

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ORMAN YANGINLARININ KIZILÇAM [*Pinus brutia* Ten.] ODUNUNUN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Yeliz KÜÇÜKOSMANOĞLU

**AĞUSTOS 2006
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ORMAN YANGINLARININ KIZILÇAM [*Pinus brutia Ten.*] ODUNUNUN
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Orman Endüstri Müh. Yeliz KÜÇÜKOSMANOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

“Orman Endüstri Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05. 07. 2006

Tezin Savunma Tarihi : 07.08.2006

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nurgül AY

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Gökay NEMLİ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Zafer Cemal ÖZKAN

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

TRABZON 2006

ÖNSÖZ

Orman yangınlarının Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma, K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenen, çalışmalarımın yürütülmesinde yardım ve ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Nurgül AY'a, yapıcı katkılarından ve değerli fikirlerinden yararlandığım sayın hocalarım Doç. Dr. Gökay NEMLİ, Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir MALKOÇOĞLU ve Prof. Dr. Ertuğrul BİLGİLİ'ye teşekkür ederim.

Araştırma materyalinin temininde kolaylık sağlayan Antalya Orman Bölge Müdür Yardımcısı sayın İbrahim AYDIN ve Gebiz İşletme Şefi Ahmet KESER'e, deney örneklerinin hazırlanmasında emeği geçen KTÜ Orman Fakültesi Laboratuvar personelinden Salih KANDEMİR'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında yardım ve desteğini esirgemeyen nişanlım Arş. Gör. Aytaç AYDIN'a, aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yeliz KÜÇÜKOSMANOĞLU

Trabzon 2006

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	XII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XVI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. Kızılcâmın [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Tanıtımı.....	6
1.2.1. Kızılcâmın [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Dünyadaki Yayılışı	6
1.2.2. Kızılcâmın [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Türkiye'deki Yayılışı	7
1.2.3. Kızılcâmın [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Botanik Özellikleri	9
1.2.4. Kızılcâm [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Odununun Anatomik Özellikleri	9
1.2.4.1. Makroskopik Özellikler	9
1.2.4.2. Mikroskopik Özellikler	10
1.3. Literatür Özeti	10
1.3.1. Kızılcâm [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Odununun Anatomik Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	10
1.3.2. Kızılcâm [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar	11
1.4. Kızılcâmın Kullanım Alanları	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	15
2.1. Örnek Ağaçların Alındığı Araştırma Alanının Tanıtımı	15
2.2. Deneme Alanının Tanıtımı	16
2.3. Örnek Ağaçlarının Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması	16
2.4. Fiziksel Özellikler	17
2.4.1. Özgül Ağırlık	17
2.4.1.1. Hava Kuru Özgül Ağırlık	18

2.4.1.2.	Tam Kuru Özgül Ağırlık	19
2.4.2.	Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları	20
2.4.3.	Hacim-Yoğunluk Değeri	20
2.4.4.	Odun-Su İlişkileri	21
2.4.4.1.	<i>Pinus brutia</i> Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	23
2.4.4.2.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti	24
2.5.	Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	24
2.5.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri	24
2.5.2.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü	27
2.5.3.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri	29
2.5.4.	Makaslama Direnci	31
2.5.5.	Brinell Sertlik Değeri	32
2.6.	Kullanılan İstatistik Yöntemler	33
3.	BULGULAR	35
3.1.	Fiziksel Özellikler	35
3.1.1.	Özgül Ağırlık	35
3.1.1.1.	Hava Kuru Özgül Ağırlık	35
3.1.1.1.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Hava Kuru Özgül Ağırlık Denetimi	37
3.1.1.2.	Tam Kuru Özgül Ağırlık	37
3.1.1.2.1.	Yangın Etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Tam Kuru Özgül Ağırlık Denetimi	39
3.1.2.	Hacim-Yoğunluk Değeri	40
3.1.2.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Hacim-Yoğunluk denetimi	42
3.1.3.	Hücre Çeperi Maddesi Oranı	42
3.1.3.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Hücre Çeperi Maddesi Oranı Denetimi	44
3.1.4.	Hava Boşluğu Hacmi Oranı	45
3.1.4.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Hava Boşluğu Hacmi Oranı Denetimi	47
3.1.5.	Odun-Su İlişkileri	47
3.1.5.1.	Kızılçam [<i>Pinus brutia Ten.</i>] Odununun Daralma ve Genişleme Miktarları ..	47
3.1.5.1.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Daralma ve Genişleme Yüzdeleri Denetimi	51

3.1.5.2.	Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> Ten.] Odununun İçersine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı	51
3.1.5.2.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun İçersine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı Denetimi	52
3.1.5.3.	Lif Doygunluk Noktası Rutubeti	53
3.1.5.3.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Lif Doygunluk Noktası Rutubeti Denetimi	53
3.2.	Mekanik Özellikler	54
3.2.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci	54
3.2.1.1.	Liflere Paralel Basınç Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	56
3.2.1.2.	Statik Kalite Değeri	58
3.2.1.3.	Spesifik Kalite Değeri.....	58
3.2.1.4.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Denetimi.....	58
3.2.2.	Eğilme Direnci	59
3.2.2.1.	Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	61
3.2.2.2.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Eğilme Direnci Denetimi	63
3.2.3.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	63
3.2.3.1.	Eğilmede Elastikiyet Modülü İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	65
3.2.3.2.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Elastikiyet Modülü Denetimi	67
3.2.4.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	68
3.2.4.1.	Dinamik Eğilme (Şok) Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	70
3.2.4.2.	Dinamik Kalite Değeri	72
3.2.4.3.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Dinamik Eğilme Direnci Denetimi	72
3.2.5.	Makaslama Direnci	72
3.2.5.1.	Radyal Yönde Makaslama Direnci	72
3.2.5.1.1.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Radyal Yönde Makaslama Direnci Denetimi	74
3.2.6.	Brinell Sertlik Değerleri	75
3.2.6.1.	Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri	75
3.2.6.1.1.	Enine Kesitteki Sertlik Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	77
3.2.6.1.2.	Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia</i> T.] Odununun Enine Kesitte Brinell Sertlik Direnci Denetimi.....	79
3.2.6.2.	Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri	80

3.2.6.2.1. Radyal Kesitteki Sertlik Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki.....	82
3.2.6.2.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Radyal Kesitte Brinell Sertlik Direnci Denetimi	84
3.2.6.3. Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri	85
3.2.6.3.1. Teğet Kesitteki Sertlik Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki	87
3.2.6.3.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam [<i>Pinus brutia T.</i>] Odununun Teğet Kesitte Brinell Sertlik Direnci Denetimi	89
4. TARTIŞMA	90
4.1. Fiziksel Özellikler	90
4.1.1. Özgül Ağırlık	90
4.1.2. Hacim - Yoğunluk Değeri	91
4.1.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları	92
4.2. Odun-Su İlişkileri	92
4.2.1. Hacimsel Daralma ve Genişleme Miktarları	92
4.2.2. Kızılçam Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı.....	93
4.2.3. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti	94
4.3. Mekanik Özellikler	94
4.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci.....	94
4.3.1.1. Statik Kalite Değeri	95
4.3.1.2. Spesifik Kalite Değeri	95
4.3.2. Eğilme Direnci	96
4.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü	97
4.3.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	98
4.3.4.1. Dinamik Kalite Değeri	99
4.3.5. Makaslama Direnci	99
4.3.5.1. Radyal Yönde Makaslama Direnci	99
4.3.6. Brinell Sertlik Değerleri.....	100
5. SONUÇLAR.....	101
6. ÖNERİLER	104
7. KAYNAKLAR	106
ÖZGEÇMİŞ	111

ÖZET

Bu çalışmada, orman yangınlarının Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Deneşlerde, Antalya-Serik-Gebiz yöresinden alınan 4 adet yangına maruz kalmamış, 4 adet yangına maruz kalmış olmak üzere toplam 8 adet örnek ağaçtan yararlanılmıştır. Örnek ağaçların seçimi, deney örneklerinin hazırlanması ve deneyler ilgili standartlara uygun olarak yürütülmüştür.

Bu çalışma dâhilinde, Kızılcım odununun fiziksel (tam kuru ve hava kurusu özgül ağırlıklar, hacim-yoğunluk değeri ve odun-su ilişkileri) ve mekanik özellikleri (liflere paralel basınç direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, makaslama direnci, dinamik eğilme (şok) direnci ve Brinell sertlik değeri) hesaplanmıştır.

Orman yangınının Kızılcım odununun fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi belirlenmiş ve sonuçlar benzer ağaç türleri ile karşılaştırılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre; orman yangını Kızılcım odununun çalışma değeri hariç fiziksel özelliklerini etkilememiştir. Bununla birlikte mekanik özelliklerini, şok direnci hariç, düşürmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kızılcım, *Pinus brutia Ten.*, Fiziksel ve Mekanik Özellikler, Orman Yangını

SUMMARY

Effects of the Forest Fires on the Physical and Mechanical Properties of Calabrian Pine (*Pinus brutia Ten.*)

In this study, effects of the forest fires on the physical and mechanical properties of calabrian pine (*Pinus brutia Ten.*) wood were investigated.

In the experiments, a total of eight specimens, four exposed to fire and four unexposed to fire (control), from Antalya - Gebiz- Serik region, were utilized. The selection of the experimental trees, preparation of the test specimens and application of the test procedures were done according to relevant standards.

Physical properties (air and oven dry specific gravities, volume density value, wood water relatives) and mechanical properties (compression strength parallel to the grain, static bending strength, modulus of elasticity for bending strength, shear strength, impact strength and value of Brinell hardness) were determined in this study.

Effects of the forest fires on the physical and mechanical properties of calabrian pine (*Pinus brutia Ten.*) wood were determined and the results compared with similar tree species.

According to the test results, forest fire did not affect the physical properties of calabrian pine except for shrinkage and swelling values. However, forest fire decreased the mechanical properties except for impact strength.

Key Words: Calabrian pine, *Pinus brutia Ten.*, Physical and Mechanical Properties, Forest Fire

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. 1937- 2003 yılları arasında çıkan yangınlar ve yanan alan.....	4
Şekil 2. 1937- 2003 yılları arasında çıkan yangınlarda yangın başına düşen alan	5
Şekil 3. Orman Bölge Müdürlükleri'ne göre Kızılçam ormanlarının alansal dağılımı	7
Şekil 4. Araştırma alanı.....	15
Şekil 5. Özgül ağırlık deney örneği	18
Şekil 6. Radyal ve teğet yönde çalışma deney örneği (boyutlar mm).....	23
Şekil 7. Liflere paralel yönde (boyuna) çalışma deney örneği (boyutlar mm).....	23
Şekil 8. Liflere paralel basınç direnci deneyi örnek boyutları	26
Şekil 9. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (boyutlar mm).....	27
Şekil 10. Dinamik eğilme direnci deneyi ve örnek boyutları (boyutlar mm).....	29
Şekil 11. Makaslama direnci deneyi ve örnek boyutları (boyutlar mm).....	31
Şekil 12. Brinell sertlik deney örneği boyutları (boyutlar mm).....	32
Şekil 13. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği.....	35
Şekil 14. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği	36
Şekil 15. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun tam kuru özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği	38
Şekil 16. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun tam kuru özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği.....	39
Şekil 17. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hacim-yoğunluk değeri normal dağılım eğrisi grafiği	40
Şekil 18. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hacim-yoğunluk değeri normal dağılım eğrisi grafiği	41
Şekil 19. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hücre çeperi maddesi değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği	43
Şekil 20. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hücre çeperi maddesi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği	44
Şekil 21. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği	45
Şekil 22. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	46

Şekil 23. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun daralma miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	48
Şekil 24. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun genişleme miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	49
Şekil 25. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun daralma miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	50
Şekil 26. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun genişleme miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	50
Şekil 27. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci normal dağılım eğrisi grafiği.....	54
Şekil 28. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci normal dağılım eğrisi grafiği.....	55
Şekil 29. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun özgül ağırlığı ile liflere paralel basınç direnci arasındaki ilişki.....	56
Şekil 30. Özgül ağırlık ile liflere paralel basınç direnci arasındaki ilişki (Yangın etkisine maruz kalmış).....	57
Şekil 31. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	59
Şekil 32. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	60
Şekil 33. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki.....	61
Şekil 34. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki.....	62
Şekil 35. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun elastikiyet modülü değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	64
Şekil 36. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun elastikiyet modülü değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	65
Şekil 37. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki ilişki.....	66
Şekil 38. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki ilişki.....	67
Şekil 39. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	68
Şekil 40. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	69
Şekil 41. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasındaki ilişki.....	70
Şekil 42. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasındaki ilişki.....	71

Şekil 43. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun makaslama direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	73
Şekil 44. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun makaslama direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	74
Şekil 45. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	76
Şekil 46. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	77
Şekil 47. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile enine kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki.....	78
Şekil 48. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile enine kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki.....	79
Şekil 49. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	81
Şekil 50. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	82
Şekil 51. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile radyal kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki.....	83
Şekil 52. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile radyal kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki.....	84
Şekil 53. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	86
Şekil 54. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği.....	86
Şekil 55. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile teğet kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki.....	88
Şekil 56. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile teğet kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki.....	89

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Türkiye orman alanlarının bölgelere göre dağılımı	3
Tablo 2. Örnek ağaçlarının ve alındıkları yörenin özellikleri	16
Tablo 3. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık değerleri	35
Tablo 4. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık değerleri	36
Tablo 5. Yangına maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	37
Tablo 6. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri	37
Tablo 7. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri	38
Tablo 8. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunlarının tam kuru özgül ağırlık denetimi	39
Tablo 9. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun Hacim-yoğunluk değerleri	40
Tablo 10. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam hacim-yoğunluk değerleri	41
Tablo 11. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun hacim-yoğunluk değeri toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	42
Tablo 12. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hücre çeperi maddesi oranı değerleri	42
Tablo 13. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun hücre çeperi maddesi oranı değerleri	43
Tablo 14. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam Odununun hücre çeperi maddesi oranı toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	44
Tablo 15. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri.....	45
Tablo 16. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri.....	46
Tablo 17. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	47
Tablo 18. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunlarının daralma ve genişleme miktarları	48
Tablo 19. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odunlarının daralma ve genişleme miktarları	49
Tablo 20. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun daralma yüzdeleri toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	51

Tablo 21. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun genişleme yüzdeleri toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	51
Tablo 22. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam Odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	52
Tablo 23. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	52
Tablo 24. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	52
Tablo 25. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun lif doygunluk noktası rutubeti toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	53
Tablo 26. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci değerleri	54
Tablo 27. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci değerleri	55
Tablo 28. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	56
Tablo 29. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun basınç direnci ile özgül ağırlığı arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları	57
Tablo 30. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	58
Tablo 31. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun eğilme direnci değerleri	59
Tablo 32. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun eğilme direnci değerleri .	60
Tablo 33. Eğilme Direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları	61
Tablo 34. Eğilme Direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları	62
Tablo 35. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun eğilme direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları.....	63
Tablo 36. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun elastikiyet modülü değerleri	63
Tablo 37. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun elastikiyet modülü değerleri	64
Tablo 38. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları	65
Tablo 39. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları	66
Tablo 40. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun elastikiyet modülü toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	67
Tablo 41. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerleri	68

Tablo 42. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerleri	69
Tablo 43. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları	70
Tablo 44. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları	71
Tablo 45. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun dinamik eğilme direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları	72
Tablo 46. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun makaslama direnci değerleri.....	73
Tablo 47. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun makaslama direnci değerleri.....	73
Tablo 48. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun makaslama direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları.....	75
Tablo 49. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerleri.....	75
Tablo 50. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerleri.....	76
Tablo 51. Enine kesitte brinell sertlik direnci değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.....	77
Tablo 52. Enine kesitte brinell sertlik direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.....	78
Tablo 53. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları....	80
Tablo 54. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerleri.....	80
Tablo 55. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerleri.....	81
Tablo 56. Radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.....	82
Tablo 57. Radyal kesitte brinell sertlik direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.....	83
Tablo 58. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları....	84
Tablo 59. Yangın etkisine maruz kalmamış kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerleri.....	85
Tablo 60. Yangın etkisine maruz kalmış kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerleri.....	86
Tablo 61. Teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.....	87

Tablo 62. Teğet kesitte brinell sertlik direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları.....	88
Tablo 63. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları.....	89
Tablo 64. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri	90
Tablo 65. Kızılçam ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri.....	91
Tablo 66. Kızılçam ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları.....	93
Tablo 67. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri....	95
Tablo 68. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri.....	96
Tablo 69. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri.....	97
Tablo 70. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri	98
Tablo 71. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri	99
Tablo 72. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri	100
Tablo 73. Kızılçam odununun Fiziksel ve Mekanik özellikleri.....	103

SEMBOLLER DİZİNİ

a	: Makaslama direnci deneyinde kayma yüzeyi genişliği
a	: Örnek genişliği
b	: Hava boşluğu oranı
b	: Örnek kalınlığı
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetre kare
cm ³	: Santimetre küp
D	: Brinell küresi çapı
d	: Brinell sertlik deneyindeki örnek yüzeyindeki çukur çapı
Dt	: Dinamik kalite değeri
E	: Elastikiyet modülü
f	: Eğilme miktarı
F _{max}	: Maksimum kuvvet
gr	: gram
G	: Güney
h	: Örnek yüksekliği
ha	: hektar
H _B	: Brinell sertlik değeri
İ.Ü.	: İstanbul Üniversitesi
K.T.Ü.	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
K	: Kuzey
km	: Kilometre
kp	: Kilopound
l	: Makaslama direnci deneyinde kayma yüzeyi uzunluğu
LDR	: Lif doygunluk noktasındaki rutubet miktarı
Ls	: Dayanak noktaları arasındaki açıklık
m	: Metre
M ₀	: Tam kuru ağırlık
m ³	: Metre küp

Max.	: Maksimum
Min.	: Minimum
mm	: Milimetre
mm ²	: Milimetre kare
M _r	: % r rutubetteki ağırlık
Müd.	: Müdürlüğü
N	: Örnek sayısı
No	: Numara
OPK	: Odun Polimer Kompozitleri
° C	: Santigrad derece
R	: Değişim aralığı
r	: Rutubet
r ²	: Korelasyon katsayısı
r _{max}	: Odunun içerisine alabileceği maksimum su miktarı
S	: Standart sapma
Sp	: Spesifik kalite değeri
St	: Statik kalite değeri
Şef.	: Şefliği
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
V	: Varyans
V ₀	: Tam kuru hacim
V _ç	: Hücre çeperi oranı
V _d	: Lif doyum noktası üzerindeki hacim
V _r	: % r rutubetteki hacim
W	: Şok direnci deneyinde elde edilen iş miktarı
X	: Aritmetik ortalama
vd.	: Ve diğerleri
y	: Hacim-yoğunluk değeri
α	: Genişleme miktarı
α _l	: Liflere paralel (boyuna) yönde genişleme miktarı
α _r	: Yıllık halkalara radyal yönde genişleme miktarı
α _t	: Yıllık halkalara teğet yönde genişleme miktarı

α_v	: Hacimsel genişleme miktarı
β	: Daralma miktarı
β_l	: Liflere paralel (boyuna) yönde daralma miktarı
β_r	: Yıllık halkalara radyal yönde daralma miktarı
β_t	: Yıllık halkalara teğet yönde daralma miktarı
β_v	: Hacimsel daralma miktarı
δ	: Özgül ağırlık
δ_0	: Tam kuru özgül ağırlık
δ_{12}	: % 12 rutubetteki özgül ağırlık
δ_ζ	: Hücre çeperi özgül ağırlığı
δ_r	: % r rutubetteki özgül ağırlık
μm	: Milimikron
σ_B	: Basınç direnci
$\sigma_{B//}$: Liflere paralel yönde basınç direnci
σ_e	: Eğilme direnci
σ_m	: Makaslama direnci
σ_ζ	: Şok direnci
Π	: Pi sayısı ($\cong 3,14$)

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Orman ekosistemlerinin şekillenmesinde etken olan faktörlerin en önemlilerinden birisi şüphesiz orman yangınlarıdır. Bir taraftan birçok ekosistemin ayrılmaz bir parçası olan yangınlar, diğer taraftan her yıl binlerce hektar verimli orman alanının yanmasına ve ormana bağlı birçok değerden yeterince yararlanılamamasına neden olan çok yıkıcı etkilere sahip afetler olabilirler. Nitekim Akdeniz coğrafyası ve iklim kuşağında yer alması nedeniyle, ülkemiz özellikle yaz aylarında yoğun bir yangın tehdidi altında bulunmakta ve buna bağlı olarak her yıl çıkan orman yangınları sonucu önemli miktarda orman alanı zarar görmektedir. Orman yangınları sadece orman ürünleri üretimini etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda erozyon, kütle kaybı, su kaynaklarının bozulması, hava kirliliği, çölleşme, sel, heyelan, çığ gibi felaketleri de beraberinde getirmektedir [1, 2, 3, 4].

Global orman alanı, dünya nüfusundaki artışla ters orantılı olarak, devamlı bir daralma süreci sergilemiştir. Türkiye'deki orman alanlarının azalması dünyadaki gelişmelere paralellik göstermektedir [2].

Orman yangınları pek çok ekosistemde karşılaşılan bir doğa olayıdır. Gerçekte bu tür olayların şiddeti büyük olur ve insan yaşamı ile mülk ve arazileri tehdit ederse, doğal felaket olarak nitelendirilirler [5].

Orman yangınının genel tanımı “Ormanda yaşama birliğinin üyeleri olan, canlı ve cansız bütün yanabilen varlıkları yakıp yok edebilen ateş” olarak ifade edilmektedir [6].

Havaların ısınmaya başladığı yaz aylarında, ülkemizin hatta dünyamızın geleceğini tehdit eden orman yangınları, dikkatsizlik, kasıt veya bilinmeyen bazı nedenlerden dolayı mevcut ekosistemi ve bu ekosistem içerisinde yaşayan canlı veya cansız varlıkları yok etmektedir. Orman yangınının oluşabilmesi için yangın üçgeni dediğimiz 3 unsura ihtiyaç vardır. Bu unsurlar; sıcaklık, oksijen ve yanıcı maddedir [7].

Orman yangınlarının çıkmasına yol açan birinci faktör, ilk kıvılcımın yol açtığı tutuşma ısıdır. 260- 400 C° arasında tutuşma meydana gelir. Bu tutuşmayı başlatan %95- 99 oranında insan elidir ve insan elini tam anlamıyla bu işten caydırmak maalesef mümkün olamamaktadır. Bu amaçla insanların bilgilendirilip eğitilerek bilinç sahibi olmasına gayret gösterilmektedir [7].

Yangın çıkmasında ikincil faktör olan oksijen; havada ve orman yangını olabilecek ortamlarda %20-21 oranında, her yerde ve bolca bulunan bir elementtir. Yanma ortamında oksijenin %15 oranının altına düşmesi halinde yanma olmaz [7].

Yangına neden olan bir diğer faktör yakıttır (yanıcı maddeler). Yakıt yangına karşı mücadele edenlerin üzerinde en çok durduğu ve önem verdiği faktördür. Orman yangınlarında tutuşma ve alevlenme; yakıtın tipine (İstihsal artığı, ham humus, ölü veya yeşil örtü gibi...), yakıtın devamlılığına, yakıtın ısısına bağlıdır. Yangın üçgenini kırmak için doğru kararlar almak, yakıtın çok iyi bilinmesine bağlıdır. Ormandaki yanıcı maddelerin yangın şeritleri gibi müdahaleler ya da tedbirlerle devamlılığının kırılması yangın üçgenini bu noktada bozar ve yangın orada durmak zorunda kalır [7].

Yangın söndürme çalışmalarında izlenen temel yol bu yangın üçlüsünden herhangi birisinin üçgen dışına çıkarılmasını sağlamaya yöneliktir. Bu amaçla şunlar yapılır;

- 1- Yanıcı madde yangın yerinden uzaklaştırılır veya devamlılığı kırılır,
- 2- Su, toprak ve kimyasal maddeler kullanmak suretiyle oksijen –yangın bağlantısı kesilmeye çalışılır,
- 3- Su, toprak ve kimyasal maddeler kullanmak suretiyle yanıcı maddenin tutuşma sıcaklığına ulaşması önlenir [7].

Kentleşmiş ve yüksek nüfuslu alanlarda, yıldırımlar ve volkanik patlamaların neden olduğu yangınlara doğal yangınlar denir, ancak bunlarla ender olarak karşılaşılır. Yıldırımlar ve yanan sigaralar ile kamp ateşi gibi insanlardan kaynaklanan aktiviteler yangınların başlamasına neden olan en yaygın olaylardır.

Yangınların yayılması aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

- Kuraklık
- Rüzgar hızı
- Topografya [5]

Orman yangınlarının başlıca 4 çıkış sebebi vardır. Bu sebepler; ihmal ve tedbirsizlik (% 47), bilinmeyen sebepler (% 34), kasıt (% 13), yıldırım (% 6) olarak sıralanabilir [6, 8].

Orman yangınları ortaya çıktığı ve çıkarıldığı ortamın özellikleri ile yanan nesnenin niteliğine göre sınıflandırılmaktadır.

-Toprak yangını: Orman ekosistemi bütünlüğünün içindeki turbalık alanlar ile topraktaki humus tabakasının yanması.

-Örtü yangını: Orman ekosistemi bütünlüğü içindeki yerlerde bulunan ve toprağı örten bitki örtüsünün (otsu bitkilerin, çalılıarın; kuru yaprakların, yeni fidelerin, ağaç kesimi artıklarının) yanması.

-Tepe Yangını: Örtü yangını olarak başlayan bir yangının ağaçlar üzerindeki kuru dalların, yaprakların da yanmasıyla giderek ağaçların tepe çatılarını da sarması.

-Gövde Yangını: Orman ekosistemi içindeki kuru ağaç gövdelerinin, genellikle yıldırım düşmesi sonucu yanması. Bu yangın tipleri, birinden diğesine geçişli olarak da gerçekleşebilmektedir [9].

Orman yangınlarının yaşamımızdaki başlıca etkileri; Can kayıpları, hayvanlar ile bitkilerin tahribi, atmosfere büyük ölçüde kül bırakırlar (bunlar bitki büyümesini engelleyebilirler, görüş mesafesini azaltırlar.), Bitkilerin tahribine neden olurlar ve çıplak yamaçlar heyelanlara karşı daha duyarlı bir hale gelir, yerleşim yerlerinin zarar görmesi, yangınların söndürülmesi için ayrıca harcamalara neden olurlar [5].

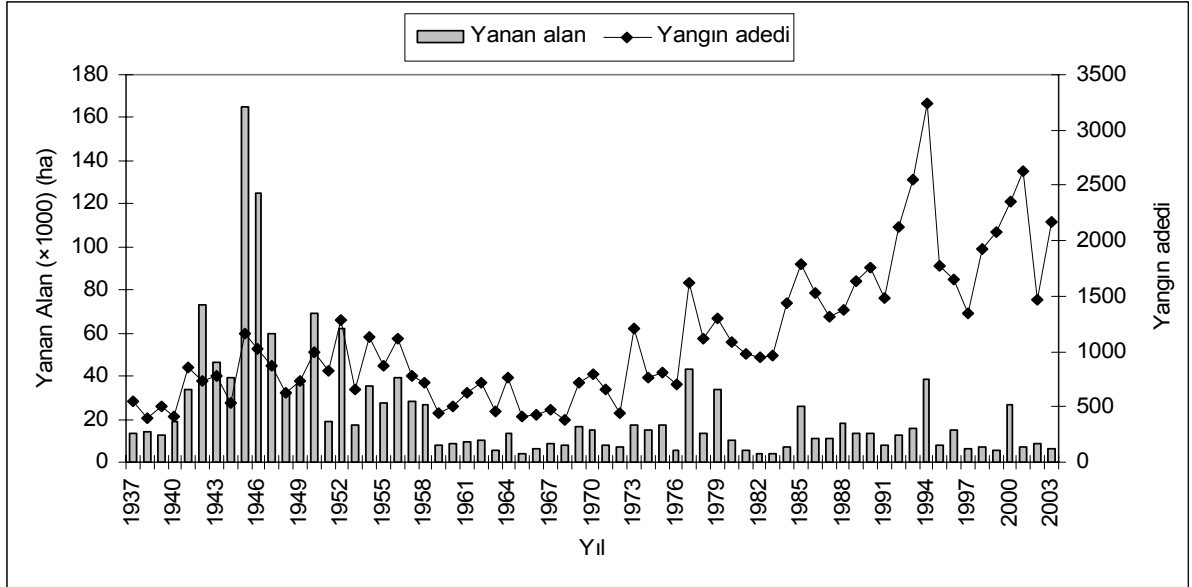
77.7 milyon hektar olan Türkiye topraklarının % 36 ' sını oluşturan 27.7 milyon hektar alanda tarım yapılırken 20.2 milyon hektar (% 26) alan orman, 21.2 milyon hektar çayır ve mera (% 27), 8.6 milyon hektar alan (% 11) ise yerleşim alanı olarak kullanılmaktadır. Ülkemiz ormanlarının % 93.5 i sarp eğimlere sahip V. VI. ve VII. sınıf arazilerde yer almaktadır. Tablo 1 'de Türkiye orman alanlarının bölgelere göre dağılımı görülmektedir [2].

