir. Genel olarak ahşaptan kaynaklanan formaldehit emisyonunun, bir ahşap bazlı levhada ölçülebilir toplam formaldehit emisyonu seviyesine önemsiz bir katkıda bulunduğu kabul edilmektedir (Böhm vd., 2012).

Ahşap bazlı levhalardaki formaldehit emisyonu, birçok faktörden etkilenebilir. Bunlar: Levha türü, ağaç türü, tutkal türü/içeriği, levhaya uygulanan yüzey kaplama malzemeleri,

tutkalın sertleşme süreci, levhanın rutubeti vb. dir. Bunun dışında geçerli olan çevresel faktörler ise sıcaklık, nem, hava hızı ve hava değişimidir. Formaldehit emisyonuna neden olan bu faktörler bir araya gelerek karmaşık bir etkileşim ağı oluşturur. Ahşap esaslı levhalarda serbest formaldehit miktarına göre 1-2 hafta veya 1-3 ay gibi bir zamanda kolay bir şekilde uzaklaşırken bağlı olan formaldehit bağlanma kuvvetine göre birkaç yılda uzaklaşabilir. Havalandırma serbest formaldehit emisyonunu hızlandırabilirken bağlı formaldehit üzerinde çok az etkiye sahiptir (Zhang vd., 2018).

Formaldehit emisyonunu azaltmak için üre/ formaldehit oranlarını değiştirmek, kimyasal tutucular (amonyak, üre) kullanmak, tutkal formülasyonu geliştirmek, formaldehit içermeyen tutkal kullanmak (izosiyanat), nanoteknoloji/plazma uygulamaları, biyokütle esaslı tutkal üretmek yapılabilecek işlemler arasındadır (Çolakoğlu, 1993).

Formaldehit emisyonu, belirli konsantrasyonlarda insan sağlığında çeşitli rahatsızlıklara yol açabilmektedir. 0,1-5 ppm arasında burun, gözlerde ve boğazda tahrişe neden olurken, 10 ppm seviyelerinde boğaz, burun ve gözde yanma hissi ve nefes alımında zorluklar gözlemlenmektedir. 25 ppm ve üzerindeki seviyeler ise ölümcül akciğer kanseri ve diğer ciddi sağlık sorunlarını tetikleyebilir. Formaldehitin %37'lik sulu çözeltisinin ağız yoluyla alınması durumunda ise ölüm riski bulunmaktadır. Yüksek düzeyde formaldehite maruz kalmak, nazofarenks kanseri, sinonasal kanseri ve miyeloid lösemi gibi kanser türlerinin riskini artırdığına dair epidemiyolojik kanıtlar mevcuttur. Çevre Sağlığı Bilimleri Ulusal Enstitüsü Ulusal Toksikoloji Programı'nın Kanserojen Maddeler Üzerine On İkinci Raporu'nda, formaldehit insan için bilinen kanserojen maddeler arasında yer almaktadır (URL-11, 2018).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne bağlı Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) formaldehiti insanlar için kanserojen sınıfa (Grup1) dâhil edilmiştir. Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri'nde, formaldehit için Çevre Koruma Kurumu (EPA) tarafından yapılan geçerli sınıflandırma, bu maddeyi insanlar için muhtemel kanserojen (B1) olarak değerlendirmektedir. Avrupa Kimyasallar Ajansı (ECHA), formaldehiti insanlar için kanserojen olarak kabul edilen (cat 1) sınıfına dahil etmiş ve bu düzenleme 2015 yılında yürürlüğe girmiştir. Formaldehit kanserojen bir madde olduğundan ülkeler kendi standartlarını oluşturarak formaldehit emisyonlarını sınıflandırmış ve limit değerler belirlemiştir. Avrupa (EU) EN 13986f standardına göre E1 ve E2 sınıflandırması yapılmıştır. Hatta E0 olarak kabul edilen 0-2 mg/100 g levhaya doğru geçiş söz konusudur. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ANSI 208.1 ve 2 standardına göre Avustralya ve Yeni Zelanda

(AU) AS/NZS 1859-1 ve 2 standardına göre, Japonya (JP) ise JIS A5908 ve 5905 standardına göre formaldehit emisyonunu sınıflandırmış ve limit değerler koymuştur (Roffael, 1993; Ayrılmış vd., 2018).

Türkiye'de ahşap panellerde formaldehit emisyonu seviyelerinin belirlenmesi ve denetimi, TSE Gebze Yapı Malzemeleri Laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmektedir. İşletmeler, TSE onayı ile levhalarda E2/E1/E0 belgesi alabilmektedir ve bu belgelerin geçerlilik süresi bir yıl olarak belirlenmiştir. Türkiye'de, yonga levha ve lif levha için formaldehit ölçümleri EN 120 ve EN 717-1 standartlarına göre yapılırken, kontrplak için ise EN 717-1 ve EN 717-2 standartları uygulanmaktadır. Ancak, Türkiye'de ahşap esaslı paneller için uçucu organik bileşik (VOC) ölçümlerine dair bir standart veya düzenleme bulunmamaktadır. Bu alanda Avrupa Birliği'nde kullanılan VOC düzenlemeleri esas alınmaktadır (Subaşı vd., 2017; Ayrılmış vd., 2018). Tablo 1'de formaldehit emisyonu için belirlenen sınır değerler sunulmuştur (URL-12, 2008).

Tablo 1. Ükelere göre formaldehit emisyonu sınır değerleri

| Ülke   | Standart              | Test methodu                          | Levha sınıfı*       | Sınır değer                                                        |
|--------|-----------------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| EU     | EN 13986f             | Oda EN 717-1<br>Perforator EN 120     | E1 - PB, MDF<br>OSB | $\leq 0.1 \text{ ppm}$<br>$\leq 8 \text{ mg/100g}$                 |
|        |                       | Oda EN 717-1<br>Gas analysis EN 717-2 | E1 - PW             | $\leq 0.1 \text{ ppm}$<br>$\leq 3.5 \text{ mg/h}^* \text{ m}^2$    |
|        |                       | Oda EN 717-1<br>Perforator EN 120     | E2 - PB, MDF<br>OSB | $> 0.1 \text{ ppm}$<br>$> 8 - \leq 30 \text{ mg/100g}$             |
|        |                       | Oda EN 717-1<br>Gaz Analizi EN 717-2  | E2-PW               | $> 0.1 \text{ ppm}$<br>$> 3.5 \leq + 8 \text{ mg/h}^* \text{ m}^2$ |
| AU     | AS/NZS<br>1859-1 ve 2 | Desikatör AS/NZS<br>4266.16           | E0-PB, MDF          | $\leq 0.5 \text{ mg/L}$                                            |
|        |                       |                                       | E1-PB               | $\leq 1.5 \text{ mg/L}$                                            |
|        |                       |                                       | E1-MDF              | $\leq 1.0 \text{ mg/L}$                                            |
|        |                       |                                       | E2-PB, MDF          | $\leq 4.5 \text{ mg/L}$                                            |
| U.S.A. | ANSI A<br>208.1 ve 2  | Geniş Oda ASTM E1333                  | PB, MDF             | $\leq 0.3 \text{ ppm}$                                             |
|        |                       | Geniş Oda ASTM E1333                  | Ind. PW             | $\leq 0.3 \text{ ppm}$                                             |
|        |                       | Geniş Oda ASTM E1333                  | PW panels           | $\leq 0.2 \text{ ppm}$                                             |
| JP     | JIS A5908<br>ve 5905  | Desikatör JIS A 1460                  | F**                 | $\leq 1.5 \text{ mg/L}$                                            |
|        |                       |                                       | F*** /E0            | $\leq 0.5 \text{ mg/L}$                                            |
|        |                       |                                       | F**** /SEO          | $\leq 0.3 \text{ mg/L}$                                            |

\*PB: Yonga Levha, MDF: Lif Levha, OSB: Yönlendirilmiş Yonga Levha, PW: Kontrplak

İş sağlığı ve güvenliği standartları çerçevesinde, yasal olarak bir kişinin 8 saatlik vardiya süresince formaldehit emisyonunun ortalama 0,75 ppm'in üzerine çıkmaması gerektiği, ayrıca kısa süreli çalışanlar için 15 dakikalık süre zarfında maruz kalınan emisyon

seviyesinin 2 ppm'i geçmemesi gerektiği belirlenmiştir. Bu değerlerin aşılması durumunda, özel koruyucu ekipmanların kullanılması zorunludur. 8 saatlik vardiya süresiyle çalışan işçilerin maruz kaldığı formaldehit emisyonu 0,5 ppm'in üzerinde olduğunda tıbbi denetim, özel ekipman kullanımı ve hava kalitesinin izlenmesi gereklidir (Özlüsoylu & İstek, 2015). Tablo 2'de, farklı meslek gruplarındaki çalışanların maruz kaldığı formaldehit seviyeleri gösterilmektedir (Kim vd., 2011).

Tablo 2. İşçilerin formaldehit maruziyet sınıfları

| <b>Meslek</b>                            | <b>Maruziyet sınırı (ppm)</b> |
|------------------------------------------|-------------------------------|
| Kimyasal madde üreten işçileri           | 0,04 –0,4                     |
| Mobilya işçileri                         | 0,16 –0,4                     |
| Kontrplak ve yonga levha üretim işçileri | 0,28 –3,48                    |
| Ofis çalışanları                         | 0,07 – 0,13                   |
| Laboratuvar teknikerleri                 | 0,11 – 0,27                   |
| Elektrikçi-Mekanikerler                  | 0,06 -0,18                    |
| Temizlikçiler                            | 0,15 – 0,21                   |
| Yangın işçileri                          | 0,10 -2,2                     |
| Morg çalışanları                         | 0,5 -1,5                      |

İnsan sağlığına zararlı olan formaldehit emisyonunu azaltmaya yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalar formaldehit emisyonunun azalmasını ve standart test metodlarının geliştirilmesini sağlamıştır. Bu sayede birçok ülke standardında yer alan ahşap bazlı levhalardan ayrılan formaldehit seviyesini ölçen yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemler: Perforatör (ekstraksiyon), küçük oda, büyük oda, gaz analizi, Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI)-Şişe ve desikatör yöntemleridir (Risholm-Sundman vd., 2007). Bu yöntemlerden her birinin kendine özgü koşullandırma ve test şartları bulunmakla birlikte, donanım maliyeti, analiz süresi ve bilgilendirici değerler dikkate alındığında, hızlı formaldehit emisyon analizi için en uygun yöntem “şişe yöntemi”dir. Bu yöntem, deneyimli olması ve diğer emisyon test yöntemleriyle uyumlu olması nedeniyle formaldehit emisyonlarını tutarlı bir şekilde ölçmek için sıkça tercih edilmiştir. Düşük emisyonlu bağlayıcı sistemler geliştirirken formaldehit emisyonunu azaltma çalışmalarının etkinliğini hızla belirlemek için şişe yöntemi kullanılabilir (Dorner vd., 2012).

### 1.12. Isıl İletkenlik

Şehirleşme ile birlikte artan nüfus, insan hayatı için olmazsa olmaz ihtiyaçlardan biri olan enerjiye talebi de artırmıştır. Yeni konutların inşa edilmesi, ulaşım ihtiyaçları, ısıtma-soğutma, aydınlatma vb. alanlar enerji ihtiyaçlarının en fazla olduğu alanlardır. Enerjiye olan ihtiyacın artması, enerji tüketimini de paralel olarak artırmakta bu da enerji krizlerinin yaşanmasına ve enerji fiyatlarının yükselmesine neden olmuştur. Bu sebeplerden dolayı enerji tüketimini azaltmaya yönelik önemli bir uygulama olan ısı yalıtımı ortaya çıkmıştır (Erdeyer, 2024).

Isı yalıtımı, sıcaklıkların farklı olduğu ortamda yüksek sıcaklıktan düşük sıcaklığa doğru gerçekleşen ısı transferini azaltan dirençtir (Gu ve Zink-Sharp, 2005). Isı transferi, iletim, ışıınım veya taşınım gibi üç temel mekanizma ile gerçekleşir. Temel bir bakış açısıyla ısı iletimi, bir parçacığın titreşim enerjisinin, maddeye herhangi bir hareket kazandırılmadan, çarpışmalar yoluyla komşu parçacıklara aktarılması şeklinde tanımlanabilir. Isıl iletkenlik, malzemenin yapısal özelliklerine büyük ölçüde bağlıdır ve bu yapılar, ısının iletilme verimliliğini etkileyen önemli faktörlerdir (Burger vd., 2016).

Bir malzemenin ısı iletkenlik performansını tanımlamak için kullanılan ölçüm, "sıcaklık gradyanına maruz kalan malzemenin bir birim kalınlığından geçen ısı miktarı" olarak açıklanabilir. Isı iletkenliği genellikle W/mK birimiyle ifade edilir. Bir malzemenin ısı iletkenliği ne kadar düşükse, o malzeme o kadar az ısı transfer edebilir. Isıl iletkenlik, bir malzemenin yalıtım kapasitesini belirleyen önemli bir özelliktir. Ağaç malzemesinin ısı iletkenliği, metal, tuğla ve taş gibi malzemelere göre daha düşüktür, mineral yününün ısı iletkenliği yaklaşık olarak iki ila dört kat daha yüksektir (Staube & Burnett, 2005). Ağaç malzemesi, düşük ısı iletkenliği ve yüksek direnç özellikleri nedeniyle, yapı sektöründe, buzdolabı üretimi, otomobil endüstrisi, fiçi imalatı gibi çeşitli alanlarda tercih edilmektedir (Gu & Zink-Sharp, 2005).

Genel olarak ağaç malzemenin gözenekli yapısından dolayı ısı iletkenlik değeri düşüktür ancak sabit değildir. Ağaç türünde hatta aynı ağacın farklı kısımlarında hücrelerin büyüklükleri, hücre çeper kalınlıkları değişiklik göstermektedir. Ağaç malzemelerde ısı iletkenlik değerini etkileyen faktörler: ağaç türü, aynı ağaçta liflerin gidiş yönü, yoğunluk, rutubet, ekstraktif madde, lif kıvrıklığı, budak, çatlak vb. dir. Ahşap levhalarda ise bunlara ek olarak tutkal türü, dolgu ve katkı maddeleri ısı iletkenliği etkileyen faktörlerdir (Demirkır, 2006; Özcan, 2007).

Isıl iletkenlik katsayısı ısı yalıtımı dışında kurutma modelleri, tutkalın sertleşme hızının belirlenmesi ve yanma özelliği ilgili bilgilerde vermektedir (Demirkır, 2006; Özdemir vd., 2013)

Bu çalışmanın amacı üre formaldehit tutkal karışımına farklı boyut ve oranlarda, buğday unu ile yer değiştirilerek ilave edilen susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posasının kontrplak üretiminde geleneksel olarak kullanılan buğday ununun yerine uygulanabilirliğinin araştırılmasıdır. Ayrıca bu tutkal karışımları kullanılarak üretilen kontrplakların fiziksel, mekanik özellikleri, formaldehit emisyonu ve ısı iletkenlik değerlerine etkisinin incelenmesidir.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kontrplak Üretiminde Kullanılan Malzemeler

Kontrplak üretiminde çam ve kayın kaplamalar, üre formaldehit tutkalı, sertleştirici ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), buğday unu ve bitkisel atıklar (susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu, zeytin posası) kullanılmıştır.

#### 2.1.1. Kaplamalar

Kontrplak üretimi için gerekli olan kaplamalar, Ordu Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren “Aydın Kontrplak” firmasından temin edilmiştir. Bu kapsamda, 135x130 cm (en x boy) ölçülerinde ve 2,3 mm kalınlığında, %9,6 rutubet oranına sahip 1 m<sup>3</sup> kayın (*Fagus orientalis*) ve 1 m<sup>3</sup> karaçam (*Pinus nigra*) soyma kaplamalar alınmıştır.

Temin edilen kaplamalar, kontrplak üretimi için kullanılacak pres makinesine uygun hale getirilmek amacıyla, daire testere kullanılarak 50x50 cm boyutlarına kesilmiştir. Kesim işleminin ardından, kaplamalar üretim aşamasına kadar paletler üzerinde istiflenmiş ve uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

#### 2.1.2. Tutkal

Bu çalışmada, kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir tutkal türü olan üre formaldehit (ÜF) kullanılmıştır. Kontrplak levhalarının üretiminde kullanılan %58 katı madde içeriğine sahip sıvı ÜF tutkalı, Çamsan Ordu Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. firmasından tedarik edilmiştir. Kullanılan ÜF tutkalının bazı teknik özellikleri Tablo 3'te sunulmuştur. Levhaların üretiminde, üre formaldehit tutkal çözeltisine sertleştirici olarak %15'lik amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) sulu çözeltisi eklenerek kullanılmıştır.

Tablo 3. Üre formaldehit tutkalına ait teknik özellikler

| Ürün Karakteristiği                      | Üre Formaldehit Tutkalı (Ortalama Değerler) |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Görünüş                                  | Yarı saydam ve sıvı                         |
| % Katı Madde Miktarı (120 °C- 2 saat)    | 58                                          |
| Yoğunluk (20 °C da, gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.249                                       |
| Viskozite (20 °C da, sn)                 | 22                                          |
| Asit-Baz (pH, 20 °C da)                  | 7.97                                        |
| Depolama Süresi (gün)                    | 60                                          |
| Serbest Formaldehit, ( %)                | Max. 0.8                                    |
| Formaldehit/Üre mol oranı                | 1.17                                        |
| Su Toleransı (20 °C- m/m)                | 10/24                                       |
| Reaktivite (100 °C-sn)                   | 38.5                                        |

### 2.1.3. Dolgu Maddeleri

Üre formaldehit tutkal karışımının hazırlanmasında katkı maddesi olarak saf (vitamin ve mineraller eklenmemiş) buğday unu kullanılmıştır. Dolgu maddesi olarak farklı boyut ve oranlarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası ilave edilmiştir. Susam (*Sesamum indicum L.*) kepeği Trabzon’ un Ortahisar ilçesinde bulunan Salihoğlu Susam ve Gıda Maddeleri isimli şirketten temin edilmiştir. Buğday kepeği (*Triticum aestivum*) Trabzon’ un Arsin ilçesinde bulunan Dervişoğlu un fabrikasından temin edilmiştir. Yeşil ceviz (*Juglans regia L.*) kabuğu Bursa’nın Keles ilçesinde yerel bir ceviz üreticisinden temin edilmiştir. Zeytin (*Olea europaea*) posası Bursa’nın İznik ilçesinde 2 fazlı sistemle üretim yapan yerel bir zeytinyağı üreticisinden temin edilmiştir.

### 2.1.4. Dolgu Maddelerinin Tutkal Karışımı için Hazırlanması

İlgili işletmelerde üretim sonucu oluşan atıklar toplandıktan sonra toz ve yabancı maddelerden arındırılmıştır. Susamın kepekten ayrılma işlemi sırasında tuzlu su kullanılmaktadır. Bu nedenle çamur kıvamında temin edilen susam kepeği diğerlerinden farklı olarak yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Ardından çamur kıvamında olan susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası 3 hafta boyunca doğal ortamda serme yöntemi (Şekil 13) kullanılarak kurutulmuştur. Buğday kepeği un fabrikasından %13-14 rutubette temin edildiğinden doğal kurutma işlemine tabi tutulmamıştır.



Şekil 13. Dolgu maddelerinin serme yöntemi ile kurutulması (Foto Bilgin)

#### 2.1.5. Dolgu Maddelerinin Öğütülmesi, Elenmesi ve Kurutulması

Bitkisel atıklar üretim tesisinden parçalanmış olarak çıktığından dolayı atıklar doğal kurutmaya maruz bırakıldıktan sonra doğrudan 6 çekiç, 16 bıçaktan oluşan halkalı ince yongalama makinesinde küçük parçalara ayrılmış ancak istenen boyutlara getirilememiştir. Bu nedenle bu işlemin ardından su değirmeninde öğütülmüştür. Atıklar değirmende öğütüldükten sonra 40 mesh, 60 mesh ve 100 mesh'lik eleklerden kademeli olarak elenmiş eleklerin altında kalan atıklar kullanılmıştır. Bitkisel atıklar  $100 \pm 5$  °C de 4 saat boyunca fırında kurutulmuştur. Kurutulan dolgu maddeleri ağzı kapalı polietilen poşetlerde muhafaza edilmiştir. Bu aşamalar Şekil 14'te gösterilmiştir.



\*1: Yongalama makinesi, 2 ve 3: Su değirmeni, 4: Elek

Şekil 14. Dolgu maddelerinin öğütülmesi, elenmesi ve kurutulması (Foto Bilgin)

## 2.2. Dolgu Maddelerinin Kimyasal Özellikleri

Kimyasal analizlerde kullanılacak olan örneklerin, TAPPI T 211 (2002) standardında belirtilen şekilde 40 (420  $\mu$ ) mesh'lik elekten geçip 60 (250  $\mu$ ) mesh'lik elek üzerinde kalan kısmı alınarak 103 $\pm$ 2 °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra odun tozları ağzı kapalı kaplara konmuş ve analiz için hazır hale getirilmiştir. Kimyasal analizlerle ilgili görsel Şekil 15'te verilmiştir.



Şekil 15. Farklı kimyasal analizlerden görüntüler (Foto Bilgin)

### 2.2.1. Asit-Baz Değerleri

Çalışma kapsamında kullanılan örneklerin pH ölçümleri pH metre ile gerçekleştirilmiştir. pH ölçümünde kullanılan örnekler TAPPI t m-45 (1992)'e göre hazırlanmıştır. Her bir test grubunu temsil eden dolgu maddesi, 40 ve 60 mesh'lik elekler kullanılarak kademeli şekilde elenmiş ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan örnekler analiz için seçilmiştir. Önce rutubetleri belirlenen bu örneklerin, her test grubu için yaklaşık 5 gramlık bir miktarı, içinde 150 ml saf su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiş ve bir çalkalayıcıda 24 saat boyunca çalkalanmıştır. Bu sürecin ardından, elde edilen çözeltinin süzülmesi için vakum pompası kullanılmış ve sonrasında pH ölçümleri yapılmıştır. pH ölçüm cihazları, Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16. pH ölçümünde kullanılan cihazlar (Foto Bilgin)

### 2.2.2. Tampon (Buffer) Kapasitesi

pH ölçümleri için hazırlanan çözeltiden 20 ml örnek alınarak, tampon kapasitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Bu çözeltiler, pH değeri 7'ye ulaşınca kadar, asidik özellik gösteren örnekler için 0.001 N NaOH çözeltisi, bazik özellik gösterenler için ise 0.001 N HCl çözeltisi ile titrasyona tabi tutulmuştur. Titrasyon işlemi sırasında kullanılan NaOH ve HCl miktarları belirlendikten sonra, tampon kapasiteleri, 1 numaralı formül aracılığıyla hesaplanmıştır (Demirkır, 2006).

$$T. K. = \frac{N \times T \times I}{A \times K} \times 100 \quad (1)$$

Formülde yer alan değişkenler: tampon kapasitesi (T.K.), titrasyonda kullanılan çözeltinin normalitesi (N), titrasyonda ilave edilen çözelti miktarı (T), çözeltideki su miktarı (I), kullanılan odun örneği ağırlığı (A), titrasyon için kullanılan çözelti miktarı (K) dır.

### 2.2.3. Stiasny Sayısı

Çözeltideki toplam kondanse tanen miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılan Stiasny sayısı tayini için, 50 ml'lik %0,4'lük sulu bir çözeltinin hazırlanması gerçekleştirilmiştir. Bu çözeltiye sırasıyla 5 ml %37'lik formaldehit ve 5 ml %37'lik HCl eklenerek tepkimeye sokulmuştur. Karışım, geri soğutucu altında manyetik karıştırıcıyla, kaynamaya başladıktan sonra 30 dakika boyunca bekletilmiştir. Reaksiyon süresi tamamlandıktan sonra, çözeltinin süzülmesi için daha önce kuru ağırlığı belirlenmiş ve porozitesi 3 olan krozelerden, vakum altında süzölmüş ve ardından 500 ml kaynar su ile yıkanmıştır. Krozeler,  $105 \pm 2$  °C sıcaklığında etüvde kurutulmuş ve Stiasny sayısı 2 numaralı formüle göre hesaplanmıştır (Pizzi & Mittal, 2010).

$$S, \% = \frac{A}{B} \times 100 \quad (2)$$

Formülde yer alan değişkenler: çözünen madde miktarı (A), çözünmeyen madde miktarı (B), stiasny sayısı (S) dır.

### 2.2.4. Bradford Yöntemi ile Protein Tayini

Örneklerin suda çözünür protein miktarı Bradford (1976) yöntemine göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Bu yöntem basit, hızlı ve hassas olduğu için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin prensibi, negatif yüklü Coomassie Brilliant Blue G-250 reaktifinin proteindeki pozitif yüklü gruplara bağlanarak mavi renk oluşumu ve 595 nm'de absorban değerlerinin ölçümüne dayanmaktadır.

Bu amaçla her bir örnekten yaklaşık 1 g alınarak 10 ml fosfat salin tamponu (PBS, pH 7.4) ile homojenize edildikten sonra 3800 g hızda 10 dakika süresince santrifüj edilmiştir.

Standart olarak sığır serum albümini (BSA) kullanılmıştır. Sığır serum albüminin 1 mg/ml stok çözeltisinden farklı konsantrasyonlar hazırlanarak (0,1-1 mg/ml) standart eğri elde edilmiştir. 40 µl standart çözelti ve süpernatant üzerine 2 ml Bradford reaktifi ilave edilerek elde edilen karışım vortekslenmiştir. 5 dakika inkübasyon süresinin ardından absorbans değerleri 595 nm’de okunmuştur. Örneklerin absorbans değerleri suya karşı okunarak, standart eğri yardımıyla suda çözünür protein miktarı belirlenmiştir (mg/ml).

#### **2.2.5. Soxhlet Yöntemi ile Yağ Tayini**

Örneklerdeki toplam yağ miktarı Soxhlet yöntemine göre belirlenmiştir (AOAC, 1990). Bu amaçla öğütülen numunelerden 20-25 gram, hassas bir şekilde tartılıp kartuşlara yerleştirilerek soxhlet gövdesine konulmuştur. Çözücü olarak hekzan kullanılmış ve soxhlet ekstraktörü ile yaklaşık 6 saat boyunca ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda balonlar alınarak çözücü rotary evaporatörde uzaklaştırılmıştır. Sonuçlar % değeri olarak hesaplanmıştır.

#### **2.2.6. Toplam Fenolik Madde Miktarı**

Fenolik madde miktarı belirlenmek üzere 1 g örnek analiz için 10 ml çözücü (50:50, etanol:su, h/h) ile 60 °C sıcaklıktaki çalkalamalı inkübatörde 30 dakika boyunca karıştırılmıştır. Ardından 5000 g’de 15 dakika santrifüj edildikten sonra Whatman No. 4 filtre kağıdı ile filtre edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar analiz yapılana kadar +4 °C’de muhafaza edilmiştir.

Toplam fenolik madde tayini, Slinkard vd. (1977)’nin yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Bu analiz, fenolik bileşiklerin bazik ortamda, Folin-Ciocalteu ayracını indirgeme ve böylece kendilerinin oksitlenmiş forma dönüşmesiyle gerçekleşen bir redoks reaksiyonuna dayanır. Folin-Ciocalteu ayracı, bu reaksiyonda oksitleyici olarak işlev görür. Reaksiyon sonucunda indirgenmiş ayracın oluşturduğu mavi renk, fotometrik olarak ölçülerek, örnekteki fenolik bileşiklerin toplam miktarı belirlenir. Oluşan kompleksin renk şiddeti, fenolik bileşiklerin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır ve 760 nm’de maksimum absorbans gösterir.

Çalışmada, standart grafiğin hazırlanmasında, fenolik bir madde olan gallik asit standardı kullanılmıştır (Slinkard vd., 1977; Singleton ve Rossi, 1965). Gallik asitin farklı konsantrasyonları (0,5; 0,25; 0,125; 0,0625; 0,03125 ve 0,015625 mg/mL) hazırlanıp,

absorbansları okunmuştur. Konsantrasyona karşılık bulunan absorbans değerleri ile grafik çizilmiştir. Çizilen grafiğe göre ekstraktların toplam fenolik madde miktarı bulunmuş, seyreltme faktörleri de dikkate alınarak asıl numunenin mg GAE (Gallik asit eşdeğeri) /g örnek olarak fenolik madde miktarı bulunmuştur.

### 2.2.7. Karbon Analizi

Örneklerin toplam karbon miktarı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'nin Merkezi Araştırma Laboratuvarında Leco Truspec Micro Elementel Analiz Cihazı ile belirlenmiştir. Cihazda 1050 °C sıcaklık, helyum taşıyıcı gazı kullanılmıştır. Gümüş kapsüllerde 1 mg örnek tartılarak cihaza verilmiştir.

### 2.2.8. Kül Tayini

Örneklerden 2'şer gram alınarak porselen bir krozede önce bek alevinde hafif ateşte tüm karbon uzaklaştırmaya kadar yakıldıktan sonra kül fırınından (Şekil 17)  $575 \pm 25$  °C'de sabit tartıma gelinceye kadar yakılmıştır. Daha sonra kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı yüzde olarak hesaplanmıştır (Tappi T211, 2002).



Şekil 17. Kül fırını (Foto Bilgin)

### 2.2.9. Alkol-Benzen Çözünürlüğü

Alkol-Benzen çözünürlüğü dolgu maddelerindeki ekstraktifleri (reçine, yağ, vaks vb.) çözüp uzaklaştırmak için uygulanmıştır. Porozitesi 1 olan krozeler etüvden desikatöre alınıp

ağırlıkları tartılıp içerisine 5 gram kadar dolgu maddesi konulmuştur. Örnekte kayıp olmaması için üzerine süzgeç kâğıdı konulmuştur. Balon joje'ye 300 ml (200 ml benzen ve 100 ml alkol) alkol-benzen konulur. Sokslet içerisine alınan krozelere soğutuculara bağlanarak sistem başlatılır. 4-5 saat yıkanan örnekler etüve alınarak kurumaya bırakılır. Alkol-Benzen çözünürlüğü (TAPPI T 204 om88, 1998) standartlarına göre yapılmıştır.

#### 2.2.10. Holoselüloz Tayini (Klorit Yöntemi)

Alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış 5 gr hava kurusu örnek, 160 ml saf su 1,5 gr  $\text{NaClO}_2$  ve 10 damla (yaklaşık 0,5ml) buzlu asetik asit ile 250 ml'lik bir erlenmayere koyulmuş ve 1 saat süre ile 78-80 °C deki su banyosunda tutulmuştur. İçine örnek koyulan erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmıştır. Reaksiyon süresince zaman zaman erlenmayer çalkalanarak karıştırılmış ve 1 saat sonra karışıma tekrar 1,5 gr  $\text{NaClO}_2$ , buzlu asetik asit ilave edilmiştir. Daha sonra bir saat süre ile ısıtmaya devam edilmiştir. Bu işlem 3 defa tekrarlanmıştır.

Klorlama tamamlandıktan sonra süspansiyon bir buz banyosunda derhal soğutulmuş ve bir cam krozeden süzölmüştür. Kalıntı önce asetonla daha sonra saf su ile tekrar yıkanıp 103±2 °C 'de kurutulup tartılmıştır. Bu ağırlık başlangıç kuru ağırlığına oranlanarak % holoselüloz miktarı bulunmuştur. Bu işlem her örnek için ayrı ayrı tekrarlanarak yapılmıştır (Wise, 1962). Şekil 18'de dolgu maddelerinden elde edilen holoselülozlar görülmektedir.



Şekil 18. Dolgu maddelerinin holoselüloz tayini (Foto Bilgin)

### 2.2.11. Lignin Tayini

2 gr ekstraksiyona uğratılmış örnekler 40 ml, 10- 15 °C ‘deki %72’lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi ile 100 ml’lik bir beher içerisinde 20±1 °C’lik su banyosunda iyice ezilerek karıştırılmış ve bu işlem örnekler tamamen çözündürülene kadar devam ettirilmiştir. Tam çözünmenin ardından örnek 20±1 °C’deki su banyosuna alınmış ve işlem iki saat süreyle devam ettirilmiştir. Bu iki saat içerisinde örnekler sıkça karıştırılmıştır. Bu işlemden ayrı bir yerde 2 litrelik erlenmayerin içerisi 1540 ml su ile doldurulmuş ve 1540 ml seviyesi asetatlı kalemle işaretlenmiştir. Daha sonra su boşaltılmıştır. Beherdeki örnek saf su ile iyice yıkanarak 2 litrelik işaretli erlen içerisine alınmış ve beherler içerisinde hiç örnek kalmayınca kadar yıkama işlemi yapılmıştır. Daha sonra 2 litrelik kap içerisindeki 1540 ml seviyesine tamamlanmış ve 4 saat süreyle kaynatılmıştır. Ardından krozeden süzülen örnekler 500 ml sıcak saf su ile yıkanmış ve etüvde kurutulmuştur. Daha sonra kuru ağırlığın yaş ağırlığa oranı hesaplanmıştır (Tappi T 222 Om-8, 1988).

### 2.2.12. Selüloz Tayini (Kürschner – Hoffner Yöntemi)

2 gr ekstrakte edilmiş örnek ile 10 ml HNO<sub>3</sub> ve 40 ml C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH karışımı 50 ml’lik mezür içerisinde karıştırılmıştır. Elde edilen karışım ve örnek 250 ml’lik balon joje içerisinde dökülmüş ve soğuk su banyosunda soğutucu ile irtibatlandırılarak kaynamaya bırakılmıştır (80 °C’ye kadar ısıtılmıştır). 80 °C’ye ulaşıldıktan sonra 1 saatlik süre başlatılmış ve sürenin sonunda örnek 2 nolu krozeden süzülerek sadece çözelti alınmıştır. Daha sonra 50 ml’lik HNO<sub>3</sub> ve C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH çözeltisinden tekrar hazırlanarak balon jojeye boşaltılmış ve örnek kaynamaya bırakılmıştır. Kaynamanın başlaması ile birlikte tekrar 1 saatlik süre başlatılmış ve süre sonunda süzme işlemi tekrarlanmıştır. Bu işlem 3 defa yapıldıktan sonra her örnek en sonunda kendi krozesinden süzülerek sıcak su ile yıkanmıştır. Bu işlem her dolgu maddesi türü için ayrı ayrı tekrarlanarak yapılmıştır.

### 2.3. Tutkal Karışımının Hazırlanması

Bu çalışma kapsamında; kontrplak endüstrisinde yaygın olarak kullanılan tutkal türlerinden üre formaldehit (ÜF) tutkalı kullanılmıştır. Hazırlanan tutkal karışımına katkı maddesi olarak buğday unu katılmıştır. Tutkal karışımına buğday unu ile %15, %25 ve %50

oranlarında yer değiştirilerek 40, 60 ve 100 mesh boyutlarında dolgu maddeleri ilave edilmiştir. Hazırlanan tutkal karışımı reçeteleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kontrplak üretiminde kullanılacak tutkal karışımı reçeteleri

| Tutkal Karışım Grupları* | Buğday unu Miktarı* | Dolgu Maddesi Miktarı* | Dolgu Maddesi Boyutu | Üre Formaldehit Tutkal Miktarı | %15'lik NH <sub>4</sub> Cl (Sertleştirici) Miktarı |
|--------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|
| Kontrol                  | 30 birim            | -                      | -                    | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S1/B1/C1/Z1              | 25,5 birim (%85)    | 4,5 birim (%15)        | 100 mesh             | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S2/B2/C2/Z2              | 22,5 birim (%75)    | 7,5 birim (%25)        | 100 mesh             | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S3/B3/C3/Z3              | 15 birim (%50)      | 15 birim (%50)         | 100 mesh             | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S4/B4/C4/Z4              | 25,5 birim (%85)    | 4,5 birim (%15)        | 60 mesh              | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S5/B5/C5/Z5              | 22,5 birim (%75)    | 7,5 birim (%25)        | 60 mesh              | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S6/B6/C6/Z6              | 15 birim (%50)      | 15 birim (%50)         | 60 mesh              | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S7/B7/C7/Z7              | 25,5 birim (%85)    | 4,5 birim (%15)        | 40 mesh              | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S8/B8/C8/Z8              | 22,5 birim (%75)    | 7,5 birim (%25)        | 40 mesh              | 100 birim                      | 15 birim                                           |
| S9/B9/C9/Z9              | 15 birim (%50)      | 15 birim (%50)         | 40 mesh              | 100 birim                      | 15 birim                                           |

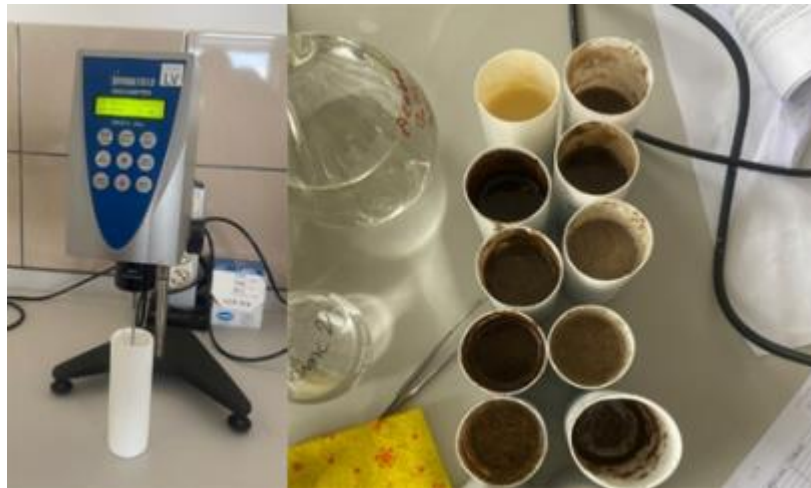
\*S: Susam kepeği, B: Buğday kepeği, C: Ceviz kabuğu, Z: Zeytin posası

\*Dolgu maddeleri, buğday unu ile %15, %25 ve %50 oranlarında yer değiştirilerek kullanılmıştır.

\*Çam ve Kayın kontrplakların üretiminde aynı tutkal karışımı reçetesi kullanılmıştır.

### 2.3.1. Tutkal Karışımının Viskozitesinin Belirlenmesi

Viskozite tutkalın kondenzasyon derecesi ile ilgili bilgi verir. Katkı ve dolgu maddeleri ilave edilmiş tutkal karışımlarının viskozitelerini ölçmek için Brookfield DV-II + Pro cihazı (Şekil 19) kullanılmıştır. Sonuçlar spindle 4 te 20 rpm hızda cP olarak elde edilmiştir.



Şekil 19. Dolgu maddelerinin viskozite ölçümleri (Foto Bilgin)

### 2.3.2. Tutkal Karışımının Jelleşme Süresinin Belirlenmesi

Sıcaklık ve zamana göre viskozitenin artması jelleşme olarak ifade edilir. Jelleşme süresinin belirlenmesi için kullanıma hazır tutkal karışımından alınan bir miktar örnek çözelti cam deney tüpü içerisine (çap 18 mm) doldurulmuştur. Daha sonra deney tüpü sabit sıcaklıktaki bir su banyosu içerine koyulmuş ve aynı anda kronometre çalıştırılmıştır. Metal bir çubuk deney tüpü içerisinde tutkal karışımı sertleşinceye kadar döndürülmüştür. Tutkalın katı bir durum gösterdiği anda kronometre durdurulmuştur. Bu ölçümler 90 °C de yapılmıştır (Çolakoglu, 2004).

### 2.3.3. Tutkal Karışımının Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi Analizi

Dolgu maddesi ilave edilen tutkal karışımlarının yapısındaki değişimler Perkin Elmer UATR ile donatılmış FTIR (Fourier Kızılötesi Dönüşüm Spektroskopisi) ile incelenmiştir. Taramalar, 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  spektrum aralığında 2  $\text{cm}^{-1}$  çözünürlükte olup sonuçlar Spectrum One yazılımı (Spectrum One, sürüm 5.3) ile değerlendirilmiştir. Sertleşmiş tutkallar, sıvı tutkalların 2 saat boyunca 120 °C'de bir konveksiyon fırınında kurutulmasıyla hazırlanmıştır.

## 2.4. Kontrplak Üretimi

Çalışmada, 2,3 mm kalınlığında ve 50x50 cm boyutlarındaki kaplamalar, 110 °C sıcaklıkta %5-7 arasındaki rutubet seviyelerine kadar kurutulmuş ve ardından ÜF tutkalı kullanılarak üç katmanlı kontrplaklar üretilmiştir. Kontrplak üretiminde kullanılan tutkal reçeteleri, Tablo 4'te sunulmuştur. Kaplamaların tutkallanması, 4 silindri bir tutkallama makinesinde yapılmış ve her metre kareye 160 g tutkal uygulanmıştır. Tutkallama işleminden sonra, hazırlanan levha taslakları, 110 °C sıcaklıkta, 70x89 cm boyutlarında tek katlı hidrolik bir presle preslenmiştir. Çam kaplamalar için 8  $\text{kg/cm}^2$ , kayın kaplamalar için ise 12  $\text{kg/cm}^2$  pres basıncı uygulanmıştır. Üretilen deneme levhaları, iç ve dış tabakalar arasındaki sıcaklık ve rutubet farklarının dengelenebilmesi amacıyla, bir hafta süreyle istif latası kullanılmadan üst üste istiflenmiştir. Bu işlem, kontrplakların eşit şekilde soğumasını sağlayarak biçim değişikliklerinin önüne geçilmiştir. Kontrplak üretimi sırasında kullanılan kaplamalar ve makineler, Şekil 20'de gösterilmiştir.



\*1: Tutkal karıştırma mikseri, 2: Tutkallama silindiri, 3: Hidrolik pres

Şekil 20. Kontrplak üretim aşamaları (Foto Bilgin)

## 2.5. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri

Bu bölümde kontrplakların özgül ağırlık, denge rutubet miktarı, kalınlık artışı ve su alma oranı testlerinin nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Fiziksel özelliklerde kullanılan ölçüm aletleri Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Kontrplakların fiziksel testlerinde kullanılan ölçüm aletleri (Foto Bilgin)

### 2.5.1. Özgöl Ağırlık

Kontrplak levhaların özgöl ağırlığı, TS EN 323/1 standardında belirtilen yöntemlere uygun olarak belirlenmiştir (TS EN 323-1, 1999). Özgöl ağırlık ölçümleri için örnekler,  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\%65 \pm 5$  bağıl nem koşullarına sahip iklim odasında, rutubet oranları  $\%12$ 'ye ulaşınca kadar bekletilmiştir. Levhaların genişlikleri kumpasla, kalınlıkları ise mikrometre ile ölçülmüştür. Örneklerin ağırlıkları, 0,01 mm hassasiyetli analitik terazi kullanılarak belirlenmiştir. Her test grubu için 25 adet kontrplak örneği kullanılmıştır. Örneklerin özgöl ağırlık değeri, 3 numaralı formül aracılığıyla hesaplanmıştır:

$$\delta = \frac{M_r}{a_1 \times a_2 \times e} \quad (3)$$

Formülde yer alan değişkenler: örnek kalınlığı (e), hava kurusu haldeki özgöl ağırlığı ( $\delta$ ), ağırlık ( $M_r$ ), örnek genişliği ( $a_1$ ), örnek uzunluğu ( $a_2$ ), örnek kalınlığı (e) dir.

### 2.5.2. Denge Rutubet Miktarı

Üretilen kontrplakların denge rutubet miktarları, TS EN 322 standardına uygun olarak belirlenmiştir (TS EN 322, 1999). Örnekler, rutubetli hallerinde  $\pm 0,01$  g hassasiyetli analitik terazi ile tartılmış ve ardından  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki etüvde, değişmeyen ağırlığa ulaşana kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları elde edilmiştir. Her test grubu için 25 adet kontrplak örneği kullanılmıştır. Örneklerin denge rutubet oranı, 4 numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100 \quad (4)$$

Formülde yer alan değişkenler: deney parçasının sahip olduğu rutubet miktarı (r), deney parçasının rutubetli haldeki ağırlığı ( $M_r$ ), deney parçasının tam kuru haldeki ağırlığı ( $M_0$ ) dir.

### 2.5.3. Kalınlık Artışı (Şişme) ve Su Alma Oranı

Örnekler 19-21 °C sıcaklıktaki temiz su içerisinde 2 ve 24 saat bekletilmiş ardından su alma ve kalınlık artışı değerleri TS EN 317 (1996)'de belirtilen esaslara uygun olarak tayin edilmiştir. Her test grubundan 20' şer adet test numunesi kullanılmıştır. Su alma oranı 5 numaralı, kalınlık artışı 6 numaralı formül yardımıyla bulunur.

$$\text{Su alma oranı} = \frac{M_{su} - M_{is}}{M_{is}} \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Kalınlık artışı} = \frac{V_{su} - V_{is}}{V_{is}} \times 100 \quad (6)$$

Formülde yer alan değişkenler: su aldıktan sonraki ağırlık ( $M_{su}$ ), su almadan önceki ağırlık ( $M_{is}$ ), su aldıktan sonraki kalınlık ( $V_{su}$ ), su almadan önceki kalınlık ( $V_{is}$ ) tır.

### 2.6. Kontrplakların Mekanik Özellikleri

Bu bölümde kontrplakların çekme-makaslama direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü testlerinin nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Şekil 22'de yapılan mekanik testler gösterilmiştir.



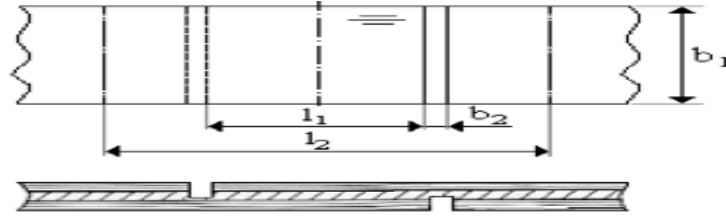
\*1-2: Eğilme direnci ve elastikiyet modülü, 3-4: Çekme-Makaslama direnci

Şekil 22. Mekanik testler (Foto Bilgin)

### 2.6.1. Çekme-Makaslama Direnci ve Deney Örneklerinin Hazırlanması

Kontrplak kalitesini ve kullanım alanlarını belirlemede en önemli test, çekme-makaslama direnci testidir. Bu test, kontrplakların ana mekanik özelliklerinden biri olan çekme-makaslama direncini ölçer ve malzemenin diğer mekanik özellikleri hakkında değerli bilgiler sağlar. Çalışmada, farklı dolgu maddeleri ve bu maddelerin oranlarıyla ilgili çekme-makaslama test sonuçları kullanılarak hangi ağaç türleri için daha uygun olduğunu belirlemek ve bu özellikler arasında karşılaştırma yapmak amaçlanmıştır. Bu sayede dolgu maddesi seçiminde ve oranlarında daha bilinçli tercihler yapılabilir.

Üretilen kontrplakların yapışma direncinin belirlenmesinde kullanılan çekme-makaslama direnci, TS EN 314-1 standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu standarda göre, üç katmanlı kontrplaklar için hazırlanan çekme-makaslama direnci test örneği, Şekil 23'te gösterilmiştir (EN 314-1, 1998). Test örneklerinin boyutları 25 x 110 x levha kalınlığı mm olarak belirlenmiştir. Üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen her grup için hazırlanan kontrplakların test örnekleri, 20 °C sıcaklıkta su içinde 24 saat süreyle bekletilmiş ve her gruptan 30'ar adet örnek incelenmiştir. Çekme-makaslama direncinin tespitinde 7 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır:



Şekil 23. Çekme-makaslama deney örnekleri (Boyutlar mm cinsindedir)

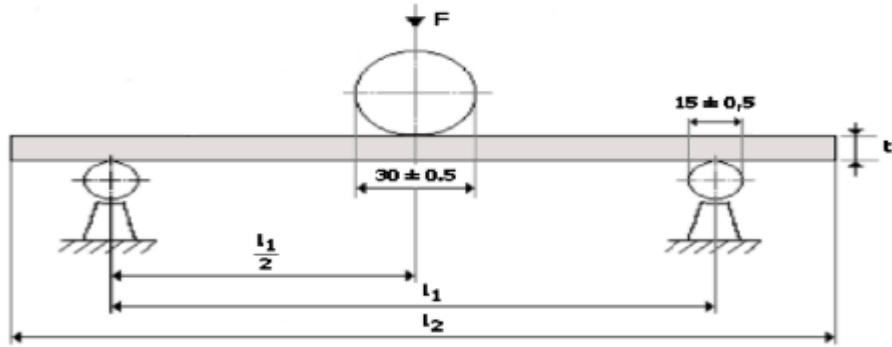
$$\text{Ç. M.} = \frac{F_{\text{MAX}}}{I_1 b_1} (\text{N/mm}^2) \quad (7)$$

Formülde yer alan değişkenler: makaslama uzunluğu ( $I_1$ ), makaslama genişliği ( $b_1$ ), sıkıştırma çeneleri arasındaki minimum uzaklık ( $I_2$ ), örnek yüzeylerine açılan kanalların genişliği ( $b_2$ ), kopma anındaki maksimum yük ( $F_{\text{MAX}}$ ) tür.

Deney Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarında bulunan Losenhausen ve Mohr & Federhaff marka universal test makinesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 22).

### 2.6.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen kontrplakların eğilme direnci ve elastikiyet modülü testleri, TS EN 310 (TS EN 310, 1998) standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu standart doğrultusunda hazırlanan eğilme direnci ve elastikiyet modülü test örneği ile test düzeneği Şekil 24’te gösterilmiştir. Kontrplak deney örneklerinin boyutları; 50 x 170 x levha kalınlığı mm olarak belirlenmiştir. Örnekler,  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\%65 \pm 5$  bağıl nem koşullarına sahip iklimlendirme odasında bekletilerek, yaklaşık  $\%12$  rutubet oranına ulaşmaları sağlanmıştır. İklimlendirme işleminden sonra, örneklerin kalınlıkları  $\pm 0,01$  mm hassasiyetli mikrometre ile genişlikleri ise  $\pm 0,1$  mm hassasiyetli kumpasla ölçülmüştür. Test örnekleri, makineye yerleştirilirken, dayanak noktaları arasındaki mesafe kalınlığın 20 katı olacak şekilde ayarlanmış ve yük, deney örneğinin tam ortasına uygulanmıştır. Her test grubu için 20 adet deney örneği kullanılmıştır. Eğilme direncinin tespitinde 8 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır;



Şekil 24. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deney örnekleri (Boyutlar mm cinsindedir)

$$E . D . = \frac{3 \times F_{MAX} \times l_1}{2 \times b \times t^2} (N/mm^2) \quad (8)$$

Formülde yer alan değişkenler: kırılma anındaki maksimum kuvvet ( $F_{MAX}$ ), dayanaklar arasındaki açıklık ( $l_1$ ), deney parçasının kalınlığı ( $t$ ), deney numunesinin uzunluğu ( $l_2$ ), deney parçasının genişliği ( $b$ ) dir.

Eğilmede elastikiyet modülü;

$$E = \frac{F \times I^3}{4 \times e \times b \times d^3} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (9)$$

Formülde yer alan değişkenler: eğilme miktarı-sehim (e), örnek kalınlığı (d), dayanaklar arasındaki açıklık (I), deformasyonu sağlayan kuvvet (F), örnek genişliği (b) dir.

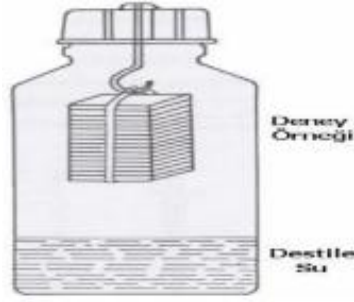
Deney Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarında bulunan Zwick marka universal test makinesinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 22).

## 2.7. Formaldehit Emisyonu

Kontrplakların formaldehit emisyonu değerleri, TS EN 717-3 (TS EN 717-3, 1996) standardına uygun olarak şişe yöntemi ile belirlenmiştir. Bu yöntemle göre, her kontrplak grubu için hazırlanan 25x25xlevha kalınlığı (mm) boyutlarındaki örneklerden rastgele seçilen 15-17 g ağırlığındaki numuneler, içinde 50 ml saf su bulunan 500 ml'lik polietilen şişelere yerleştirilmiştir. Numuneler, lastik ile şişe içinde saf suya değmeyecek şekilde asılmış ve şişenin ağzı sıkıca kapatılmıştır (Şekil 25). Şişeler, 40 °C sıcaklıkta 3 saat boyunca fırında tutulmuş, ardından çıkarılarak içindeki örnekler uzaklaştırılmış ve kapakları kapalı şekilde 1 saat süreyle soğumaya bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda, şişelerden alınan çözelti analiz edilerek kontrplakların formaldehit emisyonu değerleri, 10 numaralı formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$F = \frac{(A_s - A_b) \times f \times 50 \times 10 \times (100 + R)}{M} \text{ (mg)} \quad (10)$$

Formülde yer alan değişkenler: ekstraksiyon çözeltisinin absorbansı (A<sub>s</sub>), kalibrasyon eğri faktörü (F), kör deneyinin absorbansı (A<sub>b</sub>), levhanın rutubet miktarı (R), örnek ağırlığı (M) dir.



Şekil 25. Formaldehit emisyonu ölçümü

Formaldehit emisyonu şişe yöntemi kullanılarak ölçülürken kullanılan malzemeler ve cihazlar Şekil 26’da verilmiştir.



\*1: Çözelti hazırlama, 2: Su banyosu, 3: UV-VIS spektrofotometre

Şekil 26. Şişe yöntemi ile formaldehit emisyonu ölçümü (Foto Bilgin)

## 2.8. Isıl İletkenlik

Kontrplakların ısı iletkenlik ölçümleri, Laser Comp (USA) tarafından üretilen Fox 314 ısı iletkenlik ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz, sıcaklıkları kontrol edilebilen iki düz plaka arasına yerleştirilen 30x30 cm boyutlarında ve 10 cm kalınlığa kadar olan örneklerin ısı iletimini ölçmek üzere tasarlanmıştır. Isı iletkenlik ölçümü, ASTM C518-04 (2004) standardına uygun olarak yapılmıştır. Gerçekleştirilen testlerde, üst plaka (soğuk plaka) sıcaklığı 20 °C, alt plaka (sıcak plaka) sıcaklığı ise 40°C olarak belirlenmiştir. Isıl iletkenlik katsayısının tespit edilmesinde, her test grubu için 30 cm x 30 cm x levha kalınlığı

ölçülerinde üç ayrı ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin ortalamaları alınmıştır. Isıl iletkenlik ölçüm cihazı, Şekil 27’de gösterilmektedir.



Şekil 27. Isıl iletkenlik ölçümü (Foto Bilgin)

## 2.9. İstatistiksel Analiz

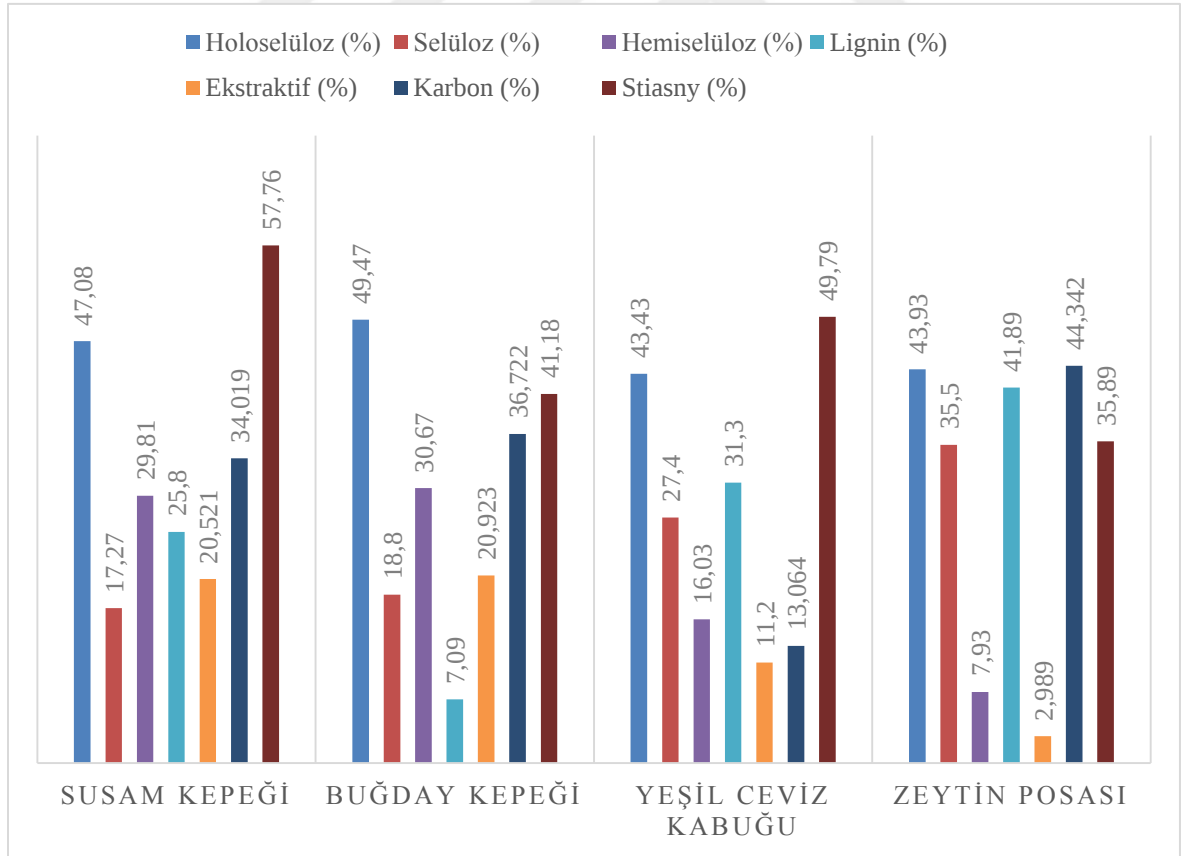
Bu çalışmada, dolgu maddesi olarak susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılmıştır. Dolgu maddelerinin, tutkalın kimyasal özellikleri, kontrplakların fiziksel ve mekanik özellikleri, formaldehit emisyonu ve ısıl iletkenlik değerleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Varyans analizi, incelenen faktörlerin etkisini, üretilen kontrplakların ortak test grupları üzerinde yapılarak gerçekleştirilmiştir. Varyans analizi sonucunda, elde edilen farkların anlamlı olması durumunda, Student Newman-Keuls testi ile varyans kaynaklarının ortalamaları karşılaştırılmış ve homojenlik grupları belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, SPSS 23 for Windows yazılımı kullanılarak yapılmıştır.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

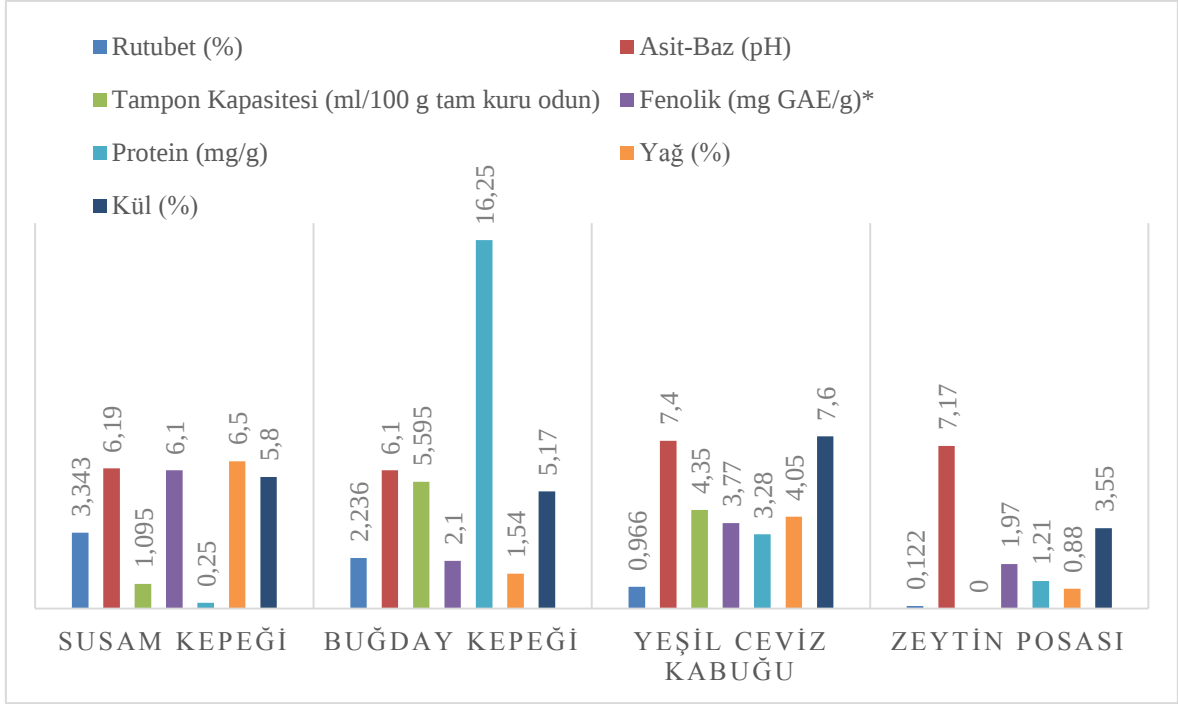
Bu bölümde dolgu maddelerine, kaplamalara ve tutkal karışımlarına yapılan kimyasal analizlerin sonuçları verilmiştir. Ayrıca kontrplaklara uygulanan fiziksel testlerin, mekanik testlerin, formaldehit emisyonu ölçümlerinin ve ısı iletkenlik ölçümlerinin sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş şekil ve tablolarla açıklanmıştır.

#### 3.1. Dolgu Maddelerinin ve Kaplamaların Kimyasal Özellikleri

Susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının holoselüloz, selüloz, hemiselüloz, lignin, ekstraktif madde ve karbon miktarları ile stiasny sayıları arasındaki farklılıklar Şekil 28’da; fenolik madde, protein, yağ, kül ve rutubet miktarları ile asit-baz değerleri ve tampon kapasiteleri ise Şekil 29’de gösterilmiştir.



Şekil 28. Dolgu maddelerine ait kimyasal özellikler 1



Şekil 29. Dolgu maddelerine ait kimyasal özellikler 2

Susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun, zeytin posasının, çam kaplamanın ve kayın kaplamanın kimyasal yapıları arasındaki farklılıklar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Dolgu maddelerinin ve kaplamaların kimyasal özellikleri arasındaki farklılıklar

| Kimyasal Analizler                         | Susam Kepeği | Buğday Kepeği | Yeşil Ceviz Kabuğu | Zeytin Posası | Çam Kaplama | Kayın Kaplama |
|--------------------------------------------|--------------|---------------|--------------------|---------------|-------------|---------------|
| Rutubet (%)                                | 3,343        | 2,236         | 0,966              | 0,122         | 9,65        | 9,61          |
| Asit-Baz (pH)                              | 6,19         | 6,10          | 7,40               | 7,17          | 4,7         | 6,15          |
| Tampon Kapasitesi (ml/100 g tam kuru odun) | 1,095 (NaOH) | 5,595 (NaOH)  | 4,35 (HCl)         | Nötr          | 1,41 (NaOH) | 0,39 (NaOH)   |
| Stiasny (%)                                | 57,76        | 41,18         | 49,79              | 35,89         | -           | -             |
| Fenolik (mg GAE/g)*                        | 6,10±0,13    | 2,10±0,08     | 3,77±0,01          | 1,97±0,04     | -           | -             |
| Protein (mg/g)                             | 0,25±0,02    | 16,25±0,06    | 3,28±0,12          | 1,21±0,05     | -           | -             |
| Yağ (%)                                    | 6,50±0,52    | 1,54±0,10     | 4,05±0,23          | 0,88±0,05     | -           | -             |
| Kül (%)                                    | 5,80         | 5,17          | 7,6                | 3,55          | -           | -             |
| Karbon (%)                                 | 34,019       | 36,722        | 13,064             | 44,342        | -           | -             |
| Holoselüloz (%)                            | 47,08        | 49,47         | 43,43              | 43,93         | -           | -             |
| Selüloz (%)                                | 17,27        | 18,80         | 27,4               | 35,5          | -           | -             |
| Hemiselüloz (%)                            | 29,81        | 30,67         | 16,03              | 7,93          | -           | -             |
| Lignin (%)                                 | 25,8         | 7,09          | 31,3               | 41,89         | -           | -             |
| Ekstraktif Madde (%)                       | 20,521       | 20,923        | 11,20              | 2,989         | -           | -             |

\*GAE: Gallik asit eşdeğeri

Dolgu maddelerinin rutubetleri %0-4 aralığına indirilmiştir. Bu aralıkta dolgu maddelerine ait rutubet değerleri büyükten küçüğe sırasıyla susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası şeklinde sıralanmıştır. Çam kaplamanın rutubet değeri ise kayın kaplamanın rutubet değerinden yüksek çıkmıştır.

Kaplamaların asit-baz değerleri incelendiğinde çam kaplamaların kayın kaplamalardan daha asidik olduğu görülmüştür. Dolgu maddelerinin asit-baz değerlerine bakıldığında, susam kepeği ve buğday kepeği asidik karakterde iken yeşil ceviz kabuğunun bazik karakterde olduğu görülmüştür. Zeytin posasının ise nötr olduğu belirlenmiştir.

Kaplamaların tampon kapasiteleri değerlendirildiğinde çam kaplamaların bazik tampon kapasitesinin kayın kaplamaların bazik tampon kapasitesinden büyük olduğu görülmüştür. Dolgu maddelerinde ise en küçük bazik tampon kapasitesi susam kepeğinde, en büyük bazik tampon kapasitesi buğday kepeğinde tespit edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğunun asidik tampon kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesinin tamponlama kapasitesi, pH değerini istenen seviyeye düşürmek için ne kadar sertleştirici katılması gerektiğini belirlediğinden önemlidir. Eğer bir maddenin tamponlama kapasitesi yüksek ise pH değerini düşürmek için daha fazla sertleştirici ilave edilmelidir (Akbulut & Ayrılmış, 2001).

Dolgu maddelerinin stiasny sayıları ve fenolik madde miktarlarının birbirine paralel şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Dolgu maddelerinin stiasny sayıları ve fenolik madde miktarları büyükten küçüğe sırasıyla susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu, buğday kepeği ve zeytin posası şeklinde sıralanmıştır. Dolgu maddelerinin stiasny sayıları, Yazaki ve Collins tarafından reaksiyona girebilmesi için önerilen minimum gereksinimden (en az %65) çok daha düşük reaktif tanen içerdiğini göstermiştir (Yazaki & Collins, 1994).

Dolgu maddelerinin suda çözünür protein miktarlarına bakıldığında en büyük değer buğday kepeğinde, en küçük değer susam kepeğinde bulunmuştur. Yeşil ceviz kabuğunun ikinci en büyük protein oranına sahiptir. Zeytin posasının protein miktarının ise ikinci en büyük protein miktarına sahip yeşil ceviz kabuğunun protein miktarından küçük olduğu belirlenmiştir.

Yağ miktarı analizinde dolgu maddelerinin yağ miktarları büyükten küçüğe susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu, buğday kepeği ve zeytin posası şeklinde sıralanmıştır.

Dolgu maddelerinde en yüksek kül miktarı yeşil ceviz kabuğunda, en düşük kül miktarı zeytin posasında elde edilmiştir. Susam kepeğinin ve buğday kepeğinin kül

miktarlarının birbirine yakın olup yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının kül miktarlarının arasında olduğu belirlenmiştir.

En yüksek karbon içeriği zeytin posasında, en düşük karbon içeriği yeşil ceviz kabuğunda elde edilmiştir. Susam kepeği ve buğday kepeğinin karbon içeriklerinin birbirine yakın olup zeytin posasının ve yeşil ceviz kabuğunun karbon içerikleri arasında yer aldığı görülmüştür.

Susam kepeği ve buğday kepeğindeki holoselüloz oranlarının birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yeşil ceviz kabuğundaki ve zeytin posasındaki holoselüloz oranlarından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posasındaki holoselüloz oranlarının da birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Dolgu maddelerinde en yüksek selüloz miktarı zeytin posasında, ikinci en büyük selüloz miktarı yeşil ceviz kabuğunda elde edilmiştir. Susam kepeğinin ve buğday kepeğinin selüloz miktarlarının birbirine yakın ve diğer dolgu maddelerinden küçük olduğu tespit edilmiştir.

Susam kepeğinin ve buğday kepeğinin hemiselüloz oranlarının birbirine yakın ve diğerlerinden daha büyük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu ikinci en büyük hemiselüloz oranına sahipken zeytin posasının hemiselüloz oranının en küçük olduğu görülmüştür.

Dolgu maddelerinin lignin oranları değerlendirildiğinde en çok lignin oranının zeytin posasında, en az lignin oranının ise buğday kepeğinde olduğu tespit edilmiştir. İkinci en büyük lignin oranı yeşil ceviz kabuğunda iken en küçük lignin oranının buğday kepeğinde olduğu belirlenmiştir.

Susam kepeği ve buğday kepeğinin ekstraktif madde oranlarının birbirine yakın ve en büyük değerde olduğu görülmüştür. Zeytin posasının ekstraktif madde miktarının en küçük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğunun ekstraktif madde miktarı ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır.

Genel olarak bitkilerin hücre duvarları %15-40 selüloz, %20 lignin, %30-40 hemiselüloz ve pektinden oluşmaktadır (Doi, R. H. & Kosugi, A.,2004). Ancak lignin oranı, bitki hastalık direnci, böcek direnci, kuraklık toleransı, tuz, ısı, soğuk, ağır metaller ve diğer streslerle oldukça ilgilidir(Çetinkaya & Dınler, 2021).

Farklı kaynaklara bakıldığında buğday kepeklerinin selüloz içerikleri %10-31, hemiselüloz içerikleri %32-39, lignin içeriği ise %8-16 aralığında olduğu görülmektedir (Xiao vd., 2019; Rahman vd., 2021; Agregán vd., 2022). Zeytin posasına bakıldığında ise

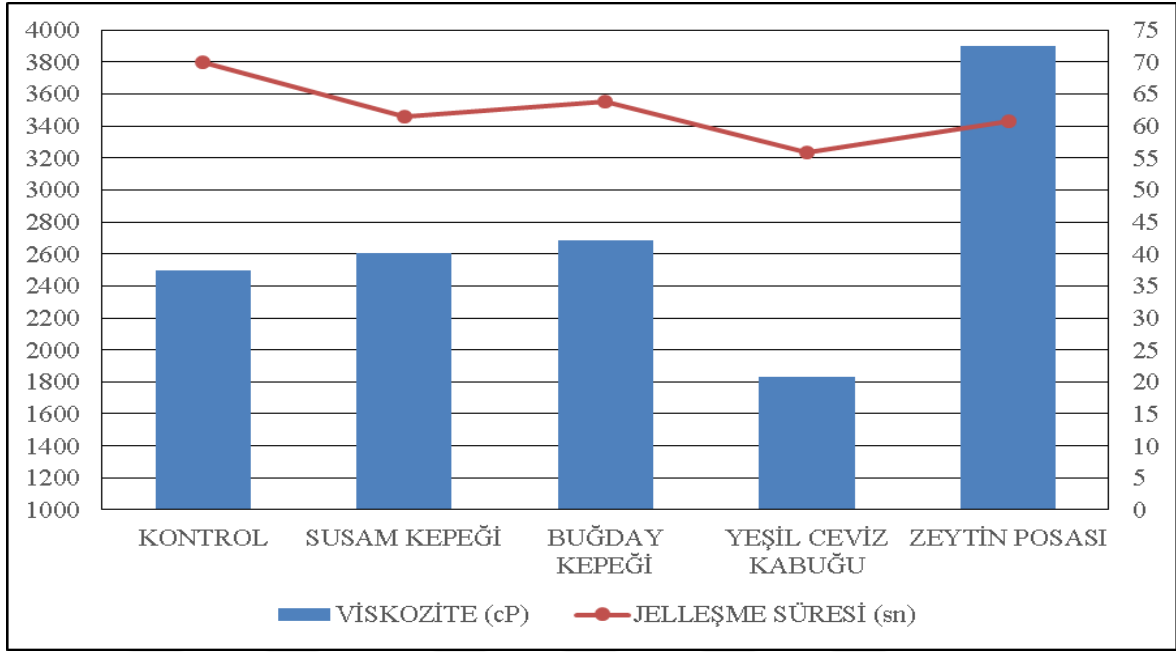
selüloz içeriği %12-40, hemiselüloz içeriği %11-33, lignin içeriği %19-44 aralığında değişmektedir (Haddadin vd., 1999; Duru, 2012; Lammi, vd., 2019; Miranda vd., 2019; Badawy & Smetanska, 2020). Çünkü dolgu maddelerinin kimyasal yapısındaki farklılıklardan abiyotik ve biyotik faktörler sorumludur. Temel abiyotik faktörler; sıcaklık, yağış/yağış şekli, rüzgar profili, ışık yoğunluğu, ışık süresi, fizyografik iken temel biyotik faktörler; toprak ekosistemini ve tarımsal verimliliği etkileyen toprak faunası ve florasıdır (mikroplar, mantarlar, protozoa, nematodlar vb.) (Kumar vd., 2020).

### **3.2. Tutkal Karışımlarının Kimyasal Özellikleri**

Bu bölümde farklı boyut ve oranlarda, farklı dolgu maddeleri kullanılarak oluşturulan tutkal karışımlarının viskozitesi, jelleşme süresi ve FTIR analizi sonuçları incelenmiştir. Sonuçlar tablolar ve şekillerle ifade edilmiştir.

#### **3.2.1. Tutkal Karışımlarının Viskozite ve Jelleşme Süreleri**

Susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının kullanıldığı tutkal karışımlarının viskozitesinde ve jelleşme süresinde meydana gelen değişimler Şekil 30 ve Tablo 6'da gösterilmiştir. Tutkal viskozitesinde meydana gelen bir değişiklik, tutkalın yayılma oranı üzerinde büyük etkiler yaratır. Yüksek viskoziteli tutkal karışımının yayılması zor olduğundan kalite ve ekonomik açıdan istenmeyen bir durumdur. Viskozite, üretim veya kullanım sırasında tutkalın polimerizasyonunun ilerlemesini ve kapsamını değerlendirmek için bir ölçüdür (Sahoo vd., 2014).



Şekil 30. Dolgu maddesi türünün tutkal karışımının viskozitesine ve jelleşme süresine etkisi

Tablo 6. Tutkal karışımında, dolgu maddesi türünün viskozite ve jelleşme süresine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Viskozite (cP) |          |                      | Jelleşme Süresi (saniye) |       |                      |
|-----------------------|----------------|----------|----------------------|--------------------------|-------|----------------------|
|                       | $\bar{X}$      | S        | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$                | S     | Homojenlik Grupları* |
| Susam Kepeği          | 2608,665       | 779,149  | A                    | 61,555                   | 6,326 | AB                   |
| Buğday Kepeği         | 2685,777       | 528,963  | A                    | 63,777                   | 4,409 | B                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 1833,222       | 251,053  | A                    | 55,777                   | 5,068 | A                    |
| Zeytin Posası         | 3902,888       | 1613,154 | B                    | 60,777                   | 3,865 | AB                   |

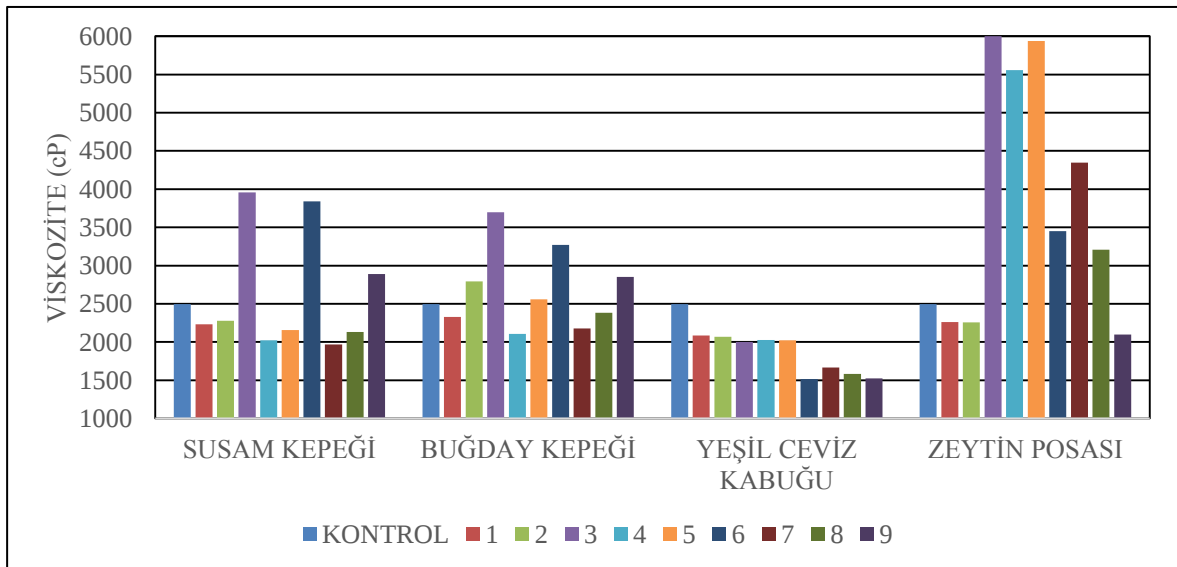
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi türünün viskoziteye etkisi kontrol grubu ile birlikte ve kontrol grubu olmadan istatistiksel olarak değerlendirildiğinde her iki analizde de zeytin posası kullanılan grubun viskozitesinin aynı homojenlik grubunda olan diğer dolgu maddesi kullanılan gruplardan yüksek olduğu görülmüştür. Bu durum zeytin posasının en yüksek lignin ve selüloz miktarına sahip olması ile açıklanabilir. Liu ve diğerlerinin (2022) yaptığı çalışmada, bitki liflerinin tüm kimyasal bileşenleri arasında ligninin, formaldehitin bağlanmasına en fazla katkıda bulunduğunu, selülozun ise daha az katkıda bulunduğunu belirtmiştir. Formaldehitin ayrıca bitki liflerindeki diğer maddelerle de (ekstraktifler, protein bileşikler, karbonhidratlar vb.) reaksiyona girdiği ifade edilmiştir (Liu vd., 2022).

