

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

146901

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÖZGÜL AĞIRLIK PROFİLİ İLE YONGALEVHANIN BAZI TEKNOLOJİK
ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

- 146901 -

Orm. End. Müh. Samet DEMİREL

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Orman Endüstri Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16.01.2006
Tezin Savunma Tarihi : 02.02.2006

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gökay NEMLİ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2006

ÖNSÖZ

Özgül ağırlık profili ile yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri arasındaki ilişkiler isimli bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım başta danışman hocam Doç. Dr. Gökay NEMLİ olmak üzere, Sayın Prof. Dr. Gürsel ÇOLAKOĞLU hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca yüzey pürüzlülüğü deneylerinin gerçekleştirilmesinde emeği geçen İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Turgay AKBULUT hocama sonsuz teşekkür ederim.

Deneme levhalarının temini ve üretiminde yardımlarını esirgemeyen Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi yetkililerine teşekkürlerimi arz ederim.

Bu çalışmanın yonga levha üretimi ve teknolojik özellikleri konusunda araştırma yapanlara ve uygulayıcılara yararlı olmasını temenni ederim.

Samet DEMİREL
Trabzon, 2006

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. Yatay Preslenmiş Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması	2
1.3. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	5
1.3.1. Ağaç Malzeme	5
1.3.2. Yıllık Bitkiler	8
1.3.3. Tutkal	10
1.3.3.1. Organik Tutkallar.....	10
1.3.3.1.1. Üre formaldehit	11
1.3.3.1.2. Fenol formaldehit.....	14
1.3.3.1.3 Resorsin Formaldehit.....	15
1.3.3.1.4. Melamin formaldehit	16
1.3.3.1.5. İzosiyanat	18
1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar	18
1.3.3.3. Doğal Tutkallar	20
1.3.3.4. Anorganik Tutkallar	22
1.3.4. Katkı Maddeleri	22
1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler.....	22
1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler	23
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler	23
1.4. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği	24
1.5. Yüzey Pürüzlülüğü.....	28

2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	31
2.1.	Deneme Materyali	31
2.1.1.	Ağaç Malzeme	31
2.1.2.	Tutkal	31
2.1.3.	Hidrofobik Madde.....	32
2.1.4.	Sertleştirici Madde.....	32
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi.....	33
2.3.	Araştırma Yöntemi.....	34
2.3.1.	Fiziksel Özellikler... ..	34
2.3.1.1.	Özgül Ağırlık Profili.....	34
2.3.1.2.	Rutubet Miktarı	35
2.3.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	35
2.3.2.	Mekanik Özellikler	36
2.3.2.1.	Eğilme Direnci.....	36
2.3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	36
2.3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci....	37
2.3.3.	Yüzey pürüzlülüğü.....	37
2.4.	İstatistik Yöntemler	38
3.	BULGULAR	39
3.1.	Fiziksel Özellikler	39
3.1.1.	Özgül Ağırlık Profili.....	39
3.1.2.	Rutubet Miktarı.....	45
3.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	45
3.2.	Mekanik Özellikler.....	53
3.2.1.	Eğilme Direnci	53
3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü	58
3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	63
3.3.	Yüzey Pürüzlülüğü	68
4.	İRDELEME	74
4.1.	Fiziksel Özellikler	74
4.1.1.	Özgül Ağırlık Profili	74
4.1.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	79
4.2.	Mekanik Özellikler	86

4.2.1.	Eğilme Direnci	86
4.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	93
4.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	100
4.3.	Yüzey Pürüzlülüğü	108
5.	SONUÇLAR	116
5.1.	Fiziksel Özellikler.....	116
5.1.1.	Özgül Ağırlık	116
5.1.2.	Rutubet Miktarı	117
5.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	117
5.2.	Mekanik Özellikler	119
5.2.1.	Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü	119
5.2.2.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	120
5.3.	Yüzey Pürüzlülüğü	122
6.	ÖNERİLER	124
7.	KAYNAKLAR	129
	ÖZGEÇMİŞ	143

ÖZET

Bu çalışmada; özgül ağırlık profili ile yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri arasındaki ilişkiler incelenmiş olup, pres çeşidi, soğuk ve sıcak presleme basınçları, dış tabaka ağaç cinsi, dış tabaka yonga rutubeti, parafin kullanımı ve hammadde rutubetinin yongalevhanın fiziksel (özgül ağırlık profili, kalınlığına şişme) ve mekanik özellikleri (eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci) ile yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda; sürekli pres kullanılarak üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci ve yüzey pürüzlülüğü değerleri bison preste üretilenlere göre daha yüksek bulunurken, kalınlığına şişme, eğilme direnci, elastikiyet modülü değerleri daha düşük çıkmıştır. Soğuk pres basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 15 kg/cm^2 'ye çıkarılması levhaların tüm özelliklerini iyileştirmiştir. Ancak söz konusu basıncın 15 kg/cm^2 'den 20 kg/cm^2 'ye yükseltilmesi durumunda özelliklerde herhangi bir değişiklik kaydedilmemiştir. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi, yüzey düzgünlüğü, eğilme direnci, elastikiyet modülü üzerinde olumlu bir etki yapmıştır. Sıcak preslemede uygulanan çıkış basıncının artırılması durumunda ise kalınlığına şişme ve yüzeye dik çekme direnci yükselmiştir. Yongalevha üretiminde dış tabakalarda kavak kullanılması durumunda teknolojik özellikler bakımından en uygun değerler elde edilmiştir. Dış tabaka yonga rutubetinin yükseltilmesi yüzeye dik çekme direnci hariç tüm levha özellikleri üzerinde olumlu etki yaratmıştır. Parafininin sadece orta tabakada kullanılması durumunda, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri iyileşirken, yüzey düzgünlüğü azalmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu; en uygun teknolojik özellikler hammadde rutubeti % 55 olan odunlardan üretilen yongalevhalarda gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Özgül Ağırlık Profili, Bison Pres, Sürekli Pres, Soğuk Pres Basıncı, Yonga Rutubeti, Hammadde Rutubeti, Parafin Kullanımı, Ağaç Türü, Sıcak Pres Basıncı, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler, Yüzey Pürüzlülüğü

SUMMARY

The relationships between the density profile and some technological properties of particleboard

In this study, the relationships between the density profile and some technological properties of particleboard and effects of press type, cold and hot press pressures, wood type used on outer layers, the moisture content of the particle, paraffin usage and moisture content of the raw material on the physical (density profile, thickness swelling), mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, and internal bond strength) and surface roughness of particleboard were examined.

According to the results; while the boards pressed at continuous press had higher internal bond strength and surface roughness values than those of the boards pressed at bison press, these panels showed lower thickness swelling, modulus of rupture and modulus of elasticity properties. Increasing of cold press pressure from 7.5 kg/cm² to 15 kg/cm² improved all of the properties. However, increasing the pressure to 20 kg/cm² did not change the properties of the panels. Increasing of entrance pressure of hot pressing positively affected the surface roughness, modulus of rupture, and modulus of elasticity. The thickness swelling and internal bond strength were improved by increasing exit pressure of hot pressing. The most appropriate technological properties were determined from the panels made from poplar wood in the outer layers. Increasing of particle moisture content improved all of the properties of the panels except for internal bond strength. Paraffin usage in the only core layer of the particleboard improved the modulus of rupture and modulus of elasticity and decreased the surface smoothness of the panels. According to the test results; the appropriate technological properties were obtained from the panels manufactured from raw materials at 55 percent moisture content.

Keywords: Particleboard, Density Profile, Bison Press, Continuous Press, Cold Press Pressure, Particle Moisture Content, Raw Material Moisture Content, Paraffin Usage, Wood Type, Hot Press Pressure, Physical Properties, mechanical Properties, Surface Roughness

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Pres çeşidinin özgül ağırlık üzerine etkisi	74
Şekil 2. Soğuk pres basıncının özgül ağırlık üzerine etkisi	75
Şekil 3. Sıcak prese giriş ve çıkış basıncının özgül ağırlık üzerine etkisi.....	76
Şekil 4. Dış tabaka ağaç türünün özgül ağırlık üzerine etkisi	77
Şekil 5. Dış tabaka yonga rutubetinin özgül ağırlık üzerine etkisi	78
Şekil 6. Parafin kullanımının özgül ağırlık üzerine etkisi	78
Şekil 7. Hammadde rutubetinin özgül ağırlık üzerine etkisi	79
Şekil 8. Pres çeşidinin kalınlığına şişme üzerine etkisi	80
Şekil 9. Soğuk pres basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi	81
Şekil 10. Sıcak prese giriş ve çıkış basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi	82
Şekil 11. Dış tabaka ağaç türünün kalınlığına şişme üzerine etkisi	83
Şekil 12. Dış tabaka yonga rutubetinin kalınlığına şişme üzerine etkisi	84
Şekil 13. Parafin kullanımının kalınlığına şişme üzerine etkisi.....	85
Şekil 14. Hammadde odun rutubetinin kalınlığına şişme üzerine etkisi	86
Şekil 15. Pres çeşidinin eğilme direnci üzerine etkisi	87
Şekil 16. Soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerine etkisi	88
Şekil 17. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının eğilme direnci üzerine etkisi	89
Şekil 18. Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi.....	90
Şekil 19. Dış tabaka yonga rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi	91
Şekil 20. Parafin kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi	92
Şekil 21. Hammadde odun rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi	93
Şekil 22. Pres çeşidinin elastikiyet modülü üzerine etkisi	94
Şekil 23. Soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi	95
Şekil 24. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının elastikiyet modülü üzerine etkisi	96
Şekil 25. Dış tabaka ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi	97
Şekil 26. Dış tabaka yonga rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi	98
Şekil 27. Parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi	99
Şekil 28. Hammadde odun rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi	100

Şekil 29. Pres çeşidinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	101
Şekil 30. Soğuk pres basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	102
Şekil 31. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	103
Şekil 32. Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	104
Şekil 33. Dış tabaka yonga rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	105
Şekil 34. Parafin kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	106
Şekil 35. Hammadde odun rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	107
Şekil 36. Pres çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	108
Şekil 37. Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	109
Şekil 38. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	111
Şekil 39. Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	112
Şekil 40. Dış tabaka yonga rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	113
Şekil 41. Parafin kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	114
Şekil 42. Hammadde odun rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi	115

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deneme levhası tipleri	34
Tablo 2. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık profili değerleri (kg/m^3).....	39
Tablo 3. Yüzey ve orta özgül ağırlık profili üzerine pres çeşidinin etkilerine ait t-testi sonuçları	40
Tablo 4. Soğuk pres basıncının yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	40
Tablo 5. Özgül ağırlık profili üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	41
Tablo 6. Özgül ağırlık profili üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	41
Tablo 7. Özgül ağırlık profili üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	42
Tablo 8. Dış tabaka ağaç türünün özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	42
Tablo 9. Yüzey tabakaları özgül ağırlık profili üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	43
Tablo 10. Özgül ağırlık profili üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları	43
Tablo 11. Özgül ağırlık profili üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları	43
Tablo 12. Hammadde rutubetinin özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	44
Tablo 13. Özgül ağırlık profili üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	44
Tablo 14. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarları (%)	45
Tablo 15. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı oranları (%).....	46
Tablo 16. Kalınlık artışı üzerine pres çeşidinin ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	47
Tablo 17. Kalınlık artışı üzerine pres çeşidi ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	47
Tablo 18. Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	48
Tablo 19. Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	48

Tablo 20. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ile suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	49
Tablo 21. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları	49
Tablo 22. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka ağaç türü ile suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	50
Tablo 23. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka ağaç türü ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	50
Tablo 24. Kalınlık artışı üzerine yonga rutubeti ile suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	51
Tablo 25. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka yonga rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	51
Tablo 26. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	52
Tablo 27. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	52
Tablo 28. Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	53
Tablo 29. Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	53
Tablo 30. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²)	54
Tablo 31. Eğilme direnci üzerine pres çeşidinin etkisine ait t-testi sonuçları	54
Tablo 32. Soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	55
Tablo 33. Eğilme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	55
Tablo 34. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	55
Tablo 35. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	56
Tablo 36. Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	56
Tablo 37. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	57
Tablo 38. Eğilme direnci üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları	57
Tablo 39. Eğilme direnci üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları	57
Tablo 40. Hammadde rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	58

Tablo 41. Eğilme direnci üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	58
Tablo 42. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm^2)	59
Tablo 43. Elastikiyet modülü üzerine pres çeşidinin etkisine ait t-testi sonuçları	59
Tablo 44. Soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	60
Tablo 45. Elastikiyet modülü üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	60
Tablo 46. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	60
Tablo 47. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	61
Tablo 48. Dış tabaka ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	61
Tablo 49. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	62
Tablo 50. Elastikiyet modülü üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları	62
Tablo 51. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları....	62
Tablo 52. Hammadde rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	63
Tablo 53. Elastikiyet modülü üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	63
Tablo 54. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm^2).....	64
Tablo 55. Yüzeye dik çekme direnci üzerine pres çeşidinin etkisine ait t-testi sonuçları ...	64
Tablo 56. Soğuk pres basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	65
Tablo 57. Yüzeye dik çekme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	65
Tablo 58. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.....	65
Tablo 59. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	66
Tablo 60. Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	66
Tablo 61. Yüzeye dik çekme direnci üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları	67
Tablo 62. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları	67

Tablo 63. Hammadde rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	67
Tablo 64. Hammadde rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	68
Tablo 65. Deneme levhalarının ortalama yüzey pürüzlülüğü değerleri (R_z).....	68
Tablo 66. Yüzey pürüzlülüğü üzerine pres çeşidinin etkisine ait t-testi sonuçları	69
Tablo 67. Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	69
Tablo 68. Yüzey pürüzlülüğü üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	70
Tablo 69. Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	70
Tablo 70. Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	70
Tablo 71. Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	71
Tablo 72. Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabaka ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	71
Tablo 73. Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları	71
Tablo 74. Yüzey pürüzlülüğü üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları ...	72
Tablo 75. Hammadde rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	72
Tablo 76. Hammadde rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları	73

1. GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Dünya nüfusunun artması sonucu orman ürünlerinin gereksiniminin karşılanması ve açık alan kazanmak amacıyla orman varlığı gün geçtikçe azalmaktadır. Bu etkiler orman varlığının ekonomik değerini artırmaktadır. Özellikle ülkemiz ekonomisi dikkate alınırsa artış oranı oldukça yüksektir.

Orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılayabilmek için kesilen her ağacın % 100'e yakın değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle odunun masif olarak değerlendirilmesinin yanında yongalı, lifli, tabakalı ağaç malzeme üretim yöntemleri geliştirilerek daha az kusurlu malzeme üretilirken endüstri atıkları da değerlendirilmektedir.

Ağaç levha endüstrisinde en büyük üretim payı yongalevhaya aittir. Yongalevha, üretim giderlerinin daha düşük olması nedeni ile liflevhaya göre daha avantajlı durumdadır. Ancak, kuru yöntemle ve yongalevha teknolojisine benzer teknoloji ile üretilen orta yoğunluktaki liflevhaların (MDF) üretimi hızlı bir artış göstermektedir. Yongalevha üretiminin hızlı bir şekilde gelişmesi bazı etmenlere bağlıdır. Levha üzerinde meydana gelen dalgalanmalar azaltılmış, levha kalitesi tüketicinin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde yükseltilmiştir. Daha fazla endüstri artışı kullanılarak üretim giderleri düşürülmüştür. Uygun tutkallama teknikleri geliştirilerek tutkaldan tasarruf sağlanmıştır. Mobilya sektörünün isteklerini karşılamak amacı ile levha yüzeylerinin daha düzgün ve yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanabilir olması sağlanmıştır. Çok yönlü kullanım alanları, örneğin; inşaat, gemi ve araç yapımında kullanılacak suya ve rutubete dayanıklı levhalar geliştirilmiştir. Yongalevha birçok kullanım yeri için yeterli fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir. İstenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla birleştirilebilir. Mantar ve böceklere dayanıklı levhalar üretmek mümkündür.

Mobilya endüstrisinin asal malzemelerinden olan levha üretiminin (yongalevha, liflevha, kontrplak vb.) gerek estetik gerekse direnç özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla yüzeyleri kaplanmaktadır. Bu amaçla üretilen hazır sentetik yüzey kaplama malzemeleri (laminatlar, melamin filmler, kağıt folyo vb.) ve bunları kullanan endüstri dalları özellikle 1980'li yıllardan itibaren Avrupa ülkelerinde büyük gelişme göstermektedir. Avrupa'da levha üreticileri günümüzde ürünlerini mümkün olduğunca yarı

işlenmiş bir halde pazara sunmaya çalışmaktadırlar. Bu maksatla tesislerinde bir dizi ek yatırım yaparak piyasaya yüzeyleri kaplanmış levhalar sunmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde de mobilya üretiminde kullanılan masif ağaç malzemelerin yerini yüzeyleri kaplanmış yonga ve liflevhalar almaktadır. Ayrıca; mobilya görüntüsü ve üst yüzey işlemi anlayışında değişmeler olmuş, daha estetik ve ekonomik özelliklere sahip üst yüzey işlemlerine talep artmıştır.

Moda anlayışına bağlı olarak mutfak mobilyası üretiminde kullanılan yüzey kaplama malzemelerinin çeşitliliği ve kullanımı hızla artmaktadır. Yüzey kaplama malzemelerinin renk ve desen çeşidinin çokluğu yanında estetik ve ekonomiklik açısından da bazı avantajlara sahiptir. Uyguladıkları ürünlere estetik özellikler kazandırdıkları gibi onların fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmektedirler. Üretilen kaplanmış levhaların kalitesi tutkal bağı oluşumunun başarısına bağlıdır. Yapıştırılacak malzemelerin özellikleri, yapıştırma şartları, kullanılan yapıştırıcı çeşidi ve yüzey pürüzlülüğü kalite üzerinde son derece etkilidir [1].

Bu çalışmada, yongalevhada özgül ağırlık profili ile bazı teknolojik özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş, soğuk pres basıncı, pres çeşidi, sıcak preslemeye giriş ve çıkış basınçları, hammadde odun rutubeti, tutkallama öncesi yonga rutubeti, dış tabaka ağaç cinsi ve parafin kullanımının yongalevhanın özgül ağırlık profili, kalınlık artışı oranı, eğilme direnci, eğilmeye elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır.

1.2. Yatay Preslenmiş Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yongalevha odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile veya tutkalsız olarak sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levhadır [2,3].

Yongalevhalar değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

1. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar üç kategoride toplanmaktadır [4]:

a. Düşük Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan levhalardır.

b. Orta Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları $0.590-0.800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.

c. Yüksek Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.800 gr/cm^3 'ten daha fazla olan levhalardır.

2.Yongalevhalar presleme yöntemlerine göre iki grupta toplanmaktadır [5]:

a. Yatay Yongalı Levhalar: Bu tip levhalarda yongalar levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

b. Dik Yongalı Levhalar (Okal): Bu tip levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır.

3. Tabaka sayılarına göre yongalevhaları iki gruba ayırmak mümkündür [6].

a. Tek Tabakalı (Homojen) Yongalevhalar

b. Üç Tabakalı Yongalevhalar

4. Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yongalevhaları dört grupta toplamak mümkündür;

a. Normal Yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalar genel olarak yonga kalınlıkları $0.25-0.40 \text{ mm}$, genişlikleri $2-6 \text{ mm}$ ve uzunlukları $10-25 \text{ mm}$ kadardır [6].

b. Etiket Yongalı Levhalar (Waferboard): Etiket yongalevha, halen ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesidir. Yongaların kalınlıkları $0.5-0.7 \text{ mm}$, genişlikleri $25-40 \text{ mm}$ ve uzunlukları $35-75 \text{ mm}$ kadardır [7]. Etiket yongalevha; çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır [8].

c. Yönlendirilmiş Yongalı Levha (Oriented Structural Board: OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları $0.4-0.8 \text{ mm}$, genişlikleri $6-25 \text{ mm}$ ve uzunlukları $38-63 \text{ mm}$ kadardır [9]. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemelerin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler [10]. Özellikle yapıların içinde özel döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrike ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat için kalıp tahtası olarak tercih edilmektedir.

d. Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Bu tip levhalarda yonga kalınlık ve uzunlukları etiket yongalı levhalarinkinin aynı, genişlik ise $9-10 \text{ mm}$ 'dir [6].

5. Kullanılan bağlayıcı madde türüne bağlı olarak yongalevhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yongalevhalar olarak ikiye ayrılır. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , AlO_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip

yongalevhalar mantar ve böcekler tarafından tahrip edilememektedir [11]. Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır.

6. Kalıplanmış Yongalevhalar: Uygun yapıştırıcı maddeler ile tutkallanmış odun yongalarının, özel kalıp preslerde, sıcaklık ve basınç etkisi altında tek kademede biçimlendirilmesi ve uygun malzeme ile kaplanmasıyla imal edilen bir mamuldür [12].

7. İngiliz Standartları Enstitüsüne göre yongalevhalar altı grupta incelenmektedir [13]:

- a. C1: Genel kullanım amaçlıdır. Bir adet siyah çizgi ile teşhis edilmektedir.
- b. C1/A: Genel kullanım amaçlıdır. Direnç özellikleri C1'den daha yüksektir. İki adet siyah çizgi ile teşhis edilmektedir.
- c. C2: Döşeme amaçlıdır. Bir adet kırmızı çizgi ile teşhis edilmektedir.
- d. C3: Rutubete karşı direnci yüksektir. Bir adet yeşil çizgi ile teşhis edilmektedir.
- e. C4: Rutubete karşı dirençli olup, şok direnci C3'ten yüksektir. Yeşil ve kırmızı çizgiler ile teşhis edilmektedir.

f. C5: Rutubete karşı dayanıklıdır. Yeşil ve sarı çizgiler ile teşhis edilmektedir.

8. Yongalevhalar kullanılan hammadde türüne göre üç grupta incelenmektedir [14]:

- a. Odun yongaları kullanılarak üretilen levhalar
- b. Bitkisel atıklar kullanılarak üretilen levhalar
- c. Sıvı gıda ambalajı kutuları kullanılarak üretilen levhalar

9. Yongalevhalar yüzey işlemlerine göre iki grupta toplanmaktadır [14]:

- a. Zımparalanmış levhalar
- b. Zımparalanmamış levhalar

10. Yongalevhalar kalınlıklarına göre; 3, 6, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50 ve 60 mm kalınlığındaki yongalevhalar olmak üzere 16 grupta ele alınmaktadır [14]:

11. Yongalevhalar tutkal ve bağlayıcı madde cinsine göre 6 grupta incelenmektedir [14]:

- a. Üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalar
- b. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalar
- c. Melamin formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalar
- d. Poliizosiyanat tutkalı ile üretilmiş levhalar
- e. Doğal yapıştırıcılar (kazein, soya, kan tutkalları, tanen) ile üretilmiş levhalar

12. Kaplanmış yongalevhalar iki grupta toplanmaktadır [15]:

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır [16].

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, diallayl phthalate, polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo-bobin laminatları (CPL), folyolar, ahşap kaplama levhaları, fenolik kraft kağıtları, polivinil klorür (PVC), lignin dolgulu laminatlar, polietilen kağıtlar, ısı transfer filmleri, vulkanize lifler, PVA+ üre ve üre+ amonyum klorür esaslı kağıtlardır [17, 18, 19].

13. Kullanım yerine göre yongalevhalar;

a. Kapalı mekanlarda kullanılanlar

b. Hava etkisine açık mekanlarda kullanılanlar olmak üzere iki grupta incelenmektedir [20].

1.3. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.3.1. Ağaç Malzeme

Genellikle, bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. TS 1351 (1973)'e göre; boyu 0.5-2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarım odun, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı, yonga ve lif odunu olarak kullanılabilir. Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir [21].

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı sürece fazla sakınca yoktur [22]. Genellikle son yıllarda kabuğun yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Burows (1960), Wellons ve Kraemer (1973), Chow (1972, 1975) ile Chow ve Pickles (1971) tutkal kullanmadan kabuktaki ekstraktiflerin polimerizasyonu yöntemi ile yongalevha üretmişlerdir. Yapılan çalışmalarda bu üretim için gerekli olan pres sıcaklığı 300 °C civarındadır [23, 24, 25, 26, 27].

Muszynski ve McNatt (1986) ladin kabuğu ile sarıçam odunu yongalarını karıştırarak üre formaldehit tutkalı ile tek tabakalı yongalevha üretmişlerdir. Yaptıkları çalışmada %30 kabuk %70 odun kullanılarak üretilen yongalevhaların standartlarda öngörülen mekanik direnç özelliklerini karşıladıkları belirlenmiştir [28].

Place ve Maloney (1975) üç tabakalı yongalevha üretiminde orta tabakada kabuk kullanarak yongalevha üretmişler, kabuk kullanımının ağırlık olarak %5'i aşmaması durumunda üretilen levhaların standartlara uygun özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir [29, 30]. Blanchet ve arkadaşları (2000) ladin kabuğunun %50 oranında odun yongaları ile karıştırılması sonucu üretilen yongalevhaların Amerikan Standartlarına uygun sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir [31].

Odun yongalarının mimoza kabuk ekstratı ile emprenye edilmesi sonucu yongalevhaların kalınlığına şişme oranları ve formaldehit emisyonu azalmıştır [32]. Yapılan başka bir çalışmada kızılçam kabuğunun yongalevha endüstrisinde kullanılması sonucu fiziksel özelliklerde iyileşme ve mekanik özelliklerde belirgin bir azalma kaydedilmiştir [33]. Kabuk kullanımı sonucu yongalevhaların kalınlığına şişme oranlarının azalması, kabukta yüksek miktarda vaks ve reçine bulunmasından kaynaklanmaktadır [34].

Nemli ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada orta tabaka yongalarına % 12.5-25 oranında yalancı akasya kabuğu ilave edilmesi durumunda yongalevhaların formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür [35]. Bu durum kabuktaki fenolik ekstraktiflerle formaldehit arasındaki olası bir reaksiyondan kaynaklanmaktadır [36]. Yongalevha üretiminde kullanılan hammaddelerin %90'ı odun veya lignoselülozik malzemelerdir. Bu bakımdan odunun yoğunluğu, asiditesi, içerdiği ekstraktif maddeler ve rutubeti levha kalitesini etkilemektedir.

Yongalevha endüstrisinde birçok ağaç türü kullanılabilir. Batı Avrupa'da başlangıçta iğne yapraklı ağaç odunları (ladın, çam, göknar ve Sıtka ladini) tercih edilirken, daha sonraları ekonomik olmaları ve kolay temin edilmelerinden dolayı kayın, huş, kavak, kızılğaç ve söğüt gibi yapraklı ağaç türleri kullanılmaya başlanmıştır. Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) ormangülü odununun yongalevha üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir [37, 38]. Yalancı akasya odunlarının yongalevha üretimi için yeni bir hammadde olabileceği, *Cryptomeria japonica* ve *Populus tremuloides* odunlarının diğer odun türleri ile karışık olarak kullanılabileceği bildirilmiştir [39, 40, 41]. Sahil çamı ve ardıç odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir [20, 42].

Okino ve arkadaşları (2004) servi odunundan üretilen yongalevhaların EN standartlarında öngörülen fiziksel ve mekanik özelliklerini karşıladıklarını tespit etmişlerdir [43]. Yapılan diğer bir araştırmada kızılgaçtan üretilen yongalevhaların eğilme ve yapışma dirençleri ile elastiklik modülü değerleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek bulunmuştur [44].

Nemli ve Akbulut (2003) Yalancı akasya genç ve olgun odunlarının yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Genç odundan üretilen yongalevhaların eğilme ve yapışma dirençleri ile su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranları olgun odundan üretilen levhalara oranla daha düşük bulunmuştur [45]. Douglas göknarından üretilen 0.70 g/cm^3 özgül ağırlıktaki yongalevhaların EN standartlarında öngörülen eğilme ve yüzeye dik çekme dirençlerini karşıladıkları belirlenmiştir [46]. Bir başka araştırmada ise Okalıptus odununun yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir [47].

Nemli ve arkadaşları (2001) hurma saplarından yongalevha üretim imkanlarını araştırmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucu hurma saplarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir [48]. Dal odunu kullanımı yongalevhanın eğilme ve yapışma dirençlerini düşürmekte, kalınlığına şişmeyi ise artırmaktadır. Bu nedenle dal odunu kullanımı ağırlık olarak % 25'i aşmamalıdır [49, 50].

Çolak ve arkadaşlarına göre (2005) yongalama işleminden önce okalıptus tomruklarının buharlanması boyutsal stabiliteyi olumlu yönde etkilemiştir. Okalıptus odunundan üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri standart değerlerin üzerinde bulunmuştur [51].

Hızıroğlu ve Holcomb (2005) ardıç odunundan üretilen yongalevhaların Amerikan standartlarında öngörülen mekanik direnç özelliklerini karşıladığını tespit etmişlerdir [52]. Gürü ve arkadaşları (2005) üreformatdehit tutkalı ve badem kabuğu kullanarak yonga levha üretmişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucu üretilen yonga levhaların eğilme dirençleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek çıkmıştır [53]. Yapılan araştırmalarda servi odununun yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğu tespit edilmiştir [54, 55]. Paulownia odunundan üretilen yongalevhalar EN standartlarında öngörülen direnç değerlerini karşılamıştır [56]. Aydın (2005)' e göre yongalevha üretiminde Sahil çamı ibrelerinin kullanılması sonucu mekanik özelliklerde bir azalma görülürken, kalınlığına şişme miktarı önemli derecede iyileşmiştir. Şubat ayında toplanan ibrelerin % 50 oranında orta tabaka yongalarına karıştırılabileceği belirlenmiştir. Eylül ibrelerinden üretilen

levhaların şişme oranları ve direnç özellikleri Şubat ibrelerinininkinden daha düşük bulunmuştur [57].

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Odun hammaddesine dayalı endüstri sayısının zamanla artması, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yongalevha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkanlarının araştırılmasına sebep olmuştur.

Yapılan çalışmalarda pamuk sapı, pirinç çeltiği, keten, kenevir ve ayçiçeği saplarının yongalevha üretimine uygun olduğu belirlenmiştir [58]. Ayrıca çay fabrikası bitkisel atıklarının yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir [59, 60]. Pamuk sapları ve şeker kamışı yongaları kullanılarak üretilen çimentolu yongalevhalar üzerinde yapılan bir araştırmada; şeker kamışı ile üretilen levhaların pamuk sapları ile üretilenlere göre daha üstün özellikler taşıdığı bildirilmiştir [61]. Odun yongaları şeker kamışı ile karıştırılıp % 8, 10, 12 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılarak farklı Özgül ağırlıklarda üretilen levhalarda şeker kamışı karıştırılan levhaların daha üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir [62].

Odun yongalarına hindistan cevizi meyve kabuğu yongaları karıştırılarak üretilen tek tabakalı yongalevhalarda hindistan cevizi meyve kabuğu kullanım oranı artmasına bağlı olarak su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranlarında belirli bir azalma kaydedilmiştir [63].

Bir çalışmada %97 oranında kabuklarından arındırılmış pamuk sapları ile %3 fenolik reçine kullanılarak $0,82 \text{ g/cm}^3$ özgül ağırlıkta, 2,8 mm kalınlıkta üretilen yongalevhaların eğilme direncinin standart değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür [64]. Heller (1980) şeker kamışı, pamuk sapı, bambu vb. hammadde kaynaklarının yongalevha üretimine uygunluğu üzerine araştırmalar yapmış, bu kaynakların toplanması ve üretim yöntemi gibi problemleri olduğunu bildirmiştir [65].

Vermass (1981) pamuk sapı ve diğer yıllık bitkilerin levha üretiminde kullanılabilmesi için fabrika ve makine seçiminin önemli olduğunu belirtmiştir [66]. Pamuk saplarından 0.40, 0.50, 0.60 ve 0.70 g/cm^3 özgül ağırlıklarda üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri araştırılarak levha üretimine uygunluğu incelenmiştir. Pamuk saplarından hafif özgül ağırlıkta üretilen yongalevhaların izolasyon levhası olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Pamuk saplarından $0.60-0.70 \text{ g/cm}^3$ özgül

ağırlıkta üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek çıkmıştır [67, 68, 69, 70, 71].

Bir başka çalışmada kenaf bitkisinin yongalevha endüstrisinde kullanılabilme imkanları araştırılmış, hammadde yetiştirme bölgesi, yongalevha özgül ağırlığı, orta/dış tabaka yonga kullanım oranı ve presleme koşulları ile lifli kısmın teknik özellikler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir [72]. Xu ve arkadaşları (2003) kenafтан üretilen yongalevhaların mekanik özelliklerinin standartlarda belirtilen değerlerden yüksek olduğunu bildirmişlerdir [73].

Yang ve arkadaşları (2004)'na göre pirinç sapı kullanılarak üretilen yongalevhaların akustik ve elektrik izolasyon özellikleri yüksektir [74]. Bir başka çalışmada buğday saplarının çimentolu yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir [75]. Odun yongalarının keten lifleri ile karıştırılması sonucu yongalevhaların mekanik direnç özelliklerinde belirgin bir azalma kaydedilmiş, % 30 keten lifi ve % 70 odun yongası karıştırılarak üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri standartlara uygun bulunmuştur [76].

Khedari ve arkadaşları (2003, 2004) duryan kabuğu ve hindistan cevizi liflerinin karıştırılması sonucu üretilen yongalevhaların eğilme ve yüzeye dik çekme dirençlerinin standart değerlerin üzerinde olduğunu ve bu levhaların ısı yalıtım maksatlı kullanılabileceğini tespit etmişlerdir [77, 78]. Bambu yongalarının levha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir [79].

Nemli ve arkadaşları (2003) kivi budama artıklarının yongalevhanın orta tabakasinda odun yongaları ile % 50 oranında karıştırılabileceğini ve bu şekilde üretilen levhaların standartlara uygun mekanik özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir [80].

Yang ve arkadaşları (2003) pirinç sapı ve odun yongaları karışımı ile üretilen yongalevhaların ses ve ısı izolasyonu maksatlı kullanıma uygun olduğunu saptamışlardır [81]. Yapılan bir başka çalışmada hindistan cevizi kabuğunun çimentolu yongalevha üretimine uygun olduğu belirtilmiştir [82]. Aşma sapları kullanılarak üretilen yongalevhaların standartlara uygun mekanik özellikler taşıdığı bildirilmiştir [83].

Buğday ve mısır sapları vb. tarımsal artıklar yenilenebilir kaynaklar olmaları dolayısıyla yongalevha üretiminde değerlendirilebilirler. Bu konuda yapılan bir çalışmada % 70 buğday sapı ve % 30 oranında mısır sapı karıştırılarak metilen di izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların mekanik direnç özellikleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek çıkmıştır [84]. Grigoriou ve Ntalos (2001)

1.3.3.1.1. Üre Formaldehit

Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek molekülü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü oksijen ve hidrojenden elde olunmaktadır. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak amonyum karbominat meydana gelmekte buna amonyak ilave edildiği takdirde su ve üre maddeleri oluşmaktadır [90].

Tutkalın üretimi esnasında 5-5.5 pH'da bir reaksiyon vuku bulmaktadır. pH'ın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma, reaksiyonu durdurabilmektedir. Reçinenin % 40-60'ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı % 60-65'e çıkartılır. Katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir ve bunlarda dayanma süresi kısalmış başka bir deyişle sertleşme çabuklaşır. Hızlı bir sertleşme için katalizörlere gerek vardır.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, sertleşme hızının sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15-120 sn arasında bulunduğunu, yapışma direncinin yüksek, renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür [91]. Üre formaldehit, MDF ve yongalevha üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Dünya genelinde, üre formaldehit tutkalının % 70'inden fazlası orman ürünleri sanayiinde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; % 61 oranında yongalevha, % 27 oranında MDF, % 5 oranında kontrplak ve % 7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde değerlendirilmektedir [92]. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır [93, 94, 95, 96]:

- a. Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- b. Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- c. Suda çözünebilir.
- d. Kokusuzdur.
- e. Tutuşmaz.
- f. Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- g. Fiyatı ucuzdur.
- h. Çok iyi termal özelliklere sahiptir.

- i. Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- j. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- k. Formaldehit emisyonu yüksektir.

Üre formaldehit tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidrosimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimetilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır [93].

İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu kapsamaktadır. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla birlikte, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir [93].

- a. Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması
- b. İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması
- c. Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi
- d. Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması.

Genel olarak bakıldığında birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH: 8-9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (pH: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları arzu edilen viskoziteye ulaşmaya kadar devam etmekte, reaksiyon karışımı soğutularak nötrleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (% 60-65) ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademe ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir ($F/\dot{U}= 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/\dot{U} oranını istenilen seviyeye düşürmektedir.

Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan üre formaldehit için en iyi sertleşme 120 °C sıcaklık ve pH: 3-4 civarında gerçekleşmektedir. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondenze olmuş olan tutkal, çapraz bağlanma reaksiyonları ile düzgün bir film oluşturmaktadır. Reaksiyon tersinirdir. Gereğinden fazla ısı uygulaması üre formaldehit

tutkalının hidrolizine neden olabilmektedir. Preslemede gereğinden fazla ısı uygulanmamalı, preslemeden sonra üretilen levhalar soğutulmalıdır. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşecektir. Bu nedenle yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir [94, 95, 96].

Günümüzde, laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı problemleri beraberinde getirmektedir [97]:

1. Üre tutkalları ile muamele edilen dekoratif kağıtlarda yüzeylerde çatlama riski daha fazladır.
2. Suya ve dış hava koşullarına karşı direnci düşüktür.
3. 200 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda malzemede renk değişikliği yaratır.
4. Üre tutkalı ile üretilen malzemelerde formaldehit emisyonu daha fazladır.

