

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SICAK PRES DİYAGRAMI VE ZIMPARA TOZU KULLANIMININ
YONGALEVHANIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Orm. End. Müh. Selahattin BARDAK

AĞUSTOS 2009

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SICAK PRES DİYAGRAMI VE ZIMPARA TOZU KULLANIMININ
YONGALEVHANIN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Orm. End. Müh. Selahattin BARDAK

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 06.07.2009
Tezin Savunma Tarihi : 04.08.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gökay NEMLİ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nurgül AY
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hüseyin KIRCI**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

Sıcak pres diyagramı (sıcak preslemeye giriş ve çıkış basınçları ile bant hızı) ve zımpara tozu kullanımının yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri 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 Sayın Prof. Dr. Gökay NEMLİ hocama teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bugünlere ulaşmamda maddi ve manevi desteklerini asla esirgemeyen başta annem, babam ve kardeşim olmak üzere tüm akrabalarım ve her zaman yanımda olan Sezer ve Azaklı ailelerine tüm kalbimle teşekkür eder, bu emeklerinin asla unutmayacağımı ve boşa gitmeyeceğini bilmelerini isterim.

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

Bu çalışmanın, yongalevha üretimi konusunda araştırma yapanlara ve uygulayıcılara faydalı olmasını temenni ederim.

Selahattin BARDAK

Trabzon 2009

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. Giriş.....	1
1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	2
1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	4
1.3.1. Ağaç Malzeme.....	4
1.3.2. Yıllık Bitkiler.....	5
1.3.3. Tutkal.....	5
1.3.3.1. Organik Tutkallar.....	5
1.3.3.1.1. Üre Formaldehit.....	5
1.3.3.1.2. Fenol Formaldehit.....	8
1.3.3.1.3. Resorsin Formaldehit.....	9
1.3.3.1.4. Melamin Formaldehit.....	10
1.3.3.1.5. İzosiyanat.....	11
1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar.....	12
1.3.3.3. Doğal Tutkallar.....	12
1.3.3.4. Anorganik Tutkallar.....	14
1.3.4. Katkı Maddeleri.....	14
1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler.....	14
1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler.....	15
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler.....	15
1.4. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği.....	16
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	21

2.1.	Deneme Materyeli.....	21
2.1.1.	Ağaç Malzeme.....	21
2.1.2.	Tutkal.....	21
2.1.3.	Hidrofobik Madde.....	22
2.1.4.	Sertleştirici Madde.....	22
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi.....	22
2.3.	Araştırma Yöntemi.....	23
2.3.1.	Fiziksel Özellikler.....	24
2.3.1.1.	Özgül Ağırlık Profili.....	24
2.3.1.2.	Rutubet Miktarı.....	24
2.3.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	24
2.3.2.	Mekanik Özellikler.....	25
2.3.2.1.	Eğilme Direnci.....	25
2.3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	26
2.3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	26
2.3.3.	Levha Kalınlığının Belirlenmesi.....	27
2.4.	İstatistik Yöntemler.....	27
3.	BULGULAR.....	28
3.1.	Fiziksel Özellikler.....	28
3.1.1.	Özgül Ağırlık Profili.....	28
3.1.2.	Rutubet Miktarı.....	41
3.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	44
3.2.	Mekanik Özellikler.....	51
3.2.1.	Eğilme Direnci.....	51
3.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	55
3.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	59
3.3.	Levha Kalınlığı.....	64
4.	TARTIŞMA.....	69
4.1.	Fiziksel Özellikler.....	69
4.1.1.	Özgül Ağırlık Profili.....	69
4.1.2.	Rutubet Miktarı.....	79
4.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	82
4.2.	Mekanik Özellikler.....	86

4.2.1.	Eğilme Direnci.....	86
4.2.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	90
4.2.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	94
4.3.	Levha Kalınlığı.....	97
5.	SONUÇLAR.....	101
5.1.	Fiziksel Özellikler.....	101
5.1.1.	Özgül Ağırlık Profili.....	101
5.1.1.1.	Ortalama Özgül Ağırlık.....	101
5.1.1.2.	Yüzey Özgül Ağırlığı.....	101
5.1.1.3.	Orta Tabaka Özgül Ağırlığı.....	102
5.1.2.	Rutubet Miktarı.....	102
5.1.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı.....	102
5.2.	Mekanik Özellikler.....	103
5.2.1.	Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	103
5.2.2.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	104
5.3.	Levha Kalınlığı.....	105
6.	ÖNERİLER.....	106
7.	KAYNAKLAR.....	109

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmada; sıcak pres diyagramı (sıcak preslemeye giriş ve çıkış basınçları ile bant hızı) ve zımpara tozu kullanımının yongalevhanın fiziksel (ölgül ağırlık profili, rutubet miktarı, kalınlık artış oranı) ve mekanik (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci) özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda; sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi ortalama ölgül ağırlık, yüzey ölgül ağırlığı, kalınlığına şişme, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü üzerinde olumlu bir etki yapmıştır. Sıcak presten çıkış basıncının arttırılması ise ortalama ölgül ağırlık, orta tabaka ölgül ağırlığı, kalınlığına şişme ve yüzeye dik çekme direncini iyileştirmiştir. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesi levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Yongalevha üretiminde bant hızının düşürülmesi mekanik özellikleri yükseltmiş, kalınlığına şişme miktarını azaltmıştır. Yongalevhanın dış tabakalarında % 5-10 oranında zımpara atık tozu kullanımı fiziksel ve mekanik özellikleri etkilemezken, bu oranın % 15'e çıkarılması kalınlığına şişmeyi iyileştirmiş, eğilme direnci ve elastikiyet modülünü ise düşürmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Sıcak Preslemeye Giriş ve Çıkış Basınçları, Bant Hızı, Zımpara Tozu, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler

SUMMARY

Effects of Hot Pres Diagram and Usage of Emery Dust on the Some Technological Properties of Particleboard

In this study, hot pres diagram (entrance and exit pressure of hot pressing and band speed) and effect of usage of emery dust on the physical (density profile, moisture amount and thickness increasing ratio) and mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity and internal bond strength) properties of particleboard were examined.

According to the results; increasing entrance pressure of hot pressing made a positive effect on the average density, surface density, thickness swelling, modulus of rupture and modulus of elasticity properties. On the other hand, increasing exit pressure of hot pressing, positively affected the average density, density of core, thickness swelling and internal bond strength. By increasing entrance and exit pressure of hot pressing, physical and mechanical properties of panel were improved. Lowering the bond feeding speed of hot press, improved mechanical properties and reduced the thickness swelling.

While usage of emery dust at a ratio of 5 to 10 percent on the out layer of particleboard did not affect physical and mechanical properties; increasing this ratio to 15 percent improved the thickness swelling and lowered the modulus of rupture and modulus of elasticity.

Key Words: Particleboard, Entrance and Exit Pressure of Hot Pressing, Band Speed, Emery Dust, Physical Properties, Mechanical Properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sıcak prese giriş basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi.....	69
Şekil 2. Sıcak presten çıkış basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi.....	70
Şekil 3. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi.....	71
Şekil 4. Bant hızının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi.....	72
Şekil 5. Zımpara tozu kullanımının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi.....	72
Şekil 6. Sıcak prese giriş basıncının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	73
Şekil 7. Sıcak presten çıkış basıncının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	74
Şekil 8. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	75
Şekil 9. Bant hızının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	75
Şekil 10. Zımpara tozu kullanımının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	76
Şekil 11. Sıcak prese giriş basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	76
Şekil 12. Sıcak presten çıkış basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi...	77
Şekil 13. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	78
Şekil 14. Bant hızının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	79
Şekil 15. Zımpara tozu kullanımının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi.....	79
Şekil 16. Sıcak prese giriş basıncının rutubet miktarı üzerine etkisi.....	80
Şekil 17. Sıcak presten çıkış basıncının rutubet miktarı üzerine etkisi.....	80
Şekil 18. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının rutubet miktarı üzerine etkisi.....	81
Şekil 19. Bant hızının rutubet miktarı üzerine etkisi.....	81
Şekil 20. Zımpara tozu kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisi.....	82
Şekil 21. Sıcak prese giriş basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi.....	83
Şekil 22. Sıcak presten çıkış basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi.....	83
Şekil 23. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının kalınlığına şişme üzerine etkisi...	84
Şekil 24. Bant hızının kalınlığına şişme üzerine etkisi.....	85
Şekil 25. Zımpara tozu kullanımının kalınlığına şişme üzerine etkisi.....	86
Şekil 26. Sıcak prese giriş basıncının eğilme direnci üzerine etkisi.....	87

Şekil 27.	Sıcak presten çıkış basıncının eğilme direnci üzerine etkisi.....	88
Şekil 28.	Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının eğilme direnci üzerine etkisi.....	88
Şekil 29.	Bant hızının eğilme direnci üzerine etkisi.....	89
Şekil 30.	Zımpara tozu kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi.....	90
Şekil 31.	Sıcak prese giriş basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	91
Şekil 32.	Sıcak presten çıkış basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	91
Şekil 33.	Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının elastikiyet modülü üzerine etkisi.	92
Şekil 34.	Bant hızının elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	93
Şekil 35.	Zımpara tozu kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	93
Şekil 36.	Sıcak prese giriş basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	94
Şekil 37.	Sıcak presten çıkış basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi...	95
Şekil 38.	Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	96
Şekil 39.	Bant hızının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	97
Şekil 40.	Zımpara tozu kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	97
Şekil 41.	Sıcak prese giriş basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi.....	98
Şekil 42.	Sıcak presten çıkış basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi.....	99
Şekil 43.	Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının levha kalınlığı üzerine etkisi.....	99
Şekil 44.	Bant hızının levha kalınlığı üzerine etkisi.....	100
Şekil 45.	Zımpara tozu kullanımının levha kalınlığı üzerine etkisi.....	100

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deneme levhası tipleri.....	23
Tablo 2. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (kg/m ³).....	28
Tablo 3. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	29
Tablo 4. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	29
Tablo 5. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	30
Tablo 6. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	30
Tablo 7. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	31
Tablo 8. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	31
Tablo 9. Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	32
Tablo 10. Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	32
Tablo 11. Ortalama özgül ağırlık üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	33
Tablo 12. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	33
Tablo 13. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	34
Tablo 14. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	34
Tablo 15. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	35
Tablo 16. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	35
Tablo 17. Yüzey özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	36
Tablo 18. Yüzey özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	36

Tablo 19.	Yüzey özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	37
Tablo 20.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	37
Tablo 21.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	38
Tablo 22.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	38
Tablo 23.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	39
Tablo 24.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	39
Tablo 25.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	40
Tablo 26.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	40
Tablo 27.	Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	41
Tablo 28.	Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarları (%).....	41
Tablo 29.	Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	42
Tablo 30.	Rutubet miktarı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	42
Tablo 31.	Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	43
Tablo 32.	Rutubet miktarı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	43
Tablo 33.	Rutubet miktarı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	44
Tablo 34.	Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları (%).....	45
Tablo 35.	Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	46
Tablo 36.	Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	46
Tablo 37.	Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	47
Tablo 38.	Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	47

Tablo 39.	Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	48
Tablo 40.	Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	48
Tablo 41.	Kalınlık artışı üzerine bant hızı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	49
Tablo 42.	Kalınlık artışı üzerine bant hızı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	49
Tablo 43.	Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	50
Tablo 44.	Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	50
Tablo 45.	Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm ²).....	51
Tablo 46.	Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	51
Tablo 47.	Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	52
Tablo 48.	Eğilme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	52
Tablo 49.	Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	53
Tablo 50.	Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	53
Tablo 51.	Eğilme direnci üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 52.	Eğilme direnci üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	54
Tablo 53.	Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 54.	Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	55
Tablo 55.	Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)..	56
Tablo 56.	Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	56
Tablo 57.	Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	56
Tablo 58.	Elastikiyet modülü üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	57

Tablo 59.	Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	57
Tablo 60.	Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	58
Tablo 61.	Elastikiyet modülü üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 62.	Elastikiyet modülü üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	58
Tablo 63.	Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	59
Tablo 64.	Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	59
Tablo 65.	Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm ²).....	60
Tablo 66.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	60
Tablo 67.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	61
Tablo 68.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	61
Tablo 69.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	62
Tablo 70.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	62
Tablo 71.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	63
Tablo 72.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	63
Tablo 73.	Yüzeye dik çekme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	63
Tablo 74.	Deneme levhalarının ortalama kalınlık değerleri (mm).....	64
Tablo 75.	Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	65
Tablo 76.	Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	65
Tablo 77.	Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	66
Tablo 78.	Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	66

Tablo 79.	Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları.....	67
Tablo 80.	Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	67
Tablo 81.	Levha kalınlığı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	68
Tablo 82.	Levha kalınlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	68
Tablo 83.	Levha kalınlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	68

1. GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Gelişen dünya ve ülkemiz koşullarına paralel olarak; orman ürünlerine duyulan gereksinimin çoğalması ve ormanların aşırı kullanılması orman kaynaklarının daha rasyonel kullanılmasını gerektirmiştir.

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

Yongalevhalar; birçok kullanım alanı için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşımaları, düzgün yüzeyli olmaları, istenilen kalınlıkta üretilebilmeleri, çivi,vida ve tutkal yardımı ile diğer malzemelerle kolaylıkla birleştirilebilmeleri, koruyucu, yanmayı geciktirici ve hidrofobik maddeler yardımı ile çeşitli özellikler kazandırılabilmesi, odun artıkları ve yıllık bitkilerin hammadde olarak kullanılabilmesi, ikame ettiği diğer ürünlerden daha ucuz olması gibi çeşitli özelliklere sahip olmalarından dolayı sürekli olarak bir üretim artışı olan bir ürün olarak piyasada yer almaktadır. Günümüzde üretim teknolojisi ve ekipmanlardaki gelişmeler sayesinde farklı tiplerde levhaların üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu gelişmeler ışığında, okal tipi, kalıplanmış, çimentolu ve yönlendirilmiş yongalevhalar gibi farklı kullanım amaçlarına uygun paneller üretilmesi sonucunda kullanım alanı gittikçe artış göstermektedir.

Bu endüstrinin ülkemizde gelecekteki gelişimi rasyonel olarak odun hammaddesinin devamlı olarak sağlanmasına ve yongalevhaların değişik yerlerde kullanılma imkanına bağlı bulunmaktadır. Böylece yüksek kalitede, ucuz ve değişik maksatlar için üretilecek yeni tip yongalevhalar bu endüstrinin büyük bir sıkıntıdan kurtulmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada; sıcak pres diyagramı (sıcak preslemeye giriş ve çıkış basınçları ile bant hızı) ve zımpara tozu kullanımının yongalevhanın bazı teknolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yongalevha odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongaların bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapılandırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan geniş yüzeyli levhadır [1].

Yongalevhalar değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

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

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.

2. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar üç kategoride toplanmaktadır [2]:

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.

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

a. Tek Tabakalı 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 [3].

b. Etiket Yongalı Levhalar (Waferboard): Etiket yongalevha, önemli bir yapı malzemesidir. Bu yongalevha çeşidini oluşturan yongaların kalınlıkları $0.5-0.7 \text{ mm}$, genişlikleri $25-40 \text{ mm}$ ve uzunlukları $35-75 \text{ mm}$ kadardır [6]. Etiket yongalevha; çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır [4,5].

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 mm kadardır [6]. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle. kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemelerin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler [7]. 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 levhalarınkinin aynı, genişlik ise 9-10 mm' dir [4].

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 , Al_2O_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yongalevhalar mantar ve böcekler tarafından tahrip edilememektedir [8]. Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır.

6. TS EN 312'e göre yongalevhalar yedi grupta incelenmektedir [9].

- a. P1: Kuru şartlarda kullanılan genel kullanım amaçlı levhalar
- b. P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları (mobilya dahil) için levhalar
- c. P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar
- d. P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
- e. P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
- f. P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar
- g. P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

7. Yongalevhalar yüzey kaplama malzemesi çeşidine göre [10]

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır [11].

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, diallayı 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 [12].

8. Kullanım yerine göre yongalevhalar;

- a. Kapalı mekanlarda kullanılanlar

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

1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.3.1. Ağaç Malzeme

Bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. Boyu 0.5-2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma 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 [14].

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı sürece fazla sakınca yoktur [14].

Yapılan çalışmalarda; ağaç kabuğunun dış tabaka yongalarına değil, orta tabaka yongalarına belirli oranda karıştırılması veya kabuk ekstraktı hazırlanması suretiyle üretilen yongalevhaların standartlarda öngörülen mekanik özellikleri karşıladığı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunun iyileştiği belirlenmiştir [15-27].

Yongalevha endüstrisinde iğne yapraklı ağaç odunları (ladin, çam, göknar ve Sıtkı ladini v.b) daha çok tercih edilirken, daha sonraları ekonomik olmaları ve kolay temin edilmelerinden dolayı kayın, huş, kavak, kızılağaç ve söğüt gibi yapraklı ağaç türleri de kullanılmaya başlanmıştır.

Yapılan araştırmalarda; orman gülü, yalancı akasya, kavak, Japon criptomeryası, ardıç, sahil çamı, servi, kızılağaç, Douglas göknarı, okaliptüs, hurma sapsarı, dal odunu, badem kabuğu ve Sahil çamı ibrelerinin yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir [28-44].

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, prinç çeltiği, keten, kenevir ve ayçiçeği sapları, çay fabrikası atıkları, şeker kamışı, hindistan cevizi meyve kabuğu ve lifleri, bambu, kenaf, buğday sapı, duryan kabuğu, kivi budama artıkları, asma sapı, mısır sapı ve kene otu saplarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği saptanmıştır [45-68].

1.3.3. Tutkal

1.3.3.1. Organik Tutkallar

Yongalevha endüstrisinde genellikle duroplastik tutkallar (Aminoplastlar = Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar = Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit) kullanılmaktadır. Duroplastik tutkallar ısıtıldıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler.

Sıcak preslemede sertleşme süresi kısa, kullanımı kolay ve ucuz olduğundan, dünya yongalevha üretiminin yaklaşık % 90'ı üre formaldehit tutkalı ile gerçekleştirilmektedir. Beyaz renkli veya şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yongalevhalarda kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur.

1.3.3.1.1. Üre Formaldehit

Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü 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 hidrojenle elde olunmaktadır. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilir kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır [68]. Tutkalın üretimi esnasında pH 5-5.5'da bir reaksiyon vuku bulunmaktadır.

pH'in 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. Hızlı bir sertleşme için katalizöre ihtiyaç vardır. Bu amaçla üre formaldehit tutkalında katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür [69]. Üre formaldehit, yongalevha ve MDF 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, % 5 oranında kontrplak, % 27 oranında MDF ve % 7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde değerlendirilmektedir. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır [70-72]:

- 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 hidroksimetillenmiş 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 [71].

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 [73].

- 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 ile ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir ($F/\bar{U}= 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/\bar{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 sıcaklık 120 °C 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.

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.

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. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria (2008) üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir [74].

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. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır [69].

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. Formaldehit/fenol > 1 (1.5-2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir [75].

Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklıklarda depolanmalı ve pH değeri değişmemelidir. Üre tutkallarına göre daha yavaş sertleşmekte ve daha yüksek pres sıcaklığına ihtiyaç duymaktadırlar. Katalizörler presleme süresini kısaltır. 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.

Fenol formaldehit özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesine 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. Normal ağaç malzemeye göre su iticiliği, kimyasal maddelere karşı direnci, biyolojik zararlılara ve ısı etkisine dayanımı daha yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı kalıp üretiminde ve elektrik kontrol donanımlarında kullanılmaktadır. 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. Biyolojik zararlılara dayanımı, kimyasal maddelere ve yangına karşı direnci normal odundan daha yüksektir. Bu özelliklere sahip olmasından dolayı kalıp, civata ve somun, dişli, uçak parçası, mekik, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır [76].

Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının arttırılması ve kullanılan fenol formaldehit tutkalının miktarının azaltılmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı belirlenmiştir [77].

1.3.3.1.3 Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. 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 % 50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, soya fasulyesi unu, fındık kabuğu ve nişasta gibi maddeler ilave edilerek kullanılmaktadır. Saf olarak çok nadir, sadece özel amaçlar için kullanılır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehite ilave edilmektedir.

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış suya karşı dayanıklıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkalanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılması içinde uygundur [68].

1.3.3.1.4. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90-140 °C sıcaklıklarda sertleştirici 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. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajları vardır [72,73]:

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

Fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında 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.

Melamin formaldehit tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalına göre suya karşı daha dayanıklıdır. Melamin üre formaldehit tutkalı Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir [69]. Yongalevha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir [78]:

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. fakat 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.

Kontrplak ve yongalevha üretimi 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 üretiminde 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 [78].

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 nedeniyle transportör ve preslerde sorun oluşturur. Yapılan bir araştırmada; etil metilen di fenil izosiyanat tutkalı kullanılarak

üretileen yongalevhaların teknolojik özellikleri, polimetilen di izosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur [79].

1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar (polivinil asetat, polivinil klorür) ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen, soğutulduklarında ise sertleşen tutkallardır. Bu tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması ve odunu lekeleme kusurunun olmaması gibi avantajlı özellikleri yanında, 70°C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özelliği de vardır.

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. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı gereci olarak sertleştirici, yumuşatıcı, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır [80]. Levha endüstrisinde kullanılmamaktadır.

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 [13].

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 sanayii dalında kullanılabileceği saptanmıştır [81, 82]. Literatürde soya fasulyesi tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türleri ile üretilen yongalevhalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir [83]. Kabuk tanenlerinin yongalevha üretiminde tutkal olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir [84, 85].

Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan albümin maddesi oluşturmaktadır [13].

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.

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kazein tutkalına küf ve mikroorganizmalar meydana getirdiği bozulmayı önlemek için % 3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır.

Tanen; 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 yapıştırıcı madde olarak yongalevha üretiminde kullanılmaktadır.

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından elde edilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yapılan bir araştırmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen di fenil di izosiyanat ile birlikte yongalevha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır [86].

1.3.3.4. Anorganik Tutkallar

Bunlar; çimento, mağnezit ve alçı 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. Erakhrumen ve arkadaşlarına göre; yongalevhada yapıştırıcı olarak kullanılan portland çimentosuna farklı oranlarda hindistan cevizi lifi ve karayip çamı talaşı katılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara uygun çıkmıştır [87].

1.3.4. Katkı Maddeleri

Sentetik reçinelere ilave edilerek kullanılan katkı maddeleri; preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, yanmayı geciktirme, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler.

1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler

Yongalevha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir.

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

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 kullanılarak sertleşme hızlandırılabilirdiği gibi sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat karıştırılabilir.

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

1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler

Yongalevhalarda 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. Papadopoulos ve Gkaraveli (2003)' e göre proponik anhidrit kullanımı yongalevhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır [88]. Yusuf (1996) odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yongalevhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir [89]. Unchi (1996)' e göre odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde pozitif etki yapmaktadır [90].

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

Yongalevhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır [91]. Yanmayı önleyici madde olarak ise; borat, bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler tercih edilmektedir. Yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir [92]. Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

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

Odunlar, 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.

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.

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

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemine normal yongalama denilmektedir. Genişlik sınıflandırması yoktur. Normal yongalama için, silindirli ve diskli yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli levha üretimi için kalınlığının homojen, yonganın her iki yüzünün birbirine paralel 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. Bunlar kullanılan hammadde , uygulanan teknoloji ve makinelerin durumu ile ilgilidir.

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 gerekmektedir. Yongaların kurutulması; ağaç türüne, yonga boyutlarına, özellikle yonga kalınlığına, özgül ağırlığına ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Bunlara ek olarak 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 silindirli kurutucular, boru demetli kurutucular, kontak kurutucular ve çok bantlı 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 [93].

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. Bunun için iki sistem mevcuttur:

- 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 yongaların depolanması gerekmektedir, bu amaçla silolar kullanılmaktadır. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon siloları olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmaması gerekmektedir. Bu sebeple,

transport seçiminde yongaların ağırlık, rutubet ve hacim gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir.

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 dikkate alınmalıdır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Normal olarak yüzey tabakalarında daha fazla tutkal uygulanır. Çünkü, yüzey tabakalarında kullanılan yongalar incedir ve bundan dolayı spesifik yüzey alanları daha fazladır. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması, ve böylece bütün yonga yüzeylerinin tutkalla kaplanması levhanın direnç özelliklerini iyileştirilmesi bakımından şarttır. Kullanılan tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla % 4-12 arasında değişir. 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. Bu şekilde, daha önce % 2-5 rutubete kadar kurutulmuş olan yüzey tabaka yongalarının rutubeti % 17-18'e, orta tabaka yongalarının rutubeti ise yaklaşık % 10-12'ye yükselmektedir.

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. Yongaların uygun bir şekilde serilmemesi sonucu meydana gelen özgül ağırlıktaki değişiklikler, mekanik özelliklerin değişmesinden çok, levhada eğilmeler ve çarpılmalar meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Yongaların serilmesinden amaç, mümkün olduğu kadar üniform bir taslak elde etmektir. Yani, levha alanının bir tarafından öbür tarafına kadar üniform ağırlıkta taslak elde edilmesidir. Serme işlemi; dökme,

rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Dökme sistemi Novopan sitemi 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 BehrHimmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bison siteminden tek farkı hava akımı yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması ve savrulmasıdır. 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 bağlı olarak 20-35 kg/cm²'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 °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.

