

**T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KERMES MEŞESİ (*Quercus coccifera* L.) ODUNUNDAN ELDE
EDİLEN LİF VE YONGALARIN LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANIM
OLANAKLARI**

Gürcan GÜLER

**Danışman
Prof. Dr. Samim YAŞAR**

**DOKTORA TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**

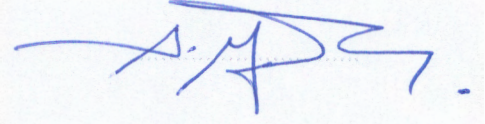


© 2018 [Gürcan GÜLER]

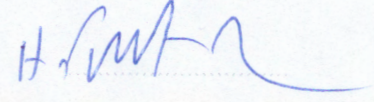
TEZ ONAYI

Gürcan GÜLER tarafından hazırlanan " **Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odunundan Elde Edilen Lif ve Yongaların Levha Üretiminde Kullanım Olanakları** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisanüstü Eğitim Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

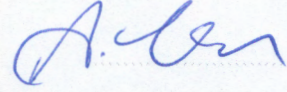
Danışman Prof. Dr. Samim YAŞAR
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



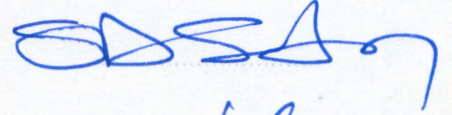
Jüri Üyesi Prof. Dr. Halil Turgut ŞAHİN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



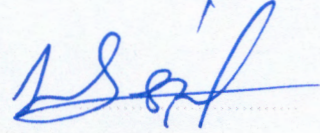
Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi. Ali İhsan KAYA
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Jüri Üyesi Doç. Dr. Sait Dünder SOFUOĞLU
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi



Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi. Hüseyin YEŞİL
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi



Enstitü Müdürü Prof. Dr. Yusuf UÇAR

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Gürcan GÜLER

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmada Kullanılan Türler.....	2
1.1.1. Kermes meşesi (<i>Quercus coccifera</i> L.).....	2
1.1.1.1. Kermes meşesinin morfolojik özellikleri	3
1.1.1.2. Kermes meşesinin yayılış alanı.....	7
1.1.1.3. Kermes meşesi odununun anatomik özellikleri.....	8
1.1.2. Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten.).....	8
1.1.2.1. Kızılçamın botanik özellikleri	11
1.1.2.2. Kızılçam odununun anatomik özellikleri	12
1.2. Yongalevha.....	13
1.2.1. Yongalevha endüstrisinin gelişimi.....	15
1.3. Liflevha	18
1.3.1. Liflevha endüstrisinin gelişimi.....	22
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	32
3.1. Materyal	32
3.2. Yöntem.....	36
3.2.1. Kimyasal analizler	36
3.2.1.1. Ekstraktif madde miktarı tayini.....	36
3.2.1.2. Klason lignin tayini	36
3.2.1.3. Holoselüloz eldesi	36
3.2.1.4. α -selüloz ve hemiselüloz miktarı tayini.....	37
3.2.1.5. GC (Gaz Kromatografisi) analizi	37
3.2.1.6. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi analizi	38
3.2.1.7. TG/DTA (Termogravimetrik / diferansiyel termogravimetrik analiz).....	38
3.2.1.8. pH Analizi	38
3.2.2. Levha üretimi	39
3.2.2.1. Yongalevha üretimi.....	39
3.2.2.2. Liflevha üretimi.....	41
3.2.3. Levhalara uygulanan fiziksel testler.....	43
3.2.3.1. Yoğunluk tayini	43
3.2.3.2. Su alma tayini.....	43
3.2.3.3. Kalınlık artımı tayini	44
3.2.4. Levhalara uygulanan mekanik testler	45
3.2.4.1. Eğilme direnci tayini	45
3.2.4.2. Eğilmede elastikiyet modülü tayini.....	46
3.2.4.3. Yüzeye dik çekme direnci tayini.....	47
3.2.5. İstatistiksel değerlendirme.....	48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	49

4.1. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri.....	49
4.2. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin monosakkarit bileşimi	50
4.3. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin FTIR spektrumları	54
4.4. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin termal özellikleri	57
4.5. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinden üretilen levhaların fiziksel özellikleri.....	60
4.6. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinden üretilen levhaların mekanik özellikleri.....	77
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	89
KAYNAKLAR	92
ÖZGEÇMİŞ.....	103



ÖZET

Doktora Tezi

KERMES MEŞESİ (*Quercus coccifera* L.) ODUNUNDAN ELDE EDİLEN LİF VE YONGALARIN LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Gürcan GÜLER

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Samim YAŞAR

Bu çalışmada, endüstriyel anlamda hammadde olabilecek nitelikteki kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) yonga ve liflerinin levha üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır. Çalışmada üretilen levhaların deneysel tasarımında, kermes meşesi ile kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yonga ve liflerinin %0, 25, 50, 75 ve 100 oranındaki karışımları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan türlerin kimyasal ve termal özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Kermes meşesi yonga ve liflerinde, kızılçam yonga ve liflerine göre daha yüksek miktarlarda ekstraktif madde, α -selüloz ve hemiselüloz, daha düşük miktarda lignin tespit edilmiştir. Ana kimyasal bileşen analizleri FTIR analizleriyle desteklenmiştir. Kermes meşesi yonga ve liflerinin kızılçama göre daha asidik olduğu görülmüştür. Monosakkarit bileşimi kermes meşesi yonga ve liflerinde ramnoz (%0.34 ve 0.36), arabinoz (%0.84 ve 0.86), ksiloz (%21.24 ve 21.27), mannoz (%2.04 ve 2.05), galaktoz (%1.01 ve 1.04) ve glukoz (%50.44 ve 50.41), kızılçam yongalarında ise arabinoz (%1.72 ve 1.71), ksiloz (%7.89 ve 7.85), mannoz (%10.65 ve 10.70), galaktoz (%2.11 ve 2.15) ve glukoz (%46.50 ve 46.55) olarak belirlenmiştir. Kermes meşesi yonga ve liflerinin kızılçama göre termal dayanıklılığının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Üretilen yongalevhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin TS EN 312 standardının üstünde olduğu saptanmıştır. %25 ve %50 oranındaki kermes meşesi yongalarıyla üretilen levhaların kuru şartlarda genel amaçlı kullanılmaları yönünde elastikiyet modülü, eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinin TS EN 312 standardına uygun olduğu belirlenmiştir.

Lif karışımlarında kermes meşesi oranı arttıkça üretilen levhalarda su alma ve kalınlığına şişme değerlerinde artış görülürken, elastikiyet modülü, eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinde düşüş belirlenmiştir. Kalınlığına şişme, elastikiyet modülü, eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci değerleri göz önüne alındığında, sadece %25 kermes meşesi liflerinin katılımıyla üretilen levhaların TS EN 622-5 standardında belirtilen kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalardan beklenen özellikleri karşıladıkları görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.), Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Kimyasal Bileşim, Lif ve Yonga Levha, Fiziksel ve mekanik özellikler.

2018, 102 sayfa



ABSTRACT

Ph.D. Thesis

USAGE POSSIBILITIES OF FIBERS AND PARTICLES OBTAINED FROM KERMES OAK (*Quercus coccifera* L.) WOOD IN BOARD PRODUCTION

Gürcan GÜLER

Isparta University of Applied Sciences
The Institute for Graduate Education
Department of Forest Products Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Samim YAŞAR

In this study, usage possibility of particles and fibers obtained from kermes oak (*Quercus coccifera* L.) wood in board production was investigated. Boards were produced from mixtures of kermes oak and brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) particles and fibers. The ratios of kermes oak:brutian pine were 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 and 100:0 in the experimental design of particle and fiberboards. Chemical and thermal properties of particles used were determined and their effects on the physical and mechanical properties of the produced boards were revealed. Kermes oak particles exhibited higher extractive, α -cellulose and hemicellulose contents, but lower lignin content than the brutian pine particles and fibers. Main chemical component analysis were supported by FTIR analysis. It was observed that kermes oak particles and fibers were more acidic than the brutian pine particles. Monosaccharides were rhamnose (0.34 and 0.36%), arabinose (0.84 and 0.86%), xylose (21.24 and 21.27%), mannose (2.04 and 2.05%), galactose (1.01 and 1.04%) and glucose (50.44 and 50.41%) in the kermes oak particles and arabinose (1.72 and 1.71%), xylose (7.89 and 7.85%), mannose (10.65 and 10.70%), galactose (2.11 and 2.15%) and glucose (46.50 and 46.55%) in the brutian pine particles and fibers. Kermes oak particles presented higher thermal stability compared to brutian pine particles.

Water absorption and thickness swelling values of produced particleboards failed to meet the requirements of the TS EN 312 standard. Modulus of elasticity, modulus of rupture and internal bond strength values of the boards produced with 25 and 50% kermes oak particles met the requirements for general-purpose particleboards used in dry conditions according to the TS EN 312 standard.

The increase of kermes oak in the fiber mixture raised the water absorption and thickness swelling, but reduced the modulus of elasticity, modulus of rupture and internal bond strength of the produced boards. The boards produced with 25% kermes oak fibers met the requirements of the standard TS EN 622-5 in terms of the thickness swelling, modulus of elasticity, modulus of rupture and internal bond strength for load-bearing applications in dry conditions.

Keywords: Kermes Oak (*Quercus coccifera* L.), Brutian Pine (*Pinus brutia* Ten.), Chemical Composition, Fiber and Particleboard, Physical and Mechanical Properties.

2018, 102 pages



TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Samim YAŞAR'a teşekkürlerimi sunarım. Tezimin her aşamasında benim yanında olan Arş. Gör. Abdullah BERAM'a, laboratuvar aşamasında gece gündüz bana yardımcı olan yüksek lisans öğrencileri Gizem KILINÇ, Azize ÖZDER ve Demet COŞKUN'a teşekkür ederim. Tezimin deneylerinin bir kısmının yapıldığı Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölüm öğretim üyelerine ve özellikle Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin YEŞİL'e katkılarından dolayı teşekkür ederim.

4845-D1-17 Nolu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimde kullandığım birtakım hammaddeleri temin etmemde yardımcı olan Orma A.Ş./Isparta ve AGT A.Ş./Antalya firmalarına teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan eşim Hülya KESİCİ GÜLER'e sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Gürcan GÜLER
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Kermes meşesinin genel görünümü.....	3
Şekil 1.2. Kermes meşesinin gövde kabuğu.....	4
Şekil 1.3. Kermes meşesinin yapraklı sürgünü	5
Şekil 1.4. Kermes meşesi yaprağı	6
Şekil 1.5. Kermes meşesine ait meyve örneği.....	7
Şekil 1.6. Kermes meşesinin Türkiye'deki doğal yayılış alanı.....	7
Şekil 1.7. Kermes meşesi odununun enine, teğet ve radyal kesiti	8
Şekil 1.8. Orman Bölge Müdürlüklerine göre Kızılçam ormanlarının alansal dağılımı.....	9
Şekil 1.9. Yongalevha üretim aşamaları.....	15
Şekil 1.10. Kuru yöntemle liflevha üretim yöntemi.....	22
Şekil 3.1. Kullanılan kermes meşesi gövdelerinin kabuklarının soyulması.....	32
Şekil 3.2. Kermes meşesi gövdelerinin yongalanması.....	33
Şekil 3.3. Yongaların serilerek kurutulması	33
Şekil 3.4. Liflendirme makinası.....	34
Şekil 3.5. Liflerin serilerek kurutulması	34
Şekil 3.6. Yongalevhaların üretimi	40
Şekil 3.7. Liflevhaların üretim aşamaları.....	42
Şekil 3.8. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü tayini	46
Şekil 3.9. Yüzeye dik çekme direnci tayini.....	48
Şekil 4.1. Standartlara ait GC Kromatogramı	50
Şekil 4.2. Kermes meşesi yongaları GC kromatogramı	51
Şekil 4.3. Kızılçam yongaları GC kromatogramı.....	51
Şekil 4.4. Kermes meşesi lifleri GC kromatogramı.....	53
Şekil 4.5. Kızılçam lifleri GC kromatogramı.....	53
Şekil 4.6. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının FTIR spektrumları	55
Şekil 4.7. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin FTIR spektrumları.....	55
Şekil 4.8. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının TGA termogramları	58
Şekil 4.9. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının DTG termogramları	58
Şekil 4.10. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin TGA termogramları.....	59
Şekil 4.11. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin DTG termogramları.....	59
Şekil 4.12. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerleri	62
Şekil 4.13. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerleri	64
Şekil 4.14. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri	66
Şekil 4.15. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri	68
Şekil 4.16. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerleri.....	70
Şekil 4.17. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerleri.....	72
Şekil 4.18. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri.....	74

Şekil 4.19. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri.....	76
Şekil 4.20. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerleri.....	78
Şekil 4.21. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri	80
Şekil 4.22. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri	82
Şekil 4.23. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerleri	83
Şekil 4.24. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri.....	85
Şekil 4.25. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	87



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Yongalevha sektöründe fabrika sayısı ve Türkiye geneline oranları.....	17
Çizelge 1.2. Türkiye'nin yongalevha üretim ve ticaret verileri.....	17
Çizelge 1.3. MDF'lerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması	20
Çizelge 1.4. Türkiye'nin liflevha üretim ve ticaret verileri.....	23
Çizelge 3.1. Üre formaldehit (ÜF) tutkalının özellikleri.....	35
Çizelge 3.2. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin karakteristikleri	35
Çizelge 3.3. Yongalevhaların deneysel tasarımı.....	39
Çizelge 3.4. Liflevhaların deneysel tasarımı.....	41
Çizelge 4.1. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri.....	49
Çizelge 4.2. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri.....	49
Çizelge 4.3. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının monosakkarit bileşimi	52
Çizelge 4.4. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin monosakkarit bileşimi	54
Çizelge 4.5. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının FTIR absorbands oranları.....	57
Çizelge 4.6. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin FTIR absorbands oranları....	57
Çizelge 4.7. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinden üretilen levhaların yoğunluk değerleri.....	60
Çizelge 4.8. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları	61
Çizelge 4.9. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	61
Çizelge 4.10. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	62
Çizelge 4.11. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	63
Çizelge 4.12. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	64
Çizelge 4.13. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları	65
Çizelge 4.14. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	66
Çizelge 4.15. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları	67

Çizelge 4.16. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	68
Çizelge 4.17. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları	69
Çizelge 4.18. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	70
Çizelge 4.19. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	71
Çizelge 4.20. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 4.21. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları	73
Çizelge 4.22. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları	74
Çizelge 4.23. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları	75
Çizelge 4.24. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları	77
Çizelge 4.25. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları	78
Çizelge 4.26. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	79
Çizelge 4.27. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları	79
Çizelge 4.28. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	80
Çizelge 4.29. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	81
Çizelge 4.30. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları	82
Çizelge 4.31. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	83
Çizelge 4.32. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analizi sonuçları	84
Çizelge 4.33. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları	84

Çizelge 4.34. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	85
Çizelge 4.35. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	86



1.GİRİŞ

Teknoloji, doğal kaynakların miktarına göre şekillenmektedir. Bu doğrultuda, var olan kaynaklardan en verimli şekilde faydalanmak için yöntemler geliştirilmiştir. Odun, orman endüstrisinde kullanılan hammaddelerin başında gelmektedir. Günümüzde ormanlardan çok yönlü yararlanma gerçekleştirilirken, sadece odundan on bin civarında farklı ürün elde edilebilmektedir. Ancak odunun oldukça geniş kullanım alanının bulunması ve hızlı nüfus artışıyla birlikte, orman varlığı hızla azalmaktadır. Bu durum odunun değerinin sürekli artış göstereceğini ortaya koymaktadır. Bundan dolayı odunun en ekonomik şekilde değerlendirilmesi gereklilik arz etmektedir (Aydın, 2005).

Odun kökenli ürünlere olan talebin her geçen gün yükselmesi, günümüzde orman endüstrisini oduna alternatif hammadde kaynağı arayışı içerisine sokmuştur. Bu nedenle odun dışı lignoselülozik kaynaklara yöneliş artmıştır (Öner ve Aslan, 2002; Güler vd., 2006; Yaşar vd., 2010a; Güler, 2015).

Alternatif hammadde kaynaklarının orman ürünleri sanayisinde kullanılmasına yönelik çalışmalar çok yoğun olmasına rağmen endüstriyel olarak kullanılan hammadde kaynakları oldukça sınırlı kalmaktadır. Buna istinaden odun dışı lignoselülozik kaynakların alternatif olarak yongalevha üretiminde değerlendirilmesi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bunlardan sera atıkları (Güntekin ve Karakuş, 2007), buğday sapları (Mo vd., 2003; Halvarsson vd., 2005), pirinç kabukları (Leiva vd., 2007), şeker kamışı (Wu, 2001; Lee vd., 2007), pamuk sapları (Güler ve Özen, 2006), ay çiçeği sapları (Bektaş vd., 2005; Güler vd., 2006) ve kenaf (Sellers vd., 2005) değerlendirilerek yongalevha üretimi gerçekleştirilmiştir. Odun dışı lignoselülozik kaynakların liflevha üretiminde kullanılmasına yönelik de literatürde çalışmalara rastlanmaktadır. Örneğin, kozalak unları (Ayrılmış vd., 2009), mısır sapları (Theng vd., 2015), kanola sapları (Yousefi, 2009), buğday ve soya sapları (Ye vd., 2007), ormangülü atıkları (Akgül ve Çamlıbel, 2008), fındık kabuğu (Çöpür vd., 2008), buğday sapı (Guangping vd., 2001; Halvarsson vd., 2005), bambu ve şeker kamışı (Lee vd., 2007), palmye meyvesi ve kauçuk ağacı (Ahmad vd., 2005) bunlardan bazılarıdır.

Çevremizde, odun dışı lignoselülozik kaynaklar çeşitli formlarda bulunmaktadır. Odunsu bitkiler, özellikle makilik alanları oluşturmakta ve olası hammadde kaynağı niteliği taşımaktadırlar (Barboutis ve Philippou, 2007; Yaşar vd., 2016a, b; Yaşar ve Kılınç, 2018; Yaşar, 2018a, b).

Makilik alanlar 4.23 milyon hektar ile Türkiye'deki Akdeniz orman alanlarının önemli bir bölümünü meydana getirmektedir (Evrendilek and Doygun, 2000). Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) herdem yeşil ve özellikle Akdeniz florasında genel olarak çalı formunda göze çarpan geniş yapraklı bir türdür (Regel, 1963; Akman, 1995; Kaya ve Aladağ, 2009). Biyokütle bakımından yüksek potansiyele sahip olmasına karşın kermes meşesinin herhangi bir endüstriyel alanda hammadde olarak kullanımına rastlanılmamaktadır.

Bu çalışmada, oldukça yüksek biyokütle arzına sahip herdem yeşil geniş yapraklı bir maki türü olan kermes meşesi odununun yonga ve liflevha üretiminde hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kızılçam odununun (*Pinus brutia* Ten.) Türkiye'de yonga ve liflevha üretiminde kullanılan en önemli hammadde kaynaklarından (Özdemir ve Uçar, 2016) birisi olması nedeniyle, kermes meşesi odunu yonga ve lifleriyle kızılçam odunu yonga ve lifleri farklı oranlarda karıştırıldıktan sonra levhalar üretilmiştir. Kullanılan türlerin kimyasal ve termal özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

1.1. Çalışmada Kullanılan Türler

1.1.1. Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.)

Maki, Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelere ait, kışın yapraklarını dökmeyen, derimsi yaprakları olan ve ortalama 1-2 metre boyundaki küçük ağaç ya da çalıların oluşturduğu doğal bitki örtüsüdür. Bu bitki örtüsüyle kaplanmış alanlara makilik alanlar denilmektedir (Kaya ve Aladağ, 2009).

Akdeniz bölgesinde, mevcut orman alanlarına insanların müdahalesinin bitki örtüsünü makilik alanlara dönüştürmesi nedeniyle sıkça çalı formunda bitkilere rastlanılmaktadır. Kermes meşesi bazı alanlarda ağaç formunu korumakla birlikte, Akdeniz bölgesinde genellikle çalı formunda yer almaktadır (Regel, 1963).

1.1.1.1. Kermes meşesinin morfolojik özellikleri

Kermes meşesinin (Şekil 1.1) çoğunlukla sık dallı, herdem yeşil, 2-3 m boyunda bir çalı, korumaya alındığında ya da yetiştirildiğinde ise 6-7 m'ye kadar boylanabilen bir ağaç türü olduğu bilinmektedir. Kermes meşesi, Türkiye'nin batı ve güney kesimlerindeki makiliklerin en baskın elemanıdır. Kızılçam ormanları ile topluluk oluşturabildiği gibi kendi başına da ormanlar oluşturabilir. Yavaş büyüyen bir tür olan kermes meşesi sıcağa dayanıklı, ışık-yarı gölge ağacıdır. Kazık kök sistemine sahip olan kermes meşesi geniş yuvarlak bir tepe yapar ve yuvarlak taçlıdır. Kermes meşesi derin, gübreli, humusca fakir, kumlu, balçık ve kireçli toprakları sevmektedir (Mamıkoğlu, 2008; Öztürk, 2013; Yaşar ve Kılınc 2018).



Şekil 1.1. Kermes meşesinin genel görünümü (Foto: G. GÜLER)

Kermes meşesinin gövde kabuğu genç yaşlarda çatlaksız pürüzsüz bir görünüme sahip iken ileri ki yaşlarda derin çatlaklar ve pul oluşturmaktadır. Genellikle tek bir gövde yapmayan kermes meşesi, yapınca da 40-50 cm çapa ulaşabilmektedir. Bitkinin gövde kabuğu gri-kahverengi renğinde, dikey çatlaklı, pullu ve tanence zengindir (Şekil 1.2) (Kadem, 2015).



Şekil 1.2. Kermes meşesinin gövde kabuğu (Foto: G. GÜLER)

Kermes meşesinin genç sürgünleri önce yıldız tüylü olup, tüyler daha sonra dökülmektedir. Sürgünleri sonradan dökülen yıldız görünüşünde mavimsi tüylerle örtülüdür. Kahverengi tomurcukları 3-4 mm boyunda ve pulları yumurta biçimindedir (Şekil 1.3) (Kadem, 2015).



Şekil 1.3. Kermes meşesinin yapraklı sürgünü (Foto: G. GÜLER)

Kermes meşesi yaprakları değişik boyut ve formda, deri gibi sert, eliptik veya yumurta biçiminde, 1.2-2.3 cm genişliğinde ve 1.5-4 cm boyunda olup, basit bir yapı sergilemektedir (Şekil 1.4). Yaprakların kenarları sivri-çift keskin dişli ve dalgalıdır. Herdem yeşil yaprakların üst yüzü koyu yeşil ve parlak, alt yüzü ise solgun yeşildir. Yaprak ayası düz ya da dalgalı olabilir, taze yapraklar koyu pembe veya kırmızı renklidir. Yaprığın her iki yüzü de tüsüzdür. Yaprak sapı çok kısadır. Yaprak kenarındaki sert dikenli dişler sivri ve batıcıdır (Kadem, 2015).



Şekil 1.4. Kermes meşesi yaprağı (Foto: G. GÜLER)

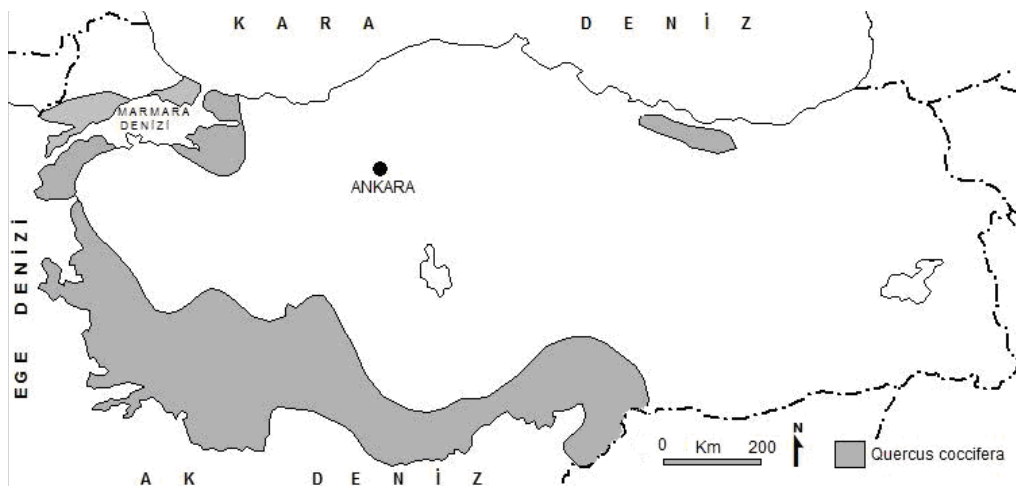
Kermes meşesinin meyveleri kahverengi-yeşildir (Şekil 1.5). 1-1.5 cm çaplı kadeh, 1.5-2 cm uzunluğundaki palamutun yarısını, bazen de üçte ikisini içine almaktadır. Yarı küre şeklindeki kadeh dikenlidir. Kadehin pulları dört köşelidir. Sivri kadeh pulları olgunlaştığında uzamakta ve bazen geriye doğru kıvrılmaktadır. Palamut sivri uçlu olup, kısa saplar üzerinde tek olarak gelişmekte ve iki yılda olgunlaşmaktadır. Meyve dönemi Ekim ve Kasım ayları içersindedir (Kadem, 2015).



Şekil 1.5. Kermes meşesine ait meyve örneği (Foto: G. GÜLER)

1.1.1.2. Kermes meşesinin yayılış alanı

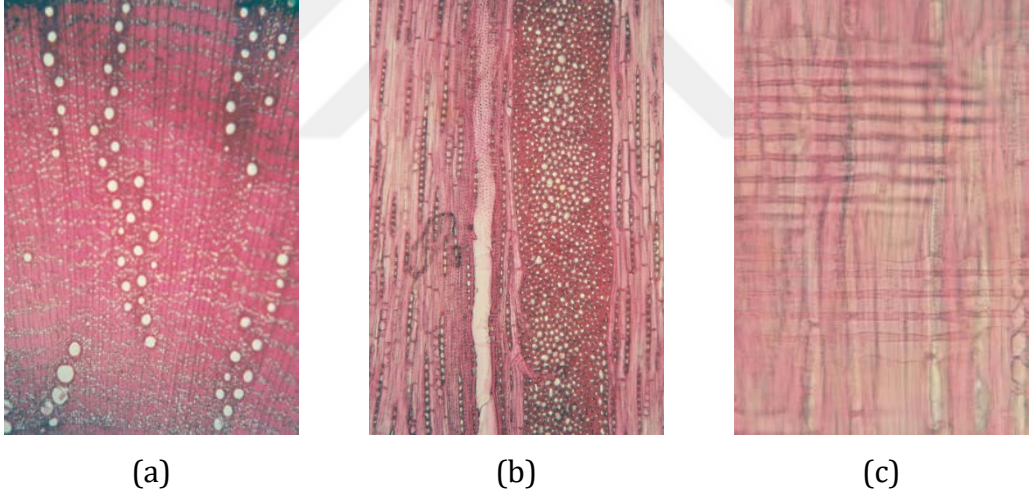
Kermes meşesi ülkemizde Akdeniz, Marmara ve Ege bölgelerinde geniş yayılış göstermektedir (Aydın, Bursa, Çanakkale, Denizli, Isparta, İstanbul, İzmir, Konya, Tekirdağ ve Uşak). Karadeniz bölgesinde Zonguldak, Giresun ve Tokat'ta lokal olarak bulunmaktadır. Kermes meşesi Türkiye'nin Kuzeybatısı ile Güney ve Batı Anadolu'da yayılış gösterirken, dünyada Akdeniz havzası boyunca yetiştirme alanına sahiptir (Şekil 1.6) (Kadem, 2015).



Şekil 1.6. Kermes meşesinin Türkiye'deki doğal yayılış alanı (Akman, 1995)

1.1.1.3. Kermes meşesi odununun anatomik özellikleri

Kermes meşesi odununun enine, teğet ve radyal kesit görüntüleri Şekil 1.7'de verilmiştir. Kermes meşesi odununda traheler dağınık dizilişli olup, radyal yönde sıralar oluşmaktadır. Radyal yöndeki trahe alanları lif dokusu ile teğetsel yönde kesişmektedir. Hücre çeperleri kalın olan trahelerin enine kesitleri düzgündür. Trahelerde gruplaşma yoktur ve neredeyse tamamı tek tek dağılmıştır. Trahe hücreleri arasındaki perforasyon tablaları basittir. Trahe çeperlerindeki daire şeklindeki kenarlı geçitler karışık dizilmiştir. Trahe-özışını arasında enine yönde uzun elips şeklinde basit geçitler bulunmaktadır. Özışınları üniseri ve mültiseri homoselüler özışınlarıdır. Özışınları büyük çoğunlukla apotrahealdir, tek tek ve de kesik zincir şeklindedir. Lif dokusu libriform lif traheid lifi vasisentrik liflerden oluşmuştur. Liflerin çeper kalınlıkları oldukça fazladır (Kadem, 2015).