Bu sakıncaları ortadan kaldırmak için aşağıdaki önlemler alınabilir [97]:

1. Üre tutkalının melamin tutkalı ile modifiye edilmesi gerekir. Karışıma; glycol, sorbite ve caprolactum gibi kimyasalların eklenmesi
2. Üre tutkalının akrilik içeren maddelerle modifiye edilmesi
3. Üre tutkalının su itici karışımlarla modifiye edilmesi
4. Formaldehit oranı düşük üre tutkalı kullanımı

Üre formaldehit tutkallarının yapısındaki amino metilen bağları hidrolize karşı hassastır. Yüksek bağıl nem ve sıcaklık koşullarında stabil değildirler. Su aynı zamanda üre formaldehit tutkalının degradasyonuna neden olmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının hidrolize karşı direncini artırmak için, tutkal hattında asitler veya asit bileşiklerinin kalmasına neden olan tutkalın asidik sertleşmesidir. Nötral bir tutkal hattı, hidrolize karşı daha iyi bir direnç gösterecektir. Sertleştirici miktarı daima arzu edilen sertleşme koşullarına (pres sıcaklık ve süresi) uygun olarak ayarlanmalıdır. Gereğinden fazla sertleştirici, sertleşmiş tutkalın kırılabilirliğine yol açmakta ve sertleşmiş tutkal hattında oldukça yüksek miktarda asit kalmaktadır. Bununla birlikte nötralleştirme işlemi sertleşme reaksiyonu tamamlanuncaya kadar gerçekleştirilmelidir, aksi halde sertleşme gecikebilir hatta önlenemez [97].

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60 °C ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. % 15-20'lik odun rutubeti 60 °C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu

hızlandırmaktadır. Bütün aminoplastik tutkallar fenolik veya polifenolik tutkalların aksine genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen tutkal hattında bazı renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu nedenle sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmekte veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmaktadır [97].

1.3.3.1.2. Fenol Formaldehit

Fenol formaldehit tutkalı alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle elde olunmaktadır. Bu tutkal sıcakta sertleşen reçineler grubuna girmektedir [91]. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

Formaldehit/fenol < 1 (1:1.6-1:2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine novalak adı verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Novalağa sertleştirici olarak paraformaldehit katılmaktadır [98]. Formaldehit/fenol > 1 (1.5-2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir.

Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Düşük sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilir. pH derecesinin değişmemesi gerekir. Fenolik tutkallar üre tutkallarından daha yavaş sertleşirler. Ayrıca daha yüksek pres sıcaklığı uygulamak gerekir. Katalizörler presleme süresini kısaltır. Tutkal sertleştikten sonra ısı ve kimyasal maddelere karşı direnç kazanır. Fenolik tutkallar yüksek molekül ağırlığındadır. Güçlü ve suya karşı dayanıklı yapışmalar sağlamaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ağacın rengini koyulaştırır, çok derine nüfuz eder ve kokusu uzun süre çıkmaz. Bu nedenle, tutkallama yapılan hacimde çok iyi havalandırma yapılmalı, eller sabunla yıkanmalı, koruyucu elbiseler giyilmeli ve fenol reçinesi teneffüs edilmemelidir [4]. Fenol formaldehit çok özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır.

Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesi ile emprenye edilmesi ve liflere nüfuz eden reçinenin basınç kullanılmadan sertleştirilmesi esasına dayanan "İmpreg" çok kullanışlı bir malzemedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 60-70'dir. Su iticiliği, kimyasal maddelere karşı direnci, biyolojik zararlılara ve ısı etkisine dayanımı normal ağaç

malzemenen yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı kalıp üretiminde ve elektrik kontrol donanımlarında kullanılmaktadır [99].

Fenol formaldehit tutkalı ile emprenye edilen kaplama levhalarının sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmasıyla "Compreg" adı verilen malzeme üretilmektedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 80-85 civarındadır ve su iticiliği yüksektir. Biyolojik zararlılara dayanımı, kimyasal maddelere ve yangına karşı direnci normal odundan yüksektir. Bu özellikleriyle kalıp, cıvata ve somun, dişli, uçak parçası, mekik, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır [99].

1.3.3.1.3 Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, çok iyi reaksiyona katılma gücüne sahip bir maddedir. Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1 mol'den az formaldehit ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir.

Resorsin formaldehit düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3,5-4,5 pH'lık bir ortamda yavaş, fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde oluşmaktadır. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır.

Resorsin tutkalları oldukça pahalı olmaları nedeni ile buna % 50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, fındık kabuğu, soya fasulyesi unu ve nişasta gibi maddeler katılmaktadır [90]. Saf olarak sadece özel amaçlar için kullanılır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehite ilave edilir. Protein ihtiva ettiğinden % 40-45 oranında mısır glutini kullanılabilmekte, tutkalın mekanik özellikleri ve dış hava şartlarına dayanıklılığı üzerine olumsuz etki yapmamakta buna karşılık suya, rutubete ve mikroorganizmalara karşı direncini azaltmaktadır [20].

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalına oranla daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir [91]. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış su şartlarında başarılıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkalanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılmasına uygundur [90].

1.3.3.1.4. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90-140 °C sıcaklıklarda herhangi bir sertleştirici madde katılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinde önce kömür 2000 °C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000 °C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamid'e dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamid meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında % 100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan tri metilol melamin meydana gelir. Kondenzasyon 5-6 pH ortamında oluşmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözümlenebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Püskürtme yöntemi ile soğuk suda çözülebilir hale getirilmektedir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edildiği takdirde toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir [4]. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajlı yanları vardır [90]:

- a. Suya karşı daha dirençlidir,
- b. Isı stabilitesi daha yüksektir,
- c. Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilirler.

Fenol formaldehit tutkalına ise parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar. Bu avantajlara rağmen en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. En önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Saf olarak kullanıldığı takdirde kaynamaya ve dış hava şartlarına çok dayanıklıdır. Üre formaldehit tutkalı ile % 25-75 oranında karıştırıldığında ise suya yeterince dayanıklı kalabilmektedir [90].

Melamin formaldehit tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırmada kullanılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı suya karşı üre formaldehit tutkalından daha dayanıklıdır. Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir [91].

Yongalevha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir [100]:

1. Reaktöre sırasıyla önce melamin sonra üre ve ikinci üre ilave edilmektedir (MÜÜ).
2. Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir (ÜÜM).
3. Reaktörde önce üre ve formaldehit reaksiyonu bunu takiben melamin ve daha sonra ikinci üre ilavesi gerçekleşmektedir (ÜMÜ).

Toplam formülasyon içinde düşük oranlarda melamin varsa ÜMÜ ve MÜÜ şeklinde üretilenler arasında performans bakımından belirgin bir fark yoktur. Melamin oranı % 50 kadar ise ÜMÜ formülasyonunun performansı MÜÜ formülasyonundan daha iyidir. Daha yüksek melamin oranlarında (% 60) MÜÜ formülasyonu ÜMÜ formülasyonundan daha iyi performansa sahiptir.

Melamin formaldehit tutkalı katalizörlü ve katalizörsüz toz halinde satılmaktadır. Su ile karıştırılarak oda sıcaklığında da uygulanabilirler. Sertleştirici katılmak suretiyle düşük sıcaklıklarda kısa sürede sertleşme sağlanabilir. Fakat bu tip tutkallar sertleştirici içermeyenlere oranla dış hava koşullarına karşı daha az dayanıklıdır. Saf haldeki tutkal beyaz renktedir. Bu tutkala dolgu maddesi ilave edilirse üre formaldehit tutkalına benzer bir renk elde edilebilir. Melamin formaldehit tutkalı için dolgu maddesi olarak genellikle ceviz kabuğu unu kullanılmaktadır. Dayanıklı ve renksiz tutkallama yapmak mümkündür [97].

Kontrplak ve yongalevha için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif kağıtların emprenyesinde kullanılanlardan oldukça farklı karakteristiklerde hazırlanmaktadır. Kağıt emprenyesinde kullanılan melamin formaldehit reçinesinin kağıt tabakasına penetrasyonu için viskozitesi daha düşük, katı madde oranı ise daha yüksektir. Buna karşılık kontrplak ve yongalevha için kullanılan melamin formaldehit reçineleri odun tabakasına daha düşük oranda penetrasyonunu sağlamak için genellikle daha viskozdur. Aksi halde yapıştırıcının bir kısmı odun içine penetre olarak yapışmaya katkı sağlamaz. Kağıt tabakalarının emprenyesinde istenen kağıda iyi bir penetrasyon ve hızlı sertleşme gibi karakteristikleri melamin formaldehit tutkalının hazırlanması sırasında bazı yöntemlerle sağlanabilir. Üretim sırasında metilol grupları oranının arttırılması veya

kondenzasyon derecesinin düşük tutulması ile kağıt tabakasının emprenyesine uygun melamin formaldehit tutkalı elde edilir [100].

Melamin formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından hazırlanmış olan melamin fenol formaldehit tutkalı bazı hususlarda üretildiği esas tutkallara göre daha iyi özelliklere sahiptir. Bu tutkalların hem sertleşmiş hem de sertleşmemiş durumdaki molekül yapılarının analizi melamin ve fenolün ön kondenzasyonunun oluşmadığını ve iki ayrı reçinenin bir arada bulunduğunu göstermiştir. Bunun nedeni, pH'ın bir fonksiyonu olarak fenolik ve melamin metilol gruplarının reaktifliğindeki farklılıktır. Bu tutkalların katı hali ikisinin bir ön polimeri değildir. Fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarının ayrı ayrı birbiri içine nüfuz eden ağ oluşumu bir polimer karışımı gibidir. Melamin formaldehit/fenol formaldehit karışımı Avrupa'da dış ortam kontrplaklarının üretiminde kullanılmaktadır [100].

1.3.3.1.5. İzosiyanat

Amino ve fenoplastik tutkallarda yapışma spesifik adhezyonla sağlanır. Halbuki di izosiyanat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı pahalı olup, su ihtiva etmemekte ve tutkalın tümü yapıştırıcı madde olarak kullanılabilir. Rutubete dayanıklılığı bakımından, fenol formaldehit ile eşdeğer, yapışma direnci ise daha yüksektir. Alüminyum ve çelik malzemeye yapışması, transportör ve preslerde sorun oluşturur [4, 20]. Yapılan bir araştırmada etil metilen di fenil izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri, polimetilen di izosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur [101].

1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar (polivinil asetat, polivinil klorür), ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen ve soğutulduklarında yeniden sertleşen tutkallardır. Bu tür tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, odunu lekeleme kusuru olmaması ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özellikleri yanında, 70 °C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncaları vardır [4].

Polivinil asetat tutkalı (PVA) su, kömür, kireç ve sirke asitinden üretilir. Kok kömürü ile sönmüş kireç elektrik fırınlarında kızdırılarak karpit haline dönüştürülür. Karpite su etki ettirilerek asetilen gazı elde edilir. Asetilen ile sirke asidi, vinil esteri meydana getirirler. Vinil ester moleküllerine monomer adı verilir. Bu küçük moleküller, istenilen molekül ağırlığı basamağına erişilinceye kadar birbirlerine bağlanabilirler. Binlerce monomer birleşerek polimerleri oluştururlar. Bu kimyasal olaya polimerleşme denilir. Polimerleşme, aynı veya benzer moleküllerden bir çoğunun, molekül ağırlığı yüksek olan yeni ve büyük bir molekül vermek üzere birleşmeleridir. Vinil ester, açıklanan yöntemle polimerleştirilerek polivinil asetat (PVA) elde edilir. Polimerleşme olayı yönlendirilebilir. Değişik kimyasal yapıda polivinil asetat yapay reçineler elde edilebilir. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı gereci olarak yumuşatıcı, sertleştirici, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır. Buna göre piyasada amaca bağlı olarak üretilmiş iki polivinil asetat tutkalı bulunur [102].

Polivinil asetat montaj tutkalı koyuca kıvamda üretilmiş bir tutkal türüdür. Montaj tutkalı; zıvanalı, kavelalı, dişli birleştirmelerde, mobilya üretiminde masif parçaların yapıştırılmasında, dekorasyon elemanlarının montaj ve tutkallanmasında, yapay reçine kaplamalarının yapıştırılmasında kullanılır. Birleştirmelerde iki tarafa sürülmesi halinde, inceltilmesi (sulandırılması) yerinde olur. Montaj tutkalı en olumlu sonucu 20 °C'de verir. Sıcaklığın artması pres zamanını kısaltır. Sıkıştırma basıncı yumuşak ağaçlarda 2-3 kg/cm², sert ağaçlarda 5-6 kg/cm² arasında değişir. Montaj tutkalı ile yapıştırılan iş sıcaklığa bağlı olarak en az 30 dakika sıkılı kalmalıdır. Süre uzatılırsa tutkalın bağlanma gücü artar. Bu sürenin saptanmasında üretici firmanın tavsiyesine uyulmalıdır [15].

Kutu mobilya üretiminde, parçaların montajında bir yöntem, parçaların verniklenmesinden sonra montaj edilmesidir. Bu durumda yapıştırıcının vernikli katmanı eriterek içeriye nüfuz etmesi gerektiğinden, bu tür işleri normal polivinil asetat tutkalı ile yapmak sakıncalıdır. Normal polivinil asetat tutkalı, bir tarafı vernikli iki yüzeyi yeterli sağlamlıkta birbirine bağlamaz. Bu durumda verniklenmiş işlerde kullanılan vernik tutkalı uygundur. Vernik tutkalı, vernik katmanında yüzeysel bir çözünme yaparak, iki parçanın birbirine yapışmasını sağlar. Tutkallanacak iki parçanın vernikli olması halinde de yapıştırma gerçekleştirilebilir. Ancak bu durumda, presleme zamanının arttırılması gerekir [15].

Polivinil asetat tutkalının bir diğeri türü; polivinil asetat kaplama tutkalıdır. Normal PVA tutkalı ile yapıştırma yapmanın bazı sakıncaları vardır. Özellikle tutkalın yüzeye kusması halinde düzgün ve dengeli bir üst yüzey işlemi yapılamaz. Bazı yapay reçine vernikleri (polyester) yüzeyde kusurlu katman oluşturur. Preslemede yüksek sıcaklık uygulanamaz, rutubete karşı dayanıklı değildir. Bu nedenle; özel kaplama tutkalı kullanılarak, tutkalın yüzeye çıkması önlenir ve preslemede yüksek sıcaklıklar kullanılabilir.

Normal PVA tutkalı da kaplama tutkalı olarak kullanılabilir. Ancak, aşağıdaki reçeteye göre hazırlanmalıdır [15]:

1 kg PVA tutkalı, 100-300 gr tebeşir tozu veya un, 100-300 gr su.

Katkı maddeleri önce su ile macun halinde karılır ve sonra su ile karıştırılır. Kullanımı kolaydır. Sertleştirici kullanılmaz. Yüzeyle yayılımı ve temizlenmesi kolaydır. Preslemede düşük basınçlar uygulanabilir. Yapıştırılacak malzeme ve ortam sıcaklığının 10-20 °C, bekleme süresinin 150 g/m² için 6-8 dakika, 200 g/m² için 10 dakikayı geçmemesi, 50 °C sıcaklıktaki presleme süresinin 150 g/m² için 12 dakikayı geçmemesi gerekir.

Asetilen ve asetik asitten üretilen PVA tutkalının polimerizasyonu kolay ve maliyeti düşüktür. Ahşap ve ahşap kökenli malzeme yapıştırılmasında solvent (inceltici) olarak sudan faydalanılır. Diğer malzemelerin yapıştırılmasında, düşük kaynama noktasına sahip alkol, ester ve keton gibi diğer solventler kullanılır. Sertleşme tamamen fizikseldir. Sertleşme esnasında, solvent (su) ahşap tarafından emilir ve buharlaşır. Sertleşen katman renksizdir. Kullanım kolaylığı, bu türlerin en önemli avantajıdır. Sertleştirici kullanılmaz. Yüzeyle kolay yayılır ve temizlenmesi kolaydır. Fırça, rulo ve silindirik tutkal sürme makinesi ile uygulanabilir. Preslemede düşük basınçlar kullanılabilir. Kuru dayanımı yeterli olup, sürekli yük için uygun değildir. Soğuk sıkılır. Sıcak preslemede mümkündür. Bu tutkallar yongalevha üretiminde önemli değildirlir [15].

1.3.3.3. Doğal Tutkallar

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, sıcakta sertleşen kan albümini gibi tutkallar ve tanen, sülfat atık suyu, soya fasulyesi tutkalı gibi bitkisel yapıştırıcılar kullanılmaktadır [20].

Doğal tutkallar, yongalevha endüstrisinde son derece düşük bir oranda kullanılmaktadırlar. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfite atık suyu ve ligninin yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve bu sanayi dalında kullanılabileceği saptanmıştır [103, 104, 105]. Yapılan bir araştırmada soya fasulyesi tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türlerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir [106]. Mo ve arkadaşları (2001) soya ve metilen di izosiyanat tutkalı kullanarak üretilen yongalevhalarda izosiyanat tutkalının mekanik direnç özellikler bakımından daha uygun sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir [107]. Yapılan araştırmalar sonucu kabuk tanenlerinin yongalevha üretiminde yapıştırıcı madde olarak kullanılabilceği bildirilmiştir [108, 109, 110].

Glutin tutkalı daha çok el sanatlarında ve tabakalı ağaç malzemelerde kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan yapıştırma özelliğindeki iskelet albümin maddesi oluşturmaktadır [20].

Kan albümini, kan serumu içinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bu tutkalın hammadde kaynağı mezbahalardır. Açık, esmer ve siyah renkte olmak üzere üç çeşit kan albümini vardır. Bunlardan açık ve esmer renkte olanı gıda, deri ve kağıt endüstrisinde, siyah renkte olanı ise kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak değerlendirilmektedir [20].

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Hem asit hem de bazlarla tuzlar meydana getirmektedir. Kazein tutkalının küf ve mikroorganizmalar etkisiyle meydana gelen bozulmasını önlemek için % 3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır. Kullanım sırasında ağaç malzeme rutubetinin % 5-8 olması arzu edilir [20].

Tanen olarak bilinen doğal polifenoller odun ve kabuklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilmekte ve açık hava şartlarında kullanılacak yongalevha üretimine uygun olmaktadır. Sülfite atık suyu, selüloz üretimi sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfite atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında yongalevhalarda suya dayanıklı bir yapışma sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yongalevha üretiminde yapıştırıcı madde olarak

kullanılmaktadır. Bu konuda ilk çalışmalar 1950 yıllarında başlamış ve sentetik tutkalların pahalılaşmasına paralel olarak yoğunlaşmıştır [20].

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından sonra elde edilir. Kontrplak endüstrisinde soğuk ve sıcak yöntemler uygulamak suretiyle kullanılabilir [20]. Pan ve arkadaşları (2005)'na göre piriç çeltiğinden elde edilen tutkal polimerik metilen di fenil di izeosiyanat ile birlikte yongalevha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşımaktadır [111].

1.3.3.4. Anorganik Tutkallar

Bunlar; çimento, alçı ve mağnezit olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve Portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir [20].

1.3.4. Katkı Maddeleri

Yongalevha endüstrisinde, sentetik reçinelere ilave edilmek sureti ile kullanılan katkı maddeleri; preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler [15].

1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler

Yongalevha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişiklik göstermektedirler. Üre formaldehit, fenol formaldehit ve melamin formaldehit reçinelerinin sertleştirilmesinde kullanılanlar ve kullanma şartları aşağıda açıklanmıştır.

Üre formaldehitin kullanımında, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat ilave edilmektedir [15, 20].

Suda çözünebilen fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135-155 °C arasında olması gerekmektedir. Fakat, sertleştirici kullanmak sureti ile sertleşme

hızlandırılabilirdi gibi sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat karıştırılabilir [15, 20].

Melamin formaldehit, 90-140 °C'de ki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.

1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler

Yongalevhelerde tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.3-0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5-1 oranında parafin kullanılmaktadır. Özellikle, % 0.2-0.3 oranında parafin kullanılması durumunda, levhanın şişme özelliklerinde dikkate değer bir azalış olduğu ve mekanik özelliklerde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir [4]. Papadopoulos ve Gkaraveli (2003)'e göre proponik anhidrit kullanımı yongalevhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır. Fakat bu uygulama yüzeye dik çekme direnci üzerinde olumsuz etki yaratmıştır [112]. Yusuf (1996) odun yongalarının su buharı ile muamelesinin yongalevhanın boyutsal stabilizasyonu arttırdığını bildirmiştir [113]. Unchi (1996)' e göre odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde olumlu yönde rol oynamaktadır [114].

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

Yongalevhelerde, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır [115]. Yanmayı önleyici madde olarak ise; borat, çinko, arsenik, bakır, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler tercih edilmektedir [4]. Yapılan bir araştırmada yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir [116]. Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bu maksatla [22]:

1. Yongalevhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.

2. Koruyucu madde tutkal çözeltisine karıştırılır.
3. Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
4. Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.
5. Levha üretildikten sonra emprenye işlemi, püskürtme veya sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır.

1.4. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği

Odonlar, çürümeleri önlemek için 30 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutulmalıdır. Depolarda, yangına karşı gereken önlemler alınmalıdır. Depo zemininin temiz ve bakımlı olması gerekmektedir [117].

Yongaların hazırlanmasında ilk işlem kabuk soymadır. Bu işlem, elle veya makine ile yapılır. Özellikle dış tabakalarda kullanılacak yongalar için kabuk soyma zorunludur. Levhaların, dış ve orta tabakalarında kullanılan yongalar farklı fiziksel yapıdadırlar. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilirler. Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bunlara, kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denmektedir. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde üretime uygun hale getirilirler. Bu yongalar, genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, ince yongalama makinelerinde isteğe bağlı olarak küçültülebilirler [4, 15, 20].

Kaba yongalama makineleri, genellikle kereste endüstrisi artıklarının yonganmasında kullanılmaktadır. Bu makinelerden elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında değişmektedir. Bu amaçla, silindir veya diskli kaba yongalama makineleri kullanılmaktadır. Odonlar, ya liflere dik olarak ya da 45°'lik açı yapacak şekilde kesilirler [15].

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemine normal yongalama denilmektedir. Genişlik sınıflandırması yoktur.

Normal yongalama için, diskli ve silindirik yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli levha üretimi için yonganın her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15-0.25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0.3-0.5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden bir çok faktör vardır. Bunların bir kısmı kullanılan hammadde ile, bir kısmı uygulanan teknoloji ile bir kısmı da makinelerin durumu ile ilgilidir [4].

Yongalevha üretiminde, levhanın presten çıktıktan sonraki rutubetine bağlı olarak, yongaların % 3 - % 6 rutubete kadar kurutulması gerekir. Kurutma makinelerine sevk edilen yongaların rutubetleri, genellikle % 35 - % 120 arasında değişmektedir. Presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması istenmektedir [4]. Yongaların kurutulması; ağaç türüne, yonga boyutlarına, özellikle yonga kalınlığına, özgül ağırlığına ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Ayrıca kurutma makinesinin tipi ve çalışma sisteminin de kurutma üzerine büyük etkisi vardır. Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlıdır. Yonga kalınlığının artmasına bağlı olarak kuruma süresi uzamakta, yapraklı ağaç yongaları, iğne yapraklı ağaç yongalarına oranla daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duymaktadır. Değişik tipte kurutma makineleri olmakla birlikte, bunlar arasında döner silindirik kurutucular, çok bantlı kurutucular, kontak kurutucular ve boru demetli kurutucular önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğal gaz, propan, fuel-oil ve zımpara tozu kullanılmaktadır. Yongaların kurutulma süresi çok kısa olduğu için, kurutucu içinden çok çabuk geçirilmelidirler. Rutubet miktarı bakımından kurutulacak hammaddeler arasında büyük farklılıklar varsa, bunlardan elde edilen yongalar ayrı kurutulmalıdır [118].

Yongalama makinesinde, heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Yongalar kurutulduktan sonra, toz ve küçük parçacıkların uzaklaştırılması gerekir. Eğer bu materyaller ayrılmazsa, liflerin kısa ve zayıf olmasından dolayı levhanın direnci düşecektir. Çok kaba yongalarında tekrar ufalanmak üzere ayrılması gerekir. Kaba yongaların dış tabakalarda kullanılması yüzey düzgünlüğünü azaltır, orta tabakada kullanılması durumunda ise porozite artacağından daha sonra yapılacak olan kenar kaplama işlemini olumsuz yönde etkileyecektir [118]. Bunun için iki sistem mevcuttur [4]:

- a. Yongaların içinde bulunan çok kaba ve çok ince kısımların uzaklaştırılması.
- b. Yongaların, boyutlarına göre arzu edildiği kadar gruplara ayrılması.

Toz ve çok kaba yongalar ayrıldıktan sonra geriye kalan kullanılabilir yongalar tekrar ince ve kalın yongalar olmak üzere ikiye ayrılırlar. İnce yongalar levhanın yüzey tabakalarında, kalın yongalar ise orta tabakada kullanılmaktadır. Çok kaba yongalar ufalanmak üzere tekrar değirmenlere gönderilirken, toz ve ince parçalar yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir.

Yongalevha fabrikalarında; yaş, kuru ve tutkallanmış yongaları depolamak için silolar kullanılmaktadır. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon siloları olmak üzere üçe ayrılmaktadır [20].

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmamalıdır. Bu sebeple, transport seçiminde yongaların ağırlık, hacim ve rutubet gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir [4, 15].

Yongalevha üretiminde, m²'ye 2 gr kuru tutkal kullanılması öngörülmektedir. Tutkallama için hava girdaplı enjektörler, yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörü, tutkallama silindirleri ve vantilatörler kullanılmaktadır. Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir. Tutkal çözeltisi hazırlanırken, üretici firmanın önerilerine uyulmalıdır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Yüzey tabakalarında kullanılan yongalar ince ve spesifik yüzey alanları daha fazla olduğu için daha fazla tutkal kullanılmalıdır. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması, bütün yonga yüzeylerinin tutkalla kaplanması için büyük bir önem arz etmektedir. Orta ve yüzey tabakalarında kullanılan tutkalın reçetesi farklılık göstermektedir. Orta tabakanın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edilirken, yüzey tabakalarından sıcak prese varmadan önce ön sertleşme olmaması için daha az miktarda sertleştirici katılmalıdır. Yüzey tabakalarındaki rutubet miktarının orta tabakadan yüksek olması için, yüzey tabakalarında kullanılacak tutkala daha fazla su ilave edilebilir [118].

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bu depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesinde kullanılmaktadır. Homojenleştirme depolarından tutkallı yongalar lastik bant ve tırmıklı taşıyıcılar vasıtası ile serme makinelerinin ilgili silosuna taşınmaktadır.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Dökme sistemi Novopan sistemi olarak bilinmektedir. Üç tabakalı yongalevha üretimi için en az üç adet serme başlığına gerek vardır. Bunlardan ikisi alt ve üst tabakaları, diğeri ise orta tabakanın serilmesinde kullanılmaktadır. Rüzgarlama sisteminde düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek, yüzey ağırlığı az olan yongalar daha uzağa, çok olanlar ise daha yakına olacak şekilde serme başlığının altındaki sonsuz bant veya transport saclarının üzerine düşerler. Taslağın diğeri yanının oluşması için birincisine aksi yönde hava püskürtülür. Böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeylere doğru kalın yongadan daha ince yongalara doğru kademesiz sürekli bir geçiş vardır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı tutkallandıktan sonra uygun ortamlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sistem, Bison serme sistemi olarak adlandırılır. Savurma sistemi Behr-Himmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bison sisteminden tek farkı hava akımı yerine yongalar bir silindir tarafından fırlatılmakta ve savrulmaktadır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar yakına düşmektedir. Levhanın diğeri yanının oluşması için birincinin aksi yönde savurma yapılmaktadır. Levha taslağı, serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir.

Yongalevha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15-20 kg/cm² arasında değişmektedir. Okal tipi yongalevha üretiminde soğuk presleme uygulanmamaktadır. Yongaların soğuk preslenmesinin amaçları aşağıda açıklanmıştır:

1. Orta ve yüzey tabakaları birbiri ile daha iyi kenetlenir.
2. İnce yongaların sarsıntı sonucu taslak tabanına kayması önlenir.
3. Sıcak preslerde pres plakalarının açılma yükseklikleri daraltılmış ve ısı kaybı ile pres kapanma süresinden tasarruf edilmiş olur.
4. Serme sırasında meyilli yer alan yongalar soğuk presleme sonucu kısmen düz duruma getirilir.

Yongalevha taslağı, levha özelliğini sıcak preslerde kazanır. Tesisin kapasitesi sıcak prese bağlıdır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisi ile yongalar plastikleşir stabil ve istenilen kalınlıkta bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı,

süresi ve basıncı yongalevha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Sıcak presler fasıllı ve fasılasız olmak üzere ikiye ayrılır. Fasıllı presler tek katlı ve çok katlı olabilirler. Tek katlı preslerde presleme periyodunda bir adet levha preslenirken çok katlı preslerde bu sayı 4-22 arasında değişmektedir. Pres sacları kullanılan presleme sistemlerinde taslak metal saclar, elekli bantlar veya çelik bantlar ile sıcak prese taşınmaktadır. Pres sacı kullanılmayanlarda ise taslak sonsuz bant üzerinde taşınarak prese iletilmektedir. Sıcak preslemede uygulanan basınç levha özgül ağırlığı ve taslak kalınlığına göre $20-35 \text{ kg/cm}^2$ 'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak $150-220 \text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişmektedir. Presin kapanma süresinin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek orta tabakanın ise daha düşük özgül ağırlıkta olmasına neden olur. Presleme koşullarının yetersiz olması levhalarda patlamaya sebep olmaktadır [118].

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalı, soğutma presi veya soğutma yıldızları kullanılarak soğutulurlar. Üre formaldehit ile üretilen levhalar aralarına lata konularak, fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar ise latasız üst üste istif edilmektedir. Soğutulan levhaların dört yanı birbirine dik olarak kesilip belli genişlik ve uzunlukta yongalevhalar elde edilir. Daha sonra, zımparalama makineleri kullanılarak yongalevha yüzeylerindeki kalınlık hataları giderilerek mobilya üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce düzgün ve en az pürüzlü yüzeyler elde edilir. Bundan sonra, levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı $18-24 \text{ }^\circ\text{C}$, bağıl nemi % 60-65 olmalıdır.

1.5. Yüzey Pürüzlülüğü

Odun anizotropik bir yapıya sahiptir ve anatomik yapısından dolayı kendine has özellikleri vardır. Odunun işlenmesi sırasında odun hücreleri kesilerek trahe, paranzim, porlar, lifler, reçine kanalları vb. elemanların boşlukları açığa çıkarılır. Bu boşlukların boyutları ağaç türüne ilkbahar ve yaz odunu alanlarına ve kesit şekline (enine, teğet ve radyal) bağlıdır. Odun yüzeylerinin pürüzlülüklerine sayısal olarak ifade edilmesinde R_a (ortalama pürüzlülük değeri), R_{max} (en büyük pürüzlülük değeri) R_z (on noktanın ortalama pürüzlülük değeri) parametrelerinden faydalanılmaktadır. R_a , pürüzlülük profili boyunca profil ortalama çizgisinden sapsmalarına ilişkin tüm değerlerin aritmetik ortalamasıdır. R_{max} , ortalama profil çizgisine göre en yüksek tepe ile en derin çukurun

toplamını ifade etmektedir. Rz ise pürüzlülük profil uzunluğu boyunca yer alan en yüksek beş tepe ve en derin beş çukurun ortalama değerlerinin toplamıdır [119].

Genel olarak yumuşak odunların yüzeyleri sert odunlardan daha pürüzlüdür. Budaklar, lif kıvrıklıkları pürüzlülüğü artırıcı yönde etki etmektedir [120]. Yapılan araştırmalara göre kaplama soyma sıcaklığının artması yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkilemekte, geniş yıllık halkalar daha düzgün yüzeyler sağlamaktadır. Biçilmiş kerestelerde ise yıllık halka genişliği arttıkça yüzey kalitesi düşmektedir [119, 121]. Yüzey pürüzlülüğü üzerinde ağaç türü etkili olmaktadır. Kaplama kurutma sıcaklığının artması yüzey pürüzlülüğünü artırmaktadır [122, 123]. Zımparalama İşleminin Liflere paralel yönde yapılması lifler dik yönde yapılmasına göre daha az yüzey pürüzlülüğü oluşturmuştur [120]. Zımparalama işleminde kullanılan araçlarında yüzey pürüzlülüğünün değişimine etkisi vardır. Zımparalama da yüzeyde oluşan pürüzlülüklerin büyüklüğü; zımpara numarası, makine besleme hızı ve kesici derinliğine göre farklılık göstermektedir [124].

Ağaç malzemenin kesilme yönü yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Ağaç malzemenin liflere dik yönde işlenmesi ile liflere paralel yönde işlenmesine göre daha pürüzlü yüzeyler elde edildiği belirtilmiştir [120]. Bu yönde yapılan bir çalışmada teğet kesitlerde radyal kesitlere göre daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir [125].

Nemli ve arkadaşları (2005) yaptıkları bir araştırmada yongalevha da dış tabaka yonga kullanım oranı, levha özgül ağırlığı ve pres basıncının artırılmasının yüzey pürüzlülüğünü iyileştirici yönde etki yaptığını saptamışlardır [126]. Hızıroğlu ve Holcomb (2005)'e göre yongalevha üretiminde kullanılan tutkal miktarının artırılması yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmektedir [52]. Yapılan bir araştırmada, kaplama levhalarının borik asitle muamelesinin yüzey pürüzlülüğünü artırdığı bildirilmiştir. Kullanılan yanmayı önleyici kimyasal madde konsantrasyonunun yükseltilmesi yüzey pürüzlülüğü üzerinde olumsuz bir etki yapmıştır [127]. Yongalevha üretiminde pres kapanma süresinin 45 sn'den 36 sn'ye düşürülmesi yüzey pürüzlülüğü üzerinde olumlu bir etki yapmıştır. 18.2 mm kalınlığındaki yongalevhaların yüzey pürüzlülük değerleri, 17.9 mm kalınlıktakilere göre daha düşük çıkmıştır [128].

Hızıroğlu ve Kosonkorn (2005) okaliptus ve kauçuk odunlarından liflevhalar üretmiş ve okaliptus levhalarının kauçuk odunu levhalarına göre daha düzgün yüzeylere sahip olduklarını tespit etmişlerdir [129]. Yapılan bir başka araştırmada; lif levhanın yongalevhaya göre daha düzgün yüzeylere sahip olduğu belirlenmiştir [130]. Akbulut ve

Koç (2003)' e göre MDF özgül ağırlığının artırılması ve levha sıcaklığının 40 °C'den 25 °C'ye düşürülmesi yüzey pürüzlülüğünü azaltmıştır [131]. Yongalevha üretiminde pres süresinin uzatılması yüzey düzgünlüğünü artırmaktadır [56]. Yapılan bir başka araştırmada okaliptus odunlarının ısı işleme tabi tutulmasında artan işlem sıcaklığı ve süresine bağlı olarak yüzeylerin düzgünleştiği bildirilmiştir [132]. Aydın ve Çolakoğlu (2005)' na göre 110 °C sıcaklıkta kurutulan kaplamaların pürüzlülük değerleri, 20 °C'de kurutulanlarınkine göre daha yüksektir [133]. 52 °C sıcaklıktaki tomruklardan soyulan kaplamalar, 32 °C sıcaklıktakilerden daha düzgün yüzeyler göstermiştir [134]. Aydın (2004)' e göre fırında kurutulmuş kaplamalar, açık havada kurutulanlara göre daha pürüzlü yüzeylere sahiptir [135]. Dış hava koşullarına maruz bırakılma süresi arttıkça kızılğaç ve çam odunlarında pürüzlülük artmıştır [136].



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; yongalevha da özgül ağırlık profili ile teknolojik özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş, pres çeşidi, soğuk pres basıncı, hammadde rutubeti, ağaç türü ve parafin kullanımının yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ile yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Bu amaçla, Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi'ne ait yongalevha fabrikasında 18mm kalınlıkta ve 280x210 cm boyutlarında yongalevhalar üretilmiştir. Üretilen bu levhalardan 75x195 cm boyutlarında örnekler kesilmiştir. Her levha grubundan alınan üçer adet levha üzerinde standartlara uygun denemeler gerçekleştirilmiştir.

Fabrikada üretilen levhalar hava sızdırmayacak şekilde paketlenildikten sonra KTÜ Orman Fakültesi laboratuvarına nakledilmiştir. Denemelerin yapılacağı standart boyutlardaki örneklerin seçiminde tesadüf metodu uygulanmıştır. Standartlarda verilen boyutlarda hazırlanan örnekler numaralandırılmış ve TS 642 standardına uygun olarak 18-22 °C sıcaklık ve % 60-70 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmıca kadar bekletilmiştir [137].

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde fabrikanın üretim şartlarına bağlı kalınarak kayın, çam, meşe ve kavak odunları karışım halinde kullanılmıştır.

2.1.2. Tutkal

Yongaların tutkalanmasında, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabaka için % 10.5, orta tabaka için ise % 8.5 oranında tutkal kullanılmıştır. Üre formaldehit tutkalının katı madde oranı % 60'a düşürülmüştür. Bu amaçla üretici firmadan sağlanan üre formaldehit tutkalının özelliği aşağıda verilmiştir:

Tipi	Poliüre-2265
Görünüş	Temiz, beyaz, sıvı
Katı madde oranı	% 65
Özgül Ağırlık	1.265g/cm ³ (20 °C)
Viskozite	200-400 cps (20 °C)
pH	7.5-8.5 (20°C)
Serbest formaldehid	% 0.20 max.
Jelleşme süresi	45-60 sn. (20 °C)
Depolama süresi	45 gün (25 °C)
Formaldehid/Üre mol oranı	1.22

Yüzeye dik çekme direnci örneklerinin kalınlık takozlarına yapıştırılmasında kullanılan polivinil asetat tutkalının özellikleri aşağıda verilmiştir.

Rengi	Beyaz
Özgül Ağırlık	1.1 g/cm ³ (20 °C)
Viskozite	160-200 cps (20 °C)
Bekletme süresi	0-15 dk . (20 °C)
Pres basıncı	2-5 kg/cm ²
Pres süresi	5-15 dk (20 °C)
Jelleşme süresi	15 dk.

2.1.3. Hidrofobik Madde

Levhaların kalınlık artışı azaltmak için katı madde oranı % 32 olan beyaz renkli parafin emülsiyonu kullanılmıştır. Parafin emülsiyonunun özellikleri aşağıda belirtilmiştir:

Katı Madde Oranı	% 32
Özgül Ağırlık	0.95 g/cm ³ (20 °C)
pH	7.5 (20 °C)

2.1.4. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde, amonyum klorürün % 20'lik sulu çözeltisi kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

Kaba yongalama makinesi özelliklerine uygun olarak çapları 40 cm'den küçük yuvarlak odunlar yongalamaya alınmıştır. Kaba yongalar ince yongalama işlemi için Pallman değirmenlerine taşınmıştır.