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalı 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. Bu amaçla genellikle 2-4 silindirik zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra, levha bir geçişle her iki yüzü zımparalanmış olarak çıkar. Zımparalamadan sonra levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınır. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olmalıdır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; sıcak presleme koşulları ve atık zımpara tozu kullanımının yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Bu amaçla, Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi'ne ait yongalevha fabrikasında 18 mm kalınlıkta ve 280x210 cm boyutlarında yongalevhalar üretilmiştir. Her levha grubundan alınan ikişer 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, 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir.

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde; fabrikanın üretim şartlarına bağlı kalınarak % 90 oranında çam, % 5 oranında kayın ve % 5 oranında kavak odunları karışım halinde kullanılmıştır.

2.1.2. Tutkal

Yongaların tutkalanmasında, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabaka için %11, orta tabaka için ise % 9 oranında katı madde oranı % 65 olan E1 tipi üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

Yüzeye dik çekme direnci örneklerini kalınlık takozlarına yapıştırılmasında beyaz renkli polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır.

2.1.3 Hidrofobik Madde

Levhaların kalınlık artışı azaltmak için katı madde oranı % 32 olan beyaz renkli parafin emülsiyonu kullanılmıştır.

Levhaların üretiminde; katı tutkal miktarına oranla dış tabakada % 5, orta tabakada % 4 oranında parafin çözeltisi kullanılmıştır.

2.1.4. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde dış tabakada katı tutkal miktarına oranla amonyum sülfatın % 10'luk çözeltisi % 0.80 oranında, orta tabakada ise amonyum sülfatın % 25'lik çözeltisi % 2.5 oranında 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 inceltiştir. Yongalar, istenilen kalınlığa gelince, bıçaklar arasından aşağıya düşerek makinenin altındaki zincirli taşıyıcı ile kurutma silosuna taşınmıştır. Yongalar kurutucu giriş sıcaklığı 300 °C ve çıkış sıcaklığı 125 °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.

Levha taslağı 12.5 kg/cm² basınç altında soğuk presleme işlemine tabi tutulmuştur. Sıcak preslemede, 225 °C sıcaklık uygulanmıştır. Yongalevhalarda hedeflenen özgül ağırlık 0.640 g/cm³ ve dış / orta tabaka yonga kullanım oranı % 35/65 '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 yongalevhalar forkliftlerle zımpara makinesine taşınmıştır. Deneme levhalarının zımparalanmasında 50, 60, 80, 100 ve 120 nolu zımparalar kullanılmıştır. Her deneme levhasından ikişer adet olmak üzere toplam 24 adet levha üretilmiştir. Üretimi gerçekleştiren deneme levhası tipleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Prese Giriş Basıncı (kg/ cm ²)	Presten Çıkış Basıncı (kg/ cm ²)	Bant Hızı (mm/sn)	Dış tabakada Zımpara Tozu kullanımı (%)*
1	30	10	235	0
2	35	10	235	0
3	25	10	235	0
4	30	7.5	235	0
5	30	12.5	235	0
6	35	12.5	235	0
7	25	7.5	235	0
8	30	10	205	0
9	30	10	265	0
10	30	10	235	5
11	30	10	235	10
12	30	10	235	15

*= sadece dış tabakalarda kullanılmıştır.

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 boyutlarında on 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 [94].

2.3.1.2 Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [95]. Rutubet miktarının belirlenmesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan yararlanılmıştır. 50X50 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve 103 ± 2 °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)

m_0 = 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 20 adet örnek hazırlanmıştır [96]. 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 ve 24 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 [97]. 400x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 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 anından itibaren 1-2 dak. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci;

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times d^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (3)$$

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 [149]. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen 20 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg duyarlıkta belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E):

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

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)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [98]. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca 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 tutkalı 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;

Fmax = Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A = Örnek enine kesit alanı (cm²)

2.3.3. Levha Kalınlığının Belirlenmesi

Kalınlığın belirlenmesinde; eğilme direnci ve elastikiyet modülün denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen ve 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek kullanılmıştır. Klimatize edilen örneklerin kalınlıkları 5 ölçüm noktasından mikrometre ile ± 0.01 duyarlılıkta ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır [99].

2.4. İstatistik Yöntemler

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla ikiden fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans, iki faktör ve ikiden fazla örneklemelemlerle ise çoğul varyans analizleri kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır [100].

3. BULGULAR

3.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1. Özgül Ağırlık Profili

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

Tablo 2. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık profili değerleri (g/cm³)

Levha Tipi	Alt Tabaka	Üst Tabaka	Orta Tabaka	Ortalama
1-X	0.978	0.960	0.514	0.639
S	0.009	0.004	0.007	0.004
V	0.920	0.417	1.361	0.626
2-X	0.987	0.962	0.515	0.653
S	0.004	0.002	0.005	0.003
V	0.405	0.208	0.971	0.459
3-X	0.970	0.937	0.509	0.626
S	0.011	0.005	0.006	0.002
V	1.134	0.534	1.179	0.319
4-X	0.973	0.956	0.505	0.625
S	0.010	0.003	0.009	0.008
V	1.028	0.314	1.782	1.280
5-X	0.979	0.961	0.525	0.654
S	0.002	0.006	0.004	0.003
V	0.204	0.624	0.762	0.459
6-X	1.016	0.992	0.532	0.657
S	0.012	0.012	0.007	0.009
V	1.181	1.210	1.316	1.370
7-X	0.935	0.912	0.500	0.620
S	0.007	0.010	0.005	0.008
V	0.749	1.096	1.000	1.290
8-X	1.009	0.965	0.529	0.655
S	0.004	0.006	0.003	0.002
V	0.396	0.622	0.567	0.305
9-X	0.942	0.915	0.505	0.623
S	0.013	0.011	0.009	0.005
V	1.380	1.202	1.782	0.803
10-X	0.977	0.959	0.512	0.638
S	0.002	0.004	0.008	0.006
V	0.205	0.417	1.563	0.941
11-X	0.976	0.957	0.511	0.637
S	0.005	0.003	0.006	0.007
V	0.512	0.313	1.174	1.099
12-X	0.975	0.956	0.511	0.636
S	0.003	0.005	0.008	0.002
V	0.308	0.523	1.566	0.314

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

Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	3.65	2	1.82	365.16	***
Gruplar İçi	0.13	27	0.005		

Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının 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. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Giriş Basıncı: 25 kg/ cm ²	0.626 a
Giriş Basıncı: 30 kg/ cm ²	0.639 b
Giriş Basıncı: 35 kg/ cm ²	0.653 c

Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4.21	2	2.10	241.94	***
Gruplar İçi	0.23	27	0.008		

Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak presten çıkış basıncının 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. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak preseden çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Çıkış Basıncı: 7.5 kg/ cm ²	0.625 a
Çıkış Basıncı: 10 kg/ cm ²	0.639 b
Çıkış Basıncı: 12.5 kg/ cm ²	0.654 c

Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	7.03	2	3.51	468.77	***
Gruplar İçi	0.20	27	0.007		

Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Ortalama Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25- 7.5 kg/ cm ²	0.620 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	0.639 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	0.657 c

Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5.28	2	2.64	19.15	***
Gruplar İçi	3.72	27	0.13		

Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının 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. Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Bant Hızı: 265 mm/sn	0.623 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	0.639 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	0.655 c

Ortalama özgül ağırlık üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Ortalama özgül ağırlık üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.021	2	0.007	0.41	Ö.D
Gruplar İçi	0.632	27	0.017		

Ortalama özgül ağırlık üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	4.77	2	2.38	11.78	***
Gruplar İçi	11.55	57	0.20		

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının 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 özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Yüzey Özgül Ağırlığı (g/cm ³)
Giriş Basıncı: 25 kg/ cm ²	0.953 a
Giriş Basıncı: 30 kg/ cm ²	0.969 b
Giriş Basıncı: 35 kg/ cm ²	0.974 c

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1.00	2	0.50	0.90	Ö.D
Gruplar İçi	7.31	57	0.12		

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	6.48	2	3.24	79.53	***
Gruplar İçi	2.32	57	0.40		

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzey Özgül Ağırlığı (g/cm ³)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25- 7.5 kg/ cm ²	0.923 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	0.969 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	1.004 c

Yüzey özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Yüzey özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	35.91	2	17.95	34.02	***
Gruplar İçi	30.08	57	0.52		

Yüzey özgül ağırlığı üzerine bant hızının 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 özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Yüzey özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzey Özgül Ağırlığı (g/cm ³)
Bant Hızı: 265 mm/sn	0.929 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	0.969 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	0.987 c

Yüzey özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Yüzey özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.15	3	0.05	0.47	Ö.D
Gruplar İçi	8.47	76	0.11		

Yüzey özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.18	2	0.09	1.52	Ö.D
Gruplar İçi	0.31	27	0.01		

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2.00	2	1.00	40.58	***
Gruplar İçi	0.66	27	0.02		

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının 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. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Orta Tabaka Özgül Ağırlığı (g/cm ³)
Çıkış Basıncı: 7.5 kg/ cm ²	0.505 a
Çıkış Basıncı: 10 kg/ cm ²	0.514 b
Çıkış Basıncı: 12.5 kg/ cm ²	0.525 c

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5.13	2	2.56	196.66	***
Gruplar İçi	0.35	27	0.01		

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Orta Tabaka Özgül Ağırlığı (g/cm ³)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25- 7.5 kg/ cm ²	0.500 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	0.514 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	0.532 c

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2.92	2	1.46	66.57	***
Gruplar İçi	0.59	27	0.021		

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının 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. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Orta Tabaka Özgül Ağırlığı (g/cm ³)
Bant Hızı: 265 mm/sn	0.505 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	0.514 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	0.529 c

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.071	3	0.02	1.49	Ö.D
Gruplar İçi	0.57	36	0.01		

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarları (%)

Levha Tipi	X	S	V
1	9.32	0.11	1.18
2	9.28	0.15	1.61
3	9.38	0.22	2.35
4	9.33	0.12	1.29
5	9.30	0.10	1.08
6	9.29	0.21	2.26
7	9.40	0.17	1.81
8	9.28	0.37	3.99
9	9.41	0.19	2.02
10	9.35	0.14	1.50
11	9.37	0.16	1.71
12	9.43	0.18	1.91

Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.10	2	0.05	1.89	Ö.D
Gruplar İçi	1.57	57	0.02		

Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Rutubet miktarı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Rutubet miktarı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.35	2	0.17	0.78	Ö.D
Gruplar İçi	12.84	57	0.22		

Rutubet miktarı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.08	2	0.04	1.54	Ö.D
Gruplar İçi	1.56	57	0.02		

Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Rutubet miktarı üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Rutubet miktarı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.08	2	0.04	0.70	Ö.D
Gruplar İçi	3.41	57	0.06		

Rutubet miktarı üzerine bant hızının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Rutubet miktarı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Rutubet miktarı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.18	3	0.06	0.24	Ö.D
Gruplar İçi	1.08	76	0.01		

Rutubet miktarı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama kalınlık artış oranları Tablo 34’de, kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları ise Tablo 35’de verilmiştir.

Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bu faktörlerin karşılıklı etkileri 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. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 34. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artış oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	X	S	V
1	2	7.35	2.04	27.75
	24	17.34	1.57	9.05
2	2	5.54	1.05	18.95
	24	14.79	1.35	9.12
3	2	9.47	2.10	22.1
	24	19.56	2.17	11.09
4	2	9.86	1.39	14.09
	24	20.08	2.00	9.96
5	2	5.42	1.30	23.98
	24	14.30	2.02	14.13
6	2	5.30	1.27	23.9
	24	14.14	1.46	10.33
7	2	10.77	0.84	7.79
	24	21.13	1.24	5.86
8	2	5.35	1.01	18.8
	24	14.23	2.38	16.73
9	2	10.11	1.64	16.22
	24	20.78	1.03	4.96
10	2	7.27	0.83	11.4
	24	17.17	1.82	10.60
11	2	7.19	1.11	15.44
	24	17.04	2.08	12.21
12	2	5.63	0.95	16.87
	24	15.47	2.11	13.64

Tablo 35. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Suda Bekletme Süresi	2801.40	1	2801.40	903.24	***
B-Giriş Basıncı	406.67	2	203.34	65.56	***
Int. AxB	8.88	2	4.44	1.43	Ö.D

Tablo 36. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Giriş Basıncı: 35 kg/ cm ²	9.99 a
Giriş Basıncı: 30 kg/ cm ²	12.34 b
Giriş Basıncı: 25 kg/ cm ²	14.50 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.45 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	17.23 b

Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Suda Bekletme Süresi	2823.47	1	2823.47	979.01	***
B-Çıkış Basıncı	521.14	2	260.57	90.35	***
Int. AxB	10.46	2	5.23	1.81	Ö.D

Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bu faktörlerin karşılıklı etkileri 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. Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Kalınlık artışı üzerine sıcak presten çıkış basıncı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Çıkış Basıncı: 12.5 kg/ cm ²	9.86 a
Çıkış Basıncı: 10 kg/ cm ²	12.34 b
Çıkış Basıncı: 7.5 kg/ cm ²	14.96 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.54 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	17.24 b

Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Suda Bekletme Süresi	2838.82	1	2838.82	1418.86	***
B-Giriş-Çıkış Basıncı	782.31	2	391.15	195.501	***
Int. AxB	12.47	2	6.24	3.12	Ö.D

Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bu faktörlerin karşılıklı etkileri 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. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 40. Kalınlık artışı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	9.71 a
Giriş-Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	12.34 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-7.5 kg/ cm ²	15.94 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.80 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	17.53 b

Kalınlık artışı üzerine bant hızı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41. Kalınlık artışı üzerine bant hızı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Suda Bekletme Süresi	2901.42	1	2901.42	1088.86	***
B-Bant Hızı	643.37	2	321.68	120.72	***
Int. AxB	15.99	2	7.99	3.00	Ö.D

Kalınlık artışı üzerine bant hızı ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bu faktörlerin karşılıklı etkileri 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. Kalınlık artışı üzerine bant hızı ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Kalınlık artışı üzerine bant hızı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Bant Hızı: 205 mm/sn	9.79 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	12.34 b
Bant Hızı: 265 mm/sn	15.45 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	7.60 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	17.45 b

Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 43. Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Suda Bekletme Süresi	3934.47	1	3934.47	1519.90	***
B-Zımpara Tozu Kullanımı	86.48	3	28.82	11.14	***
Int. AxB	0.11	3	3.74	0.01	Ö.D

Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı, bu faktörlerin karşılıklı etkileri ise % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1, 10 ve 11. gruplar arasındaki farklar önemsiz fakat 12 ile 1, 10 ve 11. gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ile suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 44'de verilmiştir.

Tablo 44. Kalınlık artışı üzerine zımpara tozu kullanımı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Zımpara Tozu Kullanımı: % 15	10.55 a
Zımpara Tozu Kullanımı: % 10	12.16 b
Zımpara Tozu Kullanımı: % 5	12.21 b
Zımpara Tozu Kullanımı: % 0	12.34 b
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	6.86 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	16.75 b

3.2. Mekanik Özellikler

3.2.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	13.84	1.37	9.89
2	15.12	0.93	6.15
3	12.51	1.02	8.15
4	13.53	0.99	7.32
5	13.98	1.16	8.30
6	15.55	0.72	4.63
7	11.82	0.49	4.15
8	15.28	0.74	4.84
9	12.40	0.65	5.24
10	13.70	0.58	4.23
11	13.61	1.10	8.08
12	12.55	1.21	9.64

Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	61.03	2	30.52	23.23	***
Gruplar İçi	74.89	57	1.31		

Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının 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 basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Giriş Basıncı: 25 kg/ cm ²	12.51 a
Giriş Basıncı: 30 kg/ cm ²	13.84 b
Giriş Basıncı: 35 kg/ cm ²	15.12 c

Eğilme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 48’de verilmiştir.

Tablo 48. Eğilme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.24	2	0.12	0.09	Ö.D
Gruplar İçi	78.88	57	1.38		

Eğilme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	139.30	2	69.65	79.79	***
Gruplar İçi	49.75	57	0.87		

Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 50'de verilmiştir.

Tablo 50. Eğilme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-75 kg/ cm ²	11.82 a
Giriş –Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	13.84 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	15.55 c

Eğilme direnci üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 51'de verilmiştir.

Tablo 51. Eğilme direnci üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	70.94	2	35.47	31.11	***
Gruplar İçi	64.98	57	1.14		

Eğilme direnci üzerine bant hızının 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 bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 52’de verilmiştir.

Tablo 52. Eğilme direnci üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Bant Hızı: 265 mm/sn	12.40 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	13.84 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	15.28 c

Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 53’de verilmiştir.

Tablo 53. Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	25.44	3	8.48	8.68	***
Gruplar İçi	74.24	76	0.98		

Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1, 10 ve 11. gruplar arasındaki farklar önemsiz fakat 12 ile 1, 10 ve 11. gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 54’de verilmiştir.

Tablo 54. Eğilme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Zımpara Tozu Kullanımı: % 15	12.55 a
Zımpara Tozu Kullanımı: % 10	13.61 b
Zımpara Tozu Kullanımı: % 5	13.70 b
Zımpara Tozu Kullanımı: % 0	13.84 b

3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri Tablo 55’de, elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları ise Tablo 56’da verilmiştir.

Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş basıncının 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 basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 57’de verilmiştir.

Tablo 55. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	1944.09	111.61	5.74
2	2343.78	117.47	5.01
3	1582.05	89.09	5.63
4	1914.20	112.98	5.90
5	1958.41	115.72	5.91
6	2355.32	119.41	5.07
7	1573.29	98.98	6.29
8	2348.64	107.66	4.58
9	1577.86	108.74	6.89
10	1937.27	110.81	5.72
11	1921.53	114.53	5.96
12	1585.50	95.95	6.05

Tablo 56. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5795025	2	2897512.35	280.11	***
Gruplar İçi	589615	57	10344.12		

Tablo 57. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Giriş Basıncı: 25 kg/ cm ²	1582.05 a
Giriş Basıncı: 30 kg/ cm ²	1944.09 b
Giriş Basıncı: 35 kg/ cm ²	2343.78 c

Elastikiyet modülü üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 58. Elastikiyet modülü üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5926.93	2	2963.47	0.24	Ö.D
Gruplar İçi	702966.00	57	12332.74		

Elastikiyet modülü üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 59’da verilmiştir.

Tablo 59. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	6109846	2	3054922.85	295.61	***
Gruplar İçi	589054.70	57	10334.29		

Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 60’da verilmiştir.

Tablo 60. Elastikiyet modülü üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-7.5 kg/ cm ²	1573.29 a
Giriş –Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	1944.09 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	2355.32 c

Elastikiyet modülü üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 61’de verilmiştir.

Tablo 61. Elastikiyet modülü üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5949351.00	2	2974675.42	287.43	***
Gruplar İçi	589901.50	57	10349.15		

Elastikiyet modülü üzerine bant hızının 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 bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 62’de verilmiştir.

Tablo 62. Elastikiyet modülü üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Bant Hızı: 265 mm/sn	1577.86 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	1944.09 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	2348.64 c

Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 63’de verilmiştir.

Tablo 63. Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1822034	3	607344.51	56.96	***
Gruplar İçi	810421	76	10663.43		

Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile 1, 10 ve 11. gruplar arasındaki farklar önemsiz fakat 12 ile 1, 10 ve 11. gruplar arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 64’de verilmiştir.

Tablo 64. Elastikiyet modülü üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Zımpara Tozu Kullanımı: % 15	1585.50 a
Zımpara Tozu Kullanımı: % 10	1921.53 b
Zımpara Tozu Kullanımı: % 5	1937.27 b
Zımpara Tozu Kullanımı: % 0	1944.09 b

3.2.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüze dik çekme direnci değerleri Tablo 65’de, yüze dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları ise Tablo 66’da verilmiştir.

Tablo 65. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	0.385	0.011	2.86
2	0.391	0.008	2.05
3	0.343	0.010	2.92
4	0.307	0.006	1.95
5	0.478	0.009	1.88
6	0.516	0.012	2.33
7	0.272	0.017	6.25
8	0.494	0.013	2.63
9	0.299	0.014	4.68
10	0.370	0.007	1.89
11	0.368	0.015	4.08
12	0.355	0.016	4.51

Tablo 66. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.01	2	0.009	1.49	Ö.D
Gruplar İçi	0.06	57	0.001		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 67'de verilmiştir.

Tablo 67. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.29	2	0.15	103.53	***
Gruplar İçi	0.08	57	0.001		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının 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 presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Çıkış Basıncı: 7.5 kg/ cm ²	0.307 a
Çıkış Basıncı: 10 kg/ cm ²	0.385 b
Çıkış Basıncı: 12.5 kg/ cm ²	0.478 c

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 69'da verilmiştir.

Tablo 69. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.580	2	0.290	209.183	***
Gruplar İçi	0.079	57	0.001		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 70’de verilmiştir.

Tablo 70. Yüzeye dik çekme direnci üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-75 kg/ cm ²	0.272 a
Giriş –Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	0.385 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	0.516 c

Yüzeye dik çekme direnci üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 71. Yüzeye dik çekme direnci üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.401	2	0.200	143.371	***
Gruplar İçi	0.080	57	0.001		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine bant hızının 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 bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72. Yüzeye dik çekme direnci üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Bant Hızı: 265 mm/sn	0.299 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	0.385 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	0.494 c

Yüzeye dik çekme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 73’de verilmiştir.

Tablo 73. Yüzeye dik çekme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.004	3	0.001	1.108	Ö.D
Gruplar İçi	0.087	76	0.001		

Yüzeye dik çekme direnci üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

3.3. Levha Kalınlığı

Deneme levhalarına ait ortalama kalınlık değerleri Tablo 74'de verilmiştir.

Tablo 74. Deneme levhalarının ortalama kalınlık değerleri (mm)

Levha Tipi	X	S	V
1	18.05	0.05	0.27
2	17.83	0.04	0.22
3	18.25	0.02	0.11
4	18.28	0.09	0.49
5	17.75	0.03	0.17
6	17.60	0.04	0.23
7	18.42	0.06	0.33
8	17.62	0.07	0.40
9	18.35	0.02	0.11
10	18.06	0.08	0.44
11	18.08	0.06	0.33
12	18.09	0.07	0.39

Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 75'de verilmiştir.

Tablo 75. Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1.73	2	0.86	814.37	***
Gruplar İçi	0.06	57	0.001		

Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının 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. Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 76'da verilmiştir.

Tablo 76. Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Levha Kalınlığı (mm)
Giriş Basıncı: 35 kg/ cm ²	17.84 a
Giriş Basıncı: 30 kg/ cm ²	18.05 b
Giriş Basıncı: 25 kg/ cm ²	18.25 c

Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 77'de verilmiştir.

Tablo 77. Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	2.90	2	1.45	1455.81	***
Gruplar İçi	0.06	57	0.001		

Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının 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. Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 78’de verilmiştir.

Tablo 78. Levha kalınlığı üzerine sıcak presten çıkış basıncının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Levha Kalınlığı (mm)
Çıkış Basıncı: 7.5 kg/ cm ²	18.28 a
Çıkış Basıncı: 10 kg/ cm ²	18.05 b
Çıkış Basıncı: 12.5 kg/ cm ²	17.75 c

Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 79’da verilmiştir.

Tablo 79. Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	6.80	2	3.40	2028.11	***
Gruplar İçi	0.10	57	0.002		

Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 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. Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 80’de verilmiştir.

Tablo 80. Levha kalınlığı üzerine sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Levha Kalınlığı (mm)
Giriş-Çıkış Basıncı: 25-75 kg/ cm ²	18.42 a
Giriş –Çıkış Basıncı: 30-10 kg/ cm ²	18.05 b
Giriş-Çıkış Basıncı: 35-12.5 kg/ cm ²	17.60 c

Levha kalınlığı üzerine bant hızının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 81’de verilmiştir.

Tablo 81. Levha kalınlığı üzerine bant hızının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5.40	2	2.70	1723.68	***
Gruplar İçi	0.09	57	0.002		

Levha kalınlığı üzerine bant hızının 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. Levha kalınlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 82’de verilmiştir.

Tablo 82. Levha kalınlığı üzerine bant hızının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Levha Kalınlığı (mm)
Bant Hızı: 265 mm/sn	18.35 a
Bant Hızı: 235 mm/sn	18.05 b
Bant Hızı: 205 mm/sn	17.62 c

Levha kalınlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisini belirlemek için basit varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 83’de verilmiştir.

Tablo 83. Levha kalınlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.008	3	0.003	3.213	Ö.D
Gruplar İçi	0.062	76	0.001		

Levha kalınlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi % 5 yanılma olasılığı ile anlamsız bulunmuştur.