Tablo 1. Türkiye orman alanlarının bölgelere göre dağılımı

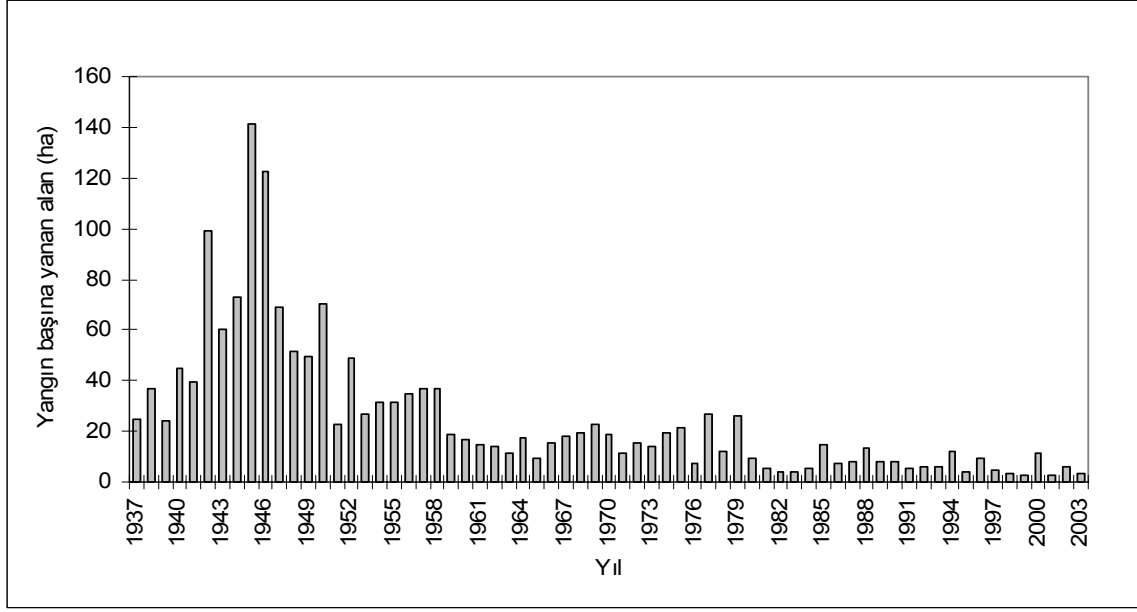
BÖLGELER	ORMAN ALANI (HA)	ORMAN ORANI (%)
Karadeniz	5 029 623	24.90
Akdeniz	4 884 187	24.18
Ege	3 383 380	16.75
Marmara	2 277 429	12.76
Doğu Anadolu	2 187 583	10.83
İç Anadolu	1 523 026	7.54
Güneydoğu Anadolu	614 068	3.04
TOPLAM	20 199 296	100

Ülkemiz ormanlarının büyük bir bölümü üzerinde bulunduğu coğrafya ve sahip olduğu iklim özellikleri sebebi ile yoğun bir yangın tehdidi altında bulunmakta ve her yıl çeşitli sayıda orman yangını sonucu önemli ölçüde orman varlığı zarar görmektedir. Kahramanmaraş' tan başlayıp Akdeniz ve Ege' yi takiben İstanbul'a kadar uzanan 1700 kilometrelik sahil bandınının 160 km derinlikteki bölümü orman yangınları bakımından çok büyük hassasiyet göstermektedir. Ülkemizdeki orman yangınlarının % 90'ı bu bölgede meydana gelmektedir [2].

İlk defa 1937'de kabul edilen orman kanunlarından bu yana 74.294 adet orman yangını çıkmış ve 1.630.046 ha alan yanmıştır [6]. Şekil 1 ve Şekil 2'de 1937-2003 yılları arasında çıkan yangınlar ve yanan alan ile yangın başına düşen alan gösterilmiştir [1].



Şekil 1. 1937- 2003 yılları arasında çıkan yangınlar ve yanan alan



Şekil 2. 1937- 2003 yılları arasında çıkan yangınlarda yangın başına düşen alan.

Ülkemizde geniş bir yayılım alanına sahip olan Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) yangına karşı hassas bir tür olup, yılın büyük bir bölümü yangın tehlikesine maruz kalabilmektedir [4, 10, 11].

Kızılçam ormanlarının yayıldığı bölgelerde yaz aylarında yüksek sıcaklık dereceleri ve nispeten düşük nem miktarları ile karakterize edilen uzunca bir kurak dönem söz konusudur. Bu dönemde gerek diri örtü gerekse ölü örtünün nem içeriği önemli ölçüde azaldığından yangın tehlikesi son derece yükselmektedir. Kızılçamın dökülen iğne yaprakları gevşek ve havalanması iyi bir ölü örtü oluşturur. Bu özellik çimlenme için olduğu kadar yanma için de iyi bir ortam yaratır. Bilindiği gibi yangınlar çoğunlukla ateş almaları kolay bu tür ince yanıcıların ateş alması ile başlar [3, 10].

Kızılçam ağaç ve ormanlarının yangına davet eden özellikleri;

1- Kızılçam ağaçlarının odun, iğne yaprak ve kozalakları, kolaylıkla ateş alabilen reçine bakımından zengindir.

2- Kızılçam iğne yaprakları ince, uzun, bükümlü ve ikilidir. Bu nedenle kuruyup döküldüklerinde orman tabanında gevşek, gözenekli (hava boşluklu) ve görel olarak kalın ve en küçük bir kıvılcımın bile kolaylıkla bir yangına neden olabileceği ideal bir örtü oluştururlar. En küçüğünden en büyüğüne tüm yangınların orman tabanındaki bu tür ince ve kuru yanıcıların tutuşmasıyla başladıkları göz önünde bulundurulmalıdır.

3- Kızılçam orman ekosistemlerinde iğne yaprak dökümü yangın döneminde (Haziran- Ekim) en yüksek noktasına ulaşır. Bu yaprakların bir bölümü yaş ve kuru dalların üzerinde asılı kalarak, orman tabanındaki ateşin ağacın tepe çatısına ulaşmasını sağlayan bir merdiven işlevi görürler.

4- Doğal dal kurumalarının erken yaşlarda başlaması, tohumlarını dökmüş kuru kozalakların tepe çatısı içinde uzun süre asılı kalması ağaç bünyesinde kuru-yaş yanıcı oranının büyümesine ve böylece yangın tehlikesinin artmasına neden olmaktadır.

5- Kızılçam ormanları yangınların sıklıkla çıktığı 0- 800 m rakımlı ve 2-3 ay mutlak yaz kuraklığının etkili olduğu coğrafyalarda yayılım gösterirler.

6- Ülkemizde orman yangınlarının büyük bölümünün Kızılçam ormanlarında çıkıyor olması bu kuramı desteklemektedir [12].

Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*), tepe çatısının yarısından fazlasının yanmasından sonra yaşamını tümüyle yitirebilmektedir. Laboratuvar koşullarında yapılan bir çalışmada Kızılçam kolay yanan bir tür olarak belirlenmiştir [13].

Liodakis ve arkadaşları tarafından çeşitli ağaç türleri üzerinde yapılan bir çalışmada Kızılçamın en yüksek nispi tutuşma sıcaklığı ve en uzun tutuşma zamanına sahip ağaç türü olduğu belirlenmiştir [14].

Bu çalışmada Antalya-Serik'ten alınan Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yangının etkileri araştırılmıştır.

1.2. Kızılçamın Tanıtımı

1.2.1. Kızılçamın Dünyadaki Yayılımı

Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) kuzey yarımkürenin 15- 45. doğu boylamları ile 32- 45. kuzey enlem dereceleri arasında kalan bir bölgesinde doğal olarak yayılmış bulunmaktadır. Bu sınırların en batı ucu Kalabriya Yarımadası, en doğu noktası ise Irak'ın kuzeyindeki Zavita- Atrush bölgesidir. Kuzey Kırım'a kadar çıkabilen bu ağaç türü güneyde Lübnan ve Filistin'e kadar inebilmektedir. En geniş yayılımını Akdeniz Çukuru'nun doğusunda ve özellikle de Anadolu'da gerçekleştirdiğinden Doğu Akdeniz'in bir türü olarak kabul edilmektedir [10].

1.2.2. Kızılçamın Türkiye'deki Yayılışı

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) en geniş yayılışını ülkemizde yapar. Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgesinde geniş kesimlerde yayılmakta, ayrıca, Karadeniz sahilleri boyunca örneğin, Sinop Çamgözü yöresinde küçük adacıklar halinde bulunmaktadır. Yine Karadeniz sahillerinden içeri gidildikçe, özellikle Kızılırmak boylarında, Sinop, Durağan, Boyabat ve Kargı yörelerinde, Isırganlı ormanlarında gözlenmektedir [15].

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), kapladığı 3.729.866 hektarlık alanla ülkemizin en geniş alana yayılmış ağaç türüdür. Orman Bölge Müdürlükleri'ne göre Kızılçam ormanlarının alansal dağılımı Şekil 3'de verilmiştir [10, 16].



Şekil 3. Orman Bölge Müdürlükleri'ne göre Kızılçam ormanlarının alansal dağılımı

Akdeniz Bölgesi

Ülkemiz Kızılçam orman alanlarının yaklaşık olarak yarısı (% 47) Akdeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. 1.469.209 hektarı bulan bu yayılış alanının büyük bir bölümü Toros dağlarının denize bakan yamaçlarında yoğunlaşmıştır. Kısa mesafelerde yüksek rakımlara ulaşan bu dağlar Kızılçamın kıydan uzaklaşmasını engellemektedir. Ancak deniz etkisinin iç kısımlara kadar etkili olabildiği Aksu, Seyhan, Ceyhan vb. akarsu vadilerinde daha içerilere sokulabilmektedir. Siirt çevresinde Eruh- Benetköy mevkiinde, ana yayılış alanından uzakta bozuk ve bodurlaşmış Kızılçam meşçereleri vardır. 42. Doğu boylamına denk gelen bu mevki dışında, Kızılçamın Türkiye'nin güneyindeki en doğu yayılış noktası 39. Doğu boylamı dolayındadır [10].

Akdeniz'e bakan yamaçlarda Kızılçam Akdeniz çalı örtüsünü de içine alan bir kuşak oluşturmakta ve genel sınır bakımından, kıydan başlayarak 1300 m' ye kadar olan

yükseltilerde orman kurabilmektedir. Bu bölgede tek ağaç olarak 1400-1500 m' ye kadar çıkabilmektedir.

Ege Bölgesi

Türkiye toplamının yaklaşık olarak % 40'ı bu bölgede bulunmaktadır. Bu bölgede, 571243 hektarlık alanla Muğla Orman Bölge Müdürlüğü ülkemizde en geniş Kızılçam ormanlarına ait bölgeyi oluşturmaktadır.

Akdeniz Bölgesinin aksine, dağların kıyı şeridinde dik uzanması nedeniyle, Kızılçam oldukça içerilere kadar sokulabilmektedir. Bu bölgede Kızılçamın doğal yayılış alanı kabaca 31. Doğu boylamı olarak kabul edilebilir. İç Batı Anadolu'da Eskişehir'in batısından itibaren görülmeye başlar ve Kırmasti Çayının açtığı vadiler boyunca alçak tepeler üzerinde yaygın olarak bulunur. Bozdağlar'ın kuzeyi boyunca Kızılçam doğuda Uşak ve Denizli'nin doğusuna kadar sokulabilmiştir [10].

Marmara Bölgesi

Kızılçam orman alanlarının yaklaşık % 10'u bu bölgenin sınırları içinde bulunmaktadır. Trakya'da Kuru Dağı'nın Saroz körfezine bakan yamaçları ile Gelibolu Yarımadasının güney yarısında yaygın olarak bulunmaktadır. Gelibolu'da Elikçi Dağının doğu ve güney yamaçlarında yaygın olarak Kızılçam kuzey ve batı yamaçlarda, yerini meşcerelere bırakmıştır. Biga Yarımadasının batı bölümündeki tepelik alanlar parçalar halinde Kızılçam ormanları ile kaplı bulunmaktadır. Ayrıca Boğaziçi ve Marmara Adalarında da Kızılçama rastlanmaktadır [10].

Karadeniz Bölgesi

Bölgenin batı kıyılarında tek ve serpili bir yayılış gösterir. Buralarda kıyı bitki örtüsü içinde bulunabildiği gibi, akarsu vadilerinden yararlanarak, içerilere doğru girebilmektedir. Ayancık'ta, Sinop-Boyabat yolu üzerinde küçük meşcereler halinde, Kızılırmak ve kolları olan Dervez ve Gökırmak vadilerinde küçük orman artıkları ya da tek ağaç olarak görülebilmektedir. Ayrıca Zonguldak ve Yenice'de meşcereler kurmaktadır. Bu bölgede Kızılçamın bulunabildiği en doğu uç denizden 70 km. kadar içeride ve Akdeniz Bölgesi'ndeki gibi, 37. Doğu boylamı üzerine düşmektedir [10].

Dikey Yayılış

Kızılçam, deniz seviyesinden başlayarak, meşcere halinde 1300 m. ve tek ağaç olarak 1500 m. kadar çıkabildiği Akdeniz bölgesinden kuzeye doğru gidildikçe bulunabildiği yükselti düşmektedir [10].

1.2.3. Kızılçamın Botanik Özellikleri

Genel görünümü ile Halep çamına benzeyen, bazı botanikçiler tarafından Halep çamının bir varyetesi olarak kabul edilen Kızılçam, birtakım morfolojik ve anatomik özellikleri ile ondan kesin olarak ayrılır. Sahil kesimlerinde 15-20 m. boyunda ve 60 cm. çapında kalın dallı bir ağaçtır, gövdeleri çoğunlukla düzgün değildir, ancak rakım yükseldikçe, ağaçlarda gövdelerin düzgünleşmeye, boyların artmaya (20-25 m.) başladığı, tepelerin sivrileştiği ve dalların incelendiği görülür [17, 18].

Genç sürgünler tüysüz, kalın ve koyu kırmızı renktedir. Bu tür, ismini taze sürgünlerinin kırmızı renginden almaktadır. Gençlikte sivri yapıdaki tepe ve boz renkli düzgün yüzeyli kabuk, ileri yaşlarda geniş dağınık tepe ile derin çatlaklı esmer kırmızımsı renkli kalın kabuğa dönüşür. Düzgün dallar gövdeden dik bir açıyla çıkarlar ve uçlarında çoğunlukla kısa sürgünler bulunur [18, 19]. İğne yapraklar, 10-18 cm. ve daha yukarı boyutlarda, sert ve koyu yeşil renkli olup, özellikle reçine kanallarının genişliği ve çevre yapısı Halep çamı yapraklarından farklıdır [17,18].

Kozalak 6-11 cm. boyutlarında, parlak açık kahverengi olup, topaç biçimindedir. Çok kısa saplı ya da sapsız kozalak sürgünlere dik oturur veya yan durumlu olarak çoğunlukla 2-6 adeti bir arada çevrel halde bulunur. Apofiz yan pervazlı, göbek büyük ve Halep çamının aksine içe doğru hafif basıktır [19].

Toprak istekleri çok az olan bu sahil ağacımız, kışları ılıman yazları sıcak ve kurak olan yerlerde, toprak bakımından kayalık, kireçli veya kumluk alanlarda yetişebildiği gibi, elverişli yetişme yeri koşullarında çok daha iyi bir gelişme gösterir [18].

1.2.4. Kızılçam Odununun Anatomik Özellikleri

1.2.4.1. Makroskopik Özellikler

Halep Çamına benzer. Kızılçam odununun makroskopik yapısında, diri odun doğal halde kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı kahverengidir. Yıllık halkalar belirgindir. Gövdenin alt kısımları genellikle oluklu yapıdadır. Kabuğu kalın ve derin yarıntılı, kırmızımsı kahverengindedir. Aromatik kokuludur. İlkbahar-yaz odunu geçişi tedrici veya ani olabilir [20, 21, 22].

1.2.4.2. Mikroskopik Özellikler

Enine kesitte, yaz odunu tabakası yıllık halka içersinde çok az bir yer kaplar. Reçine kanalları ilkbahar- yaz odunu geçişinde yer alır. Ayrıca reçine kanalları yıllık halkaların içersinde dağınık vaziyette noktalar halinde görülürler. Boyuna ve horizontal reçine kanalları vardır. Boyuna traheitlerde kenarlı geçitler üniseridir. Enine traheitlerin çeperleri ince ve kısa diş şeklinde kalınlaşmıştır. Radyal kesitte, traheitler arasında bordürlü geçitler yer alır. Bunlar ilkbahar odunu içersinde büyük, Yaz odununda ise küçüktür. Özışını paranzim hücreleri çok miktarda basit geçitler ihtiva ederler. Teğet kesitte özışınları tek sıralıdır. Ancak yatık reçine kanalı ihtiva eden özışınları birkaç sıralıdır. Traheitlerin teğetsel çeperlerinde bordürlü geçitlere rastlanmaz. Karşılaşma yerlerinde 1- 4 adet pinoid tip geçit vardır [20, 21, 22].

1.3. Literatür Özeti

1.3.1. Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Anatomik Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bozkurt vd.[23], tarafından Datça Kızılcımının anatomik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; diri odun genişliğinin ortalama 14.2 cm olduğu ve 47 adet yıllık halka içerdiği, öz odun oranının ortalama % 4.9 olduğu belirtilmektedir. Datça Kızılcımında; ortalama traheit boyunun 3.09 mm, traheit çapının 40 µm, teğet kesitte öz ışınlarının 1- 26 adet hücreden oluştuğu belirlenmiştir.

Öktem vd.[24], yatağan yöresi mevcut çevre kirliliği şartlarında Kızılcım odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada; yıllık halka genişliğini 2.734 mm, yaz odunu katılım oranını % 25 olarak belirlemişlerdir.

Göksel ve Özden [25], tarafından Kızılcımın kağıt endüstrisine uygunluğunu belirlemek için yapılan bir çalışmada; Antalya ilinin 3 farklı bölgesinden alınan örneklerin ortalama hacim yoğunluk değerinin 0.45 gr/cm³, ortalama lif boyunun 2.9 mm, ortalama lif çapının 33.03 µm, lümen çapının 15.08 µm, çeper kalınlığının 9.95 µm olduğu belirlenmiştir.

Ay [26], Alanya yöresi Kızılcımlarının iç morfolojik özelliklerini incelediği çalışmada; ilkbahar odunu traheit çaplarının; teğet kesitte 37.5 mikron, radyal kesitte 25.53 mikron, 1 mm²'deki traheit sayısının ilkbahar odununda 273 adet, yaz odununda 482 adet,

traheit uzunluğunun; ilkbahar odununda 3.23 mm, yaz odununda 3.8 mm, traheit genişliğinin; ilkbahar odununda 45.16 mikron, yaz odununda 40.05 mikron, çeper kalınlığının; ilkbahar odununda 4.70 mikron, yaz odununda 7.52 mikron, lümen genişliğinin 35.56 mikron olduğunu belirlemiştir.

Tank vd.[27], Radiata çamı, Sahil çamı ve Kızılçamın lif ve kâğıt teknolojisine uygunluğunu inceledikleri araştırmada; lif uzunluğunun Radiata çamında 2,02 mm, Sahil çamında 3,97 mm ve Kızılçamda 3,20 mm; lif genişliğinin Radiata çamında 16,28 μ , Sahil çamında 23,50 μ ve Kızılçamda 25,05 μ ; lümen genişliğinin Radiata çamında 10,15 μ , Sahil çamında 15,70 μ ve Kızılçamda 15,49 μ ; lif çeper kalınlığının Radiata çamında 3,06 μ , Sahil çamında 3,90 μ ve Kızılçamda 4,78 μ olduğunu ve lif boyutları bakımından en iyi ölçülere Sahil çamının sahip olduğunu, bunu Kızılçamın izlediğini, Radiata çamının ise gerek lif uzunluğu gerekse lif genişliği ve çeper kalınlığı yönünden çok düşük değerlere sahip olduğunu belirtmektedir.

1.3.2. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Bozkurt vd.[23], Datça Kızılçamının fiziksel ve mekanik özelliklerini inceledikleri araştırmada; hava kurusu özgül ağırlığın 0.56 gr/cm³, tam kuru özgül ağırlığın 0.50 gr/cm³, hacim ağırlık değerinin 0.44 gr/cm³, radyal daralmanın %3.9, teğet daralmanın %7.1, elastikiyet modülünün 87320 kp/cm², eğilme direncinin 601.3 kp/cm², basınç direncinin 449.2 kp/cm², çekme direncinin 32.3 kp/cm², dinamik eğilme direncinin 0.56 kpm/cm², enine kesitte sertliğin 4.73 kp/mm², radyal kesitte 3.00 kp/mm², teğet kesitte 3.40 kp/mm² olduğunu belirtmektedir.

Öktem vd.[24], Yatağan yöresi mevcut çevre kirliliği şartlarında Kızılçam odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada; tam kuru özgül ağırlık 0.50 gr/cm³, hava kurusu özgül ağırlık 0.54 gr/cm³, hacim yoğunluk değeri 0.44 gr/cm³, hacimsel daralma miktarı %10.2, hacimsel şişme %12.6, liflere paralel basınç direnci 398.3 kp/cm², liflere paralel çekme direnci 467 kp/cm², liflere paralel yönde makaslama direnci 73 kp/cm², liflere dik Janka sertlik değeri 253 kp/cm², liflere paralel Janka sertlik değeri 367 kp/cm², statik kalite değerinin 7.43 olduğunu bulmuşlardır.

Yıldız [28], Kızılçam odunundan hazırlanan polimer kompozitlerinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Stiren ve Metil metakrilat monomerleri kullanılarak Kızılçam'dan odun-polimer kompozitleri (OPK) üretilmiştir. OPK'nın yaklaşık olarak

özgül ağırlığı 1.05 gr/cm^3 , basınç direnci 80 kp/cm^2 (%6 rutubet), teğetsel genişleme miktarı %8 olarak belirlenmiştir.

Ay [29], Kızılçam odununda şok direnci değerinin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmada; Alanya Yöresinden alınan örneklerin şok direnci değerinin 0.47 kgm/cm^2 , Maraş Yöresinden alınan örneklerin şok direnci değerinin 0.44 kgm/cm^2 olduğunu belirtmektedir.

Ay [30], Kızılçam odununda basınç direnci değerinin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışmada; Alanya Yöresinden alınan örneklerin basınç direncinin 522.4 kp/cm^2 , Maraş Yöresinden alınan örneklerin basınç direncinin 454.3 kp/cm^2 olduğunu bulmuştur. Maraş Bölgesinden alınan örneklerin statik kalite değeri 11.13 km , spesifik kalite değeri 28.4 km , Alanya'dan alınan örneklerde ise spesifik kalite değeri 22.7 olarak bulunmuştur.

Göker vd.[31], lif kıvrıklığının Kızılçam odununun bazı fiziksel özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; lif sapmasına bağlı olarak yoğunlukta genel bir artış, hacim ağırlık değerinde ise %15 lif sapma sınıfından sonra bir artış tespit edilmiştir. Lif sapmasına bağlı olarak radyal yönde daralma değerleri arasında farklılık bulunmuştur. Teğet daralmada % 20 boyuna daralmada %15 lif kıvrıklığına kadar bir farklılık bulunmamıştır. %20 lif sapmasından sonra LDN düşük olarak gerçekleşmiştir. Max. Odun rutubeti %15 lif sapmasından sonra düşme göstermektedir.

Bektaş ve Tutuş [32] tarafından yapılan bir çalışmada; Yarılma direnci üzerine mevki, iklim, bakı, yükselti ve toprak gibi yetiştirme ortamı faktörlerinin etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda Kızılçamda ortalama yarılma direnci 5.4 kg/cm^2 , tam kuru özgül ağırlık 0.511 gr/cm^3 ve yaz odunu katılım oranı %23.09 olarak bulunmuştur.

Göker vd.[33], lif kıvrıklığının Kızılçam odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; %15 lif kıvrıklık derecesine kadar eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde fark olmadığını ve sertlik değerinin spiral liflilikten etkilendiğini belirlemiştir.

Bektaş vd.[34], Kızılçam yetiştirme yerinin mekanik özellikler üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; liflere paralel basınç direnci değerlerinin ve eğilme direnci değerlerinin yetiştirme yerlerine göre değiştiği belirlenmiştir. Fakat eğilme direnci arasındaki fark yalnızca iki bölgede görülmüştür.

Bir başka çalışmada; Türkiye'nin 3 farklı bölgesinden (Suçatı, Kemalpaşa, Edremit) alınan Kızılçam örnekleri üzerinde yapılan özgül ağırlık, daralma ve genişleme yüzdeleri,

LDN ve max. su alma miktarı deneyleri sonucu bu özelliklerin toprak yapısı, iklim koşulları gibi pek çok faktörden etkilendiği belirlenmiştir[35].

Baysal vd.[36], bitkisel sepi maddeleri ve borlu bileşikler ile muamele edilen Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) odununun yanma özelliklerini inceledikleri araştırmada, yanma sonucu en düşük kütle kaybı, borik asit ve boraks karışımı ile muamele edilen örneklerde oluşmuştur (%63.4). Bitkisel sepi maddeleriyle muamele edilen örneklerde ağırlık kaybı oranları, muamelesiz kontrol örneklerine oranla daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Bitkisel sepi maddeleri genellikle yanma ile ilgili tüm parametreleri olumsuz yönde etkilemişlerdir. Bununla birlikte borlu bileşiklerin, bireysel olarak kullanımlarında ve bitkisel sepi maddeleri üzerine ikincil olarak uygulanmaları durumunda yanma ile ilgili tüm parametreleri olumlu yönde iyileştirdiği belirlenmiştir.

Yalınkılıç vd.[37], yaptıkları çalışmada, seçilen borlu bileşiklerin odun yanabilirliği üzerine su iticilerin olumsuz etkilerini azaltıcı etki yaptığını belirlemiştir.

Lioudakis vd.[14], çeşitli odun türlerinin bağıl yonga tutuşma sıcaklıkları ve ısı içeriklerinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışmada Kızılçamın en yüksek nispi tutuşma sıcaklığı ve en geç tutuşma zamanına sahip olduğunu belirlemiştir.

Ağacın yangına direnci kabuk kalınlığına bağlıdır. Böylece kalın kabuklu ağaçlar şiddetli yangınlarda zarar görmeden yaşamlarını sürdürebilirler. Kabuk özgül ağırlığı ile ısı iletkenliği arasında pozitif bir ilişki vardır[38,39,40].

Saçaklı köklere sahip ağaçlar tabanlarında, saçaksız köklere sahip ağaçlardan daha derin yaprak birikintisine sahiptirler ve daha fazla yanma yüksekliğine sahiptirler[41].

Orman yangınları sırasında ağaçların hayatta kalması, kabuk kalınlığı, rutubet içeriği, kimyasal bileşenler, özgül ağırlık ve tip, kök derinliği, yaş, tür, yangın şiddeti, süre ve tepe ya da yüzeysel yangın tipi olup olmadığı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Yüksek şiddetli yangınlar nedeniyle tepe yanmasında yüksek bir ölümlülük oranı mevcuttur. Yangın sonrasında ağaçlar mantar ya da böcek saldırılarıyla yaralanma, gövdede yaralar ve odun değerinin azalması gibi zararlar gösterir ya da ölebilir. Bundan başka özel durumdaki ağaçlar, yangınla küllere dönüşebilir ve odunun toplam kütlelerinde bir kayıpla sonuçlanır[42].

Bortoletto ve Moreschi [42], bir orman yangını sonrasında olgun *Pinus taeda* (*Kuzey Carolina Çamı*) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine yangının etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; Yanma derecelerini artan yangın şiddetine göre 4'e ayırmışlardır. Bunlar;

- Yanma derecesi I- Öldürücü tepe yanığı hariç yüzeysel yanma
- Yanma derecesi II- Kısmi öldürücü tepe yanığı ile yüzeysel yanma
- Yanma derecesi III- Alevler tarafında tepenin kısmi yok edilmesi
- Yanma derecesi IV- Alevler tarafından tepenin tamamının yok edilmesi.

Aynı çalışmada, yangın etkisine maruz kalmış örnekler ile maruz kalmamış örnekler arasında fiziksel özellikler bakımından istatistiksel anlamda fark bulunmadığını tespit etmişlerdir. Mekanik özelliklerde ise, düşük yanma derecelerinde fark bulunamamıştır. Ancak yanmanın dördüncü derecesinde eğilme direnci, paralel basınç direnci ve sertlik değerlerinde önemli bir azalma görülmüştür[42].

Erten ve Sözen [11], orman yangınlarının Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) odunun fiziksel, mekanik özellikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmada, yoğunluk makaslama direnci, basınç direnci değerleri arasında farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Radyal ve teğet yöndeki çekme direnci değerleri farklılık göstermekle birlikte hacimsel çekme direnci değerleri birbirine çok yakın olduğunu belirlemişlerdir.

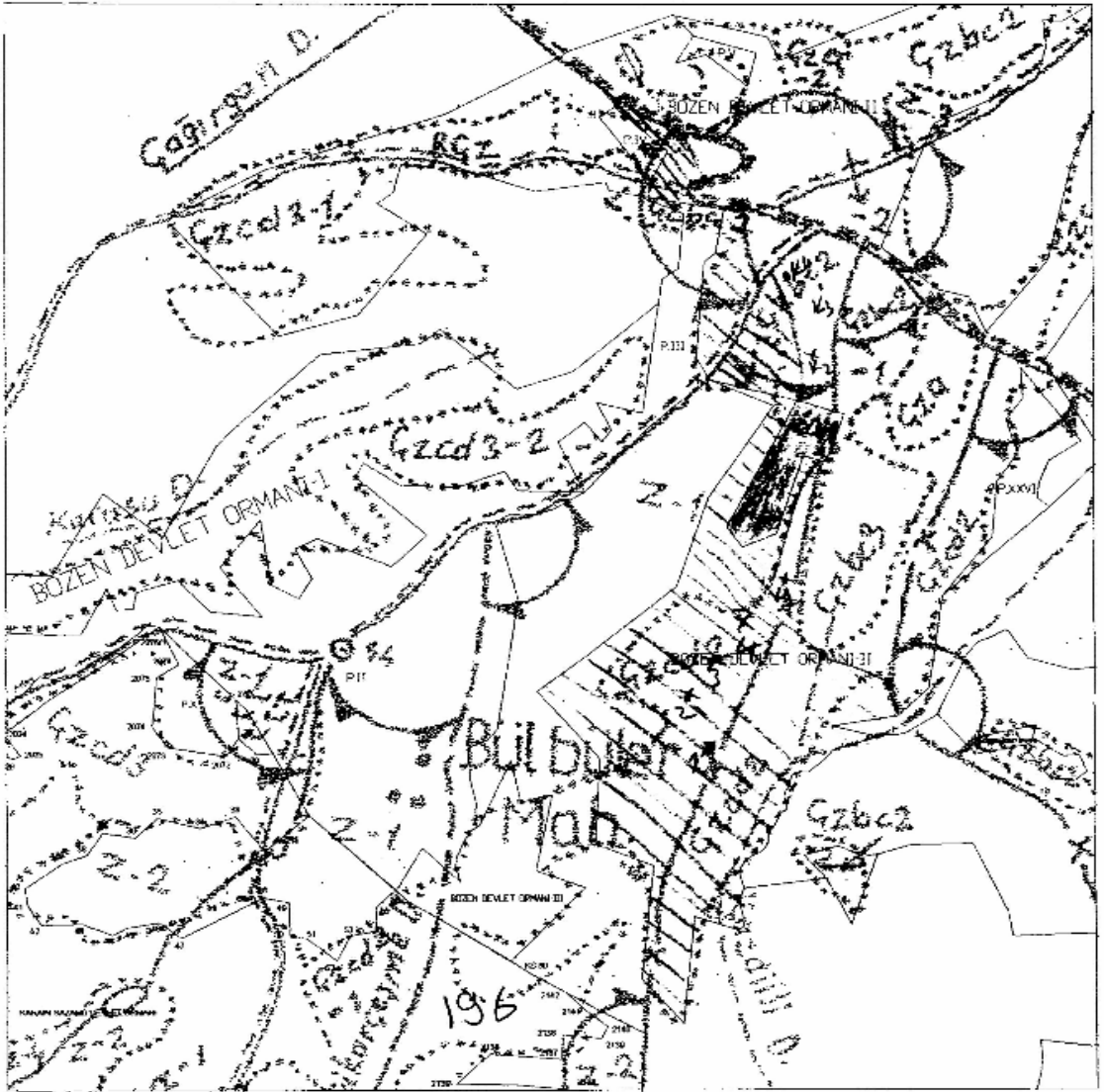
1.4. Kızılçam Odununun Kullanım Alanları

Kalın dallı odunu değerli olmamakla birlikte, travers olarak dış ülkelere satıldığı gibi, yerel ihtiyaçlarda, özellikle ambalaj için çok kullanılmaktadır. tel direği, maden direği, yapı malzemesi, yat ve tekne yapımı, çit direği, alet ve sandıklarında, kağıt ve selüloz sanayinde kullanım alanı bulunmaktadır. Reçine üretimi bakımından önemli bir türdür. Kurak ve verimsiz alanların ağaçlandırılmalarında çok kullanılan bir çam türüdür[17].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Örnek Ağaçların Alındığı Araştırma Alanının Tanıtımı

Araştırma alanı olarak Antalya-Serik-Gebiz Yöresi seçilmiştir. Araştırma alanı olarak seçilen bölge Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Araştırma alanı

2.2. Deneme Alanının Tanıtımı

Araştırmada kullanılan ağaçlar, düzgün gövde yapısına sahip ağaçlardan TS 4176'ya uygun olarak seçilmiştir. Antalya-Serik-Gebiz yöresinden alınan 4 adet yangın etkisine maruz kalmış ve 4 adet yangın etkisine maruz kalmamış olmak üzere toplam 8 adet ağaç üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir. Yangınlı örnekler orta şiddette örtü yangınına maruz kalmış bölmelerden alınmıştır. Tablo 2'de örnek ağaçlarının ve alındıkları yörenin özellikleri belirtilmiştir.