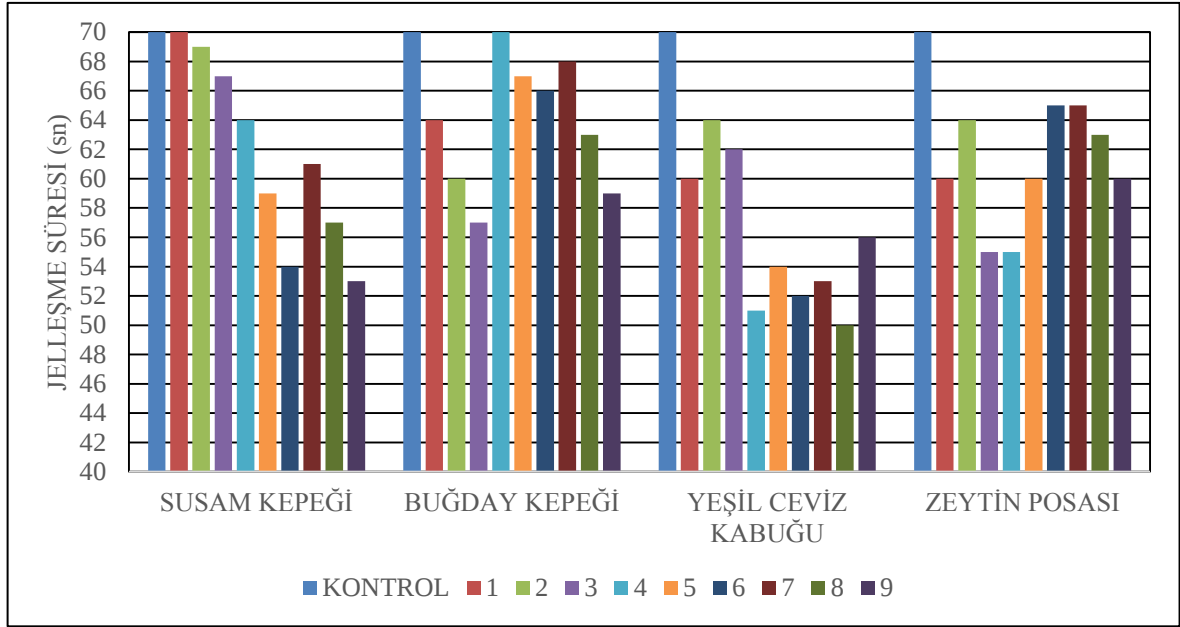
Jelleşme süresine dolgu maddesi türünün etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirildiğinde en uzun jelleşme süresinin kontrol grubunda en kısa jelleşme süresinin yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta olduğu ve aynı homojenlik grubunda yer alan diğer dolgu maddelerinin en uzun ve en kısa jelleşme süreleri arasında yer aldığı görülmüştür. Jelleşme süresine dolgu maddesi türünün etkisi kontrol grubu olmadan istatistiksel olarak incelendiğinde en uzun jelleşme süresi buğday kepeği kullanılan grupta, en kısa jelleşme süresi yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta bulunmuştur. Buğday kepeğinin en yüksek bazik tampon kapasitesine sahip olmasından dolayı jelleşme süresini uzattığı düşünülmüştür. Yeşil ceviz kabuğunun içerdiği bazik yapıdaki ekstraktif maddelerin jelleşme süresini etkilediği düşünülmektedir. Aynı homojenlik grubunda olan susam kepeği ve zeytin posası kullanılan grupların jelleşme süreleri buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların jelleşme sürelerine yakın bir değer almıştır. Kawalerczyk ve arkadaşlarına göre dolgu maddelerinin tutkal karışımlarındaki jelleşme özelliklerindeki farklılıkların nedeni, büyük olasılıkla reaktivitelerini belirleyen kimyasal bileşimlerinden kaynaklanmaktadır (Kawalerczyk vd., 2020).

Dolgu maddesi boyutunun ve oranının tutkal karışımının viskozitesine etkisi Şekil 31’de ve jelleşme süresine etkisi Şekil 32’de verilmiştir. Tablo 7’de ise dolgu maddesi türü, boyutu ve oranındaki değişimin viskozite ve jelleşme süresine etkisi verilmiştir.



\*1:100 mesh %15, 2:100 mesh %25, 3:100 mesh %50, 4:60 mesh %15, 5:60 mesh %25, 6:60 mesh %50, 7:40 mesh %15, 8:40 mesh %25, 9:40 mesh %50

Şekil 31. Dolgu maddelerinin tutkal karışımının viskozitesine etkisi



\*1:100 mesh %15, 2:100 mesh %25, 3:100 mesh %50, 4:60 mesh %15, 5:60 mesh %25, 6:60 mesh %50, 7:40 mesh %15, 8:40 mesh %25, 9:40 mesh %50

Şekil 32. Dolgu maddelerinin tutkal karışımının jelleşme süresine etkisi

Tablo 7. Dolgu maddesi türünün, boyutunun ve oranının tutkal karışımının viskozitesinde ve jelleşme süresinde meydana getirdiği değişim

| Tutkal karışım grubu | Viskozite (cP) | Jelleşme Süresi (sn) | Tutkal karışım grubu | Viskozite (cP) | Jelleşme Süresi (sn) |
|----------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------|----------------------|
| Kontrol              | 2495           | 70                   | Kontrol              | 2495           | 70                   |
| S1                   | 2232           | 70                   | C1                   | 2084           | 60                   |
| S2                   | 2280           | 69                   | C2                   | 2070           | 64                   |
| S3                   | 3958           | 67                   | C3                   | 2000           | 62                   |
| S4                   | 2022           | 64                   | C4                   | 2026           | 51                   |
| S5                   | 2158           | 59                   | C5                   | 2024           | 54                   |
| S6                   | 3842           | 54                   | C6                   | 1518           | 52                   |
| S7                   | 1968           | 61                   | C7                   | 1668           | 53                   |
| S8                   | 2130           | 57                   | C8                   | 1585           | 50                   |
| S9                   | 2888           | 53                   | C9                   | 1524           | 56                   |
| B1                   | 2329           | 64                   | Z1                   | 2262           | 60                   |
| B2                   | 2795           | 60                   | Z2                   | 2259           | 64                   |
| B3                   | 3700           | 57                   | Z3                   | 6000           | 55                   |
| B4                   | 2106           | 70                   | Z4                   | 5559           | 55                   |
| B5                   | 2561           | 67                   | Z5                   | 5939           | 60                   |
| B6                   | 3269           | 66                   | Z6                   | 3449           | 65                   |
| B7                   | 2178           | 68                   | Z7                   | 4349           | 65                   |
| B8                   | 2381           | 63                   | Z8                   | 3209           | 63                   |
| B9                   | 2853           | 59                   | Z9                   | 2100           | 60                   |

Dolgu maddesi olarak susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda dolgu maddesi boyutu küçüldükçe ve dolgu maddesi oranı arttıkça viskozite artmış iken jelleşme süresi kısalmıştır. Kawalerczyk ve diğerlerinin (2019) yapmış olduğu çalışmada yüksek

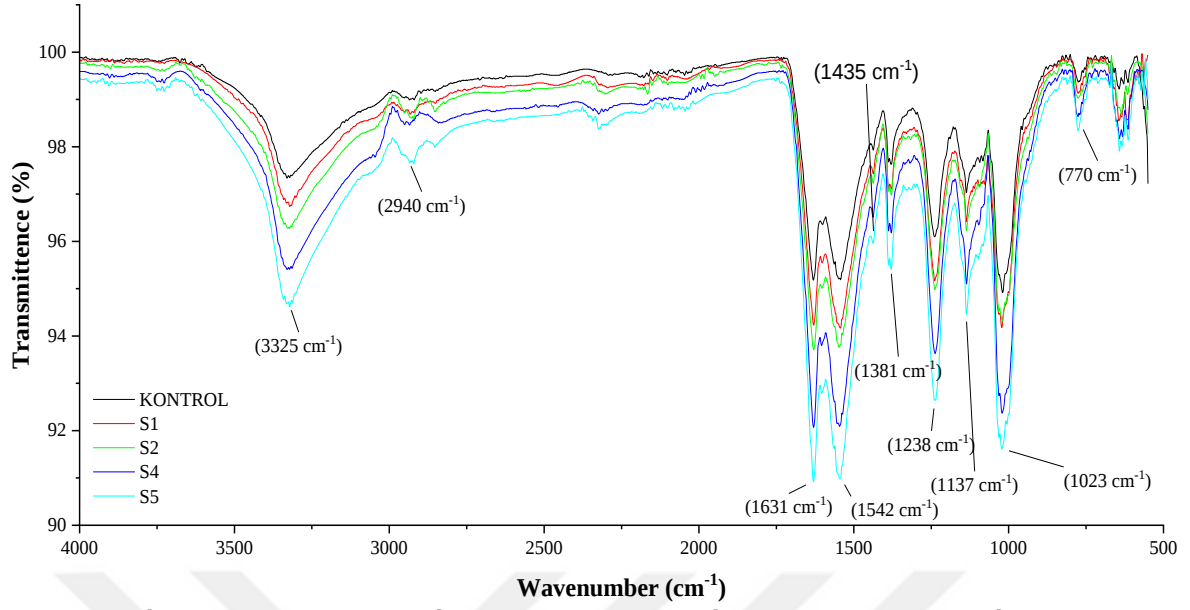
viskozitenin nedenini dolgu maddesinin içerdiği selülozun ve hemiselülozun güçlü hidrofilik özelliğinden kaynaklandığını ifade etmiştir (Kawalerczyk vd., 2019). Ayrıca Mirski ve diğerleride (2020) yapmış olduğu çalışmada viskozitedeki artışın muhtemelen küçük boyutlu parçacıklar içeren dolgu maddelerinin yoğunluğunun yüksek olması ve topak oluşumundan da kaynaklandığını belirtmiştir (Mirski vd., 2020). Öte yandan Réh ve diğerlerinin (2021) yaptığı çalışmada tutkal içindeki suyun dolgu maddesi tarafından emilmesinin tutkalın hidrofilikliğinde bir azalmaya yol açtığını ve sertleşmesi sırasında suyun buharlaşmasını önemli ölçüde yavaşlattığını belirtmiştir. Bu etkinin, normalde suyun buharlaşması sırasında tüketilen, numunenin sıcaklığında anlık bir düşüşe neden olduğu ve sertleşme sürecini yavaşlatan enerjiden tasarruf sağladığı ifade edilmiştir. Bu olgunun, dolgu maddesi oranının artması durumunda yukarıda bahsedilen numunelerin sertleşme sürecinin yavaşlamasını ortadan kaldırdığı belirlenmiştir (Réh vd., 2021). Ayrıca protein ve karbonhidratlarda bulunan hidroksil, amino ve karboksilik asit grupları gibi polar fonksiyonel grupların formaldehit ile çapraz bağlanması molekül ağırlığı ve dolayısıyla viskoziteyi artırdığı ve bunun sonucunda ağ yapısı kısa bir sürede oluştuğu için jelleşme süresinin kısaldığı çalışmalarda ifade edilmiştir (Gadhavé vd., 2017).

Dolgu maddesi olarak yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında dolgu maddesi oranının artması, viskoziteyi azaltmış ancak jelleşme süresi ile arasında ilişki kurulamamıştır. Dolgu maddesindeki küller hidrofobik karakterde olduğundan tutkal karışımının viskozitesinde etkisiz olduğu literatürde belirtilmiştir (Bekhta vd., 2019). Zeytin posası kullanıldığında 40 mesh boyutundaki (Z7, Z8, Z9) ve 60 mesh boyutundaki (Z5, Z6, Z7) grupta dolgu maddesi oranı arttıkça viskozitenin azaldığı, 100 mesh boyutundaki (Z1, Z2, Z3) grupta ise dolgu maddesi oranı arttıkça viskozitenin arttığı belirlenmiştir. Zeytin posası kullanılan grupların jelleşme süreleri arasında ilişki kurulamamıştır. Bunun nedeninin zeytin posasının farklı yapılara sahip çekirdek ve meyve artığından oluştuğu düşünülmektedir. Ayrıca Gadhavé ve diğerlerinin (2017) yaptığı çalışmada, etanolde ve suda çözünebilen ekstraktifler, pH, tampon kapasitesi ve katalizörün üre formaldehit tutkalının jelleşme süresini güçlü bir şekilde etkilediği ifade edilmiştir (Gadhavé vd., 2017). Bunların dışında lignoselülozik malzemelerin kimyasal özelliklerinin sadece kimyasal bileşimleriyle belirlenmediği, büyük ölçüde malzemenin supramoleküler yapısına, nano yapısına ve mikro yapısına da bağlı olduğu bilinmektedir. Dahası, reaktivitede önemli bir artış yalnızca nano seviyede meydana gelmez. Yalnızca diskli değirmende öğütüldüğünde bile bileşenlerin reaktivitesi onlarca kat artabilir (Bekhta vd., 2019).

Z3, Z4, Z5 grupları 5000-6000 cP arasında iken C6, C7, C8 ve C9 grupları 2000 cP değerinin altındadır. Tutkallama makinesi için viskozite değerleri 2.000 – 4.000 cP ve tutkal rulosu veya spatula ile manuel uygulama için 5.000–8.000 cP dir. Yetersiz bir viskozite, tutkalın kaplama yüzeyine aşırı nüfuz etmesine yol açar ve dolayısıyla yetersiz bir bağlanma hattı oluşturur. Aşırı viskozite tutkalın kaplama yüzeyinde kalmasına neden olur ve yapışma kalitesini düşürür (Hogger vd.,2021).

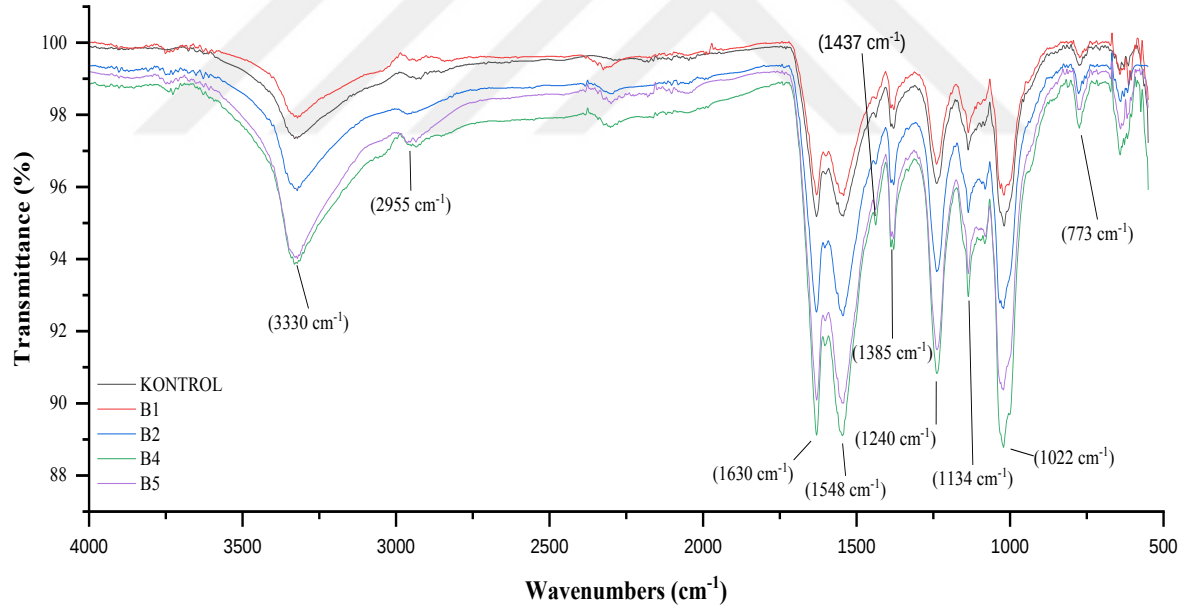
### **3.2.2. Tutkal Karışımlarının FTIR Analizi**

FTIR Spektroskopisi, diğer spektroskopilerde olduğu gibi moleküllerin ya da atomların elektromanyetik ışınla etkileşmesine dayanan, farklı fonksiyonel grupların bulunup bulunmadığını basit ve hızlı bir şekilde tespit etmek için kullanılan aletli tekniklerden biridir (Turhan, 2008). Üre formaldehit tutkal karışımına ilave edilen dolgu maddelerinin (susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu, zeytin posası) üre formaldehit tutkalı ile kimyasal etkileşimlerini izlemek için FTIR spektroskopisinden yararlanılmıştır. Sadece fiziksel ve mekanik testlerde iyi sonuç veren oran ve boyuttaki (100 mesh %15, %25 ve 60 mesh %15, %25 ) dolgu maddelerinin FTIR analizi yapılmıştır. Üre formaldehit tutkalının susam kepeği ile etkileşimi Şekil 33, buğday kepeği ile etkileşimi Şekil 34, yeşil ceviz kabuğu ile etkileşimi Şekil 35 ve zeytin posası ile etkileşimi Şekil 36’da verilmiştir.



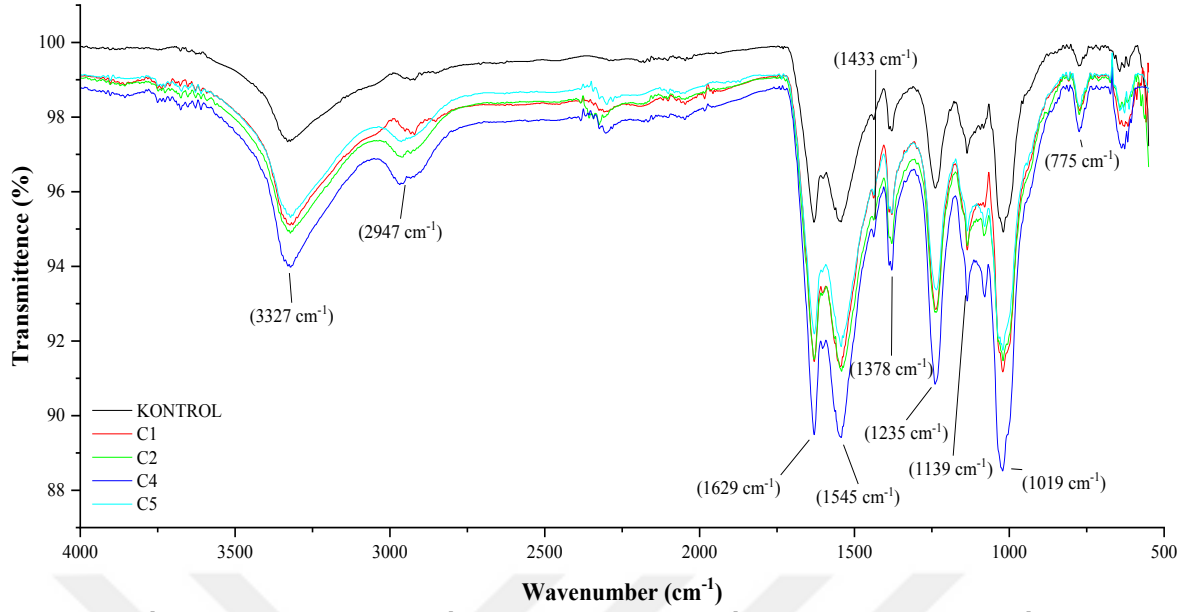
\*S1:100 mesh %15 oranını, S2:100 mesh %25 oranını, S4:60 mesh %15 oranını, S5: 60 mesh %25 oranını temsil etmektedir.

Şekil 33. Susam kepeği kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu



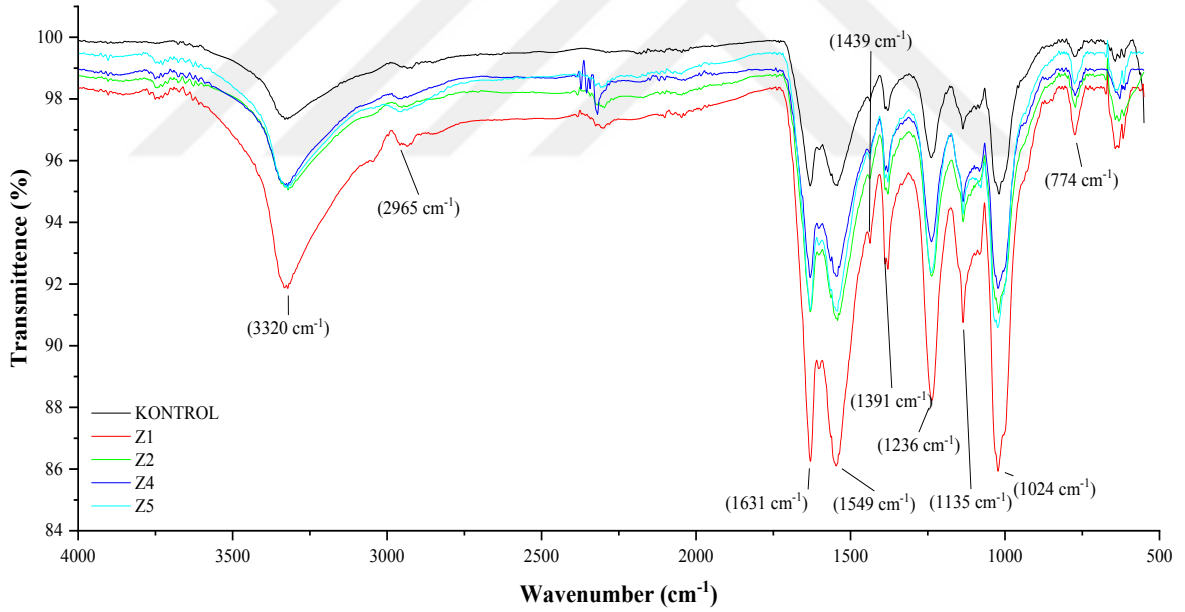
\*B1:100 mesh %15 oranını, B2:100 mesh %25 oranını, B4:60 mesh %15 oranını, B5: 60 mesh %25 oranını temsil etmektedir.

Şekil 34. Buğday kepeği kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu



\*C1:100 mesh %15 oranını, C2:100 mesh %25 oranını, C4:60 mesh %15 oranını, C5: 60 mesh %25 oranını temsil etmektedir.

Şekil 35. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu



\*Z1:100 mesh %15 oranını, Z2:100 mesh %25 oranını, Z4:60 mesh %15 oranını, Z5: 60 mesh %25 oranını temsil etmektedir.

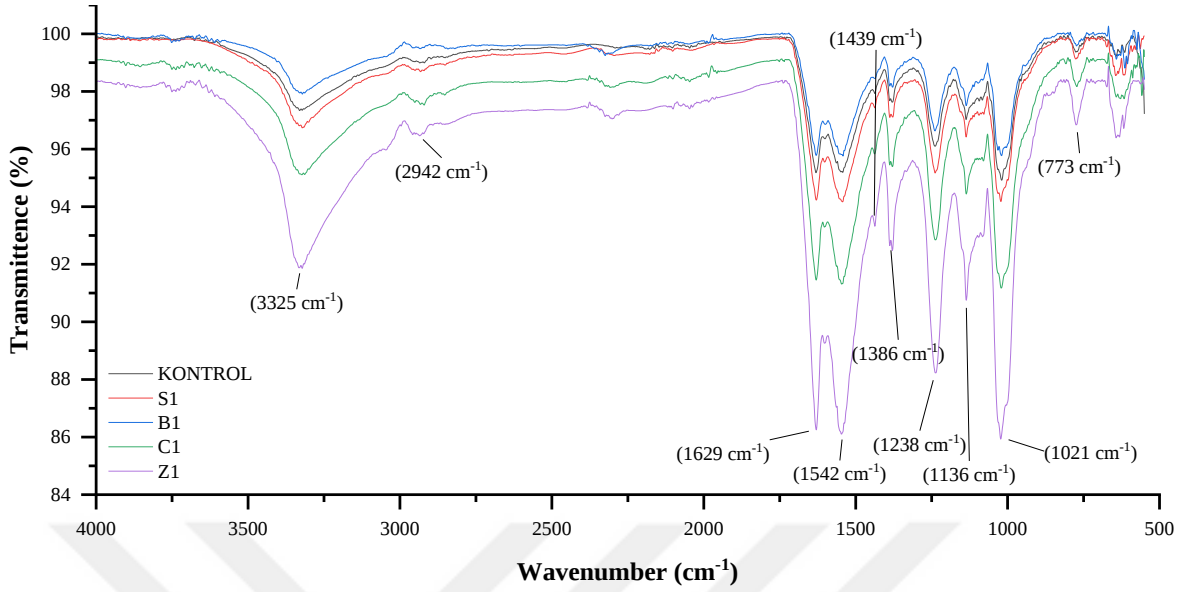
Şekil 36. Zeytin posası kullanılan üre formaldehit tutkal karışımının FTIR spektrumu

Kontrol (Üre formaldehit tutkal karışımı) tutkalına yapılan FTIR analizinde: 3331-3320  $\text{cm}^{-1}$  deki geniş absorpsiyon bantları O-H ve N-H fonksiyonel gruplarını, 2966-2850  $\text{cm}^{-1}$  deki absorpsiyon piki  $-\text{CH}_2$  'nin simetrik gerilme titreşimlerini, 1631-1629  $\text{cm}^{-1}$  daki pik birincil amidlere ait C=O' nın güçlü absorpsiyonunu, 1549-1541  $\text{cm}^{-1}$  deki pik ikincil

amidlerin C-N gerilmelerini, 1439-1433  $\text{cm}^{-1}$  deki bant metilen köprüsündeki  $-\text{CH}_2$  fonksiyonel grubunu, 1391-1376  $\text{cm}^{-1}$  daki bant  $-\text{CH}_2$  -N'nin C-N tekli bağ gerilmesini, 1240-1235  $\text{cm}^{-1}$  deki pik tersiyer amindeki C-N ve N-H' in gerilmesini, 1139-1134  $\text{cm}^{-1}$  deki pik alifatik eter bağlarındaki C-O' in gerilmesini, 1024-1019  $\text{cm}^{-1}$  deki pik eter bağlarının C-O gerilmesiyle birleştirilmiş hidroksimetil grubunun O-H gerilmesini, 775-772  $\text{cm}^{-1}$  deki pik İkincil alifatik aminlerin N-H gerilmesini temsil etmektedir (Liu vd., 2020; Manciualea vd., 2015).

Dolgu maddesi kullanılan tutkal karışımlarının piklerin geçirgenliklerini azalttığı görülmüştür. Susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan tutkal karışımlarında genel olarak piklerin geçirgenliği dolgu maddesi boyutunun ve oranının artması ile azalmıştır. Ancak zeytin posası kullanılan tutkal karışımının piklerindeki azalma dolgu maddesi oranı ve boyutu ile ilişkilendirilememiştir. Bu durumun zeytin posasının farklı kimyasal yapılara sahip meyve artığı ve çekirdeğe sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolgu maddeleri selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşan lignoselülozik atıklardır. Selüloz, glikozidik bağlar ve az miktarda karboksil içeren hidroksil gruplarından oluşurken, hemiselüloz ve lignin, karboksil grubu ile eter bağlarından oluşur. Dolgu maddelerinin FTIR spektrumlarında C-O, C=C ve C-C-O titreşimsel gerilmesine karşılık gelen IR absorpsiyon bandı 1024  $\text{cm}^{-1}$  ve 1019  $\text{cm}^{-1}$  aralığında gözlenirken. 1134  $\text{cm}^{-1}$  ve 1139  $\text{cm}^{-1}$  aralığında selüloz I ve selüloz II için  $\beta$  glikosidik bağın C-O-C halkası titreşimsel gerilmesi gözlenmiştir. 1240  $\text{cm}^{-1}$  ve 1235  $\text{cm}^{-1}$  aralığındaki bant lignindeki siringil halkasını ve C-O gerilmesini, 1629  $\text{cm}^{-1}$  ve 1631  $\text{cm}^{-1}$  aralığında ligninin konjuge karbonilindeki C=O gerilme titreşimini, 2966  $\text{cm}^{-1}$  ve 2850  $\text{cm}^{-1}$  aralığında ise lignoselülozik bileşenlerin C-H gerilmesi görülmektedir. Ayrıca 3331  $\text{cm}^{-1}$  ve 3320  $\text{cm}^{-1}$  aralığındaki bandın dolgu maddelerindeki polifenolik bileşikler ile tutkalda bulunan formaldehit arasındaki reaksiyondan kaynaklanan molekül içi OH grubunu gösterdiği farklı çalışmalarda belirtilmiştir (Chiang vd., 2016; Mohamed vd., 2022).

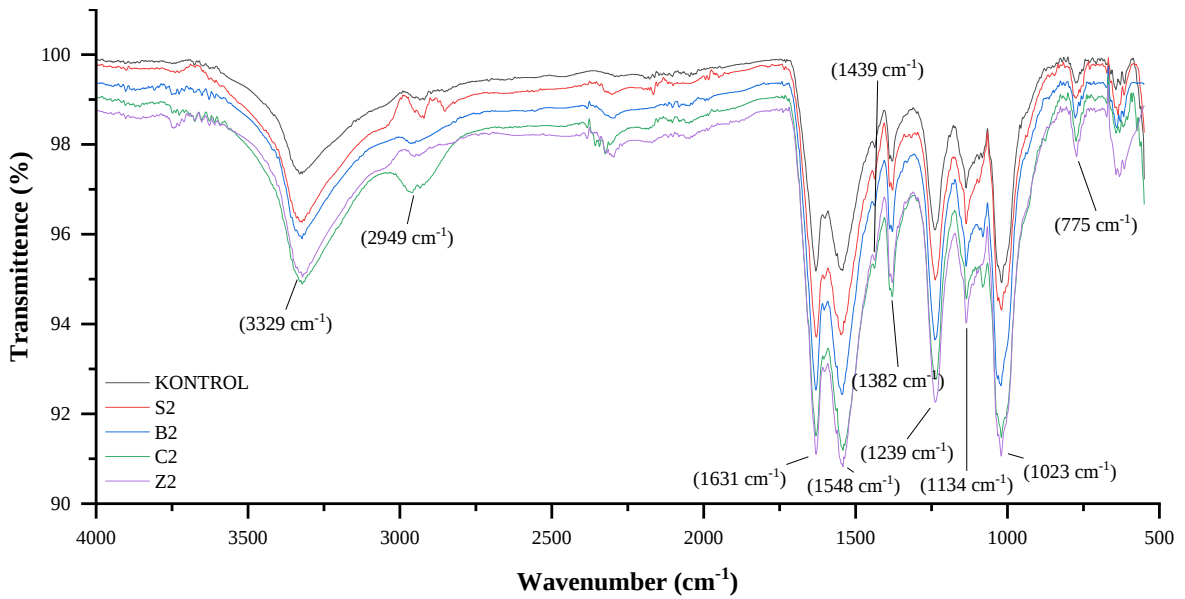
Dolgu maddesi türünün üre formaldehit tutkalının kimyasal yapısına etkisi FTIR spektrumları ile belirlenmiştir. S1, B1, C1 ve Z1 (100 mesh boyutunda ve %15 oranında) gruplarının üre formaldehit tutkalına etkisi Şekil 37; S2, B2, C2 ve Z2 (100 mesh boyutunda ve %25 oranında) gruplarının üre formaldehit tutkalına etkisi Şekil 38; S4, B4, C4 ve Z4 (60 mesh boyutunda ve %15 oranında) gruplarının üre formaldehit tutkalına etkisi Şekil 39; S5, B5, C5 ve Z5 (100 mesh boyutunda ve %15 oranında) gruplarının üre formaldehit tutkalına etkisi Şekil 40'ta gösterilmiştir.



\*S1/B1/C1/Z1: 100 mesh boyutunda %15 oranında

Şekil 37. S1, B1, C1 ve Z1 gruplarının FTIR spektrumu

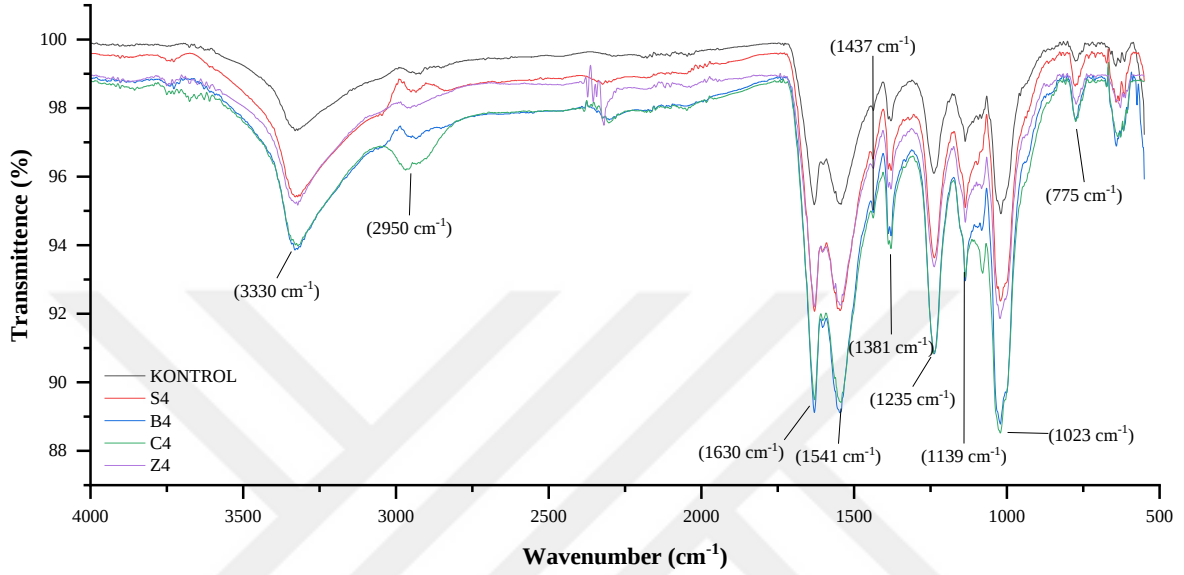
S1, B1, C1 ve Z1 gruplarının FTIR spektrumları incelendiğinde üre formaldehit tutkalı ile en yüksek etkileşimin Z1 grubunda en düşük etkileşimin ise S1 grubunda olduğu görülmüştür. C1 grubunun tutkalın kimyasal yapısına etkisi en yüksek ve en düşük etkileşimler arasında iken B1 grubunun tutkalın kimyasal yapısını etkilemediği belirlenmiştir.



\*S2/B2/C2/Z2: 100 mesh boyutunda %25 oranında

Şekil 38. S2, B2, C2 ve Z2 gruplarının FTIR spektrumu

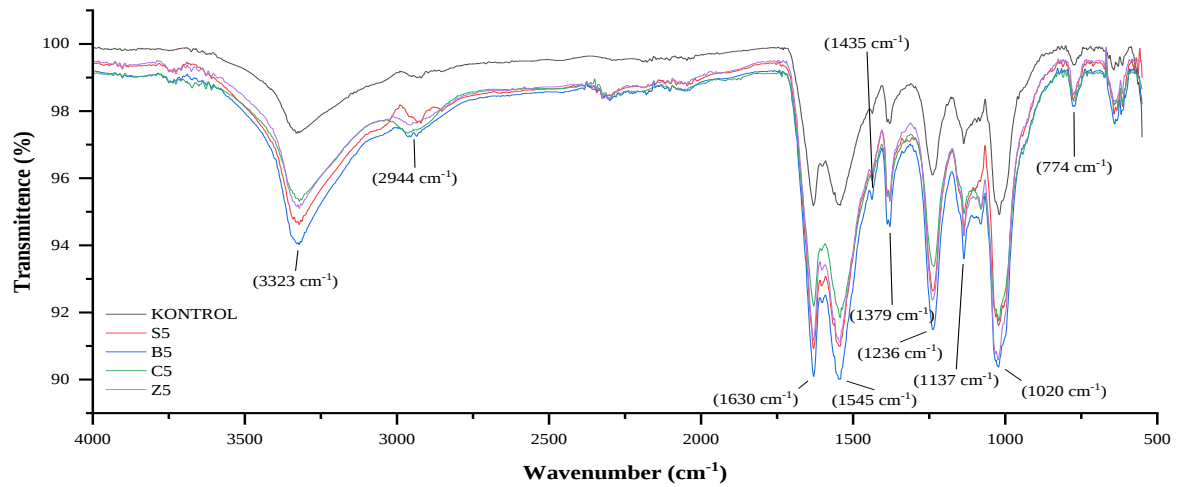
S2, B2, C2 ve Z2 gruplarının FTIR spektrumları değerlendirildiğinde üre formaldehit tutkalı ile en yüksek etkileşimin C2 ve Z2 gruplarında en düşük etkileşimin S2 grubunda olduğu tespit edilmiştir. B2 grubunun tutkal ile etkileşimi ise en yüksek ve en düşük etkileşimler arasında yer almıştır.



\*S4/B4/C4/Z4: 60 mesh boyutunda %15 oranında

Şekil 39. S4, B4, C4 ve Z4 gruplarının FTIR spektrumu

S4, B4, C4 ve Z4 gruplarının FTIR spektrumlarına bakıldığında C4 ve B4 gruplarının üre formaldehit tutkalı ile etkileşiminin S4 ve Z4 gruplarından daha yüksek olduğu görülmüştür.



\*S5/B5/C5/Z5: 60 mesh boyutunda %25 oranında

Şekil 40. S5, B5, C5 ve Z5 gruplarının FTIR spektrumu

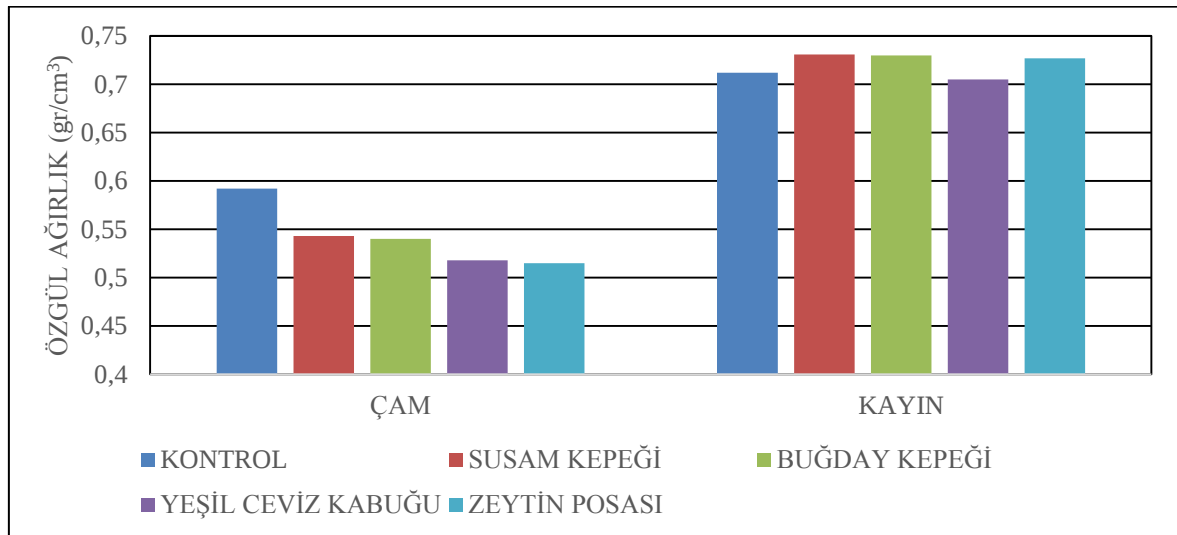
S5, B5, C5 ve Z5 gruplarının FTIR spektrumları incelendiğinde ise S5, B5, C5 ve Z5 gruplarının üre formaldehit tutkalı ile etkileşimlerinin birbirine yakın olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddesi boyutu arttıkça tutkal ve dolgu maddesi arasındaki etkileşimler birbirine yaklaşmıştır.

### 3.3. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri

Bu bölümde dolgu maddelerinin kontrplakların özgül ağırlığına, denge rutubet miktarına, kalınlık artışına ve su alma oranına etkisi istatistiksel olarak incelenmiş, tablolar ve şekiller ile açıklanmıştır.

#### 3.3.1. Özgül Ağırlık

Tutkal karışımında kullanılan dolgu maddesi türünün ve boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkileri basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması ve homojenlik gruplarının tespiti için Student-Newman-Keuls testi kullanılmıştır. Testlerde 25'er adet örnek kullanılmıştır. İstatistiksel olarak uç değerlere sahip örnekler ortalamaya katılmamıştır. Dolgu maddesi türünün özgül ağırlığına etkisi Şekil 41 ve Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 41. Dolgu maddesi türünün kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 8. Dolgu maddesi türünün kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                               | 0,282 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Susam Kepeği          | 0,543                               | 0,498 | B                    | 0,731           | 0,019 | B                    |
| Buğday Kepeği         | 0,540                               | 0,474 | B                    | 0,730           | 0,017 | B                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 0,518                               | 0,377 | A                    | 0,705           | 0,022 | A                    |
| Zeytin Posası         | 0,515                               | 0,334 | A                    | 0,727           | 0,020 | B                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

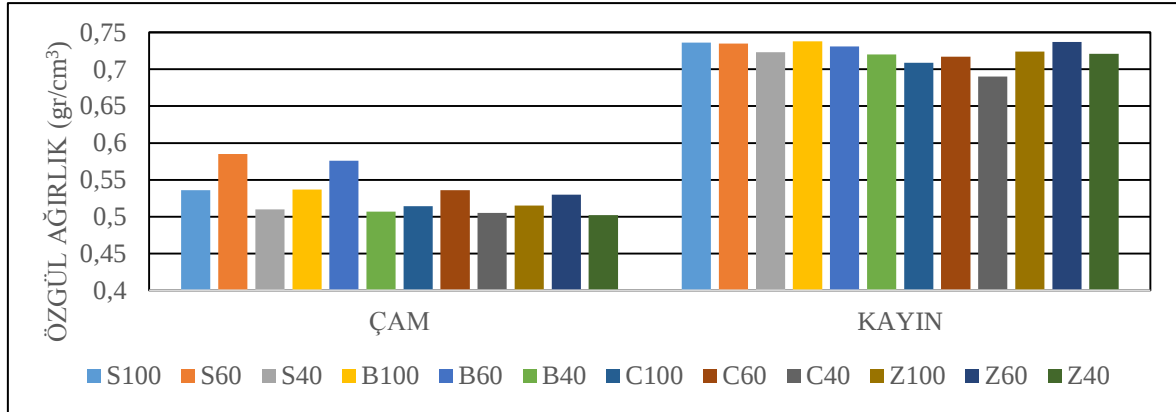
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Kayın kontrplakların özgül ağırlığının çam kontrplakların özgül ağırlığından büyük olduğu belirlenmiştir. Literatürde, kontrplakların özgül ağırlığının üretildiği ağacın özgül ağırlığına bağlı olduğu ifade edilmiştir (Özen, 1981). Ağacın özgül ağırlığını hücre çeperinin çapı, hücre çeper kalınlığı, hücre uzunluğu ve çeşitli hücre tiplerinin odun hacmindeki oranı etkilemektedir. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlarda özgül ağırlığın dipten yukarı doğru azaldığı ve özden çevreye doğru arttığı genel bir kaidedir. Geniş yapraklı ağaçların kayın gibi dağınık traheli türlerinde ise özgül ağırlık traheler ve lifler arasındaki orana bağlıdır. Dağınık traheli türlerde özden çevreye doğru özgül ağırlık artarken dipten yukarıya doğru artabilir veya azalabilir (Erdin & Bozkurt, 2013).

Kontrplakların özgül ağırlığına dolgu maddesi türünün etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda dolgu maddesi kullanılan grupların özgül ağırlığının kontrol grubundan küçük olduğu belirlenmiştir. Çam kontrplakların özgül ağırlıkları dolgu maddesi kullanılan gruplar arasında değerlendirildiğinde aynı homojenlik grubunda yer alan susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan grupların özgül ağırlıklarının aynı homojenlik grubunda bulunan yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan grupların özgül ağırlıklarından büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda aynı homojenlik grubunda yer alan susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası içeren gruplarının özgül ağırlıklarının kontrol ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların özgül ağırlığından büyük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunun istatistiksel analizden çıkarılması dolgu maddelerinin arasındaki ilişkiyi değiştirmemiştir. Literatürde dolgu maddesinin kontrplakların özgül ağırlığına etkisi olduğu belirtilmiştir (Özen, 1981). Yapıştırıcı madde ile ilgili bazı

etmenlerin de özgül ağırlığın oluşmasında etkisi olduğu literatürde belirtilmiştir (Özen, 1981).

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi Şekil 42, Tablo 9’da gösterilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türlerini temsil etmektedir.

Şekil 42. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 9. Dolgu maddesi boyutunun özgül ağırlığa etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) |        |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------|--------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik grupları* |
| S100                  | 0,536                  | 0,045  | B                    | 0,736           | 0,020 | B                    |
| S60                   | 0,585                  | 0,037  | C                    | 0,735           | 0,018 | B                    |
| S40                   | 0,510                  | 0,032  | A                    | 0,723           | 0,015 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) |        |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 0,537                  | 0,0384 | B                    | 0,738           | 0,013 | B                    |
| B60                   | 0,576                  | 0,0411 | C                    | 0,731           | 0,017 | B                    |
| B40                   | 0,507                  | 0,0347 | A                    | 0,720           | 0,015 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) |        |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 0,514                  | 0,0366 | A                    | 0,709           | 0,025 | B                    |
| C60                   | 0,536                  | 0,033  | B                    | 0,717           | 0,012 | C                    |
| C40                   | 0,505                  | 0,036  | A                    | 0,690           | 0,019 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) |        |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 0,515                  | 0,026  | A                    | 0,724           | 0,018 | A                    |
| Z60                   | 0,530                  | 0,028  | B                    | 0,737           | 0,019 | B                    |
| Z40                   | 0,502                  | 0,038  | A                    | 0,721           | 0,021 | A                    |

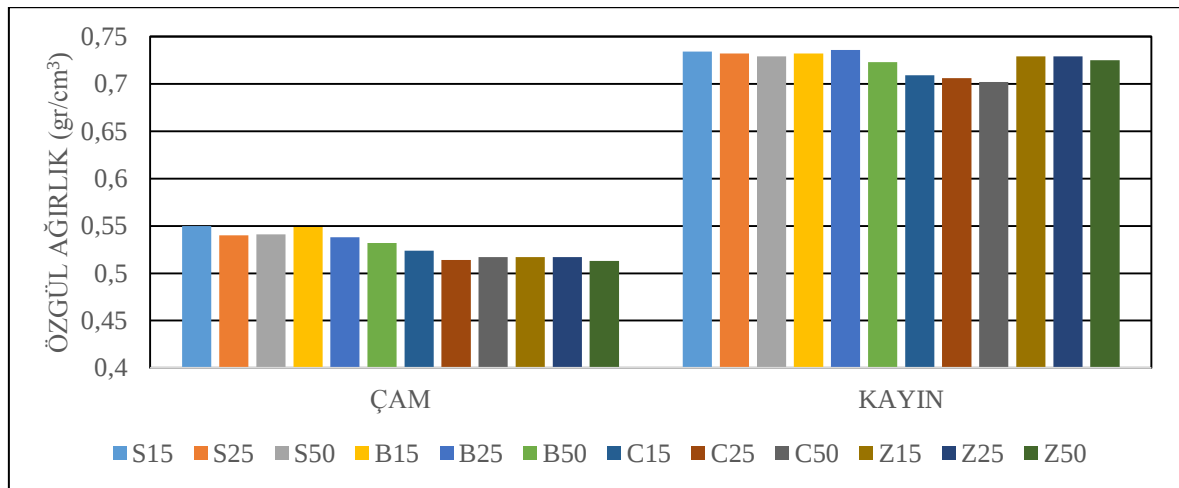
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların özgül ağırlığına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda en büyük özgül ağırlık 60 mesh boyutundaki grupta görülürken en küçük özgül ağırlık 40 mesh boyutundaki grupta görülmüştür. 100 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığı ise 60 ve 100 mesh boyutundaki grupların arasında yer almıştır. Yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan gruplarda 60 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığının aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlıklarından büyük olduğu belirlenmiştir.

Kayın kontrplakların özgül ağırlıklarına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlıklarının 40 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığından büyük olduğu görülmüştür. Dolgu maddesi olarak yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük özgül ağırlık değeri 60 mesh boyutundaki grupta, en küçük özgül ağırlık 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. 100 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığının 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlıkları arasında olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddesi olarak zeytin posası kullanıldığında ise aynı homojenlik grubunda yer alan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlıklarının 60 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığından küçük olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığında meydana getirdiği değişim Şekil 43, Tablo 10'da ifade edilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 43. Dolgu maddesi oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 10. Dolgu maddesi oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

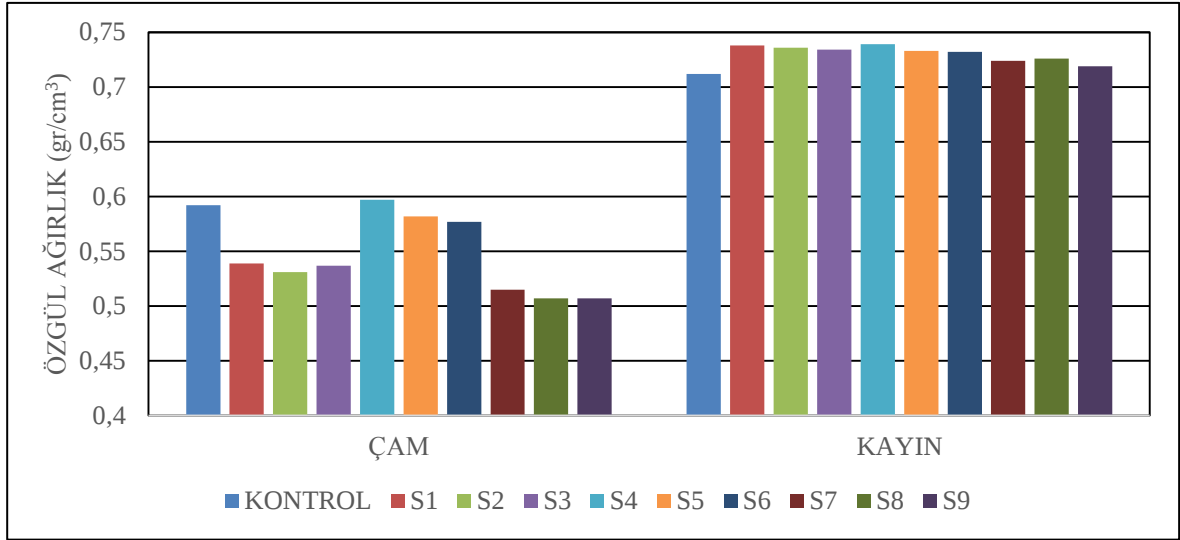
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 0,550                               | 0,044 | A                    | 0,734           | 0,017 | A                    |
| S25                   | 0,540                               | 0,060 | A                    | 0,732           | 0,022 | A                    |
| S50                   | 0,541                               | 0,043 | A                    | 0,729           | 0,018 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 0,549                               | 0,052 | A                    | 0,732           | 0,016 | B                    |
| B25                   | 0,538                               | 0,042 | A                    | 0,736           | 0,015 | B                    |
| B50                   | 0,532                               | 0,047 | A                    | 0,723           | 0,019 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 0,524                               | 0,038 | A                    | 0,709           | 0,025 | A                    |
| C25                   | 0,514                               | 0,032 | A                    | 0,706           | 0,022 | A                    |
| C50                   | 0,517                               | 0,042 | A                    | 0,702           | 0,021 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 0,517                               | 0,031 | A                    | 0,729           | 0,015 | A                    |
| Z25                   | 0,517                               | 0,030 | A                    | 0,729           | 0,024 | A                    |
| Z50                   | 0,513                               | 0,040 | A                    | 0,725           | 0,023 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında, kayın kontrplaklarda susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların özgül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Ancak kayın kontrplaklarda buğday kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların özgül ağırlığının %50 oranındaki grubun özgül ağırlığından büyük olduğu belirlenmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına susam kepeğinin etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda aynı homojenlik grubunda olan kontrol, S4, S5 S6 gruplarının özgül ağırlığının aynı homojenlik grubunda bulunan S1, S2, S3, S6, S7, S8 ve S9 gruplarının özgül ağırlığından büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda ise en büyük özgül ağırlık aynı homojenlik grubunda yer alan S1, S2, S3, S4, S5 ve S6 gruplarında iken en küçük özgül ağırlık kontrol grubunda elde edilmiştir. Çam ve kayın Kontrplakların özgül ağırlığına susam kepeği oranının etkisi Şekil 44, Tablo 11’de gösterilmiştir.



Şekil 44. Susam kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 11. Susam kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| S1                    | 0,539                              | 0,030 | A                    | 0,738           | 0,018 | B                    |
| S2                    | 0,531                              | 0,071 | A                    | 0,736           | 0,026 | B                    |
| S3                    | 0,537                              | 0,021 | A                    | 0,734           | 0,016 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | A                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| S4                    | 0,597                              | 0,020 | A                    | 0,739           | 0,017 | B                    |
| S5                    | 0,582                              | 0,048 | A                    | 0,733           | 0,019 | B                    |
| S6                    | 0,577                              | 0,036 | A                    | 0,732           | 0,019 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| S7                    | 0,515                              | 0,032 | A                    | 0,724           | 0,011 | A                    |
| S8                    | 0,507                              | 0,029 | A                    | 0,726           | 0,017 | A                    |
| S9                    | 0,507                              | 0,037 | A                    | 0,719           | 0,015 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

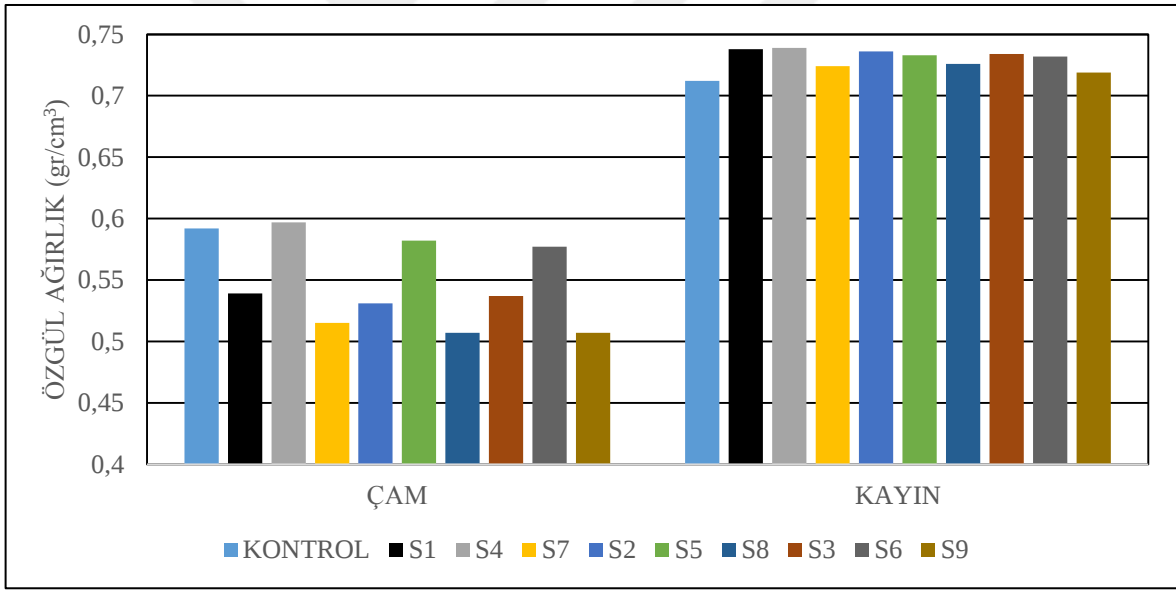
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Susam kepeği oranının çam kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığının aynı homojenlik grubunda olan S1, S2 ve S3 gruplarının özgül ağırlıklarından büyük olduğu görülmüştür. 2. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığı ile aynı homojenlik grubunda olan S4, S5 ve S6 gruplarının

özgül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan S7, S8 ve S9 gruplarının özgül ağırlıklarının kontrol grubunun özgül ağırlığından küçük olduğu görülmüştür.

Susam kepeği oranının kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığının, aynı homojenlik grubunda bulunan S1, S2 ve S3 gruplarının özgül ağırlığından küçük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan S4, S5 ve S6 gruplarının özgül ağırlıklarının, kontrol grubunun özgül ağırlığından büyük olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığı ile aynı homojenlik grubunda bulunan S7, S8 ve S9 gruplarının özgül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır.

Susam kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi Şekil 45, Tablo 12’de verilmiştir.



Şekil 45. Susam kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 12. Susam kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| S1                    | 0,539                                           | 0,030 | B                    | 0,738           | 0,018 | C                    |
| S4                    | 0,597                                           | 0,020 | C                    | 0,739           | 0,017 | C                    |
| S7                    | 0,515                                           | 0,032 | A                    | 0,724           | 0,011 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| S2                    | 0,531                                           | 0,071 | A                    | 0,736           | 0,026 | B                    |
| S5                    | 0,582                                           | 0,048 | B                    | 0,733           | 0,019 | B                    |
| S8                    | 0,507                                           | 0,029 | A                    | 0,726           | 0,017 | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| S3                    | 0,537                                           | 0,021 | B                    | 0,734           | 0,016 | B                    |
| S6                    | 0,577                                           | 0,036 | C                    | 0,732           | 0,019 | B                    |
| S9                    | 0,507                                           | 0,037 | A                    | 0,719           | 0,015 | A                    |

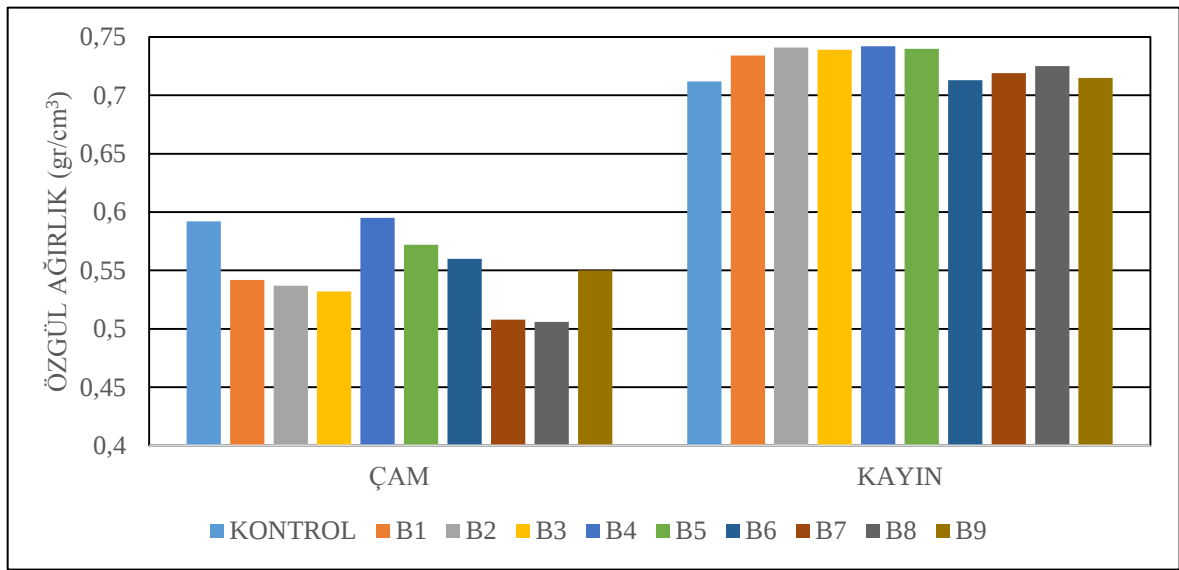
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların özgül ağırlığına susam kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en büyük özgül ağırlık aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve S4 gruplarında, en küçük özgül ağırlık S7 grubunda elde edilmiştir. S1 grubunun özgül ağırlığı en büyük ve en küçük özgül ağırlıklar arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve S5 gruplarının özgül ağırlıklarının aynı homojenlik grubunda bulunan S2 ve S8 gruplarının özgül ağırlıklarından büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve S6 gruplarının özgül ağırlığının en yüksek, S9 grubunun özgül ağırlığının en düşük olduğu belirlenmiştir. S3 grubunun özgül ağırlığı ise en yüksek ve en düşük özgül ağırlığa sahip grupların arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların özgül ağırlığı üzerine susam kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en büyük özgül ağırlık S1 ve S4 gruplarında, en küçük özgül ağırlık kontrol grubunda tespit edilmiştir. S7 grubunun özgül ağırlığı en büyük ve en küçük özgül ağırlığa sahip gruplar arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan S2 ve S5 gruplarının özgül ağırlığının kontrol grubunun özgül ağırlığından büyük olduğu belirlenmiştir. S8 grubunun özgül ağırlığı en büyük ve en küçük özgül ağırlığa sahip gruplara yakın bir değer almıştır.

Buğday kepeğinin çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük özgül ağırlık değeri aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve B4 gruplarında, en küçük özgül ağırlık değeri aynı homojenlik grubunda yer alan B7, B8 ve B9 gruplarında elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda ise en büyük özgül ağırlık aynı homojenlik grubunda bulunan B2, B3, B4 ve B5 gruplarında iken en küçük özgül ağırlık aynı homojenlik grubunda olan B6, B7, B9 ve kontrol grubunda elde edilmiştir. Buğday kepeği oranındaki değişiminin çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi Şekil 46, Tablo 3'te, verilmiştir.



Şekil 46. Buğday kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 13. Buğday kepeği oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analiz sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| B1                    | 0,542                                           | 0,041 | A                    | 0,734           | 0,012 | B                    |
| B2                    | 0,537                                           | 0,029 | A                    | 0,741           | 0,010 | B                    |
| B3                    | 0,532                                           | 0,044 | A                    | 0,739           | 0,017 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | A                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| B4                    | 0,595                                           | 0,034 | A                    | 0,742           | 0,011 | B                    |
| B5                    | 0,572                                           | 0,043 | A                    | 0,740           | 0,011 | B                    |
| B6                    | 0,560                                           | 0,038 | A                    | 0,713           | 0,014 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| B7                    | 0,508                                           | 0,039 | A                    | 0,719           | 0,014 | A                    |
| B8                    | 0,506                                           | 0,022 | A                    | 0,725           | 0,018 | A                    |
| B9                    | 0,505                                           | 0,041 | A                    | 0,715           | 0,012 | A                    |

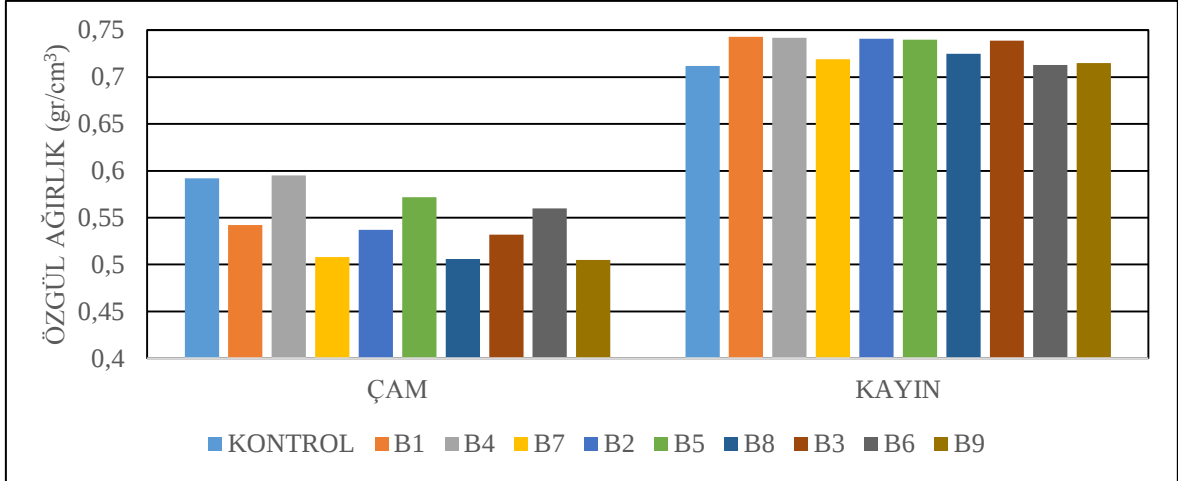
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların özgül ağırlığına buğday kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığının, aynı homojenlik grubunda yer alan B1, B2 ve B3 gruplarının özgül ağırlıklarından büyük olduğu görülmüştür. 2. Analizde ise kontrol grubunun özgül ağırlığı ile aynı homojenlik grubunda olan B4, B5 ve B6 gruplarının özgül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir. 3. Analizde ise kontrol grubunun özgül ağırlığının, aynı homojenlik grubunda bulunan B1, B2 ve B3 gruplarının özgül ağırlıklarından büyük olduğu tespit edilmiştir.

Kayın kontrplakların özgül ağırlığına buğday kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığının, aynı homojenlik grubunda olan B1, B2 ve B3 gruplarının özgül ağırlıklarından düşük olduğu görülmüştür. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve B6 gruplarının özgül ağırlıklarının, aynı homojenlik grubunda olan B4 ve B5 gruplarının özgül ağırlıklarından küçük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde kontrol grubunun özgül ağırlığı ile B7, B8 ve B9 gruplarının özgül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Buğday kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi Şekil 47, Tablo14'te verilmiştir.



Şekil 47. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 14. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 1.Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                             | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| B1                    | 0,542                             | 0,041 | B                    | 0,743           | 0,012 | B                    |
| B4                    | 0,595                             | 0,349 | C                    | 0,742           | 0,011 | B                    |
| B7                    | 0,508                             | 0,393 | A                    | 0,719           | 0,014 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 2.Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                             | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| B2                    | 0,537                             | 0,029 | B                    | 0,741           | 0,010 | C                    |
| B5                    | 0,572                             | 0,043 | C                    | 0,740           | 0,011 | C                    |
| B8                    | 0,506                             | 0,022 | A                    | 0,725           | 0,018 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 3.Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                             | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| B3                    | 0,532                             | 0,044 | A                    | 0,739           | 0,017 | B                    |
| B6                    | 0,560                             | 0,038 | B                    | 0,713           | 0,014 | A                    |
| B9                    | 0,505                             | 0,041 | A                    | 0,715           | 0,012 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

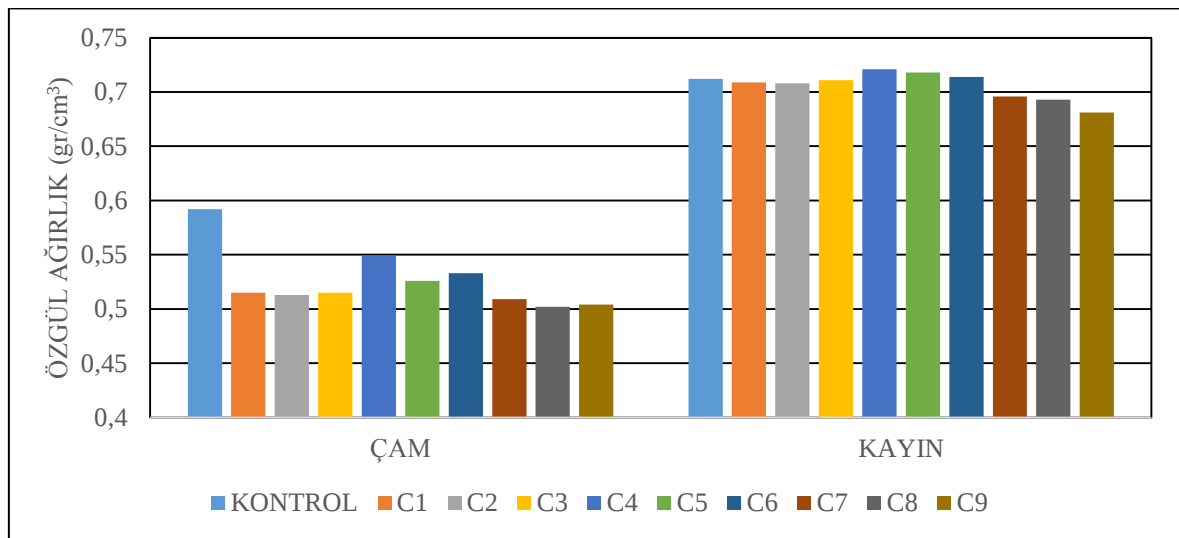
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplaklarda buğday kepeği boyutunun özgül ağırlığa etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde B7 grubunun en düşük özgül ağırlığa, aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve B4 gruplarının en yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu görülmüştür. B1 grubunun özgül ağırlığı en yüksek ve en düşük özgül ağırlığa sahip gruplar arasında yer almıştır. 2. Analizde B8 grubunun en düşük özgül ağırlığa, aynı homojenlik grubunda olan

kontrol ve B5 gruplarının en yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu görülmüştür. B2 grubunun özgül ağırlığı en yüksek ve en düşük özgül ağırlığına sahip gruplar arasında yer almıştır. 3. Analizde ise en düşük özgül ağırlık değeri aynı homojenlik grubunda olan B3 ve B9 gruplarında, en büyük özgül ağırlık kontrol grubunda bulunmuştur. B6 grubunun özgül ağırlığı ise en büyük ve en küçük özgül ağırlık grupları arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların özgül ağırlığına buğday kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan B7 ve kontrol gruplarının özgül ağırlığının aynı homojenlik grubunda olan B1 ve B4 gruplarının özgül ağırlığından küçük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan B2 ve B5 gruplarının özgül ağırlığının en büyük, kontrol grubunun özgül ağırlığının en küçük olduğu görülmüştür. B8 grubunun özgül ağırlığı ise en büyük ve en küçük özgül ağırlığa sahip gruplar arasında yer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol, B6 ve B9 gruplarının özgül ağırlığının B3 grubunun özgül ağırlığından küçük olduğu belirlenmiştir.

Yeşil ceviz kabuğunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda en büyük özgül ağırlık kontrol grubunda en küçük özgül ağırlık C7, C8 ve C9 gruplarında elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda ise en büyük özgül ağırlık C4 ve C5 gruplarında iken en küçük özgül ağırlık C9 grubun bulunmuştur. Yeşil ceviz kabuğu oranındaki değişiminin çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığı üzerindeki etkileri Şekil 48 ve Tablo 15’te detaylı bir şekilde sunulmuştur.



Şekil 48. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 15. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| C1                    | 0,515                                           | 0,037 | A                    | 0,709           | 0,029 | A                    |
| C2                    | 0,513                                           | 0,023 | A                    | 0,708           | 0,027 | A                    |
| C3                    | 0,515                                           | 0,047 | A                    | 0,711           | 0,018 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| C4                    | 0,549                                           | 0,030 | A                    | 0,721           | 0,013 | A                    |
| C5                    | 0,526                                           | 0,041 | A                    | 0,718           | 0,008 | A                    |
| C6                    | 0,533                                           | 0,024 | A                    | 0,714           | 0,014 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | B                    |
| C7                    | 0,509                                           | 0,035 | A                    | 0,696           | 0,023 | A                    |
| C8                    | 0,502                                           | 0,026 | A                    | 0,693           | 0,017 | A                    |
| C9                    | 0,504                                           | 0,047 | A                    | 0,681           | 0,014 | A                    |

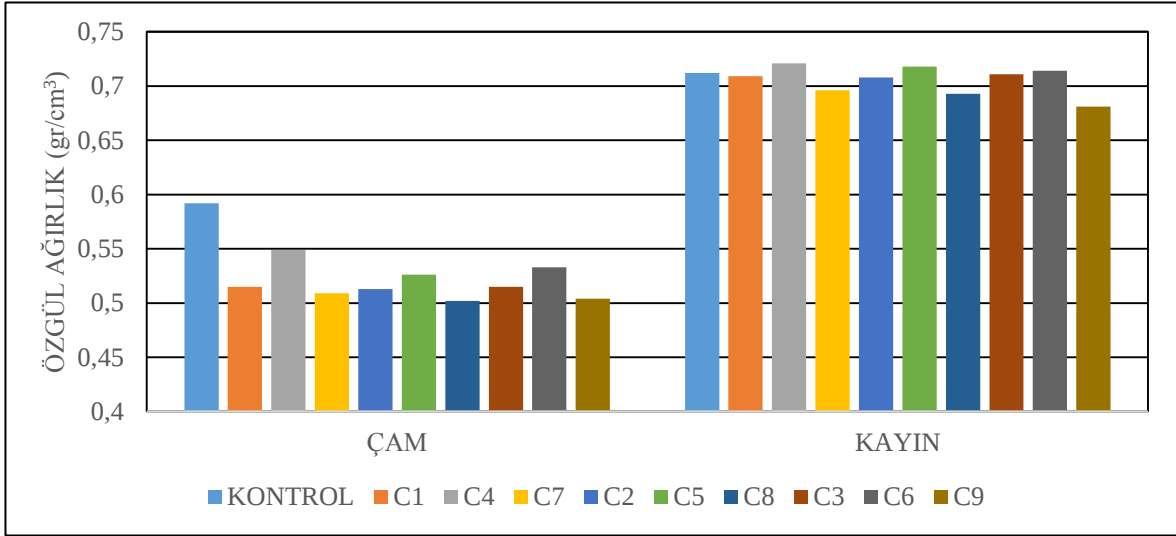
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Yeşil ceviz kabuğu oranının çam kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C1, C2 ve C3 gruplarının, 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C4, C5, C6 gruplarının ve 3. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C7, C8, C9 gruplarının kontrol grubunun özgül ağırlığını istatistiksel olarak düşürdüğü görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğu oranının kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi araştırılmıştır. Kayın kontrplaklarda 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C1, C2, C3 gruplarının ve 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C4, C5 ve C6 gruplarının özgül ağırlığı ile kontrol grubunun özgül ağırlığı arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. 3. Analizde ise aynı homojenlik grubunda yer alan C7, C8, C9 gruplarının özgül ağırlığının istatistiksel olarak kontrol grubunun özgül ağırlığından düşük olduğu belirlenmiştir.

Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi Şekil 49, Tablo 16'da gösterilmiştir.



