

TC
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN BAZI
YONGA LEVHALARIN TEMEL FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UĞUR GÜNSEL

HAZİRAN 2004
MUĞLA

TC
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN BAZI
YONGA LEVHALARIN TEMEL FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uğur GÜNSEL

MUĞLA 2004

ÖNSÖZ

“ Türkiye Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yonga Levhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması” adlı bu çalışma Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmanın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın hocam Prof. Dr. Hasan EFE'ye, tez danışmanım Doç. Dr. Yusuf Ziya ERDİL'e, tezin yazılması ve dispozisyonunun oluşturulmasında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Recep BİRGÜL'e, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi test laboratuvarlarında deneme numunelilerinin test edilmesi sırasında benden yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ali KASAL'a teşekkür ederim.

Bu çalışma sırasında bana manevi yönden destek veren eşim Pınar'a, kızlarım Ayça ve Aybüke'ye teşekkür ederim.

Yapılan bu çalışmanın yonga levhalar konusunda ve yonga levhalardan üretilen mobilyalar hakkında araştırma yapanlara ve uygulayıcılara faydalı olması temenni ederim.

Uğur GÜNSEL

Muğla 2004

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
ABSTRACT.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	XI
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımlanması	3
1.2. Hipotez	4
1.3. Amaç	4
1.4. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi	5
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1.Yonga Levha Üretim Teknolojisi	6
2.1.1. Yonga Levhanın Tanıtımı	6
2.1.2. Yonga Levhanın Tarihçesi	6
2.1.3. Yonga levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	8
2.1.3.1. Yonga levha üretiminde kullanılan odunsu malzemeler	8
2.1.3.1.1. Odun	8
2.1.3.1.2. Diğer bitkisel malzemeler	9
2.1.3.2. Yonga levha üretiminde kullanılan tutkal ve bağlayıcı kimyasal maddeler	9
2.1.3.2.1. Üre formaldehit reçine tutkalı	9
2.1.3.2.2. Melamin formaldehit reçine tutkalı	11
2.1.3.2.3. Fenol formaldehit reçine tutkalı	12
2.1.3.2.4. İzosiyonat tutkalı	13
2.1.3.2.5. Sülfite asit suyu	13

2.1.3.2.6. Doğal yapıştırıcılar	14
2.1.3.3. Katkı maddeleri	14
2.1.3.3.1. Hidrofobik maddeler	14
2.1.3.3.2. Sertleştirici maddeler	15
2.1.3.3.3. Koruyucu maddeler	15
2.1.3.3.4. Yanmayı önleyici maddeler	16
2.2. Yonga Levha Üretim Sistemleri	16
2.2.1. Yonga levha üretim sistemlerinde değişik parametreler	16
2.2.1.1. Kullanılan lignoselülozik hammadde türüne göre yonga levhalar	16
2.2.1.2. Yoğunluklarına göre yonga levhalar	18
2.2.1.3. Tabaka sayılarına göre yonga levhalar	18
2.2.1.4. Presleme yöntemine göre yonga levhalar	18
2.2.1.5. Serme yöntemine göre yonga levhalar	18
2.2.1.6. Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yonga levhalar	19
2.2.1.7. Tutkal ve bağlayıcı türüne göre yonga levhalar	19
2.2.1.8. Kullanım amaçlarına göre yonga levhalar	20
2.2.1.9. Kalıplanmış yonga levha türleri	20
2.2.1.10. Yüzey kaplama malzemesine göre yonga levha türleri	20
2.2.2. Yatay preslenmiş yonga levha üretim tekniği	20
2.2.2.1. Yonga hazırlama	21
2.2.2.2. Yongaların kurutulması	23
2.2.2.3. Yongaların sınıflandırılması	25
2.2.2.4. Yongaların tutkallanması ve katkı maddelerinin eklenmesi ..	26
2.2.2.5. Yonga taslağının oluşturulması (serme)	28
2.2.2.6. Yonga levhaların preslenmesi	29
2.2.2.6.1. Ön presleme (soğuk pres)	29
2.2.2.6.2. Sıcak presleme	30
2.2.2.7. Finisaj işlemleri	31
2.2.2.7.1. Levhaların klimatize edilmesi	31
2.2.2.7.2. Boyutlandırma	32
2.2.2.7.3. Zımparalama	32
2.2.2.7.4. Sınıflandırma ve depolama	32