Tablo 2. Örnek ağaçlarının ve alındıkları yörenin özellikleri

Bölge Müd.	İşletme Müd.	İşletme Şef.	Ağaç No	Ağaç Cinsi ve Yaşı	Ağaç Çapı (cm)	Bölme No	Rakım (m)	Bakı
Antalya	Serik	Gebiz	K1	Kızılçam 19	26	196	100	K.doğu
Antalya	Serik	Gebiz	K2	Kızılçam 37	30	196	100	K.doğu
Antalya	Serik	Gebiz	K3	Kızılçam 27	30	196	100	K.doğu
Antalya	Serik	Gebiz	K4	Kızılçam 39	25	196	100	K.doğu
Antalya	Serik	Gebiz	Y1	Kızılçam 36	30	196	100	K.batı
Antalya	Serik	Gebiz	Y2	Kızılçam 40	30	196	100	K.batı
Antalya	Serik	Gebiz	Y3	Kızılçam 24	30	196	100	G.batı
Antalya	Serik	Gebiz	Y4	Kızılçam 26	29	196	100	G.batı

2.3. Örnek Ağaçlarının Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması

Deneme ağaçlarının seçiminde TS 4176 esaslarına göre hareket edilmiştir [43]. Deneme ağaçlarının seçimi sırasında, ağaçlarda yapı bakımından ekstrem özellikler bulunmamasına dikkat edilmiştir. Fazla dallı ve budaklı, anormal tepe çatılı, çürük veya böcek zararına uğramış fertler ile anormal gelişme göstermiş ağaçların alınmamasına dikkat edilmiştir. Belirlenen ağaçların göğüs çapları ölçülerek ortalama göğüs çapı bulunmuş ve bu çapa en yakın 4'er adet ağaç olmak üzere, toplam 8 adet ağaç deneme

ağacı olarak seçilmiştir. Ağaçlar üzerine numaraları yazılmış ve kuzey yönleri işaretlenmiştir.

Her deneme ağacından 0.30 m'den başlayarak her 2 m'de bir olmak üzere 15 cm boyunda tekerlek şeklinde gövde kısımları ve her ağacın 2–4 m arasındaki bölümünden 2 m'lik gövde kısımları çıkarılarak her parça enine kesiti üzerine kuzey yönü işaretlenmiş ve alınış sırasına göre numaralanmıştır.

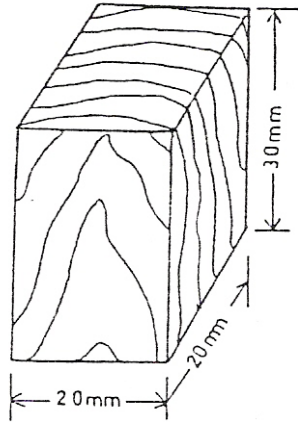
15 cm'lik gövde kısımlarından özgül ağırlık ve hacim-yoğunluk deneyleri için kuzey-güney ve doğu-batı yönünde 2 cm genişliğinde şeritler çıkarılmış ve 20×20×30 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır.

Ağaçlardan alınan 2 m'lik gövde kısımları, fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için kullanılmış, kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 6 cm genişlikte parçalar kesilerek basınç, eğilme, şok, makaslama dirençleri, sertlik ve çalışma deney örnekleri hazırlanmıştır. Elde edilen bütün örnekler %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklıkta bekletilerek hava kurusu hale getirilmiştir.

2.4. Fiziksel Özellikler

2.4.1. Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık tayini için TS 2471, TS 2472 ve TS 53 esaslarına uyulmuştur [44,45,46]. 15 cm.lik tekerleklerin kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 20 mm genişlikte parçalar çıkarıldıktan sonra, parçalar 30 mm. aralıklarla kesilmiş ve 20×20×30 mm boyutlarında özgül ağırlık deney örnekleri hazırlanmıştır (Şekil 5). Her örnek numaralandırılmıştır [47].



Şekil 5. Özgül ağırlık deney örneği

2.4.1.1. Hava Kuru Hava Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık örnekleri, iklimlendirme odasında $20 \pm 2^\circ \text{C}$ sıcaklık ve 65 ± 5 bağıl nem şartlarında bekletilerek rutubetlerinin yaklaşık %12 olması sağlanmıştır[47].

Örnek boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır[47].

Örneklerin ağırlıkları ± 0.001 gr duyarlıklı terazide belirlenmiş ve 1 nolu eşitlikten %r rutubetindeki özgül ağırlıkları hesaplanmıştır[47].

$$\delta_r = \frac{M_r}{V_r} \quad (1)$$

Eşitlikte;

δ_r : % r rutubetteki özgül ağırlık gr/cm^3

M_r : % r rutubetteki ağırlık gr

V_r : % r rutubetteki hacim cm^3

Örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları (M_0) tartıldıktan sonra, aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [47].

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte;

r	: Rutubet miktarı	%
M_r	: % r rutubetteki ağırlık	gr
M_0	: Tam kuru ağırlık	gr

Hesaplanan rutubet miktarları %9-15 arasında değerler aldığından farklı rutubet miktarlarındaki özgül ağırlık değerlerinin, %12 rutubetteki özgül ağırlık değerlerine dönüştürülmesi için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [47].

$$\delta_{12} = \delta_r \times \left(1 - \frac{(1 - 0.85\delta_r) \times (r - 12)}{100} \right) \quad (3)$$

Eşitlikte;

δ_{12}	: % 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³
δ_r	: % r rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³
r	: Örnek rutubeti	%

2.4.1.2. Tam Kuru Özgül Ağırlık

Tam kuru özgül ağırlık değerinin belirlenmesi için hava kurusu özgül ağırlık örneklerinden yararlanılmıştır. Örnekler tam kuru hale gelinceye kadar kurutma fırınında 103±2°C'de değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Daha sonra örneklerin ağırlıkları ±0.001 gr, boyutları ±0.01 mm duyarlıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla tam kuru rutubetteki (%0) ağırlıkları hesaplanmıştır [47].

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (4)$$

Eşitlikte;

δ_0	: Tam kuru özgül ağırlık	gr/cm ³
M_0	: Tam kuru ağırlık	gr
V_0	: Tam kuru hacim	cm ³

2.4.2. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları

Tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanarak tam kuru odun hacmi içerisindeki hücre çeperi maddesi ve hava boşluğu hacmi oranları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır [47].

$$V_{\text{ç}} = \frac{\delta_0}{\delta_{\text{ç}}} \times 100 \quad (5)$$

Eşitlikte;

$V_{\text{ç}}$: Hücre çeperi oranı %

δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık gr/cm³

$\delta_{\text{ç}}$: Hücre çeperi özgül ağırlığı gr/cm³

(Hesaplama hücre çeperi özgül ağırlığı 1.5 gr/cm³ olarak kabul edilmiştir.)

Tam kuru haldeki odunun hava boşluğu oranı (b) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [47].

$$b = \left(1 - \frac{\delta_0}{1.5} \right) \times 100 \quad (6)$$

Eşitlikte;

b : Hava boşluğu oranı %

δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık gr/cm³

2.4.3. Hacim-Yoğunluk Değeri

Hacim-yoğunluk değerinin belirlenmesinde özgül ağırlık tayininde kullanılan örneklerden yararlanılmıştır. Deneysel TS 2472 esaslarına göre yürütülmüştür [45].

Örnekler kurutma fırınında 103±2°C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş ve desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru ağırlıkları ±0.001 gr duyarlılıkta tartılmıştır. Örneklerin yaş haldeki hacimlerini belirlemek için, örnekler ortalama LDR olarak kabul edilen %30 rutubet değerini aşmaya kadar su içerisinde bekletilmiştir. Daha

sonra örneklerin 3 farklı yöndeki (boyuna, radyal, teğet) tam doygun haldeki boyutları mikrometre yardımıyla ± 0.01 mm duyarlıkta belirlenerek hacimleri hesaplanmış ve aşağıdaki eşitlikten hacim-yoğunluk değerleri belirlenmiştir [47].

$$y = \frac{M_0}{V_d} \quad (7)$$

Eşitlikte;

y : Hacim-yoğunluk değeri gr/cm^3

M_0 : Tam kuru ağırlık gr

V_d : Lif doygunluk noktası üzerindeki hacim cm^3

2.4.4. Odun-Su İlişkileri

Bu deney için *Pinus brutia* odununun 1 metrelik gövde kısımlarından hazırlanan çalışma örnekleri kullanılmıştır.

Teğet ve radyal yöndeki çalışma miktarlarını belirlemek için $30 \times 30 \times 15$ mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 6).

Liflere paralel yöndeki çalışma miktarını belirlemek için $30 \times 30 \times 100$ mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 7).

Deneyler TS 4083, TS 4084, TS 4085 ve TS 4086 esaslarına göre yürütülmüştür [48,49,50,51].

Daralma miktarlarını hesaplamak için hava kuru hale getirilen örnekler içerisinde su bulunan bir kaba konularak bir hafta bekletilip sudan çıkarılmış ve fazla suları alındıktan sonra boyutları mikrometre ile ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daha sonra örneklerin hızla su kaybederek çatlamasını önlemek için deney örnekleri bir süre (yaklaşık hava kuru hale gelinceye kadar) laboratuvar koşullarında bekletildikten sonra kurutma fırınına yerleştirilmiştir. Kurutma fırınında $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta tam kuru hale getirilen örnekler, desikatörde soğutulduktan sonra boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Daralma yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [47,52].

$$\beta = [\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}] / [\text{Doygun ölçü}] \times 100 \quad (8)$$

$$\beta = \text{Daralma miktarı (\%)}$$

Boyuna, teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdeleri (β_l , β_t , β_r) için ayrı ayrı değerler hesaplanmış, hacimsel daralma miktarları (β_v) ise teğet ve radyal yöndeki daralma yüzdelerinin toplamından elde edilmiştir. Boyuna yöndeki daralma yüzdesi hesaplamalara dahil edilmemiştir [47,52].

$$\beta_v = \beta_t + \beta_r \quad (9)$$

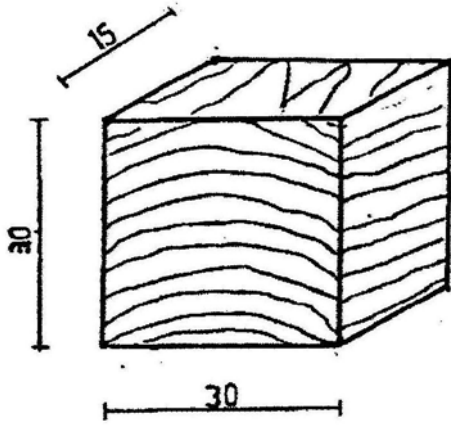
Genişleme yüzdelerinin belirlenmesi için örnekler önce kurutma fırınında tam kuru hale getirilmiş, daha sonra su içerisinde tam doygun hale getirilerek her iki durumdaki boyutları ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Genişleme yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır [47,52].

$$\alpha = [\text{Doygun ölçü} - \text{Tam kuru ölçü}] / [\text{Tam kuru ölçü}] \times 100 \quad (10)$$

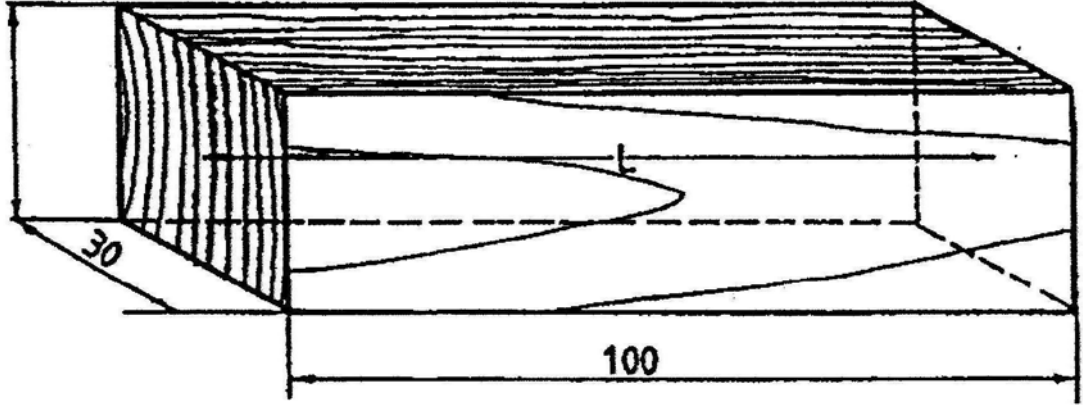
$$\alpha = \text{Genişleme miktarı (\%)}$$

Hacimsel genişleme miktarı (α_v), teğet ve radyal yöndeki genişleme yüzdelerinin (α_t, α_r) toplamından elde edilmiş, boyuna genişleme yüzdesi (α_l) hesaplamalara dahil edilmemiştir.

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r \quad (11)$$



Şekil 6. Radyal ve teğet yönde çalışma deney örneği (boyutlar mm)



Şekil 7. Liflere paralel yönde (boyuna) çalışma deney örneği (boyutlar mm)

2.4.4.1. Pinus brutia Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Boyutsal değişimi önlemek ve mantarlara karşı dayanımı artırmak için odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarının (r_{max}) bilinmesi gerekmektedir. Bunun için r_{max} 'ın hesabında aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır [47,52].

$$r_{max} = \frac{\delta_{\phi} - y}{\delta_{\phi} \times y} \times 100 \quad (12)$$

$$r_{max} = LDR + \frac{\delta_{\phi} - \delta_0}{\delta_{\phi} \times \delta_0} \times 100 \quad (13)$$

Eşitlikte;

r_{max} : Odunun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı	%
δ_c : Hücre çeperi tam kuru özgül ağırlığı	gr/cm ³
y: Hacim-yoğunluk değeri	gr/cm ³
LDR : Lif doygunluğu rutubeti	%
δ_0 : Tam kuru özgül ağırlık	gr/cm ³

2.4.4.2. Lif Doygunluk Noktası Rutubeti

Lif doygunluğu noktasındaki rutubet derecesi, hacimsel daralma yüzdesi ve hacim-yoğunluk değerlerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [47].

$$LDR = \frac{\beta_v}{y} \quad (14)$$

Eşitlikte;

LDR : Lif doygunluk rutubeti	%
β_v : Hacimsel daralma yüzdesi	%
y: Hacim-yoğunluk değeri	gr/cm ³

2.5. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Deneylerde 1–10 ton kapasiteli üniversal deney makinesi kullanılmıştır. Mekanik özellikler olarak basınç, eğilme, dinamik eğilme(şok) ve makaslama dirençleri, eğilmede elastikiyet modülü ile Brinell sertlik değerleri belirlenmiştir [52,53].

2.5.1. Liflere Paralel Basınç Direnci ve Kalite Değerleri

TS 2595'e göre 20×20×30 mm boyutlarında hazırlanan örnekler ağaçların 3-4 m'leri arasından alınan 1 m'lik kısımlardan hazırlanmıştır (Şekil 8) [54]. Örnekler kusurlu kısımlardan kaçınılarak kesilmiş, iklimlendirilen örneklerin enine kesit boyutları ve lif yönündeki uzunlukları ± 0.01 mm, ağırlıkları ise ± 0.001 gr duyarlıkta ölçülmüştür. Deney üniversal deney makinesinde yapılmıştır. Deney hızı, örnekler makinede 1.5-2 dakikada

kırılacak şekilde ayarlanmış olup, kırılma anındaki kuvvet (F_{\max}) ölçülmüştür. Liflere paralel basınç direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [55].

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{axb} \quad (15)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci kp/cm²

F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet kp

a, b : Örnek enine kesit boyutları cm

Deneylemlerden sonra örnek rutubetleri belirlenerek rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin basınç direnci değerleri aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak %12 rutubetteki liflere paralel basınç direnci değerlerine dönüştürülmüştür [55].

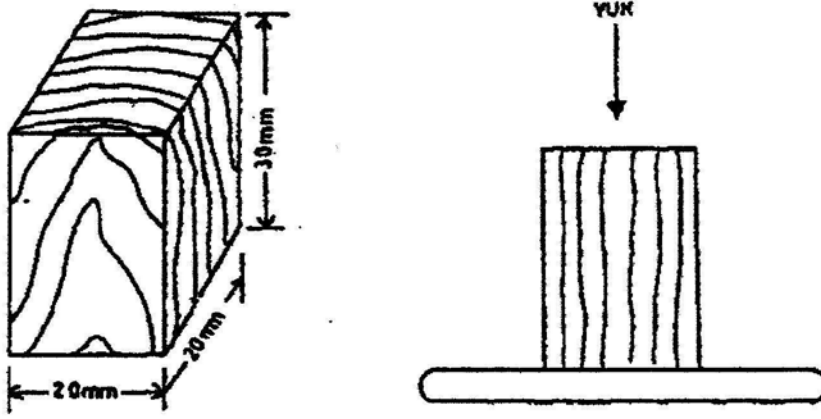
$$\sigma_{B//(12)} = \sigma_{Br//} [1 + 0.05(r-12)] \quad (16)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{B//(12)}$: % 12 rutubetteki basınç direnci kp/cm²

$\sigma_{Br//}$: % r rutubetteki basınç direnci kp/cm²

r : Deney anındaki örnek rutubeti %



Şekil 8. Liflere paralel basınç direnci deneyi örnek boyutları

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye dayanarak Pinus brutia odunun basınca göre kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [56].

$$St = \frac{\sigma_{B//(12)}}{100 \times \delta_{12}} \quad (17)$$

Eşitlikte;

St :	Statik kalite değeri	km
$\sigma_{B//(12)}$:	% 12 rutubetteki basınç direnci	kp/cm ²
δ_{12} :	% 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³

Liflere paralel basınç direnci ile özgül arasındaki ilişkiye dayanarak Pinus brutia odunun spesifik kalite değerinin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır [56].

$$Sp = \frac{\sigma_{B//(12)}}{100 \times (\delta_{12})^2} \quad (17)$$

Eşitlikte;

Sp :	Spesifik kalite değeri	
$\sigma_{B//(12)}$:	% 12 rutubetteki basınç direnci	kp/cm ²
δ_{12} :	% 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³

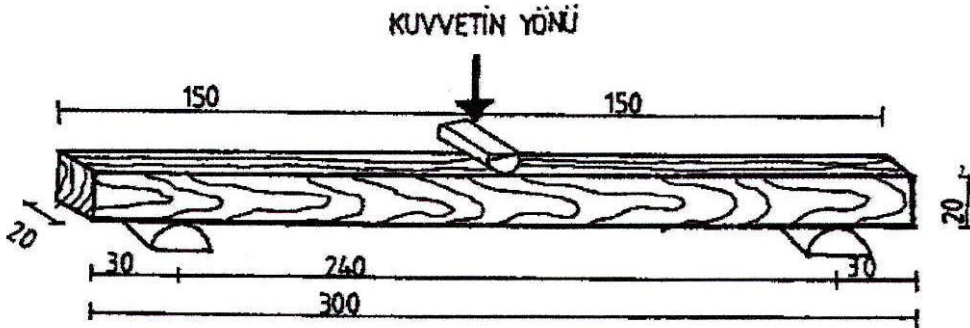
2.5.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilme direnci deneyleri TS 2474 esaslarına uygun olarak yürütülmüştür [57]. Örnekler ağacın 3–4 m'lik kısımlarından alınan 1 m'lik gövde kısımlarından 20×20×300 mm boyutlarında hazırlanmıştır (Şekil 9). İklimlendirme işlemleri yapılarak yaklaşık %12 rutubete getirilen örneklerin radyal yönü en, teğet yönü de kalınlık alınmak sureti ile boyutları ±0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür. Örnekler, makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık kalınlığının 12 katı olacak şekilde yerleştirilmiş, yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmında uygulanmıştır. Deney hızı, makinede yükleme başladıktan sonra örnek 1.5±0.5 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup kırılma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) ±1 kp duyarlıkta ölçülerek eğilme direnci aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır [52,55].

$$\sigma_e = \frac{3xFxLs}{2xaxb^2} \quad (19)$$

Eşitlikte;

σ_e : Eğilme direnci	kp/cm ²
F : Kırılma anındaki kuvvet	kp
Ls : Dayanak noktaları arasındaki açıklık	cm
a : Örnek genişliği	cm
b : Örnek kalınlığı	cm



Şekil 9. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları (boyutlar mm)

Deneylelerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı kırılma bölgesine yakın kısımlardan alınan 20×20×30 mm boyutlarında örnekler yardımıyla belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı örneklerin eğilme dirençleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla %12 rutubetteki eğilme direnci değerlerine dönüştürülmüştür [52,55].

$$\sigma_{e(12)} = \sigma_{e(r)} \times [1 + 0.04(r-12)] \quad (20)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{e(12)}$: % 12 rutubetteki eğilme direnci	kp/cm ²
$\sigma_{e(r)}$: % r rutubetteki eğilme direnci	kp/cm ²
r : Deney anındaki örnek rutubeti	%

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde eğilme direnci deney örneklerinden yararlanılmış ve deneyler TS 2478 esaslarına göre yürütülmüştür [58].

Elastikiyet modülünün belirlenmesi için eğilme direnci deneyleri yapılırken uygulanan her 10 kp kuvvete karşılık gelen eğilme miktarı, makine üzerine yerleştirilmiş bir komparatör yardımıyla ±0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Ölçülen kuvvet ve eğilme miktarlarından yararlanılarak 21 nolu eşitlik yardımıyla elastikiyet modülü hesaplanmıştır[59].

$$E = \frac{F \times Ls^3}{4 \times f \times b \times h^3} \quad (21)$$

Eşitlikte;

E : Elastikiyet modülü	kp/cm ²
F : Elastik bölgedeki kuvvet	kp
Ls : Dayanak noktaları arasındaki açıklık	cm
b : Örnek genişliği	cm
h : Örnek yüksekliği	cm
f : Eğilme miktarı	cm

Rutubetleri % 12'den farklı deney örneklerinin elastikiyet modülü, her örneğin rutubeti ayrı ayrı belirlenerek aşağıdaki eşitlikten %12 rutubetteki elastikiyet modülüne dönüştürülmüştür [58].

$$E_{(12)} = E_{(r)}[1+0.02(r-12)] \quad (22)$$

Eşitlikte;

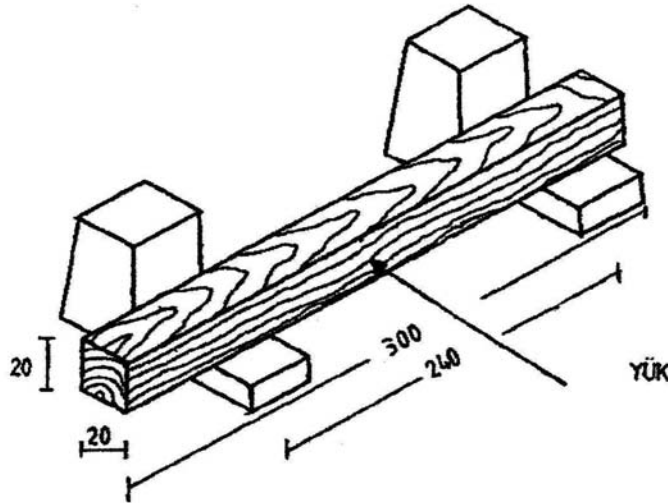
$E_{(12)}$: % 12 rutubetteki elastikiyet modülü kp/cm²

$E_{(r)}$: % r rutubetteki elastikiyet modülü kp/cm²

r : Deney anındaki örnek rutubeti %

2.5.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci ve Dinamik Kalite Değeri

Deneyler TS 2470, TS 2477 [60,61] esaslarına göre yapılmış ve 20×20×300 mm boyutlarında örnekler hazırlanmıştır (Şekil 10). İklimlendirilerek hava kurusu hale getirilen örneklerin deneyden önce enine kesit boyutları ±0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür [55,59].



Şekil 10. Dinamik eğilme direnci deneyi ve örnek boyutları (boyutlar mm)

Deney örnekleri 15 kpm'lik iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti ile kırılmış ve her bir örnek için kırılmadan sonra elde edilen iş miktarı ±1 kpm duyarlıkta belirlenerek şok dirençleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır [55,59].

$$\sigma_{\text{ş}} = \frac{W}{a \times b} \quad (23)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\text{ş}}$: Şok direnci	kpm/cm ²
W : Örnek kırıldığıında elde edilen iş miktarı	kpm
a : Örnek genişliği	cm
b : Örnek kalınlığı	cm

Deneylelerden hemen sonra örneklerin kırılma yerlerine yakın kısımlardan 20×20×30 mm boyutlarında örnekler alınarak özgül ağırlıkları ve rutubetleri belirlenmiştir. Rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin %12 rutubetteki şok dirençleri 24 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [55,59].

$$\sigma_{\text{ş}(12)} = \sigma_{\text{ş}(r)} [1 + 0.025(r-12)] \quad (24)$$

Eşitlikte;

$\sigma_{\text{ş}(12)}$: % 12 rutubetteki şok direnci	kpm/cm ²
$\sigma_{\text{ş}(r)}$: % r rutubetteki şok direnci	kpm/cm ²
r : Deneyle anındaki örnek rutubeti	%

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiden dinamik kalite değeri hesaplanmıştır [52,59].

$$Dt = \frac{\sigma_{\text{ş}(12)}}{(\delta_{12})^2} \quad (25)$$

Eşitlikte;

Dt: Dinamik kalite değeri	km
$\sigma_{\text{ş}(12)}$: % 12 rutubetteki şok direnci	kpm/cm ²
δ_{12} : % 12 rutubetteki özgül ağırlık	gr/cm ³

2.5.4. Makaslama Direnci

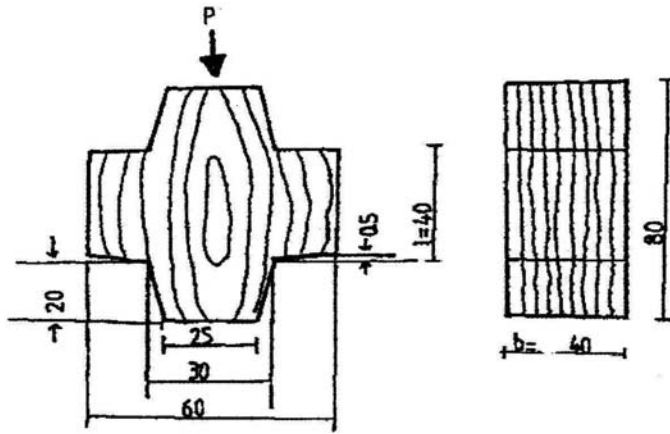
Deney örnekleri TS 3459'a göre deneme ağaçlarının 3-4 m'lik kısımlarından alınan 1 m'lik gövde parçalarından radyal yönde makaslama direncini belirlemek üzere hazırlanmıştır (Şekil 11) [62]. Deney öncesi makaslama etkisinde kalacak her iki çıkıntılı kısımların boyutları ± 0.01 mm duyarlıkta ölçülmüştür [53,55,62].