Şekil 1.7. Kermes meşesi odununun enine kesiti (a), teğet kesiti (b) ve radyal kesiti (c) (Kadem, 2015)

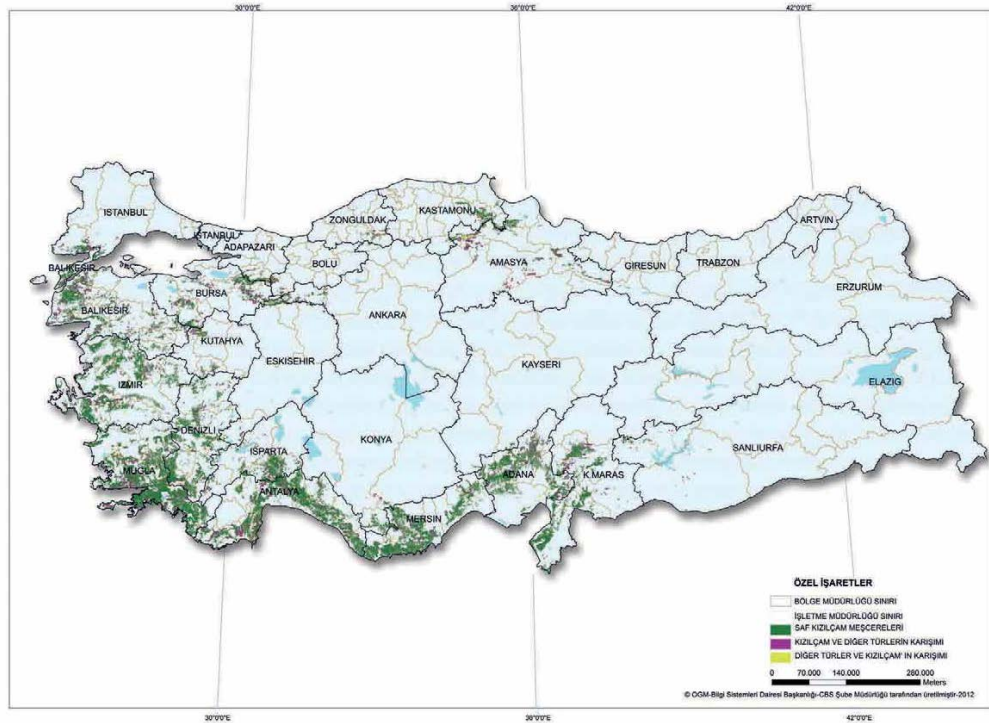
1.1.2. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)

Kızılçam kuzey yarım kürenin kabaca 15-45 doğu boylamları ile 32-45 kuzey enlemleri arasında kalan bir bölgede yayılış göstermektedir. Bu sınırlar içinde en batı ucu Kalabriya Yarımadası, en doğu noktasını ise Irak'ın kuzeyindeki Zavita Altrush bölgesi oluşturmaktadır. Kızılçam genel yayılışını Güney İtalya, Güney

Ege Adaları, Türkiye, Kıbrıs, Lübnan, Ürdün, Kuzey Irak, Batı Suriye, Kırım ve Batı Kafkasya'da yapmaktadır. Kızılçam en geniş yayılışını başta Türkiye olmak üzere, Doğu Akdeniz ülkelerinde gerçekleştirmektedir (Anşin ve Özkan, 1993).

Türkiye'nin toplam alanı 78 milyon hektar olup bunun 22.3 milyon hektarı (%28.6) ormanlarla kaplıdır. Ormanlarımızın 3451269 hektarı normal, 2158946 hektarı bozuk olmak üzere toplam 5610215 hektarı kızılçam ormanlarından oluşmaktadır. Kızılçam, ülkemiz orman alanının %25.11'ini oluşturmaktadır. Odun hammaddesi açığının hızla arttığı ülkemizde, beş milyon hektarı aşan miktarda saha kaplayan kızılçam ormanları, 270 milyon m³'ü aşan dikili gövde hacmi ve 5.6 milyon m³'e varan yıllık odun verim gücü ile önemli bir yere sahiptir (OGM, 2015).

Kızılçam, kapladığı alanla ülkemizde en geniş alana yayılmış ağaç türüdür. Orman Bölge Müdürlüklerine göre Kızılçam ormanlarının alansal dağılımı Şekil 1.8'de verilmiştir.



Şekil 1.8. Orman Bölge Müdürlüklerine göre Kızılçam ormanlarının alansal dağılımı (OGM, 2013)

Türkiye’de Kızılçam, Akdeniz Bölgesi’nde deniz seviyesinden başlayarak 1200 metre yükseltiye kadar saf meşcereler halinde görülmektedir. Burdur Gölhisar ormanlarında 1595-1600 metre yükseltilere kadar meşçere formunda bulunmaktadır. Kızılçam Akdeniz Bölgesinde 1200 metreden sonra karaçam ile karışım yapmaktadır. Marmara’da 0-700 metreler arasında saf halde veya fıstık çamı ve servi ile karışık meşcereler kurmaktadır. Ege Bölgesi’nde 0-800 metre yükseltilere kadar saf, 800-1000 metrelerde ise karaçam ile karışık halde bulunmakta, Uşak dolaylarında 1100-1150 metreye kadar görülmektedir. Batı ve Orta Karadeniz’de kızılçam ancak Karadeniz üzerinden gelen serin iklim etkisinden korunmuş vadilerde ve güney bakılı yamaçlarda, küçük alanlarda orman kurabilmektedir. Bu bölgede 600-700 metre yükseltilere kadar çıkmaktadır (Genç, 2004; Genç vd., 1997; Kantarcı, 1998).

Kızılçam ormanları, ılık ve yağışlı kış mevsiminin hakim olduğu yetişme ortamlarında yayılmaktadır. Bu yetişme ortamları Akdeniz Bölgesinde güney bakılarda, Ege bölgesinde güneybatı bakılarda ve Karadeniz bölgesinde derin vadilerde güney bakılarda bulunmaktadır (Kantarcı, 1984).

Kızılçamın orman kurduğu alanda, ortalama sıcaklık değerleri 11-20 °C, ocak ayındaki ortalama sıcaklık değerleri 1.5-12.5 °C ve yaz aylarındaki ortalama sıcaklık değerleri 20-27.5 °C’dir (Kantarcı, 1998).

Kızılçam ormanlarının yayıldığı bölgelerde, yağışlar kış mevsiminde fazla ve sağanaklar biçiminde, yazın ise azdır. Yıllık yağış değerleri, ortalama 420-1920 mm, yaz aylarında 20-200 mm, ocak ayında ise 80-550 mm’dir. Bu türün bulunduğu bölgelerde yıllık ortalama bağıl nem değerleri ise %63-72 arasında değişmektedir. Kızılçamın doğal olarak yayıldığı pek çok bölgede hakim rüzgar yönü batı ve güneybatıdır (Özdemir, 1977; Kantarcı, 1984).

Kızılçam en iyi bonitetiyle en düşük boniteti arasında büyüme bakımından geniş bir varyasyona sahiptir. Doğal kızılçam ormanlarında iyi bonitetli yerlerde yıllık ortalama artım 11.44 m³/ha’a kadar çıkmakta ve bu miktarla da hızlı büyüyen türler arasına girmektedir. Doğal ormanlar için biyolojik idare süresi iyi bonitetli

ormanlar için 50, düşük bonitetli ormanlar için ise 60 yaş olarak belirlenmiştir (Genç, 2004).

Kızılçam ağaçlandırma alanlarında yapılan gözlemlere göre uygun yetiştirme ortamlarında diğer yerli türlere göre daha hızlı gelişmektedir. 2000 yılı sonu itibariyle kızılçam ağaçlandırmalarının kümülatif toplamının 706,989 hektar olduğu, toplam ağaçlandırmalar içinde iğne yapraklı türlerle yapılan ağaçlandırmaların payının %94 ve kızılçamın bu ağaçlandırmalar içindeki payının %42 olması ile en yüksek değeri gösterdiği bildirilmektedir. Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi endüstriyel odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasında kızılçam önemli bir ağaç türüdür (Konukçu, 2001).

Kızılçam odunu gövde formu bakımından genellikle düzgün değildir ve kalın dallara sahiptir. Bundan dolayı odunu fazla kıymetli değildir. Ancak yongalevha üretimi açısından gövde formunun bozukluğu ve dal odunu pek sakınca oluşturmadığı için bu tür yongalevha endüstrisinde tercih edilmektedir. Kızılçam odununu yapı malzemesi, kereste, tel ve maden direği, çit malzemesi, ambalaj yapımı ve bunun yanı sıra kağıt, liflevha, kontrplak ve kompozit levha yapımında da hammadde olarak değerlendirilmektedir (Bozkurt ve Göker., 1996).

1.1.2.1. 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 görülmektedir (Anşin ve Özkan, 1993; Gökşin, 2001).

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 dönüşmektedir. Düzgün dallar gövdeden dik bir açıyla çıkarlar ve uçlarında çoğunlukla kısa sürgünler bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993; Gökşin, 2001).

İğne yapraklar, 10-18 cm ve daha yukarı boyutlarda, sert ve koyu yeşil renkli olup özellikle reçine kanallarının genişliği ve çevre yapısı ile Halep çamı yapraklarından farklılık göstermektedir (Yaltırık ve Efe, 2000).

Kızılçamın kozalakları 6-11 cm boyutlarında, parlak açık kahverengi olup topaç biçimindedir. Çok kısa saplı ya da sapsız kozalak sürgünlere dik oturmakta veya yan durumlu olarak çoğunlukla 2-6 adedi bir arada çevrel halde bulunmaktadır (Anşin ve Özkan, 1993).

Toprak istekleri çok az olan kızılçam, 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 göstermektedir (Gökşin, 2001).

1.1.2.2. Kızılçam odununun anatomik özellikleri

Kızılçam odununun makroskopik yapısında, diri odun doğal halde kırmızımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımtırak kahverengidir. Yıllık halkalar belirgindir. Gövdenin alt kısımları genellikle oluklu yapıdadır. Kabuğu kalın ve derin yarıntılı, kırmızımsı kahverengindedir. Kızılçam aromatik kokuludur. İlkbahar-yaz odunu geçişi tedrici veya ani olabilmektedir (Bozkurt ve Erdin,1995; Erten ve Önal, 2001; Merev, 2003).

Enine kesitte, yaz odunu tabakası yıllık halka içerisinde çok az bir yer kaplamaktadır. Reçine kanalları ilkbahar-yaz odunu geçişinde yer almaktadır. Ayrıca reçine kanalları yıllık halkaların içerisinde dağınık vaziyette noktalar halinde görülmektedir. Reçine kanalları boyuna ve horizontaldir. Boyuna traheidlerde kenarlı geçitler üniseridir. Enine traheidlerin çeperleri ince ve kısa diş şeklinde kalınlaşmaktadır. Radyal kesitte, traheidler arasında bordürlü

geçitler yer almaktadır. Bunlar ilkbahar odunu içerisinde büyük, yaz odununda ise küçük bulunmaktadır. Özışını paranzim hücreleri çok miktarda basit geçitler içerir. Teğet kesitte özışınları tek sıralı, ancak yatık reçine kanalı ihtiva eden özışınları birkaç sıralıdır. Traheidlerin teğetsel çeperlerinde bordürlü geçitlere rastlanmaz. Karşılaşma yerlerinde 1-4 adet pinoid tip geçit bulunmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1995; Erten ve Önal, 2001; Merev, 2003).

1.2. Yongalevha

Yongalevhalar çeşitli standartlara göre değişik şekilde tanımlanmaktadır. TS EN 309 (2008)'a göre yongalevha, odun (odun yongası, testere talaşı) ve/veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir lifleri, şeker kamışı vb.) bir tutkal ilavesi ile sıcaklık ve basınç etkisi altında şekillendirilmesi ile oluşmaktadır.

Bu standartlarda yapılan tanımlarla birlikte yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları veya uygun bir yapıştırıcı ile sıcaklık ve basınç altında geniş yüzeyli levhalar haline dönüştürüldüğü bir malzeme olarak tanımlanmaktadır (Karakuş, 2014).

Yongalevhalar bazı esaslara göre sınıflandırılmaktadır. Ancak endüstriyel anlamda en önemli sınıflandırma özgül ağırlığın esas alındığı sınıflandırmadır. Bozkurt ve Göker (1996)'e göre yongalevhalar özgül ağırlıkları esas alınarak aşağıdaki gibi üç farklı grupta sınıflandırılabilir.

- Düşük özgül ağırlıktaki yongalevhalar: $< 0.59 \text{ g/cm}^3$
- Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar: $0.59-0.80 \text{ g/cm}^3$
- Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar: $> 0.80 \text{ g/cm}^3$

Yongalevha birçok kullanım yeri için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşımaktadır, düzgün yüzeyli olup istenilen kalınlıkta üretilebilmektedir. Homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkal gibi diğer malzemelerle birleştirilebilmektedir. Büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlamaktadır. Yongaların koruyucu, yanmayı geciktiren ve hidrofobik

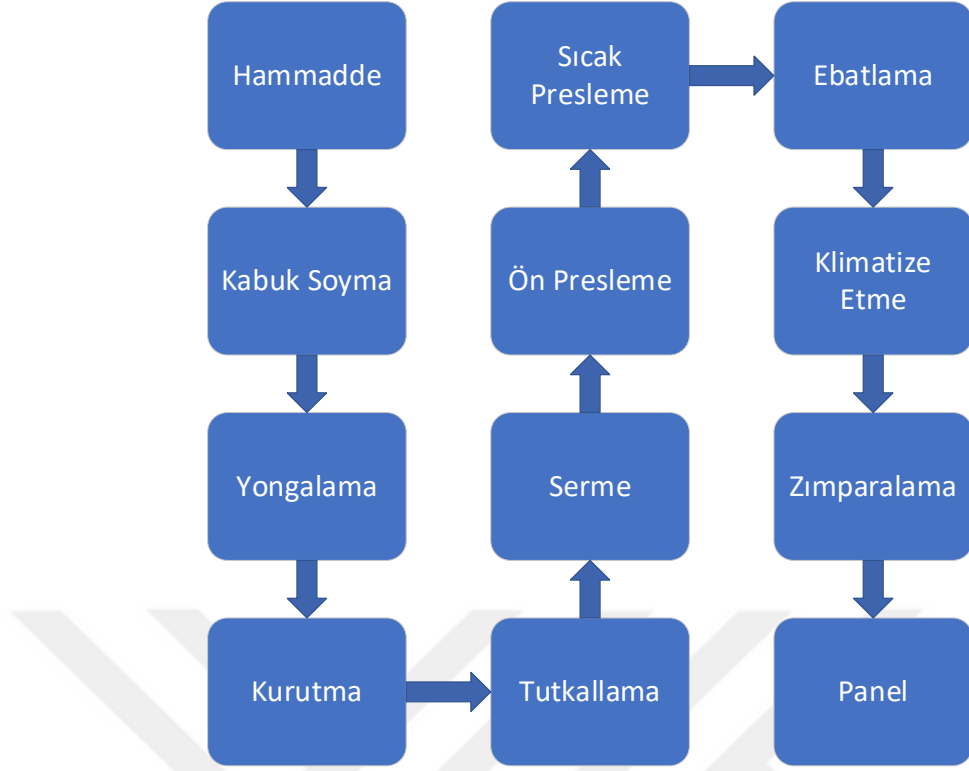
maddelerle muamele edilmesiyle çeşitli özellikler kazandırılmaktadır. İşlenmesi kolay, masif ağaç malzemedeki görülen budak, çürüklük ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmaz ve nispeten ucuzdur. Bütün bu özelliklere sahip olmasından dolayı oldukça büyük bir üretim artışı gerçekleştirmektedir (Örs ve Akyıldız, 2004).

Yongalevha fikri dünya orman varlığının her gün azalmasına rağmen nüfusun taleplerini karşılayabilmek için endüstriyel atıkların değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmaların sonucunda ortaya çıkmıştır. İlk yongalevha fabrikası, 1941 yılında Almanya Bremen'de Torfit-Werke Firması tarafından 10 ton/gün kapasiteli olarak kurulmuştur. Yapıştırıcı olarak fenol formaldehit kullanılmış ve ladin yongalarından günde 10 ton levha üretilmiştir (Güler, 2001).

Yongalevha üretimi yapan fabrikaların %10'unda melamin kaplama hattı bulunmazken, %90'ında melamin kaplama hattı bulunmaktadır. Buna göre, fabrikalardan %10'u ürünlerini çıplak olarak, %90'ı ise hem çıplak hem de büyük bir kısmını melamin emdirilmiş dekorlu kağıtlarla kaplayarak piyasaya sunmaktadır (Dayanıklıoğlu, 2004).

Genel olarak 0.55-0.60 g/cm³ yoğunluktaki yatay preslenmiş yongalevhalar en fazla tüketilen yongalevha türüdür. Bu yoğunlukta üretilen yongalevhalar kullanım alanları için zımparalanmış ve lamine edilmiş olarak üretilmektedir. Üretilen yongalevhaların üretim iş akışı aşağıda Şekil 1.9'da gösterilmiştir. 12-25 mm kalınlıklardaki çok tabakalı levhalar mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4-8 mm kalınlıktaki levhalar ise mobilyanın arka kısımlarında arkalık veya çekmecelerde çekmece altı olarak kullanılmaktadır.

Açık hava koşulları için; emprenye edilerek üretilen yongalevhalar konutların dış cephelerinde kullanılmaktadır. Özel kullanım ortamları için yongalevhaya istenilen özelliği kazandırabilecek değişik tutkallar ve kimyasal maddeler üretim aşamasında eklenebilmektedir.



Şekil 1.9. Yongalevha üretim aşamaları (Güler ve Sancar, 2016)

1.2.1. Yongalevha endüstrisinin gelişimi

Türkiye’de uygulanan ekonomi politika gereği, diğer endüstri kollarında olduğu gibi, yongalevha endüstrisinde de bazı kolaylıklar sağlandığı söylenebilir. Yongalevha üretimi, ilk kez 1954 yılının son aylarında İstanbul Kartal’da “SUNTA” Tahta Sanayi T.A.G.’nin fabrikasında başlamıştır (Ekizoğlu, 1985; Eroğlu ve Usta, 2000; Togay, 2002).

Ekizoğlu (1985), yongalevha fabrikalarının kamu girişimciliği ile kuruluşunun esas itibarıyla kereste ve kontrplak fabrikalarının artıklarının değerlendirilmesi ve mobilya endüstrisi ile inşaat sektörünün talebine yönelik gerçekleştiğini belirtmiştir.

Özel sektörün ise yongalevha endüstrisine yönelmesindeki temel amacın mobilya endüstrisine malzeme sağlamak olduğunu vurgulamaktadır. Türkiye’de 2000 yılında yongalevha sektöründe üretim yapan toplam 24 adet kuruluş bulunmaktadır.

(Eroğlu ve Usta, 2000) iken 2015 yılında bu sayı 36'ya yükselmiştir (TOBB, 2015). Bu kuruluşların kapasite toplamının 15595 m³/gün olduğu, yıllık kapasite toplamının ise 5692336 m³ olduğu görölmektedir.

Yongalevha, çeşitli nitelikteki odun yongalarının yapıştırıcı maddelerle sıcak preslerde sıkıştırılması ile elde edilen geniş levhalardır. Dolayısıyla insan işgücü yanında makine kullanımının da yoğun olarak kullanıldığı bir sektördür. İnsan işgücü kullanımı anlaşılacağı üzere hem beden gücü hem de teknik deneyim gerektirmektedir (Dayanıklıoğlu, 2004).

Genel olarak yongalevha fabrikalarının kuruluş mevkileri, il ve ilçe merkezlerine 5-10 km uzaklıkta bulunmaktadır. Bu fabrikaların çoğunluğu kentler arası karayolu üzerinde bulunmaktadır, kıyı kesiminde bulunanlar ise hem karayolu hem de deniz yolu ulaşımından yararlanacak konumdadır (Zengin, 2010).

TOBB (2015) verilerine göre yongalevha kuruluşlarında 2015 yılı itibariyle 441'i mühendis olmak üzere toplam çalışan sayısı 6021'dir.

Levha üreticilerinin fabrika yeri seçiminde önemli kriterlerden biri de pazara yakınlık ve hammaddeye yakınlık ilkelerini en iyi oranda karşılayan yeri seçmektedir. Bu açıdan günümüzde kurulu bulunan yongalevha kuruluşlarının hangi bölgelerde yoğunlaştığının bilinmesi yerinde olacaktır (Zengin, 2010).

Sektördeki yongalevha kuruluşlarının bölgesel dağılımları Çizelge 1.1'de verilmiştir. Görüleceği üzere Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde tüm teşviklere karşın herhangi bir yatırım yapılmamış ve herhangi bir fabrika kurulmamıştır. Öte yandan yörenin orman varlığı açısından yeterli olmaması da bu yönde atılacak adımlarda engelleyici bir rol oynamıştır. Yongalevha kuruluşlarının 13 fabrika (%36) ile Türkiye'de en yoğun dağılım gösterdikleri bölgenin Karadeniz olduğu görölmektedir. Diğer yandan Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde herhangi bir tesis bulunmamaktadır.

Çizelge 1.1. Yongalevha sektöründe fabrika sayısı ve Türkiye geneline oranları (TOBB, 2015)

Bölgeler	Fabrika Sayısı	Oranı (%)
Karadeniz	13	36
Marmara	11	30
İç Anadolu	4	11
Ege	5	14
Doğu Anadolu	0	0
Güneydoğu Anadolu	0	0
Akdeniz	3	8
Toplam	36	100

2017 yılı itibariyle Türkiye'nin yongalevha üretim ve ticaret verileri Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye'nin yongalevha üretim ve ticaret verileri (2000 - 2016) (FAO, 2017)

Yıllar	Üretim (m ³)	İhracat (m ³)	İthalat (m ³)	İhracat (1.000 Dolar)	İthalat (1.000 Dolar)
2000	1884000	32000	219000	7497	22541
2001	1664000	64000	33000	15964	7591
2002	1999000	99000	77000	16337	12180
2003	2264000	111800	156000	23873	24360
2004	2700000	172419	272791	42070	52484
2005	2890000	284227	270736	45592	55955
2006	2750000	178000	179000	44842	44636
2007	3047000	231000	190000	65655	52779
2008	3181000	320000	239000	93334	59570
2009	2350000	254000	244000	63886	59272
2010	3100000	264000	367000	62684	84954
2011	3620000	317000	332000	74172	89088
2012	3950000	320000	478000	73688	111756
2013	4300000	308509	427000	78589	110405
2014	4500000	481446	264995	106735	78541
2015	4436000	410000	223000	80626	80177
2016	4282000	556000	260000	105372	55602

1.3. Liflevha

Eroğlu ve Usta (2000)'ya göre liflevha bitkisel lif ve lif demetlerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak veya ilave yapıştırıcı madde kullanılarak oluşturulan levha taslağının kurutulması ya da preslenmesi sonucu elde edilen bir üründür. Kısaca, lignoselülozik maddelerin liflendirilmesi ile oluşan lif ve lif demetlerinin yeniden şekillendirilmesi ile elde edilen levha türüdür.

TS 2129 (2012)'a göre odun lifi levha, odun liflerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levha tipidir.

Bir diğer standarda göre (TS EN 316, 2011) liflevha ısı ve/veya basınç uygulaması ile lignoselülozik liflerden üretilmiş, kalınlığı 1.5 mm ve daha büyük olan panel malzemesidir. Yapışma, hem liflerin keeleşmesi ve doğal yapışma özellikleri ile, hem de liflere paralel bir sentetik madde ilave edilmesiyle sağlanır. Yapıştırımda başka bağlayıcılar da kullanılabilir.

Liflevhaların sınıflandırılması üretim yöntemine göre olduğu gibi yoğunluk ve kullanım yeri gibi faktörlere göre de değişebilmektedir. Standartlara göre sınıflandırma ve sınıfların alt ve üst limitleri farklılık gösterebilmektedir. lkeler kullandıkları veya baz aldıkları standartlara göre liflevhaların tanımını ve sınıflandırılmasını yapmışlardır. Ülkemizde liflevhalar ile ilgili birim hacim ağırlıklarına ve üretim yöntemlerine göre sınıflandırma yapan iki adet standart yürürlüktedir (Balkız, 2006).

TS 2129 (2012) standardına göre odun lifi levhalar 4 gruba ayrılmaktadır.

1.Yumuşak Odun Lifi Levhalar: Birim hacim ağırlığı en çok 350 kg/m³ olan odun lifi levhalardır.

2.Orta Sert Odun Lifi Levhalar: Birim hacim ağırlığı 350 kg/m³ den çok 800 kg/m³ den az olan odun lifi levhalardır.

3.Sert Odun Lifi Levhalar: Birim hacim ağırlığı 800 kg/m^3 ve daha çok olan odun lifi levhalardır.

4.Bitümlü Odun Lifi Levhalar: Rutubete dayanıklılığını arttırmak amacı ile asfalt veya diğer bitümlerle muamele edilmiş yumuşak odun lifi levhalardır.

TS EN 316 (2011) standardına göre liflevhalar üretim şekillerine göre iki sınıfa ayrılır.

1.Yaş metot liflevhaları

2.Kuru metot liflevhaları

Yaş metotla üretilen liflevhalarda iyi bir keçeleşme için liflerin ihtiva ettiği rutubet miktarı %20'den fazla olmalıdır. Bu yöntemle üretilen levhalar yoğunluklarına göre üç tipte olabilir. Yaş metotla üretilen liflevhaların yoğunluğu en az 230 kg/m^3 olmalıdır. Kuru metotla üretilen liflevhaların lif rutubeti ise %20'den az olmalı ve birim hacim ağırlığı 450 kg/m^3 ve üzerinde olmalıdır. TS EN 316 (2011) standardında yaş metotla üretilen levhalar yoğunluklarına göre farklı isim ve sembollerle gösterilirken, kuru metotla üretilen levhalara genel olarak MDF ismi verilmiştir (Balkız, 2006).

Bir başka sınıflandırma yöntemi de aşağıda verilmiştir (Kollmann vd., 1975).

- Hammaddeye ve lif üretim yöntemine göre (yapraklı, iğne yapraklı veya bitki sapları, defibratör yöntemi, masonit yöntemi vs),
- Lif keçesi oluşturma yöntemine göre (sonsuz elek, yuvarlak elek vs.),
- Birim hacim ağırlığına göre (yumuşak, orta sert, sert),
- Kullanım yerine göre (izolasyon levhaları, iç ve dış ortamda kullanılan levhalar vs.).

TS EN 316 (2011) ve TS EN 622 – 5 (2011) standartlarında kuru işlem levhaları (kuru metotla üretilen liflevhalar) MDF (orta yoğunlukta liflevha) olarak tanımlanmıştır. TS EN 622 – 5 standardına göre kuru işlem levhaları kullanım amacı ve kullanıldığı ortam özelliklerine göre sınıflandırılması Çizelge 1.3’de verilmiştir (Balkız, 2006).

Çizelge 1.3. MDF’lerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılması (Balkız, 2006)

Levhanın Kullanım Amacı	Levhanın Kullanıldığı Ortam	Sembolü
Genel Amaçlı	Kuru	MDF
Genel Amaçlı	Rutubetli	MDF.H
Taşıma Amaçlı	Kuru	MDF.LA
Taşıma Amaçlı	Rutubetli	MDF.HLS

Taşıma amacı olmayan bütün uygulamalara (mobilya ve iç ortamda kullanım vb.) genel amaçlı kullanım denilmektedir. Taşıma amaçlı kullanım ise levhanın taşıyıcı bir konstrüksiyonda (çalışmalardaki dayanıklılığı ve mekaniksel dayanımı sağlamak üzere dizayn edilen bağlantı parçasının birleştirilmesinde vb.) kullanılmasıdır (Balkız, 2006).