2.3. Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları	32
2.4. Yonga Levhaların Fiziksel Özellikleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	35
3. MATERYAL ve METOT	37
3.1. Materyal	37
3.1.1. Yonga levhalar ve özellikleri	37
3.1.2. Bağlantı elemanı (vida)	37
3.2. Metot	39
3.2.1. Deneilerde kullanılan materyalin gerekli fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin belirlenmesi	39
3.2.1.1. Yonga levhaların rutubet miktarının belirlenmesi	40
3.2.1.2. Yonga levhaların yoğunluklarının belirlenmesi	41
3.2.1.3. Yonga levhaların su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme miktarının belirlenmesi	43
3.2.1.4. Yonga levhaların eğilme dirençlerinin belirlenmesi	44
3.2.1.5. Yonga levhaların levha yüzeyine dik çekme dirençlerinin belirlenmesi	48
3.2.1.6. Yonga levhaların yüzeye dik ve yüzeye paralel vida tutma dirençlerinin belirlenmesi	50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	55
4.1. Deney Malzemelerinin bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	55
4.1.1. Rutubet oranı	55
4.1.2. Yoğunluk	58
4.1.3. Kalınlığına şişme miktarı	64
4.1.4. Eğilme direnci	71
4.1.5. Elastikiyet modülü	78
4.1.6. Yüzeye dik çekme direnci	84
4.1.7. Vida tutma direnci	88
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	93
KAYNAKLAR	97
EKLER.....	102
EK-1. Rutubet miktarı tayini deneyi sonuçları	102

EK-2. Tam kuru yoğunluk değeri sonuçları.....	103
EK-3. Hava kurusu yoğunluk değeri sonuçları	104
EK-4. Kalınlığına şişme deneyi sonuçları (2 Saat)	105
EK-5. Kalınlığına şişme deneyi sonuçları (24 Saat)	106
EK-6. Yüzeye dik eğilme direnci deneyi sonuçları	107
EK-7. Yüzeye paralel eğilme direnci deneyi sonuçları.....	108
EK-8. Yüzeye dik elastikiyet modülü deneyi sonuçları.....	109
EK-9. Yüzeye paralel elastikiyet modülü deneyi sonuçları	110
EK-10. Yüzeye dik çekme direnci deneyi sonuçları	111
EK-11. Yüzeye dik vida tutma direnci deneyi sonuçları	112
EK-12. Yüzeye paralel vida tutma direnci deneyi sonuçları.....	113
ÖZGEÇMİŞ	114

**TÜRKİYE MOBİLYA ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN
BAZI YONGA LEVHALARIN TEMEL FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Uğur GÜNSEL

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2004

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye mobilya endüstrisinde kullanılan bazı yonga levhaların rutubet miktarı, yoğunluk ve kalınlığına şişme oranı gibi fiziksel; eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve vida tutma direnci gibi mekanik özelliklerinin Türk Standartlarına uygunluk denetimi yapılmıştır. Böylece dar kapsamlı da olsa Türkiye’de üretilen ve kullanılan yonga levhaların teknik özellikleri hakkında bilgi edinilmiştir. Bu amaçla; tesadüfi örnekleme metodu ile piyasadaki üç üretici firmadan genel amaçlar için üretilen, yatay preslenmiş üçer adet yonga levha temin edilmiş ve deney numuneleri bunlardan hazırlanmıştır. Deney numunelerinin kesimi ve fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için gerekli test düzenekleri ve uygulanan test yöntemleri, Türk Standartları Enstitüsü’nün ilgili standartlarında belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ilgili standartlarla ve üretici firma spesifikasyonları ile karşılaştırılmıştır. Deneyler sonucunda; denemelere tabi tutulan yonga levhaların rutubet oranları, yoğunlukları, elastikiyet modülü değerleri ve yüzeye dik çekme dirençlerinin standartlara uygun olduğu, kalınlığına şişme, eğilme dirençlerinin standartlara göre düşük çıktığı görülmüştür. Ayrıca yonga levhaların vida tutma dirençleri hakkında da bir standardın geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte elde edilen sonuçlarda, firmaların kendi levhaları arasında ve levha içinde önemli varyasyonların olduğu gözlenmiş, bunların giderilebilmesi