Deneme hızı, yük uygulamaya başladıktan sonra 1.5-2 dakika içinde örnek kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Ölçülen F_{\max} değerleri aşağıdaki eşitlikte yerine konmak sureti ile makaslama direnci değerleri hesaplanmıştır [53,55,62].

$$\sigma_m = \frac{F_{\max}}{2 \times l \times a} \quad (26)$$

Eşitlikte;

σ_m : Makaslama direnci	kp/cm ²
F_{\max} : Makaslama anındaki maksimum kuvvet	kp
l : Kayma yüzeyi uzunluğu	cm
a : Kayma yüzeyi genişliği	cm



Şekil 11. Makaslama direnci deneyi ve örnek boyutları (boyutlar mm)

Deneylerden sonra rutubetleri %12'den farklı olan örneklerin makaslama direnci değerleri aşağıdaki eşitlik yardımı ile %12 rutubetteki makaslama direnci değerlerine dönüştürülmüştür [53,55,62].

$$\sigma_{m(12)} = \sigma_{m(r)} [1 + 0.03(r-12)] \quad (27)$$

Eşitlikte;

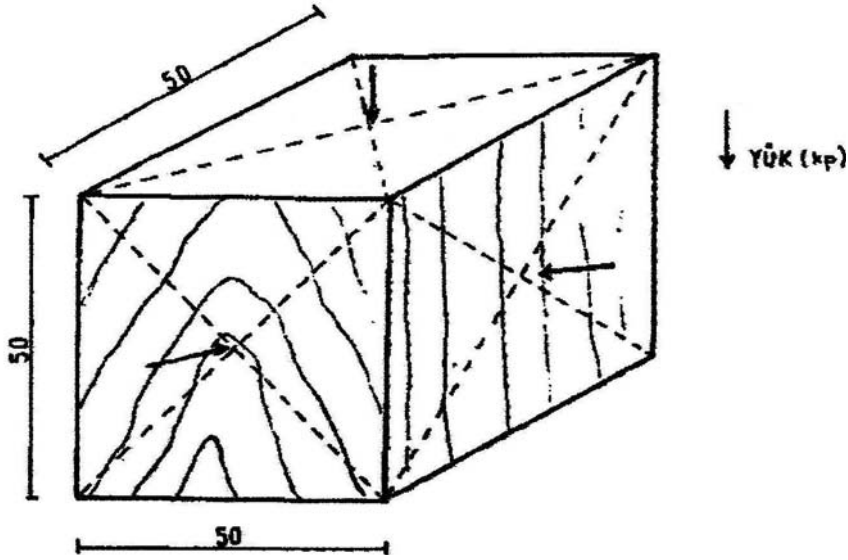
$\sigma_{m(12)}$: % 12 rutubetteki makaslama direnci kp/cm²

$\sigma_{m(r)}$: % r rutubetteki makaslama direnci kp/cm²

r : Deney anındaki örnek rutubeti %

2.5.5. Brinell Sertlik Değeri

Deney örnekleri TS 2479'a göre 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmış ve iklimlendirilmiştir (Şekil 12) [63].



Şekil 12. Brinell sertlik deney örneği boyutları (boyutlar mm)

Örnekler; liflere paralel, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde kesitlerin orta noktalarına kuvvet uygulanacak şekilde makineye yerleştirilmiştir. Deneylerde 10 mm çapındaki çelik küreden yararlanılmış ve uygulanacak kuvvet olarak Pinus brutia odunu için önerilen 50 kp kuvvet seçilmiştir[52]. Maksimum kuvvete 15 saniye içerisinde ulaşacak şekilde deneme hızı ayarlanmış ve bu kuvvet 30 saniye devam ettirildikten sonra 15 saniye içerisinde sıfıra indirilmiştir. Ayrıca deney örneklerinde çukur izinin belirgin olmasını sağlamak amacıyla mürekkep kullanılmıştır. Örnek üzerinde oluşan çukur çapları

dijital kumpasla ± 0.01 mm duyarlılıkta ölçülmüş ve aşağıdaki eşitlikten Brinell sertlik değerleri hesaplanmıştır [59].

$$H_B = \frac{2xF}{\left[\frac{\pi}{2} \times D \times (D - \sqrt{D^2 - d^2}) \right]} \quad (28)$$

Eşitlikte;

H_B : Brinell sertlik değeri kp/mm²

F : Uygulanan kuvvet kp

D : Brinell küresi çapı mm

d : Örnek yüzeyindeki çukur çapı mm

Deneylemlerden sonra her bir örneğin özgül ağırlığı ve rutubet miktarı belirlenmiştir. Rutubet miktarı %12'den farklı örneklerin sertlik değerleri %12 rutubetteki sertlik değerlerine aşağıdaki eşitlikler yardımı ile dönüştürülmüştür [59].

$$H_{B(12)} = H_{B(r)} [1 + 0.04(r-12)] \quad (\text{liflere paralel yönde}) \quad (29)$$

$$H_{B(12)} = H_{B(r)} [1 + 0.025(r-12)] \quad (\text{liflere dik yönde}) \quad (30)$$

Eşitlikte;

$H_{B(12)}$: % 12 rutubetteki Brinell sertlik değeri kp/mm²

$H_{B(r)}$: % 12 rutubetteki Brinell sertlik değeri kp/mm²

r : Deney anındaki örnek rutubeti %

2.6. Kullanılan İstatistik Yöntemler

Deneylemler sonucunda elde edilen değerlere ait aritmetik ortalama, standart sapma, varyans, değişim aralığı, en yüksek ve en düşük değerler hesaplanmış ve normal dağılım eğrisi grafiği çizilmiştir.

İki özellik arasındaki ilişkinin belirlenmesinde regresyon analizi uygulanmış ve serbest değişkenlerin bağlı değişkenler üzerindeki ilişki düzeyi saptanmıştır. Yapılan regresyon analizinden sabit terim, serbest değişkenin katsayısı, bağlılık katsayısı, regresyon denklemi katsayıları standart hataları, regresyon denkleminin standart hatası ve korelasyon katsayısı bulunmuştur. Regresyon denklemi katsayıları yardımı ile regresyon denklemi oluşturulmuş ve %99 güven düzeyi için regresyon grafiği çizilmiştir.

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış toplumlar arasında fiziksel ve mekanik özellikler açısından bir farklılık olup olmadığını belirlemek için Toplum Ortalaması Önemlilik Testi (Independent Samples T-Test) uygulanmıştır. Analizin ilk aşamasında Levene testi yapılarak toplum varyanslarının homojen olup olmadığı incelenmiş ve bundan sonraki aşamada toplumlar arasındaki farklar tespit edilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler yapılırken, SPSS 11.5 istatistik paket programı kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel Özellikler

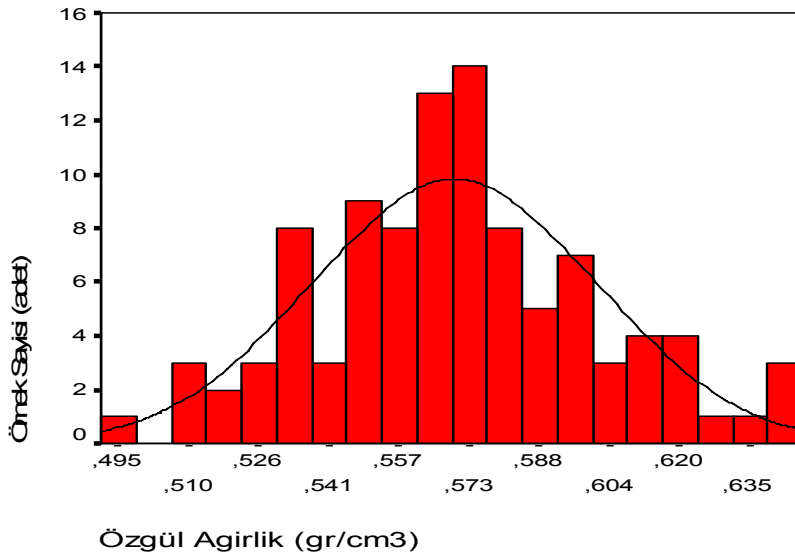
3.1.1. Özgül Ağırlık

3.1.1.1. Hava Kuruğu Özgül Ağırlık

100 adet yangına maruz kalmamış Kızılçam örnekleri üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan hava kuruğu özgül ağırlık değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 3’de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 13’de verilmiştir. Hava kuruğu özgül ağırlık değeri ortalama 0.5693 gr/cm³ olup, 0.49-0.65 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Tablo 3. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava kuruğu özgül ağırlık değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	0.5693	0.03166	0.001	0.15	0.49- 0.65



Şekil 13. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava kuruğu özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği

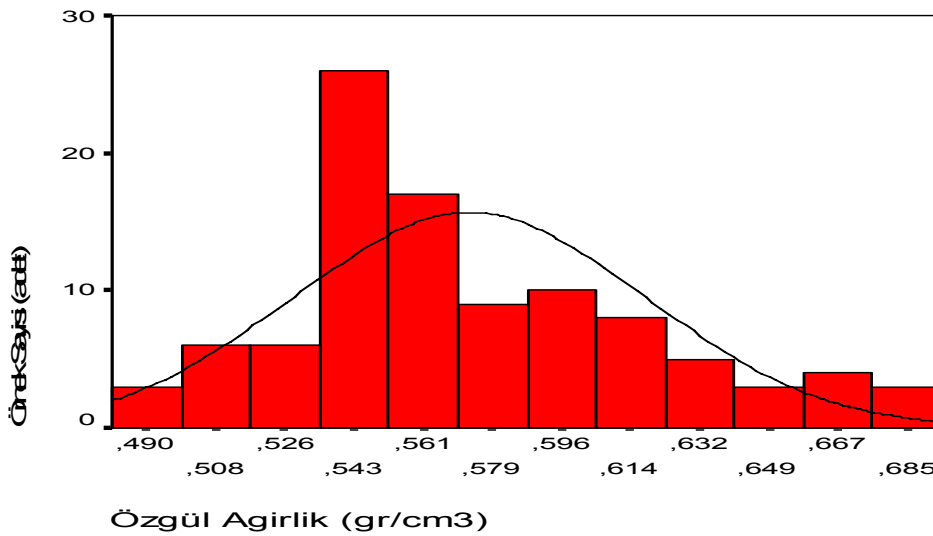
Hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 13), en fazla tekrarlanan hava kurusu özgül ağırlık değeri % 15 katılım oranı ile 0.56 gr/cm³'tür. Ortalama hava kurusu özgül ağırlık değeri 0.569 gr/cm³ olup bu değer in sağında yer almaktadır.

100 adet yangına maruz kalmış Kızılçam örnekleri üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 4'de bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 14'de verilmiştir. Hava kurusu özgül ağırlık değeri ortalama 0.5728 gr/cm³ olup, 0.49-0.69 gr/cm³ arasında değişmektedir.

Tablo 4. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	0.5728	0.04499	0.002	0.19	0.49-0.69

Hava kurusu özgül ağırlık değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununda (Şekil 14), en fazla tekrarlanan hava kurusu özgül ağırlık değeri % 13 katılım oranı ile 0.56 gr/cm³'tür. Ortalama hava kurusu özgül ağırlık değeri 0.57 gr/cm³ olup bu değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 14. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava kurusu özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği

3.1.1.1.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılcım [*Pinus brutia Ten.*] Odununun Hava Kurusu Özgöl Ağırlık Denetimi

Yangına maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında hava kurusu özgöl ağırlık değerleri bakımından farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Yangına maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun hava kurusu özgöl ağırlık toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	%95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.527	-0.0035	0.00550	0.01434-0.00737

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde Yangına maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun hava kurusu özgöl ağırlık bakımından herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

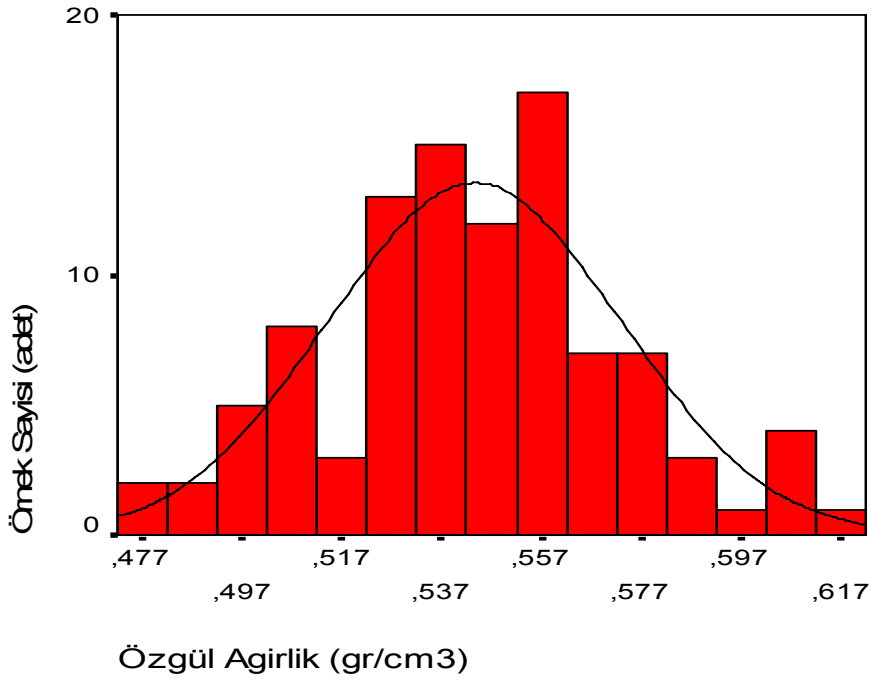
3.1.1.2. Tam Kuru Özgöl Ağırlık

100 adet yangına maruz kalmamış Kızılcım örnekleri üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan tam kuru özgöl ağırlık değerlerine ait değerlendirme sonuçları Tablo 6’da, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği ise Şekil 15’te verilmiştir.

Tablo 6. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun tam kuru özgöl ağırlık değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	0.5435	0.02940	0.001	0.14	0.47- 0.62

Tam kuru özgöl ağırlık değerleri ortalama 0.5435 gr/cm³ olup, 0.47-0.62 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 15. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcām odununun tam kuru özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği

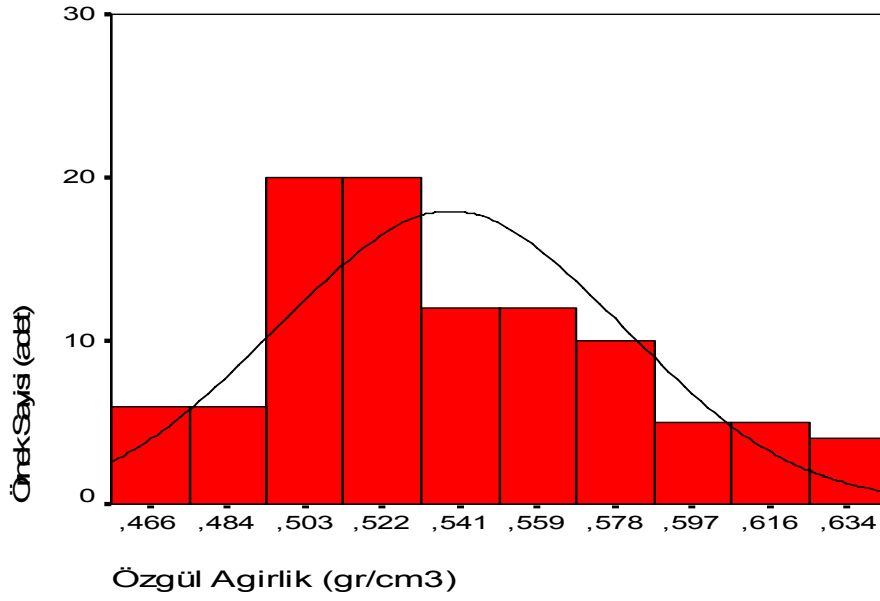
Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcām odununun tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre (Şekil 15), en fazla tekrarlanan değer % 17 katılım oranı ile 0.55 gr/cm³'tür. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.543 gr/cm³ olup bu değer solunda yer almaktadır.

100 adet yangın etkisine maruz kalmış örnek üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan tam kuru özgül ağırlık değerlerine ait değerlendirme sonuçları Tablo 7'de bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 16'da verilmiştir.

Tablo 7. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun tam kuru özgül ağırlık değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	0.5383	0.04164	0.002	0.18	0.46- 0.64

Tam kuru özgül ağırlık değerleri ortalama 0.5383 gr/cm³ olup, 0.46-0.64 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 16. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun tam kuru özgül ağırlık normal dağılım eğrisi grafiği

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre (Şekil 16), en fazla tekrarlanan değer % 20 katılım oranı ile 0.51 gr/cm³'tür. Ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.538 gr/cm³ olup bu değer in sağında yer almaktadır.

3.1.1.2.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Tam Kuru Özgül Ağırlık Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında tam kuru özgül ağırlık değerleri bakımından farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunlarının tam kuru özgül ağırlık denetimi

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	%95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.314	0.0051	0.00510	0.00491-0.01521

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun tam kuru özgül ağırlık bakımından herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

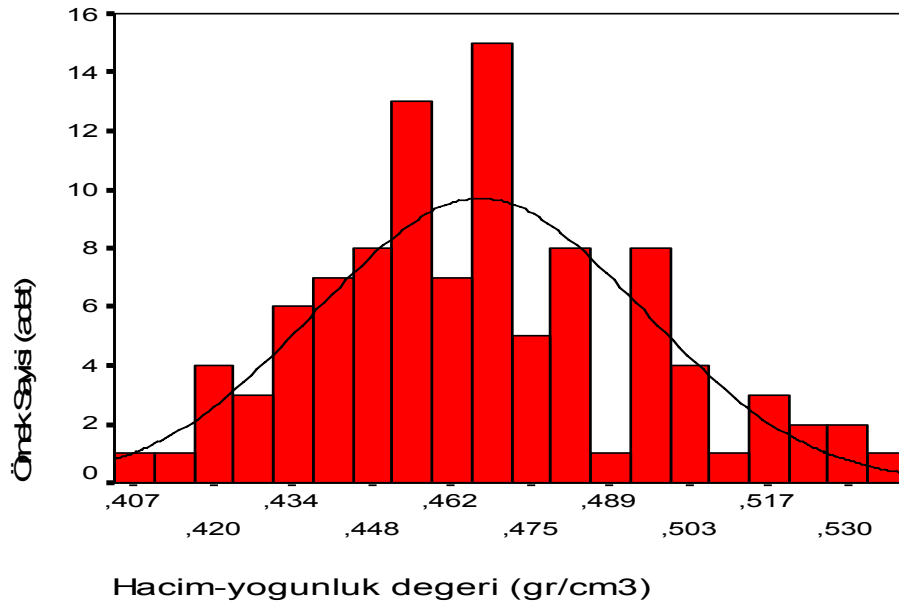
3.1.2. Hacim-Yoğunluk Değeri

100 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım örnekleri üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan hacim-yoğunluk değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 9’da, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 17’de verilmiştir.

Tablo 9. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun Hacim-yoğunluk değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	0.4665	0.02823	0.001	0.13	0.41-0.54

Hacim-yoğunluk değerleri ortalama 0.4665 gr/cm³ olup, 0.41-0.54 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 17. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun hacim-yoğunluk değeri normal dağılım eğrisi grafiği

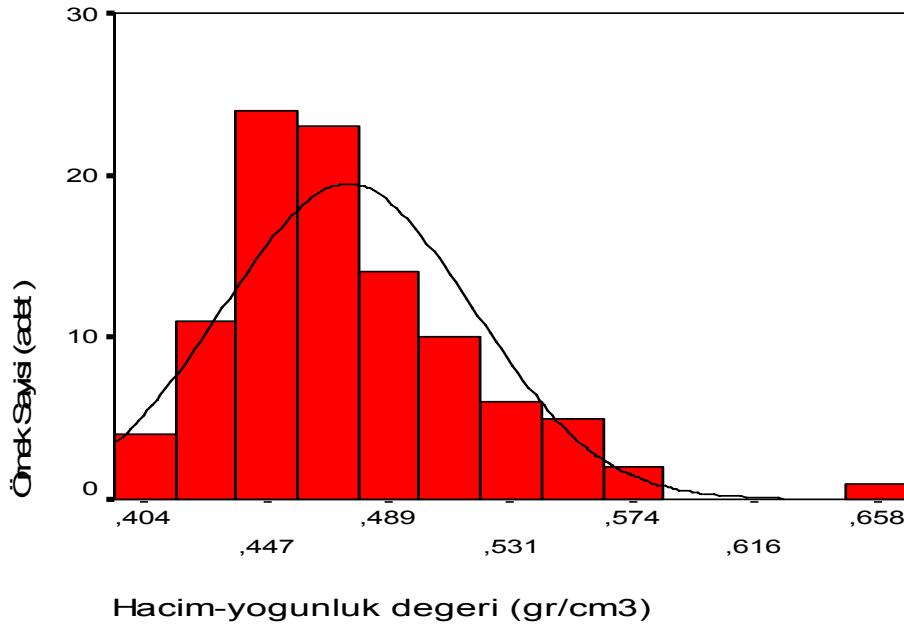
Grafığe göre en fazla tekrarlanan hacim-yoğunluk değeri % 18 katılım oranı ile 0.47 gr/cm³'tür. Ortalama hacim-yoğunluk değeri 0.467 gr/cm³ olup bu değerin solunda yer almaktadır.

100 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam örnekleri üzerinde ölçülen hacim-yoğunluk değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 10'da, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiğı ise Şekil 18'de verilmiştir.

Tablo 10. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam hacim-yoğunluk değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	0.4747	0.04329	0.002	0.26	0.40-0.66

Hacim-yoğunluk değeri ortalama 0.4747 gr/cm³ olup, 0.40-0.66 gr/cm³ arasında değişmektedir.



Şekil 18. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hacim-yoğunluk değeri normal dağılım eğrisi grafiğı

Grafığe göre en fazla tekrarlanan hacim-yoğunluk değeri %15 katılım oranı ile 0.46 gr/cm³'tür. Ortalama hacim-yoğunluk değeri 0.47 gr/cm³ olup bu değerin sağında yer almaktadır.

3.1.2.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun Hacim-Yoğunluk Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında hacim-yoğunluk değerleri bakımından farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun hacim-yoğunluk değeri toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	%95 Güvenle Farkların Aralığı
0.001	0.113	-0.0082	0.00517	0.01843-0.0020

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun hacim-yoğunluk değerleri bakımından aralarında farklılık olmadığı saptanmıştır.

3.1.3. Hücre Çeperi Maddesi Oranı

100 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam örneği üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hücre çeperi maddesi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 12’de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 19’da verilmiştir.

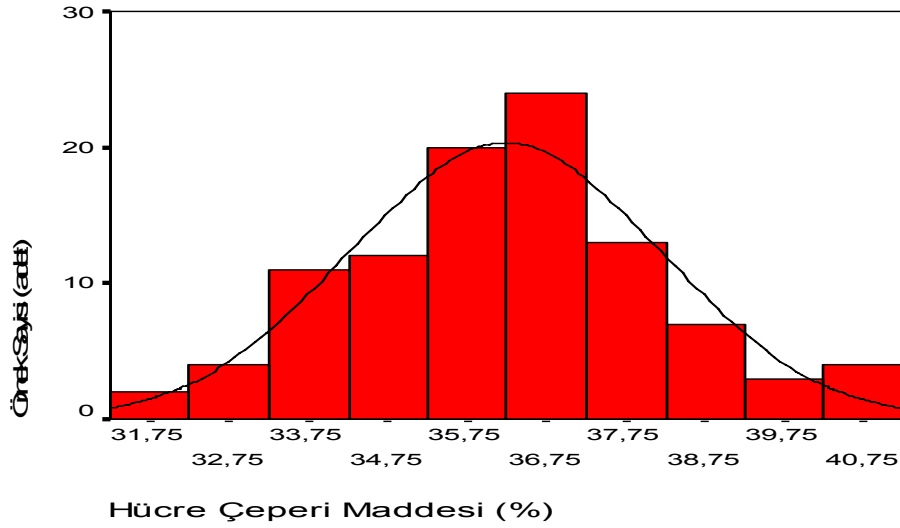
Tablo 12. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hücre çeperi maddesi oranı değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	36.2305	1.95998	3.842	9.63	31.50-41.13

Hücre çeperi maddesi oranı ortalama % 36.23 olup, % 31.50-% 41.13 arasında değişmektedir.

Hücre çeperi maddesi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 19), en fazla tekrarlanan hücre çeperi maddesi oranı değeri %24 katılım oranı ile

%37'dir. Ortalama hücre çeperi maddesi oranı değeri % 36.23 olup bu değerin solunda yer alır.



Şekil 19. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun hücre çeperi maddesi değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

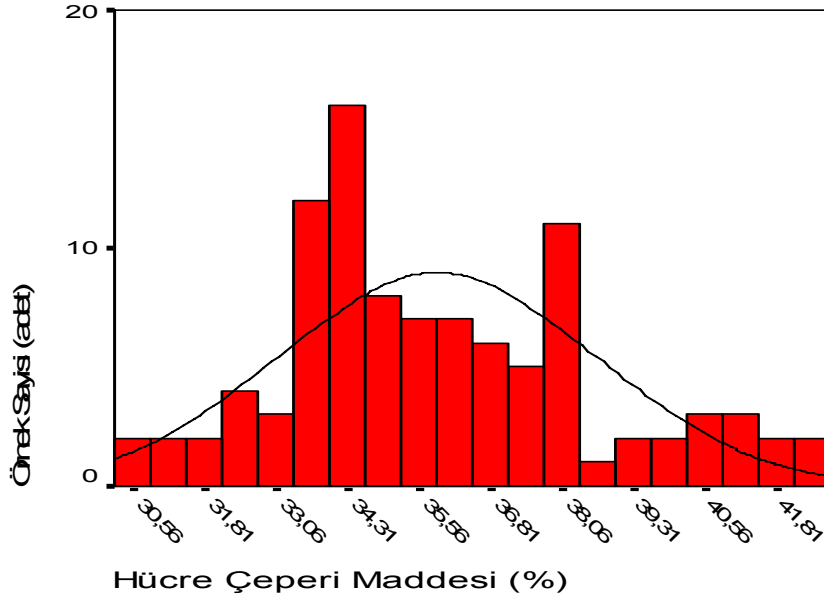
100 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım örneği üzerinde yapılan ölçümlerde tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hücre çeperi maddesi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 13'de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 20'de verilmiştir.

Tablo 13. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun hücre çeperi maddesi oranı değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	35.8871	2.77591	7.706	11.85	30.55-42.39

Hücre çeperi maddesi değeri ortalama % 35.89 olup, % 30.55-42.39 arasında değişmektedir.

Hücre çeperi maddesi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 20), en fazla tekrarlanan hücre çeperi maddesi oranı değeri % 23 katılım oranı ile % 34'tür. Ortalama hücre çeperi maddesi oranı değeri % 35.89 olup bu değerin sağında yer almaktadır.



Şekil 20. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun hücre çeperi maddesi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

3.1.3.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılcım [*Pinus brutia* Ten.] Odununun Hücre Çeperi Maddesi Oranı Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun hücre çeperi maddesi oranı değerleri bakımından aralarında farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım Odununun hücre çeperi maddesi oranı toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.314	0.3434	0.33981	0.32717-1.01399

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunlarının arasında hücre çeperi maddesi oranları bakımından farklılığın olmadığı saptanmıştır.

3.1.4. Hava Boşluğu Hacmi Oranı

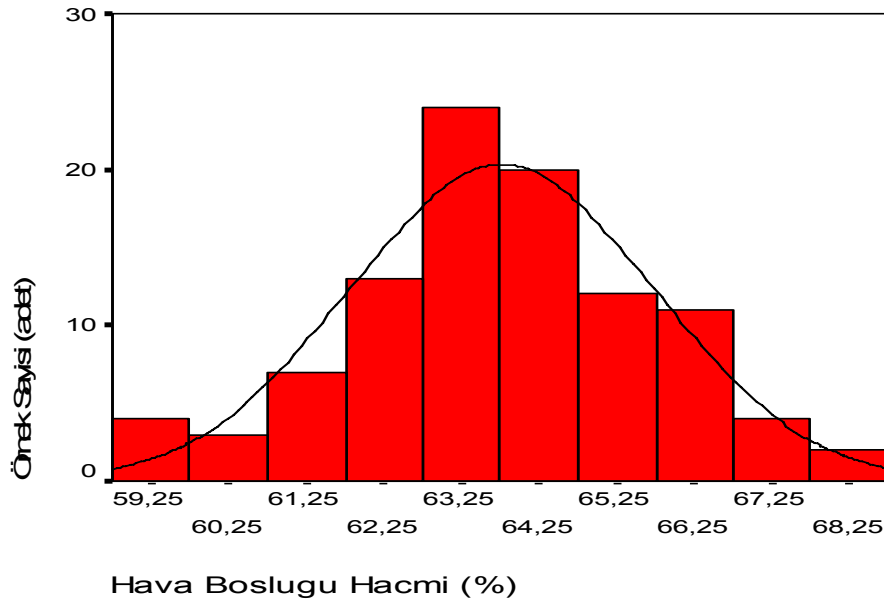
100 adet Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam örneği üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hesaplanan hava boşluğu hacmi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 15’de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 21’de verilmiştir.

Tablo 15. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	63.77	1.95998	3.842	9.63	58.87-68.50

Hava boşluğu hacmi oranı ortalama % 63.77 olup, % 58.87-68.50 arasında değişmektedir.

Hava boşluğu hacmi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 21), en fazla tekrarlanan hava boşluğu hacmi oranı değeri % 24 katılım oranı ile % 63’tür. Ortalama hava boşluğu hacmi oranı değeri % 63.77 olup bu değer in sağında yer almaktadır.



Şekil 21. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

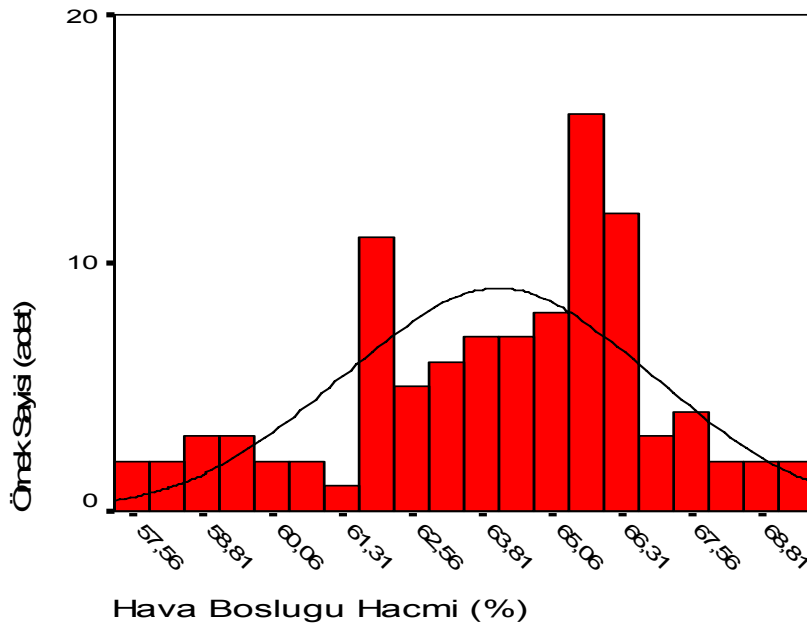
100 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam örneği üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan tam kuru özgül ağırlık değerlerinden yararlanılarak hava boşluğu hacmi oranlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 16’da, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 22’de verilmiştir.

Tablo 16. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
100	64.11	2.77591	7.706	11.85	57.60-69.45

Hava boşluğu hacmi oranı ortalama % 64.11 olup, %57.60-69.45 arasında değişmektedir.

Hava boşluğu hacmi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 22), en fazla tekrarlanan hava boşluğu hacmi oranı % 23’lük katılım oranı ile % 66’dır. Ortalama hava boşluğu hacmi oranı % 64.11 olup bu değer solunda yer almaktadır.