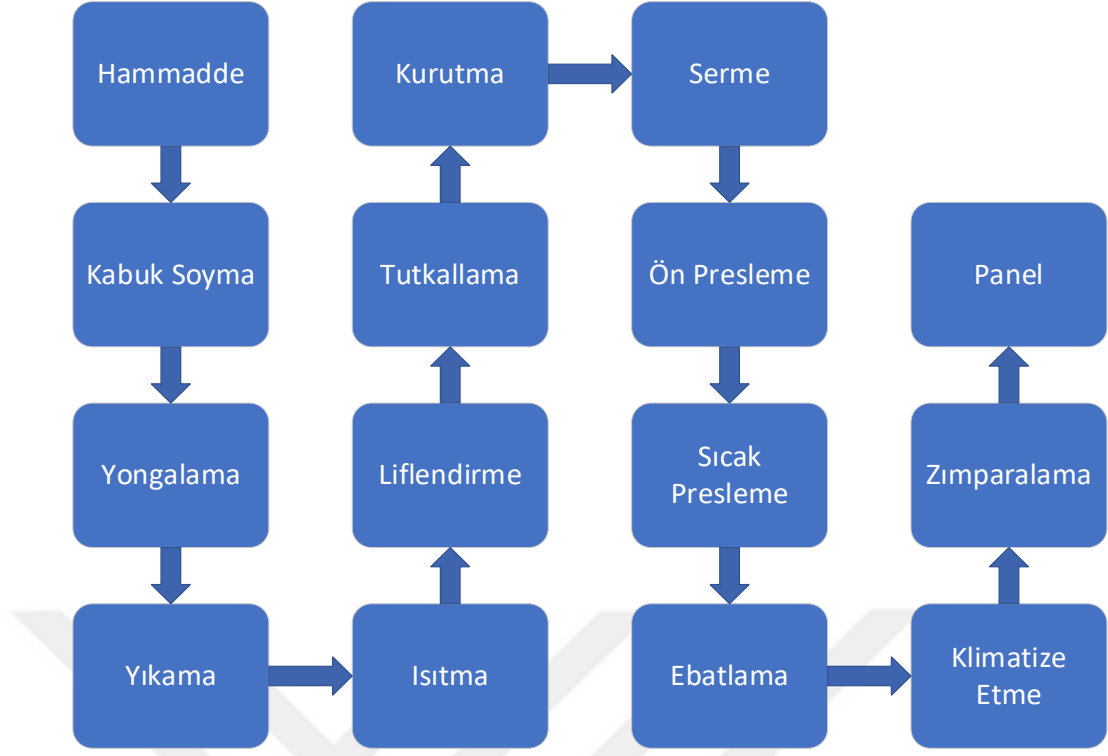
Kuru ortam, havadaki rutubet oranının yalnızca yılın birkaç haftasında %65’i geçtiği ve sıcaklığın 20 °C olduğu ortam içerisinde bulunan bir materyalin rutubet miktarı ile karakterize edilmiştir. Yaş ortam ise havadaki rutubet oranının yalnızca yılın birkaç haftasında %85’i geçtiği ve sıcaklığın 20 °C olduğu ortam içerisinde bulunan bir materyalin rutubet miktarı ile karakterize edilmiştir (Balkız, 2006).

Liflevha üretimi genel olarak levha üretiminde kullanılacak hammaddenin liflendirilmesi ve bu liflerden değişik yöntemler kullanılarak levha elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Üretim süreci kısa olmasına rağmen bir dizi yoğun ve karmaşık işlemi bünyesinde bulunduran liflevha üretimi teknik olarak kağıt üretimine benzerlik göstermektedir (Balkız, 2006).

Liflevha üretebilmek için ilk önce kağıt endüstrisinde de olduğu gibi istenilen özelliklere sahip bir lif hamurunun üretilmesi gerekmektedir. Ancak liflevha üretimi ile kağıt üretiminin en temel farkı liflevha endüstrisinde lif üretiminin daha kaba bir biçimde yapılmasıdır. Lif üretiminde levha endüstrisinde ligninin uzaklaştırılması çok sınırlı düzeyde yapılmakta veya hiç yapılmamaktadır. Ayrıca bir ağartma işlemine de kağıt üretiminde olduğu gibi ihtiyaç duyulmamaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Üç lif üretim yönteminin ikisinde (kimyasal ve termal liflendirme) levha üretiminde kullanılacak hammadde yonga haline dönüştürülürken bir tanesinde ise (mekanik liflendirme) yuvarlak odunlar yonga haline dönüştürülmeden kullanılmaktadır (Balkız, 2006).

Lif elde edildikten sonra üç farklı liflevha elde etme yöntemi vardır. Bunlar yaş, kuru ve yarı kuru yöntemler olup yöntemleri birbirinden ayıran en önemli özellik levha taslağının oluşumu esnasındaki liflerin içerdiği rutubet oranıdır. Bu oran, yaş yöntemde %100 veya daha fazla iken yarı kuru yöntemde %12 – 45 arasında, kuru yöntemde ise %5 – 10 arasındadır. Diğer bir etken ise, liflerin taşınmasını ve levha taslağının oluşmasını sağlayan ortamdır. Yaş yöntemde liflerin taşınmasını ve levha taslağının oluşması su aracılığı ile sağlanırken, yarı kuru ve kuru yöntemlerde ise bu işler hava ve mekanik araçlarla sağlanmaktadır. Ayrıca yapıştırıcı kullanılıp kullanılmama durumu da yöntemleri birbirinden ayıran özellikler arasındadır. Yarı kuru ve kuru yöntemlerde yapıştırıcı kullanımı gerekirken, yaş yöntemde ise özel durumlar dışında gerekmemekte veya çok az oranda gerekmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000). Kuru yöntemle liflevha üretim yöntemi Şekil 1.10'da verilmiştir (Suchsland ve Woodson, 1987).



Şekil 1.10. Kuru Yöntemle Liflevha Üretim Yöntemi (Suchsland ve Woodson, 1987)

1.3.1. Liflevha endüstrisinin gelişimi

Dünyada ilk kez 1965 yılında MDF fabrikası kurulmuştur. Bunun ardından liflevhalar 1973 yılından itibaren Avrupa ülkelerinde üretilmeye başlamıştır. Ülkemizde ise ilk liflevha fabrikası ÇAMSAN Ağaç Sanayi tarafından 1985 yılında Ordu'da kurulmuştur. Bugün itibari ile Türkiye'nin liflevha üretim kapasitesi birçok gelişmiş Avrupa ülkesini geride bırakmaktadır (Akbulut ve Ayrılmış, 2001).

Liflevha sektöründe Türkiye'de 86 fabrika faaliyet göstermektedir (TOBB, 2015). Liflevha sektöründe faaliyet gösteren firmaların günlük kapasitesi 1032184 m³, yıllık kapasitesi ise 376747198 m³'dür.

TOBB (2015) verilerine göre liflevha kuruluşlarında 2015 yılı itibariyle 391'i mühendis olmak üzere toplam çalışan sayısı 6794'dır.

2017 yılı itibariyle Türkiye'nin liflevha üretim ve ticaret verileri Çizelge 1.4'de verilmiştir.

Çizelge 1.4. Türkiye'nin liflevha üretim ve ticaret verileri (2000- 2016) (FAO, 2017)

Yıllar	Üretim (m ³)	İhracat (m ³)	İthalat (m ³)	İhracat (1000 Dolar)	İthalat (1000 Dolar)
2000	388000	9000	104000	2239	23106
2001	355000	31000	59000	6182	12554
2002	570000	53000	173000	8104	28489
2003	700000	122606	176540	21099	27511
2004	850000	134000	246000	25295	59141
2005	1500000	128000	436000	33980	115760
2006	1798000	271000	325000	74228	80625
2007	1952000	515000	334000	160648	96590
2008	1921000	356000	228000	190474	88749
2009	2916000	456000	172000	194754	60439
2010	3265000	538000	232000	220148	91814
2011	3570000	556000	311000	237829	127851
2012	3900000	465000	420000	236783	142873
2013	4285000	359622	332000	223288	116214
2014	4885000	457640	253788	261082	91809
2015	4777000	534000	220000	236862	64367
2016	5069000	530000	178000	233844	50467

Çizelge 1.4'de görüldüğü gibi özellikle 2001 yılından sonra liflevha üretiminde artış hızlı olmuştur. Başta dünyada olmak üzere ülkemizde de oluşan ekonomik ve siyasi krizlerin sanayi sektörünü etkilemesi liflevha sanayisine de zarar vermiştir. Ancak tüm olumsuzluklara karşın sektör büyüme ve gelişme eğilimini sürdürmeye devam etmiştir (Zengin, 2010).

Son yıllarda üretim yapan kuruluşların birçoğu ISO 9001, ISO 9002, ISO 14000 gibi standart belgeleri almakta, üretim etkinliklerini belirli standartlara kavuşturmaktadır. Yongalevha endüstrisinde belirtildiği gibi liflevha endüstrisi de dünya standartlarını yakalama yolunda emin adımlarla ilerlemektedir (Zengin, 2010).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) odununda, ekstraktif madde miktarı %4.24, lignin miktarı %22.46, holoselüloz miktarı %78.04 ve α -selüloz miktarı %51.44 olarak belirlenmiştir. Glukoz, galaktoz, ksiloz, ramnoz, arabinoz ve mannozun kermes meşesi odununun monosakkaritlerini oluşturduğu ve miktarlarının sırasıyla %50.02, %0.91, %20.63, %0.23, %0.77 ve %1.69 olduğu belirtilmiştir (Yaşar ve Kılınç, 2018).

Meşe odununun genel kimyasal özelliklerini ortaya koymaları bakımından bazı meşe türlerine ait odunların kimyasal bileşimleri aşağıda sunulmuştur.

Saplı Meşe (*Quercus robur*) odununda Wagenführ ve Schreiber (1974), selüloz miktarını %39-42, hemiselüloz miktarını %19-26, lignin miktarını %25-34 ve ekstraktif madde miktarını %3.8-6.1; Puech (1978), selüloz miktarını %22-50, hemiselüloz miktarını %17-30, lignin miktarını %17-30 ve ekstraktif madde miktarını %2-10; Gülsoy (2003), selüloz miktarını %42.5, holoselüloz miktarını %68, lignin miktarını %24.5 ve ekstraktif madde miktarını %6.6 olarak tespit etmişlerdir.

Kızıl meşe (*Quercus rubra*) odununda Balaban (2000), holoselüloz miktarını %85.2-85.28, alfa selüloz miktarını %50.02-50.4, lignin miktarını %23.27-23.3 ve ekstraktif madde miktarını %2.96-3.68 olarak; Fengel ve Wegener (1984), selüloz miktarını %41.1 ve lignin miktarını %29.60 olarak belirlemişlerdir.

Baharoğlu vd. (2013), yaptıkları çalışmada saçlı meşe (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) odununda holoselüloz oranını %75.82, selüloz oranını %45.69, hemiselüloz oranını %30.13, lignin oranını %23.48 ve α -selüloz oranını %35.97 bulmuşlardır.

Shebani vd. (2008), çalışmalarında ak meşe (*Quercus alba*) odununda selüloz oranını %38.11, lignin oranını %25.01 ve ekstraktif madde miktarını %2.03 olarak tespit etmişlerdir. Pettersen (1984) ise ak meşe odununda selüloz

miktarını %42-44, hemiselüloz miktarını %24-28, lignin miktarını %24-25 ve ekstraktif madde miktarını %5.3-5.4 olarak tespit etmiştir.

Bednar ve Fengel (1974), Avrupa meşesi (*Quercus petrea*) odununda selüloz miktarını %38, hemiselüloz miktarını %29, lignin miktarını %25 ve ekstraktif madde miktarını %4.4 olarak belirlemişlerdir.

Pettersen (1984), *Quercus prinus* odununda selüloz miktarını %41, hemiselüloz miktarını %30, lignin miktarını %22 ve ekstraktif madde miktarını %6.6, *Quercus stellata* odununda selüloz miktarını %38, hemiselüloz miktarını %30, lignin miktarını %26 ve ekstraktif madde miktarını %5.8 olarak saptamıştır.

Balaban vd. (1999), çalışmalarında kasnak meşesinde (*Quercus vulcanica*) holoselüloz miktarını diri odunda %78.83, öz odunda %78.31, α -selüloz miktarını diri odunda %51.43, öz odunda %50.56, lignin miktarını diri odunda %23.10, öz odunda %23.06 ve ekstraktif madde miktarını diri odunda %4.07, öz odunda 4.67 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada, ramnoz miktarını diri odunda %0.33, öz odunda %0.29, glukoz miktarını diri odunda %49.4, öz odunda %48.82, mannoz miktarını diri odunda %2.14, öz odunda %2.5, ksiloz miktarını diri odunda %20.36, öz odunda %19.76, galaktoz miktarını diri odunda %0.89, öz odunda %0.91 ve arabinoz miktarını diri odunda %0.79, öz odunda %0.77 olarak saptamıştır.

Odun kökenli liflerde, pH derecesi 6'nın altında olmakta ve 3.5-5.5 aralığında yer almaktadır (Halvarsson vd., 2010). Odun kökenli hammaddeler, uygun pH derecesine ve asit tamponlama kapasitesine sahip olmalarından dolayı yonga ve liflevha üretiminde UF tutkalının kürleşme oranında problem yaratmamaktadırlar (Xing vd., 2006). Halvarsson vd. (2010) yapraklı ağaçlarda pH derecesini ortalama 5.06 olarak rapor etmişlerdir.

Oh vd. (2003), yaptıkları çalışmada testere dişli meşe (*Quercus acutissima* Carruthers) odununun pH değerini 5.4 olarak bulmuşlardır.

Baharoğlu vd. (2013) tarafından saçlı meşe (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) odununun pH değeri 4.01 olarak tespit edilmiştir.

Johns ve Niazi (1980), ak meşe (*Quercus alba* L.) ve kırmızı meşe (*Quercus rubra* L.) odunlarının öz ve diri odunlarının pH'ını ölçmüşlerdir. Ak meşenin öz odunun pH'sı 4.00, diri odununun pH'sı 4.56, kırmızı meşenin meşenin öz odunun pH'sı 5.66, diri odununun pH'sı ise 5.04 olarak bulunmuştur.

Çalışmada, kermes meşesi yonga ve liflerinin kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yonga ve lifleriyle karışımlar hazırlanacağından, kızılçam odunu kimyasal bileşimine yönelik literatürdeki çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununda Kılıç vd. (2010), holoselüloz miktarını %72.6, α -selüloz miktarını %46.5, ligin miktarını %27.3 ve ekstraktif madde miktarını %2.3; Kırıcı (1991), holoselüloz miktarını %70.8, selüloz miktarını %54.1, lignin miktarını %27.4 ve ekstraktif madde miktarını %5.8; Göksel (1984), çalışmasında holoselülozu %64.52-66.43, α -selülozu %47.21-43.92, lignini %27.18-27.86 ve ekstraktif madde miktarını %5.04-9.45; Tank vd. (1990) holoselüloz miktarını %65.46, α -selüloz miktarını %42.55, lignin miktarını %27.47 ve ekstraktif madde miktarını %7.92 olarak saptamışlardır.

Yaşar (2014) yaptığı çalışmada 70 adet kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odunu örneğinde glukoz miktarını 42.33-54.67, mannoz miktarını 8.55-11.95, ksiloz miktarını 7.15-9.83, galaktoz miktarını 1.72-2.49 ve arabinoz miktarını 1.19-1.65 aralığında belirlemiştir.

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) odununun pH değeri Taş ve Sevinçli (2015) tarafından 4.83 olarak tespit edilmiştir.

Bitkisel biyokütelerde, FTIR spektrumları 4000 ile 400 cm^{-1} dalga numaraları arasında kaydedilmektedir. Spektrumlarda elde edilen 2950 cm^{-1} 'deki band genel olarak internal standart olarak kullanılmakta ve 3460, 1750, 1470, 1390, 1270, 1060 ve 845 cm^{-1} 'deki bandlarda örneklere ait ana kimyasal komponentler

olan selüloz, hemiselülozlar ve lignin değerlendirilmektedir. Söz konusu bandların absorbands değerleri 2950 cm^{-1} 'deki bandın değerine bölünerek spektrumlarda karşılaştırmalı bir çalışma sağlanmaktadır (Sinha ve Rout 2009; Mahato vd., 2014). 2900 cm^{-1} 'deki band metil ve metilen grupları içerisinde C-H gerilmesini temsil etmektedir (Tsuboi 1957). 3460 cm^{-1} 'deki band H-bağlı H-O gerilmesine tahsis edilmiştir (Tsuboi 1957; Pandey 1999, 2005). 1750 cm^{-1} 'deki band örneklerdeki hemiselülozlara ait karboksil ve asetil gruplarının C-O gerilmesine atfedilmiştir (Liang vd., 1960). 1470 cm^{-1} 'deki band lignin içerisindeki CH_3 deformasyonunu ilgilendirmektedir. 1390 cm^{-1} 'deki band lignin, selüloz veya ksilandaki C-H deformasyonuna tahsis edilmiştir. 1270 cm^{-1} 'deki band ksilandaki asetil gruplarına ait C-O gerilmesini ilgilendirmektedir. 1060 cm^{-1} 'deki band lignin içerisindeki primer alkol için aromatik C-H düzlem içi deformasyonuna ve C-O deformasyonuna atfedilmiştir. 845 cm^{-1} 'de ki band lignindeki aromatik C-H düzlem dışı vibrasyonunu ilgilendirmektedir (Sinha ve Rout 2009; Mahato vd., 2014).

Bitkisel biyokütlelerde termal bozunma sürecinde yaklaşık 225 $^{\circ}\text{C}$ 'den düşük sıcaklıklarda örneklerdeki su ve ekstraktiflerin bir kısmı elimine olmaktadır, esas bozunma yaklaşık 225 $^{\circ}\text{C}$ 'den itibaren ikincil uçucu ürünlerin özellikle hemiselülozların çeşitli formlarının dekompoze olmasıyla başlamaktadır ve diğer organik komponentlerin (ekstraktifler, lignin ve selüloz) degradasyonu ile devam etmektedir (Thurner ve Mann 1981; Meszaros vd., 2007).

Shebani vd. (2008), yaptıkları çalışmada ak meşe (*Quercus alba*)'nin termal analizinde, esas bozunmanın başlangıç sıcaklığı 258.40 $^{\circ}\text{C}$ ve maksimum bozunma sıcaklığı 385.69 $^{\circ}\text{C}$ olup bitiş sıcaklığı ise 538.03 $^{\circ}\text{C}$ olarak belirlenmiştir.

Gronli vd. (2002), yaptıkları çalışmada meşe odununun termal analizinde, esas bozunmanın başlangıç sıcaklığı 236.85 $^{\circ}\text{C}$ ve maksimum bozunma sıcaklığı 337.85 $^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleşmiş olup bitiş sıcaklığı ise 359.85 $^{\circ}\text{C}$ olarak tespit etmişlerdir.

Emandi vd. (2011), saplı meşe (*Quercus robur*) odununun termal analizinde, yaş odunda esas bozunmanın başlangıç sıcaklığı 291.0 °C ve maksimum bozunma sıcaklığı 320.3 °C'de gerçekleşmiş olup bitiş sıcaklığı ise 473.8 °C; kuru odunda esas bozunmanın başlangıç sıcaklığı 287.0 °C ve maksimum bozunma sıcaklığı 318.2 °C'de gerçekleşmiş olup bitiş sıcaklığı ise 477.6 °C olarak tespit etmişlerdir.

Baharoğlu vd. (2013), %85 oranında saçlı meşe (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) odunu kullanarak ürettikleri yongalevhelerde eğilme direncini 8.26 N/mm², elastikiyet modülünü 982.30 N/mm², yüzeye dik çekme direncini 0.123 N/mm², kalınlığına şişme değerini 2 saat için %25.13 ve 24 saat için %32.51 olarak tespit etmişlerdir.

Barboutis ve Philippou (2007), yaptıkları çalışmada kermes meşesi (*Quercus coccifera*) yongalarından ürettikleri 650 kg/m³ yoğunluktaki levhalarda eğilme direncini 10.1 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.51 N/mm², 700 kg/m³ yoğunluktaki levhalarda eğilme direncini 15.3 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.83 N/mm², 750 kg/m³ yoğunluktaki levhalarda eğilme direncini 18.58 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.83 N/mm² şeklinde saptamışlardır. 650 kg/m³ yoğunluktaki levhalarda 2 saatteki su alma değerini %28.8 ve 24 saatteki su alma değerini %70.3, 2 saatteki kalınlığına şişme değerini %6.8 ve 24 saatteki kalınlığına şişme değerini %14.1, 700 kg/m³ yoğunluktaki levhalarda 2 saatteki su alma değerini %21.6 ve 24 saatteki su alma değerini %58, 2 saatteki kalınlığına şişme değerini %7 ve 24 saatteki kalınlığına şişme değerini %16.6, 750 kg/m³ yoğunluktaki levhalarda 2 saatteki su alma değerini %17.7 ve 24 saatteki su alma değerini %51.4, 2 saatteki kalınlığına şişme değerini %7 ve 24 saatteki kalınlığına şişme değerini %18.3 olarak belirlemişlerdir.

Oh vd. (2003), yaptıkları çalışmada testere dişli meşe (*Quercus acutissima* Carruthers) odununun yongalarından yapılmış 0.71 g/cm³ yoğunluğa sahip levhaların eğilme direncini 15.2 N/mm², yüzeye dik çekme direncini 0.10 N/mm², kalınlığına şişme değerlerini 2 saat için %9.2, 24 saat için %28.5 ve su alma değerlerini 2 saat için 10.3, 24 saat için ise %42.8 olarak tespit etmişlerdir.

Lykidis vd. (2016), pırnal meşe (*Quercus ilex*), koca yemiş (*Arbutus unedo*), funda ağacı (*Erica arborea*), kermes meşesi (*Quercus coccifera*) ve geniş yapraklı akçakesme (*Phillyrea media*) odunlarından elde edilmiş yongaları eşit oranlarda karıştırarak 0.63 ve 0.69 g/cm³ yoğunluğa sahip iki çeşit levha yapmışlardır. Çalışma sonucunda, 0.63 g/cm³ yoğunluğa sahip levhalar için eğilme direncini 11.88 N/mm², elastikiyet modülünü 1722 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.48 N/mm²; 0.69 g/cm³ yoğunluğa sahip levhalar için eğilme direncini 13.37 N/mm², elastikiyet modülünü 1822 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.59 N/mm² olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada 24 saat sonunda 0.63 g/cm³ yoğunluğa sahip levhalar için kalınlığına şişme değeri %20.17, su alma değeri %81.60; 0.69 g/cm³ yoğunluğa sahip levhalar için kalınlığına şişme değeri %22.54, su alma değeri %74.85 olarak bulunmuştur.

Güntekin (2012), çalışmasında kızılçamdan (*Pinus brutia* Ten.) üretilen yongalevhalarıda elastikiyet modülünü 917 N/mm², eğilme direncini 5.79 N/mm², yüzeye dik çekme direncini 0.49 N/mm², 24 saatteki su alma değerini %121 ve kalınlığına şişme değerini %29.89 olarak tespit etmiştir.

Güler ve Özen (2006) çalışmalarında kızılçam yongalarından elde ettikleri levhalarda 2 saat için su alma değerini %64.05, kalınlığına şişme değerini %18.75, 24 saat için su alma değerini %75.99, kalınlığına şişme değerini %22.57, eğilme direncini 17.19 N/mm², elastikiyet modülünü 2204.3 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.501 N/mm² olarak belirlemişlerdir.

Karakuş (2014), kızılçam yongalarından ürettiği levhalarda 24 saat için su alma değerini %117.99, kalınlığına şişme değerini %29.59, eğilme direncini 5.912 N/mm², elastikiyet modülünü 1225.59 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.37 N/mm² olarak bulmuştur.

Beram ve Yaşar (2018), yaptıkları çalışmada kızılçamdan üretilen yongalevhalarıda 2 saat için su alma değerini %54.75, kalınlığına şişme değerini %17.41, 24 saat için su alma değerini %87.13, kalınlığına şişme değerini %23.62,

eğilme direncini 16.48 N/mm², elastikiyet modülünü 2097 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.49 N/mm² olarak tespit etmişlerdir.

Akgül vd. (2010) çalışmalarında saplı meşe (*Quercus robur*)'den üretilen 0.7 gr/cm³ yoğunluktaki lif levhalardaki elastikiyet modülünü 3686.5-4393.8 N/mm², eğilme direncini 27.5-33.3 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.63-0.77 N/mm², 0.8 gr/cm³ yoğunluktaki lif levhalardaki elastikiyet modülünü 4838.5-5444.6 N/mm², eğilme direncini 43.8-51.2 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.62-0.68 N/mm² aralığında tespit etmişlerdir. Ayrıca 0.7 gr/cm³ yoğunluktaki lif levhalardaki 2 saatteki su alma değerlerini %21.69-27.27, kalınlığına şişme değerlerini %5.35-9.85, 24 saatteki su alma değerlerini %44,54-49.4 ve kalınlığına şişme değerlerini %12.26-14.18, 0.8 gr/cm³ yoğunluktaki lif levhalardaki 2 saatteki su alma değerlerini %13.1-14.32 ve kalınlığına şişme değerlerini %4.14-6.65, 24 saatteki su alma değerlerini %29.37-35.92 ve kalınlığına şişme değerlerini %9.85-12.63 aralığında saptamışlardır.

Akgül vd. (2007) yaptıkları çalışmada, saplı meşe (*Quercus robur* L.) odun liflerinden yaptıkları 0.6, 0.7 ve 0.8 g/cm³ yoğunluklu 18 mm kalınlığındaki levhalarda eğilme direncini sırasıyla 19.6, 28.28 ve 30.7 N/mm²; elastikiyet modülünü sırasıyla 2226.5, 3080.1 ve 3204.2 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini 0.542, 0.686 ve 0.704 N/mm² bulmuşlardır. Bununla birlikte levhalarda kalınlığına şişme değerlerini 2 saat için sırasıyla %4.49, 5.21 ve 7.51; 24 saat için sırasıyla %11.11, 12.49 ve %13.46 olarak belirlemişlerdir. Aynı şekilde su alma değerleri de 2 saat için %32.3, 25.5 ve 75.2, 24 saat için %75.2, 60.8 ve 42.9 olarak tespit etmişlerdir.

Kara ve Ateş (2015) yaptıkları çalışmada kızılçamdan (*Pinus brutia* Ten.) üretilen orta yoğunluktaki lif levhalarda elastikiyet modülünü 2813.25-2937.75 N/mm², eğilme direncini 27.38-28.70 N/mm², yüzeye dik çekme direncini 0.49-0.58 N/mm², 24 saatteki su alma değerlerini %16.2-16.9 ve kalınlığına şişme değerlerini %5.4-5.6 aralığında tespit etmişlerdir.

Chow (1979), yaptığı çalışmada kırmızı meşe (*Quercus rubra* L.) odunu talaşını kullanarak 0.7 g/cm^3 yoğunluğunda lif levha üretilmiştir. Tutkal oranının %4, 6.5 ve 9 olarak değiştiği çalışmada eğilme direnci sırasıyla 12.7, 16.9 ve 19.7 N/mm², elastikiyet modülünü sırasıyla 2430, 2890 ve 3380 N/mm² ve yüzeye dik çekme direncini sırasıyla 0.35, 0.53 ve 0.8 N/mm² olarak bulmuştur.