Yongaların arasında bulunabilecek metal parçacıklar, taş ve kum gibi yabancı maddeler ince yongalama makinesi girişinde bulunan mıknatıs yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Kaba yongalar Pallman değirmenlerinde 0.65 mm kalınlığa kadar inceltirilmiştir. Yongalar, istenilen kalınlığa gelince, bıçaklar arasından aşağıya düşerek makinenin altındaki zincirli taşıyıcı ile kurutma silosuna taşınmıştır. Yongalar kurutucu giriş sıcaklığı 290 °C ve çıkış sıcaklığı 110-135 °C olan döner tamburlu kurutucuda % 1 rutubete kadar kurutulmuşlardır.

Yongaların tasnif edilmesi için iki sistem kullanılmıştır. Öncelikle yongalar sarsıntılı elekten geçirilerek mekanik eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. 1 mm²'den büyük boyutlu yongalar pnömatik sisteme, boyutları 1-0.25 mm² arasında olan yongalar dış tabaka yonga silosuna, 0.25 mm²'den küçük olanlar ise yakıt olarak kullanılmak üzere yakma tozu silosuna gönderilmiştir. Daha sonra pnömatik sisteme gelen yongalar yüzey ağırlığı esasına göre tasnif edilmişlerdir.

Sürekli preste sıkıştırılacak yongaların serilmesinde orta tabaka yongaları için mekanik, dış tabaka yongaları için ise havalı serme sistemleri uygulanmıştır. Preslemede, 220 °C sıcaklık 155 sn. pres süresi uygulanmıştır. Yongalevhalarda hedeflenen özgül ağırlık 0.690 g/cm³ ve dış / orta tabaka yonga kullanım oranı % 33/67 'dir.

Presten çıkan levhalar yıldız soğutucuya taşınmıştır. Bu kısma yerleştirilen levhalar bir tur attıktan sonra ebatlamaya gönderilmiştir. Burada daire testere makineleri yardımıyla istenilen boyutlara ayrılmışlardır. Ebatlama ünitesinden çıkan yonga levhalar forkliftlerle zımpara makinesine taşınmıştır. Deneme levhalarının zımparalanmasında 40,60 ve 80 nolu zımparalar kullanılmıştır. Her deneme levhasından üçer adet olmak üzere toplam 36 adet levha üretilmiştir. Üretimi gerçekleştiren deneme levhası tipleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Pres Çeşidi	Soğuk Pres Basıncı kg/cm ²	Sıcak Pres Basıncı kg/cm ²	Hammadde Rutubeti %	Yonga Rutubeti (Dış-Orta) %	Dış Tabaka Ağaç Cinsi	Parafin Kullanımı
1	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	55	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
2	Sürekli	7.5	33 ^a -14 ^b	55	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
3	Sürekli	20	33 ^a -14 ^b	55	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
4	Sürekli	15	25 ^a -19 ^b	55	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
5	Sürekli	15	40 ^a -9 ^b	55	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
6	Bison	-	25	55	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
7	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	55	3-1	Karışık ^c	Dış+Orta
8	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	55	1-1	Kavak	Dış+Orta
9	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	55	1-1	Meşe	Dış+Orta
10	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	20	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
11	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	80	1-1	Karışık ^c	Dış+Orta
12	Sürekli	15	33 ^a -14 ^b	55	1-1	Karışık ^c	Orta

Not: ^a – Pres Giriş Basıncı, ^b - Pres Çıkış Basıncı, ^c - % 40 kayın, % 30 çam, % 25 kavak, % 5 meşe.

2.3. Araştırma Yöntemi

Deneme levhalarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Özgül Ağırlık Profili

Yongalevha numunesinden sağ, orta ve sol köşeden 50x50 mm boyutlarda üç adet örnek alınmıştır. Örnekler aralarına alüminyum levhalar konularak D x P 200 X-Işını özgül ağırlık profili ölçme makinesine yerleştirilmiştir. Ölçümler makinede otomatik olarak gerçekleştirilmiştir [138].

2.3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [139]. Rutubet miktarının belirlenmesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan yararlanılmıştır. 50x50 mm boyutlarında hazırlanan 30 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiş ve 101-105 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m= Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m₀= Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır [140]. Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ± 0.01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2, 24, 48 ve 72 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA);

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

e_y= Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

e_k= Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

2.3.2. Mekanik Özellikler

2.3.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak yapılmıştır [141]. 400x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anında itibaren 1-2 dak. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci;

$$\sigma_e = \frac{3xFxL}{2xbxd^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L= Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü EN 310 (1993) standardına uyularak belirlenmiştir [141]. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen 30 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg duyarlıkla belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E):

$$E = \frac{FxL^3}{4x\Delta exbd^3} \text{ kg/cm}^2 \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

Δe = Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

2.3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'da belirlenen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [142]. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşuncaya kadar bekletilen örneklerin boyutları 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkallı kullanılmıştır. Kayın takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış, sıkıştırma süresi bir gün olarak belirlenmiştir. Kırılmaları levha yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci;

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{\max}}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F_{max}= Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A= Örnek enine kesit alanı (cm²)

2.3.3. Yüzey Pürüzlülüğü

Deneme levhalarının yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesinde Mitutoyo SurfTest SJ-301 cihazı kullanılmıştır. Pürüzlülük ölçümleri DIN 4678' de belirtilen esaslara göre yapılmıştır.

Ölçümler yapılmadan önce tüm levhalar klimatize edilerek rutubetleri dengelenmiş, böylece rutubet miktarının yüzey pürüzlülüğü üzerine olan etkisi önlenmiştir. Daha sonra 50x50 levha kalınlığı (mm) ebatlarında örnekler hazırlanmıştır. Ölçümler için her levha grubuna ait 10'ar örnek kullanılmıştır. Örnekler üzerinde zımparalama yönüne dik ve

paralel 20 ölçüm yapılmıştır. Bu örnekler üzerinde Rz pürüzlülük değerleri ölçülerek ortalamaları hesaplanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde; çapı 10 µm olan 90° açılı elmas uçlu bir tarama detektörü kullanılmış ve kesme uzunluğu (sınır dalga boyu) $\lambda_c = 2.5$ mm, örnekleme uzunluğu ise 12.5 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 0.5 mm/sn hızla gerçekleştirilmiştir [119].

2.4. İstatistik Yöntemler

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla bir faktör iki örneklemede uygulanan t-testi ile ortalama değerler karşılaştırılmıştır. İki'den fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans, iki faktör ve ikiden fazla örneklemede ise çoğul varyans analizleri kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır [143].

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Özgül Ağırlık Profili

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık profili değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık profili değerleri (kg/m³)

Levha Tipi	Max. Alt	Max Üst	Alt	Üst	Orta
1- X	936.66	921.00	913.00	866.66	586.66
S	2.52	1.00	2.00	1.53	1.52
V	0.27	0.11	0.22	0.17	0.43
2- X	910.66	880.33	887.66	827.33	543.66
S	2.08	1.53	2.08	1.53	1.54
V	0.23	0.17	0.23	0.18	0.28
3- X	937.00	921.33	913.33	867.00	587.33
S	2.00	0.57	1.53	1.00	2.88
V	0.21	0.62	0.17	0.11	0.49
4- X	930.00	910.66	905.33	853.00	601.00
S	1.00	1.15	2.52	2.00	2.00
V	0.11	0.13	0.28	0.23	0.33
5- X	965.00	966.66	948.33	927.00	575.66
S	3.00	2.08	2.08	2.00	2.08
V	0.31	0.21	0.22	0.22	0.36
6- X	959.00	958.66	932.00	914.66	552.00
S	1.00	2.52	2.00	2.52	2.64
V	0.10	0.26	0.21	0.27	0.46
7- X	947.00	933.66	926.33	878.33	587.00
S	2.64	3.05	3.05	3.78	2.64
V	0.28	0.33	0.33	0.43	0.45
8- X	966.66	968.00	949.33	927.66	587.00
S	2.08	2.00	2.08	2.52	3.00
V	0.21	0.24	0.22	0.27	0.51
9- X	928.66	899.66	900.33	849.66	586.33
S	1.52	1.52	2.52	4.04	2.08
V	0.16	0.17	0.28	0.48	0.35
10- X	911.66	881.66	888.33	828.33	545.33
S	3.05	2.08	2.31	1.53	2.08
V	0.33	0.24	0.26	0.18	0.38
11- X	929.33	913.66	898.33	844.66	570.00
S	1.15	3.05	0.57	1.15	4.58
V	0.12	0.33	0.63	0.13	0.80
12- X	937.00	921.33	913.33	866.66	587.00
S	2.00	0.57	2.08	1.53	2.00
V	0.21	0.62	0.23	0.17	0.34

Not: X-Aritmetik Ortalama, S-Standart Sapma, V-Varyasyon Katsayısı (%)

Yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine pres çeşidinin etkisini belirlemek için t-testleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine pres çeşidinin etkilerine ait t-testi sonuçları

Tabaka	Pres Çeşidi	X (kg/m ³)	t-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	Bison	923.33	3.01	*
	Sürekli	879.16		
Orta	Bison	552.00	6.95	**
	Sürekli	586.66		

Pres çeşidinin yüzey özgül ağırlık profili üzerine etkisi % 5, orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi ise % 1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Soğuk pres basıncının yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Soğuk pres basıncının yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Tabaka	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	Gruplar Arası	4203.44	2	2101.72	3.63	*
	Gruplar İçi	11982.30	15	798.82		
Orta	Gruplar Arası	3726.88	2	1863.44	4.27	*
	Gruplar İçi	23.33	6	3.88		

Yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profilleri üzerine soğuk pres basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1-2 levha grupları arasındaki farklar önemli, 1-3 grupları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Özgül ağırlık profili üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Özgül ağırlık profili üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Tabaka	Özgül Ağırlık (kg/m ³)
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	Yüzey	857.50 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²		889.83 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²		890.33 b
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	Orta	544.66 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²		586.33 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²		586.66 b

Özgül ağırlık profili üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Özgül ağırlık profili üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.

Tabaka	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	Gruplar Arası	11648.11	2	5824.05	10.83	***
	Gruplar İçi	8061.00	15	537.40		
Orta	Gruplar Arası	968.22	2	484.11	99.02	***
	Gruplar İçi	294.33	6	4.88		

Yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık profilleri üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Özgül ağırlık profili üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Özgül ağırlık profili üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Tabaka	Özgül Ağırlık (kg/m ³)
Giriş-Çıkış Basıncı: 33-14 kg/cm ²	Yüzey	889.33 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-19 kg/cm ²		879.16 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 40-9 kg/cm ²		937.66 c
Giriş-Çıkış Basıncı: 33-14 kg/cm ²	Orta	586.66 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-19 kg/cm ²		601.00 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 40-9 kg/cm ²		575.66 c

Dış tabaka ağaç türünün özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Dış tabaka ağaç türünün özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Tabaka	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	Gruplar Arası	12680.44	2	6340.22	11.27	***
	Gruplar İçi	8433.16	15	562.21		
Orta	Gruplar Arası	0.50	1	0.50	0.08	ÖD
	Gruplar İçi	39.50	7	5.64		

Dış tabaka ağaç türünün yüzey tabakaları özgül ağırlık profili üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine etkisi ise % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Özgül ağırlık profili üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Yüzey tabakaları özgül ağırlık profili üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Özgül Ağırlık (kg/m ³)
Ağaç Türü: Karışık	889.33 a
Ağaç Türü: Kavak	938.50 b
Ağaç Türü: Meşe	876.83 c

Dış tabaka yonga rutubetinin özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için t-testleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Özgül ağırlık profili üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları

Tabaka	Yonga Rutubeti	X (kg/m ³)	t-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	%1	889.83	3.42	*
	%3	902.33		
Orta	%1	586.66	0.15	ÖD
	%3	587.00		

Dış tabaka yonga rutubetinin yüzey özgül ağırlık profili üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için anlamlı, orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi ise anlamsız bulunmuştur.

Parafin kullanımının özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için t-testleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Özgül ağırlık profili üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları

Tabaka	Parafin Kullanımı	X (kg/m ³)	t-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	Parafin: Tüm Tabakalar	889.83	0.01	ÖD
	Parafin: Orta	890.00		
Orta	Parafin: Tüm Tabakalar	586.66	0.18	ÖD
	Parafin: Orta	587.00		

Parafin kullanımının özgül ağırlık profili üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için anlamsız bulunmuştur.

Hammadde rutubetinin özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Hammadde rutubetinin özgül ağırlık profili üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Tabaka	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Yüzey	Gruplar Arası	3196.77	2	1598.38	3.56	*
	Gruplar İçi	12971.67	15	964.77		
Orta	Gruplar Arası	2594.66	2	1297.33	122.90	***
	Gruplar İçi	63.33	6	10.55		

Hammadde rutubetinin yüzey tabakaları özgül ağırlık profili üzerine etkisi % 5, orta tabaka özgül ağırlık profili üzerine etkisi ise % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Özgül ağırlık profili üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Özgül ağırlık profili üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Tabaka	Özgül Ağırlık (kg/m ³)
Hammadde Rutubeti: % 20	Yüzey	858.33 a
Hammadde Rutubeti: % 55		889.83 b
Hammadde Rutubeti: % 80		871.50 c
Hammadde Rutubeti: % 20	Orta	545.33 a
Hammadde Rutubeti: % 55		586.66 b
Hammadde Rutubeti: % 80		570.00 c

3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları Tablo 14'de verilmiştir.

Tablo 14. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarları (%)

Levha Tipi	X	S	V
1	9.16	0.26	2.83
2	9.22	0.22	2.38
3	9.15	0.18	1.96
4	9.14	0.25	2.73
5	9.21	0.16	1.75
6	9.18	0.28	3.06
7	9.12	0.19	2.08
8	9.10	0.27	2.96
9	9.19	0.16	1.74
10	9.20	0.21	2.28
11	9.17	0.23	2.50
12	9.11	0.28	3.07

Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarları % 9.1- 9.22 arasında değişim göstermektedir.

3.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama kalınlık artışı oranları Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	X	S	V
1	2	7.14	0.52	0.07
	24	18.68	0.37	0.01
2	2	10.01	0.54	0.05
	24	22.13	0.33	0.01
3	2	7.10	0.53	0.07
	24	18.59	0.70	0.03
4	2	6.08	0.44	0.07
	24	13.26	0.50	0.03
5	2	8.22	0.49	0.05
	24	20.44	0.56	0.02
6	2	8.28	0.50	0.06
	24	20.57	0.49	0.02
7	2	6.21	0.59	0.02
	24	13.45	0.48	0.03
8	2	5.94	0.52	0.08
	24	12.98	0.53	0.04
9	2	8.42	0.42	0.04
	24	20.82	0.55	0.02
10	2	8.83	0.44	0.04
	24	21.09	0.55	0.02
11	2	8.02	0.49	0.06
	24	20.11	0.55	0.01
12	2	9.02	0.39	0.04
	24	22.07	0.41	0.01

Kalınlık artışı üzerine pres çeşidi ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16. Kalınlık artışı üzerine pres çeşidi ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Pres Çeşidi	70.04	1	70.04	313.66	***
B-Suda Bekletme Süresi	4278.34	1	4278.34	19159.20	***
Int. AxB	4.84	1	4.84	21.71	***
Hata	25.90	116	0.22		
Toplam	4379.13	119			

Kalınlık artışı üzerine pres çeşidi, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine pres çeşidi ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Kalınlık artışı üzerine pres çeşidi ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Pres Çeşidi:Sürekli	12.91 a
Pres Basıncı: Bison	14.42 b
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.71 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	19.62 b

Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Pres Çeşidi	399.01	2	199.50	756.23	***
B-Suda Bekletme Süresi	6196.37	1	6196.37	23487.40	***
Int. AxB	2.95	2	1.47	115.60	***
Hata	45.90	174	0.26		
Toplam	6644.25	179			

Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı 1-2 grupları arasındaki farklar önemli, 1-3 grupları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Kalınlık artışı üzerine soğuk pres basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	16.07 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²	12.91 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²	12.84 b
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	8.08 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	19.80 b

Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ile suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 22. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka ağaç türü ile suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Ağaç Türü	821.76	2	410.00	1715.48	***
B-Suda Bekletme Süresi	4806.74	1	4806.24	20066.70	***
Int. AxB	246.02	2	123.01	513.58	***
Hata	41.67	174	0.24		
Toplam	5915.69	179			

Kalınlık artışı üzerine dış tabaka ağaç türü, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka ağaç türü ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka ağaç türü ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Ağaç Türü: Karışık	12.91 a
Ağaç Türü: Kavak	9.46 b
Ağaç Türü: Meşe	14.62 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.16 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	17.49 b

Kalınlık artışı üzerine yonga rutubeti ile suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Kalınlık artışı üzerine yonga rutubeti ile suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Rutubet	212.85	1	212.85	755.93	***
B-Suda Bekletme Süresi	2430.18	1	2430.18	8630.64	***
Int. Ax B	193.49	1	193.49	687.49	***
Hata	32.66	116	0.28		
Toplam	2869.19	119			

Kalınlık artışı üzerine dış tabaka yonga rutubeti, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine yonga rutubeti ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Kalınlık artışı üzerine dış tabaka yonga rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Dış Tabaka Yonga Rutubeti: % 1	12.91 a
Dış Tabaka Yonga Rutubeti: % 3	9.83 b
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	6.67 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	16.06 b

Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Parafin	208.45	1	208.45	1169.31	***
B-Suda Bekletme Süresi	4535.74	1	4535.74	25442.90	***
Int. AxB	17.14	1	14.14	96.18	***
Hata	20.67	116	0.17		
Toplam	4782.02	119			

Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Parafin Kullanımı: Dış+Orta	12.91 a
Parafin Kullanımı: Orta	15.54 b
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	8.08 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	20.37 b

Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A- Rutubet	1255.7	2	62.78	259.72	***
B-Suda Bekletme Süresi	6447.64	1	6447.64	26670.40	***
Int. AxB	4.43	2	2.21	9.16	**
Hata	42.06	174	0.24		
Toplam	6619.71	179			

Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1, bu faktörlerin karşılıklı etkileri ise % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Kalınlık artışı üzerine hammadde rutubeti ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Hammadde Rutubeti: % 55	12.91 a
Hammadde Rutubeti: % 20	14.96 b
Hammadde Rutubeti: % 80	14.02 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.99 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	19.96 b

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V %
1	12.74	0.22	1.72
2	10.42	0.37	3.55
3	12.81	0.25	1.95
4	11.53	0.39	3.38
5	14.01	0.45	3.22
6	13.95	0.15	1.07
7	13.98	0.31	2.22
8	14.26	0.21	1.47
9	11.24	0.59	5.25
10	10.57	0.48	4.54
11	11.48	0.33	2.87
12	14.12	0.34	2.41

Eğilme direnci üzerine pres çeşidinin etkisini belirlemek için t- testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Eğilme direnci üzerine pres çeşidinin etkisine ait t- testi sonuçları

Pres Çeşidi	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
Bison	13.95	23.90	***
Sürekli	11.53		

Pres çeşidinin eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	109.91	2	54.95	645.48	***
Gruplar İçi	7.40	87	0.09		

Eğilme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1-2 levha grupları arasındaki farklar önemli, 1-3 grupları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Eğilme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	10.42 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²	12.74 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²	12.81 b

Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	93.71	2	46.85	341.82	***
Gruplar İçi	11.92	87	0.13		

Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Giriş-Çıkış Basıncı: 33-14 kg/cm ²	12.74 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-19 kg/cm ²	11.53 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 40-9 kg/cm ²	14.01 c

Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	137.11	2	68.55	459.30	***
Gruplar İçi	12.98	87	0.14		

Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Ağaç Türü: Karışık	12.74 a
Ağaç Türü: Kavak	14.26 b
Ağaç Türü: Meşe	11.24 c

Dış tabaka yonga rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Eğilme direnci üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t- testi sonuçları

Yonga Rutubeti	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
%1	12.74	17.58	***
% 3	13.98		

Dış tabaka yonga rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Parafin kullanımının eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için t- testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Eğilme direnci üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları

Parafin Kullanımı	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
Parafin: Tüm Tabakalar	12.74	18.43	***
Parafin: Orta	14.12		

Parafin kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Hammadde rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Hammadde rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	70.92	2	35.46	213.03	***
Gruplar İçi	14.48	87	0.16		

Hammadde rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 41. Eğilme direnci üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Hammadde Rutubeti: % 20	10.57 a
Hammadde Rutubeti: % 55	12.74 b
Hammadde Rutubeti: % 80	11.48 c

3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V %
1	1645.33	34.28	2.08
2	1408.27	49.16	3.49
3	1650.71	32.64	1.97
4	1526.45	48.76	3.19
5	1784.78	63.82	3.57
6	1755.86	43.11	2.45
7	1764.12	46.02	2.60
8	1884.78	50.39	2.67
9	1507.56	61.28	4.06
10	1420.36	52.12	3.66
11	1518.64	64.77	4.26
12	1870.42	54.26	2.90

Elastikiyet modülü üzerine pres çeşidinin etkisini belirlemek için t- testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 43. Elastikiyet modülü üzerine pres çeşidinin etkisine ait t- testi sonuçları

Pres Çeşidi	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
Bison	1755.86	10.96	***
Sürekli	1645.33		

Pres çeşidinin elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 44. Soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1135194.00	2	567596.84	365.61	***
Gruplar İçi	135063.50	87	1552.45		

Elastikiyet modülü üzerine soğuk pres basıncının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1-2 levha grupları arasındaki farklar önemli, 1-3 grupları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Elastikiyet modülü üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	1408.27 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²	1645.33 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²	1650.71 b

Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1185408.00	2	592704.04	288.80	***
Gruplar İçi	178549.90	87	2052.29		

Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Giriş-Çıkış Basıncı: 33-14 kg/cm ²	1645.33 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-19 kg/cm ²	1526.45 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 40-9 kg/cm ²	1784.78 c

Dış tabaka ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 48’de verilmiştir.

Tablo 48. Dış tabaka ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2182529.00	2	1091264.67	357.07	***
Gruplar İçi	265885.00	87	3056.14		

Dış tabaka ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Ağaç Türü: Karışık	1645.33 a
Ağaç Türü: Kavak	1884.78 b
Ağaç Türü: Meşe	1507.56 c

Dış tabaka yonga rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Elastikiyet modülü üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları

Yonga Rutubeti	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
%1	1645.33	10.78	***
% 3	1764.12		

Dış tabaka yonga rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları

Parafin Kullanımı	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
Parafin: Tüm Tabakalar	1645.33	19.18	***
Parafin: Orta	1870.42		

Parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Hammadde rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 52’de verilmiştir.

Tablo 52. Hammadde rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	727708.90	2	363854.44	131.00	***
Gruplar İçi	241627.30	87	2777.32		

Hammadde rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 53’de verilmiştir.

Tablo 53. Elastikiyet modülü üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Hammadde Rutubeti: % 20	1420.36 a
Hammadde Rutubeti: % 55	1645.33 b
Hammadde Rutubeti: % 80	1518.64 c

3.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri Tablo 54’de verilmiştir.

Tablo 54. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	0.371	0.007	1.88
2	0.304	0.019	6.05
3	0.375	0.011	2.93
4	0.410	0.008	1.95
5	0.342	0.013	3.80
6	0.327	0.010	3.05
7	0.377	0.015	3.97
8	0.380	0.009	2.36
9	0.368	0.012	3.26
10	0.316	0.023	7.27
11	0.338	0.014	4.14
12	0.379	0.016	4.22

Yüzeye dik çekme direnci üzerine pres çeşidinin etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 55'de verilmiştir.

Tablo 55. Yüzeye dik çekme direnci üzerine pres çeşidinin etkisine ait t-testi sonuçları

Pres Çeşidi	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
Bison	0.327	18.83	***
Şürekli	0.371		

Pres çeşidin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Soğuk pres basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 56'da verilmiştir.

Tablo 56. Soğuk pres basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.095	2	0.048	287.47	***
Gruplar İçi	0.014	87	0.000		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1-2 levha grupları arasındaki farklar önemli, 1-3 grupları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 57. Yüzeye dik çekme direnci üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	0.304 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²	0.371 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²	0.375 b

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 58. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.070	2	0.030	452.58	***
Gruplar İçi	0.007	87	0.000		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 59'da verilmiştir.

Tablo 59. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Giriş-Çıkış Basıncı: 33-14 kg/cm ²	0.371 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-19 kg/cm ²	0.410 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 40-9 kg/cm ²	0.342 c

Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 60'da verilmiştir.

Tablo 60. Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.157	2	0.079	1.204	ÖD
Gruplar İçi	5.676	87	0.065		

Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Dış tabaka yonga rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 61'de verilmiştir.

Tablo 61. Yüzeye dik çekme direnci üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisine ait t-testi sonuçları

Yonga Rutubeti	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
%1	0.371	0.16	ÖD
% 3	0.377		

Dış tabaka yonga rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için anlamsız bulunmuştur.

Parafin kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 62' de verilmiştir.

Tablo 62. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanımının etkisine ait t-testi sonuçları

Parafin Kullanımı	X (N/mm ²)	t-Hesap	Önem Derecesi
Parafin: Tüm Tabakalar	0.371	0.11	ÖD
Parafin: Orta	0.379		

Parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için anlamsız bulunmuştur.

Hammadde rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 63de verilmiştir.

Tablo 63.' Hammadde rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.047	2	0.024	109.44	**
Gruplar İçi	0.019	87	0.000		

Hammadde rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı

ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzeğe dik çekme direnci üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 64’de verilmiştir.

Tablo 64. Yüzeğe dik çekme direnci üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeğe Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Hammadde Rutubeti: % 20	0.316 a
Hammadde Rutubeti: % 55	0.371 b
Hammadde Rutubeti: % 80	0.338 c

3.4. Yüzeğe Pürüzlülüğü

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeğe pürüzlülüğü değerleri Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 65. Deneme levhalarının ortalama yüzeğe pürüzlülüğü değerleri (R_z) (µm)

Levha Tipi	X	S	V %
1	71.59	11.97	16.72
2	94.78	26.07	27.50
3	71.45	22.52	31.52
4	81.71	11.45	14.01
5	50.01	15.51	31.01
6	50.40	21.02	41.70
7	60.94	17.64	28.94
8	49.98	21.67	43.35
9	82.01	4.12	5.02
10	93.91	18.64	19.85
11	82.02	13.77	16.79
12	94.06	18.11	19.25

Yüzey pürüzlülüğü üzerine pres çeşidinin etkisini belirlemek için t- testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. Yüzey pürüzlülüğü üzerine pres çeşidinin etkisine ait t- testi sonuçları

Pres Çeşidi	X (μm)	t-Hesap	Önem Derecesi
Bison	50.40	113.91	***
Sürekli	71.59		

Pres çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 67'de verilmiştir.

Tablo 67. Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	7214.20	2	3607.10	8.13	**
Gruplar İçi	25280.80	57	443.52		

Yüzey pürüzlülüğü üzerine soğuk pres basıncının etkisi % 1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1-2 levha grupları arasındaki farklar önemli, 1-3 grupları arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. Yüzey pürüzlülüğü üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68. Yüzey pürüzlülüğü üzerine soğuk pres basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	R _z (µm)
Soğuk Pres Basıncı: 7.5 kg/cm ²	94.78 a
Soğuk Pres Basıncı: 15 kg/cm ²	71.59 b
Soğuk Pres Basıncı: 20 kg/cm ²	71.45 b

Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 69'da verilmiştir.

Tablo 69. Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	10484.16	2	5242.08	30.53	***
Gruplar İçi	9786.97	57	171.70		

Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 70'de verilmiştir.

Tablo 70. Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	R _z (µm)
Giriş-Çıkış Basıncı: 33-14 kg/cm ²	71.59 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-19 kg/cm ²	81.71 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 40-9 kg/cm ²	50.01 c

Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 71' de verilmiştir.

Tablo 71. Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	10680.23	2	5340.11	21.34	***
Gruplar İçi	14262.56	57	250.22		

Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabaka ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 72'de verilmiştir.

Tablo 72. Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabaka ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	R _z (μm)
Ağaç Türü: Karışık	71.59 a
Ağaç Türü: Kavak	49.98 b
Ağaç Türü: Meşe	82.01 c

Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 73'de verilmiştir.

Tablo 73. Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabaka ağaç türünün etkisine ait t-testi sonuçları

Yonga Rutubeti	R _z (μm)	t-Hesap	Önem Derecesi
%1	71.59	2.23	*
%3	60.94		

Dış tabaka yonga rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Parafin kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için t-testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 74' de verilmiştir.

Tablo 74. Yüzey pürüzlülüğü üzerine parafin kullanımının etkisine ait t- testi sonuçları

Parafin Kullanımı	R _z (µm)	t-Hesap	Önem Derecesi
Parafin: Tüm Tabakalar	71.59	3.91	***
Parafin: Orta	94.06		

Parafin kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı bulunmuştur.

Hammadde rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 75' de verilmiştir.

Tablo 75. Hammadde rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4987.15	2	2493.57	10.99	***
Gruplar İçi	12930.82	57	226.85		

Hammadde rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzey pürüzlülüğü üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 76'da verilmiştir.

Tablo 76. Yüzey pürüzlülüğü üzerine hammadde rutubetinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

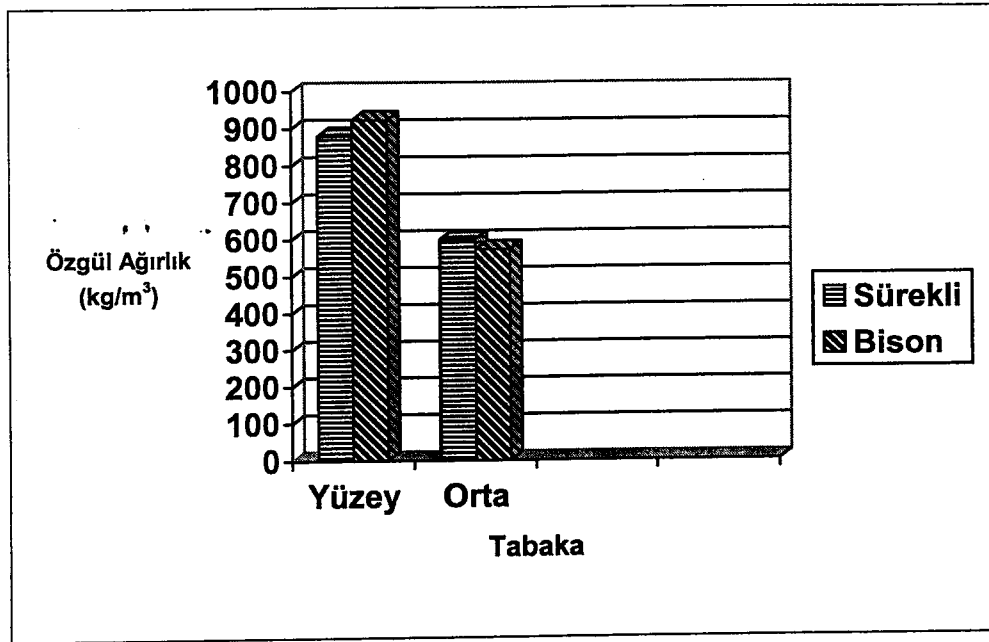
Varyans Kaynakları	R _z (μm)
Hammadde Rutubeti: % 20	93.91 a
Hammadde Rutubeti: % 55	71.59 b
Hammadde Rutubeti: % 80	82.02 c

4. İRDELEME

4.1. Fiziksel Özellikler

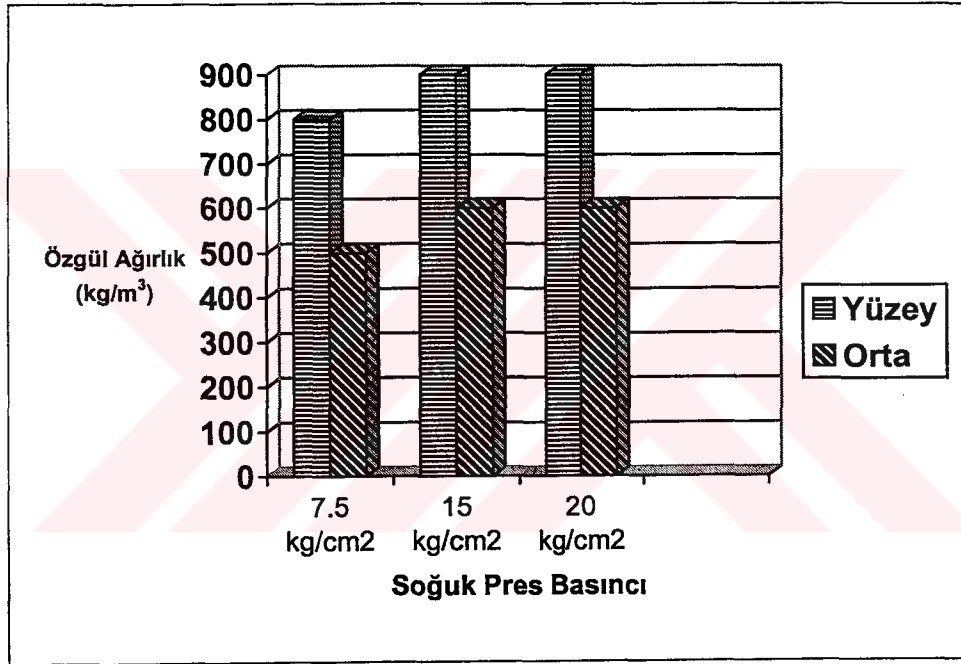
4.1.1. Özgül Ağırlık Profili

Yapılan çalışmalar sonucu; yüzey ve orta özgül ağırlık değerleri sürekli preste üretilen yongalevhalarda 879.16 kg/m^3 - 586.66 kg/m^3 , bison preste üretilen levhalarda ise 923.33 kg/m^3 - 552.00 kg/m^3 olarak bulunmuştur. Bison levhalarının yüzey özgül ağırlıkları Sürekli levhalarından % 5.02 oranında daha yüksek bulunurken, orta kısımdaki özgül ağırlık değerleri % 5.90 oranında sürekli prese göre daha düşük çıkmıştır. Orta tabaka yongalarının serilme işlemi sürekli preste serbest düşme ile (dökme), bison preste ise rüzgarla gerçekleştirilmektedir. Rüzgarla serme işlemi sonucu orta tabaka yongaları içerisinde bulunan ince yongalar rüzgarın etkisi ile dış tabaka yongaları arasına karışmakta ve dolayısıyla bison preste üretilen levhaların yüzey yongası ağırlığında bir artış, orta tabaka ağırlığında ise bir azalma yaşanmaktadır [144]. Pres çeşidinin özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Pres çeşidinin özgül ağırlık üzerine etkisi

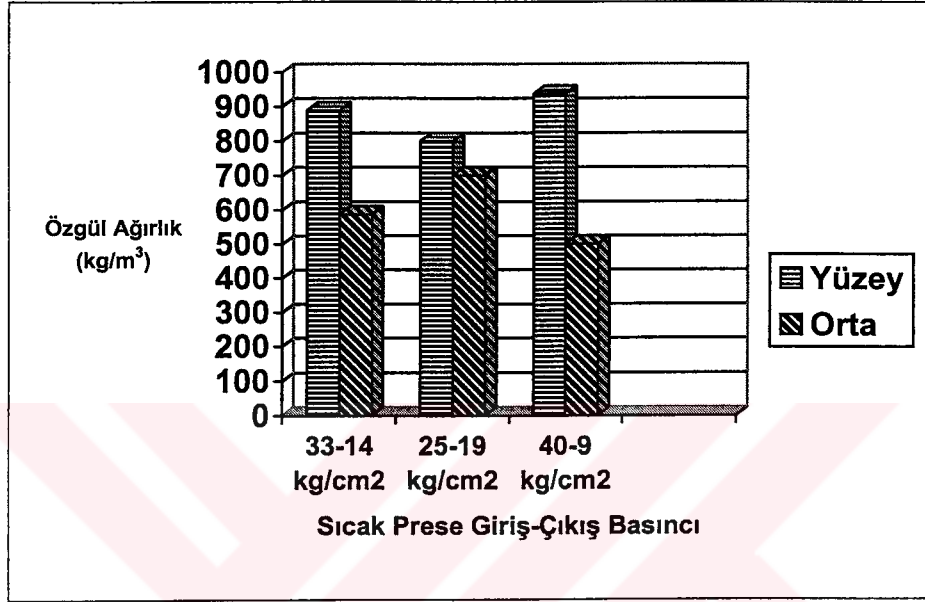
Yapılan istatistiksel analizler sonucu soğuk pres basıncının orta ve yüzey tabakaları özgül ağırlık değerleri üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Soğuk pres basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 15 kg/cm^2 'ye yükseltilmesi yüzey özgül ağırlığını % 3.77, orta tabaka özgül ağırlığını % 7.65 oranlarında artırırken, 20 kg/cm^2 'lik soğuk pres basıncı uygulaması istatistiksel anlamda özgül ağırlık değerleri üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum; pres basıncının artırılması sonucu yüzey ve orta tabakaların daha iyi kenetlenmesinden ve ince yongaların sarsıntı sonucu levha tabanına kaymasının önlenmesinden kaynaklanmaktadır [4, 6, 20]. Soğuk pres basıncının özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Soğuk pres basıncının özgül ağırlık üzerine etkisi

Özgül ağırlık üzerine sıcak preslemede uygulanan giriş ve çıkış basınçlarının etkisi önemli bulunmuştur. Kontrol levhalarında yüzey özgül ağırlığı 889.33 kg/m^3 iken sıcak prese giriş basıncının düşürülmesi sonucu bu değerde % 1.14 oranında bir azalma, giriş basıncının yükseltilmesi sonucu ise bu değerde % 5.43 oranında bir artış kaydedilmiştir. Orta tabakanın özgül ağırlığındaki değişim ise tam tersidir. Giriş basıncının düşürülmesi orta tabaka özgül ağırlığını % 2.44 oranında artırırken, bu basıncın yüksek tutulması özgül ağırlığı % 1.88 oranında düşürmüştür. Başlangıçta uygulanan yüksek basınç, pres kapanma süresinin kısa olmasına neden olur ve bu durumda yüzey tabakalarının özgül ağırlığı

yüksek, orta tabakanın ise daha düşük olmaktadır. Başlangıçta düşük basınç uygulanması durumunda ise orta tabaka özgül ağırlığı artmakta, yüzey tabakalarındaki özgül ağırlık ise azalmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [145]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 3’de gösterilmiştir.