4. TARTIŞMA

4.1. Fiziksel Özellikler

4.1.1. Özgül Ağırlık Profili

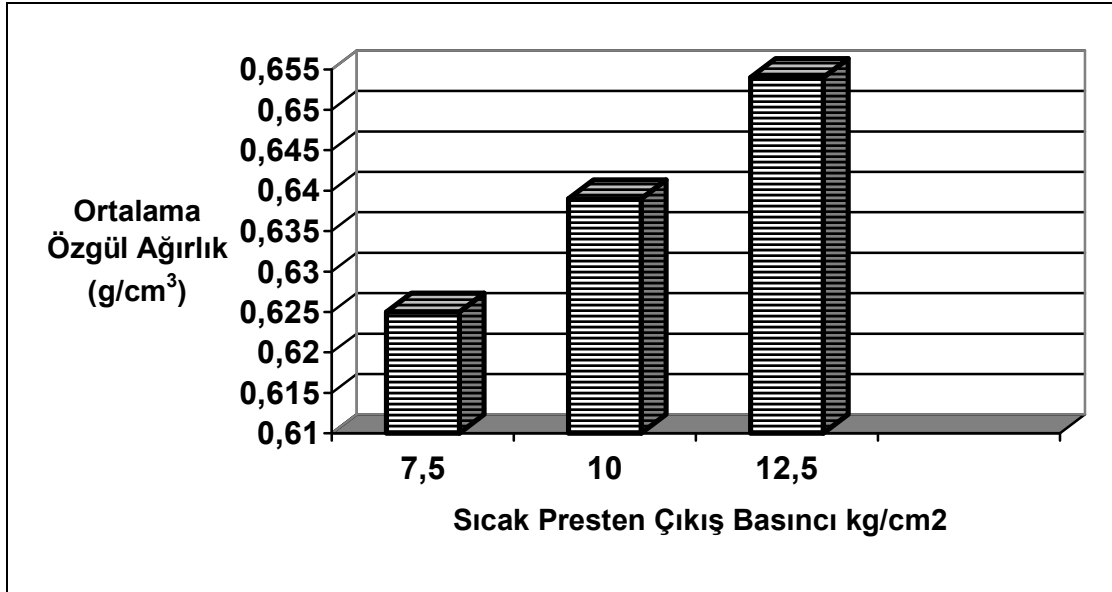
Yapılan çalışmalar sonucu; ortalama özgül ağırlık değerleri sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm^2 olan levhalarda 0.626 g/cm^3 , 30 kg/cm^2 olan levhalarda 0.639 g/cm^3 ve 35 kg/cm^2 olan levhalarda ise 0.653 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş basıncının 25 kg/cm^2 'den 30 kg/cm^2 ve 35 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu ortalama özgül ağırlık değerlerinde belirgin artış kaydedilmiştir. Bu durum; Tablo 76'dan görülebileceği gibi sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi paralel olarak levha kalınlığının azalması ve levhanın daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir. Sıcak prese giriş basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sıcak prese giriş basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi

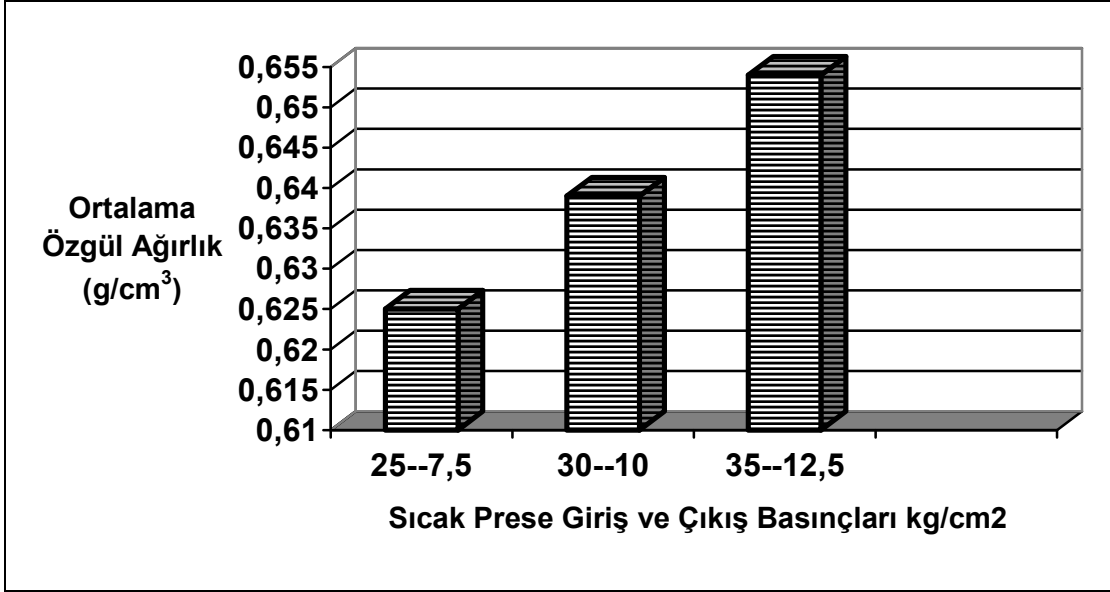
Ortalama özgül ağırlık değerleri; sıcak presten çıkış basıncı 7.5 kg/cm^2 olan levhalarda 0.625 g/cm^3 , 10 kg/cm^2 olan levhalarda 0.639 g/cm^3 ve 12.5 kg/cm^2 olan levhalarda ise 0.654 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Sıcak presten çıkış basıncının 7.5

kg/cm² 'den 10 kg/cm² ve 12.5 kg/cm²'ye çıkarılması sonucu ortalama özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durum sıcak presten çıkış basıncının yükseltilmesiyle orantılı olarak levhanın daha fazla sıkışmasından dolayı kalınlığının azalmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 78). Sıcak presten çıkış basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Sıcak presten çıkış basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi

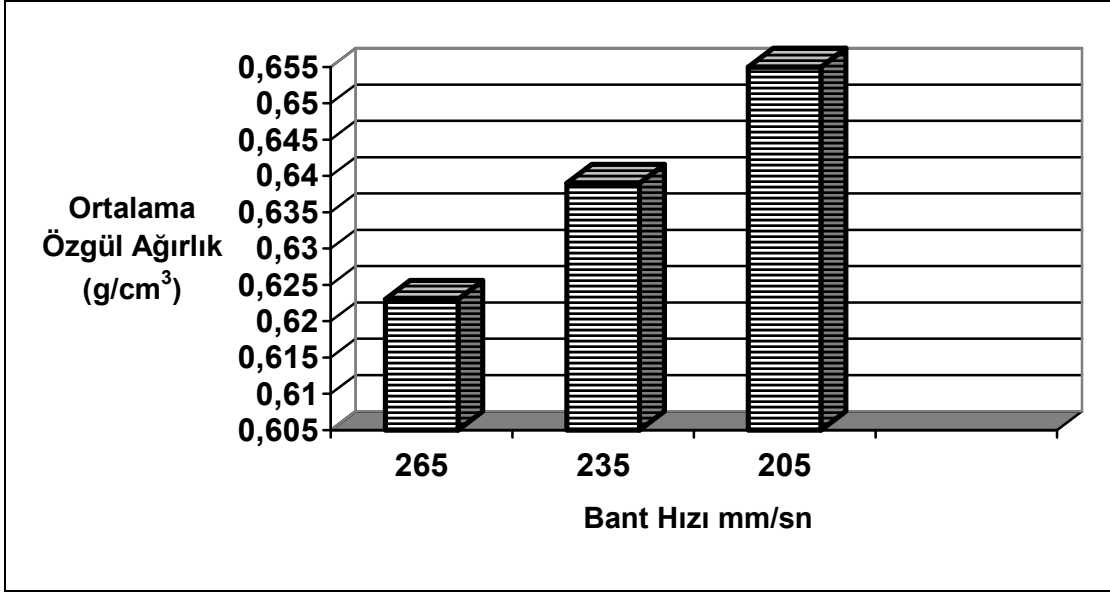
Ortalama özgül ağırlık üzerine sıcak preslemede uygulanan giriş ve çıkış basınçlarının etkisi önemli bulunmuştur. Ortalama özgül ağırlık değerleri; giriş-çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda 0.620 g/cm³, 30-10 kg/cm² olan levhalarda 0.639 g/cm³ ve 35-12.5 kg/cm² olan levhalarda ise 0.657 g/cm³ olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 25-7.5 kg/cm²'den 30-10 kg/cm² ve 35-12.5 kg/cm²'ye çıkarılması sonucu ortalama özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durumun nedeni; sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesine paralel olarak levha kalınlığının azalması ve levhanın daha fazla sıkışmasıdır (Tablo 80). Sıcak prese giriş çıkış basınçlarının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 3'de gösterilmiştir.



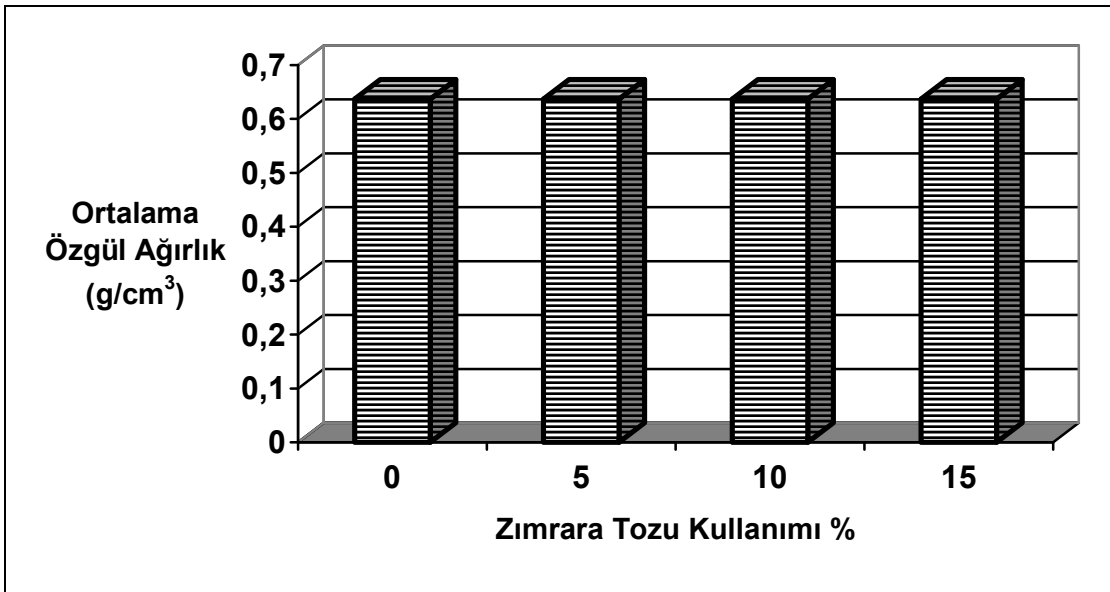
Şekil 3. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi

Ortalama özgül ağırlık üzerine bant hızının etkili olduğu belirlenmiştir. Ortalama özgül ağırlık değerleri; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 0.623 g/cm³, 235 mm/sn olan levhalarda 0.639 g/cm³ ve 205 mm/sn olan levhalarda ise 0.655 g/cm³ olarak bulunmuştur. Bant hızının 265 mm/sn'den 235 mm/sn ve 205 mm/sn düşürülmesi sonucu ortalama özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durum bant hızının düşürülmesi sonucu levhaların preste daha uzun süre kalmasından dolayı levha kalınlığının azalması ve levhanın daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir (Tablo 82). Bant hızının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 4'de verilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucu zımpara tozu kullanım oranının artırılması ortalama özgül ağırlık üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum levhalarda yonga yerine eşit ağırlıkta zımpara tozu kullanmamızdan kaynaklanmaktadır. Tablo 83'den de görülebileceği gibi zımpara tozu kullanımının levha kalınlığı üzerinde istatistiksel anlamda etkisi yoktur. Zımpara tozu kullanımının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 5'de verilmiştir.



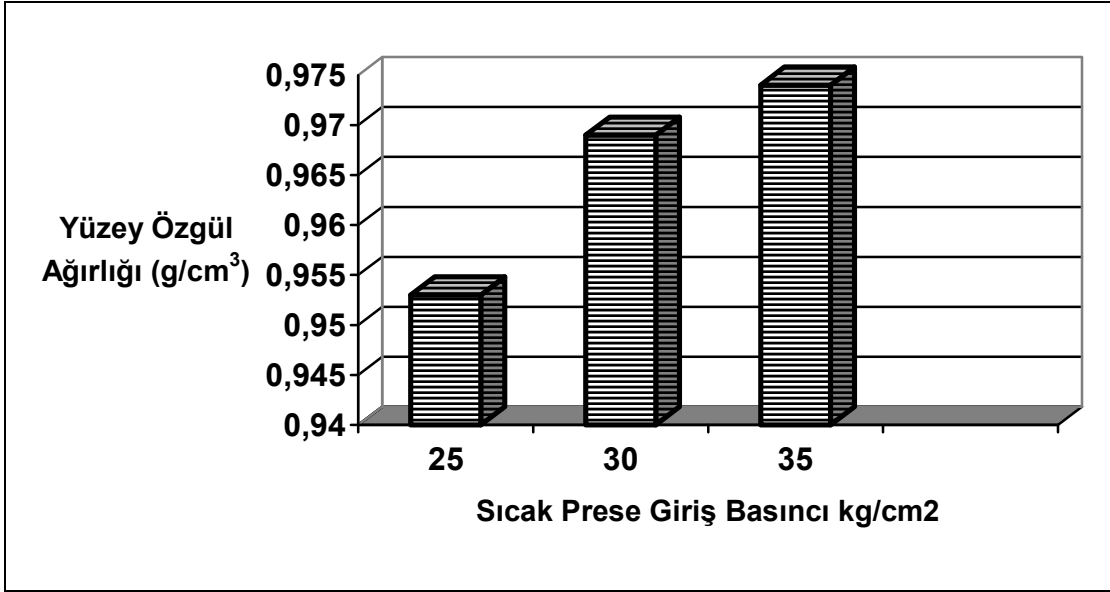
Şekil 4. Bant hızının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi



Şekil 5. Zımrara tozu kullanımının ortalama özgül ağırlık üzerine etkisi

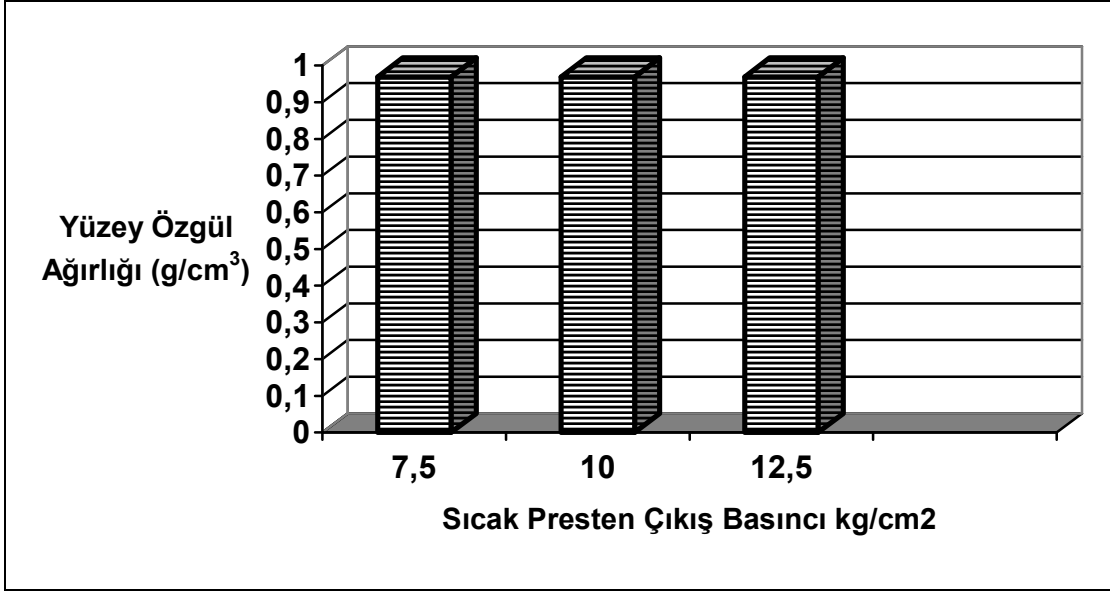
Yapılan çalışmalar sonucu; yüzey özgül ağırlığı değerleri sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm^2 olan levhalarda 0.953 g/cm^3 , 30 kg/cm^2 olan levhalarda 0.969 g/cm^3 ve 35 kg/cm^2 olan levhalarda ise 0.974 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş basıncının 25 kg/cm^2 'den 30 kg/cm^2 ve 35 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu yüzey özgül ağırlık değerlerinde belirgin artış kaydedilmiştir. Bu durum sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi paralel olarak yüzey tabakalarının kalınlığının azalması ve yüzey

tabakalarının daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir. Pres başlangıcında uygulanan yüksek basınç yüzey tabakalarının özgül ağırlığını arttırmaktadır. Preslemenin başında uygulanan basınç ile ilk sıkışan tabakalar yüzey tabakalarıdır. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [101,102]. Sıcak prese giriş basıncının yüzey özgül ağırlık üzerine etkisi Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Sıcak prese giriş basıncının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi

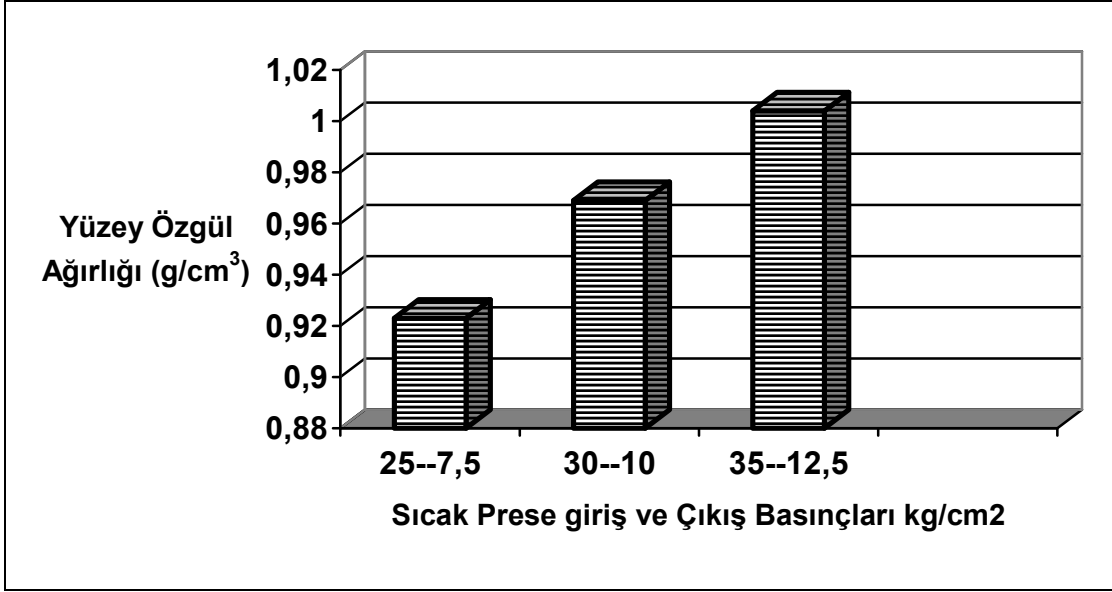
Yapılan istatistiksel analizler sonucu; sıcak presten çıkış basıncının artırılması yüzey özgül ağırlığı üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Bu durum sıcak presten çıkış basıncının orta tabaka yongalarının sıkıştırmasında etkili olmasına rağmen yüzey tabakaları yongalarının sıkıştırmasında etkili olmamasından kaynaklanmaktadır. Yüzey tabakaları yongaları sıcak prese girişte sıkışmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatürdeki bilgiler ile karşılaştırıldığında uyum göstermektedir [101, 102, 103]. Sıcak presten çıkış basıncının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 7’de verilmiştir.



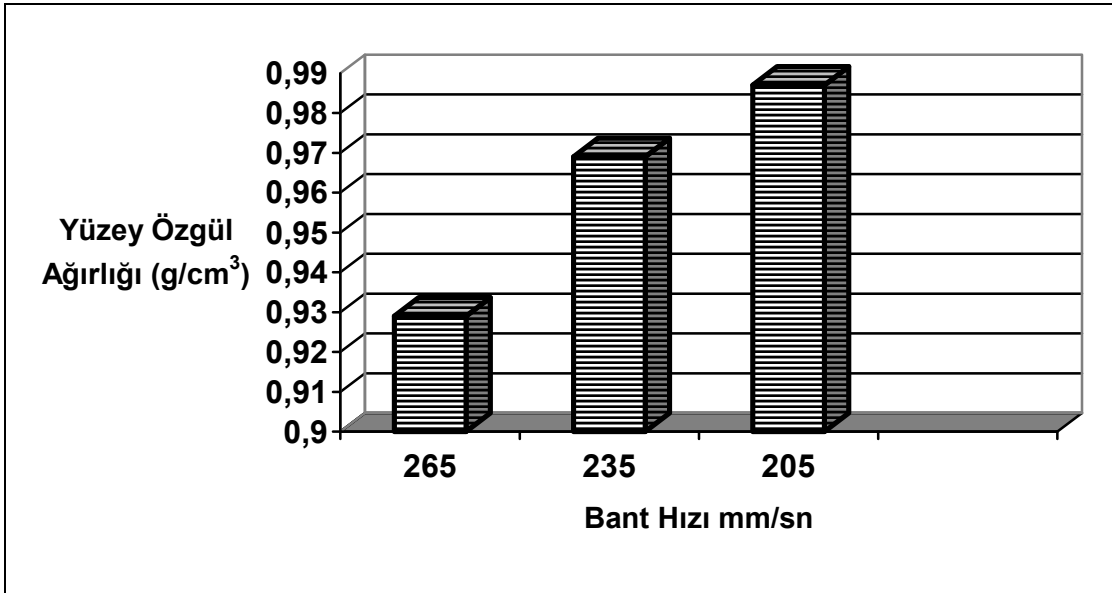
Şekil 7. Sıcak presten çıkış basıncının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi

Yüzey özgül ağırlığı üzerine sıcak preslemede uygulanan giriş ve çıkış basınçlarının etkisi önemli bulunmuştur. Yüzey özgül ağırlığı değerleri; giriş-çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda 0.923 g/cm³, 30-10 kg/cm² olan levhalarda 0.969 g/cm³ ve 35-12.5 kg/cm² olan levhalarda ise 1.004 g/cm³ olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının 25-7.5 kg/cm²'den 30-10 kg/cm² ve 35-12.5 kg/cm²'ye çıkarılması sonucu yüzey özgül ağırlığı değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durum sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesine paralel olarak yüzey tabakalarının kalınlığının azalması ve yüzey tabakalarının daha fazla sıkışmasından kaynaklanmaktadır. Sıcak prese giriş çıkış basınçlarının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 8'de gösterilmiştir.

Bant hızı istatistiksel anlamda yüzey özgül ağırlığını etkilemiştir. Yüzey özgül ağırlığı değerleri; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 0.929 g/cm³, 235 mm/sn olan levhalarda 0.969 g/cm³ ve 205 mm/sn olan levhalarda ise 0.987 g/cm³ olarak bulunmuştur. Bant hızının 265 mm/sn'den 235 mm/sn ve 205 mm/sn düşürülmesi sonucu yüzey özgül ağırlığı değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durum bant hızının düşürülmesi sonucu levhaların preste daha uzun süre durmasına paralel olarak yüzey tabakalarının kalınlığının azalması ve yüzey tabakalarının daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir. Bant hızının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 9'da verilmiştir.