Şekil 22. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

3.1.4.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun Hava Boşluğu Hacmi Oranı Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam Odununun hava boşluğu hacmi oranı değerleri bakımından aralarında farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun hava boşluğu hacmi oranı toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.314	-0.3434	0.33981	0.32717

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunlarının arasında hava boşluğu hacmi oranları bakımından farklılığın olmadığı saptanmıştır.

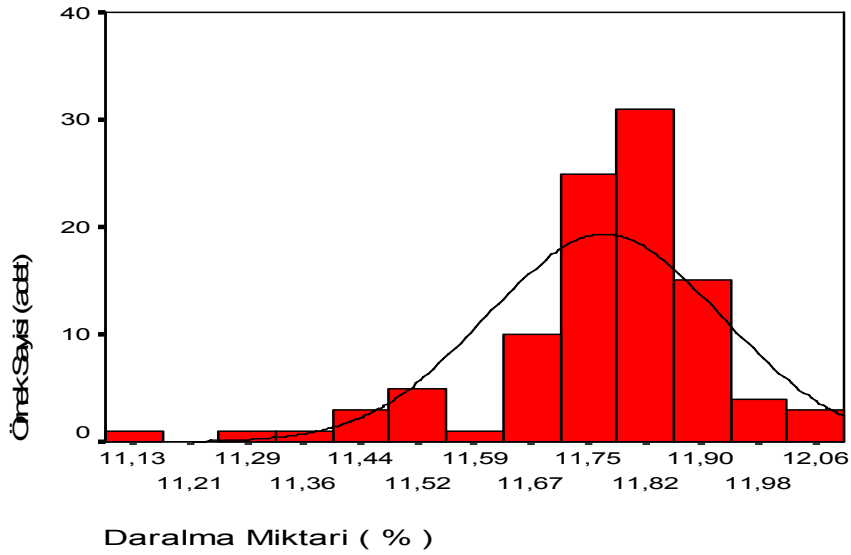
3.1.5. Odun-Su İlişkileri

3.1.5.1. Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun Daralma ve Genişleme Miktarları

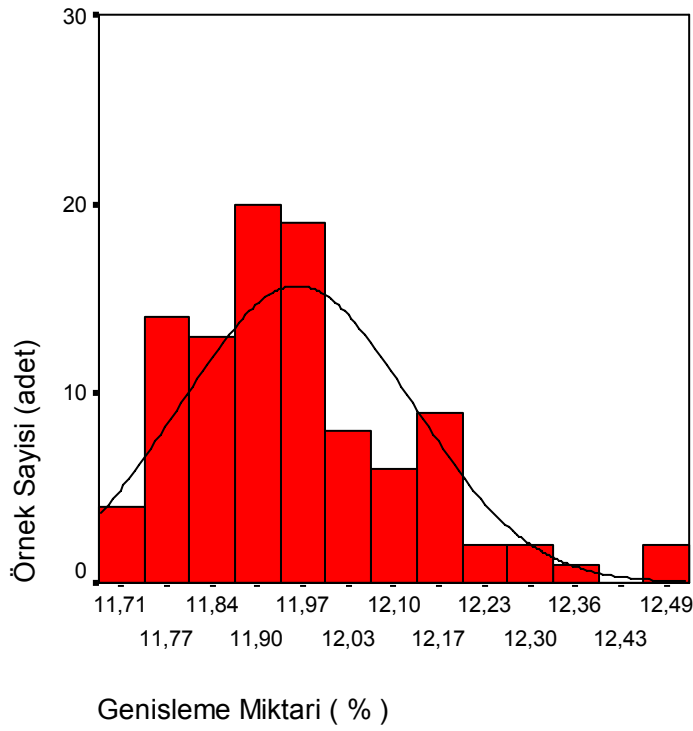
100 adet yangın etkisine maruz kalmamış örnek üzerinde yapılan denemeler sonucunda elde edilen daralma ve genişleme miktarlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 18’de, bunlara ilişkin varyasyon grafikleri Şekil 23 ve Şekil 24’de verilmiştir.

Tablo 18. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunlarının daralma ve genişleme miktarları

	N	X	S	V	R	Min. ve Max.
β_t	100	6.8156	0.13885	0.019	0.84	6.16- 7.00
β_r	100	4.9533	0.05892	0.003	0.43	4.74- 5.17
β_v	100	11.7689	0.15862	0.025	0.96	11.13- 12.09
α_t	100	8.0020	0.14010	0.020	0.71	7.80- 8.51
α_r	100	3.9582	0.08997	0.008	0.49	3.80- 4.29
α_v	100	11.9602	0.16615	0.028	0.79	11.70- 12.49



Şekil 23. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun daralma miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği

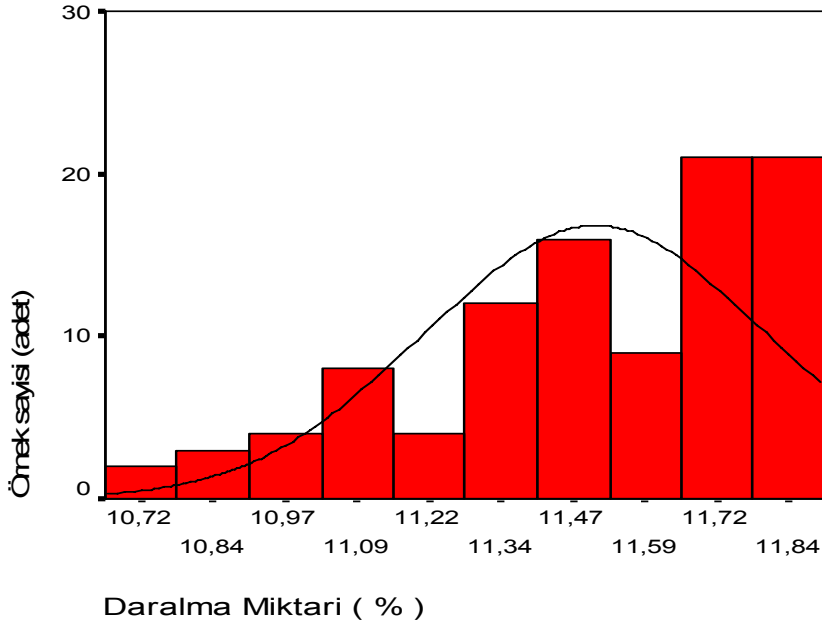


Şekil 24. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun genişleme miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği

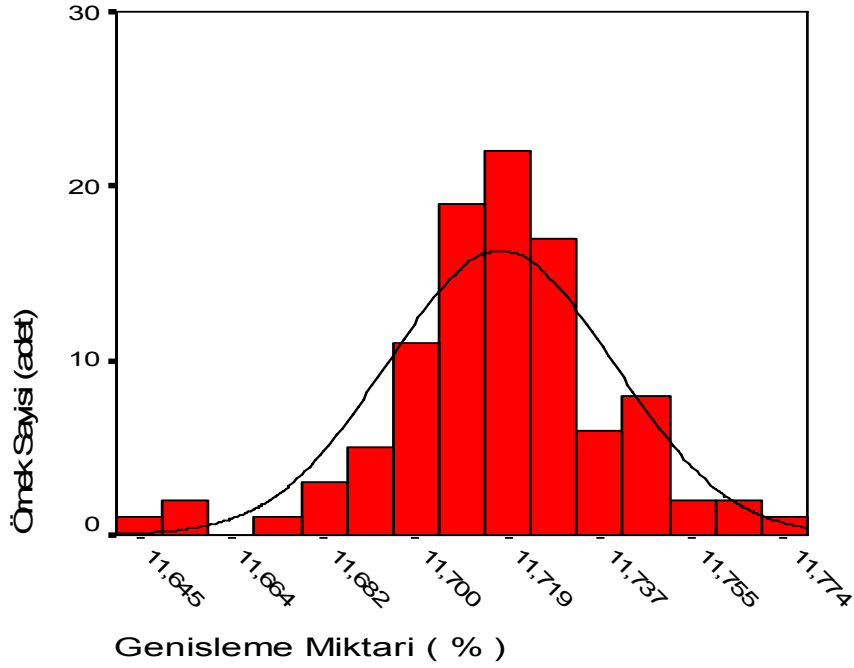
100'er adet Yangın etkisine maruz kalmış örnek üzerinde yapılan denemeler sonucunda elde edilen daralma ve genişleme miktarlarına ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 19'da, bunlara ilişkin dağılım grafikleri Şekil 25 ve Şekil 26'da verilmiştir.

Tablo 19. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının daralma ve genişleme miktarları

	N	X	S	V	R	Min. ve Max.
β_t	100	7.7963	0.10797	0.012	0.52	7.46- 7.99
β_r	100	3.7104	0.26796	0.072	0.99	3.01- 4.00
β_v	100	11.5067	0.29613	0.088	1.19	10.71- 11.90
α_t	100	6.8068	0.01162	0.000	0.07	6.77- 6.84
α_r	100	4.9103	0.01938	0.000	0.13	4.84- 4.96
α_v	100	11.7171	0.02241	0.001	0.13	11.64- 11.78



Şekil 25. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun daralma miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği



Şekil 26. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun genişleme miktarlarına ait normal dağılım eğrisi grafiği

3.1.5.1.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun Daralma ve Genişleme Yüzdeleri Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun daralma ve genişleme yüzdeleri bakımından aralarında farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 20 ve tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 20. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun daralma yüzdeleri toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.002	0.0518	0.01602	0.02000- 0.08355

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunlarının arasında daralma yüzdeleri bakımından farklılığın olduğu saptanmıştır.

Tablo 21. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun genişleme yüzdeleri toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.000	0.4535	0.03396	0.38644- 0.52059

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunlarının arasında genişleme yüzdeleri bakımından farklılığın olduğu saptanmıştır.

3.1.5.2. Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun İçersine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun tam kuru özgül ağırlık değerlerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam Odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı

	En Yüksek Su Miktarı (%)
Minimum	117.61
Ortalama	143.20
Maksimum	174.24

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun tam kuru özgül ağırlık değerine göre içerisine alabileceği en yüksek su miktarı Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı

	En Yüksek Su Miktarı (%)
Minimum	111.50
Ortalama	145.05
Maksimum	180.96

3.1.5.2.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [*Pinus brutia T.*] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı bakımından aralarında farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.001	0.348	- 1.8488	1.96591	5.72798-2.03036

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunlarının arasında içerisine alabileceği en yüksek su miktarı bakımından herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

3.1.5.3. Lif Doygunluk Noktası Rutubeti

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun hacimsel daralma miktarı ve hacim yoğunluk değerinden yararlanılarak hesaplanan ortalama lif doyunluk noktası % 25.32 olarak bulunmuştur. LDR hesaplanırken, $\beta_v = \beta_t + \beta_r$ olarak hesaplanmıştır.

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun hacimsel daralma miktarı ve hacim yoğunluk değerinden yararlanılarak belirlenen ortalama lif doyunluk noktası % 24.87 olarak bulunmuştur. LDR hesaplanırken, $\beta_v = \beta_t + \beta_r$ olarak hesaplanmıştır. Boyuna daralma miktarı ihmal edildiğinden hesaplamalara dâhil edilmemiştir.

3.1.5.3.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun Lif Doygunluk Noktası Rutubeti Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun lif doyunluk noktası rutubeti bakımından aralarında farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun lif doyunluk noktası rutubeti toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.022	0.090	0.4508	0.26434	0.07069- 0.97233

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunlarının arasında lif doyunluk noktası rutubeti bakımından farklılığın olmadığı saptanmıştır.

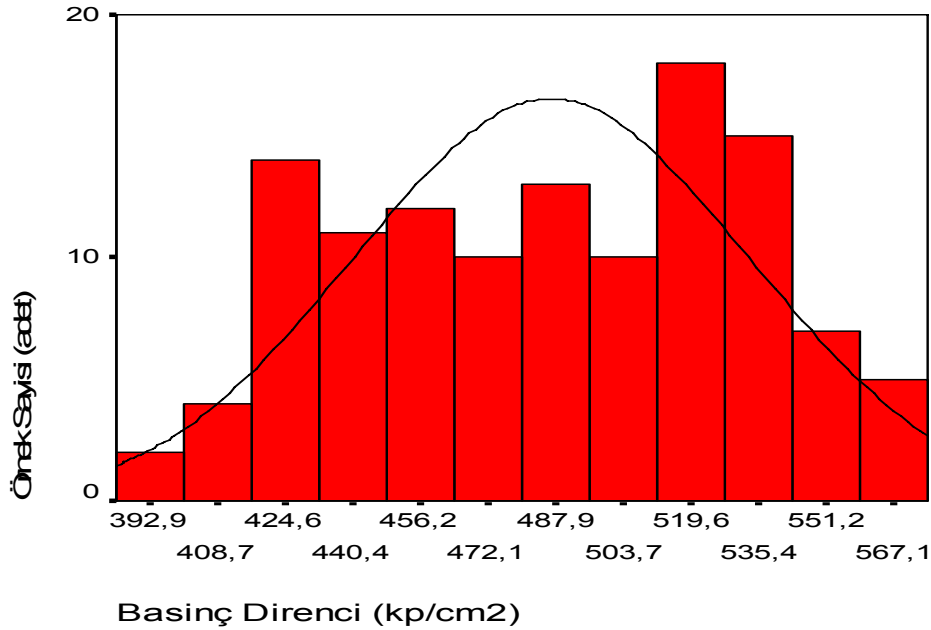
3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci değerleri 121 adet örnek üzerinde ölçülmüş, bulunan değerlerin istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 26'da, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 27'de verilmiştir. Liflere paralel ortalama basınç direnci değeri 486.8487 kp/cm^2 olup, $394.74- 573.86 \text{ kp/cm}^2$ arasında değişmektedir.

Tablo 26. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
121	486.8487	46.13883	2128.79	179.13	394.74- 573.86



Şekil 27. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci normal dağılım eğrisi grafiği

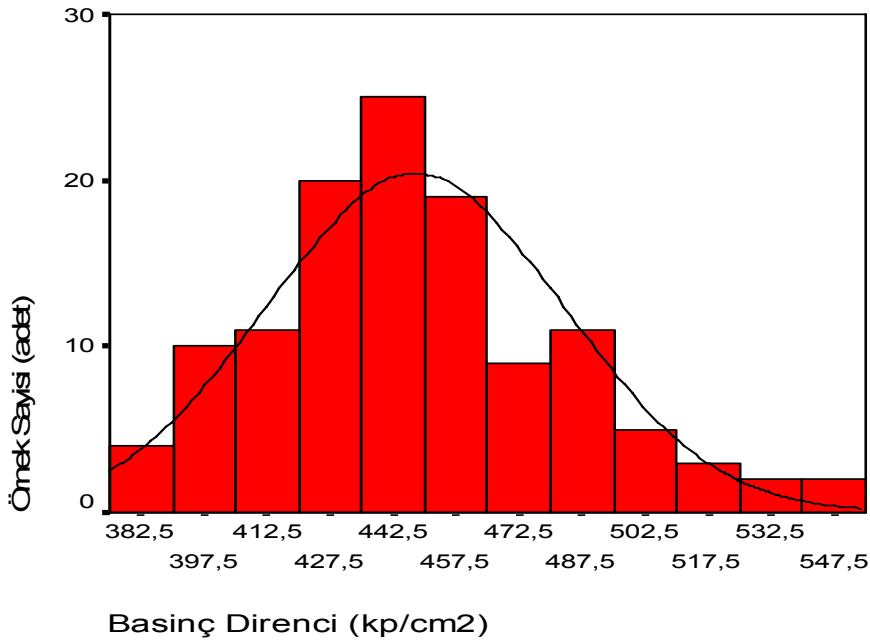
Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 27), en fazla tekrarlanan basınç

direnci değeri % 3 katılım oranı ile 554 kp/cm²'dir. Ortalama liflere paralel basınç direnci değeri 486.9 kp/cm² olup, bu değer solunda yer almaktadır.

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun liflere paralel basınç direnci değerleri 121 adet örnek üzerinde ölçülmüş, bulunan değerlerin istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 27'de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 28'de verilmiştir. Liflere paralel ortalama basınç direnci değeri 447.7133 kp/cm² olup 380.28- 548.63 kp/cm² arasında değişmektedir.

Tablo 27. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun liflere paralel basınç direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
121	447.7133	35.41135	1253.964	168.35	380.28- 548.63



Şekil 28. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun liflere paralel basınç direnci normal dağılım eğrisi grafiği

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun liflere paralel basınç direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 28), en fazla tekrarlanan basınç direnci değeri % 3 katılım oranı ile 462 kp/cm²'dir. Ortalama liflere paralel basınç direnci değeri 447 kp/cm² olup, bu değer sağında yer almaktadır.

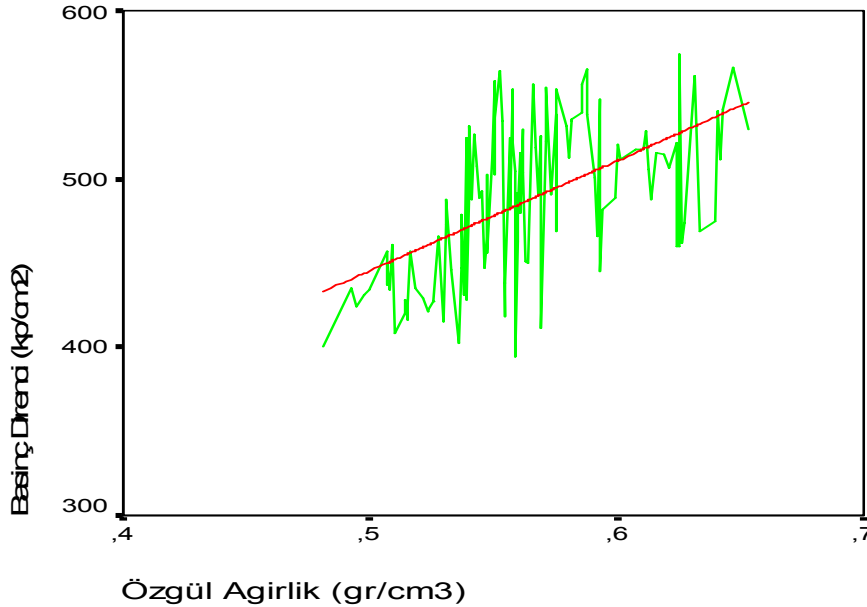
3.2.1.1. Liflere Paralel Basınç Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcıam odunlarının özgül ağırlık ile liflere paralel basınç direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 28 ve Şekil 29'da verilmiştir.

Tablo 28. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	80585.16	1	80585.16	54.84
Hata	174869.78	119	1469.49	
Toplam	255454.94	120		

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.31$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda basınç direnci (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = 118.74 + 653.4x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 54.84 olarak hesaplanmıştır.



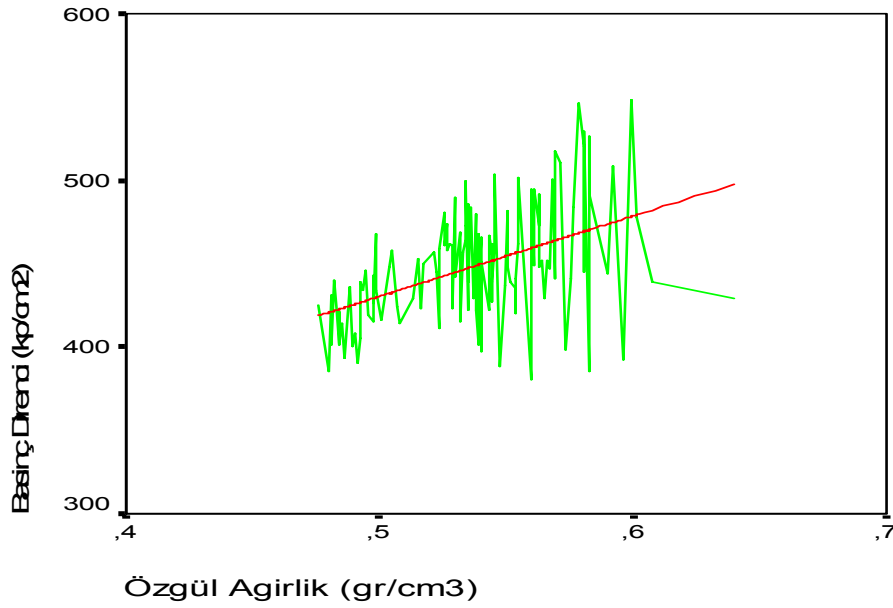
Şekil 29. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcıam odununun özgül ağırlığı ile liflere paralel basınç direnci arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile liflere paralel basınç direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 29 ve Şekil 30'da verilmiştir.

Tablo 29. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun basınç direnci ile özgül ağırlığı arasındaki bağıntıya ilişkin regresyon analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	31525.01	1	31525.006	31.54
Hata	118950.67	119	999.585	
Toplam	150475.68	120		

Basınç direnci ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.21$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda basınç direnci (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = 189.68 + 481.56x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 31.54 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 30. Özgül ağırlık ile liflere paralel basınç direnci arasındaki ilişki (Yangın etkisine maruz kalmış)

3.2.1.2. Statik Kalite Değeri

Ortalama liflere paralel basınç direnci değerinden hesaplanan kalite değeri yangın etkisine maruz kalmamış örneklerde 8.6506 km olarak bulunmuştur. Yangın etkisine maruz kalmışlarda ise 8.3687 km olarak bulunmuştur.

3.2.1.3. Spesifik Kalite Değeri

Spesifik kalite değeri Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunundan elde edilen örneklerde 15.4431 km olarak hesaplanmıştır. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odunundan elde edilen örneklerde ise 15.7033 km olarak bulunmuştur.

3.2.1.4. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında liflere paralel basınç direnci bakımından farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun liflere paralel basınç direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.000	-39.1354	5.28741	49.55458- 28.71622

Yapılan toplum ortalaması önemlilik testine göre 0.05 anlam düzeyinde Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun basınç direnci bakımından aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır.

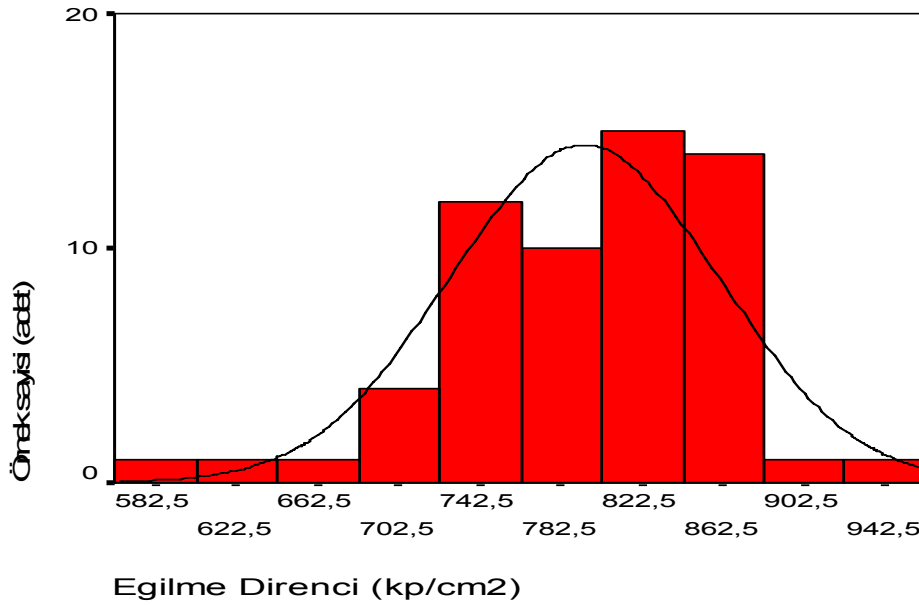
3.2.2. Eğilme Direnci

60 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun eğilme direnci değerleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 31’de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun eğilme direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	793.9858	66.367	4404.6	369.85	568.87-938.72

Ortalama eğilme direnci değeri 793.9858 kp/cm^2 olup, $568.87-938.72 \text{ kp/cm}^2$ arasında değişmektedir. Eğilme direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 31), en fazla tekrarlanan eğilme direnci değeri % 6.7 katılım oranı ile 811 kp/cm^2 ’dir. Ortalama eğilme direnci değeri 793.98 kp/cm^2 olup bu değer solunda yer almaktadır.



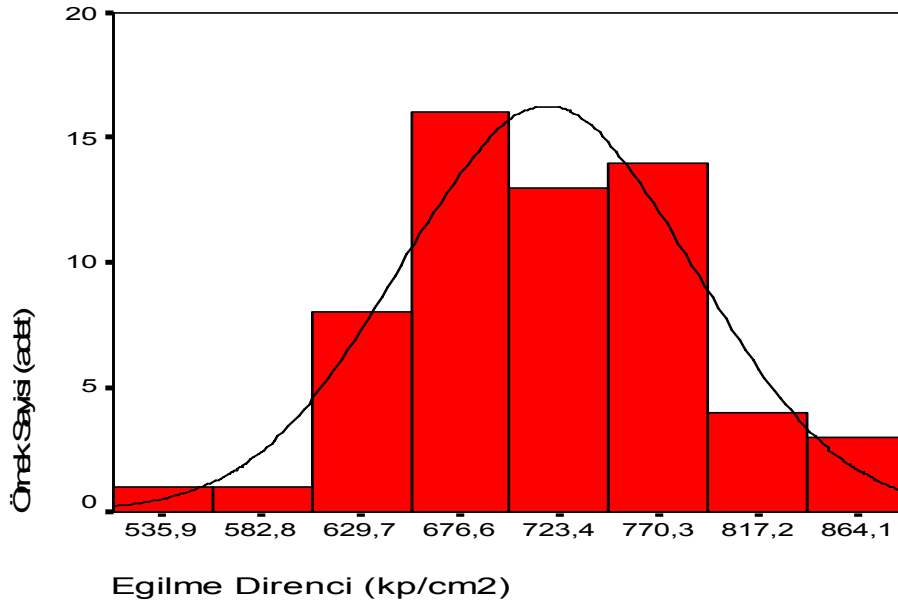
Şekil 31. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

60 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam örnekleri üzerinde yapılan eğilme direnci deneyleri sonucunda elde edilen bulguların değerlendirilmesine ait sonuçlar Tablo 32’de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği ise Şekil 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun eğilme direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	717.4054	68.88939	4745.75	352.05	525.53-877.58

Eğilme direnci değeri ortalama 717.41 kp/cm² olup, 525.53-877.58 kp/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 32. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

Eğilme direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 32), en fazla tekrarlanan eğilme direnci değeri % 3.3 katılım oranı ile 780 kp/cm²' dir. Ortalama eğilme direnci değeri 712.68 kp/cm² olup bu değer solunda yer almaktadır.

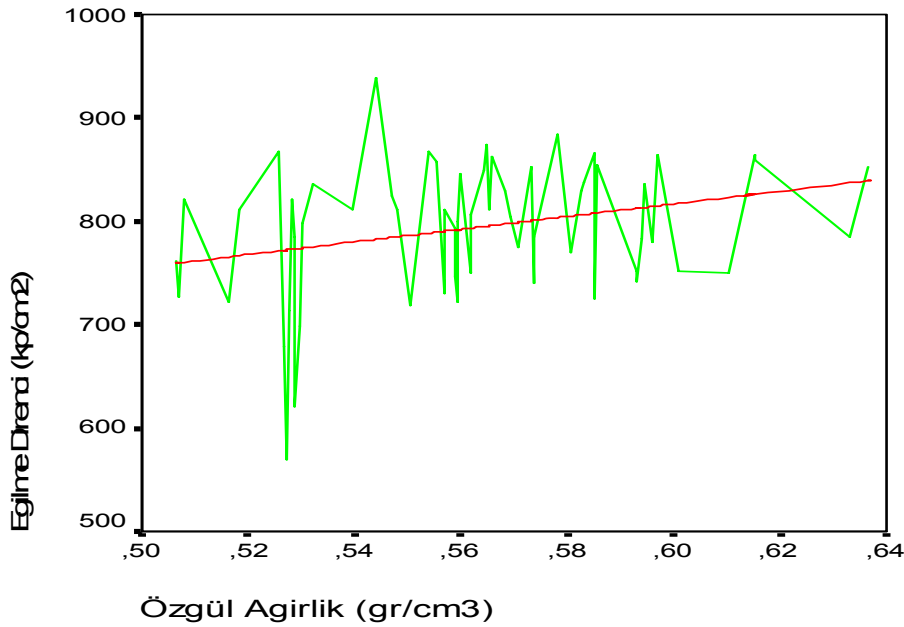
3.2.2.1. Eğilme Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 33 ve Şekil 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Eğilme Direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	20994.63	1	20994.63	5.09
Hata	238878.21	58	4118.59	
Toplam	259872.84	59		

Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında $p < 0.05$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.081$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda eğilme direnci (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = 449.39 + 612.40x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 5.09 olarak hesaplanmıştır.