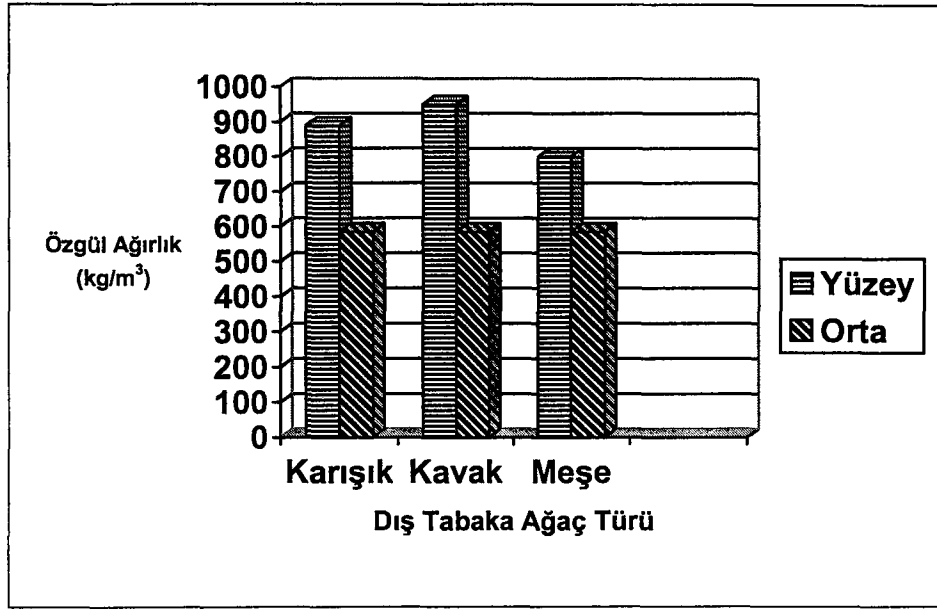
Şekil 3. Sıcak prese giriş ve çıkış basıncının özgül ağırlık üzerine etkisi

Dış tabaka ağaç türünün yüzey özgül ağırlığı üzerinde etkili, orta tabaka özgül ağırlığı üzerinde ise etkili olmadığı belirlenmiştir. En yüksek yüzey özgül ağırlığı değerine dış tabakalarında Kavak odunu kullanılan yongalevhelerde ulaşılrken, meşe içeren levhalar en düşük değerleri vermiştir. Bu durum iki sebebe dayanmaktadır:

1. Kavak odunu diğer ağaç türlerine göre daha hafif olduğu için aynı presleme koşulları altında daha fazla sıkışmaktadır [146].

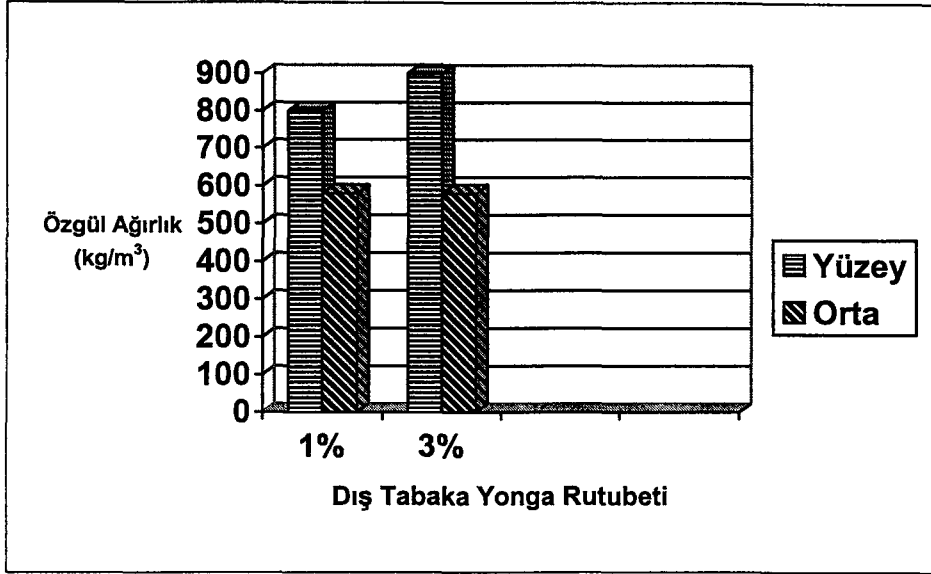
2. Aynı hacim içerisinde adet olarak daha fazla kavak yongası mevcuttur [147].

Orta tabakada kullanılan ağaç türü karışımının sabit tutulması orta tabaka özgül ağırlığındaki değişmemenin nedenidir. Dış tabaka ağaç türünün özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 4’de gösterilmiştir.



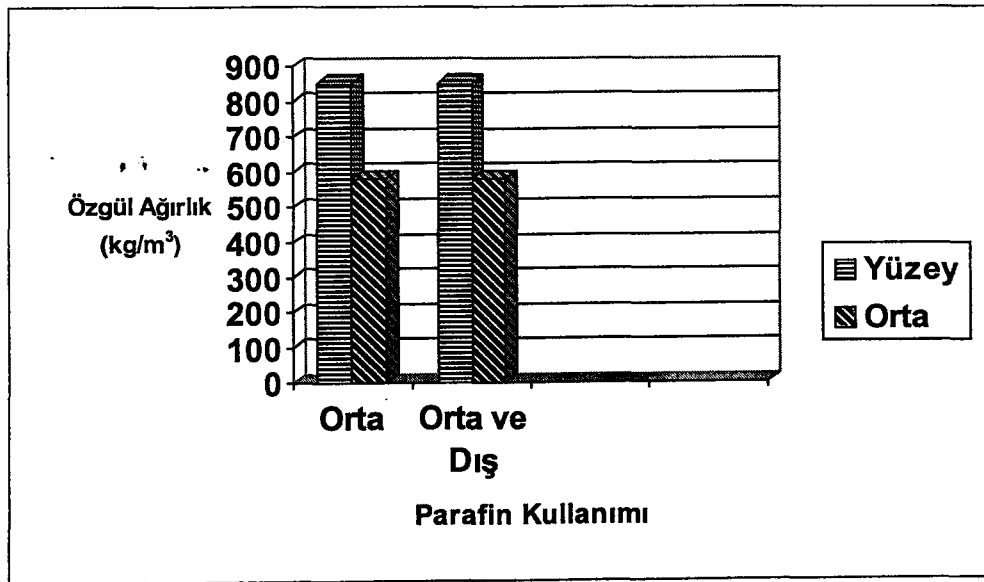
Şekil 4. Dış tabaka ağaç türünün özgül ağırlık üzerine etkisi

% 3 rutubetteki dış tabaka yongalarından üretilen yongalevhalarda yüzey özgül ağırlığı 902.33 kg/m^3 , % 1 rutubetteki yongalardan üretilen levhalarda ise 889.83 kg/m^3 olarak bulunmuştur. Dış tabakada kullanılan yonga rutubetinin % 1' den % 3'e çıkarılması yüzey özgül ağırlığını % 1.40 oranında artırırken, bu durum orta tabaka özgül ağırlığı üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: Sıcak buharın ve basıncın etkisiyle dış tabaka yongaları dirençleri iyice azaldıkları için daha fazla sıkışmakta ve buna bağlı olarak da yüzey tabakalarının özgül ağırlığı artmaktadır [4]. Dış tabaka yonga rutubetinin özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 5'de gösterilmiştir.



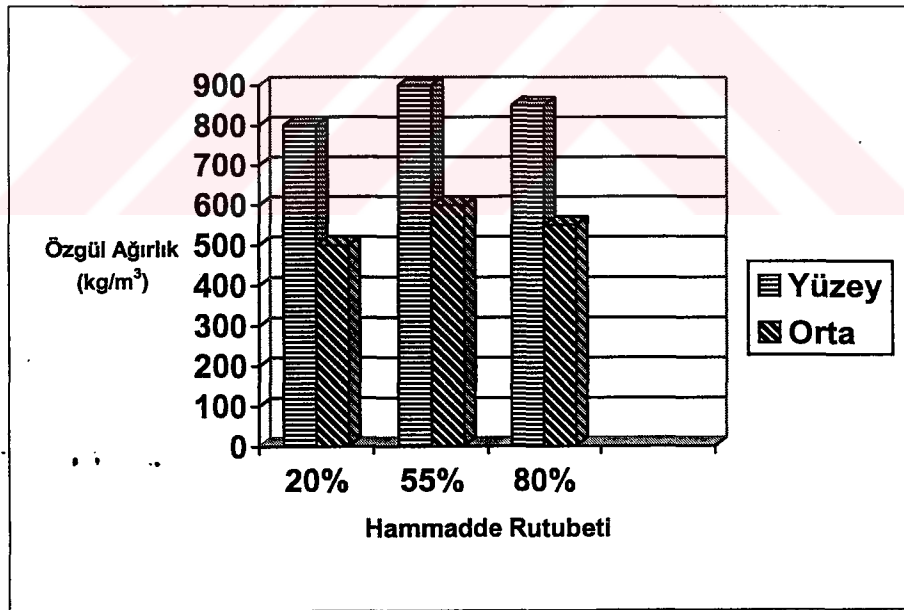
Şekil 5. Dış tabaka yonga rutubetinin özgül ağırlık üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu parafinin sadece orta tabakada kullanılması veya tüm tabakalarda kullanılmasının özgül ağırlık profili üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Parafin kullanımı tam kuru yonga ağırlığına oranla dış ve orta tabaka yongaları için % 0.5- % 1 oranları gibi düşük miktarlarda kullanıldığı için özgül ağırlık değerlerinde herhangi bir değişimin olmaması beklenen bir sonuçtur. Parafin kullanımının özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Parafin kullanımının özgül ağırlık üzerine etkisi

Hammadde rutubetinin % 20'den % 55 çıkarılması sonucu yüzey özgül ağırlığında % 3.66, orta tabaka özgül ağırlığında ise % 7.57 oranlarında bir artış kaydedilmiştir. Bu durum; % 20 rutubetteki odunun yongalanması sırasında toz miktarının artması, bu tozun üretim işlemleri sırasında uzaklaşması, kaybolması ile bu rutubet derecesinde pürüzlü yongalar üretildiği için yongalar arasındaki temasın tam olarak sağlanıp yeterli bir sıkışmanın olmamasından kaynaklanabilir [148]. Hammadde rutubeti % 80 olan levhaların yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık değerleri ise % 55 rutubete sahip hammaddeden üretilen levhalardan % 2.05 ve % 2.83 oranlarında daha düşük çıkmıştır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir % 60'ın üstündeki rutubete sahip hammaddelerin yongalanması sırasında su hücreleri parçalayarak yonga yüzeylerinin yünlü bir görünüm almasına ve pürüzlülüklerinin artmasına neden olmaktadır [149]. Bu nedenle pürüzlü yongalar arasında tam bir temas sağlanamamaktadır. Düzgün yüzeyli yongalar ise aynı presleme koşulları altında daha fazla sıkışmaktadır. Hammadde rutubetinin özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 7'de gösterilmiştir.

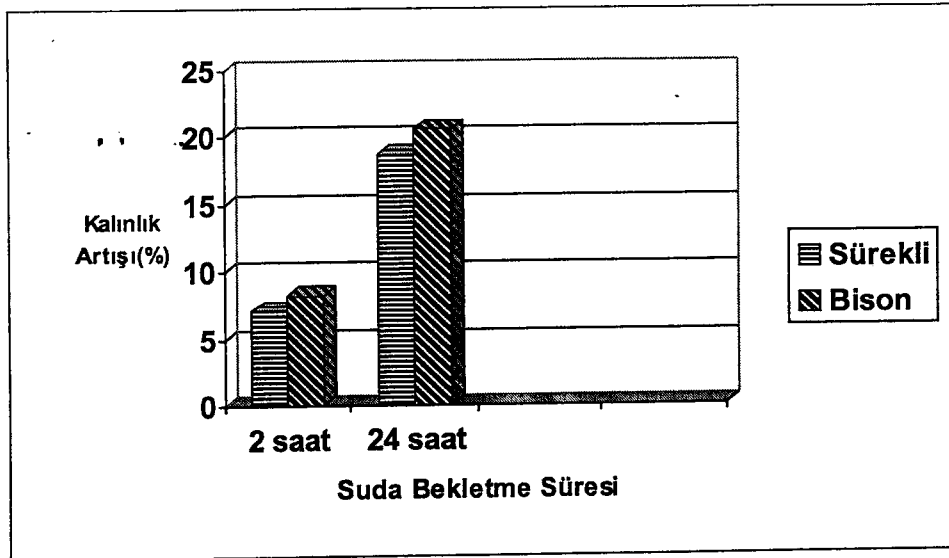


Şekil 7. Hammadde rutubetinin özgül ağırlık üzerine etkisi

4.1.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

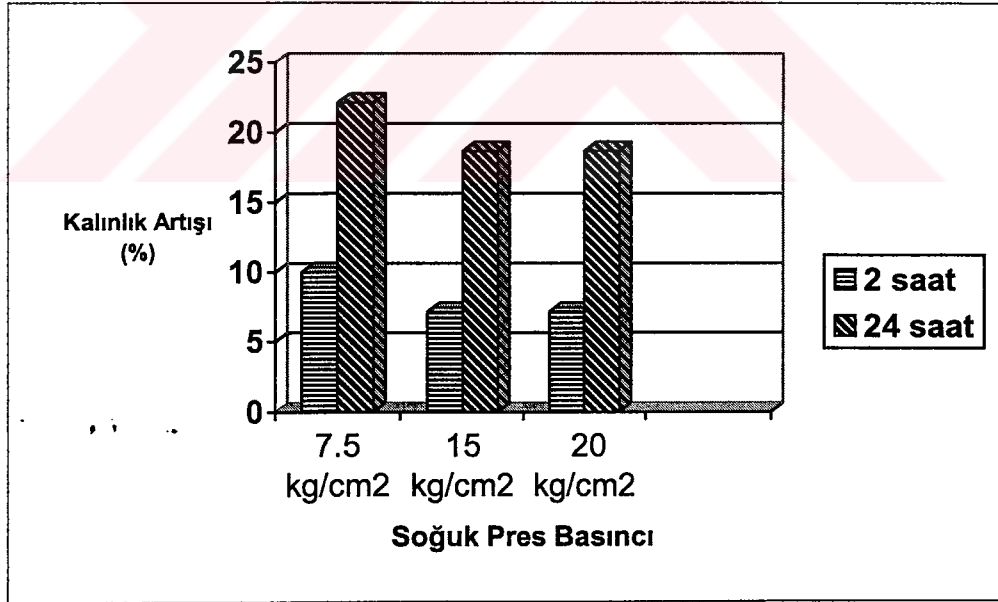
Yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu pres çeşidinin kalınlık artışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kalınlık artışı oranları

sürekli preste üretilen levhalarda % 12.91, bison preste üretilen levhalarda ise % 14.42 olarak bulunmuştur. Sürekli preste üretilen levhaların şişme değerleri bison pres levhalarına göre % 10.47 oranında daha düşük çıkmıştır. Orta tabakanın serilme işlemi sürekli preste serbest düşme ile klasik sitemde rüzgarla gerçekleştirildiğinden, rüzgarla serme işlemi sonucu orta tabaka yongaları içindeki ince yongalar dış tabaka yongalarına karıştığından bison pres levhalarında yüzey tabakalarının yoğunluğu artmış, orta tabakanın yoğunluğu ise azalmıştır. Deneme levhalarının üretiminde % 67 oranında orta tabaka, % 33 oranında ise dış tabaka yongaları kullanılmıştır. Yongalevha üretiminde orta tabaka ağırlık bakımından dış tabakalara oranla daha fazladır. Orta tabaka yongaları, alt ve üst tabaka yongalarına oranla daha kalındır. Kalın yongalar şişme üzerinde olumsuz etkiye sahiptir [150, 151]. Bir araştırmada 0.17 mm ve 0.75 mm yonga kalınlıkları kullanılarak üretilen yongalevhelerde, kalın yongaların kullanılmasıyla daha fazla şişme gerçekleşmiştir [152]. Sürekli pres levhalarında orta tabaka yongaları içerisinde kalın ve ince yongalar bulunurken, bison levhalarında sadece kalın yongalar mevcuttur. İnce yongalar kalın yongalar arasındaki boşlukları doldurdukları için suyun difüzyonu güçleşmektedir [153]. Bu nedenle sürekli pres levhaları daha az su çekerek daha düşük oranda şişmektedirler. Yapılan çalışmalar sonucu orta tabaka özgül ağırlığı bison preste, sürekli prese göre daha düşük bulunmuştur. Orta tabaka özgül ağırlığının düşük olması porozitenin ve difüzyonun fazla olmasına neden olmakta, kalınlığına şişme artmaktadır [154]. Pres çeşidinin kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Pres çeşidinin kalınlığına şişme üzerine etkisi

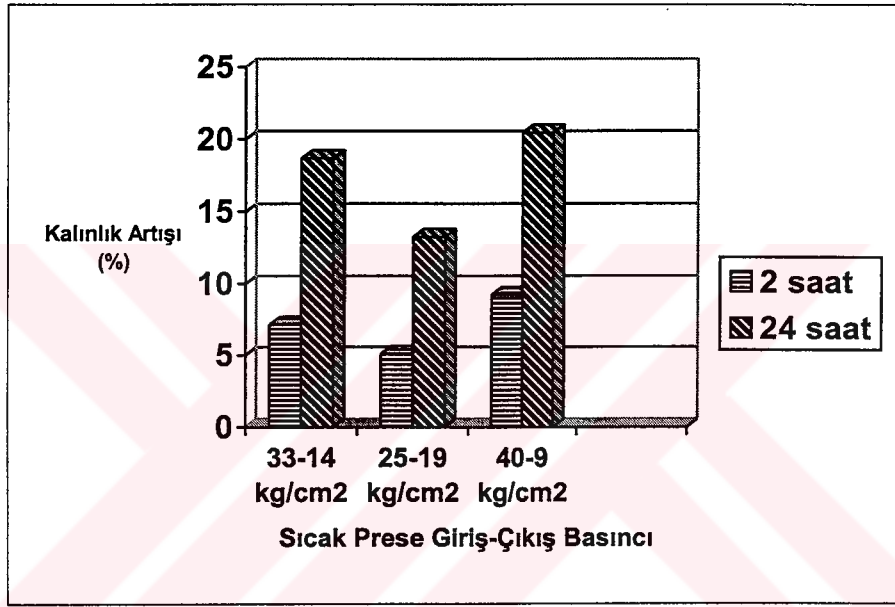
Kalınlık artışı oranları soğuk pres basınçları 7.5-15-20 kg/cm² olan levhalarda sırasıyla % 16.07-12.91-12.84 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu soğuk pres basıncının 7.5 kg/cm²'den 15 kg/cm²'ye çıkarılması sonucu kalınlığına şişme oranlarında % 19.66 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Soğuk pres basıncının 15 kg/cm²'den 20 kg/cm²'ye yükseltilmesi ise kalınlığına şişme üzerinde istatistiksel anlamda etkili olmamıştır. Soğuk pres basıncının yükseltilmesi sonucu yüzey ve orta tabaka yongaları daha iyi bir şekilde kenetlenmekte, keçe içerisinde meyilli olarak yer alan yongalar kısmen düz duruma getirilerek daha sıkı yapıda bir malzeme elde edilmektedir [4]. Yapılan çalışmalar sonucu soğuk pres basıncının artmasıyla deneme levhalarının yüzey ve orta tabaka özgül ağırlıklarının arttığı belirlenmiştir. Artan özgül ağırlığa bağlı olarak suyun difüzyonu ve porozite azalmaktadır [155, 156]. Soğuk pres basıncının 15 kg/cm²'den 20 kg/cm²'ye yükseltilmesi sonucu kalınlığına şişme oranının değişmemesi 15 kg/cm²'lik basıncın yüzey ve orta tabaka yongalarını kenetlemekte yeterli olduğunu göstermektedir. Soğuk pres basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Soğuk pres basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi

Kalınlığına şişme oranı üzerinde sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkili olduğu belirlenmiştir. Sıcak prese giriş basıncının düşürülüp çıkış basıncının yükseltilmesi sonucu kalınlığına şişme % 25.09 oranında azalmıştır. Bu durum başlangıçta uygulanan basıncın

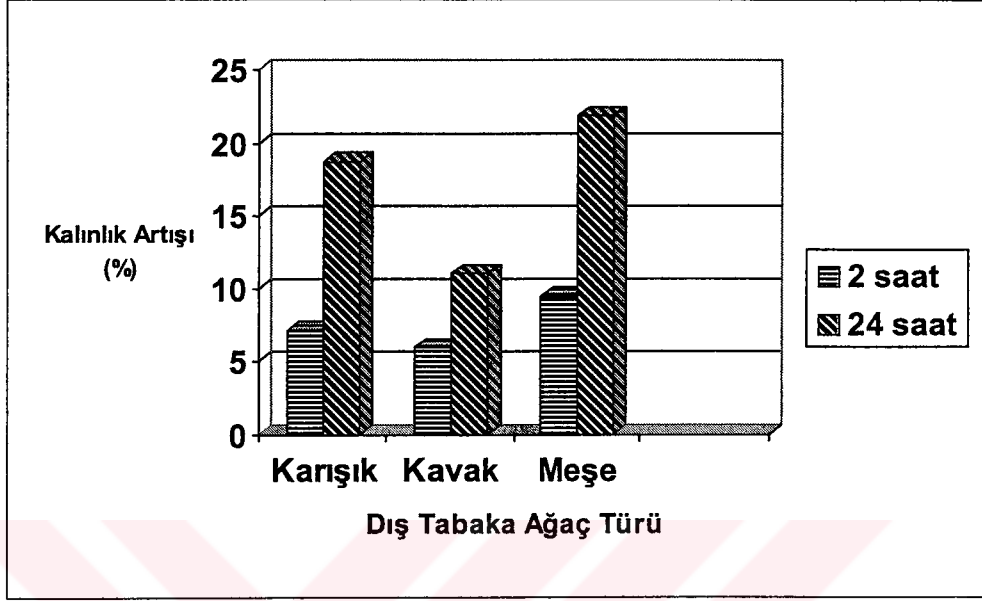
düşürülmesi, çıkış basıncının yükseltilmesi sonucu deneme levhalarının orta tabaka özgül ağırlığının artmasından dolayı su difüzyonunun güçleşmesinden kaynaklanmaktadır. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilip, çıkış basıncının düşürülmesi sonucu ise kalınlığına şişme % 10.99 oranında artmıştır. Bu durum deneme levhalarının orta tabaka özgül ağırlıklarının artan giriş basıncı ve azalan çıkış basıncına bağlı olarak düşmesinden dolayı porozitenin ve dolayısıyla su difüzyonunun artmasından kaynaklanmaktadır [145]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Sıcak prese giriş ve çıkış basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi

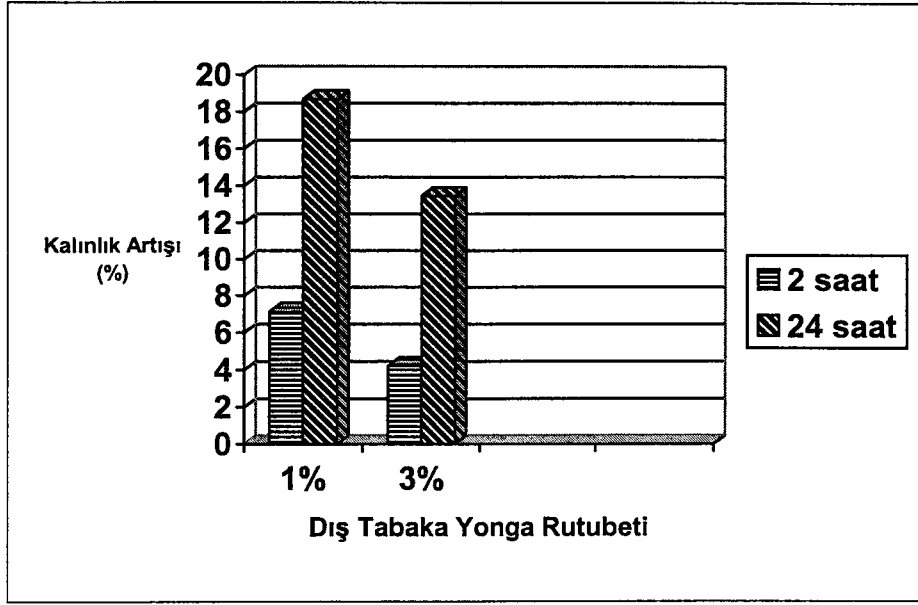
Kalınlık artışı oranları dış tabakası ağaç türü karışımından yapılan yongalevhelerde % 12.91, kavak levhalarında % 9.46 ve meşe levhalarında % 14.62 olarak bulunmuştur. Dış tabaka ağaç türü kalınlık artışı üzerinde istatistiksel anlamda etkilidir. Dış tabakada kavak odunu yongası kullanılması sonucu kalınlığına şişmede % 26.72 oranında bir azalma kaydedilirken, meşe levhalarında bu değer % 13.24 oranında bir artış göstermiştir. Kavak odunu diğer karışımda kullanılan ağaç türlerine oranla daha hafif olduğu için aynı presleme koşullarında dış tabaka yongaları daha fazla sıkışmıştır. Buna bağlı olarak Şekil 4'den de görülebileceği gibi karışık levhalara oranla kavak levhalarında dış tabaka özgül ağırlığı daha fazla, meşe levhalarında ise daha düşüktür. Yüzey özgül ağırlığının artması suyun

difüzyonunu ve poroziteyi azaltmaktadır [146]. Meşe levhalarında ise durum tam tersidir. Dış tabaka ağaç türünün kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 11’de gösterilmiştir.



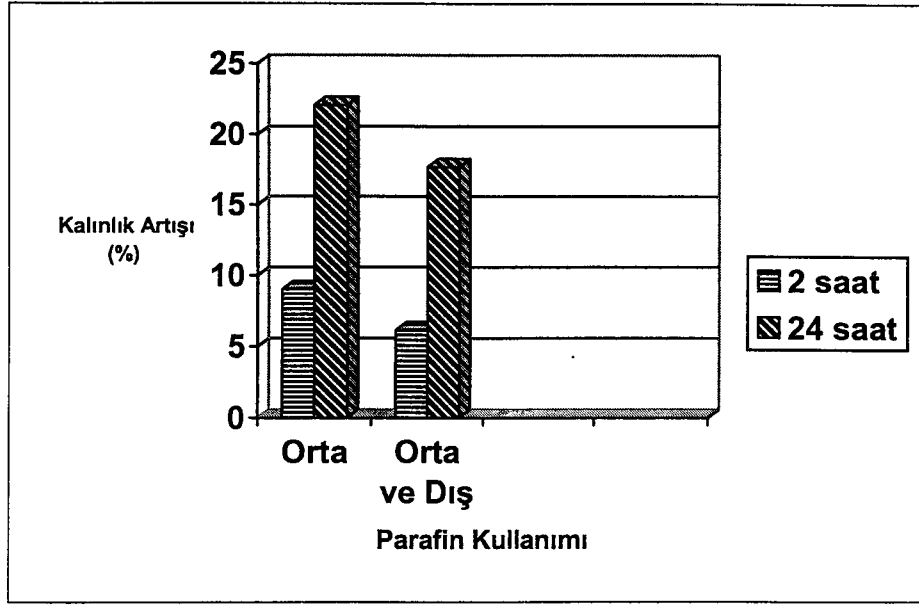
Şekil 11. Dış tabaka ağaç türünün kalınlığına şişme üzerine etkisi

% 3 rutubetteki dış tabaka yongalarından üretilen yongalevhelerde kalınlık artışı % 9.83, % 1 rutubetteki yongalardan üretilen levhalarda ise % 12.91 olarak bulunmuştur. Dış tabakada kullanılan yonga rutubetinin % 1’ den % 3’e çıkarılması sonucu kalınlık artışında % 23.85 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Dış tabaka yongalarının daha rutubetli olması sonucu sıcak buhar ve basıncın etkisiyle dış tabaka yongaları daha fazla sıkışmakta ve yüzey tabakalarındaki özgül ağırlık Şekil 5’den de görülebileceği gibi artmaktadır [4]. Artan dış tabaka özgül ağırlığı sonucu levhaya suyun difüzyonu porozitenin azalmasına bağlı olarak düşmektedir. Dış tabaka yonga rutubetinin kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Dış tabaka yonga rutubetinin kalınlığına şişme üzerine etkisi

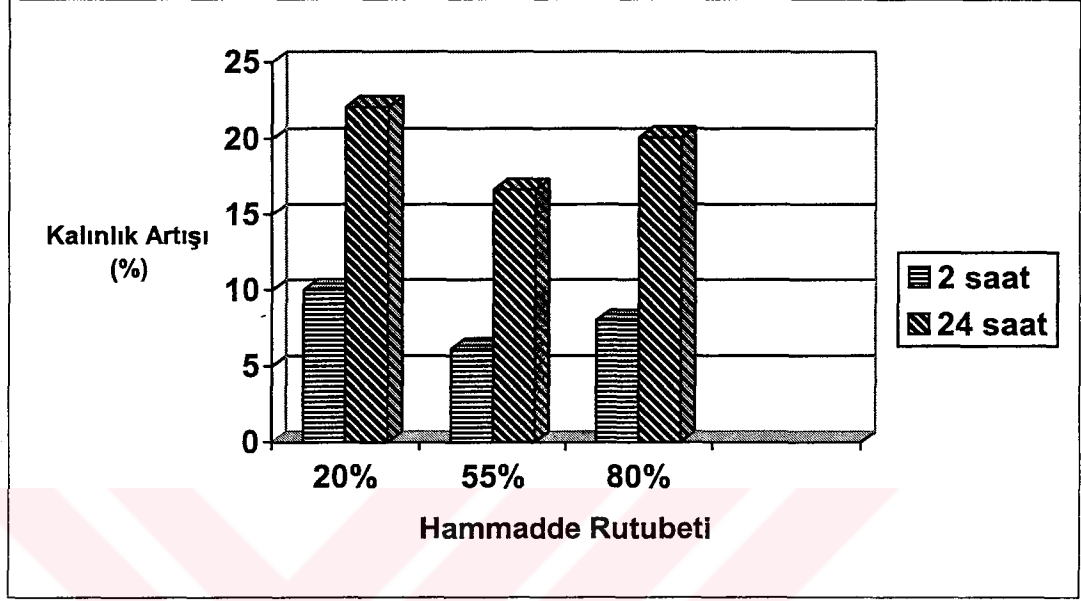
Kalınlık artışı oranları dış ve orta tabakalarında parafin kullanılarak üretilen levhalarda % 12.91, sadece orta tabakaları parafinli olan levhalarda ise % 15.54 olarak bulunmuştur. Parafin kullanımının istatistiksel anlamda kalınlık artışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Dış tabakaları parafin içermeyen levhaların kalınlık artışı, içeren levhalara göre % 20.37 oranında daha yüksek çıkmıştır. Yongalevhaya ilave edilen en önemli katkı maddesi levhanın su almasını ve böylece şişmesini azaltan parafindir [157]. Amthor ve Böttcher (1984)'e göre kalınlığına şişme ve su alma miktarı parafin kullanımı ile azalmaktadır [158]. Parafin kullanımının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 13'de gösterilmiştir.



Şekil 13. Parafin kullanımının kalınlığına şişme üzerine etkisi.

Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri sonucu, yongalanmadan önceki hammadde odun rutubetinin kalınlık artışı üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Rutubeti % 55, % 20 ve % 80 olan hammaddelerden üretilen yongalevhelerde kalınlık artışları sırasıyla % 12.91, % 14.96 ve % 14.02 olarak bulunmuştur. Hammadde rutubeti % 55 olan levhalar en düşük kalınlığına şişme gösterirken hammadde rutubetinin % 80'e çıkarılması ve % 20'ye düşürülmesi sonucu kalınlığına şişme % 15.87 ve % 8.59 oranlarında artış göstermiştir. Düzgün yüzeyli yongalar elde edebilmek için hammadde rutubetinin % 30-60 arasında olması istenmektedir. Odun rutubetinin % 30'dan az olması durumunda düzgün yüzeyli yongalar elde edilememekte, toz miktarı artmakta ve buna bağlı olarak yongalama verimi düşmektedir. Yonga rutubetinin % 60'ın üzerinde olması durumunda ise su odun hücrelerinden çıkarken hücreleri parçalayacağı için yonga yüzeyleri yünleşmektedir [148]. Yonga yüzeylerinin pürüzlü ve yünlü olması tutkalın yongalar üzerindeki dağılımını olumsuz yönde etkilemekte ve yongalar arasında yeterli bir temasın sağlanmasını engellemektedir. Poroz yapıdan dolayı kalınlığına şişme suyun difüzyonundaki artışa bağlı olarak yükselmektedir. Rutubeti % 80 olan hammaddeden üretilen levhaların kalınlığına şişme oranları, rutubeti % 20 olan hammaddelerden üretilenlerinkine göre % 6.28 oranında daha düşük bulunmuştur. Bu durum odun içerisindeki suyun az da olsa bıçak ile odun arasında soğutma ve yağlayıcı etki yaptığını göstermektedir. Böylece daha düzgün yüzeyli

yongalar elde edilmiştir. Hammadde odun rutubetinin kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 14’de gösterilmiştir.