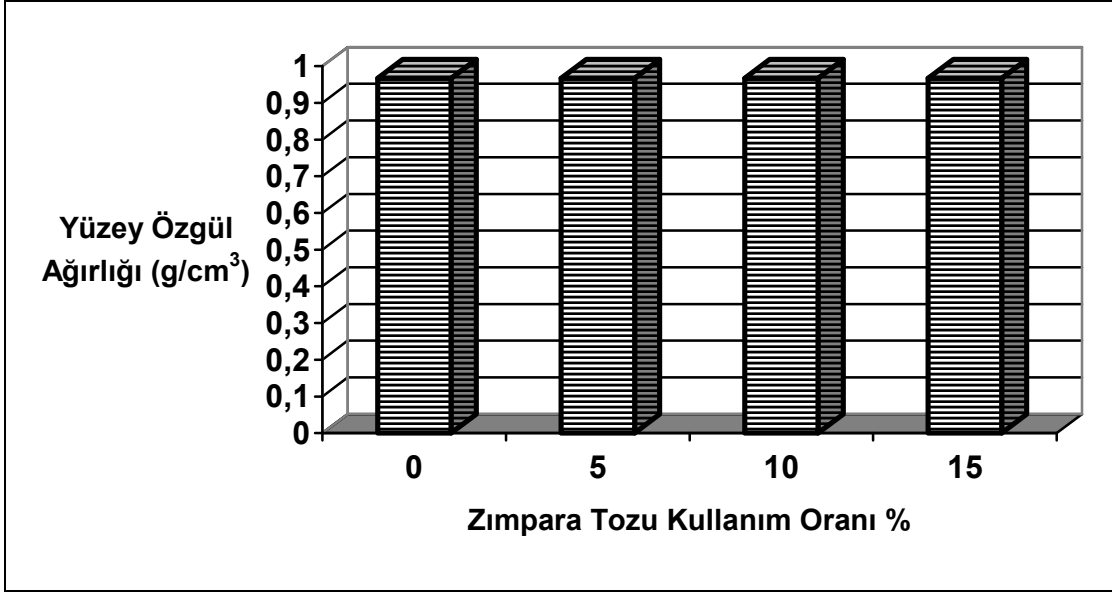


Şekil 8. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi



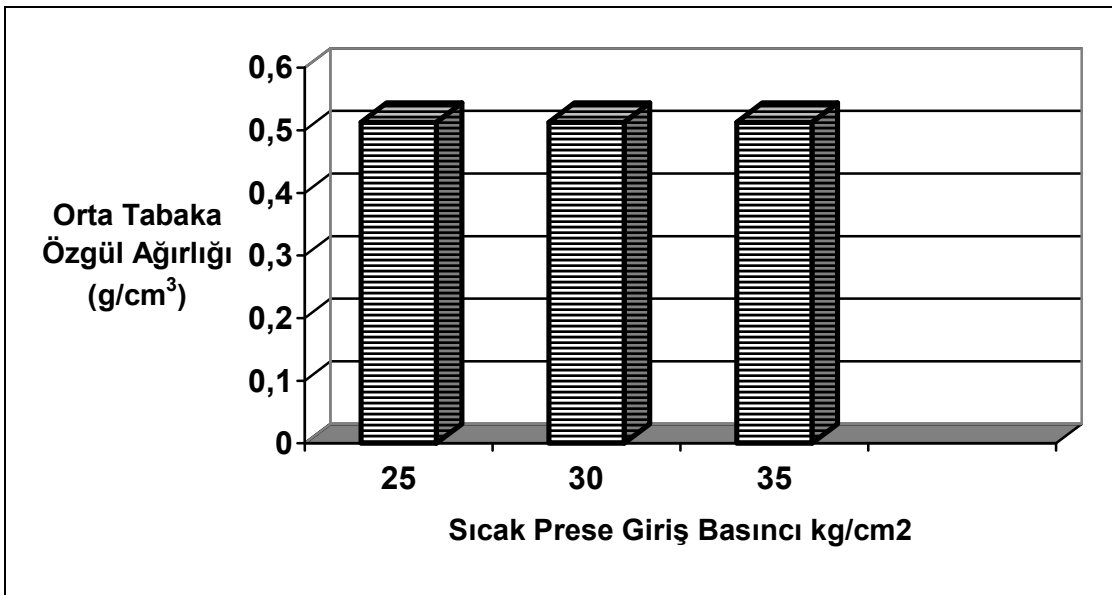
Şekil 9. Bant hızının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi

Yapılan istatistiksel analizler sonucu zımpara tozu kullanım oranının artırılması yüzey özgül ağırlığı üzerine etkili olmamıştır. Bu durum levhalarda yonga yerine aynı miktarda zımpara tozu kullanmamızdan kaynaklanmaktadır. Zımpara tozu kullanımının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 10'da verilmiştir.



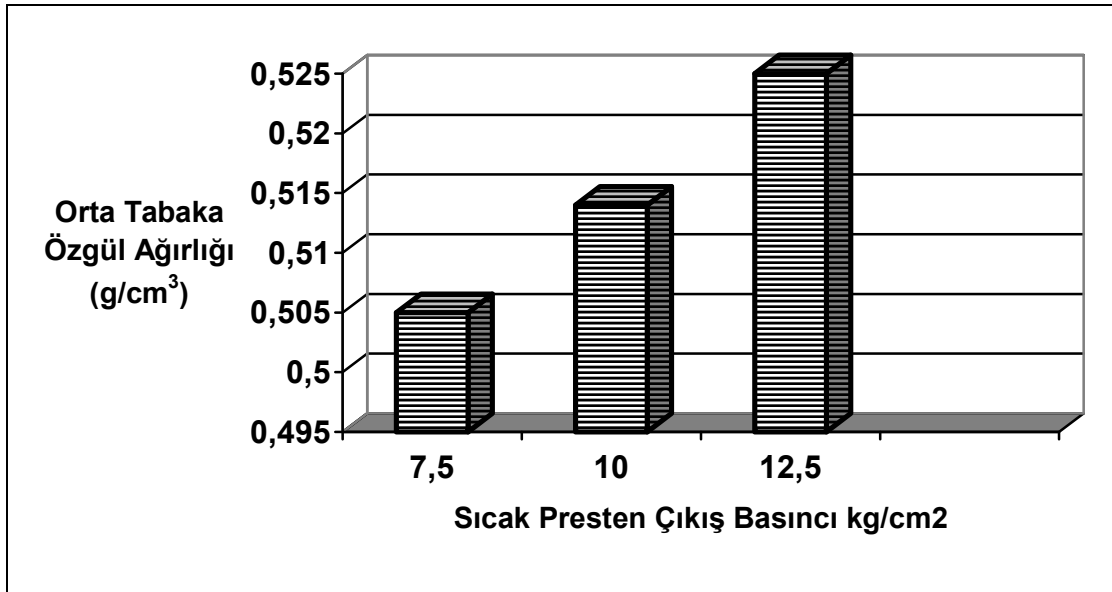
Şekil 10. Zımpara tozu kullanımının yüzey özgül ağırlığı üzerine etkisi

Yapılan istatistiksel analizler sonucu sıcak prese giriş basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi anlamsız bulunmuştur. Bu durum sıcak prese giriş basıncının sadece yüzey tabakaları yongalarını sıkıştırmasından kaynaklanmaktadır. Orta tabaka yongaları ise presleme sonunda sıkışmaktadır [101-103]. Sıcak prese giriş basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Sıcak prese giriş basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi

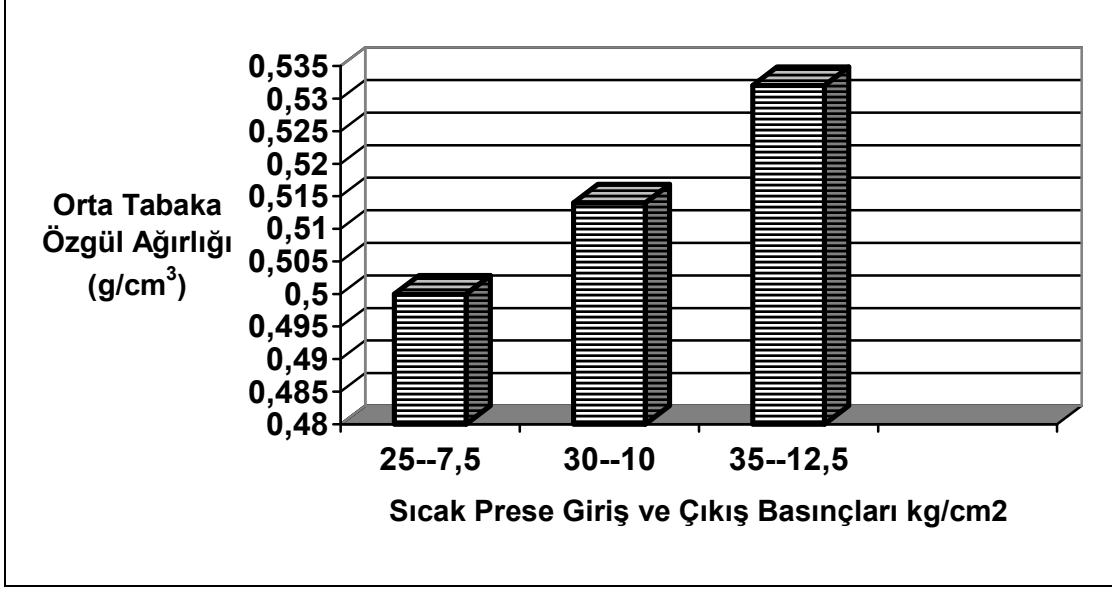
Orta tabaka özgül ağırlığı değerleri; sıcak presten çıkış basıncı 7.5 kg/cm^2 olan levhalarda 0.505 g/cm^3 , 10 kg/cm^2 olan levhalarda 0.514 g/cm^3 ve 12.5 kg/cm^2 olan levhalarda ise 0.525 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Sıcak presten çıkış basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 10 kg/cm^2 ve 12 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu orta tabaka özgül ağırlık değerlerinde belirgin artış kaydedilmiştir. Bu durum sıcak presten çıkış basıncının yükseltilmesi paralel olarak orta tabaka kalınlığının azalması ve orta tabakanın daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir. Orta tabaka yongalarının sıkışmasında presten çıkış basıncının etkili olduğu yapılan çalışmalarda belirlenmiştir [101-103]. Sıcak presten çıkış basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. Sıcak presten çıkış basıncının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi

Orta tabaka özgül ağırlığı üzerine sıcak preslemede uygulanan giriş ve çıkış basınçlarının etkisi önemli bulunmuştur. Orta tabaka özgül ağırlığı değerleri; giriş-çıkış basınçları $25-7.5 \text{ kg/cm}^2$ olan levhalarda 0.500 g/cm^3 , $30-10 \text{ kg/cm}^2$ olan levhalarda 0.514 kg/cm^2 ve $35-12.5 \text{ kg/cm}^2$ olan levhalarda ise 0.532 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının $25-7.5 \text{ kg/cm}^2$ 'den $30-10 \text{ kg/cm}^2$ ve $35-12.5 \text{ kg/cm}^2$ 'ye çıkarılması sonucu orta tabaka özgül ağırlığı değerlerinde belirgin bir artış kaydedilmiştir. Bu durum sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesine paralel olarak orta tabaka kalınlığının azalması ve orta tabakanın daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir.

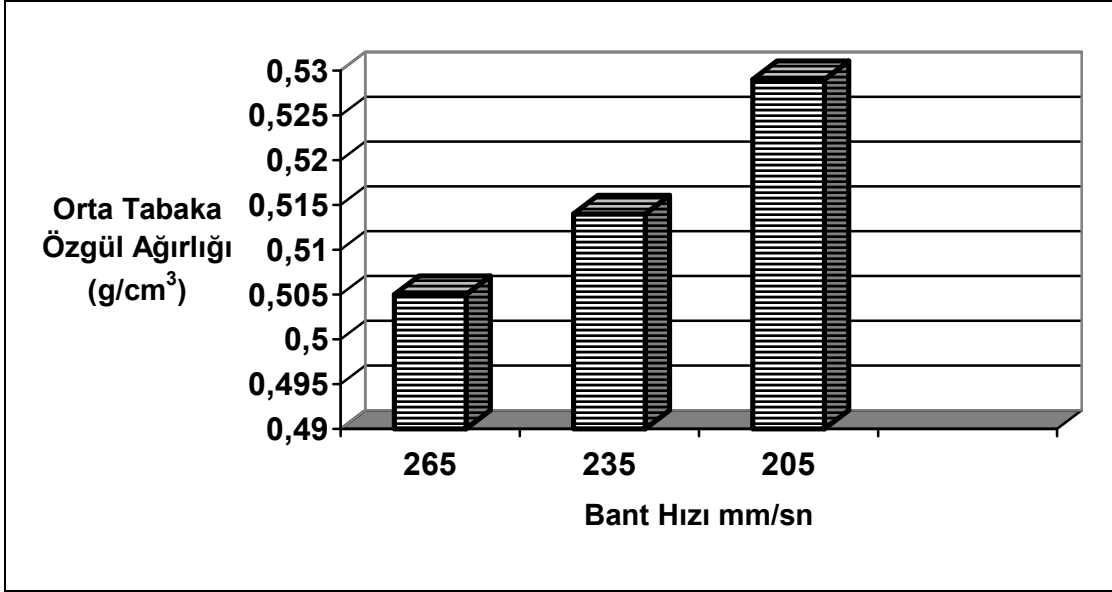
Sıcak prese giriş çıkış basınçlarının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 13’de gösterilmiştir.



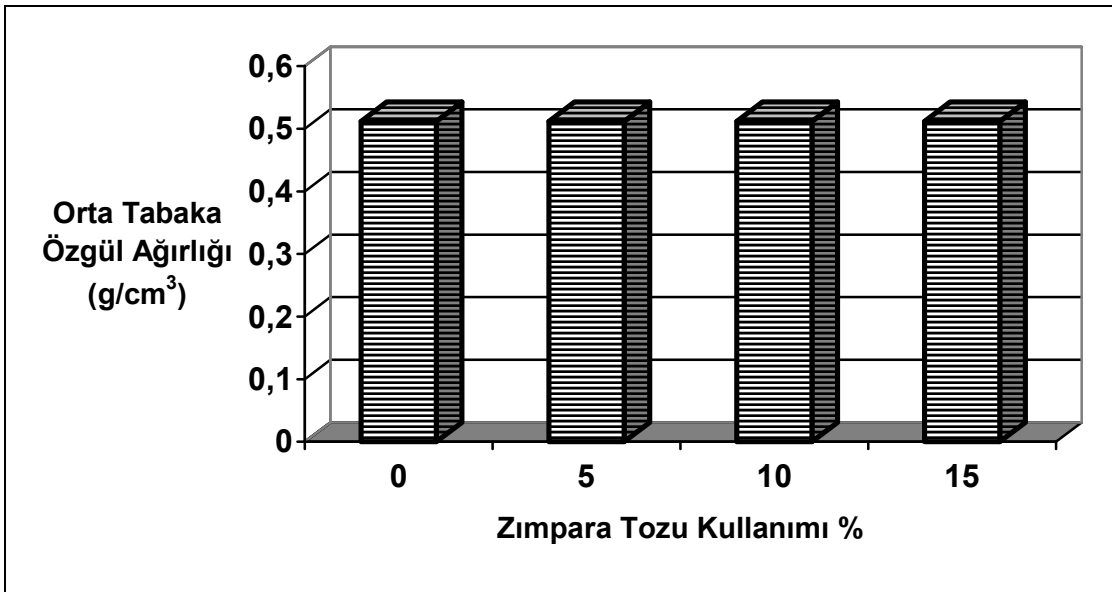
Şekil 13. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi

Bant hızı orta tabaka özgül ağırlığı üzerinde etkilidir. Orta tabaka özgül ağırlığı değerleri; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 0.505 g/cm³, 235 mm/sn olan levhalarda 0.514 g/cm³ ve 205 mm/sn olan levhalarda ise 0.529 g/cm³ olarak bulunmuştur. Bant hızının 265 mm/sn’den 235 mm/sn ve 205 mm/sn düşürülmesi sonucu orta tabaka özgül ağırlığı değerlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Bu durum bant hızının düşürülmesi sonucu levhaların preste daha uzun süre durmasına paralel olarak orta tabaka kalınlığının azalması ve orta tabakanın daha fazla sıkışmasından kaynaklanabilir. Bant hızının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 14’de verilmiştir.

Yapılan istatistiksel analizler sonucu zımpara tozu kullanım oranının arttırılması orta tabaka özgül ağırlığı üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum levhalarda zımpara tozunun sadece yüzey tabakalarında kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Zımpara tozu kullanımının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 14. Bant hızının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi

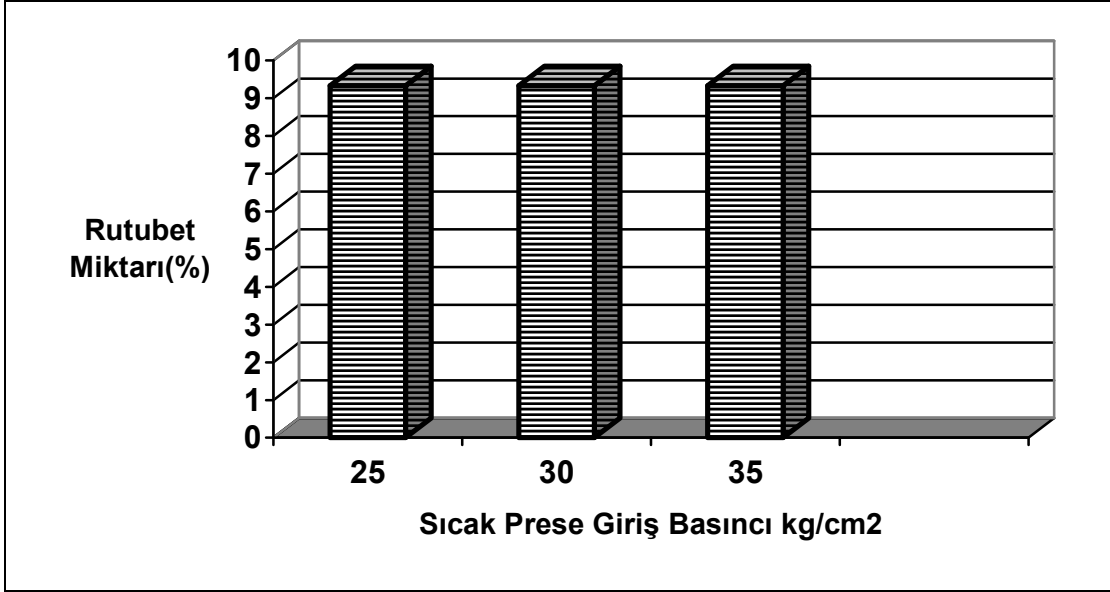


Şekil 15. Zımpara tozu kullanımının orta tabaka özgül ağırlığı üzerine etkisi

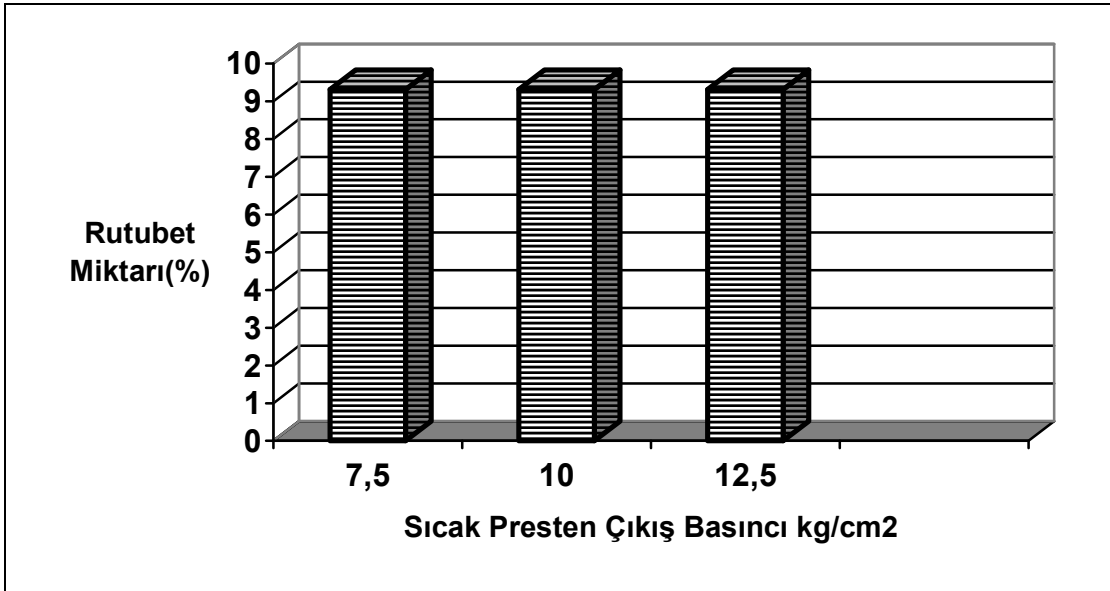
4.1.2. Rutubet Miktarı

Rutubet miktarı üzerine, presleme basınçları (giriş, çıkış ve giriş-çıkış), bant hızı ve zımpara tozu kullanımının etkili olmadığı belirlenmiştir. Bu durum; levhaların üretimden sonra test işlemi gerçekleştirilmeden aynı sıcaklık ve bağıl nem koşullarında eşit sürede depolanmasından kaynaklanmaktadır [101]. Rutubet miktarı üzerine sıcak prese giriş

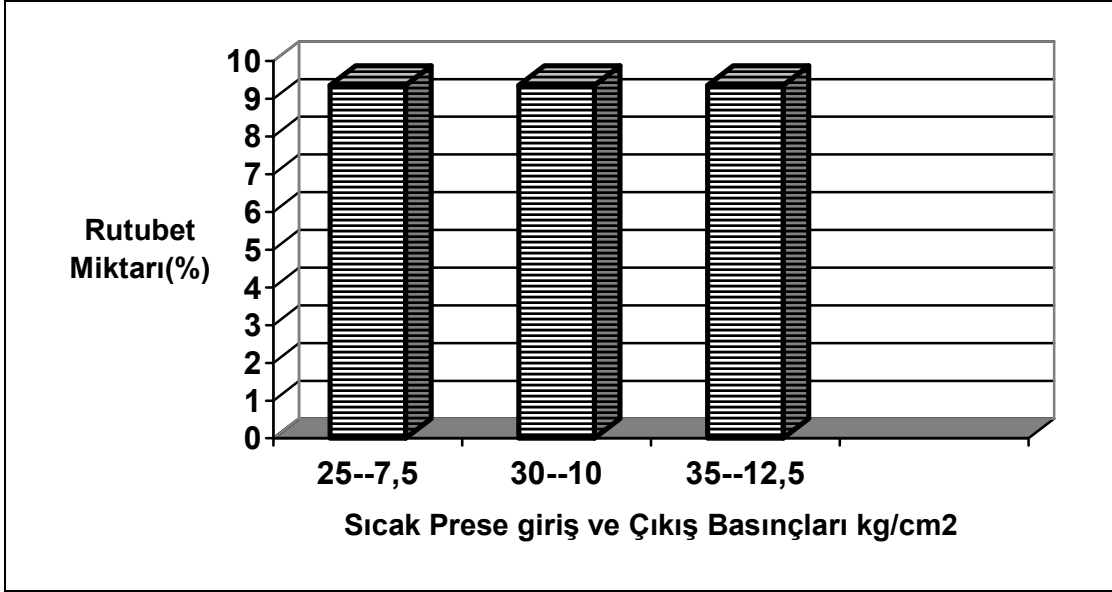
basıncının etkisi Şekil 16'da, çıkış basıncının etkisi Şekil 17'de, giriş-çıkış basıncının etkisi Şekil 18'de, bant hızının etkisi Şekil 19'da ve zımpara tozu kullanımının etkisi ise Şekil 20'de verilmiştir.