için fabrika üretim hattında yapılan kalite kontrol tekniklerinin gözden geçirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda; ürün mühendisliği açısından, üretilecek mobilyaların daha sağlam ve daha kaliteli olarak tasarlanıp, üretilebilmesi için kullanılacak malzemelerin mukavemet özelliklerinin önceden bilinmesinin ve bu özelliklere göre tasarımlarının yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak; bazı fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için, testlere tabi tutulan yonga levhaların genel olarak mobilya üretiminde kullanılmaya uygun olduğu, fakat bazı dayanım özelliklerinin geliştirilmesi için çalışmaların yapılması gerekliliği sonucuna varılmıştır. Bunun yanında, üretim sırasında ve sonrasındaki kalite kontrol süreçlerinin tasarımına daha fazla özen gösterilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yonga levha, kompozit, mobilya, direnç, ağaç malzeme

Sayfa adedi :114

Tez yöneticisi :Doç. Dr. Yusuf Ziya ERDİL

**COMPARISON OF FUNDAMENTAL PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES OF SOME PARTICLEBOARDS
UTILIZED IN TURKISH FURNITURE INDUSTRY**

(M. Sc.Thesis)

Uğur GÜNSEL

**MUGLA UNIVERSITY
INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

2004

ABSTRACT

In this study, fundamental physical and mechanical properties of some particleboards used in Turkish furniture industry were investigated. Specimens were prepared with particleboards procured from three different randomly selected suppliers. All panels were for general purpose particleboards. Specimen conditioning and preparation procedures were followed according to related TS-EN (Turkish Standards Institute-Euro Norm) Standards. Specifically, moisture content, density, bending strength and modulus of elasticity, internal bonding, thickness swelling and screw withdrawal strength tests were conducted according to related TSE-EN Standards. Test results were then compared to specified values of the same Standards.

Test results indicated that all panels conformed to specified Standard values for moisture content, density, modulus of elasticity and internal bond strength; whereas, maximum bending strength and thickness swelling values were lower than ones specified by standards. In addition, the need for screw withdrawal strength standards was observed.

Investigations also showed that, among panels and within panel variations were significantly high. This finding leads to a conclusion that strict quality control techniques should be applied in panel production in order to reach within and among panel consistency. It is a fact that, from product engineer's point of view,

strength properties of panels should be available and rational designs should be made based on those properties in order to produce durable and high quality furniture items.

To summarize, this preliminary and narrow-scoped study indicated that evaluated panels were suitable for furniture use; however, some strength properties should be increased. Furthermore design of strict quality control procedures are of an important necessity for more durable and consistent particleboard production.

Key Words: Particleboard, wood based (composite), furniture, strength, wood materials

Page number :114

Adviser :Yusuf Ziya ERDİL (Associate Professor)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No:	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Üre formaldehit tutkalının elde edilişi	10
Şekil 2.2. Melamin formaldehit tutkalının elde edilişi	11
Şekil 2.3. Fenol formaldehit tutkalının elde edilişi	12
Şekil 2.4. Yonga levha üretim şeması	17
Şekil 2.5. Çeşitli tip yongalama makineleri	22
Şekil 2.6. Diskli değirmen çeşitleri	23
Şekil 2.7. Döner silindirik kurutma makinesi	25
Şekil 2.8. Tutkallama makinesi	27
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan 4 x 40 mm vida örneği	38
Şekil 3.2. Deney parçalarının kesim planı	40
Şekil 3.3. Ölçme noktaları	42
Şekil 3.4. Deney parçalarının kalınlık ölçme yeri	43
Şekil 3.5. Statik eğilme direnci deneyinin yapılış şeması	45
Şekil 3.6. Statik eğilme direnci deneyinin yapılışı	46
Şekil 3.7. Yük-sehim diyagramı içerisindeki deformasyon sınırı	47
Şekil 3.8. Levha yüzeyine dik çekme deneyi için test düzeneği	48
Şekil 3.9. Levha yüzeyine dik çekme deneyinin yapılışı	49
Şekil 3.10. Levha yüzeyine dik çekme deneyinden sonra numunenin görünüşü	49
Şekil 3.11. Vida tutma kabiliyeti deneyinin test düzeneği	52
Şekil 3.12. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeye paralel) .	53
Şekil 3.13. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeye dik)	53
Şekil 3.14. Vida tutma kabiliyeti deneyinden sonra numunenin görünüşü	54
Şekil 4.1. Deney numunelerinin rutubet oranları karşılaştırma sonuçları	55
Şekil 4.2. Tam kuru yoğunluk değerleri karşılaştırma sonuçları	58
Şekil 4.3. Hava kurusu yoğunluk değerleri karşılaştırma sonuçları	61
Şekil 4.4. Kalınlığına şişme oranları karşılaştırma sonuçları	66