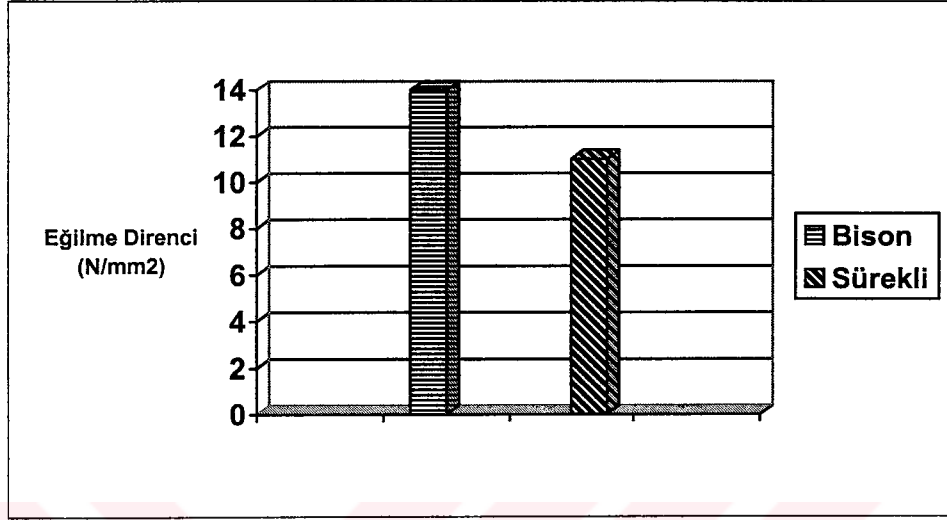
Şekil 14. Hammadde odun rutubetinin kalınlığına şişme üzerine etkisi

4.2. Mekanik Özellikler

4.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci değerleri bison preste üretilen levhalarda 13.95 N/mm^2 , sürekli pres levhalarında ise 11.53 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Bison levhalarının eğilme direnci değerleri sürekli, preş levhalarına göre % 20.98 oranında yüksek çıkmıştır. Orta tabaka yongalarının serilme işlemi sürekli preste dökme, bison preste ise rüzgarla gerçekleştirildiği için orta tabaka yongaları içerisinde bulunan ince yongalar rüzgarın etkisi ile dış tabaka yongalarına karışmakta ve dolayısıyla üretilen levhaların yüzey tabakalarının ağırlıklarında bir artışa neden olmaktadır [144]. Bu durum yapılan özgül ağırlık profili denemelerinde de gözükmemektedir. Yüzey özgül ağırlığı bison levhalarında 923.33 kg/m^3 iken, sürekli pres levhalarında 879.16 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir. Levha yüzeyindeki özgül ağırlığın yüksek olması eğilme direncini artırmıştır [146]. Yapılan çalışmalarda bu sonucu destekler niteliktedir. Özgül ağırlığın artmasına bağlı olarak eğilme direnci artış

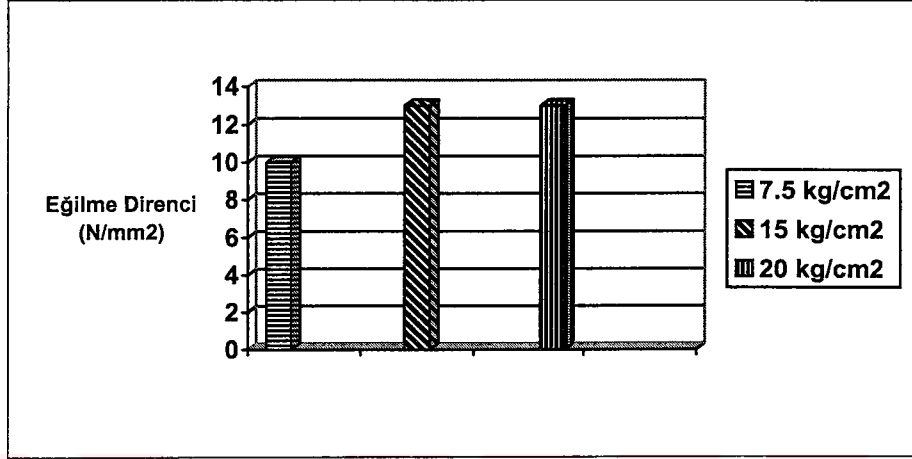
göstermektedir [148, 151, 157, 159]. Pres çeşidinin eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 15. Pres çeşidinin eğilme direnci üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerinde etkili olduğu ve bu etkinin pres basıncındaki artışa bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. 7.5 kg/cm²'lik soğuk pres basıncında preslenen levhalarda eğilme direnci 10.42 N/mm² iken, basıncın 15 kg/cm² ve 20 kg/cm² çıkarılması sonucu bu değerde sırasıyla % 22.26 ve % 22.93 oranlarında artış kaydedilmiştir. Artan soğuk presleme basıncına bağlı olarak eğilme direncinde meydana gelen yükselme; yüzey ve orta tabaka yongalarının daha iyi bir şekilde kenetlenmesinden, ince yongaların sarsıntı sonucu levha tabanına kaymasının engellenmesinden ve keçe içerisinde meyilli olarak bulunan bazı yongaların kısmen düz duruma getirilmesinden kaynaklanmaktadır [4]. Ayrıca artan soğuk presleme basıncına bağlı olarak Tablo 5'den de görülebileceği gibi yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde meydana gelen yükselme bu durumu açıklamaktadır. Özgül ağırlığın yükselmesine bağlı olarak eğilme direncinin arttığı çeşitli araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir [151, 159]. Soğuk pres basıncının 15 kg/cm²'den 20 kg/cm²'ye çıkarılması eğilme direnci üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum 15 kg/cm²'lik basınç altında yongalar arasındaki kenetlenmenin ve meyilli olarak keçede bulunan yongaların düz duruma getirilmesi için yeterli olduğunu göstermektedir. Deneme levhalarının üzerinde yapılan özgül ağırlık profili deneylerinde de soğuk pres basıncının 15 kg/cm²'den 20 kg/cm²'ye

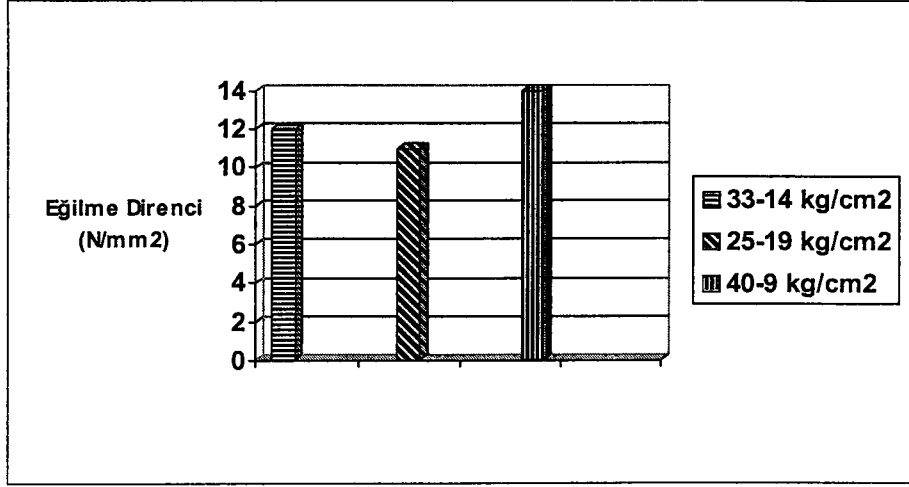
çıkarılması sonucu orta ve yüzey tabaka özgül ağırlıklarının değişmemesi de bu sonucu desteklemektedir. Soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16. Soğuk pres basıncının eğilme direnci üzerine etkisi

Sıcak preslemeye giriş ve çıkış basınçları eğilme direnci üzerinde istatistiksel anlamda etkili bulunmuştur. Sıcak preslemeye giriş basıncının 33 kg/cm²'den 25 kg/cm²'ye düşürülmesi, çıkış basıncının ise 14 kg/cm²'den 19 kg/cm²'ye yükseltilmesi ile eğilme direncinde % 9.49 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Yapılan çalışmalarda başlangıçta düşük basınç uygulanması durumunda pres kapanma süresinin uzayacağı ve buna bağlı olarak yüzey özgül ağırlığında azalma olacağı belirtilmektedir [145, 157]. Deneme levhalarının yüzey özgül ağırlık değerlerinin sıcak preslemeye giriş basıncının düşürülmesine bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Tablo 7). Yüzey özgül ağırlığındaki bu azalma eğilme direncinin düşmesinin nedenidir [160]. Sıcak preslemeye giriş basıncının 33 kg/cm²'den 40 kg/cm²'ye yükseltilmesi, çıkış basıncının ise 14 kg/cm²'den 9 kg/cm²'ye düşürülmesi durumunda ise eğilme direnci değerlerinde % 9.96 oranında bir artış kaydedilmiştir. Bu durum başlangıçta uygulanan yüksek basınca bağlı olarak pres kapanma süresinin kısa olmasından kaynaklanmaktadır. Pres kapanma süresinin kısalması yüzey tabakalarının özgül ağırlığını arttırmaktadır. Yüzey tabakalarındaki özgül ağırlık artışı eğilme direnci üzerinde olumlu etkiye neden olmaktadır [145, 146, 157]. Tablo 7'den de görüleceği gibi prese giriş basıncı 40 kg/cm² olan levhalarda yüzey özgül ağırlık değeri 937.66 kg/m³ iken, 33 kg/cm²'lik giriş basıncında preslenen levhalarda bu değer 889.33

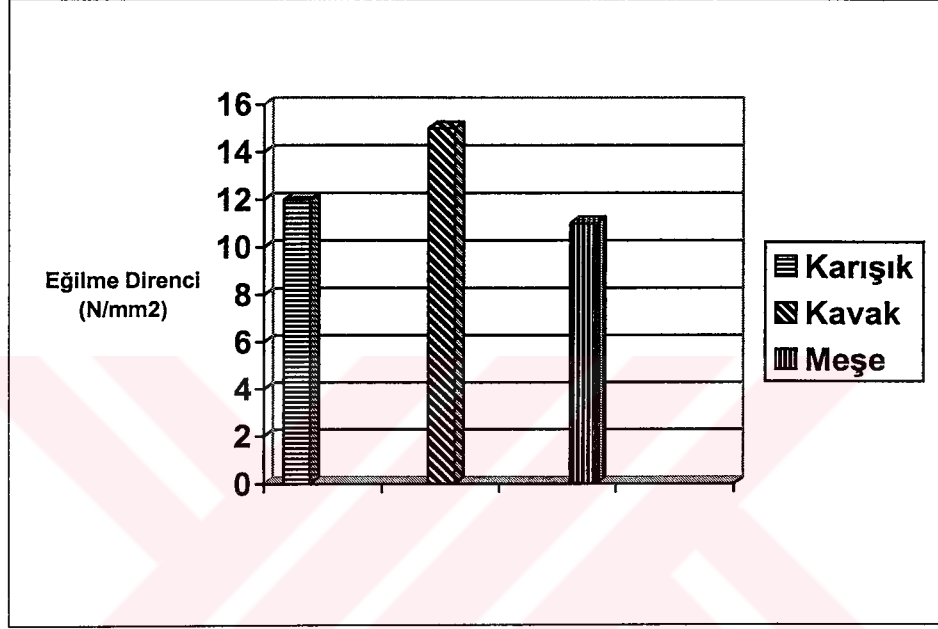
kg/m³ olarak belirlenmiştir. Sıcak preslemeye giriş basıncının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 17’de gösterilmiştir.



Şekil 17. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının eğilme direnci üzerine etkisi.

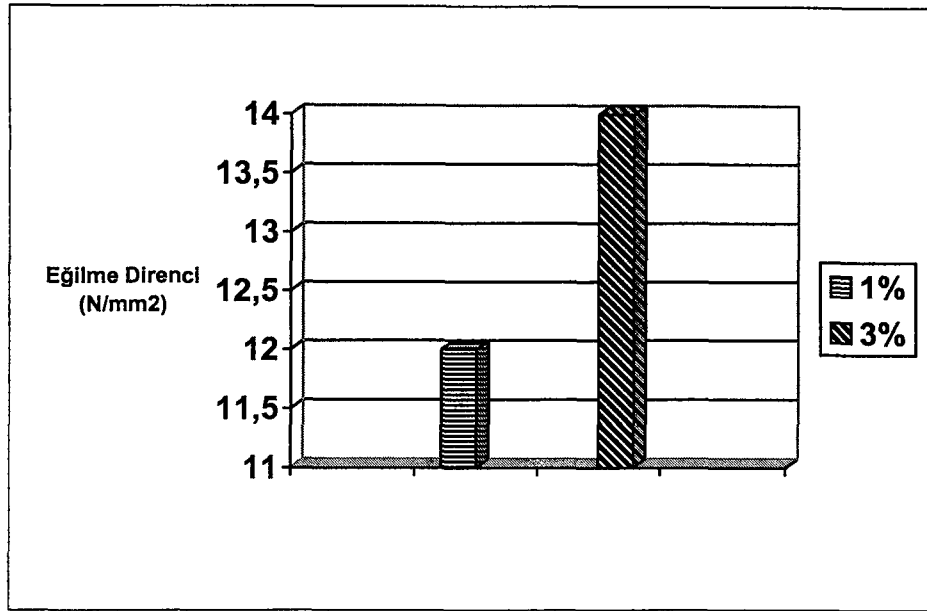
Dış tabakada kullanılan ağaç türü eğilme direnci üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Karışık ağaç türü kullanıldığında bu değer 12. 74 N/mm² iken, kavak kullanılması ile bu değerde % 11.93 oranında bir artış kaydedilmiştir. Kavak odununun özgül ağırlığı üretimde kullanılan diğer ağaç türlerinden düşüktür. Bu nedenle dış tabakası kavak odunundan oluşan yongalevhalar diğer levha tiplerine göre aynı hacim içerisinde sayıca daha fazla odun yongası içerdikleri için yapışan yüzey sayıları da daha yüksektir. Ayrıca, aynı presleme koşulları altında özgül ağırlığı düşük olan kavak yongaları daha fazla sıkışacağı için yüzey özgül ağırlığı da artacaktır. Tablo 9’ dan da görülebileceği gibi Kavak yongalarının dış tabakalarda kullanılması durumunda yüzey özgül ağırlığı 938.50 kg/m³ iken, bu değer karışık ağaç türlerinin kullanıldığı levhalarda 889.33 kg/m³ olarak bulunmuştur. Yüzey özgül ağırlığındaki bu artış eğilme direncindeki yükselmenin nedenidir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [161, 162]. Dış tabakalarında meşe yongası kullanılan yongalevhaların eğilme direnci değerleri, karışık levhalara göre % 11.77 oranında düşük bulunmuştur. Bu durum şu şekilde açıklanabilir: meşe odunu üretimde kullanılan diğer ağaç türlerinden daha yüksek özgül ağırlığa sahiptir. Genel olarak ağır odunlar yongalanırken nispeten kaba ve yüzey alanı küçük yongalar vermektedir. Kaba ve küçük yüzeyli yongalar mekanik dirençleri düşürmektedir [163]. Aynı hacim içerisinde sayıca daha az yonga içeren meşe yongalevhalarında eğilme

direncinin düşük olmasının diğ er nedeni aynı presleme koşulları altında daha az oranda sıkışmalarıdır. Bu durum Tablo 9'dan da görülebilir. Meşe levhalarında yüzey özgül ağırlık değeri (876.83 kg/m^3), kavak ve karışık ağaç türü ihtiva eden levhalardan (938.50 kg/m^3 - 889.33 kg/m^3) daha düşük bulunmuştur. Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 18'de gösterilmiştir.



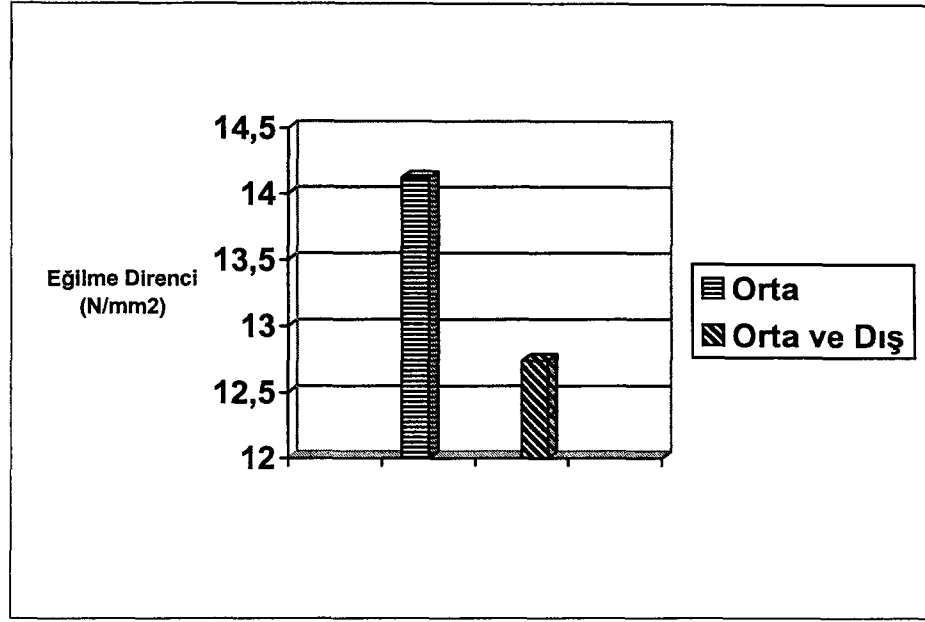
Şekil 18. Dış tabaka ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilme direnci değ erleri dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan levhalarda 12.74 N/mm^2 , % 3 olan levhalarda ise 13.98 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Dış tabakada kullanılan yonga rutubetinin % 1'den % 3'e çıkarılması sonucu eğilme direnci değ erinde % 9.74 oranında bir artış kaydedilmiştir. Yonga rutubetinin çok düşük olması halinde tutkal yongalar tarafından absorbe edilmekte ve yonga yüzeylerinde yapışmak için yeterli tutkal kalmamaktadır. Bu durum levhanın yüzey tabakalarının yeterince sıkıştırılamamasına ve bunun sonucunda gevşek ve zayıf levha yüzeyleri elde edilmesine neden olur [146, 148, 163]. Tablo 10'danda görülebileceğ i gibi dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan levhaların yüzey özgül ağırlığının (889.83 kg/m^3) % 3 rutubetteki yongalardan üretilen levhalarinkinden (902.33 kg/m^3) daha düşük bulunması bu sonucu desteklemektedir. Dış tabaka yonga rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. Dış tabaka yonga rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi

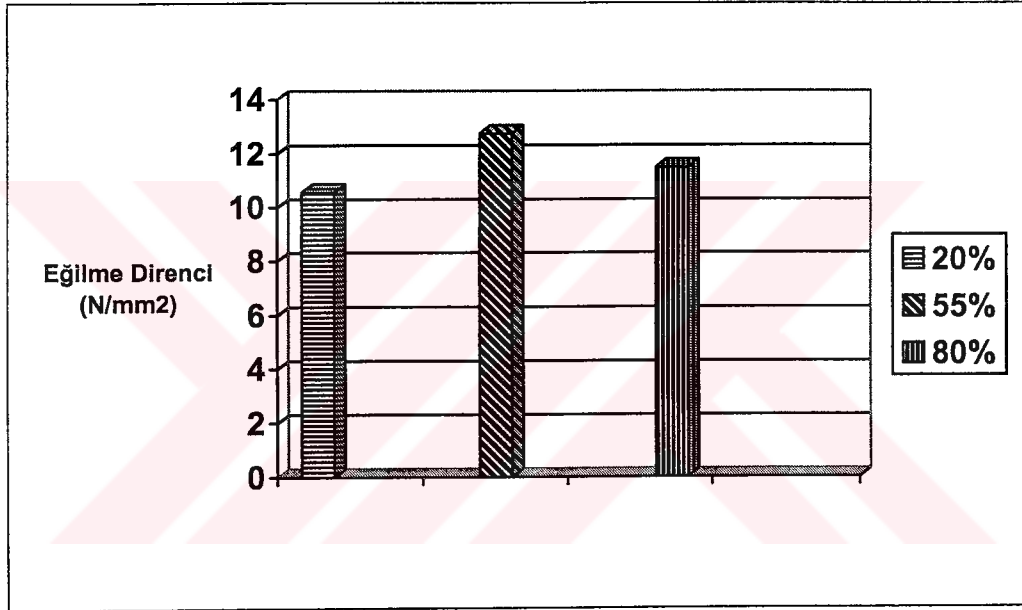
Orta ve dış tabakaları parafin içeren levhalarda eğilme direnci değeri 12.74 N/mm^2 iken, sadece orta tabakası parafin içeren levhalarda bu değer 14.12 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Parafinin dış tabaka yongalarına uygulanmaması eğilme direncini % 10.83 oranında artırmıştır. Heebink (1967)'e göre % 1'in üzerinde parafin kullanımı direnç değerlerini azaltmaktadır [164]. Deneme levhalarının üretiminde dış tabakalarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 1.25 oranında parafin kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Parafin kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 20'de gösterilmiştir.



Şekil 20. Parafin kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi

Rutubetleri % 20, % 55 ve % 80 olan tomruklardan üretilen yongalevhelerde eğilme direnci değerleri sırasıyla 10.57 N/mm^2 , 12.74 N/mm^2 ve 11.48 N/mm^2 olarak bulunmuştur. % 20 ve % 80 rutubetteki hammaddelerden üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri % 55 rutubete sahip tomruktan üretilen levhaların değerlerinden sırasıyla % 17.03 ve % 9.89 oranlarında daha düşük çıkmıştır. Düzgün yüzeyli yongalar elde edebilmek için hammadde rutubetinin % 30- % 60 arasında olması istenir. Çok rutubetli odundan elde edilen yongaların yüzeyleri yünlü olmakta, yüzey pürüzlülüğü artmaktadır. Rutubet miktarının % 30'dan az olması durumunda ise düzgün yüzeyli ince yongalar elde edilememektedir. Yüzey düzgünlüğündeki bu azalma tutkalın yonga yüzeylerindeki dağılımını olumsuz etkileyeceği için, yongalar arasındaki temas azalacak, presleme sırasında daha az oranda sıkışma gerçekleşeceği için gevşek bir yapı elde edilecektir [163, 165]. Bu durumda eğilme direncinde düşüş kaçınılmaz bir sonuçtur. Tablo 13'den de görülebileceği gibi rutubeti % 55 olan hammaddelerden üretilen yongalevhaların yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık değerleri (889.83 kg/m^3 - 586.66 kg/m^3), rutubetleri % 20 ve % 80 olanlarından (858.33 kg/m^3 - 545.33 kg/m^3 ; 871.50 kg/m^3 - 570.00 kg/m^3) daha yüksek bulunmuştur. Levha özgül ağırlığının eğilme direnci üzerindeki pozitif etkisi yapılan çalışmalarca desteklenmektedir [8, 148, 157, 166]. Yapılan denemeler sonucu, % 80 rutubetteki hammaddeden üretilen yongalevhaların eğilme dirençleri % 20 rutubetteki tomruklardan elde edilen levhalarından % 8.60 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu

durum % 80 rutubetteki hammaddeden elde edilen yongaların % 20 rutubetteki hammaddeden elde edilen yongalara göre suyun yongalayıcı bıçak ile odun arasında soğutucu ve yağlayıcı etki yapmasından dolayı daha düzgün yüzeylere sahip olduğunu göstermektedir. Düzgün yüzeyli yongalar arasında daha iyi bir tutkal bağı ve yapışma olacağından levha daha fazla sıkışacaktır. Tablo 13'den de görülebileceği gibi % 80 rutubetteki hammaddeden üretilen yongalevhaların yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık değerleri % 20 rutubetteki tomruklardan üretilenlerinkinden yüksek bulunmuştur. Hammadde odun rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 21'de gösterilmiştir.

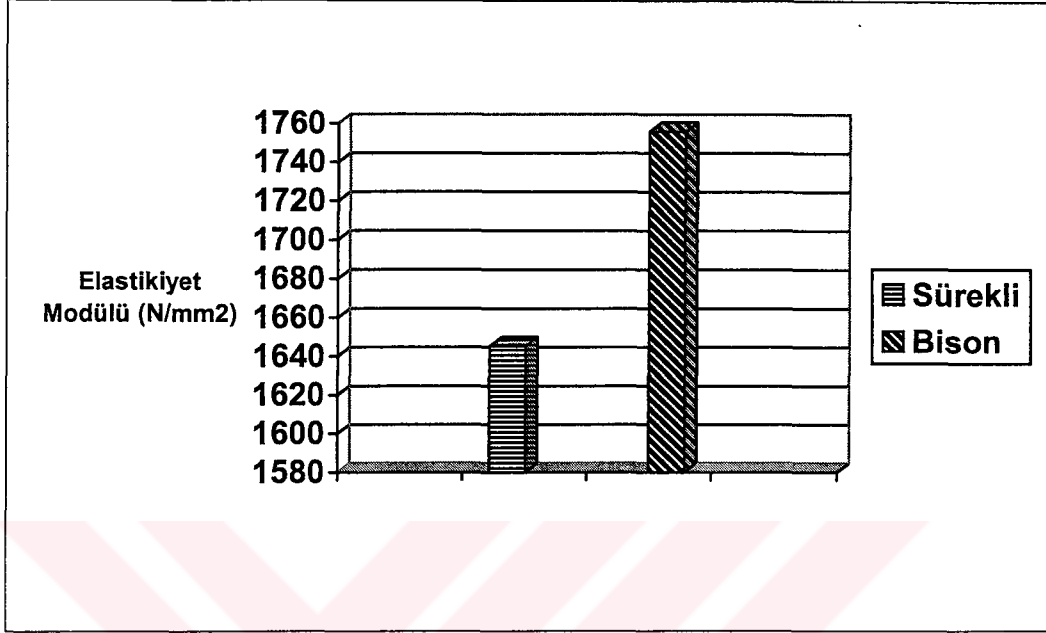


Şekil 21. Hammadde odun rutubetinin eğilme direnci üzerine etkisi

4.2.2. Eğilmede.Elastikiyet Modülü

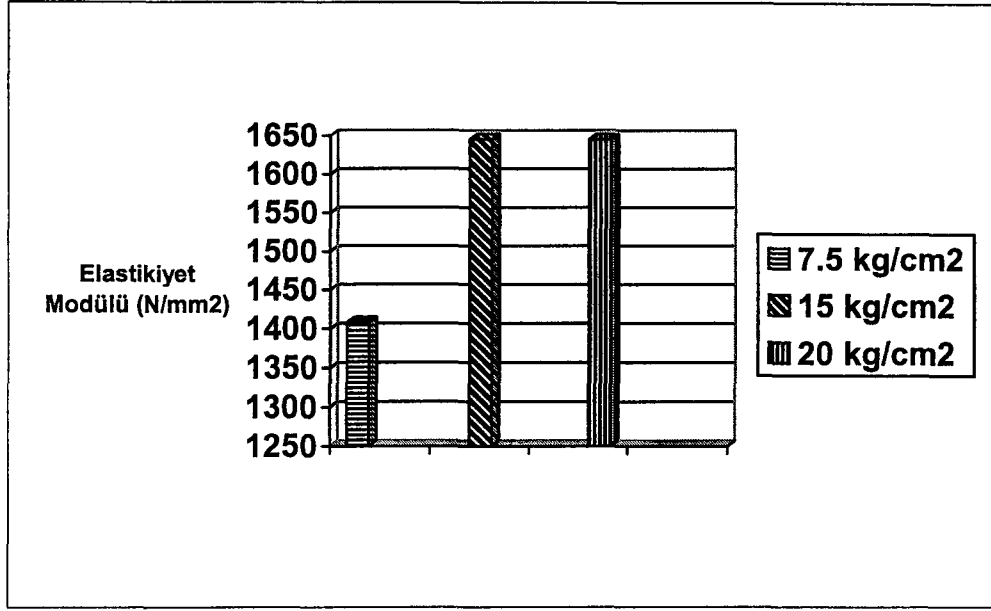
Elastikiyet modülü değerleri bison preste üretilen levhalarda 1755.86 N/mm^2 , sürekli pres levhalarında ise 1645.33 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Bison levhalarının elastikiyet modülü değerleri sürekli pres levhalarına göre % 6.71 oranında yüksek çıkmıştır. Bu durum eğilme direncinde açıklandığı gibi serme sistemlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır [144]. Yapılan özgül ağırlık profili denemeleri de bu sonucu desteklemektedir. Yüzey özgül ağırlığı bison levhalarında, sürekli pres levhalarından daha yüksek bulunmuştur. Levha yüzeyindeki özgül ağırlığın yüksek olması elastikiyet modülü üzerinde pozitif etki yapmıştır. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum

göstermektedir [146, 157, 159]. Pres çeşidinin elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 22’de gösterilmiştir.



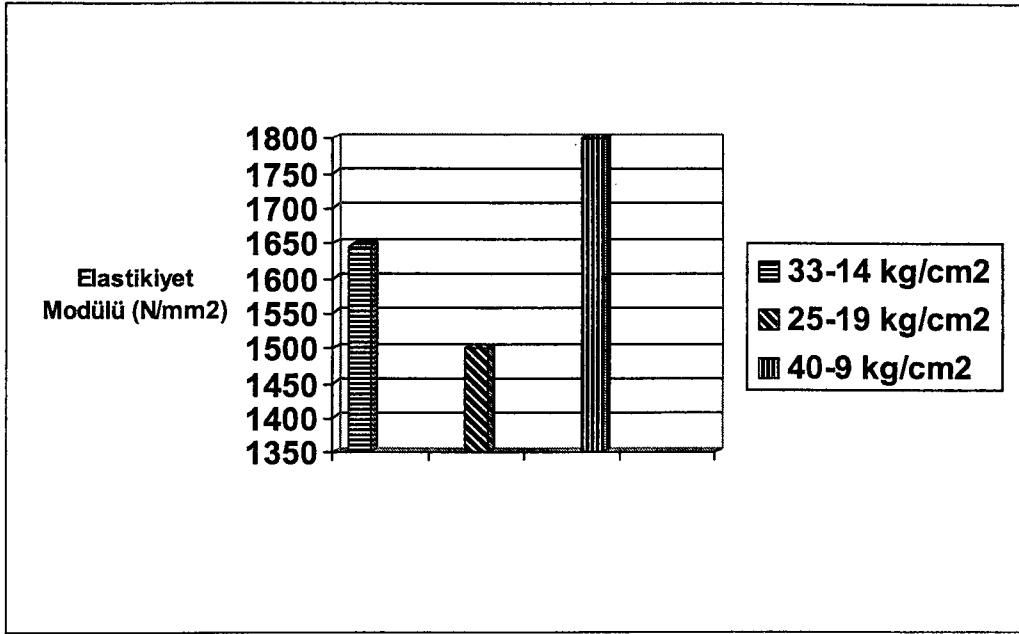
Şekil 22. Pres çeşidinin elastikiyet modülü üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerinde olumlu bir etki yaptığı görülmüştür. 7.5 kg/cm²’lik basınçta preslenen levhalarda elastikiyet modülü 1408.27 N/mm² iken, basıncın 15 kg/cm² ve 20 kg/cm² çıkarılması sonucu bu değerlerde sırasıyla % 16.83 ve % 17.21 oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Bu durum; yüzey ve orta tabaka yongalarının daha iyi bir şekilde kenetlenmesinden kaynaklanmaktadır [4]. Ayrıca artan soğuk presleme basıncına bağlı olarak Tablo 5’den de görülebileceği gibi yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde meydana gelen yükselme bu sonucu desteklemektedir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [167]. Soğuk pres basıncının 15 kg/cm²’den 20 kg/cm²’ye çıkarılması elastikiyet modülü üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum 15 kg/cm²’lik soğuk preslemenin levha üretimi için yeterli olduğunu göstermektedir. Özgül ağırlık profili deneylerinde de soğuk pres basıncının 15 kg/cm²’den 20 kg/cm²’ye çıkarılması sonucu orta ve yüzey tabaka özgül ağırlıklarının değişmemesi de bu sonucu desteklemektedir. Soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 23’de gösterilmiştir.



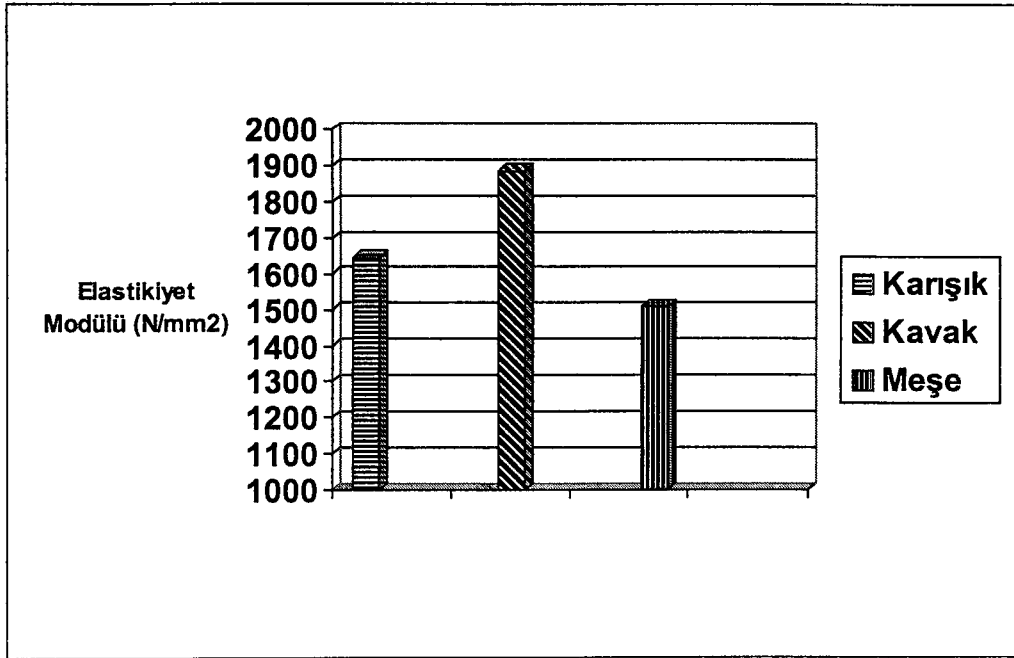
Şekil 23. Soğuk pres basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen değerlerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu sıcak preslemede uygulanan giriş ve çıkış basınçlarının elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet modülü değerleri giriş basınçları 33 kg/cm², 25 kg/cm² ve 40 kg/cm² olan levhalarda sırasıyla 1645.33 N/mm², 1526.45 N/mm² ve 1784.78 N/mm² olarak bulunmuştur. Sıcak preslemeye giriş basıncının düşürülmesi, çıkış basıncının ise yükseltilmesi ile elastikiyet modülünde % 7.22 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Bu durum giriş basıncının düşürülmesine bağlı olarak yüzey tabakalarının özgül ağırlıklarında meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır [145, 157, 168]. Tablo 7'den de görülebileceği gibi deneme levhalarının yüzey özgül ağırlık değerleri sıcak preslemeye giriş basıncının düşürülmesine bağlı olarak azalmaktadır. Sıcak preslemeye giriş basıncının yükseltilmesi, çıkış basıncının ise düşürülmesi durumunda ise elastikiyet modülü değerlerinde % 16.92 oranında bir artış kaydedilmiştir. Bu durum başlangıçta uygulanan yüksek basınca bağlı olarak pres kapanma süresinin kısılması ve yüzey tabakalarının özgül ağırlığının artmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 7). Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [145, 146]. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 24'de gösterilmiştir.



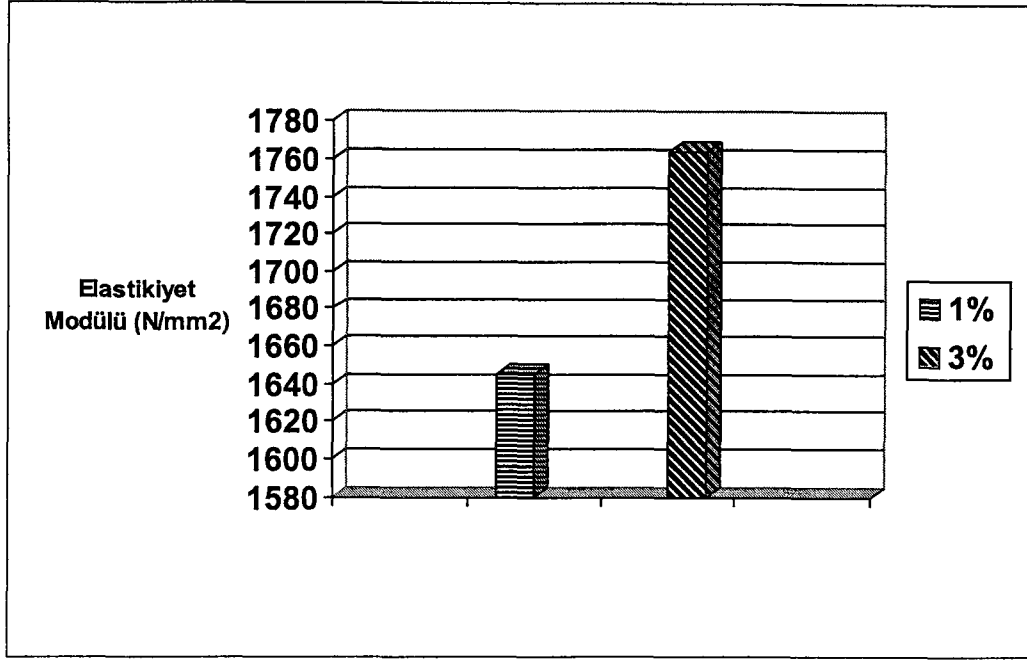
Şekil 24. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının elastikite modülü üzerine etkisi.

Yongalevha üretiminde dış tabakalarda kullanılan ağaç türünün elastikite modülü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Karışık ağaç türünden üretilen levhalarda elastikite modülü değeri 1645.33 N/mm^2 iken, kavak ve meşe levhalarında bu değer sırasıyla 1884.78 N/mm^2 ve 1507.56 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Kavak levhalarının elastikite modülü değerlerinin diğer levha gruplarından yüksek olması; kavak odununun özgül ağırlığının üretimde kullanılan diğer ağaç türlerinden düşük olmasına bağlı olarak diğer levha tiplerine göre aynı hacim içerisinde sayıca daha fazla odun yongası içerdikleri için yapışan yüzey sayılarının yüksek olmasından ve eşit presleme koşulları altında levhaların daha fazla sıkışmasına bağlı olarak da yüzey özgül ağırlığının artmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum Tablo 9' dan da görülebilmektedir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [161, 162]. Dış tabakaları meşe yongası içeren levhaların elastikite modülü değerleri, karışık hammadde ve kavak ihtiva eden levhalara göre % 14.55 ve % 20.01 oranlarında düşük bulunmuştur. Meşe odunu özgül ağırlığı üretimde kullanılan diğer ağaç türlerinden yüksek olduğu için yongalanırken yongalevhanın mekanik dirençlerini düşürücü etki yapan kaba ve yüzey alanı küçük yongalar vermektedir [163]. Meşe levhaları aynı hacim içerisinde sayıca daha az yonga içerdikleri gibi eşit presleme koşulları altında daha az oranda sıkışmakta ve daha düşük yüzey özgül ağırlığı değerleri vermektedir (Tablo 9). Dış tabaka ağaç türünün elastikite modülü üzerine etkisi Şekil 25'de gösterilmiştir.



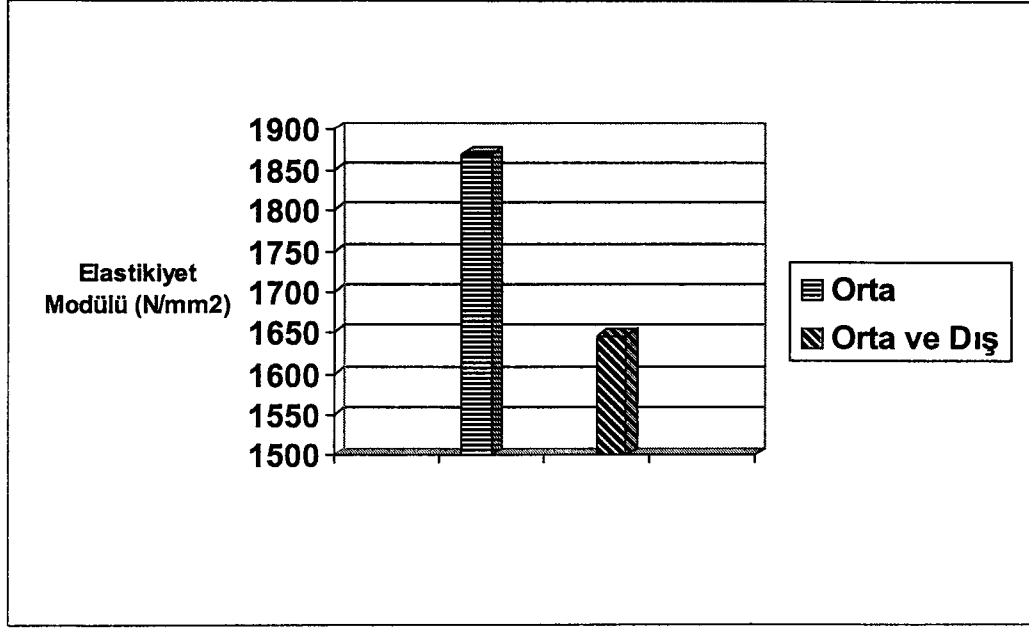
Şekil 25. Dış tabaka ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

Elastikiyet modülü değerleri dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan levhalarda 1645.33 N/mm^2 , % 3 olan levhalarda ise 1764.12 N/mm^2 olarak bulunmuştur. % 3 rutubetteki dış tabaka yongalarından üretilen levhaların elastikiyet modülleri % 1 rutubette üretilenlerden % 7.22 oranında yüksek çıkmıştır. Yonga rutubetinin yüksek olması durumunda tutkalın tamamı yongalar tarafından emilememekte ve yonga yüzeylerinde yapışma için yeterli tutkal kalmaktadır. Bu durum levhanın yüzey tabakalarının iyi bir şekilde sıkıştırılmasına ve bunun sonucunda da sıkı bir yapıda yani özgül ağırlığı yüksek levha yüzeyleri elde edilmesine neden olmaktadır [4, 148, 163]. Dış tabaka yonga rutubetindeki artışa paralel olarak yüzey tabakalarının özgül ağırlık değerlerindeki yükseliş Tablo 10'dan da görülebilmektedir. Dış tabaka yonga rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 26'da gösterilmiştir.