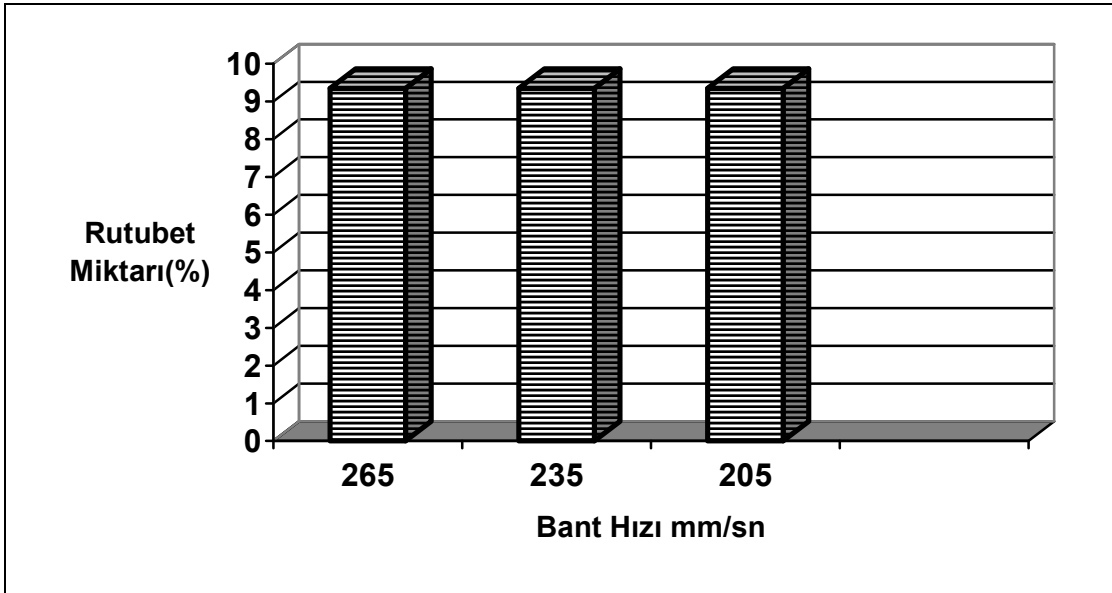
Şekil 16. Sıcak prese giriş basıncının rutubet miktarı üzerine etkisi



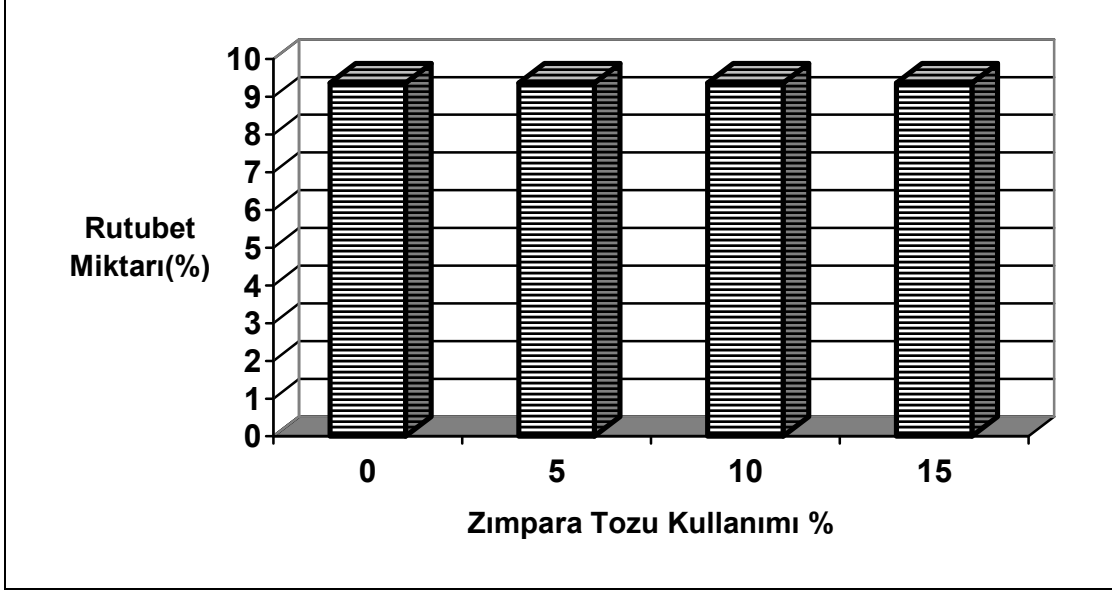
Şekil 17. Sıcak presten çıkış basıncının rutubet miktarı üzerine etkisi



Şekil 18. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının rutubet miktarı üzerine etkisi



Şekil 19. Bant hızının rutubet miktarı üzerine etkisi



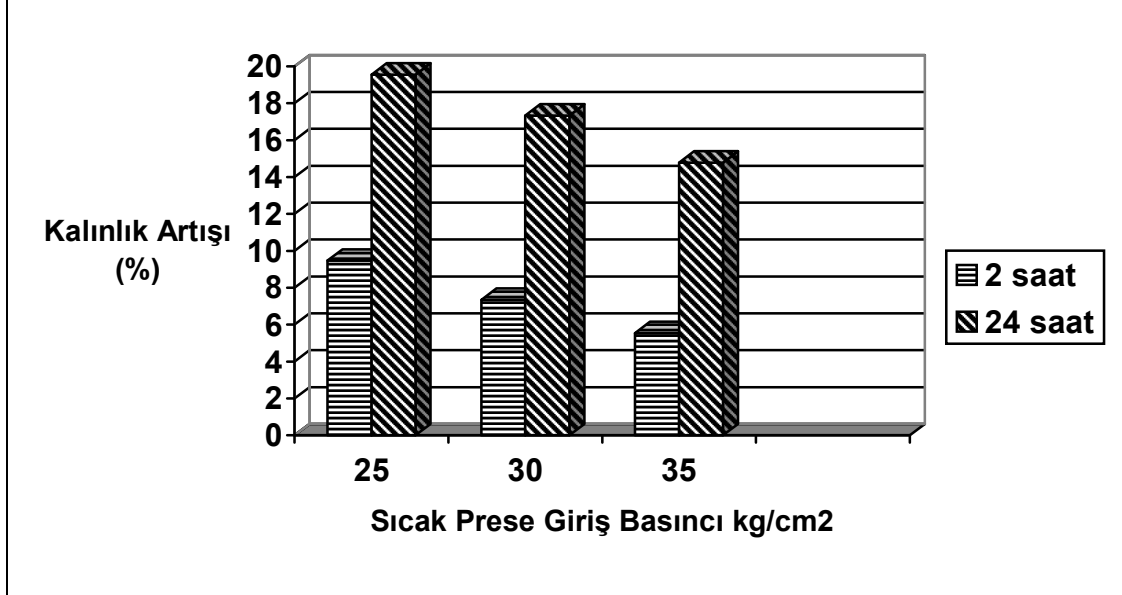
Şekil 20. Zımpara tozu kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisi

4.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

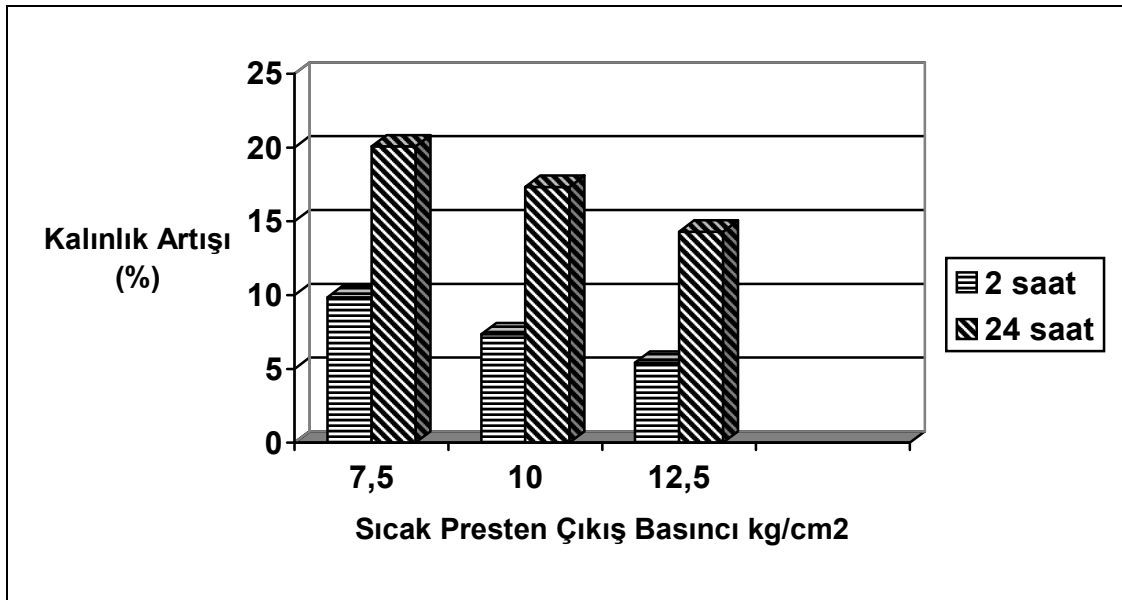
Kalınlık artışı oranları; sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm^2 olan levhalarda % 14.50, 30 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda % 12.34 ve 35 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda ise % 9.99 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu sıcak prese giriş basıncının 25 kg/cm^2 'den 30 kg/cm^2 ve 35 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu kalınlığına artış oranlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi sonucu yüzey tabakaları daha iyi bir şekilde kenetlenmekte ve yüzey tabakalarının özgül ağırlık değerleri yükselmektedir. Artan özgül ağırlığa bağlı olarak, yüzey tabakalarındaki fazla sıkışmadan dolayı suyun difüzyonu ve porozite azalmaktadır [104]. Sıcak prese giriş basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 21'de verilmiştir.

Kalınlık artışı oranları; sıcak presten çıkış basıncı 7.5 kg/cm^2 olan levhalarda % 14.96, 10 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda % 12.34 ve 12.5 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda ise 9.86 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu sıcak presten çıkış basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 10 kg/cm^2 ve 12.5 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu kalınlığa artış oranlarında belirgin iyileşme görülmüştür. Sıcak presten çıkış basıncının yükseltilmesi sonucu orta tabaka daha iyi bir şekilde kenetlenmekte ve orta tabakanın özgül ağırlık değeri yükselmektedir. Artan özgül ağırlığa bağlı olarak suyun levha içerisine difüzyonu

zorlaşmaktadır [105]. Sıcak presten çıkış basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 22'de verilmiştir.



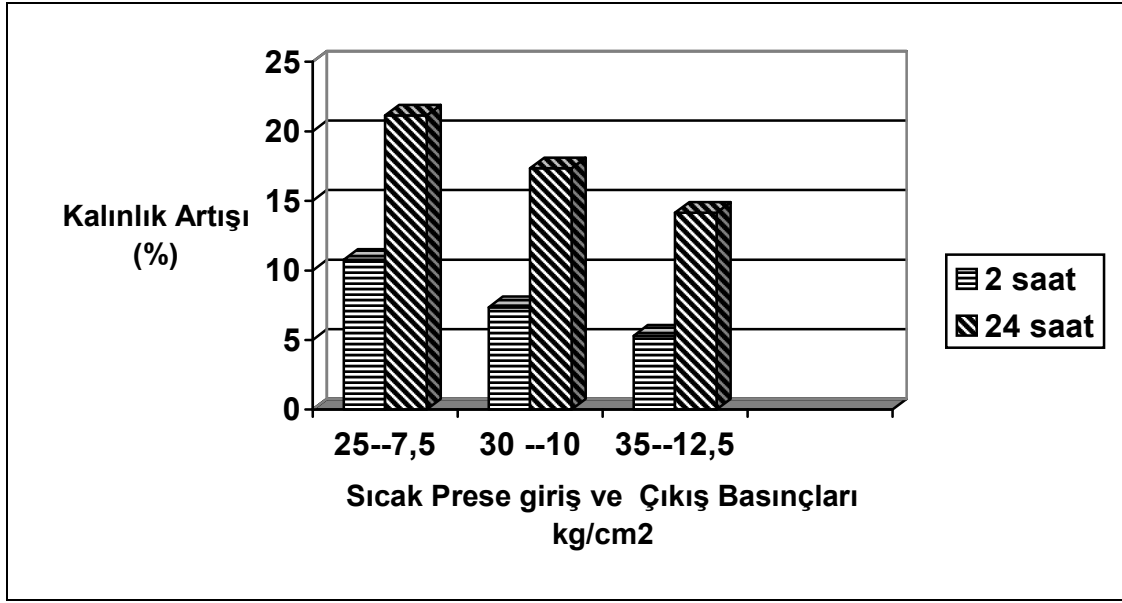
Şekil 21. Sıcak prese giriş basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi



Şekil 22. Sıcak presten çıkış basıncının kalınlığına şişme üzerine etkisi

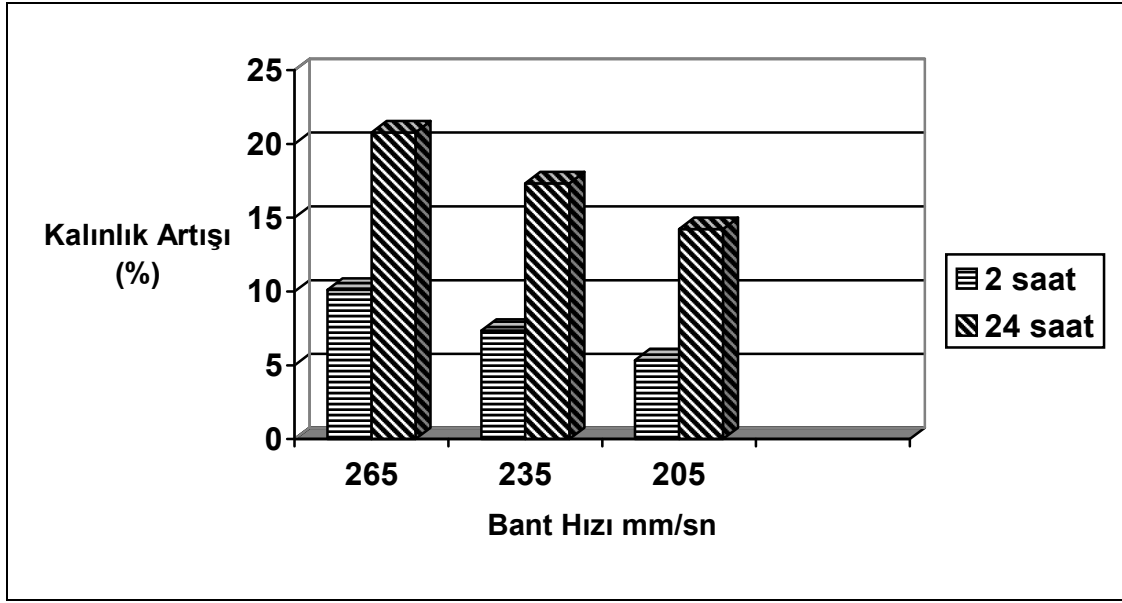
Kalınlık artışı oranları; sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda % 15.94, 30-10 kg/cm² olan levhalarda % 12.34 ve 35- 12.5 kg/cm² olan

levhalarda ise % 9.72 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu giriş çıkış basınçlarının 25-7.5 kg/cm² 'den 30-10 kg/cm² ve 35-12.5 kg/cm² 'ye çıkarılması sonucu kalınlığına artış oranlarında istatistiksel anlamda belirgin bir azalma kaydedilmiştir. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesi sonucu orta ve yüzey tabakaları daha iyi bir şekilde kenetlenmekte ve orta ve yüzey tabakalarının özgül ağırlık değerleri yükselmektedir. Bundan dolayı azalan poroziteye bağlı olarak levha içersine suyun difüzyonu güçleşmektedir [106]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 23'de verilmiştir.



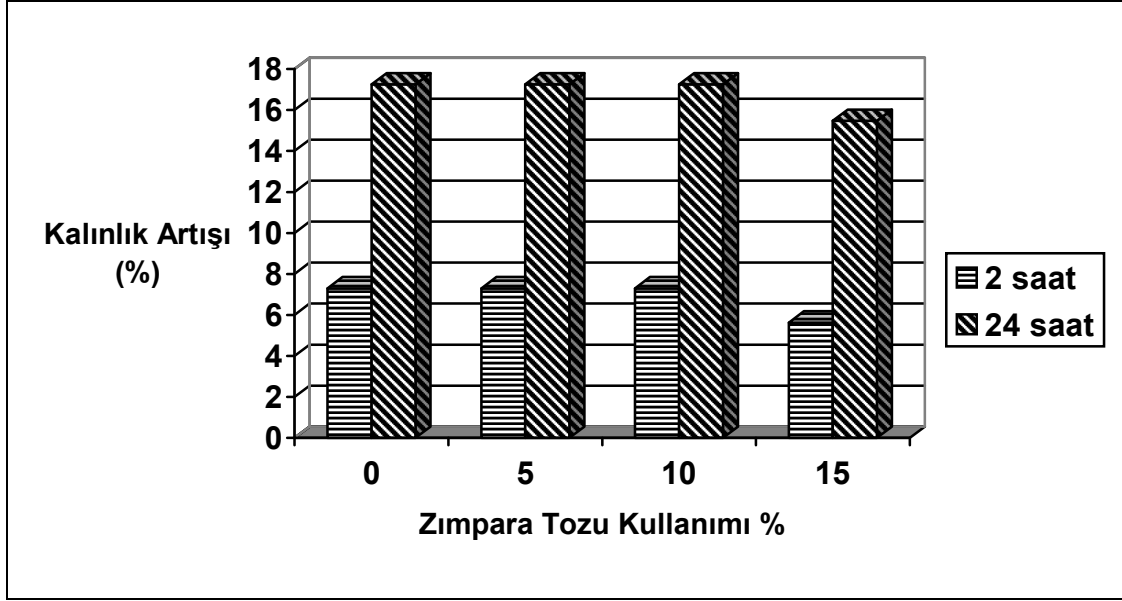
Şekil 23. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının kalınlığına şişme üzerine etkisi

Kalınlık artışı oranları; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda % 15.45, 235 mm/sn olan levhalarda % 12.34 ve 205 mm/sn olan levhalarda ise % 9.79 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda; bant hızının 265 mm/sn'den 235 mm/sn ve 205 mm/sn'ye düşürülmesi sonucu kalınlığa artış oranlarında belirgin bir azalma görülmüştür. Bant hızının düşürülmesine paralel olarak levhalar sıcak preste daha fazla kalmakta ve levhaların yüzey ve orta tabakaları daha sıkı bir şekilde kenetlenmekte, böylece levhaların özgül ağırlık değerleri yükselmektedir. Artan özgül ağırlığa bağlı olarak suyun difüzyonu ve porozite azalmaktadır. Bu durum kalınlığına şişme miktarında iyileşmeye neden olmaktadır [107,108]. Bant hızının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 24'de verilmiştir.



Şekil 24. Bant hızının kalınlığına şişme üzerine etkisi

Kalınlık artışı oranları; zımpara tozu kullanım oranı % 0 olan levhalarda % 12.34, % 5 olan levhalarda % 12.21, % 10 olan levhalarda % 12.16 ve % 15 olan levhalarda ise % 10.55 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu zımpara tozu kullanım oranının % 0'dan % 5 ve % 10'a çıkarılması kalınlığına şişme miktarını etkilememiştir. Bununla birlikte % 15 oranında zımpara tozu kullanımı sonucu şişme miktarları belirgin bir şekilde azalmıştır. % 5 ve % 10 oranında zımpara tozu kullanıldığında yüzey tabaka yongaları arasındaki boşlukları tam anlamıyla dolmamaktadır, fakat % 15 oranında zımpara tozu kullanıldığında ise yüzey yongaları arasındaki boşluklar dolmakta, levha daha sıkı bir yapı almakta ve bunun sonucu olarak da suyun difüzyonu zorlaşmakta ve porozite azalmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [109,110]. Zımpara tozu kullanımının kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 25'de verilmiştir.

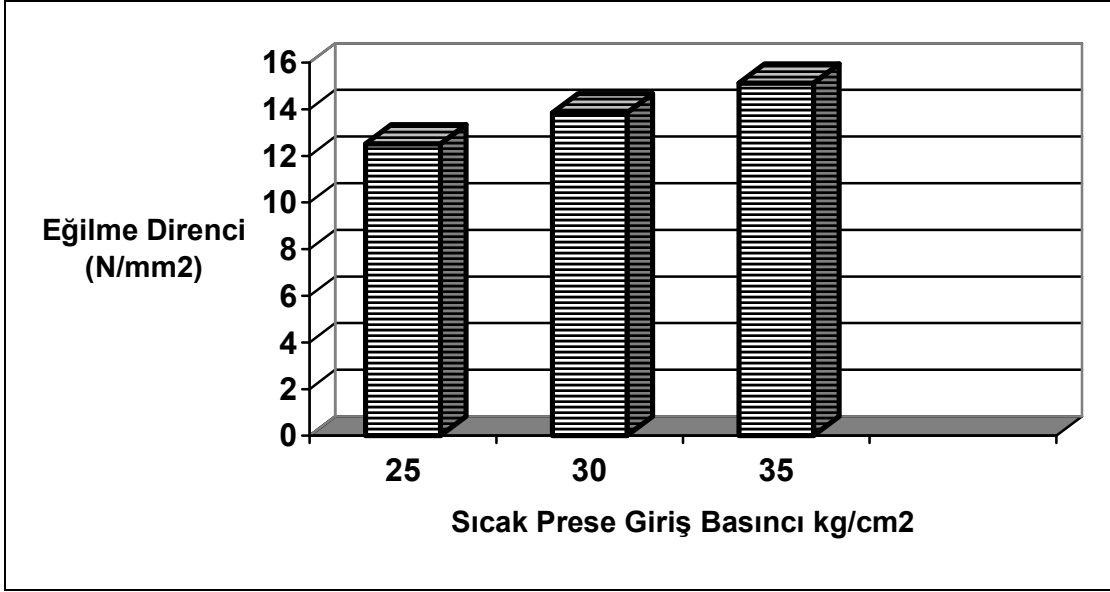


Şekil 25. Zımpara tozu kullanımının kalınlığına şişme üzerine etkisi

4.2. Mekanik Özellikler

4.2.1. Eğilme Direnci

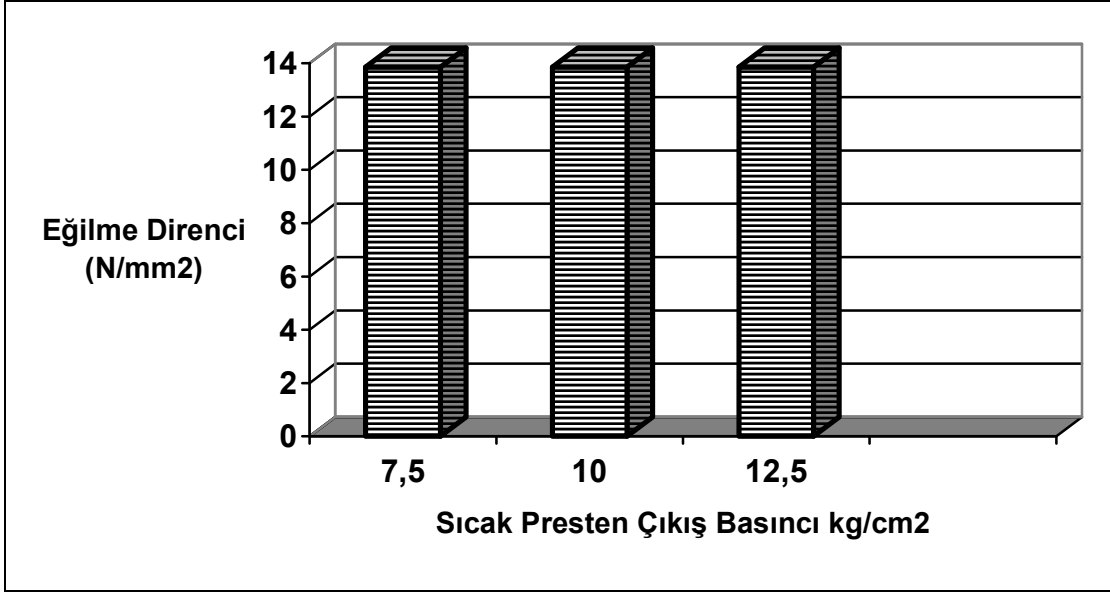
Yapılan çalışmalar sonucu sıcak prese giriş basıncının eğilme direnci üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Eğilme direnci; sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm² olan levhalarda 12.51 N/mm², 30 kg/cm² olan levhalarda 13.84 N/mm² ve 35 kg/cm² olan levhalarda ise 15.12 N/mm² olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi eğilme direncinde önemli bir artış yaratmıştır. Eğilme direncini daha çok yongalevhanın yüzey tabakaları etkilemektedir. Sıcak prese giriş basıncının eğilme direnci üzerindeki olumlu etkisi basıncın yükseltilmesi sonucu yüzey tabakalarının kalınlığında meydana gelen azalmaya bağlı olarak (Tablo 76) yüzey tabakalarının özgül ağırlığının yükselmesinden kaynaklanmaktadır (Tablo 13). Yapılan araştırmalarda levha özgül ağırlığının artmasıyla levhanın eğilme direncinin iyileştiği belirlenmiştir [111,112]. Sıcak prese giriş basıncının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 26'da gösterilmiştir.



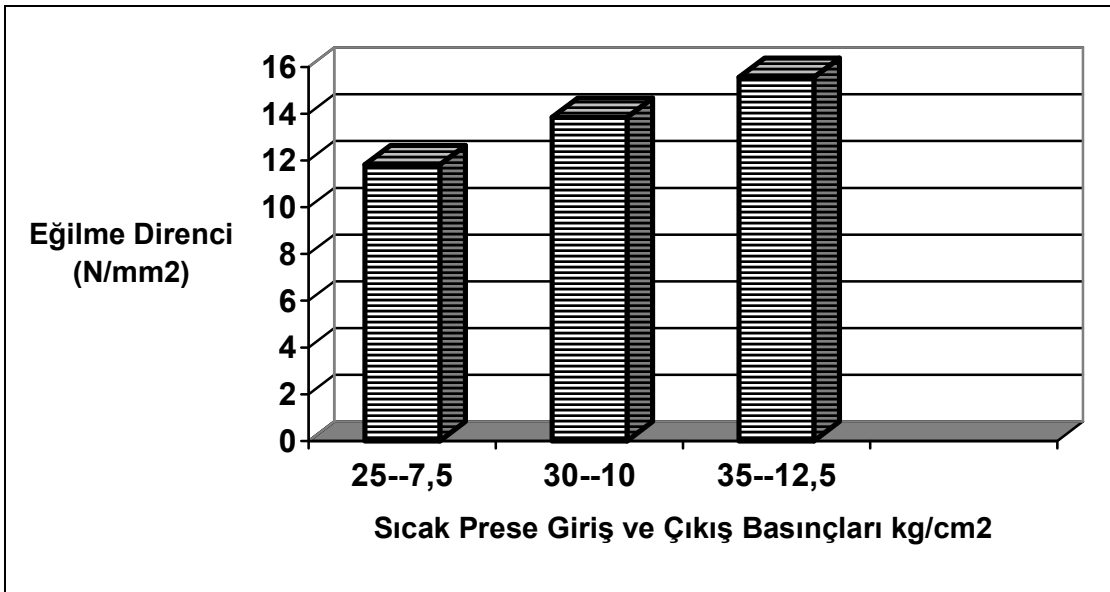
Şekil 26. Sıcak prese giriş basıncının eğilme direnci üzerine etkisi

Yapılan istatistiksel analizler sonucu sıcak presten çıkış basıncının eğilme direnci üzerine etkisi anlamsız bulunmuştur. Sıcak presten çıkış basıncının artırılması orta tabaka özgül ağırlığını arttırmış, yüzey özgül ağırlığı üzerinde etkili olmamıştır. Eğilme direnci daha çok yüzey tabakalarının özgül ağırlığına bağlı olduğu için sıcak presten çıkış basıncı eğilme direncini etkilememiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [101]. Sıcak presten çıkış basıncının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 27'de verilmiştir.

Sıcak prese giriş ve çıkış basınçları eğilme direnci üzerinde istatistiksel anlamda etkili bulunmuştur. Eğilme direnci; sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda 11.82 N/mm², 30-10 kg/cm² olan levhalarda 13.84 N/mm² ve 35-12.5 kg/cm² olan levhalarda ise 15.55 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu durum sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükselmesine bağlı olarak yüzey ve orta tabakaların özgül ağırlıklarının yükselmesinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur [103-105]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 28'de verilmiştir.