Şekil 4.5. Farklı oranlarda hidrofobik madde eklenmiş yonga levhaların suya daldırma süreleri ile kalınlığına şişme oranları arasındaki ilişki	70
Şekil 4.6. Yüzeye dik eğilme direnci değerleri karşılaştırma sonuçları	71
Şekil 4.7. Yüzeye paralel eğilme direnci değerleri karşılaştırma sonuçları	75
Şekil 4.8. Yüzeye dik elastikiyet modülü değerleri karşılaştırma sonuçları	79
Şekil 4.9. Yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri karşılaştırma Sonuçları	82
Şekil 4.10. Yüzeye dik çekme değerleri karşılaştırma sonuçları	86
Şekil 4.11. Yüzeye dik vida tutma dirençlerine ait değerlerin karşılaştırma sonuçları	89
Şekil 4.12. Yüzeye paralel vida tutma dirençlerine ait değerlerin karşılaştırma sonuçları	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No:	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 4.1. Deney numunelerinin rutubet oranları (%)	55
Çizelge 4.2. Firma türü ve levha numarasının rutubet oranlarına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	56
Çizelge 4.3. Firmalara göre rutubet oranları ortalamalarının karşılaştırılması	56
Çizelge 4.4. Levha numaralarına göre rutubet oranları ortalamalarının karşılaştırılması	57
Çizelge 4.5. Firma ve levha numaralarına göre rutubet oranları ortalamalarının karşılaştırılması	57
Çizelge 4.6. Deney malzemelerinin tam kuru yoğunluk değerleri	58
Çizelge 4.7. Firma türü ve levha numaralarının tam kuru yoğunluğa etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	59
Çizelge 4.8. Firmalara göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması	59
Çizelge 4.9. Levha numaralarına göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması	60
Çizelge 4.10. Firma ve levha numaralarına göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması	60
Çizelge 4.11. Deney malzemelerinin hava kurusu yoğunluk değerleri	61
Çizelge 4.12. Firma türü ve levha numaralarının hava kurusu yoğunluğa etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	62
Çizelge 4.13. Firmalara göre hava kurusu yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması	62
Çizelge 4.14. Levha numaralarına göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması	63
Çizelge 4.15. Firma ve levha numaralarına göre hava kurusu yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması	63

Çizelge 4.16. 2 saat suda bekletmeden sonra kalınlığına şişme oranları	64
Çizelge 4.17. 24 saat suda bekletmeden sonra kalınlığına şişme oranları	65
Çizelge 4.18. Firma türü ve levha numaralarının, kalınlığına şişme oranına etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları (2 Saat)	66
Çizelge 4.19. Firmalara göre 2 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması	66
Çizelge 4.20. Levha numaralarına göre 2 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması	67
Çizelge 4.21. Firma ve levha numaralarına 2 saatlik göre kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması	67
Çizelge 4.22. Firma türü ve levha numaralarının kalınlığına şişme oranına etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları (24 Saat)	68
Çizelge 4.23. Firmalara göre 24 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması	68
Çizelge 4.24. Firma ve levha numaralarına göre 24 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması	69
Çizelge 4.25. Deney malzemelerinin, yüzeye dik eğilme direnci değerleri (N/mm ²)	71
Çizelge 4.26. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik eğilme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 4.27. Firmalara göre yüzeye dik eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	72
Çizelge 4.28. Levha numaralarına göre yüzeye dik eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	73
Çizelge 4.29. Firma ve levha numaralarına göre yüzeye dik eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	73
Çizelge 4.30. Deney malzemelerinin, yüzeye paralel eğilme direnci değerleri (N/mm ²)	75
Çizelge 4.31. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel eğilme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	76
Çizelge 4.32. Firmalara göre yüzeye paralel eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	76