Kara ve Ateş (2015), yaptıkları çalışmada kızılçam odunundan elde ettikleri 0.7 ve 0.72 g/cm^3 yoğunluğundaki liflevhaların eğilme direncini 27.38 ile 28.70 N/mm², elastikiyet modülünü 2813.25 ile 2937.75 N/mm², yüzeye dik çekme direncini 0.49-0.58 N/mm², 24 saat su alma değerlerini %16.2 ile 16.9 ve 24 saat kalınlığına şişme değerlerini %5.5 ile 5.6 aralığında tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan kermes meşesi örnekleri Isparta-Söbü mevkiinden 1076 m yükseltiden (Enlem: 37° 50' 01"; Boylam: 30° 30' 59") 2016 yılının Ekim ayının ilk haftası toplanmıştır. Toplanan gövde materyallerinin kabukları soyulmuş (Şekil 3.1) ve çekiçli değirmende 1-3 mm kalınlığında yongalanmıştır (Şekil 3.2). Elde edilen kermes meşesi yongaları serilerek hava kurusu hale getirilmiştir (Şekil 3.3). Kermes meşesi yongalarının bir kısmı öncelikle 10 dakika boyunca 125 °C'de buharlanmış, ardından taşlı mekanik değirmen kullanılarak liflendirilmiştir (Şekil 3.4). Elde edilen kermes meşesi lifleri serilerek hava kurusu hale getirilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.1. Kullanılan kermes meşesi gövdelerinin kabuklarının soyulması (Foto: A. BERAM)



Şekil 3.2. Kermes meşesi gövdelerinin yongalanması (Foto: G. GÜLER)



Şekil 3.3. Yongaların serilerek kurutulması (Foto: G. GÜLER)



Şekil 3.4. Liflendirme makinası (Foto: G. GÜLER)



Şekil 3.5. Liflerin serilerek kurutulması (Foto: G. GÜLER)

Çalışmada kullanılan kızılçama ait yongalar Orma A.Ş./Isparta firmasından, kızılçam lifleri ise AGT A.Ş./Antalya firmasından temin edilmiştir. Kullanılan tutkal (üre formaldehit) ve sertleştirici (amonyum klorür) ise Orma A.Ş./Isparta firmasından sağlanmıştır. Kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Üre formaldehit (ÜF) tutkalının özellikleri

Özellikler	ÜF Tutkalı
Katı madde oranı (%)	65 ± 1
Yoğunluk (g/cm ³)	1.27 - 1.29
pH (25 °C)	7.5 - 8.5
Viskozite, (cps, 25 °C)	150 - 200
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	25 - 30
Kullanma süresi (gün, 25 °C)	60
Akışkanlık süresi (s, 25 °C)	20 - 30
Serbest CH ₂ O (maks) (%)	0.19

Çalışmada elde edilen kermes meşesi ve temin edilen kızılçam liflerine ait özellikler Nikon SMZ745T Mikroskop kullanılarak ölçülmüş ve Çizelge 3.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Kermes Meşesi ve Kızılçam Liflerinin Özellikleri

Lif Karakteristiği	Kermes Meşesi		Kızılçam	
	Lif Uzunluğu (mm)	Lif Çapı (µm)	Lif Uzunluğu (mm)	Lif Çapı (µm)
Minimum	1.20	7.63	3.56	5.59
Maksimum	10.12	123.41	16.57	55.19
Ortalama	4.12	51.95	7.44	27.77
Standart Sapma	2.24	30.80	3.25	10.70

3.2. Yöntem

3.2.1. Kimyasal analizler

Liflere kimyasal analizler öncesinde herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Yongalar ise Retsch SK1 değirmeninde 40-100 mesh aralığında öğütölüp kullanılmıştır.

3.2.1.1. Ekstraktif madde miktarı tayini

Öğütölmüş yonga ve lif örnekleri soxhlet cihazında öncelikle 2:1 oranında sikloheksan:etanol ile 6 saat, devamında ise etanol ile ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Çözünmüş ekstraktif madde miktarı tam kuru materyal yüzdesi olarak belirlenmiştir.

3.2.1.2. Klason lignin tayini

Dill vd. (1984)'e ait yöntem hafif modifiye edilmiş ve örneklerin asit hidrolizi şu şekilde uygulanmıştır. Ekstraktan arındırılmış 1 g tam kuru maddeye denk gelecek şekilde tartılan örnekler 20 mL %72'lik H₂SO₄ ile 30°C'de 2 saat süreyle, devamında ise 360 ml'ye saf su ile tamamlanarak 120°C'de 30 dakika süreyle otoklavda hidrolize edilmiştir. Sonrasında süzme işlemi gerçekleştirilmiş ve kalıntı olarak elde edilen klason lignininin miktarı 105±2°C'de kurutulduktan sonra tam kuru materyal yüzdesi olarak saptanmıştır (Yaşar vd., 2010b). Asit hidrolizatı gaz kromatografisi (GC) ile monosakkarit analizi için saklanmıştır.

3.2.1.3. Holoselüloz eldesi

Ekstraktan arındırılmış 5 g tam kuru maddeye denk gelecek şekilde tartılan lif ve yonga materyalleri beherlere aktarılmış ve herbirinin üzerine 160 mL destile su, 1.5 g NaClO₂ ve 0.5 mL saf asetik asit ilave edilmiştir. Beherler bir saat süre ile 70-80 °C'de su banyosunda bekletilmiştir. Süre sonunda 1.5 g NaClO₂ ve 0.5 mL saf asetik asit ilave edilip tekrar bir saat süreyle işleme devam edilmiştir. Bu işlem

bir kez daha tekrar edilip, sonrasında beher içerikleri buz parçalarıyla soğutulmuş ve cam krozeden süzölmüştür. Elde edilen holoselölozlar sırasıyla aseton ve soğuk saf su ile yıkanarak etüvde 105 ± 2 °C'de kurutulmuştur. Daha sonra holoselöloz miktarı tam kuru materyal yüzdesi olarak belirlenmiştir (Wise ve Karl, 1962).

3.2.1.4. α -selöloz ve hemiselöloz miktarı tayini

2 g holoselöloz bir behere tartılmış sonrasında üzerine 3.75 mL %17.5 NaOH eklenerek 1 dakika karıştırılmıştır. 2.5 mL %17.5 NaOH eklendikten sonra 45 saniye karıştırılmış ve aynı işlem tekrar edilip 3 dakika beklenmiştir. Bir önceki işlem tekrar edilip, beher içeriği 10 dakika boyunca karıştırıldıktan sonra 2.5, 5 ve 7.5'uncu dakikalarda 2.5 mL miktarlar halinde toplam 7.5 mL %17.5 NaOH çözeltisi eklenmiştir. Beherin ağzı kapatılıp 30 dakika beklendikten sonra 25 mL saf su ilave edilip, bir 30 dakika daha bekletilmiştir. Beher içeriği, vakumla süzöldükten sonra 6.3 mL %17.5 NaOH ve 10 mL destile su ile yıkanmış, sonrasında üzerine 2N asetik asit eklenip, 5 dakika bekletilmiş ve vakumlandıktan sonra destile su ile yıkanmıştır. Etüvde kurutulan α -selölozun miktarı tam kuru materyal yüzdesi belirlenmiştir (ASTM D1103, 1980).

Hemiselöloz miktarı holoselöloz miktarından α -selöloz miktarının çıkartılması ile elde edilmiştir.

3.2.1.5. GC (Gaz Kromatografisi) analizi

Monosakkaritlerin türevlendirilmesi ve tayini Cao vd. (1997)'e göre yapılmıştır. Hidrolizata, öncelikle internal standart (myo-inositol) ve devamında ortam 1 M amonyağa denk gelecek şekilde amonyak çözeltisi ilave edilmiştir. Monosakkaritler sodyum bor hidrür ilavesiyle indirgenip, 1-metil imidazol ve asetik anhidrit ilaveleri ile asetillendirilmiştir. Ayırma hunisinde diklormentanla ekstrakte edilen alditol asetatlar, kurutulup tekrar belli hacimdeki diklormentanla ekstrakte edilmiş ve kurutulup saklanmıştır. GC analizinde tekrar belli bir hacimdeki diklormentanda çözölerek kullanılmıştır. Analizde L(+)-Ramnoz

monohidrat (Merck), D(+)-Ksiloz (Merck), L(+)-Arabinoz (Sigma), D(+)-Galaktoz (Merck), D(+)-Mannoz (Merck) ve D(+)-Glukoz (Merck) eksternal standart, Myo-inositol (Merck) ise internal standart olarak kullanılmıştır. Gaz kromatografik analiz, Perkin Elmer Autosystem XL gaz kromatografisi cihazında gerçekleştirilmiştir. Gaz kromatografisi koşulları: DB-225 silika kaliper kolon (30 mx0.38 mm), Kolon durağan fazı %50 cyanopropylphenyl-metilpolysiloksane, Film kalınlığı =0.15 µm, Enjeksiyon ve dedeksiyon port sıcaklıkları 230 °C ve 250 °C olarak uygulanmıştır. Pik tayininde FID dedektörü kullanılmıştır.

3.2.1.6. Fourier dönüşümlü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi analizi

40-100 mesh arasında öğütülen yonga örnekleri moulinex değirmeni ile homojen odun unu haline getirilip FTIR analizlerinde kullanılmıştır. Lif örnekleri ise direkt olarak analiz edilmiştir. 10 mg tartılan örneklerinin her birinin 1000 mg KBr ile preslenmesiyle elde edilmiş peletlerin FTIR spektrumları 4000 ile 400 cm⁻¹ dalga sayısı aralığında oda sıcaklığında Perkin Elmer BX FTIR spektrometre cihazında kaydedilmiştir.

3.2.1.7. TG/DTA (Termogravimetrik / diferansiyal termogravimetrik analiz)

5 mg odun unu ve lif örneklerinin TGA analizleri, azot ortamında dakikada 10 °C ısıtma hızında 25 ile 800 °C aralığında Perkin Elmer SII Diamond termal analiz cihazında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.8. pH Analizi

25 g tam kuru maddeye denk gelecek şekilde tartılan yonga ve lif materyalleri ayrı ayrı 250 g destile su içerisinde 20 dakika karıştırılmıştır. Sonrasında 3 numaralı porselen kroze ile süzme işlemi gerçekleştirilmiş ve sıvı kısımlar oda sıcaklığında soğutulmuştur. Herbir 50 mL sıvı ekstrakt 150 mL'lik beher içerisine aktarılıp pH derecesi WTW 3110 pH metre ile ölçülmüştür (Johns ve Niazi, 1980).

3.2.2. Levha üretimi

3.2.2.1. Yongalevha üretimi

Yongalar, levha üretiminde orta tabakada kullanılmak üzere 3-1.5 mm aralığında ve dış tabakalarda kullanılmak üzere 1.5-1 mm aralığında elenmiştir. Yongalar $102\pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta %3 rutubete ulaşınca kadar kurutulduktan sonra levha üretiminde kullanılmıştır. Yongaların tartımı levhaların hedef yoğunluğu 0.65 g/cm^3 olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Dış tabakaları oluşturan yongalar tam kuru ağırlıklarının %11'i oranında üre formaldehit tutkalı ve %1'i oranında sertleştirici (%35 NH_4Cl), orta tabakayı oluşturan yongalar ise tam kuru ağırlıklarının %9'u oranında üre formaldehit tutkalı ve %1'i oranında sertleştirici (%35 NH_4Cl) ile karıştırılmıştır. Levhaların %65'i orta tabakadan ve %35'i dış tabakalardan oluşacak şekilde tutkallanan yongalar $31 \times 35 \times 1.6 \text{ cm}$ ebatlarında metal bir çerçeve içerisine serilmiştir. Metal çerçeve daha sonra $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'deki sıcak prese taşınarak $2.5-3 \text{ N/mm}^2$ basınç altında 5 dakika bekletilmiştir. Üretilen levhalar, klima odasında 20°C sıcaklık ve %65 rutubet derecesinde 30 gün süreyle bekletilerek kondisyonlanmıştır. Her bir grup için 10 adet levha üretilmiştir. Üretilen yongalevhaların deneysel tasarımı Çizelge 3.3'de, üretim aşamaları Şekil 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.3. Yongalevhaların deneysel tasarımı

Levha Tipi	Kermes Meşesi (%)	Kızılçam (%)
A	0	100
B	25	75
C	50	50
D	75	25
E	100	0



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.6. Yongalevhaların üretimi (a: yongaların tartılması, b: levhaların presleme işlemi, c: levhaların kondisyonlanması, d: levhaların ebatlandırılması) (Foto: A. BERAM)

3.2.2.2. Liflevha üretimi

Lifler, levha üretiminden önce %3 rutubet derecesine kadar $102\pm 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta kurutulmuştur. Lifler, levhaların hedef yoğunluğu 0.75 g/cm^3 olacak şekilde tartılmıştır. Liflere fırın kurusu ağırlıklarının %10'u oranında üre formaldehit tutkalı ve %1'i oranında sertleştirici (%35 NH_4Cl) hava püskürtmeli sistem ile silindirik karıştırıcı içerisinde uygulanmıştır. Tutkallama sonrası lifler $31 \times 35 \times 1.2 \text{ cm}$ ebatlarındaki metal çerçeve içerisinde ahşap kalıp yardımıyla serilmiş ve sonrasında metal çerçeve $150 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'deki sıcak preste $2.5\text{-}3 \text{ N/mm}^2$ basınç altında 8 dakika boyunca preslenmiştir. Üretilen levhalar, klima odasında 20°C sıcaklık ve %65 rutubet derecesinde 30 gün süreyle bekletilerek kondisyonlanmıştır. Her bir grup için 10 adet levha üretilmiştir. Üretilen liflevhaların deneysel tasarımı Çizelge 3.4, üretim aşamaları ise Şekil 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Liflevhaların deneysel tasarımı

Levha Tipi	Kermes Meşesi (%)	Kızılçam (%)
F	0	100
G	25	75
H	50	50
I	75	25
J	100	0



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.7. Liflevhaların üretim aşamaları (a: liflerin tutkallanması, b: levha taslağının hazırlanması, c: levhaların presleme işlemi, d: levhaların ebatlandırılması) (Foto: A. BERAM)

3.2.3. Levhalara uygulanan fiziksel testler

Üretilen yonga ve lif levhaların fiziksel özelliklerinin belirlenmesine yönelik yoğunluk tayini TS EN 323 (1999), su alma ve kalınlık artımı tayini ise TS EN 317 (1999) standartlarına göre yapılmıştır.

3.2.3.1. Yoğunluk tayini

TS EN 323 (1999)'te belirtilen esaslara göre, TS EN 325 (2012)'e göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve 50 x 50 mm boyutlarında her bir levhadan 4 tane olmak üzere bir gruptan 40 adet örnek kullanılmıştır. TS EN 326-1 (1999)'e göre deney numunelerinin kesimi yapılmıştır. Kesim işlemi tamamlandıktan sonra yoğunluk tayini için hazırlanan örnekler 103±2 °C deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Etüvden alınan örneklerin ağırlıkları ±0.0001 duyarlıktaki analitik terazide tartılmış boyutları ise ±0.01 duyarlıktaki kumpasla ölçülmüştür. Örneklerin tam kuru yoğunlukları aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$D_o = \frac{M_o}{V_o} \text{ g/cm}^3 \quad (3.1)$$

Bu eşitlikte;

D_o = Tam Kuru Yoğunluk (g/cm^3),

M_o = Tam kuru kütle (g),

V_o = Tam kuru hacim (cm^3) değerlerini ifade etmektedir.

3.2.3.2. Su alma tayini

2 ve 24 saat su içerisinde bekletilen deney örneklerinin su alma miktarının belirlenmesinde TS EN 317 (1999)'de belirtilen esaslardan faydalanılmıştır. TS EN 325 (2012)'e göre deney numunelerinin boyutları tespit edilmiş ve 50 x 50 mm boyutlarında her bir levhadan 4 tane olmak üzere bir gruptan 40 adet örnek alınarak, standarda uygun şekilde boyutlandırılmıştır. Her deney parçasının

ağırlığı ± 0.0001 g duyarlılıkta analitik terazide tartılmıştır. Deney örnekleri saf, pH değeri 7 ± 1 ve sıcaklığı $20\pm 1^\circ\text{C}$ olan suyun içerisinde birbirlerine ve kaba değmeyecek şekilde batırılmıştır. 2 ve 24 saat sonunda örnekler fazla sularından arındırılmış ve bu durumdaki ağırlıkları ± 0.0001 g duyarlılıktaki analitik terazide belirlenmiştir. Aşağıdaki formül kullanılarak gerekli hesaplamalar yapılmış ve su alma miktarı değerleri elde edilmiştir.

$$Sa = \frac{(my - mi)}{mi} \times 100 \quad (3.2)$$

Burada;

Sa: Deney örneğinin su alma miktarı (%),

my: Deney örneğinin suda bekletilen örnek ağırlığı (g),

mi: Deney örneğinin klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)'dir.

3.2.3.3. Kalınlık artımı tayini

2 ve 24 saat su içerisinde bekletilen deney örneklerinin kalınlık artımlarının belirlenmesinde TS EN 317 (1999)'de belirtilen esaslardan yararlanılmıştır. TS EN 325 (2012)'e göre deney numunelerinin boyutları tespit edilmiş ve 50 x 50 mm boyutlarında her levhadan 4 adet olmak üzere her gruptan 40 adet örnek hazırlanmış ve mikrometre ile örneğin köşelerinin kesişme noktasından ± 0.01 mm duyarlılıkla ölçülmüştür. Ölçme işlemi tamamlanan örnekler birbirine ve konulan su kabının tabanına ve kenarlarına dokunmayacak şekilde dikine olarak her yeni deney başlangıcında saf, pH değeri 7 ± 1 ve sıcaklığı $20\pm 1^\circ\text{C}$ olan suyun içerisinde üst kısımları su yüzeyinden yaklaşık 25 ± 5 mm'lik aşağıda olacak şekilde su içerisine daldırılmıştır. 2 ve 24 saat sonunda sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez yardımıyla alınmış ve ölçüm gerçekleştirilmiştir. Kalınlık artımı yüzde olarak aşağıda gösterilen formül aracılığı ile tespit edilmiştir.

$$Ka = \frac{(Es - Eo)}{Eo} \times 100 \quad (3.3)$$

Burada;

K_a : Deney örneğinin kalınlık artım miktarı (%),

E_s : Deney örneğinin su almış haldeki kalınlığı (mm),

E_o : Deney örneğinin tam kuru haldeki kalınlığı (mm)'dir.

3.2.4. Levhalara uygulanan mekanik testler

3.2.4.1. Eğilme direnci tayini

Üretilen yonga ve lif levhaların eğilme direnci tayini Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği laboratuvarında yapılmıştır. TS EN 310 (1999)'a göre eğilme direnci deneyleri gerçekleştirilmiştir. Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi işlemi ise TS EN 326-1 (1999)'e göre, deney parçaları dikdörtgen biçiminde olup 50 mm genişliğinde ve uzunluk ise 300 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Örnekler istenilen boyutlarda kesildikten sonra TS EN 325 (2012)'e uygun olarak kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile tespit edilmiştir. Her bir levhadan 4 tane olmak üzere her gruptan 40 adet örnek kullanılmıştır. Eğilme direnci ölçümü için TS EN 325 (2012)'e uygun olan universal test cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.8). Yük, deney boyunca sabit hızla ilerlemiş ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete standartta belirlenen sürede ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Uygulanan kuvvetin değeri ± 0.01 hassasiyetle ölçülerek "yük-deformasyon" diyagramı çizilmiştir. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçülmüştür. Her bir deney parçasının eğilme dayanımı, en büyük kuvvet (P) anındaki momentin (M) en kesit alanına oranı şeklinde hesaplanmıştır.

$$F = \frac{3xPxL}{2xbxh^2} \quad (3.4)$$

F = Eğilme direnci (N/mm²),

P = Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N),

L = Dayanaklar arası açıklık (mm),

b = Örnek genişliği (mm),

h = Örnek yüksekliği (mm) değerlerini ifade etmektedir.



Şekil 3.8. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü tayini (Foto: A. BERAM)

3.2.4.2. Eğilmede elastikiyet modülü tayini

Üretilen yonga ve lif levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği laboratuvarında bulunan universal test makinası kullanılarak ölçülmüştür. Eğilmede elastikiyet modülü TS EN 310 (1999)'a göre belirlenmiştir. Eğilme direnci analizinde, eğilme miktarı deney parçasının ortasından ± 0.01 mm hassasiyetteki kumpasla ölçülmüş ve elastikiyet modülü aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$E = \frac{\Delta P x L^3}{4 x \Delta f x b x h^3} \quad (3.5)$$

E = Elastikiyet modülü (N/mm²),

ΔP = Elastik bölgedeki kuvvet ($P_2 - P_1$) (N),

L = Dayanak açıklığı (24 mm),

Δf = Eğilme miktarı (f_2-f_1) (mm),

b = Örnek genişliği (mm),

h = Örnek yüksekliği (mm) değerlerini ifade etmektedir.

3.2.4.3. Yüzeye dik çekme direnci tayini

Yüzeye dik çekme direnci değerleri ise Orma A.Ş./Isparta laboratuvarında bulunan Zwick üniversal test makinesi kullanılarak hesaplanmıştır. Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 (1999)'a göre gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.9). Deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilen deney parçalarının yüzeye dik yönündeki çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçecek kapasitededir. Kavrama çeneleri ortasındaki bilyeler yardımıyla otomatik olarak ayarlanmakta ve her iki yüzeyi de tutmaktadır. Numunelerin alınması ve deney parçalarının kesilmesi, TS EN 326-1 (1999)'e uygun olarak yapılmış olup kenar uzunluğu 50 ± 1 mm olan kare şeklinde, kenarları dik uçları düzgün ve temiz olarak ebatlandırılmıştır. Her bir levhadan 4 tane olmak üzere bir gruptan 40 adet örnek kullanılmıştır. Hazırlanan her bir örneğin boyutları alan belirlemek için, TS EN 325 (2012)'e uygun olarak ± 0.01 duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Ölçme işlemi tamamlandıktan sonra hazır olan örnekler standartlara uygun şekilde metal aparatlarla hızlı yapıştırıcı ile birleştirilmişlerdir. Aparat ile birleştirilen örnekler, numune deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilmiştir. Deney parçalarının yüzeye dik yönde ve kopma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı ölçülmüştür. Deney parçasının kopmasını sağlayan kuvvet %1 hassasiyetle ölçülmüştür. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvveti aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$Y_{dc} = \frac{P_{maks}}{A} \quad (3.6)$$

Burada;

Y_{dc} : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm^2),

P_{Maks} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N),

A: Örneğin enine kesit alanı (mm^2)'dır.



Şekil 3.9. Yüzeye dik çekme direnci tayini (Foto: A. BERAM)

3.2.5. İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada elde edilen bulguların değerlendirilmesi için MiniTab 16 istatistik programı kullanılmıştır. Verilerin basit varyans analizi Anova Testi yardımıyla yapılmıştır. Anova testi sonucunda istatistiksel açıdan farklılığın ortaya çıktığı durumlarda farklı grupların tespiti için Duncan testinden faydalanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri Çizelge 4.1, Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri ise Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri

	Kermes Meşesi (%)	Kızılçam (%)
Ekstraktif madde	5.20 (0.22) ¹	4.41 (0.24)
Lignin	22.27 (0.24)	27.16 (0.21)
α -selüloz	51.91 (0.49)	48.16 (0.25)
Hemiselüloz	25.33 (0.39)	23.91 (0.39)
pH	3.89 (0.02)	4.99 (0.02)

1: Standart sapma

Çizelge 4.2. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin ana kimyasal bileşenleri ve pH değerleri

	Kermes Meşesi (%)	Kızılçam (%)
Ekstraktif madde	5.26 (0.28) ¹	4.48 (0.15)
Lignin	22.25 (0.27)	27.34 (0.41)
α -selüloz	51.95 (0.55)	48.24 (0.45)
Hemiselüloz	25.29 (0.43)	23.85 (0.49)
pH	3.84 (0.03)	4.94 (0.02)

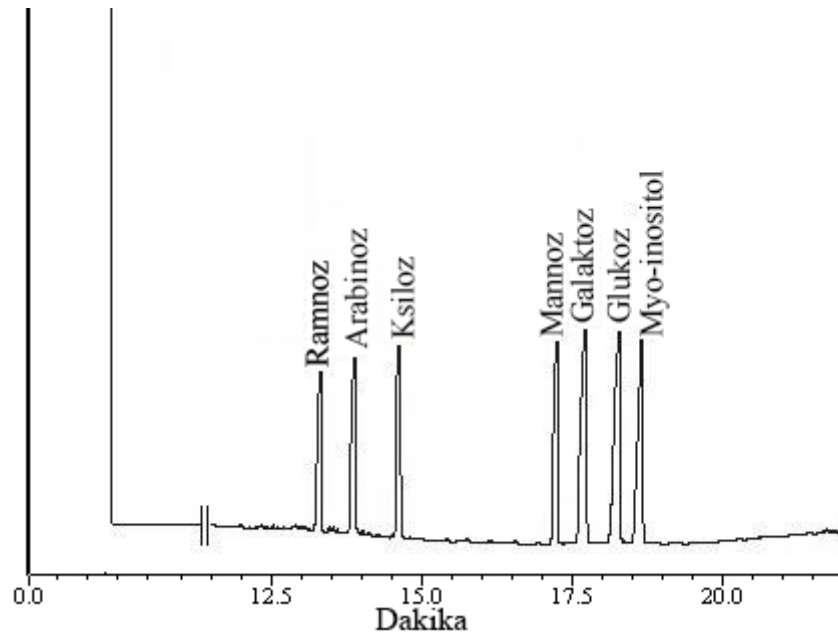
1: Standart sapma

Kermes meşesi yonga ve liflerinde tespit edilen ana kimyasal bileşenlere ait bulgular literatürde (Fengel ve Wegener, 1984) yer alan tipik yapraklı, kızılçama ait olanlar ise tipik iğne yapraklı odunu değerleri düzeyindedir. Kermes meşesinin ana kimyasal bileşimi Yaşar ve Kılınç (2018), kızılçamın ana kimyasal

bileşimi ise Göksel (1984), Kırıcı (1991) ve Kılıç vd. (2010) ile uyumluluk göstermektedir. Kermes meşesi yonga ve liflerinde ekstraktif madde, α -selüloz ve hemiselüloz değerlerinin kızılçama göre yüksek oluşu, kermes meşesi katılım oranı arttıkça üretilecek yonga ve liflevhalarda söz konusu bileşenlerin oranlarının yükseleceğini göstermektedir. Kermes meşesi yonga ve liflerinin lignin miktarının kızılçama göre düşük oluşu ise kermes meşesi katılım oranı arttıkça üretilecek yonga ve liflevhalarda lignin oranının düşeceğini ortaya koymaktadır. Kızılçam pH değeri Taş ve Sevinçli (2015) ile eşdeğer düzeydedir. Kermes meşesi pH değeri oldukça düşük seviyededir, keza meşe türlerine ait odunların oldukça asidik oldukları bilinmektedir (Balaban vd., 1999). Bu durum kermes meşesi katılım oranının artmasının üretilecek yonga ve liflevhaların pH değerlerini düşüreceğini göstermektedir.

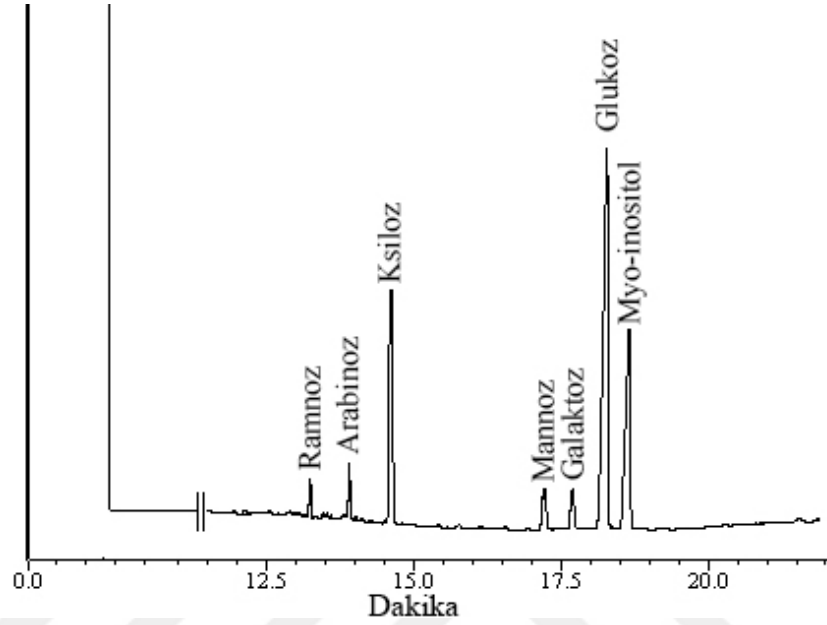
4.2. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin monosakkarit bileşimi

Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin monosakkarit bileşiminin gaz kromatografisi ile tespitinde standart olarak kullanılan monosakkarit birimlerine ait kromatogram Şekil 4.1'de verilmiştir.