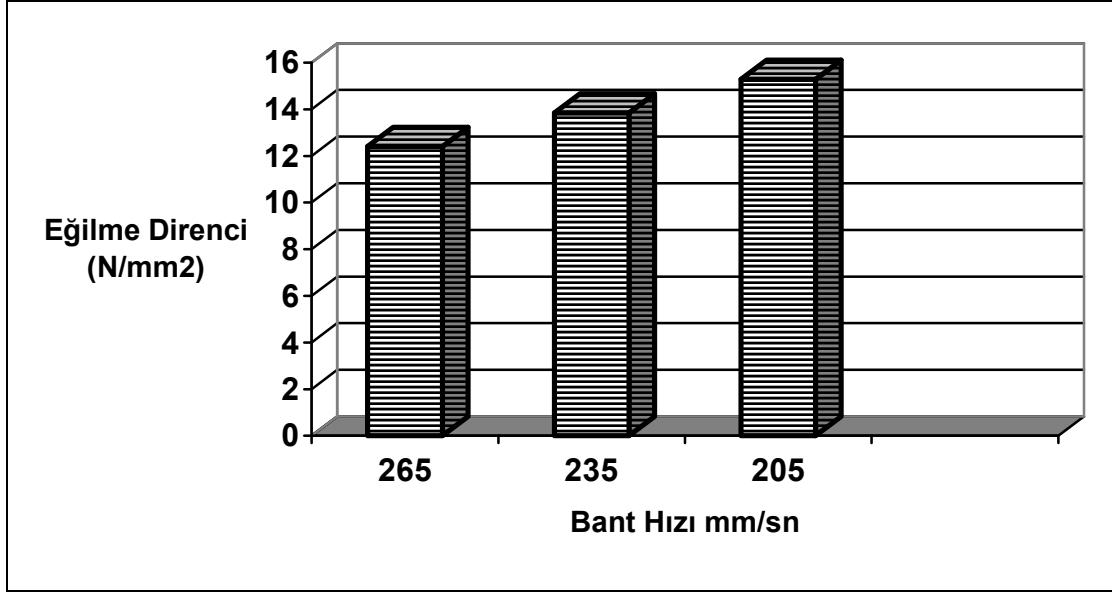
Şekil 27. Sıcak presten çıkış basıncının eğilme direnci üzerine etkisi



Şekil 28. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının eğilme direnci üzerine etkisi

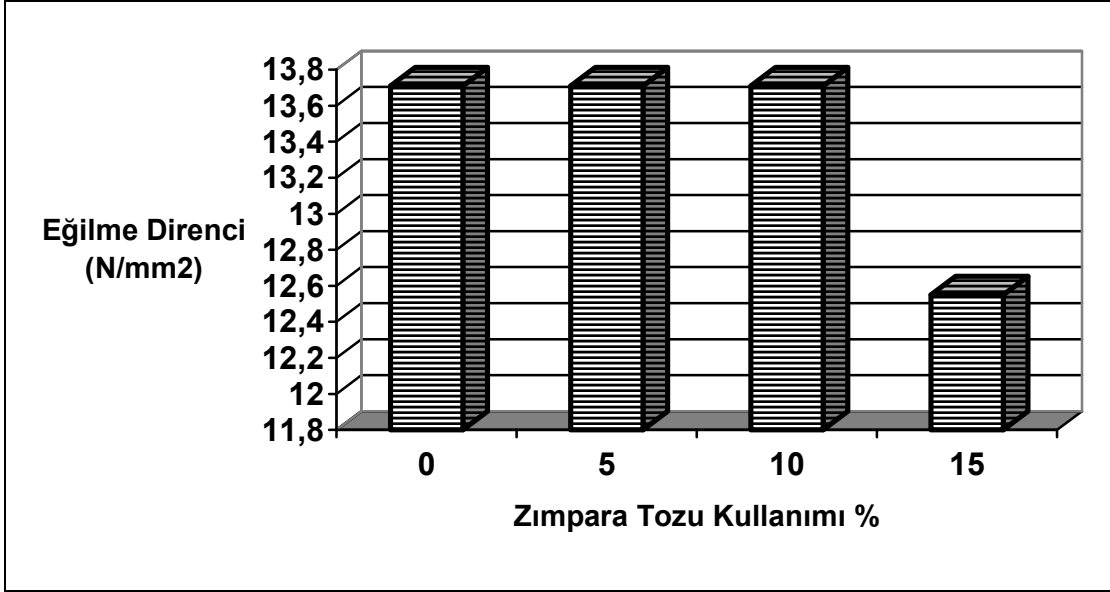
Yapılan çalışmalar sonucu bant hızı eğilme direnci üzerinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Eğilme direnci değerleri; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 12.40 N/mm², 235 mm/sn hızla üretilen levhalarda 13.84 N/mm² ve 205 mm/sn hızla üretilen levhalarda ise 15.28 N/mm² olarak bulunmuştur. Bant hızının düşürülmesi eğilme direncinde önemli bir artış meydana getirmiştir. Bant hızının yavaşlamasına paralel olarak levhalar preste daha uzun süre kaldığı için levhaların yüzey ve orta tabaka yongaları daha

iyi bir şekilde sıkışmakta ve levhaların özgül ağırlık değerleri yükselmektedir. Artan özgül ağırlığa bağlı olarak eğilme direncinin yükselmesi beklenen bir sonuçtur [113]. Bant hızının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 29'da verilmiştir.



Şekil 29. Bant hızının eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilme direnci değerleri; zımpara tozu kullanım oranı % 0 olan levhalarda 13.84 N/mm^2 , % 5 olan levhalarda 13.70 N/mm^2 , % 10 olan levhalarda 13.67 N/mm^2 ve % 15 olan levhalarda 12.55 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Zımpara tozu kullanım oranının % 0'dan % 10'a çıkarılması eğilme direnci üzerinde istatistiksel anlamda etkili olmamıştır, fakat % 15 oranında zımpara tozu kullanımı eğilme direncinde belirgin bir azalma meydana getirmiştir. % 15 oranında zımpara tozu kullanımı yüzey tabakalarının üzerinde ince toz tabakası oluşmasına neden olmuş ve çok ince olan zımpara tozları çabuk kırıldıkları için eğilme direncinin düşmesine neden olmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri uyum göstermektedir [114]. Zımpara tozu kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 30'da verilmiştir.

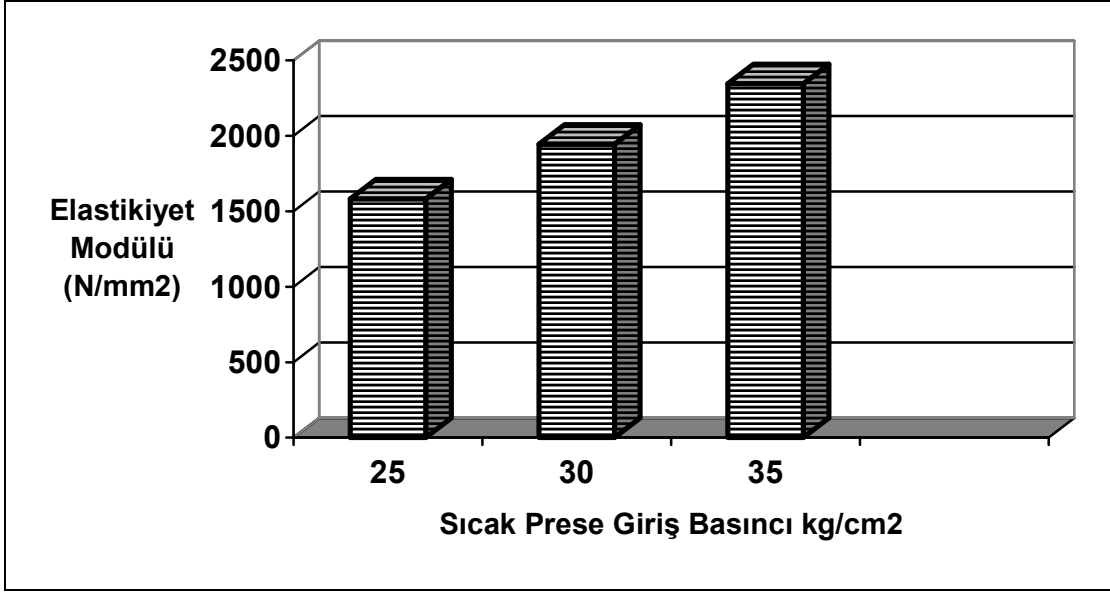


Şekil 30. Zımpara tozu kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi

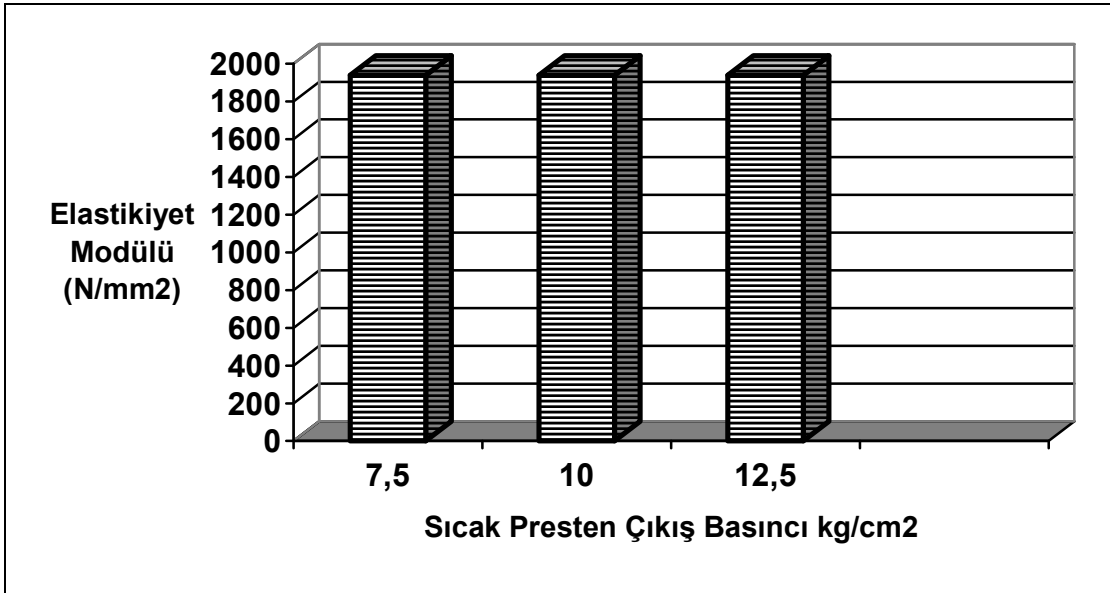
4.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü değerleri; sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm^2 olan levhalarda 1582.05 N/mm^2 , 30 kg/cm^2 basınçla üretilen levhalarda 1944.09 N/mm^2 ve 35 kg/cm^2 basınçlı levhalarda 2343.78 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi elastikiyet modülünde önemli bir artışa neden olmuştur. Sıcak prese giriş basıncının artmasıyla yüzey tabakalarındaki yongalar daha iyi sıkışmakta, yüzey tabakalarının kalınlığı azalmakta ve böylece yüzey tabakalarının özgül ağırlığı artmaktadır (Tablo 13 ve Tablo 76). Elastikiyet modülü yüzey tabakalarının özgül ağırlığı ile ilişkili olduğu için yüzey tabakalarının özgül ağırlıklarının artması elastikiyet modülünde bir artış meydana getirmiştir. Sıcak prese giriş basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 31'de verilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu sıcak presten çıkış basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Sıcak presten çıkış basıncının artırılması sonucu orta tabaka kalınlığı azalmakta ve böylece orta tabaka özgül ağırlığını arttırmaktadır. Yüzey tabakaların kalınlığı ve özgül ağırlığı üzerinde etkili olmamaktadır. Bu nedenle sıcak presten çıkış basıncı elastikiyet modülünü üzerine etki etmemektedir. Sıcak presten çıkış basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 32'de verilmiştir.



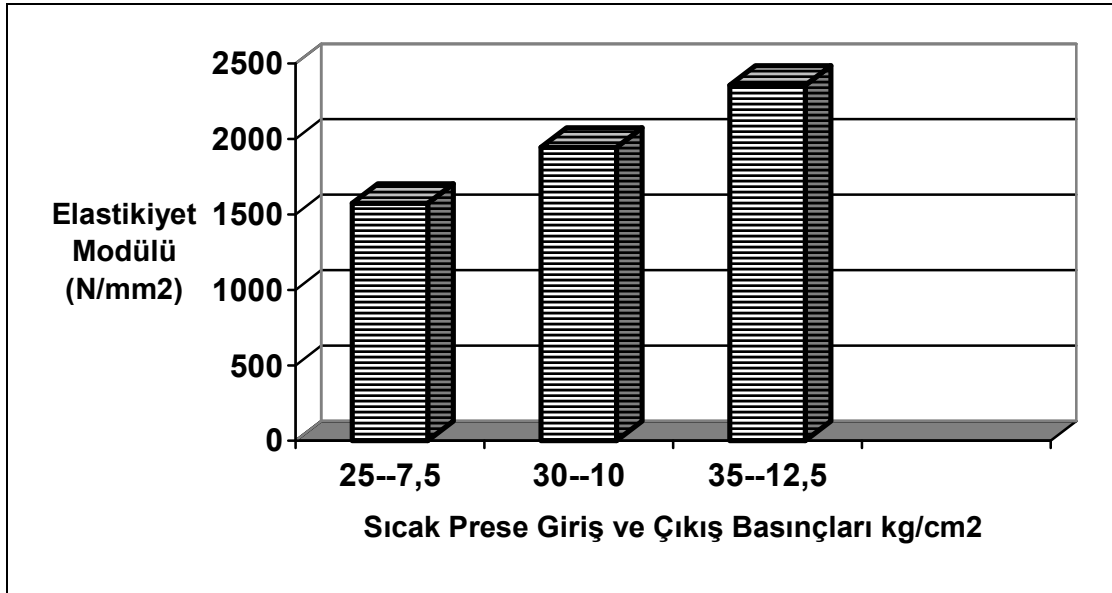
Şekil 31. Sıcak prese giriş basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi



Şekil 32. Sıcak presten çıkış basıncının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Sıcak prese giriş ve çıkış basınçları elastikiyet modülü üzerinde istatistiksel anlamda etkili bulunmuştur. Elastikiyet modülü değerleri; sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda 1573.29 N/mm², 30-10 kg/cm² olan levhalarda 1944.09 N/mm² ve 35-12.5 kg/cm² olan levhalarda ise 2355.32 N/mm² olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının artırılması elastikiyet modülünü iyileştirmektedir. Bu durum sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükselmesine bağlı olarak yüzey ve orta

tabakaların özgül ağırlıklarının yükselmesinden ve levha kalınlığının azalmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan çalışmalarda levha özgül ağırlığının artmasıyla levhanın mekanik özelliklerinin iyileştiği saptanmıştır [104-106]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 33’de verilmiştir.

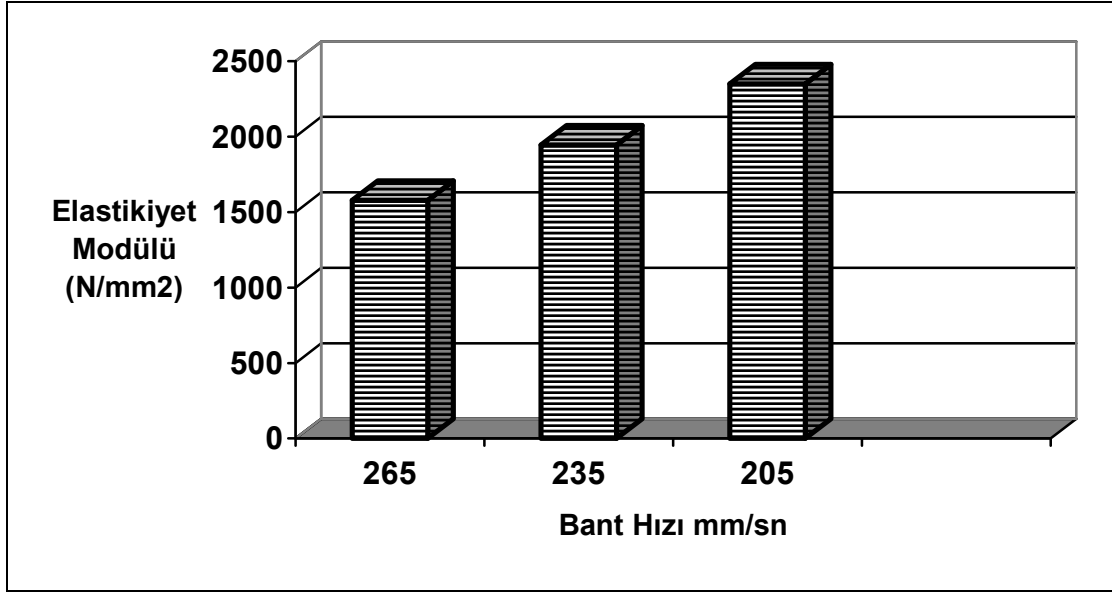


Şekil 33. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının elastikiyet modülü üzerine etkisi

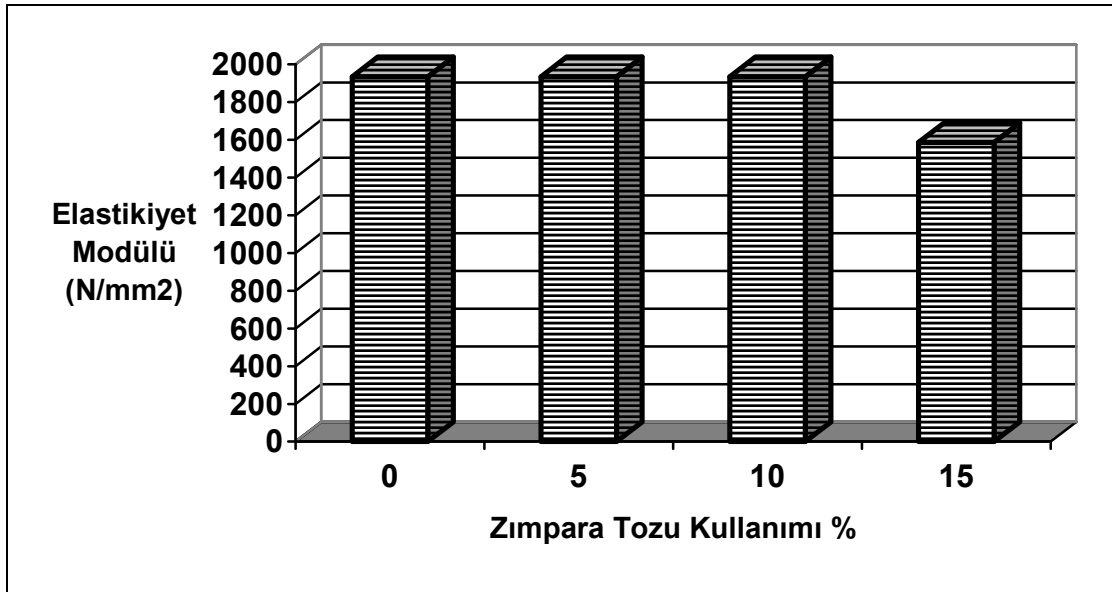
Elastikiyet modülü üzerine bant hızının etkisi yapılan istatistiksel analizler sonucu anlamlı bulunmuştur. Elastikiyet modülü değerleri; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 1577.86 N/mm^2 , 235 mm/sn hızla üretilen levhalarda 1944.09 ve 205 mm/sn hızla üretilen levhalarda ise 2348.64 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Bant hızının düşürülmesi elastikiyet modülünde belirgin bir artış meydana getirmiştir. Bant hızının yavaşlamasına paralel olarak levhalar preste daha uzun süre kaldığı için levhaların yüzey ve orta tabaka yongaları daha iyi bir şekilde sıkışmakta ve levhaların özgül ağırlık değerleri yükselmektedir. Bu nedenle elastikiyet modülü değerleri iyileşmektedir [109]. Bant hızının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 34’de verilmiştir.

Elastikiyet modülü değerleri; zımpara tozu kullanım oranı % 0 olan levhalarda 1944.09 N/mm^2 , % 5 olan levhalarda 1937.27 N/mm^2 , % 10 olan levhalarda 1921.53 N/mm^2 ve %15 olan levhalarda ise 1585.50 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Zımpara tozu kullanım oranının % 0’dan % 10’a yükseltilmesi levhaların elastikiyet modülünü etkilemezken, bu oranın % 15’e çıkarılması sonucu elastikiyet modülünde belirgin bir

azalma meydana gelmiştir. % 15 oranında zımpara tozu kullanımı yüzey tabakalarının üzerinde ince toz tabakası oluşmasına neden olmuş ve çok ince olan zımpara tozları çabuk kırıldıkları için elastikiyet modülünün düşmesine neden olmuştur. Literatürde de toz ve küçük parçacıkların yongalevhanın elastikiyet modülünü azalttığı belirtilmektedir [114]. Zımpara tozu kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 35’de verilmiştir.



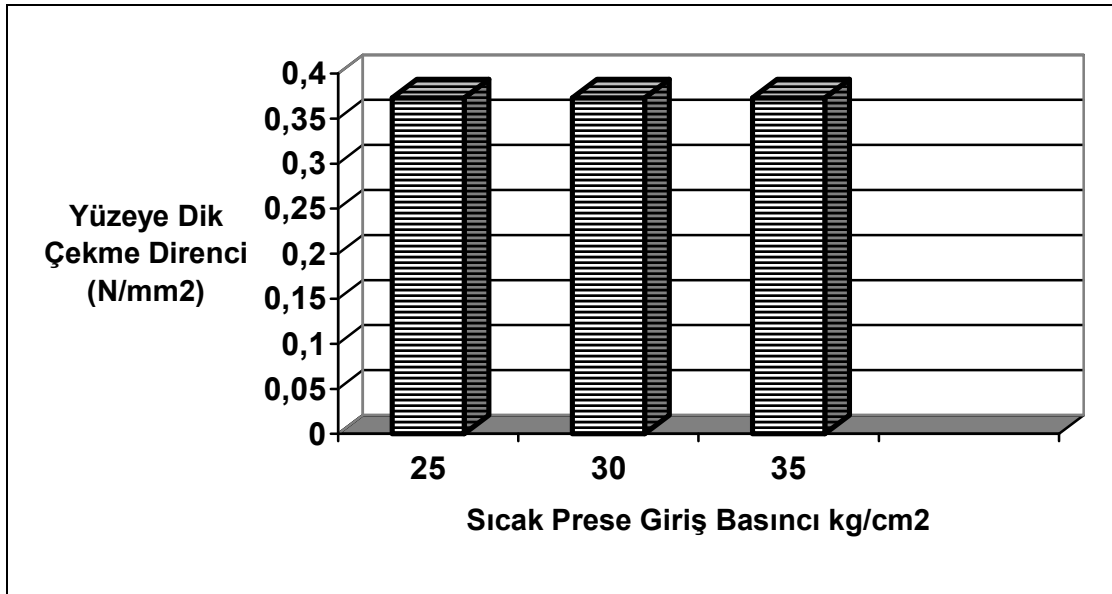
Şekil 34. Bant hızının elastikiyet modülü üzerine etkisi



Şekil 35. Zımpara tozu kullanımının elastikiyet modülü üzerine etkisi

4.2.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

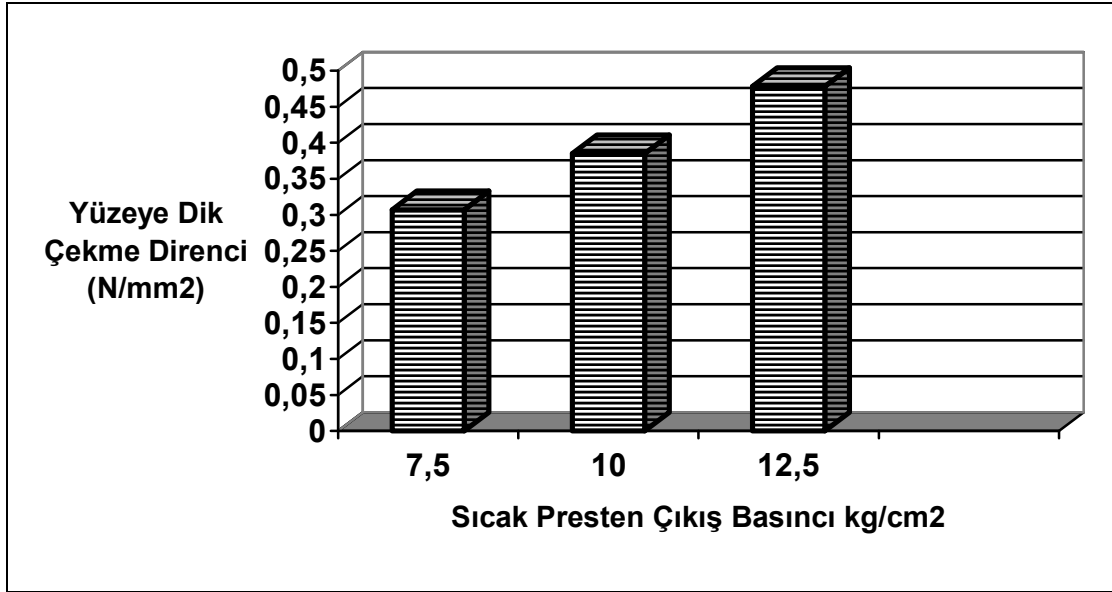
Yüzeye dik çekme direnci değerleri; sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm^2 olan levhalarda 0.343 N/mm^2 , 30 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda 0.385 N/mm^2 ve 35 kg/cm^2 'lik basınçta üretilen levhalarda ise 0.391 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucu sıcak prese giriş basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi anlamsız bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnci orta tabakanın özgül ağırlığına bağlıdır. Sıcak prese giriş basıncının yükselmesi yüzey tabakalarındaki yongaların daha fazla sıkışmasını sağlamakta ve böylece yüzey tabakalarının özgül ağırlıkları artmaktadır, orta tabaka özgül ağırlığında ise bir değişme olmamaktadır. Tablo 20'den de görülebileceği gibi sıcak prese giriş basıncı orta tabaka özgül ağırlığı üzerinde etkili olmamıştır. Elde edilen veriler literatürle uyum göstermektedir [115]. Sıcak prese giriş basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 36. Sıcak prese giriş basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