Çizelge 4.33. Levha numaralarına göre yüzeye paralel eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	77
Çizelge 4.34. Firma ve levha numaralarına göre yüzeye paralel eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	77
Çizelge 4.35. Deney malzemelerinin, yüzeye dik elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)	78
Çizelge 4.36. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	79
Çizelge 4.37. Firmalara göre yüzeye dik elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması	80
Çizelge 4.38. Levha numaralarına göre yüzeye dik elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması	80
Çizelge 4.39. Deney malzemelerinin, yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²)	81
Çizelge 4.40. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	82
Çizelge 4.41. Firmalara göre yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması	83
Çizelge 4.42. Levha numaralarına göre yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması	83
Çizelge 4.43. Firma ve levha numaralarına göre yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması	84
Çizelge 4.44. Deney malzemelerinin yüzeye dik çekme direnç değerleri	85
Çizelge 4.45. Firma türü ve levha numaralarının yüzeye dik çekme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	86
Çizelge 4.46. Firmalara göre yüzeye dik çekme direnci ortalamalarının Karşılaştırılması	86
Çizelge 4.47. Levha numaralarına göre yüzeye dik çekme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	87
Çizelge 4.48. Firma ve levha numaralarına göre yüzeye dik çekme direnci ortalamalarının karşılaştırılması	87
Çizelge 4.49. Deney numunelerinin yüzeye dik vida tutma direnç değerleri	88

Çizelge 4.50. Firma türü ve levha numaralarının yüzeye dik vida tutma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	89
Çizelge 4.51. Deney numunelerinin yüzeye paralel vida tutma direnç değerleri	90
Çizelge 4.52. Firma türü ve levha numaralarının yüzeye paralel vida tutma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	91
Çizelge 4.53. Firmalara göre yüzeye paralel vida tutma direnci ortalamalarının karşılaştırılması	92

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur

Simgeler	Açıklama
a_1	Elastikiyet deneyinde sehim miktarı, (mm)
A_{vd}	Vida yüzey alanı, (mm^2)
b	Parça kalınlığı, (mm)
D_v	Vida diş çapı, (mm^2)
E	Elastikiyet modülü, (N/mm^2)
F	Kuvvet, (N)
F_{maxe}	Eğilme deneyinde kırılma anındaki kuvvet, (N)
$F_{maxç}$	Yüzeye dik çekmede kopma anındaki kuvvet, (N)
F_{maxv}	Vida tutma direncinde kırılma anındaki kuvvet, (N)
f_{tl}	Yüzeye dik çekme direnci, (N/mm^2)
G_t	kalınlığına şişme miktarı, (%)
M	Rutubet miktarı, (%)
m_H	Rutubetli (Hava kurusu) ağırlık , (g)
m_0	Tam kuru ağırlık, (g)
L_1	Mesnetler arası mesafe, (mm)
L_2	Deney parçasının uzunluğu, (mm)
L_v	Vida etkili boyu, (mm)
t_1	Suya daldırmadan önceki kalınlık, (mm)
t_2	Suya daldırmadan sonraki kalınlık, (mm)
v	Varyasyon katsayısı, (%)
V_0	Tam kuru hacim, (cm^3)
V_{12}	Rutubetli (Hava kurusu) hacim, (cm^3)
δ_0	Tam kuru yoğunluk, (g/cm^3)
δ_{12}	Rutubetli (Hava kurusu) yoğunluk, (g/cm^3)
σ_E	Eğilme direnci, (N/mm^2)
σ_v	Vida tutma direnci, (N/mm^2)

X_{\min}	En düşük değer,
X_{\max}	En büyük değer,
X_{ort}	Ortalama değer,

Kısaltmalar**Açıklama**

HG	Homojenlik Grubu
LSD	En Küçük Önemli Fark (Least Significant Difference)
MDF	Orta Yoğunlukta Lif Levha (Medium Densiy Fiberboard)
OSB	Yönlendirilmiş Yonga Levha (Oriented Strand Board)

1. GİRİŞ

Bugün kullandığımız mobilyalarla, iç dekorasyon yapı elemanlarının büyük bir çoğunluğunda ham madde olarak ağaç malzeme kullanılmaktadır. Ağaç ilk çağlardan günümüze kadar geçen süreç içerisinde barınma amacından, mobilya olarak kullanımına kadar çeşitli şekillerde kullanılagelen bir malzeme olmuştur. 1900'li yılların başlarına kadar mobilya üretiminde her türlü ihtiyaç masif ağaçla karşılanmıştır (Yaman, 2002).