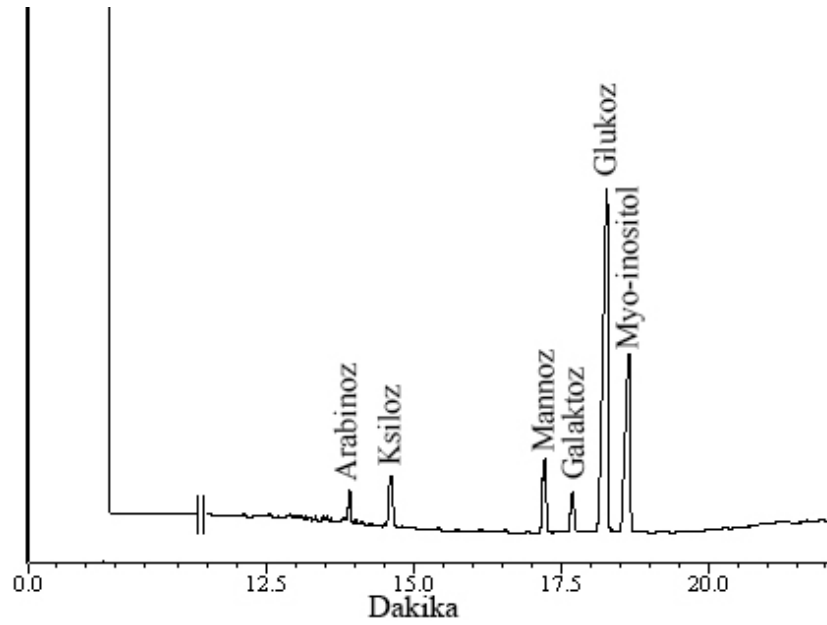


Şekil 4.1. Standartlara ait GC Kromatogramı

Gaz kromatografik analiz sonucunda monosakkarit birimleri olarak kermes meşesi yongalarında ramnoz, arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve glukoz (Şekil 4.2), kızılçam yongalarında ise arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve glukoz (Şekil 4.3) tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Kermes meşesi yongaları GC kromatogramı



Şekil 4.3. Kızılçam yongaları GC kromatogramı

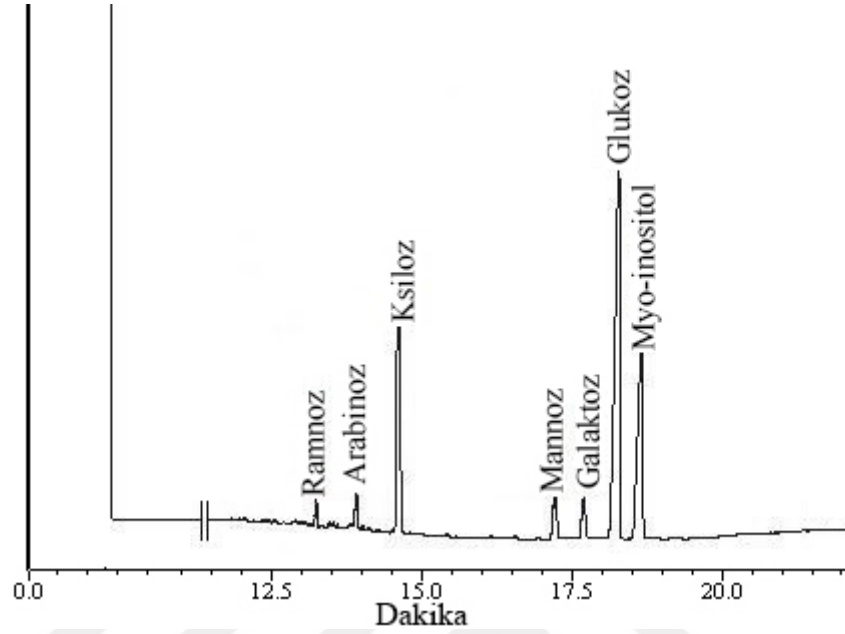
Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının monosakkarit bileşimi Çizelge 4.3'te gösterilmiştir. Kermes meşesinin monosakkarit bileşimi Yaşar ve Kılınç (2018), kızılçam monosakkarit bileşimi ise Yaşar (2014) ile benzerlik sunmaktadır. Odun monosakkaritlerinden glukoz selülozun yanı sıra yapraklı ve iğne yapraklı odunu mannanlarında da bulunmaktadır. Yapraklı odunu hemiselülozlarından mannanın ana molekül zincirinde mannoz:glukoz oranı 1.5-2:1 iken (Timell, 1960 ve 1967; Ebringerova vd., 1972), iğne yapraklı odunu mannanında 3:1 şeklindedir (Timell ve Mian, 1960). Dolayısıyla, kermes meşesi mannanında en fazla %1.36, kızılçam mannanında ise %3.55 glukoz bulunacağı anlaşılmaktadır. Bu durumda, geriye kalan glukoz miktarı kermes meşesinde %49.08 ve kızılçamda %42.85 olup, selülozu ilgilendirmektedir ve glukoz miktarının kermes meşesinde kızılçama oranla yüksek oluşu kermes meşesi yongalarında selüloz miktarının daha fazla olduğunu göstermektedir. Kermes meşesi yongalarında ramnoz, arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve hemiselüloz glukozu miktarları toplamı %26.83, kızılçamda arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve hemiselüloz glukozu miktarları toplamı ise %25.92 şeklindedir. Bu durum hemiselüloz miktarının kermes meşesi yongalarında kızılçama oranla daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarına ait monosakkarit bileşimi sonuçları α -selüloz ve hemiselüloz analizi sonuçları ile uyumluluk göstermektedir.

Çizelge 4.3. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının monosakkarit bileşimi

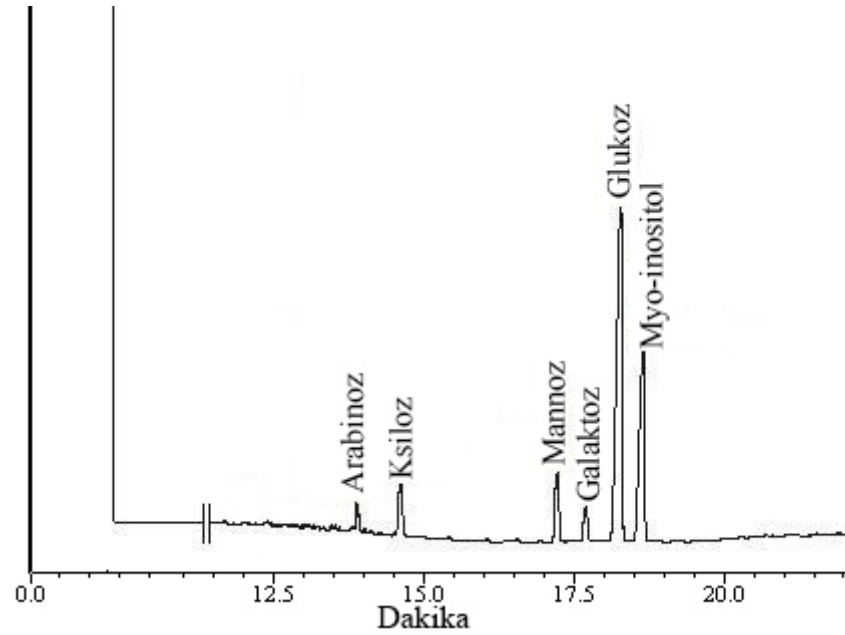
Monosakkarit	Kermes Meşesi (%)	Kızılçam (%)
Glukoz	50.44 (0.06) ¹	46.50 (0.05)
Mannoz	2.04 (0.01)	10.65 (0.03)
Ksiloz	21.24 (0.04)	7.89 (0.03)
Galaktoz	1.01 (0.01)	2.11 (0.02)
Arabinoz	0.84 (0.01)	1.72 (0.01)
Ramnoz	0.34 (0.01)	-

1: Standart sapma

Kermes meşesi liflerinde saptanan ramnoz, arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve glukoz birimleri Şekil 4.4, kızılçam liflerinde belirlenen arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve glukoz birimleri ise Şekil 4.5'teki kromatogramlarda gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Kermes meşesi lifleri GC kromatogramı



Şekil 4.5. Kızılçam lifleri GC kromatogramı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin monosakkarit bileşimi Çizelge 4.4'de görülmektedir. Elde edilen liflere ait bulgular, kermes meşesi ve kızılçam yongalarına ait bulgularla uyumluluk göstermektedir. Yapraklı odunu ve iğne yapraklı odunu mannanındaki yapıtaşları birimleri arasındaki oranlar (Timell, 1960 ve 1967; Ebringerova vd., 1972; Timell ve Mian, 1960), kullanıldığında, kermes meşesi lifleri mannanında en fazla %1.03, kızılçam lifleri mannanında ise %3.57 glukoz bulunacağı anlaşılmaktadır. Bu durumda, geriye kalan glukoz miktarı kermes meşesinde %49.38 ve kızılçamda %42.98 olup, liflerdeki selülozla ilgilidir ve glukoz miktarının kermes meşesinde kızılçama oranla yüksek oluşu kermes meşesi liflerinde selüloz miktarının daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır. Kermes meşesi liflerinde ramnoz, arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve hemiselüloz glukozu miktarları toplamı %26.61, kızılçamda arabinoz, ksiloz, mannoz, galaktoz ve hemiselüloz glukozu miktarları toplamı ise %25.98 olarak elde edilmiştir. Bu durum hemiselüloz miktarının kermes meşesi liflerinde kızılçama oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Kermes meşesi ve kızılçam liflerine ait monosakkarit bileşimi sonuçlarının α -selüloz ve hemiselüloz analizi sonuçları ile uyumluluk içerisinde olduğu görülmektedir.

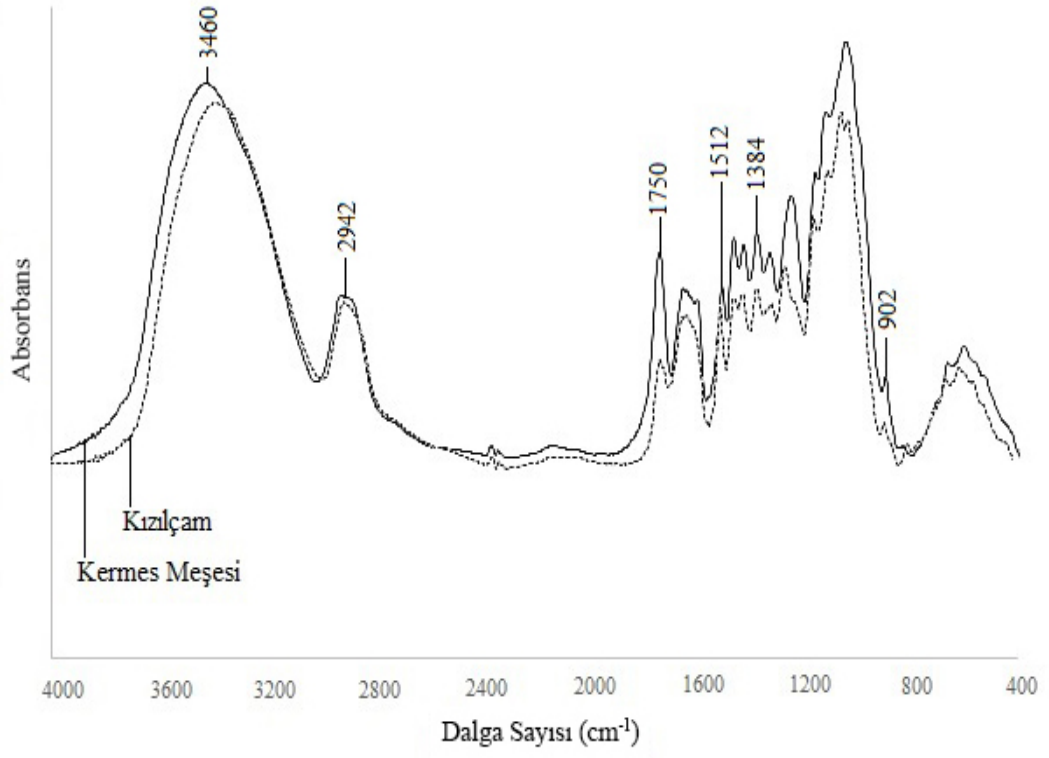
Çizelge 4.4. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin monosakkarit bileşimi

Monosakkarit	Kermes Meşesi (%)	Kızılçam (%)
Glukoz	50.41 (0.02) ¹	46.55 (0.04)
Mannoz	2.05 (0.03)	10.70 (0.05)
Ksiloz	21.27 (0.02)	7.85 (0.03)
Galaktoz	1.04 (0.03)	2.15 (0.03)
Arabinoz	0.86 (0.02)	1.71 (0.01)
Ramnoz	0.36 (0.02)	-

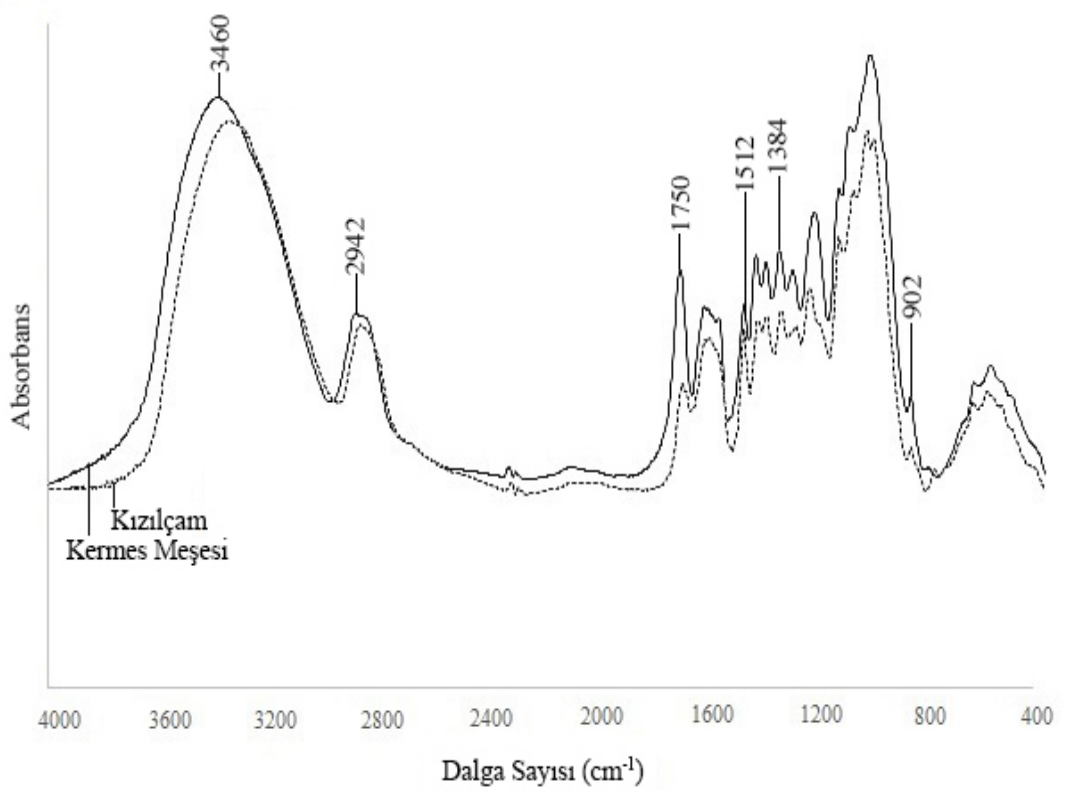
1: Standart sapma

4.3. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin FTIR spektrumları

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarına ait FTIR spektrumları Şekil 4.6, Kermes meşesi ve kızılçam liflerine ait olanlar ise Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Kermes meşesi ve kızılcım yongalarının FTIR spektrumları



Şekil 4.7. Kermes meşesi ve kızılcım liflerinin FTIR spektrumları

Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve lif örneklerdeki selüloz, hemiselüloz ve lignin bileşenlerinin değerlendirilmesinde 3460, 1750, 1512, 1384 ve 902 cm^{-1} 'deki bandlar kullanılmıştır. 2942 cm^{-1} 'deki band internal standart olarak kullanılmıştır (Sinha ve Rout, 2009; Mahato vd., 2014). Bahsi geçen bandların absorbands değerleri 2942 cm^{-1} 'deki bandın absorbands değerine bölündükten sonra kermes meşesi ve kızılçama ait FTIR spektrumları karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6). 2942 cm^{-1} 'deki band metil ve metilen gruplarındaki C-H gerilmesini temsil etmektedir (Tsuboi, 1957; Popescu vd., 2006; Sinha ve Rout, 2009; Mahato vd., 2014). 3460 cm^{-1} 'deki band H-O gerilmesine atfedilmiştir (Tsuboi, 1957; Pandey, 1999, 2005; Luna vd., 2012; Gupta vd., 2015). Bu bandın absorbands değerinin kermes meşesi örneklerinde daha yüksek oluşu kermes meşesi yonga ve liflerinde kızılçaminkine oranla daha fazla miktarda -OH grubu olduğunu göstermektedir. 1750 cm^{-1} 'deki band hemiselülozlardaki karboksil ve asetil gruplarındaki C-O gerilmesine aittir (Liang vd., 1960; Luna vd., 2012). Bu bandın absorbands değeri kermes meşesi yonga ve lif örneklerinde kızılçaminkilerden daha yüksek elde edilmiştir. Bu sonuç kermes meşesi yonga ve liflerinin kızılçaminkilerden daha fazla hemiselüloz içerdiğini ortaya koymaktadır. 1512 cm^{-1} 'deki band lignindeki aromatik iskelet vibrasyonunu temsil etmektedir (Li vd., 2010; Luna vd., 2012). Bu bandın kermes meşesi yonga ve lif örneklerinde kızılçaminkilerden daha düşük absorbands değerine sahip oluşu kermes meşesi yonga ve liflerinde kızılçaminkilerden daha az miktarda lignin bulunduğunu göstermektedir. 1384 cm^{-1} 'deki band selüloz ve hemiselülozlardaki C-H deformasyonunu ifade etmektedir (Li vd., 2010). Bu banddaki absorbands değeri kermes meşesi örneklerinde, kızılçam örneklerinden daha yüksek elde edilmiştir. Bu durum polisakkarit miktarlarının kermes meşesi yonga ve liflerinde kızılçaminkilerden daha fazla olduğunu göstermektedir. 902 cm^{-1} 'deki band selülozun glukoz halkasındaki C-H deformasyonu ile ilgilidir (Tolvaj ve Faix, 1995; Popescu vd., 2006; Luna vd., 2012). Bu bandda, kermes meşesi yonga ve lif örneklerinde kızılçam örneklerine göre daha yüksek absorbands değerlerine ulaşılmış ve kermes meşesi yonga ve liflerinde kızılçama göre daha fazla selüloz olduğu anlaşılmıştır. FTIR bulgularının α -selüloz, hemiselüloz ve lignin analizi sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarının FTIR absorbands oranları (A_v/A_{2942})

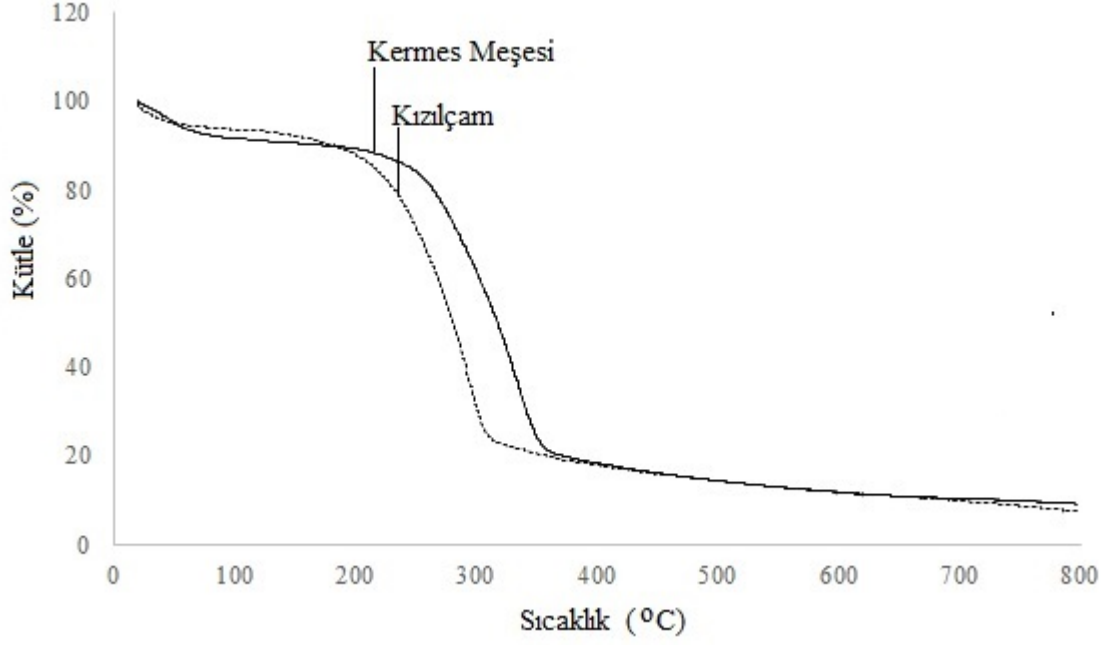
A_v/A_{2942}	Kermes Meşesi	Kızılçam
A_{3460}/A_{2942}	1.581	1.557
A_{2942}/A_{2942}	1.000	1.000
A_{1750}/A_{2942}	1.082	0.853
A_{1512}/A_{2942}	1.009	1.011
A_{1384}/A_{2942}	1.152	1.050
A_{902}/A_{2942}	0.760	0.680

Çizelge 4.6. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin FTIR absorbands oranları (A_v/A_{2942})

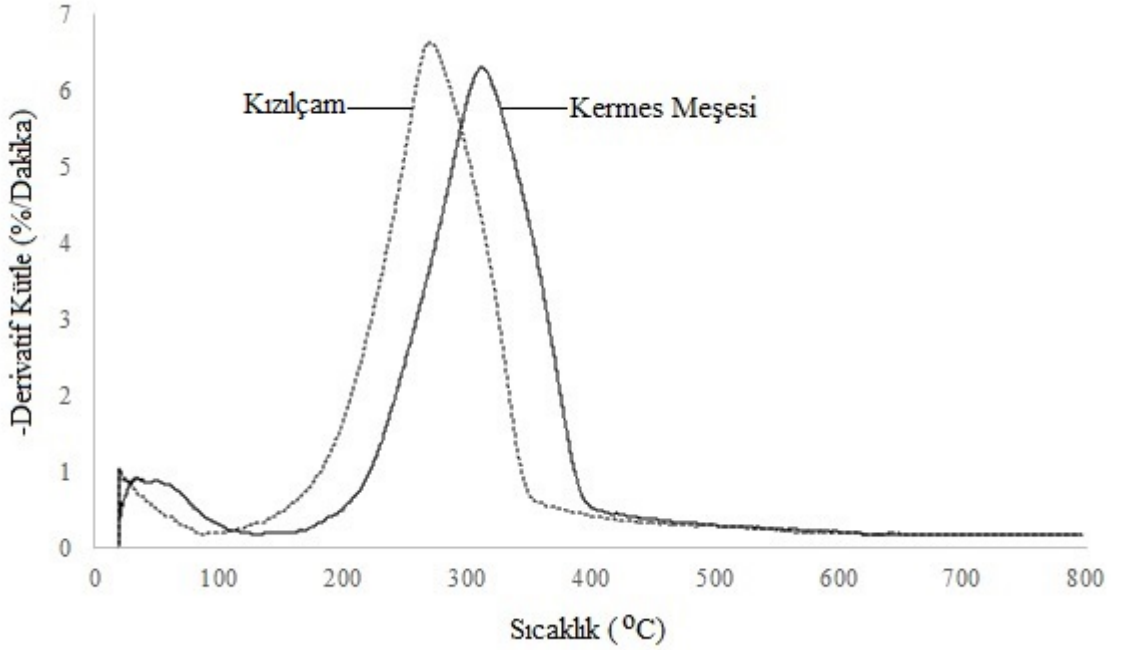
A_v/A_{2942}	Kermes Meşesi	Kızılçam
A_{3460}/A_{2942}	1.588	1.553
A_{2942}/A_{2942}	1.000	1.000
A_{1750}/A_{2942}	1.087	0.851
A_{1512}/A_{2942}	1.003	1.013
A_{1384}/A_{2942}	1.154	1.048
A_{902}/A_{2942}	0.763	0.684

4.4. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinin termal özellikleri

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarına ait TGA sonuçları Şekil 4.8 ve DTG (diferansiyal termogravimetrik analiz) sonuçları ise Şekil 4.9'da verilmiştir. Kızılçam yongalarında 110 °C'ye, kermes meşesi yongalarında ise 150 °C'ye kadar su ve bir kısım ekstraktifler (Thurner ve Mann, 1981) örneklerden uzaklaşmıştır. Esas bozunma, yani hemiselülozlar, ekstraktiflerin devamı, lignin ve selülozun termal bozunması (Thurner ve Mann, 1981; Meszaros vd., 2007), kızılçamda 110 ile 398 °C, kermes meşesinde ise 150 ile 462 °C aralığında gerçekleşmiştir. Maksimum bozunma kızılçamda 273 °C'de, kermes meşesinde ise 315 °C'de oluşmuştur. TGA analizleri, kermes meşesi yongalarının termal dayanıklılığının kızılçama göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu durum, kermes meşesi katılım oranı arttıkça üretilen yongalevhelerde termal dayanıklılığın yükseleceğini ortaya koymaktadır.



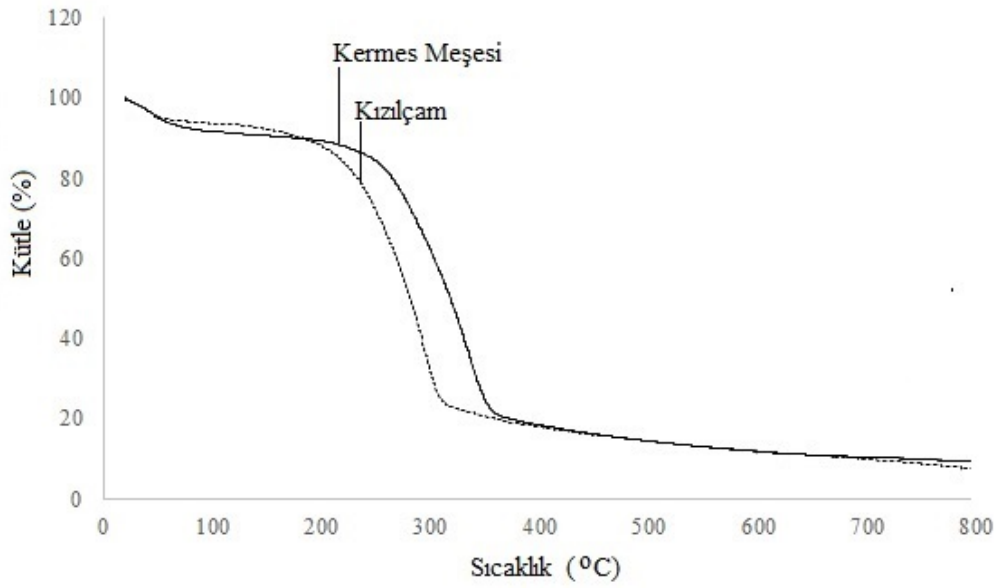
Şekil 4.8. Kermes meşesi ve kızılcım yongalarının TGA termogramları



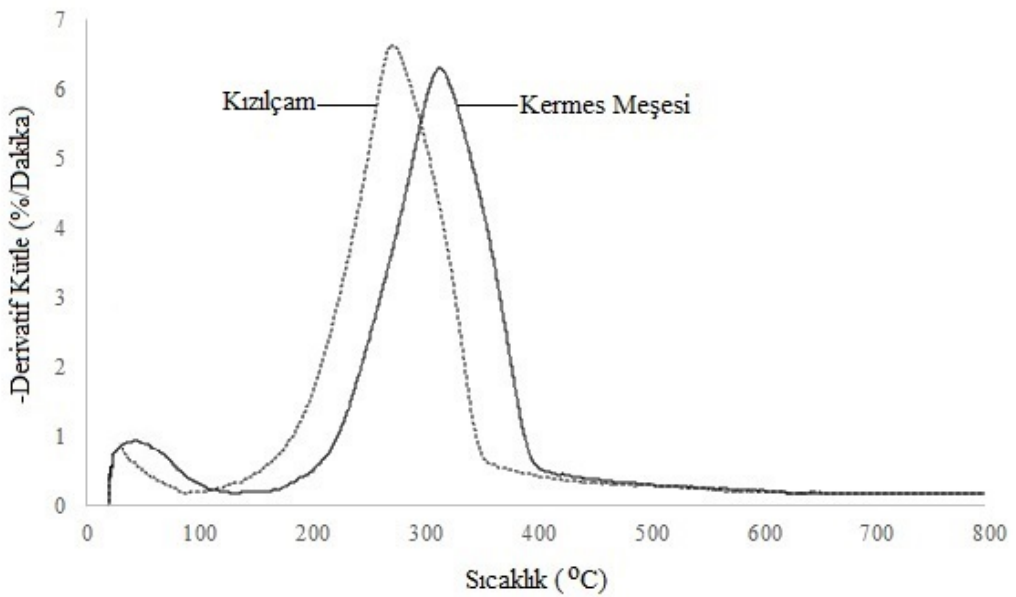
Şekil 4.9. Kermes meşesi ve kızılcım yongalarının DTG termogramları

Kermes meşesi ve kızılcım liflerine ait TGA sonuçları Şekil 4.10 ve DTG (diferansiyal termogravimetrik analiz) sonuçları ise Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Kızılcım liflerinde 105 °C'ye, kermes meşesi liflerinde ise 148 °C'ye kadar su ve bir kısım ekstraktifler (Thurner ve Mann, 1981) bozunmaya uğramıştır. Esas bozunma, yani hemiselülozlar, ekstraktiflerin devamı, lignin

ve selülozun termal bozunması (Thurner ve Mann, 1981; Meszaros vd., 2007), kızılçamda 105 °C'den 397 °C'ye, kermes meşesinde ise 148 °C'den 464 °C'ye kadar devam etmiştir. Maksimum bozunma sıcaklığı kızılçamda 271 °C, kermes meşesinde ise 317 °C olarak tespit edilmiştir. TGA analizleri sonucu, kermes meşesi liflerinin termal dayanıklılığının kızılçama göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durum, kermes meşesi katılım oranı arttıkça üretilecek liflevhalarda termal dayanıklılığın artacağını göstermektedir.