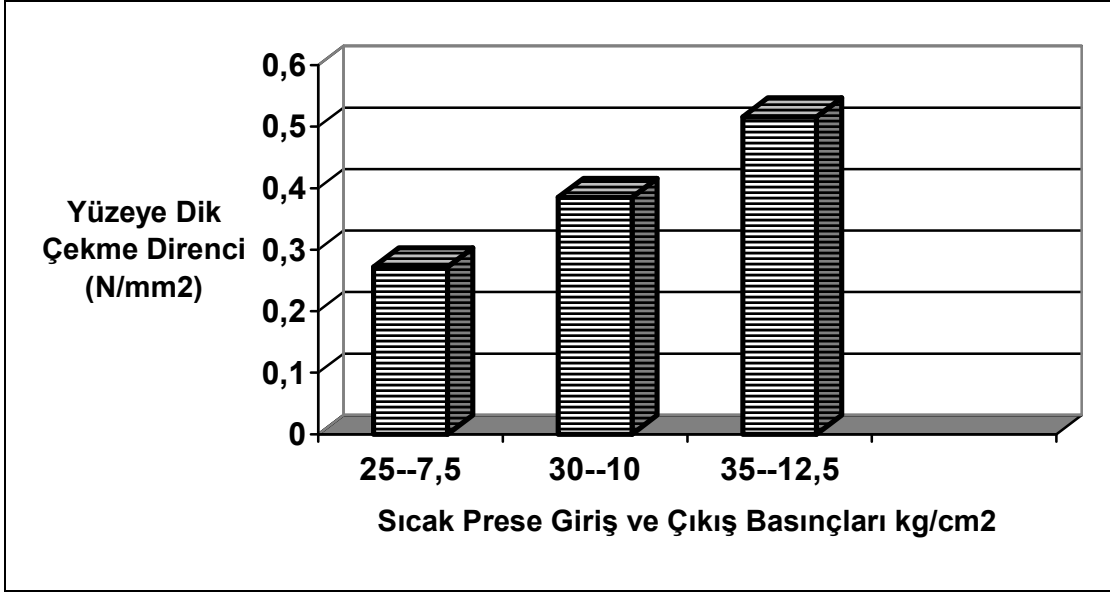
Yapılan çalışmalar sonucu sıcak presten çıkış basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Yüzeye dik çekme direnci değerleri; sıcak presten çıkış basıncı 7.5 kg/cm^2 olan levhalarda 0.307 N/mm^2 , 10 kg/cm^2 basınçlı levhalarda 0.385 N/mm^2 ve 12.5 kg/cm^2 basınçlı levhalarda ise 0.478 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Sıcak presten çıkış basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 10 kg/cm^2 ve 12.5 kg/cm^2 'ye çıkarılması yüzeye

dik çekme direncinde belirgin bir artış meydana getirmiştir. Sıcak presten çıkış basıncının artırılması orta tabaka yongalarının daha fazla sıkışmasını sağlamakta ve orta tabakanın özgül ağırlığını yükseltmektedir (Tablo 21). Orta tabaka özgül ağırlığının artmasıyla yüzeye dik çekme direnci iyileşmektedir. Sıcak presten çıkış basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37. Sıcak presten çıkış basıncının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

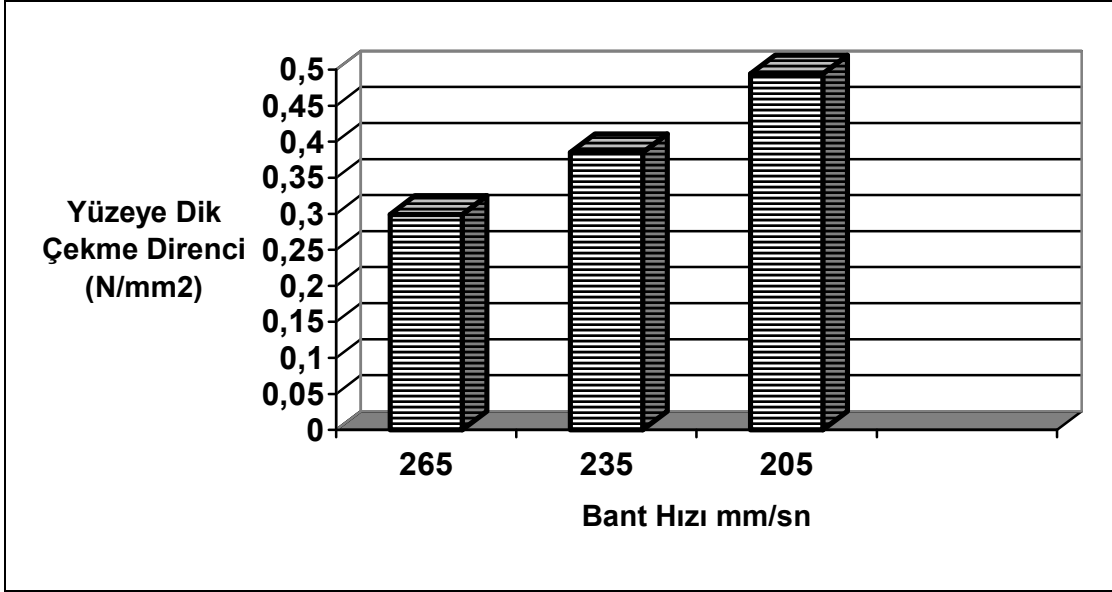
Yapılan çalışmalar sonucu sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi istatistiksel anlamda etkili bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnci değerleri; sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda 0.272 N/mm², 30-10 kg/cm² olan levhalarda 0.385 N/mm² ve 35-12.5 kg/cm² olan levhalarda ise 0.516 N/mm² olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının artırılması yüzeye dik çekme direncinde belirgin bir artış meydana getirmiştir. Bu durum sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükselmesine bağlı olarak yüzey ve orta tabakaların özgül ağırlıklarının yükselmesinden kaynaklanmaktadır (Tablo 23). Yapılan çalışmalarda levha özgül ağırlığının artmasıyla levhanın mekanik özelliklerinin iyileştiği saptanmıştır [116]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 38’de verilmiştir.



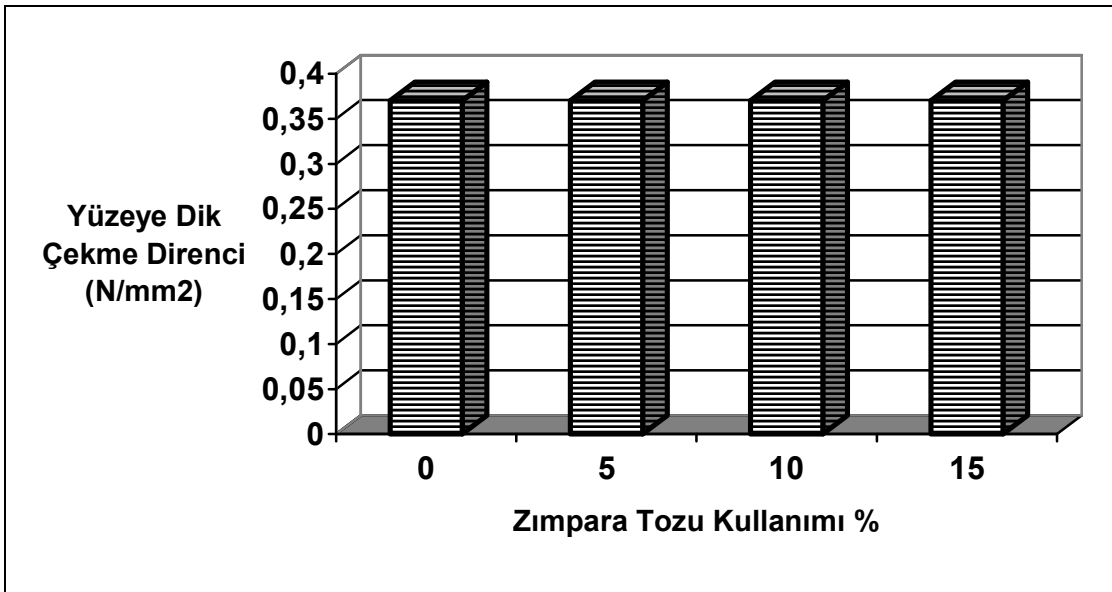
Şekil 38. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yüzeye dik çekme direnci değerleri; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 0.299 N/mm², 235 mm/sn olan levhalarda 0.385 N/mm² ve 205 mm/sn olan levhalarda ise 0.494 N/mm² olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucu bant hızının düşürülmesine bağlı olarak yüzeye dik çekme direnci değerlerinde önemli artış kaydedilmiştir. Bant hızının düşmesi sonucu levhalar sıcak preste daha fazla kalmakta, pres süresi uzamakta, böylece orta tabaka yongaları daha sıkı bir yapı almakta, orta tabaka kalınlığı azalmakta ve özgül ağırlığı artmaktadır. Özgül ağırlığın artışına paralel olarak yüzeye dik çekme direnci de iyileşmektedir [115, 116]. Bant hızının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 39'da verilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu zımpara tozu kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi istatistiksel anlamda anlamsız bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnci değerleri zımpara tozu kullanım oranı % 0 olan levhalarda 0.385 N/mm², % 5 olan levhalarda 0.370 N/mm², % 10 olan levhalarda 0.368 N/mm² ve %15 olan levhalarda 0.355 ise N/mm² olarak bulunmuştur. Zımpara tozu sadece yüzey tabakalarında kullanıldığı için orta tabakayı etkilememiştir. Yüzeye dik çekme direnci orta tabakanın yapısına bağlıdır. Bu durum beklenen bir sonuçtur. Zımpara tozu kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 40'da verilmiştir.



Şekil 39. Bant hızının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

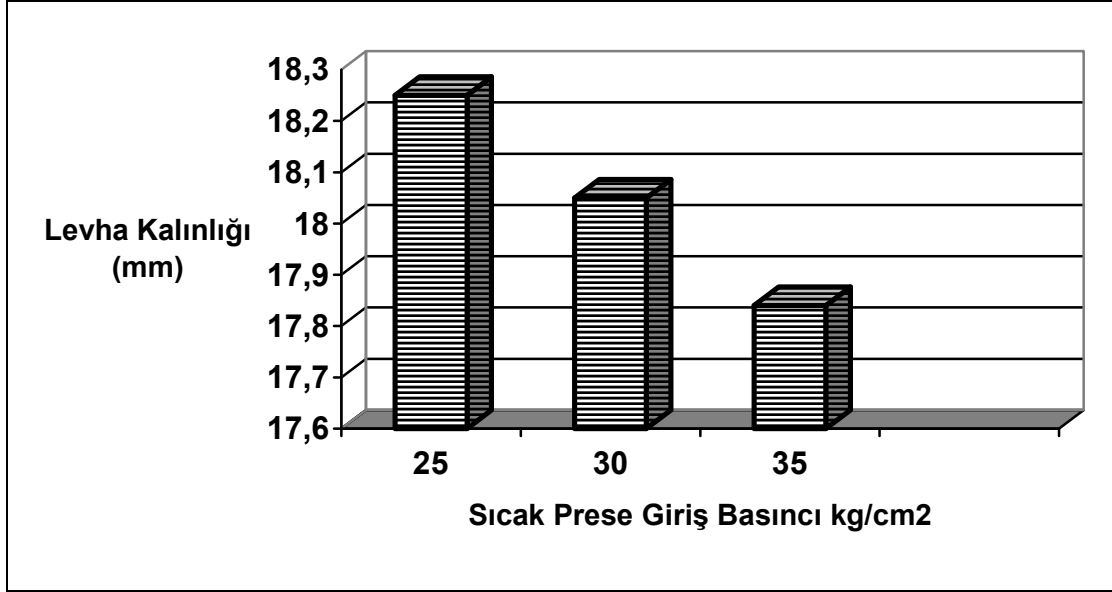


Şekil 40. Zımpara tozu kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

4.3. Levha Kalınlığı

Kalınlık değerleri; sıcak prese giriş basıncı 25 kg/cm^2 olan levhalarda 18.25 mm , 30 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda 18.05 mm ve 35 kg/cm^2 basınçta üretilen levhalarda ise 17.84 mm olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş basıncının 25 kg/cm^2 'den 30 kg/cm^2 ve 35 kg/cm^2 'ye çıkarılması levha kalınlığında belirgin bir azalma meydana getirmiştir. Bu

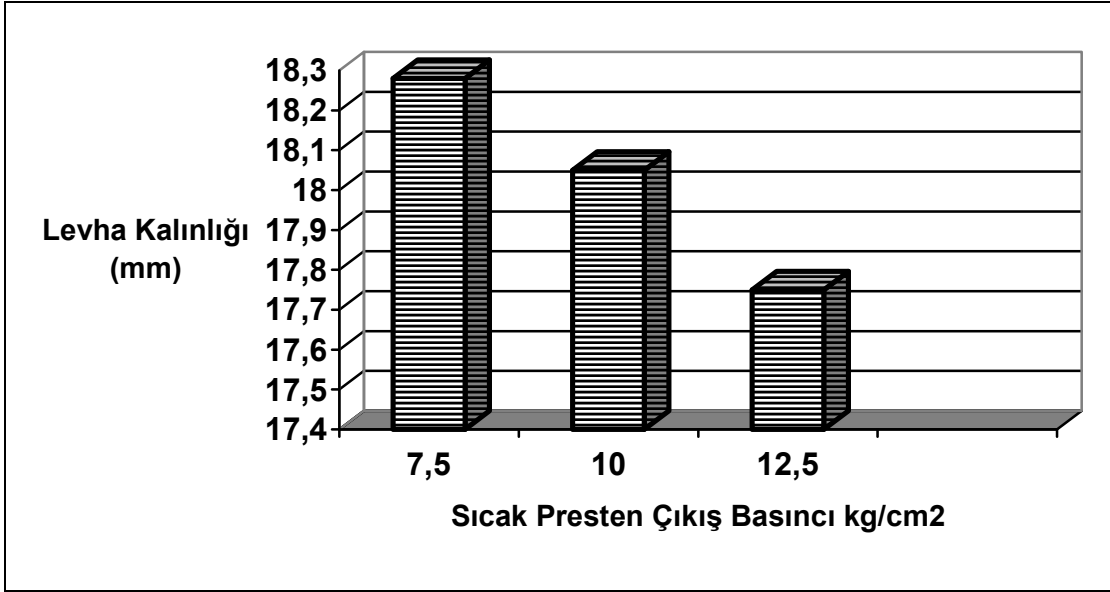
durum sıcak prese giriş basıncının yükselmesiyle yüzey tabakalarının daha fazla sıkıştığını göstermektedir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [115]. Sıcak prese giriş basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi Şekil 41’de verilmiştir.



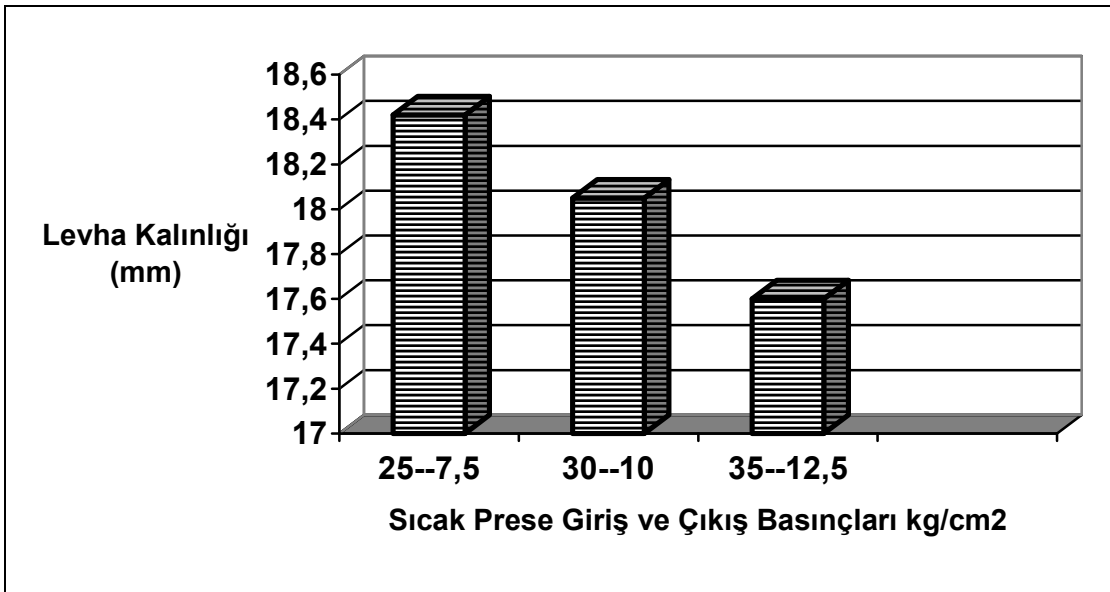
Şekil 41. Sıcak prese giriş basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi

Yapılan çalışmalara göre sıcak presten çıkış basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Levha kalınlıkları; sıcak presten çıkış basıncı 7.5 kg/cm² olan levhalarda 18.28 mm, 10 kg/cm² basınçlı levhalarda 18.05 mm ve 12.5 kg/cm² basınçlı levhalarda ise 17.75 mm olarak bulunmuştur. Çıkış basıncının artmasına bağlı olarak levha kalınlığı önemli oranda azalmıştır. Bu durum sıcak presten çıkış basıncının yükselmesiyle orta tabakanın daha fazla sıkıştığını göstermektedir. Sıcak presten çıkış basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi Şekil 42’de gösterilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının levha kalınlığı üzerine etkisi anlamlı bulunmuştur. Levha kalınlıkları; sıcak prese giriş ve çıkış basınçları 25-7.5 kg/cm² olan levhalarda 18.42 mm, 30-10 kg/cm² basınçla üretilen levhalarda 18.05 mm ve 35-12.5 kg/cm² basınçla üretilen levhalarda ise 17.60 mm olarak bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının artmasına paralel olarak levha kalınlığı azalmıştır. Bu durum sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükselmesiyle yüzey ve orta tabakaların daha fazla sıkıştığını göstermektedir. Sıkışmadan dolayı kalınlık azalmıştır [115, 116]. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının levha kalınlığı üzerine etkisi Şekil 43’de verilmiştir.

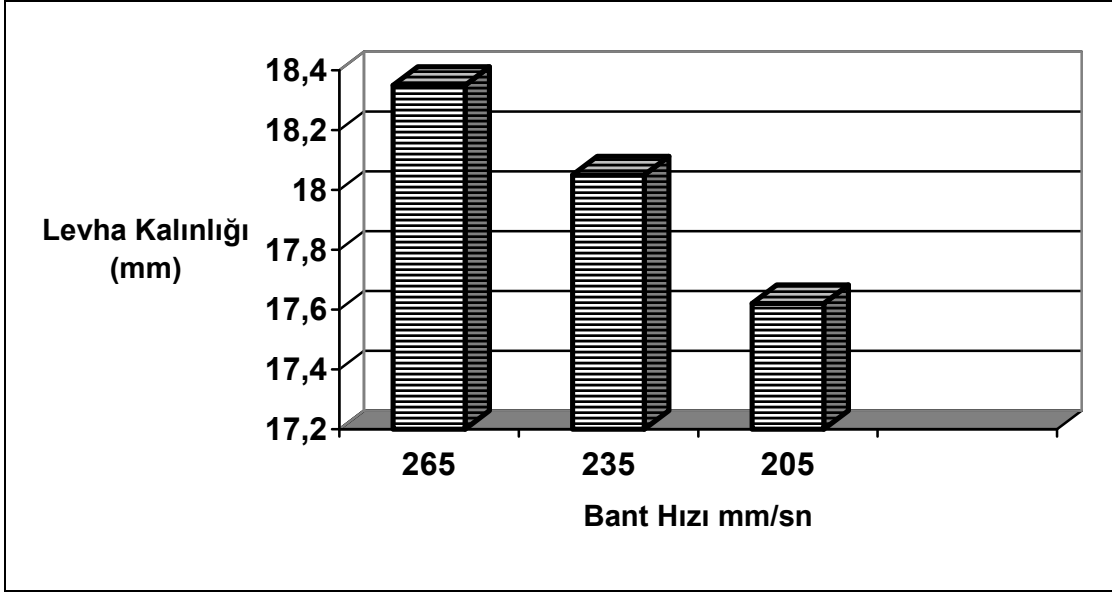


Şekil 42. Sıcak presten çıkış basıncının levha kalınlığı üzerine etkisi



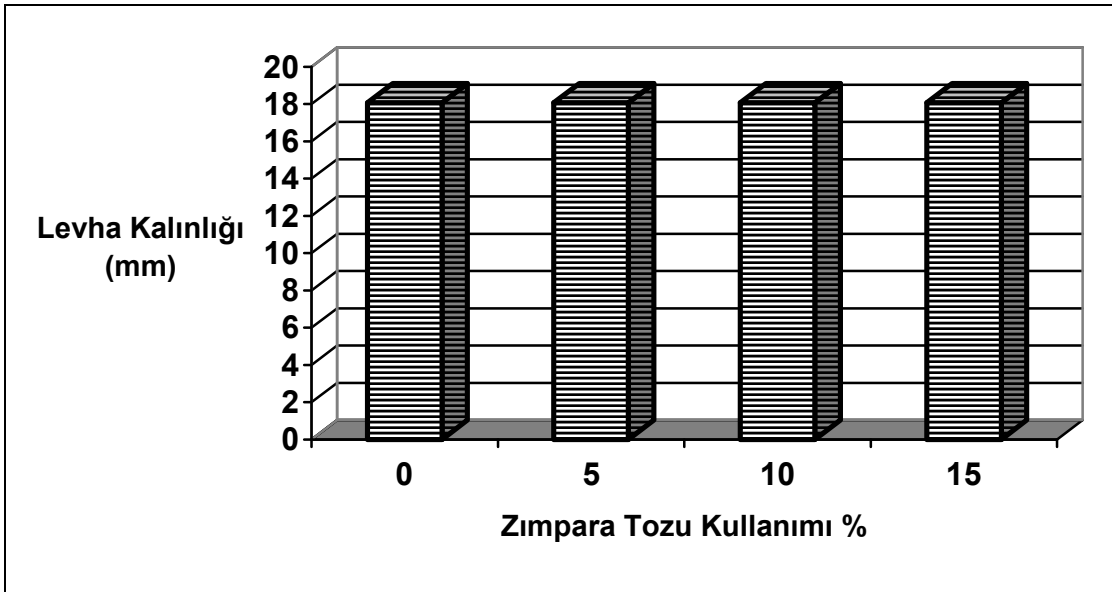
Şekil 43. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının levha kalınlığı üzerine etkisi

Levha kalınlıkları; bant hızı 265 mm/sn olan levhalarda 18.35 mm, 235 mm/sn hızla üretilen levhalarda 18.05 mm ve 205 mm/sn hızla üretilen levhalarda ise 17.62 mm olarak bulunmuştur. Bant hızı azaldıkça levha kalınlığı da azalmıştır. Bu durum bant hızının düşürülmesine paralel olarak levhanın daha fazla sıkıştığını göstermektedir [115]. Bant hızının levha kalınlığı üzerine etkisi Şekil 44’de verilmiştir.



Şekil 44. Bant hızının levha kalınlığı üzerine etkisi

Levha kalınlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Levha kalınlıkları; zımpara tozu kullanım oranı % 0 olan levhalarda 18.05 mm, % 5 olan levhalarda 18.06 mm, % 10 olan levhalarda 18.08 mm ve % 15 olan levhalarda ise 18.09 mm olarak bulunmuştur. Zımpara tozu kullanımının levha kalınlığı üzerine etkisi Şekil 45’de verilmiştir.



Şekil 45. Zımpara tozu kullanımının levha kalınlığı üzerine etkisi

5. SONUÇLAR

5.1. Fiziksel Özellikler

5.1.1. Özgül Ağırlık Profili

5.1.1.1. Ortalama Özgül Ağırlık

1. Yapılan çalışmalar sonucu sıcak prese giriş basıncının ortalama özgül ağırlık üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Sıcak prese giriş basıncının yükselmesiyle ortalama levha özgül ağırlığı artmıştır.

2. Sıcak presten çıkış basıncının arttırılmasıyla ortalama özgül ağırlık değerinde belirgin bir artış kaydedilmiştir.

3. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçları ortalama özgül ağırlık üzerinde etkili olmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükselmesiyle ortalama özgül ağırlık değerleri de yükselmiştir.