Dünya nüfusundaki artış ve orman kaynaklarındaki azalma da dikkate alındığında, mobilya üretiminde en büyük hammadde kaynağı olan ağaçtan optimum faydalanma ihtiyacı ister istemez kaçınılmaz hale gelmektedir. Bu nedenle, mobilya üretiminde masif ağaç malzeme yerine odun, vb. malzemelerin artıklarından elde edilen kompozit malzemeler daha fazla kullanılır hale gelmiştir. Yonga levhalar da bu kompozit malzemelerden olup, ağaç levha endüstrisinde en büyük üretim payına sahip malzemedir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Yonga levha üretiminde odun tamamen yongaya dönüştürülerek, fire vermeksizin istenilen ebatlarda levhalar üretmek mümkündür. Ayrıca, yongaların boyutları ve pozisyon açılarının da istenilen şekilde yönlendirilmesi ile levhaların direncinin artırılması, üretim aşamasında yapılacak işlemlerle hidrofobik, yangın, böcek ve mantarlara karşı dayanıklı levhaların üretilebilmesi de mümkündür. Yonga levhalar küçük odun parçacıklarından üretildiği için masif ağaca göre daha homojen bir yapıya sahip olup, masif ağaçta görülebilecek; çalışma, geniş tabla elde etmede yaşanabilecek güçlükler gibi sorunları olmayan, dikkate değer bir malzemedir (Akbulut, 2000).

Yonga levhalar günümüz mobilya sektöründe yatak odasından yemek odasına, mutfaktan banyoya, çocuk odasından oturma odasına kadar geniş bir yelpazede tablalı mobilya üretiminin her safhasında kullanılabildiği gibi, duvar kaplama, sökülebilir bölme yapımı, prefabrik bina yapımına kadar birçok değişik amaç için de üretilmekte ve kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen yonga levhaların; % 73.5'i mobilya üretiminde, % 11.2'si inşaat sektöründe, % 13'ü dekorasyonda, % 0.2'si prefabrik ev yapımında kullanılmaktadır (Göker, 2000).

Yonga levhaların bu kadar geniş bir kullanım alanına sahip olmasından dolayı üretilen yonga levhaların özellikleri ve bu özelliklere etki eden faktörlerde çok çeşitli olmaktadır. Yonga levha üretiminde kullanılan odunun cinsi, yoğunluğu, sertliği, yongaların boyutları, serme metotları, rutubet miktarları, kurutma zamanları, presleme şartları, levha kalınlıkları, yüzey kalitesi, yüzeyin kaplanmış olup olmadığı, içindeki kum miktarı kullanılan tutkal türü, içerdiği empenye maddeleri gibi malzeme özelliklerine göre çeşitli maksatlara uygun yonga levha üretimi yapılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Bu amaçla yonga levha üretimi yapan bütün ülkelerde, değişik amaçlar için üretilmiş yonga levhaların özellikleri standartlaştırılmış ve bu standartlarda üretilen yonga levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirli bir sınırın üzerinde bulunması ön görülmüştür. Bu özelliklerin ölçülebilmesi amacı ile çeşitli test metotları ve standartlar oluşturulmuştur. Bu test metotları ve standartlar sayesinde, üretici ve tüketici arasında oluşabilecek anlaşmazlıkların ortadan kaldırılması amaçlanmıştır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Bunun yanı sıra, mobilya ürün mühendisliği açısından da bu test metotlarının varlığı kaçınılmaz bir zorunluluktur. Ürün mühendisliğini, bir ürünün belirli fiziksel ve mekanik kıstaslar ölçüsünde, bilimsel araçlar ve metotlar yardımıyla tasarlanıp geliştirilmesi şeklinde tanımlamak mümkündür (Cals, 1991).

Mobilya tasarımı yapılırken, fonksiyonellik, estetik ve ekonomikliğin yanı sıra mühendislik tasarımının da göz önünde bulundurulması gereklidir. Mühendislik tasarımını etkileyen faktörler olarak ta ergonomi, malzeme, konstrüksiyon ve üretim teknolojisi olarak belirtmek mümkündür (Efe, 1994)

Mobilya ürün mühendisleri tasarımlarında, kullanıcının estetik ve fonksiyonel taleplerini karşılarken; en ekonomik malzemedен, üretimi en kolay ve yapısal olarak en sağlam mobilyaları geliştirebilmelidirler. Bunun için mobilya ürün mühendisliğinde ilk adım, mobilya üretiminde kullanılacak malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu anlamda fiziksel ve mekanik özellikleri değişik standartlarla belirlenmiş ve bu özellikleri çeşitli test metotlarıyla ölçülebilen panel mobilya üretiminde mühendislik malzemesi olarak kullanılabilirler (Erdil, 1998).