Şekil 4.10. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin TGA termogramları



Şekil 4.11. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinin DTG termogramları

4.5. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinden üretilen levhaların fiziksel özellikleri

Kermes meşesi ile kızılçam yongalarından üretilen levhalarda yoğunluk 0.649-0.659 g/cm³, kermes meşesi ile kızılçam liflerinden üretilen levhalarda ise 0.752-0.764 g/cm³ aralığında tespit edilmiş ve hedef yoğunluklara ulaşılmıştır. Elde edilen yoğunluk değerlerinin, üretilen yonga ve liflevhalarda diğer fiziksel ve mekanik özelliklerin karşılaştırılması açısından uygun olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinden üretilen levhaların yoğunluk değerleri

Levha Tipi	Yoğunluk (g/cm ³)
A	0.659 (0.015) ¹
B	0.649 (0.002)
C	0.652 (0.004)
D	0.657 (0.006)
E	0.657 (0.003)
F	0.752 (0.021)
G	0.763 (0.009)
H	0.758 (0.015)
I	0.764 (0.006)
J	0.753 (0.003)

1: Standart sapma

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	1568.888	4	392.222	19.176***	0.000
Gruplar içi	3988.414	195	20.453		
Toplam	5557.301	199			

***: $P < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=19.176$ ve $P < 0.001$ ile yongalevhaların 2 saatte su alma grupları aritmetik ortalamalar bakımından farklılık göstermiştir.

Anova testi sonucunda aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılık neticesinde Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre A ile B ve D ile E tipi levhalarda homojen gruplaşma oluştururken, C tipi levhalar diğer gruplardan bağımsız kalmıştır (Çizelge 4.9). 2 saatte su alma testinde, A ile B tipi levhaların oluşturduğu birinci gruba göre C tipi levhaların oluşturduğu ikinci grubun değerlerinde %5.90 artış görülmektedir. Üçüncü grubu oluşturan D ile E tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre artışı %11.24 şeklindedir.

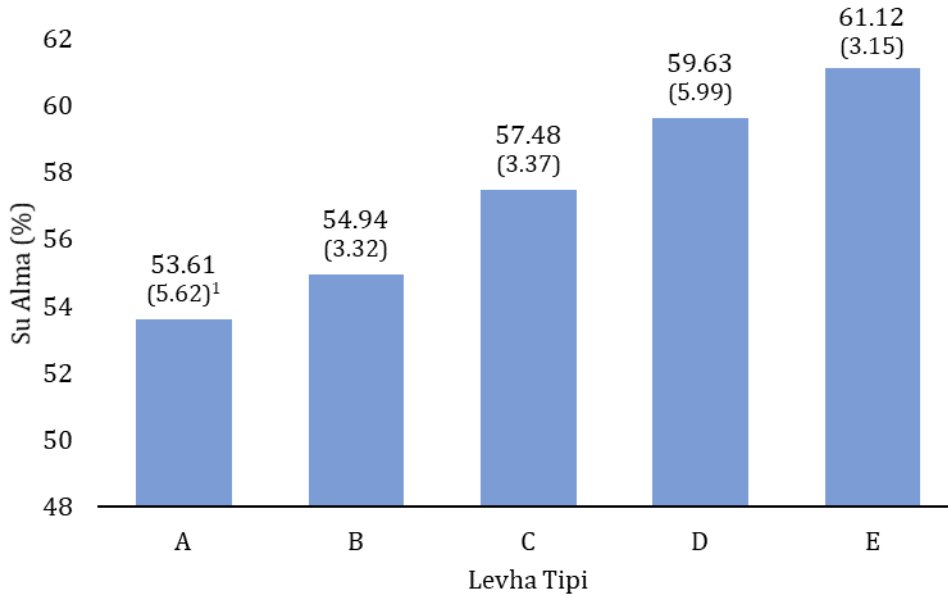
Çizelge 4.9. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3
A	40	53.61		
B	40	54.94		
C	40		57.48	
D	40			59.63
E	40			61.12
Olasılık		0.188	1.000	0.140

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerleri Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Yongalevhaların ortalama su alma değerleri %53.61 ile %61.12 aralığında tespit edilmiştir.

Levhalaradaki 2 saatte su alma değerleri A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli artış göstermiştir.



şekil 4.12. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar izelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	2652.899	4	663.225	16.840***	0.000
Gruplar içi	7680.018	195	39.385		
Toplam	10332.917	199			

***: P<0.001

Anova testi sonucunda F=16.840 ve P<0.001 ile yongalevhaların 24 saatte su alma gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı grlmştir.

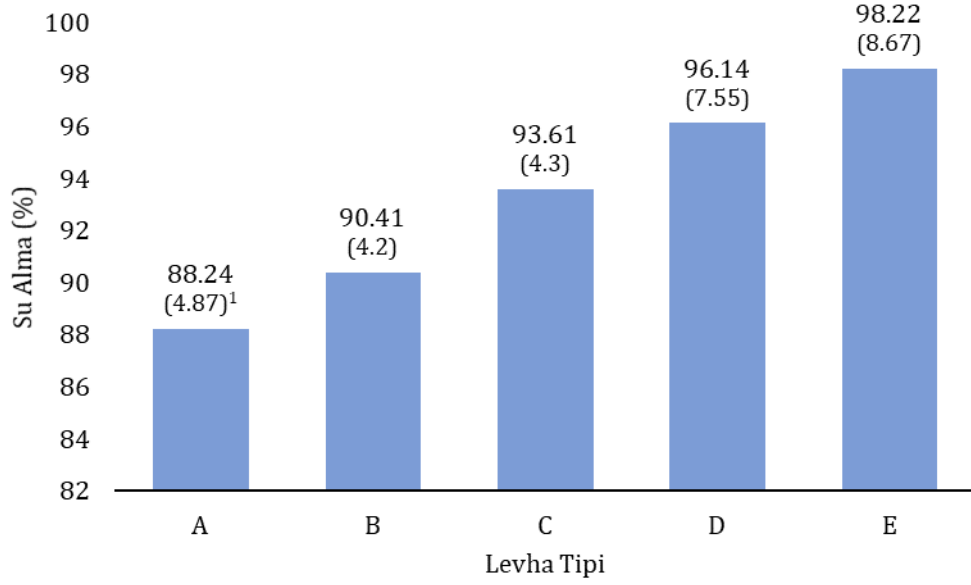
Anova testinin aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılığı göstermesi üzerine Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre A ile B, C ile D ve D ile E tipi levhalar homojen gruplaşma meydana getirmiştir (Çizelge 4.11). 24 saatte su alma testinde, A ile B tipi levhaların oluşturduğu birinci gruba göre C ile D tipi levhaların oluşturduğu ikinci grubun değerlerinde %6.21 artış görülmektedir. Üçüncü grubu oluşturan D ile E tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre artışı %8.79 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.11. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3
A	40	88.24		
B	40	90.41		
C	40		93.61	
D	40		96.14	96.14
E	40			98.22
Olasılık		0.122	0.071	0.138

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerleri Şekil 4.13'de gösterilmiştir. Yongalevhaların ortalama su alma değerleri %88.24 ile %98.22 aralığında sıralanmıştır. Levhalardaki 24 saatte su alma değerleri A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli yükselişe sahip olmuştur.



Şekil 4.13. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.12’de sunulmuştur.

Çizelge 4.12. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	327.641	4	81.910	3.376*	0.011
Gruplar içi	4730.900	195	24.261		
Toplam	5058.541	199			

*: $p < 0.05$

Anova testi sonucunda $F=3.376$ ve $P < 0.05$ ile yongalevhaların 2 saatte kalınlığına şişme gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı ortaya çıkmıştır.

Anova testinde aritmetik ortalamalar bakımından farklılaşmanın ortaya çıkması ile Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre A, B ve C tipi

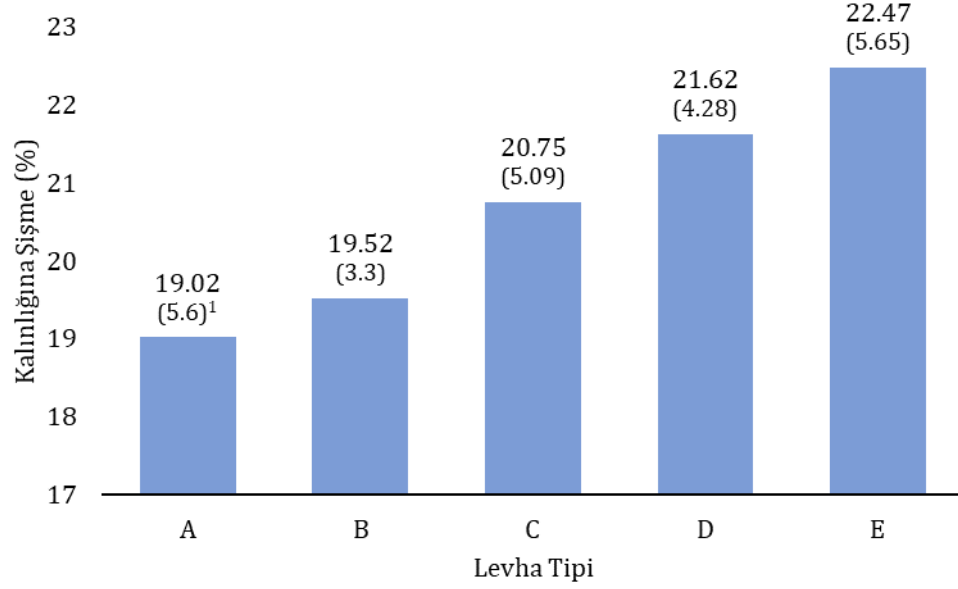
levhalar birinci homojen grubu, B, C ve D tipi levhalar ikinci homojen grubu ve C, D ve E tipi levhalar üçüncü homojen grubu oluşturmuştur (Çizelge 4.13). 2 saatte kalınlığına şişme testinde, birinci gruba göre ikinci grubun değerlerinde %4.40 artış oluşmuştur. Üçüncü grubun değerlerinin birinci gruba göre artışı %9.36 şeklinde meydana gelmiştir.

Çizelge 4.13. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3
A	40	19.02		
B	40	19.52	19.52	
C	40	20.75	20.75	20.75
D	40		21.62	21.62
E	40			22.47
Olasılık		0.139	0.071	0.141

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Yongalevhaların ortalama kalınlığına şişme değerleri %19.02 ile %22.47 aralığında elde edilmiştir. Levhalardaki 2 saatte kalınlığına şişme değerlerinde A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli artış görülmüştür.



Şekil 4.14. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	221.092	4	55.273	3.126*	0.016
Gruplar içi	3448.384	195	17.684		
Toplam	3669.477	199			

*: $p < 0.05$

Anova testi sonucunda $F=3.126$ ve $P < 0.05$ ile yongalevhaların 24 saatte kalınlığına şişme gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır.

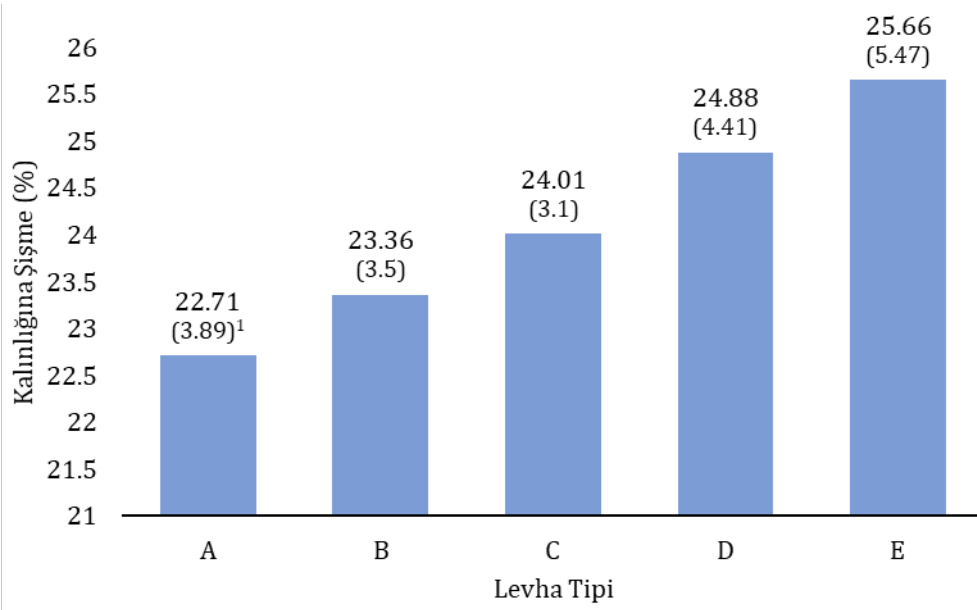
Anova testinde aritmetik ortalamalar bakımından farklılaşmanın ortaya çıkması ile Duncan testine geçilmiştir. Duncan testinden elde edilen sonuçlara göre A, B ve C tipi levhalar birinci homojen grubu, B, C ve D tipi levhalar ikinci homojen grubu ve C, D ve E tipi levhalar üçüncü homojen grubu meydana getirmiştir (Çizelge 4.15). 24 saatte kalınlığına şişme testinde, birinci gruba göre ikinci grubun değerlerinde %3.08 artış gerçekleşmiştir. Üçüncü grubun değerlerinde birinci gruba göre %4.67 artış oluşmuştur.

Çizelge 4.15. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3
A	40	22.71		
B	40	23.36	23.36	
C	40	24.01	24.01	24.01
D	40		24.88	24.88
E	40			25.66
Olasılık		0.194	0.127	0.097

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri Şekil 4.15'de sunulmuştur. Yongalevhaların ortalama kalınlığına şişme değerleri %22.71 ile %25.66 aralığında sıralanmıştır. Levhalardaki 24 saatte kalınlığına şişme değerlerinde A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli yükseliş gerçekleşmiştir.



Şekil 4.15. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	2450.655	4	612.664	12.179***	0.000
Gruplar içi	9809.852	195	50.307		
Toplam	12260.507	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=12.179$ ve $P < 0.001$ ile liflevhaların 2 saatte su alma grupları aritmetik ortalamalar bakımından farklılık göstermiştir.

Anova testi sonucunda aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılık neticesinde Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre F ile G, G ile

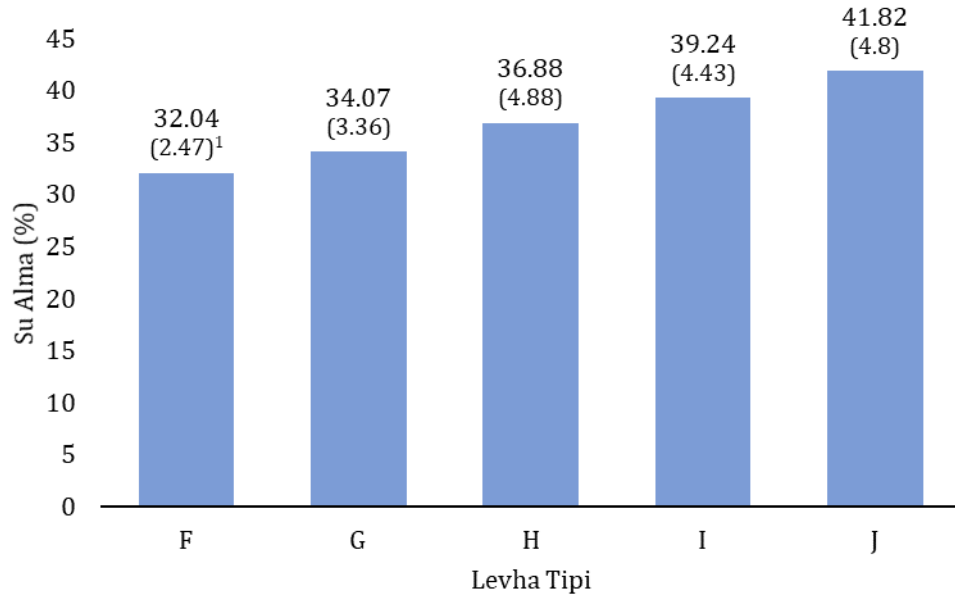
H, H ile I ve I ile J tipi levhalar homojen gruplaşma oluşturmuştur (Çizelge 4.17). 2 saatte su alma testinde, F ile G tipi levhaların oluşturduğu birinci gruba göre G ile H tipi levhaların oluşturduğu ikinci grubun değerlerinde %5.69 artış görülmektedir. Üçüncü grubu oluşturan H ile I tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre artışı %15.12, dördüncü grubu oluşturan I ile J tipi levhaların birinci gruba göre artışı ise %22.60 şeklindedir.

Çizelge 4.17. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
F	40	32.04			
G	40	34.07	34.07		
H	40		36.88	36.88	
I	40			39.24	39.24
J	40				41.82
Olasılık		0.200	0.077	0.137	0.104

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerleri Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Liflevhaların ortalama su alma değerleri %32.04 ile %41.82 aralığında tespit edilmiştir. Levhalardaki 2 saatte su alma değerleri F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli artış göstermiştir.



Şekil 4.16. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki su alma değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	4125.983	4	1031.496	17.646***	0.000
Gruplar içi	11398.551	195	58.454		
Toplam	15524.534	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=17.646$ ve $P < 0.001$ ile liflevhaların 24 saatte su alma gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı görülmüştür.

Anova testinin aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılığı göstermesi üzerine Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre F ile

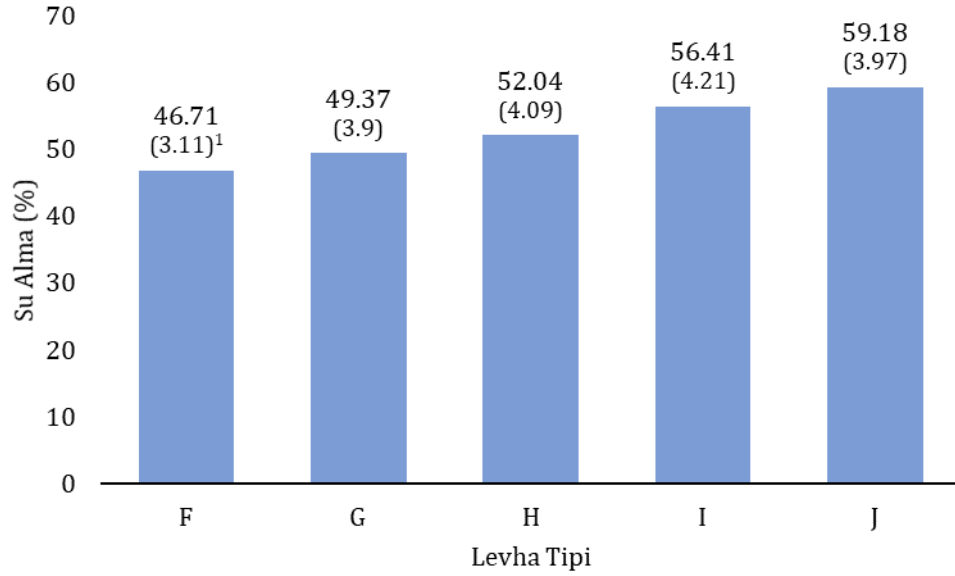
G, G ile H ve I ile J tipi levhalar homojen gruplaşma meydana getirmiştir (Çizelge 4.19). 24 saatte su alma testinde, F ile G tipi levhaların oluşturduğu birinci gruba göre G ile H tipi levhaların oluşturduğu ikinci grubun değerlerinde %5.56 artış görülmektedir. Üçüncü grubu oluşturan I ile J tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre artışı %20.32 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.19. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3
F	40	46.71		
G	40	49.37	49.37	
H	40		52.04	
I	40			56.41
J	40			59.18
Olasılık		0.120	0.118	0.105

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerleri Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Liflevhaların ortalama su alma değerleri %46.71 ile %59.18 aralığında sıralanmıştır. Levhalardaki 24 saatte su alma değerleri F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli yükselişe sahip olmuştur.



Şekil 4.17. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki su alma değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.20'de sunulmuştur.

Çizelge 4.20. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	755.173	4	188.793	38.663***	0.000
Gruplar içi	952.196	195	4.883		
Toplam	1707.370	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=38.663$ ve $P < 0.001$ ile liflevhaların 2 saatte kalınlığına şişme gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı ortaya çıkmıştır.

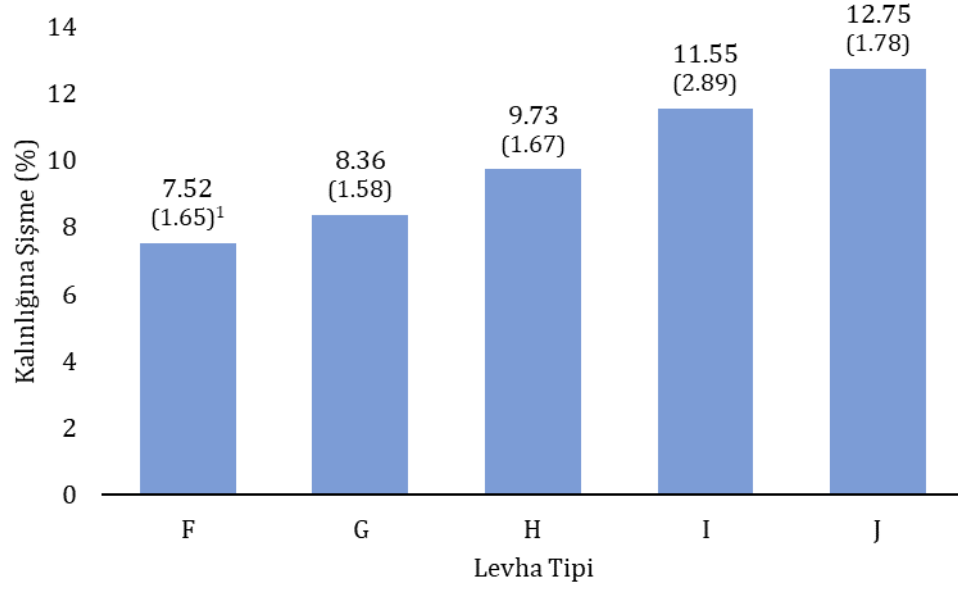
Anova testinde aritmetik ortalamalar bakımından farklılaşmanın ortaya çıkması ile Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre F ile G tipi levhalar birinci homojen grubu oluştururken, H, I ve J tipi levhalar birbirinden bağımsız ikinci, üçüncü ve dördüncü homojen grupta yer almışlardır (Çizelge 4.21). 2 saatte kalınlığına şişme testinde, birinci gruba göre ikinci, üçüncü ve dördüncü grubun değerlerinde sırasıyla %22.54, 45.47 ve 60.58 artış oluşmuştur.

Çizelge 4.21. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
F	40	7.52			
G	40	8.36			
H	40		9.73		
I	40			11.55	
J	40				12.75
Olasılık		0.089	1.000	1.000	1.000

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Liflevhaların ortalama kalınlığına şişme değerleri %7.52 ile %12.75 aralığında elde edilmiştir. Levhalardaki 2 saatte kalınlığına şişme değerlerinde F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli artış görülmüştür.



Şekil 4.18. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 2 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	1140.708	4	285.177	35.549***	0.000
Gruplar içi	1564.311	195	8.022		
Toplam	2705.020	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=35.549$ ve $P < 0.001$ ile liflevhaların 24 saatte kalınlığına şişme gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır.

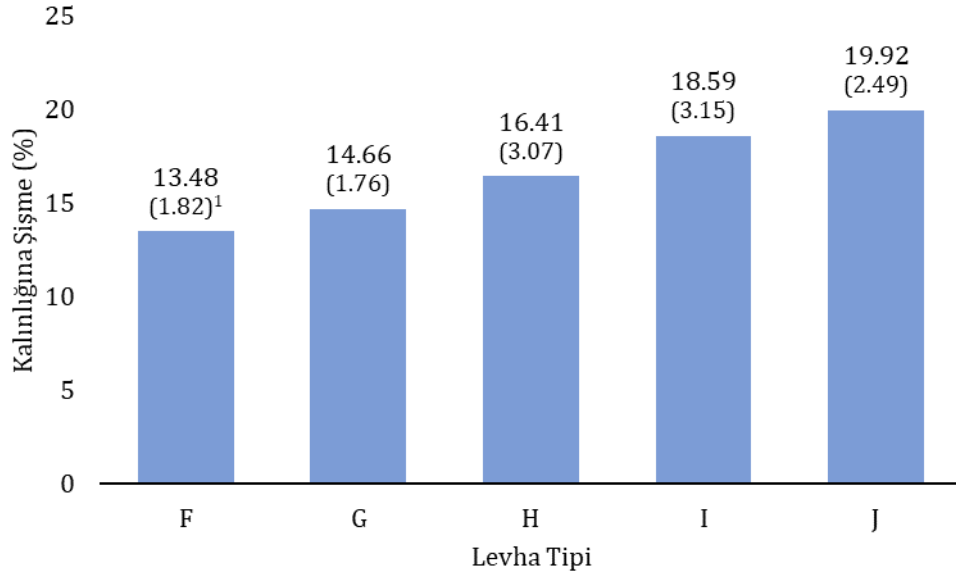
Anova testinde aritmetik ortalamalar bakımından farklılaşmanın ortaya çıkması ile Duncan testine geçilmiştir. Duncan testinden elde edilen sonuçlara göre F ile G tipi levhalar birinci homojen grubu, H, I ve J tipi levhalar ise birbirinden bağımsız ikinci, üçüncü ve dördüncü homojen grubu meydana getirmiştir (Çizelge 4.23). 24 saatte kalınlığına şişme testinde, birinci gruba göre ikinci, üçüncü ve dördüncü grubun değerlerinde sırasıyla %16.63, 32.13 ve 41.58 artış gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.23. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4
F	40	13.48			
G	40	14.66			
H	40		16.41		
I	40			18.59	
J	40				19.92
Olasılık		0.063	1.000	1.000	1.000

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri Şekil 4.19'da sunulmuştur. Liflevhaların ortalama kalınlığına şişme değerleri %13.48 ile %19.92 aralığında sıralanmıştır. Levhalardaki 24 saatte kalınlığına şişme değerlerinde F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli yükseliş gerçekleşmiştir.



Şekil 4.19. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların 24 saatlik süre sonundaki kalınlığına şişme değerleri (1: Standart sapma)

Ekstraktif maddelerin suyun oduna nüfuzunu engelleyici özellik sergiledikleri daha önceki çalışmalardan bilinmektedir (Pasillias ve Voulgaridis, 1999; Nemli vd., 2004a, b ve 2008; Nemli ve Çolakoglu, 2005; Nemli ve Aydın, 2007; Gönültaş, 2008). Özellikle vaks ve yağ bileşikleri ince bir film tabakası etkisi göstererek suyun oduna girişini engellemektedirler (Bekhta ve Hiziroglu, 2002). Lignoselülozik materyaldeki, polisakkaritler (selüloz ve hemiselülozlar) molekül yapılarında yüksek miktarda -OH grubu içermeleri sebebiyle hidrofilik bir özellik sergilemekte, lignin ise su girişine direnç gösteren hidrofobik bir özellik ortaya koymaktadır (Fengel ve Wegener 1984). Kızılçamlarla karşılaştırıldığında, kermes meşesi yonga ve liflerinde ekstraktif madde miktarının %0.79 ve 0.78 daha fazla olmasına karşın, holoselüloz (selüloz ve hemiselüloz) miktarının önemli düzeyde yüksek (%5.17 ve 5.15) ve lignin miktarının oldukça düşük (%4.89 ve 5.09) olması, üretilen levhalarda kermes meşesi yonga ve liflerinin katılım oranı arttıkça su alma (2 ve 24 saat) ve kalınlığına şişme (2 ve 24 saat) değerlerini giderek yükseltmiştir.