Şekil 49. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 16. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | AB                   |
| C1                    | 0,515                              | 0,372 | A                    | 0,709           | 0,029 | AB                   |
| C4                    | 0,549                              | 0,308 | B                    | 0,721           | 0,013 | B                    |
| C7                    | 0,509                              | 0,357 | A                    | 0,696           | 0,023 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | B                    |
| C2                    | 0,513                              | 0,238 | A                    | 0,708           | 0,027 | B                    |
| C5                    | 0,526                              | 0,041 | A                    | 0,718           | 0,008 | B                    |
| C8                    | 0,502                              | 0,026 | A                    | 0,693           | 0,017 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | B                    |
| C3                    | 0,515                              | 0,047 | A                    | 0,711           | 0,018 | B                    |
| C6                    | 0,533                              | 0,024 | A                    | 0,714           | 0,014 | B                    |
| C9                    | 0,504                              | 0,047 | A                    | 0,681           | 0,014 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

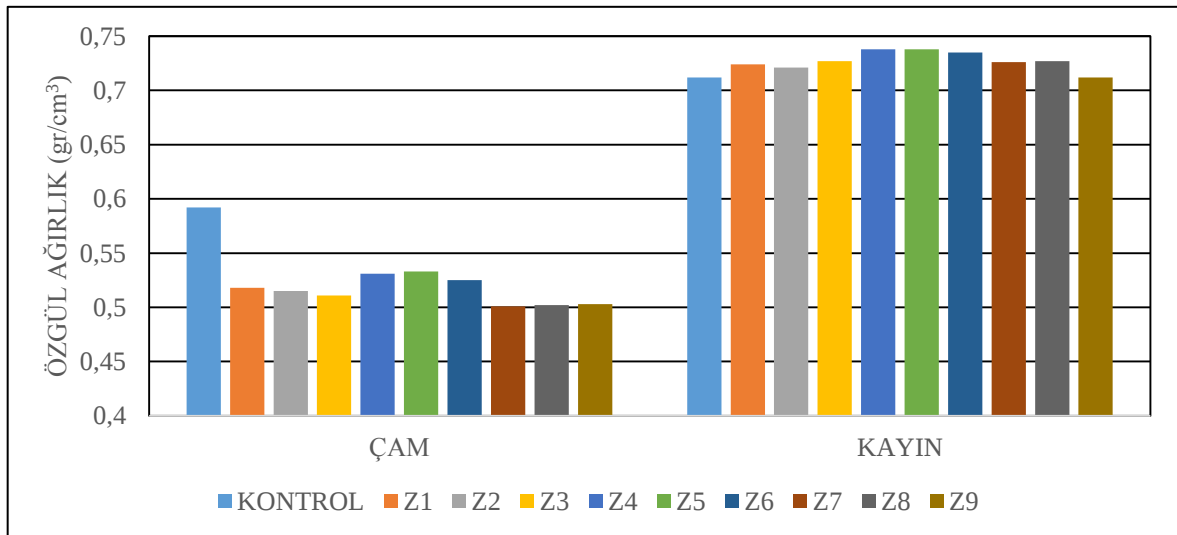
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların özgül ağırlığına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en düşük özgül ağırlık değerinin C1 ve C7 gruplarında yer aldığı, kontrol grubunun en yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir. C4 grubunun özgül ağırlığı ise en düşük ve en yüksek özgül ağırlık değerleri arasında yer

almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C2, C5, C8 grupları ve 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C3, C6, C9 grupları istatistiksel olarak kontrol grubunun özgül ağırlığını düşürmüştür.

Kayın kontrplakların özgül ağırlığına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde C7 grubunda en düşük, C4 grubunda en yüksek özgül ağırlık değerleri bulunmuştur. Aynı homojenlik grubunda olan C1 ve kontrol grubunun özgül ağırlıklarının en büyük ve en küçük özgül ağırlığa sahip gruplara yakın olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde C8 grubunun özgül ağırlığının aynı homojenlik grubunda olan kontrol, C2 ve C5 gruplarının özgül ağırlığından küçük olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde de aynı homojenlik grubunda olan kontrol, C3 ve C6 gruplarının özgül ağırlıklarının C9 grubunun özgül ağırlığından büyük olduğu görülmüştür.

Zeytin posasının çam kontrplakların özgül ağırlıklarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Zeytin posası kullanılan grupların özgül ağırlığı düşürdüğü görülmüştür. Zeytin posasının kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde en büyük özgül ağırlık Z4, Z5 ve Z6 gruplarında, en küçük özgül ağırlık Z9 ve kontrol gruplarında elde edilmiştir. Zeytin posası oranındaki değişimlerin çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığında meydana getirdiği değişimler Şekil 50 ve Tablo 17’de belirtilmiştir.



Şekil 50. Zeytin posası oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 17. Zeytin posası oranının kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Z1                    | 0,518                                           | 0,033 | A                    | 0,724           | 0,011 | A                    |
| Z2                    | 0,515                                           | 0,026 | A                    | 0,721           | 0,025 | A                    |
| Z3                    | 0,511                                           | 0,019 | A                    | 0,727           | 0,016 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Z4                    | 0,531                                           | 0,025 | A                    | 0,738           | 0,016 | B                    |
| Z5                    | 0,533                                           | 0,027 | A                    | 0,738           | 0,017 | B                    |
| Z6                    | 0,525                                           | 0,33  | A                    | 0,735           | 0,025 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                                           | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Z7                    | 0,501                                           | 0,027 | A                    | 0,726           | 0,012 | A                    |
| Z8                    | 0,502                                           | 0,027 | A                    | 0,727           | 0,026 | A                    |
| Z9                    | 0,503                                           | 0,055 | A                    | 0,712           | 0,020 | A                    |

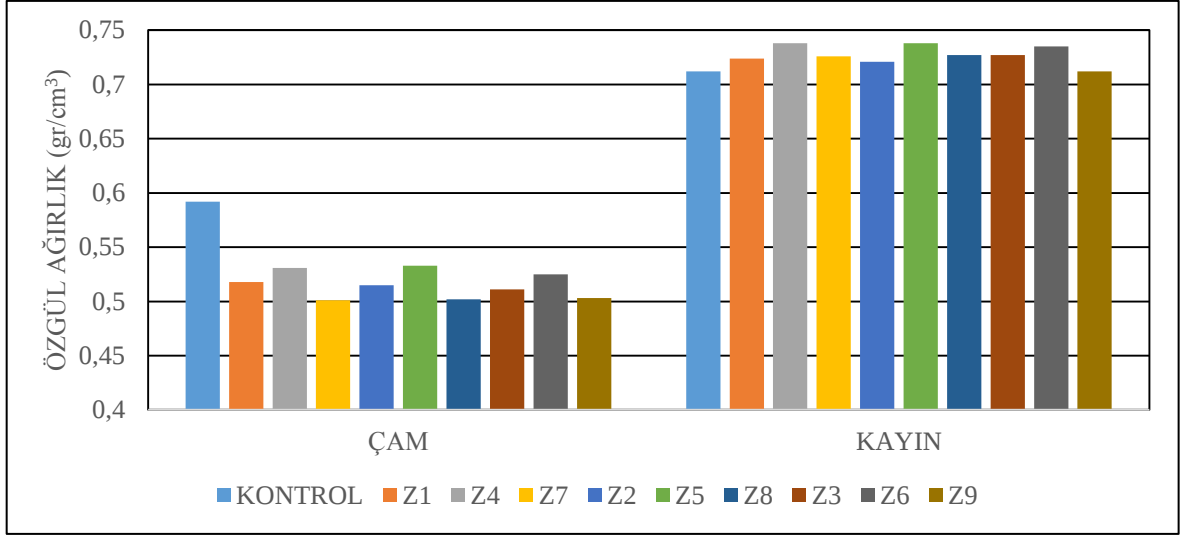
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplaklarda zeytin posası oranının özgül ağırlığa etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan Z1, Z2, Z3 gruplarının; 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan Z4, Z5, Z6 gruplarının ve 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z7, Z8, Z9 gruplarının özgül ağırlıklarının kontrol grubunun özgül ağırlığından düşük olduğu görülmüştür.

Zeytin posası oranının kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi incelenmiştir. 1. Analizde Z1, Z2, Z3 ve kontrol gruplarının özgül ağırlıkları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z4, Z5 ve Z6 grupları kontrol grubunun özgül ağırlığını artırmıştır. 3. Analizde Z7, Z8, Z9 grupları ve kontrol grubu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Zeytin posası boyutunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi Şekil 51, Tablo 18’de verilmiştir.



Şekil 51. Zeytin posası boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisi

Tablo 18. Zeytin posası boyutunun kontrplakların özgül ağırlığına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Z1                    | 0,518                              | 0,331 | AB                   | 0,724           | 0,011 | B                    |
| Z4                    | 0,531                              | 0,251 | B                    | 0,738           | 0,016 | C                    |
| Z7                    | 0,501                              | 0,277 | A                    | 0,726           | 0,012 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | C                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Z2                    | 0,515                              | 0,026 | AB                   | 0,721           | 0,025 | AB                   |
| Z5                    | 0,533                              | 0,027 | B                    | 0,738           | 0,017 | B                    |
| Z8                    | 0,502                              | 0,027 | A                    | 0,727           | 0,026 | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Özgül Ağırlık (gr/cm³) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 0,592                              | 0,028 | B                    | 0,712           | 0,012 | A                    |
| Z3                    | 0,511                              | 0,019 | A                    | 0,727           | 0,016 | AB                   |
| Z6                    | 0,525                              | 0,033 | A                    | 0,735           | 0,025 | B                    |
| Z9                    | 0,503                              | 0,055 | A                    | 0,712           | 0,020 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Zeytin posası boyutunun çam kontrplakların özgül ağırlığına etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiştir. 1. Analizde Z7 grubunun en düşük özgül ağırlığa sahipken kontrol grubunun en yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir. Z1 grubunun özgül ağırlığı ikinci en büyük özgül ağırlığa sahip Z4 grubu ile Z7 gruplarının özgül ağırlıkları arasında

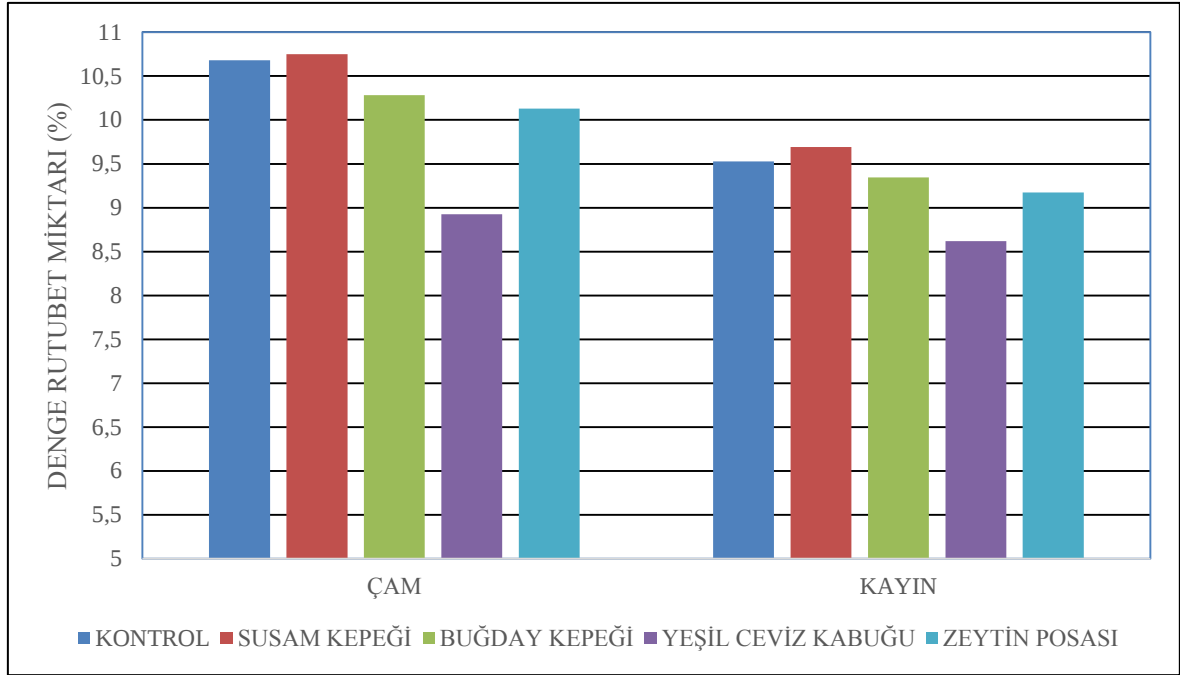
yer almıştır. 2. Analizde Z8 grubunda en düşük özgül ağırlık, kontrol grubunda en yüksek özgül ağırlık görülürken Z5 grubunun özgül ağırlığı kontrol ve Z8 gruplarının özgül ağırlıkları arasında yer almıştır. Z2 grubunun özgül ağırlığının ise istatistiksel olarak Z8 ve Z5 gruplarının özgül ağırlığına yakın olduğu sonucu çıkarılmıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan Z3, Z6 ve Z9 gruplarının özgül ağırlığının istatistiksel olarak kontrol grubundan düşük olduğu belirlenmiştir.

Zeytin posası boyutunun kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi incelenmiştir. 1. Analizde Z4 grubunun istatistiksel olarak en yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu, kontrol grubunun ise en düşük özgül ağırlığa sahip olduğu görülmüştür. Z1 ve Z7 gruplarının aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve kontrol grubundan yüksek özgül ağırlığa sahip olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde en büyük özgül ağırlık değeri Z5 grubunda görülürken en küçük özgül ağırlık değeri kontrol grubunda görülmüştür. Z2 ve Z8 gruplarının özgül ağırlıklarının ise istatistiksel olarak Z5 ve kontrol gruplarına yakın olduğu tespit edilmiştir.

### **3.3.2. Denge Rutubet Miktarı**

Odun ile çevresindeki hava arasından rutubet alış verişi vardır. Bu alış verişi havanın su buharı kısmi basıncı ile odunun su çekme ya da su tutma gücü eşit oluncaya ve hava ile odun arasındaki higroskopik denge oluşuncaya kadar devam eder. Bu durum denge rutubet miktarı olarak isimlendirilir (Üçüncü, 2007).

Farklı dolgu maddesi türlerinin, boyutlarının ve tutkal ile karışım oranlarının denge rutubet miktarı (DRM) üzerindeki etkileri, basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması ve homojenlik gruplarının tespiti için Student-Newman-Keuls testi kullanılmıştır. Denemeler, toplamda 25 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Dolgu maddesi türünün denge rutubet miktarına etkisi Şekil 52, Tablo 19'da verilmiştir.



Şekil 52. Dolgu maddesi türünün kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 19. Dolgu maddesi türünün kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                    | 0,493 | D                    | 9,526           | 0,273 | C                    |
| Susam Kepeği          | 10,751                    | 0,323 | D                    | 9,692           | 0,491 | D                    |
| Buğday Kepeği         | 10,284                    | 0,337 | C                    | 9,344           | 0,228 | C                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 8,924                     | 0,376 | A                    | 8,620           | 0,418 | A                    |
| Zeytin Posası         | 10,131                    | 0,222 | B                    | 9,173           | 0,315 | B                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

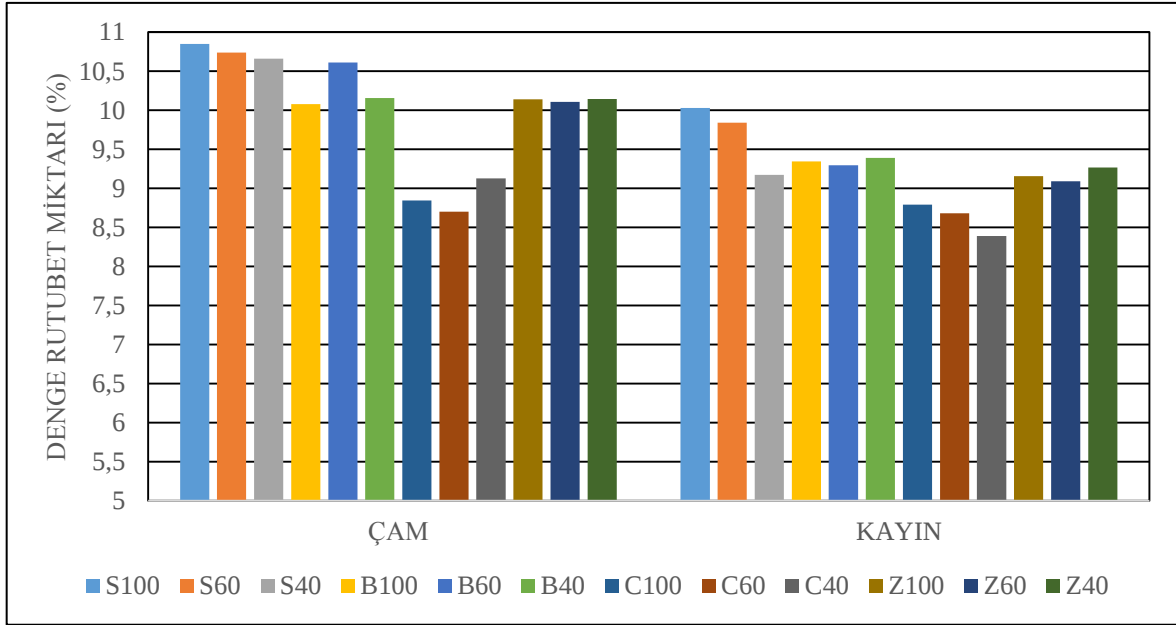
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların denge rutubet miktarının kayın kontrplakların denge rutubet miktarından büyük olduğu belirlenmiştir. Denge rutubet miktarını çeşitli odun türlerinin kimyasal yapısı, ekstraktif madde miktarı ve cinsi, hücre çeperi kalınlığı, özgül ağırlığı, selülozun kristalleşme derecesi ve sıcaklık gibi faktörler etkilemektedir (Kurtoglu, 1983). Ayrıca odunda denge rutubetinin hücre çeperine tutunan rutubet olduğu ve çeper maddesi arttıkça denge rutubetinin bir miktar daha yükseldiği ve odundaki lignin miktarının değişmesi ile denge rutubeti miktarının da değiştiği bildirilmiştir (Kılıç vd., 2010). Sabit bir

iklimde depolandığında ahşabın denge rutubet miktarı, bağıl nem, sıcaklık, hava basıncı, ahşabın kimyasal ve yapısal bileşiminden etkilenecek oluşur (Dietsch vd., 2015). Çalışma kapsamında elde edilen denge rutubet miktarları, BS 1134 standardında belirtildiği gibi %6-14 aralığında bulunmuştur (BS 1134, 1990).

Kontrol grubu olmadan dolgu maddesi türünün çam ve kayın kontrplaklarda denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. En yüksek denge rutubet miktarı susam kepeği kullanılan grupta, en düşük denge rutubet miktarı yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta elde edilmiştir. Zeytin posası kullanılan grubun denge rutubet miktarının ikinci en büyük denge rutubet miktarına sahip olan buğday kepeği kullanılan grubun denge rutubet miktarından düşük olduğu görülmüştür. Dolgu maddesi türlerinin çam kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubunun en büyük denge rutubet miktarına sahip olduğu ve susam kepeği ile aynı homojenlik grubunda yer aldığı görülmüştür. Kontrol grubu ile birlikte dolgu maddesi türlerinin kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. En büyük denge rutubet miktarının susam kepeği kullanılan grupta en küçük denge rutubet miktarının yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta olduğu tespit edilmiştir. Zeytin posası kullanılan grubun denge rutubet miktarının ise ikinci en büyük denge rutubet miktarına sahip buğday kepeği kullanılan gruptan küçük olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarı etkisi Şekil 53, Tablo 20’de gösterilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 53. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 20. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 10,852                    | 0,232 | B                    | 10,031          | 0,207 | C                    |
| S60                   | 10,740                    | 0,266 | AB                   | 9,840           | 0,320 | B                    |
| S40                   | 10,660                    | 0,416 | A                    | 9,174           | 0,390 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 10,078                    | 0,273 | A                    | 9,345           | 0,201 | A                    |
| B60                   | 10,614                    | 0,521 | B                    | 9,296           | 0,223 | A                    |
| B40                   | 10,158                    | 0,195 | A                    | 9,391           | 0,254 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 8,845                     | 0,386 | B                    | 8,790           | 0,390 | B                    |
| C60                   | 8,700                     | 0,292 | A                    | 8,681           | 0,313 | B                    |
| C40                   | 9,127                     | 0,321 | C                    | 8,389           | 0,440 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 10,140                    | 0,174 | A                    | 9,158           | 0,277 | AB                   |
| Z60                   | 10,108                    | 0,271 | A                    | 9,093           | 0,284 | A                    |
| Z40                   | 10,143                    | 0,212 | A                    | 9,269           | 0,359 | B                    |

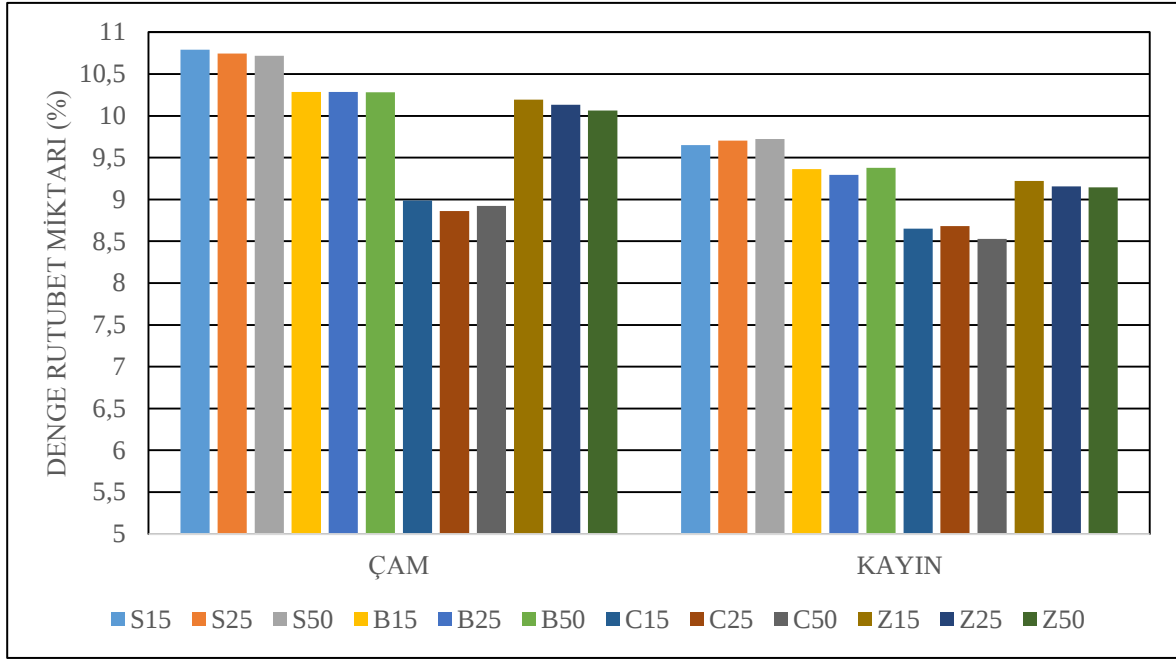
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplaklarda dolgu maddesi boyutunun denge rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Dolgu maddesi olarak susam kepeği kullanılan gruplarda en yüksek denge rutubet miktarı 100 mesh boyutundaki grupta, en düşük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. 60 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarının 40 ve 100 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarlarına yakın olduğu tespit edilmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarlarının 60 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarından küçük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğunun kullanıldığında en yüksek denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta en düşük denge rutubet miktarı 60 mesh boyutundaki grupta yer almıştır. 100 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarı ise 40 ve 60 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarları arasında yer almıştır. Zeytin posası kullanıldığı 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Kayın kontrplaklarda dolgu maddesi boyutunun denge rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği kullanılan gruplarda en yüksek denge rutubet miktarı 100 mesh boyutundaki grupta, en küçük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. 60 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarı ise 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların arasında yer almıştır. Buğday kepeği kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarlarının 40 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarından büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası kullanıldığında 40 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarının en büyük, 60 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarının ise en küçük olduğu belirlenmiştir. 100 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarının 40 ve 60 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarlarına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 54, Tablo 21’de gösterilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S. B. C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 54. Dolgu maddesi oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 21. Dolgu maddesi oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

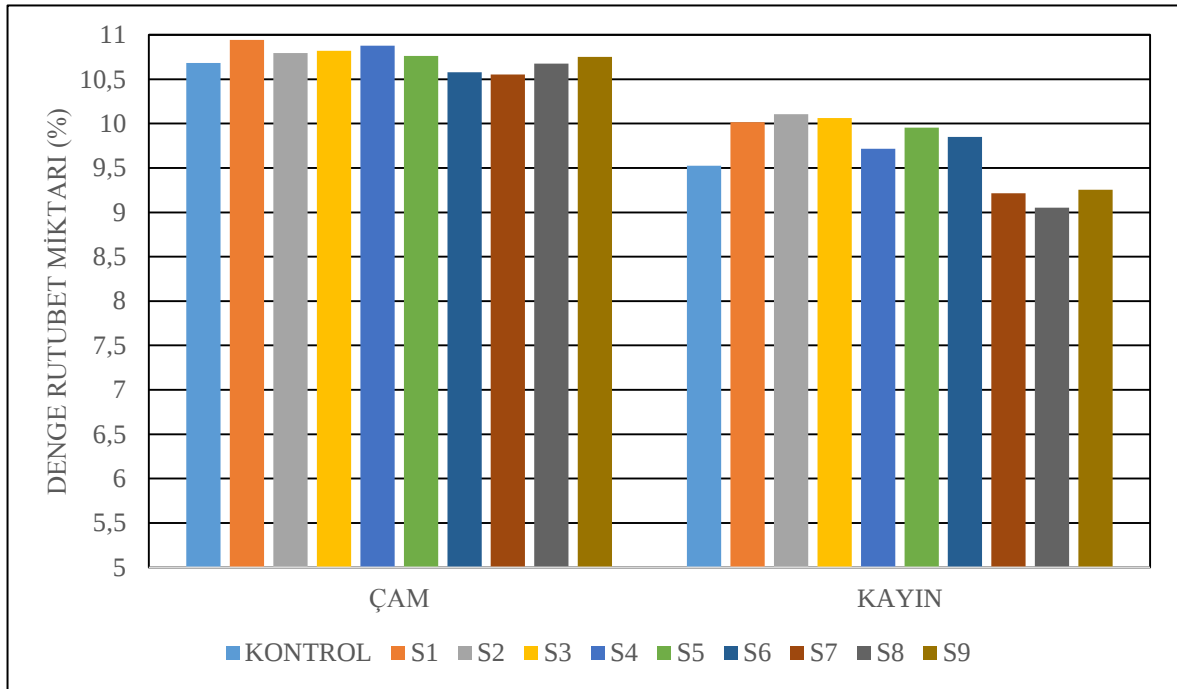
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 10,792                    | 0,347 | A                    | 9,650           | 0,485 | A                    |
| S25                   | 10,744                    | 0,390 | A                    | 9,704           | 0,559 | A                    |
| S50                   | 10,717                    | 0,208 | A                    | 9,723           | 0,429 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 10,285                    | 0,334 | A                    | 9,362           | 0,221 | A                    |
| B25                   | 10,285                    | 0,370 | A                    | 9,293           | 0,191 | A                    |
| B50                   | 10,281                    | 0,313 | A                    | 9,379           | 0,265 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 8,987                     | 0,389 | A                    | 8,651           | 0,541 | A                    |
| C25                   | 8,861                     | 0,322 | A                    | 8,681           | 0,247 | A                    |
| C50                   | 8,924                     | 0,411 | A                    | 8,529           | 0,406 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak             |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                 | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 10,193                    | 0,227 | B                    | 9,221           | 0,268 | A                    |
| Z25                   | 10,133                    | 0,169 | AB                   | 9,156           | 0,315 | A                    |
| Z50                   | 10,065                    | 0,249 | A                    | 9,144           | 0,358 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına dolgu maddesi oranının etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların denge rutubet miktarları arasında bir fark bulunmamıştır. Zeytin posası kullanıldığında ise en büyük denge rutubet miktarı %15 oranındaki grupta en küçük denge rutubet miktarı %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun denge rutubet miktarının ise %15 ve %25 oranındaki grupların denge rutubet miktarına yakın olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda, susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların denge rutubet miktarları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Susam kepeğinin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanılan grupların özgül ağırlıkları arasında bir fark bulunmamıştır. Kayın kontrplaklarda en yüksek denge rutubet miktarı aynı homojenlik grubunda olan S1, S2 ve S3 gruplarında, en düşük denge rutubet miktarları aynı homojenlik grubunda bulunan S7, S8 ve S9 gruplarında elde edilmiştir. Susam kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 55 ve Tablo 22’de gösterilmiştir.



Şekil 55. Susam kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarı etkisi

Tablo 22. Susam kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | A                    | 9,526           | 0,273 | A                    |
| S1                    | 10,942                                | 0,219 | A                    | 10,017          | 0,210 | B                    |
| S2                    | 10,795                                | 0,222 | A                    | 10,105          | 0,241 | B                    |
| S3                    | 10,820                                | 0,243 | A                    | 10,061          | 0,169 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | A                    | 9,526           | 0,273 | A                    |
| S4                    | 10,879                                | 0,175 | A                    | 9,716           | 0,324 | AB                   |
| S5                    | 10,762                                | 0,339 | A                    | 9,953           | 0,358 | B                    |
| S6                    | 10,578                                | 0,169 | A                    | 9,851           | 0,240 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | A                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| S7                    | 10,553                                | 0,454 | A                    | 9,214           | 0,487 | AB                   |
| S8                    | 10,676                                | 0,551 | A                    | 9,052           | 0,316 | A                    |
| S9                    | 10,752                                | 0,119 | A                    | 9,255           | 0,343 | AB                   |

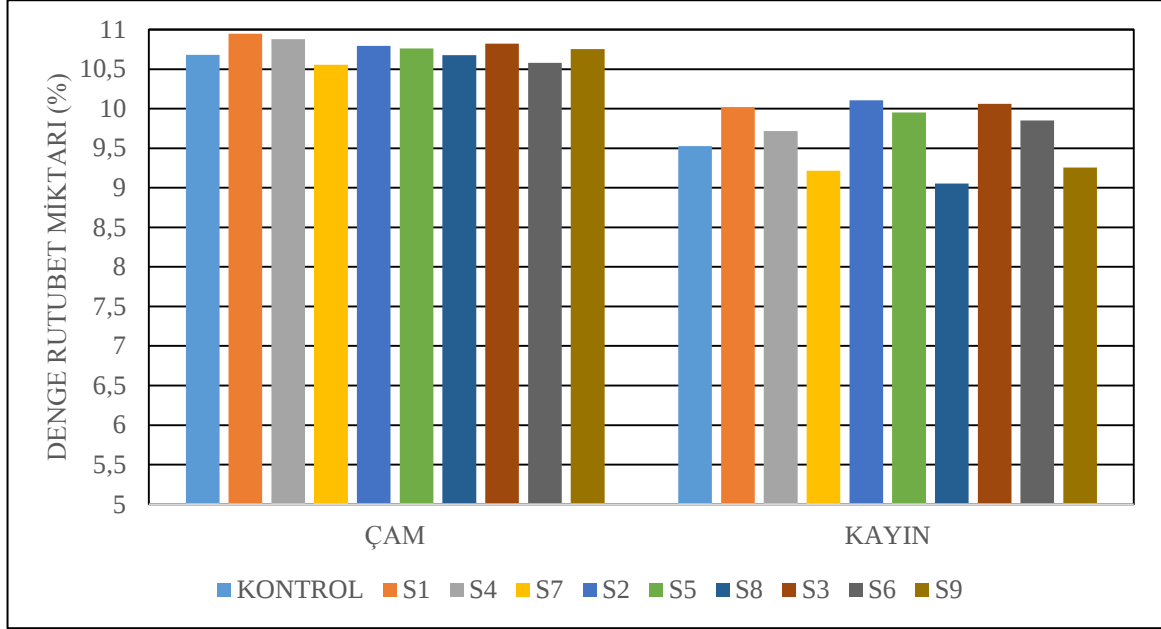
X: Aritmetik ortalama S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Susam kepeği oranının çam kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde tüm analizlerde susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının farklı oranları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür.

Kayın kontrplakların denge rutubet miktarına susam kepeği oranının etkisi araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan S1, S2, S3 gruplarının denge rutubet miktarlarının kontrol grubunun denge rutubet miktarından büyük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde en yüksek denge rutubet miktarları S5 ve S6 gruplarında bulunmuşken en düşük denge rutubet miktarı kontrol grubunda bulunmuştur. S4 grubunun denge rutubet miktarının ise istatistiksel olarak kontrol grubuna ve aynı homojenlik grubunda yer alan S5 ve S6 grubunun denge rutubet miktarlarına yakın olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde ise en düşük denge rutubet miktarı S8 grubunda, en büyük denge rutubet miktarı ise kontrol grubunda görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda bulunan S7 ve S9 gruplarının denge rutubet miktarlarının kontrol grubu ve S8 grubunun denge rutubet miktarlarına istatistiksel olarak yakın olduğu belirlenmiştir.

Susam kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kaplamaların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 56 ve Tablo 23'te verilmiştir.



Şekil 56. Susam kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 23. Susam kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | AB                   | 9,526           | 0,273 | B                    |
| S1                    | 10,947                                | 0,219 | B                    | 10,017          | 0,210 | C                    |
| S4                    | 10,879                                | 0,175 | B                    | 9,716           | 0,324 | B                    |
| S7                    | 10,553                                | 0,454 | A                    | 9,214           | 0,487 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | A                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| S2                    | 10,795                                | 0,222 | A                    | 10,105          | 0,241 | C                    |
| S5                    | 10,762                                | 0,339 | A                    | 9,953           | 0,358 | C                    |
| S8                    | 10,676                                | 0,551 | A                    | 9,052           | 0,316 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | A                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| S3                    | 10,820                                | 0,243 | A                    | 10,061          | 0,169 | D                    |
| S6                    | 10,578                                | 0,169 | A                    | 9,851           | 0,240 | C                    |
| S9                    | 10,752                                | 0,119 | A                    | 9,255           | 0,343 | A                    |

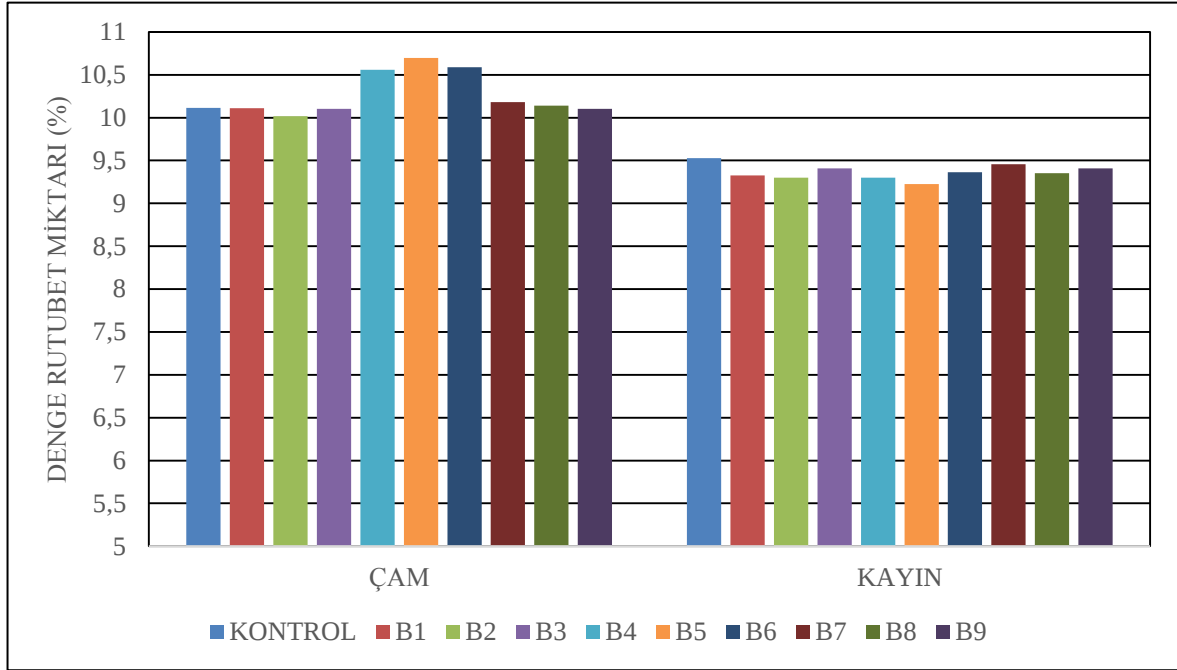
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplaklarda susam kepeği boyutunun denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan S1 ve S4 gruplarında en büyük denge rutubet miktarı bulunurken, S7 grubunda en küçük denge rutubet miktarı bulunmuştur. Kontrol grubunun denge rutubet miktarının ise istatistiksel olarak en büyük ve en küçük denge rutubet miktarlarına yakın olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan S2, S5, S8 grupları ve 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan S3, S6, S9 grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Kayın kontrplakların denge rutubet miktarına susam kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde en büyük denge rutubet miktarı S1 grubunda, en küçük denge rutubet miktarı S7 grubunda bulunmuştur. Aynı homojenlik grubunda yer alan S4 ve kontrol gruplarının denge rutubet miktarları S1 ve S7 grupları arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan S2 ve S5 grupları en yüksek denge rutubet miktarlarına sahip olduğu belirlenmiştir. S8 grubunun istatistiksel olarak en düşük denge rutubet miktarına sahip olduğu görülmüştür. Kontrol grubunun denge rutubet miktarı en yüksek ve en düşük gruplar arasında yer almıştır. 3. Analizde istatistiksel olarak büyükten küçüğe denge rutubet miktarları S3, S6, kontrol, S9 grupları şeklinde sıralanmıştır.

Buğday kepeğinin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda aynı homojenlik grubunda yer alan B4, B5, B6 ve kontrol grubunun en büyük denge rutubet miktarına, aynı homojenlik grubunda olan B1, B2, B3, B7, B8 ve B9 en küçük denge rutubet miktarına sahip olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda ise en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda, en küçük denge rutubet miktarı B5 grubunda elde edilmiştir. Buğday kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların denge rutubet miktarında meydana getirdiği değişim Şekil 57, Tablo 24'te verilmiştir.



Şekil 57. Buğday kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 24. Buğday kepeği oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,115                                | 0,299 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| B1                    | 10,112                                | 0,299 | A                    | 9,327           | 0,159 | A                    |
| B2                    | 10,017                                | 0,293 | A                    | 9,299           | 0,195 | A                    |
| B3                    | 10,103                                | 0,230 | A                    | 9,410           | 0,238 | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,115                                | 0,299 | A                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| B4                    | 10,557                                | 0,322 | A                    | 9,301           | 0,189 | A                    |
| B5                    | 10,697                                | 0,133 | A                    | 9,225           | 0,186 | A                    |
| B6                    | 10,589                                | 0,254 | A                    | 9,363           | 0,274 | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,115                                | 0,299 | A                    | 9,526           | 0,273 | A                    |
| B7                    | 10,182                                | 0,189 | B                    | 9,457           | 0,277 | A                    |
| B8                    | 10,142                                | 0,214 | B                    | 9,353           | 0,181 | A                    |
| B9                    | 10,151                                | 0,192 | B                    | 9,410           | 0,238 | A                    |

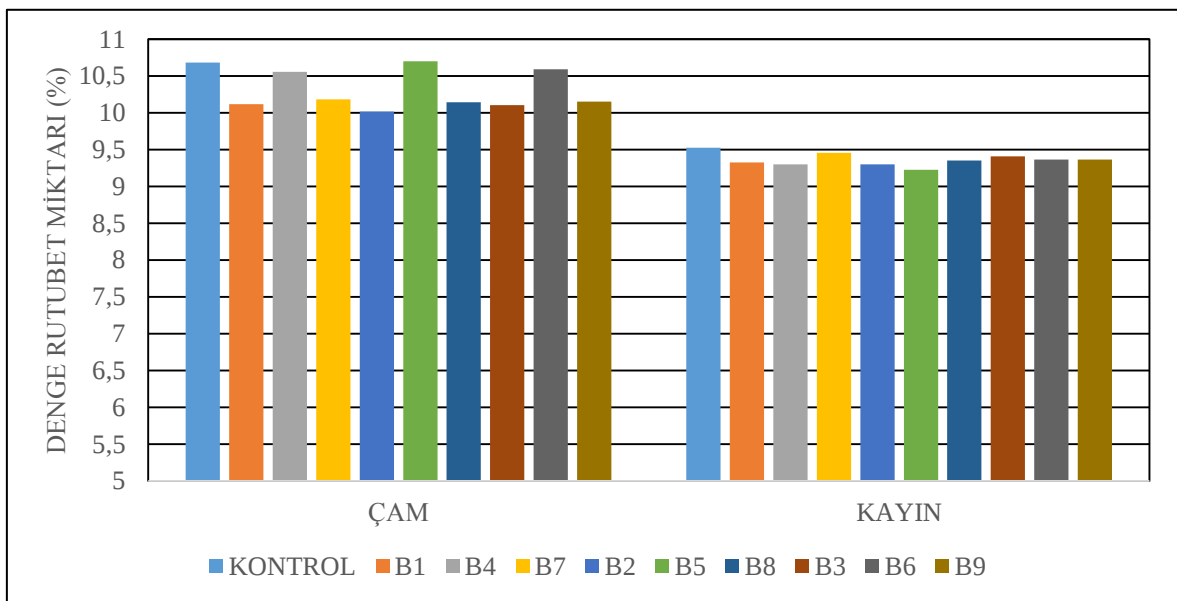
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Buğday kepeği oranının çam kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan B1, B2, B3 gruplarının denge rutubet miktarları kontrol grubunun denge rutubet miktarından istatistiksel olarak düşük çıkmıştır. 2. Analizde ise aynı homojenlik grubunda bulunan B4, B5, B6 gruplarının denge rutubet miktarları ile kontrol grubunun denge rutubet miktarı arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. 3. Analizde kontrol grubunun denge rutubet miktarının aynı homojenlik grubunda bulunan B7, B8 ve B9 gruplarının denge rutubet miktarından küçük olduğu belirlenmiştir.

Buğday kepeği oranındaki değişimin kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda, en düşük denge rutubet miktarları aynı homojenlik grubunda bulunan B1 ve B2 gruplarında görülmüştür. B3 grubunun denge rutubet miktarının her iki gruba da yakın olduğu görülmüştür. 2. Analizde en küçük denge rutubet miktarı aynı homojenlik grubunda bulunan B4 ve B5 gruplarında, en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda elde edilmiştir. B6 grubunun denge rutubet miktarının ise en büyük ve en küçük grupların denge rutubet miktarlarına yakın olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde B7, B8 ve B9 gruplarının denge rutubet miktarları ile kontrol grubunun denge rutubet miktarı arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Buğday kepeğin boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 58 ve Tablo 25’te gösterilmiştir.



Şekil 58. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 25. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| B1                    | 10,115                                | 0,299 | A                    | 9,327           | 0,159 | AB                   |
| B4                    | 10,557                                | 0,322 | B                    | 9,301           | 0,189 | A                    |
| B7                    | 10,182                                | 0,189 | A                    | 9,457           | 0,277 | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| B2                    | 10,017                                | 0,293 | A                    | 9,299           | 0,195 | A                    |
| B5                    | 10,697                                | 0,133 | B                    | 9,225           | 0,186 | A                    |
| B8                    | 10,142                                | 0,214 | A                    | 9,353           | 0,181 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | A                    |
| B3                    | 10,103                                | 0,230 | A                    | 9,410           | 0,238 | A                    |
| B6                    | 10,589                                | 0,254 | B                    | 9,363           | 0,274 | A                    |
| B9                    | 10,151                                | 0,192 | A                    | 9,363           | 0,293 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

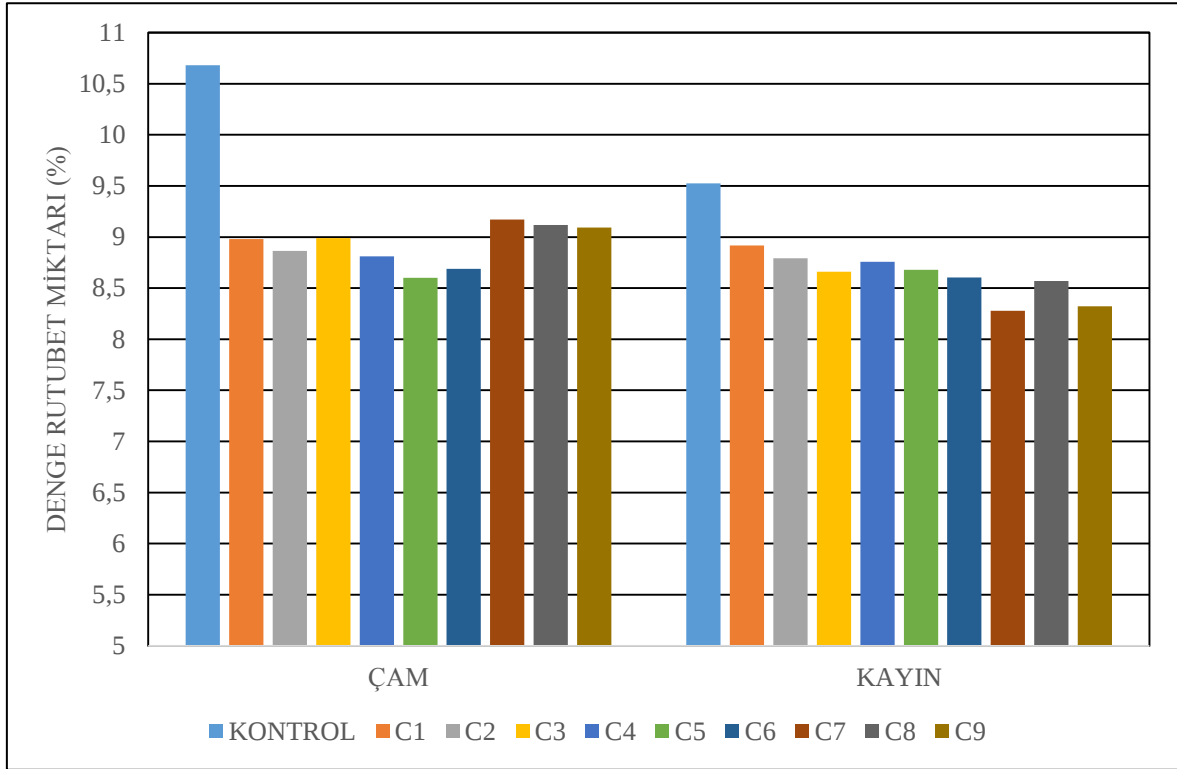
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların denge rutubet miktarına buğday kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve B4 gruplarının denge rutubet miktarlarının aynı homojenlik grubunda olan B1 ve B7 gruplarının denge rutubet miktarlarından büyük olduğu tespit edilmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve B5 gruplarının denge rutubet miktarlarının aynı homojenlik grubunda olan B2 ve B8 gruplarının denge rutubet miktarlarından büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve B6 grubunun denge rutubet miktarlarının aynı homojenlik grubunda olan B3 ve B9 gruplarının denge rutubet miktarlarından büyük olduğu görülmüştür.

Kayın kontrplakların denge rutubet miktarına buğday kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda, en küçük denge rutubet miktarı B4 grubunda görülmüştür. B1 ve B7 gruplarının denge rutubet miktarlarının en büyük ve en küçük denge rutubet miktarlarına yakın olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan B2, B5 ve B8 gruplarının denge rutubet miktarlarının kontrol grubunun denge rutubet miktarından küçük olduğu

belirlenmiştir. 3. Analizde ise B3, B6, B9 ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Yeşil ceviz kabuğunun çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda en yüksek denge rutubet miktarı kontrol grubunda, en düşük denge rutubet miktarına C5 grubunda bulunmuştur. Kayın kontrplaklarda en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda iken en küçük denge rutubet miktarı C7 grubunda yer almıştır. Yeşil ceviz kabuğu oranındaki değişimin kayın ve çam kontrplakların denge rutubet miktarında meydana getirdiği etki Şekil 59, Tablo 26'da gösterilmiştir.



Şekil 59. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 26. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| C1                    | 8,981                                 | 0,279 | A                    | 8,918           | 0,426 | A                    |
| C2                    | 8,865                                 | 0,352 | A                    | 8,793           | 0,182 | A                    |
| C3                    | 8,990                                 | 0,506 | A                    | 8,661           | 0,478 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| C4                    | 8,810                                 | 0,379 | A                    | 8,759           | 0,301 | A                    |
| C5                    | 8,602                                 | 0,234 | A                    | 8,678           | 0,093 | A                    |
| C6                    | 8,689                                 | 0,215 | A                    | 8,605           | 0,443 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| C7                    | 9,171                                 | 0,429 | A                    | 8,277           | 0,640 | A                    |
| C8                    | 9,117                                 | 0,061 | A                    | 8,570           | 0,351 | A                    |
| C9                    | 9,093                                 | 0,366 | A                    | 8,321           | 0,149 | A                    |

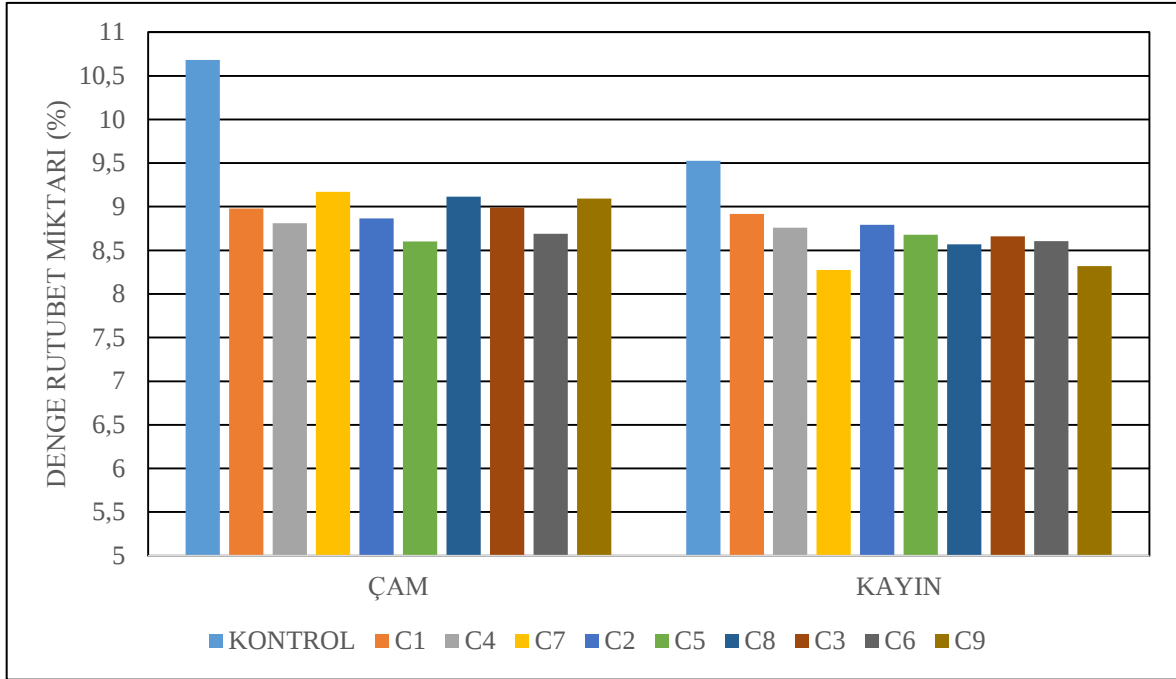
X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Yeşil ceviz kabuğu oranının çam kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C1, C2, C3 gruplarının, 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C4, C5, C6 gruplarının, 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan C7, C8, C9 gruplarının denge rutubet miktarlarının istatistiksel olarak kontrol grubunun denge rutubet miktarından düşük olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil ceviz kabuğu oranının kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C1, C2, C3 gruplarının; 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C4, C5, C6 gruplarının; 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan C7, C8, C9 gruplarının denge rutubet miktarlarının istatistiksel olarak kontrol grubunun denge rutubet miktarından düşük olduğu görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 60 ve Tablo 27’de ifade edilmiştir.



Şekil 60. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 27. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analiz sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | C                    | 9,526           | 0,273 | C                    |
| C1                    | 8,981                                 | 0,279 | AB                   | 8,918           | 0,426 | B                    |
| C4                    | 8,810                                 | 0,379 | A                    | 8,759           | 0,301 | B                    |
| C7                    | 9,171                                 | 0,429 | B                    | 8,277           | 0,640 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | D                    | 9,526           | 0,273 | C                    |
| C2                    | 8,865                                 | 0,352 | B                    | 8,793           | 0,182 | B                    |
| C5                    | 8,602                                 | 0,234 | A                    | 8,678           | 0,093 | AB                   |
| C8                    | 9,117                                 | 0,061 | C                    | 8,570           | 0,351 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | C                    | 9,526           | 0,273 | C                    |
| C3                    | 8,990                                 | 0,506 | AB                   | 8,661           | 0,478 | B                    |
| C6                    | 8,689                                 | 0,215 | A                    | 8,605           | 0,443 | B                    |
| C9                    | 9,093                                 | 0,366 | B                    | 8,321           | 0,149 | A                    |

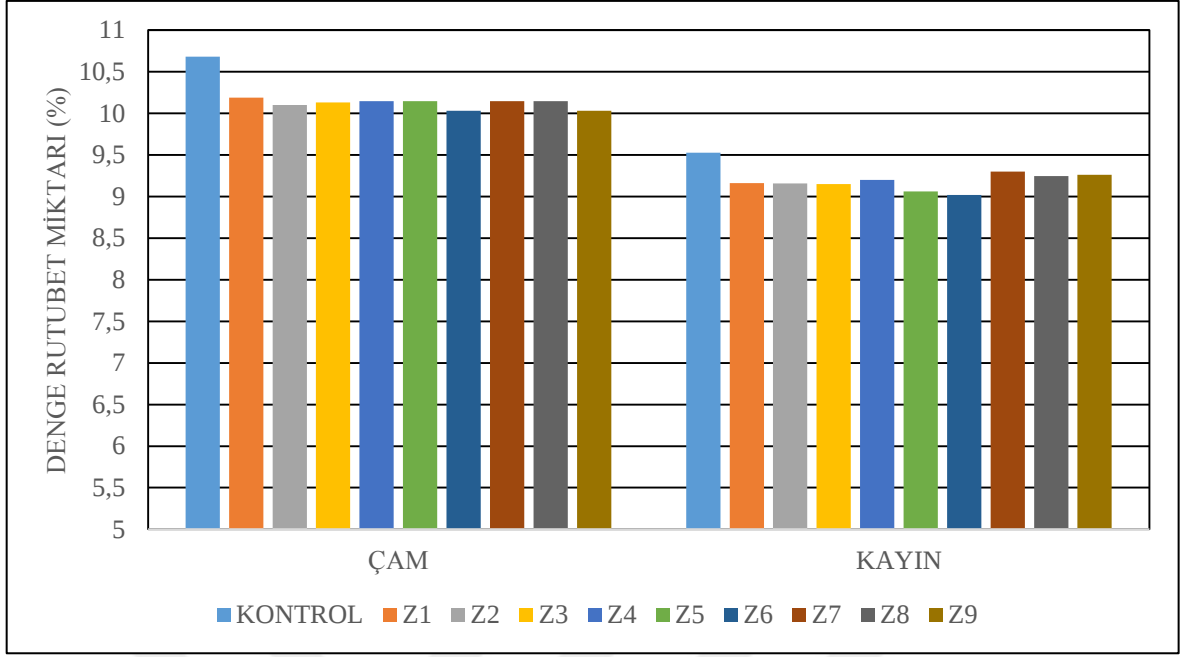
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların denge rutubet miktarlarına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda, en küçük denge rutubet miktarı C4 grubunda bulunmuştur. C1 grubunun denge rutubet miktarının ise ikinci en büyük denge rutubet miktarına sahip C7 grubu ile C4 grubunun denge rutubet miktarlarına yakın olduğu tespit edilmiştir. 2. Analizde kontrol grubunun denge rutubet miktarının istatistiksel olarak en büyük, C5 grubunun denge rutubet miktarının en küçük olduğu belirlenmiştir. C2 grubunun denge rutubet miktarının ise ikinci en büyük denge rutubet miktarına sahip C8 grubundan küçük olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde kontrol grubu en yüksek denge rutubet miktarına sahipken C6 grubunun en düşük denge rutubet miktarına sahip olduğu görülmüştür. C3 grubunun denge rutubet miktarının ise ikinci en büyük denge rutubet miktarına sahip C9 grubunun ve C6 grubunun denge rutubet miktarına yakın olduğu tespit edilmiştir.

Kayın kontrplakların denge rutubet miktarlarına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en yüksek denge rutubeti miktarı kontrol grubunda, en düşük denge rutubet miktarı C7 grubunda elde edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan C1 ve C4 grubunun denge rutubet miktarları istatistiksel olarak kontrol ve C7 gruplarının arasında yer almıştır. 2. Analizde kontrol grubunun denge rutubet miktarının en büyük, C8 grubunun denge rutubet miktarının en küçük olduğu görülmüştür. C5 grubunun denge rutubet miktarı ikinci en büyük denge rutubet miktarına sahip C2 grubunun ve en küçük denge rutubet miktarına sahip C8 grubunun denge rutubet miktarlarına yakın olduğu bulunmuştur. 3. Analizde en yüksek denge rutubet miktarı kontrol grubunda, en düşük denge rutubet miktarı ise C9 grubunda elde edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda olan C3 ve C6 gruplarının denge rutubet miktarları kontrol ve C9 gruplarının arasında yer almıştır.

Zeytin posasının çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda zeytin posası kullanılan grubun denge rutubet miktarının kontrol grubunun denge rutubet miktarından küçük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda en yüksek denge rutubet miktarı kontrol grubunda iken en düşük kontrol miktarı aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 ve Z6 gruplarında elde edilmiştir. Zeytin posası oranının kayın ve çam kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 61, Tablo 28'de verilmiştir.



Şekil 61. Zeytin posası oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 28. Zeytin posası oranının kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| Z1                    | 10,188                                | 0,252 | A                    | 9,163           | 0,196 | A                    |
| Z2                    | 10,101                                | 0,121 | A                    | 9,158           | 0,397 | A                    |
| Z3                    | 10,131                                | 0,115 | A                    | 9,151           | 0,211 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| Z4                    | 10,146                                | 0,232 | A                    | 9,200           | 0,242 | A                    |
| Z5                    | 10,148                                | 0,184 | A                    | 9,062           | 0,134 | A                    |
| Z6                    | 10,031                                | 0,365 | A                    | 9,018           | 0,397 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | A                    |
| Z7                    | 10,246                                | 0,195 | A                    | 9,299           | 0,343 | A                    |
| Z8                    | 10,149                                | 0,197 | A                    | 9,247           | 0,343 | A                    |
| Z9                    | 10,034                                | 0,201 | A                    | 9,262           | 0,410 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

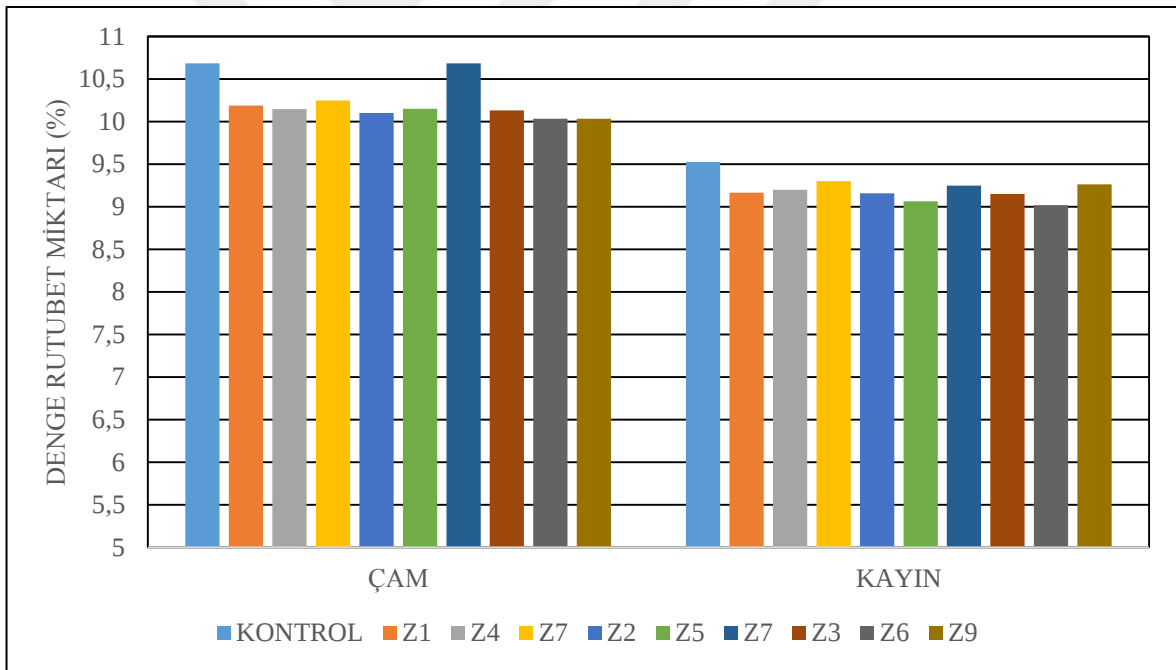
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Zeytin posası oranının çam kontrplakların denge rutubet miktarlarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z2, Z3 gruplarının; 2.

Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan Z4, Z5, Z6 gruplarının; 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan Z7, Z8, Z9 gruplarının denge rutubet miktarları istatistiksel olarak kontrol grubunun denge rutubet miktarından düşük çıkmıştır.

Zeytin posası oranının kayın kontrplakların denge rutubet miktarlarına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan Z1, Z2, Z3 gruplarının ve 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan Z4, Z5, Z6 gruplarının denge rutubet miktarlarının istatistiksel olarak kontrol grubunun denge rutubet miktarından düşük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z7, Z8, Z9 gruplarının denge rutubet miktarlarının kontrol grubunun denge rutubet miktarı ile arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Zeytin posası boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi Şekil 62 ve Tablo 29’da gösterilmiştir.



Şekil 62. Zeytin posası boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi

Tablo 29. Zeytin posası boyutunun kontrplakların denge rutubet miktarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|---------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| Z1                    | 10,188                                | 0,252 | A                    | 9,163           | 0,196 | A                    |
| Z4                    | 10,146                                | 0,232 | A                    | 9,200           | 0,242 | A                    |
| Z7                    | 10,246                                | 0,195 | A                    | 9,299           | 0,343 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| Z2                    | 10,101                                | 0,121 | A                    | 9,158           | 0,397 | A                    |
| Z5                    | 10,148                                | 0,184 | A                    | 9,062           | 0,134 | A                    |
| Z8                    | 10,682                                | 0,197 | A                    | 9,247           | 0,343 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Denge Rutubet Miktarı (%) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                         |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                             | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 10,682                                | 0,493 | B                    | 9,526           | 0,273 | B                    |
| Z3                    | 10,131                                | 0,115 | A                    | 9,151           | 0,211 | A                    |
| Z6                    | 10,031                                | 0,365 | A                    | 9,018           | 0,397 | A                    |
| Z9                    | 10,034                                | 0,201 | A                    | 9,262           | 0,410 | A                    |

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

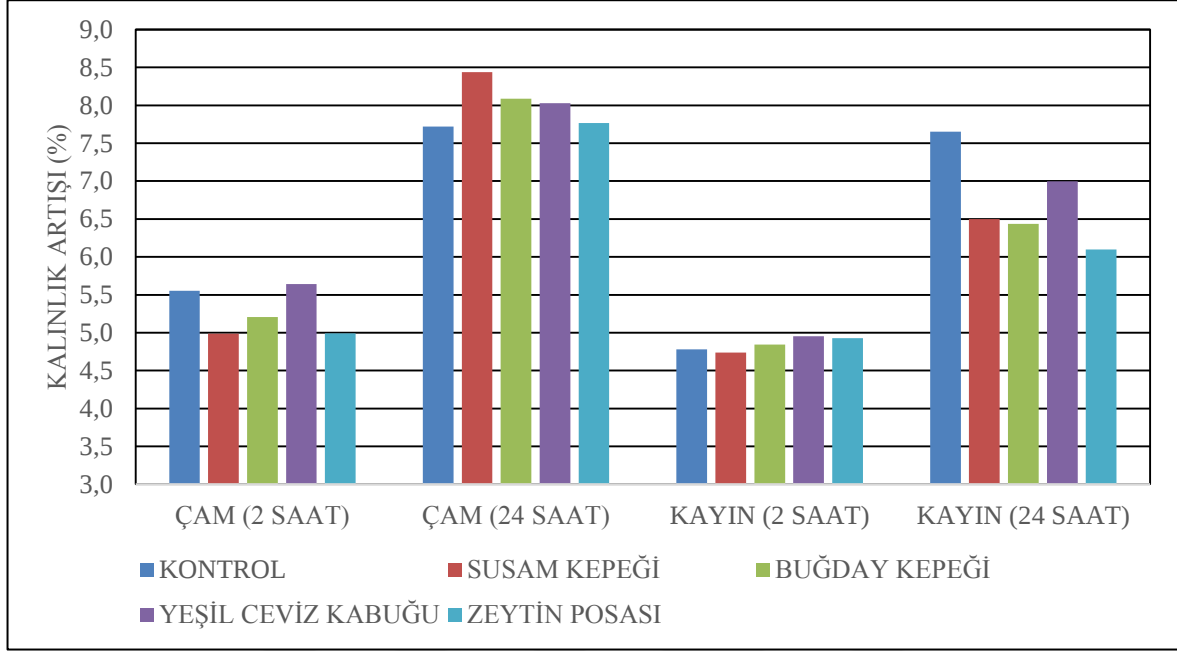
Zeytin posası boyutunun çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarlarına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z4, Z7 gruplarının denge rutubet miktarlarının; 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan Z2, Z5, Z8 gruplarının denge rutubet miktarlarının; 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan Z3, Z6, Z9 gruplarının denge rutubet miktarlarının istatistiksel olarak kontrol grubunun denge rutubet miktarından düşük olduğu görülmüştür.

### 3.3.3. Kalınlık Artışı

Dolgu maddesi türünün ve boyutunun kontrplakların kalınlık artışına etkileri basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması ve homojenlik gruplarının tespiti için Student-Newman-Keuls testi kullanılmıştır. Denemeler 20 şer adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Kalınlık artışı, rutubetin etkileri dikkate alınırken değerlendirilmesi gereken önemli bir özelliktir. Ahşabın rutubet içeriğindeki değişiklikler, ahşabın hemen hemen tüm fiziksel ve mekanik özelliklerinin (örneğin, mukavemet ve sertlik özellikleri) değişmesine neden olur. Ahşabın rutubet içeriğindeki değişikliklerin bir başka etkisi de ahşap malzemenin

daralması veya şişmesidir (Kojima vd., 2009; Dietsch vd., 2015). Kalınlık artışında dolgu maddesi türünün etkisi Şekil 63, Tablo 30’da gösterilmiştir.



Şekil 63. Dolgu maddesi türünün kontrplakların kalınlık artışına etkisi

Tablo 30. Dolgu maddesi türünün kontrplakların kalınlık artışına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|--------------|---------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2            | 5,553               | 1,687 | A                    | 4,781           | 1,162 | A                    |
|                       | 24           | 7,719               | 1,538 | A                    | 7,654           | 1,487 | B                    |
| Susam Kepeği          | 2            | 4,988               | 1,418 | A                    | 4,737           | 0,881 | A                    |
|                       | 24           | 8,438               | 1,387 | A                    | 6,500           | 1,870 | A                    |
| Buğday Kepeği         | 2            | 5,205               | 1,413 | A                    | 4,842           | 0,724 | A                    |
|                       | 24           | 8,087               | 1,252 | A                    | 6,438           | 1,677 | A                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 2            | 5,642               | 1,270 | A                    | 4,955           | 1,016 | A                    |
|                       | 24           | 8,027               | 1,593 | A                    | 6,997           | 1,362 | AB                   |
| Zeytin Posası         | 2            | 4,990               | 1,631 | A                    | 4,930           | 0,960 | A                    |
|                       | 24           | 7,768               | 1,688 | A                    | 6,100           | 1,693 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

\*Süre: 2 saat ve 24 saatlik ölçümler kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

Çam kontrplakların kalınlık artışının kayın kontrplakların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Ahşap hücre duvarındaki şişmenin ve su almanın nedeni kontrplakların üretimi aşamasında uygulanan sıcaklık, basınç ve tutkallama işlemleri ile hücrelerin

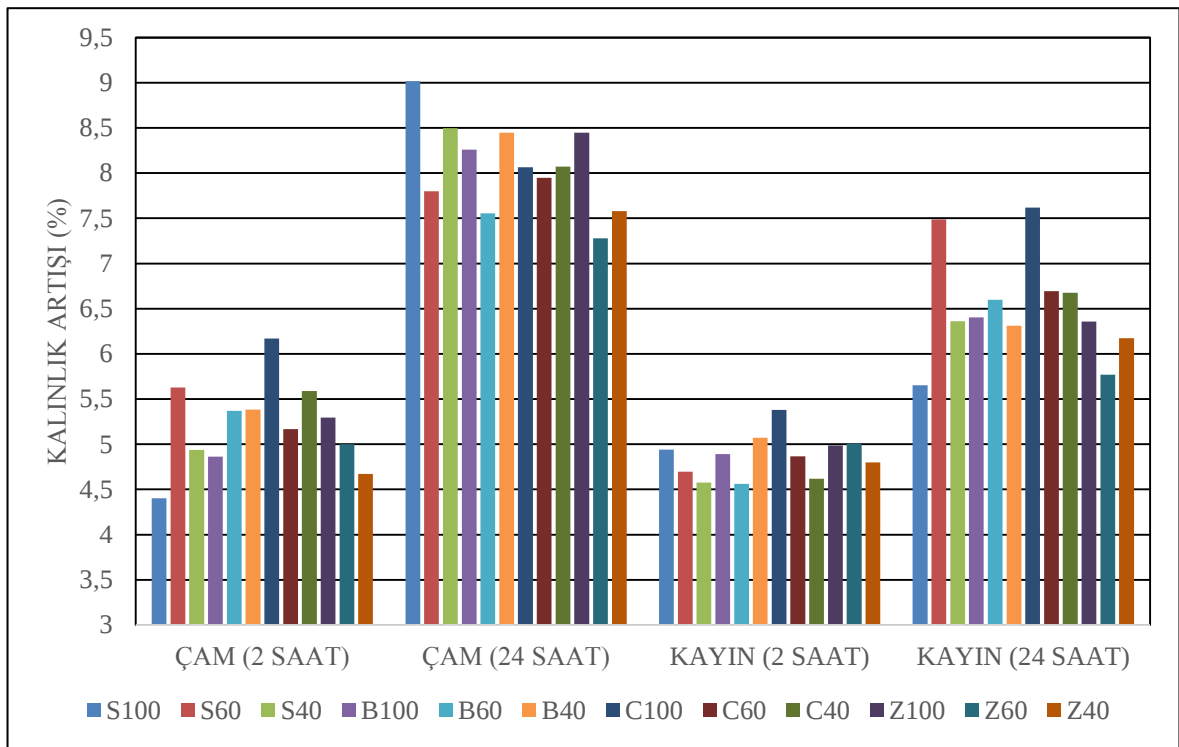
sıkışması, ezilmesi ve tutkal ile kapanmasıdır. Genellikle, mekanik sıkıştırmaya maruz bırakılan ve daha sonra suya daldırılan tüm ahşap ürünlerde, ahşap panellerin su direncini bozan sıkıştırma gerilimleri açığa çıkar (Bekhta vd., 2020). İslam vd. nin yapmış olduğu çalışmada yüksek yoğunluktaki kontrplakların düşük yoğunluktaki kontrplaklardan daha yüksek kalınlık artışı oranı olduğu görülmüştür. Bunun nedeni holoselüloz miktarlarındaki farklılıklardır (İslam vd., 2012). İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaçlarda kalınlık artışı ve su alma oranı özgül ağırlık, lif uzunluğu, hücre çeperindeki mikrofibril açıları, selüloz oranı, ekstraktif maddenin bulunuşuna, test örneğinin ağaçtan alındığı kısma bağlı olarak değişiklik gösterir (Erdin & Bozkurt, 2013). Ayrıca kaplamalar, kontrplak üreten işletmelerden temin edildiği için üretim parametrelerinde farklılıklar oluşabilmektedir. Örneğin, literatürde buharlama işlemi sırasında uygulanan buharlama süresi ve buharlama basıncının boyutsal stabiliteyi etkilediği, kaplamaların yüksek sıcaklıklarda veya düşük sıcaklıklarda uzun süre kurutulması durumunda da, su absorpsiyon kapasitesinde azalma olduğu ifade edilmiştir (Berkel, 1953; Kantay, 1993; Aydın, 2004).

Dolgu maddesi türünün çam kontrplakların kalınlık artışına 2 saat sonraki etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplakların kalınlık artışına dolgu maddesi türünün etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak incelendiğinde kontrol grubu ve dolgu maddeleri arasında bir fark görülmemiştir. Çam kontrplakların kalınlık artışına dolgu maddelerinin etkisi kontrol grubu olmadan değerlendirilmiş ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun kalınlık artışının diğer gruplardan büyük olduğu görülmüştür. Dolgu maddesi türünün çam kontrplakların kalınlık artışına 24 saat sonraki etkisi incelenmiştir. Kontrol grubu ile birlikte yapılan istatistiksel olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir. Kontrol grubu çıkartılarak yapılan istatistiksel analizde ise en büyük kalınlık artışı susam kepeği kullanılan grupta, en küçük kalınlık artışı zeytin posası kullanılan grupta tespit edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda olan buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların kalınlık artışları en büyük ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır.

Kayın kontrplakların kalınlık artışına dolgu maddesi türünün 2 saat sonraki etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Kontrol grubu ile birlikte ve kontrol grubu olmadan yapılan istatistiksel analizde dolgu maddesi türleri ve kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Dolgu maddesi türünün kayın kontrplakların kalınlık artışına 24 saat sonraki etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Kontrol grubu ile birlikte yapılan istatistiksel analizde en büyük kalınlık artışının kontrol grubunda, en küçük kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda bulunan susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanılan gruplarda olduğu

belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun kalınlık artışı ise en büyük ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır. Kontrol grubu çıkartılarak yapılan istatistiksel analizde ise en büyük kalınlık artışı yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta, en küçük kalınlık artışı zeytin posası kullanılan grupta olduğu tespit edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda olan susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan grupların kalınlık artışları en büyük ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır.

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışlarına etkisi Şekil 64, Tablo 31’de verilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türlerini temsil etmektedir.

Şekil 64. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların kalınlık artışına etkisi

Tablo 31. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların kalınlık artışına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|--------------|---------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 2            | 4,401               | 1,306 | A                    | 4,939           | 1,150 | A                    |
|                       | 24           | 9,018               | 1,385 | B                    | 5,653           | 1,375 | A                    |
| S60                   | 2            | 5,626               | 1,408 | B                    | 4,697           | 0,595 | A                    |
|                       | 24           | 7,800               | 1,262 | A                    | 7,486           | 1,230 | B                    |
| S40                   | 2            | 4,937               | 1,303 | A                    | 4,577           | 0,796 | A                    |
|                       | 24           | 8,496               | 1,387 | B                    | 6,360           | 1,450 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 2            | 4,864               | 1,378 | A                    | 4,892           | 0,516 | AB                   |
|                       | 24           | 8,259               | 0,423 | B                    | 6,405           | 1,580 | A                    |
| B60                   | 2            | 5,368               | 1,612 | A                    | 4,563           | 0,933 | A                    |
|                       | 24           | 7,554               | 1,847 | A                    | 6,599           | 1,949 | A                    |
| B40                   | 2            | 5,384               | 1,205 | A                    | 5,073           | 0,578 | B                    |
|                       | 24           | 8,448               | 1,252 | B                    | 6,311           | 1,515 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 2            | 6,170               | 1,871 | B                    | 5,381           | 1,390 | B                    |
|                       | 24           | 8,063               | 1,14  | A                    | 7,620           | 1,851 | B                    |
| C60                   | 2            | 5,168               | 0,788 | A                    | 4,866           | 0,779 | A                    |
|                       | 24           | 7,947               | 1,602 | A                    | 6,695           | 1,136 | A                    |
| C40                   | 2            | 5,587               | 0,552 | AB                   | 4,617           | 1,016 | A                    |
|                       | 24           | 8,071               | 0,793 | A                    | 6,676           | 0,615 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 2            | 5,294               | 1,019 | A                    | 4,985           | 1,147 | A                    |
|                       | 24           | 8,446               | 1,916 | B                    | 6,356           | 1,060 | A                    |
| Z60                   | 2            | 5,002               | 1,306 | A                    | 5,008           | 0,666 | A                    |
|                       | 24           | 7,278               | 1,316 | A                    | 5,771           | 1,310 | A                    |
| Z40                   | 2            | 4,672               | 1,477 | A                    | 4,798           | 1,020 | A                    |
|                       | 24           | 7,580               | 1,608 | A                    | 6,173           | 1,628 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

\*Süre: 2 saat ve 24 saatlik ölçümler kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplaklarda 2 saatlik kalınlık artışına etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Dolgu maddesi olarak buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta iken en düşük kalınlık artışı aynı homojenlik grubunda olan 100

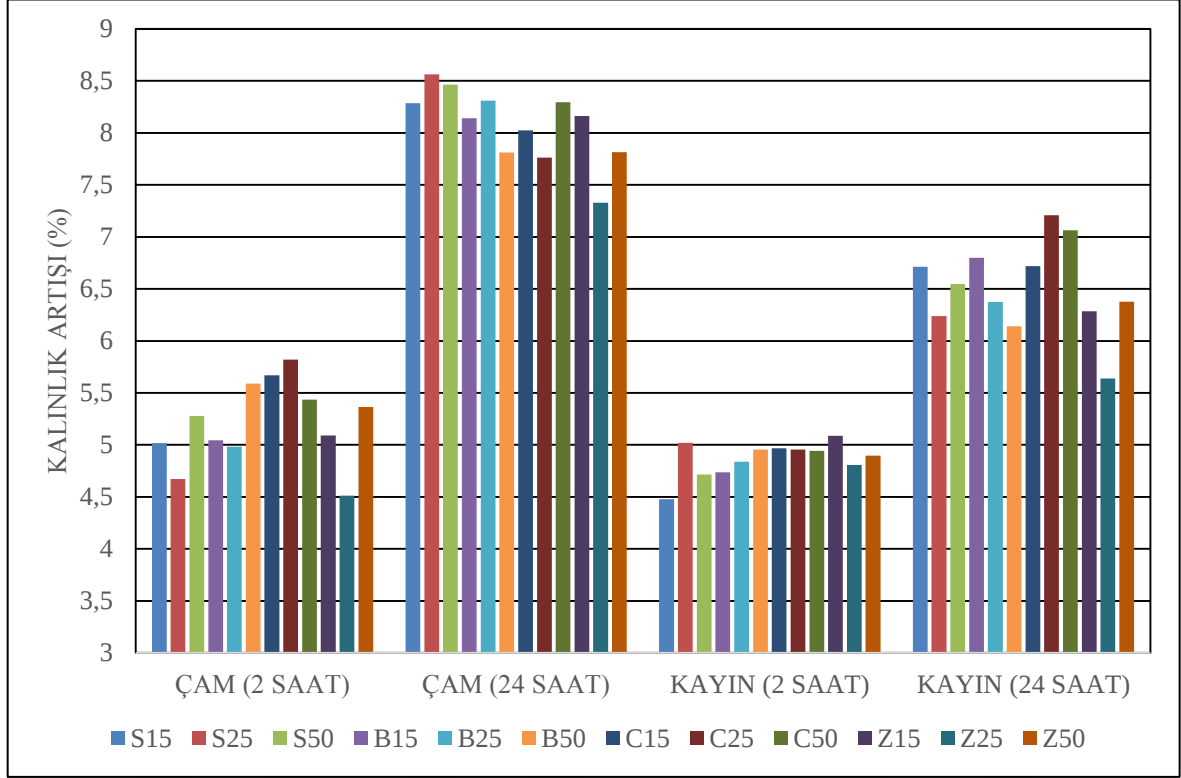
ve 40 mesh boyutundaki gruplarda tespit edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında ise en büyük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta belirlenmiştir. 40 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının en büyük ve en küçük kalınlık artışı değerlerine yakın olduğu görülmüştür.

Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplaklarda 24 saatlik kalınlık artışına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 40 mesh boyutlarındaki grupların kalınlık artışının 60 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışından büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığından 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Zeytin posası kullanıldığında 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda yer alan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu tespit edilmiştir.

Kayın kontrplaklarda 2 saatlik kalınlık artışlarına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutlarındaki grupların kalınlık artışları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 40 mesh boyutundaki grupta, en küçük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta bulunmuştur. 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının ise en büyük ve en küçük kalınlık artışı değerlerine yakın olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda bulunan 40 ve 60 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür.

Kayın kontrplaklarda 24 saatlik ölçülen kalınlık artışlarına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda olan 40 ve 100 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu tespit edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında ise 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda yer alan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu tespit edilmiştir.

Dolgu maddesi oranındaki değişimin am ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışlarına etkisi Şekil 65, Tablo 32’de gösterilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türlerini temsil etmektedir.

Şekil 65. Dolgu maddesi oranının kontrplakların kalınlık artışına etkisi

Tablo 32. Dolgu maddesi oranının kontrplakların kalınlık artışına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|--------------|---------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 2            | 5,017               | 1,210 | A                    | 4,477           | 0,695 | A                    |
|                       | 24           | 8,286               | 1,005 | A                    | 6,713           | 1,702 | A                    |
| S25                   | 2            | 4,671               | 1,785 | A                    | 5,020           | 1,122 | B                    |
|                       | 24           | 8,563               | 1,490 | A                    | 6,239           | 1,558 | A                    |
| S50                   | 2            | 5,277               | 1,152 | A                    | 4,715           | 0,696 | AB                   |
|                       | 24           | 8,465               | 1,623 | A                    | 6,547           | 1,083 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 2            | 5,043               | 1,666 | A                    | 4,736           | 0,523 | A                    |
|                       | 24           | 8,141               | 0,612 | A                    | 6,800           | 1,974 | A                    |
| B25                   | 2            | 4,983               | 0,941 | A                    | 4,837           | 0,840 | A                    |
|                       | 24           | 8,309               | 1,616 | A                    | 6,374           | 1,227 | A                    |
| B50                   | 2            | 5,590               | 1,495 | A                    | 4,955           | 0,778 | A                    |
|                       | 24           | 7,810               | 1,300 | A                    | 6,141           | 1,732 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 2            | 5,670               | 1,238 | A                    | 4,967           | 0,961 | A                    |
|                       | 24           | 8,024               | 1,168 | A                    | 6,718           | 1,305 | A                    |
| C25                   | 2            | 5,819               | 1,164 | A                    | 4,955           | 0,730 | A                    |
|                       | 24           | 7,762               | 0,956 | A                    | 7,208           | 1,084 | A                    |
| C50                   | 2            | 5,436               | 1,409 | A                    | 4,942           | 1,310 | A                    |
|                       | 24           | 8,294               | 1,316 | A                    | 7,065           | 1,639 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Kalınlık Artışı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 2            | 5,091               | 1,349 | A                    | 5,088           | 1,174 | A                    |
|                       | 24           | 8,162               | 1,868 | A                    | 6,285           | 1,558 | A                    |
| Z25                   | 2            | 4,512               | 1,308 | A                    | 4,806           | 0,754 | A                    |
|                       | 24           | 7,327               | 1,236 | A                    | 5,640           | 1,245 | A                    |
| Z50                   | 2            | 5,366               | 1,059 | A                    | 4,897           | 0,915 | A                    |
|                       | 24           | 7,815               | 1,834 | A                    | 6,376           | 1,118 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

\*Süre: 2 saat ve 24 saatlik ölçümler kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 sonraki kalınlık artışına dolgu maddesi oranının etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışı ile kayın kontrplaklarda 24 saat sonraki kalınlık artışı incelenmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışları arasında istatistiksel

olarak bir fark olmadığı belirlenmiştir. Kayın kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışı incelenmiştir. Susam kepeği kullanıldığında en büyük kalınlık artışı %25 oranındaki grupta en küçük kalınlık artışı %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. %50 oranındaki grubun kalınlık artışının ise en büyük ve en küçük kalınlık artışı değerlerine yakın olduğu görülmüştür. Buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Her bir dolgu maddesi türü kendi içinde istatistiksel olarak değerlendirilerek çam kontrplakların kalınlık artışına etkisi incelenmiştir:

Her bir dolgu maddesi türü kendi içinde değerlendirildiğinde çam kontrplakların 2 saat sonundaki kalınlık artışları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Aynı şekilde 24 saat sonundaki kalınlık artışları arasında da istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

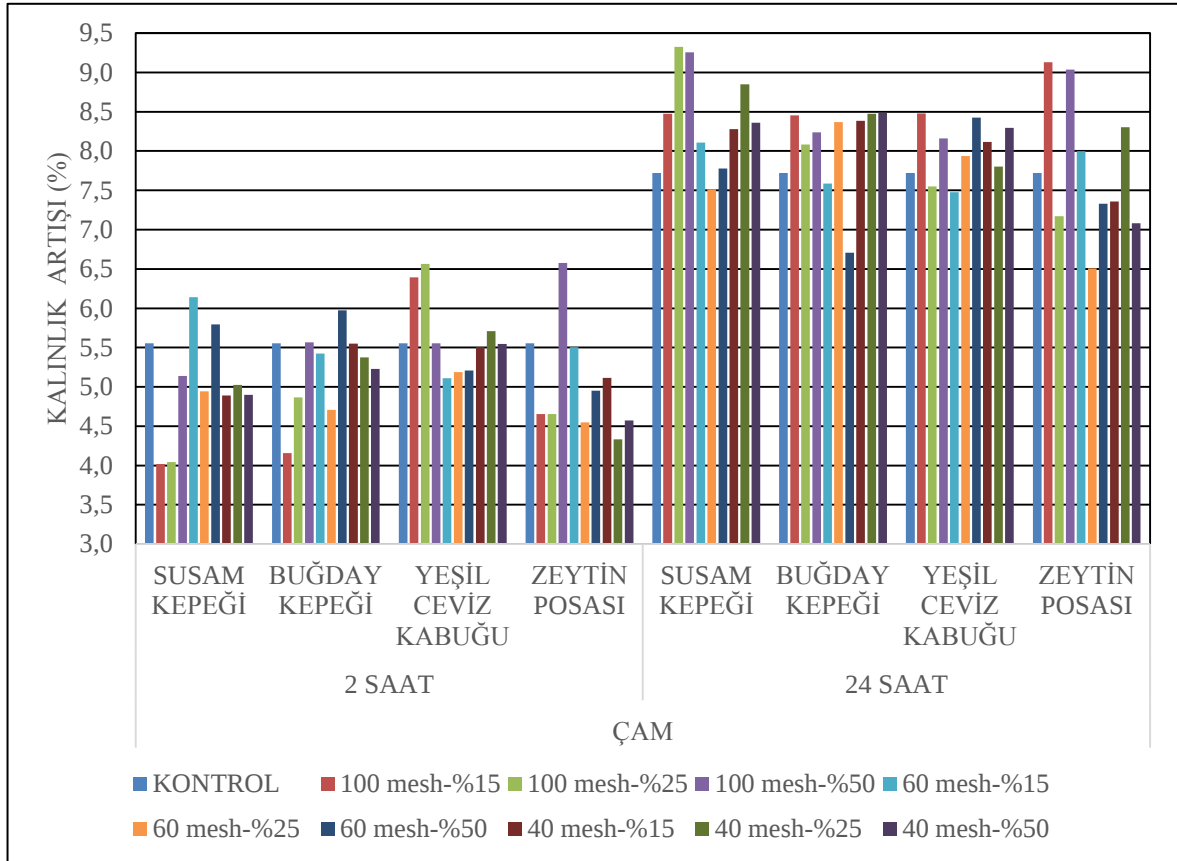
Her bir dolgu maddesi türü kendi içinde istatistiksel olarak değerlendirilerek kayın kontrplakların kalınlık artışına etkisi incelenmiştir:

Kayın kontrplaklarda dolgu maddelerinin 2 saat sonundaki kalınlık artışına etkisi incelenmiştir. Susam kepeği kullanıldığında en büyük kalınlık artışı S2 (100 mesh, %25 oran) grubunda, en küçük kalınlık artışı aynı homojenlik grubunda olan S1 (100 mesh, %15 oran), S5 (60 mesh, %25 oran), S7 (40 mesh, %25 oran) ve S9 (40 mesh, %50 oran) gruplarında tespit edilmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük kalınlık artışının C3 (100 mesh, %50 oran) grubunda en küçük kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda yer alan C7 (40 mesh, %15 oran), C6 (60 mesh, %50 oran) ve C9 (40 mesh, %50 oran) gruplarında olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Kayın kontrplaklarda dolgu maddelerinin 24 saat sonundaki kalınlık artışına etkisi incelenmiştir. Susam kepeği kullanıldığında en büyük kalınlık artışı S4 (60 mesh, %15 oran) grubunda, en küçük kalınlık artışı S2 (100 mesh, %25 oran) grubunda tespit edilmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında gruplar arasında istatistiksel bir fark oluşmamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında da gruplar arasında istatistiksel bir fark görülmemiştir. Zeytin posası kullanıldığında en büyük kalınlık artışının Z3 (100 mesh, %50 oran) ve kontrol gruplarında, en küçük kalınlık artışının Z5 (60 mesh, %25) grubunda olduğu belirlenmiştir.

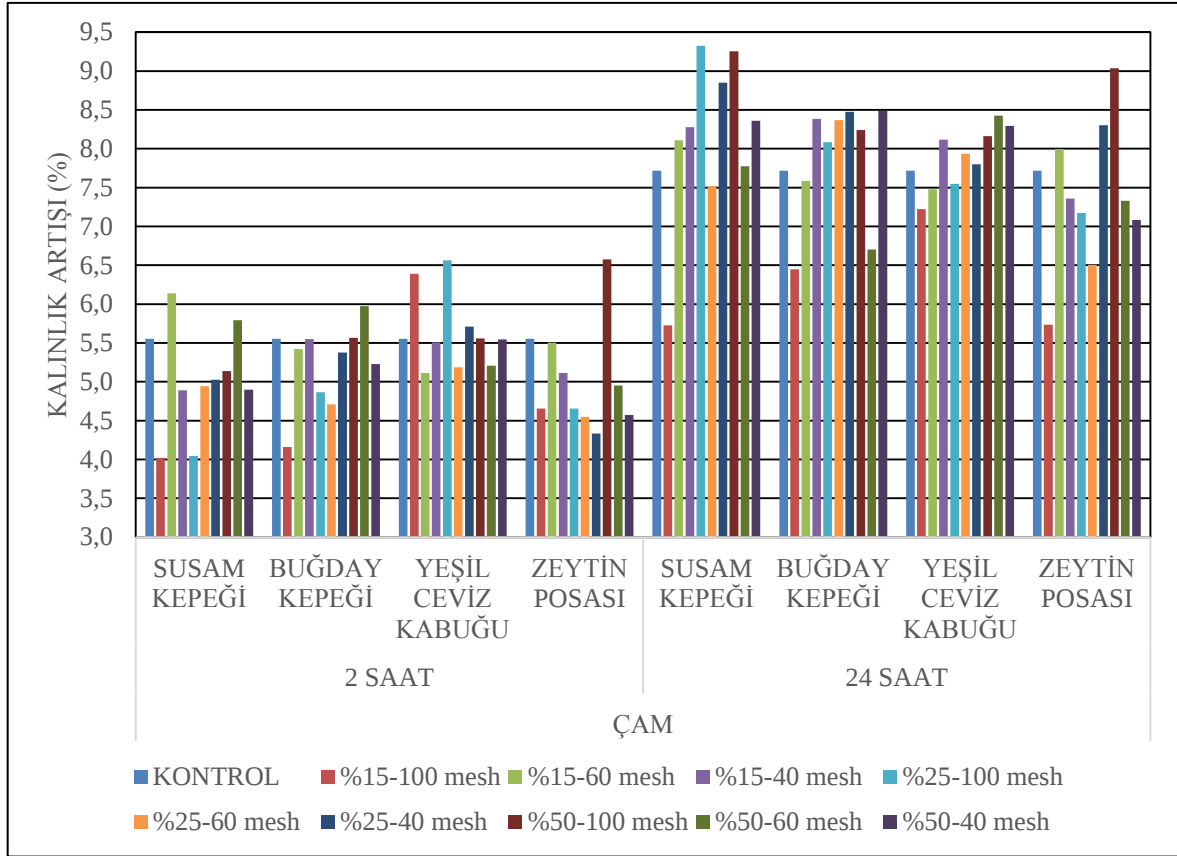
Dolgu maddesi oranı ve boyutunun çam kontrplakların kalınlık artışına etkisi: Bu bölümde dolgu maddesi boyutu sabit tutularak dolgu maddesi oranında meydana gelen

değişimin kontrplakların kalınlık artışına etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde dolgu maddesi oranı sabit tutularak dolgu maddesi boyutundaki değişimin kalınlık artışına olan etkisi de istatistiksel olarak incelenmiştir. Dolgu maddesi oranındaki değişimin kalınlık artışına etkisi Şekil 66, dolgu maddesi boyutunun kalınlık artışına etkisi Şekil 67’de verilmiştir.



Şekil 66. Dolgu maddesi oranının çam kontrplakların kalınlık artışına etkisi

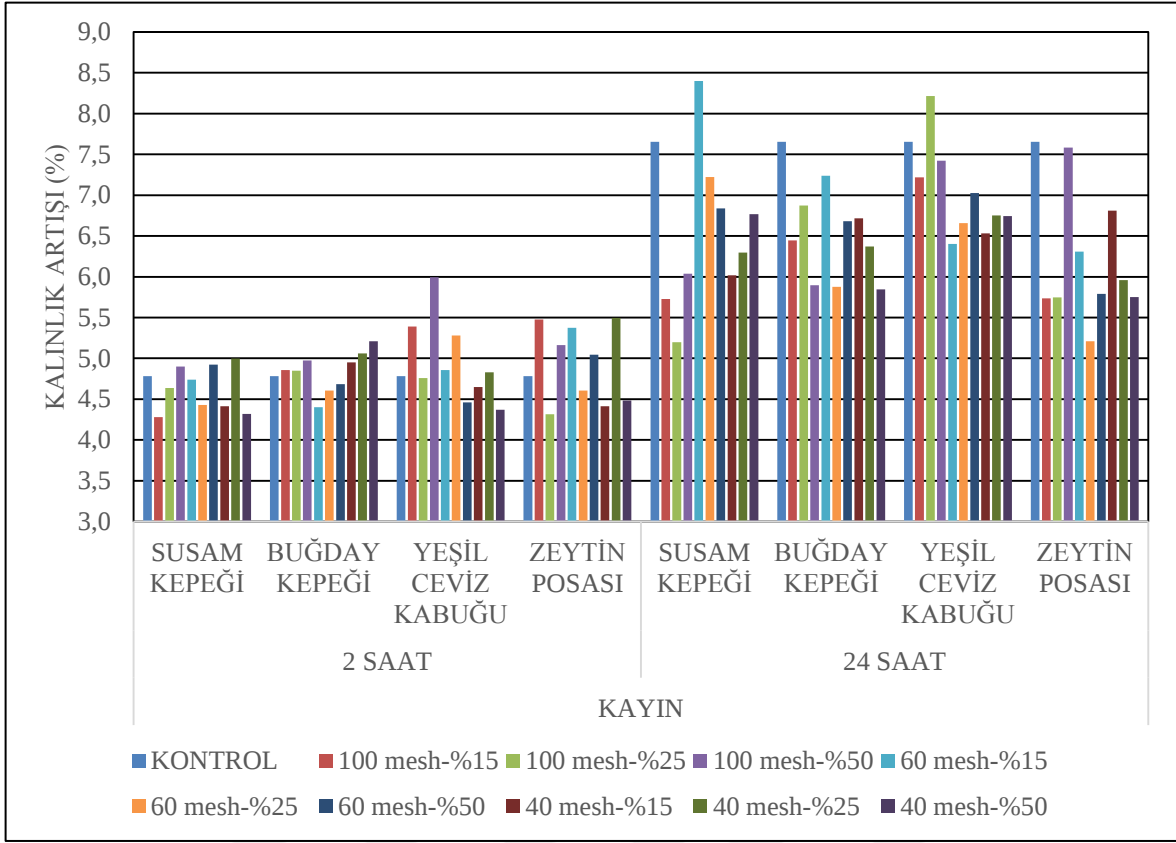
Dolgu maddesi oranının çam kontrplakların kalınlık artışına 2 ve 24 saat sonraki etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 100, 60 ve 40 mesh boyutları ayrı ayrı değerlendirildiğinde %15, %25 ve %50 oranındaki gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.



Şekil 67. Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplakların kalınlık artışına etkisi

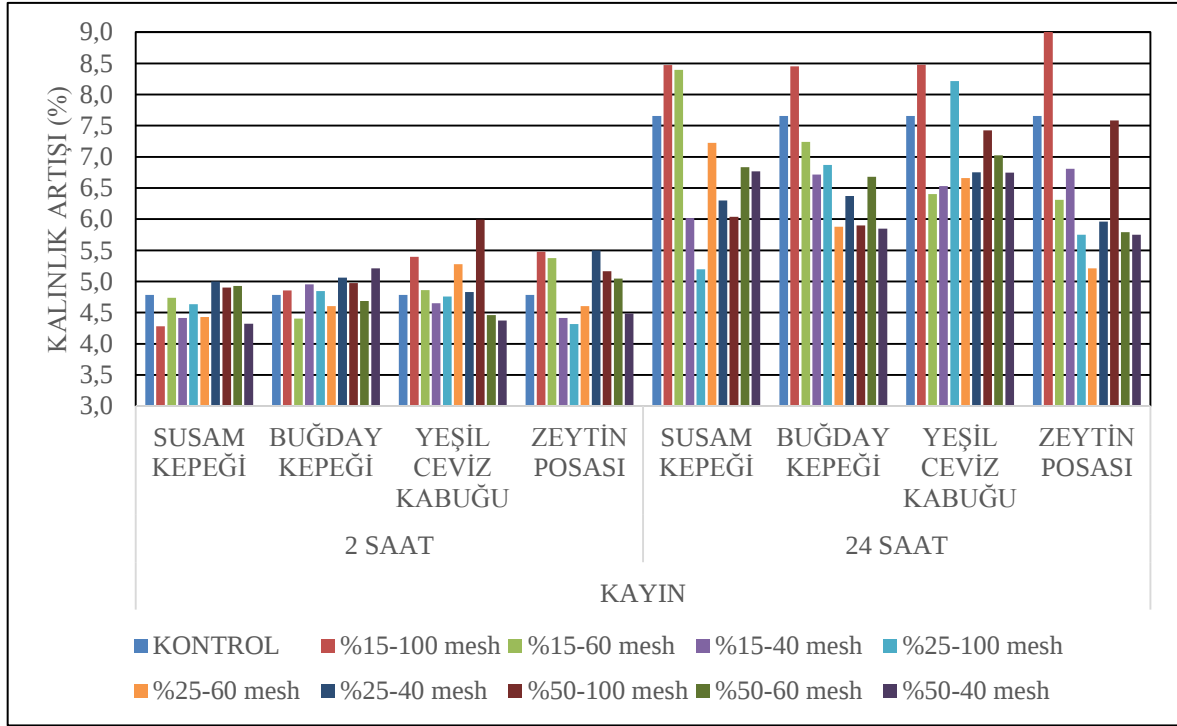
Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplakların kalınlık artışında 2 saat sonra meydana getirdiği değişiklik istatistiksel olarak incelenmiştir. Susam kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta, en küçük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta tespit edilmiştir. aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları en büyük ve en küçük kalınlık artışına yakın bir değer almıştır. Diğer dolgu maddelerinin 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına etkisi %15, %25 ve %50 oranlarında ayrı ayrı değerlendirildiğinde 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Dolgu maddesi oranı ve boyutunun kayın kontrplakların kalınlık artışına etkisi: Bu bölümde dolgu maddesi boyutu sabit tutularak dolgu maddesi oranında meydana gelen değişimin kontrplakların kalınlık artışına etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Benzer şekilde dolgu maddesi oranı sabit tutularak dolgu maddesi boyutundaki değişimin kalınlık artışına olan etkisi de istatistiksel olarak incelenmiştir. Dolgu maddesi oranındaki değişimin kalınlık artışına etkisi Şekil 68, dolgu maddesi boyutunun kalınlık artışına etkisi Şekil 69'da verilmiştir.



Şekil 68. Dolgu maddesi oranının kayın kontrplakların kalınlık artışına etkisi

Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların kalınlık artışında 2 saat sonra meydana getirdiği değişiklik istatistiksel olarak incelenmiştir. Susam kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında en küçük kalınlık artışı %15 oranındaki grupta, en büyük kalınlık artışı %25 oranındaki grupta elde edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışları en büyük ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun kalınlık artışının %15, %25 ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu 40 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük kalınlık artışının kontrol grubunda, en küçük kalınlık artışının %15 oranındaki grupta olduğu belirlenmiştir. %25 ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışları en büyük ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır. Bu grupların dışında kalanların kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışlarına etkisi incelenmiştir. Diğer durumlarda 100, 60 ve 40 mesh boyutları ayrı ayrı değerlendirildiğinde %15, %25 ve %50 oranındaki gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.



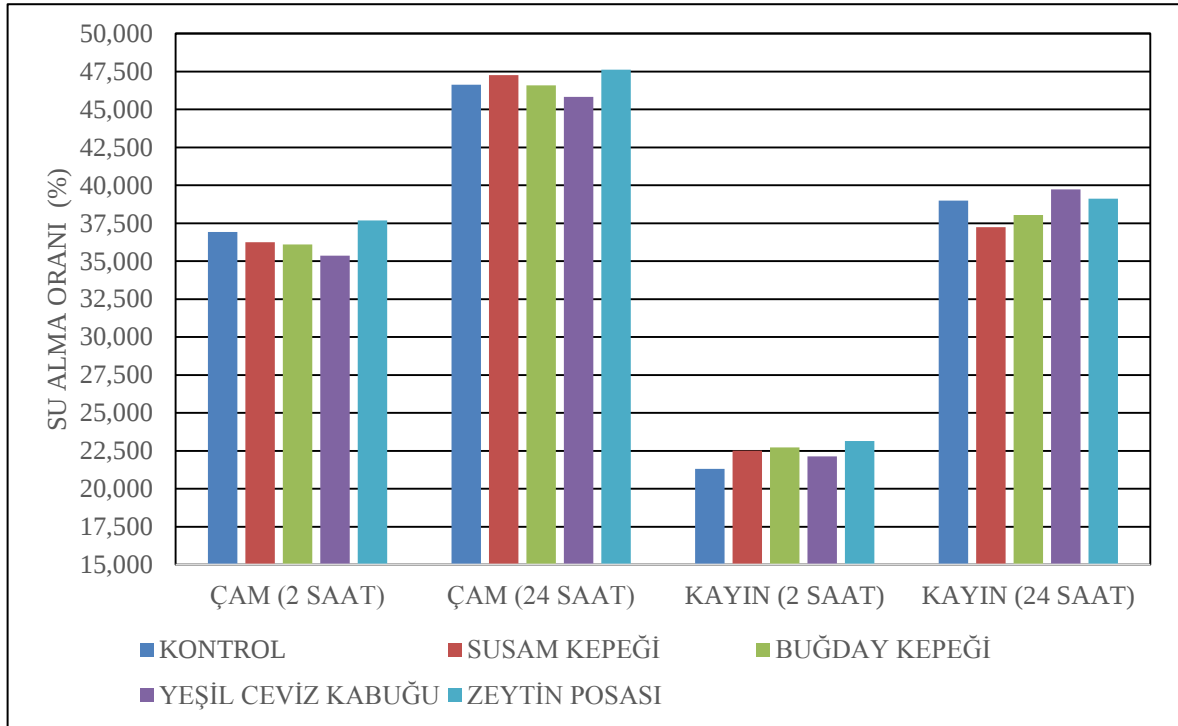
Şekil 69. Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların kalınlık artışına etkisi

Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların kalınlık artışına 2 saat sonraki etkisi değerlendirilmiştir. Zeytin posası %25 oranında kullanıldığında aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol, 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışının 40 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışından büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranında kullanıldığında 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda olan kontrol, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu tespit edilmiştir. Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Susam kepeği %15 oranında kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışlarının aynı homojenlik grubunda yer alan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası %15 oranında kullanıldığında en büyük kalınlık artışı kontrol grubunda, en küçük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda bulunan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışı en büyük ve en küçük kalınlık artışı değerlerine yakın bir değer almıştır. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranında kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta, en küçük kalınlık artışı aynı homojenlik grubunda olan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupta tespit edilmiştir. kontrol grubunun kalınlık artışı ise en büyük

ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır. Zeytin posası %25 oranında kullanıldığında kontrol grubunun kalınlık artışının aynı homojenlik grubunda yer alan 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu belirlenmiştir. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük kalınlık artışının kontrol grupta, en küçük kalınlık artışının 100 mesh boyutundaki grupta olduğu belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda bulunan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları en büyük ve en küçük kalınlık artışlarına yakın bir değer almıştır. Diğer gruplar için 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışı için yapılan istatistiksel analizlerde %15, %25 ve %50 oranları ayrı ayrı değerlendirilmiş ve 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında bir fark bulunmamıştır.

### 3.3.4. Su Alma Oranı

Dolgu maddesi türünün ve boyutunun kontrplakların su alma oranına etkileri basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması ve homojenlik gruplarının tespiti için Student-Newman-Keuls testi kullanılmıştır. Denemeler 20 şer adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Dolgu maddesi türünün çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranlarına etkisi Şekil 70 ve Tablo 33'te verilmiştir.



Şekil 70. Dolgu maddesi türünün kontrplakların su alma oranına etkisi

Tablo 33. Dolgu maddesi türünün kontrplakların su alma oranına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2            | 36,930            | 3,158 | AB                   | 21,311          | 2,385 | A                    |
|                       | 24           | 46,622            | 3,618 | A                    | 38,996          | 1,784 | BC                   |
| Susam Kepeği          | 2            | 36,248            | 3,654 | AB                   | 22,518          | 2,595 | A                    |
|                       | 24           | 47,260            | 3,589 | A                    | 37,247          | 2,373 | A                    |
| Buğday Kepeği         | 2            | 36,095            | 3,098 | AB                   | 22,713          | 2,746 | A                    |
|                       | 24           | 46,577            | 3,493 | A                    | 38,042          | 2,114 | B                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 2            | 35,368            | 2,776 | A                    | 22,133          | 2,650 | A                    |
|                       | 24           | 45,820            | 3,799 | A                    | 39,729          | 2,508 | C                    |
| Zeytin Posası         | 2            | 37,691            | 3,978 | B                    | 23,150          | 2,285 | A                    |
|                       | 24           | 47,630            | 3,944 | A                    | 39,111          | 2,046 | BC                   |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Homojenlik gruplarındaki farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

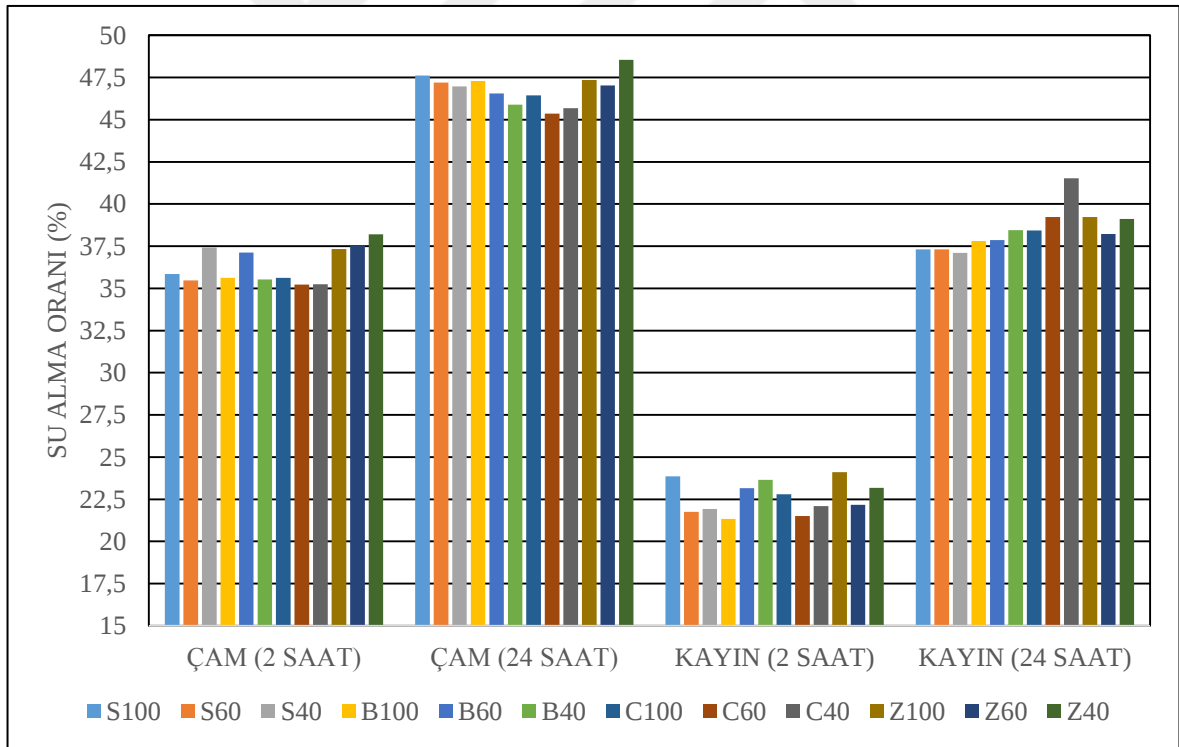
\*Süre: 2 saatlik süre kendi içerisinde, 24 saatlik süre kendi içerisinde istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Çam kontrplakların su alma oranının kayın kontrplakların su alma oranından büyük olduğu görülmüştür. Dolgu maddesi türünün çam kontrplaklarda 2 saat süre ile su alma oranına etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda su alma oranına dolgu maddesi türünün etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak araştırıldığında en büyük su alma oranının zeytin posası kullanılan grupta en küçük su alma oranının yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta olduğu görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda olan kontrol, susam kepeği ve buğday kepeği gruplarının su alma oranlarının en büyük ve en küçük su alma oranlarına sahip gruplara yakın olduğu tespit edilmiştir. Çam kontrplaklarda kontrol grubu çıkartılarak değerlendirilen su alma oranlarında ise zeytin posası kullanılan grubun aynı homojenlik grubunda bulunan diğer dolgu maddelerinden daha büyük su alma oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Çam kontrplaklarda dolgu maddesi türünün 24 saat sonra su alma oranına etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Kontrol grubu dâhil edilerek yapılan istatistiksel analizde kontrol grubu ve dolgu maddeleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Kontrol grubu olmadan yapılan istatistiksel analizde ise aynı homojenlik grubunda bulunan susam kepeği ve zeytin posası kullanılan grupların su alma oranının en büyük, yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun su alma oranı en küçük olduğu tespit edilmiştir. Buğday kepeği kullanılan grubun su alma oranının ise en büyük ve en küçük su alma oranlarına yakın olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi türünün kayın kontrplakların 2 saat sonraki su alma oranına etkisi kontrol grubu ile birlikte ve kontrol grubu olmadan istatistiksel olarak değerlendirildiğinde

bir fark olmadığı gözlenmiştir. Kayın kontrplakların su alma oranına dolgu maddesi türünün 24 saat sonraki etkisi araştırılmıştır. Kontrol grubu ile birlikte yapılan istatistiksel analizde en büyük su alma oranının yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta en küçük su alma oranının susam kepeği kullanılan grupta olduğu görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda olan zeytin posası ve kontrol gruplarının su alma oranlarının ikinci en büyük su alma oranına sahip buğday kepeği ile yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplara yakın olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu olmadan yapılan istatistiksel analizde aynı homojenlik grubunda olan yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posasının kullanıldığı grupların en yüksek su alma oranlarına sahip olduğu susam kepeğinin kullanıldığı grubun ise en düşük su alma oranına sahip olduğu görülmüştür. Buğday kepeği kullanılan grubun su alma oranı ise en yüksek ve en düşük su alma oranları arasında yer almıştır.

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına etkisi Şekil 71, Tablo 34’te gösterilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türlerini temsil etmektedir.

Şekil 71. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların su alma oranına etkisi

Tablo 34. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların su alma oranına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 2            | 35,847            | 3,694 | A                    | 23,866          | 2,993 | A                    |
|                       | 24           | 47,622            | 4,118 | A                    | 37,314          | 2,819 | A                    |
| S60                   | 2            | 35,475            | 1,140 | A                    | 21,758          | 2,419 | A                    |
|                       | 24           | 47,190            | 2,490 | A                    | 37,319          | 2,282 | A                    |
| S40                   | 2            | 37,423            | 2,247 | A                    | 21,929          | 2,023 | A                    |
|                       | 24           | 46,968            | 2,625 | A                    | 37,108          | 2,026 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 2            | 35,632            | 3,550 | A                    | 21,329          | 2,683 | A                    |
|                       | 24           | 47,286            | 3,521 | A                    | 37,811          | 1,821 | A                    |
| B60                   | 2            | 37,118            | 2,572 | A                    | 23,161          | 2,023 | B                    |
|                       | 24           | 46,551            | 3,476 | A                    | 37,862          | 1,763 | A                    |
| B40                   | 2            | 35,535            | 2,933 | A                    | 23,650          | 2,959 | B                    |
|                       | 24           | 45,893            | 3,458 | A                    | 38,453          | 2,651 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 2            | 35,623            | 3,486 | A                    | 22,800          | 2,089 | A                    |
|                       | 24           | 46,431            | 3,154 | A                    | 38,426          | 1,688 | A                    |
| C60                   | 2            | 35,230            | 2,583 | A                    | 21,500          | 1,645 | A                    |
|                       | 24           | 45,347            | 3,329 | A                    | 39,229          | 1,552 | A                    |
| C40                   | 2            | 35,250            | 2,173 | A                    | 22,100          | 2,688 | A                    |
|                       | 24           | 45,682            | 3,868 | A                    | 41,532          | 2,943 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 2            | 37,333            | 3,611 | A                    | 24,106          | 2,269 | A                    |
|                       | 24           | 47,346            | 4,568 | A                    | 39,232          | 2,548 | B                    |
| Z60                   | 2            | 37,534            | 3,653 | A                    | 22,173          | 2,458 | A                    |
|                       | 24           | 47,028            | 4,139 | A                    | 38,225          | 1,770 | A                    |
| Z40                   | 2            | 38,208            | 4,662 | A                    | 23,171          | 2,632 | A                    |
|                       | 24           | 48,546            | 3,054 | A                    | 39,115          | 1,340 | B                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

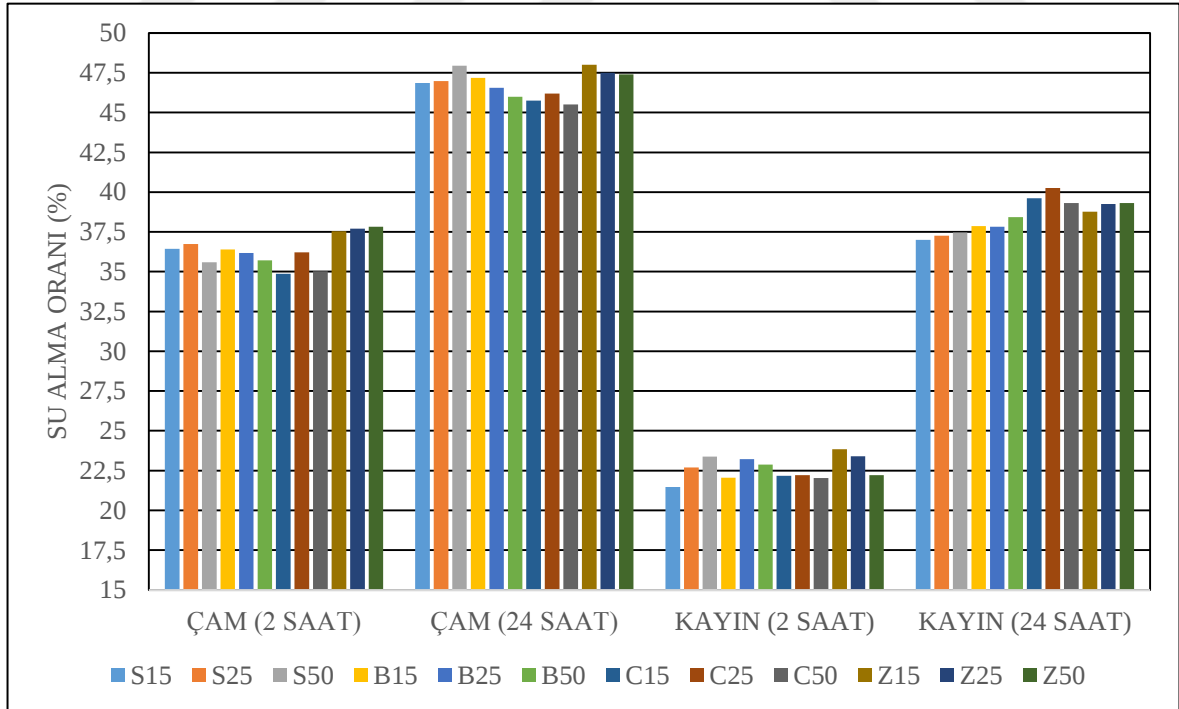
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

\*Süre: 2 saat ve 24 saatlik ölçümler kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

Çam kontrplakların 2 ve 24 saatlik su alma miktarına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde dolgu maddesi olarak susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma miktarları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Kayın kontrplaklarda 2 saatlik su alma miktarına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Buğday kepeği kullanıldığında ise aynı homojenlik grubunda olan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının 100 mesh boyutundaki grubun su alma oranından büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda 24 saatlik su alma oranlarına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Dolgu maddesi olarak susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının 40 mesh boyutundaki grubun su alma oranından küçük olduğu görülmüştür. Zeytin posası kullanıldığında ise aynı homojenlik grubunda bulunan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının 60 mesh boyutundaki grubun su alma oranından büyük olduğu görülmüştür.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına etkisi Şekil 72 ve Tablo 35’te verilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 72. Dolgu maddesi oranının kontrplakların su alma oranına etkisi

Tablo 35. Dolgu maddesi oranının kontrplakların su alma oranlarına etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 2            | 36,431            | 3,235 | A                    | 21,478          | 2,210 | A                    |
|                       | 24           | 46,860            | 4,077 | A                    | 37,003          | 2,036 | A                    |
| S25                   | 2            | 36,733            | 2,993 | A                    | 22,692          | 2,513 | A                    |
|                       | 24           | 46,985            | 2,867 | A                    | 37,270          | 2,835 | A                    |
| S50                   | 2            | 35,582            | 1,972 | A                    | 23,386          | 2,886 | A                    |
|                       | 24           | 47,937            | 2,195 | A                    | 37,470          | 2,236 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 2            | 36,398            | 3,560 | A                    | 22,051          | 2,401 | A                    |
|                       | 24           | 47,177            | 4,254 | A                    | 37,873          | 2,024 | A                    |
| B25                   | 2            | 36,184            | 2,813 | A                    | 23,216          | 2,700 | A                    |
|                       | 24           | 46,564            | 3,251 | A                    | 37,834          | 2,897 | A                    |
| B50                   | 2            | 35,705            | 2,934 | A                    | 22,875          | 1,718 | A                    |
|                       | 24           | 45,990            | 2,839 | A                    | 38,420          | 1,005 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 2            | 34,876            | 2,034 | A                    | 22,163          | 2,426 | A                    |
|                       | 24           | 45,759            | 3,952 | A                    | 39,607          | 1,795 | A                    |
| C25                   | 2            | 36,206            | 3,892 | A                    | 22,205          | 2,338 | A                    |
|                       | 24           | 46,201            | 4,215 | A                    | 40,262          | 2,416 | A                    |
| C50                   | 2            | 35,023            | 1,808 | A                    | 22,033          | 2,124 | A                    |
|                       | 24           | 45,503            | 3,263 | A                    | 39,319          | 3,125 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Süre* (saat) | Su Alma Oranı (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       |              | Çam Kontrplak     |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       |              | $\bar{X}$         | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 2            | 37,541            | 3,545 | A                    | 23,842          | 2,619 | A                    |
|                       | 24           | 48,003            | 5,048 | A                    | 38,770          | 1,918 | A                    |
| Z25                   | 2            | 37,704            | 4,079 | A                    | 23,393          | 3,247 | A                    |
|                       | 24           | 47,494            | 4,797 | A                    | 39,248          | 2,261 | A                    |
| Z50                   | 2            | 37,831            | 3,350 | A                    | 22,216          | 3,778 | A                    |
|                       | 24           | 47,395            | 4,132 | A                    | 39,316          | 1,971 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

\*Süre: 2 saat ve 24 saatlik ölçümler kendi içlerinde değerlendirilmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

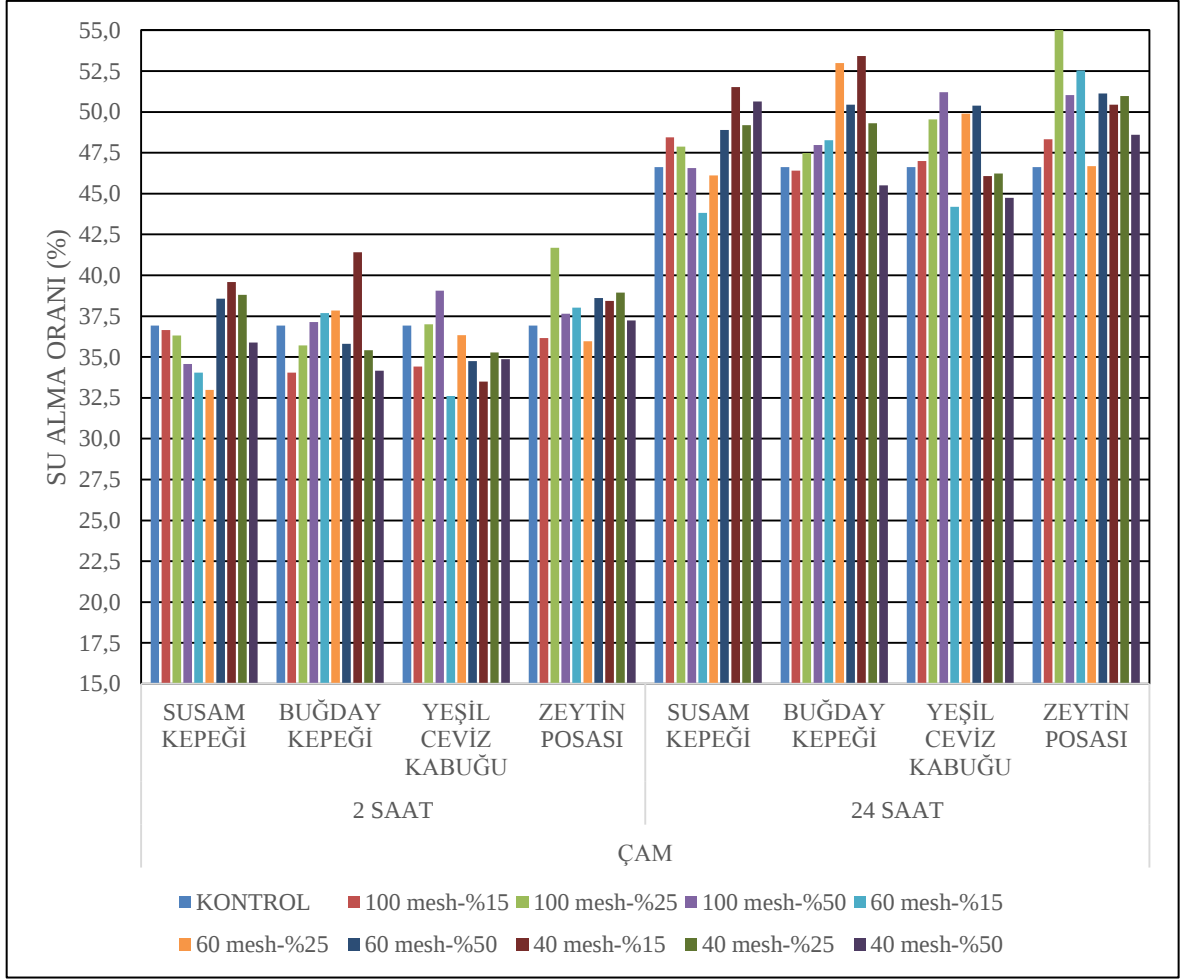
Her bir dolgu maddesi türü kendi içinde istatistiksel olarak değerlendirilerek çam kontrplakların su alma oranına etkisi incelenmiştir:

Çam kontrplaklarda 2 ve 24 saat sonraki su alma oranlarında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Her bir dolgu maddesi türü kendi içinde istatistiksel olarak değerlendirilerek kayın kontrplakların su alma oranına etkisi incelenmiştir:

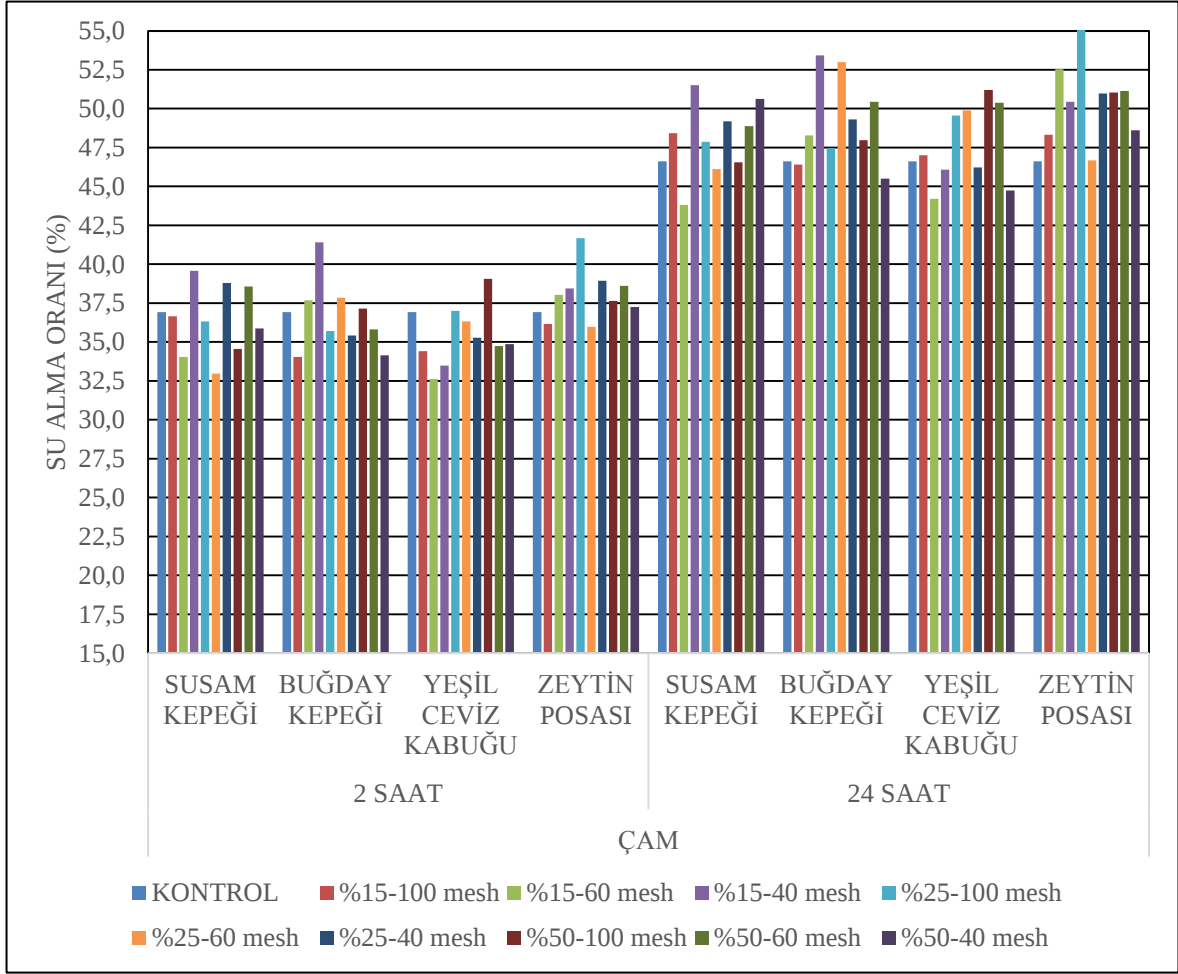
Kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonundaki su alma oranlarına susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun, zeytin posasının etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplar için ayrı ayrı yapılan 2 saat sonundaki su alma oranları arasında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Zeytin posası kullanılan grubun 2 saat sonraki en büyük su alma oranı Z1 (100 mesh, %15 oran) ve Z2 (100 mesh, %25 oran) gruplarındaki, en küçük su alma oranı Z5 (60 mesh, %25 oran) grubunda tespit edilmiştir. Susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplar için ayrı ayrı yapılan 24 saat sonraki su alma oranları arasında istatistiksel olarak bir fark gözlemlenmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta 24 saat sonraki en büyük su alma oranı C8 (40 mesh, %25) grubunda, en küçük su alma oranı aynı homojenlik grubunda yer alan C1 (100 mesh, %15 oran) ve C3 (100 mesh, %50 oran) gruplarında elde edilmiştir. Zeytin posası kullanılan grubun 24 saat sonraki en büyük su alma oranı aynı homojenlik grubunda olan Z2 (100 mesh, %25 oran) ve Z8 (40 mesh, %25 oran) gruplarında, en küçük su alma oranı Z5 (60 mesh %25 oran) grubunda elde edilmiştir.

Dolgu maddesi oranı ve boyutunun çam kontrplakların su alma oranına etkisi: Bu bölümde dolgu maddesi boyutu sabit tutularak dolgu maddesi oranının kontrplakların su alma oranında meydana getirdiği değişim kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak incelenmiştir. Benzer şekilde dolgu maddesi oranı sabit tutularak dolgu maddesi boyutundaki değişimin su alma oranına etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Dolgu maddesi oranındaki değişimin su alma oranına etkisi Şekil 73'te iken dolgu maddesi boyutunun su alma oranına etkisi Şekil 74'te verilmiştir.



Şekil 73. Dolgu maddesi oranının çam kontrplakların su alma oranına etkisi

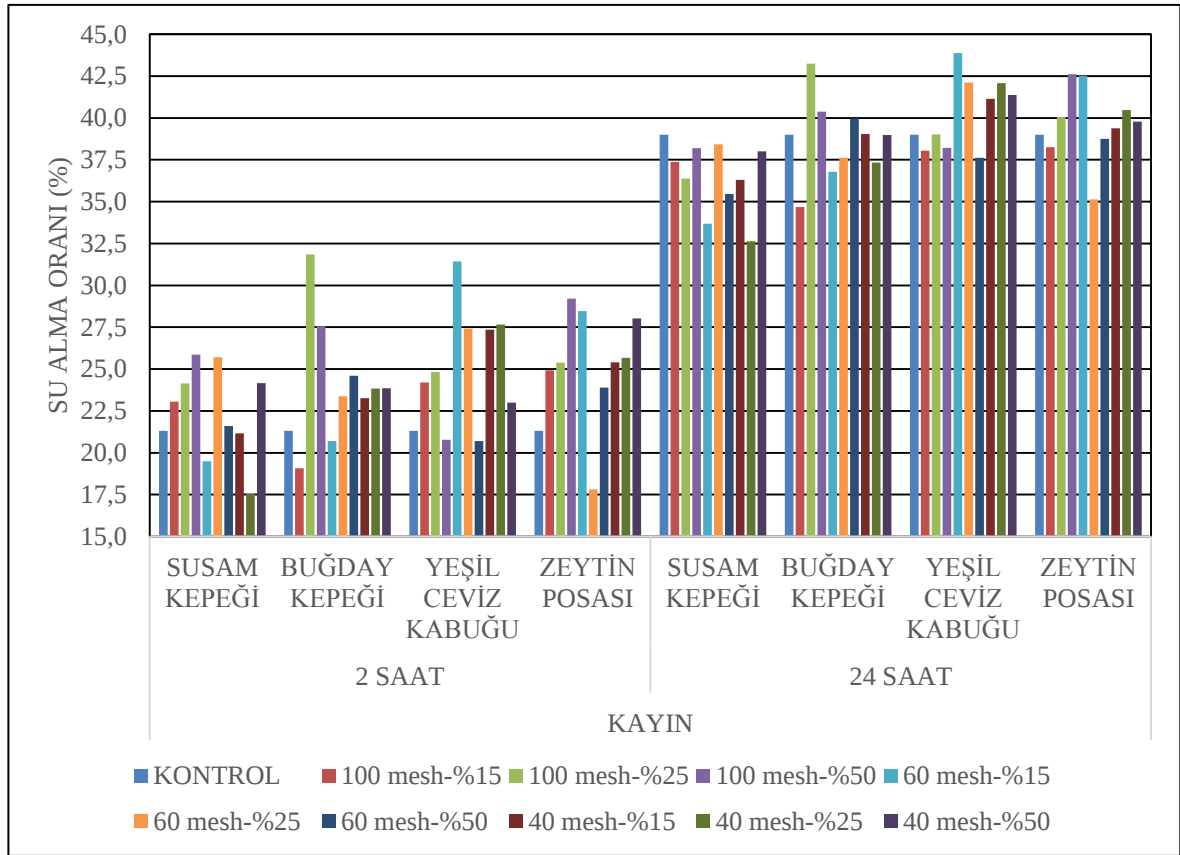
Çam kontrplakların 2 ve 24 saatlik su alma oranlarına susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu, zeytin posasının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Dolgu maddesi boyutu sabit tutularak kontrol, %15, %25 ve %50 oran arasında yapılan istatistiksel analizlerde bir fark görülmemiştir.



Şekil 74. Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplakların su alma oranına etkisi

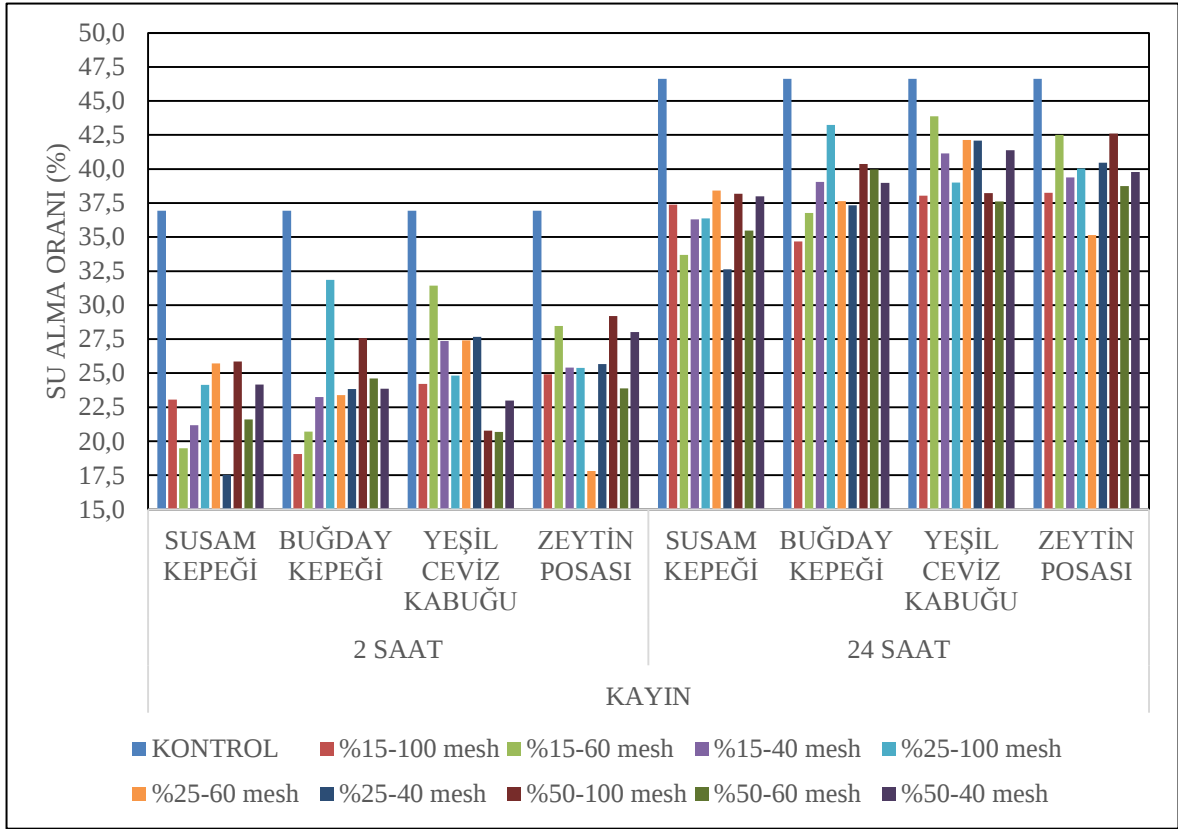
Çam kontrplakların 2 saat sürede su alma oranına dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Susam kepeği %25 oranında kullanıldığında en yüksek su alma oranı 40 mesh boyutundaki grupta, en düşük su alma oranı 60 mesh boyutundaki grupta görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve 100 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının en yüksek ve en düşük su alma oranlarına yakın olduğu belirlenmiştir. Çam kontrplakların su alma oranına dolgu maddesi boyutunun 24 saat sonraki etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük su alma oranının 100 mesh boyutundaki grupta, en küçük su alma oranının 60 mesh boyutundaki grupta olduğu tespit edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının en büyük ve en küçük su alma oranlarına yakın olduğu görülmüştür. Diğer dolgu maddesi boyutlarının çam kontrplaklarda su alma oranına etkisi araştırılmış ve istatistiksel olarak bir fark olmadığı görülmüştür.

Dolgu maddesi oranı ve boyutunun kayın kontrplakların su alma oranına etkisi: Bu bölümde dolgu maddesi boyutu sabit tutularak dolgu maddesi oranının kontrplakların su alma oranında meydana getirdiği değişim kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak incelenmiştir. Benzer şekilde dolgu maddesi oranı sabit tutularak dolgu maddesi boyutundaki değişimin su alma oranına etkisi de istatistiksel olarak araştırılmıştır. Dolgu maddesi oranındaki değişimin su alma oranına etkisi Şekil 75’de iken dolgu maddesi boyutunun su alma oranına etkisi Şekil 76’da verilmiştir.



Şekil 75. Dolgu maddesi oranının kayın kontrplakların su alma oranına etkisi

Kayın kontrplakların su alma oranlarının değerlendirilmiştir. Dolgu maddesi sabit tutularak kontrol, %15, %25 ve %50 oranlar arasında yapılan istatistiksel analizde bir fark belirlenmemiştir.



Şekil 76. Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların su alma oranına etkisi

Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların su alma oranına 2 saat sonraki etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Zeytin posası %15 oranda kullanıldığında en yüksek su alma oranı 100 mesh boyutundaki grupta iken en düşük su alma oranı kontrol grubunda elde edilmiştir. 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının en büyük ve en küçük değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası %25 oranında kullanıldığında aynı homojenlik grubunda yer alan 40 ve 100 mesh boyutundaki grupların aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve 60 mesh boyutundaki gruplardan yüksek su alma oranına sahip olduğu görülmüştür. Susam kepeği %25 oranda kullanıldığında en yüksek su alma oranı 100 mesh boyutundaki grupta, en düşük su alma oranı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının en yüksek ve en düşük değerlere yakın olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında aynı homojenlik grubunda yer alan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve 100 mesh boyutundaki gruplardan daha büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranındaki değişime dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak

incelenmiştir. %15 oranda susam kepeği kullanılan grupta en büyük su alma oranı kontrol grubunda iken en küçük su alma oranı 60 mesh boyutundaki grupta görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda yer alan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının en büyük ve en küçük değerlere yakın olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu %15 oranda kullanıldığında en yüksek su alma oranı 40 mesh boyutundaki grupta, en düşük su alma oranı 100 mesh boyutundaki grupta tespit edilmiştir. Kontrol grubunun su alma oranının ise ikinci en büyük su alma oranına sahip 60 mesh boyutundaki grup ile 100 mesh boyutundaki gruba yakın olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğunun %25 oranda kullanılmasıyla 40 mesh boyutundaki grubun su alma oranının aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranında büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posasının %25 oranda kullanılmasıyla 60 mesh boyutundaki grubun su alma oranının aynı homojenlik grubunda olan kontrol, 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranından küçük olduğu görülmüştür. Son olarak buğday kepeğinin %50 oranda kullanılması ile aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve 100 mesh boyutundaki grupların su alma oranlarının aynı homojenlik grubunda bulunan 40 ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranından küçük olduğu belirlenmiştir. Diğer dolgu maddesi boyutlarının kayın kontrplakların su alma oranına etkisi istatistiksel olarak incelenmiş ancak bir fark görülmemiştir.

### 3.4. Kontrplakların Mekanik Özellikleri

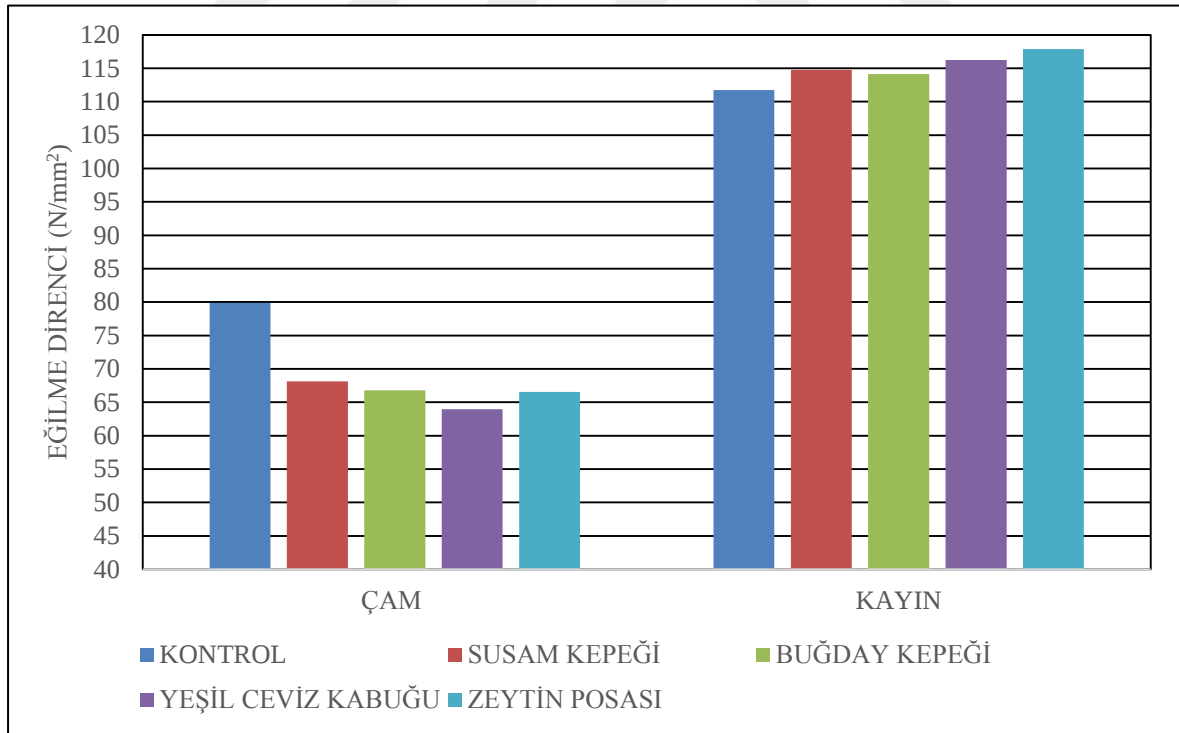
Bu bölümde tutkal karışımına dolgu maddesi olarak ilave edilen susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının kontrplakların eğilme direncine, elastikiyet modülüne ve çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir.

Kontrplakların mekanik özellikleri büyük oranda kullanılan ağaç türünün mekanik özelliklerine bağlıdır. Mekanik özelliklerde özgül ağırlığa bağlı olarak değişiklikler görülmektedir. Ancak iğne yapraklı ağaçların ve geniş yapraklı ağaçların denge rutubet miktarları ve özgül ağırlıkları birbirine çok yakın olsa bile odunlarının mekanik özellikleri farklılık gösterebilmektedir. Mekanik özellikleri etkileyen odun özellikleri; lif morfolojisi, yıllık halka yapısı ve odunun kimyasal içeriği ile açıklanabilir. Lif morfolojisi açısından bakıldığında iğne yapraklı ağaç odunlarında traheidler ile öz ışınlar çok fazla oranda bulunur, geniş yapraklı ağaç odunlarında ise odun lifleri, traheler, parankim hücreleri ve öz ışınları

bulunmaktadır. Hücre tiplerinin farklı olması mekanik özelliklerde farklılıklar olmasının nedenidir. Odunun kimyasal içeriğindeki selüloz eğilme direncini ve çekme direncini, lignin ise çekme ve şok direncini etkilemektedir. Ayrıca test örneklerinin ağacın, genç odun, olgun odun veya öz odun-dirî odun gibi farklı yerlerinden alınması ve odun kusurları genel sonucu etkilemektedir (Bozkurt & Erdin, 1997; Çavuş, 2020).

### 3.4.1. Eğilme Direnci

Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi türünün, boyutunun ve oranının eğilme direncine etkisi basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması ve homojenlik gruplarının tespiti için Student-Newman-Keuls testi uygulanmıştır. Denemeler 20 şer adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel olarak uç değerlere sahip örnekler ortalamaya katılmamıştır. Dolgu maddesi türünün çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 77, Tablo 36'da verilmiştir.



Şekil 77. Dolgu maddesi türünün kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 36. Dolgu maddesi türünün kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                              | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| Susam Kepeği          | 68,145                              | 7,416 | A                    | 114,771         | 7,163 | AB                   |
| Buğday Kepeği         | 66,765                              | 8,069 | A                    | 114,140         | 7,014 | AB                   |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 63,953                              | 9,850 | A                    | 116,246         | 7,558 | B                    |
| Zeytin Posası         | 66,560                              | 6,865 | A                    | 117,892         | 8,313 | B                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Homojenlik gruplarındaki farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

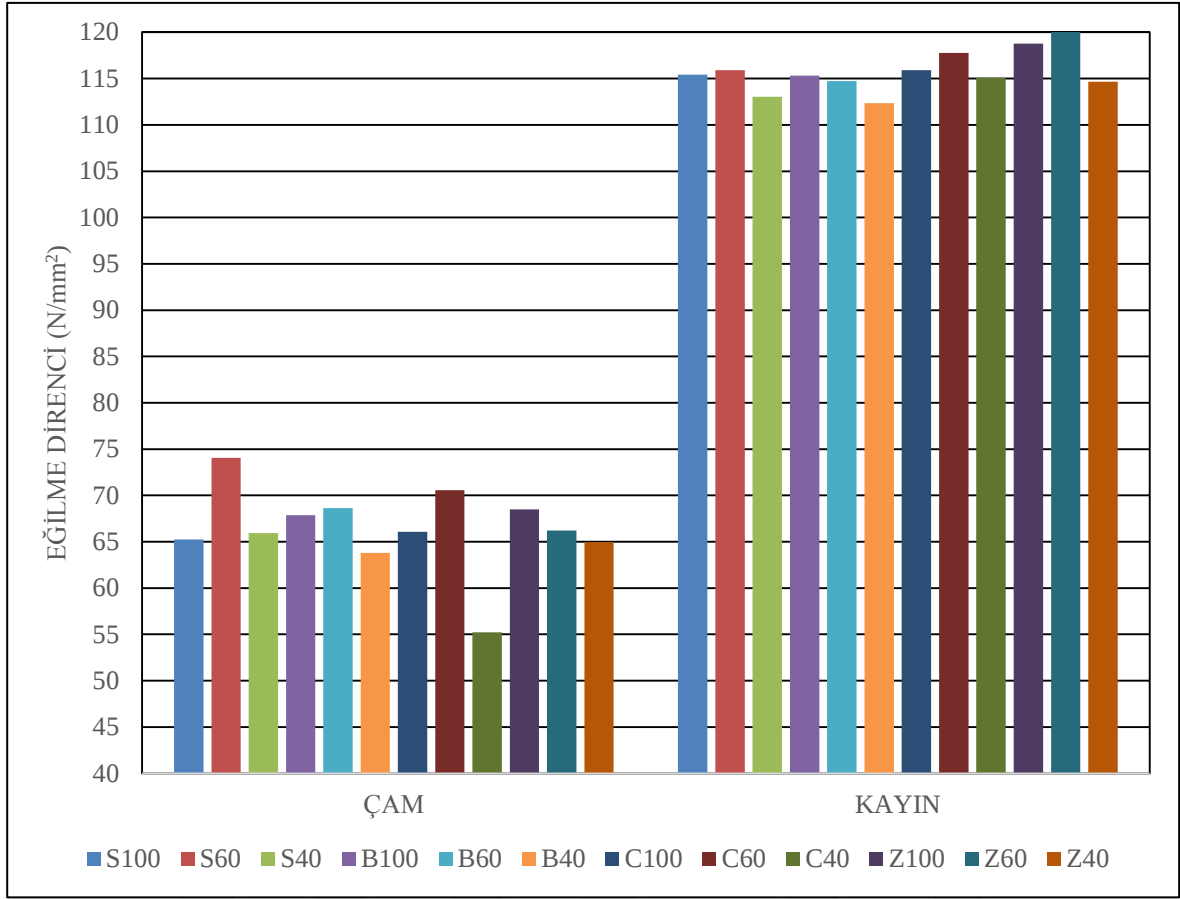
Kayın kontrplakların eğilme direncinin çam kontrplakların eğilme direncinden büyük olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türünün masif eğilme direnci ile kontrplak eğilme direncinin paralel olduğu literatürde ifade edilmiştir (Özen,1981). Masif ağacın eğilme direncini ise budaklarda meydana gelen lif sapmaları ve denge rutubet miktarındaki lif doygunluk noktasına kadar olan rutubet artışı etkilemektedir. Bunlara ek olarak eğilme direnci özgül ağırlık ve yaz odunu iştirak oranı ile doğru orantılıdır (Berkel, 1970). Literatüre göre; geniş yapraklı ağaçlardaki lignin miktarı, iğne yapraklı ağaçlardaki lignin miktarından hem daha az hem de termoplastik özelliği daha iyidir. Bu neden kaplama üretiminde en çok geniş yapraklı ağaçlar tercih edilmektedir. Geniş yapraklı ağaçların ise dağınık traheli türleri homojen yapıları nedeni ile daha çok tercih edilmektedir (Çolakoğlu, 2004). Bu çalışmada kullanılan kayın kaplamalar çam kaplamalardan daha pürüzsüz ve homojen yüzeye sahiptir. Bu nedenle kayın kontrplaklarda tutkal yayılımının, çam kontrplaklardan daha homojen şekilde gerçekleştiği düşünülmüştür. Ayrıca çam kaplamalar, kayın kaplamalardan daha asidiktir ve tamponlama kapasiteleri daha yüksektir ayrıca jelleşme süresini etkileyecek ekstraktif maddeler de içermektedir. Bu nedenle tutkalın erken sertleşerek kalın bir tutkal hattı oluşturabileceği düşünülmektedir.

Dolgu maddesi türünün kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Dolgu maddesi olarak kullanılan susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan gruplar ile kontrol grubu arasında yapılan istatistiksel analizde aynı homojenlik grubunda bulunan dolgu maddelerinin eğilme direncinin kontrol grubunun eğilme direncinden küçük olduğu görülmüştür. Kontrol grubu çıkartılarak yapılan

istatistiksel analizde dolgu maddeleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Literatürde yer alan bilgilere göre kısa jelleşme süresi tutkalın daha kısa sürede sertleşmesine neden olmaktadır (Gadhavé vd., 2017). Dolgu maddelerinin jelleşme sürelerinin kontrol grubundan kısa olması, çam kontrplaklarda tutkalın sertleşmesinin daha erken olacağını göstermektedir. Bu nedenle çam kontrplaklarda daha kalın bir tutkal hattı olduğu düşünülmüştür. Tutkal hattı kalınlığı ile bağlantı mukavemeti kaybı arasında güçlü bir ilişki olduğu, tutkal hattı kalınlığı arttıkça bağlantı mukavemetinin azaldığı literatürde belirtilmiştir (Jimenez vd., 2020).

Kayın kontrplaklarda dolgu maddesi türünün eğilme direncine etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak araştırılmıştır. En büyük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan gruplarda, en küçük eğilme direnci kontrol grubunda tespit edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan grupların eğilme direncinin en büyük ve en küçük eğilme dirençlerine yakın olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel analizde kontrol grubunun çıkarılması ile aynı homojenlik grubunda bulunan susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan grupların eğilme dirençlerinin zeytin posası kullanılan grubun eğilme direncinden küçük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun eğilme direnci ise en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında yer almıştır. En yüksek lignin içeriği zeytin posasında iken ikinci en yüksek lignin içeriği yeşil ceviz kabuğundadır. Literatürde dolgu maddesindeki lignin miktarının mekanik özellikleri artıracağı ifade edilmiştir (R  h vd., 2021).

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 78, Tablo 37’de gösterilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türlerini temsil etmektedir.