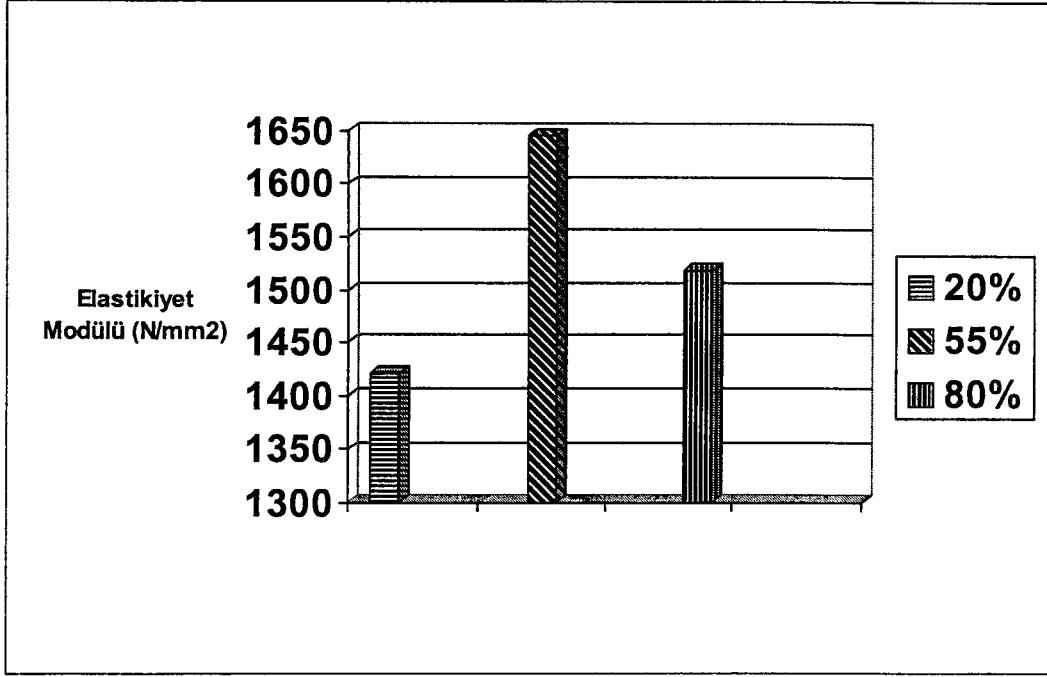
Şekil 26. Dış tabaka yonga rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar sonucu parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerinde belirgin bir etki yaptığı gözlenmiştir. Orta ve dış tabakaları parafin içeren levhalarda elastikiyet modülü değeri 1645.33 N/mm^2 iken, sadece orta tabakasında parafin kullanılan levhalarda bu değer 1870.42 N/mm^2 çıkmıştır. Parafinin dış tabaka yongalarına uygulanmaması elastikiyet modülünü % 13.68 oranında artırmıştır. Yapılan bir araştırmada % 1'in üzerinde parafin kullanımının levhaların mekanik özellikleri üzerinde olumsuz bir etki yarattığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [164]. Parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 27'de gösterilmiştir.



Şekil 27. Parafin kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi

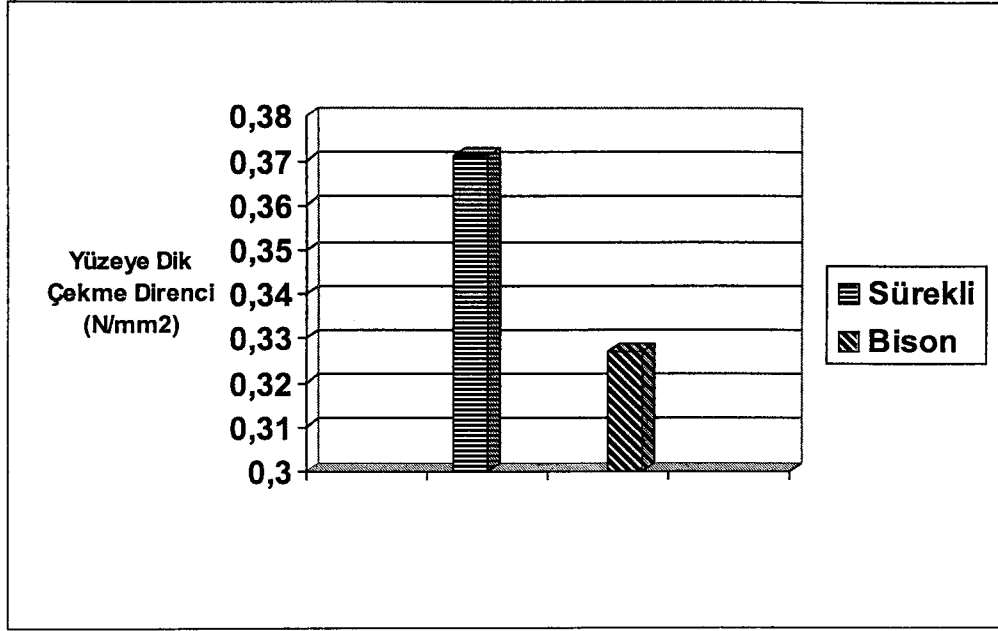
Rutubetleri % 20, % 55 ve % 80 olan tomruklardan üretilen yongalevhelerde elastikiyet modülü değerleri sırasıyla 1420.36 N/mm^2 , 1645.33 N/mm^2 ve 1518.64 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Hammadde rutubetinin % 55'den % 20' ye düşürülmesi ve % 80'e çıkarılması sonucu elastikiyet modülü değerleri sırasıyla % 13.67 ve % 7.72 oranlarında azalmıştır. Bu durum levha üretiminde arzu edilen % 30 - % 60 hammadde rutubetinin dışına çıkılmasından dolayı yongaların yüzey düzgünlüğünün bozulmasından kaynaklanabilir [163, 165]. Yüzey pürüzlülüğünün artmasına bağlı olarak tutkalın yonga yüzeylerinde düzgün bir tabaka oluşturamaması nedeniyle üretilen levhaların yüzey ve orta tabakalarındaki özgül ağırlık değerleri Tablo 13'den de görülebileceği gibi düşecektir. Levha özgül ağırlığının mekanik özellikler üzerindeki olumlu etkisi yapılan çalışmalarda belirlenmiştir [8, 166]. % 80 rutubetteki hammaddeden üretilen yongalevhelerin elastikiyet modülü değerleri % 20 rutubetteki tomruklardan elde edilen levhalarınkinden % 6.92 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu durum suyun yongalayıcı bıçaklar ile odun arasında yağlayıcı ve soğutucu etki yapmasına bağlı olarak daha düzgün yüzeyli yongaların elde edilebileceğini göstermektedir. Düzgün yüzeyli yongaların daha fazla sıkıştığını Tablo 13'deki özgül ağırlık verileri desteklemektedir. Hammadde odun rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 28'de gösterilmiştir.



Şekil 28. Hammadde odun rutubetinin elastikiyet modülü üzerine etkisi

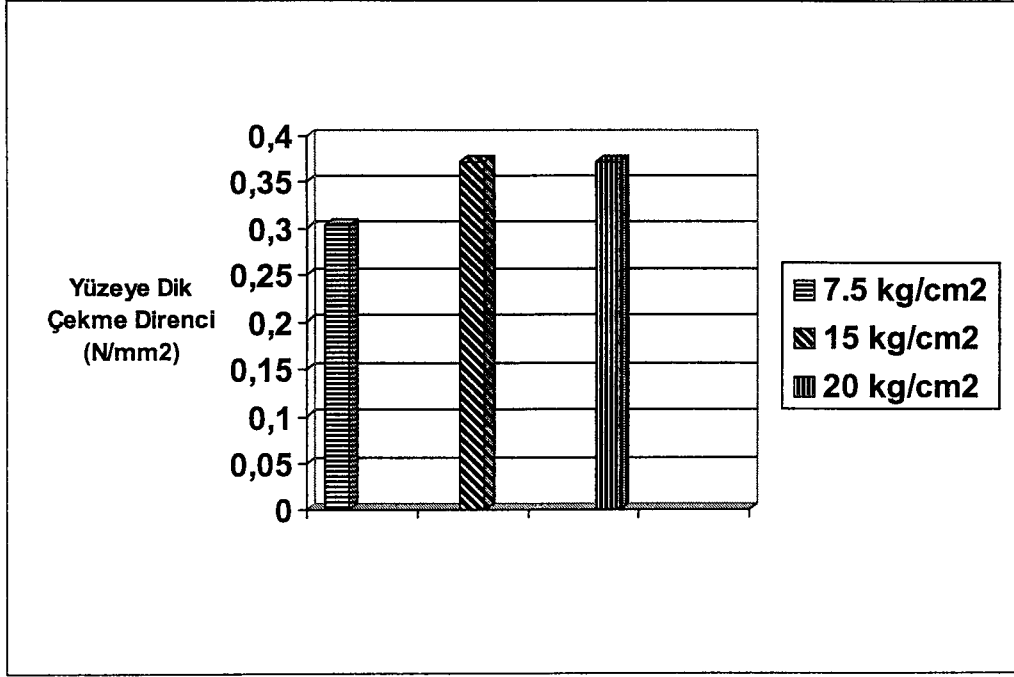
4.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Yüze dik çekme direnci değerleri bison preste üretilen levhalarda 0.327 N/mm^2 , sürekli pres levhalarında ise 0.371 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucu pres çeşidinin yüze dik çekme direnci üzerinde istatistiksel anlamda etkili olduğu belirlenmiştir. Sürekli pres levhalarının yüze dik çekme direnci değerleri bison levhalarına göre % 13.45 oranında yüksek çıkmıştır. Bu durum serme sistemlerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır [144]. Yapılan özgül ağırlık profili denemeleri de bu sonucu desteklemektedir Orta tabaka özgül ağırlığı sürekli pres levhalarında 586.66 kg/m^3 iken, bu değer bison levhalarında 552.00 kg/m^3 olarak bulunmuştur (Tablo 3). Tablo 3'den de görüldüğü gibi orta tabaka özgül ağırlığı sürekli pres levhalarında daha yüksek çıkmıştır. Bu durum orta tabaka yongaları serilirken bison preste uygulanan rüzgarlama işlemi sonucu yongalar arasındaki bazı kısımların yüzey tabakalarına geçmesinden dolayı orta tabaka ağırlığındaki azalmadan ve sürekli preslemede uygulanan kademeli basınç diyagramından kaynaklanmaktadır. Orta tabaka özgül ağırlığın yüksek olması yüze dik çekme direnci üzerinde pozitif etki yapmıştır. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [146, 157, 169]. Pres çeşidinin yüze dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 29'da gösterilmiştir.



Şekil 29. Pres çeşidinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

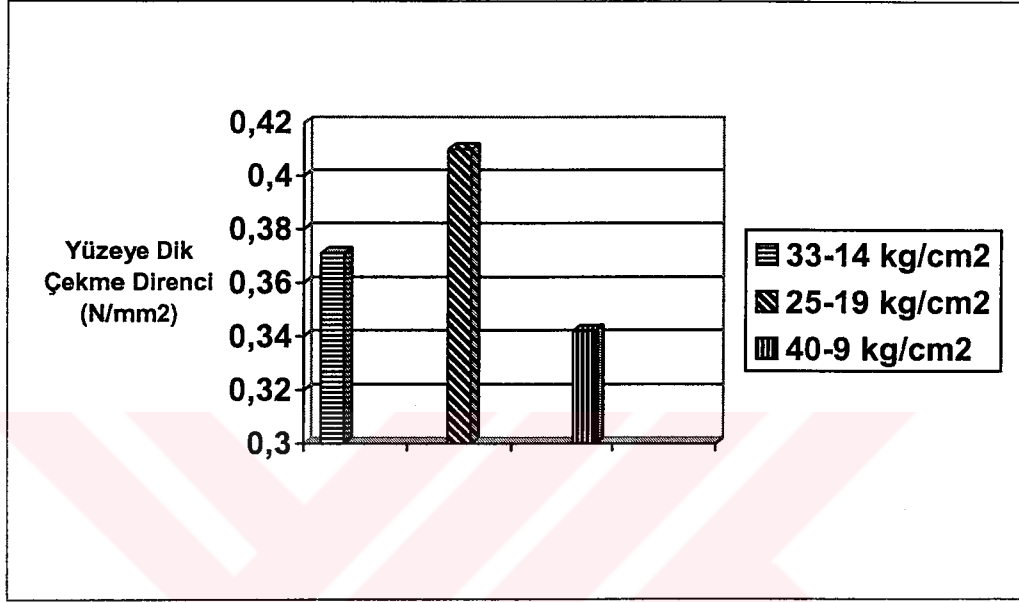
Yapılan çalışmalar sonucu soğuk pres basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerinde olumlu bir etki yapmıştır. 7.5 kg/cm^2 'lik basınçta preslenen levhalarda yüzeye dik çekme direnci 0.304 N/mm^2 iken, basıncın 15 kg/cm^2 ve 20 kg/cm^2 çıkarılması sonucu bu değerle sırasıyla % 22.04 ve % 23.35 oranlarında artışlar kaydedilmiştir. Bu durum; yüzey ve orta tabaka yongalarının daha iyi bir şekilde kenetlenmesinden ve artan soğuk presleme basıncına bağlı olarak Tablo 5'den de görülebileceği gibi orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde meydana gelen yükselmeden kaynaklanmaktadır [4, 167, 169]. Soğuk pres basıncının 15 kg/cm^2 'den 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum 15 kg/cm^2 'lik soğuk presleme de yeterli kenetlenmenin gerçekleştiğini göstermektedir. Özgül ağırlık profili deneylerinde de soğuk pres basıncının 15 kg/cm^2 'den 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu orta tabaka özgül ağırlıklarının değişmemesi de bu sonucu desteklemektedir (Tablo 5). Soğuk pres basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 30'da gösterilmiştir.



Şekil 30. Soğuk pres basıncının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi

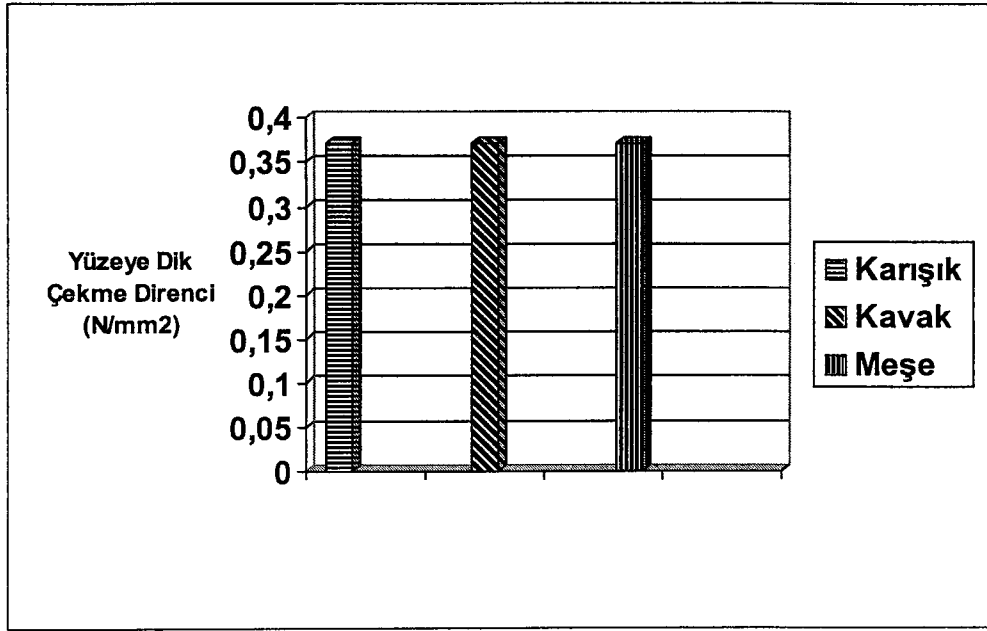
Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen değerlerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüze dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Yüze dik çekme direnci değerleri; giriş basınçları 33 kg/cm², 25 kg/cm² ve 40 kg/cm² olan levhalarda sırasıyla 0.371 N/mm², 0.410 N/mm² ve 0.342 N/mm² olarak bulunmuştur. Sıcak preslemeye giriş basıncının 33 kg/cm² 'den 25 kg/cm²'ye düşürülmesi, çıkış basıncının ise 14 kg/cm²'den 19 kg/cm²'ye yükseltilmesi ile yüze dik çekme direncinde % 10.51 oranında bir artış kaydedilmiştir. Bu durum çıkış basıncının yükseltilmesine bağlı olarak orta tabaka özgül ağırlığında meydana gelen artıştan kaynaklanmaktadır [145, 169]. Tablo 7'den de görülebileceği gibi deneme levhalarının orta tabaka özgül ağırlık değerleri sıcak preslemeden çıkış basıncının artırılmasına bağlı olarak artmaktadır. Sıcak preslemeye giriş basıncının 33 kg/cm² 'den 40 kg/cm²'ye yükseltilmesi, çıkış basıncının ise 14 kg/cm²'den 9 kg/cm²'ye düşürülmesi durumunda ise yüze dik çekme direnci değerlerinde % 7.82 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Bu durum başlangıçta uygulanan yüksek basınca bağlı olarak pres kapanma süresinin kısılması ve yüzey tabakalarının özgül ağırlığının artmasına karşılık orta tabaka özgül ağırlığının azalmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 7). Tablo 7'den de görülebileceği gibi; sıcak prese giriş-çıkış basınçları 33-14 kg/cm² olan levhalarda orta tabaka özgül ağırlık değeri 586.66 kg/m³ iken bu değer 25-19 kg/cm²'lik basınç için

601.00 kg/m³, 40-9 kg/cm²'lik basınçta üretilen levhalarda ise 575.66 kg/m³ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [145, 146, 169]. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 31'de gösterilmiştir.



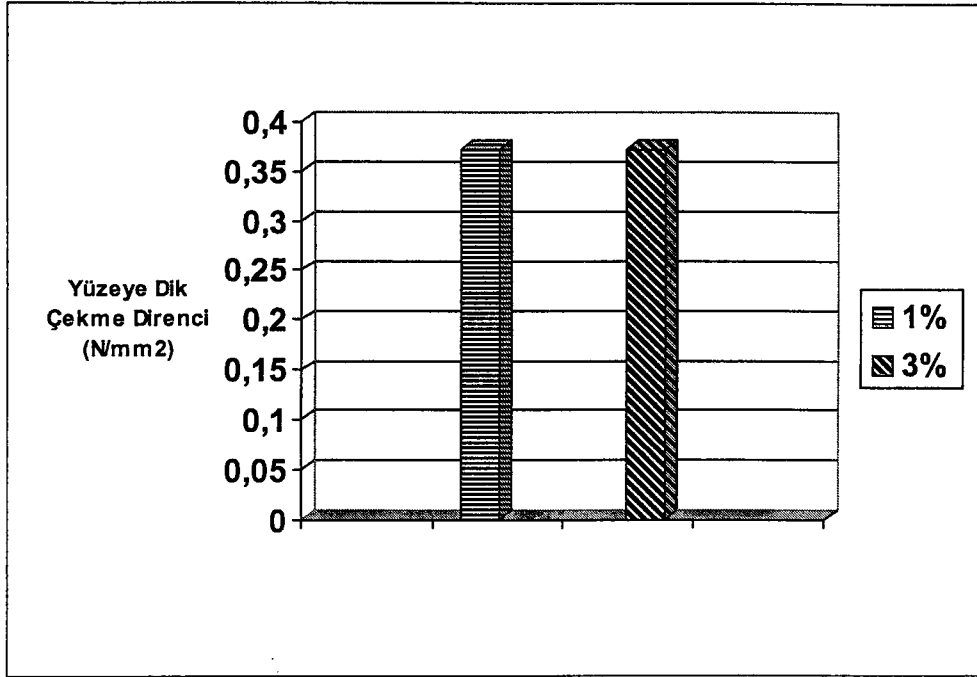
Şekil 31. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.

Dış tabaka ağaç türü yüzeye dik çekme direnci üzerinde istatistiksel anlamda etkisizdir. Karışık ağaç türünden üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direnci değeri 0.371 N/mm² iken, kavak ve meşe levhalarında bu değer sırasıyla 0.380 N/mm² ve 0.368 N/mm² olarak bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnci orta tabaka yongaları arasındaki yapışma gücü olduğu için yüzey tabakalarında kullanılan ağaç türünün orta tabakayı etkilemesi söz konusu değildir. Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 32'de gösterilmiştir.



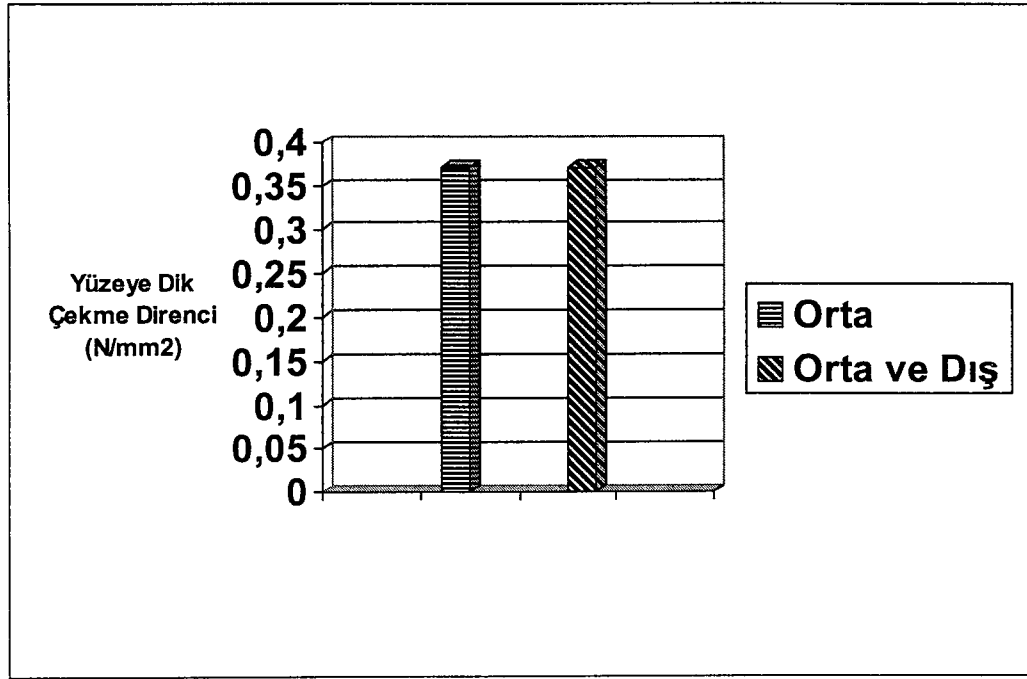
Şekil 32. Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yüzeye dik çekme direnci değerleri dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan levhalarda 0.371 N/mm^2 , % 3 olan levhalarda ise 0.377 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Dış tabaka yonga rutubetinin 1'den % 3'e çıkarılması yüzeye dik çekme direncini istatistiksel anlamda etkilememiştir. Dış tabaka yonga rutubetindeki artış sadece dış tabakaların özgül ağırlığının artmasına neden olmaktadır. Tablo 10'dan da görülebileceği gibi dış tabaka yonga rutubetindeki değişiklik yüzeye dik çekme direnci açısından önemli olan orta tabaka özgül ağırlığında herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır. Dış tabaka yonga rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 33'de gösterilmiştir.



Şekil 33. Dış tabaka yonga rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

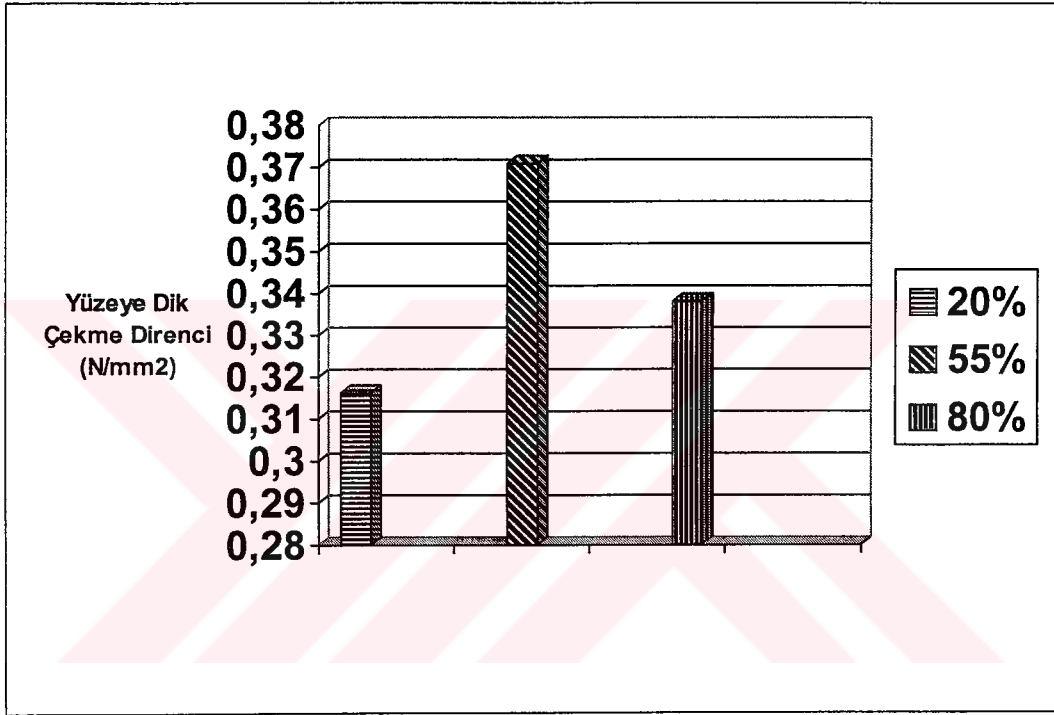
Yapılan çalışmalar sonucu parafin kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerinde belirgin bir etki yapmadığı gözlenmiştir. Orta ve dış tabakaları parafin içeren levhalarda yüzeye dik çekme direnci değeri 0.371 N/mm^2 , sadece orta tabakasında parafin kullanılan levhalarda ise bu değer 0.379 N/mm^2 çıkmıştır. Parafinin dış tabaka yongalarına uygulanmasının orta tabaka yongaları arasındaki yapışma gücünü etkilemeyeceği beklenen bir sonuçtur. Parafin kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 34'de gösterilmiştir.



Şekil 34. Parafin kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Hammadde tomruk rutubeti yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili bulunmuştur. Rutubetleri % 20, % 55 ve % 80 olan tomruklardan üretilen yongalevhelerde yüzeye dik çekme direnci değerleri sırasıyla 0.316 N/mm^2 , 0.371 N/mm^2 ve 0.338 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Hammadde rutubetinin % 55'den % 20' ye düşürülmesi ve % 80'e çıkarılması sonucu yüzeye dik çekme direnci değerleri sırasıyla % 14.82 ve % 8.89 oranlarında azalmıştır. Bu durum levha üretiminde arzu edilen % 30 - % 60 hammadde rutubetinin dışına çıkılmasından dolayı yongaların yüzey düzgünlüğünün bozulmasından, ve yüzey pürüzlülüğünün artmasına bağlı olarak tutkalın yonga yüzeylerinde düzgün bir tabaka oluşturamamasından kaynaklanmaktadır. Bu durumda yongalar arasında kuvvetli bir yapışma sağlanamayacaktır [163, 166]. Tablo 13'den de görülebileceği gibi pürüzlü yongalar yeterli miktarda sıkıştırılmadıkları için orta tabaka özgül ağırlık değerleri tomruk rutubetleri % 20 ve % 80 olan levhalarda % 55 rutubete sahip tomruklardan üretilen levhalara göre daha düşük bulunmuştur. Levha özgül ağırlığındaki azalmanın mekanik özellikler üzerindeki negatif etkisi yapılan çalışmalarda belirlenmiştir [8, 166]. % 80 rutubetteki hammaddeden üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değerleri (0.338 N/mm^2) % 20 rutubetteki tomruklardan elde edilen levhalarinkinden (0.316 N/mm^2) % 6.50 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu durum suyun yongalayıcı bıçaklar ile odun arasında yağlayıcı ve soğutucu etki yapmasına bağlı olarak daha düzgün yüzeyli

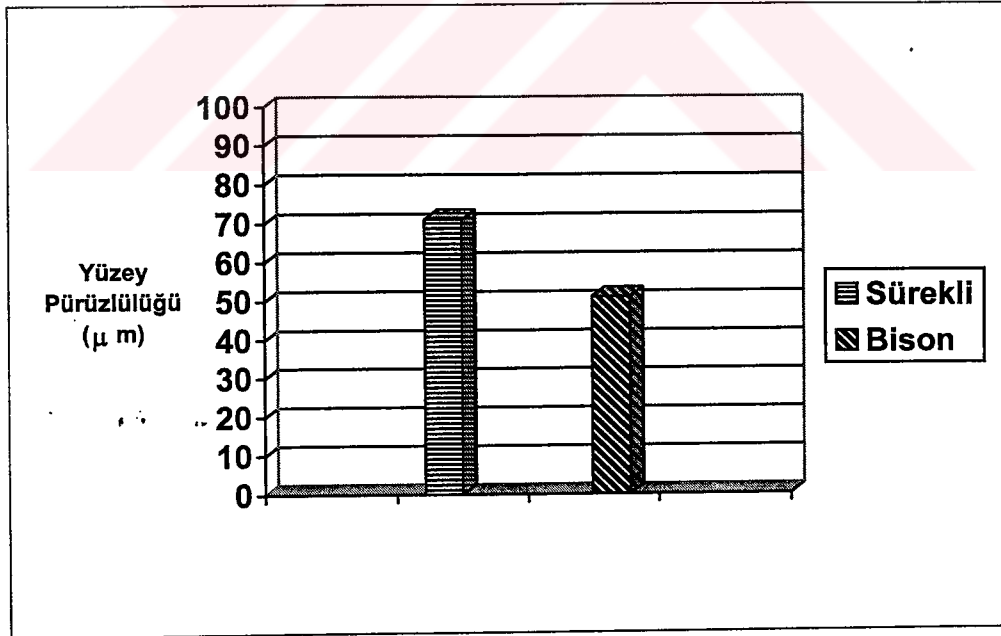
yongaların elde edilebileceğini göstermektedir. Tablo 13'den de görülebileceği gibi orta tabaka özgül ağırlık değerleri % 80 rutubete sahip tomruklardan üretilen levhalarda (570.00 kg/m^3) % 20 rutubetteki hammaddeden üretilen levhalara (545.33 kg/m^3) göre daha yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [146, 157, 160]. Hammadde odun rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 35'de gösterilmiştir.



Şekil 35. Hammadde odun rutubetinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

4.3. Yüzey Pürüzlülüğü

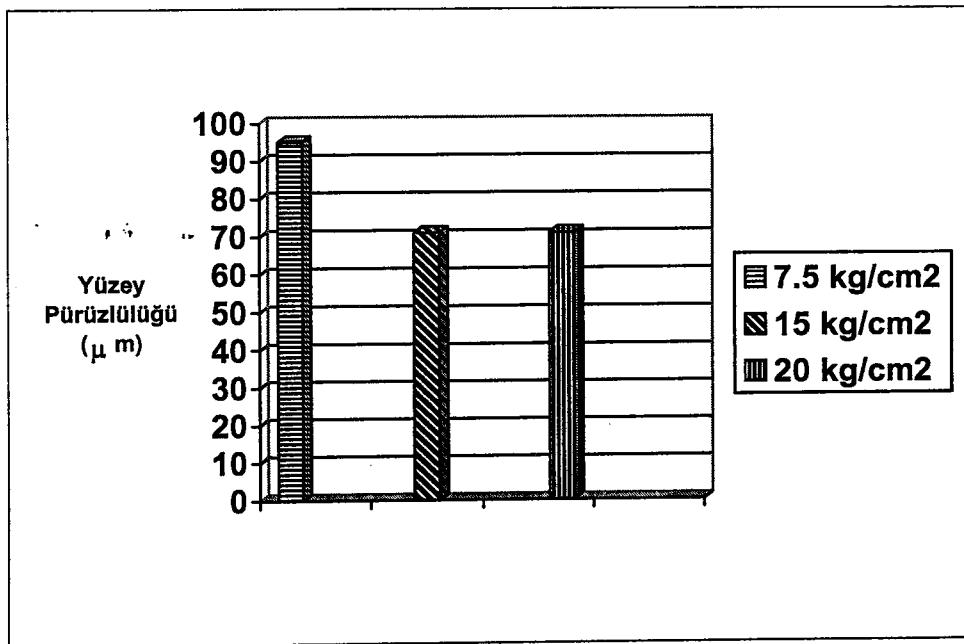
Yüzey pürüzlülüğü değerleri bison preste üretilen levhalarda $50.40 \mu\text{m}$, sürekli pres levhalarında ise $71.59 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Sürekli pres levhalarının yüzey pürüzlülüğü değerleri bison pres levhalarına göre % 42.04 oranında yüksek çıkmıştır. Orta tabaka yongalarının serilme işlemi sürekli preste dökme, bison preste ise rüzgarla gerçekleştirildiği için orta tabaka yongaları içerisinde bulunan ince yongalar rüzgarın etkisi ile dış tabaka yongalarına karışmakta ve dolayısıyla üretilen levhaların yüzey tabakalarının özgül ağırlıklarında bir artışa neden olmaktadır [144]. Bu durum yapılan özgül ağırlık profili denemelerinde de gözükmemektedir. Yüzey özgül ağırlığı bison levhalarında 923.33 kg/m^3 iken, sürekli pres levhalarında 879.16 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir. Levha yüzeyindeki özgül ağırlığın yüksek olması sıkı bir yüzeye sebep verdiği için yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu sonucu destekler niteliktedir. Özgül ağırlığın artmasına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğü iyileşmektedir [130, 170]. Pres çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 36'da gösterilmiştir.



Şekil 36. Pres çeşidinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

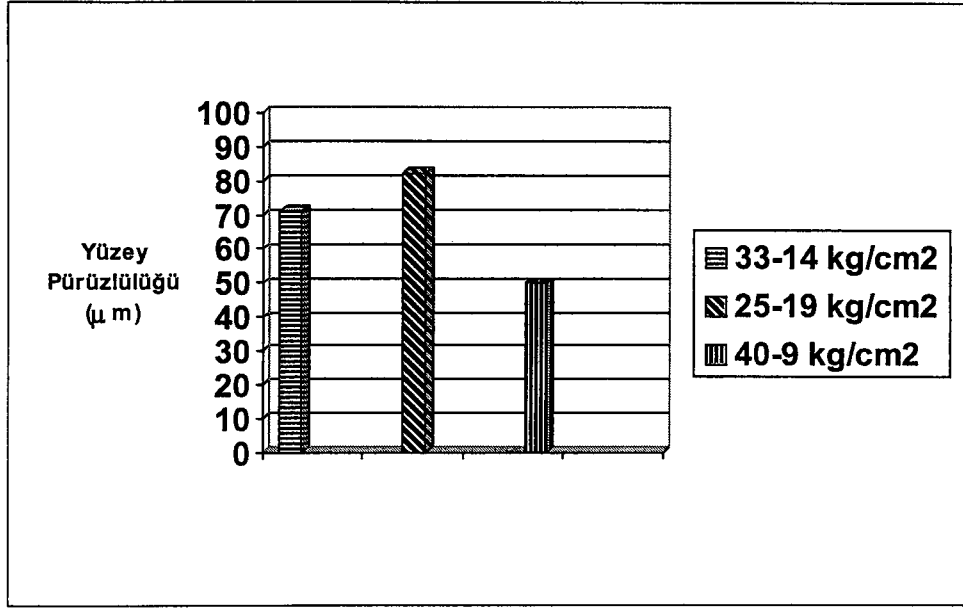
Çalışmalar, soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkili olduğunu göstermiştir. Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi, pres basıncındaki artışa bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. 7.5 kg/cm^2 basınç altında preslenen

levhalarda yüzey pürüzlülüğü 94.78 μm iken, basıncın 15 kg/cm^2 ve 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu bu değerde sırasıyla % 24.47 ve % 24.62 oranlarında azalma kaydedilmiştir. Artan soğuk presleme basıncına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünde meydana gelen azalma; yüzey ve orta tabaka yongalarının daha iyi bir şekilde kenetlenmesinden dolayı daha sıkı bir yapı oluşmasından, ince yongaların sarsıntı sonucu levha tabanına kaymasının engellenmesinden ve levha taslağı içerisinde meyilli olarak bulunan bazı yongaların kısmen düz duruma getirilmesinden kaynaklanmaktadır [4]. Ayrıca artan soğuk presleme basıncına bağlı olarak Tablo 5'den de görülebileceği gibi yüzey ve orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde meydana gelen yükselme bu durumu açıklamaktadır. Artan pres basıncına bağlı olarak özgül ağırlığın yükselmesinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki olumlu etkisi çeşitli araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir [130, 170, 171]. Soğuk pres basıncının 15 kg/cm^2 'den 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olmamıştır. Çünkü 15 kg/cm^2 'lik basınç, yongalar arasındaki kenetlenme ve meyilli olarak levha taslağında bulunan yongaların düz duruma getirilmesi için yeterlidir. Deneme levhaları üzerinde yapılan özgül ağırlık profili deneylerinde de soğuk pres basıncının 15 kg/cm^2 'den 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu yüzey tabakalarının özgül ağırlıklarının değişmemesi bu sonucu desteklemektedir. Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 37'de gösterilmiştir.