TS EN 312 (2012) standardında, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı yongalevhaların kalınlığına şişme (24 saat) değerinin en yüksek %15 olması

istenmiştir, ancak çalışmada üretilen yongalevhaların kalınlığına şişme (24 saat) değerleri standardın beklentilerini karşılayamamıştır.

TS EN 622-5 (2011) standardındaki kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı liflevhalardan beklenen kalınlığına şişme (24 saat) değeri en yüksek %15'dir. Çalışmada üretilen F ve G tipi liflevhaların kalınlığına şişme (24 saat) değerleri %15'in altında elde edilmiş ve standardın beklentilerine uygunluk göstermiştir.

4.6. Kermes meşesi ile kızılçam yonga ve liflerinden üretilen levhaların mekanik özellikleri

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	3218.798	4	804.700	87.365***	0.000
Gruplar içi	1796.102	195	9.211		
Toplam	5014.901	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=87.365$ ve $P < 0.001$ ile yongalevhaların eğilme direnci grupları aritmetik ortalamalar bakımından farklılık göstermiştir.

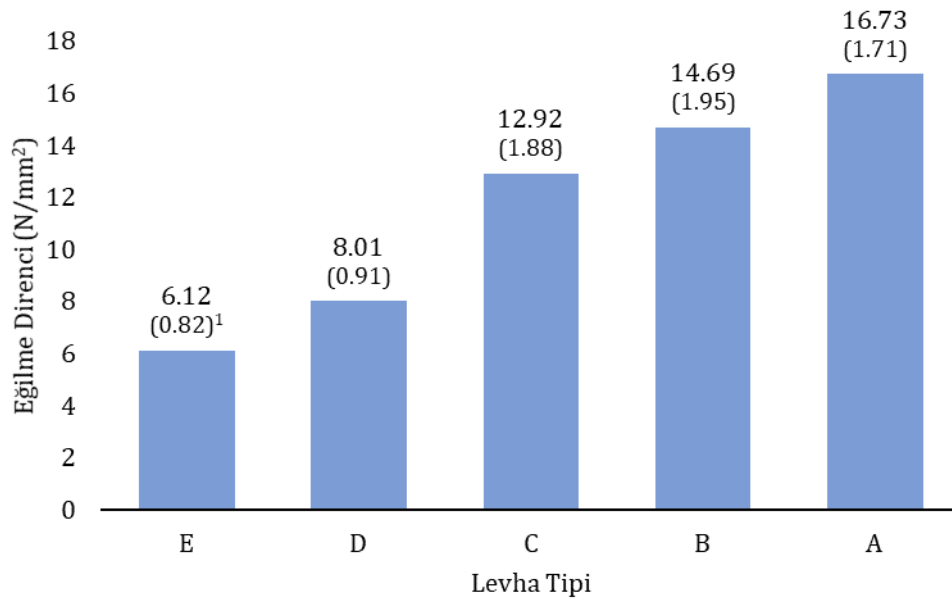
Anova testi sonucunda aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılık neticesinde Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre A, B, C, D ve E tipi levhalar birbirinden bağımsız beş ayrı grup oluşturmuştur (Çizelge 4.25). Eğilme direnci testinde, B, C, D ve E tipi levhaların A tipi levhalara göre değerlerinde sırasıyla %12.19, 22.77, 52.12 ve 63.42 düşüş görülmüştür.

Çizelge 4.25. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 5	Grup 4	Grup 3	Grup 2	Grup 1
E	40	6.12				
D	40		8.01			
C	40			12.92		
B	40				14.69	
A	40					16.73
Olasılık		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerleri Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Yongalevhaların ortalama eğilme direnci değerleri 6.12 ile 16.73 N/mm² aralığında tespit edilmiştir. Levhalardaki eğilme direnci değerleri A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli düşüş göstermiştir.



Şekil 4.20. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	34276781.464	4	8569195.366	27.991***	0.000
Gruplar içi	59697516.142	195	306141.108		
Toplam	93974297.606	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=27.991$ ve $P < 0.001$ ile yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı görülmüştür.

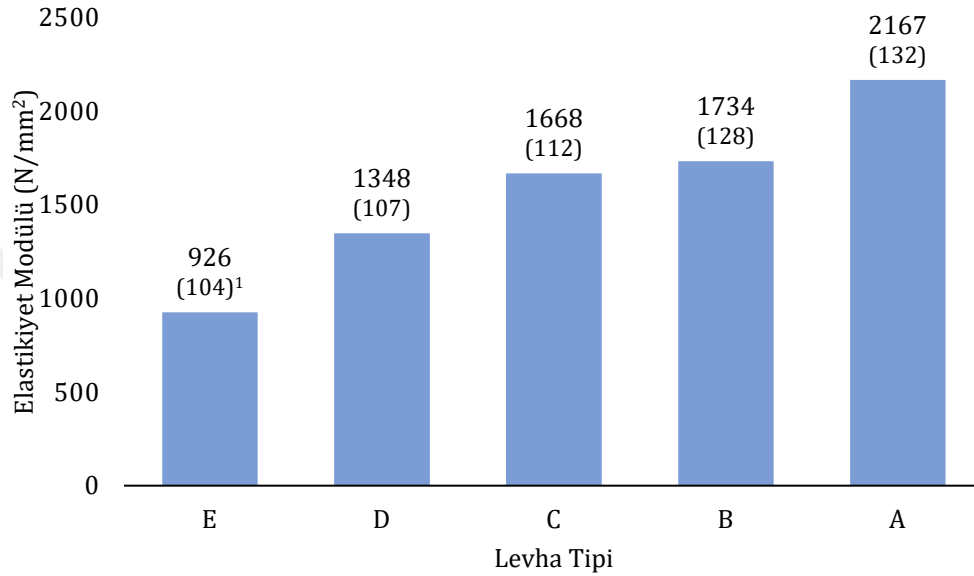
Anova testinin aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılığı göstermesi üzerine Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre B ve C tipi levhalar homojen gruplaşma meydana getirirken, A, D ve E tipi levhalar birbirinden bağımsız üç ayrı gruba ayrılmışlardır (Çizelge 4.27). Eğilmede elastikiyet modülü testinde, A tipi levhaların oluşturduğu birinci gruba göre B ile C tipi levhaların oluşturduğu ikinci grubun değerlerinde %21.50 düşüş görülmüştür. D ve E tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre düşüşü sırasıyla %37.79 ve 57.27 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.27. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 4	Grup 3	Grup 2	Grup 1
E	40	926			
D	40		1348		
C	40			1668	
B	40			1734	
A	40				2167
Olasılık		1.000	1.000	0.594	1.000

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Yongalevhaların ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri 926 ile 2167 N/mm² aralığında sıralanmıştır. Levhalardaki eğilmede elastikiyet modülü değerleri A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli düşüşe sahip olmuştur.



Şekil 4.21. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.28’de sunulmuştur.

Çizelge 4.28. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	1.319	4	0.330	45.851***	0.000
Gruplar içi	1.402	195	7.191E-03		
Toplam	2.721	199			

***: $p < 0.001$

Anova testi sonucunda $F=45.851$ ve $P<0.001$ ile yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı ortaya çıkmıştır.

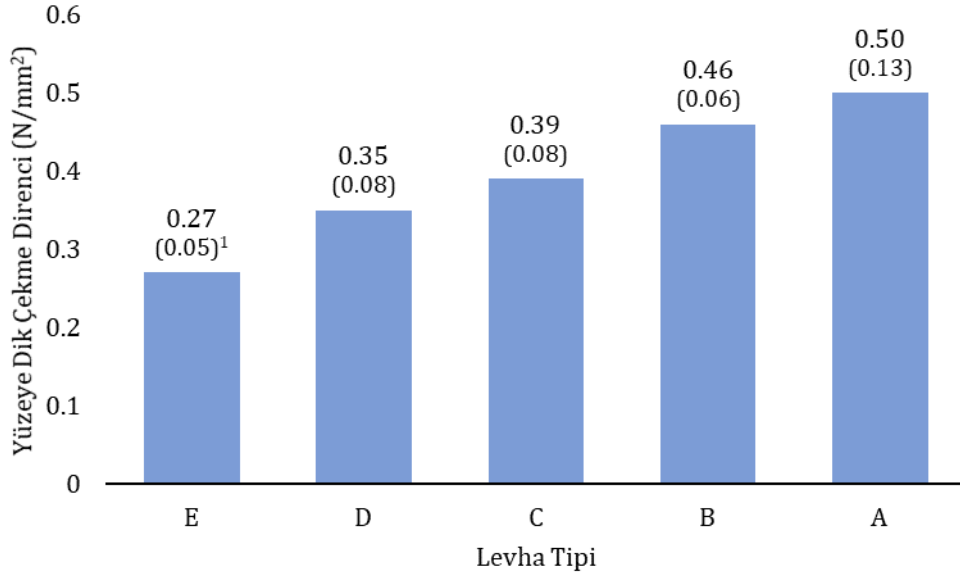
Anova testinde aritmetik ortalamalar bakımından farklılaşmanın ortaya çıkması ile Duncan testi gerçekleştirilmiştir. A, B, C, D ve E tipi levhalar birbirinden bağımsız beş ayrı grup meydana getirmiştir (Çizelge 4.29). Yüzeye dik çekme direnci testinde, B, C, D ve E tipi levhaların değerlerinde, A tipi levhalara göre sırasıyla %8, 22, 30 ve 46 düşüş olmuştur.

Çizelge 4.29. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 5	Grup 4	Grup 3	Grup 2	Grup 1
E	40	0.27				
D	40		0.35			
C	40			0.39		
B	40				0.46	
A	40					0.50
Olasılık		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri Şekil 4.22’de gösterilmiştir. Yongalevhaların ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.27 ile 0.50 N/mm^2 aralığında elde edilmiştir. Levhalardaki yüzeye dik çekme direnci değerlerinde A tipinden itibaren E tipine kadar sürekli azalış görülmüştür.



Şekil 4.22. Kermes meşesi ve kızılçam yongalarından üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	743.556	4	185.889	2.471*	0.046
Gruplar içi	14668.135	195	75.221		
Toplam	15411.690	199			

*: $p < 0.05$

Anova testi sonucunda $F=2.471$ ve $P < 0.05$ ile liflevhaların eğilme direnci grupları aritmetik ortalamalar bakımından farklılık göstermiştir.

Anova testi sonucunda aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılık neticesinde Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre F, G, H ile I tipi levhalar birinci homojen grubu oluştururken, H, I ile J tipi levhalar ikinci homojen

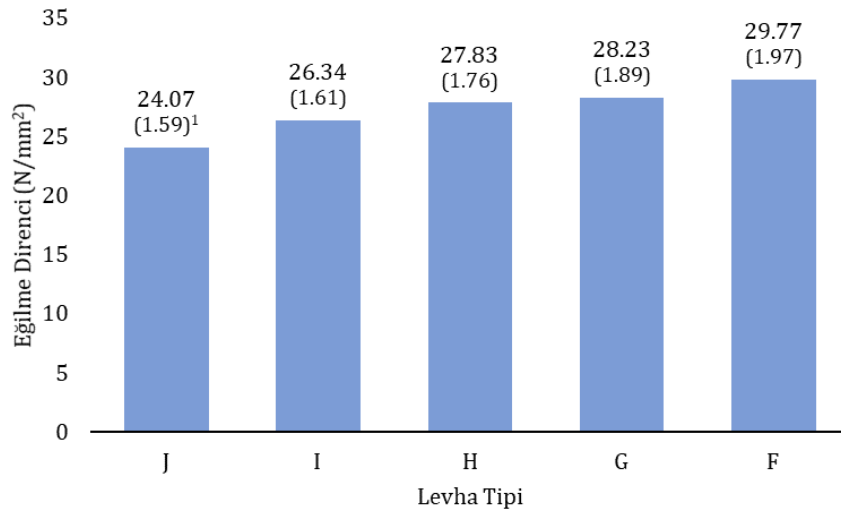
grubu meydana getirmiştir (Çizelge 4.31). Eğilme direnci testinde, ikinci grubu oluşturan H, I ile J tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre azalışı %6.99 düzeyindedir.

Çizelge 4.31. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 2	Grup 1
J	40	24.07	
I	40	26.34	26.34
H	40	27.83	27.83
G	40		28.23
F	40		29.77
Olasılık		0.066	0.107

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerleri Şekil 4.23'de gösterilmiştir. Liflevhaların ortalama eğilme direnci değerleri 24.07 ile 29.77 N/mm² aralığında tespit edilmiştir. Levhalardaki eğilme direnci değerleri F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli düşüş göstermiştir.



Şekil 4.23. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	2624630.946	4	656157.736	2.938*	0.022
Gruplar içi	43547752.431	195	223321.807		
Toplam	46172383.377	199			

*: $p < 0.05$

Anova testi sonucunda $F=2.938$ ve $P < 0.05$ ile liflevhaların eğilmede elastikiyet modülü gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı görülmüştür.

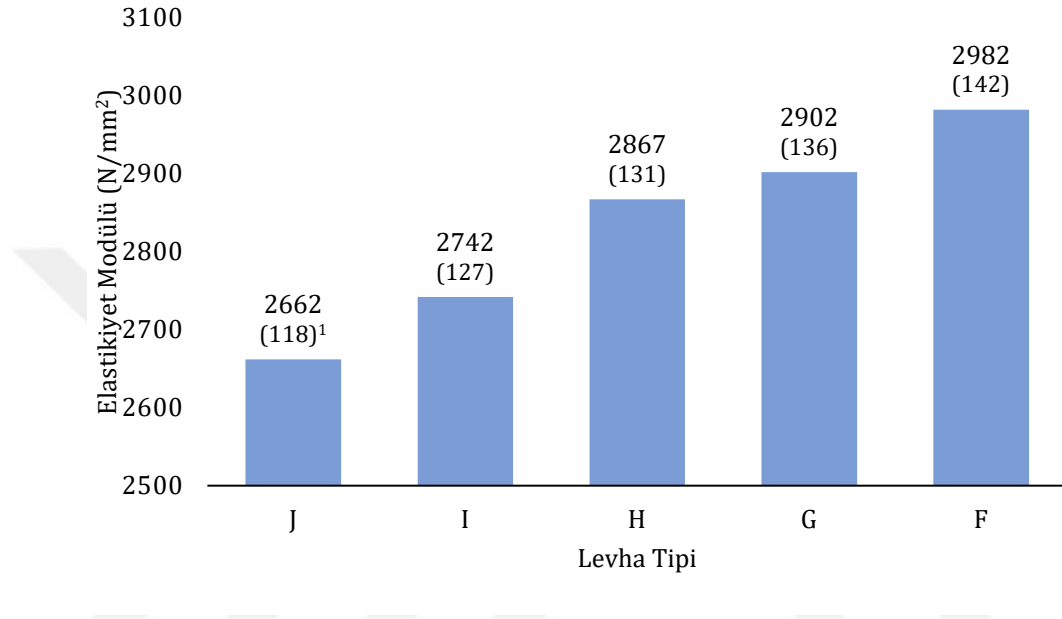
Anova testinin aritmetik ortalamalar bakımından meydana gelen farklılığı göstermesi üzerine Duncan testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre F, G ile H tipi levhalar birinci homojen grubu, G, H ile I tipi levhalar ikinci homojen grubu ve H, I ile J tipi levhalar üçüncü homojen grubu oluşturmuştur (Çizelge 4.33). Eğilme direnci testinde, ikinci ve üçüncü grubu oluşturan levhaların değerlerinin birinci gruba göre azalışının sırasıyla %2.74 ve 5.49 şeklinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.33. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 3	Grup 2	Grup 1
J	40	2662		
I	40	2742	2742	
H	40	2867	2867	2867
G	40		2902	2902
F	40			2982
Olasılık		0.066	0.154	0.308

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri Şekil 4.24’de gösterilmiştir. Liflevhaların ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri 2662 ile 2985 N/mm² aralığında sıralanmıştır. Levhalardaki eğilmede elastikiyet modülü değerleri F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli düşüşe sahip olmuştur.



Şekil 4.24. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların elastikiyet modülü değerleri (1: Standart sapma)

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerinin aritmetik ortalamalarının kontrolü basit varyans analizi (Anova testi) ile yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.34’de sunulmuştur.

Çizelge 4.34. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Tüm Varyans	Serbestlik Derecesi (df)	Varyans	F-Oranı	Olasılık (p)
Gruplar arası	0.190	4	4.745E-02	3.755**	0.006
Gruplar içi	2.464	195	1.264E-02		
Toplam	2.654	199			

** : $p < 0.01$

Anova testi sonucunda $F=3.755$ ve $P<0.01$ ile liflevhaların yüzeye dik çekme direnci gruplarının aritmetik ortalamalar bakımından farklılaştığı ortaya çıkmıştır.

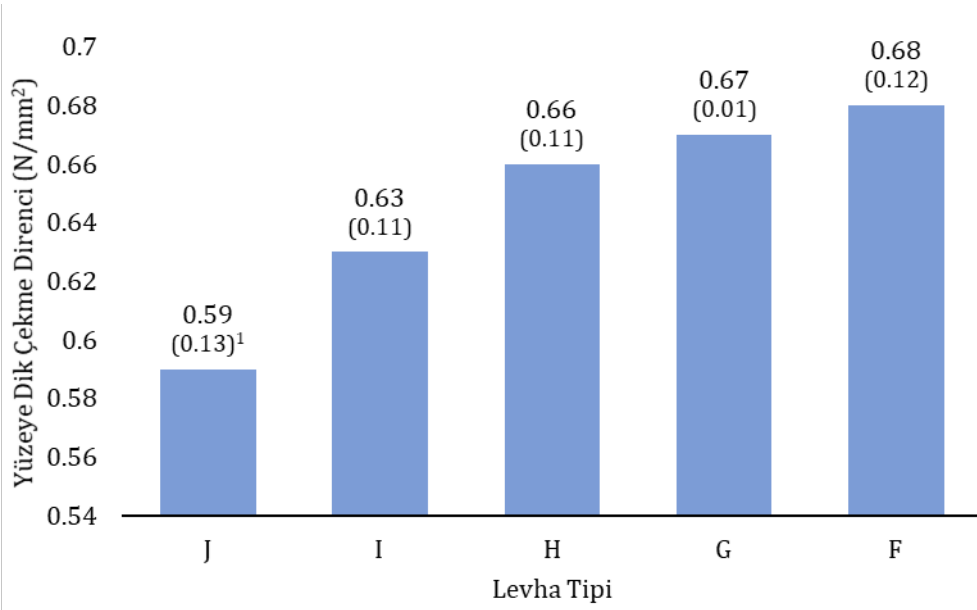
Anova testinde aritmetik ortalamalar bakımından farklılaşmanın ortaya çıkması ile Duncan testi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre F, G, H ile I tipi levhalar birinci homojen grubu meydana getirirken, I ile J tipi levhalar ikinci homojen grubu oluşturmuştur (Çizelge 4.35). Yüzeye dik çekme direnci testinde, ikinci grubu oluşturan I ile J tipi levhaların değerlerinin birinci gruba göre azalışı %7.58 düzeyindedir.

Çizelge 4.35. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Levha Tipi	N	Grup 2	Grup 1
J	40	0.59	
I	40	0.63	0.63
H	40		0.66
G	40		0.67
F	40		0.68
Olasılık		0.126	0.075

N: Tekrar Sayısı

Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri Şekil 4.25’de gösterilmiştir. Liflevhaların ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri 0.59 ile 0.68 N/mm² aralığında elde edilmiştir. Levhalardaki yüzeye dik çekme direnci değerlerinde F tipinden itibaren J tipine kadar sürekli azalış görülmüştür.



Şekil 4.25. Kermes meşesi ve kızılçam liflerinden üretilen levhaların yüze dik çekme direnci değerleri (1: Standart sapma)

Ekstraktif maddelerin yonga ve lifler arasındaki yapışmayı olumsuz etkileyerek üretilen levhalarda mekanik özelliklere ait değerleri düşürdüğü daha önceki çalışmalarda verilmiştir (Moslemi, 1974; Nemli vd., 2004a, b; Nemli ve Çolakoğlu, 2005; Nemli ve Aydın, 2007; Ayrılmış vd., 2009). Odunda, polar -OH gruplarının kaynağını özellikle holoselüloz (selüloz ve hemiselüloz) ve lignin oluşturmaktadır. Polar -OH grupları, polar yapıştırıcı polimerlerle hidrojen bağlarının oluşmasından sorumludurlar. Dolayısıyla, holoselüloz miktarının artışı üretilen levhaların mekanik özelliklerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır (Aydın, 2005). Ayrıca, lignin doğal tutkal niteliği taşımasıyla yonga ve lifler arası yapışmaya katkıda bulunacak ve üretilen levhaların mekanik özelliklerini olumlu yönde etkileyecektir (Joseleau vd. 2004; Khedari vd. 2004). ÜF tutkalının sertleşme zamanı odunun asitlik derecesine bağlıdır. Eğer yongaların pH derecesi 4'ün altında ise tutkalda sıcak presleme öncesinde sertleşme oluşmaktadır. Bu durum, üretilen levhaların tabakalarının zayıf olmasına, pul pul dökülmesine ve mekanik özelliklerinin olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır (Akyüz vd., 2010; Baharoğlu vd., 2013). Kimyasal bileşim ve pH derecesi genel olarak değerlendirildiğinde kermes meşesi yonga ve liflerinin, elde edilen levhaların mekanik özelliklerini zayıflatacağı anlaşılmaktadır. Çalışmada üretilen levhaların

mekanik özelliklerine bakıldığında, kermes meşesi yonga ve liflerinin katılım oranı arttıkça eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinin giderek azaldığı görülmektedir.

TS EN 312 (2012) standardına göre, kuru şartlarda genel amaçlı ve iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhaların en düşük eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri 10 N/mm² ve 1600 N/mm² olmalıdır. Çalışmada üretilen A, B ve C tipi levhalar standardın eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değeri beklentilerini karşılamışlardır. TS EN 312 (2012) standardında, kuru şartlarda genel amaçlı kullanılan levhalarda aranılan en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri 0.24 N/mm²'dir. Çalışmada üretilen tüm levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri standartta belirtilen değeri aşmıştır. Sadece, %25 ve %50 oranındaki kermes meşesi yongalarının katılımıyla üretilen levhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerlerinin TS EN 312 (2012) standardına uygunluk göstermesi levha üretiminde kermes meşesi yongalarının kızılçam yongalarıyla en fazla %50 oranında karıştırılabileceğini ortaya koymuştur.

TS EN 622-5 (2011) standardındaki kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı liflevhalardan beklenen en düşük eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerleri sırasıyla 27 N/mm², 2800 N/mm² ve 0.65 N/mm² şeklindedir. Çalışmada üretilen F, G ve H tipi liflevhaların standardın beklediği eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci değerlerini karşıladığı görülmektedir. Ancak standardın kalınlığına şişme (24 saat) değeri beklentisi en fazla %15'dir. Bu nedenle, sadece F ve G tipi levhalar standartla uyumluluk sergilemişlerdir. Bu durum, levha üretiminde kermes meşesi liflerinin kızılçam lifleriyle en fazla %25 oranında karıştırılabileceğini göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyokütle bakımından yüksek potansiyele sahip olmasına karşın, kermes meşesinin (*Quercus coccifera* L.) herhangi bir endüstriyel alanda hammadde olarak kullanılmaması nedeniyle söz konusu türün odunu çalışmaya materyal olarak seçilmiştir. Çalışmada, kızılçam odununun (*Pinus brutia* Ten.) Türkiye'de yonga ve liflevha üretiminde kullanılan en önemli hammadde kaynaklarından birisi olmasından dolayı, kermes meşesi odunu yonga ve lifleriyle kızılçam odunu yonga ve lifleri %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında karıştırılarak levhalar üretilmiştir. Kullanılan türlerin kimyasal ve termal özellikleri belirlenmiş ve bu özelliklerin yonga ve lif karışımlarıyla üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

Ana kimyasal bileşen, monosakkarit bileşimi ve fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi analizleri, kermes meşesi yonga ve liflerinden elde edilen bulguların tipik yapraklı, kızılçama ait olanlar ise tipik iğne yapraklı odunu değerleri düzeyinde olduğunu göstermiştir. Kermes meşesi yonga ve liflerindeki ekstraktif madde, α -selüloz ve hemiselüloz değerlerinin kızılçama göre yüksek oluşu, kermes meşesi katılım oranı arttıkça üretilecek levhalarda söz konusu bileşenlerin oranlarının artacağını göstermiştir. Kermes meşesi lignin miktarının kızılçama göre düşük oluşu ise kermes meşesi katılım oranı arttıkça üretilecek levhalarda lignin oranının düşeceğini ortaya koymuştur. Kermes meşesinin pH değerinin kızılçaminkine göre oldukça düşük seviyede oluşu, kermes meşesi yonga ve liflerinin katılım oranının artmasının üretilecek levhaların pH değerlerini düşüreceğini göstermiştir.

Thermogravimetrik ve diferansiyel termogravimetrik analiz bulguları, kermes meşesi yonga ve liflerinin katılım oranı arttıkça üretilen levhaların termal dayanıklılığının yükseleceğini ortaya koymuş ve karışım yonga ve liflerle üretilen levhaların saf kızılçam yonga ve lifleriyle üretilen levhalara kıyasla yanmaya daha dayanıklı olacaklarını göstermiştir.

Kızılçamla karşılaştırıldığında, kermes meşesi yonga ve liflerinde belirlenen hidrofilik bileşenlerin oranlarının daha yüksek ve hidrofobik bileşenlerin oranlarının daha düşük olması, kermes meşesi yonga ve lif oranı arttıkça üretilen levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerini artırmıştır.

Saf kızılçam yongalarından üretilen levhaların 24 saatte kalınlığına şişme değerlerinin TS EN 312 (2012) standardında belirtilen kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalardan beklenen en yüksek değeri aşması ve üretimde kermes meşesi yongalarının katılım oranını giderek artmasıyla levhaların kalınlığına şişme değerlerinin oldukça yüksek düzeylere ulaşması, çalışmada üretilen levhaların yalnızca kuru şartlarda genel amaçlı kullanıma yönelik değerlendirilebileceklerini göstermiştir.

Sadece kızılçam liflerinden ve %25 kermes meşesi liflerinin katılımıyla üretilen levhalara ait 24 saatte kalınlığına şişme değerlerinin TS EN 622-5 (2011) standardındaki kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı liflevhalardan beklenen kalınlığına şişme değerini karşıladığı görülmüştür. Diğer oranlardaki lif karışımlarıyla üretilen levhaların kalınlığına şişme değerlerinin standartta istenilen en yüksek değeri aştığı görülmüştür.

Kızılçam yonga ve liflerine göre, kermes meşesi yonga ve liflerinde levhaların mekanik özelliklerini olumlu yönde etkileyen holoselülozun (selüloz ve hemiselüloz) miktarının daha fazla olmasına karşın, yine mekanik özelliklere olumlu katkısı olan ligninin miktarının oldukça düşük oluşu, mekanik özelliklerde zayıflamaya neden olan ekstraktif madde miktarının daha yüksek oluşu ve pH değerinin oldukça düşük oluşunun kermes meşesi yonga ve liflerinin oranı arttıkça üretilen levhaların elastikiyet modülü, eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci değerlerini düşürdüğü görülmüştür.

TS EN 312 (2012) standardına göre, saf kızılçam, %25 ve %50 oranındaki kermes meşesi yongaları karışımıyla üretilen levhaların mekanik özelliklerine (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci) ait değerler, kuru şartlarda genel amaçlı kullanılan levhalar için beklenen seviyeyi

karşılamiştir. Bu durum, levha üretiminde kermes meşesi yongalarının kızılçam yongalarıyla en fazla %50 oranında karıştırılabileceğini göstermiştir.