Şekil 78. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 37. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 65,241                              | 6,747 | A                    | 115,402         | 8,219 | A                    |
| S60                   | 74,056                              | 5,848 | B                    | 115,889         | 7,816 | A                    |
| S40                   | 65,949                              | 6,287 | A                    | 113,022         | 4,776 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 67,874                              | 8,850 | B                    | 115,331         | 5,600 | A                    |
| B60                   | 68,634                              | 8,068 | B                    | 114,734         | 7,158 | A                    |
| B40                   | 63,787                              | 6,507 | A                    | 112,356         | 7,885 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 66,076                              | 5,005 | B                    | 115,896         | 7,654 | A                    |
| C60                   | 70,552                              | 9,459 | C                    | 117,759         | 8,756 | A                    |
| C40                   | 55,230                              | 7,403 | A                    | 115,081         | 5,903 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 68,494                              | 5,937 | A                    | 118,775         | 6,332 | B                    |
| Z60                   | 66,209                              | 8,508 | A                    | 120,246         | 9,124 | B                    |
| Z40                   | 64,978                              | 5,516 | A                    | 114,655         | 8,363 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

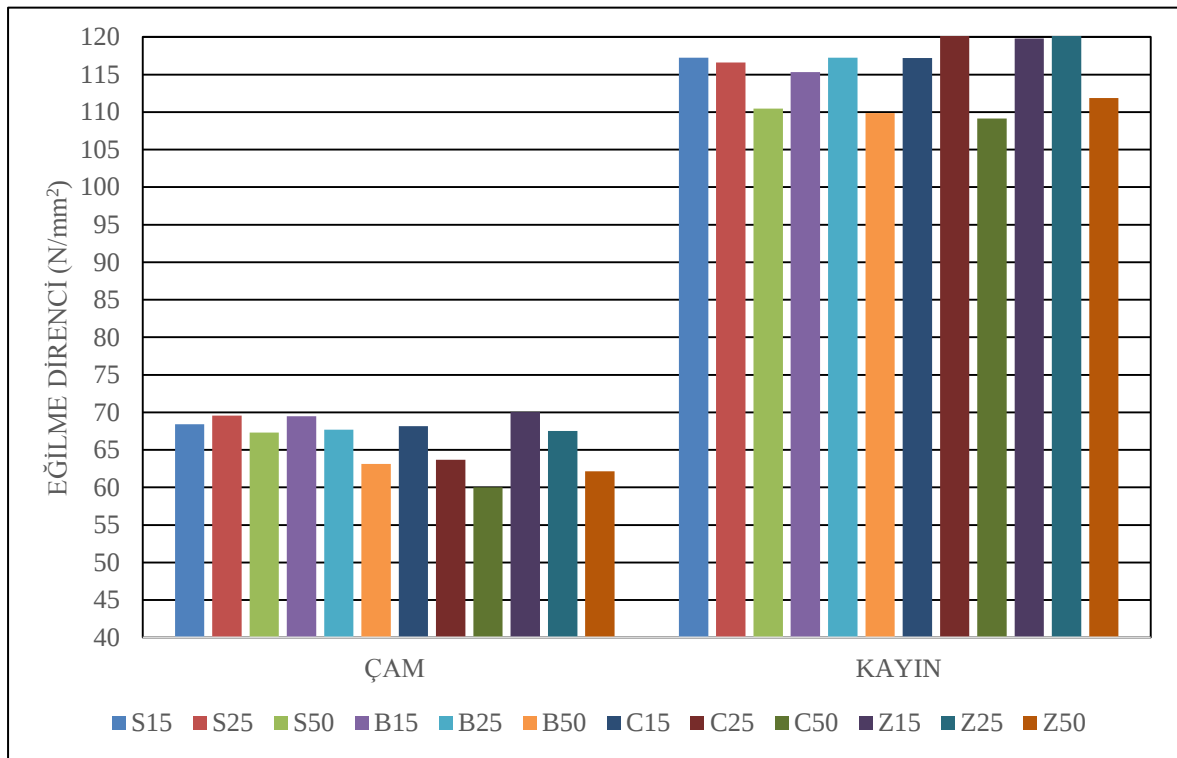
\*Homojenlik gruplarındaki farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların eğilme direncine dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinin 100 ve 40 mesh boyutlarındaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme dirençlerinin 60 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinden düşük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinin en yüksek 40 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinin en düşük olduğu belirlenmiştir. 100 mesh boyutundaki grubun eğilme direnci en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında yer almıştır. Zeytin posası kullanıldığında ise 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Kayın kontrplakların eğilme direncine dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılmış

gruaplarda 100,60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Zeytin posası kullanıldığında ise aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme dirençlerinin 40 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Parçacık boyutunun bağlanma kalitesi ve mekanik özellikler üzerinde dikkate değer etkileri vardır. Literatüre göre viskozite özellikleri kontrol grubuna yakın olan gruplar iyi mekanik sonuçlar vermiştir (Mirski vd., 2020).

Dolgu maddesi oranındaki değişimin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 79 ve Tablo 38’de ifade edilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 79. Dolgu maddesi oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 38. Dolgu maddesi oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |        |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------|--------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                       |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 68,398                              | 7,289  | A                    | 117,248         | 5,002 | B                    |
| S25                   | 69,549                              | 7,532  | A                    | 116,586         | 6,893 | B                    |
| S50                   | 67,299                              | 7,503  | A                    | 110,480         | 7,435 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |        |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 69,480                              | 9,557  | B                    | 115,310         | 6,602 | B                    |
| B25                   | 67,705                              | 6,503  | B                    | 117,251         | 6,787 | B                    |
| B50                   | 63,109                              | 6,621  | A                    | 109,861         | 5,495 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |        |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 68,170                              | 6,996  | B                    | 117,196         | 3,910 | B                    |
| C25                   | 63,672                              | 12,127 | AB                   | 122,422         | 6,825 | C                    |
| C50                   | 60,016                              | 8,200  | A                    | 109,120         | 4,499 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |        |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                       |        |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                           | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 70,038                              | 5,808  | B                    | 119,780         | 6,038 | B                    |
| Z25                   | 67,517                              | 6,147  | B                    | 122,021         | 7,391 | B                    |
| Z50                   | 62,125                              | 6,270  | A                    | 111,875         | 7,829 | A                    |

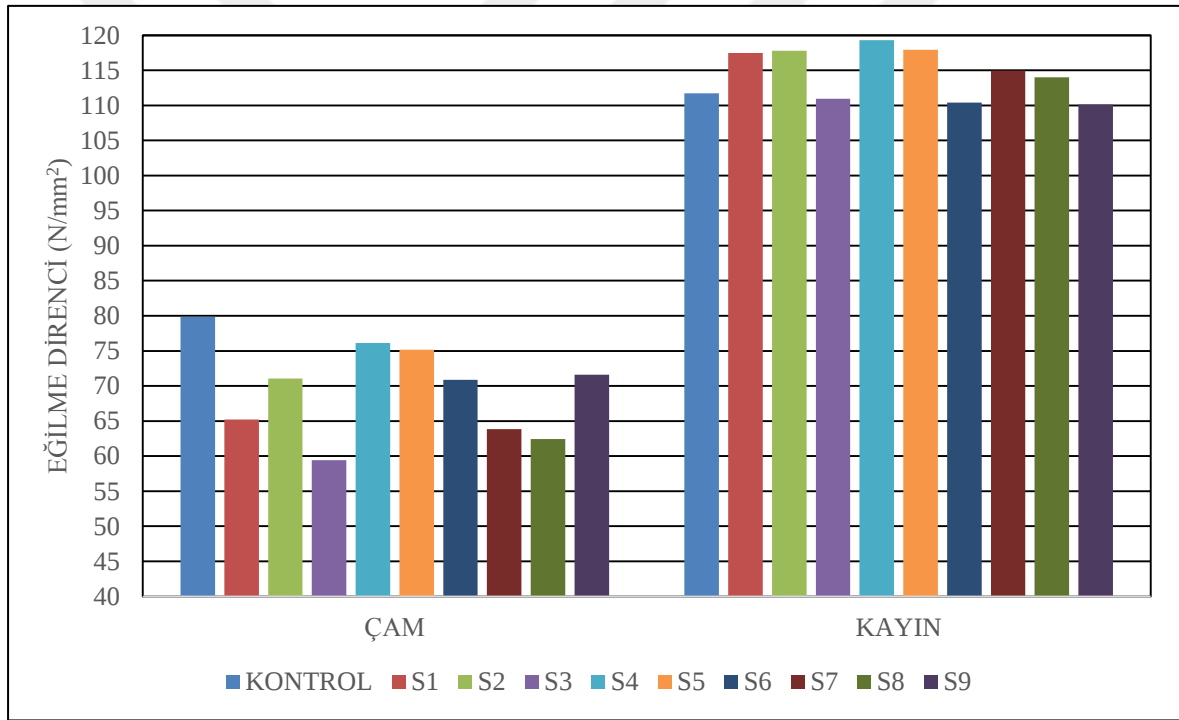
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Homojenlik gruplarındaki farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların eğilme dirençleri arasında bir fark bulunmamıştır. Buğday kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların %50 oranındaki gruptan büyük eğilme direncine sahip olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında %15 oranındaki grubun eğilme direncinin en büyük, %50 oranındaki grubun eğilme direncinin en küçük olduğu belirlenmiştir. %50 oranındaki grubun eğilme direnci ise en büyük ve en küçük eğilme dirençlerine yakın bir değer almıştır. Zeytin posası kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların eğilme direncinin %50 oranındaki grubun eğilme direncinden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında %15 ve 25 oranındaki grupların eğilme direnci %50 oranındaki grubun eğilme direncinden yüksek çıkmıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında ise en

yüksek eğilme direnci %25 oranındaki grupta en düşük eğilme direnci %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. %15 oranındaki grubun eğilme direncinin en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Susam kepeğinin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük eğilme direncinin aynı homojelik grubunda bulunan kontrol, S4 ve S5 gruplarında, en küçük eğilme direncinin S1, S3, S7 ve S8 gruplarında olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda en büyük eğilme direnci S4 grubunda, en küçük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan S6 ve S9 gruplarında elde edilmiştir. Susam kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 80, Tablo 39'da verilmiştir.



Şekil 80. Susam kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 39. Susam kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | D                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| S1                    | 65,233                                          | 5,044 | B                    | 117,482         | 5,949  | A                    |
| S2                    | 71,052                                          | 5,514 | C                    | 117,796         | 10,353 | A                    |
| S3                    | 59,439                                          | 3,992 | A                    | 110,928         | 6,126  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| S4                    | 76,124                                          | 4,142 | AB                   | 119,315         | 4,453  | B                    |
| S5                    | 75,186                                          | 6,690 | AB                   | 117,946         | 3,398  | B                    |
| S6                    | 70,858                                          | 5,520 | A                    | 110,406         | 10,550 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| S7                    | 63,838                                          | 5,295 | A                    | 114,945         | 3,616  | A                    |
| S8                    | 62,411                                          | 3,637 | A                    | 114,015         | 4,466  | A                    |
| S9                    | 71,600                                          | 5,634 | B                    | 110,105         | 4,953  | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

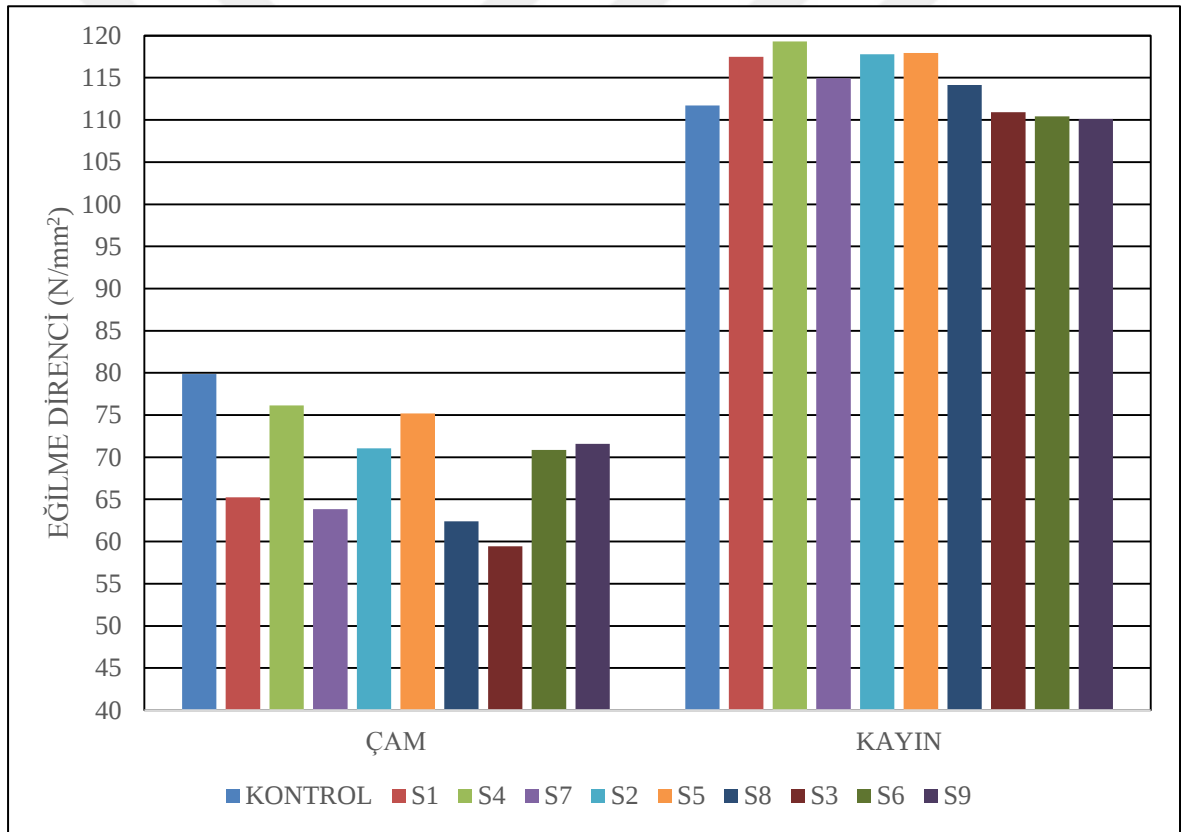
Çam kontrplaklarda susam kepeği oranının eğilme direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde kontrol grubunun en büyük eğilme direncine, S3 grubunun en küçük eğilme direncine sahip olduğu görülmüştür. S2 grubunun eğilme direnci ise ikinci en büyük eğilme direncine sahip S2 grubu ile S3 gruplarının arasında olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde kontrol grubunun eğilme direnci en büyük, S6 grubunun eğilme direncinin en küçük olduğu saptanmıştır. Aynı homojenlik grubunda olan S4 ve S5 gruplarının eğilme dirençlerinin ise en büyük ve en küçük eğilme dirençlerine yakın olduğu görülmüştür. 3. Analizde kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, aynı homojenlik grubunda bulunan S7 ve S8 gruplarının eğilme direncinin en küçük olduğu tespit edilmiştir. S9 grubu eğilme direnci ise en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların eğilme direncine susam kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde 1. Analizde S1, S2, S3 gruplarının eğilme direnci ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. 2. Analizde ise aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve S6 gruplarının eğilme direncinin aynı homojenlik grubunda bulunan S4 ve S5 gruplarının eğilme direncinden düşük olduğu görülmüştür. 3. Analizde S7,

S8 ve S9 gruplarının eğilme dirençleri ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Yüksek su emiciliği nedeniyle üre formaldehit tutkalında daha fazla miktarda dolgu maddesi kullanılması, tutkal karışımının viskozitesinin artmasına neden olur. Böylece üre formaldehit tutkal daha az su içerecek ve tutkal moleküllerinin difüzyonunun ve hareketliliğinin azalmasına yol açacaktır. Çok yüksek konsantrasyonlardaki tutkal karışımlarının sertleşme sürecini yavaşlatmaları yani viskoziteyi güçlü şekilde etkilemeleri mekanik özellikleri bir miktar azaltır (Réh vd., 2021).

Susam kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 81 ve Tablo 40'ta belirtilmiştir.



Şekil 81. Susam kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 40. Susam kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| S1                    | 65,233                                          | 5,044 | A                    | 117,482         | 5,949  | B                    |
| S4                    | 76,124                                          | 4,142 | B                    | 119,315         | 4,453  | B                    |
| S7                    | 63,838                                          | 5,295 | A                    | 114,945         | 3,616  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| S2                    | 71,052                                          | 5,514 | B                    | 117,796         | 10,353 | A                    |
| S5                    | 75,186                                          | 6,690 | BC                   | 117,946         | 3,398  | A                    |
| S8                    | 62,411                                          | 3,637 | A                    | 114,153         | 4,466  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| S3                    | 59,439                                          | 3,992 | A                    | 110,928         | 6,126  | A                    |
| S6                    | 70,858                                          | 5,520 | B                    | 110,406         | 10,550 | A                    |
| S9                    | 71,600                                          | 5,634 | B                    | 110,105         | 4,953  | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

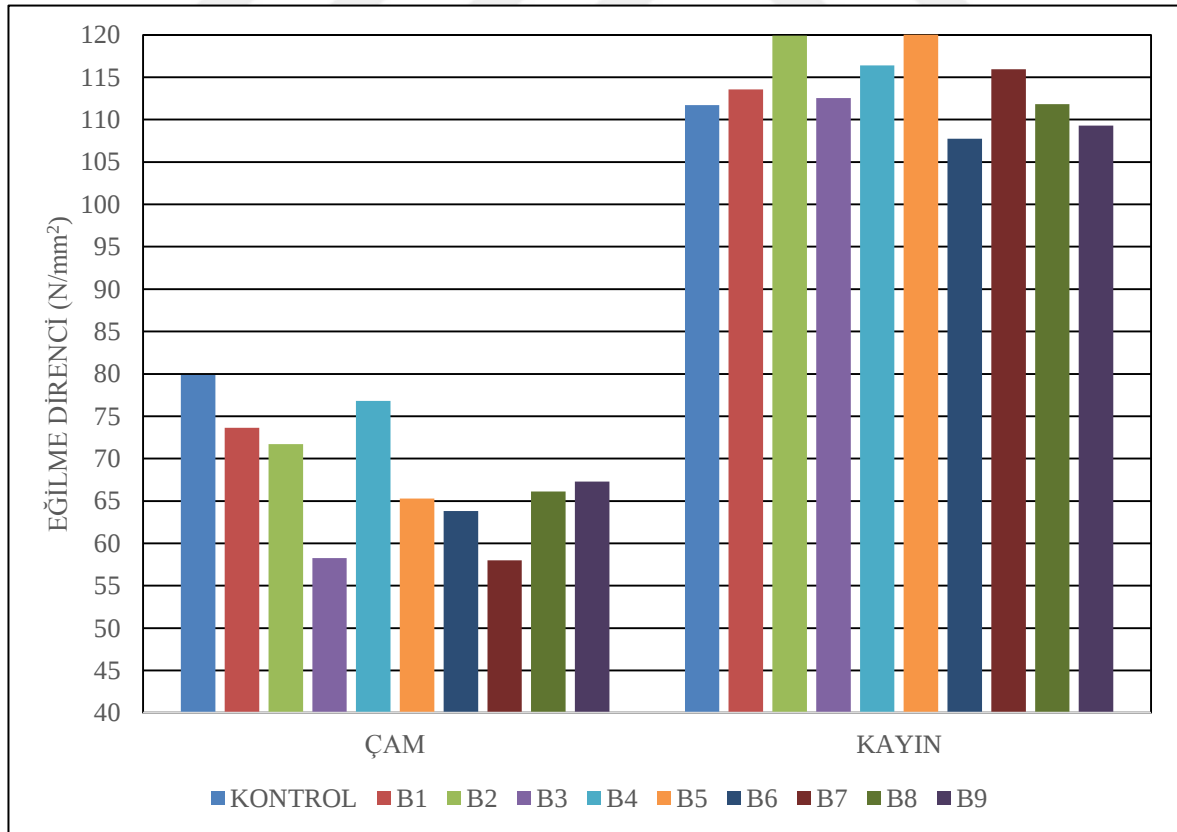
Çam kontrplakların eğilme direncine susam kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve S4 gruplarının eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan S1 ve S7 gruplarının eğilme direncinden yüksek çıkmıştır. 2. Analizde kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, S8 grubunun eğilme direncinin ise en küçük olduğu belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan S2 ve S5 gruplarının eğilme direncinin en büyük ve en küçük değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde en büyük eğilme direnci kontrol grubunda, en küçük eğilme direnci S3 grubunda elde edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda bulunan S6 ve S9 gruplarının eğilme dirençleri en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların eğilme direncine susam kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan S1 ve S4 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve S7 gruplarının eğilme dirençlerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde S2, S5, S7 ve kontrol gruplarının eğilme dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. 3. Analizde aynı

homojenlik grubunda olan S3, S6, S9 ve kontrol gruplarının eğilme dirençleri arasında bir fark gözlemlenmemiştir.

Dolgu maddesi olarak susam kepeği kullanılan kontrplaklara ait eğilme direnci değerleri TS 4645 EN 636 standardına göre değerlendirildiğinde: çam kontrplaklarda dolgu maddesi kullanılan tüm gruplar F40 ( $60 \text{ N/mm}^2$ ); kontrol grubu F50 ( $75 \text{ N/mm}^2$ ) sınıfları için verilen alt değeri karşılamaktadır. Kayın kontrplaklarda tüm gruplar standardta belirtilen F70 ( $105 \text{ N/mm}^2$ ) sınıfı için verilen alt değeri karşılamaktadır.

Buğday kepeğinin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve B4 gruplarında, en küçük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda bulunan B3, B6 ve B7 gruplarında tespit edilmiştir. Kayın kontrplaklarda ise aynı homojenlik grubunda olan B2 ve B5 gruplarının eğilme direncinin aynı homojenlik grubunda yer alan B6 ve B9 gruplarının eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların eğilme direncinde oluşturduğu değişiklik Şekil 82, Tablo 41’de gösterilmiştir.



Şekil 82. Buğday kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 41. Buğday kepeği oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| B1                    | 73,643                                          | 5,968 | B                    | 113,547         | 5,588 | A                    |
| B2                    | 71,726                                          | 5,438 | B                    | 119,906         | 4,086 | B                    |
| B3                    | 58,255                                          | 5,562 | A                    | 112,540         | 4,060 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| B4                    | 76,813                                          | 4,409 | B                    | 116,417         | 5,222 | B                    |
| B5                    | 65,291                                          | 5,997 | A                    | 120,032         | 5,114 | B                    |
| B6                    | 63,798                                          | 6,450 | A                    | 107,754         | 4,722 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| B7                    | 57,986                                          | 3,670 | A                    | 115,964         | 8,566 | A                    |
| B8                    | 66,099                                          | 6,589 | B                    | 111,814         | 7,374 | A                    |
| B9                    | 67,276                                          | 4,765 | B                    | 109,290         | 6,581 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

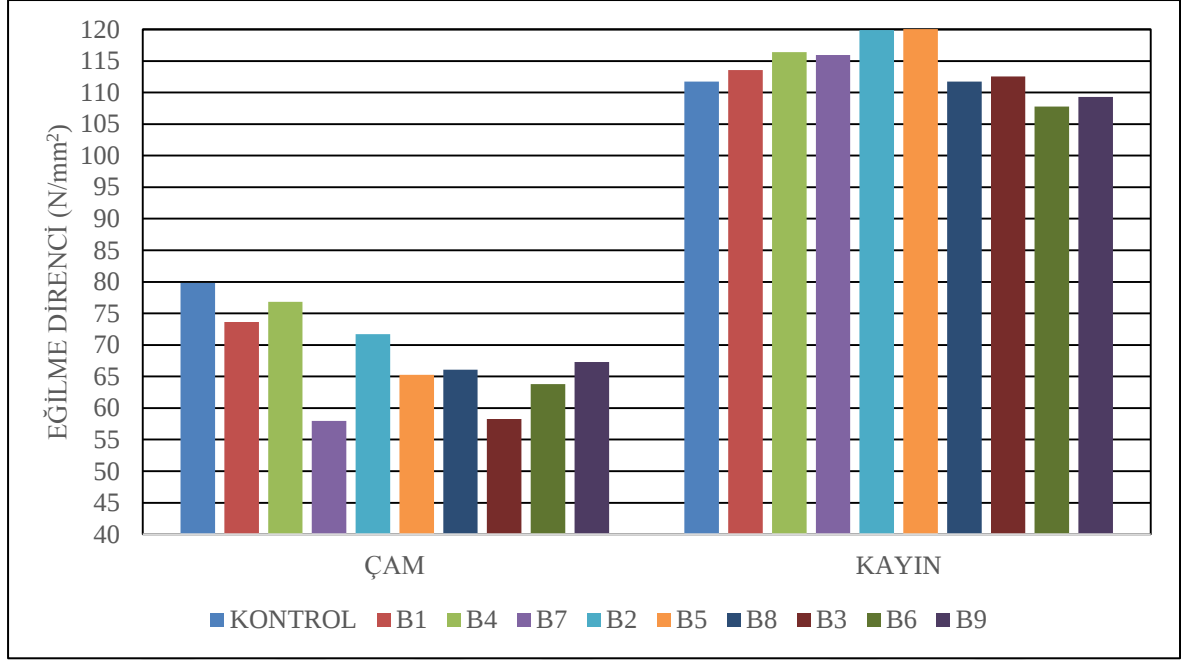
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Buğday kepeği oranının çam kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde en büyük eğilme direnci kontrol grubunda, en düşük eğilme direnci B3 grubunda elde edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan B1 ve B2 gruplarının eğilme dirençleri ise en büyük ve en küçük değer arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve B4 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda olan B5 ve B6 gruplarının eğilme dirençlerinden büyük olduğu görülmüştür. 3. Analizde kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, B7 grubunun eğilme direncinin en küçük olduğu tespit edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan B8 ve B9 gruplarının eğilme dirençleri en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların eğilme direncine buğday kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde B2 grubunun eğilme direncinin aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, B1 ve B3 grubunun eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan B4 ve B5 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve B6 gruplarının eğilme direncinden

büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde ise kontrol, B7, B8 ve B9 gruplarının eğilme dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Buğday kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 83 ve Tablo 42 ile açıklanmıştır.



Şekil 83. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi

Tablo 42. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| B1                    | 73,643                                          | 5,968 | B                    | 113,547         | 5,588 | A                    |
| B4                    | 76,813                                          | 4,409 | BC                   | 116,417         | 5,222 | A                    |
| B7                    | 57,986                                          | 3,670 | A                    | 115,964         | 8,566 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| B2                    | 71,726                                          | 5,438 | A                    | 119,906         | 4,086 | B                    |
| B5                    | 65,291                                          | 5,997 | A                    | 120,032         | 5,114 | B                    |
| B8                    | 66,099                                          | 6,589 | A                    | 111,732         | 7,374 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| B3                    | 58,255                                          | 5,532 | A                    | 112,540         | 4,060 | A                    |
| B6                    | 63,798                                          | 6,450 | B                    | 107,751         | 4,722 | A                    |
| B9                    | 67,276                                          | 4,765 | B                    | 109,290         | 6,581 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

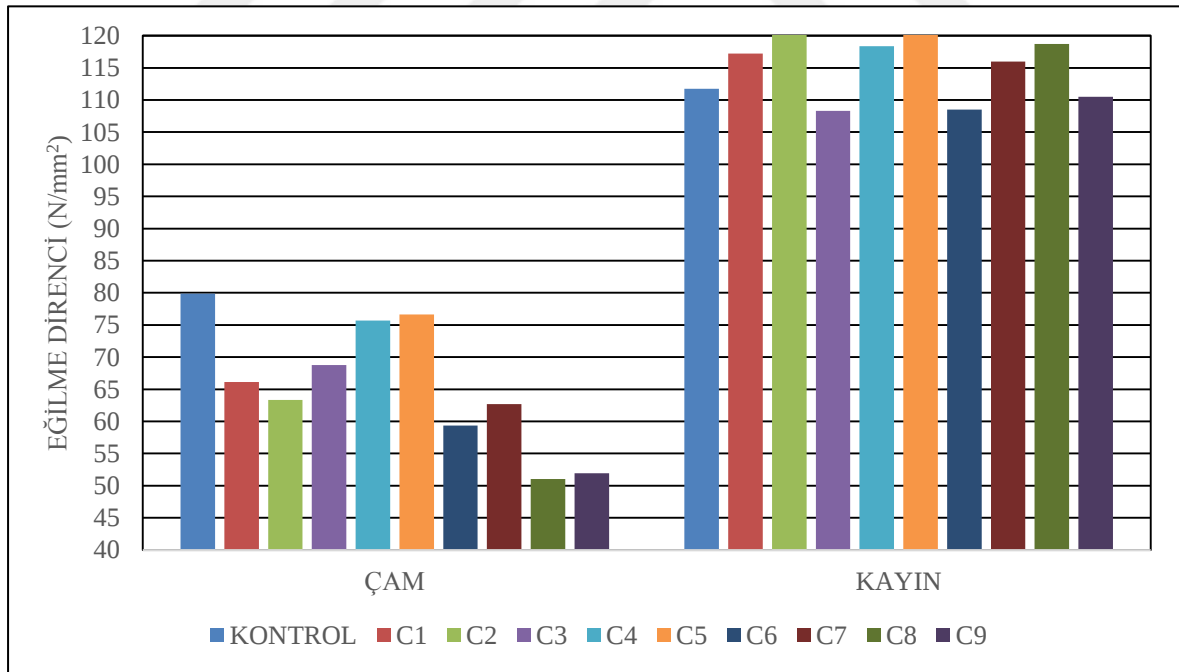
Buğday kepeği boyutunun çam kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, B7 grubunun eğilme direncinin en küçük olduğu belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan B1 ve B4 gruplarının eğilme dirençleri en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan B2, B5 ve B8 gruplarının eğilme dirençlerinin kontrol grubunun eğilme direncinden küçük olduğu görülmüştür. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan B6 ve B9 gruplarının eğilme dirençlerinin kontrol grubunun eğilme direncinden küçük, B3 grubunun eğilme direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Buğday kepeği boyutunun kayın kontrplakların eğilme direnci üzerine etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 1. Analizde B1, B4 ve B7 gruplarının eğilme dirençleri ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. 2. Analizde B2 ve B5 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda yer aldığını ve aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve B8 gruplarının eğilme dirençlerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde B3, B6 ve B9 gruplarının eğilme

dirençleri ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Dolgu maddesi olarak buğday kepeği kullanılan kontrplaklara ait eğilme direnci değerleri TS 4645 EN 636 standardına göre değerlendirildiğinde: çam kontrplaklarda dolgu maddesi kullanılan grupların eğilme dirençlerinin F40 (60 N/mm<sup>2</sup>); kontrol grubunun eğilme direnci F50 (75 N/mm<sup>2</sup>) sınıfları için verilen alt değeri sağlamaktadır. Kayın kontrplaklarda ise tüm gruplar standardta belirtilen F70 (105 N/mm<sup>2</sup>) sınıfları için verilen alt değerleri karşılamaktadır.

Yeşil ceviz kabuğunun çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda en büyük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan kontrol, C4 ve C5 gruplarında, en küçük eğilme direnci C8 ve C9 gruplarında elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda en büyük eğilme direnci C5 grubunda iken en küçük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan kontrol, C3, C6 ve C9 gruplarında tespit edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu oranının kayın ve çam kontrplakların eğilme direncinde oluşturduğu etki Şekil 84 ve Tablo 43'te verilmiştir.



Şekil 84. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 43. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| C1                    | 66,125                                          | 3,560 | A                    | 117,241         | 3,753 | B                    |
| C2                    | 63,344                                          | 5,218 | A                    | 122,121         | 7,572 | C                    |
| C3                    | 68,760                                          | 4,953 | A                    | 108,327         | 2,806 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| C4                    | 75,693                                          | 3,036 | B                    | 118,356         | 4,715 | B                    |
| C5                    | 76,629                                          | 7,475 | B                    | 126,412         | 5,668 | C                    |
| C6                    | 59,335                                          | 3,610 | A                    | 108,509         | 3,787 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| C7                    | 62,692                                          | 5,912 | B                    | 115,990         | 2,954 | B                    |
| C8                    | 51,044                                          | 5,190 | A                    | 118,732         | 5,015 | B                    |
| C9                    | 51,955                                          | 4,630 | A                    | 110,522         | 6,180 | A                    |

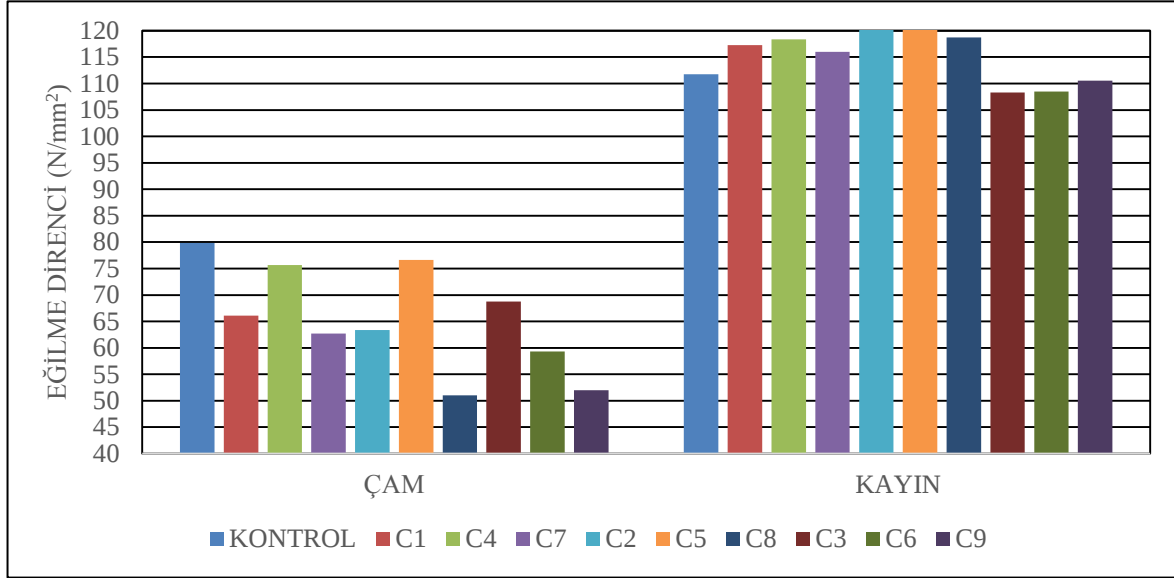
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların eğilme direnci üzerine yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde kontrol grubunun eğilme direncinin aynı homojenlik grubunda bulunan C1, C2 ve C3 gruplarının eğilme dirençlerinden büyük olduğu görülmüştür. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, C4 ve C5 gruplarının eğilme direncinin C6 grubunun eğilme direncinden büyük olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde en yüksek eğilme direnci kontrol grubunda iken en düşük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan C8 ve C9 gruplarında tespit edilmiştir. C7 grubunun eğilme direnci en yüksek ve en düşük eğilme dirençleri arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların eğilme direncine yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük eğilme direnci C2 grubunda, en küçük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve C3 gruplarında elde edilmiştir. C1 grubunun eğilme direnci ise en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında yer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C9 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda bulunan C7 ve C8 gruplarının eğilme dirençlerinden düşük olduğu görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğu boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 85 ve Tablo 44’te açıklanmıştır.



Şekil 85. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 44. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm²) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                             | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| C1                    | 66,125                             | 3,560 | A                    | 117,241         | 3,753 | B                    |
| C4                    | 75,693                             | 3,036 | B                    | 118,356         | 4,715 | B                    |
| C7                    | 62,692                             | 5,912 | A                    | 115,990         | 2,954 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm²) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                             | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| C2                    | 63,344                             | 5,218 | B                    | 122,121         | 7,572 | B                    |
| C5                    | 76,629                             | 7,475 | C                    | 126,412         | 5,668 | C                    |
| C8                    | 51,044                             | 5,190 | A                    | 118,732         | 5,015 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm²) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                             | 7,023 | D                    | 111,732         | 6,722 | A                    |
| C3                    | 68,760                             | 4,953 | C                    | 108,327         | 2,806 | A                    |
| C6                    | 59,335                             | 3,610 | B                    | 108,509         | 3,787 | A                    |
| C9                    | 51,955                             | 4,630 | A                    | 110,522         | 6,180 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

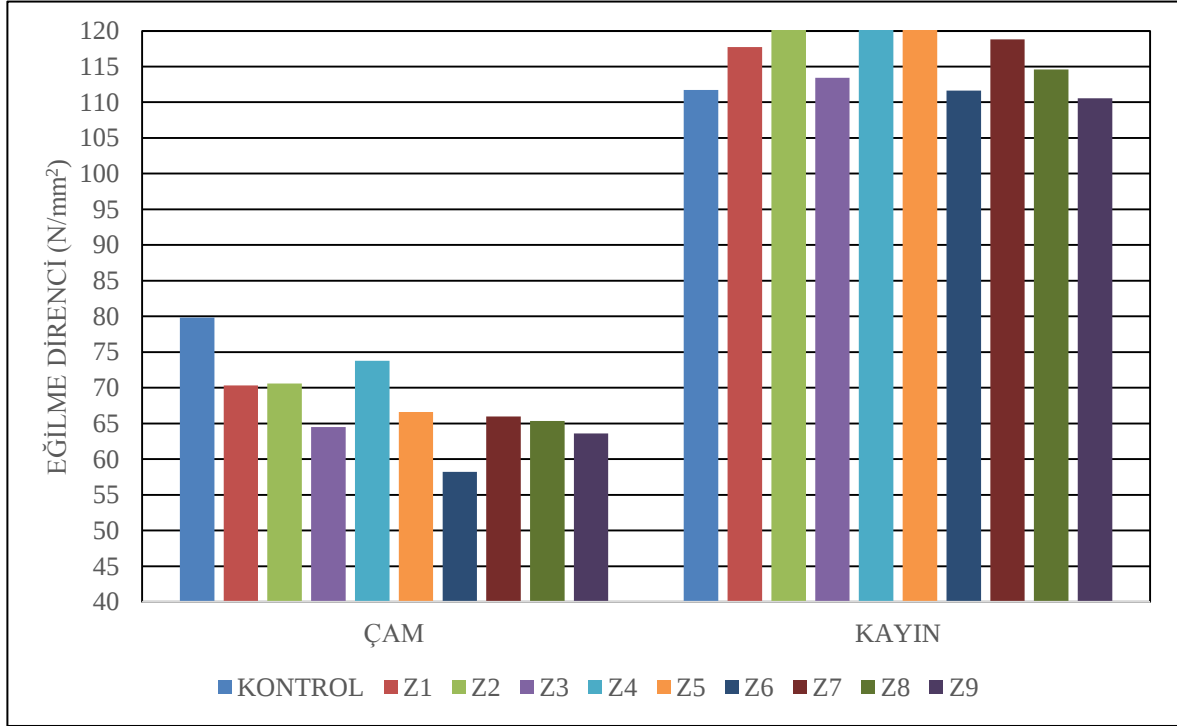
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C4 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda yer alan C1 ve C7 gruplarının eğilme dirençlerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve C5 gruplarının eğilme direncinin en büyük, C8 grubunun eğilme direncinin en küçük olduğu görülmüştür. C2 grubunun eğilme direnci en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde en yüksek eğilme direncinin kontrol grubunda iken en düşük eğilme direncinin C9 grubunda olduğu belirlenmiştir. C6 grubunun eğilme direncinin ikinci en büyük eğilme direncine sahip C3 grubunun eğilme direncinden küçük olduğu görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kayın kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C1, C4 ve C7 gruplarının kontrol grubundan yüksek eğilme direncine sahip oldukları görülmüştür. 2. Analizde en yüksek eğilme direnci C5 grubunda, en düşük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve C8 gruplarında tespit edilmiştir. C2 grubunun eğilme direnci ise en yüksek ve en düşük eğilme dirençleri arasında yer almıştır. 3. Analizde C3, C6, C9 gruplarının eğilme dirençleri ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Dolgu maddesi olarak yeşil ceviz kabuğu kullanılan kontrplaklara ait eğilme direnci değerleri TS 4645 EN 636 standardına göre değerlendirildiğinde: çam kontrplaklarda, C8 ve C9 grupları standartta belirtilen F30 (45 N/mm<sup>2</sup>); C1, C2, C3, C4, C5, C6 ve C7 gruplarının F40 (60 N/mm<sup>2</sup>); kontrol grubunun F50 (75 N/mm<sup>2</sup>) sınıfları için verilen alt değerleri sağladığı görülmektedir. Kayın kontrplaklarda kontrol, C1, C3, C4, C6, C7, C8 ve C9 grupları standardta belirtilen F70 (105 N/mm<sup>2</sup>); C2 ve C5 grupları F80 (120 N/mm<sup>2</sup>) sınıfları için verilen alt değerleri karşılamaktadır.

Zeytin posasının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük eğilme direnci kontrol grubunda iken en küçük eğilme direnci Z6 grubunda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda en yüksek eğilme direnci aynı homojenlik grubunda bulunan Z2 ve Z5 gruplarında iken en düşük eğilme direnci Z9 grubunda bulunmuştur. Zeytin posası oranının kayın ve çam kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 86, Tablo 45'te gösterilmiştir.



Şekil 86. Zeytin posası oranının kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 45. Zeytin posası oranının kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm²) / 1. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                             | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| Z1                    | 70,353                             | 5,027 | A                    | 117,736         | 2,532  | B                    |
| Z2                    | 70,609                             | 5,199 | A                    | 125,174         | 5,336  | C                    |
| Z3                    | 64,520                             | 5,908 | A                    | 113,415         | 3,913  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm²) / 2. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                             | 7,023 | D                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| Z4                    | 73,783                             | 5,113 | C                    | 122,810         | 7,408  | B                    |
| Z5                    | 66,599                             | 6,473 | B                    | 126,272         | 3,740  | B                    |
| Z6                    | 58,246                             | 5,553 | A                    | 111,654         | 8,232  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm²) / 3. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                             | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| Z7                    | 65,978                             | 4,824 | A                    | 118,794         | 6,155  | A                    |
| Z8                    | 65,345                             | 6,001 | A                    | 114,617         | 6,361  | A                    |
| Z9                    | 63,611                             | 5,951 | A                    | 110,554         | 10,250 | A                    |

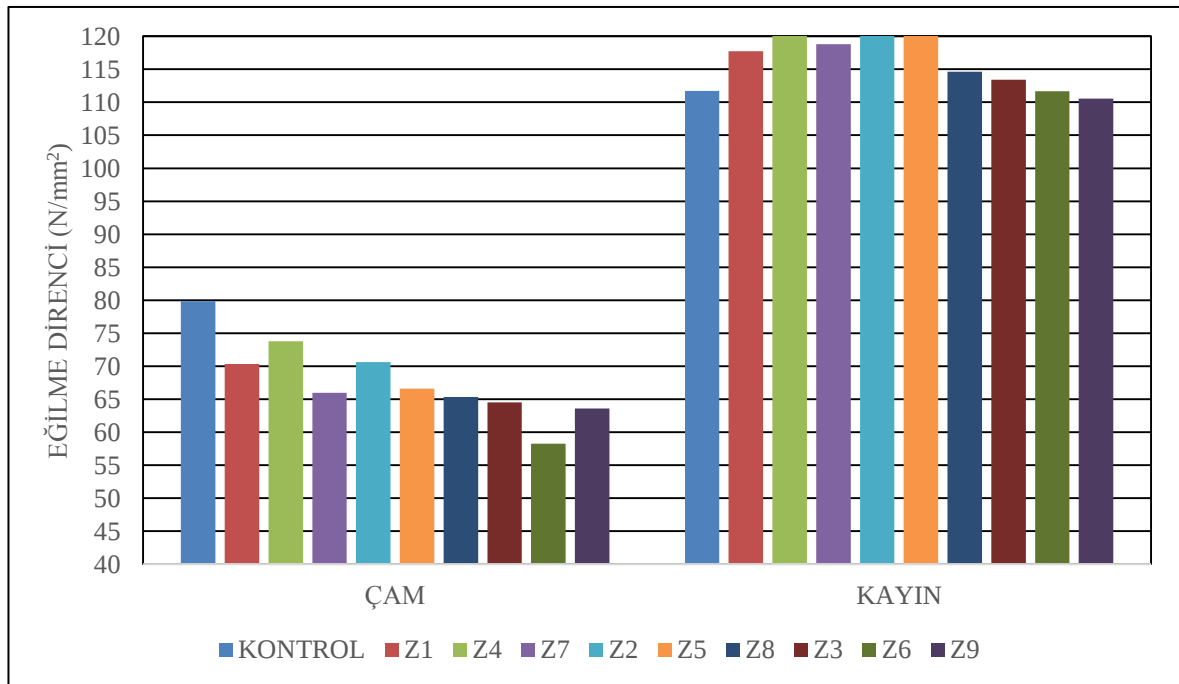
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların eğilme direnci üzerine zeytin posası oranının etki istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z2 ve Z3 gruplarının eğilme dirençlerinin kontrol grubunun eğilme direncinden düşük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde en büyük eğilme direnci kontrol grubunda, en küçük eğilme direnci Z6 grubunda elde edilmiştir. Z5 grubunun eğilme direncinin ikinci en büyük eğilme direncine sahip Z4 grubunun eğilme direncinden küçük olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde ise aynı homojenlik grubunda olan Z7, Z8 ve Z9 gruplarının eğilme dirençlerinin kontrol grubunun eğilme direncinden düşük olduğu görülmüştür.

Kayın kontrplakların eğilme direnci üzerine zeytin posası oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük eğilme direnci Z2 grubunda, en düşük eğilme direnci aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve Z3 grubunda elde edilmiştir. Z1 grubunun eğilme direnci ise en büyük ve en küçük eğilme dirençleri arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z6 ve kontrol gruplarının eğilme direncinin aynı homojenlik grubunda bulunan Z4 ve Z5 gruplarının eğilme dirençlerinden küçük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde Z7, Z8 ve Z9 gruplarının eğilme dirençleri ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Zeytin posası boyutunun çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi Şekil 87 ve Tablo 46'da da ifade edilmiştir.



Şekil 87. Zeytin posası boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisi

Tablo 46. Zeytin posası boyutunun kontrplakların eğilme direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|-------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | C                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| Z1                    | 70,353                                          | 5,027 | AB                   | 117,736         | 2,535  | B                    |
| Z4                    | 73,783                                          | 5,113 | B                    | 122,810         | 7,408  | B                    |
| Z7                    | 65,978                                          | 4,824 | A                    | 118,794         | 6,155  | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| Z2                    | 70,609                                          | 5,199 | A                    | 125,174         | 5,336  | B                    |
| Z5                    | 66,599                                          | 6,473 | A                    | 126,272         | 3,740  | B                    |
| Z8                    | 65,345                                          | 6,001 | A                    | 114,617         | 6,361  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                   |       |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                       | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 79,850                                          | 7,023 | B                    | 111,732         | 6,722  | A                    |
| Z3                    | 64,520                                          | 5,908 | A                    | 113,415         | 3,913  | A                    |
| Z6                    | 58,246                                          | 5,553 | A                    | 111,654         | 8,232  | A                    |
| Z9                    | 63,611                                          | 5,951 | A                    | 110,554         | 10,250 | A                    |

X: Aritmetik ortalama S: Standart Sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

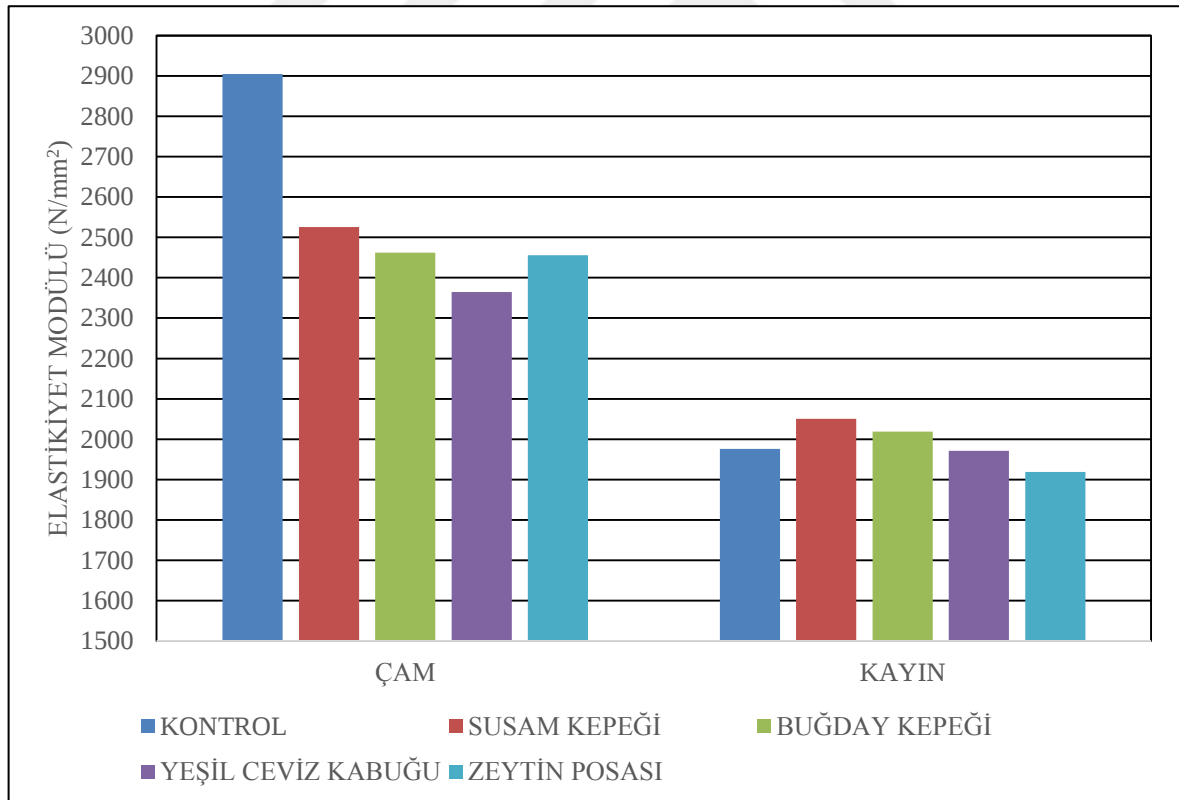
Zeytin posası boyutunun çam kontrplakların eğilme direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, Z7 grubunun eğilme direncinin en küçük olduğu tespit edilmiştir. Z1 grubunun eğilme direnci ikinci en büyük eğilme direncine sahip Z4 grubu ile en küçük değer arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z2, Z5, Z8 gruplarının eğilme dirençlerinin, 3. Analizde ise aynı homojenlik grubunda yer alan Z3, Z6, Z9 gruplarının eğilme dirençlerinin kontrol grubundan küçük olduğu belirlenmiştir.

Zeytin posası boyutunun kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z4, Z7 gruplarının eğilme dirençlerinin kontrol grubunun eğilme direncinden düşük olduğu görülmüştür. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve Z8 gruplarının eğilme dirençlerinin aynı homojenlik grubunda olan Z2 ve Z5 gruplarının eğilme dirençlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. 3. Analize ise Z3, Z6, Z9 ve kontrol gruplarının eğilme dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Dolgu maddesi olarak susam kepeği kullanılan kontrplaklara ait eğilme direnci değerleri TS 4645 EN 636 standardına göre değerlendirildiğinde: çam kontrplaklarda dolgu maddesi kullanılan grupların eğilme dirençleri standartta belirtilen ( $60 \text{ N/mm}^2$ ); kontrol grubu ise F50 ( $75 \text{ N/mm}^2$ ) sınıflar için alt değerleri sağlamıştır. Kayın kontrplaklarda kontrol, Z1, Z3, Z6, Z7, Z8 ve Z9 grupları standartta belirtilen F70 ( $105 \text{ N/mm}^2$ ); Z2, Z4 ve Z5 grupları F80 ( $120 \text{ N/mm}^2$ ) sınıfları için verilen alt değerleri karşılamaktadır.

### 3.4.2. Elastikiyet Modülü

Dolgu maddesi türünün, boyutlarının ve oranının elastikiyet modülüne etkileri basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Varyans kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılması ve homojenlik gruplarının tespiti için Student-Newman-Keuls testi uygulanmıştır. Dolgu maddesi türlerinin çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 88, Tablo 47’de gösterilmiştir.



Şekil 88. Dolgu maddesi türünün kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 47. Dolgu maddesi türünün kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Susam Kepeği          | 2525,505                                | 275,517 | B                    | 2050,438        | 112,851 | C                    |
| Buğday Kepeği         | 2461,748                                | 221,341 | AB                   | 2019,177        | 108,963 | BC                   |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 2364,369                                | 292,110 | A                    | 1971,350        | 126,872 | B                    |
| Zeytin Posası         | 2455,564                                | 199,922 | AB                   | 1918,752        | 126,516 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

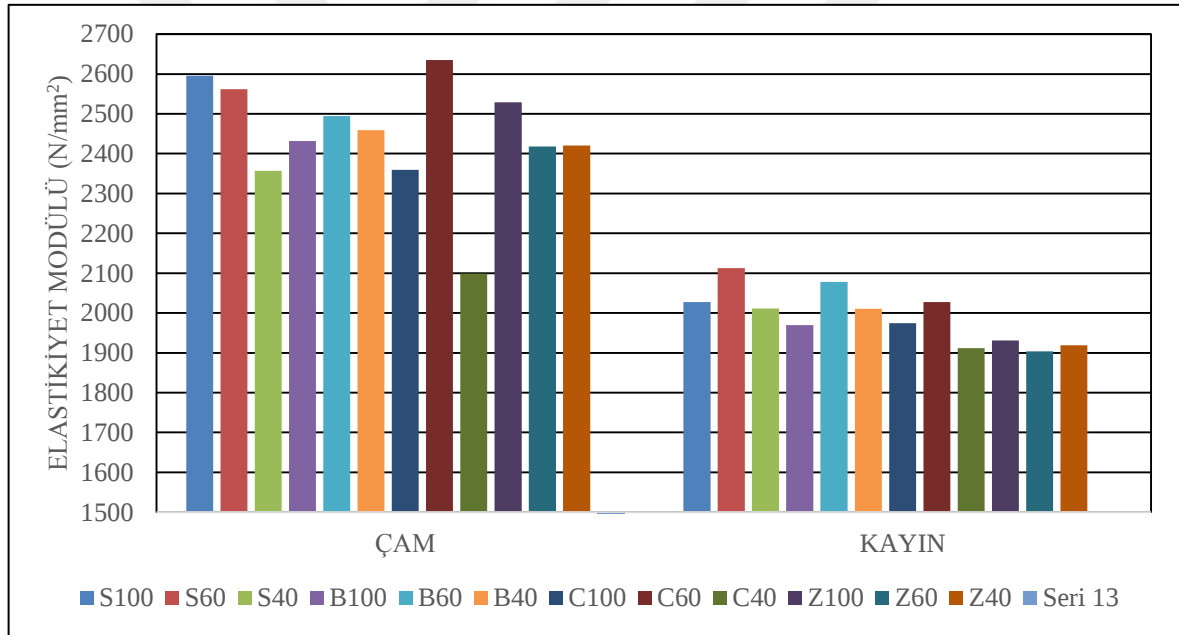
Çam kontrplakların elastikiyet modülünün istatistiksel olarak kayın kontrplakların elastikiyet modülünden büyük olduğu tespit edilmiştir. Elastikiyet modülü üzerine; odunun özgül ağırlığının, yaz odunu iştirak oranının, su miktarının, sıcaklığın, yıllık halka genişliğinin, lif yönünün, lif açısının, budaklılığın, etkisi vardır. Genel olarak özgül ağırlığın artması ile elastikiyet modülü değeri yükselir. Keza yıllık halka içerisinde yaz odunu iştirak oranı arttıkça elastikiyet modülü de yükselme gösterir. Bunun nedeni yaz odunu elastikiyet modülünün ilkbahar odununa nazaran daha yüksek oluşudur (Göker ve As, 1990). Odunun direnç değerindeki değişiklikler özgül ağırlıktaki değişikliklere paraleldir. Ancak elastikiyet modülü traheidlerin boyları ve mikrofibril açıları ile ilişkilidir (Erdin ve Bozkurt, 2013).

Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne dolgu maddesi türünün etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda dolgu maddesi türünün elastikiyet modülüne etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak incelenmiştir. Kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan buğday kepeği ve zeytin posası kullanılan grupların elastikiyet modülünün ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip susam kepeği kullanılan grup ile en küçük elastikiyet modülü arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Kontrol grubu olmadan yapılan istatistiksel analizde ise yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun elastikiyet modülünün diğerlerinden küçük olduğu saptanmıştır.

Dolgu maddesi türünün kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. En büyük elastikiyet modülünün susam

kepeği kullanılan grupta, en küçük elastikiyet modülünün zeytin posası kullanılan grupta olduğu görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların elastikiyet modülü en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. Buğday kepeği kullanılan grubun elastikiyet modülünün ise en büyük ve ikinci en büyük elastikiyet modülüne yakın olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu olmadan yapılan istatistiksel analizde en büyük elastikiyet modülü susam kepeği kullanılan grupta iken en küçük elastikiyet modülü zeytin posası kullanılan grupta bulunmuştur. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun elastikiyet modülünün ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip buğday kepeği kullanılan grubun elastikiyet modülünden küçük olduğu görülmüştür.

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 89, Tablo 48’de belirtilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60. 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 89. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 48. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 2595,326                                | 188,537 | B                    | 2027,330        | 120,032 | A                    |
| S60                   | 2561,838                                | 270,959 | B                    | 2112,533        | 77,137  | B                    |
| S40                   | 2356,961                                | 177,066 | A                    | 2011,452        | 111,281 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 2431,988                                | 204,643 | A                    | 1969,233        | 94,786  | A                    |
| B60                   | 2494,602                                | 215,706 | A                    | 2077,901        | 101,795 | B                    |
| B40                   | 2458,653                                | 244,753 | A                    | 2010,397        | 103,223 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 2359,477                                | 181,862 | B                    | 1974,594        | 135,451 | B                    |
| C60                   | 2634,644                                | 228,640 | C                    | 2027,562        | 115,475 | C                    |
| C40                   | 2098,987                                | 167,544 | A                    | 1911,895        | 102,381 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 2528,839                                | 222,979 | A                    | 1931,326        | 186,072 | C                    |
| Z60                   | 2417,739                                | 173,940 | A                    | 1903,737        | 101,379 | A                    |
| Z40                   | 2420,114                                | 185,348 | A                    | 1918,752        | 58,719  | B                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

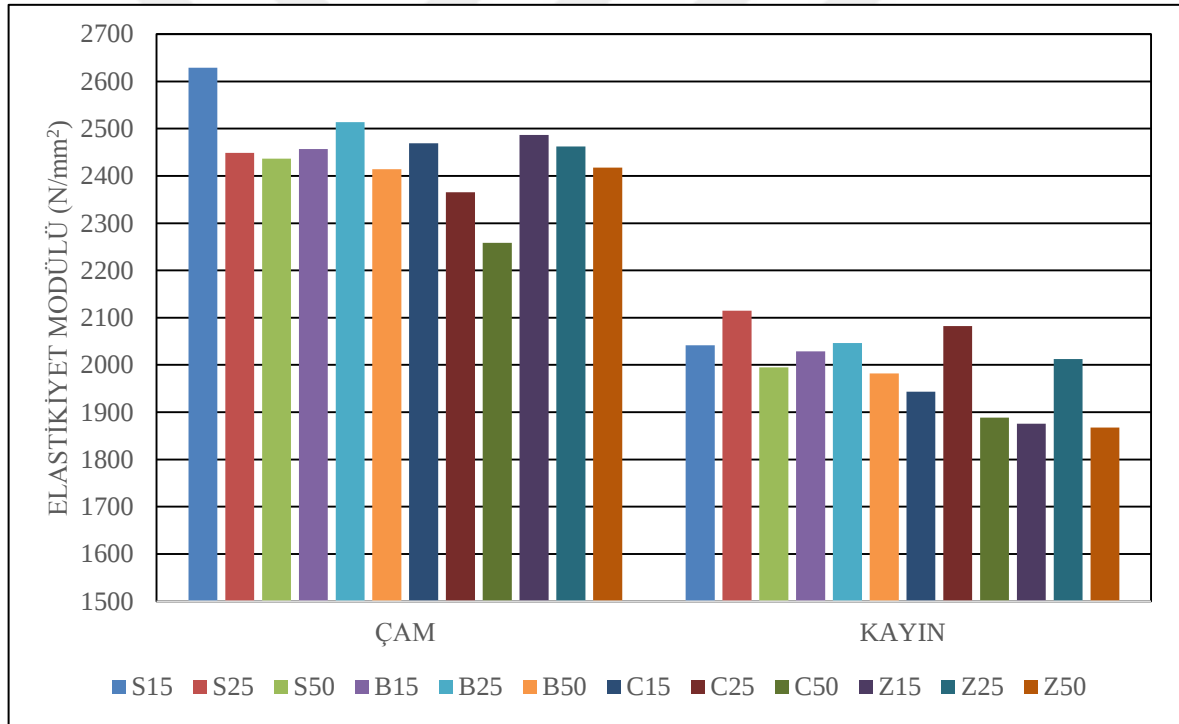
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların elastikiyet modülüne dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Susam kepeği kullanıldığında aynı homojenlik grubunda yer alan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modüllerinin 40 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü 60 mesh boyutundaki grupta en düşük elastikiyet modülü ise 40 mesh boyutundaki grupta bulunmuştur. 100 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük grubun elastikiyet modülleri arasında yer almıştır. Zeytin posası kullanıldığında ise 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Kayın kontrplakların elastikiyet modülüne dolgu maddesi boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirildiğinde susam kepeği ve buğday kepeği kullanılmasıyla 60

mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 40 mesh boyutundaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük elastikiyet modülünün 60 mesh boyutundaki grupta, en düşük elastikiyet modülünün ise 40 mesh boyutundaki grupta olduğu belirlenmiştir. 100 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülü ise 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülleri arasında yer almıştır. Zeytin posası kullanıldığında ise en büyük elastikiyet modülünün 100 mesh boyutundaki grupta, en düşük elastikiyet modülünün ise 60 mesh boyutundaki grupta olduğu belirlenmiştir. 40 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülü ise 60 ve 100 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülleri arasında yer almıştır.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 90 ve Tablo 49’da verilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 90. Dolgu maddesi oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 49. Dolgu maddesi oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 2628,917                                | 272,099 | B                    | 2041,844        | 95,059  | B                    |
| S25                   | 2448,799                                | 198,074 | A                    | 2114,658        | 92,711  | C                    |
| S50                   | 2436,408                                | 193,599 | A                    | 1994,816        | 117,031 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 2457,009                                | 272,074 | A                    | 2029,087        | 97,881  | B                    |
| B25                   | 2513,817                                | 212,847 | A                    | 2046,212        | 104,014 | B                    |
| B50                   | 2414,418                                | 160,876 | A                    | 1982,233        | 116,254 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 2469,261                                | 248,119 | B                    | 1943,547        | 109,056 | B                    |
| C25                   | 2365,540                                | 333,220 | AB                   | 2082,124        | 95,759  | C                    |
| C50                   | 2258,307                                | 257,392 | A                    | 1888,382        | 87,052  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                           |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                               | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 2486,759                                | 226,161 | A                    | 1875,741        | 102,351 | A                    |
| Z25                   | 2462,554                                | 160,390 | A                    | 2012,644        | 99,083  | B                    |
| Z50                   | 2417,379                                | 207,903 | A                    | 1867,872        | 122,059 | A                    |

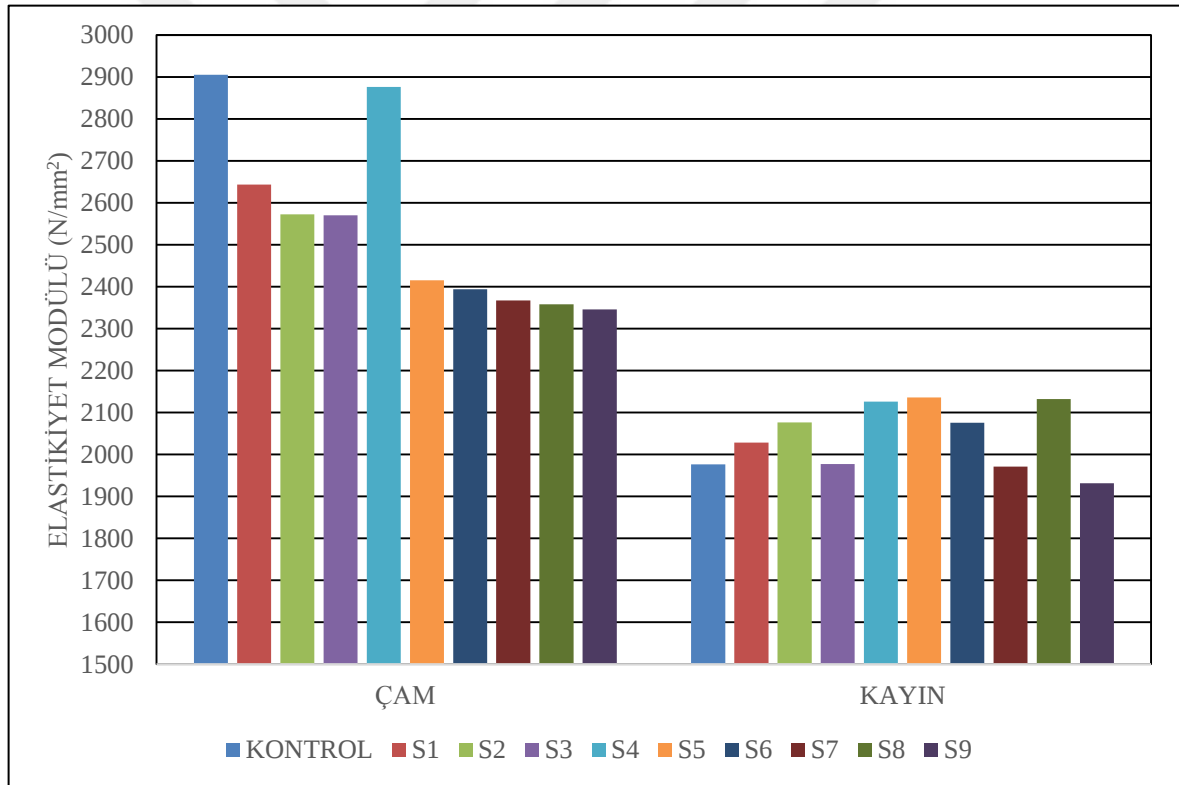
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında %15 oranındaki grubun elastikiyet modülünün %25 ve %50 oranındaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların elastikiyet modülleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü %15 oranındaki grupta en küçük elastikiyet modülü %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun elastikiyet modülünün ise %15 ve %50 oranındaki grupların elastikiyet modüllerine yakın olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü %25, oranındaki grupta en düşük elastikiyet modülü %50 oranındaki grupta tespit edilmiştir. %15 oranındaki grubun elastikiyet modülünün ise %25 ve %50 oranındaki grupların elastikiyet modülleri arasında

olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların elastikiyet modülünün %50 oranındaki grubun elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise %25 oranındaki grubun elastikiyet modülünün %15 ve %50 oranındaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür.

Susam kepeğinin çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve S4 gruplarında, en küçük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda olan S5, S6, S7, S8 ve S9 gruplarında elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda ise en büyük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda yer alan S4, S5 ve S8 gruplarında, en küçük elastikiyet modülü S9 grubunda elde edilmiştir. Susam kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 91, Tablo 50’de gösterilmiştir.



Şekil 91. Susam kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 50. Susam kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| S1                    | 2643,496                                            | 240,285 | A                    | 2028,516        | 66,944  | A                    |
| S2                    | 2572,531                                            | 217,696 | A                    | 2076,220        | 121,031 | A                    |
| S3                    | 2569,951                                            | 74,418  | A                    | 1977,254        | 144,576 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| S4                    | 2876,151                                            | 121,217 | B                    | 2126,138        | 78,441  | B                    |
| S5                    | 2415,548                                            | 111,412 | A                    | 2135,500        | 66,912  | B                    |
| S6                    | 2393,815                                            | 211,069 | A                    | 2075,963        | 76,640  | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| S7                    | 2367,104                                            | 147,720 | A                    | 1970,876        | 67,568  | A                    |
| S8                    | 2358,320                                            | 198,189 | A                    | 2132,253        | 74,214  | B                    |
| S9                    | 2345,460                                            | 199,154 | A                    | 1931,228        | 67,465  | A                    |

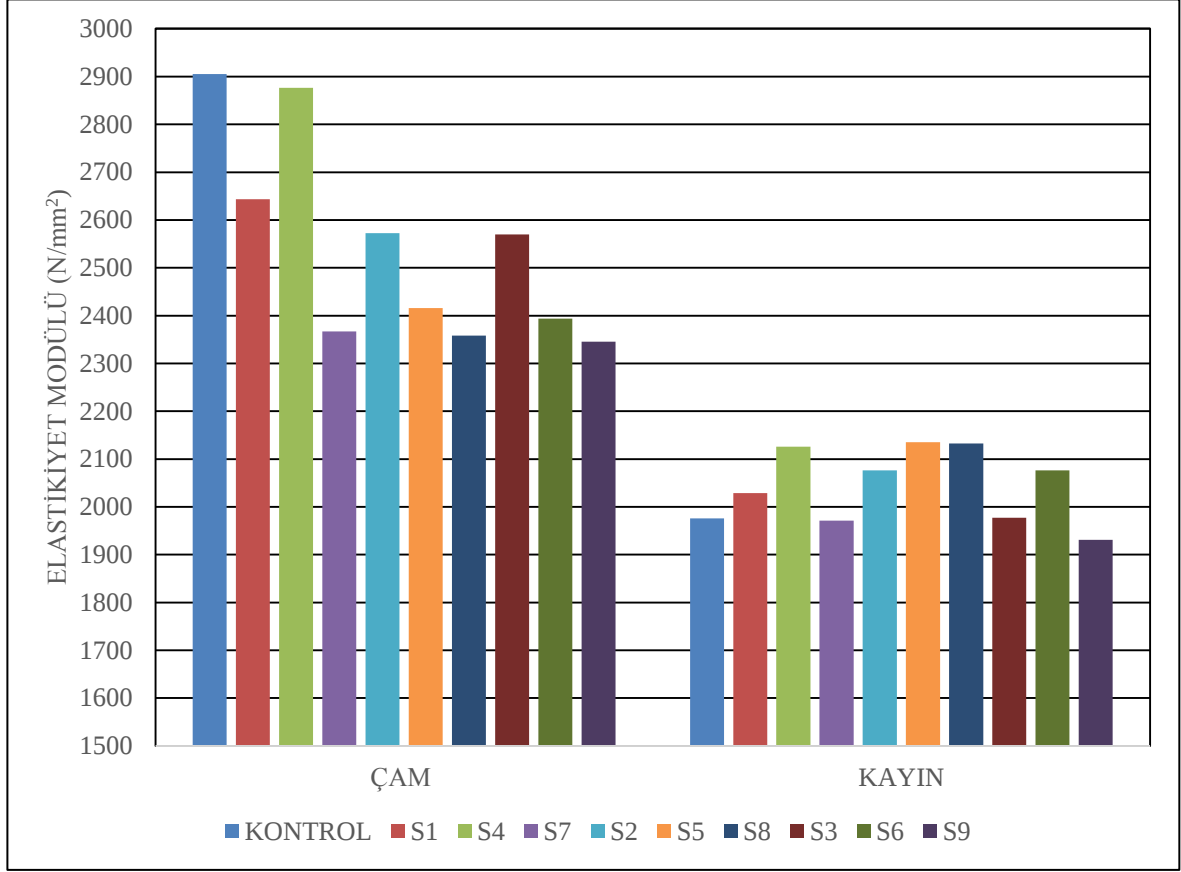
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların elastikiyet modülü üzerine susam kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan S1, S2 ve S3 gruplarının elastikiyet modülünün kontrol grubunun elastikiyet modülünden düşük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve S4 gruplarının elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda olan S5 ve S6 gruplarının elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan S7, S8 ve S9 gruplarının aynı elastikiyet modülleri kontrol grubunun elastikiyet modülünden düşük çıkmıştır.

Kayın kontrplakların elastikiyet modülüne susam kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde S1, S2, S3 ve kontrol gruplarının elastikiyet modülleri arasında istatistiksel bir fark bulunamamıştır. 2. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda yer alan S4, S5, S6 gruplarının elastikiyet modüllerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol, S7 ve S9 gruplarının elastikiyet modülleri S8 grubunun elastikiyet modülünden düşük çıkmıştır.

Susam kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi  
Şekil 92 ve Tablo 51’de gösterilmiştir.



Şekil 92. Susam kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 51. Susam kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| S1                    | 2643,496                                            | 240,285 | B                    | 2028,516        | 66,944  | A                    |
| S4                    | 2876,151                                            | 121,217 | C                    | 2126,138        | 78,441  | B                    |
| S7                    | 2367,104                                            | 147,720 | A                    | 1970,876        | 67,568  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| S2                    | 2572,531                                            | 217,696 | B                    | 2076,220        | 121,031 | B                    |
| S5                    | 2415,548                                            | 111,412 | A                    | 2135,500        | 66,912  | B                    |
| S8                    | 2358,320                                            | 198,189 | A                    | 2132,253        | 74,214  | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| S3                    | 2569,951                                            | 74,418  | B                    | 1977,254        | 144,576 | A                    |
| S6                    | 2393,815                                            | 211,069 | A                    | 2075,963        | 76,640  | B                    |
| S9                    | 2345,460                                            | 199,151 | A                    | 1931,228        | 67,465  | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

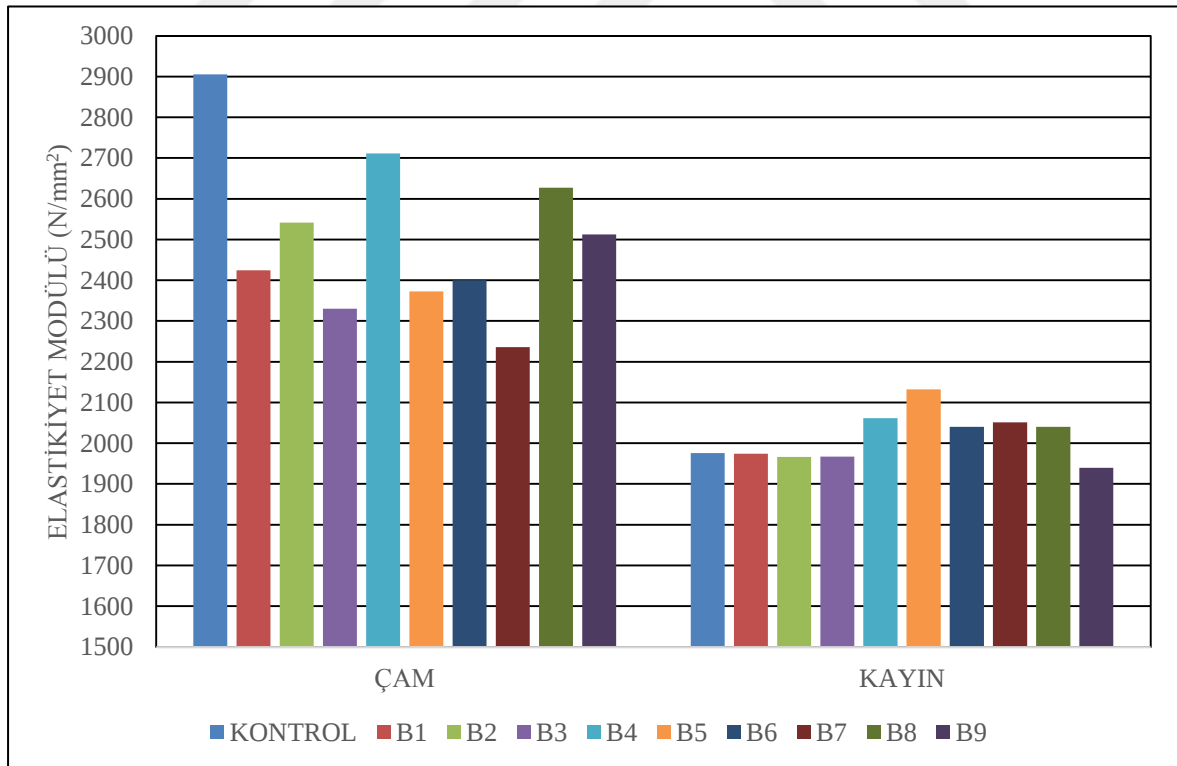
Susam kepeği boyutunun çam kontrplakların elastikiyet modülü üzerine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda olan S4 ve kontrol gruplarında, en küçük elastikiyet modülü S7 grubunda elde edilmiştir. S1 grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük elastikiyet modülleri arasında yer almıştır. 2. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, aynı homojenlik grubunda olan S5 ve S8 gruplarının elastikiyet modüllerinin en küçük olduğu görülmüştür. S2 grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde en yüksek elastikiyet modülü kontrol grubunda, en düşük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda bulunan S6 ve S9 gruplarında tespit edilmiştir. S3 grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük elastikiyet modülleri arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların elastikiyet modülüne susam kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol, S1 ve S7 gruplarının elastikiyet modüllerinin S4 grubunun elastikiyet modülünden küçük olduğu görülmüştür. 2. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün, aynı homojenlik

grubunda yer alan S2, S5 ve S8 gruplarının elastikiyet modüllerinden düşük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde S6 grubunun elastikiyet modülünün, aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, S3 ve S9 gruplarının elastikiyet modüllerinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanılan grupların elastikiyet modüllerinin sınıflandırılması TS 4645 EN 636 standardına göre yapılmıştır. S5, S6, S7, S8 ve S9 grupları E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>); kontrol, S1, S2, S3 ve S4 grupları E25 (2500 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değerlerini sağlamaktadır. Kayın kontrplaklarda kontrol, S3, S7, S8 ve S9 grupları E15 (1500 N/mm<sup>2</sup>); S1, S2, S4, S5 ve S6 grupları E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değerini karşılamaktadır.