4. Bant hızının düşürülmesiyle ortalama özgül ağırlık artmıştır.

5. Zımpara tozu kullanımı ortalama özgül ağırlık üzerinde istatistiksel anlamda etkili bulunmamıştır.

5.1.1.2. Yüzey Özgül Ağırlığı

1. Sıcak prese giriş basıncının arttırılmasıyla yüzey özgül ağırlığında belirgin bir artış kaydedilmiştir.

2. Yapılan çalışmalar sonucu sıcak presten çıkış basıncının yüzey özgül ağırlığı üzerinde etkisiz olduğu görülmüştür.

3. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesi sonucu yüzey özgül ağırlığı değerleri artmıştır.

4. Yapılan çalışmalar bant hızının yüzey özgül ağırlığı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bant hızının düşürülmesiyle yüzey özgül ağırlığı artmıştır.

5. Yapılan analizler sonucu zımpara tozu kullanımı yüzey özgül ağırlığını etkilememiştir.

5.1.1.3. Orta Tabaka Özgöl Ağırlığı

1. Sıcak prese giriş basıncı orta tabaka özgöl ağırlığını etkilememiştir.
2. Sıcak presten çıkış basıncının 7.5 kg/cm^2 'den 10 kg/cm^2 ve 12.5 kg/cm^2 'ye çıkarılması sonucu orta tabaka özgöl ağırlık değerlerinde belirgin bir artış kaydedilmiştir.
3. Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu; sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının orta tabaka özgöl ağırlığı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesi orta tabaka özgöl ağırlığını arttırmıştır.
4. Bant hızı orta tabaka özgöl ağırlığını etkilemiştir. Bant hızının düşürülmesi orta tabaka özgöl ağırlığını iyileştirmiştir.
5. Yapılan deneyler sonucu; zımpara tozu kullanımı orta tabaka özgöl ağırlığını etkilemediği belirlenmiştir.

En yüksek özgöl ağırlık değerlerine; sıcak prese giriş basıncı 35 kg/cm^2 , sıcak presten çıkış basıncı 12.5 kg/cm^2 , bant hızı 235 mm/sn ve zımpara tozu kullanım oranı % 0 olan 6. grup levhalarda ulaşılmıştır.

5.1.2. Rutubet Miktarı

1. Yapılan çalışmalar sonucu; deneme levhalarının rutubet miktarlarının % 9.28 - %9.43 arasında değiştiği belirlenmiştir. TS EN 312-1 (2005) nolu standartta yongalevhalarında rutubet miktarının $\% 9 \pm 4$ arasında olması öngörülmektedir [9]. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.
2. Yapılan çalışmalar sonucu; sıcak prese giriş basıncı, sıcak presten çıkış basıncı, sıcak prese giriş ve çıkış basınçları, bant hızı ve zımpara tozu kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

5.1.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

1. TS EN 312 (2005) nolu standartta kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yongalevhalarında 24 saatte kalınlığına şişme oranının en çok % 15 olması öngörülmektedir [9]. 2-5-6 ve 8. grup levhalar standartta öngörülen esaslara uymaktadır.

2. Sıcak prese giriş basıncının kalınlığına şişme üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesine paralel olarak kalınlığına şişme oranı azalmaktadır.

3. Yapılan çalışmalar sıcak presten çıkış basıncının kalınlığına şişme oranı üzerine etkili olduğunu göstermiştir. Artan basınca bağlı olarak şişme oranı azalmaktadır.

4. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçları şişme oranını etkilemiştir. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesi şişme oranını iyileştirmektedir.

5. Bant hızının düşürülmesi sonucu şişme oranı azalmaktadır.

6. Yapılan çalışmalar sonucu; % 5 ve 10 oranında zımpara tozu kullanımı istatistiksel anlamda kalınlığına şişme miktarı üzerinde etkili olmamıştır; fakat % 15 oranında zımpara tozu kullanımı şişme oranını düşürmüştür.

5.2. Mekanik Özellikler

5.2.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

1. 18 mm kalınlığındaki yongalevhelerde eğilme direncinin genel kullanım için en az 11.5 N/mm^2 , mobilya üretimi için en az 13 N/mm^2 , yük taşımada kuru şartlar için minimum 15 N/mm^2 olması öngörülmektedir [9]. Yapılan deneyler sonucu; 2 ve 6. grup levhaların kuru şartlar için yük taşımada kullanılabileceği belirlenmiştir. 1-2-4-5-6-8-9-10 ve 11. grup levhaların mobilya üretimi ve bütün levha gruplarının genel kullanım için uygun olduğu saptanmıştır.

2. Elastikiyet modülü değerlerinin 18 mm kalınlığındaki levhalarda en az; mobilya üretimi için 1600 N/mm^2 ve yük taşımada kuru şartlar için 2150 N/mm^2 olması öngörülmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu; 2-6 ve 8. grup levhaların kuru şartlar için yük taşımada uygun olduğu saptanmıştır. 1-2-4-5-6-8-10 ve 11. grup levhaların mobilya üretimi için uygun özellik gösterdiği belirlenmiştir. 3-7-9 ve 12. grup levhalar ise standart dışı levhalardır.

3. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesine paralel olarak eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri artmıştır.

4. Yapılan çalışmalar sonucu; sıcak presten çıkış basıncı eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkili olmamıştır.

5. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçları eğilme direnci ve elastikiyet modülünü etkilemiştir. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükseltilmesi eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerini arttırmıştır.

6. Bant hızının düşürülmesi eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri üzerinde belirgin bir artış yaratmıştır.

7. % 5 ve % 10 oranında zımpara tozu kullanımı eğilme direnci ve elastikiyet modülünü etkilemezken, % 15'e çıkarılması eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde belirgin bir azalma meydana getirmiştir.

5.2.2. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1. Standartlarda en düşük yüzeye dik çekme direncinin 18 mm kalınlığındaki yongalevhelerde 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 ve ağır yük taşımada ise kuru şartlar için 0.50 N/mm^2 olması öngörülmektedir [9]. Yapılan yüzeye dik çekme direnci deneyleri sonucu; tüm levha grupları genel kullanım için, 1-2-5-6-8-10-11 ve 12. gruplar mobilya üretimi ve kuru şartlar için yük taşımada, 5-6 ve 8. gruplar nemli şartlar için yük taşımada ve 6. grup levhalar ise kuru şartlarda ağır yük taşımada uygun bulunmuştur.

2. Sıcak prese giriş basıncı yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkisiz bulunmuştur.

3. Sıcak presten çıkış basıncının artırılması yüzeye dik çekme direnci üzerinde belirgin bir artış meydana getirmiştir.

4. Yapılan çalışmalar sonucu sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının yükselmesine paralel olarak yüzeye dik çekme direnci değerleri artmıştır.

5. Bant hızı yüzeye dik çekme direncini etkilemiştir. Bant hızının düşürülmesi yüzeye dik çekme direncini iyileştirmektedir.

6. Zımpara tozu kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi anlamsız bulunmuştur.

5.3 Levha Kalınlığı

1. Zımparalanmış yongalevhelerde kalınlık toleransının ± 0.30 mm olması öngörülmektedir [9]. Yapılan çalışmalar sonucu; 6-7-8 ve 9. tip levhalar hariç diğer tüm levhaların kalınlık değerlerinin öngörülen şartlara uygun olduğu gözlenmiştir.

2. Sıcak prese giriş basıncının yükseltilmesi levha kalınlığını azaltmaktadır.

3. Yapılan deneyler sonucu sıcak presten çıkış basıncının levha kalınlığı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Sıcak presten çıkış basıncının artırılması levha kalınlığını azaltmaktadır.

4. Sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının artırılması levha kalınlığını düşürmektedir.

5. Bant hızının düşürülmesi levha kalınlığı üzerinde belirgin bir azalma meydana getirmiştir.

6. Levha kalınlığı üzerine zımpara tozu kullanımının etkisi istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur.

6. ÖNERİLER

Dünyadaki teknolojik gelişmelerin tersine orman varlığı orman ürünleri endüstrisinin gereksinimlerine cevap verememektedir. Dünyadaki orman kaynakları gün geçtikçe azalmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak tüketim artmaktadır. Hammadde kaynaklarımızdan maksimum faydayı sağlamak artık kaçınılmazdır.

Odun kökenli levha ürünleri orman ürünleri endüstrisindeki en önemli gelişmelerdendir. Bu ürünler arasında yongalevha üretimi en son geliştirilmiş olmasına rağmen en hızlı gelişmeyi göstermiştir. Bu hızlı gelişmede, ince çaplı ve düşük nitelikli odun hammaddesiyle diğer ağaç işleyen endüstrilerin artıklarına rasyonel bir kullanım alanı sağlamış olması göz ardı edilemez.

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.

Levhanın enine kesiti içerisindeki (vertikal yönde) özgül ağırlık farkına özgül ağırlık profili denilmektedir. Özgül ağırlık profili levha özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Levhanın hemen hemen bütün özellikleri özgül ağırlık profili ile ilgilidir. Özgül ağırlık yongalevhanın teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktördür.

Bu çalışmada; sıcak pres diyagramı ve zımpara tozu atıkları kullanımının özgül ağırlık profili ve yongalevhanın teknolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilerek aşağıdaki öneriler verilmiştir.

1. Test levhalarında hedeflenen özgül ağırlık 0.640 g/cm^3 iken yapılan deneyler sonucu bu değerlerin $0.620-0.657 \text{ g/cm}^3$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna göre tutkallama, serme ve presleme ünitelerinin kontrolü ve sıcak presleme basınçları ile pres bant hızının dikkatli seçilmesi gerekmektedir.

2. Yapılan çalışmalar sonucu test levhalarının rutubet miktarları standarda uygun bulunmuştur. Bu durumda deneme levhalarının test işlemlerinden önce en az üç hafta kondüsyonlanması olumlu bir yaklaşımdır.

3. Bu çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucu eğilme direnci ve elastikiyet modülünü yükseltmek için aşağıdaki önlemler alınabilir.

a. Sıcak prese giriş basıncı yükseltilebilir.

- b. Giriş ve çıkış basınçları birlikte yükseltilebilir.
- c. Sıcak pres bant hızı düşürülebilir.

4. Yüzeyle dik çekme direncini iyileştirmek için ise yukarıdaki b ve c maddelerine ilaveten sıcak presten çıkış basıncı arttırılabilir. Sıcak prese giriş basıncının arttırılması gereksiz bir işlemdir.

- 5. Yongalevhelerde şişme miktarını azaltmak için alınabilecek önlemler şunlardır:
 - a. Sıcak prese giriş basıncı arttırılabilir.
 - b. Sıcak presten çıkış basıncı arttırılabilir.
 - c. Giriş ve çıkış basınçları birlikte yükseltilebilir.
 - d. Bant hızı düşürülebilir.
 - e. % 15 oranında zımpara atık tozu yongalar arasına karıştırılabilir.

6. Yongalevha üretiminde atıkların kullanımı gerek üretim maliyeti ve gerekse orman kaynaklarımızdan maksimum faydayı sağlamak açısından son derece önemlidir. Yapılan çalışmalar sonucu % 10 oranına kadar zımpara tozu atıklarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

7. Yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlarda öngörülen değerlerde olması arzu edilen bir durumdur. Buna ilaveten levha kalınlığının da istenen toleranslarda olması gerekmektedir. Yapılan deneyler sonucunda 6-7-8 ve 9. tip levhaların kalınlık bakımından standarda uymadığı tespit edilmiştir. Buna göre; sıcak prese giriş ve çıkış basınçlarının birlikte yükseltilmesi, düşürülmesi, bant hızının yavaşlatılması ve gereğinden fazla arttırılması arzu edilmeyen bir durumdur.

8. Yukarıdaki maddede öngörülen öneriler ışığında sıcak prese giriş basıncının 30 kg/ cm² , çıkış basıncının 10 kg/ cm² ve bant hızının 235 mm/sn olarak ayarlanması gerekir.

9. Bunlara ek olarak yongalevhelerde mekanik özelliklerin iyileştirilmesi için; levha yüzeyleri kaplanabilir, tutkal miktarı ve dış tabaka yonga kullanım oranı arttırılabilir, levha üretiminde hafif ağaç türlerinin dış, ağır ağaç türlerinin ise orta tabakada kullanılması önerilebilir [3,10,101,117].

10. Fiziksel özelliklerin iyileştirilmesi için ise; dış tabaka yonga kullanım oranının yükseltilmesi, üretimde iğne yapraklı ağaç kullanımının arttırılması, odun yongalarının su buharı etkisinde bırakılması, yongaların asitlendirilmesi, yongalevha yüzey ve kenarlarının kaplanması, levha üretiminde hidrojen peroksit, lignosülfonat ve furfurol alkol kullanımı, orta tabaka yongalarına kabuk karıştırılması, tutkal miktarının arttırılması, üre formaldehit

tutkalına melamin formaldehit ilave edilmesi, melamin modifiyeli üre formaldehit, fenol formaldehit veya izosiyanat tutkallarının kullanılması ve yongaların kabuk ekstraktlarıyla muamele edilmesi önerilebilir [10,23,41,42,44,101].

7. KAYNAKLAR

1. EN 309, Wood Partieleboards-Definition and Classification, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1992.
2. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 33111372, İstanbul, 1985.
3. Akbulut, T., ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1991.
4. Özen, R., Waferboard-Etiket Yongalı Levha Üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5, 1 (1982) 135-150.
5. Özen, R., Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları, KTÜ Basımevi, Trabzon, 1981.
6. Çehreli, 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.
7. Kalaycıoğlu, H., OSB Levhaları (Yönlendirilmiş Yongalevhalar), KTÜ Orman Fakültesi Bahar Yarıyılı Seminerleri, Seminer Serisi No:4, 1997, 120-124.
8. Bozkurt, A.Y., Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2 (1982) 30-34.
9. TS EN 312, Yongalevhalar-Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
10. Nemli, G., Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.
11. Soine, H., Modem Furniture Manufacture State of the Furniture Industry, Partieleboards, 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.
12. Anonim, Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, Forest Products Laboratory, Washington, USA, 1972.

13. Kalaycıoğlu, H., Sahil amı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991 .
14. Özen, R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
15. Wellons, J. D. ve Kralimer, R. L., SelfBonding in Bark Composites, Wood Seience, 6, 2 (1973) 112-122.
16. Chow, S."Thenna1 Reaetions and Industrial Uses of Bark, Wood Fiber., 4, 3 (1972) 130-138.
17. Chow, S., Bark Board without Synthetic Resins, Forest Produets Journal, 25, 11 (1975) 32-37.
18. Chow, S. ve Pickles, K.J., Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, Wood Fiber, 3, 3 (1972) 166-178.
19. 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.
20. Maloney, T.M., Bark Boards from Four West Coast Soft Wood Species, Forest Products Journal, 23, 8 (1973) 30-38.
21. Place, T.A. ve Maloney, T.M., Thermal Properties of Dry Wood Bark Multilayer Boards, Forest Products Journal, 25, 1 (1975) 33-39.
22. Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B., Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues, Wood Science and Technology, 34 (2000) 11-19.
23. Nemli, G., Kırcı, H. ve Temiz, A., Influence of Impregnating Wood Partieles with Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard, Industrial Crops and Products, 20, 3 (2004) 339-344.
24. 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.
25. Nemli, G., olakođlu, G., olak, S. ve Aydın, İ., Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehid Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 52, 2 (2002), 73-83.
26. Yemele M.C.N., Blanchet P., ve Cloutier, A., Effect of Bark Content and Particle Geometryon The Physical and mechanical Properties of Particleoard Made from Black Spruce and Tremnling Aspenbark, Forest Products Journal, 58, 11 (2008) 48-56.

27. Yemele M.C.N., Koubaa A. ve Diouf, P.N., Effect of Hot-Water Reatment of Black Spruce and Trembling Apsen Bark Raw Material on The Physical and Mechanical Properties of Bark Particleoard, Wood and Fiber Sicience, 40, 3 (2008) 339-351.
28. Öktem, E., Ormangülü Odunundan Yongalevha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113, Ankara, 1979.
29. Malları, V.C., Kawai, S., Hara, S., Sakuno, T., Furukowa, I. ve Kışimoto, J., The Manufacturing of Particleboard II, Board Qualities of Sugi and Niseakashia, Mokuzai Gakkaishi, 35, 1 (1989) 1-7.
30. 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.
31. Kamdem, D.P., The Durability of Phenolic Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Lotust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 44, 2 (1994) 65-68.
32. Baştürk, M.A, Boylu Ardiñç Odununun Yongalevha Üretimine Uygunluğu Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 43, 2 (1993) 1-14.
33. Esmeralda, Y.A., Okino, M.RR., 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, Intemational Biodeteration & Biodegradation, 53, 2 (2004) 1-5.
34. Nemli, G., Effects of Some Manufaeturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turkish. Journal of Ameulture Foresty, 27, 2 (2003) 99-104.
35. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., Duglas Göknarı Türünün Yongalevha Üretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak. Dergisi, 3,1 (2002) 18-20.
36. Nacar, M., Okalıptus Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997.
37. 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.
38. Lehmann, W.F. ve Geimer, RX., Properties of Structural Particleboards from Douglas-Fir Forest Residues, Forest Products Journal, 24, 10 (1974) 17-25.
39. Hızıroğlu, S. ve Holcomb, R., Some of the Properties of three- layer partieleboard Made From Eastem Redcedar, Building and Environment, 40, 5 (2005) 719-723.

40. 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.
41. Esmeralda, YA., 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.
42. Aydın, A., Sahil Çamı İbrelere Yönelik Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
43. Cabral, C.P., Vital, B.R., ve Lucia, R.M.D., Properties of Particleboards Manufactured with Mixed Particles from Eucalyptus spp and Pinus Elliottii, Revista Arvore, 31, 5 (2007) 897-905.
44. Nemli G., Yıldız S. ve Gezer E.D., The Potential for Using The Needle Litter of Scotch Pine (*Pinus Solvestris* L.) as a Raw Material for Particleboard Manufacturing, Bioresource Technology, 99, 14 (2008), 6054-6058.
45. Deppe, H.J. ve Ernst, K., Taschenbuch Der Spanlatten Technik, 2.Überarbeitete Und Erweiterte Auflage, Drw-Werlag Leinfelden, 1977.
46. Örs, Y ve Kalaycıoğlu, H., Çay Fabrikası Atıklarının Yönelik Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15 (1991) 968-974.
47. 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.
48. Turreda, L.D., Bagasse, Wood and Wood-Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocyanate Adhesives, USDA Technology Journal, 8, 3 (1983) 66-78.
49. 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.
50. Heller, F., The Manufacture of Particleboard from Unconventional Raw Materials, Holz als Roh-Und Werkstoff, 38, 10 (1980) 393-396.
51. Güler, C. ve Özen, R., Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1 (2004) 40-43.
52. 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.

53. Jianying, X. ve Guenping, H., Development of Binderless Particleboard from Kenaf Core Using Steam Injeetion Pressing, Journal of Wood Scienee, 49, 4 (2003) 327-332.
54. 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.
55. Khedari, J., Choroenvai, S. ve Hirunlabh, J., New Insulating Particleboard from Durian Peel and Coconut Coin, Bulding and Enviroment, 38, 3 (2003) 435-441.
56. 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.
57. 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.
58. 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.
59. Yang, H.S., Kim, D.J. ve Kim, H.J., Riee Straw-Wood Partide Composite for Sound Absorbing Wooden the Construction Materials, Bioresouree Technology, 86, 2 (2003) 117-121.
60. 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.
61. 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.
62. Wong, D. ve Sun, X.S., Low Density Particleboard from Wheat Straw and Pith, Industrial Crops and Products, 15, 1 (2002) 43-50.
63. Grigoriou, A.H., ve Ntalos, G.A., The Potantial Use of Easter Stalks as a Lignocellulosic Resource for Particleboards, Industrial Crops and Products, 13, 3 (2001) 209-218.
64. 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.
65. Gerardi, V., Mineli, 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.

66. Nemli, G., Yalınkılıç, M.K. ve İmanure, 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.
67. 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.
68. Huş, S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1997.
69. Anonim, Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
70. Nemli, G. ve Aydın, A., Üre Formaldehid Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 57, 6 (2003) 214-220.
71. Conner, A.H., Urea Formaldehyde Adhesive Resins, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501, 2001.
72. Pizzi, A., Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York, 1983.
73. Nemli, G. ve Çolak, S., Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Ağaç Makineleri, 4 (2002) 46-48.
74. Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D., Influence of The Composition of Tannin-Urea-Formaldehyde Resins The Physical and Mechanicals Properties of Particlebord, Revista Arvore, 32, 4 (2008) 715-722
75. Sellers, J., Plywood Adhesive Techonology, Forest Products Utilazation Laboratory, Marcel Decter Inc. New York, 1985.
76. Yıldız, Ü.C., Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
77. Chen T.T., Soong H.D. ve Tsai C.T., Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard, Forest Products Industries, 25, 2 (2006) 133-142.
78. Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., Ahşap Sanayiinde Melamin Formaldehit ve Melamin Üre Formaldehit Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 2 (2002) 130-138.

79. Papadopoulos, A.N., Hill, C.A. ve Traboulay, E., Isocyanate Resins for Particleboard; PMDI and EMDI, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2 (2002) 81-83.
80. Burdurlu, E., Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknikleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1994.
81. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Lignosül fonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1987.
82. 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.
83. 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.
84. Heinrich, H., Pichelin, F. ve Pizzi, A., Lower Temperature Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54, 4 (1996) 262.
85. 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.
86. Pan, Z., Cathcart, A. ve Wang, D., Properties of Particleboard Bond with Rice Bran and Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate Adhesives, Industrial Crops and Products, 64, 3 (2005) 360-362.
87. Erakhruman A.A, Areghan S.E. ve Ogunleye, M.B, Selected Physico-Mechanical Properties of Comentbonded Partcleboard Made from Pine (Pinus Caribaea M.) Sawdust-Coir (Cocos Nurifera L.) Mixture, Scientific Research and Essays, 3, 5 (2008) 197-203.
88. Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A., Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride, Holz als Rohund Werkstoff, 61, 2 (2003) 142-144.
89. Yusuf, S., Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to The Recons Tituted Wood Products, Ph.D.Thesis Kyoto University, Kyoto, J apan, 1996.
90. 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.

91. 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.
92. Grexa, O. ve Lübke, H., Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer Degradation and Stability, 74, 3 (2001) 183-191.
93. Akbulut, T., Yongalevha Endüstrisi, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 112-119.
94. 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.
95. EN 322, Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Bmssels, Belgium, 1993.
96. EN 317, Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Bmssels, Belgium, 1993.
97. EN 310, Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Bmssels, Belgium, 1993.
98. EN 319, Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
99. TS EN 323/1, Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
100. Batu, F., Varyans Analizi, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2 (1978) 234-235.
101. Demirel, S., Özgül Ağırlık Profili İle Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2006.
102. Suchsland, O., Behavior of Particleboard Mat During the Pres Cycle, Forest Prod. J., 17, 2 (1967) 51-57.
103. Akbulut, T., Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
104. Huş, S., Teknolojik Faktörlerin Yongalevhanın Özellikleri Üzerine Etkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 29, 2 (1979) 1-7.
105. Larmore, T., Influence of Specific Gravity and Resin Content on Properties of Particleboard, Forest Prod. J., 9, 4 (1959) 131-134.

106. Hse, G.Y., Properties of Flakeboards From Hardwood Growing on Southern Pine Sites, Forest Prod. J., 25, 3 (1975) 48-53.
107. Philippou, J.L., Zavarin, E., Johns, W.E., Nguyen, T., Bonding of Particleboard Using Hydrogen Peroxide, Lignosulfonates and Furfuryl Alcohol The Effect of Process Parameters, Forest Prod. J., 32, 3 (1982) 27-32.
108. Hata, T., Heat Flow in Particle Mat and Properties of Particleboard Under Steam Injection Pressing, Bull. For. And For. Prod. Res. Ins., No: 8, Japan, 1993.
109. Maloney, T., Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, San Francisco-California, 1977.
110. Mottet, A.L., The Particle Geometry Factor, In: T. Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particleboard Symposium, No 1, Pullmann, Washington, 1967.
111. 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.
112. 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.
113. Gatchell, C.J., Heebink, B.G. ve Hefty, F.V., Influence of Component Variables on Properties of Particleboard for Exterior Use, Forest Prod. J., 16,4 (1966) 46-59.
114. Shuler, C.E. ve Kelly, R.A., Effect of Flake Geometry Mechanical Properties of Eastern Spruce Flake-type Particleboard, Forest Prod. J., 26, 6 (1976) 24-28.
115. Nemli, G. ve Demirel, S., Relationship Between the Density Profile and the Tecnological Properties of the Particleboard Composite, Journal of Compoite Materials, 41, 15 (2007) 1793-1802.
116. Wong, E.D., Zhang, M., Wang, Q. and Kwai, S., Formation of Density Profile and its Effects on the Properties of Particleboard, Wood Science and Technology, 33 (1999) 327-340.
117. Öztürk, İ., Bazı Üretim Faktörlerinin Yongalevhanın Teknolojik Özellikleri ve Formaldehit Emisyonu Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Samsun'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bafra'da tamamladı. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2006 yılında bölüm ikincisi 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. 2009 yılında Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen bu görevine devam eden Selahattin BARDAK iyi derecede İngilizce bilmektedir.