1.1. Problemin Tanımlanması

Endüstriyel olarak üretimine başlandıktan sonra yonga levha üretim teknolojisinde ve üretim ekipmanlarında oluşan büyük gelişmeler sonucu, farklı tiplerde yonga levha üretimi gerçekleştirilmiş ve ilk üretildiği tarihten günümüze üretimde büyük artışlar olmuştur (Akbulut, 2000).

1960 yılında 3.1 milyon m³ olan dünya yonga levha üretimi, 1980 yılında 41.2 milyon m³, 1999 yılında 75.2 milyon m³, 2001 yılı sonunda ise 84.4 milyon m³ seviyesine ulaşmıştır. Günümüz itibariyle dünya yonga levha üretim kapasitesinin % 44'ü Avrupa'da, % 38'i Kuzey ve Orta Amerika'da, % 7'si Asya'da bulunmaktadır (Yaman, 2002).

Dünyadaki gelişmeye paralel olarak ülkemizde de yonga levha üretiminde büyük artışlar yaşanmıştır. Türkiye'de ilk yonga levha fabrikasının kurulduğu yıl olan 1950'de üretim 3000 m³ iken, 2000 yılı sonunda 1.9 milyon m³ seviyesine ulaşmıştır. Günümüzde Türkiye'deki yonga levha tüketimi dünyadaki yonga levha tüketiminin yaklaşık % 1.76'sını oluşturmaktadır (Yaman, 2002).

Artan bu talebi karşılamak amacı ile Türkiye'deki yonga levha sektöründe yaklaşık 30'a yakın üretici firma ve sayısız satıcı bayi halen piyasada faaliyet göstermektedir. Bu firmaların ürettiği yonga levhaların tamamına yakını yurt içinde tüketilmektedir. Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin özelliklerine de bağlı olarak, üretilen yonga levhaların standartlarındaki alt ve üst değerler arasında büyük farklar vardır. Bu kadar çok üreticinin olduğu bir piyasanın getirdiği fiyat rekabeti sonucunda Türkiye'de üretilen yonga levhalarda çok büyük kalite farklılıklarının oluşması kaçınılmazdır. Bir kısım üretici dünyadaki diğer yonga levha üreticileri ile rekabet edebilecek kalitede üretim yaparken, büyük bir kısım üretici ise iç piyasada yeterli talebi bulabilmenin getirdiği rahatlıkla, standartların altında kalitede yonga levha üretmektedirler (Yaman, 2002).

Bazen yonga levhalar çok kaliteli olmamasına karşın, konstrüksiyonda kullanılan civata, vida, tutkal, kaplama, bağlantı elemanı gibi diğer malzemeler çok kaliteli olabilir. Belirleyici faktör olan yonga levha olacağından aynı direnç, çok daha uygun bir maliyetle elde edilebileceği yerde, optimizasyon eksikliği sebebi ile hem mobilya üreticisi yüksek bir maliyet ödemiş, hem de ürün

kullanıcısı dayanıksız konstrüksiyonlu bir mobilyaya gereğinden fazla fiyat vermiş olabilir. Bu durum, hem kaynakların verimli kullanımını engellemiş, hem de elde edilen son ürünlerin kalitesinde bir istikrarsızlığa yol açmış olur.

Büyük bir çoğunluğu mobilya üretiminde kullanılan, fiyat ve kalite açısından geniş bir yelpazeye sahip olan yonga levhaların ne derece kaliteli olduğu konusunda yeterli bilgi olmadığı gibi, tüketiciler tarafından da bilinçli kullanılmadığı görülmektedir. Bu şekilde üretilen ve kullanılan yonga levhalardan elde edilecek mobilyaların dayanımı ve genel kalitesi hakkında bilgi sahibi olunamamaktadır. Ürün mühendisliği açısından, üretilecek mobilyaların kalitelerini arttırmak ve mühendislik gereklerini karşılayabilmek amacıyla rasyonel test metotlarını geliştirmek gerekmektedir.

1.2. Hipotez

Orta ve büyük ölçekli mobilya üreticileri; kullandıkları yonga levhaların, üretici firmasının ve ilgili standartların ön gördüğü kalite düzeyinde olup olmadığını tespit edebilir ve bu bilgileri ürün mühendisliğinde kullanarak, daha sağlam ve kaliteli mobilyalar üretebilirler.