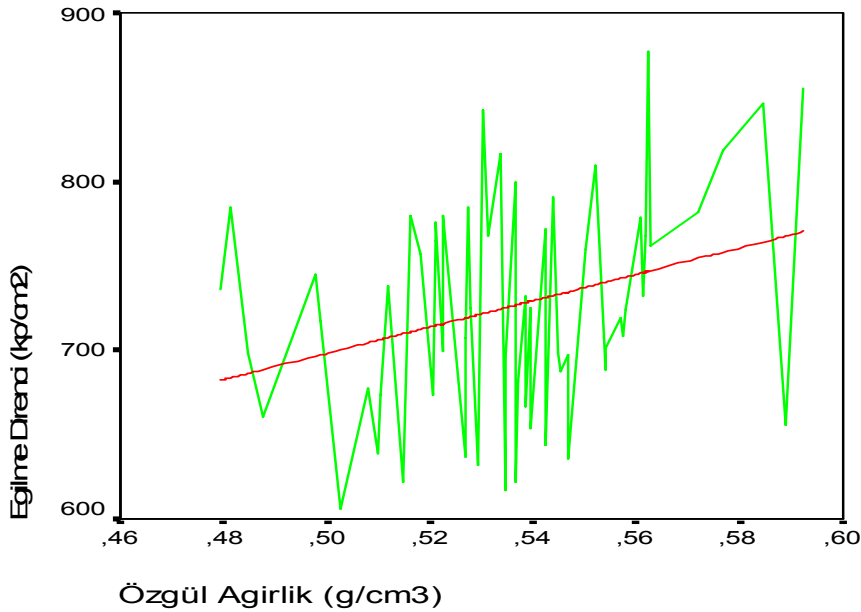
Şekil 33. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 34 ve Şekil 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Eğilme Direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	23255.44	1	23255.44	5.76
Hata	234066.54	58	4035.63	
Toplam	257321.98	59		

Eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında $p < 0.05$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.09$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda eğilme direnci (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = 307.36 + 781.67x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 5.76 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 34. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile eğilme direnci arasındaki ilişki

3.2.2.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Eğilme Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında eğilme direnci bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun eğilme direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.59	0.000	81.3043	12.41671	56.71588-105.89281

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında eğilme direnci bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

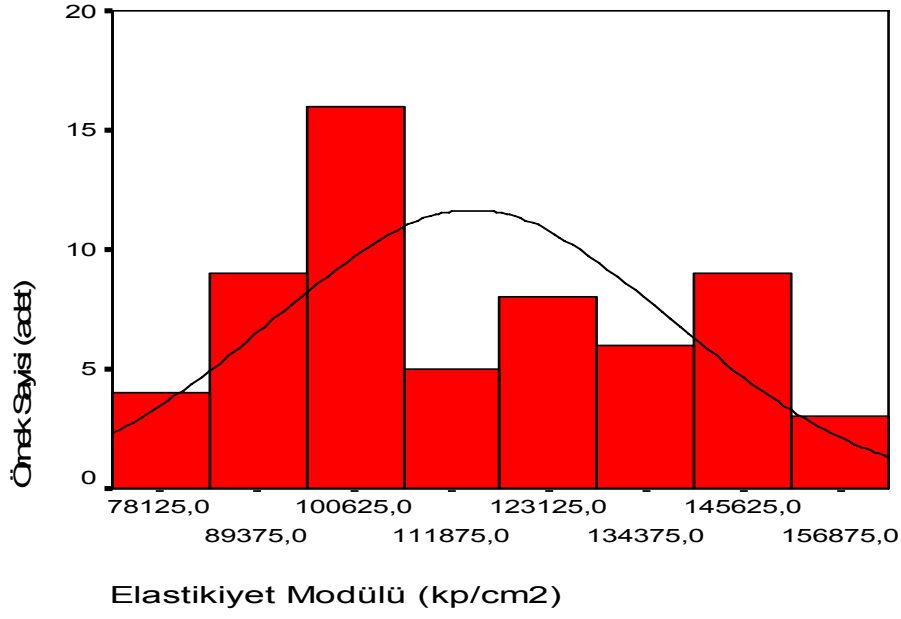
3.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

60 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun elastikiyet modülü değerlerine ait istatistik değerlendirme sonuçları Tablo 36’de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 35’de verilmiştir.

Tablo 36. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun elastikiyet modülü değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	114242.5	23056.8	$5.3 \cdot 10^8$	85967.48	74389.6-160357.08

Ortalama elastikiyet modülü değeri 114242.5 kp/cm^2 olup, $74389.6-160357.08 \text{ kp/cm}^2$ arasında değişmektedir.



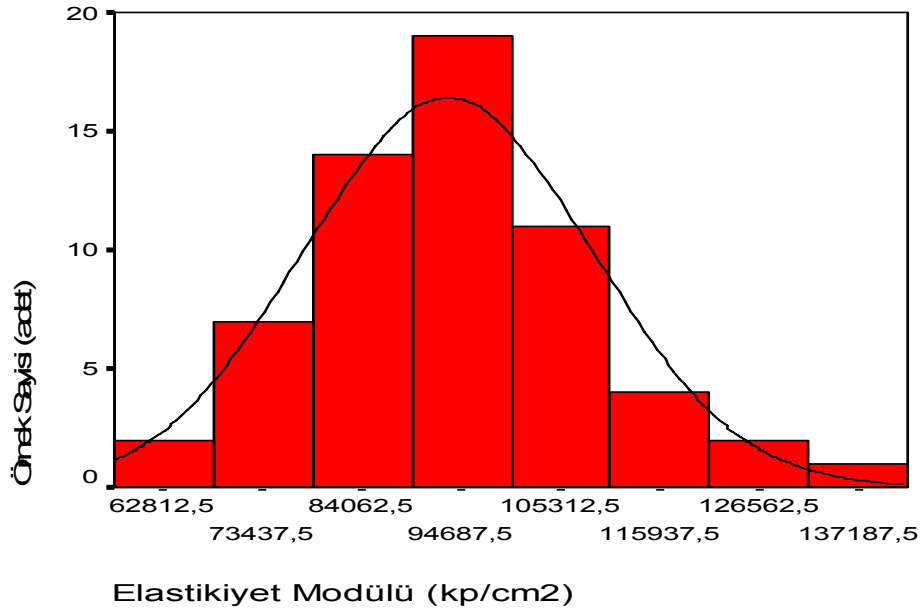
Şekil 35. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun elastikiyet modülü değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

60 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım örnekleri üzerinde yapılan elastikiyet modülü deneyleri sonucunda elde edilen bulguların değerlendirilmesine ait sonuçlar Tablo 37’de, bunlara ilişkin normal dağılım eğrisi grafiği ise Şekil 36’da verilmiştir.

Tablo 37. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun elastikiyet modülü değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	93237.64	15483.5	$2.4 \cdot 10^8$	79260.98	60223.45-139484.43

Ortalama elastikiyet modülü değeri 93237.64 kp/cm^2 olup, $60223.45\text{-}139484.43 \text{ kp/cm}^2$ arasında değişmektedir.



Şekil 36. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun elastikiyet modülü değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

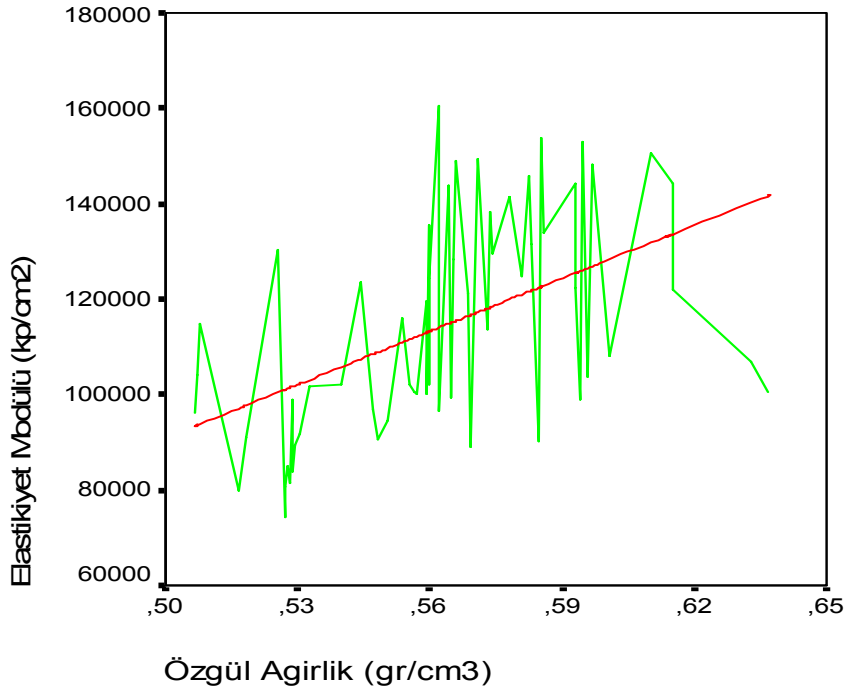
3.2.3.1. Eğilmede Elastikiyet Modülü İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 38 ve Şekil 37’de verilmiştir.

Tablo 38. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	7710954147.4	1	7710954147.4	18.91
Hata	23654439060	58	407835156.2	
Toplam	31365393207.4	59		

Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.25$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda elastikiyet modülü (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -94595.87 + 371139.84x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 18.91 olarak hesaplanmıştır.



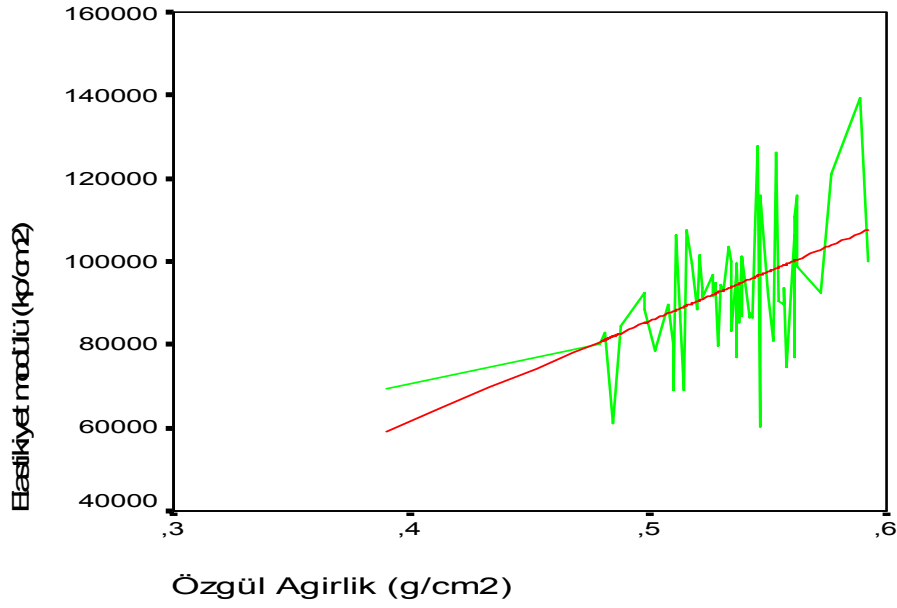
Şekil 37. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 39 ve Şekil 38’de verilmiştir.

Tablo 39. Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	3213430630.9	1	3213430630.9	17.05
Hata	10931183582	58	188468682.4	
Toplam	14144614212.9	59		

Elastikiyet modülü ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.23$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda elastikiyet modülü (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -33857.43 + 238910.51x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 17.05 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 38. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile elastikiyet modülü arasındaki ilişki

3.2.3.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Elastikiyet Modülü Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında elastikiyet modülü bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun elastikiyet modülü toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.000	21004.855	3585.5173	13894.01-28115.7

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında elastikiyet modülü bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

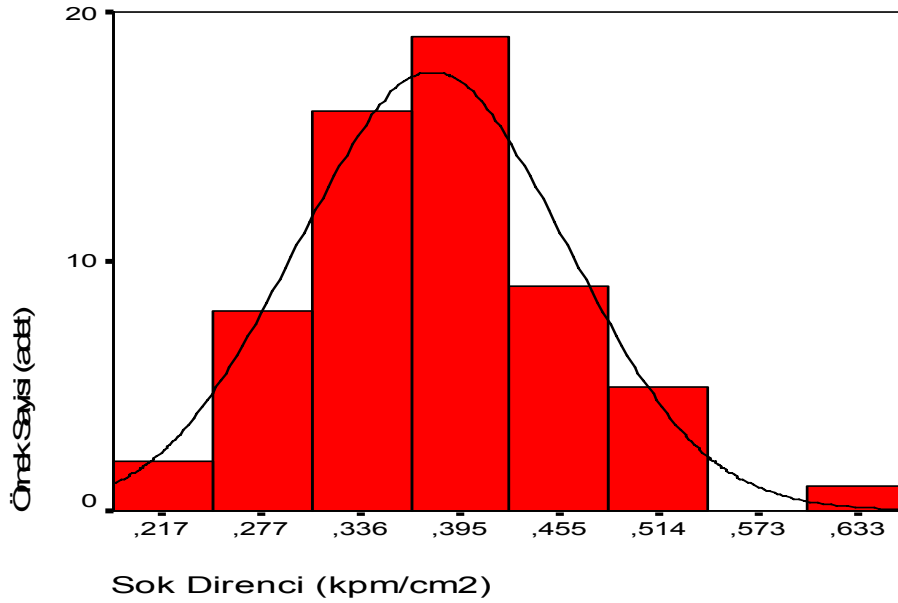
3.2.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

60 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun dinamik eğilme direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 41’de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 39’da verilmiştir.

Tablo 41. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	0.3784	0.08066	0.007	0.4538	0.2012-0.6550

Ortalama dinamik eğilme direnci değeri 0.3784 kpm/cm² olup, 0.2012-0.6550 kpm/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 39. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

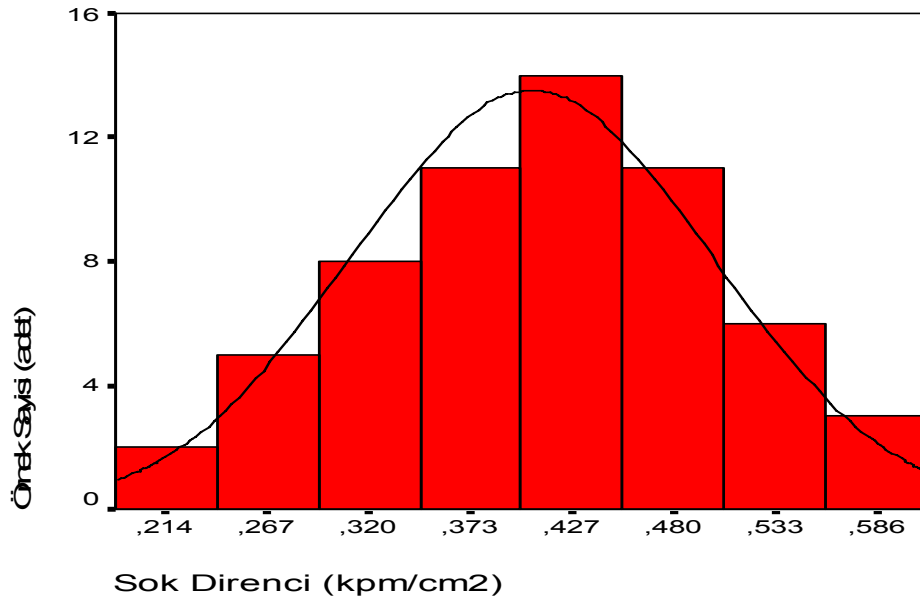
Dinamik eğilme direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 39), en fazla tekrarlanan dinamik eğilme direnci değerleri % 8.3 katılım oranı ile 0.35, 0.37, 0.38 ve 0.40 kp/cm²’dir.

60 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun dinamik eğilme direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 42’de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 40’da verilmiştir.

Tablo 42. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	0.4055	0.0939418	0.009	0.4057	0.2016-0.6073

Ortalama dinamik eğilme direnci değeri 0.4055 kpm/cm² olup, 0.2016-0.6073 kpm/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 40. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun dinamik eğilme direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

Dinamik eğilme direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 40), en fazla tekrarlanan dinamik eğilme direnci değerleri % 8.3 katılım oranı ile 0.38 ve 0.41 kpm/cm² dir.

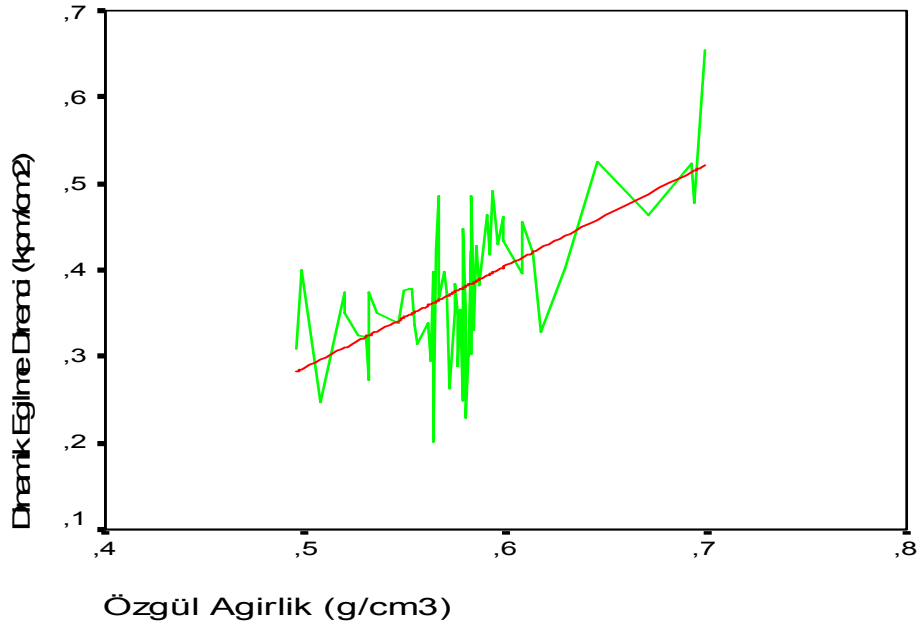
3.2.4.1. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci İle Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile şok direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 43 ve Şekil 41’de verilmiştir.

Tablo 43. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	0.14539336	1	0.14539336	35.36
Hata	0.23846118	58	0.00411140	
Toplam	0.38385454	59		

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.38$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda dinamik eğilme direnci (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -0.3 + 1.17x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 35.36 olarak hesaplanmıştır.



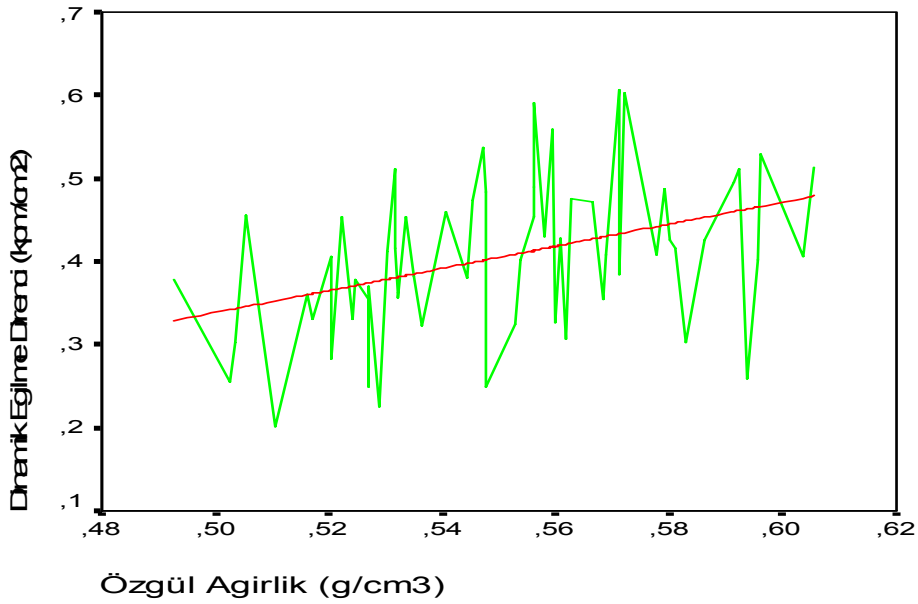
Şekil 41. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odunlarının özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile şok direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 44 ve Şekil 42’de verilmiştir.

Tablo 44. Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	0.08223361	1	0.08223361	10.88
Hata	0.43844546	58	0.00755940	
Toplam	0.52067907	59		

Dinamik eğilme direnci ile özgül ağırlık arasında $p < 0.01$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.16$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda dinamik eğilme direnci (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -0.33 + 1.33x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 10.88 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 42. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasındaki ilişki

3.2.4.2. Dinamik Kalite Değeri

Şok direnci ve özgül ağırlık değerinden yararlanılarak, dinamik kalite değeri yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunu için 1.1323 km, yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunu için 1.3361 km olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.3. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Dinamik Eğilme Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında dinamik eğilme direnci bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun dinamik eğilme direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.198	0.093	-0.027062	0.0159849	-0.0587170-0.0045920

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında dinamik eğilme direnci bakımından farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

3.2.5. Makaslama Direnci

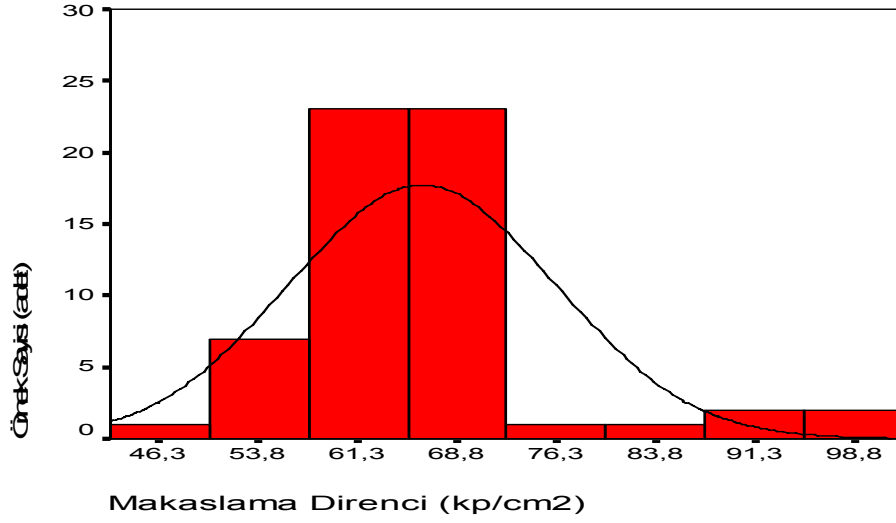
3.2.5.1. Radyal Yönde Makaslama Direnci

60 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun makaslama direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 46’da ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 43’de verilmiştir.

Tablo 46. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun makaslama direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	66.0830	10.11725	102.359	56.2937	44.4329-100.7266

Ortalama makaslama direnci değeri 66.0830 kp/cm² olup, 44.4329-100.7266 kp/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 43. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun makaslama direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

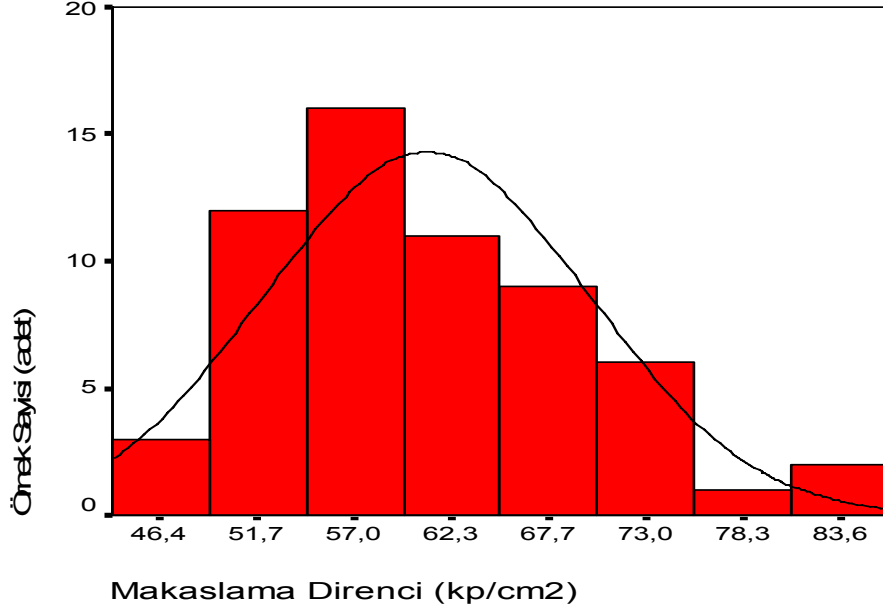
Makaslama direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 43), en fazla tekrarlanan makaslama direnci değeri % 11.7 katılım oranı ile 70 kp/cm²' dir. Ortalama makaslama direnci değeri 66.0830 kp/cm² olup, bu değer solunda yer almaktadır.

60 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun makaslama direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 47'de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 44'de verilmiştir.

Tablo 47. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun makaslama direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
60	60.9630	8.87824	78.823	40.2093	45.0112-85.2205

Ortalama makaslama direnci değeri 60.9630 kp/cm² olup, 45.0112-85.2205 kp/cm² arasında değişmektedir.



Şekil 44. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun makaslama direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

Makaslama direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 44), en fazla tekrarlanan makaslama direnci değerleri % 6.7 katılım oranı ile 55, 57, 59 ve 65 kp/cm²'dir.

3.2.5.1.1. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılcām (*Pinus brutia Ten.*) Odununun Radyal Yönde Makaslama Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcām odunları arasında makaslama direnci bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun makaslama direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.976	0.004	5.11997	1.73773	1.6788-8.56114

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında makaslama direnci bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

3.2.6. Brinell Sertlik Değerleri

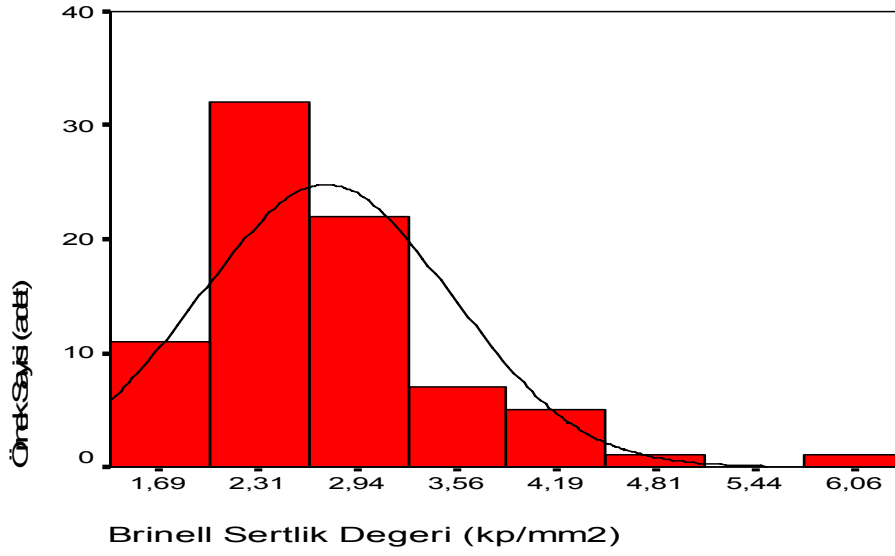
3.2.6.1. Enine Kesitte Brinell Sertlik Değeri

79 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 49'da ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 45'de verilmiştir.

Tablo 49. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
79	2.7343	0.79343	0.63	4.72	1.52-6.24

Ortalama enine kesitte brinell sertlik direnci değeri 2.7343 kp/mm^2 olup, $1.52-6.24 \text{ kp/mm}^2$ arasında değişmektedir.



Şekil 45. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcām odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

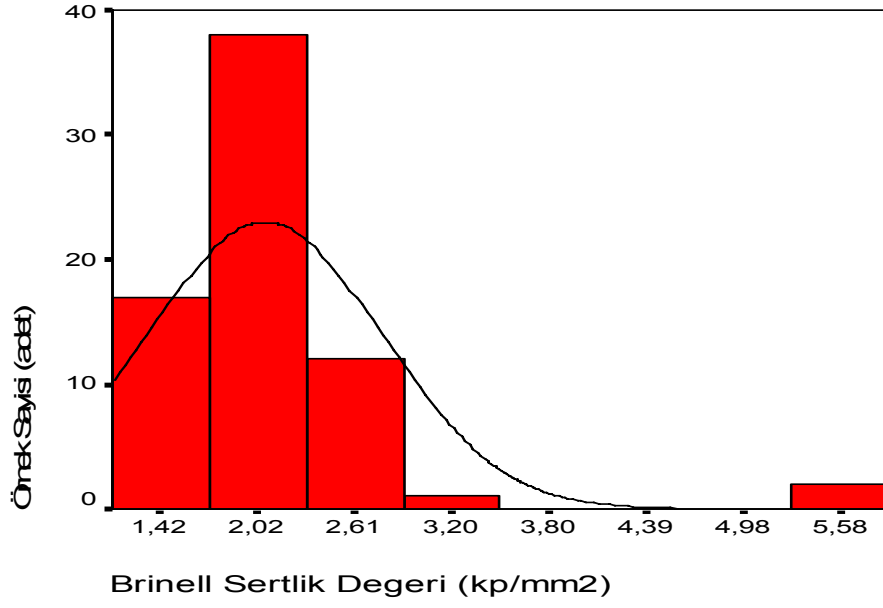
Enine kesitte brinell sertlik direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 45), en fazla tekrarlanan enine kesitte brinell sertlik direnci değerleri % 8.9 katılım oranı ile 1.9 ve 2.1 kp/mm² dir. Ortalama enine kesitte brinell sertlik direnci değeri ise 2.7343 kp/mm² olup, bu değerlerin sağında yer almaktadır.

70 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun enine kesitte brinell sertlik direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 50’de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 46’da verilmiştir.

Tablo 50. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
70	2.0584	0.72017	0.519	4.51	1.25-5.77

Ortalama enine kesitte brinell sertlik direnci değeri 2.0584 kp/mm² olup, 1.25-5.77 kp/mm² arasında değişmektedir.



Şekil 46. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun enine kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

Enine kesitte brinell sertlik direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 46), en fazla tekrarlanan enine kesitte brinell sertlik direnci değeri % 12.9 katılım oranı ile 1.8 kp/mm² dir. Ortalama enine kesitte brinell sertlik direnci değeri ise 2.0584 kp/mm² olup, bu değerlerin sağında yer almaktadır.

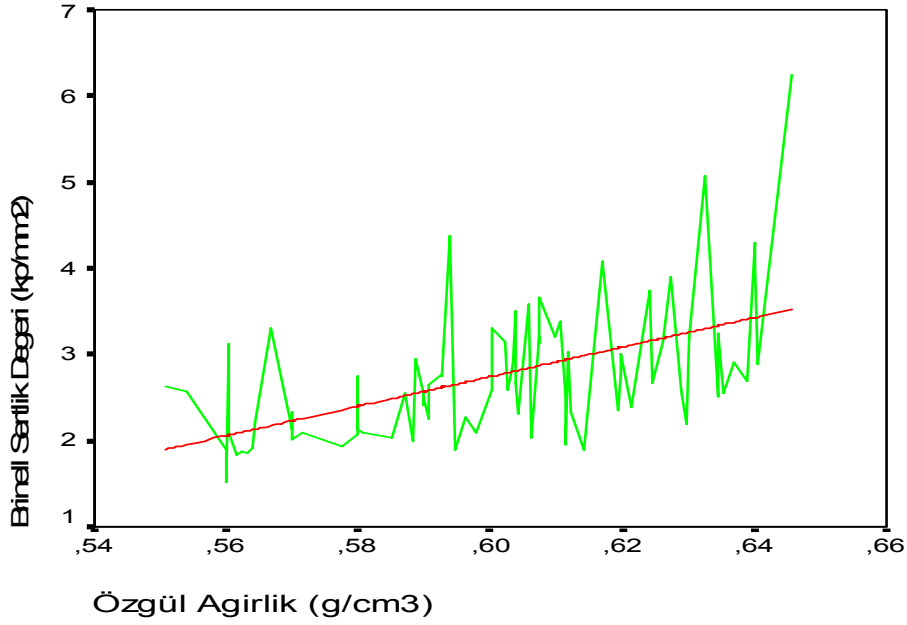
3.2.6.1.1. Enine Kesitteki Sertlik Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile enine kesitte brinell sertlik direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 51 ve Şekil 47’de verilmiştir.