Şekil 37. Soğuk pres basıncının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

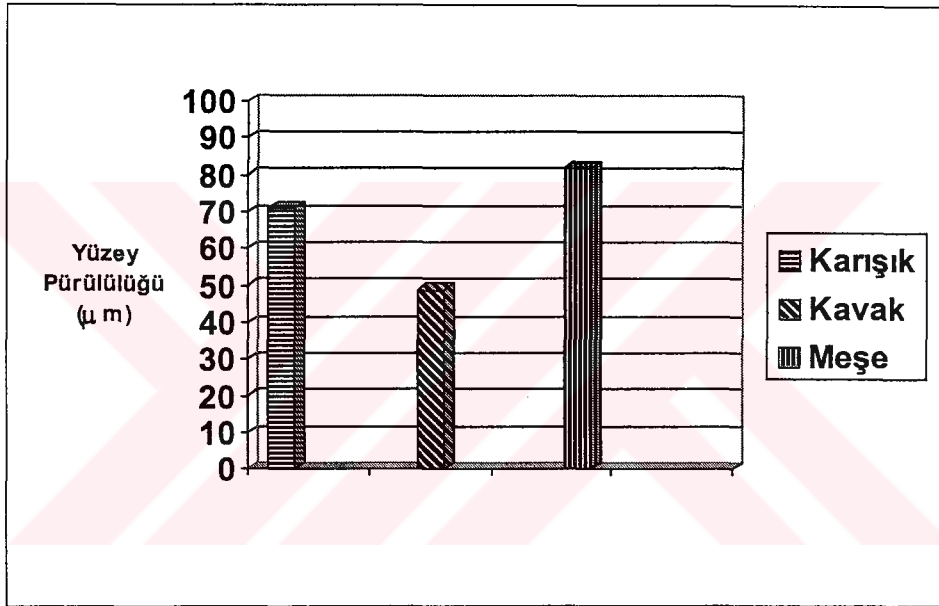
Yüzey pürüzlülüğü üzerine sıcak preslemeye giriş ve çıkış basınçları istatistiki olarak etkili bulunmuştur. Sıcak preslemeye giriş basıncının 33 kg/cm^2 'den 25 kg/cm^2 'ye düşürülmesi, çıkış basıncının ise 14 kg/cm^2 'den 19 kg/cm^2 'ye yükseltilmesi ile yüzey pürüzlülüğünde % 14.13 oranında bir artışa neden olmuştur. Bu durum; preslemenin başlangıcında düşük basınç uygulanması durumunda pres kapanma süresinin uzamasına bağlı olarak yüzey özgül ağırlığında meydana gelen azalmadan kaynaklanmaktadır [145]. Deneme levhalarının yüzey özgül ağırlık değerlerinin sıcak preslemeye giriş basıncının düşürülmesine bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Tablo 7). Tablo 7'den de görülebileceği gibi sıcak prese giriş-çıkış basınçları $33\text{-}14 \text{ kg/cm}^2$ olan levhalarda yüzey özgül ağırlığı 889.33 kg/m^3 iken, bu değer $25\text{-}19 \text{ kg/cm}^2$ basınç altında üretilen levhalar için 879.16 kg/m^3 olarak bulunmuştur. Yüzey özgül ağırlığındaki bu azalış yüzey pürüzlülüğünün artmasının nedenidir [146, 154]. Sıcak preslemeye giriş basıncının 33 kg/cm^2 'den 40 kg/cm^2 'ye yükseltilmesi, çıkış basıncının ise 14 kg/cm^2 'den 9 kg/cm^2 'ye düşürülmesi durumunda ise yüzey pürüzlülüğü değerlerinde % 30.14 oranında bir iyileşme kaydedilmiştir. Yani yüzeyi daha düzgün levhalar elde edilmiştir. Bu durum başlangıçta uygulanan yüksek basınca bağlı olarak pres kapanma süresinin kısa olmasından dolayı yüzey tabakalarının özgül ağırlığında meydana gelen artıştan kaynaklanmaktadır [145, 146, 157]. Tablo 7'den de görüleceği gibi prese giriş basıncı 40 kg/cm^2 olan levhalarda yüzey özgül ağırlık değeri 937.66 kg/m^3 iken, 33 kg/cm^2 'lik giriş basıncında preslenen levhalarda bu değer 889.33 kg/m^3 olarak belirlenmiştir. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 38'de gösterilmiştir.



Şekil 38. Sıcak preslemeye giriş-çıkış basınçlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi.

Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabakada kullanılan ağaç türünün önemli bir etkisi vardır. Karışık ağaç türü kullanıldığında bu değer 71.59 µm iken, kavak kullanılması ile bu değerde (49.98 µm) % 30.18 oranında bir azalış kaydedilmiştir. Kavak odununun özgül ağırlığı üretimde kullanılan diğer ağaç türlerinden düşüktür. Bu nedenle dış tabakası tamamıyla kavak odunundan oluşan levhalar diğer levha tiplerine göre aynı hacim içerisinde miktar olarak daha fazla odun maddesi içerdikleri için yapışan yonga sayısı da fazla olacaktır. Ayrıca, aynı presleme koşulları altında özgül ağırlığı düşük olan kavak yongaları daha fazla sıkışacağı için yüzey özgül ağırlığı da yükselecektir. Lynam (1969) ile Göker ve Akbulut (1992)'a göre hafif ağaç türlerinden elde edilen yongaların yüzeyleri ağır odunlara oranla daha düzgündür [146, 165]. Tablo 9'dan da görülebileceği gibi Kavak yongalarının dış tabakalarda kullanılması durumunda yüzey özgül ağırlığı 938.50 kg/m³ iken, bu değer karışık ağaç türlerinin kullanıldığı levhalarda 889.33 kg/m³ olarak bulunmuştur. Yüzey özgül ağırlığındaki bu artış yüzey pürüzlülüğündeki azalmanın nedenidir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile örtüşmektedir [170]. Dış tabakalarında sadece meşe yongası kullanılarak üretilen levhaların yüzey pürüzlülüğü değerleri (82.01µm), karışık levhalara (71.59 µm) göre % 14.51 oranında yüksek çıkmıştır. Bu durum; meşenin üretimde kullanılan diğer ağaç türlerinden daha yüksek özgül ağırlığa sahip olmasından dolayı aynı levha ağırlığı için daha az sayıda meşe yongası kullanılmasından dolayı levha yüzey özgül ağırlığındaki azalma ve diğer ağaç türlerine

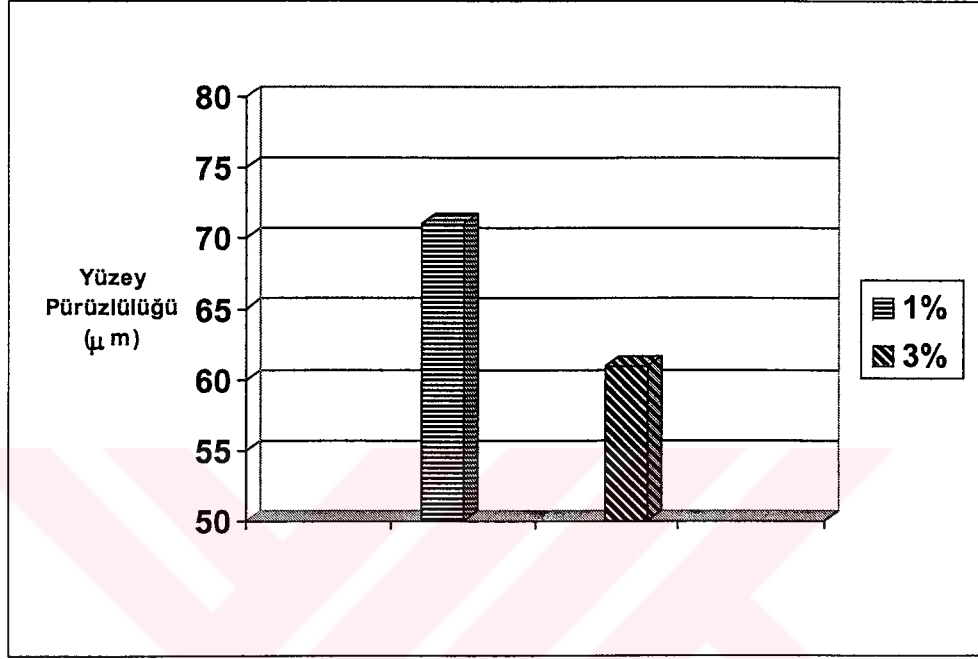
oranla daha pürüzlü yonga elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Çoğunlukla ağır odunlar yongalanırken nispeten kaba ve yüzey alanı küçük yongalar vermektedir [163]. Aynı hacim içerisinde daha az miktarda yonga içeren meşe yongalevhalarında yüzey pürüzlülüğünün yüksek olmasının diğer nedeni ise aynı presleme koşulları altında daha az oranda sıkışmalarıdır. Bu durum Tablo 9'dan da görülebilir. Meşe levhalarında yüzey özgül ağırlık değeri 876.83 kg/m^3 iken, kavak ve karışık ağaç türü ihtiva eden levhalarda bu değer daha yüksek bulunmuştur. Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 39'da gösterilmiştir.



Şekil 39. Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

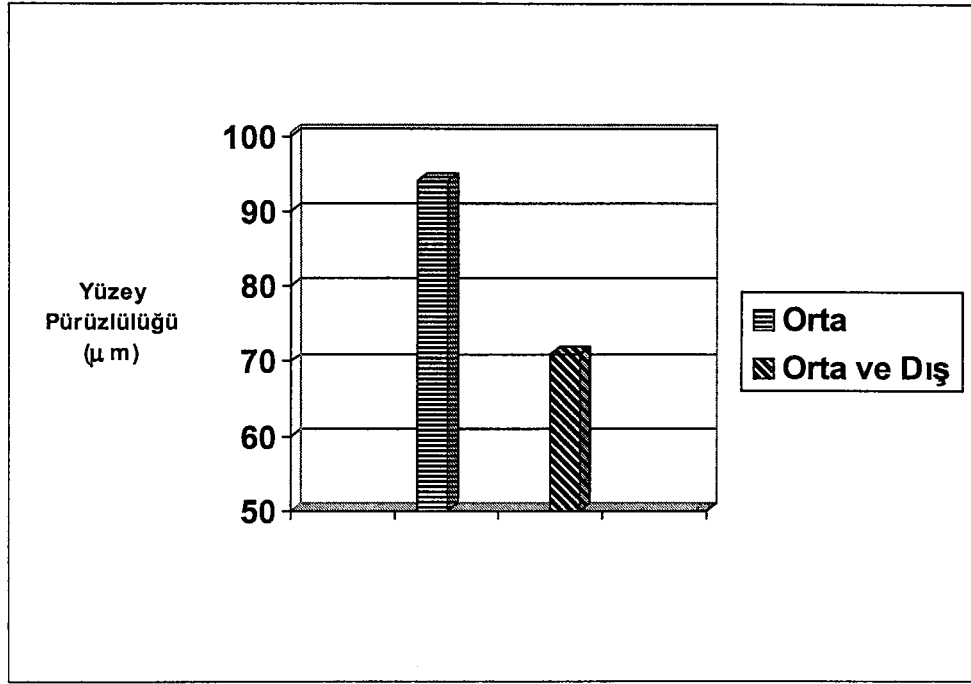
Dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan levhalarda yüzey pürüzlülüğü değeri $71.59 \mu\text{m}$ iken, % 3 olan levhalarda bu değer $60.94 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur. Dış tabakada kullanılan yonga rutubetinin % 1'den % 3'e çıkarılması yüzey pürüzlülüğü değerini % 14.87 oranında azaltmıştır. Yani yongalevha üretiminde kullanılan yonga rutubetinin artması yüzeyi daha düzgün levhalar elde edilmesine sebebiyet vermiştir. Dış tabaka yongalarının daha rutubetli olması halinde; pres yüzeyi ile temasa geçen dış tabakanın suyu hızla buharlaşmakta, sıcak buharın ve basıncın etkisiyle dış tabaka yongaları plastikleşerek düzgün ve kapalı (sıkı) bir yüzey oluşturmakta ve sıcak buharın etkisiyle direnci iyice azalan dış tabaka yongaları basıncın etkisiyle diğerlerinden daha fazla sıkışmaktadır [4]. Tablo 10'danda görülebileceği gibi; dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan levhaların yüzey

özgül ağırlığı, % 3 rutubetteki yongalardan üretilen levhalarınkinden daha düşük bulunmuştur. Dış tabaka yonga rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 40'da gösterilmiştir.



Şekil 40. Dış tabaka yonga rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

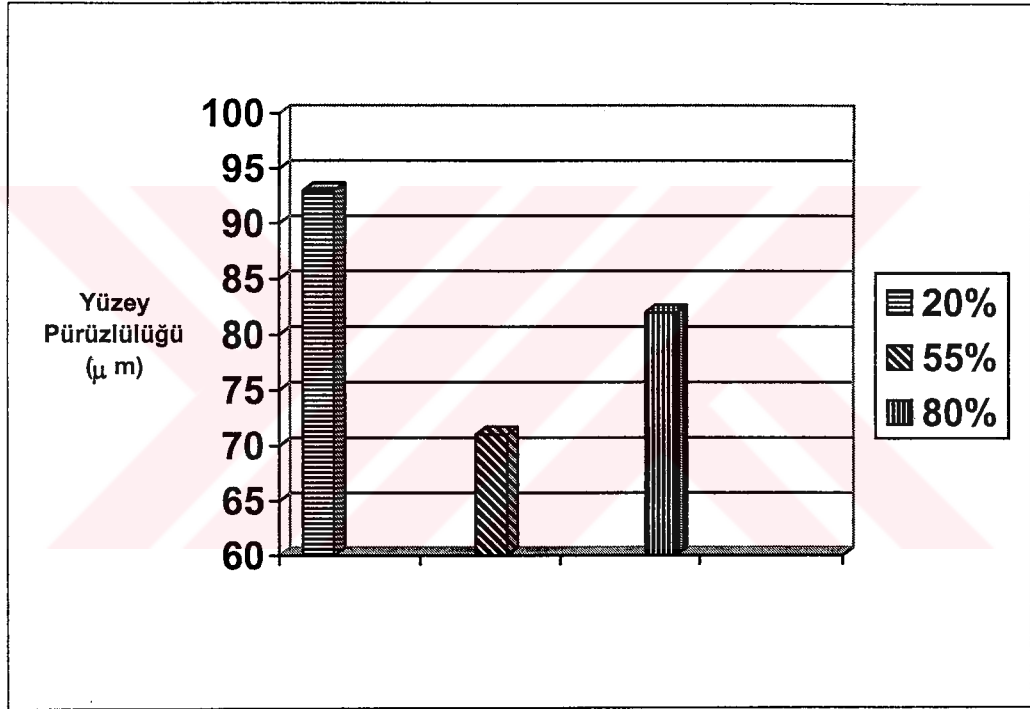
Yüzey pürüzlülüğü orta ve dış tabakaları parafin içeren levhalarda 71.59 µm iken, sadece orta tabakası parafin içeren levhalarda 94.06 µm olarak bulunmuştur. Yüzey tabakalarında parafin kullanılmaması yüzey pürüzlülüğünün % 31.38 oranında artmasına neden olmuştur. Bu durum parafinin ergime derecesi 48-56 °C olduğu için sıcak presleme sırasında eriyip, dış tabaka yongalarının yüzeylerindeki boşlukları doldurduğunu göstermektedir. Literatürde de parafin ilave edilen levhaların yüzey kaplanması bakımından daha uygun olduğu belirtilmektedir [146, 172]. Parafin kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 41'de gösterilmiştir.



Şekil 41. Parafin kullanımının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

Rutubetleri % 20, % 55 ve % 80 olan tomruklardan üretilen yongalevhelerde yüzey pürüzlülüğü değerleri sırasıyla 93.91µm, 71.59 µm ve 82.02 µm olarak bulunmuştur. % 20 ve % 80 rutubete sahip hammaddelerden üretilen levhaların yüzey pürüzlülük değerleri % 55 rutubetteki hammaddeden üretilen levhalarinkinden sırasıyla % 31.18 ve % 14.57 oranlarında daha yüksek çıkmıştır. Literatürde düzgün yüzeyli yongaların % 30-60 rutubet değerlerine sahip hammaddelerden elde edilebileceği belirtilmektedir [165]. Aşırı rutubetli tomruklardan elde edilen yongaların yüzeyleri yünlü olmakta buda pürüzlülüğü artırmaktadır. Rutubet miktarının % 30'dan az olması durumunda ise düzgün yüzeyli ve narinlik oranı yüksek olan yongalar elde edilememektedir. Düzgün yüzeyli yongaların elde edilememesine bağlı olarak yongalar arasında sıkı bir kenetlenme sağlanamayacak ve presleme sırasında daha az oranda sıkışma gerçekleşeceği için gevşek bir yapı elde edilecektir [173]. Bu şartlarda yüzey pürüzlülüğünde artış kaçınılmaz bir durumdur. Tablo 13'den de görülebileceği gibi rutubeti % 55 olan hammaddelerden üretilen yongalevhaların yüzey özgül ağırlık değerleri % 20 ve % 80 rutubetteki hammaddelerden üretilenlerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Özgül ağırlığın yüzey pürüzlülüğü üzerindeki olumlu etkisi yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir [130, 170, 171]. Yapılan denemeler sonucu, % 20 rutubetteki hammaddeden üretilen yongalevhaların yüzey pürüzlülüğü değerleri (93.91 µm) % 80 rutubetteki tomruklardan elde edilen

levhalarınkinden ($82.02 \mu\text{m}$) % 14.49 oranında daha yüksek bulunmuştur. Bu durum suyun yongalayıcı bıçak ile odun arasında soğutucu ve yağlayıcı etki yapmasından dolayı daha düzgün yüzeylere sahip yonga üretildiğini göstermektedir. Düzgün yüzeyli yongalar arasında daha iyi yapışma gerçekleşeceğinden yongalevha daha fazla sıkışacaktır. Tablo 13'den de görülebileceği gibi % 80 rutubetteki hammaddeden üretilen yongalevhaların yüzey özgül ağırlık değerleri (871.50 kg/m^3) % 20 rutubetteki tomruklardan üretilenlerinkinden (858.33 kg/m^3) daha yüksek bulunmuştur. Hammadde odun rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi Şekil 42'de gösterilmiştir.



Şekil 42. Hammadde odun rutubetinin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi

5. SONUÇLAR

5.1. Fiziksel Özellikler

5.1.1. Özgül Ağırlık

1. Yapılan çalışmalar pres çeşidinin yongalevhanın özgül ağırlığı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Sürekli preste üretilen levhaların orta tabaka özgül ağırlıkları bison pres levhalarına oranla daha yüksek çıkarken, dış tabaka özgül ağırlıklarının daha düşük olduğu saptanmıştır.

2. Soğuk pres basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 15 kg/cm^2 ve 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu dış ve orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir artış kaydedilmiştir. 15 kg/cm^2 soğuk pres basıncı altında üretilen levhaların özgül ağırlık değerleri ile 20 kg/cm^2 basınçtakilerin değerleri arasında istatistiksel bakımdan fark bulunamamıştır.

3. Sıcak prese giriş basıncının düşürülüp, çıkış basıncının yükseltilmesi sonucu yüzey özgül ağırlığında azalma, orta tabaka özgül ağırlığında ise bir artış kaydedilmiştir. Giriş basıncının yükseltilip, çıkış basıncının düşürülmesi durumunda ise yüzey özgül ağırlığı artmakta, orta tabaka özgül ağırlığı ise azalma göstermektedir.

4. Dış tabakada kullanılan ağaç türünün dış tabaka özgül ağırlık profili üzerinde etkili olduğu, orta tabaka özgül ağırlığını ise etkilemediği belirlenmiştir. Dış tabakalarda kavak yongası kullanılarak üretilen yongalevhaların dış tabaka özgül ağırlıkları karışık ağaç türü ve meşe kullanılarak üretilenlerinkinden yüksek bulunmuştur. Dış tabakalarda meşe yongalarının kullanılmasıyla en düşük yüzey özgül ağırlık değerleri elde edilmiştir.

5. Dış tabaka yonga rutubetinin % 1'den % 3'e çıkarılması levhaların yüzey tabakalarının özgül ağırlık değerini artırırken, orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

6. Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu; parafin kullanım şeklinin yongalevha özgül ağırlık profili üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir.

7. Yongalevha üretiminde kullanılan hammaddelerin rutubetinin gerek dış tabaka gerekse orta tabaka özgül ağırlığı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Hammadde

rutubetinin % 55'ten % 20'ye düşürülmesi ve % 80'e çıkarılması sonucu orta ve dış tabakaların özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir azalma kaydedilmiştir. % 80 rutubetteki hammaddeden üretilen levhaların dış ve orta tabaka özgül ağırlık değerleri % 20'lik hammaddeden üretilenlerinkilere oranla daha yüksek bulunmuştur.

8. En yüksek dış tabaka özgül ağırlık değerleri; % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş yonga rutubeti % 1 olan kavak yongalarının dış tabakada kullanıldığı, soğuk pres basıncı 15 kg/cm^2 , sıcak prese giriş ve çıkış basınçları $33-14 \text{ kg/cm}^2$ olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalarda ulaşılmıştır. % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş yonga rutubeti % 1 olan karışık odun yongalarının dış tabakada kullanıldığı, soğuk pres basıncı 15 kg/cm^2 , sıcak prese giriş ve çıkış basınçları $25-19 \text{ kg/cm}^2$ olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalar ise en yüksek orta tabaka özgül ağırlık değerlerini vermiştir.

5.1.2. Rutubet Miktarı

Yapılan çalışmalar sonucu; deneme levhalarının rutubet miktarlarının % 9.10- % 9.22 arasında değiştiği belirlenmiştir. EN 312-1 (1996) nolu standartta yongalevhalar da rutubet miktarının % 9 ± 4 arasında olması öngörülmektedir [174]. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

5.1.3. Kalınlık Artışı Oranı

1. EN 312 – 2 (1996) nolu standartta genel kullanım amaçlı yongalevhalar da 2 saatte kalınlığına şişme oranının en çok % 8 olması öngörülmektedir [175]. 1-3-4-7 ve 8. grup levhalar standartta öngörülen esaslara uymaktadır. EN 312-4 ve 312-6 nolu standartlarda kuru şartlarda normal ve ağır yük taşıyıcı yongalevhalar da 24 saatte kalınlığına şişme oranının maximum % 14-15 olması öngörülmektedir [176, 177]. Buna göre 4-7 ve 8. grup levhaların bu bakımdan yük taşıyıcı olarak kullanılabilceği söylenebilir. EN 312-5 (1999) ve EN 312-7 (1999) nolu standartlarda nemli şartlarda normal ve ağır yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalarda 24 saatte kalınlığına şişme oranının en çok % 10 ve % 8 olması

istenmektedir [178, 179]. Elde edilen veriler incelendiğinde deneme levhalarının bu kullanım yerleri için uygun olmadığı söylenebilir.

2. Pres çeşidi kalınlığına şişme üzerinde etkili bulunmuştur. Sürekli pres levhalarının 2 ve 24 saatte kalınlığına şişme oranları bison pres levhalarından daha düşük bulunmuştur.

3. Yapılan çalışmalar sonucu soğuk preslemede uygulanan basıncın kalınlığına şişme oranı üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Soğuk presleme basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 15 ve 20 kg/cm^2 'ye yükseltilmesi sonucu 2 ve 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarında belirgin bir azalma kaydedilirken, $15-20 \text{ kg/cm}^2$ basınçta üretilen levhaların bu değerleri arasında istatistiksel bakımdan fark bulunamamıştır.

4. Sıcak preslemede uygulanan giriş-çıkış basınçları kalınlığına şişme üzerinde etkili olan bir diğer faktördür. Giriş basıncının yükseltilip çıkış basıncının düşürülmesi kalınlığına şişme üzerinde olumsuz bir etki yaratırken, tersi durumda 2 ve 24 saatte kalınlığına şişme oranlarında belirgin bir iyileşme gözlenmiştir.

5. Dış tabakalarda kullanılan ağaç türü 2 ve 24 saatte kalınlığına şişme üzerinde istatistiksel anlamda etkili olmuştur. Dış tabakalarda kavak yongası kullanılan levhaların kalınlığına şişme değerleri dış tabakaları meşe ve karışık ağaç türü içeren levhalarinkinden düşük bulunmuştur. Dış tabakalarda meşe yongası kullanılması durumunda ise 2 ve 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarında belirgin bir artış kaydedilmiştir.

6. Dış tabaka yonga rutubeti yongalevhanın kullanımı açısından son derece önemli olan kalınlığına şişme üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Dış tabakada kullanılan yongaların tutkallama işleminden önceki rutubetlerinin % 1'den % 3'e çıkarılması sonucu 2 ve 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarının belirgin bir şekilde azaldığı belirlenmiştir.

7. Parafin kullanımı beklendiği gibi kalınlığına şişme üzerinde son derece önemli bir etkiye sahiptir. Parafin dış tabakalarda kullanılmaması durumunda 2 ve 24 saatlik kalınlığına şişme oranlarının belirgin bir yükselme gösterdiği saptanmıştır.

8. Kalınlığına şişme oranı üzerinde etkili olan bir diğer faktör yongalama öncesindeki hammadde rutubetidir. Hammadde rutubetinin % 20'den % 55 ve % 80'e çıkarılması sonucu 2 ve 24 saatlik şişme oranları belirgin bir şekilde azalmıştır. Bu iyileşme % 55 rutubete sahip hammaddelerden üretilen yongalevhelerde daha yüksek oranda gerçekleşmiştir.

9. En düşük şişme oranları; % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş yonga rutubeti % 1 olan kavak yongalarının dış tabakada kullanıldığı, soğuk pres basıncı 15 kg/cm^2 , sıcak prese giriş ve çıkış basınçları $33-14 \text{ kg/cm}^2$ olan

sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalarda elde edilmiştir.

5.2. Mekanik Özellikler

5.2.1. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü

1. 18 mm kalınlığındaki yongalevhalar da eğilme direncinin en az genel kullanım için 11.5 N/mm^2 , mobilya üretimi için 13 N/mm^2 , yük taşımada kuru şartlar için 15 N/mm^2 , nemli şartlar için 16 N/mm^2 , ağır yük taşımada ise kuru şartlar için 18 N/mm^2 ve nemli şartlar için ise 20 N/mm^2 olması öngörülmektedir [175-180]. Yapılan eğilme direnci deneyleri sonucunda deneme levhalarının kuru ve nemli şartlarda yük taşımak için uygun özellik taşımadığı belirlenmiştir. 1-3-4-5-6-7-8 ve 12. grup levhaların genel kullanım, 5-6-7-8 ve 12. grup levhaların ise hem genel kullanım hem de mobilya üretimi için uygun olduğu saptanmıştır.

2. Elastikiyet modülü değerlerinin 18 mm kalınlığındaki levhalarda en az; mobilya üretimi için 1600 N/mm^2 , yük taşımada kuru şartlar için 2150 N/mm^2 , nemli şartlar için 2400 N/mm^2 , ağır yük taşımada ise kuru şartlar için 3000 N/mm^2 ve nemli şartlar için ise 3100 N/mm^2 olması öngörülmektedir. Yapılan deneyler sonucunda deneme levhalarının kuru ve nemli şartlarda yük taşımak için uygun özellik taşımadığı belirlenmiştir. 1-3-5-6-7-8 ve 12. grup levhaların mobilya üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir.

3. Bison preste üretilen yongalevhaların eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri sürekli pres levhalarına göre daha yüksek bulunmuştur.

4. Soğuk pres basıncının 7.5 kg/cm^2 olan levhalarda eğilme direnci değerleri bu basıncın 15 kg/cm^2 ve 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu oluşan eğilme direnci değerlerinden daha düşük çıktığı istatistiksel olarak gözlenmiştir. Ancak soğuk pres basıncının 15 kg/cm^2 'den 20 kg/cm^2 'ye çıkarılması eğilme direnci ve elastikiyet modülünde istatistiksel anlamda herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.

5. Sıcak pres giriş-çıkış basınçlarının eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bu basıncın $33-14 \text{ kg/cm}^2$ 'den $25-19 \text{ kg/cm}^2$ 'ye getirilmesi eğilme direnci ve elastikiyet modülünü azaltırken, $40-9 \text{ kg/cm}^2$ olarak uygulanması durumunda ise bu değerlerde belirgin bir artış kaydedilmiştir.

6. Yongalevha üretiminde dış tabakada kullanılan ağaç türünün eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Dış tabakada kavak kullanılması sonucu elde edilen eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri dış tabakada odun türleri karışımı ve meşe yongası kullanılarak üretilen levhaların değerlerinden yüksek çıkmıştır. Meşe yongalarının dış tabakalarda kullanılması durumunda ise eğilme ve elastikiyet modülü değerlerinde belirgin bir azalma kaydedilmiştir.

7. Üretimde kullanılan dış tabaka yongalarının sahip olduğu rutubetin %1 yerine % 3 olarak tutulması durumunda eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde belirgin bir iyileşme kaydedilmiştir.

8. Parafinin sadece orta tabakada kullanılması sonucu oluşan eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri, tüm tabakalarda parafinin kullanılan levhalardan yüksek çıkmıştır.

9. Hammadde rutubetinin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu istatistiksel olarak belirlenmiş olup rutubetin % 55'ten % 20'ye düşürülmesi ve % 80'e çıkarılması yongalevhaların bu özellikleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmıştır.

10. En düşük eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri; % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan karışık yongalarının dış tabakada kullanıldığı, soğuk pres basıncı 7.5 kg/cm^2 , sıcak prese giriş ve çıkış basınçları $33-14 \text{ kg/cm}^2$ olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalarda elde edilmiştir. % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan dış tabakalarında kavak odun yongalarının kullanıldığı, soğuk pres basıncı 15 kg/cm^2 , sıcak prese giriş ve çıkış basınçları $33-14 \text{ kg/cm}^2$ olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalar ise en yüksek eğilme ve elastikiyet modülü değerlerini vermiştir.

5.2.2. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1. Standartlarda en düşük yüzeye dik çekme direncinin 18 mm kalınlığındaki yongalevhalarda genel kullanım için 0.24 N/mm^2 , mobilya üretimi ve yük taşımada kuru şartlar için 0.35 N/mm^2 , nemli şartlar için 0.45 N/mm^2 , ağır yük taşımada ise kuru şartlar için 0.50 N/mm^2 ve nemli şartlar için ise 0.70 N/mm^2 olması öngörülmektedir [175-180].

Yapılan yüzeye dik çekme direnci deneyleri sonucunda deneme levhalarının yük taşımada nemli şartlar için ve ağır yük taşımada hem nemli hemde kuru şartlar için uygun özellik taşımadığı belirlenmiştir. Tüm levha gruplarının genel kullanım, 1-3-4-7-8-9 ve 12. tip levhaların ise mobilya üretimi ve kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir.

2. Yüzeye dik çekme direnci üzerinde üretimde kullanılan pres çeşidi önemli oranda etkilidir. Bison preste üretilen levhaların yüzeye dik çekme direncinin değerleri sürekli preste üretilenlerinkine göre daha düşük çıktığı istatistiksel olarak belirlenmiştir.

3. Soğuk pres basıncının artırılması yüzeye dik çekme direnci üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Bununla birlikte 15 kg/cm² ve 20 kg/cm² basınç altında sıkıştırılan levhaların yapışma dirençleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli değildir.

4. Sıcak pres basıncının giriş basıncının 33 kg/cm²'den 25 kg/cm²'ye düşürülmesi ve çıkış basıncının 14 kg/cm²'den 19 kg/cm²'ye yükseltilmesi yüzeye dik çekme direncini artırırken, giriş basıncının 40 kg/cm²'ye yükseltilmesi ve çıkış basıncının 9 kg/cm²'ye düşürülmesi bu direnci olumsuz bir şekilde etkilemiştir.

5. Dış tabaka ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olmadığı yapılan çalışmalar sonucu belirlenmiştir.

6. Dış tabaka yonga rutubetinin değiştirilmesi yüzeye dik çekme direnci üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir.

7. Yapılan çalışmalar parafin kullanım yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olmadığını göstermiştir.

8. Yongalevha üretiminde kullanılan hammadde rutubetinin % 55'ten % 20'ye düşürülmesi ve % 80'e çıkarılması yüzeye dik çekme direnci değerini azaltmıştır. % 80 rutubete sahip hammaddelerden üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri % 20 rutubete sahip hammaddelerden üretilenlerinkinden daha yüksek çıkmıştır.

9. En düşük yüzeye dik çekme direnci değerleri; % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan karışık yongalarının dış tabakada kullanıldığı, soğuk pres basıncı 7.5 kg/cm², sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 33-14 kg/cm² olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalarda elde edilmiştir. % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan dış tabakalarında karışık odun yongalarının kullanıldığı, soğuk pres basıncı 15 kg/cm², sıcak prese giriş ve çıkış basınçları

25-19 kg/cm² olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalar ise en yüksek yüzeye dik çekme direnci değerlerini vermiştir.

5.3. Yüzey Pürüzlülüğü

1. Sürekli preste üretilen levhaların pürüzlülük değerleri bison pres levhalarından yüksek bulunmuştur.

2. Soğuk pres basıncının 7.5 kg/cm²'den 15 ve 20 kg/cm²'ye çıkarılması yongalevhaların yüzeylerini düzgünleştirici etki yapmıştır. Bununla birlikte 15 kg/cm² ve 20 kg/cm² basınç altında sıkıştırılan levhaların pürüzlülük değerleri arasında istatistiksel anlamda fark bulunamamıştır.

3. Sıcak pres giriş-çıkış basıncının 33-14 kg/cm²'den 25-19 kg/cm²'ye değiştirilmesi yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilerken, basıncın 40-9 kg/cm² tutulması durumunda yüzey düzgünlüğü artmıştır.

4. Dış tabaka ağaç türünün yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Buna göre, dış tabakada yalnızca kavak yongası kullanılmasıyla üretilen levhaların yüzey pürüzlülüğü değerleri, dış tabakada karışık odun yongası ve yalnızca meşe yongası kullanılmasıyla üretilen levhalarinkinden daha düşük çıkmıştır. Dış tabakalarda meşe odunu yongası kullanılması durumunda ise pürüzlülük değerlerinde belirgin bir artış kaydedilmiştir.

5. Yüzey pürüzlülüğü üzerine dış tabaka yonga rutubetinin etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Üretimde kullanılan dış tabaka yonga rutubetinin %1'den % 3'e çıkarılması sonucu yüzeyi daha düzgün levhalar elde edilmiştir.

6. Yapılan çalışmalar parafin kullanım şeklinin yüzey pürüzlülüğünü istatistiksel olarak etkilediği belirlenmiştir. Dış tabakalarda parafin kullanımını yüzeyi düzgünleştirici bir etki yapmıştır.

7. Üretimde kullanılan hammadde rutubetinin % 55'ten % 20'ye düşürülmesi ve % 80'e çıkarılması yüzey pürüzlülüğünü artırmıştır. % 80 rutubete sahip hammaddelerden üretilen yongalevhaların, % 20 rutubete sahip hammaddelerden üretilenlerden daha düzgün yüzeylere sahip olduğu tespit edilmiştir.

8. En düşük pürüzlülük değerleri; % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan kavak yongalarının dış tabakada kullanıldığı, soğuk pres basıncı 15 kg/cm², sıcak prese giriş ve çıkış basınçları

33-14 kg/cm² olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalarda elde edilmiştir. % 55 rutubetteki hammaddelerin yongalanmasıyla elde edilen, kurutulmuş dış tabaka yonga rutubeti % 1 olan dış tabakalarında karışık odun yongalarının kullanıldığı, soğuk pres basıncı 7.5 kg/cm², sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 33-14 kg/cm² olan sürekli preste sıkıştırılan, orta ve dış tabakaları parafin ihtiva eden levhalarda ise en yüksek pürüzlülük değerlerine ulaşılmıştır.



6. ÖNERİLER

Odun kökenli levha ürünlerin, orman ürünleri endüstrisindeki en önemli gelişmelerdendir. Bu ürünler arasında yongalevha üretimi en son gerçekleştirilmiş olmasına rağmen en hızlı gelişmeyi kaydetmiştir. Bu hızlı gelişmede, ince çaplı ve düşük nitelikli odun hammaddesiyle diğer ağaç işleyen endüstrilerin artıklarına rasyonel bir kullanım alanı sağlamış olmasının payı büyüktür.

Yongalevha kullanım açısından çok önemli özelliklere sahip olup, birçok kullanım yeri için fiziksel ve mekanik özellikleri uygundur, düzgün yüzeysidir, istenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla birleştirilebilir, büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlar, üst yüzey işlemleri uygulanabilir, işlenmesi kolay ve nispeten ucuzdur. Yongalevhanın bu özelliklere sahip olması üretimlerini artırmıştır.

Çeşitli maksatlar için değişik ülkelerde üretilen yongalevhaların özellikleri standardize edilmiş olup, bunlarla ilgili standartlar yayınlanmış bulunmaktadır. Bu standartlarla üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirli bir sınırın üzerinde bulunması öngörülmüştür.

Özellikle son yıllarda mobilya üretiminde kullanılan masif ağaç malzemelerin yerini yüzeyleri kaplanmış yonga ve lif levha gibi ürünler almaktadır. Bu ürünlerin yüzeylerinin kaplanmasında çok ince olan melamin film, laminat, folyo vb malzemeler kullanılmakta olup, yüzey kaplama işlemlerinin başarısı yongalevhanın yüzey düzgünlüğü ve teknolojik özelliklerinin yüksekliğine bağlıdır.

Bu çalışmada; yongalevha da özgül ağırlık profili ile bazı teknolojik özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş olup, pres çeşidi, soğuk pres basıncı, sıcak prese giriş-çıkış basınçları, dış tabaka ağaç türü ve yonga rutubeti, parafin kullanımı ve hammadde rutubetinin yongalevhanın eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, özgül ağırlık profili, kalınlığına şişme oranı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Levhanın enine kesiti içerisindeki (vertikal yönde) özgül ağırlık farkına özgül ağırlık profili denilmektedir. Özgül ağırlık profili levha özellikleri üzerinde kesin bir etkiye sahiptir. Levhanın hemen hemen bütün özellikleri doğrudan ve dolaylı olarak enine kesitteki özgül ağırlık profili ile ilgilidir. Bu nedenle özgül ağırlık profili çok önemli bir

özellik olarak dikkate alınmalıdır. Ortalama levha özgül ağırlığını dikkate almak yeterli değildir. Yapılan çalışmalar sonucu; levha yüzeyinin orta tabakadan daha yoğun olmasının avantajlarının, daha yüksek direnç, kaplama ve boyama için daha düzgün yüzey, su alma ve şişmeye karşı daha yüksek mukavemet olduğu belirlenmiştir. Özgül ağırlık yongalevhanın teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktördür. Tüketiciler düşük ağırlıkta fakat dirençli yongalevha talep etmektedirler. Yapılan özgül ağırlık profili deneyleri sonucu, yongalevhanın dış tabaka özgül ağırlığını yükseltmek için aşağıdaki uygulamaların yapılabileceği belirlenmiştir:

1. Bison pres kullanımı bu bakımdan sürekli pres kullanımına göre daha avantajlıdır. Fakat bu durumda; levhanın serme sistemine bağlı olarak orta tabaka özgül ağırlığındaki azalma yüzeye dik çekme direncini ve kalınlığına şişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir.