Buğday kepeğinin çam ve kayın kontrplaklarda elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, B7 grubunun elastikiyet modülünün en küçük olduğu tespit edilmiştir. Kayın kontrplaklarda en yüksek elastikiyet modülü B5 grubunda, en düşük elastikiyet modülü B9 grubunda tespit edilmiştir. Buğday kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların elastikiyet modülünde meydana getirdiği değişim Şekil 93, Tablo 52’de ifade edilmiştir.



Şekil 93. Buğday kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 52. Buğday kepeği oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| B1                    | 2424,198                                            | 233,065 | AB                   | 1974,202        | 122,558 | A                    |
| B2                    | 2541,201                                            | 170,164 | B                    | 1966,563        | 78,973  | A                    |
| B3                    | 2330,566                                            | 164,068 | A                    | 1966,933        | 83,306  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| B4                    | 2710,925                                            | 208,063 | B                    | 2061,682        | 84,844  | B                    |
| B5                    | 2372,909                                            | 117,601 | A                    | 2132,013        | 72,949  | C                    |
| B6                    | 2399,9741                                           | 120,034 | A                    | 2040,008        | 122,838 | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | AB                   |
| B7                    | 2235,905                                            | 117,311 | A                    | 2051,375        | 54,715  | B                    |
| B8                    | 2627,341                                            | 256,865 | B                    | 2040,059        | 87,856  | B                    |
| B9                    | 2512,714                                            | 152,607 | B                    | 1939,758        | 121,187 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

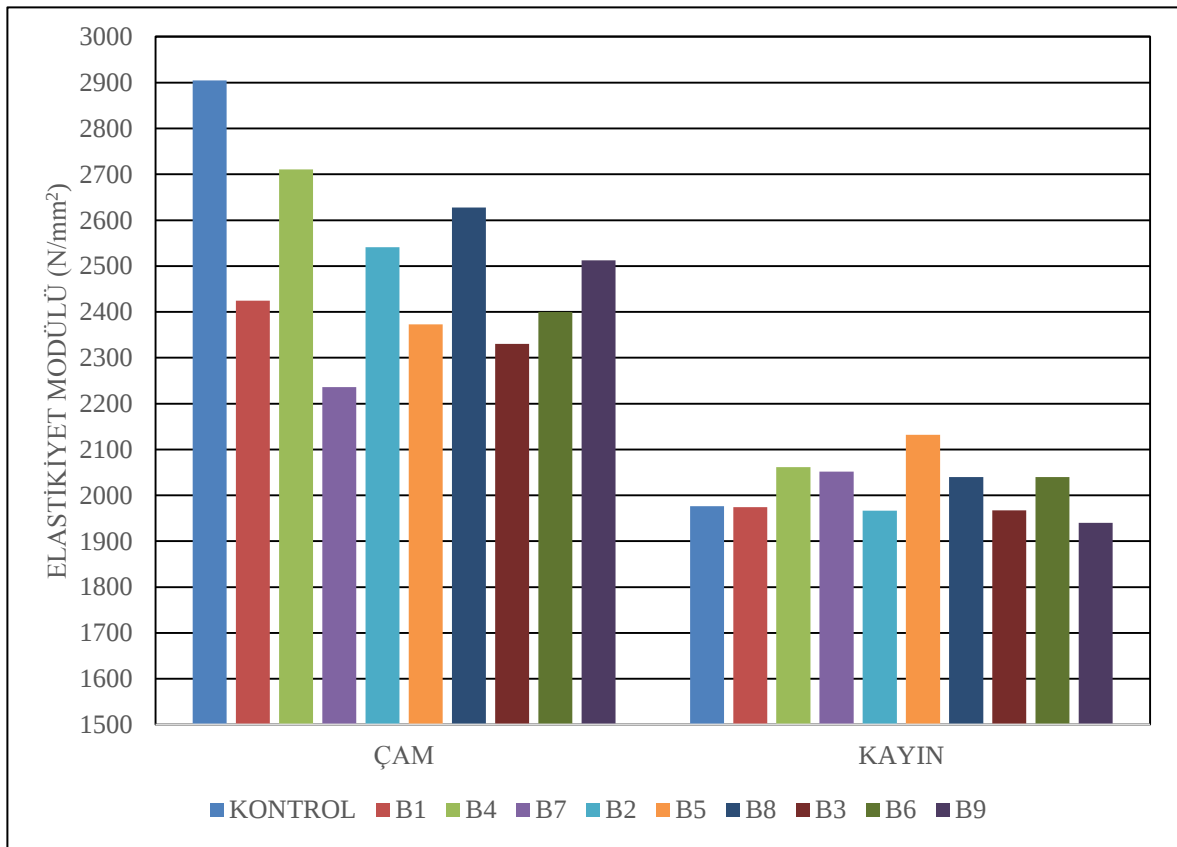
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların elastikiyet modülüne buğday kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, B3 grubunun elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan B1 ve B2 gruplarının elastikiyet modüllerinin en büyük ve en küçük değerler arasında yer aldığı görülmüştür. 2. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, aynı homojenlik grubunda yer alan B5 ve B6 gruplarının elastikiyet modülünün en küçük olduğu tespit edilmiştir. B4 grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, B7 grubunun elastikiyet modülünün en küçük olduğu görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda yer alan B8 ve B9 gruplarının elastikiyet modülleri en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır.

Kayın kontrplakların elastikiyet modülüne buğday kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde B1, B2 ve B3 gruplarının elastikiyet modülleri ile kontrol grubunun elastikiyet modülü arasında istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. 2. Analizde B5 grubunun elastikiyet modülünün en büyük, kontrol grubunun elastikiyet

modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. B4 grubunun elastikiyet modülü en büyük ve en küçük elastikiyet modülleri arasında yer almıştır. B6 grubunun elastikiyet modülünün ise kontrol ve B4 gruplarının elastikiyet modüllerine yakın olduğu görülmüştür. 3. Analizde ise en yüksek elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda olan B7 ve B8 gruplarında iken en düşük elastikiyet modülü B9 grubunda görülmüştür. Kontrol grubunun elastikiyet modülü ise en yüksek ve en düşük elastikiyet modüllerine yakın bir değer almıştır.

Buğday kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 94 ve Tablo 53'te belirtilmiştir.



Şekil 94. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 53. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | D                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| B1                    | 2424,198                                            | 233,065 | B                    | 1974,202        | 122,558 | A                    |
| B4                    | 2710,925                                            | 208,063 | C                    | 2061,682        | 84,844  | B                    |
| B7                    | 2235,905                                            | 117,311 | A                    | 2051,375        | 54,715  | AB                   |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| B2                    | 2541,201                                            | 170,164 | B                    | 1966,563        | 78,973  | A                    |
| B5                    | 2372,909                                            | 117,601 | A                    | 2132,013        | 72,949  | C                    |
| B8                    | 2627,341                                            | 256,865 | B                    | 2040,059        | 87,856  | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | A                    |
| B3                    | 2330,566                                            | 164,068 | A                    | 1966,933        | 83,306  | A                    |
| B6                    | 2399,974                                            | 120,034 | AB                   | 2040,008        | 122,838 | A                    |
| B9                    | 2512,714                                            | 152,607 | B                    | 1939,758        | 121,187 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

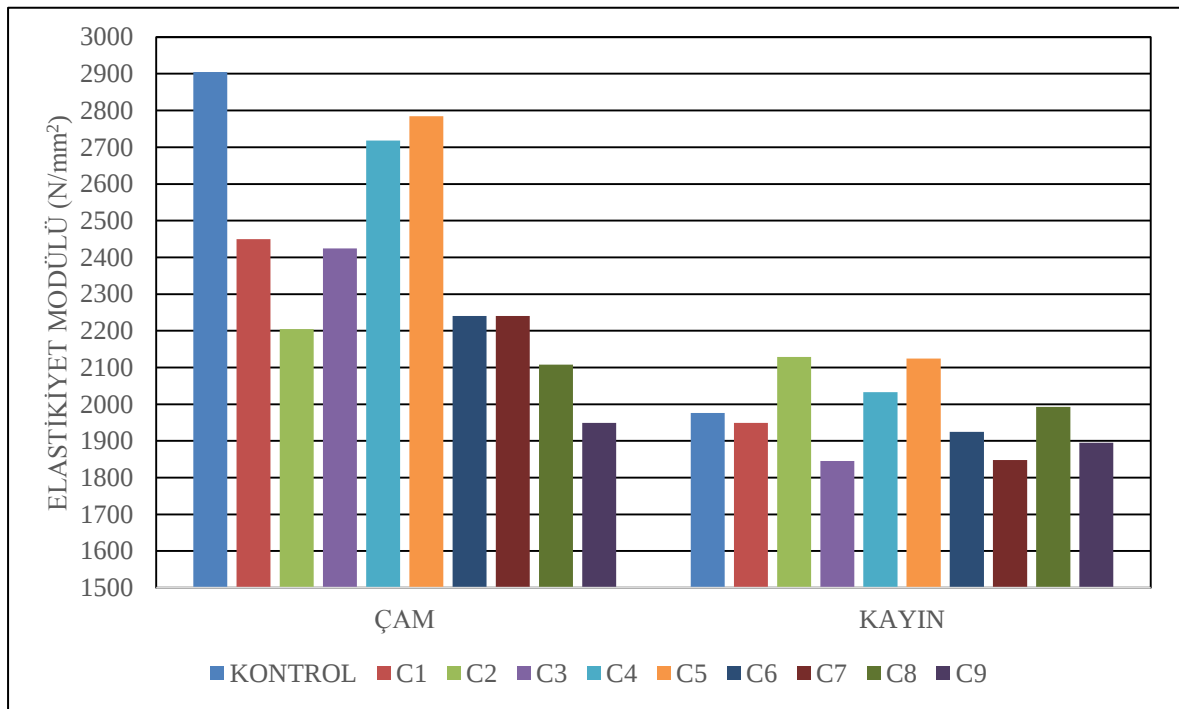
Buğday kepeği boyutunun çam kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, B7 grubunun elastikiyet modülün en küçük olduğu belirlenmiştir. B1 grubunun elastikiyet modülü ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip B4 grubu ile en küçük değer arasında yer almıştır. 2. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, B5 grubunun elastikiyet modülünün en küçük olduğu görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda bulunan B2 ve B8 gruplarının elastikiyet modülü en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülün en büyük, B3 grubunun elastikiyet modülün en küçük olduğu tespit edilmiştir. B6 grubunun elastikiyet modülü ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip B9 grubu ile en küçük değer arasında yer almıştır.

Kayın kontrplaklarda elastikiyet modülü üzerine buğday kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en yüksek elastikiyet modülü B4 grubunda, en düşük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve B1 gruplarında görülmüştür. B7 grubunun elastikiyet modülü ise en yüksek ve en düşük elastikiyet modülü değerlerine yakın bir değer almıştır. 2. Analizde en büyük elastikiyet

modülü B5 grubunda iken en küçük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve B2 gruplarında görülmüştür. B8 grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde B3, B6 ve B9 gruplarının elastikiyet modülleri ile kontrol grubunun elastikiyet modülü arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Dolgu maddesi olarak buğday kepeği kullanılan çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modüllerinin sınıflandırılması TS 4645 EN 636 standardına göre yapılmıştır. Çam kontrplaklarda B1, B3, B5, B6 ve B7 grupları E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>); kontrol, B2, B4, B8 ve B9 grupları E25 (2500 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değerleri karşılamıştır. Kayın kontrplaklarda kontrol, B1, B2, B3 ve B9 gruplarının E15 (1500 N/mm<sup>2</sup>); B4, B5, B6, B7 ve B8 gruplarının E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limiti sağladıkları görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğunun çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük elastikiyet modülü kontrol ve C5 gruplarında iken en küçük elastikiyet modülü C9 grubunda görülmüştür. Kayın kontrplaklarda en büyük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda olan C2 ve C5 gruplarında iken en küçük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda bulunan C3 ve C7 gruplarında elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu oranının kayın ve çam kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 95, Tablo 54’te gösterilmiştir.



Şekil 95. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 54. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437 | B                    |
| C1                    | 2449,716                                            | 102,364 | B                    | 1949,263        | 73,814 | B                    |
| C2                    | 2204,447                                            | 124,617 | A                    | 2128,833        | 57,294 | C                    |
| C3                    | 2424,269                                            | 200,365 | B                    | 1845,686        | 70,360 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437 | AB                   |
| C4                    | 2717,803                                            | 176,850 | B                    | 2033,173        | 85,585 | B                    |
| C5                    | 2784,690                                            | 196,283 | BC                   | 2124,708        | 71,591 | C                    |
| C6                    | 2401,440                                            | 74,282  | A                    | 1924,806        | 89,445 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | D                    | 1976,166        | 80,437 | B                    |
| C7                    | 2240,265                                            | 171,142 | C                    | 1848,203        | 78,889 | A                    |
| C8                    | 2107,483                                            | 75,435  | B                    | 1992,830        | 87,108 | B                    |
| C9                    | 1949,213                                            | 91,046  | A                    | 1894,653        | 86,306 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

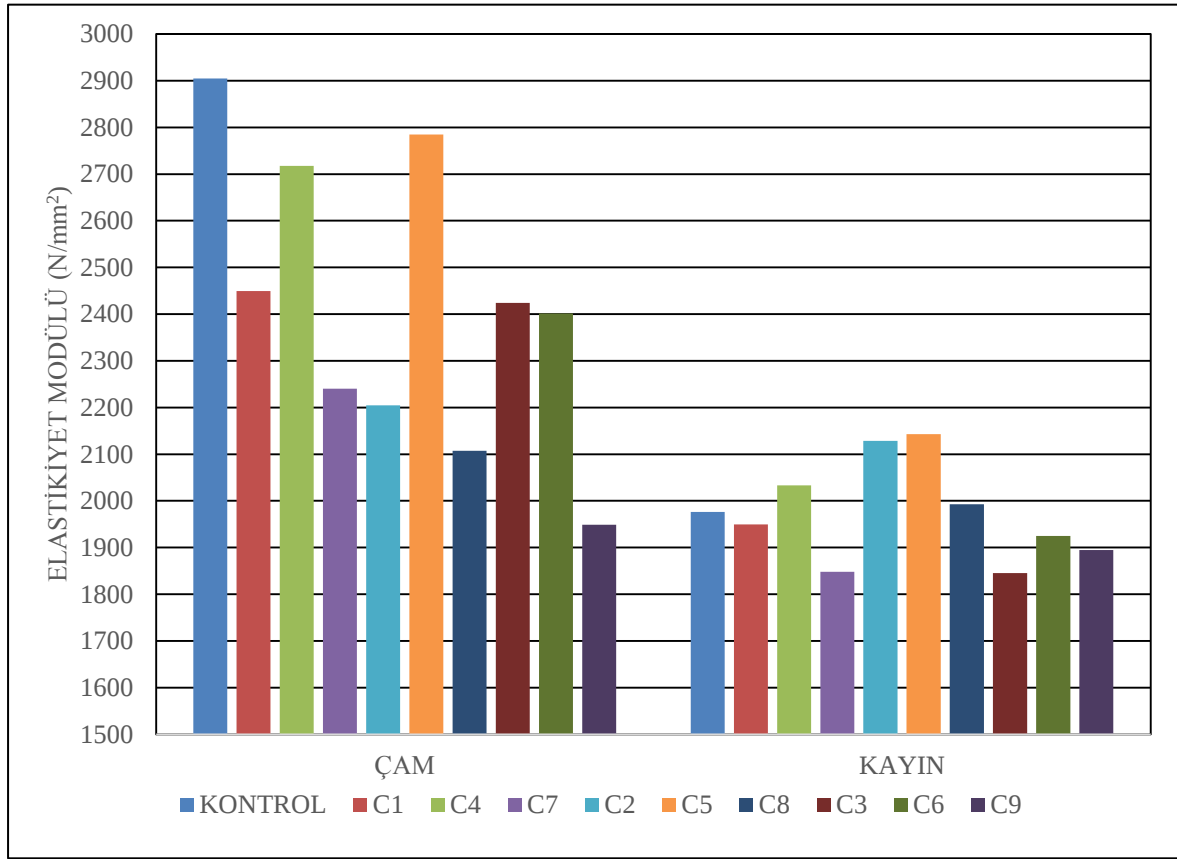
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların elastikiyet modülüne yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde 1. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, C2 grubunun elastikiyet modülünün ise en küçük olduğu saptanmıştır. Aynı homojenlik grubunda yer alan C1 ve C3 gruplarının elastikiyet modülünün en büyük ve en küçük değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. 2. Analizde en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda, en küçük elastikiyet modülü C6 grubunda görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda olan C4 ve C5 gruplarının elastikiyet modülleri ise kontrol ve C6 gruplarının elastikiyet modülleri arasında yer almıştır. 3. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, C9 grubunun elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. C8 grubunun elastikiyet modülü ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip C7 grubunun ile en küçük değer arasında yer almıştır.

Kayın kontrplaklarda elastikiyet modülüne yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en yüksek elastikiyet modülü C2 grubunda, en düşük elastikiyet modülü C3 grubunda görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C1 gruplarının elastikiyet modülleri kontrol ve C2 gruplarının

elastikiyet modülleri arasında yer almıştır. 2. Analizde en yüksek elastikiyet modülü C5 grubunda en düşük elastikiyet modülü C6 grubunda tespit edilmiştir. C4 grubunun elastikiyet modülü C5 ve C6 gruplarının elastikiyet modülleri arasında iken kontrol grubunun elastikiyet modülü C4 ve C6 gruplarının elastikiyet modüllerine yakın bir değer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C8 gruplarının elastikiyet modüllerinin, aynı homojenlik grubunda bulunan C7 ve C9 gruplarının elastikiyet modüllerinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 96 ve Tablo 55’te verilmiştir.



Şekil 96. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 55. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | D                    | 1976,166        | 80,437 | BC                   |
| C1                    | 2449,716                                            | 102,364 | B                    | 1949,263,       | 73,814 | B                    |
| C4                    | 2717,803                                            | 176,850 | C                    | 2033,173        | 85,585 | C                    |
| C7                    | 2240,265                                            | 171,142 | A                    | 1848,203        | 78,889 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437 | A                    |
| C2                    | 2204,447                                            | 124,617 | A                    | 2128,833        | 57,294 | B                    |
| C5                    | 2784,690                                            | 196,283 | B                    | 2142,708        | 71,591 | B                    |
| C8                    | 2107,483                                            | 75,435  | A                    | 1992,830        | 87,108 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437 | C                    |
| C3                    | 2424,269                                            | 200,365 | A                    | 1845,686        | 70,360 | A                    |
| C6                    | 2401,440                                            | 74,282  | A                    | 1924,806        | 89,445 | B                    |
| C9                    | 1949,213                                            | 91,046  | A                    | 1894,653        | 86,306 | AB                   |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

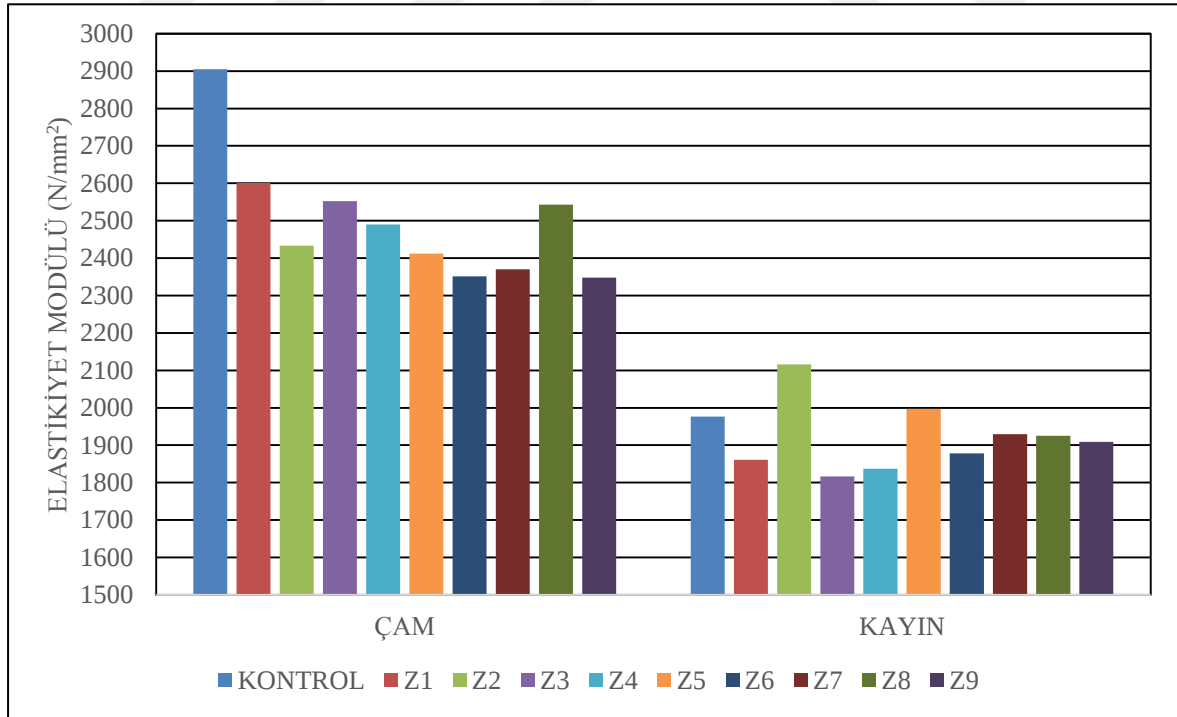
Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda, en küçük elastikiyet modülü C7 grubunda görülmüştür. C1 grubunun elastikiyet modülünün ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip C4 grubundan küçük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C5 gruplarının elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda yer alan C2 ve C8 gruplarının elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda bulunan C3, C6 ve C9 gruplarının elastikiyet modülünden büyük olduğu tespit edilmiştir.

Kayın kontrplakların elastikiyet modülüne yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en yüksek elastikiyet modülü C4 grubunda, en düşük elastikiyet modülü C7 grubunda bulunmuştur. Kontrol grubunun elastikiyet modülü ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip C1 grubuna ve en büyük elastikiyet modülüne sahip C4 grubuna yakın bir değer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C8 gruplarının elastikiyet modüllerinin, aynı homojenlik grubunda yer alan C2

ve C5 gruplarının elastikiyet modüllerinden küçük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde en yüksek elastikiyet modülü kontrol grubunda, en düşük elastikiyet modülü C3 grubunda bulunmuştur. C9 grubunun elastikiyet modülünün ise ikinci en büyük elastikiyet modülüne sahip C6 grubundan düşük olduğu tespit edilmiştir.

Dolgu maddesi olarak yeşil ceviz kabuğunun kullanıldığı çam ve kayın kontrplaklara ait elastikiyet modüllerinin sınıflandırılması TS 4645 EN 636 standardına göre yapılmıştır. Çam kontrplaklarda C1, C2, C3, C6, C7, C8 ve C9 grupları E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>); kontrol, C4 ve C5 grupları E25 (2500 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değerlerini sağlamaktadır. Kayın kontrplaklarda kontrol, C1, C3, C6, C7, C8 ve C9 grupları E15 (1500 N/mm<sup>2</sup>); C2, C4 ve C5 grupları E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değerleri karşılamaktadır.

Zeytin posasının çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda kontrol grubunun elastikiyet modülünün diğer gruplardan büyük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda en büyük elastikiyet modülü Z2 grubunda iken en küçük elastikiyet modülü Z3 grubunda bulunmuştur. Zeytin posası oranının kayın ve çam kontrplakların elastikiyet modülünde meydana getirdiği değişim Şekil 97, Tablo 56'da gösterilmiştir.



Şekil 97. Zeytin posası oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 56. Zeytin posası oranının kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Z1                    | 2600,814                                            | 234,770 | A                    | 1860,750        | 115,605 | A                    |
| Z2                    | 2433,153                                            | 218,686 | A                    | 2116,287        | 72,482  | C                    |
| Z3                    | 2552,550                                            | 201,776 | A                    | 1816,940        | 184,896 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Z4                    | 2489,656                                            | 171,780 | A                    | 1836,834        | 96,076  | A                    |
| Z5                    | 2411,867                                            | 118,050 | A                    | 1996,644        | 58,836  | B                    |
| Z6                    | 2351,694                                            | 208,357 | A                    | 1877,732        | 69,577  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Z7                    | 2369,808                                            | 224,781 | A                    | 1929,637        | 73,165  | AB                   |
| Z8                    | 2542,643                                            | 100,947 | B                    | 1925,001        | 46,110  | AB                   |
| Z9                    | 2347,893                                            | 157,131 | A                    | 1908,943        | 55,717  | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

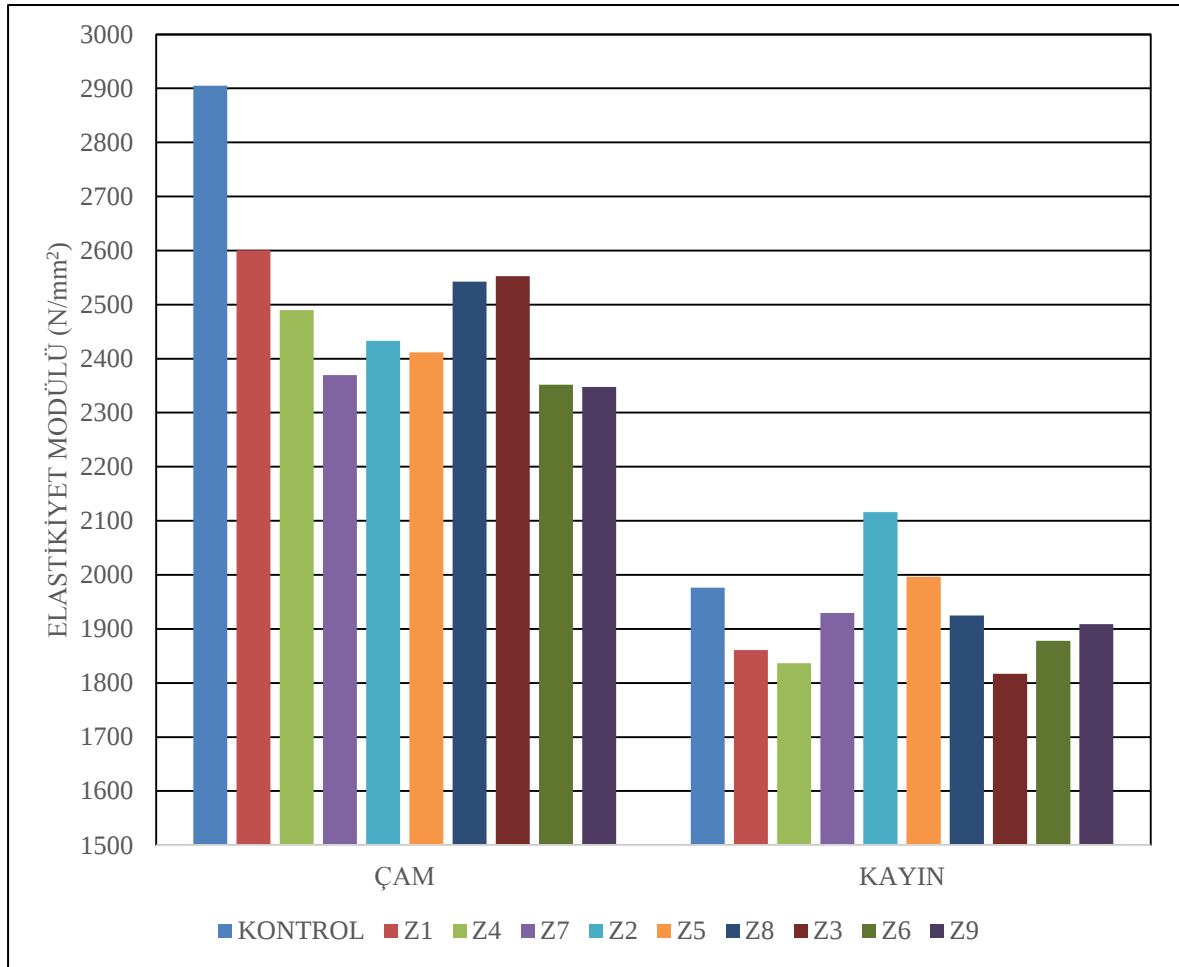
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Zeytin posası oranının çam kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel olarak analiz edilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z2 ve Z3 gruplarının elastikiyet modüllerinin kontrol grubunun elastikiyet modülünden düşük olduğu görülmüştür. 2. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda yer alan Z4, Z5 ve Z6 gruplarının elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. 3. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, aynı homojenlik grubunda olan Z7 ve Z9 gruplarının elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. Z8 grubunu elastikiyet modülü en küçük ve en büyük değerler arasında yer almıştır.

Zeytin posası oranının kayın kontrplakların elastikiyet modülünü nasıl etkilediği istatistiksel analiz yapılarak belirlenmiştir. 1. Analizde en büyük elastikiyet modülü Z2 grubunda, en küçük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda yer alan Z1 ve Z3 gruplarında görülmüştür. Kontrol grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve Z5 gruplarının elastikiyet modüllerinin, aynı homojenlik grubunda olan Z4 ve Z6 gruplarının

elastikiyet modüllerinden büyük olduğu görülmüştür. 3. Analizde ise en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülü Z9 grubunda bulunmuştur. Z7 ve Z8 gruplarının elastikiyet modüllerinin kontrol ve Z9 gruplarının elastikiyet modüllerine yakın olduğu belirlenmiştir.

Zeytin posası boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi Şekil 98 ve Tablo 57’de ifade edilmiştir.



Şekil 98. Zeytin posası boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi

Tablo 57. Zeytin posası boyutunun kontrplakların elastikiyet modülüne etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|---------|----------------------|-----------------|---------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Z1                    | 2600,814                                            | 234,770 | B                    | 1860,750        | 115,605 | A                    |
| Z4                    | 2489,656                                            | 171,780 | AB                   | 1836,834        | 96,076  | A                    |
| Z7                    | 2369,808                                            | 224,781 | A                    | 1929,637        | 73,165  | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | B                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Z2                    | 2433,153                                            | 218,686 | A                    | 2116,287        | 72,482  | C                    |
| Z5                    | 2411,867                                            | 118,050 | A                    | 1996,644        | 58,836  | B                    |
| Z8                    | 2542,643                                            | 100,947 | A                    | 1925,001        | 46,110  | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |         |                      |                 |         |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                       |         |                      | Kayın Kontrplak |         |                      |
|                       | $\bar{X}$                                           | S       | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S       | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 2905,007                                            | 143,097 | C                    | 1976,166        | 80,437  | B                    |
| Z3                    | 2552,550                                            | 201,776 | B                    | 1816,940        | 184,896 | A                    |
| Z6                    | 2351,694                                            | 208,357 | A                    | 1877,732        | 69,577  | A                    |
| Z9                    | 2347,893                                            | 157,131 | A                    | 1908,943        | 55,717  | AB                   |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların elastikiyet modülüne zeytin posası boyutunun etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, Z7 grubunun elastikiyet modülünün en küçük olduğu görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda bulunan Z1 ve Z4 gruplarının elastikiyet modülünün en büyük ve en küçük değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. 2. Analizde de kontrol grubunun elastikiyet modülünün, aynı homojenlik grubunda yer alan Z2, Z5 ve Z8 gruplarının elastikiyet modüllerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde, en büyük elastikiyet modülünün kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda yer alan Z6 ve Z9 gruplarında olduğu görülmüştür. Z3 grubunun elastikiyet modülü ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır.

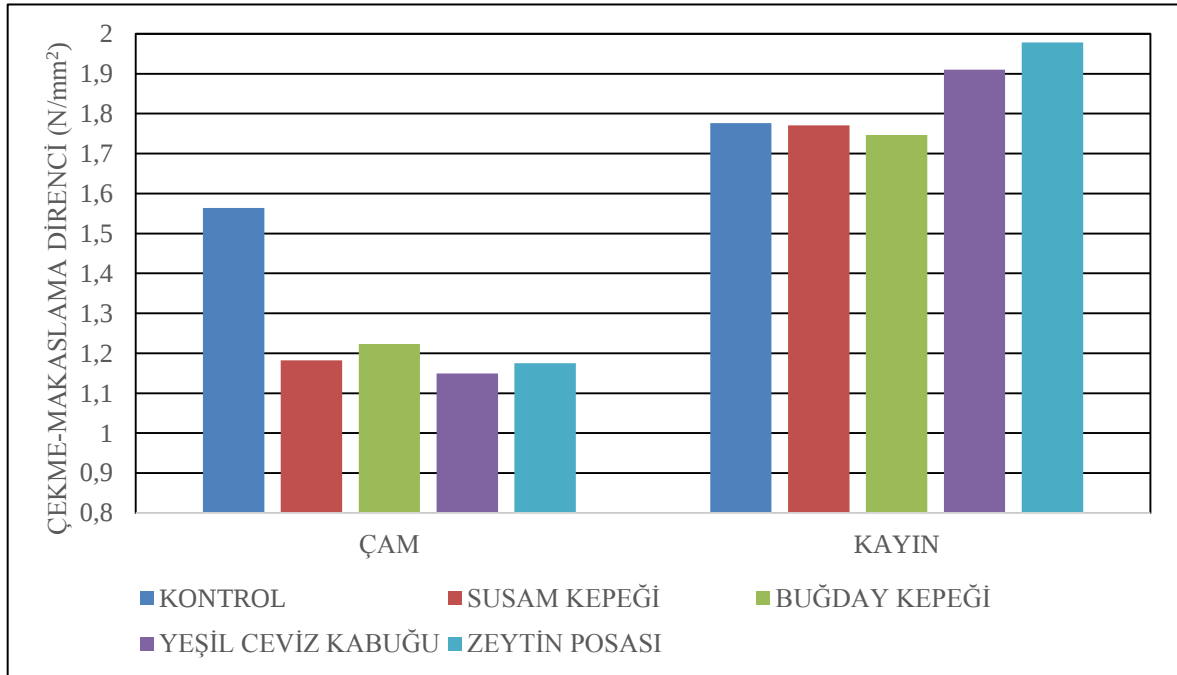
Kayın kontrplakların elastikiyet modülüne zeytin posası boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve Z7 gruplarının elastikiyet modüllerinin, aynı homojenlik grubunda olan Z1 ve Z4 gruplarının elastikiyet modüllerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde en büyük elastikiyet modülü Z2 grubunda görülürken en küçük elastikiyet modülü Z8 grubunda görülmüştür.

Aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve Z5 grupların elastikiyet modülleri en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda, en küçük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda olan Z3 ve Z6 gruplarında bulunmuştur. Z9 grubunun elastikiyet modülü ise en küçük ve en büyük elastikiyet modüllerine yakın bir değer almıştır.

Zeytin posasının dolgu maddesi olarak kullanıldığı çam ve kayın kontrplakların, elastikiyet modüllerinin sınıflandırılması TS 4645 EN 636 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Çam kontrplaklarda Z2, Z4, Z5, Z6, Z7 ve Z9 grupları E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>); kontrol, Z1, Z3 ve Z8 grupları E25 (2500 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değerleri sağlamaktadır. Kayın kontrplaklarda kontrol, Z1, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8 ve Z9 grupları E15 (1500 N/mm<sup>2</sup>); Z4 grubu ise E20 (2000 N/mm<sup>2</sup>) sınıfındaki alt limit değeri karşılamaktadır.

### 3.4.3. Çekme-Makaslama Direnci

Dolgu maddesi türlerinin ve boyutlarının çekme-makaslama direncine etkileri basit varyans analizi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma Student-Newman-Keuls testi ile gerçekleştirilmiştir. Her grup için 30 örnek kullanılmıştır. Dolgu maddesi türlerinin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 99, Tablo 58’ de verilmiştir.



Şekil 99. Dolgu maddesi türünün kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 58. Dolgu maddesi türünün kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                        | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| Susam Kepeği          | 1,182                                        | 0,221 | A                    | 1,771           | 0,302 | A                    |
| Buğday Kepeği         | 1,223                                        | 0,226 | A                    | 1,747           | 0,365 | A                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 1,149                                        | 0,239 | A                    | 1,910           | 0,440 | AB                   |
| Zeytin Posası         | 1,175                                        | 0,250 | A                    | 1,978           | 0,430 | B                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

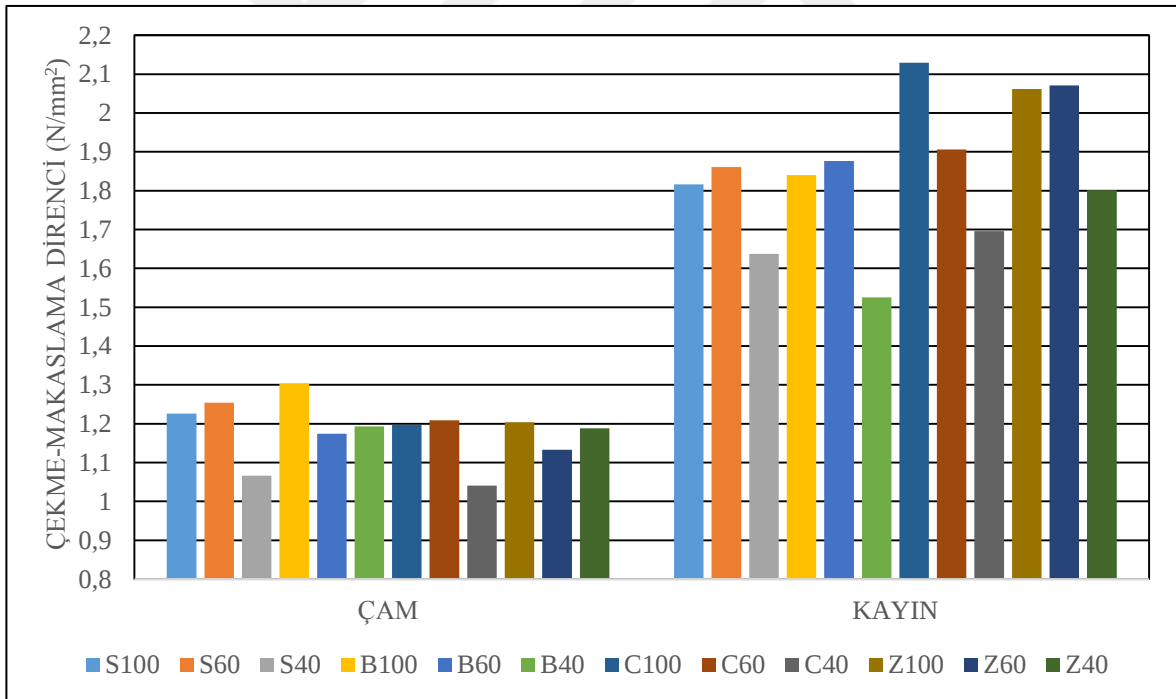
Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncinin çam kontrplakların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu tespit edilmiştir. Çam odunları ekstraktif maddelerden oluşan reçine kanallarına sahipken kayın odunlarında reçine kanalları yoktur. Bu nedenle suda çözünür ekstraktiflerin kurutma işlemi sırasında ahşap yüzeyine su ile birlikte taşınmakta ve su buharlaştığında katı madde olarak yüzeyde kalmaktadır. Bu olay tutkallama sırasında reaksiyon bölgelerinde tıkanıklık, birikinti gibi problemlere neden olarak ıslanmayı engellemektedir (Aydın vd., 2001). Ayrıca kontrplaklarda çekme-makaslama direncinin farklı çıkması, kaplamaların mikroskopik incelemelerinde yüzeyde çukurların, tepelerin ve çatlakların olması, düzensiz lifler ve diğer bozukluklar ile karmakarışık bir halde bulunmasıdır. Bu yüzey şartları, tutkal tarafından tamamen ıslanmayı engelleyen tıkanıklıklara sebep olur ve tutkal sertleştiğinde de gerilmelerin oluşmasına yol açmaktadır (Aydın vd., 2001). Dolgu maddesinin kullanılmasıyla yüzey bozukluğu, poröz ve lifli yapının giderildiği gözlemlenmiş ve daha iyi yapışmanın gerçekleştiği ve tutkal sızmasının engellendiği literatürde ifade edilmiştir (Tan ve Çolakoğlu, 2010).

Dolgu maddesi türünün çam kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda kontrol grubunun çekme-makaslama direncinin aynı homojenlik grubunda olan susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posasının çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu çıkartılarak yapılan istatistiksel analizde en büyük çekme-makaslama direnci buğday kepeği kullanılan grupta, en küçük çekme-makaslama direnci yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta görülmüştür. Aynı homojenlik grubunda

bulunan susam kepeği ve zeytin posası kullanılan grupların çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük çekme-makaslama direncine yakın bir değer almıştır.

Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine dolgu maddesi türünün etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak incelenmiştir. En büyük çekme-makaslama direnci zeytin posası kullanılan grupta, en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan kontrol, susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerlere yakın bir değer almıştır. Kontrol grubu çıkarıldıktan sonra yapılan istatistiksel analizde aynı homojenlik grubunda bulunan susam kepeği ve buğday kepeği gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin, aynı homojenlik grubunda olan yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden küçük olduğu tespit edilmiştir.

Dolgu maddesi boyutunun çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 100 ve Tablo 59'da gösterilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 100. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 59. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 1,226                                        | 0,199 | B                    | 1,816           | 0,276 | B                    |
| S60                   | 1,254                                        | 0,224 | B                    | 1,861           | 0,366 | B                    |
| S40                   | 1,066                                        | 0,193 | A                    | 1,637           | 0,194 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 1,304                                        | 0,250 | B                    | 1,840           | 0,348 | B                    |
| B60                   | 1,174                                        | 0,191 | A                    | 1,876           | 0,401 | B                    |
| B40                   | 1,193                                        | 0,213 | A                    | 1,525           | 0,216 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 1,197                                        | 0,191 | B                    | 2,129           | 0,365 | C                    |
| C60                   | 1,209                                        | 0,276 | B                    | 1,906           | 0,560 | B                    |
| C40                   | 1,041                                        | 0,208 | A                    | 1,696           | 0,213 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 1,204                                        | 0,222 | A                    | 2,062           | 0,412 | B                    |
| Z60                   | 1,133                                        | 0,211 | A                    | 2,071           | 0,506 | B                    |
| Z40                   | 1,188                                        | 0,306 | A                    | 1,801           | 0,295 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

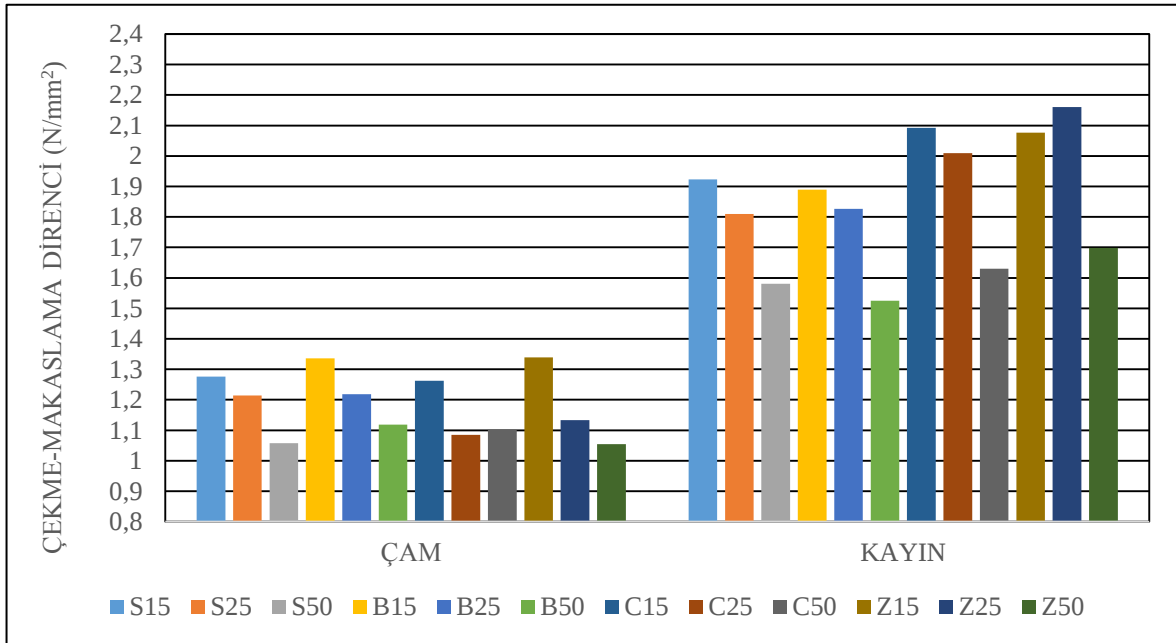
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi boyutunun çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Susam kepeği kullanılan gruplarda 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve çekme-makaslama dirençlerinin 40 mesh boyutundaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği kullanılan gruplarda aynı homojenlik grubunda olan 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama dirençlerinin 100 mesh boyutundaki grubun çekme-makaslama direncinden küçük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda aynı homojenlik grubunda bulunan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama dirençlerinin 40 mesh boyutundaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası kullanılan gruplarda ise 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Dolgu maddesi boyutunun kayın kontrplakların çekme-makaslama direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanılan gruplarda aynı homojenlik grubunda olan 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama dirençlerinin 40 mesh boyutundaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda ise en büyük çekme-makaslama direnci 100 mesh boyutundaki grupta, en küçük çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki grupta bulunmuştur. 60 mesh boyutundaki grubun çekme-makaslama direnci ise 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama dirençleri arasında yer almıştır.

Dolgu maddesi ilave edilmiş tutkal karışımı kaplamanın yüzeyine sürüldüğünde, küçük parçacık boyutu büyük parçacık boyutundan daha geniş veya daha büyük bir alanı kaplayabilir. Çünkü küçük parçacık büyük parçacıktan sayı ve miktar olarak daha fazladır. Ayrıca büyük parçacıklar tutkal karışımının polimerizasyonunda boşluklara veya zayıf noktalara neden olur, dolayısıyla kontrplakta daha düşük yapışma mukavemeti ortaya çıkar. Tutkal hattı kalınlığı ile bağlantı mukavemeti kaybı arasında güçlü bir ilişki vardır; tutkal hattı kalınlaştıkça, bağlantının mukavemeti azalır (Jimenez vd., 2020).

Dolgu maddesi oranındaki değişimin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 101 ve Tablo 60’da gösterilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir

Şekil 101. Dolgu maddesi oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 60. Dolgu maddesi oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 1,276                                        | 0,231 | B                    | 1,923           | 0,271 | C                    |
| S25                   | 1,214                                        | 0,196 | B                    | 1,810           | 0,269 | B                    |
| S50                   | 1,058                                        | 0,175 | A                    | 1,581           | 0,264 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 1,336                                        | 0,146 | C                    | 1,890           | 0,378 | B                    |
| B25                   | 1,218                                        | 0,247 | B                    | 1,827           | 0,365 | B                    |
| B50                   | 1,118                                        | 0,221 | A                    | 1,525           | 0,227 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 1,262                                        | 0,247 | B                    | 2,092           | 0,540 | B                    |
| C25                   | 1,085                                        | 0,234 | A                    | 2,009           | 0,346 | B                    |
| C50                   | 1,102                                        | 0,197 | A                    | 1,630           | 0,234 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                    | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 1,339                                        | 0,302 | B                    | 2,076           | 0,380 | B                    |
| Z25                   | 1,133                                        | 0,161 | A                    | 2,161           | 0,514 | B                    |
| Z50                   | 1,054                                        | 0,172 | A                    | 1,698           | 0,174 | A                    |

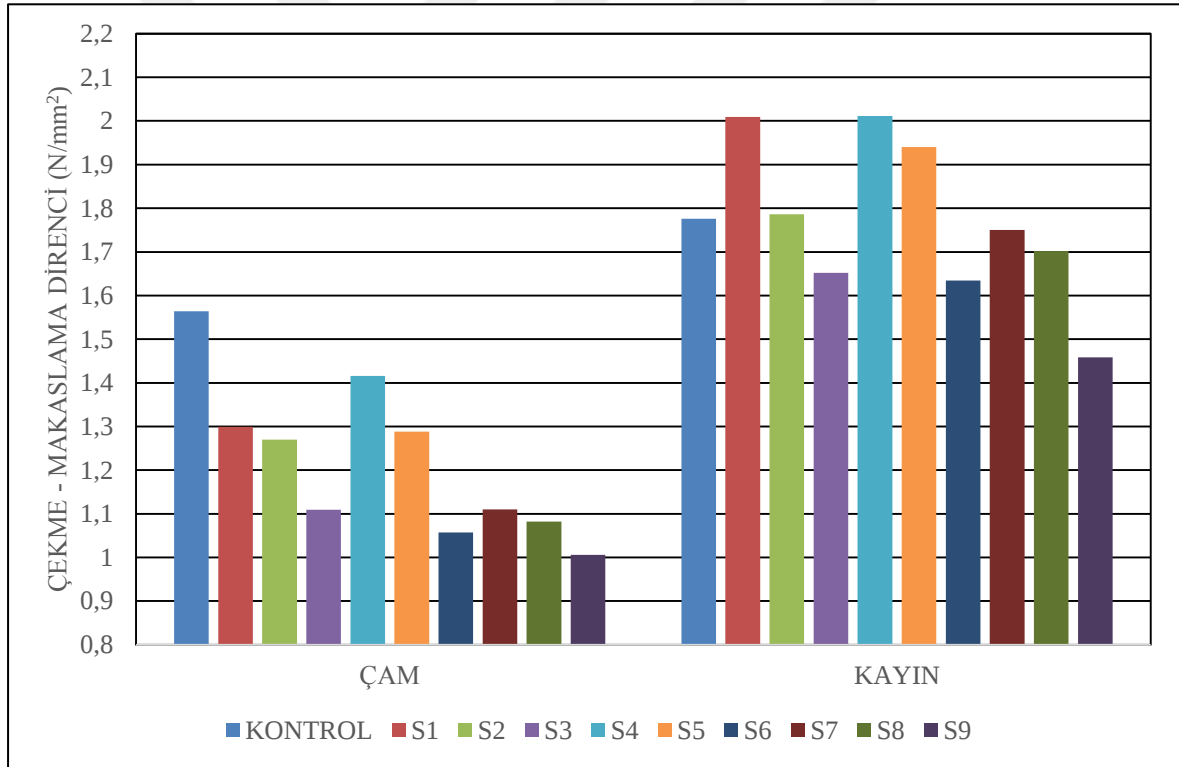
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine dolgu maddesi oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci %15 oranındaki grupta en küçük çekme-makaslama direnci %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinin ise %25 ve %50 oranındaki grupların çekme-makaslama dirençlerinin arasında olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinin %25 ve %50 oranındaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci %15 oranındaki grupta en küçük çekme-makaslama direnci %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun çekme-makasla direnci ise %15 ve %50 oranındaki grupların çekme-makaslama dirençleri arasında olduğu

görülmüştür. Buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Susam kepeğinin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda iken en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan S3, S6, S7, S8 ve S9 gruplarında görülmüştür. Kayın kontrplaklarda en yüksek çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda yer alan S1 ve S4 gruplarında iken en düşük çekme-makaslama direnci S9 grubunda bulunmuştur. Susam kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların çekme-makaslama direncinde meydana getirdiği değişim Şekil 102, Tablo 61’de verilmiştir.



Şekil 102. Susam kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 61. Susam kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| S1                    | 1,299                                                    | 0,171 | B                    | 2,009           | 0,301 | B                    |
| S2                    | 1,270                                                    | 0,140 | B                    | 1,786           | 0,190 | A                    |
| S3                    | 1,109                                                    | 0,206 | A                    | 1,652           | 0,205 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | D                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| S4                    | 1,416                                                    | 0,133 | C                    | 2,011           | 0,271 | B                    |
| S5                    | 1,288                                                    | 0,165 | B                    | 1,940           | 0,374 | B                    |
| S6                    | 1,057                                                    | 0,203 | A                    | 1,634           | 0,345 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| S7                    | 1,110                                                    | 0,261 | A                    | 1,750           | 0,127 | B                    |
| S8                    | 1,082                                                    | 0,189 | A                    | 1,702           | 0,135 | B                    |
| S9                    | 1,006                                                    | 0,074 | A                    | 1,458           | 0,176 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

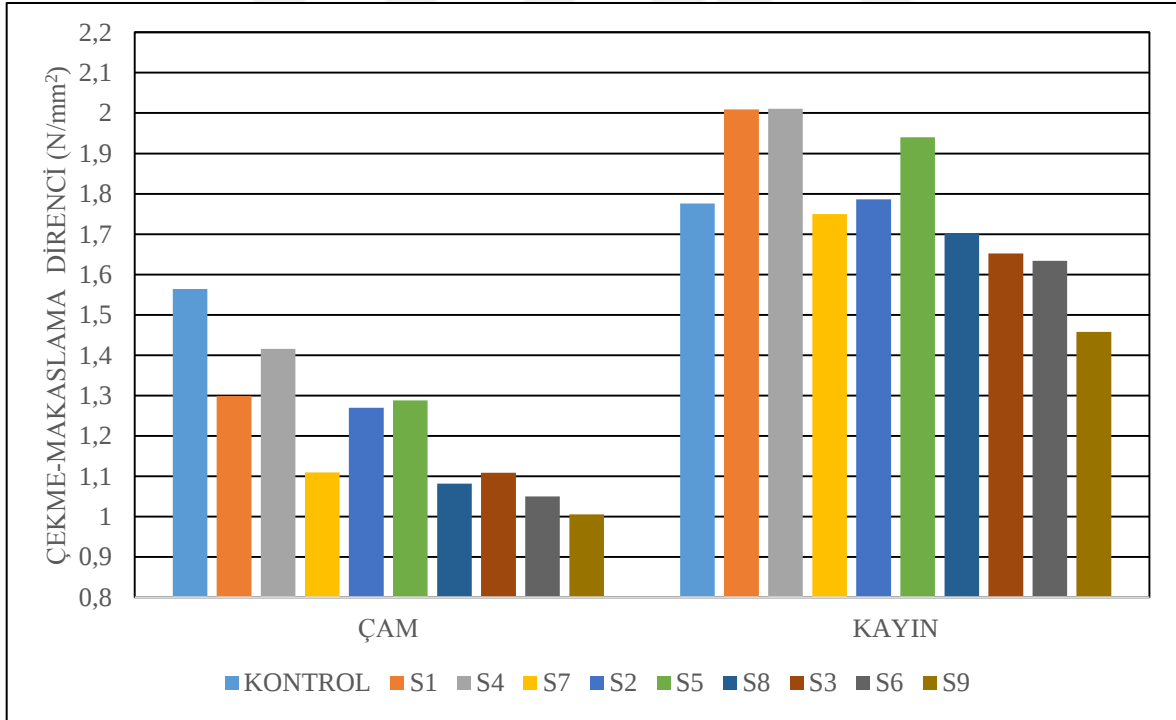
Susam kepeği oranının çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde 1. Analizde en yüksek çekme-makaslama direncini kontrol grubu verirken en düşük çekme-makaslama direncini S3 grubu vermiştir. Aynı homojenlik grubunda yer alan S1 ve S2 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin istatistiksel olarak kontrol ve S3 gruplarının arasında olduğu görülmüştür. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda, en küçük çekme-makaslama direnci S6 grubunda görülmüştür. S5 grubunun çekme-makaslama direncinin ikinci en büyük çekme-makaslama direncine sahip S4 grubunun çekme-makaslama direncinden küçük olduğu tespit edilmiştir. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan S7, S8, S9 gruplarının çekme-makaslama direnci kontrol grubunun çekme makaslama direncinden düşük çıkmıştır.

Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine susam kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, S2, S3 gruplarının çekme makaslama direnci S1 grubunun çekme-makaslama direncinden düşük bulunmuştur. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan S4 ve S5 gruplarının çekme-makaslama dirençleri, aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve S6 gruplarının çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde ise S9

grubunun çekme-makaslama direncinin aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, S7 ve S8 gruplarının çekme-makaslama direncinden daha büyük olduğu görülmüştür.

Kullanılan dolgu maddelerinin oranının artması ile birlikte güçlü hidrofilik özellikleride birlikte arttı ve viskozitenin artmasına neden oldu. Sonuç olarak tutkal karışımı kaplama yüzeyine eşit şekilde dağılmadı. Yoğun şekilde şişen dolgu maddesi parçacıkları, homojen bir tutkal karışımının hazırlanmasını engellemiş, yapışma kalitesinin bozulmasına yol açmıştır. Ayrıca, bu kadar yüksek derecede hidrofilik bir dolgu maddesinin kullanılması suyun buharlaşmasını önler ve yapıştırıcının polikondensasyonunu engeller (Kawalerczyk vd., 2019; Hong & Park, 2017). Bunların dışında dolgu maddelerinin lignin, selüloz, hemiselüloz, protein, fenolik madde içeriğinden dolayı üre/formaldehit mol oranını düşürmesi yapışmada olumsuz etkiye neden olmuştur (Çolak, 2002; Nemli vd., 2004; Liu vd., 2022).

Susam kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 103 ve Tablo 62’de belirtilmiştir.



Şekil 103. Susam kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 62. Susam kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| S1                    | 1,299                                                    | 0,171 | B                    | 2,009           | 0,301 | B                    |
| S4                    | 1,416                                                    | 0,133 | B                    | 2,011           | 0,271 | B                    |
| S7                    | 1,110                                                    | 0,261 | A                    | 1,750           | 0,127 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | AB                   |
| S2                    | 1,270                                                    | 0,170 | B                    | 1,786           | 0,190 | AB                   |
| S5                    | 1,288                                                    | 0,165 | B                    | 1,940           | 0,374 | B                    |
| S8                    | 1,082                                                    | 0,189 | A                    | 1,702           | 0,135 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| S3                    | 1,109                                                    | 0,206 | A                    | 1,652           | 0,205 | AB                   |
| S6                    | 1,057                                                    | 0,203 | A                    | 1,634           | 0,345 | AB                   |
| S9                    | 1,006                                                    | 0,074 | A                    | 1,458           | 0,176 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların çekme-makaslama direncinde susam kepeği boyutundan dolayı meydana gelen değişimler istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci S7 grubunda bulunmuştur. Aynı homojenlik grubunda yer alan S1 ve S4 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol ve S7 gruplarının çekme-makaslama dirençleri arasında yer almıştır. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci S8 grubunda bulunmuştur. Aynı homojenlik grubunda yer alan S2 ve S5 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol ve S8 gruplarının çekme-makaslama dirençleri arasında bulunmuştur. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan S3, S6 ve S9 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol grubunun çekme makaslama direncinden düşük çıkmıştır.

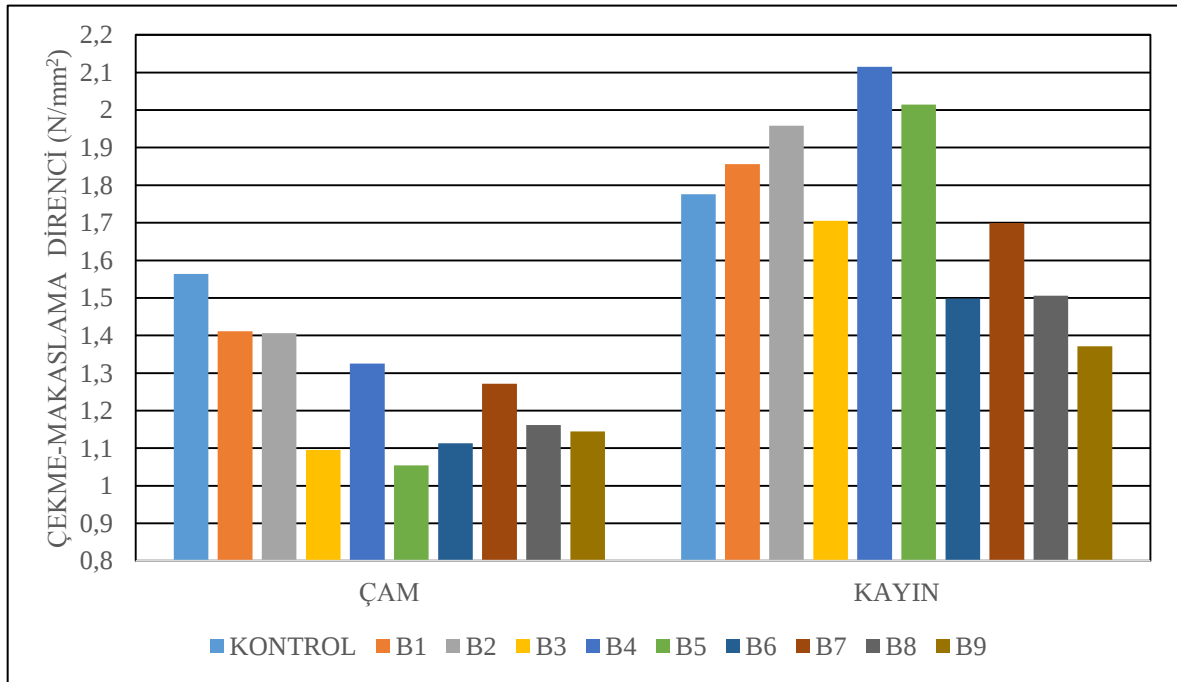
Susam kepeği boyutunun kayın kontrplakların çekme-makaslama dirençlerine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan S1 ve S4 gruplarının çekme-makaslama dirençleri aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve S7 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden büyük çıkmıştır. 2. Analizde en yüksek çekme-makaslama direnci S5 grubunda en düşük çekme-makaslama direnci S8 grubunda

bulunmuştur. Aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve S2 gruplarının çekme-makaslama dirençleri S5 ve S8 gruplarının çekme-makaslama dirençlerine yakın değerler vermiştir. 3. Analizde en yüksek çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en düşük çekme-makaslama direnci ise S9 grubundadır. Aynı homojenlik grubunda yer alan S3 ve S6 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol ve S9 gruplarının çekme-makaslama dirençlerine yakın değer almıştır.

Dolgu maddesi olarak susam kepeği kullanılması durumunda kontrplakların çekme-makaslama dirençleri TS EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında belirtilen 1 N/mm<sup>2</sup> değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen kontrplakların standart değerlere uygun yapışma direnci sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir.

Buğday kepeğinin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda iken en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan B3 v B5 gruplarında görülmüştür. Kayın kontrplaklarda en yüksek çekme-makaslama direnci B4 grubunda iken en düşük çekme-makaslama direnci B9 grubunda bulunmuştur.

Buğday kepeği oranının kayın ve çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 104, Tablo 63'te gösterilmiştir.



Şekil 104. Buğday kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 63. Buğday kepeği oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| B1                    | 1,411                                                    | 0,115 | B                    | 1,856           | 0,450 | A                    |
| B2                    | 1,406                                                    | 0,192 | B                    | 1,958           | 0,325 | A                    |
| B3                    | 1,095                                                    | 0,275 | A                    | 1,705           | 0,185 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| B4                    | 1,325                                                    | 0,178 | B                    | 2,115           | 0,332 | C                    |
| B5                    | 1,054                                                    | 0,173 | A                    | 2,015           | 0,333 | C                    |
| B6                    | 1,113                                                    | 0,126 | A                    | 1,498           | 0,215 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | C                    |
| B7                    | 1,272                                                    | 0,105 | A                    | 1,699           | 0,194 | C                    |
| B8                    | 1,162                                                    | 0,249 | A                    | 1,506           | 0,178 | B                    |
| B9                    | 1,145                                                    | 0,240 | A                    | 1,371           | 0,136 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

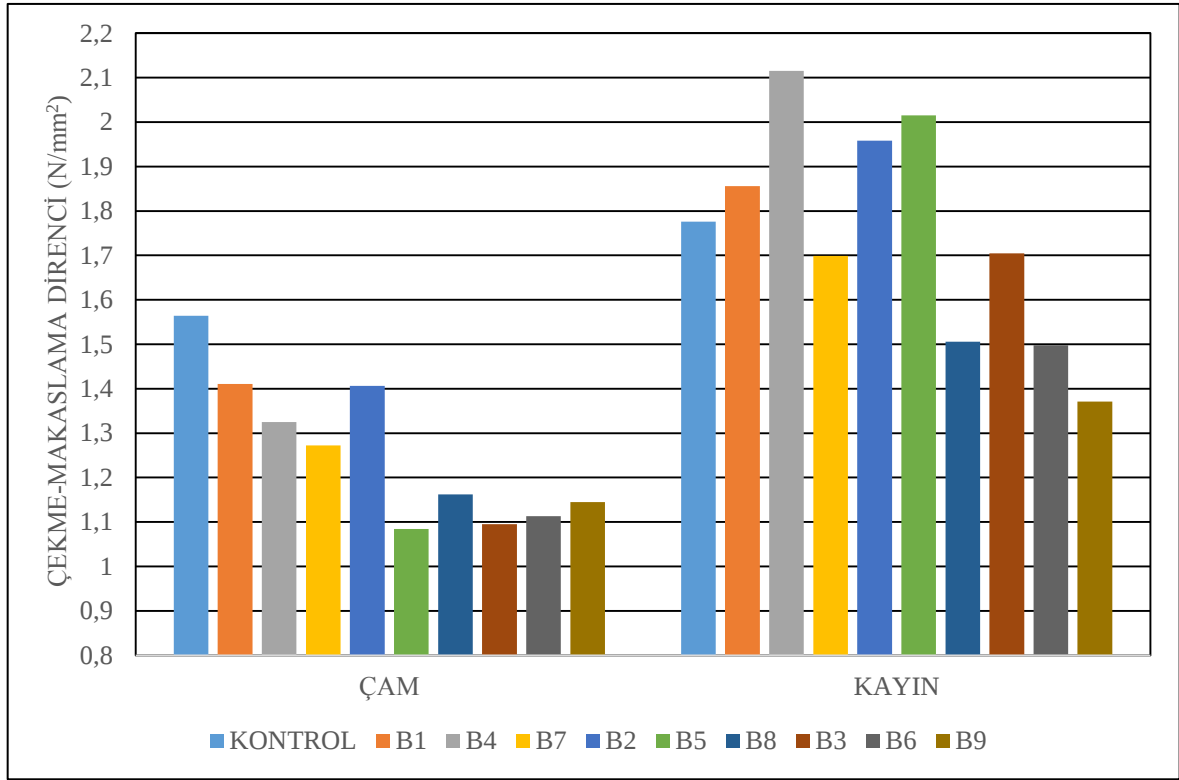
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların çekme-makaslama direncine buğday kepeği oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, B1, B2 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin B3 grubunun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu bulunmuştur. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci ise aynı homojenlik grubunda yer alan B5 ve B6 gruplarında görülmüştür. B4 grubunun çekme-makaslama direnci ise en büyük ve en küçük çekme-makaslama dirençleri arasında yer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan B7, B8, B9 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden düşük çıkmıştır.

Buğday kepeği oranının kayın kontrplakların çekme-makaslama dirençlerine etkisi istatistiksel olarak araştırıldığında 1. Analizde kontrol, B1, B2 ve B3 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin arasında bir fark bulunmamıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan B4 ve B5 gruplarının en büyük çekme-makaslama direncine, B6 grubunun ise en küçük çekme-makaslama direncine sahip olduğu görülmüştür. Kontrol grubunun çekme-makaslama direnci ise en büyük ve en küçük çekme-makaslama dirençleri arasında yer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve B7 gruplarının

çekme-makaslama dirençlerinin en büyük, B9 grubunun çekme-makaslama direncinin en küçük olduğu belirlenmiştir. B8 grubunun çekme-makaslama direnci ise en büyük ve en küçük çekme-makaslama dirençleri arasında yer almıştır.

Buğday kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 105 ve Tablo 64’te gösterilmiştir.



Şekil 105. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 64. Buğday kepeği boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| B1                    | 1,411                                                    | 0,115 | B                    | 1,856           | 0,450 | A                    |
| B4                    | 1,325                                                    | 0,325 | AB                   | 2,115           | 0,332 | B                    |
| B7                    | 1,272                                                    | 0,105 | A                    | 1,699           | 0,194 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| B2                    | 1,406                                                    | 0,192 | B                    | 1,958           | 0,325 | BC                   |
| B5                    | 1,084                                                    | 0,173 | A                    | 2,015           | 0,333 | C                    |
| B8                    | 1,162                                                    | 0,249 | A                    | 1,506           | 0,178 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| B3                    | 1,095                                                    | 0,275 | A                    | 1,705           | 0,185 | B                    |
| B6                    | 1,113                                                    | 0,126 | A                    | 1,498           | 0,215 | A                    |
| B9                    | 1,145                                                    | 0,240 | A                    | 1,371           | 0,136 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Buğday kepeği boyutunun çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en yüksek çekme-makaslama direnci kontrol grubunda, en düşük çekme-makaslama direnci B7 grubunda görülmüştür. B4 grubunun çekme-makaslama direnci ikinci en büyük çekme-makaslama direncine sahip B1 grubuna ve B7 grubuna yakın bir değer almıştır. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda, en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda yer alan B5 ve B8 gruplarında tespit edilmiştir. B2 grubunun çekme-makaslama direnci ise en büyük ve en küçük çekme-makaslama dirençleri arasında yer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan B3, B6, B9 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden düşük çıkmıştır.

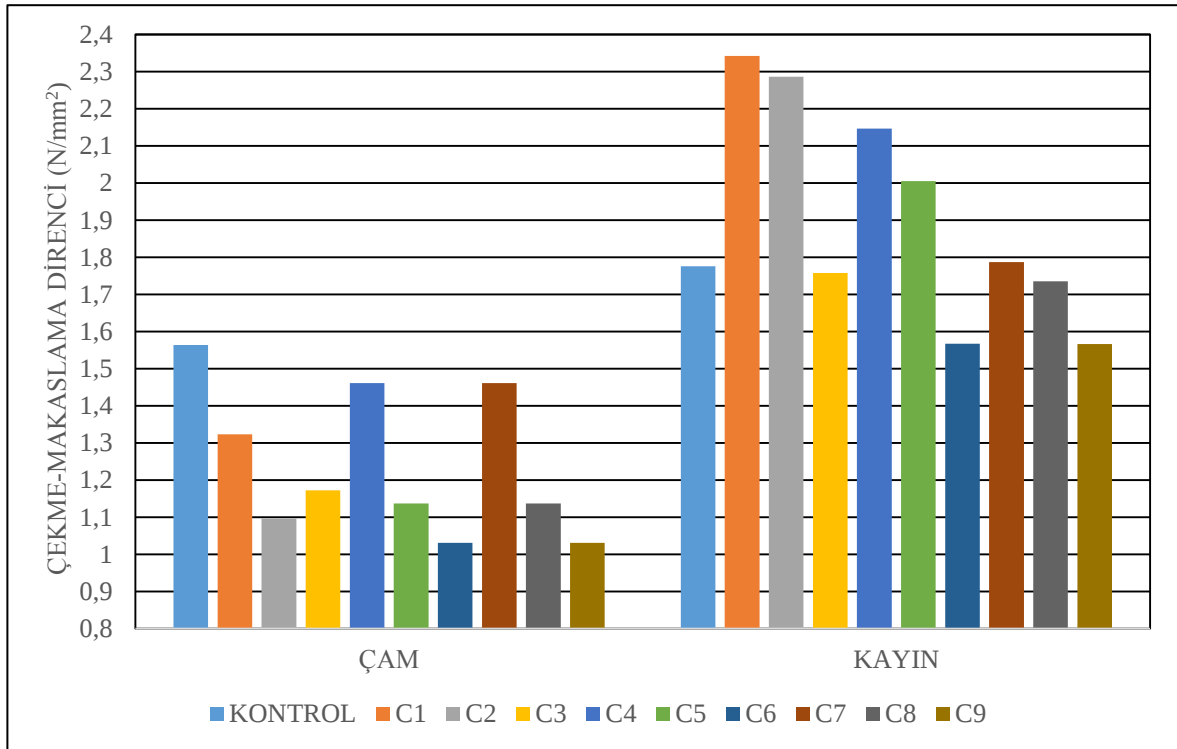
Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine buğday kepeği boyutunun etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, B1 ve B7 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin B4 grubunun çekme-makaslama direncinden düşük olduğu görülmüştür. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci B5 grubunda, en küçük çekme-makaslama direnci B8 grubunda bulunmuştur. Kontrol grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerler arasında iken B2 grubunun çekme-

makaslama direnci kontrol ve B5 gruplarının çekme-makaslama direncine yakın bir değer almıştır. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve B3 gruplarının çekme-makaslama direncinin aynı homojenlik grubunda bulunan B6 ve B9 gruplarının çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi olarak buğday kepeği kullanılması durumunda kontrplakların çekme-makaslama dirençleri TS EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında belirtilen 1 N/mm<sup>2</sup> değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen kontrplakların standart değerlere uygun yapışma direnci sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir.

Yeşil ceviz kabuğunun çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam kontrplaklarda en yüksek çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan C4 ve kontrol gruplarında bulunmuşken en düşük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda bulunan C2, C3, C5, C6, C7, C8 ve gruplarında bulunmuştur. Kayın kontrplaklarda ise en büyük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik gruplarında yer alan C1 ve C2 gruplarında görülmüşken en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan C6 ve C9 gruplarında görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğunun oranının kayın ve çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 106, Tablo 65’te verilmiştir.



Şekil 106. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 65. Yeşil ceviz kabuğu oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| C1                    | 1,323                                                    | 0,142 | B                    | 2,342           | 0,256 | B                    |
| C2                    | 1,096                                                    | 0,156 | A                    | 2,286           | 0,257 | B                    |
| C3                    | 1,172                                                    | 0,202 | A                    | 1,758           | 0,254 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| C4                    | 1,461                                                    | 0,201 | B                    | 2,147           | 0,777 | C                    |
| C5                    | 1,137                                                    | 0,205 | A                    | 2,005           | 0,344 | BC                   |
| C6                    | 1,031                                                    | 0,219 | A                    | 1,567           | 0,245 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| C7                    | 1,001                                                    | 0,110 | A                    | 1,787           | 0,258 | B                    |
| C8                    | 1,022                                                    | 0,309 | A                    | 1,735           | 0,165 | B                    |
| C9                    | 1,101                                                    | 0,144 | A                    | 1,566           | 0,139 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

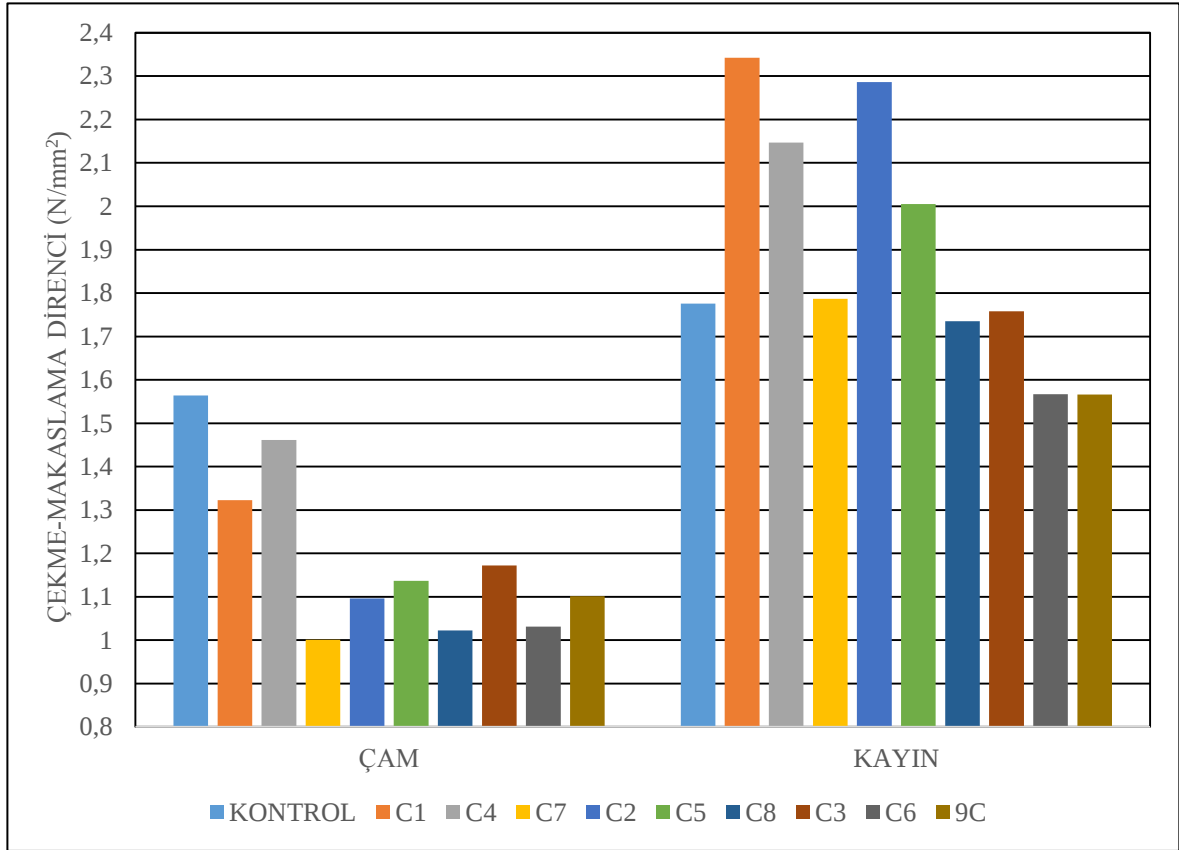
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Yeşil ceviz kabuğu oranının çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda, en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda yer alan C2 ve C3 gruplarında görülmüştür. C1 grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve C4 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin aynı homojenlik grubunda yer alan C5 ve C6 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde ise aynı homojenlik grubunda yer alan C7, C8 ve C9 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden düşük olduğu belirlenmiştir.

Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi istatistiksel olarak araştırıldığında 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan C1 ve C2 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve C3 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden büyük olduğu görülmüştür. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci C4 grubunda iken en küçük çekme-makaslama direnci C6 grubunda görülmüştür. Kontrol grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerler arasında iken C5 grubunun çekme-makaslama direnci kontrol ve C4 gruplarının

çekme-makaslama direncine yakın bir değer almıştır. 3. Analizde ise aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol, C7 ve C8 gruplarının çekme-makaslama direncinin C9 grubunun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür.

Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 107 ve Tablo 66’da ifade edilmiştir.



Şekil 107. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 66. Yeşil ceviz kabuğu boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| C1                    | 1,323                                                    | 0,142 | B                    | 2,342           | 0,256 | B                    |
| C4                    | 1,461                                                    | 0,201 | C                    | 2,147           | 0,777 | B                    |
| C7                    | 1,001                                                    | 0,110 | A                    | 1,787           | 0,258 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| C2                    | 1,096                                                    | 0,156 | A                    | 2,286           | 0,257 | C                    |
| C5                    | 1,137                                                    | 0,205 | A                    | 2,005           | 0,344 | B                    |
| C8                    | 1,022                                                    | 0,309 | A                    | 1,735           | 0,165 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | B                    |
| C3                    | 1,172                                                    | 0,202 | A                    | 1,758           | 0,254 | B                    |
| C6                    | 1,031                                                    | 0,219 | A                    | 1,567           | 0,245 | A                    |
| C9                    | 1,101                                                    | 0,144 | A                    | 1,566           | 0,139 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

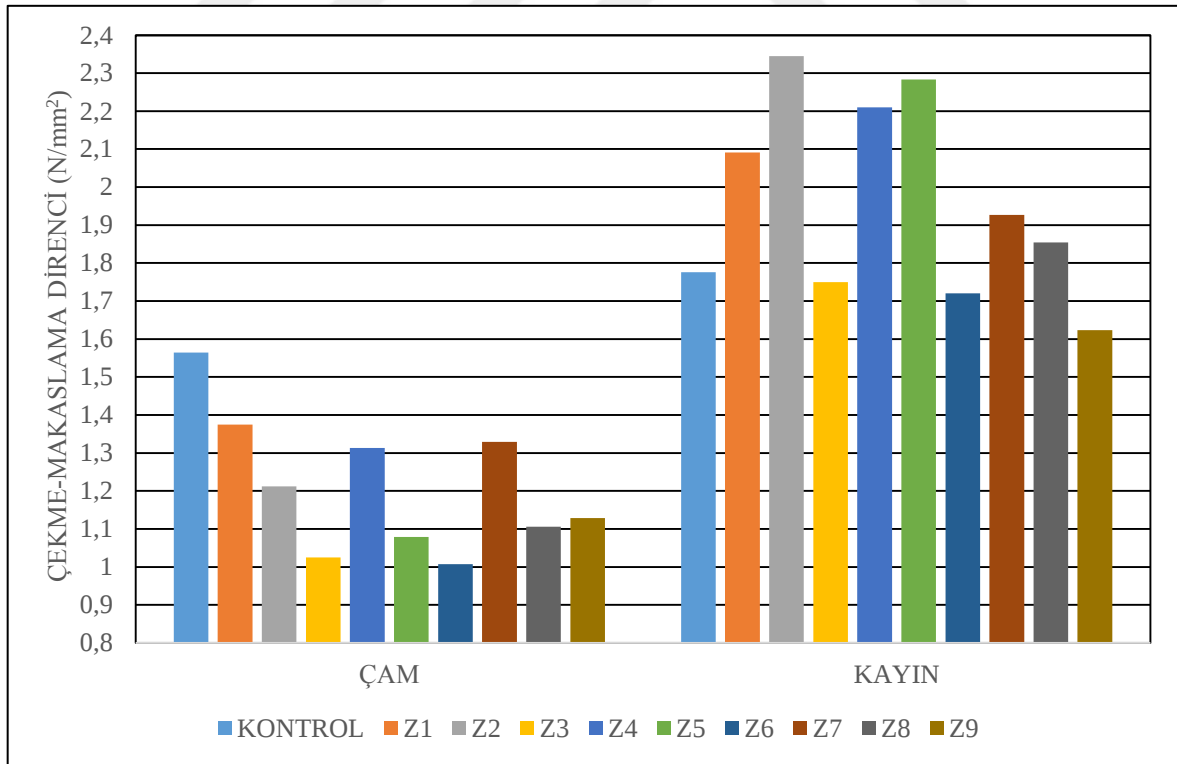
Yeşil ceviz kabuğu boyutunun çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve C4 gruplarının çekme-makaslama dirençleri en yüksek değeri verirken C7 grubunun çekme-makaslama direnci en düşük değeri vermiştir. C1 grubunun çekme-makaslama direnci ise en yüksek ve en düşük çekme-makaslama dirençleri arasında görülmüştür. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan C2, C5 ve C8 gruplarının çekme-makaslama dirençleri ve 3. Analizde aynı homojenlik grubunda olan C3, C6 ve C9 gruplarının çekme-makaslama dirençleri kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden düşük çıkmıştır.

Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan C1 ve C4 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve C7 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden büyük olduğu belirlenmiştir. 2. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci C2 grubunda, en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve C8 gruplarında bulunmuştur. C5 grubunun çekme-makaslama direnci ise en büyük ve en küçük değere sahip gruplar arasında

yer almıştır. 3. Analizde ise aynı homojenlik grubunda bulunan kontrol ve C3 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin aynı homojenlik grubunda bulunan C6 ve C9 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi olarak yeşil ceviz kabuğu kullanılması durumunda kontrplakların çekme-makaslama dirençleri TS EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında belirtilen 1 N/mm<sup>2</sup> değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen kontrplakların standart değerlere uygun yapışma direnci sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir.

Zeytin posasının çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda bulunmuşken en küçük çekme-makaslama direnci Z6 grubunda bulunmuştur. Kayın kontrplaklarda ise en büyük çekme-makaslama direncinin aynı homojenlik grubunda olan Z2, Z4 ve Z5 gruplarında olduğu belirlenmişken en küçük çekme-makaslama direncinin aynı homojenlik grubunda olan kontrol, Z3, Z6 ve Z9 gruplarında olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası oranının kayın ve çam kontrplakların çekme-makaslama direncinde oluşturduğu değişim Şekil 108, Tablo 67’de gösterilmiştir.



Şekil 108. Zeytin posası oranının kontrplakların çekme makaslama direncine etkisi

Tablo 67. Zeytin posası oranının kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | D                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| Z1                    | 1,375                                                    | 0,253 | C                    | 2,091           | 0,360 | B                    |
| Z2                    | 1,212                                                    | 0,124 | B                    | 2,345           | 0,419 | C                    |
| Z3                    | 1,025                                                    | 0,095 | A                    | 1,750           | 0,190 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| Z4                    | 1,313                                                    | 0,203 | B                    | 2,210           | 0,332 | B                    |
| Z5                    | 1,079                                                    | 0,150 | A                    | 2,283           | 0,689 | B                    |
| Z6                    | 1,007                                                    | 0,144 | A                    | 1,720           | 0,116 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | C                    | 1,776           | 0,302 | AB                   |
| Z7                    | 1,329                                                    | 0,418 | B                    | 1,927           | 0,407 | B                    |
| Z8                    | 1,106                                                    | 0,178 | A                    | 1,854           | 0,130 | B                    |
| Z9                    | 1,129                                                    | 0,230 | A                    | 1,623           | 0,187 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

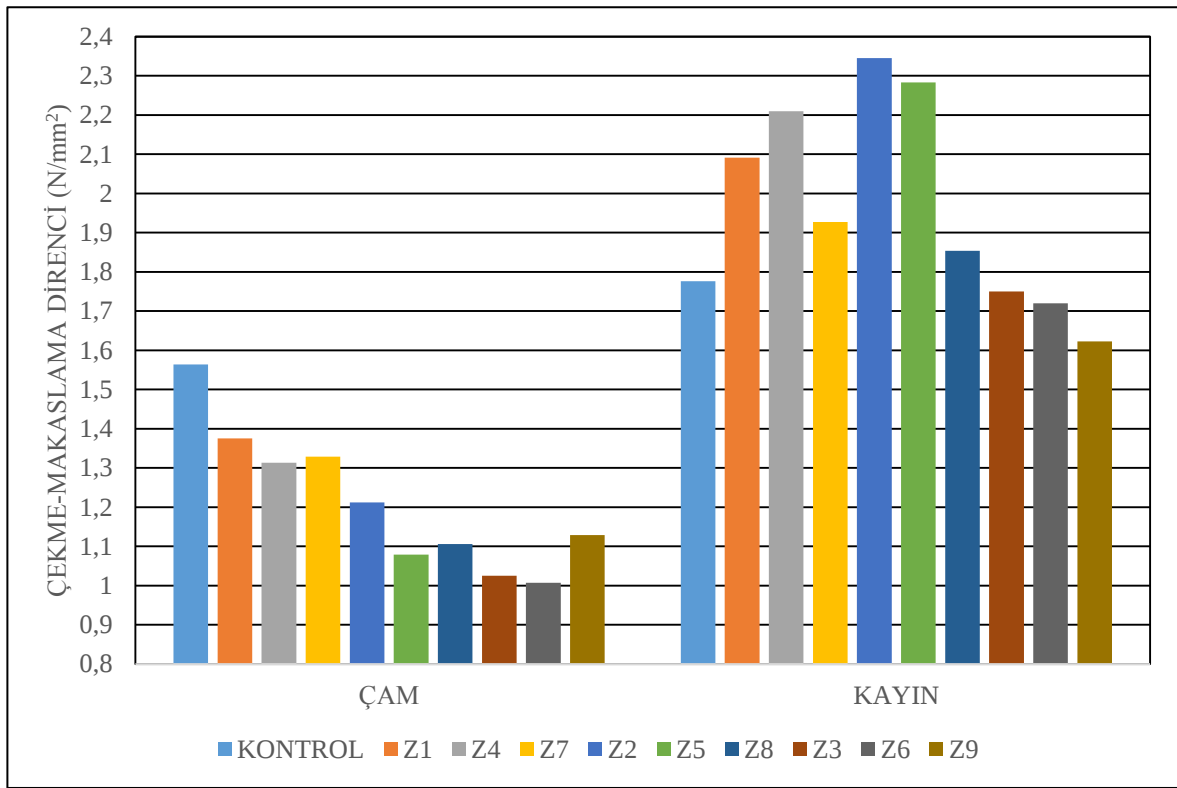
\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların çekme-makaslama direncinde zeytin posası oranının meydana getirdiği değişim istatistiksel olarak incelenmiştir. 1. Analizde en yüksek çekme-makaslama direnci kontrol grubunda, en düşük çekme-makaslama direnci Z3 grubunda elde edilmiştir. Z2 grubunun çekme-makaslama direncinin ikinci en büyük çekme-makaslama direncine sahip Z1 grubundan küçük olduğu tespit edilmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z5 ve Z6 gruplarının çekme-makaslama direnci en küçük iken kontrol grubunun çekme-makaslama direnci en büyük değeri almıştır. Z4 grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 3. Analizde de aynı homojenlik grubunda olan Z8 ve Z9 gruplarının çekme-makaslama direncinin en küçük iken kontrol grubunun çekme-makaslama direnci en büyük olduğu belirlenmiştir. Z7 grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır.

Zeytin posası oranının kayın kontrplakların çekme-makaslama direncinde oluşturduğu değişim istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci Z2 grubunda iken en küçük çekme- makaslama direnci aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve Z3 gruplarında görülmüştür. Z1 grubunun çekme-makaslama direnci ise en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z4

ve Z5 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve Z6 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden büyük olduğu görülmüştür. 3. Analizde en küçük çekme-makaslama direnci Z9 grubunda en büyük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan Z7 ve Z8 gruplarında bulunmuştur. Kontrol grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük çekme-makaslama direnç değerlerine yakın bir değer almıştır.

Zeytin posası boyutunun çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi Şekil 109 ve Tablo 68’de belirtilmiştir.



Şekil 109. Zeytin posası boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi

Tablo 68. Zeytin posası boyutunun kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 1. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| Z1                    | 1,375                                                    | 0,253 | A                    | 2,091           | 0,360 | B                    |
| Z4                    | 1,313                                                    | 0,203 | A                    | 2,210           | 0,332 | C                    |
| Z7                    | 1,329                                                    | 0,418 | A                    | 1,927           | 0,407 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 2. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| Z2                    | 1,212                                                    | 0,124 | A                    | 2,345           | 0,419 | B                    |
| Z5                    | 1,079                                                    | 0,150 | A                    | 2,283           | 0,689 | B                    |
| Z8                    | 1,106                                                    | 0,178 | A                    | 1,854           | 0,130 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Çekme-Makaslama Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) / 3. Analiz |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                                            |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                                                | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Kontrol               | 1,564                                                    | 0,229 | B                    | 1,776           | 0,302 | A                    |
| Z3                    | 1,025                                                    | 0,955 | A                    | 1,750           | 0,190 | A                    |
| Z6                    | 1,007                                                    | 0,144 | A                    | 1,720           | 0,116 | A                    |
| Z9                    | 1,129                                                    | 0,230 | A                    | 1,623           | 0,187 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Zeytin posası boyutunun çam kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi istatistiksel olarak araştırılmıştır. 1. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z1, Z4, Z7 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden küçük olduğu tespit edilmiştir. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda bulunan Z2, Z5, Z8 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden küçük olduğu belirlenmiştir. 3. Analizde aynı homojenlik grubunda yer alan Z3, Z6, Z9 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin kontrol grubunun çekme-makaslama direncinden küçük olduğu sonucuna varılmıştır.

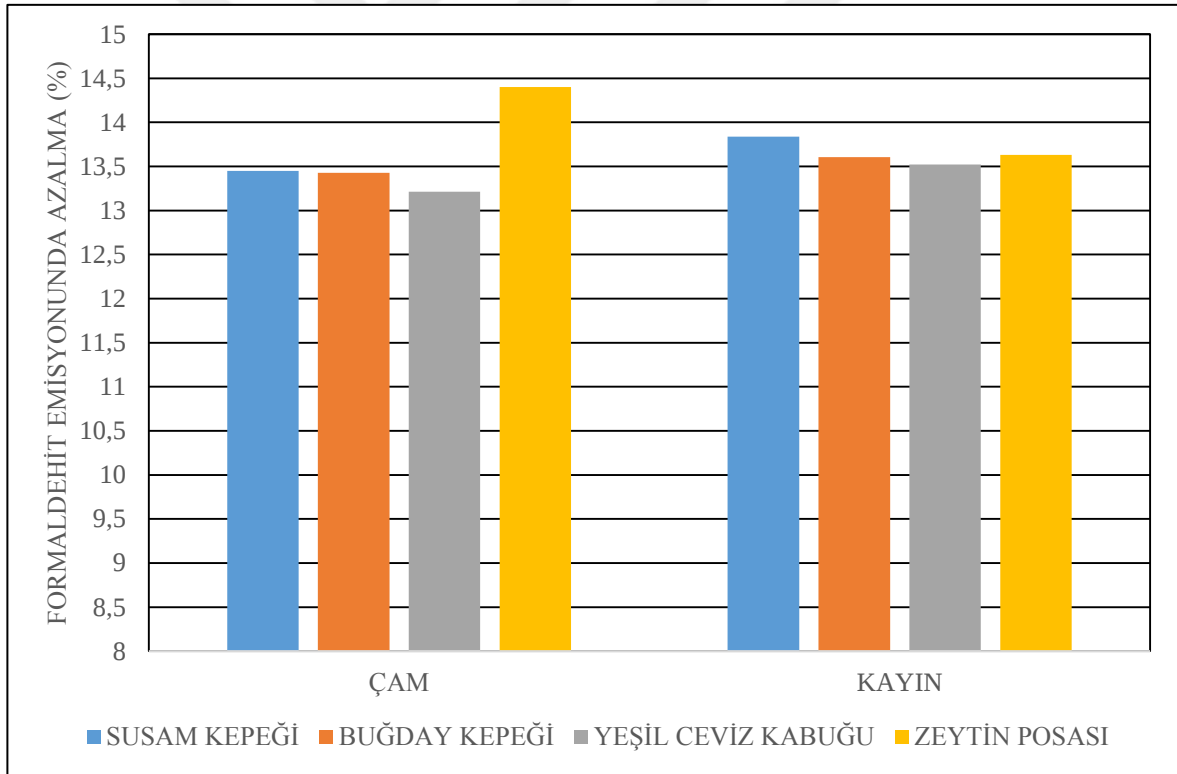
Kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine zeytin posası boyutunun etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 1. Analizde en büyük çekme-makaslama direnci Z4 grubunda iken en küçük çekme-makaslama direnci aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve Z7 grubunda görülmüştür. Z1 grubunun çekme-makaslama direnci en büyük ve en küçük değerler arasında yer almıştır. 2. Analizde aynı homojenlik grubunda olan Z2 ve Z5 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinin aynı homojenlik grubunda yer alan kontrol ve Z8 gruplarının çekme-makaslama dirençlerinden büyük olduğu görülmüştür. 3. Analizde ise

kontrol, Z3, Z6 ve Z9 gruplarının çekme-makaslama dirençleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Dolgu maddesi olarak zeytin posası kullanılması durumunda kontrplakların çekme-makaslama dirençleri TS EN 314-1 ve DIN 68705-3 standartlarında belirtilen 1 N/mm<sup>2</sup> değerinin üzerinde bulunmuştur. Dolayısıyla üretilen kontrplakların standart değerlere uygun yapışma direnci sonuçları ortaya koyduğu görülmektedir.

### 3.5. Formaldehit Emisyonu

Kontrplaklar için formaldehit emisyonu WKI-Şişe yöntemine göre belirlenmiştir. Dolgu maddesi türünün kontrplakların formaldehti emisyonuna etkisi Şekil 110 ve Tablo 69'da verilmiştir..



Şekil 110. Dolgu maddesi türünün kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi

Tablo 69. Dolgu maddesi türünün kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisinin varyans analizi sonuçları

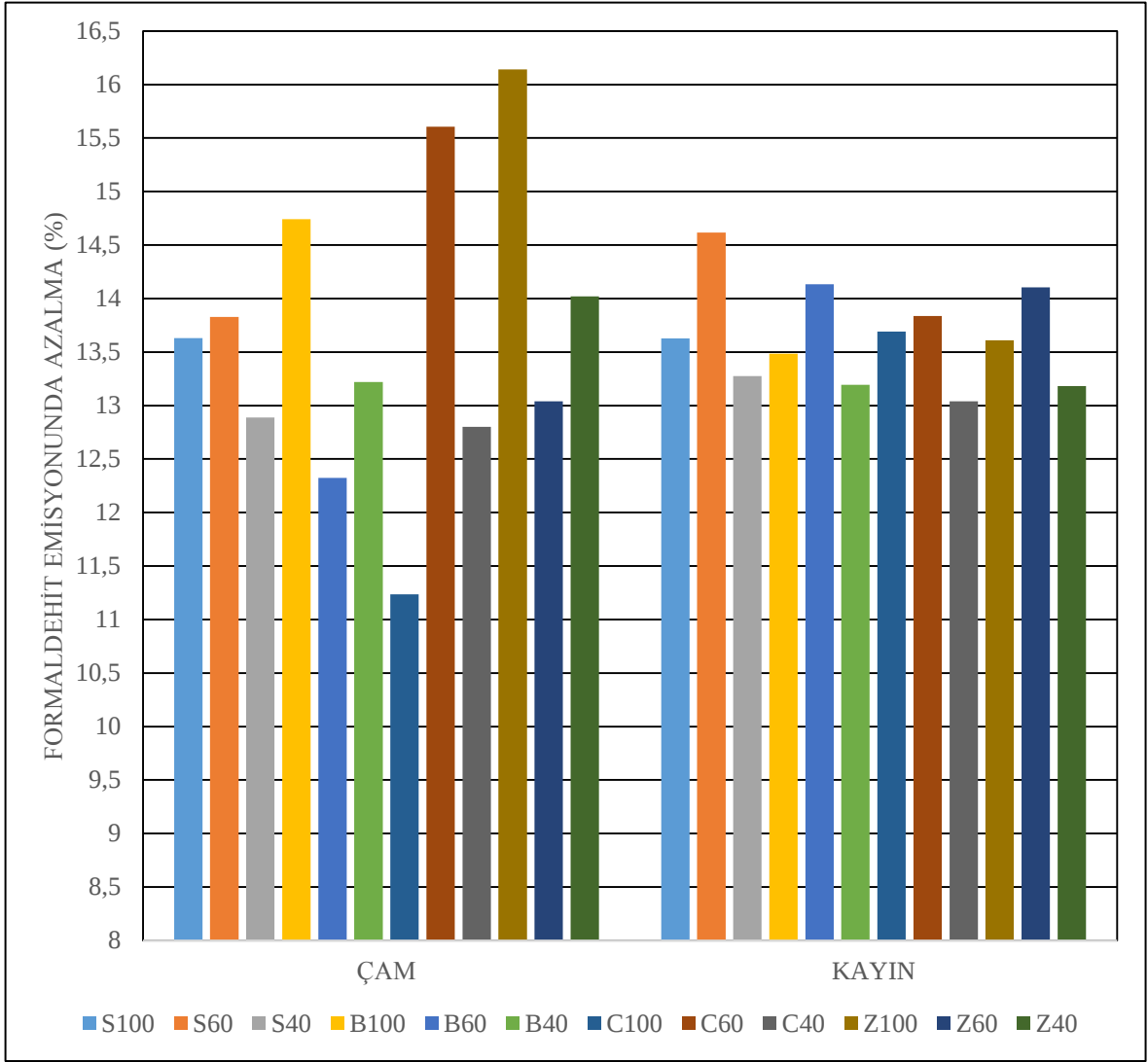
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Susam Kepeği          | 13,448                             | 0,854 | A                    | 13,839          | 1,527 | A                    |
| Buğday Kepeği         | 13,428                             | 1,881 | A                    | 13,605          | 1,494 | A                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 13,213                             | 2,921 | A                    | 13,523          | 1,746 | A                    |
| Zeytin Posası         | 14,400                             | 2,325 | A                    | 13,631          | 1,627 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam kontrplakların formaldehit emisyonunun kayın kontrplakların formaldehit emisyonundan daha büyük olduğu belirlenmiştir. Literatürde, ağaç türünün formaldehit emisyonuna belirgin etkisi olduğu ve kontrplak yüzeylerinden ayrılan formaldehit miktarının; dış tabakanın üretildiği ağacın anatomik yapısı, porozitesi ve difüzyon direncine bağlı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca kayın kontrplak üretiminde pres sıcaklığının kaplamalardan asetil gruplarını ayırarak asetik aside dönüşmesine neden olduğu ve bu olayın formaldehiti bağlayıcı etkiye sahip olduğu literatürde yer almıştır (Çolakoğlu, 1993). Dolgu maddesi türünün çam ve kayın kontrplaklarda formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisi istatistiksel olarak incelendiğinde aynı homojenlik grubunda olan susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan grupların formaldehit emisyonunu azalttığı görülmüştür.

Dolgu maddesi boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi Şekil 111 ve Tablo 70’te ifade edilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 111. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi

Tablo 70. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisinin varyans analizi sonuçları

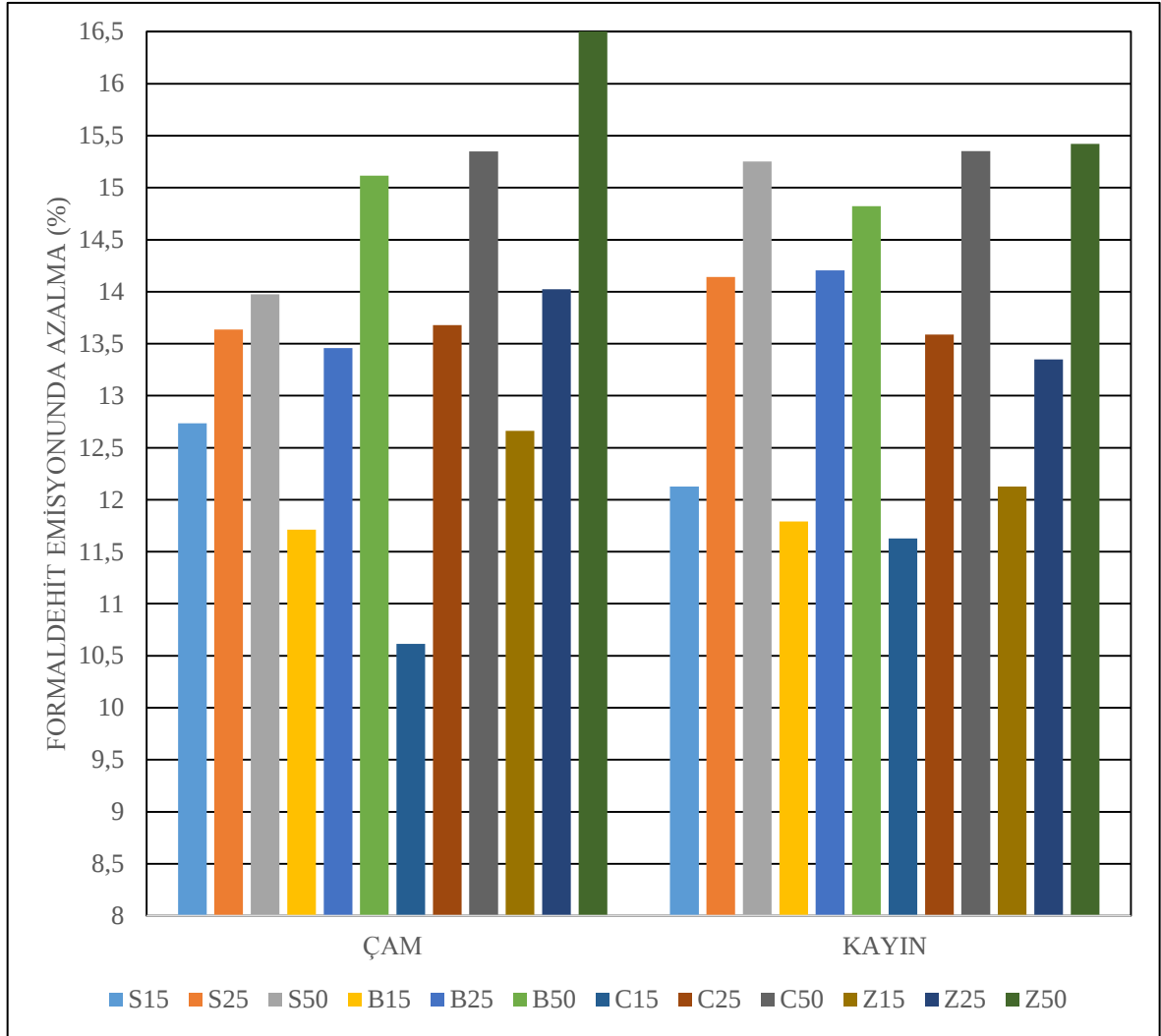
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 13,629                             | 0,430 | A                    | 13,627          | 1,920 | A                    |
| S60                   | 13,829                             | 0,155 | A                    | 14,616          | 1,517 | A                    |
| S40                   | 12,888                             | 1,405 | A                    | 13,275          | 1,376 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 14,742                             | 1,614 | A                    | 13,486          | 1,654 | A                    |
| B60                   | 12,323                             | 2,375 | A                    | 14,135          | 1,445 | A                    |
| B40                   | 13,221                             | 1,194 | A                    | 13,195          | 1,849 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 11,235                             | 2,707 | A                    | 13,692          | 2,428 | A                    |
| C60                   | 15,605                             | 1,527 | A                    | 13,838          | 0,983 | A                    |
| C40                   | 12,800                             | 3,126 | A                    | 13,039          | 2,192 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 16,143                             | 2,619 | A                    | 13,609          | 2,413 | A                    |
| Z60                   | 13,039                             | 1,105 | A                    | 14,104          | 0,881 | A                    |
| Z40                   | 14,019                             | 2,450 | A                    | 13,181          | 1,831 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalma oranına etkisi istatistiksel araştırılmıştır. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi Şekil 112ve Tablo 71’de verilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türlerini temsil etmektedir.

Şekil 112. Dolgu maddesi oranının kontrplakların formaldehit emisyonuna etkisi

Tablo 71. Dolgu maddesi oranının kontrplakların formaldehit emisyonunda ki azalmaya etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|-----------------------|------------------------------------|-------|----------------------|-----------------|-------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 12,734                             | 1,283 | A                    | 12,126          | 0,697 | A                    |
| S25                   | 13,636                             | 0,145 | A                    | 14,141          | 0,790 | B                    |
| S50                   | 13,976                             | 0,125 | A                    | 15,251          | 0,829 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 11,713                             | 1,672 | A                    | 11,792          | 0,781 | A                    |
| B25                   | 13,458                             | 1,090 | AB                   | 14,204          | 0,310 | B                    |
| B50                   | 15,115                             | 1,221 | B                    | 14,821          | 0,738 | B                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 10,613                             | 2,866 | A                    | 11,628          | 1,075 | A                    |
| C25                   | 13,679                             | 2,575 | A                    | 13,589          | 0,549 | B                    |
| C50                   | 15,348                             | 1,411 | A                    | 15,353          | 0,574 | C                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |       |                      |                 |       |                      |
|                       | Çam Kontrplak                      |       |                      | Kayın Kontrplak |       |                      |
|                       | $\bar{X}$                          | S     | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S     | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 12,662                             | 1,712 | A                    | 12,126          | 1,168 | A                    |
| Z25                   | 14,023                             | 0,624 | A                    | 13,349          | 0,517 | A                    |
| Z50                   | 16,516                             | 2,618 | A                    | 15,420          | 0,800 | B                    |

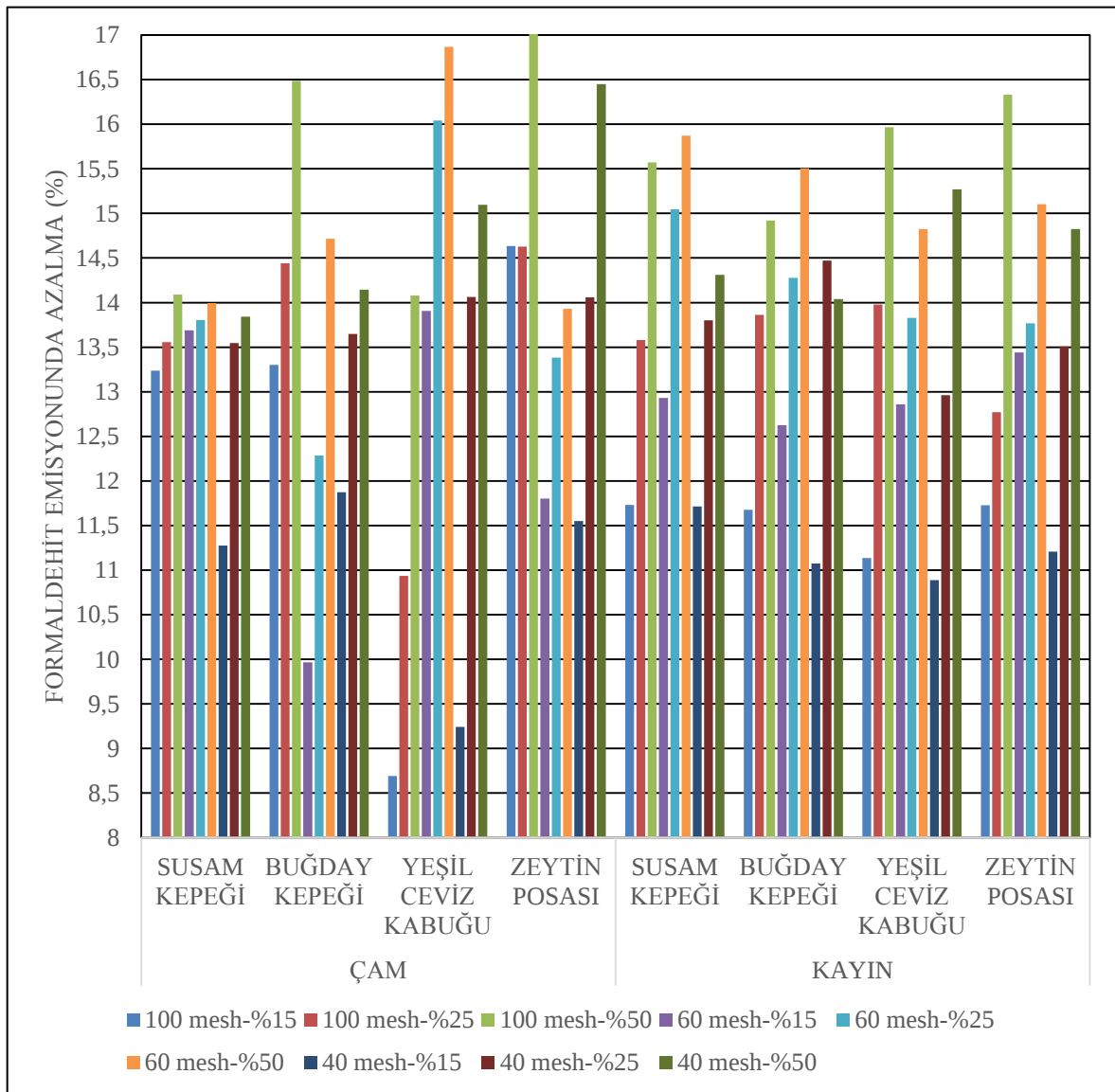
X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya dolgu maddesi oranının etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranları arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği kullanıldığında en büyük formaldehit emisyonundaki azalma oranı %50 oranındaki grupta en küçük formaldehit emisyonundaki azalma oranı %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun formaldehit emisyonundaki azalma oranının ise %15 ve %50 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranları arasında olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında %25 ve %50 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranının %15 oranındaki grubunda formaldehit emisyonundaki azalma oranından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük formaldehit emisyonundaki azalma oranı %50

oranındaki grupta en küçük formaldehite emisyonundaki azalma oranı %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun formaldehit emisyonundaki azalma oranının ise %15 ve 50 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranları arasında olduğu tespit edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında %50 oranındaki grubun formaldehit emisyonundaki azalma oranının %15 ve 25 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranından büyük olduğu görülmüştür.

Dolgu maddesi boyut ve oranlarının çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisi Şekil 113, Tablo 72 ve Tablo 73'te verilmiştir.



Şekil 113. Dolgu maddesi gruplarının kontrplakların formaldehit emiyonundaki azalmaya etkisi

Tablo 72. Dolgu maddesi gruplarının çam kontrplakların formaldehit emiyonundaki azalmaya etkisi

| <b>Tutkal Karışım Grubu</b> | <b>Formaldehit Emisyonu (mg/100g Tam kuru levha)</b> | <b>Formaldehit Emisyonunda Azalma (%)</b> | <b>Tutkal Karışım Grubu</b> | <b>Formaldehit Emisyonu (mg/100g Tam kuru levha)</b> | <b>Formaldehit Emisyonunda Azalma (%)</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Kontrol                     | 2,112                                                | -                                         | Kontrol                     | 2,112                                                | -                                         |
| S1                          | 1,832                                                | 13,238                                    | C1                          | 1,928                                                | 8,691                                     |
| S2                          | 1,826                                                | 13,558                                    | C2                          | 1,881                                                | 10,934                                    |
| S3                          | 1,814                                                | 14,09                                     | C3                          | 1,815                                                | 14,079                                    |
| S4                          | 1,823                                                | 13,689                                    | C4                          | 1,818                                                | 13,908                                    |
| S5                          | 1,82                                                 | 13,803                                    | C5                          | 1,773                                                | 16,041                                    |
| S6                          | 1,816                                                | 13,995                                    | C6                          | 1,756                                                | 16,867                                    |
| S7                          | 1,874                                                | 11,275                                    | C7                          | 1,917                                                | 9,241                                     |
| S8                          | 1,826                                                | 13,547                                    | C8                          | 1,815                                                | 14,063                                    |
| S9                          | 1,82                                                 | 13,843                                    | C9                          | 1,793                                                | 15,097                                    |
| B1                          | 1,831                                                | 13,3                                      | Z1                          | 1,803                                                | 14,633                                    |
| B2                          | 1,807                                                | 14,44                                     | Z2                          | 1,803                                                | 14,628                                    |
| B3                          | 1,764                                                | 16,486                                    | Z3                          | 1,707                                                | 19,167                                    |
| B4                          | 1,902                                                | 9,967                                     | Z4                          | 1,863                                                | 11,803                                    |
| B5                          | 1,853                                                | 12,285                                    | Z5                          | 1,829                                                | 13,382                                    |
| B6                          | 1,801                                                | 14,717                                    | Z6                          | 1,818                                                | 13,932                                    |
| B7                          | 1,861                                                | 11,872                                    | Z7                          | 1,868                                                | 11,549                                    |
| B8                          | 1,824                                                | 13,648                                    | Z8                          | 1,815                                                | 14,06                                     |
| B9                          | 1,813                                                | 14,143                                    | Z9                          | 1,765                                                | 16,448                                    |

Tablo 73. Dolgu maddesi gruplarının kayın kontrplakların formaldehit emiyonundaki azalmaya etkisi

| Tutkal Karışım Grubu | Formaldehit Emisyonu (mg/100g Tam kuru levha) | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) | Tutkal Karışım Grubu | Formaldehit Emisyonu (mg/100g Tam kuru levha) | Formaldehit Emisyonunda Azalma (%) |
|----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|
| Kontrol              | 1,675                                         | -                                  | Kontrol              | 1,675                                         | -                                  |
| S1                   | 1,478                                         | 11,732                             | C1                   | 1,488                                         | 11,135                             |
| S2                   | 1,448                                         | 13,579                             | C2                   | 1,441                                         | 13,977                             |
| S3                   | 1,414                                         | 15,571                             | C3                   | 1,408                                         | 15,965                             |
| S4                   | 1,458                                         | 12,931                             | C4                   | 1,46                                          | 12,861                             |
| S5                   | 1,423                                         | 15,044                             | C5                   | 1,443                                         | 13,828                             |
| S6                   | 1,409                                         | 15,872                             | C6                   | 1,427                                         | 14,826                             |
| S7                   | 1,479                                         | 11,714                             | C7                   | 1,493                                         | 10,888                             |
| S8                   | 1,444                                         | 13,801                             | C8                   | 1,458                                         | 12,961                             |
| S9                   | 1,435                                         | 14,31                              | C9                   | 1,419                                         | 15,269                             |
| B1                   | 1,479                                         | 11,676                             | Z1                   | 1,479                                         | 11,728                             |
| B2                   | 1,443                                         | 13,864                             | Z2                   | 1,461                                         | 12,77                              |
| B3                   | 1,425                                         | 14,918                             | Z3                   | 1,401                                         | 16,33                              |
| B4                   | 1,464                                         | 12,625                             | Z4                   | 1,45                                          | 13,441                             |
| B5                   | 1,436                                         | 14,276                             | Z5                   | 1,444                                         | 13,767                             |
| B6                   | 1,415                                         | 15,505                             | Z6                   | 1,422                                         | 15,104                             |
| B7                   | 1,489                                         | 11,075                             | Z7                   | 1,487                                         | 11,209                             |
| B8                   | 1,433                                         | 14,472                             | Z8                   | 1,449                                         | 13,509                             |
| B9                   | 1,44                                          | 14,039                             | Z9                   | 1,427                                         | 14,826                             |

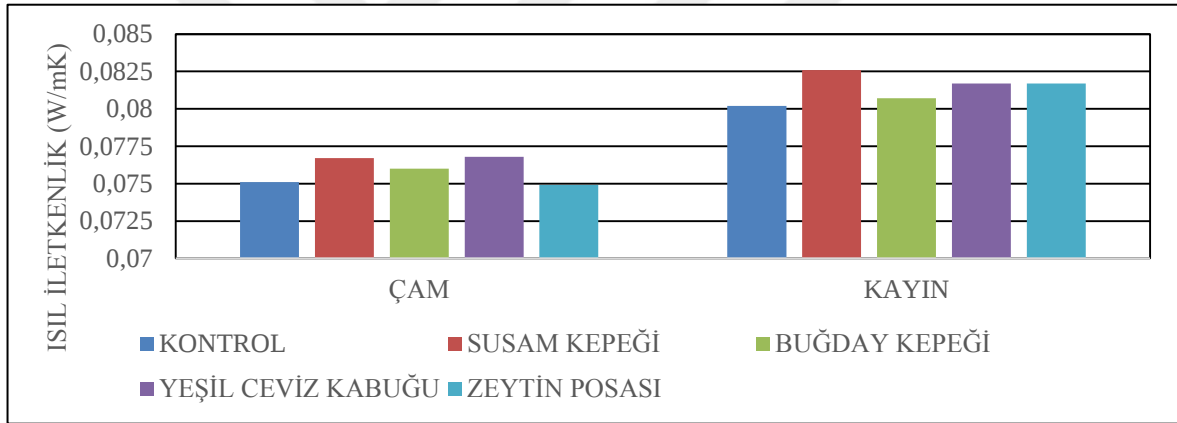
Çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonuna dolgu maddelerinin etkisi incelenmiştir. Susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında dolgu maddesi türleri ve dolgu maddesi boyutları arasında bir fark görülememiştir. Ancak dolgu maddesi miktarı arttıkça tüm dolgu maddesi kullanılan gruplarda formaldehit emisyonunun azaldığı görülmüştür. Kayın ve çam kontrplaklarda kullanılan dolgu maddelerinin formaldehit emisyonuna etkileri benzerdir.

Serbest formaldehit emisyonlarındaki azalma, dolgu maddelerinin kimyasal bileşimindeki yüksek miktardaki lignine bağlanabilir. Selüloz da formaldehit bağlayabilir ancak küçük miktarlardadır. Lignin, asidik ortamda formaldehit ile reaksiyona girebilmektedir; oluşan benzilik alkoller, metilene bağlı dimerlerin oluşumuna yol açan bir lignin model bileşiği ile reaksiyona girmektedir. Ayrıca tanenler de formaldehit emisyonunun azalmasına katkıda bulunur. Fenolik doğaları nedeniyle, yoğunlaştırılmış poliflavonoid tanenler formaldehit ile reaksiyona girer ve flavonoid moleküllerinin reaktif pozisyonlarına metilen köprüsü bağlantıları yoluyla bir polimerizasyon üretir (Réh vd.,

2021; Bekhta vd., 2019). Formaldehit ayrıca bitki liflerindeki diğer maddelerle (ekstraktlar, protein bileşikleri, karbonhidratlar vb.) de reaksiyona girer (Liu vd., 2022). Ayrıca formaldehit, proteinlerde bulunan farklı türde fonksiyonel gruplarla birleşebilir. Bu tür gruplarla oda sıcaklığında bile reaksiyona girerek aralarında bir metilen köprüsü oluşturabilir ve bu da muhtemelen serbest formaldehit içeriğinde gözlemlenen azalmaya yol açmıştır (Kawalerczyk vd., 2019).

### 3.6. Isıl İletkenlik

Çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliklerine dolgu maddesi türünün, boyutunun ve oranının etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Dolgu maddesi türünün ısı iletkenliği etkisi Şekil 114 ve Tablo 74’te da verilmiştir.



Şekil 114. Dolgu maddesi türünün kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi

Tablo 74. Dolgu maddesi türünün kontrplakların ısı iletkenliğine etkisinin varyans analizi sonuçları

| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|------------------------|--------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Susam Kepeği          | 0,0767                 | 0,0014 | B                    | 0,0826          | 0,0009 | B                    |
| Buğday Kepeği         | 0,0760                 | 0,0007 | B                    | 0,0807          | 0,0010 | A                    |
| Yeşil Ceviz Kabuğu    | 0,0768                 | 0,0014 | B                    | 0,0817          | 0,0016 | AB                   |
| Zeytin Posası         | 0,0749                 | 0,0007 | A                    | 0,0817          | 0,0019 | AB                   |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

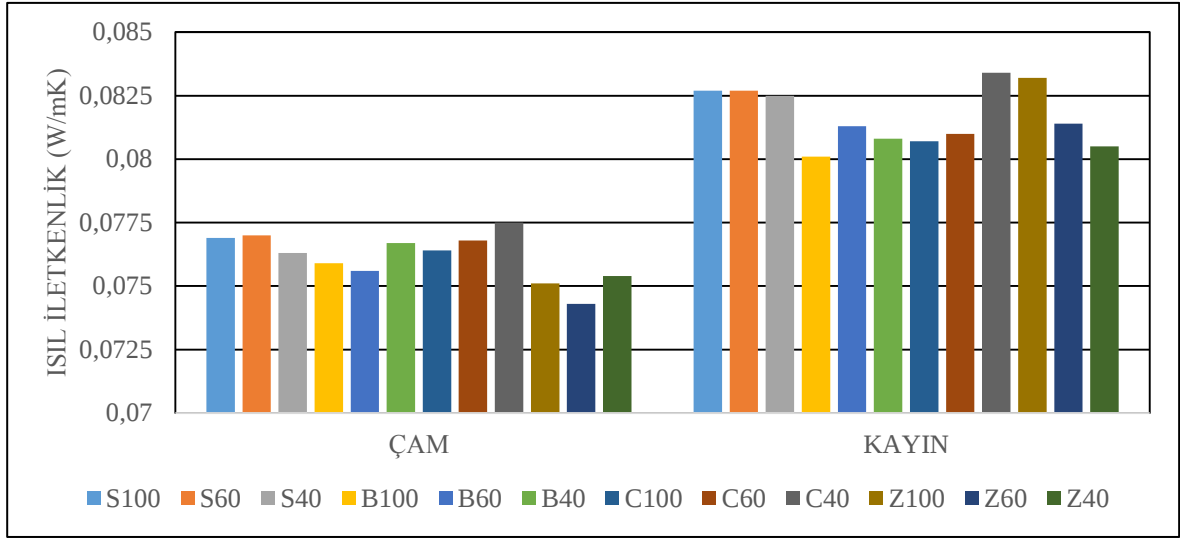
Çam kontrplakların ısı iletkenlik katsayılarının kayın kontrplakların ısı iletkenlik katsayılarından küçük olduğu görölmüştür. Literatürde ısı iletkenlik değerinin ağacın türüne yoğunluğuna, rutubetine, ekstraktif madde miktarına, lif yönüne, budaklılığa, çatlağa ve lif vb. faktörlere bağı olarak değıştiğı ifade edilmiştir (Simpson & Tenwolde, 2007). Kontrplaklarda ise ısı iletkenliği etkileyen faktörler: ağaç türü, kaplama kurutma sıcaklığı, soyma sıcaklığı, üretimde kullanılan tutkal türü şeklinde sıralanabilir (Demirkır, 2014).

Dolgu maddesi türünün çam kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. En büyük ısı iletkenlik aynı homojenlik grubunda yer alan susam kepeğı ve yeşil ceviz kabuğı kullanılan gruplarda, en küçük ısı iletkenlik aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve zeytin posası kullanılan gruplarda elde edilmiştir. Buğday kepeğı kullanılan grubun ısı iletkenli değeri ise en büyük ve en küçük değerlere yakın bir değer almıştır. Kontrol grubu çıkartılarak yapılan istatistiksel analizde ise aynı homojenlik grubunda yer alan susam kepeğinin, buğday kepeğinin ve yeşil ceviz kabuğunun kullanıldığı gruplar zeytin posası kullanılan gruptan daha büyük ısı iletkenlik katsayısına sahip olduğu görölmüştür.

Kayın kontrplaklarda dolgu maddesi türünün ısı iletkenliğe etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak araştırılmıştır. En büyük ısı iletkenlik susam kepeğı kullanılan grupta, en küçük ısı iletkenlik aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve buğday kepeğı gruplarında tespit edilmiştir. Aynı homojenlik grubunda bulunan yeşil ceviz kabuğı ve zeytin posası gruplarının ısı iletkenlik en büyük ve en küçük değerlere yakın bir değer almıştır. Kontrol grubu çıkartılarak yapılan istatistiksel analizde en büyük ısı iletkenlik susam kepeğı kullanılan grupta, en küçük ısı iletkenlik buğday kepeğı kullanılan grupta yer almıştır. Aynı homojenlik grubunda bulunan yeşil ceviz kabuğı ve zeytin posası kullanılan grupların ısı iletkenlikleri, en büyük ve en küçük ısı iletkenliklere yakın bir değer almıştır.

Lignoselülozik maddeler tutkal karışımına ilave edildiğinde tutkal çözeltisindeki suyun bir kısmını bünyesine alarak tutkal karışımından kaplamaya daha az suyun nüfuz etmesine neden olur. Sonuç olarak, termal iletkenlikleri azalır (Mirski vd., 2020).

Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi Şekil 115 ve Tablo 75'te gösterilmiştir.



\*100: 100 mesh, 60: 60 mesh, 40: 40 mesh boyutunu temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 115. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi

Tablo 75. Dolgu maddesi boyutunun kontrplakların ısı iletkenliğine etkisinin varyans analizi sonuçları

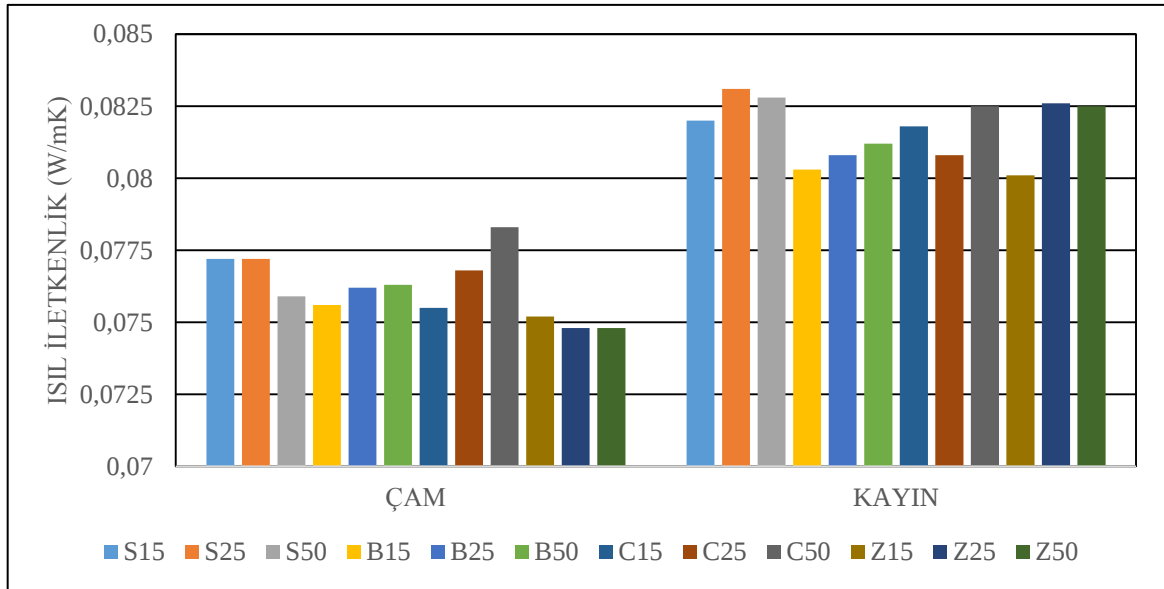
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|------------------------|--------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| S100                  | 0,0769                 | 0,0013 | A                    | 0,0827          | 0,0012 | A                    |
| S60                   | 0,0770                 | 0,0025 | A                    | 0,0827          | 0,0013 | A                    |
| S40                   | 0,0763                 | 0,0007 | A                    | 0,0825          | 0,0009 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| B100                  | 0,0759                 | 0,0004 | A                    | 0,0801          | 0,0008 | A                    |
| B60                   | 0,0756                 | 0,0009 | A                    | 0,0813          | 0,0007 | A                    |
| B40                   | 0,0767                 | 0,0003 | A                    | 0,0808          | 0,0013 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| C100                  | 0,0764                 | 0,0010 | A                    | 0,0807          | 0,0003 | A                    |
| C60                   | 0,0768                 | 0,0015 | A                    | 0,0810          | 0,0005 | A                    |
| C40                   | 0,0775                 | 0,0020 | A                    | 0,0834          | 0,0019 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Z100                  | 0,0751                 | 0,0006 | A                    | 0,0832          | 0,0010 | A                    |
| Z60                   | 0,0743                 | 0,0006 | A                    | 0,0814          | 0,0024 | A                    |
| Z40                   | 0,0754                 | 0,0008 | A                    | 0,0805          | 0,0017 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların ısı iletkenlikleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi Şekil 116 ve Tablo 76’da gösterilmiştir.



\*15: %15 oranını, 25: %25 oranını, 50: %50 oranını temsil etmektedir. S, B, C ve Z harfleri dolgu maddesi türünü temsil etmektedir.

Şekil 116. Dolgu maddesi oranının kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi

Tablo 76. Dolgu maddesi oranının kontrplakların ısı iletkenliğine etkisinin varyans analizi sonuçları

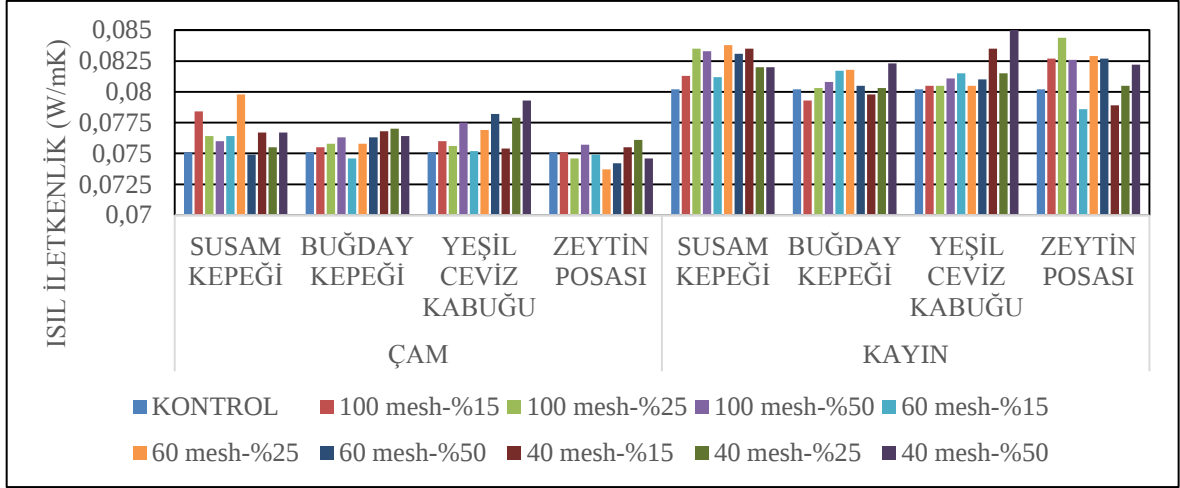
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|-----------------------|------------------------|--------|----------------------|-----------------|--------|----------------------|
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| S15                   | 0,0772                 | 0,0011 | A                    | 0,0820          | 0,0013 | A                    |
| S25                   | 0,0772                 | 0,0023 | A                    | 0,0831          | 0,0010 | A                    |
| S50                   | 0,0759                 | 0,0009 | A                    | 0,0828          | 0,0007 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| B15                   | 0,0756                 | 0,0011 | A                    | 0,0803          | 0,0013 | A                    |
| B25                   | 0,0762                 | 0,0007 | A                    | 0,0808          | 0,0009 | A                    |
| B50                   | 0,0763                 | 0,0001 | A                    | 0,0812          | 0,0010 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| C15                   | 0,0755                 | 0,0004 | A                    | 0,0818          | 0,0015 | A                    |
| C25                   | 0,0768                 | 0,0012 | AB                   | 0,0808          | 0,0006 | A                    |
| C50                   | 0,0783                 | 0,0009 | B                    | 0,0825          | 0,0025 | A                    |
| Tutkal Karışımı Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |        |                      |                 |        |                      |
|                       | Çam Kontrplak          |        |                      | Kayın Kontrplak |        |                      |
|                       | $\bar{X}$              | S      | Homojenlik Grupları* | $\bar{X}$       | S      | Homojenlik Grupları* |
| Z15                   | 0,0752                 | 0,0003 | A                    | 0,0801          | 0,0023 | A                    |
| Z25                   | 0,0748                 | 0,0012 | A                    | 0,0826          | 0,0020 | A                    |
| Z50                   | 0,0748                 | 0,0008 | A                    | 0,0825          | 0,0003 | A                    |

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma değerleridir.

\*Farklı harfler istatistiksel olarak belirgin bir fark olduğunu belirtmektedir.

Çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine dolgu maddesi oranının etkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların ısı iletkenlikleri arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük ısı iletkenlik %50 oranındaki grupta en küçük ısı iletkenlik %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. %25 oranındaki grubun ısı iletkenliğinin ise %15 ve %50 oranındaki grupların ısı iletkenliklerine yakın olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların ısı iletkenlikleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

Dolgu maddesi gruplarının çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğinde meydana getirdiği değişim Şekil 117 ve Tablo 77’de verilmiştir.



Şekil 117. Dolgu maddesi gruplarının kontrplakların ısı iletkenliklerine etkisi

Tablo 77. Dolgu maddesi gruplarının çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine etkisi

| Çam Kontrplak        |                        |                      |                        | Kayın Kontrplak      |                        |                      |                        |
|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
| Tutkal Karışım Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) | Tutkal Karışım Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) | Tutkal Karışım Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) | Tutkal Karışım Grubu | Isıl İletkenlik (W/mK) |
| Kontrol              | 0,0751                 | Kontrol              | 0,0751                 | Kontrol              | 0,0802                 | Kontrol              | 0,0802                 |
| S1                   | 0,0784                 | C1                   | 0,0760                 | S1                   | 0,0813                 | C1                   | 0,0805                 |
| S2                   | 0,0764                 | C2                   | 0,0756                 | S2                   | 0,0835                 | C2                   | 0,0805                 |
| S3                   | 0,0760                 | C3                   | 0,0775                 | S3                   | 0,0833                 | C3                   | 0,0811                 |
| S4                   | 0,0764                 | C4                   | 0,0752                 | S4                   | 0,0812                 | C4                   | 0,0815                 |
| S5                   | 0,0798                 | C5                   | 0,0769                 | S5                   | 0,0838                 | C5                   | 0,0805                 |
| S6                   | 0,0749                 | C6                   | 0,0782                 | S6                   | 0,0831                 | C6                   | 0,0810                 |
| S7                   | 0,0767                 | C7                   | 0,0754                 | S7                   | 0,0835                 | C7                   | 0,0835                 |
| S8                   | 0,0755                 | C8                   | 0,0779                 | S8                   | 0,0820                 | C8                   | 0,0815                 |
| S9                   | 0,0767                 | C9                   | 0,0793                 | S9                   | 0,0820                 | C9                   | 0,0853                 |
| B1                   | 0,0755                 | Z1                   | 0,0751                 | B1                   | 0,0793                 | Z1                   | 0,0827                 |
| B2                   | 0,0758                 | Z2                   | 0,0746                 | B2                   | 0,0803                 | Z2                   | 0,0844                 |
| B3                   | 0,0763                 | Z3                   | 0,0757                 | B3                   | 0,0808                 | Z3                   | 0,0826                 |
| B4                   | 0,0746                 | Z4                   | 0,0749                 | B4                   | 0,0817                 | Z4                   | 0,0786                 |
| B5                   | 0,0758                 | Z5                   | 0,0737                 | B5                   | 0,0818                 | Z5                   | 0,0829                 |
| B6                   | 0,0763                 | Z6                   | 0,0742                 | B6                   | 0,0805                 | Z6                   | 0,0827                 |
| B7                   | 0,0768                 | Z7                   | 0,0755                 | B7                   | 0,0798                 | Z7                   | 0,0789                 |
| B8                   | 0,0770                 | Z8                   | 0,0761                 | B8                   | 0,0803                 | Z8                   | 0,0805                 |
| B9                   | 0,0764                 | Z9                   | 0,0746                 | B9                   | 0,0823                 | Z9                   | 0,0822                 |

Dolgu maddesi boyutu ve oranının kontrplakların ısı iletkenlik katsayılarına etkisi incelendiğinde değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

Yapılan alışmalar sonucunda dolgu maddelerinin kayın kontrplakların üretiminde kullanılabileceği düşünülmektedir. Kontrplaklara yapılan testler göz önüne alındığında en iyi sonuçların 60 ve 100 mesh boyutlarında ve %25 oranda elde edildiği görülmüştür. Doğal kurutma işlemi ile %12-15 rutubet aralığına düşürülen dolgu maddeleri kurutma fırınında 105 C de, 4 saat boyunca kurutulmuş ve %0-3 rutubet aralığına düşürülmüştür. Ardından öğütülerek 60 ve 100 mesh boyutlarına getirilmiştir. Bu faktörler göz önüne alındığında 1 kg dolgu maddesinin maliyeti, işçi ve nakliye giderleri göz ardı edilerek hesaplanmıştır. Hereaus TUH 60/60 elektrikli fırında 1 kg dolgu maddesinin kurutulma maliyeti 4,72 TL olmaktadır. Brightsail BSP-350 Powder Making Machine cihazı ile 1 kg dolgu maddesinin, 60 mesh boyutunun altında ğtlme maliyeti 0,45 TL dir. Bu maliyet hesapları 2025 yılı EPDK’ da verilerine göre hesaplanmıştır (URL-13, 2025). Buna göre 1 kg dolgu maddesinin hazırlanması için toplam maliyet 5,17 TL dir. T.C. Toprak Mahsulleri Ofisi’ndeki verilere göre 1kg un fiyatı ortalama 11 TL dir (URL-14, 2025). Bu bağlamda 1 kg buğday unu kullanımında buğday unu ile %25 oranında dolgu maddesinin yer değiştirmesi %13 oranında tasarruf sağlamaktadır.

## 4. SONUÇLAR

### 4.1. Dolgu Maddelerinin ve Kaplamaların Kimyasal Özellikleri

Tutkal dolgu maddesi olarak kullanılan susam kepeğinin, buğday kepeğinin, yeşil ceviz kabuğunun ve zeytin posasının kimyasal yapılarındaki farklılar ile kontrplak üretiminde kullanılan çam ve kayın kaplamaların birkaç kimyasal özelliği belirlenmiş ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Dolgu maddelerinde en yüksek denge rutubet miktarı susam kepeğinde iken en düşük denge rutubet miktarı zeytin posasında elde edilmiştir. Kayın kaplamaların denge rutubet miktarının ise çam kaplamaların denge rutubet miktarından küçük olduğu görülmüştür.

Kaplamaların asit-baz değerleri incelendiğinde çam kaplamaların kayın kaplamalardan daha asidik olduğu görülmüştür. Dolgu maddelerinin asit-baz değerleri incelendiğinde susam kepeği ve buğday kepeğinin asidik olduğu görülürken yeşil ceviz kabuğunun bazik olduğu görülmüştür. Zeytin posasının asit-baz değeri ise nötr olarak belirlenmiştir.

Kaplamaların ve dolgu maddelerinin tampon kapasitesileri değerlendirildiğinde çam kaplamaların tampon kapasitesinin kayın kaplamaların tampon kapasitesinden büyük olduğu bulunmuştur. Dolgu maddelerinde ise en düşük bazik tampon kapasitesi susam kepeğinde iken en yüksek bazik tampon kapasitesi buğday kepeğinde görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu asidik tampon kapasitesine sahipken zeytin posasının tamponlama özelliğinin olmadığı belirlenmiştir.

Dolgu maddelerinin stiasny sayılarının ve fenolik madde miktarlarının birbirine paralel olduğu belirlenmiştir. En büyük stiasny sayısı ve fenolik madde miktarı susam kepeğinde iken en düşük stiasny sayısı ve fenolik madde miktarı zeytin posasında bulunmuştur.

Dolgu maddelerinin suda çözünür protein miktarlarına bakıldığında en büyük değer buğday kepeğinde iken en düşük değer susam kepeğinde bulunmuştur.

Yağ miktarı analizinde en büyük yağ miktarları susam kepeği ve yeşil ceviz kabuğunda iken en düşük yağ miktarlarının buğday kepeği ve zeytin posasında olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddelerinde en yüksek kül miktarının yeşil ceviz kabuğunda, en düşük kül miktarının ise zeytin posasında olduğu belirlenmiştir.

Yapılan karbon analizinde en yüksek karbon içeriği zeytin posasında iken en düşük karbon içeriğinin yeşil ceviz kabuğunda olduğu bulunmuştur.

Dolgu maddelerinin içerdiği holoselüloz miktarları kıyaslandığında susam kepeği ve buğday kepeğinin holoselüloz miktarlarının birbirine yakın olduğu ve bir birine yakın olan yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası holoselüloz miktarlarından büyük olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddelerinde en yüksek selüloz miktarı zeytin posasında iken en düşük selüloz miktarı selüloz içerikleri birbirine yakın olan susam kepeği ve buğday kepeğinde elde edilmiştir. En büyük ve birbirine en yakın hemiselüloz miktarları susam kepeği ve buğday kepeğinde iken en düşük hemiselüloz miktarının zeytin posasında olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddelerinde lignin miktarları değerlendirildiğinde ise en çok lignin miktarı zeytin posasında, en az lignin miktarı buğday kepeğinde bulunmuştur. Susam kepeği ve buğday kepeğinin ekstraktif madde içerikleri birbirine yakın ve en yüksek miktarda iken zeytin posasının ekstraktif madde miktarının en düşük olduğu görülmüştür.

## **4.2. Tutkal Karışımının Kimyasal Özellikleri**

### **4.2.1. Viskozite**

Dolgu maddesi türünün viskoziteye etkisi kontrol grubu ile birlikte ve kontrol grubu olmadan istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve sonuçlar arasında bir fark görülmemiştir. Zeytin posası kullanılan grubun viskozitesi aynı homojenlik grubunda olan diğer dolgu maddesi kullanılan gruplardan ve kontrol grubundan yüksek çıkmıştır.

Genel olarak dolgu maddesi oranlarının ve boyutlarının etkisi incelendiğinde en yüksek viskozite değerleri zeytin posası kullanılan tutkal karışımında görülürken en düşük viskozite değerleri yeşil ceviz kabuğu kullanılan tutkal karışımında görülmüştür. Susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan tutkal karışımlarında dolgu maddesi boyutu küçüldükçe ve dolgu maddesi oranı arttıkça viskozitede artmıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda ise dolgu maddesi boyutu küçüldükçe viskozitede artış, dolgu maddesi oranı arttıkça viskozitede azalma görülmüştür. Ancak zeytin posası kullanılan tutkal karışımlarında 40 meshlik ve 60 meshlik gruplarda dolgu maddesi oranı arttıkça viskozite azalmış, 100 meshlik gruplarda ise dolgu maddesi oranı arttıkça viskozite artmıştır.

#### 4.2.2. Jelleşme Süresi

Jelleşme sürelerine dolgu maddesi türünün etkisi kontrol grubu ile birlikte istatistiksel olarak incelendiğinde en uzun jelleşme süresi kontrol grubunda en kısa jelleşme süresi yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta bulunmuştur. Kontrol grubu olmadan yapılan istatistiksel analizde en büyük jelleşme süresi buğday kepeği kullanılan grupta en küçük jelleşme süresi yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta görülmüştür. Dolgu maddesi olarak susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda dolgu maddesi boyutu küçüldükçe ve dolgu maddesi oranı arttıkça jelleşme süresi kısalmıştır. Yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası katılan tutkal karışımlarında dolgu maddesi boyutu ve oranı ile jelleşme süresi arasında ilişki kurulamamıştır.

#### 4.2.3. FTIR Analizi

Tutkal karışımına ilave edilen tüm dolgu maddelerinin (susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu, zeytin posası) farklı boyut ve oranlarının FTIR grafiklerinde geçirgenliği azalttığı, dolayısıyla tutkal ile bağ yaptığı görülmüştür.

Dolgu maddeleri 100 mesh boyutunda, %15 oranında kullanıldığında tutkal ile en güçlü etkileşimi zeytin posasının gösterdiği en zayıf etkileşimi ise buğday kepeğinin gösterdiği belirlenmiştir. Dolgu maddeleri 100 mesh boyutunda, %25 oranında kullanıldığında zeytin posası ve yeşil ceviz kabuğunun tutkal ile en güçlü etkileşimi gösterdiği susam kepeğinin ise en zayıf etkileşimi gösterdiği tespit edilmiştir. Dolgu maddeleri 60 mesh boyutunda, %15 oranında kullanıldığında buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların tutkal ile etkileşiminin susam kepeği ve zeytin posasının tutkalla etkileşiminden daha güçlü olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddeleri 60 mesh boyutunda, %25 oranında kullanıldığında dolgu maddelerinin tutkal ile etkileşiminin birbirine yakın olduğu görülmüştür.

### 4.3. Kontrplakların Fiziksel Özellikleri

#### 4.3.1. Özgül Ağırlık

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Kayın kontrplakların özgül ağırlığının çam kontrplakların özgül ağırlığından büyük olduğu belirlenmiştir. Çam kontrplaklarda dolgu

maddesi kullanılan grupların özgül ağırlığının kontrol grubundan düşük olduğu görülmüştür. Dolgu maddeleri kendi içinde değerlendirildiğinde susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan grupların özgül ağırlığının yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan grupların özgül ağırlığından büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda ise yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun özgül ağırlığına etki etmediği diğer grupların ise özgül ağırlığı artırdığı görülmüştür. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun özgül ağırlığının susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanılan gruplardan küçük olduğu görülmüştür.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında dolgu maddeleri kullanılarak oluşturulan tutkal karışımı ile üretilen çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığında meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında en yüksek özgül ağırlık değeri 60 mesh boyutunda ve en düşük özgül ağırlık değeri 40 mesh boyutunda bulunmuştur. Yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında ise en büyük özgül ağırlık 60 mesh boyutundaki grupta, en küçük ağırlık 100 ve 40 mesh boyutunda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda en büyük özgül ağırlığın 100 ve 60 mesh boyutlarda, en küçük özgül ağırlığın 40 mesh boyutunda olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda en büyük özgül ağırlık 60 mesh boyutunda, en küçük özgül ağırlık 40 mesh boyutunda elde edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise en yüksek özgül ağırlığın 60 mesh boyutunda en düşük özgül ağırlığın 100 ve 40 mesh boyutunda olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında, kayın kontrplaklarda susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların özgül ağırlıkları arasında bir fark görülmemiştir. Ancak kayın kontrplaklarda buğday kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki gruplarında özgül ağırlığının %50 oranındaki grubun özgül ağırlığından büyük olduğu belirlenmiştir.

Susam Kepeğinin Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve % 15, %25 ve %50 oranlarında susam kepeği kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına susam kepeği oranının etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda 100 ve 40 mesh boyutta %15, %25 ve %50 oranlarının kontrol grubunun özgül ağırlığını düşürdüğü görülmüştür. Susam kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubu ile %15, %25 ve %50 oranları arasında bir fark görülmemiştir. Kayın

kontrplaklarda susam kepeğinin 100 ve 60 mesh boyutlarında kullanılması ile %15, %25 ve %50 oranlarının kontrol grubunun özgül ağırlığını artırdığı görülmüştür. Susam kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise %15, %25 ve oranları ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına susam kepeği boyutunun incelenmesi ile %15 ve %50 oranda en büyük özgül ağırlığın kontrol ve 60 mesh boyutunda en küçük özgül ağırlığın 100 mesh boyutunda olduğu bulunmuştur. Susam kepeğinin %25 oranda kullanılmasıyla en yüksek özgül ağırlık kontrol ve 60 mesh boyutunda gruplarda en düşük özgül ağırlık 100 ve 40 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeğinin %15 orada kullanılması ile en büyük özgül ağırlık 100 ve 60 mesh boyutundaki gruplarda, en küçük özgül ağırlık kontrol grubunda elde edilmiştir. Susam kepeğinin %25 ve %50 oranlarda kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlığının kontrol ve 40 mesh boyutundaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür.

Buğday Kepeğinin Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve % 15, %25 ve %50 oranlarında buğday kepeği kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına buğday kepeği oranının etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeğinin 100 ve 40 mesh boyutta kullanılması %15, %25 ve %50 oranlarında kontrol grubunun özgül ağırlığını düşürmüştür. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubu ile % 15, %25 ve %50 oranları arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeğinin 100 ve 60 mesh boyutlarında kullanılması ile %15, %25 ve %50 oranlarının kontrol grubunun özgül ağırlığını artırdığı belirlenmiştir. Buğday kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise %15, %25 ve oranları ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı bulunmuştur.

Buğday kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında en büyük özgül ağırlık değerinin kontrol ve 60 mesh boyutunda en küçük özgül ağırlık değerinin 100 mesh boyutunda olduğu görülmüştür. Buğday kepeği oranının %50 ye çıkmasıyla en yüksek özgül ağırlık değeri kontrol grubunda en düşük özgül ağırlık değeri 100 ve 40 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği %15 oranında kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlığının kontrol ve 40 mesh boyutundaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği oranı %25 olduğunda 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlığının en büyük kontrol grubunun ise özgül ağırlığının en küçük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği oranının %50

ye çıkarılması ile 100 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığının kontrol, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür.

**Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak yeşil ceviz kabuğu kullanılmıştır. Yeşil ceviz kabuğu oranının çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda 100, 60 ve 40 boyutundaki yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda %15, %25 ve %50 oranına sahip grupların özgül ağırlığının kontrol grubunun özgül ağırlığından küçük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 ve 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark elde edilememiştir. Ancak yeşil ceviz kabuğunun 40 mesh boyutunda kullanılması ile %15, %25 ve %50 oranlarında sahip gruplar kontrol grubunun özgül ağırlığını düşürmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranda kullanıldığında en büyük özgül ağırlık kontrol grubunda en küçük özgül ağırlık 100 ve 40 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlığı düşürdüğü belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranda kullanıldığında en büyük özgül ağırlık 60 mesh boyutundaki grupta en küçük özgül ağırlık 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğunun %25 ve %50 oranlarında kullanılması ile kontrol, 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlığının 40 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığından büyük olduğu görülmüştür.

**Zeytin Posasının Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak zeytin posası kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına zeytin posası oranının etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda 100, 60 ve 40 boyutundaki zeytin posası kullanılan gruplarda %15, %25 ve %50 oranına sahip grupların özgül ağırlığının kontrol grubunun özgül ağırlığından küçük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda zeytin posası 100 ve 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark elde edilememiştir. Ancak zeytin posasının 60 mesh boyutunda kullanılması %15, %25 ve %50 oranlarında sahip gruplar kontrol grubunun özgül ağırlığını artırmıştır.

Zeytin posası boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların özgül ağırlığına etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda zeytin posası %15 ve %25 oranlarında

kullanıldığında en yüksek özgül ağırlık kontrol grubunda en düşük özgül ağırlık 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Boyutun %50 çıkarılması sonucu 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun özgül ağırlığını düşürmüştür. Kayın kontrplaklarda zeytin posası %15 ve %25 oranlarda kullanıldığında en büyük özgül ağırlık 60 mesh boyutundaki grupta en küçük özgül ağırlık kontrol grubunda elde edilmiştir. %50 oranda ise kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların özgül ağırlığının 60 mesh boyutundaki grubun özgül ağırlığından düşük olduğu belirlenmiştir.