Tablo 51. Enine kesitte brinell sertlik direnci değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	14.33066	1	14.33066	31.73
Hata	34.77283	77	0.45159	
Toplam	49.10349	78		

Enine kesitte brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.29$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda enine kesitte brinell sertlik değeri (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -7.53 + 17.11x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 31.73 olarak hesaplanmıştır.



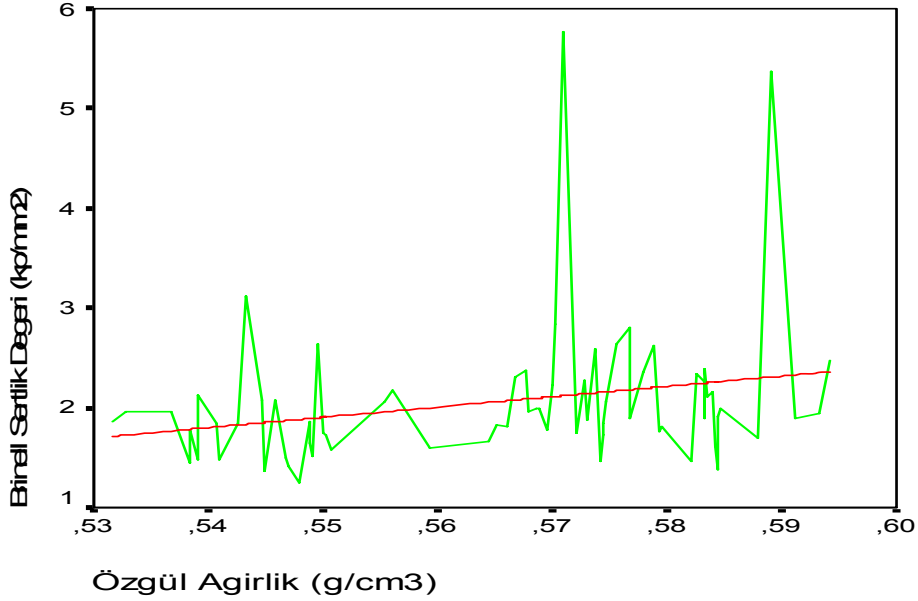
Şekil 47. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile enine kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile enine kesitte brinell sertlik direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 52 ve Şekil 48'de verilmiştir.

Tablo 52. Enine kesitte brinell sertlik direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	2.2392	1	2.2392	4.54
Hata	33.54762	68	0.49335	
Toplam	35.78682	69		

Enine kesitte brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında $p < 0.05$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.06$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda enine kesitte brinell sertlik değeri (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -3.77 + 10.32x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 4.54 olarak hesaplanmıştır.



şekil 48. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odunlarının özgül ağırlık ile enine kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki

3.2.6.1.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılcām (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Enine Kesitte Brinell Sertlik Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcām odunları arasında enine kesitte brinell sertlik direnci bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo53'de verilmiştir.

Tablo 53. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odununun enine kesitte brinell sertlik direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.075	0.000	0.6759	0.12474	0.42936-0.92239

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında enine kesitte brinell sertlik direnci bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

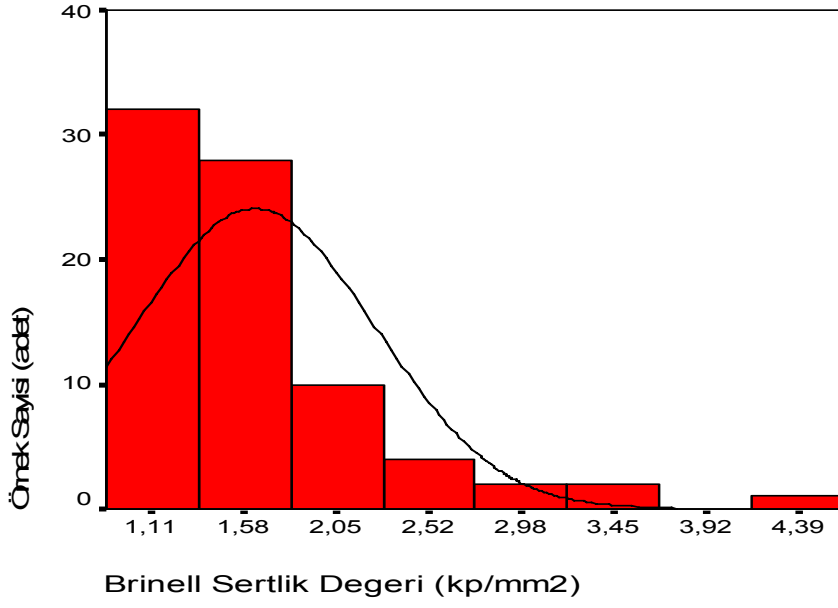
3.2.6.2. Radyal Kesitte Brinell Sertlik Değeri

79 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 54’de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 49’da verilmiştir.

Tablo 54. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
79	1.6286	0.61232	0.375	3.48	0.95-4.42

Ortalama radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri 1.6286 kp/mm^2 olup, $0.95-4.42 \text{ kp/mm}^2$ arasında değişmektedir.



Şekil 49. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcām odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

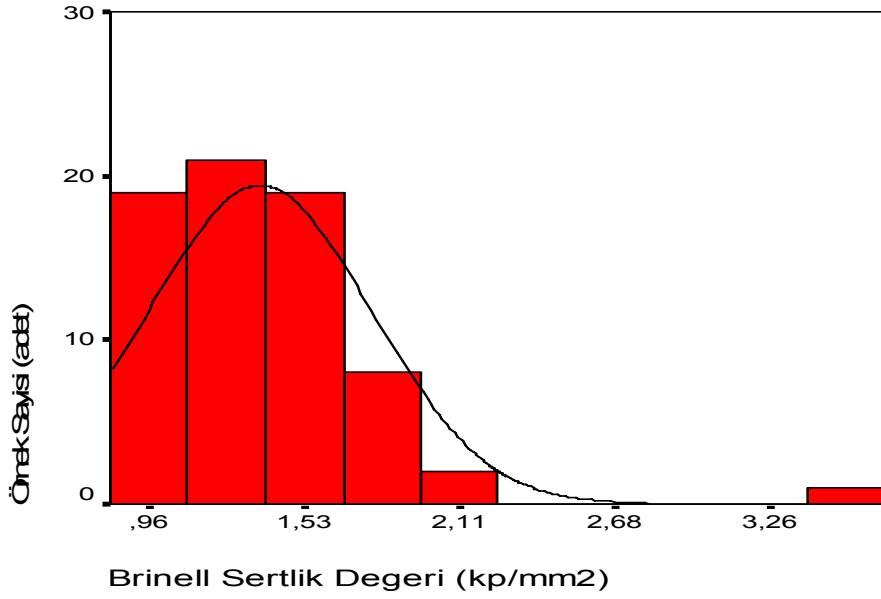
Radyal kesitte brinell sertlik direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 49), en fazla tekrarlanan radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri % 24.1 katılım oranı ile 1.2 kp/mm²'dir. Ortalama radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri ise 1.6286 kp/mm² olup, bu değerin sağında yer almaktadır.

70 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 55'de ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 50'de verilmiştir.

Tablo 55. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
70	1.3676	0.41316	0.171	2.78	0.83-3.61

Ortalama radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri 1.3676 kp/mm² olup, 0.83-3.61 kp/mm² arasında değişmektedir.



Şekil 50. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

Radyal kesitte brinell sertlik direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 50), en fazla tekrarlanan radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri % 15.7 katılım oranı ile 1.1 kp/mm²' dir. Ortalama radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri ise 1.3676 kp/mm² olup, bu değerlerin solunda yer almaktadır.

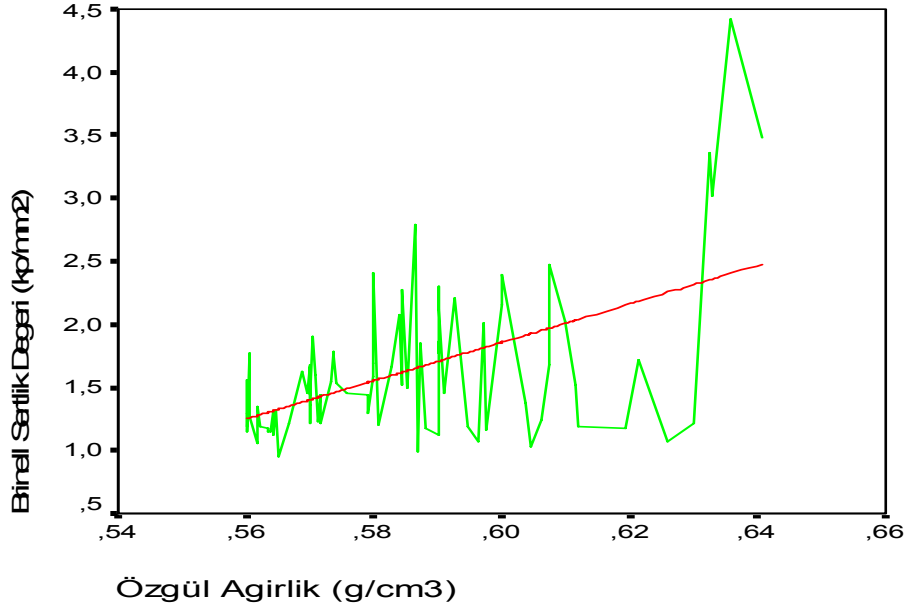
3.2.6.2.1. Radyal Kesitteki Sertlik Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile radyal kesitte brinell sertlik direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 56 ve Şekil 51'de verilmiştir.

Tablo 56. Radyal kesitte brinell sertlik direnci değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	7.97243	1	7.97243	28.86
Hata	21.27225	77	0.27626	
Toplam	29.24468	78		

Radyal kesitte brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.27$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda radyal kesitte brinell sertlik değeri (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -7.28 + 15.23x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 28.86 olarak hesaplanmıştır.



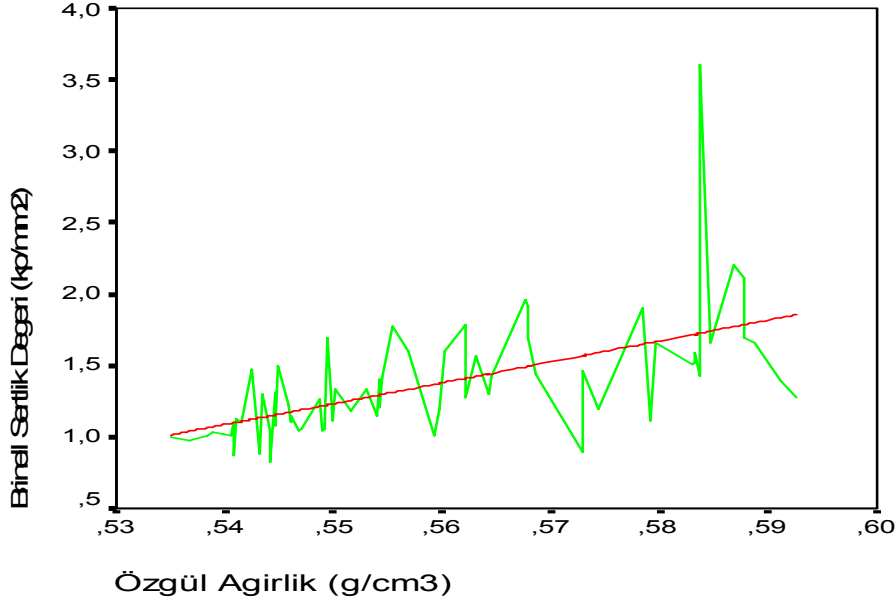
Şekil 51. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile radyal kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile radyal kesitte brinell sertlik direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 57 ve Şekil 52’de verilmiştir.

Tablo 57. Radyal kesitte brinell sertlik direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	4.0888	1	4.08881	36.16
Hata	7.6896	68	0.11308	
Toplam	11.7784	69		

Radyal kesitte brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.35$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda radyal kesitte brinell sertlik değeri (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -6.81 + 14.62x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 36.16 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 52. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcām odunlarının özgül ağırlık ile radyal kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki

3.2.6.2.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış Ve Kalmamış Kızılcām (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Radyal Kesitte Brinell Sertlik Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcām odunları arasında radyal kesitte brinell sertlik direnci bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcām odununun radyal kesitte brinell sertlik direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.023	0.003	0.261	0.08476	0.09338-0.42859

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılçam odunları arasında radyal kesitte brinell sertlik direnci bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

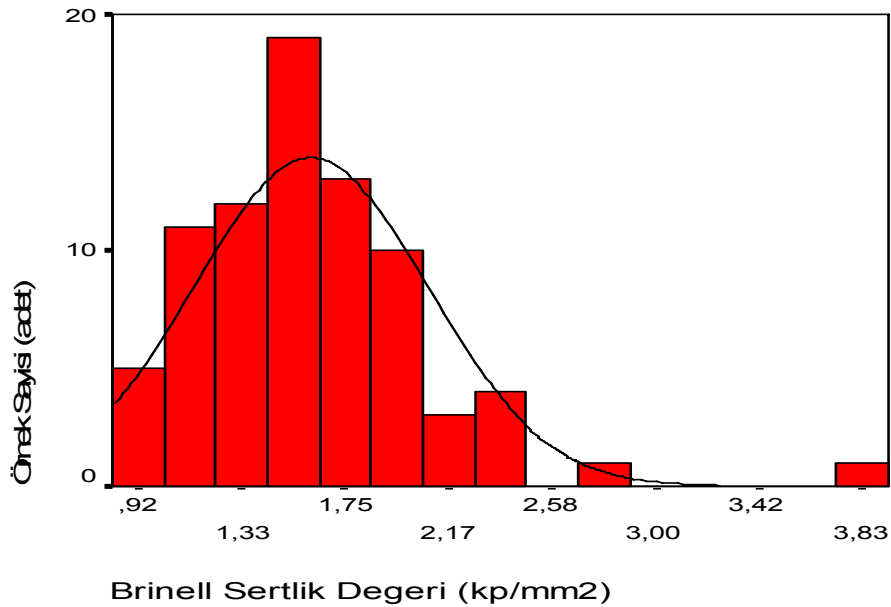
3.2.6.3. Teğet Kesitte Brinell Sertlik Değeri

79 adet yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 59'da ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 53'da verilmiştir.

Tablo 59. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
79	1.6116	0.47050	0.221	2.97	0.92-3.89

Ortalama teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri 1.6116 kp/mm^2 olup, $0.92-3.89 \text{ kp/mm}^2$ arasında değişmektedir.



Şekil 53. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

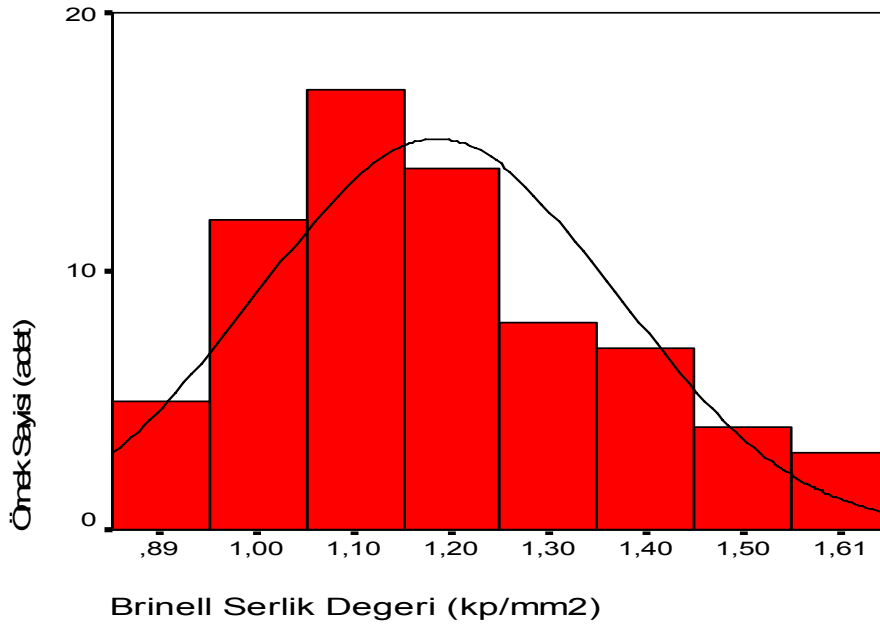
Teğet kesitte brinell sertlik direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 53), en fazla tekrarlanan teğet kesitte brinell sertlik direnci değerleri % 13.9 katılım oranı ile 1.50 kp/mm^2 dir. Ortalama teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri ise 1.6116 kp/mm^2 olup, bu değer in sağında yer almaktadır.

70 adet yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci deneyleri yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Tablo 60'da ve normal dağılım eğrisi grafiği Şekil 54'de verilmiştir.

Tablo 60. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerleri

N	X	S	V	R	Min. ve Max.
70	1.1831	0.18726	0.035	0.75	0.87-1.62

Ortalama teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri 1.1831 kp/mm^2 olup, $0.87-1.62 \text{ kp/mm}^2$ arasında değişmektedir.



Şekil 54. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılçam odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci değerlerine ait normal dağılım eğrisi grafiği

Teğet kesitte brinell sertlik direncine ait normal dağılım eğrisi grafiğine göre (Şekil 54), en fazla tekrarlanan teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri % 24.3 katılım

oranı ile 1.10 kp/mm^2 dir. Ortalama teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri ise 1.1831 kp/mm^2 olup, bu değerin sağında yer almaktadır.

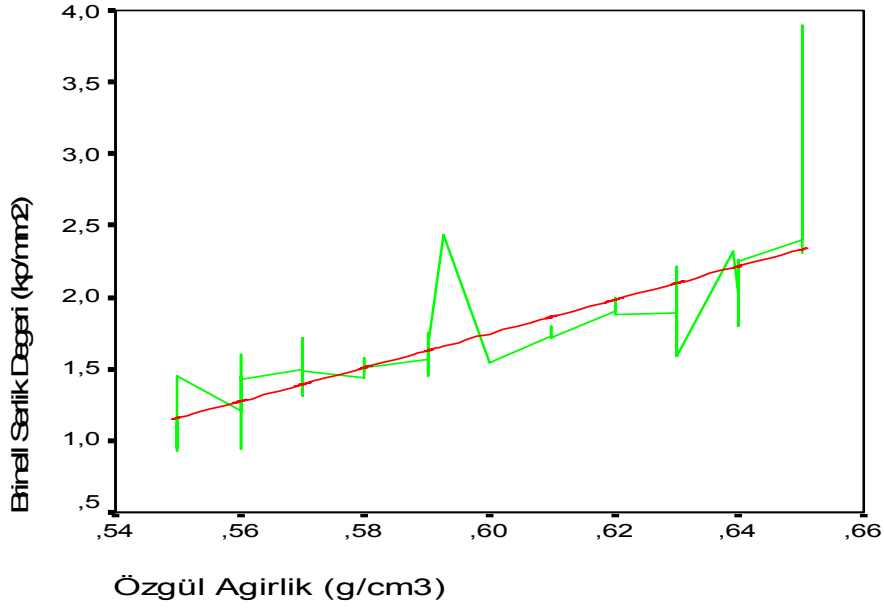
3.2.6.3.1. Teğet Kesitteki Sertlik Direnci ile Özgül Ağırlık Arasındaki İlişki

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcıam odunlarının özgül ağırlık ile teğet kesitte brinell sertlik direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 61 ve Şekil 55’de verilmiştir.

Tablo 61. Teğet kesitte brinell sertlik direnci değeri ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	11.96216	1	11.96217	173.64
Hata	5.30451	77	0.06889	
Toplam	17.26667	78		

Teğet kesitte brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.69$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda teğet kesitte brinell sertlik değeri (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -5.32 + 11.72x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 173.64 olarak hesaplanmıştır.



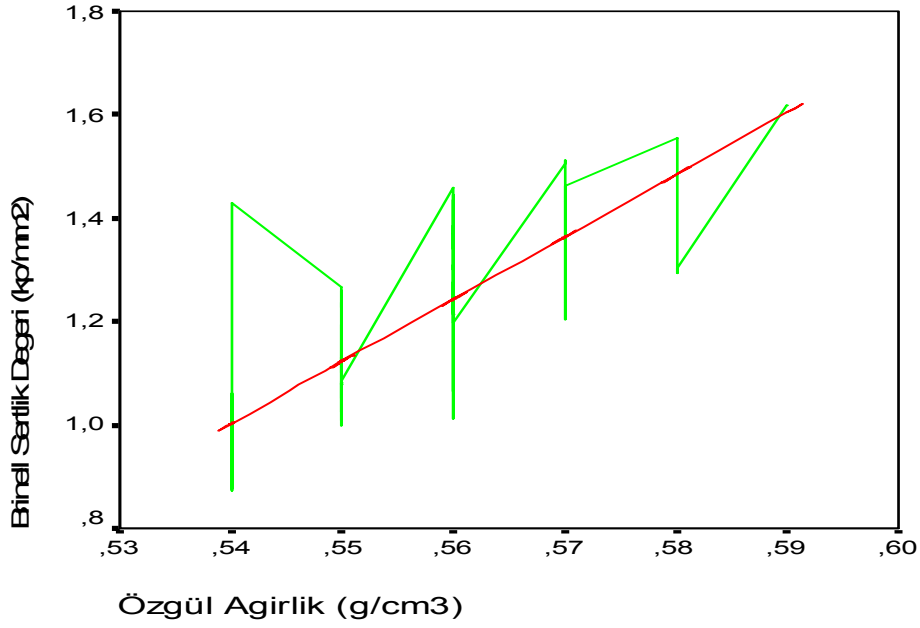
Şekil 55. Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile teğet kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki

Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile teğet kesitte brinell sertlik direnci arasındaki regresyon analizi sonuçları Tablo 62 ve Şekil 56'da verilmiştir.

Tablo 62. Teğet kesitte brinell sertlik direnci ile özgül ağırlık arasındaki ilişkiye ait regresyon analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Oranı
Regresyon	1.55799	1	1.55799	122.98
Hata	0.86150	68	0.01267	
Toplam	2.41949	69		

Teğet kesitte brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında $p < 0.001$ önem düzeyi ile pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r^2 = 0.64$). Uygulanan regresyon analizi sonucunda teğet kesitte brinell sertlik değeri (y) ile özgül ağırlık (x) arasındaki doğrusal ilişkinin denklemi $y = -5.5 + 12.04x$ biçiminde elde edilmiş ve F istatistiği 122.98 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 56. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odunlarının özgül ağırlık ile teğet kesitte brinell sertlik direnci arasındaki ilişki

3.2.6.3.2. Yangın Etkisine Maruz Kalmış ve Kalmamış Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Odununun Teğet Kesitte Brinell Sertlik Direnci Denetimi

Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında teğet kesitte brinell sertlik direnci bakımından bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için yapılan toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları Tablo 63’de verilmiştir.

Tablo 63. Yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odununun teğet kesitte brinell sertlik direnci toplum ortalaması önemlilik testi sonuçları

Varyansların Homojenlik Testi Önem Düzeyi	Toplum Ortalaması Önemlilik Testi			
	Önem Düzeyi	Ortalama Farkı	Standart Hata Farkı	% 95 Güvenle Farkların Aralığı
0.000	0.000	0.4285	0.05747	0.31451-0.54244

Yapılan bu teste göre % 5 anlam düzeyinde yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış Kızılcım odunları arasında teğet kesitte brinell sertlik direnci bakımından farklılığın olduğu tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1. Özgül Ağırlık

Yangına maruz kalmamış Kızılçam örnekleri üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan ortalama tam kuru özgül ağırlık değeri 0.543 g/cm^3 , yangın etkisine maruz kalmış örneklerde ise 0.538 g/cm^3 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak aralarında herhangi bir fark bulunmamıştır. Bortoletto ve Moreschi [42], yangına maruz kalmış Pinus taeda odununun özgül ağırlığının değişmediğini belirtmektedir. Erten ve Sözen [11], yangına maruz kalmış Kızılçam odunu üzerinde yapılan çalışmada özgül ağırlık değerlerinde herhangi bir değişme olmadığını ortaya koymuşlardır. Tablo 64’de Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri verilmiştir.

Tablo 64. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait özgül ağırlık değerleri

Ağaç Türü	Hava Kuru Özgül Ağırlık (g/cm^3)	Tam Kuru Özgül Ağırlık (g/cm^3)
Kızılçam	0.569	0.543
Kızılçam (yangına maruz kalmış)	0.572	0.538
Kızılçam [52]	0.570	0.530
Kızılçam [23]	0.560	0.500
Kızılçam [64]	0.570	0.530
Karaçam [59]	0.560	0.520
Sarıçam [59]	0.526	0.496
Doğu ladini [65]	0.560	0.410
Duglas göknarı [66]	0.441	0.415
Toros sediri [59]	0.523	0.487

Hava kuru özgül ağırlık sınıflarına göre değerlendirildiğinde Kızılçam “orta özgül ağırlıktaki ağaçlar” sınıfına girmektedir [59]. Çalışmada bulunan özgül ağırlık değerleri Bozkurt, Göker ve Erdin [23] tarafından belirtilen değerlerden büyük, Berkel [52] ve [64]. kaynaktan küçük çıkmıştır. Kızılçam Karaçam, Sarıçam, Doğu ladini, Duglas göknarı ve Toros sediri ile karşılaştırıldığında bu ağaç türlerinden daha ağır olduğu görülmektedir.

4.1.2. Hacim - Yoğunluk Değeri

Yangına maruz kalmamış Kızılçam örnekleri üzerinde yapılan ölçümlerde bulunan ortalama hacim-yoğunluk değeri 0.467 g/cm^3 , yangın etkisine maruz kalmış örneklerde ise 0.475 g/cm^3 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak aralarında herhangi bir fark bulunmamıştır.

Hacim-yoğunluk değeri, hammadde alımlarını m^3 , satışlarını kg olarak yapan kağıt, selüloz endüstrisi ile lif levha sanayinde önemlidir. Hacim- yoğunluk değeri arttıkça belirli bir hacimdeki odundan daha fazla miktarda kuru odun yani lif kalitesi elde edilmektedir. Ticari kağıt hamuru odunlarında bu değer $0.3 - 0.6 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir.

Bortoletto ve Moreschi [42], yangına maruz kalmış Pinus taeda odununun hacim-yoğunluk değerinin değişmediğini belirtmektedir. Erten ve Sözen [11], yangına maruz kalmış Kızılçam odunu üzerinde yapılan çalışmada hacim-yoğunluk değerlerinde herhangi bir değişme olmadığını ortaya koymuşlardır.

Çalışmada bulunan hacim-yoğunluk değerini çeşitli ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleriyle karşılaştırmak amacıyla Kızılçam ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 65. Kızılçam ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacim-yoğunluk değerleri

Ağaç Türü	Hacim – Yoğunluk Değeri (g/m^3)
Kızılçam	0.467
Kızılçam (Yangına maruz kalmış)	0.475
Kızılçam [23]	0.440
Kızılçam [52]	0.478
Kızılçam [64]	0.478
Sarıçam [59]	0.426
Karaçam [59]	0.456
Doğu Ladini [65]	0.366
Duglas Göknarı [66]	0.368
Toros Sediri [59]	0.437

4.1.3. Hücre Çeperi Maddesi ve Hava Boşluğu Hacmi Oranları

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım örneklerinde ortalama hücre çeperi maddesi hacmi % 36.23, hava boşluğu hacmi % 63.77 olarak bulunmuştur. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım örneklerinde ortalama hücre çeperi maddesi hacmi % 35.89, hava boşluğu hacmi % 64.11 olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak yangın etkisine maruz kalmış ve kalmamış odunların hücre çeperi maddeleri ve hava boşluğu hacmi oranları arasında fark bulunmamıştır. Hava boşluğu hacmi, hücre çeperi maddesi hacmine bağılı olarak değişmektedir. Hücre çeperi maddesi hacmi azaldıkça hava boşluğu hacmi artmaktadır. Ayrıca hücre çeper maddesinin miktarı, odunun hücre yapısı ile değişmektedir. Mevcut hücrelerin büyüklüğü, bulunuş oranları ve hücre çeperinin kalınlığı hücre çeperi maddesi miktarını etkilemektedir. En fazla etkili olan çeper kalınlığıdır [59].

4.2. Odun-Su İlişkileri

4.2.1. Hacimsel Daralma ve Genişleme Miktarları

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun ortalama hacimsel daralma miktarı %11.77, genişleme miktarı %11.96 bulunmuştur. Yangın etkisine maruz kalmış Kızılcım odununun ortalama hacimsel daralma miktarı %11.50, genişleme miktarı %11.72 olarak belirlenmiştir. İstatistikî olarak yangın görmüş ve görmemiş örneklerin daralma ve genişleme oranları bakımından aralarında fark olduğu tespit edilmiştir. Isı etkisine maruz kalmış örneklerde, yüksek sıcaklık derecelerinde odun yapısında bulunan holoselülozun azalması ve dolayısıyla lignin maddesi oranının artması neticesinde odunda çalışma miktarında azalma olduğu belirlenmiştir[68]. Kızılcım ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. Kızılçam ve diğer bazı ağaç türlerine ait hacimsel daralma miktarları

Ağaç Türü	β_v (%)
Kızılçam	11.77
Kızılçam (yangına maruz kalmış)	11.50
Kızılçam [64]	12.20
Kızılçam [52]	12.20
Kızılçam [23]	11.00
Sarıçam [59]	12.70
Karaçam [59]	13.90
Doğu Ladini [65]	11.20
Duglas Göknarı [66]	11.54
Toros Sediri [59]	9.20

Bu çalışmada bulunan hacimsel daralma miktarı Berkel [52] tarafından belirlenen değerden küçük çıkmıştır. Bozkurt, Göker, Erdin ve As [23] tarafından belirlenen değerden büyük çıkmıştır. Kızılçam diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında; hacimsel daralma miktarı Sarıçam ve Karaçamdan düşük, Doğu ladini, Duglas göknarı ve Toros sedirinden yüksek çıkmıştır.

Ağaç malzemenin üç yönde farklı çalışması, olumsuz özelliklerinden biridir. Çünkü üç yönde farklı çalışma, iç gerilmelere sebep olarak çeşitli kullanım yerlerinde boyutların değişmesine, çarpılma, eğilme ile yüzey, kenar ve profillerin kamburlaşması, çatlama gibi kusurların meydana gelmesine yol açmaktadır [59]. Bu nedenle ağaç malzemenin az çalışması kullanım yerleri açısından özellikle mobilya, parke ve kaplama endüstrisinde aranan bir özelliktir.