2. Soğuk pres basıncı artırılabilir. Fakat bu basınç değerinin belirli bir limiti geçmemesi genel maliyet açısından önemlidir. En uygun soğuk pres basınç değeri 15 kg/cm^2 'dir.

3. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi, çıkış basıncının ise düşürülmesi dış tabaka özgül ağırlığını artırmaktadır. Fakat bu durumda orta tabakada meydana gelen özgül ağırlık düşüşü kalınlığına şişme ve yüzeye dik çekme direnci üzerinde negatif etki yaratmaktadır. Sıcak prese giriş basıncının düşürülüp çıkış basıncının yükseltilmesi ise yüzey tabakalarının özgül ağırlığında olumsuz bir etki yaratmaktadır. Bu bakımdan sıcak prese giriş basıncının, 33 kg/cm^2 çıkış basıncının ise 14 kg/cm^2 tutulması faydalı olacaktır.

4. Dış tabakalarda kavak gibi hafif ağaç türlerinin kullanımı önerilebilir.

5. Dış tabaka yonga rutubetinin orta tabaka yonga rutubetinden yüksek tutulması dış tabaka özgül ağırlığını artırıcı yönde etki yapmaktadır.

6. Parafin kullanımı özgül ağırlık profili üzerinde etkili değildir.

7. Hammadde rutubetinin % 55 tutulması en uygundur.

8. Üretim sırasında hedeflenen özgül ağırlık değerlerinden sapmamak için serme, dozajlama ve tutkallama ünitelerinde kontroller sıkılaştırılmalıdır.

9. Levha özgül ağırlığının artmasına bağlı olarak işlenmenin zorlaşacağı ve maliyetinin artacağı unutulmamalıdır.

Bu çalışmada üretimi gerçekleştirilen 1-3-4-8. tip levhaların kalınlığına şişme değerleri standartlara uygun olup, diğer levhalar bu bakımdan standart dışı levhalardır. Yongalevhalarda kalınlığına şişme oranını azaltmak için;

1. Sürekli presle üretim yapılabilir.

2. Soğuk pres basıncı belirli bir değere kadar artırılabilir.
3. Sıcak prese giriş basıncı düşürülüp, çıkış basıncı yükseltilebilir.
4. Dış tabakalarda kavak gibi hafif ağaç türleri kullanılabilir.
5. Dış tabaka yonga rutubeti orta tabaka rutubetinden yüksek tutulabilir.
6. Parafin kullanımı artırılabilir.
7. Hammadde rutubeti % 55 olan tomrukların üretime alınması önerilebilir.

Bunlara ek olarak; dış tabaka yonga kullanım oranının yükseltilmesi, üretimde iğne yapraklı ağaç kullanımının artırılması [170], odun yongalarının su buharı etkisinde bırakılması [113], yongaların asetillendirilmesi [114], yongalevha yüzey ve kenarlarının kaplanması [15], levha üretiminde hidrojen peroksit, lignosülfonat ve furfurol alkol kullanımı [181], orta tabaka yongalarına kabuk karıştırılması [148, 182], tutkal miktarının artırılması [183, 184], üre formaldehit tutkalına melamin formaldehit ilave edilmesi, melamin modifiyeli üre formaldehit, fenol formaldehit veya izosiyanat tutkallarının kullanılması [95, 96, 100, 101, 185] ve yongaların kabuk ekstraktları ile muamele edilmesi [32] kalınlığına şişmeyi iyileştirici yönde etki yapmaktadır.

Yongalevhaların kullanım yerlerinde mekanik zorlamalara karşı dayanıklı olmaları gerekir. Bu nedenle eğilme ve yüzeye dik çekme dirençleri ile elastikiyet modülü büyük önem taşımaktadır. Levhalar pek çok kullanım yerinde bir yük etkisi ile eğilmeye maruz kaldığı için eğilme direnci ve elastikiyet modülü en önemli özelliklerdendir. Yüzeye dik çekme direnci ise yongalar arasındaki yapışmanın kuvvetini gösterdiği için üretimde kalite kontrolü amacıyla bütün fabrikalarda devamlı olarak kontrol edilen bir özelliktir. Yapılan çalışmalar sonucu 1-3-4-5 ve 6 tip levhaların genel kullanım, 7-8 ve 12. tip levhaların ise mobilya üretimi için mekanik özellikler bakımından uygun olduğu tespit edilmiştir. Yongalevhalarda mekanik özellikleri iyileştirmek için aşağıdaki önlemler alınabilir:

1. Eğilme ve elastikiyet modülünün yüksek olması öngörülen kullanım yerleri için bison pres önerilebilir. Fakat bison preste üretilen levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinin ve fabrika kapasitesinin sürekli presle üretim yapan fabrikalara oranla düşük olacağı göz ardı edilmemelidir.

2. Soğuk pres basıncı artırılabilir. Bu bakımdan 15 kg/cm^2 'lik basınç yeterlidir.

3. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi eğilme ve elastikiyet özelliklerini iyileştirirken, çıkış basıncının artırılması yongalar arasındaki yapışma üzerinde olumlu etki göstermektedir. Bu bakımdan giriş basıncının 33 kg/cm^2 , çıkış basıncının ise 14 kg/cm^2 tutulması en uygun presleme koşulları olarak karşımıza çıkmaktadır.

4. Dış tabakalarda kavak gibi düşük özgül ağırlığa sahip ağaç türlerinin kullanılması eğilme direnci ve elastikiyet modülünü artırmak bakımından önemlidir. Fakat bu uygulamanın yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkisi mevcut değildir.

5. Eğilme direnci ve elastikiyet modülünü yükseltmek için dış tabaka yonga rutubeti, orta tabaka rutubetinden yüksek tutulabilir. Bu bakımdan orta tabaka yonga rutubetinin % 1, dış tabaka yonga rutubetinin % 3 olması önerilebilir. Bu uygulamanın orta tabaka yongaları arasındaki yapışma gücü üzerinde olumlu veya olumsuz herhangi bir etkisi yoktur.

6. Dış tabakalarda parafin kullanılmaması önerilebilir. Fakat bu durumda yüzey pürüzlülüğü ve kalınlığına şişmenin artacağı göz ardı edilmemelidir.

7. Hammadde rutubetinin % 30-60 arasında tutulması hedeflenmelidir.

Bunlara ek olarak mekanik özelliklerin iyileştirilmesi için; özgül ağırlık [170], tutkal miktarı [186-188], yonga kalınlığı [183], pres sıcaklık ve süresi [181, 189] ile dış tabaka yonga kullanım oranı [170] artırılması, levha üretiminde hafif ağaç türlerinin dış, ağır odunların ise orta tabakada kullanılması [162], narinlik oranı 150 olan yongaların üretime alınması [157], % 5-20 oranında toz ve küçük parçaların normal yongalar içerisine ilave edilmesi [44, 148, 157] ve taslak rutubetinin yüzey tabakalarında % 15, orta tabakada % 10 olarak tutulması [154] önerilebilir. Levha üretiminde kullanılmakta olan tutkal maliyet bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Tutkalın miktarı, türü ve uygulama şekli gibi pek çok faktör levha kalitesini etkilemektedir. Tutkal miktarının artması levhanın mekanik özelliklerini iyileştirirken, maliyeti ve formaldehit emisyonunu artıracığı unutulmamalıdır. Bu nedenlerden dolayı en az tutkal kullanımı ile etkili bir yapışma sağlayıp yüksek levha özellikleri elde etmek büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, tutkalın yongalar üzerine çok ince tanecikler halinde püskürtülmesi ve püskürtme süresinin uzun tutulması önerilebilir. Yonga kalınlığı mekanik özellikler üzerinde pozitif etki yaparken, kalınlığına şişmeyi artıracığı unutulmamalıdır. Bu nedenle yonga kalınlığının makul seviyeye kadar artırılması hususu dikkate alınmalıdır.

Yüzey pürüzlülüğü yongalevha yüzeylerinin düzgün bir şekilde kaplanabilmesi ve kaplama malzemelerinin levha yüzeylerine iyi tutunabilmesi için önemli bir kriterdir. Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen değerlerin istatistiksel analizleri sonucu, yongalevha üretiminde yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için aşağıdaki uygulamalar yapılabilir:

1. Yüzey pürüzlülüğü değerinin düşük olması için bison presle üretim yapılmalıdır. Ancak bison preste üretilen levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinin ve fabrika kapasitesinin sürekli presle üretim yapan fabrikalara oranla düşük olacağı unutulmaması gereken bir durumdur.
2. Daha düzgün yüzeyli levha üretimi için alınması gereken bir diğer önlem soğuk pres basıncının artırılmasıdır. 15 kg/cm^2 'lik soğuk pres basıncını uygulanması bu bakımdan yeterlidir.
3. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi yüzey pürüzlülüğünü azaltmaktadır. Bu bakımdan giriş basıncının 33 kg/cm^2 'den 40 kg/cm^2 'ye yükseltilmesi yüzey pürüzlülüğü açısından olumlu bir etki yapmaktadır.
4. Levhanın dış tabakalarında kavak gibi özgül ağırlığı düşük ağaç türlerinin kullanımı yüzey pürüzlülük değerini iyileştirmektedir.
5. Levha yüzeylerini düzgünleştirmek için dış tabaka yonga rutubeti orta tabakaya oranla yüksek tutulabilir.
6. Yüzey düzgünlüğünü artırmak için dış tabakada parafin kullanılması önerilebilir. Ancak bu durumda eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde azalma gerçekleşeceği unutulmamalıdır.
7. Düzgün yüzeyli levhalar üretmek için üretimde % 55 rutubetteki hammaddeler kullanılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Aydın, İ., Çolakoğlu, G. ve Akbulut, T., Ağaç Malzemenin Yapıştırılmasında Adhezyon Teorisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B Serisi, 51, 2 (2001) 91-99.
2. EN 309, Wood Particleboards-Definition and Classification, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1992.
3. BS 1811, Methods of Test for Wood Chipboards and Other Particleboards, British Standards Institution, London, 1969.
4. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3311/372, İstanbul, 1985.
5. TS 2129, Odunlifi ve Yongalevhalar (Terimler ve Tarifler), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1975.
6. Akbulut, T., ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1991.
7. Özen, R., Waferboard-Etiket Yongalı Levha Üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5, 1 (1982) 135-150.
8. Özen, R., Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları, KTÜ Basımevi, Trabzon, 1981.
9. Çehrelî, H.T., Yönlendirilmiş Yongalı Levhaların (Oriented Structural Board) Üretimi, Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1 (1981) 98-120.
10. Kalaycıoğlu, H., OSB Levhaları (Yönlendirilmiş Yongalevhalar), KTÜ Orman Fakültesi Bahar Yarıyılı Seminerleri, Seminer Serisi No:4, 1997, 120-124.
11. Bozkurt, A.Y., Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2 (1982) 30-34.
12. TS 4616, Yongalevhaları-Kalıp Preste Biçimlendirilmiş ve Kaplanmış Elemanlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1988.
13. Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., Yongalevha Teknolojisi, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 120-126.

14. Göker, Y., Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 128-133.
15. Nemli, G., Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.
16. Soine, H., Modern Furniture Manufacture State of the Furniture Industry, Particleboards, Laminating and Coating with, Solid and Liquid Materials, Cutting to Size and Trimming of Boards Finishing of Edges, Folding, Boring, Packing, Auxiliary Equipment, Holz als Roh-und Werkstoff, 31, 4 (1973) 145-156.
17. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Yongalevha'da Laminasyon, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 11 (1995) 30-45.
18. Anonim, Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, Forest Products Laboratory, Washington, USA, 1972.
19. Çınar, S., Hazır Sentetik Kaplamalar, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 4 (1995) 14-17.
20. Kalaycıoğlu, H., Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991 .
21. TS 1351, Lif-Yonga Odunu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1973.
22. Özen, R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
23. Burrows, C. H., Particleboard from Douglas Fir Bark without Additives, Oregon Forest Resources Center, Information Cir., Carvallis, Oregon, 1960.
24. Wellons, J. D. ve Krahmer, R. L., Self Bonding in Bark Composites, Wood Science, 6, 2 (1973) 112-122.
25. Chow, S., Thermal Reactions and Industrial Uses of Bark, Wood Fiber, 4, 3 (1972) 130-138.
26. Chow, S., Bark Board without Synthetic Resins, Forest Products Journal, 25, 11 (1975) 32-37.
27. Chow, S. ve Pickles, K. J., Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, Wood Fiber, 3, 3 (1972) 166-178.
28. Muszynski, Z. ve MacNatt, J. D., Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland, Forest Products Journal, 34, 1 (1984) 28-35.
30. Place, T. A. ve Maloney, T. M., Thermal Properties of Dry Wood Bark Multilayer Boards, Forest Products Journal, 25, 1 (1975) 33-39.

31. Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B., Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues, Wood Science and Technology, 34 (2000) 11-19.
32. Nemli, G., Kırıcı, H. ve Temiz, A., Influence of Impregnating Wood Particles with Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard, Industrial Crops and Products, 20, 3 (2004) 339-344.
33. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Properties of Structural Particleboard Prepared from The Bark of Pinus Brutia, Proceedings of The XI World Forestry Congress Volume 4 50 (1997) 13-22 October Antalya/Turkey.
34. Pasillias, C.N. ve Voulgaridis, E.V., Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood, Holzforschung, 53 (1999) 151-155.
35. Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ., Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama Süresi Ve Kabuk Oranının Formaldehid Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 52, 2 (2002), 73-83.
36. Schultz, T.P. ve Nicholas, D.D., Naturally Durable Heartwood, Evidence for a Proposed Dual Defensive Function of the Extractives, Phytochemistry, 54 (2000) 47-52.
37. Karacalıoğlu, T., Orman Gülü Odunlarının Bazı Özellikleri İle Bu Odunların Yonga Levha Yapımında Kullanılma Olanaklarının Laboratuvar Koşullarında Araştırılması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:60, Ankara, 1974.
38. Öktem, E., Ormangülü Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113, Ankara, 1979.
39. Malları, V.C., Kawai, S., Hara, S., Sakuno, T., Furukawa, I. ve Kishimoto, J., The Manufacturing of Particleboard II, Board Qualities of Sugi and Niseakashia, Mokuzai Gakkaishi, 35, 1 (1989) 1-7.
40. Nemli, G., Hızıroğlu, S., Usta, M., Z., Serin, Z., Özdemir, T. ve Kalaycıoğlu, H., Effect of Residue Type and Tannin Content on Properties of Particleboard from Black Locust, Forest Product Journal, 54, 2 (2004) 36-40.
41. Kamdem, D.P., The Durability of Phenolic Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Locust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 44, 2 (1994) 65-68.
42. Baştürk, M.A., Boylu Ardıç Odununun Yonga Levha Üretimine Uygunluğu Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 43, 2 (1993) 1-14.

43. Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.R., Markos, A.E., Marcus V. D., Mario, E.D. ve Souza, D.E., Evaluation of The Physical and Biological Properties of Particleboard and Flakeboard Made from Cupressus Spp, International Biodeteration & Biodegradation, 53, 2 (2004) 1-5.
44. Nemli, G., Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turkish. Journal of Agriculture Forestry, 27, 2 (2003) 99-104.
45. Nemli, G. ve Akbulut, T., Effect of Juvenile Woods on Some Physical and Mechanical Properties of Particleboards Manufactured from Black Locust, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 53, 2 (2003) 75-78.
46. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., Duglas Göknaı Türünün Yongalevha Üretimi İçin Uygunluđunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak.Dergisi, 3, 1 (2002) 18-20.
47. Nacar, M., Okalıptus Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997.
48. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Alp, T., Suitability of Date Palm Branches for Particleboard Production, Holz als Roh Und Werkstoff, 59, 6 (2001) 411-412.
49. Lehmann, W.F. ve Geimer, R.X., Properties of Structural Particleboards from Douglas-Fir Forest Residues, Forest Products Journal, 24, 10 (1974) 17-25.
50. Stefaniak, J., Suitability of Pine Juvenile Wood for Particleboard Production; Properties of Particleboard from Topwood, Prace Komisji Technol. Drewna, 11 (1985) 111-131.
51. Çolak, S., Çolakoğlu, G., Aydın, İ. ve Kalaycıoğlu, H., Effects of Steaming Process on Some Properties of Eucalyptus Particleboard Bonded with UF and MUF Adhesives, Building and Environment, In Press, Corrected Proof, 2005.
52. Hızıroğlu, S. ve Holcomb, R., Some of the Properties of three- layer particleboard Made From Eastern Redcedar, Building and Environment, 40, 5 (2005) 719-723.
53. Gürü, M., Tekeli, S. ve Bilici, İ., Manufacturing of Urea-Formaldehyde Based Composite Particleboard From Almond Shell, Materials and Design, In Press, Corrected Proof, 2005.
54. Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.S., Marcos, A.E.S., Marcus, V.S.A., Maria, E.S. ve Divino, E.T., Evaluation of the Physical and Biological Properties of Particleboard and Flakeboard Made From *Cupressus* spp., International Biodeterioration and Biodegradation, 53, 1 (2004) 1-5.

55. Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.S., Marcos, A.E.S., Marcus, V.S.A., Maria, E.S. ve Divino, E.T., Physico- Mechanical Properties and Decay Resistance of *Cupressus* spp. Cement- Bonded Particleboard, Cement and Concrete Composites, 27, 3 (2005) 333-338.
56. Kalaycıoğlu, H., Deniz, İ., Hızıroğlu, S., Some of Properties of Particleboard Made From Paulownia, Journal of Wood Science, 51, 4 (2005) 410-414.
57. Aydın, A., Sahil çamı İbrelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
58. Deppe, H.J. ve Ernst, K., Taschenbuch Der Spanlatten Technic, 2.Überarbeitete Und Erweiterte Auflage, Drw-Werlag Leinfelden, 1977.
59. Örs, Y. ve Kalaycıoğlu, H., Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15 (1991) 968-974.
60. Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., An Alternative Material in Particleboard Industry: Residues of Tea Factory, Proceedings of The XI.World Forestry Congress, 4 (1997) 49
61. Thole, V. ve Weiss, D., Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsum Bonded Particleboards, Holz als Roh-Und Werkstoff, 50, 6 (1992) 241-252.
62. Turreda, L.D., Bagasse, Wood and Wood-Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocynate Adhesives, USDA Technology Journal, 8, 3 (1983) 66-78.
63. Papadapulos, A.N., Traboulay E.A. ve Hill, C.A., One Layer Experimental Particleboard From Coconutchips, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2 (2002) 394-396.
64. Güler, C., Yongalevha Üretiminde Alternatif Bir Kaynak :Pamuk Sapları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 58,1 (2004) 44-50.
65. Heller, F., The Manufacture of Particleboard from Unconventional Raw Materials, Holz als Roh-Und Werkstoff, 38,10 (1980) 393-396.
66. Vermans, C.H., The Manufacture of Particleboard Based on Unconventional Raw Materials, United Nations Industrial Development Organisation, No:Id-Wg,338-5,Vienna,Austria,1981,17 P.P.
67. Güler, C. ve Özen, R., Some Properties Of Particleboards Made From Cotton Stalks, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1 (2004) 40-43.
68. Güler, C., Pamuk Saplarından Yongalevha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2001.

69. Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H., Yıllık Bitki Atıklarından Yongalevha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, Mersin Üni. Ulusal Sanayi-Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı,25-27 Nisan 2001, 789-796, Mersin.
70. Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H., Utilization of Cotton Stalks as a Possible Raw Material For Particleboard Production 56th Appita Annual Conference Rotorua,18-20 March 2002, Proceeding ,497-503, New Zenland.
71. Alma, M.H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ. ve Tutuş, A., Properties of Cotton Carpel Based Particleboards, *Industrial Crops and Products*, 22, 2 (2005) 141-149.
72. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Kenaf Bitkisinin Yonga Levha Endüstrisinde Değerlendirilebilme İmkanları, D.P.T. Projesi, Proje No: 97.113.002.1, Trabzon, 2001.
73. Jianying, X. ve Guenping, H., Development of Binderless Particleboard from Kenaf Care Using Steam Injection Pressing, *Journal of Wood Science*, 49, 4 (2003) 327-332.
74. Yang, H.S., Kim, D.J. ve Lee, Y.K., Possibility of Using Waste Tire Composites Reinforced With Jean, J.Y., Kong, C.W., Rice Straw as Construction Materials, *Bioresource Tecnology*, In Press, 2004.
75. Sorawsian, P., Aooadi, F., Chowdhury, H., Nossoni, A. ve Sawyer, G., Cement-Bonded Strawboard Subjected to Accelerated Pressing, *Cement and Concentre Composites*, 13 November 2003.
76. Papadopulos, A.N. ve Hague, J.R.B., The Potential for Using Flax Sieve as a Lignocellulosic Raw Material for Particleboard, *Industrial Crops and Products*, 17 (2003) 143-147.
77. Khedari, J., Choroenvai, S. ve Hirunlabh, J., New Insulating Particleboard from Durian Peel and Coconut Coin, *Bulding and Enviroment*, 38, 3 (2003) 435-441.
78. Khedari, J., Nonkangrob, N., Hirunlabh, J. ve Teekasap, S., New Lost-Cost Insulating Particleboards from Mixture of Durian Peel and Coconut Coir, *Bulding and Enviroment*, 39 (2004) 59-65.
79. Papadopulos, A.N., Hill, J. ve Gkoravelli, A., Bamboo Chips as a Alternative Lignocellulosic Raw Material for Particleboard Manufacture, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 62,1 (2004) 36-39.
80. Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B. ve Ay, N., Suitability of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, *Industrial Crops and Products*, 17, 1 (2003) 39-46.
81. Yang, H.S., Kim, D.J. ve Kim, H.J., Rice Straw-Wood Particle Composite for Sound Absorbing Wooden the Construction Materials, *Bioresource Technology*, 86, 2 (2003) 117-121.

82. Almeida, R.R., Menezzi, C.H. ve Teixeira, D.E. Utilization of The Coconut Shell of Babaau to Produce Cement-Bonded Particleboard, Bioresource Technology, 85, 2 (2002) 159-163.
83. Nitalos, G.A. ve Grigoriu, A.H., Chacterization and Utilization of Vine Prunings as a Wood Subsitute for Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16, 1(2002) 59-68.
84. Wong, D. ve Sun, X.S., Low Density Particleboard from Wheat Straw and Corn Pith, Industrial Crops and Products, 15, 1 (2002) 43-50.
85. Grigoriou, A.H. ve Ntalos , G.A., The Potential Use of Easter Stalks as a Lignocellulosic Resource for Particleboards, Industrial Crops and Products , 13, 3 (2001) 209-218.
86. Tröger, F., Wegener, G. ve Seemann, C., Misconthus and Flax as Raw Material for Reinforced Particleboards, Industrial Crops and Products, 8, 2 (1998) 113-121.
87. Gerardi, V., Minelli , F. ve Viggiano, D., Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in Italy, Biomass and Bioenergy, 14, 3 (1998) 295-299.
88. Nemli, G., Yalınkılıç, M.K. ve İmanura, Y., Takakoshi., M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z., Özdemir, T., Biological, Physical And Mechanical Properties Of Particleboard Manufactured From Waste Tea Leaves, International Biodeterioration & Biodegradation, 41, 1 (1998) 75-84.
89. Mo, X., Cheng, E., Wang, D. ve Sun, X., Physical Properties of Medium-Density Wheat Straw Particleboard Using Different Adhesives, Industrial Crops and Products, 18 (2003) 47-53.
90. Huş, S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1997.
91. Anonim, Adhesiye Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No:1512, Washington, 1975.
92. Nemli, G. ve Aydın, A., Üre Formaldehid Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 57,6 (2003) 214-220.
93. Conner, A.H., Urea Formaldehyde Adhesive Resins, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501, 2001.
94. Dunky, M., Urea Formaldehyde Adhesive Resins for Wood, International Journal of Adhesion and Adhesives
95. Pizzi, A., Advanced Wood Adhesives Technology, Marcel Dekker, Inc. New York, Basel Hong Kong, 1994.

96. Pizzi, A., Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York, 1983.
97. Nemli, G. ve Çolak, S., Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehid Tutkalları, Ağaç Makinaları, 4 (2002) 46-48.
98. Sellers, J., Plywood Adhesive Techonology, Forest Products Utilazation Laboratory, Marcel Decter Inc. New York, 1985.
99. Yıldız, Ü.C., Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
100. Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., Ahşap Sanayiinde Melamin Formaldehid ve Melamin Üre Formaldehid Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 2 (2002) 130-138.
101. Papadopoulos, A.N., Hill, C.A. ve Traboulay, E., Isocynate Resins for Particleboard; PMDI and EMDI, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2 (2002) 81-83.
102. Burdurlu, E., Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknikleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1994.
103. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehid Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
104. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, International journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6 (2002) 477-480.
105. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolv Lignin in Phenol-Formaldehyde Resins for Particleboard Production: II Particleboard Production and Properties, International Journal of Adhesion and Adhesives., 22, 6 (2002) 481-486
106. Cheng, E., Sun, X. ve Karr, G.S., Adhesive Properties of Modified Soybean Flour Wheat Straw Particleboard, Applied Science and Manufacturing, 35, 3 (2004) 297-302.
107. Mo, X., Hu, J., Sun, X.S. ve Ratto, J.A. Compression and Tensile Strength of Low Density Straw Protein Particleboard, Industrial Crops and Products, 14, 1 (2001) 1-9.
108. Heinrich, H., Pichelin, F. ve Pizzi, A., Lower Temperatur Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54, 4 (1996) 262.

109. Garnier, S., Huang, Z., Pizzi, A. ve Dry J.B., Forecasting of Commercial Tannin Adhesives-Bonded Particleboard by Tma Bending, Holz als Roh-Und Werkstoff, 59,1-2 (2001) 46.
110. Garnier, S., Pizzi,A., Huang, Z. ve Dry, J.B., Forecasting of Commercial Tannin and Herives-Bonded Particleboard by Tma Bending, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 5 (2002) 372.
111. Pan, Z., Cathcart, A. ve Wang, D., Properties of Particleboard Bond with Rice Bran and Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate Adhesives, Industrial Crops and Products, In Press, Corrected Proof, 2005.
112. Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A., Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride, Holz als Roh-und Werkstoff, 61, 2 (2003) 142-144.
113. Yusuf, S., Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to The Recons Tituted Wood Products, Ph.D.Thesis Kyoto University, Kyoto, Japan, 1996.
114. Unchi, S., Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing, Ph.D.Thesis, Faculty of Forestry University Pertanian, Malaysia, 1996.
115. Kartal, S.N. ve Clausen, C.A., Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterioration &Biodegradation, 47, 3 (2001) 183-191.
116. Grexa, O. ve Lübke, H., Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer Degradation and Stability, 74, 3 (2001) 183-191.
117. Örs, Y., Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.Ü. Ders Teksirleri Serisi No: 15, K.Ü. Basımevi, Trabzon, 1986.
118. Akbulut, T., Yonçalevha Endüstrisi, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 112-119.
119. Aydın, İ., Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Dokrora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003
120. Sieminsky, R. ve Skarzynska, A., Surface Roughness of Different Species of Wood After Sanding, Forest Products Journal, 21, 2 (1989) 23-25.
121. Kantay, R., Akbulut, S. ve Korkut, S., Kayın Soyma Kaplama Üretiminde Soyma Sıcaklığının Yüzey Pürüzlülüğü Üzerinde Etkisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A serisi, 53, 2 (2003) 1-11

122. Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., The Effect of Steaming and Veneer Drying Temperature on The Weathering Reactions, Wood Based-Materials-Wood Composites and Chemistry International Symposium, 2002, Viena, Austria
123. Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., The Effect of Veneer Drying Temperature on Wettability, Surface Roughness and Some Properties of Plywood, Sixth European Panel Product Symposium, North Wales Conference Centre, Llandudno, North Wales, UK, 2002
124. İtler, E., Çamlıyurt, C. ve Balkız, Ö.D., Uludağ Göknaı (Abies bormülleriana Mattf.) Odununu Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 281, 2002
125. Gürleyen, L., Mobilyada kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, G . Ü., Fenbilimleri Enstitüsü, Ankara, 1998
126. Nemli, G., Öztürk, İ. ve Aydın, İ., Some of Parameters Influencing Surface Roughness of Particleboard, Building and Environment, 40, 10 (2005) 1337-1340
127. Ayrılmış, N., Korkut, S., Tanrıtanır, E., Winandy, J.E.ve Hızıroğlu, S. Efectet of Various Fire Retardants on Surface Roughness of Plywood, Building and Environment, In Press, Corrected Proof, 2005.
128. Hızıroğlu, S. ve Graham, M., Effect of Press Closing Time and Target Thickness on Surface Roughness of Particleboard, Forest Prod. J., 48, 3 (1998) 50-54.
129. Hızıroğlu, S. ve Kosonkorn, P., Evaluation of Surface Roughness of Thai Medium Density Fiberboard, Building and Environment, In Press, Corrected Proof, 2005.
130. Hızıroğlu, S., Jarusombuti, S. ve Fueangvivat, V., Surface Characteristics of Wood Composites Manufactured in Thailand, Building and Environment, 39, 11 (2004) 1359-1364.
131. Akbulut, T. ve Koç, E., Effect of Panel Density, Panel Temperature, and Cutter Sharpness During Edge Machining on the Roughness of the Surface and Profiled Areas of Medium Density Fiberboard, Forest Prod. J., 54, 12 (2003) 67-70.
132. Unsal, Ö. ve Ayrılmış, N., Variations in Compression Strength and Surface Roughness of Heat-Treated Turkish River Red Gum, Journal of Wood Science, 51, 4 (2005) 405-409.
133. Aydın, İ. ve Çolakoğlu, G., Effect of Surface Inactivation, High Temperature Drying and Preservative Treatment on Surface Roughness and Color Alder and Beech Wood, Applied Surface Science, 252, 2 (2005), 430-440
134. Aydın, İ., Çolakoğlu, G. ve Hızıroğlu, S., Surface Characteristics of Spruce Veneers and Shear Strength of Plywood As a Function of Log Temperature in Peeling Process, International Journal of Solids and Structure, In Press, Corrected Proof, 2005.

135. Aydın, İ., Activation of Wood Surfaces for Glue Bonds by Mechanical Pre-treatment and Its Effects on Some Properties of Veneer Surfaces and Plywood Panels, Applied Surface Science, 233, 1-4 (2004) 268-274.
136. Temiz, A., Yıldız, U.C., Aydın, İ., Eikenes, M., Alfredsen, G. ve Çolakoğlu, G., Surface Roughness and Colour Characteristics of Wood Treated with Preservatives After Accelerated Weathering Test, Applied Surface Science, 250, 1-4 (2005) 35-42.
137. TS 642, Kondisyonlanma ve/veya Deney İçin Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
138. Wang, S., Winistorfer, P. M., Young, T. M. ve Helton, C., Step-Closing Pressing of Medium Density Fiberboard; Part 1. Influences on the Vertical Density Profile, Holz als Roh-Und Werkstoff, 59, 1-2 (2001) 19-26
139. EN 322, Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
140. EN 317, Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
141. EN 310, Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity In Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
142. EN 319, Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
143. Batu, F., Varyans Analizi, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (1978) 234-235.
144. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Akbulut, T., Pres Çeşidinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkisi, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (2004) 89-95.
145. Suchsland, O., Behavior of Particleboard Mat During the Press Cycle, Forest Prod. J., 17, 2 (1967) 51-57
146. Lynam, F. C., Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard. In: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Applications, Press Media Books Ltd., U.K., 1969.
147. Johnson, E.C., Wood Particleboard Handbook. The Industrial Experimental Program of the Engineering, North Carolina State Collage, Raleigh, N. Carolina, 1956.
148. Huş, S., Teknolojik Faktörlerin Yongalevhanın Özellikleri Üzerine Etkisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 2,29 (1979) 1-14.

149. Göker, Y., As, N. ve Akbulut, T., Kalitesiz Orman Emvalinin Yongalevha ve Kotrplak Üretiminde Kullanılmasının Sakıncaları ve Levha Kalitesi Üzerine Etkileri. 1. Ormancılık Şurası, Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları. Cilt 3, Orman Bakanlığı, Yayın No: 6, Ankara, 1994.
150. Jorgensen, R.N. ve Odell, R.L., Dimensional Stability of Oak Flakeboard as Affected by Particle Geometry and Resin Spread, Forest Prod. J., 11, 1 (1961) 463-466.
151. Ramaker, T.J. ve Lehman, W.F., High-Performance Structural Flakeboard from Douglans-fir and Lodgepole-pine Forest Residues. USDA Forest Service, Research Paper, FPL 286, Medison, Wis., USA, 1976.
152. Geimer, R.L., Heebink, B.G. ve Hefty, F.V., Weathering Characteristic of Particleboard. USDA. Forest Service, Research Paper, FPL 212. Madison, WIS., 1973.
153. Mottet, A.L., The Particle Geometry Factor, In: T. Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particleboard Symposium, No 1, Pullmann, Washington, 1967.
154. Akbulut, T., Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
155. Hse, G.Y., Properties of Flakeboards From Hardwood Growing on Southern Pine Sites, Forest Prod. J., 25, 3 (1975) 48-53.
156. Larmore, T.D., Influence of Specific Gravity and Resin Content on Properties of Particleboard, Forest Prod. J., 9, 4 (1959) 131-134.
157. Maloney, T., Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco-California, 1977.
158. Amthor, J. ve Böttcher, P., The Influence of Hydrophobing on the Surface Characteristics of Particleboard Under Short Term Water Exposure, Holz als Roh-und Werkstoff, 42 (1984) 379-383.
159. Geimer, R.L., Data Basic to the Engineering Desing of Reconstitued Flakeboard. In: Proceedings of the W.S.U. Symposium on Particleboard, Pullman, Wash., p. 104-125. 1979.
160. May, H. A., Relations Between Properties, Raw Materials and the Distribution of Density in Particleboard, Part 5 : Effect of Density in Distribution and Materials on Moe and Mor, Holz als Roh-und Werkstoff, 41 (1983) 369-374
161. Kamden, D. P. ve Sean, S. T., The Durability of Phenolic-Bonded Particleboard Made of Decay-Resistant Black Locust and Nonduarble Aspen, Forest Prod. J., 22, 11 (1984) 65-68

162. Suchland, Linear Hygroscopic Expansion of Selected Commercial Particleboards, Forest Prod. J., 23, 7, (1973) 36-40.
163. Kollman, F., Kuenzi, E., W. ve Stam, A. S., Principles of Wood Science And Technology, Spinger Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork, 1975.
164. Heebink, B. G., Wax in Particleboards. In T. Maloney : Proceeding of the W. S. U. Particleboard Symposium. No : 1., Pullman, Washington
165. Göker, Y. ve Akbulut, T., Yongalevha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, Orenko'92 I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi Bildiri Metinleri I. Cilt,(1992) 269-287.
166. Göker, Y., Kantay, R. ve Kurtoğlu, A., Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No.367, İstanbul, 1984.
167. Plath, E. ve Schnitzler, E., The Density Profile a Criterion for Evaluating Particleboard, Holz als Roh-und Werkstoff, 32 (1983) 443-449.
168. Wong, E. D., Zhang, M., Wang, Q. ve Kawai, S., Formation of the Density, Profile and Its on the Properties of Particleboard, Wood Science and Tecnology, 33, 4, (1999) 327-340.
169. Schulte, M. ve Frühwald, A., Some İvestigations Concerning Density Profile, İnternal Bond and Relating Failure Position of Particleboard, Holz als Roh-und Werkstoff, 54, 5 (1996) 289-294.
170. Öztürk, İ., E1 Tipi Yongalevha Üretim İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
171. Hızıroğlu, S. ve Suchland, O., Linear Expansion and Surface Stability of Particleboard, Forest Products Journal, 43, 2 (1993) 31-34.
172. Mıtlın, L., Partıçleboard Manufacture and Application, Press Media Books Ltd., U. K., 1969.
173. Göker, Y., Türkiye'de Kontrplak, Kontrtabla ve Yongalevhaları Sanayi, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar. İ. Ü. Yayın No. 2489, O. F. Yayın No. 267, İstanbul, 1978.
174. EN 312-1, Particleboards Specifications Part 1: Genarel Requirements for all Boards Types, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1996.
175. EN 312-2, Particleboards Specifications Part 2: Requiriments for Genarel Purpose Boards Use in Dry Conditions, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1996.

176. TS EN 312-4, Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
177. TS EN 312-6, Kuru Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
178. TS EN 312-5, Nemli Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhaların Özellikleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
179. TS EN 312-7, Nemli Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yongalevhaların Özellikleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
180. EN 312-3, Particleboards Specifications Part 3: Requiriments for Interrur Fitments (Including Furniture) for Use in Dry Conditions, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1996.
181. Philippou, J.L., Zavarin, E., Johns, W.E. ve Nguyen, T., Bonding of Particleboard Using Hydrogen Peroxide, Lignosulfonates and Furfuryl Alcohol: The Effect of Process Parameters, Forest Products Journal, 32, 3(1983) 27-32.
182. Haygreen, J. G., ve Bowyer, J. L., Forest Products and Wood Science an Introduction, Jowa State University Press, 1955.
183. Au, K. C. ve Gertjeansen, R. O., Influence of Water Thickness and Resin Spread on the Properties of Paper Birch Waferboard, Forest Product Journal, 39, 4, (1989) 47-50.
184. Nemli G., Factors Affecting The Production E 1 Type Particleboard, Turk. Journal of Agriculture and Forestry, 26 (2002) 31-36.
185. Nemli, G. ve Akbulut, T., Influence of Melamine Formaldehyde Addition Into the Urea Formaldehyde Adhesive on Some Properties of Particleboard, Istanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 54,1 (2004) 37-44.
186. Lehman, W.F., Improved Particleboard Through Better Resin Efficiency. Forest Products Journal, 15 (1965) 155-161.
187. Lehman, W.F., Resin Efficiency in Particleboard as Influnced by Density, Atomization and Resin Content. Forest Products Journal, 20,11 (1970) 48-54.
188. Maloney, T.M., Resin Distrubition in Layered Particleboard. Forest Products Journal, 20,1 (1970) 43-52.
189. Rayner, C.A., Amine Formaldehyde Resins in: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Applications, Pressmedia Books Ltd., UK 1969.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Trabzon'da tamamladı. 1999 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2003 yılında bölüm üçüncüsü olarak mezun oldu. Aynı yıl içinde K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.