#### 4.3.2. Denge Rutubet Miktarı

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına dolgu maddesi türünün etkisi incelenmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda en büyük denge rutubet miktarının kontrol ve susam kepeği kullanılan grupta en küçük denge rutubet miktarının yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde yine en büyük denge rutubet miktarı susam kepeği kullanılan grupta en küçük denge rutubet miktarı yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta elde edilmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Dolgu maddesi boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi değerlendirilmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarının 100 mesh boyutundaki grupta en küçük denge rutubet miktarının 40 mesh boyutundaki grupta elde edildiği belirlenmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarının 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta en küçük denge rutubet miktarı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplara arasında bir fark bulunamamıştır. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarları arasında bir fark bulunamamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarının 40 mesh boyutundaki grubun denge rutubet miktarından büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise en büyük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta en küçük denge rutubet miktarı 60 mesh boyutundaki grupta bulunmuştur.

Çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına dolgu maddesi oranının etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında, kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların denge rutubet miktarları arasında bir fark bulunmamıştır. Çam kontrplaklarda zeytin posası kullanıldığında ise en büyük denge rutubet miktarı %15 oranındaki grupta en küçük denge rutubet miktarı %50 oranındaki grupta elde edilmiştir.

Susam Kepeğinin Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında susam kepeği kullanılmıştır. Susam kepeği oranının çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplaklarda 100 mesh boyutta %15, %25 ve %50 oranlarının kontrol grubundan yüksek denge rutubet miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. 60 mesh boyutta en büyük denge rutubet miktarı %25 ve %50 oranlarda, en küçük denge rutubet miktarı kontrol grubunda elde edilmiştir. 40 mesh boyutunda susam kepeği kullanıldığında en yüksek denge rutubet miktarı kontrol ve %50 oranda, en küçük denge rutubet miktarı %25 oranda elde edilmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına susam kepeği boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği %15 oranında kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı 100 ve 60 mesh boyutundaki gruplarda, en küçük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği %25 ve %50 oranda kullanıldığında 100, 60, 40 ve kontrol grubu arasında bir fark bulunamamıştır. Kayın kontrplaklarda susam kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği %25 oranda kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı 100 ve 60 mesh boyutundaki gruplarda en küçük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği oranının %50 ye çıkarılması ile en yüksek denge rutubet miktarı 100 mesh boyutundaki grupta en düşük denge rutubet miktarı 40 mesh boyutundaki grupta bulunmuştur.

Buğday Kepeğinin Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında, %15, %25 ve %50 oranlarında buğday kepeği kullanılmıştır. Buğday kepeği oranının çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği 100 ve 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50

oranları kontrol grubunun denge rutubet miktarını düşürmüştür. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği 100 ve 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda en küçük denge rutubet miktarı %15 ve %25 oranlarında elde edilmiştir. Buğday kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir.

Buğday kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların denge rutubet miktarlarının kontrol ve 60 mesh boyutundaki gruplardan küçük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda en küçük denge rutubet miktarı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun denge rutubet miktarını düşürmüştür. Buğday kepeği oranının %50 ye çıkarılması sonucunda 100, 60, 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark oluşmamıştır.

Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında, %15, %25 ve %50 oranlarında yeşil ceviz kabuğu kullanılmıştır. Yeşil ceviz kabuğu oranının çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi araştırılmıştır. Çam ve kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100, 60 ve 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranları kontrol grubunun denge rutubet miktarını düşürmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında en büyük denge rutubet miktarı kontrol grubunda en küçük denge rutubet miktarı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında en yüksek denge rutubet miktarı kontrol grubunda en düşük denge rutubet miktarı ise 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir.

Zeytin Posasının Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında, %15, %25 ve %50 oranlarında zeytin posası kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına zeytin posası oranının etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda zeytin posası 100, 60 ve 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25

ve %50 oranlarının kontrol grubunun denge rutubet miktarını düşürdüğü görülmüştür. Kayın kontrplaklarda zeytin posası 100 ve 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranlarının kontrol grubunun denge rutubet miktarını düşürdüğü belirlenmiştir. Zeytin posası 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı görülmüştür.

Zeytin posası boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların denge rutubet miktarına etkisi değerlendirilmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda zeytin posası %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kontrol grubunun denge rutubet miktarını düşürdüğü gözlemlenmiştir.

#### 4.3.3. Kalınlık Artışı

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam kontrplakların kalınlık artışının kayın kontrplakların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışlarına dolgu maddesi türünün etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışı değerlendirildiğinde kontrol grubu ve dolgu maddelerinin kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Dolgu maddeleri kendi içinde incelendiğinde susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posasının 2 saat sonraki kalınlık artışları arasında bir fark bulunmamıştır. Çam kontrplaklarda 24 saat sonraki kalınlık artışı incelendiğinde kontrol grubundaki kalınlık artışının susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posasındaki kalınlık artışından büyük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışlarında kontrol grubu ile susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplaklarda dolgu maddesi türleri kendi arasında değerlendirildiğinde 2 saat sonraki kalınlık artışları arasında bir fark bulunmamıştır. 24 saat sonraki kalınlık artışında ise en büyük kalınlık artışı susam kepeği kullanılan grupta en küçük kalınlık artışı zeytin posası kullanılan grupta elde edilmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda 2 saat sonraki kalınlık artışları incelendiğinde susam kepeği ve zeytin posası kullanılan grupların 100, 60 ve 40 mesh boyutları arasında bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği kullanılan grupta en büyük kalınlık artışı 40 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanılan

grupta 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Çam kontrplaklarda 24 saat sonraki kalınlık artışları değerlendirilmiştir. Susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışının 60 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark bulunmamıştır. Zeytin posası kullanıldığında ise 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışlarına dolgu maddesi boyutunun etkisi araştırılmıştır. Buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplarının kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Susam kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışına dolgu maddesi boyutunun etkisi araştırılmıştır. Buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplara arasında bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında ise 100 mesh boyutundaki grubun kalınlık artışının 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışından büyük olduğu görülmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 sonraki kalınlık artışına dolgu maddesi oranının etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda 24 saat sonraki kalınlık artışı ile kayın kontrplaklarda 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışı incelenmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışı incelenmiştir. Susam kepeği kullanıldığında en büyük kalınlık artışı %25 oranındaki grupta en küçük kalınlık artışı %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir.

**Susam Kepeğinin Etkisi:** Susam kepeği çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına susam kepeği oranının etkisi

incelenmiştir. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışına susam kepeği oranının etkisi incelenmiştir. Susam kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar ile kontrol grubunun kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Çam kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışına susam kepeği oranının etkisi araştırılmıştır. Susam kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük kalınlık artışı %25 orandaki grupta en küçük kalınlık artışı %15 orandaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği 60 ve 40 boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışını susam kepeği oranının etkisi incelenmiştir. Susam kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar ile kontrol grubunun kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir.

Çam kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına susam kepeği boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışında susam kepeği %15, 25 ve 50 oranlarında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Çam kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışı incelenmiştir. Susam kepeği %25 oranda kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı kontrol ve 60 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışları araştırılmıştır. Kayın kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışında susam kepeği %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Susam kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışına susam kepeği boyutunun etkisi araştırılmıştır. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışında susam kepeği %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta tespit edilmiştir.

**Buğday Kepeğinin Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda buğday kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına buğday kepeği oranının etkisi araştırılmıştır. Buğday kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, 25 ve 50 orandaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına buğday kepeği boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışı ile kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışları değerlendirilmiştir. Buğday kepeği %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Çam kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışı değerlendirilmiştir. Buğday kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 100 ve 40 mesh boyutundaki gruplarda en küçük kalınlık artışı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir.

**Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında yeşil ceviz kabuğu kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi araştırılmıştır. Yeşil ceviz kabuğu 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark bulunmamıştır.

Yeşil ceviz kabuğu boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışı ile kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışları incelenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışı değerlendirilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranında kullanıldığında 100 mesh boyutundaki grubun kontrol, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplardan büyük kalınlık artışına sahip olduğu belirlenmiştir.

**Zeytin Posasının Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında zeytin posası kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına zeytin posası oranının etkisi araştırılmıştır. Zeytin posası 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışına zeytin posası boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 saat sonraki kalınlık artışı ile kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki kalınlık artışları değerlendirilmiştir. Zeytin posası %15,

%25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kalınlık artışları arasında bir fark görülmemiştir. Çam kontrplakların 24 saat sonraki kalınlık artışı değerlendirilmiştir. Zeytin posası %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark görülmemiştir. Zeytin posası %50 oranında kullanıldığında en büyük kalınlık artışı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük kalınlık artışı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir.

#### 4.3.4. Su Alma Oranı

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam kontrplakların su alma oranının kayın kontrplakların su alma oranında büyük olduğu belirlenmiştir. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 sonraki su alma oranına etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda 2 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi türünün etkisi incelenmiştir. En büyük su alma oranı zeytin posası kullanılan grupta iken en küçük su alma oranı yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta elde edilmiştir. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde zeytin posası kullanılan grubun su alma oranının susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların su alma oranından büyük olduğu görülmüştür. Çam kontrplaklarda 24 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi türünün etkisi araştırıldığında dolgu maddesi türleri ile kontrol grubunun su alma oranları arasında bir fark görülmemiştir. Dolgu maddesi türleri kendi içinde incelendiğinde en büyük su alma oranı susam kepeği ve zeytin posası kullanılan gruplarda en küçük su alma oranı yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta elde edilmiştir.

Kayın kontrplakların 2 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi türünün etkisi incelendiğinde kontrol ve dolgu maddesi kullanılan gruplar arasında bir fark bulunmamıştır. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde de sonuç değişmemiştir. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi türünün etkisi incelenmiştir. En büyük su alma oranı yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta en küçük su alma oranı susam kepeği kullanılan grupta elde edilmiştir. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde en büyük su alma oranı zeytin posası ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda en küçük su alma oranı ise susam kepeği kullanılan gruplarda elde edilmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Dolgu maddesi boyutunun çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi boyutunun etkisi

incelenmiştir. Susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan gruplarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarındaki gruplara arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplaklarda 2 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi boyutunun etkisi araştırılmıştır. Susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği kullanıldığında 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma 100 mesh boyutundaki grubun su alma oranından büyük çıkmıştır. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi boyutunun etkisi değerlendirilmiştir. Susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında bir fark görülmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 40 mesh boyutundaki grubun su alma oranının 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranından büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası kullanıldığında 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranının 60 mesh boyutundaki grubun su alma oranından büyük olduğu görülmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına dolgu maddesi oranının etkisi değerlendirilmiştir. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranları arasında bir fark tespit edilmemiştir.

Susam Kepeğinin Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında susam kepeği kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına susam kepeği oranının etkisi araştırılmıştır. Susam kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların su alma oranları arasında bir fark görülmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına susam kepeği boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranları değerlendirilmiştir. Susam kepeği %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark belirlenememiştir. Çam kontrplakların 2 saat sonraki su alma oranı değerlendirilmiştir. Susam kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubunun su alma oranları arasında bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük su alma oranı 40 mesh boyutundaki grupta en küçük su alma oranı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda 2 saat sonraki su alma oranı değerlendirilmiştir. Susam kepeği %15 ve %50 oranında kullanıldığında kontrol ve 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark

görülmemiştir. Kayın kontrplaklarda 24 saat sonraki su alma oranı incelenmiştir. Susam kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubunun su alma oranları arasında bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük su alma oranının kontrol grubunda en küçük su alma oranının 60 mesh kullanılan grupta olduğu görülmüştür.

**Buğday Kepeğinin Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında buğday kepeği kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına buğday kepeği oranının etkisi incelenmiştir. Buğday kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların su alma oranları arasında bir fark tespit edilmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına susam kepeği boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 saat sonraki su alma oranı ile kayın kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranları değerlendirilmiştir. Susam kepeği %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark belirlenememiştir. Çam kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranı incelenmiştir. Susam kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubunun su alma oranları arasında bir fark bulunmamıştır. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük su alma oranı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük su alma oranı 60 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda 2 saat sonraki su alma oranı değerlendirilmiştir. Susam kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubunun su alma oranları arasında bir fark görülmemiştir. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında 60 ve 40 mesh boyutundaki grupları su alma oranlarının kontrol ve 100 mesh boyutundaki grupların su alma oranından büyük olduğu belirlenmiştir.

**Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında yeşil ceviz kabuğu kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi incelenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların su alma oranları arasında bir fark görülmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına yeşil ceviz kabuğu boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranları ile

kayın kontrplakların 2 saat sonraki su alma oranları değerlendirilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark belirlenmemiştir. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranı incelenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %15 oranında kullanıldığında en büyük su alma oranı 60 mesh boyutundaki grupta en küçük su alma oranı 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranında kullanıldığında 40 mesh boyutundaki grubun su alma oranının kontrol, 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark bulunmamıştır.

**Zeytin Posasının Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında zeytin posası kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına zeytin posası oranının etkisi incelenmiştir. Zeytin posası 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol ve %15, %25 ve %50 orandaki grupların su alma oranları arasında bir fark bulunmamıştır.

Çam ve kayın kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranına zeytin posası boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplakların 2 ve 24 saat sonraki su alma oranları araştırılmıştır. Zeytin posası %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark belirlenmemiştir. Kayın kontrplakların 2 saat sonraki su alma oranı incelenmiştir. Zeytin posası %15 oranında kullanıldığında en büyük su alma oranı 100 mesh boyutundaki grupta en küçük su alma oranı kontrol grubunda elde edilmiştir. Zeytin posası %25 oranında kullanıldığında 100 ve 40 mesh boyutundaki grubun su alma oranının kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların su alma oranından büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası %50 oranında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark görülmemiştir. Kayın kontrplakların 24 saat sonraki su alma oranı incelenmiştir. Zeytin posası %15 ve 50 oranında kullanıldığında kontrol, 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranları arasında bir fark görülmemiştir. Zeytin posası %25 oranında kullanıldığında kontrol, 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların su alma oranının 60 mesh boyutundaki grubun su alma oranından büyük olduğu belirlenmiştir.

#### 4.4. Kontrplakların Mekanik Özellikleri

##### 4.4.1. Eğilme Direnci

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam kontrplakların eğilme direnci kayın kontrplakların eğilme direncinden düşük çıkmıştır. Dolgu maddesi türünün çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda dolgu maddesi olarak susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan grupların eğilme direnci kontrol grubunun eğilme direncini düşürmüştür. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde ise aralarında bir fark bulunamamıştır. Kayın kontrplaklarda en büyük eğilme direnci yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan gruplarda, en küçük eğilme direnci ise kontrol grubunda elde edilmiştir. Dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde ise en büyük eğilme direnci zeytin posası kullanılan grupta, en küçük eğilme direnci ise susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda elde edilmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine dolgu maddesi boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinin 100 ve 40 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin 40 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük eğilme direnci 60 mesh boyutundaki grupta en küçük eğilme direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında bir fark bulunamamıştır. Kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında bir fark gözlemlenmemiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin 40 mesh boyutundaki eğilme direncinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Dolgu maddesi oranının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların eğilme dirençleri arasında bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların eğilme direncinin %50 oranındaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu tespit edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların eğilme direncinin %50 oranındaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu anlaşılmıştır. Kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday

kepeği ve zeytin posası kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların eğilme direnci %50 oranındaki grubun eğilme direncinden büyük çıkmıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında ise en yüksek eğilme direncinin %25 oranındaki grupta en düşük eğilme direncinin %50 oranındaki grupta olduğu belirlenmiştir.

**Susam Kepeğinin Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Susam kepeği oranının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği 100 ve 60 mesh boyutlarında kullanıldığında kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, %50 oranındaki eğilme direncinin en küçük olduğu tespit edilmiştir. Susam kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, %15 ve %25 oranlarının eğilme direncinin en küçük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda susam kepeği 100 ve 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranları ile kontrol grubu arasında bir fark bulunamamıştır. Susam kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların eğilme direncinin kontrol ve %50 oranındaki grupların eğilme direncinden daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Susam kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği %15 oranında kullanıldığında kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Susam kepeği %25 oranında kullanıldığında kontrol grubunun eğilme direncinin kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, 100 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinin en küçük olduğu belirlenmiştir. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük eğilme direnci kontrol grubunda en küçük eğilme direnci 100 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği %15 oranda kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu bulunmuştur. Susam kepeği %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direnci ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında bir fark görülmemiştir.

**Buğday Kepeğinin Etkisi:** Buğday kepeği çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Buğday kepeği oranının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında

en büyük eğilme direnci kontrol grubunda en küçük eğilme direnci %50 orandaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol ve %15 orandaki grupların eğilme direncinin %25 ve %50 orandaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun eğilme direncinin en büyük, %15 orandaki grubun eğilme direncinin en küçük olduğu tespit edilmiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol, %15 ve %50 orandaki grupların eğilme direncinin %25 orandaki grubun eğilme direncinden küçük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 orandaki grupların eğilme direncinin kontrol ve %50 orandaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise %15, %25 ve %50 orandaki grupların eğilme direnci ile kontrol grubu arasında bir fark bulunmamıştır.

Çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine buğday kepeği boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği %15 oranda kullanıldığında en yüksek eğilme direnci kontrol grubunda en düşük eğilme direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direnci kontrol grubunun eğilme direncini düşürmüştür. Buğday kepeği %50 kullanıldığında en büyük eğilme direnci kontrol grubunda en küçük eğilme direnci 100 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği %15 ve %50 oranda kullanıldığında 100, 60 ve mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı görülmüştür. Buğday kepeği %25 oranda kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi: Yeşil ceviz kabuğu çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Yeşil ceviz kabuğu oranının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki gruplar kontrol grubunun eğilme direncini düşürmüştür. Yeşil ceviz kabuğu 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol, %15 ve %25 orandaki grupların eğilme direncinin %50 oranındaki grubun eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu 40 mesh boyutta kullanıldığında en büyük eğilme direnci kontrol grubunda en küçük eğilme direnci %25 ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 ve 40 mesh boyutunda

kullanıldığında en yüksek eğilme direnci %25 orandaki grupta en düşük eğilme direnci kontrol ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 40 mesh boyutta kullanıldığında %25 ve %50 orandaki grupların eğilme direncinin kontrol ve %15 orandaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Yeşil ceviz kabuğu boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranda kullanıldığında kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranında kullanıldığında kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin en büyük, 40 mesh boyutundaki grubun eğilme direncinin en küçük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranında kullanıldığında en yüksek eğilme direnci kontrol grubunda en düşük eğilme direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun eğilme direncini artırmıştır. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranda kullanıldığında en büyük eğilme direnci 60 mesh boyutundaki grupta en küçük eğilme direnci kontrol ve 40 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranda kullanıldığında ise 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direnci ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında bir fark görülmemiştir.

**Zeytin Posasının Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında zeytin posası kullanılmıştır. Zeytin posası oranının çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda zeytin posası 100 ve 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar kontrol grubunun eğilme direncini düşürmüştür. Zeytin posası 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük eğilme direnci kontrol grubunda en küçük eğilme direnci %50 orandaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda zeytin posası 100 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük eğilme direnci %25 orandaki grupta en küçük eğilme direnci kontrol ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Zeytin posası 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 orandaki grupların eğilme direncinin kontrol ve %50 orandaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise %15, %25 ve orandaki grupların eğilme direnci ile kontrol grubunun eğilme direnci arasında bir fark görülmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların eğilme direncine zeytin posası boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda zeytin posası %15 oranda kullanıldığında kontrol

grubunun eğilme direncinin en büyük, %50 orandaki grubun eğilme direncinin en küçük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kontrol grubunun eğilme direncini düşürdüğü görülmüştür. Kayın kontrplaklarda zeytin posası %15 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun eğilme direncini düşürmüştür. Zeytin posası %25 oranda kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların eğilme direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası %50 oranda kullanıldığında ise 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark bulunmamıştır.

#### **4.4.2. Elastikiyet Modülü**

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam kontrplakların elastikiyet modülünün kayın kontrplakların elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Çam kontrplaklarda, kontrol grubunda en büyük eğilme direci, yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en küçük eğilme direnci bulunmuştur. Dolgu maddeleri kendi içinde değerlendirildiğinde susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanılan grupların elastikiyet modülünün yeşil ceviz kabuğu kullanılan grubun elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda en büyük elastikiyet modülü buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta en küçük elastikiyet modülü zeytin posası kullanılan grupta elde edilmiştir. Dolgu maddeleri kendi içinde incelendiğinde en yüksek elastikiyet modülü susam kepeği kullanılan grupta en düşük elastikiyet modülü zeytin posası kullanılan grupta elde edilmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne dolgu maddesi boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülünün 40 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği kullanıldığında 60, 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülleri arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü 60 mesh boyutundaki grupta en küçük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülleri arasında bir fark bulunmamıştır. Kayın kontrplaklarda susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubunda elastikiyet modülünün 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet

modülünden büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu e zeytin posası kullanıldığında ise en yüksek elastikiyet modülü 60 mesh boyutundaki grupta en düşük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne dolgu maddesi oranının etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında %15 oranındaki grubun elastikiyet modülünün %25 ve %50 oranındaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların elastikiyet modülleri arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü %15 oranındaki grupta en küçük elastikiyet modülü %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü %25 oranındaki grupta en düşük elastikiyet modülü %50 oranındaki grupta tespit edilmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların elastikiyet modülünün %50 oranındaki grubun elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası kullanıldığında ise %25 oranındaki grubun elastikiyet modülünün %15 ve 50 oranındaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür.

**Susam Kepeğinin Etkisi:** Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında susam kepeği kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülünü susam kepeği oranının etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği 100 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar kontrol grubunun elastikiyet modülünü düşürmüştür. Susam kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol ve %15 orandaki grupların elastikiyet modülünün %25 ve %50 orandaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda susam kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki grupları ile kontrol grubunun elastikiyet modülü arasında bir fark görülmemiştir. Susam kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar kontrol grubunun elastikiyet modülünü artırmıştır. Susam kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında ise kontrol, %15 ve %50 orandaki grupların elastikiyet modülünün %25 orandaki grubun elastikiyet modülünden küçük olduğu belirlenmiştir.

Susam kepeği boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü kontrol ve 60 mesh boyutundaki gruplarda en küçük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği %25

oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun elastikiyet modülünü düşürmüştür. Susam kepeği %50 oranda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda, en küçük elastikiyet modülü 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği %15 ve %50 oranlarında kullanıldığında 60 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünün kontrol, 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. Susam kepeği %25 oranında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların kontrol grubunun elastikiyet modülü artırdığı belirlenmiştir.

**Buğday Kepeğinin Etkisi:** Buğday kepeği çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülünü buğday kepeğinin oranının etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda buğday kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, %50 orandaki grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu görülmüştür. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, aynı homojenlik grubunda yer alan %25 ve %50 orandaki grupların elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, %15 orandaki grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar ile kontrol grubu arasında bir fark bulunmamıştır. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü %25 oranda en küçük elastikiyet modülü kontrol grubunda elde edilmiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında en büyük elastikiyet modülünün %15 ve %25 orandaki gruplarda en küçük elastikiyet modülünün %50 orandaki grupta olduğu belirlenmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne buğday kepeği boyutundaki değişimin etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda buğday kepeği %15 oranında kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü kontrol grubunda, en düşük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği %25 oranında kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, 60 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, 100 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu tespit edilmiştir. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği %15 ve %25 oranda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü 60 mesh boyutundaki grupta en

küçük elastikiyet modülü kontrol ve 100 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülü ile kontrol grubunun elastikiyet modülü arasında bir fark görülmemiştir.

**Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi:** Yeşil ceviz kabuğu çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne yeşil ceviz kabuğu oranının etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, %25 orandaki grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 60 ve 40 mesh boyutlarında kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülü %50 orandaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 ve 60 mesh boyutunda kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü %25 orandaki grupta en düşük elastikiyet modülü %50 orandaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 40 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol ve %15 orandaki grupların elastikiyet modülünün %25 ve %50 orandaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne yeşil ceviz kabuğu boyutundaki değişimin etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranında kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranda kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan kontrol ve 60 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda bulunan 100 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranda kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün aynı homojenlik grubunda yer alan 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu tespit edilmiştir. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü 60 mesh boyutundaki grupta en küçük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranda kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modüllerinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranında kullanıldığında ise en yüksek elastikiyet modülü kontrol grubunda en düşük elastikiyet modülü 100 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir.

Zeytin Posasının Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında zeytin posası kullanılmıştır. Zeytin posası oranındaki değişimin çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda zeytin posası 100 ve 60 mesh boyutlarında kullanıldığında aynı homojenlik grubunda olan %15, %25 ve %50 orandaki gruplar kontrol grubunun elastikiyet modülünü düşürmüştür. Zeytin posası 40 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülü aynı homojenlik grubunda bulunan %15 ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda zeytin posası 100 mesh boyutunda kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü %25 orandaki grupta en düşük elastikiyet modülü %15 ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Zeytin posası 60 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol ve %25 orandaki grupların elastikiyet modülünün %15 ve %50 orandaki grupların elastikiyet modülünden büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası 40 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük elastikiyet modülü kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülü %50 oranda olduğu görülmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların elastikiyet modülüne zeytin posası boyutunun etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda zeytin posası %15 oranında kullanıldığında kontrol grubunun elastikiyet modülünün en büyük, 40 mesh boyutundaki grubun elastikiyet modülünün en küçük olduğu görülmüştür. Zeytin posası %25 oranda kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun elastikiyet modülünü düşürmüştür. Zeytin posası %50 oranında kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü kontrol grubunda, en küçük elastikiyet modülü 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda zeytin posası %15 oranında kullanıldığında en büyük elastikiyet modülünün kontrol ve 40 mesh boyutundaki gruplarda en küçük elastikiyet modülünün 100 ve 60 mesh boyutundaki gruplarda olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası %25 oranda kullanıldığında en yüksek elastikiyet modülü 100 mesh boyutundaki grupta en düşük elastikiyet modülü 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Zeytin posası %50 oranında kullanıldığında en büyük elastikiyet modülünün kontrol grubunda en küçük elastikiyet modülünün 100 ve 40 mesh boyutundaki grupta olduğu belirlenmiştir.

#### 4.4.3. Çekme-Makaslama Direnci

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Kayın kontrplakların çekme-makaslama direnci çam kontrplakların çekme-makaslama direncinden daha büyüktür. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan gruplar kontrol grubunun çekme-makaslama direncini düşürmüştür. Dolgu maddeleri kendi içinde değerlendirildiğinde en büyük çekme-makaslama direnci buğday kepeği kullanılan grupta en küçük çekme-makaslama direnci yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupta bulunmuştur. Kayın kontrplaklarda en büyük çekme-makaslama direncinin zeytin posası kullanılan grupta en küçük çekme-makaslama direncinin kontrol, susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan gruplarda olduğu görülmüştür. Dolgu maddeleri kendi içinde incelendiğinde zeytin posası ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların çekme-makaslama direncinin susam kepeği ve buğday kepeği kullanılan grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine dolgu maddesi boyutunun etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki gruptan büyüktür. Buğday kepeği kullanılan grupta 100 mesh boyutundaki grubun çekme-makaslama direncinin 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar arasında bir fark bulunmamıştır. Kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinin 40 mesh boyutundaki grubunda çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında ise en yüksek çekme-makaslama direnci 100 mesh boyutundaki grupta en düşük çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine dolgu maddesi oranının değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci %15 oranındaki grupta en küçük çekme-makaslama direnci %50 oranındaki grupta tespit edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası

kullanıldığında %15 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinin %25 ve %50 oranındaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu anlaşılmıştır. Kayın kontrplaklarda susam kepeği kullanıldığında en yüksek çekme-makaslama direnci %15 oranındaki grupta en düşük çekme-makaslama direnci %50 oranındaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15 ve %25 oranındaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 oranındaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür.

**Susam Kepeğinin Etkisi:** Susam kepeği çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Susam kepeği oranının çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda susam kepeği 100 ve 60 mesh boyutlarında kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci %50 orandaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki grupların kontrol grubundan küçük çekme-makaslama direncine sahip olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol, %25 ve %50 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin %15 orandaki grubun çekme-makaslama direncinden küçük olduğu görülmüştür. Susam kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin kontrol ve %50 orandaki gruplardan yüksek olduğu görülmüştür. Susam kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol, %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 orandaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Susam kepeği boyutunun çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği %15 ve %25 oranında kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Susam kepeği %50 oranında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun çekme-makaslama direncini düşürmüştür. Kayın kontrplaklarda susam kepeği %15 oranında kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki gruplardan büyük olduğu görülmüştür. Susam kepeği %25 oranda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direncinin 60 mesh boyutundaki grupta en küçük çekme-makaslama direncinin 40 mesh boyutundaki grupta olduğu tespit edilmiştir. Susam kepeği %50 oranında

kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direncinin kontrol en küçük çekme-makaslama direncinin 40 mesh boyutundaki grupta olduğu belirlenmiştir.

**Buğday Kepeğinin Etkisi:** Buğday kepeği çam ve kayın kontrplaklarda 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında ve %15, %25 ve %50 oranlarında dolgu maddesi olarak kullanılmıştır. Buğday kepeği oranının çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda buğday kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol, %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 orandaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Susam kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci %25 ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Susam kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki grupları kontrol grubunun çekme-makaslama direncini düşürmüştür. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği 100 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol grubu ile %15, %25 ve %50 orandaki grupların çekme-makaslama dirençleri arasında bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci %15 ve %25 orandaki gruplarda en küçük çekme-makaslama direnci %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Buğday kepeği 40 mesh boyutunda kullanıldığında en yüksek çekme-makaslama direnci kontrol ve %15 orandaki gruplarda en düşük çekme-makaslama direnci %50 orandaki grupta elde edilmiştir.

Çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine buğday kepeği boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda buğday kepeği %15 oranda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direncinin kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direncinin 40 mesh boyutundaki grupta olduğu belirlenmiştir. Buğday kepeği %25 oranında kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği %50 oranda kullanıldığında kontrol grubunun çekme-makaslama direncinin 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklarda buğday kepeği %15 oranında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar kontrol grubunun çekme-makaslama direncini düşürmüştür. Buğday kepeği %25 oranında kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci 60 mesh boyutundaki grupta en küçük çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Buğday kepeği %50 oranında kullanıldığında kontrol ve 100 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinin 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Yeşil Ceviz Kabuğunun Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında yeşil ceviz kabuğu kullanılmıştır. Yeşil ceviz kabuğu oranındaki değişimin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci %25 ve 50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 60 mesh boyutta kullanıldığında kontrol ve %15 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin %25 ve %50 orandaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15, %25 ve %50 orandaki gruplar kontrol grubunun çekme-makaslama direncini düşürmüştür. Kayın kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu 100 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin kontrol ve %50 orandaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci %15 orandaki grupta en küçük çekme-makaslama direnci %50 orandaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu 40 mesh boyutunda kullanıldığında kontrol, %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 orandaki grubun çekme-makaslama direncinden büyük olduğu tespit edilmiştir.

Yeşil ceviz kabuğu boyutundaki değişimin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi araştırılmıştır. Çam kontrplaklarda yeşil ceviz kabuğu %15 oranında kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol ve 100 mesh boyutundaki gruplarda en küçük çekme-makaslama direnci 40 mesh boyutundaki grupta elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol grubunun çekme-makaslama direncinin 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Kayın kontrplaklar yeşil ceviz kabuğu %15 oranında kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu %25 oranında kullanıldığında en yüksek çekme-makaslama direnci 100 mesh boyutundaki grupta en düşük çekme-makaslama direnci kontrol ve 40 mesh boyutlarındaki gruplarda elde edilmiştir. Yeşil ceviz kabuğu %50 oranında kullanıldığında kontrol ve 100 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinin 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir.

Zeytin Posasının Etkisi: Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında zeytin posası kullanılmıştır. Zeytin posası oranındaki değişimin çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda zeytin posası 100 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direncinin kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direncinin %50 orandaki grupta bulunduğu belirlenmiştir. Zeytin posası 60 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci %25 ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Zeytin posası 40 mesh boyutunda kullanıldığında en yüksek çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en düşük çekme-makaslama direnci %25 ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda zeytin posası 100 mesh boyutunda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direnci kontrol grubunda en küçük çekme-makaslama direnci kontrol ve %50 orandaki gruplarda elde edilmiştir. Zeytin posası 60 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin kontrol ve %50 orandaki gruplardan büyük çekme-makaslama direncine sahip olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası 40 mesh boyutunda kullanıldığında %15 ve %25 orandaki grupların çekme-makaslama direncinin %50 orandaki gruptan büyük olduğu görülmüştür.

Çam ve kayın kontrplakların çekme-makaslama direncine zeytin posası boyutundaki değişimin etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda zeytin posası %15, %25 ve %50 oranlarında kullanıldığında kontrol grubunun çekme-makaslama direncinin 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplaklarda zeytin posası %15 oranda kullanıldığında en büyük çekme-makaslama direncinin 60 mesh boyutundaki grupta en küçük çekme-makaslama direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki gruplarda olduğu bulunmuştur. Zeytin posası %25 oranında kullanıldığında 100 ve 60 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinin kontrol ve 40 mesh boyutundaki grupların çekme-makaslama direncinden büyük olduğu belirlenmiştir. Zeytin posası %50 oranında kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki gruplar ile kontrol grubunun çekme-makaslama direnci arasında bir fark görülmemiştir.

#### 4.5. Formaldehit Emisyonu

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam kontrplakların formaldehit emisyonu kayın kontrplaklarının formaldehit emisyonundan daha fazladır. Dolgu maddelerinin çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonunu azalttığı görülmüştür. Ancak dolgu maddesi türleri kendi içinde değerlendirildiğinde susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılan grupların formaldehit emisyonundaki azalmaya etkileri arasında bir fark bulunmamıştır.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalma oranına dolgu maddesi oranının etkisi araştırılmıştır. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranları arasında bir fark tespit edilememiştir.

Çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonundaki azalmaya dolgu maddesi oranının etkisi incelenmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranları arasında bir fark görülmemiştir. Buğday kepeği kullanıldığında en büyük formaldehit emisyonundaki azalma oranı %50 oranındaki grupta en küçük formaldehit emisyonundaki azalma oranı %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği ve buğday kepeği kullanıldığında %25 ve %50 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranının %15 oranındaki grubunda formaldehit emisyonundaki azalma oranından büyük olduğu görülmüştür. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük formaldehit emisyonundaki azalma oranı %50 oranındaki grupta en küçük formaldehite emisyonundaki azalma oranı %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. Zeytin posası kullanıldığında %50 oranındaki grubun formaldehit emisyonundaki azalma oranının %15 ve %25 oranındaki grupların formaldehit emisyonundaki azalma oranından büyük olduğu görülmüştür.

Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılmıştır. Dolgu maddesi boyutlarının formaldehit emisyonundaki azalmaya etkisinin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Ancak dolgu maddesi oranındaki artışın çam ve kayın kontrplakların formaldehit emisyonunda azalma meydana getirdiği görülmüştür.

#### 4.6. Isıl İletkenlik

Dolgu Maddesi Türünün Etkisi: Çam kontrplakların ısı iletkenliğinin kayın kontrplakların ısı iletkenliğinden küçük olduğu görölmüştür. Çam kontrplakların ısı iletkenliğine dolgu maddesi türünün etkisi incelenmiştir. En büyük ısı iletkenlik susam kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan gruplarda en küçük ısı iletkenlik ise kontrol ve zeytin posası kullanılan gruplarda elde edilmiştir. Dolgu maddeleri kendi içinde değerlendirildiğinde susam kepeği, buğday kepeği ve yeşil ceviz kabuğu kullanılan grupların zeytin posası kullanılan grubun ısı iletkenliğinden büyük ısı iletkenliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Kayın kontrplakların ısı iletkenliğine dolgu maddesi türünün etkisi incelendiğinde en büyük ısı iletkenliğın susam kepeği kullanılan grupta en küçük ısı iletkenliğın kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. Dolgu maddeleri kendi içinde değerlendirildiğinde en büyük ısı iletkenlik susam kepeği kullanılan grupta, en küçük ısı iletkenlik buğday kepeği kullanılan grupta elde edilmiştir.

Dolgu Maddesi Boyutunun ve Oranının Etkisi: Çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine dolgu maddesi boyutunun etkisi araştırılmıştır. Çam ve kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında 100, 60 ve 40 mesh boyutundaki grupların ısı iletkenlikleri arasında istatistiksel olarak bir fark görölmemiştir.

Çam ve kayın kontrplakların ısı iletkenliğine, dolgu maddesi oranının etkisi değerlendirilmiştir. Çam kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların ısı iletkenlikleri arasında fark bulunmamıştır. Yeşil ceviz kabuğu kullanıldığında en büyük ısı iletkenlik %50 oranındaki grupta en küçük ısı iletkenlik %15 oranındaki grupta elde edilmiştir. Kayın kontrplaklarda susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanıldığında %15, %25 ve %50 oranındaki grupların ısı iletkenlikleri arasında istatistiksel olarak bir fark görölmemiştir.

Çam ve kayın kontrplaklarda dolgu maddesi olarak 100, 60 ve 40 mesh boyutlarında %15, %25 ve %50 oranlarında susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılmıştır. Dolgu maddesi oranlarının ve boyutlarının ısı iletkenliğinin kontrol grubunun ısı iletkenliğine yakın olduğu belirlenmiştir.

## 5. ÖNERİLER

Kontrplak üretiminde, üre formaldehit tutkalında maliyeti düşürmek ve pres öncesi yapışma özelliklerini iyileştirmek için buğday unu kullanılmaktadır. Kontrplak üretim maliyetinin düşürülmesi ve buğday ununun gıda sektörüne kazandırılması hedeflenmiştir. Bu nedenle buğday ununun yerine lignoselülozik atık potansiyelinden yararlanmak çevre dostu ve faydalı bir imha yöntemidir.

Lignoselülozik atıkların istiflenmesi arazi alanını kaplayacak, insan sağlığına ve sanitasyona zarar verebilecektir. Yakma, katı atıklar için yaygın bir arıtma teknolojisi olup, arazi işgali sorununu çözebilmesine rağmen atık biyokütleden tam olarak faydalanılamamaktadır. Kompostlama işlemi ise atıkların bertaraf edilmesi için oldukça yavaş işleyen bir süreçtir. Ayrıca bu atıkların yakılması, kompost ve yem olarak kullanılması sonucu atmosfere karbon salınacak ve küresel ısınmaya neden olacaktır. Bu nedenle bu atık biyokütlenin yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülmesi için kontrplak endüstrisi önemli bir sektördür.

Bu çalışmada, lignoselülozik atıklardan susam kepeği, buğday kepeği, yeşil ceviz kabuğu ve zeytin posası kullanılmıştır. Bu bitkisel atıklar farklı oranlarda (%15, %25, %50) ve farklı boyutlarda (100 mesh, 60 mesh ve 40 mesh), buğday unu ile yer değiştirilerek tutkal karışımına ilave edilmiştir. Bu tutkal karışımı ile üretilen kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi ve formaldehit emisyonunun azaltılması amaçlanmıştır. Çam kontrplakların performans özellikleri karşılaştırıldığında mekanik değerlerdeki azalmalardan dolayı bitkisel atıkların dolgu maddesi olarak kullanımı uygun değildir. Ancak kayın kontrplakların performans özellikleri karşılaştırıldığında mekanik direnç değerlerinde azalma olmadığı ve formaldehit emisyonunda azalma olduğu görülmüştür. Bu nedenle kayın kontrplaklarda bitkisel atıkların dolgu maddesi olarak kullanımı uygundur.

Laboratuvar ortamında elde edilen bu verilerin, fabrika ölçeğinde uygulanabilecek daha kapsamlı test ve düzenlemeler açısından ışık tutucu olabileceği ve çeşitli ilave çalışmalarla desteklenerek sanayiye uygulanabilirliğinin sağlanabileceği düşünülmektedir.

İlave çalışma olarak tutkal çözeltilerine ilave edilen bitkisel atıkların boyutu ve oranı dikkate alındığında farklı boyut ve oranlarda kullanımına yönelik çalışmalar yapılabilir. Bitkisel atıklar, lignin, tanen vb. yüksek değerli ürünlere dönüştürülerek dolgu maddesi olarak kullanılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Agregán, R., Lorenzo, J. M., Kumar, M., Shariati, M. A., Khan, M. U., Sarwar, A., ... & Usman, M. (2022). Anaerobic Digestion of Lignocellulose Components: Challenges and Novel Approaches. *Energies*, 15(22), 8413.
- Akbulut, T., & Ayrılmış, N. (2001). Matters To Be Considered in MDF Production. *İstanbul University Journal of the Faculty of Forestry*, 51(2), 25-42.
- Akça, Y. (2005). *Ceviz Yetiştiriciliği*. Ankara: Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası.
- Akın, G. (2006). Küresel Isınma, Nedenleri ve Sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29-43.
- Alexander, R. J., & Krueger, R. K. (1978). *Plywood Adhesives Using Amylaceous Extenders Comprising Finely Ground Cereal-Derived High Fiber By-Product*. U.S. Patent No. 4,070,314, Washington, DC: U.S. Patent and Trademark office.
- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis of The Association of official Analytical Chemists (15th Edition). The Association: Arlington, VA.
- Apprich, S., Tirpanalan, Ö., Hell, J., Reisinger, M., Böhmendorfer, S., Siebenhandl-Ehn, S., Novalin, S., & Kneifel, W. (2014). Wheat Bran-Based Biorefinery 2: Valorization of Products. *LWT-Food Science and Technology*, 56, 222-231.
- A.S.T.M. (1983). Standart Definitions of Terms Relating to Adhesives. *Standart D-907*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- A.S.T.M. (2004). Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus. *ASTM C518-04*. West Conshohocken, A, United States.
- Aydın, İ., Çolakoğlu, G., & Akbulut, T. (2001). Ağaç Malzemenin Yapıştırılmasında Adhezyon Teorisi. *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 51(2), 91-100.
- Aydın, İ. (2004). Kaplama Kurutma İşleminde Yüzey İnaktivasyonu ve Yapışma Direncine Etkileri. Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), 1-8.
- Aydın, İ. (2007). *Ağaç Malzemedede Yapışma Teorileri*. Lisansüstü Ders Notu, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Aydın, İ., & Demirkir, C. (2010). Activation of Spruce Wood Surfaces By Plasma Treatment After Long Terms of Natural Surface inactivation. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 30(5), 697-706.

- Ayrılmış, N., Kaptı, T., Gürel, A., & Ohlmeyer, M. (2018). Reducing Formaldehyde Emission From Wood-Based Panels By Modification of UF and MUF Resins With Condensates Obtained From Kiln-Drying of Wood. *Holzforschung*, 72(9), 753-757.
- Aytaşkın, A. (2009). *Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri*. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Babaoğlu, H. Ç. (2021). *Defitinize Buğday Kepeği Katkılı, Ekşi Hamur İlavesi ile Üretilen Ekmeklerin Kalitesinin ve Fonksiyonel Özelliklerinin Belirlenmesi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- Badawy, W., & Smetanska, I. (2020). Utilization of Olive Pomace As A Source Of Bioactive Compounds in Quality Improving of Toast Bread. *Egyptian Journal of Food Science*, 48(1), 27-40.
- Bardak, S., & Bardak, T. (2018). Odun Kökenli Levhalar ve Kullanım Alanları. In *SETSCI-Conference Proceedings*, Vol. 3, pp. 254-259.
- Bars, T. (2024). *Sert Kabuklu Ürünler Meyve Raporu*. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Bekhta, P., Sedliačik, J., Kačík, F., Noshchenko, G., & Kleinová, A. (2019). Lignocellulosic Waste Fibers and Their Application As A Component of Urea-Formaldehyde Adhesive Composition in The Manufacture of Plywood. *European Journal of Wood and Wood Products*, 77, 495-508.
- Berkel, A. (1953). Kayın Kerestesini Buharlamada Bazı Esaslar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 3 (1-2), 59-64.
- Berkel, A. (1970). *Ağaç Malzeme Teknolojisi, Cilt I*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Biçer, A. (2014). *Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-CMC) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi*. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Bilgin, U. (2019). *Kabuk ve Zuruf Ekstraktlarının Kontrplak Üretiminde Dolgu Maddesi Olarak Değerlendirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Bozkurt, A. Y., & Göker, Y. (1986). *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Bozkurt, A. Y., & Erdin, N. (1997). *Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Bozkurt, Y. & Erdin, E. (2000). *Odun Anatomisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını.

- Böhm, M., Salem, M. Z., & Srba, J. (2012). Formaldehyde Emission Monitoring from A Variety of Solid Wood, Plywood, Blockboard and Flooring Products Manufactured For Building and Furnishing Materials. *Journal of Hazardous Materials*, 221, 68-79.
- Bradford, M. M. (1976). A Rapid and Sensitive Method For The Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing The Principle of Protein-Dye Binding. *Anal Biochem* 72, 248-254.
- B.S.I. (1990). Assesment of Surface Texture, Part 1 and Part 2, British Standards institute, BSI. BS 1134. Lindford, UK.
- Burger, N., Laachachi, A., Ferriol, M., Lutz, M., Toniazzo, V., & Ruch, D. (2016). Review of Thermal Conductivity in Composites: Mechanisms, Parameters and Theory. *Progress in Polymer Science*, 61, 1-28.
- Can, A. (2011). *Endüstriyel Ölçekli Isıl İşlem ve Borlu Bileşiklerle Emprenyenin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Cankurtaran, T. (2016). *Dolgulu ve Dolgusuz Yaş Makarna Üretiminde Buğday Kepeği ve Buğday Ruşeymi Katkısının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi*. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Konya.
- Cao, L., Zhou, X., & Du, G. (2020). *Wood Adhesive Fillers Used During The Manufacture of Wood Panel Products*. In Fillers, Intechopen.
- Cecilia, J. A., García-Sancho, C., Maireles-Torres, P. J., & Luque, R. (2019). Industrial Food Waste Valorization: A General Overview. *Biorefinery*, 253-277.
- Chahal, A. S., & Ciolkosz, D. (2019). A Review of Wood-Bark Adhesion: Methods and Mechanics of Debarking For Woody Biomass. *Wood and Fiber Science*, 51(3), 288-299.
- Cheng, C. B., & Feng, H. L. (2012). *Formaldehyde Chemistry*. New York: Applications and Role in Polymerization.
- Chiang, T. C., Hamdan, S., & Osman, M. S. (2016). Urea Formaldehyde Composites Reinforced with Sago Fibres Analysis by FTIR, TGA, and DSC. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2016(1), 5954636.
- Conner, A. H. (1996). *Urea-Formaldehyde Adhesive Resins*. Polymeric Materials Encyclopedia, 11, 8496-8501.
- Çakıroğlu, E. O. (2012). *Huş'un Kayın'a Alternatif Olarak Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Çavuş, V. (2020). Kokulu Ardiç Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-9.

- Çelik, Ç., & Gürdal, E. (2010). Yerfıstığı Kabuğunun Agrega Olarak Kullanım Olanakları. *İTÜ Dergisi/A*, 4,1.
- Çetinkaya, H., & Dınler, B. S. (2021). Bitkilerde Hücre Duvarı Mekanizmasında Strese Bağlı Meydana Gelen Savunma Cevapları. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 174-188.
- Çolak, S. (2002). *Kontrplaklarda Emprenye İşlemlerinin Formaldehit ve Asit Emisyonu İle Teknolojik Özelliklere Etkileri*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Çolak, S. (2003). Sentetik Fenolik Tutkallara Alternatif Olarak Tanenli Tutkallar. Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2), 76-82.
- Çolakoğlu, G. (1993). *Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Çolakoğlu, G. (2004). *Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G., & Çolak, S. (2002). Ahşap Sanayinde Melamin Formaldehit (MF) ve Melamin/Üre Formaldehit (MÜF) Yapıştırıcılarının Kullanımı. *Mobilya Dekorasyon*, 47,130-138.
- Çolakoğlu, G., Çolak, S., & Aydın, İ. (2003). Boraks ve Borik Asitle Emprenye Edilmiş Kayın Kaplama Levhalardan Üretilen Lamine Tabakalı Malzemelerin Mekanik Özellikleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 53(2), 85-96.
- Çolakoğlu, G., Çolak, S., & Aydın, İ. (2013). Çınar Ağacının Kontrplak Üretimi İçin Alternatif Bir Tür Olarak Değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 9(2),9-13.
- Dallı, G. (2005). *Türkiye’de Kaplama Tabakalı Kereste (LVL) Üretim İmkanlarının Araştırılması ve Teknolojik Özellikleri*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Demir, A. (2019). *Kontrplak Kaplı Ahşap Yapı Perde Duvarlarının Yapısal Davranışları ve Sismik Dayanım Performanslarının Belirlenmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Demir, M. (2015). Bisküvi Üretiminde Tam Buğday Unu ve Paçallarının Kullanımı. *Journal of Agricultural Sciences*, 21(1), 100-107.
- Demirkır, C. (2006). *Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu atık ve Artık Materyallerin Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Demirkır, M. S. (2014). *Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kontrplakların Teknolojik Özellikleri Üzerine Presleme Süresi ve Tutkal Türünün Etkisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

- Dietsch, P., Franke, S., Franke, B., Gamper, A., & Winter, S. (2015). Methods To Determine Wood Moisture Content and Their Applicability in Monitoring Concepts. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 5, 115-127.
- Ding, R., Su, C., Yang, Y., Li, C., & Liu, J. (2013). Effect of Wheat Flour on The Viscosity of Urea-Formaldehyde Adhesive. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 41, 1-5.
- Doghan, H. (2022). *Bazı Doğal Atıkların Lipaz İnaktivasyonu Amacıyla Zeytin Yağı Üretiminde İnhibitör Olarak Kullanımı*. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Doi, R. H., & Kosugi, A. (2004). Cellulosomes: Plant-Cell-Wall-Degrading Enzyme Complexes. *Nature Reviews Microbiology*, 2(7), 541-551.
- Dorner, F., Berger, D., Müller, U., Brüggemann, O., & Panzer, U. (2012). Rapid Determination of Formaldehyde Emission Potentials of Binders for The Woodworking Industry. *European Journal of Wood and Wood Products*, 1(70), 299-306.
- Dunky, M. (1998). Urea-Formaldehyde Adhesive Resins For Wood. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 95-107.
- Dunky, M. (2003). *Adhesive in the Wood Industry*. Handbook of Adhesive Technology. 3rd Edition. New York, ABD, 872-941.
- Duru, H. (2012). *Zeytinyağı Sanayi Yan Ürünü Yaş Zeytin Posasının Silolanabilme Olanaklarının Araştırılması*. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Hatay.
- Eckelman, C.A. (2000). *Brief Survey of Wood Adhesives*. Purdue University, Cooperative Extension Service, West Lafayette.
- Elik, N. (2019). *Farklı Nem İçeriklerine Sahip Topraklarda Karbon Emisyonu*. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Erdeyer, N. Ö. (2024). *Ahşap Malzemelerde Faz Değiştiren Maddelerin Enerji Depolamaya Etkisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Erdin, N. (2009). *Ahşap Konservasyonu*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Erdin, N., & Bozkurt, Y. (2013). *Odun Anatomisi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayın Nu:5145, OF Yayın No:506.
- Gadhawe, R. V., Mahanwar, P. A., & Gadekar, P. T. (2017). Factor Affecting Gel Time/Process-Ability of Urea Formaldehyde Resin Based Wood Adhesives. *Open Journal of Polymer Chemistry*, 7(02) 33-42.

- Gezginç, H. (2021). *Bitkisel Yağlar Sektör Politika Belgesi*. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Göker, G., & As, N. (1990). Dallı Servi (*Cupressus sempervirens var. Horizontalis m.*) Odununda Eğilmede Elastiklik Modülü. *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 40, 1.
- Gu H.M., & Zink-Sharp A. (2005). Geometric Model for Softwood Transverse Thermal Conductivity. Part I. *Wood And Fiber Science*, 37 (4), 699-711.
- Güner, Ş., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R. & Çelik, N. (2016). Türkiye'deki Karaçam Ağaçlandırmalarının Verimlilik Modellemesi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 66(1), 159-172.
- Haddadin, M. S., Abdulrahim, S. M., Al-Khawaldeh, G. Y., & Robinson, R. K. (1999). Solid State Fermentation of Waste Pomace From Olive Processing. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology*, 74(7), 613-618.
- Hamaneh, A. I. M. (2010). *Novel Wood Adhesives From Bio-Based Materials and Polyketones*. ISBN: 978-90-367-4356-3. University of Groningen.
- Hancı, N. (2014). *Susam Yağının Gastroprotetik Etki Sürecinde Meydana Gelen Biyokimyasal Değişikliklerin Araştırılması*. Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Erzurum.
- Hogger, E. M., Van Herwijnen, H. W., Moser, J., Kantner, W., & Konnerth, J. (2021). Systematic Assessment of Wheat Extenders in Condensation Resins For Plywood Production: Part I-Physico-Chemical Adhesive Properties. *The Journal of Adhesion*, 97(15), 1404-1422.
- Hong, M. K., & Park, B. D. (2017). Effect of Urea-Formaldehyde Resin Adhesive Viscosity on Plywood Adhesion. *Journal of The Korean Wood Science and Technology*, 45(2), 223-231.
- Houghton, J. (2005). Global Warming. *Reports on Progress in Physics*, 68(6), 1343-1403.
- Islam, M. N., Rahman, K. S., & Alam, M. R. (2012). Comparative Study on Physical and Mechanical Properties of Plywood Produced from Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis dehn.*) and Simul (*Bombax ceiba l.*) Veneers. *Research Journal of Recent Sciences ISSN*, 2277, 2502.
- İğci, T., & Çobanoğlu, N. (2019). İklim Değişikliğinin ve İklim Değişikliğiyle İlgili Küresel Anlaşmaların Çevre Etiği Bakımından Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 7(2), 130-146.
- Jimenez, J. J. P., Acda, M. N., Razal, R. A., Abasolo, W. P., Hernandez, H. P., & Elepaño, A. R. (2020). Effect of Tobacco Stalk Additive Particle Size on The Bond Strength and Formaldehyde Emission of Urea Formaldehyde Bonded Plywood. *Philippine J Sci*, 149(2), 351-360.

- Jimenez Jr, J. P., Acda, M. N., & Hernandez, H. P. (2021). Effect of Glueline Treatment Using Tobacco Stalk And Leaf Midrib Additives on The Bond Strength and Termite Resistance of Urea-Formaldehyde Bonded Plywood. *International Wood Products Journal*, 12(1), 51-57.
- Jovanovic, S., S., Jovanovic, V., Konstantinovic, S., Markovic, G., & Cincovic, M., M. (2011). Thermal Behavior of Modified Urea- Formaldehyde Resins. *J. Therm. Anal. Calorim.*104(3), 1159–1166.
- Kalaycıoğlu, H. (1991). *Sahil Çamı Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Kantay, R. (1993). Kereste Kurutma ve Buharlama. *Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı*, Yayın No:6, İstanbul.
- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması, İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.
- Kawalerczyk, J., Dziurka, D., Mirski, R., & Trociński, A. (2019). Flour Fillers with Urea-Formaldehyde Resin in Plywood. *Bioresources*, 14(3), 6727-6735.
- Kaya, S., & Kahyaoğlu, T. (2006). Influence of Dehulling and Roasting Process on The Thermodynamics of Moisture Adsorption in Sesame Seed. *Journal of Food Engineering*, 76 (2), 139-147.
- Keleş, G. (2015). The Nutritive And Feeding Value of Olive Cake For Ruminants. *Turkish Journal Of Agriculture – Food Science And Technology*, 3(10), 780-789.
- Kılıç, A., Sariusta, S. E., & Hafizoğlu, H. (2010). Chemical Structure of Compression Wood of *Pinus Sylvestris*, *P. Nigra* And *P. Brutia*. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (18): 33-39.
- Kılıç, A., Gülsoy, S. K. & Ayçiçek, Y. (2017). Karaçam (*Pinus Nigra Arnold.*) Odununun Lif Morfolojisi ve Kimyasal Yapısı Üzerine Ağaç Gövde Yüksekliğinin Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (2): 74-81.
- Kılıç, B. N. (2021). *Buğday Unu Sektör Raporu*. Orta Anadolu Hububat Bakliyat Yağlı Tohumlular ve Mamülleri İhracatçıları Birliği.
- Kılıç, Y. (2007). *Türkiye Ağaç Kaplama Ve Kontrplak Endüstrisinin Yapısı, Sorunları Ve Çözüm Önerileri*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Kıbaroğlu, R. (2009). *Su Buharına Bırakılan Kalıplanmış Kontrplağın Boyutsal Stabilizasyonunun Belirlenmesi*. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Kim, K. H., Jahan, S. A., & Lee, J. T. (2011). Exposure to Formaldehyde and Its Potential Human Health Hazards. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 29(4), 277-299.

- Kojima, Y., Norita, H., & Suzuki, S. (2009). Evaluating The Durability of Wood-Based Panels Using Thickness Swelling Results from Accelerated Aging Treatments. *Forest Products Journal*, 59(5), 35.
- Konukçu, M. (2001). *Ormanlarımız ve Ormancılığımız*. Ankara: DPT Yayını, 2. Baskı, Yayın No. 2630.
- Kumar, N., Kumar, A., Jeena, N., Singh, R., & Singh, H. (2020). Factors influencing Soil Ecosystem and Agricultural Productivity at Higher Altitudes. *Microbiological Advancements For Higher Altitude Agro-Ecosystems & Sustainability*, 55-70.
- Kumar, R. N., & Pizzi, A. (2019). *Adhesives for Wood and Lignocellulosic Materials*. John Wiley & Sons.
- Kurtoğlu, A. (1983). Odunun Rutubet Halleri. *Journal of The Faculty of Forestry Istanbul University*, 33(2), 168-183.
- Laamanen, J. (2015). *Production Planning Modernization: The case plywood plant* (Master's thesis).
- Lammi, S., Gastaldi, E., Gaubiac, F., & Angellier-Coussy, H. (2019). How Olive Pomace Can Be Valorized as Fillers to Tune The Biodegradation of PHBV Based Composites. *Polymer Degradation and Stability*, 166, 325-333.
- La Torre, C., Caputo, P., Plastina, P., Cione, E., & Fazio, A. (2021). Green Husk of Walnuts (*Juglans Regia L.*) from Southern Italy As A Valuable Source For The Recovery of Glucans and Pectins. *Fermentation*, 7(4), 305.
- Lammi, S., Gastaldi, E., Gaubiac, F., & Angellier-Coussy, H. (2019). How Olive Pomace Can Be Valorized As Fillers To Tune The Biodegradation of PHBV Based Composites. *Polymer Degradation and Stability*, 166, 325-333.
- Lee, J. H., Kim, D. H., Ryu, Y., Kim, K. H., Jeong, S. H., Kim, T. Y., & Cha, S. W. (2021). Mechanical Properties of Biocomposites Using Polypropylene and Sesame Oil Cake. *Polymers*, 13(10), 1602.
- Li, X., Gao, Q., Xia, C., Li, J., & Zhou, X. (2019). Urea Formaldehyde Resin Resultant Plywood with Rapid Formaldehyde Release Modified By Tunnel-Structured Sepiolite. *Polymers*, 11(8), 1286.
- Li, X., Li, J., Li, J., & Gao, Q. (2015). Effect of Sepiolite Filler in Malamine-Urea-Formaldehyde Resin on The Properties of Three-Ply Plywood. *Bioresources*, 10(4), 6624-6634.
- Liu, J., Li, Y., Mo, H., Xie, E., Fang, J., & Gan, W. (2022). Current Utilization of Waste Biomass As Filler For Wood Adhesives: A Review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 115, 48-61.
- Liu, K., Su, C., Ma, W., Li, H., Zeng, Z., & Li, L. (2020). Free Formaldehyde Reduction in Urea-Formaldehyde Resin Adhesive: Modifier Addition Effect and Physicochemical Property Characterization. *Bioresources*, 15(2), 2339-2355.

- Manciulea, I., & Dumitrescu, L. (2015). Adhesives Based on Urea-Formaldehyde Resins and Lignocellulosic Waste. *6th International Conference, Computational Mechanics and Virtual Engineering*.
- Miranda, I., Simões, R., Medeiros, B., Nampoothiri, K. M., Sukumaran, R. K., Rajan, D., ... & Ferreira-Dias, S. (2019). Valorization of Lignocellulosic Residues from The Olive Oil Industry By Production of Lignin, Glucose and Functional Sugars. *Bioresource Technology*, 292, 121936.
- Mirski, R., Kawalerczyk, J., Dziurka, D., Siuda, J., & Wieruszewski, M. (2020). The Application of Oak Bark Powder As A Filler For Melamine-Urea-Formaldehyde Adhesive in Plywood Manufacturing. *Forests*, 11(12), 1249.
- Mittal, K. L. (Ed.). (2015). *Progress in adhesion and adhesives*. John Wiley & Sons.
- Mohamed Abdoul-Latif, F., El Montassir, Z., Ainane, A., Gharby, S., Sakar, E. H., Merito, A., & Ainane, T. (2022). Use of Thymus Plants As An Ecological Filler in Urea-Formaldehyde Adhesives intended For Bonding Plywood. *Processes*, 10(11), 2209.
- Nemli, G., Kırıcı, H., & Temiz, A. (2004). Influence of Impregnating Wood Particles with Mimosa Bark Extract on Some Properties of Particleboard. *Industrial Crops and Products*, 20(3), 339-344
- Nutrition International. (2020, Şubat 20). “Nutrition international's Grain Fortification Programs”. <https://Www.Nutritionintl.Org/What-We-Do/Byprograms/Fortification> adresinden alınmıştır.
- Özcan, C. (2007). *Farklı Ağaç Malzemelerden Üretilen Emprenyeli Lamine Ağaç Malzemelerin Isı İletkenliklerinin Belirlenmesi*. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.
- Özcan, M. (2020). *Subtropik Meyveler Ders Notu Bahçe Bitkileri Bölümü*. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Özdemir F., Tutuş A., & Bal, B.C. (2013). Yüksek Yoğunluklu Lif Levhanın Isı İletkenliği ve Limit Oksijen İndeksi Üzerine Yanmayı Geciktiricilerin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, 14, 121-126.
- Özdemir, H. (2010). *Endüstride Önemli İbrelili Ağaç Kabuklarından Tanen Üretimi ve Üretilen Tanenlerin Lif Levhada Tutkal Olarak Değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Özen, R. (1981). *Çeşitli Faktörlerin Kontrplağın Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Yaptığı Etkilere İlişkin Araştırmalar*. Trabzon: KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın, 120.
- Özer, P. (2019). *Susam Kepeğinden Protein ve Fenolik Maddelerin Özütleme ve Mikrodalga ve Vakumlı Ultrases Destekli Yöntemlerin Etkilerinin Araştırılması*. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

- Özkan, Z. (2024). *Tarım Ürünleri Piyasaları*. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Özkaya H., & Özkaya, B. (2005). *Öğütme Teknolojisi*. Ankara: Gıda Teknolojisi Yayınları 30, 757.
- Özlüsoylu, İ., & İstek, A. (2015). Mobilya Üretiminde Kullanılan Panellerden Salınan Formaldehit Emisyonu Ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 14(2), 213-227.
- Öztürk, H. (2012). *Farklı Bölgelerde Yetişen Sakallı Kızılağaç' dan Elde Edilen Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Pachon, H., Spohrer, R., Mei, Z., & Serdula, M. K. (2015). Evidence of The Effectiveness of Flour Fortification Programs on Iron Status and Anemia: A Systematic Review. *Nutrition Reviews*, 73(11), 780-795.
- Pehlivanoglu, S. (2019). *Kanathlı Beslemede Kullanılan Bazı Yem Hammaddelerinin Kimyasal ve Near infrared Reflektans Spektroskopisi(NIRS) Yöntemi ile Besin Madde Kompozisyonlarının Belirlenmesi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Pizzi, A. (1983). *Wood Adhesives, Chemistry and Technology*. New York: Marcel Dekker Inc, ISBN: 0-8247-1579-9.
- Pizzi, A. (1994). *Advanced Wood Adhesives Technology*. New York: Marcel Dekker Inc., 978- 0824-7926-64.
- Pizzi, A., & Mittal, K. L. (2010). *Wood Adhesives*. CRC Press.
- Pizzi, A., & Mittal, K.L. (2003). *Handbook of Adhesive Technology*. Second Edition, Revised and Expanded, Marcel Dekker, New York, 0-8247-0986-1.
- Polat, K. (2024). *Tarım Ürünleri Piyasaları*. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Qiao, W., Li, S., Guo, G., Han, S., Ren, S., & Ma, Y. (2015). Synthesis and Characterization of Phenol-Formaldehyde Resin Using Enzymatic Hydrolysis Lignin. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, 1417-1422.
- Rahman, A., Fehrenbach, J., Ulven, C., Simsek, S., & Hossain, K. (2021). Utilization of Wheat-Bran Cellulosic Fibers As Reinforcement in Bio-Based Polypropylene Composite. *Industrial Crops and Products*, 172, 114028.
- Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). A Comprehensive Review on Pre-Treatment Strategy for Lignocellulosic Food Industry Waste: Challenges and Opportunities. *Bioresource technology*, 199, 92-102.

- Ray, D., Das, K., Ghosh, S. N., Bandyopadhyay, N. R., Sahoo, S., Mohanty, A. K. & Misra, M. (2010). Novel Materials from Sesame Husks and Unsaturated Polyester Resin. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 49(13), 6069-6074.
- Réh, R., Krišťák, L., Sedliačik, J., Bekhta, P., Božíková, M., Kunecová, D. & Savov, V. (2021). Utilization of Birch Bark As An Eco-Friendly Filler in Urea-Formaldehyde Adhesives For Plywood Manufacturing. *Polymers*, 13(4), 511.
- Risholm-Sundman, M., Larsen, A., Vestin, E., & Weibull, A. (2007). Formaldehyde Emission—Comparison of Different Standard Methods. *Atmospheric Environment*, 41(15), 3193-3202.
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. *Our World In Data*.
- Rodriguez-Padron, D., Zhao, D., Garín Ortega, R. N., Len, C., Balu, A. M., García, A., & Luque, R. (2020). Characterization and Antioxidant Activity of Microwave-Extracted Phenolic Compounds from Biomass Residues. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 8(3), 1513-1519.
- Roffael, E. (1993). Formaldehyde Release From Particleboard and Other Wood Based Panels. *Forest Research Institute Malaysia, Kepong, Malayan Forest Records*, 37.
- Ross, R. J. (2010). *Wood handbook: Wood As An Engineering Material*. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General Technical Report FPL-GTR-190, 2010: 509 p. 1 v., 190.
- Rowell, R. M. (2005). *Handbook of wood chemistry and wood composites*. CRC press.
- Ružiak, I., Igaz, R., Krišťák, L., Réh, R., Mitterpach, J., Očkajová, A., & Kučerka, M. (2017). Influence of Urea-Formaldehyde Adhesive Modification with Beech Bark on Chosen Properties of Plywood. *BioResources*, 12(2), 3250-3264.
- Sahoo, S. C., Sill, A. & Pandey, C. N. (2014). A Natural Additive Approaches to Enhance The Performance of Formaldehyde Based Adhesive For Plywood Manufacturing. *International Journal of Innovative Science and Modern Engineering*, 3, 1.
- Sahoo, S. C., Sill, A., & Pandey, C. N. (2014). A Natural Additive Approaches to Enhance The Performance of Formaldehyde Based Adhesive For Plywood Manufacturing. *International Journal of innovative Science and Modern Engineering*, 3, 1.
- Skog, K. E., & Nicholson, G. A. (1998). Carbon Cycling Through Wood Products: The Role of Wood and Paper Products in Carbon Sequestration. *Forest Products Journal*, 48, 7, 75-83.
- Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Speroni, C. S., Stiebe, J., Guerra, D. R., Bender, A. B. B., Ballus, C. A., Dos Santos, D. R., & Emanuelli, T. (2019). Micronization and Granulometric Fractionation Improve

Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Olive Pomace. *Industrial Crops and Products*, 137, 347-355.

Staube, J. & Burnett, E. (2005). *Building Science for Building Enclosures*. United States: Building Science Press, Westford, MA.

Stefanowski, B. K. (2017). *Improving Indoor Air Quality (IAQ) Through Novel Wood-based Panel Modifications*. Bangor University (United Kingdom).

Subaşı, T., H., & Çağatay K. (2017). Mobilya Sektöründe Kullanılan Kompozit Malzemelerin İnsan Yaşamına ve Çevreye Etkileri. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*., 6(3), 557-571.

Tan, H. (2011). *Farklı Bölgelerde Yetişen Ladin ve Gökmar Tomruklardan Üretilmiş LVL ve Kontrplakların Bazı Teknolojik Özellikleri*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

Tan, H., & Çolakoğlu, G. (2010). Dolgu Maddesi Olarak Meşe Palamut Unu Kullanımının Kayın ve Okume Kontrplak Levhalarında Bazı Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *III. Ulusal Ormancılık Kongresi*, Artvin / Türkiye, 5, 1819-1824.

Tank, T. (1988). *Tutkallara Giriş*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Tanrıverdi, E. (2017). *Susam Kabuğunun Soyulması Üzerine Enzim ve Isıl İşlem Uygulamalarının Etkisi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.

T.A.P.P.I. (1988). Wood Extractives in Ethanol-Benzene Mixture. *T 204 Om-88*. TAPPI Press atlanta, Georgia, U.S.

T.A.P.P.I. (1988). Acid-Insoluble Lignin in Wood And Pulp. TAPPI Test Methods. *T 222 Om-8*. TAPPI Press atlanta, Georgia, U.S.

T.A.P.P.I. (1992). TAPPI Test Methods 1992-1993. *T M-45*. TAPPI Press atlanta, Georgia, U.S.

T.A.P.P.I. (2009). Alpha-, Beta-And Gamma-Cellulose in Pulp, TAPPI Test Methods. *T 203 Cm 09*. TAPPI Press atlanta, Georgia, U.S.

T.A.P.P.I. (2002). Ash in Wood, Pulp, Paper and Paperboard: Combustion at 525 Degrees Celsius. *T 211 Om 02*. TAPPI Test Methods. TAPPI Press atlanta, Georgia, U.S.

Thybring, E. E., Fredriksson, M., Zelinka, S. L., & Glass, S. V. (2022). Water in wood: A Review of Current Understanding and Knowledge Gaps. *Forests*, 13(12), 2051.

T.S.E. (1998). Kontrplaklarda Sınıflandırma ve Terimler. *TS-3103 EN-313-1*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

T.S.E. (1998). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, 1. Baskı. *TS EN-310*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.

- T.S.E. (1998). Kontrplak-Kaplama Yapışma Kalitesi. Bölüm:1 Deney Metodları, 1. Baskı. *TS EN-314-1*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- T.S.E. (1996). Yongalevhalar ve Liflevhalar; Suya Yatırıldıktan Sonra Kalınlığına Şişme Tayini. *TS EN-317* Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- T.S.E. (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini. 1. Baskı. *TS EN-322*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- T.S.E. (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini. *TS EN-323-1*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- T.S.E. (1996). Ahşap Esaslı Levhalar- Formaldehit Ayırışması Tayini- Bölüm 3: Şişe Metodu İle Formaldehit Ayırışması. *TS EN-717-3*. Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Turhan, O. (2008). *Bazı Organik Reaksiyonların Ve Metal Ligant Etkileşmelerinin Ft-İr İle Eşzamanlı İncelenmesi*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Balıkesir.
- Türüdü, C. (2017). *Bazı Ağaç Malzemelerin Seçilen Alanlarda Denge Rutubet Miktarlarının Belirlenmesi*. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- URL-1. (2024, Eylül 20). <https://www.buildworld.co.uk/blogimages/plywood-made.jpg> adresinden Alınmıştır.
- URL-2. (2024, Eylül 27). [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Spruce\\_plywood.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Spruce_plywood.JPG) adresinden Alınmıştır.
- URL-3. (2024, Eylül 15). <http://data.un.org/Data.aspx?d=FAO&f=itemCode%3A1640> adresinden alınmıştır.
- URL-4. (2021, Kasım 10). T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, Çankırı İli Kontrplak İmalatı Ön Fizibilite Raporu, Kastamonu.
- URL-5. (2024, Eylül 30). <https://fastfixtechnology.com/automotive/understanding-adhesion-vs-cohesion/> adresinden alınmıştır.
- URL-6. (2024, Eylül 29). <https://armcommodities.com/hulled-vs-unhulled-sesame-seeds/> adresinden Alınmıştır.
- URL-7. (2024, Eylül 18). <https://naturebiofoods.organic/organic-flour/organic-wheat-flour/> adresinden alınmıştır.
- URL-8. (2024, Ekim 5). <https://www.alamy.com/fresh-walnut-in-green-husk-part-of-husk-and-walnut-kernel-isolated-on-white-background-image486263881.html?Imageid=8B1F0B80-201F-4594-9216-3145B8F0F6E2&p=47331&pn=1&searchId=0ff693fb927b917fe0a5f70063124a0f&searchtype=0> adresinden alınmıştır.
- URL-9. (2024, Ekim 1). <https://www.alamy.com/stock-photo/olive-oil.html?SortBy=relevant> adresinden alınmıştır.

- URL-10. (2021, Ocak 10). <https://iklim.Csb.Gov.Tr/Paris-Anlasmasi-I-98587> adresinden alınmıştır.
- URL-11. (2018, Kasım 12). <http://dceg.cancer.gov/news-events/linkage-newsletter/2011-11/research-publications/formaldehyde> adresinden alınmıştır.
- URL-12. (2018, Aralık 23). <https://www.chimarhellas.com/mlS8RYRg7/image/publication/s/files/formaldehyde> adresinden alınmıştır.
- URL-13. (2025, Mart 1). <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari> adresinden alınmıştır.
- URL-14. (2025, Mart 1). [https://www.tmo.gov.tr/hububat/1/bugday-arpabr-cavdar-yulaf / 149/2025-donemi-mart-ayi-hububat-satis-fiyatları](https://www.tmo.gov.tr/hububat/1/bugday-arpabr-cavdar-yulaf/149/2025-donemi-mart-ayi-hububat-satis-fiyatları) adresinden alınmıştır.
- Üçüncü, K. (2007). Tam Kuru Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*) Odununun Adsorpsiyon Özellikleri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 57(2), 45-59.
- Ülker, O. (2016). Wood Adhesives and Bonding Theory. *Adhesives–Applications and Properties*, 271-288.
- Ünal, H. (2005). Ceviz Yetiştiriciliğinde Hasat ve Hasat Sonrası Mekanizasyon Uygulamaları. *Bahçe*, 34(1), 193-203.
- Ünaldı, Ü. E. (2004). Nesli tehlikedeki ağaç: Ehrami Karaçam (*Pinus nigra ssp. pallasiana* var. *pyramidata*). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 67-80.
- Vick, C. B. (1999). Adhesive Bonding of Wood Materials. Wood Handbook: Wood As An Engineering Material. Madison, WI: USDA Forest Service, *Forest Products Laboratory*, 1999. General Technical Report FPL; GTR-113: Pages 9.1-9.24, 113.
- Xiao, Y., Liu, Y., Wang, X., Li, M., Lei, H., & Xu, H. (2019). Cellulose Nanocrystals Prepared from Wheat Bran: Characterization and Cytotoxicity Assessment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 140, 225-233.
- Yağcı, S., Altan, A., Göğüş, F., & Maskan, M. (2006). Gıda Atıklarının Alternatif Kullanım Alanları. *Türkiye*, 9, 24-26.
- Yazaki, Y., & Collins, P. J. (1994). Wood Adhesives Based on Tannin Extracts from Barks of Some Pine and Spruce Species. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 52(5), 307.
- Zhang, L. (2018). *Formaldehyde: Exposure, Toxicity and Health Effects (Vol. 37)*. Royal Society of Chemistry. Burlington House London, United Kingdom.

## ÖZGEÇMİŞ

Uğur BİLGİN, ilköğrenimini ve Liseyi Bursa’da tamamladı. 2011-2012 öğretim yılında İstanbul üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde lisansa başladı ve 2016 yılında bu bölümden mezun oldu. Aynı yıl Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Anabilimdalında tezli yüksek lisans programına başladı. Ancak 2018 yılında araştırma görevlisi olarak Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Anabilimdalında göreve başladı ve 2019 yılında “Kabuk ve Zuruf Ekstraktlarının Kontrplak Üretiminde Dolgu Maddesi Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezini sunmasının ardından doktora eğitimine başladı. 2018 yılından itibaren Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. İyi derecede İngilizce bilmektedir.