Saf kızılçam, %25 ve %50 oranındaki kermes meşesi lifleriyle üretilen levhalar TS EN 622-5 (2011) standardında belirtilen kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalardan beklenen mekanik özelliklere (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci) ait değerleri karşılamışlardır. Ancak, %50 oranındaki kermes meşesi lifleriyle üretilen levhaların, aynı standartta söz konusu kullanım amacına yönelik levhalardan istenilen kalınlığına şişme değerini aşması, levha üretiminde kermes meşesi liflerinin kızılçam lifleriyle en fazla %25 oranında karıştırılabileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, %50 oranındaki kermes meşesi liflerinden üretilen levhaların kalınlığına şişme değerlerinin çok az düzeyde standardı aşması, parafin ve benzeri su itici katkı maddelerinin eklenmesiyle levha üretiminde kermes meşesi liflerinin %50 oranında da kullanılabileceğini işaret etmektedir.

Çalışma ile Türkiye'deki 4.23 milyon hektarlık makilik alanın önemli bir kısmında geniş yayılış gösteren ve doğal kaynak konumunda bulunan kermes meşesinin odununa ait yonga ve liflerden %50 katılım oranıyla özellikle mekanik direnç değerleri standartlara uygun levhalar üretilebileceği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, S.H., Bonnia, N.N., Ali, E.S., Zakaria, S., 2005. Eco-medium Density Fibreboard Hybrid Using Empty Fruit Bunch and Rubber Wood Fibre. In 59th Appita Annual Conference and Exhibition: Incorporating the 13th ISWFPC (International Symposium on Wood, Fibre and Pulping Chemistry), , 16-19 May 2005, 531-536, Auckland, New Zealand.
- Akbulut, T., Ayrılmış, N., 2001. MDF Üretiminde Dikkate Alınması Gereken Hususlar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 51(2), 25-42.
- Akgül, M., Çamlıbel, O., 2008. Manufacture of Medium Density Fiberboard (MDF) Panels from Rhododendron (*R. ponticum* L.) Biomass. Building and Environment, 43(4), 438-443.
- Akgül, M., Çöpür, Y., Güler, C., Tozluoğlu, A., Büyüksarı, Ü., 2007. Medium Density Fiberboard from *Quercus robur*. Journal of Applied Sciences, 7(7), 1085-1087.
- Akgül, M., Güler, C., Üner, B., 2010. Opportunities in Utilization of Agricultural Residues in Bio-composite Production: Corn Stalk (*Zea mays indurata* Sturt) and Oak Wood (*Quercus Robur* L.) Fiber in Medium Density Fiberboard. African Journal of Biotechnology, 9(32), 5090-5098.
- Akman, Y., 1995. Türkiye Orman Vegetasyonu, Ankara Üniversitesi Yayınları, 448s, Ankara.
- Akyüz, K.C., Nemli, G., Baharoğlu, M., Zekoviç, E., 2010. Effects of Acidity of the Particles and Amount of Hardener on the Physical and Mechanical Properties of Particleboard Composite Bonded With Urea Formaldehyde. International Journal of Adhesion and Adhesives, 30(3), 166-169.
- Anşin, R., Özkan, Z.C., 1993. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 19, 512s, Trabzon.
- ASTM D1103, 1980. Standard Test Method for Alpha-cellulose in Wood. ASTM International, USA.
- Aydın, A., 2005. Sahil Çamı (*Pinus Pinaster* Ait.) İbrelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilebilmesi İmkanları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 121s, Trabzon.
- Ayrılmış, N., Büyüksarı, U., Avcı, E., Koç, E., 2009. Utilization of Pine (*Pinus pinea* L.) Cone in Manufacture of Wood Based Composite. Forest Ecology and Management, 259(1), 65-70.
- Baharoğlu, M., Nemli, G., Sarı, B., Birtürk, T., Bardak, S., 2013. Effects of Anatomical and Chemical Properties of Wood on the Quality of Particleboard. Composites Part B: Engineering, 52, 282-285.

- Balkız, Ö.D., 2006. Ormangülünün (*Rhododendron ponticum* L.) Lifleri Kullanılarak Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 346s, Zonguldak.
- Balaban, M., 2000. Summative Analysis of Main Components in Common Hardwoods and Softwoods of Turkey. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 50(2), 157-166.
- Balaban, M., Yılgör, N., Strobel, C., 1999. Chemical Characteristics of Endemic Oak-Wood *Quercus vulcanica* Boiss. European Journal of Wood and Wood Products, 57(2), 152-153.
- Barboutis, J.A., Philippou, J.L., 2007. Evergreen Mediterranean Hardwoods as Particleboard Raw Material. Building and Environment, 42(3), 1183-1187.
- Bednar, H., Fengel, D., 1974. Physical, Chemical and Structural-Properties of Recent and Subfossil Oak Wood. Holz Als Roh-Und Werkstoff, 32(3), 99-107.
- Bekhta, P., Hızıroğlu, S., 2002. Theoretical Approach on Specific Surface Area of Wood Particles. Forest Product Journal, 52(4), 72-76.
- Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, F., Nacar, M., 2005. The Manufacture of Particleboards Using Sunflower Stalks and Poplar Wood. Journal of Composite Materials, 39(5), 467-473.
- Beram, A., Yaşar, S., 2018. NaOH ile Modifiye Edilmiş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarının Levha Üretimindeki Performansı. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(2), 187-196.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1995. Odun Anatomisi (İğne Yapraklı Odunlarda Tanıma Özellikleri). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 415, 298s, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., 1996. Orman Ürünlerinden Faydalanma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 437, 432s, İstanbul.
- Cao, B., Tschirner, U., Ramaswamy, S., Webb, A., 1997. A Rapid Modified Gas Chromatographic Method for Carbohydrate Analysis of Wood Pulps. TAPPI Journal, 80(9), 193-197.
- Chow, P., 1979. Phenol Adhesive Bonded Medium-Density Fiberboard from *Quercus Rubra* L. Bark and Sawdust. Wood and Fiber Science, 11(2), 92-98.
- Çöpür, Y., Güler, C., Tassioğlu, C., Tozluoğlu, A., 2008. Incorporation of Hazelnut Shell and Husk in MDF Production. Bioresources Technology, 99(15), 7402-7406.

- Dayanıklıoğlu, S., 2004. Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 142s, İstanbul.
- Dill, I., Salnikow, J., Kraepelin, G., 1984. Hydroxyproline-rich Protein Material in Wood and Lignin of *Fagus sylvatica*. Applied and Environmental Microbiology, 48(6), 1259-1261.
- Ebringerova, A., Kramar, A., Domansky, R., 1972. Glucomannan from the Hornbeam Wood (*Carpinus betulus* L.). Holzforhung, 26(3), 89-92.
- Ekizoğlu, A., 1985. Türkiyede Yongalevha Endüstrisinin Sorunları ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 164s, İstanbul.
- Emandi, A.N.A., Ileana Vasiliu, C., Budrugeac, P., Stamatin, I. 2011. Quantitative Investigation of Wood Composition by Integrated FT-IR and Thermogravimetric Methods. Cellulose Chemistry and Technology, 45(9), 579-588.
- Eroğlu, H., Usta, M., 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Genel Yayın No:200, Orman Fakültesi Yayın No:30, 351s, Trabzon.
- Erten, P., Önal, S., 2001. Kızılçam Odunun Özellikleri Korunması Reçine Üretimi ve Kullanım Yerleri. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 52s, Ankara.
- Evrendilek, F., Doygun, H., 2000. Assessing Major Ecosystem Types and the Challenge of Sustainability in Turkey. Environmental Management, 26(5), 479-489.
- Fengel, D., Wegener, G., 1984. Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter Verlag, 615p, Berlin.
- Food and Agriculture (FAO), 2017. Ormancılık İstatistikleri Veri Tabanı, Erişim Tarihi: 04.06.2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Isparta.
- Genç, M., Güner, T., Fakir, H., 1997. Afyon Çaldağı Kızılçam Meşçereleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Isparta.
- Göksel, E. 1984. Kızılçamın Lif Morfolojisi ve Odunundan Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:364, 120s, İstanbul.
- Gökşin, A., 2001. Kızılçamın Botanik Özellikleri. Kızılçam El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara.

- Gönültaş, O., 2008. Fıstık Çamı (*Pinus pinea*) Kozalak, Odun ve İbrelerinin Kimyasal Karakterizasyonu. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 149s, İstanbul.
- Gronli, M.G., Varhegyi, G., DiBlasi, C., 2002. Thermogravimetric Analysis and Devolatilization Kinetics of Wood. Industrial and Engineering Chemistry Research, 41(17), 4201-4208.
- Guangping, H., Kawai, S., Umemura, K., Zhang, M., Honda, T., 2001. Development of High-performance UF-bonded Reed and Wheat Straw Medium-density Fiberboard. Journal of Wood Science, 47(5), 350-355.
- Gupta, B.S., Jelle, B.P., Gao, T., 2015. Wood Facade Materials Ageing Analysis by FTIR Spectroscopy. Construction Materials, 168(CM5), 219-213.
- Güler, C., 2001. Pamuk Saplarından Yongalevha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 150s, Bartın.
- Güler, C., 2015. Production of Particleboards from Licorice (*Glycyrrhiza glabra*) and European Black Pine (*Pinus Nigra* Arnold) Wood Particles. Scientific Research and Essays, 10(7), 273-278.
- Güler, C., Bektaş, İ., Kalaycıoğlu, H., 2006. The Experimental Particleboard Manufacture from Sunflower Stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.). Forest Products Journal, 56(4), 56-60.
- Güler, C., Özen, R., 2006. Some Properties of Particleboards Made from Cotton Stalks (*Gossypium hirsutum* L.). Holz als Roh- und Werkstoff, 62(1), 40-43.
- Güler, C., Sancar, S., 2016. Yongalevha Fabrikasının Çalışma Prensibi ve Farklı Presleme Tekniğinin Levha Kalitesi Üzerine Etkisi. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 12(1), 1-10.
- Gülsoy, S.K., 2003. Bazı Yapraklı Ağaçların Kanserli ve Normal Odunlarının Kimyasal-Anatomik Yapıları, Lif Morfolojisi ve Kağıt Özellikleri Yönünden Araştırılması. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 163s, Bartın.
- Güntekin, E., 2012. Kimyasal Ön İşlem Görmüş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarından Üretilen Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(1), 18-21.
- Güntekin, E., Karakuş, B., 2007. Feasibility of Using Eggplant (*Solanum melongena*) Stalks in the Production of Experimental Particleboard. Industrial Crops and Products, 27(3), 354-358.
- Halvarasson, S., Norgren, M., Edlund, H., 2005. Processing of Wheat Straw Materials for the Production of Medium Density Fiberboard (MDF). 13th

International Symposium on the Wood, Fibre and Pulping Chemistry, Auckland, New Zealand, 623-629.

Halvarsson, S.B., Edlund, H., Norgren, M., 2010. Wheat Straw as Raw Material for Manufacture of Straw Mdf. *BioResources*, 5(2), 1215-1231.

Johns, W.E., Niazi, K.A., 1980. Effect of pH and Buffering Capacity of Wood on the Gelation Time of Urea-Formaldehyde Resin. *Wood and Fiber Science*, 12(4), 255-263.

Joseleau, J.P., Imai, T., Kuroda, K., Ruel, K., 2004. Detection in Situ and Characterization of Lignin in the G-layer of Tension Wood Fibres of *Populus deltoids*. *Planta*, 219(2), 338-345.

Kadem, E., 2015. Herdem Yeşil Meşe (*Quercus L.*) Türlerinin Bazı Morfolojik ve Anatomik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 119s, Isparta.

Kantarıcı, M.D., 1984. Türkiye'nin Batı Akdeniz Bölümündeki Kızılçam Ağaçlandırmalarında Ekolojik Değerlendirmeler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 34(2), 83-97.

Kantarıcı, M.D., 1998. Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar. Kızılçamın Hızlı Olan Bir Tür Olarak Yetiştirilmesinin Ekolojik Esasları, Orman Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı, Yayın No:083, 375s, Ankara.

Kara, M.E., Ateş, S. 2015. Effects of Some Production Variables on Mdf Quality. Proceedings of the 27th International Conference Research for Furniture Industry, September 2015, Turkey, 1-7.

Karakuş, B., 2014. Farklı Derişimlerdeki Sodyum Hidroksid (NaOH) Çözeltileri ile Ön İşlem Görmüş Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odunu Yongalarından Üretilmiş Levhaların Bazı Kimyasal, Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 124s, Isparta.

Kaya, B., Aladağ, C., 2009. Maki ve Garig Topluluklarının Türkiye'deki Yayılış Alanları ve Ekolojik Özelliklerinin İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22, 67-80.

Khedari, J., Nankongnab, N., Hirunlabh, J., Teekasap, S., 2004. New Low-cost Insulation Particleboards from Mixture of Durian Peel and Coconut Coir. *Building and Environment*, 39(1), 59-65.

Kılıç, A., Sariusta, S.E., Hafizoğlu, H., 2010. Sarıçam, Karaçam ve Kızılçam Basınç Odununun Kimyasal Yapısı. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18), 33-39.

Kırcı, H., 1991. Alkali Sülfite Antrakinon Etanol (ASAE) Yöntemiyle Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Odunundan Kağıt Hamuru Üretim Koşullarının Belirlenmesi.

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 137s, Trabzon.

Kollmann, F.F.P., Kuenzi, E.W., Stamm, A.J., 1975. Principles of Wood Science and Technology II. Wood Based Materials. Springer Ferlag, 672 p, Berlin.

Konukçu, M., 2001. Ormanlar ve Ormancılığımız. Devlet Planlama Teşkilatı Yayın ve Temsil Dairesi Başkanlığı, Yayın No:2630, 258s, Ankara.

Lee, S., Shupe, T.F., Hse, C.Y., 2007. Mechanical and Physical Properties of Agro-Based Fiberboard. Holz als Roh- und Werkstoff, 64, 74-79.

Leiva, P., Ciannamea, E., Ruseckaite, R.A., Stefani, P.M., 2007. Medium-Density Particleboards from Rice Husks and Soybean Protein Concentrate. Journal of Applied Polymer Science, 106(2), 1301-1306.

Li, G.Y., Huang, A.M., Qin, T.F., Huang, L.H., 2010. FTIR Studies of Masson Pine Wood Decayed by Brown-rot Fungi. Spectroscopy and Spectral Analysis, 30(8), 2133-2136.

Liang, C.Y., Bassett, K.H., McGinnes, E.A., Marchessault, R.H., 1960. Infrared Spectra of Crystalline Polysaccharides: VII. Thin Wood Sections. Tappi, 43(12), 1017-1024.

Luna, M.L., Murace, M.A., Robledo, G.L., Saparrat, M.C.N., 2012. Characterization of *Schinopsis haenkeana* Wood Decayed by *Phellinus chaquensis* (Basidiomycota, Hymenochaetales). IAWA Journal, 33(1), 91-104.

Lykidis, C., Barboutis, I., Grigoriou, A., 2016. Utilization of Wood Biomass Residues from Fruit Tree Branches, Evergreen Hardwood Shrubs and Greek Fir Wood as Raw Materials for Particleboard Production, Part B: Hygroscopic Properties and Formaldehyde Content. Wood Material Science and Engineering, 11(5), 254-260.

Mahato, K., Goswami, S., Ambarkar, A., 2014. Morphology and Mechanical Properties of Sisal Fibre/vinyl Ester Composites. Fibers and Polymers, 15(6), 1310-1320.

Mamıkoğlu, N.G., 2008. Türkiye'nin Ağaçları ve Çalılıarı. NTV Yayınları, 728s, İstanbul.

Merev, N., 2003. Odun Anatomisi ve Odun Tanımı. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Yayın No:32, 210s, Trabzon.

Meszaros, E., Jakab, E., Varhegyi, G., 2007. TG/MS, Py-GC/MS and THMGC/MS Study of the Composition and Thermal Behavior of Extractive Components of *Robinia pseudoacacia*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 79(1), 61-70.

- Mo, X., Cheng, E., Wang, D., Sun, X.S., 2003. Physical Properties of Medium Density Wheat Straw Particleboard Using Different Adhesive. *Industrial Crops and Production*, 18, 47–53.
- Moslemi, A.A., 1974. *Particleboard, Vol. 1: Materials*. Southern Illinois University Press, Carbondale, 256p, Illinois.
- Nemli, G., Aydın, A., 2007. Evaluation of the Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made from the Needle Litter of *Pinus pinaster*. *Industrial Crops and Products*, 26, 252–258.
- Nemli, G., Çolakoğlu, G., 2005. Effects of Mimosa Bark Usage on Some Properties of Particleboard. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(3), 227–230.
- Nemli, G., Hızıroğlu, S., Usta, M., Serin, Z., Özdemir, T., Kalaycıoğlu, H., 2004b. Effect of Residue Type and Tannin Content on Properties of Particleboard Manufactured from Black Locust. *Forest Products Journal*, 54(2), 36–40.
- Nemli, G., Kırcı, H., Temiz, A., 2004a. Influence of Impregnating Wood Particles with Mimosa Bark Extract on Some Properties of Particleboard. *Industrial Crops and Products*, 20, 339–344.
- Nemli, G., Yıldız, S., Gezer, E.D., 2008. The Potential for Using the Needle Litter of Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) as a Raw Material for Particleboard Manufacturing. *Bioresource Technology*, 99(14): 6054–6058.
- Oh, Y.S., Cha, J.K., Kwak, J.H., 2003. Properties of Particleboard from Korean Thinning Logs. *Forest Products Journal*, 53(1), 67.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2013. Orman Atlası. Erişim Tarihi: 24.06.2018. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlasi.pdf>
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2015. Türkiye Orman Varlığı. Erişim Tarihi: 22.07.2018. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf>
- Öner, N., Aslan, S., 2002. Technological Properties and Possible Uses of Trembling Poplar (*Populus tremula* L.) Wood. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1(1), 135-146.
- Örs, Y., Akyıldız, M.H., 2004. Türkiye Yongalevha Endüstrisinin Dış Ticaret Durumu. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(1), 58-80.
- Özdemir, H., Uçar, M.B., 2016. Kızılçam Ağaç Kabuklarından Elde Edilen Tanenin Tutkal Olarak Değerlendirilebilmesi. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 6(4), 11-20.

- Özdemir, T., 1977. Antalya Bölgesi Kızılçam Ormanlarının Tabii Gençleştirme İmkanları Üzerinde Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(2), 88-89.
- Öztürk, S., 2013. Türkiye Meşeleri Teşhis ve Tanı Kılavuzu, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 370s, Ankara.
- Pandey, K.K., 1999. Study of Chemical Structure of Soft and Hardwood and Wood Polymers by FTIR Spectroscopy. Journal of Applied Polymer Science, 71(12), 1969-1975.
- Pandey, K.K., 2005. Study of the Effect of Photo-irradiation on the Surface Chemistry of Wood. Polymer Degradation and Stability, 90(1), 9-20.
- Pasillias, C.N., Voulgaridis, E.V., 1999. Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood. Holzforschung, 53, 151-155.
- Pettersen, R.C., 1984. The Chemical Composition of Wood. In: Rowell R (Ed), The Chemistry of Solid Wood, Vol. 207. American Chemical Society. p. 57-126, Washington.
- Popescu, C.M., Vasile, C., Popescu, M.C., Singurel, G., 2006. Degradation of Lime Wood Painting Supports II-Spectral Characterisation. Cellulose Chemistry and Technology, 40(8), 649-658.
- Puech, J.L., 1978. The Lower Level of Cellulose is Probably Unreliable. University of Paul Sabatier, PhD Thesis, 108p, Toulouse.
- Regel, C.V., 1963. Türkiye'nin Flora ve Vejetasyonuna Genel Bir Bakış. Ege Üniversitesi Monografiler Serisi N: 1, 43s, İzmir.
- Sellers, T.J., Miller, G.D., Fuller, M.J., Broder, J.G., Loper, R.R., 2005. Lignocellulosic-Based Composites Made of Core from Kenaf, an Annual Agricultural Crop. In Abstarct, IUFRO XX World Congress-Caring for the Forest: Research in a Changing World, August 2005, 6-12.
- Shebani, A.N., Van Reenen, A.J., Meincken, M., 2008. The Effect of Wood Extractives on the Thermal Stability of Different Wood Species. Thermochemica Acta, 471(1), 43-50.
- Sinha, E., Rout, S.K., 2009. Influence of Fibre-surface Treatment on Structural, Thermal and Mechanical Properties of Jute Fibre and Its Composite. Bulletin of Materials Science, 32(1), 65-76.
- Suchsland, O., Woodson, G.E., 1987. Fiberboard Manufacturing Practices in the United States. US Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook, No: 640, 263 p. Washington.

- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., Gürboy, B., 1990. Hızlı Gelişen Bazı İğne Yapraklı Ağaç Türlerinin Lif ve Kağıt Teknolojisi Yönünden İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 40(1), 40-54.
- Taş, H.H., Sevinçli, Y., 2015. Properties of Particleboard Produced from Red Pine (*Pinus brutia*) Chips and Lavender Stems. BioResources, 10(4), 7865-7876.
- Theng, D., Arbat, G., Delgado-Aguilar, M., Vilaseca, F., Ngo, B., Mutjé, P., 2015. All-Lignocellulosic Fiberboard from Corn Biomass and Cellulose Nanofibers. Industrial Crops and Products, 76, 166-173.
- Thurner, F., Mann, U., 1981. Kinetic Investigation of Wood Pyrolysis. Industrial and Engineering Chemistry Process Design and Development, 20(3), 482-488.
- Timell, T.E., 1960. Isolation of Hardwood Glucomannans. Svensk Papperstid, 63(15), 472-476.
- Timell, T.E., 1967. Recent Progress in the Chemistry of Wood Hemicelluloses. Wood Science and Technology, 1(1), 45-70.
- Timell, T.E., Jabbar Mian, A., 1960. Studies on *Ginkgo biloba* L. III. the Constitution of a Glucomannan from The Wood. Svensk Papperstid, 63: 884-888.
- Togay, A., 2002. Ahşap Yapılar, Türkiye Ahşap Yapı Sanayisinin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 145s, Ankara.
- Tolvaj, L., Faix, O., 1995. Artificial Ageing of Wood Monitored by DRIFT Spectroscopy and CIE L*a*b Color Measurements 1. Effect of UV Light. Holzforschung, 49, 397-404.
- TS 2129, 2012. Odun Lifi Levhaları ve Yonga Levhaları - Terimler ve Tarifler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 309, 2008. Yonga Levhalar - Tarif ve Sınıflandırma. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 310, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar - Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, 2012. Yonga Levhalar - Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 316, 2011. Odundan Mamul Lif Levhalar - Tarifler, Sınıflandırma ve Semboller. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317, 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar - Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

- TS EN 319, 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar - Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar - Birim Hacim Ağırlığının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 325, 2012. Ahşap Esaslı Levhalar - Deney Parça Boyutlarının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü Ü, Ankara.
- TS EN 326-1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar - Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1:Deney Numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 622–5, 2011. Lif Levhalar - Özellikler - Bölüm 5: Kuru İşlemli Levhalar (MDF) İçin Gereklere. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tsuboi, M., 1957. Infrared Spectrum and Crystal Structure of Cellulose. Journal of Polymer Science, 25(109), 159-171.
- Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB), 2015. Türkiye Orman Ürünleri Meclis Sektör Raporu. Erişim Tarihi: 06.07.2018. <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2015/T%C3%9CRK%C4%B0YE%20ORMAN%20%C3%9CR%C3%9CNLER%C4%B0%20SEKT%C3%96R%20MECL%C4%B0S%C4%B0%20RAPORU%202015.pdf>
- Wagenführ, R., Scheiber, C.H., 1974. Holzatlas. VEB Fachbuchverlag, 690p, Leipzig.
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemicellulose in Pulp and Paper Science and Technology. Libby, C.E. (Ed.), Vol:1, Mc Graw Hill, 849p, New York.
- Wu, Q., Mei, C., Zhou, X., Sun, D., Zheng, Y., Xu, X., 2001. Comparative Properties of Bagasse Particleboard. Symposium on Utilization of Agricultural and Forestry Residues, 31 November, 3. Nanjing Forestry University, Nanjing, China, 277-284.
- Xing, C., Zhang, S.Y., Deng, J., Riedl, B., Cloutier, A., 2006. Medium-density Fiberboard Performance as Affected by Wood Fiber Acidity, Bulk Density and Size Distribution. Wood Science and Technology, 40(8), 637-646.
- Yaltırık, F., Efe, A., 2000. Dendroloji Ders Kitabı (*Gymnospermae Angiospermae*). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 465/4265, 382s, İstanbul.
- Yaşar, S., 2014. Spectrophotometric Determination of Monosaccharide Composition of Wood (*Pinus brutia* Ten.) Using Artificial Neural Network Modelling. Asian Journal of Chemistry, 26(18), 6084-6088.
- Yaşar, S., 2018a. İlgin (*Tamarix parviflora*) Hemiselülozlarının Oktanoil, Dekanoil ve Lauroil Klorür ile Esterlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1), 91-97.

- Yaşar, S., 2018b. Volatile Acid Content of Some Maquis Species, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(1), 67-72.
- Yaşar, S., Ceviz, A.U., Karatepe, Y., 2016a. *Laurus nobilis*, *Vitex agnus-castus* ve *Tamarix parviflora* Türlerinin Kimyasal İçeriği ve Fenolik Ekstraktiflerinin İncelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20(2), 182-187.
- Yaşar, S., Demir, F., Karatepe, Y., 2016b. Bazı Maki Türlerinin Kimyasal İçeriği ve Fenolik Ekstraktifleri Üzerine Araştırmalar. Turkish Journal of Forestry, 17(2), 187-193.
- Yaşar, S., Güller, B., Baydar, H., 2010b. Susam (*Sesamum indicum* L.), Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) ve Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Saplarında Karbonhidrat, Lignin Miktarları ve Bazı Lif Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1(1), 56-66.
- Yaşar, S., Güntekin, E., Cengiz, M., Tanrıverdi, H., 2010a. The Correlation of Chemical Characteristics and UF-Resin Ratios to Physical and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Vine Prunings. Scientific Research and Essays, 5(8), 737-741.
- Yaşar, S., Kılınç, G., 2018: Palmitoil, Stearoil ve Oleoil Klorür ile Esterlenmiş Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Hemiselülozlarının Kimyasal Karakterizasyonu. Turkish Journal of Forestry, 19(1), 98-102.
- Ye, X.P., Julson, J., Kuo, M., Womac, A., Myers, D., 2007. Properties of Medium Density Fiberboards Made From Renewable Biomass. Bioresource Technology, 98(5), 1077-1084.
- Yousefi, H., 2009. Canola Straw as a Bio-Waste Resource for Medium Density Fiberboard (MDF) Manufacture. Waste management, 29(10), 2644-2648.
- Zengin, H., 2010. Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Odun Hammaddesi Sağlanması Sorunları ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 86s, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gürcan GÜLER
Doğum Yeri ve Yılı : Ankara, 1986
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : gurcanguler@sdu.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : İzmir Atatürk Anadolu Lisesi, 2004
Lisans : SDÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, 2010
Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği, 2013

Mesleki Deneyim

SDÜ Orman Fakültesi (Arş. Gör)2010- (halen)

Yayınlar

Yasar, S., Beram, A., **Guler, G.** (2018). Effect of Extraction Technique on Composition of Volatile Constituents of Oleoresin from Pinus Brutia Ten. Drvna Industrija, 69(3), 240-245.

Güler, G., Yaşar, S., 2018. Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odununun Bazı Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi ve Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(2), 184-193.

Güler, G., Beram, A., 2018. Yabani Hindiba (*Cichorium intybus* L.) Saplarından Üretilen Yongalevhaların Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Pürüzlülük Özelliklerinin İncelenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(2), 216-222.

Yaşar, S., **Güler, G.**, Beram, A., Coşkun, D., Ozansoy, D., 2017. Acı Yavşan Otu (*Artemisia absinthium* L.) Yaprak Uçucu Bileşenleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1), 148-152.

Yaşar, S., Beram, A., **Güler, G.**, 2017. Kermes Meşesi (*Quercus coccifera* L.) Odunu Fenolik Ekstraktifleri. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(Özel Sayı 1), 73-78.

İçel, B., **Güler, G.**, 2016. Nondestructive Determination of Spruce Lumber Wood Density Using Drilling Resistance (Resistograph) Method. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40(6), 900-907.

İçel, B., **Güler, G.**, İşleyen, O., Beram, A., Mutlubaş, M., 2015. Effects of Industrial Heat Treatment on the Properties of Spruce and Pine Woods. BioResources, 10(3), 5159-5173.

Sütçü, A., **Güler, G.**, 2013. Optimization of Milling Parameters for Surface Roughness in Routing Red Pine (*Pinus brutia* Ten.). International Caucasian Forestry Symposium, 24-26 October 2013, Artvin.