4.2.2. Kızılçam [*Pinus brutia Ten.*] Odununun İçerisine Alabileceği En Yüksek Su Miktarı

Kızılçam odununun içerisine alabileceği ortalama en yüksek su miktarı tam kuru özgül ağırlığa göre yangın etkisine maruz kalmamış örnekler için %143.20, yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise %145.05 olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında herhangi bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Bortoletto ve Moreschi [42], yangına maruz kalmış *Pinus taeda* (Kuzey Carolina çamı) odununun içerisine alabileceği en yüksek

su miktarının değişmediğini belirtmektedir. Erten ve Sözen [11], yangına maruz kalmış Kızılçam odunu üzerinde yapılan çalışmada içersine alabileceği en yüksek su miktarı değerlerinde herhangi bir değişme olmadığını ortaya koymuşlardır. Bu değer ağaç malzemenin emprenye edilmesi işleminde içersine alabileceği emprenye maddesi miktarının belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca odunun su ile taşınması, işlenmesi ve kurutma işlemlerinde önemlidir.

4.2.3. Lif Doygunluğu Noktası Rutubeti

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama lif doygunluk noktası rutubeti %25.32, yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise %24.87 olarak bulunmuştur. İstatistiki anlamda aralarında herhangi bir farklılığın olmadığı saptanmıştır.

LDN değeri, ağaç malzemenin çalışma özelliğini etkilemekte, emprenye ve kurutma gibi işlemlerde önemli olmaktadır [67]. Lif Doygunluğu Noktası rutubetine göre Kızılçam “Lif Doygunluğu Noktası Orta” olan ağaçlar grubuna girmektedir [59].

4.3. Mekanik Özellikler

4.3.1. Liflere Paralel Basınç Direnci

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama liflere paralel basınç direnci değeri 486.85 kp/cm^2 , yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 447.71 kp/cm^2 olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır. Bu sonuç Bortoletto J. ve Moreschi [42] çalışmalarıyla uyumludur. Pinus taeda odununun basınç direncinin azaldığı bu çalışmada belirtilmektedir. Nitekim Erten ve Sözen [11] ise, Kızılçam odununun basınç direncinin etkilenmediğini belirtmektedirler. İki alışma arasındaki uyumsuzluk; kabuk kalınlığına, yangının şiddetine ve yangının ağaç üzerinde kalma süresine bağlı olabilir. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri Tablo 67’de verilmiştir.

Tablo 67. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait liflere paralel basınç direnci değerleri

Ağaç Türü	Liflere Paralel Basınç Direnci (kp/cm^2)
Kızılçam	486.85
Kızılçam (yangına maruz kalmış)	447.71
Kızılçam[64]	450
Kızılçam[52]	447
Kızılçam[23]	449.20
Sarıçam[59]	379.20
Karaçam[59]	479
Doğu ladini[65]	390.68
Duglas göknarı [66]	380.93
Toros sediri [59]	449.70

Özgül ağırlık ile basınç direnci arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bulunan liflere paralel basınç direnci değeri literatürde bulunan değerlerden yüksek çıkmıştır. Diğer türlerle karşılaştırıldığında literatürdeki ağaçların tümünden yüksek basınç direnci değerine sahip olduğu görülmektedir.

Kızılçam liflere paralel basınç dirençleri bakımından çalışmada elde edilen verilere göre “Liflere paralel basınç direnci “orta derecede” ağaçlar grubuna girmektedir[59]

4.3.1.1. Statik Kalite Değeri

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama statik kalite değeri 8.65 km, yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 8.37 km olarak bulunmuştur. Kızılçam odunu “orta kalite” özelliğine sahiptir [59].

4.3.1.2. Spesifik Kalite Değeri

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama spesifik kalite değeri 15.44 km, yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 15.70 km olarak bulunmuştur.

4.3.2. Eğilme Direnci

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama eğilme direnci değeri 793.99 kp/cm², yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 717.41 kp/cm² olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır. Bu sonuç Bortoletto J. ve Moreschi [42] çalışmalarıyla uyumludur. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri Tablo 68’de verilmiştir.

Tablo 68. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait eğilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Eğilme Direnci (kp/cm ²)
Kızılçam	793.99
Kızılçam (yangına maruz kalmış)	717.41
Kızılçam[64]	820
Kızılçam[59]	821.50
Kızılçam[23]	601.30
Sarıçam[59]	648.82
Karaçam[59]	1096
Doğu ladini[65]	707.03
Duglas göknarı [66]	663.03
Toros sediri [59]	768.30

Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasında anlamlı bir ilişki vardır. Çalışmada bulunan değerlere göre Kızılçam “eğilme direnci düşük derecede” olan ağaçlar grubuna girmektedir[59].

Çalışmada bulunan eğilme direnci değeri literatürde verilen diğer değerlerle karşılaştırıldığında Bozkurt ve Göker[59] tarafından yapılan çalışmadaki değerlerden küçük çıkmıştır. Bozkurt, Göker, Erdin ve As[23] tarafından bulunan değerden yüksek çıkmıştır.

Kızılçam diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında Karaçamdan düşük, Sarıçam, Doğu ladini, Duglas göknarı ve Toros sedirinden daha yüksek eğilme direnci değerine sahiptir. Bu farklılık ağacın özgül ağırlığına ve yaşına bağlanabilir.

4.3.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılcım odununun ortalama elastikiyet modülü değeri 114242.50 kp/cm², yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 93237.64 kp/cm² olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır. Bu sonuç Bortoletto J. ve Moreschi [42] çalışmalarıyla uyumludur. Kızılcım ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri Tablo 69'da verilmiştir.

Tablo 69. Kızılcım ve bazı ağaç türlerine ait elastikiyet modülü değerleri

Ağaç Türü	Elastikiyet Modülü (kp/cm ²)
Kızılcım	114242.50
Kızılcım (yangına maruz kalmış)	93237.64
Kızılcım[67]	102000
Kızılcım[23]	87320
Sarıçam[21]	117000
Doğu ladini[65]	105285
Duglas göknarı [66]	76813.80
Uludağ göknarı[67]	83000

Bu çalışmada bulunan elastikiyet modülü değeri, literatürde verilen değerlerle karşılaştırıldığında; Bozkurt ve Erdin[67], Bozkurt, Göker, Erdin ve As[23] tarafından bulunan değerlerden yüksek çıkmıştır. Kızılcım diğer ağaç türleri ile karşılaştırıldığında Sarıçamdan düşük, Doğu ladini, Duglas göknarı ve Uludağ göknarından daha yüksek elastikiyet modülü değerine sahip olduğu saptanmıştır. Bu farklılık ağacın özgül ağırlığına ve yaşına bağlanabilir. Bu çalışmada özgül ağırlık ile elastikiyet modülü değerleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

4.3.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama dinamik eğilme direnci değeri 0.38 kpm/cm^2 , yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 0.40 kpm/cm^2 olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında herhangi bir fark saptanmamıştır. Bortoletto J. ve Moreschi [42] yaptıkları çalışmada dinamik eğilme direnci değerinde istatistiki anlamda fark olduğunu belirlemiştir. İki çalışma arasındaki uyumsuzluk; kabuk kalınlığına, yangının şiddetine ve yangının ağaç üzerinde kalma süresine bağlanabilir. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri Tablo 70’de verilmiştir.

Tablo 70. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait dinamik eğilme direnci değerleri

Ağaç Türü	Dinamik Eğilme Direnci (kpm/cm ²)
Kızılçam	0.38
Kızılçam (yangına maruz kalmış)	0.40
Kızılçam[64]	0.26
Kızılçam[59]	0.26
Sarıçam[59]	0.55
Karaçam[59]	0.56
Doğu ladini[65]	0.393
Duglas göknarı [66]	0.321
Toros sediri [59]	0.45

Bu çalışmada bulunan şok direnci değeri, Bozkurt ve Göker[59] tarafından yapılan çalışmada belirlenen değerden yüksek çıkmıştır. Kızılçamın şok direnci; Sarıçam, Karaçam, Doğu ladini ve Toros sedirinin şok direncinden düşük, Duglas göknarının şok direnci değerinden yüksek çıkmıştır. Bu durum; odunun yapısı, özgül ağırlığı, lif açısı ve yıllık halka genişliğine bağlanabilir. Kızılçam “şok direnci orta olan” ağaçlar grubuna girmektedir[59]. Özgül ağırlık ile şok direnci arasında anlamlı bir ilişki vardır.

4.3.4.1. Dinamik Kalite Değeri

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama dinamik kalite değeri 1.13 km, yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 1.34 km olarak bulunmuştur. Dinamik kalite değerine göre Kızılçam odunu “orta kalite” ağaçlar grubuna girmektedir[59].

4.3.5. Makaslama Direnci

4.3.5.1. Radyal Yönde Makaslama Direnci

Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun ortalama makaslama direnci değeri 66.08 kp/cm², yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 60.96 kp/cm² olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 71. Kızılçam ve bazı ağaç türlerine ait makaslama direnci değerleri

Ağaç Türü	Makaslama Direnci (kp/cm ²)
Kızılçam	66.08
Kızılçam (yangına maruz kalmış)	60.96
Kızılçam[64]	70
Sarıçam[59]	50
Karaçam[59]	67.1
Doğu ladini[65]	63.61
Duglas göknarı [66]	60.14
Toros göknarı [59]	63.80

Çalışmada bulunan değer, genellikle literatürdeki değerlerden yüksek çıkmıştır. Genel olarak tüm ağaçlarda özgül ağırlığın artması ile makaslama direnci artmaktadır[59].

4.3.6. Brinell Sertlik Değerleri

Ortalama enine kesit sertliği yangın etkisine maruz kalmamış örneklerde 2.73 kp/mm², yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 2.06 kp/mm² olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır.

Ortalama radyal kesit sertliği yangın etkisine maruz kalmamış örneklerde 1.63 kp/mm², yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 1.37 kp/mm² olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır.

Ortalama teğet kesit sertliği yangın etkisine maruz kalmamış örneklerde 1.61 kp/mm², yangın etkisine maruz kalmış örnekler için ise 1.18 kp/mm² olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında farklılığın olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlar Bortoletto J. ve Moreschi[42]'nin çalışmalarıyla uyum göstermektedir. Ayrıca Erten ve Sözen[11] yaptıkları çalışmada Yanka sertlik değerlerini farklı bulmuşlardır. Kızılcım ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri Tablo 72'de verilmiştir.

Tablo 72. Kızılcım ve bazı ağaç türlerine ait Brinell sertlik değerleri

Ağaç Türü	Brinell Sertlik Değeri (kp/mm ²)	
	Liflere paralel	Liflere dik
Kızılcım	2.73	1.62
Kızılcım (yangına maruz kalmış)	2.06	1.27
Doğu ladini[65]	3.08	1.38
Duglas göknarı [66]	3.32	1.67
Karaçam[59]	4.29	2.02

Çalışmada bulunan Brinell sertlik değerleri, Doğu ladini, Duglas göknarı ve Karaçamdan daha düşük bulunmuştur. Liflere paralel yöndeki sertlik değeri, liflere dik yöndeki sertlik değerinden yüksek çıkmıştır. Sertlik değeri üzerine ağaç malzemenin özgül ağırlığı, rutubeti, anatomik yapısı ve kesit yönü etkili olmaktadır. Ağaç malzemenin özgül ağırlığı arttıkça sertliği de artar. Bu çalışmada Brinell sertlik değeri ile özgül ağırlık arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Liflere paralel ve liflere dik yöndeki sertlik değerlerine göre Kızılcım sertlik derecesi “yumuşak” ağaçlar grubuna girmektedir [59].

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Kızılcım (*Pinus brutia Ten.*) ağacına ait dördü yangına maruz kalmamış, dördü yangına maruz kalmış bölgelerden alınan toplam sekiz adet örnek tomruğu üzerinde fiziksel ve mekanik özellikler araştırılmıştır. Bulgular istatistik yöntemlerden faydalanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıda açıklanmıştır. Bunlara ilişkin değerler tablo 73'de verilmiştir.

Yangın etkisine maruz kalmamış örnekler için tam kuru özgül ağırlık değeri 0.543 g/cm³, hava kurusu özgül ağırlık değeri 0.569 g/cm³, hücre çeperi maddesi oranı % 36.23 ve hava boşluğu hacmi oranı % 63.77, yangına maruz kalmış örnekler için; tam kuru özgül ağırlık değeri 0.538 g/cm³, hava kurusu özgül ağırlık değeri 0.572 g/cm³, hücre çeperi maddesi oranı % 35.89 ve hava boşluğu hacmi oranı % 64.11 olarak belirlenmiştir. İstatistikî olarak aralarında herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır.

Ortalama daralma miktarları; yangına maruz kalmamış örnekler için teğet yönde (β_t) %6.81, radyal yönde (β_r) %4.95 ve hacmen (β_v) %11.77 olarak bulunmuştur. Yangına maruz kalmış örnekler için ise teğet yönde (β_t) %7.79, radyal yönde (β_r) %3.71 ve hacmen (β_v) %11.50 olarak bulunmuştur. İstatistikî olarak aralarında farklılığın olduğu belirlenmiştir.

Ortalama genişleme miktarları; yangına maruz kalmamış örnekler için teğet yönde (α_t) %8.00, radyal yönde (α_r) %3.95 ve hacmen (α_v) %11.96 olarak bulunmuştur. Yangına maruz kalmış örnekler için ise teğet yönde (α_t) %6.81, radyal yönde (α_r) %4.91 ve hacmen (α_v) %11.71 olarak bulunmuştur. İstatistikî olarak aralarında farklılığın olduğu belirlenmiştir.

Lif doygunluğu noktası rutubeti yangına maruz kalmamış örnekler için %25.32, yangına maruz kalmış örnekler için ise %24.87 olarak hesaplanmıştır. Kızılcım odununun içerisine alabileceği en yüksek su miktarı, yangına maruz kalmamış örnekler için %143.20, yangına maruz kalmış örnekler için ise %145.05 olarak hesaplanmıştır.

Liflere paralel yönde basınç direnci değeri yangına maruz kalmamış örnekler için ortalama 486.85 kp/cm², statik kalite değeri 8.65 km ve spesifik kalite değeri 15.44 km, yangına maruz kalmış örnekler için ise 447.71 kp/cm², statik kalite değeri 8.37 km ve spesifik kalite değeri 15.70 km olarak hesaplanmıştır. İstatistikî olarak aralarında fark

olduğu saptanmıştır. Basınç direnci ile özgül ağırlık arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ortalama eğilme direnci değeri yangına maruz kalmamış örnekler için 793.99 kp/cm^2 ve eğilmede elastikiyet modülü değeri $114242.50 \text{ kp/cm}^2$, yangına maruz kalmış örnekler için ise 717.41 kp/cm^2 ve eğilmede elastikiyet modülü değeri 93237.64 kp/cm^2 olarak hesaplanmıştır. İstatistiki olarak aralarında fark olduğu saptanmıştır. Özgül ağırlık ile eğilme direnci arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Ortalama dinamik eğilme direnci değeri yangına maruz kalmamış örnekler için 0.38 kpm/cm^2 ve dinamik kalite değeri 1.13 km , yangına maruz kalmış örnekler için ise dinamik eğilme direnci değeri 0.41 kpm/cm^2 ve dinamik kalite değeri 1.34 km olarak hesaplanmıştır. İstatistiki olarak aralarında fark olmadığı saptanmıştır. Özgül ağırlık ile dinamik eğilme direnci arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Radyal yönde makaslama direnci değeri yangına maruz kalmamış örnekler için ortalama 66.08 kp/cm^2 , yangına maruz kalmış örnekler için ise 60.96 kp/cm^2 olarak bulunmuştur. İstatistiki olarak aralarında fark olduğu saptanmıştır.

Ortalama Brinel sertlik değerleri; yangına maruz kalmamış örnekler için, enine kesit sertliği 2.73 kp/mm^2 , radyal kesit sertliği 1.63 kp/mm^2 ve teğet kesit sertliği 1.61 kp/mm^2 , yangına maruz kalmış örnekler için ise enine kesit sertliği 2.06 kp/mm^2 , radyal kesit sertliği 1.37 kp/mm^2 ve teğet kesit sertliği 1.18 kp/mm^2 olarak hesaplanmıştır. İstatistiki olarak aralarında fark olduğu saptanmıştır. Özgül ağırlık ile Brinell sertlik değeri arasında anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Tablo 73. Kızılcım odununun fiziksel ve mekanik özellikleri

Özellikler		Sembol	Ortalama Değer	
			Yangına maruz kalmamış	Yangına maruz kalmış
Tam Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm ³)		δ_0	0.543	0.538
Hava Kuru Özgül Ağırlık (gr/cm ³)		δ_{12}	0.569	0.572
Hacim-Yoğunluk Değeri (kg/m ³)		γ	0.467	0.475
Daralma Miktarı (%)	Radyal yönde	β_r	4.95	3.71
	Teğet yönde	β_t	6.81	7.79
	Hacimsel	β_v	11.77	11.50
Genişleme Miktarı (%)	Radyal yönde	α_r	3.95	4.91
	Teğet yönde	α_t	8.00	6.81
	Hacimsel	α_v	11.96	11.71
Basınç Direnci (kp/cm ²)		$\sigma_{B//}$	486.85	447.71
Eğilme Direnci (kp/cm ²)		σ_e	793.99	717.41
Eğilme Elastikiyet Modülü (kp/cm ²)		E	114242.5	93237.64
Dinamik Eğilme Direnci (kpm/cm ²)		$\sigma_{\dot{\gamma}}$	0.38	0.41
Makaslama Direnci (kp/cm ²)		σ_m	66.08	60.96
Brinell Sertlik Değeri (kp/mm ²)	Liflere paralel yönde	H _{Be}	2.73	2.06
	Radyal yönde	H _{Br}	1.63	1.37
	Teğet yönde	H _{Bt}	1.61	1.38

6. ÖNERİLER

Dünyadaki teknolojik gelişmelerin tersine orman varlığı gün geçtikçe orman endüstrisinin talebine cevap verememektedir. Dünyada orman kaynakları giderek azalmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak tüketim artmaktadır. Hammadde kaynaklarımızdan maksimum faydayı sağlamak artık kaçınılmazdır.

Bu nedenlerden dolayı, en büyük hammadde kaynağı olan ormanların yangın tahribatına karşı korunması gerekmektedir. Bu amaçla;

- Halkın eğitimi ve motivasyonu
- Halkın orman kullanımının düzenlenmesi
- Yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

Yinede gerek doğal gerekse insan kaynaklı sebeplerden dolayı orman yangınları önlenememektedir ancak azaltılması için gerekli önlemler alınmalıdır. Orman yangınlarının olduğu bölgelerdeki ağaçların endüstriye kazandırılması gerekmektedir.

Tez kapsamında; yangın tahribatına maruz kalmış Kızılçam odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek endüstride kullanılabilirliği tartışılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen veriler ışığında;

1- Tüm yanma derecelerinde fiziksel ve mekanik özellikler üzerine yangın etkileri, normal kullanım (ambalaj sandığı, tarım aletleri, çit kazığı) için bu odunların kullanılmamasına sebep olabilecek etkiye sahip değildir.

2- Şiddetli yanma derecelerine maruz kalmış odunların mekanik özelliklerinde azalma olduğundan dolayı yapısal kullanımda tercih edilmemelidir.

3- Yangın etkisine maruz kalmamış Kızılçam odununun, liflere paralel basınç direnci değeri “orta derecede” olan ağaçlar grubuna girdiği için direnç özelliğinin önemli olduğu yerlerde, yapılarda kısa direk ve sütun olarak kullanılmamalıdır.

4- Eğilme direnci “düşük” olan ağaçlar grubuna girdiği için bu direnç tipinin önemli olduğu kiriş vb. yerlerde kullanılmamalıdır.

5- Şok direncine bağlı olarak Kızılçam “orta kalite” özelliğine sahip ağaçlar grubuna girdiği için ani yüklemeye maruz kalan yerlerde kullanımında dikkatli olunmalıdır.

6- Radyal yöndeki makaslama direnci, diğer ibreli türlere ait makaslama direncinden yüksek çıktığı için yapı malzemelerinin birleşme yerlerinde kullanılabilir.

7- Sertlik derecesi “yumuşak” ağaçlar grubuna girdiği için döşeme, parke ve merdiven gibi aşınmaya maruz kalan yerlerde kullanılmamalıdır.

8- Çalışma özelliklerinin “orta derecede” olması nedeniyle rutubetli yerlerden uzak yerlerde kullanılmaları uygun olacaktır.

7. KAYNAKLAR

1. http://omok.ktu.edu.tr/makaleler/e_bilgili3.doc, Ülkemizde Orman Yangını Gerçeği. 26.01.2006
2. www.meteor.gov.tr/2005/arastirma/dogalafetler/ormanyangin.htm, Orman Yangınları ve Meteoroloji. 20.12.2005
3. Pausas, J.G. ve Vallejo, V.R., The Role of Fire in European Mediterranean Ecosystems, Springer-Verlag, 1999 3-16.
4. Serez, M., Status of Forest Fires and Fire Management in Turkey, International Forest Fire News, Country Notes, IFFN No: 12, 1995 13-16.
5. <http://www.learn-hazards.org/1.php>., Doğal Tehlikeler Orman Yangınları. 08.10.2005
6. <http://www.bilkent.edu.tr/cevre/temmuz.html>., Orman Yangınları. 12.03.2006
7. <http://www.ogm.gov.tr/yangin/bilgi2.htm>. 17.11.2005
8. Bilgili, E., Fire Situation in Turkey, Global Forest Fire Assessment 1990-2000, FAO Forest Resources Assessment Program, Rome 2001.
9. <http://www.orman.karabuk.gov.tr/orman/o.php?sayfa=yangin-turleri> 10.04.2006
10. Neyişçi, T., Kızılçamın Ekolojisi, Kızılçam El Kitabı 2, (2001) 25-47.
11. Erten, A.P. ve Sözen, M.R., Orman Yangınlarının Kızılçam (Pinus brutia Ten) Odununun Fiziksel, Mekaniksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 80, 269 (1996) 73-104.
12. <http://utopyacilar.4t.com/neyisci2.html>, Çam Ağaçlarının Ateş Dansı. 28.09.2005
13. Neyişçi, T., Kızılçam Ormanlarında Yangından Korunma ve Mücadele, Kızılçam El Kitabı 2, (2001) 125-131.
14. Liidakis, S., Vorisis, D. ve Agiovlasis, I.P., A Method for Measuring The Relative Particle Fire Hazard Properties of Forest Species, Thermochemica Acta, 437, 1/2 (2005) 150-157.
15. Anşin, R., Tohumlu Bitkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular), İkinci Baskı, Genel Yayın No: 122, Fakülte Yayın No: 15, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1994.
16. <http://www.ogm.gov.tr>. 22.11.2005
17. Yaltırık, F. ve Efe, A., Dendroloji Ders Kitabı (Gymnospermae-Angiospermae), 2. Baskı, Yayın No: 465/4265, İstanbul, 2000.

18. Gökşin, A., Kızılcamın Botanik Özellikleri, Kızılcam El Kitabı 2, (2001) 13-14.
19. Anşin, R. ve Özkan, Z.C., Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, Yayın No: 19/167, KTÜ Basımevi, Trabzon, 1993.
20. Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanımı, Yayın No: 32/210, KTÜ Basımevi, Trabzon, 2003.
21. Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., Odun Anatomisi (İğne Yapraklı Odunlarda Tanıma Özellikleri), Yayın No: 6/3907, İÜ Basımevi, İstanbul, 1995.
22. Erten, P. ve Önal, S., Kızılcam Odununun Özellikleri, Korunması Reçine Üretimi ve Kullanım Yerleri, Kızılcam El Kitabı 2, (2001) 171-182.
23. Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. ve As, N., Datça Kızılcamında Anatomik ve Teknolojik Özellikler, Uluslararası Kızılcam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, 628-635.
24. Öktem, E., Sözen, M. ve Erten, A.P., Yatağan Yöresi Mevcut Çevre Kirliliği Şartlarında Kızılcam Odununun Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri, Uluslararası Kızılcam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, 636-647.
25. Göksel, E. ve Özden, Ö., Kağıt Endüstrisinde Kızılcam, Uluslararası Kızılcam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, 648-654.
26. Ay, N., Alanya Yöresi Kızılcamlarının İç Morfolojik Özelliklerinin İncelenmesi, Uluslararası Kızılcam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, 662-669.
27. Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M. ve Gürboy, B., Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40,1 (1990) 40-54.
28. Yıldız, Ü.C., Kızılcam Odunundan Elde Edilen Odun Polimer Kompozitlerinin Bazı Teknolojik Özellikleri, Uluslararası Kızılcam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, 670-678.
29. Ay, N., Kızılcam Odununda Şok Direnci, KTÜ Orman Fakültesi, Bahar Yarıyılı Seminerleri No:2, Trabzon 1996, 170-174.
30. Ay, N., Kızılcam Odununda Basınç Direnci Deneyi, KTÜ Orman Fakültesi, Güz Yarıyılı Seminerleri No:1, Trabzon 1996, 194-197.
31. Göker, Y., As, N., Akbulut, T. ve Dündar, T., Lif Kıvrıklığının Kızılcam Odununun Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, Turk J. Agric. For., 24 (2002) 51-56.
32. Bektaş, İ. ve Tutuş, A., Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Kızılcam Odunlarının Değişik Yetiştirme Ortamlarındaki Yarıлма Dirençlerinin Belirlenmesi, Turk J. Agric. For., 23 (1999) Ek Sayı 3 549-555.

33. Göker, Y., As, N., Akbulut, T. Ve Dündar, T., The Effects of Spiral Grain on Some Mechanical Properties of Calabrian Pine [*Pinus brutia Ten.*] Wood, Turk J. Agric. For., 24, 1 (2000) 45-50.
34. Bektaş, İ., Alma, M.H., As, N. ve Gündoğan, N., Relationship Between Site Index And Several Mechanical Properties of Turkish Calabrian Pine [*Pinus Brutia Ten.*], Forest Products Journal, 53, 2 (2003) 27-31.
35. Bektaş, İ., Alma, M.H., Research on Comparison of Some Physical Properties of Calabrian Pine [*Pinus brutia Ten.*] Originated From Three Different Regions in Turkey, Proceeding of the XI. World Forestry Congress, 4 (1997) 53.
36. Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., Çolak, M. ve Göktaş, O., Combustion Properties of Calabrian Pine [*Pinus brutia Ten.*] Wood Treated with Vegetable Tanning Extracts and Boron Compounds, Turk J. Agric. For., 27 (2003) 245-252.
37. Yalınkılıç, M.K., Baysal, E. ve Demirci, Z., Fire Resistance of Calabrian Pine [*Pinus brutia Ten.*] Wood Treated with Some Boron Compound and Water Repellents, Turk J. Agric. For., 21 (1997) 423-431.
38. Russell, M.S. ve Dawson, J.O., The Effects of Artificial Burning on Cambial Tissue of Selected Tree Species of the Central Hardwood Region of North America, Proceedings of the Midwest Oak Savanna Conferences, 1994.
39. Vines, R.G., Heat Transfer Through Bark and The Resistance of Trees to Fires, Australian Journal of Botany, 16, 3 (1968) 499-514
40. Hengst, G.E. ve Dawson, J.O., Bark Thermal Properties of Selected Central Hardwood Species, 9th Central Hardwood Forest Conference, 9, 55
41. Barlow, J., Lagan, B.O. ve Peres, C.A., Morphological Correlates of Fire-induced trees Mortality in a Central Amazonian Forest, Journal of Tropical Ecology, 19 (2003) 291-299.
42. Bortoletto, G.J. ve Moreschi, J.C., Physical-Mechanical Properties and Chemical Composition of Pinus Taeda Mature Wood Following a Forest Fire, Bioresource Technology, 87, 3 (2003) 231-238.
43. TS 4176, Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşcerelerden Numune Ağacı ve Laboratuar Numunesi Alınması, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
44. TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1976.
45. TS 2472, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara, 1976.
46. TS 53, Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, TSE, Ankara, 1982.

47. Ay, N., Odunun Fiziksel Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1998.
48. TS 4083, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
49. TS 4084, Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Şişmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
50. TS 4085, Odunda Hacimsel Çekmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
51. TS 4086, Odunda Hacimsel Şişmenin Tayini, I. Baskı, TSE, Ankara, 1984.
52. Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, I. Cilt, İ.Ü. Yayın No: 1448, Orman Fakültesi Yayın No:147, İstanbul, 1970.
53. Ay, N., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1998.
54. TS 2595, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
55. Örs, Y., Odunun Mekanik Özellikleri, Basılmamış Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Trabzon, 1996.
56. Kollmann, F., ve Wilfred, A.C., Principles of Wood Science and Technology, Solid Wood, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 1968.
57. TS 2474, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1977.
58. TS 2478, Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara, 1978.
59. Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, Genel Yayın No: 3944, Orman Fakültesi Yayın No: 436, İkinci Baskı, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1996.
60. TS 2470, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, TSE, Ankara, 1976.
61. TS 2477, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1976.
62. TS 3459, Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Makaslama Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1980.
63. TS 2479, Odunun Statik Sertliğinin Tayini, TSE, Ankara, 1976.
64. http://www.orman.istanbul.edu.tr/abis2001/liste/pinus_brutia.htm. 02.02.2006

65. Akyüz, M., Doğu Ladini [*Picea orientalis (L) Link.*] Odunun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No:3 Trabzon 1997.
66. AY, N., Duglas [*Pseudotsuga Menziesii (Mirb.) Franco*] Odununun Anatomik, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
67. Bozkurt, A.Y. ve Erdin, N., Ağaç Teknolojisi, Üniversite Yayın No: 3993, Fakülte Yayın No: 445, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 1997.
68. Fengel, D. ve Wegener, G., Wood Chemistry, Ultrascructure, Reactions, ISBN: 3-11-012059-3, 326-328.

ÖZGEÇMİŞ

14.10.1980 yılında Trabzon ilinin Akçaabat ilçesinde doğan Yeliz Küçükosmanoğlu ilkokul öğrenimini Akçaabat Merkez İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimini Akçaabat Mevlüt Selami Yardım Ortaokulu'nda ve lise öğrenimini Akçaabat Lisesi'nde tamamladı. 1998 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2002 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2002 yılında K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. Halen aynı anabilim dalında yüksek lisans eğitime devam etmekte olup İngilizce bilmektedir.