1.3. Amaç

Bu çalışmanın ana amacı; yonga levhalarda temel test metotlarını kullanarak Türkiye mobilya piyasasına arz edilen bazı yonga levha çeşitlerinin, standartlara uygunluğunu araştırmaktır. Hedeflenen amaçlara ulaşabilmek için, testlerde kullanılan tüm yonga levhalar piyasada genel olarak kullanılan yonga levhalar arasından seçilmiş ve deneylerin uygulamayı bire bir temsil etmesi sağlanmıştır.

Çalışmanın alt amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Daha geniş çaplı ve daha geniş bir örnekleme grubuna hitap edecek çalışmalara bir ön araştırma olmak,
- Dar kapsamlı da olsa Türkiye’de üretilen ve kullanılan yonga levhaların dayanım özellikleri hakkında bilgi vermek.

1.4. Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi

Bu çalışmada belirtilen amaçlara ulaşabilmek için izlenen yöntemler sistematik olarak şu şekilde belirtilebilir:

- Tesadüfi örnekleme metodu ile piyasadan temin edilen 3 farklı üretici firmaya ait yonga levha örneklerinden alınan 3'er adet levha üzerinde mukavemet tasarımında ihtiyaç duyulacak bazı fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi için şu testler yapılacaktır:

Yonga levhaların;

- Yoğunluğunun belirlenmesi,
 - Rutubet miktarının belirlenmesi,
 - Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişmesinin belirlenmesi,
 - Levha yüzeyine dik çekme dirençlerinin belirlenmesi,
 - Eğilme dirençlerinin belirlenmesi,
 - Elastikiyet modülünün belirlenmesi,
 - Yüzeye dik vida tutma dirençlerinin belirlenmesi,
 - Yüzeye paralel (Kenardan) vida tutma dirençlerinin belirlenmesi,
- Deney sonuçlarının istatistiksel olarak karşılaştırmalarının yapılması ve tartışılması.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Günümüzde üretilen yonga levhaların yaklaşık % 75'i mobilya imalatında kullanılmaktadır. Yonga levhalar fabrikasyon olarak üretilmeye başlandığı 1941 yılından günümüze kadar gerek üretim teknolojileri, gerekse performans özelliklerinin ne şekilde saptanacağı konusunda çeşitli bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Göker, 2000).

Bu konularla ilgili yapılan yayınları şu iki ana başlık altında toplayabiliriz.

2.1. Yonga Levha Üretim Teknolojisi

2.1.1. Yonga Levhanın Tanıtımı

Yonga levhalar çeşitli standartlara göre değişik şekilde tanımlanmıştır. TS-EN 309'a göre yonga levha; odun (odun yongası, testere talaşı) ve/veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir lifleri, şeker kamışı vb.) bir tutkal ilavesi ile sıcaklık ve basınç etkisi altında şekillendirilmesi ile oluşan levhalardır (Anonim 1, 1999).

BS 1811 numaralı İngiliz standardına göre yonga levha; odun ve diğer lignoselülozik lifli materyalin (odun yongası, testere talaşı, keten lifi vb.) bir tutkal ilavesi ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır (Anonim 2, 1969).

Maloney (1996), kompozit malzemeleri birbirine yapıştırılarak birleştirilmiş levhalar olarak tanımlamıştır. Yonga levhayı ise genellikle türü belli olmayan odunlardan tutkallar yardımıyla oluşturulan lignoselülozik paneller şeklinde tanımlamıştır.

2.1.2. Yonga Levhanın Tarihçesi

Yonga levha hakkında ilk fikirleri 1887 yılında Ernst Hubbard odun artıklarının değerlendirilmesi adlı yayınında, testere talaşı ve kan albümininden yararlanarak basınç ve sıcaklık tatbiki ile levha üretimi şeklinde ortaya atmıştı. 1905 yılında Amerikalı Watson ince odun parçacıklarını presleyerek levha haline getirmek üzere patent almıştır. Alman Freundeberg 1926 yılında planya talaşlarını tutkalla işlemek suretiyle levha üretilbileceğini öne sürmüştür. Bu metotta tutkal

miktarı günümüzde yonga levha üretiminde kullanılmakta olan oranlarla eşit miktarlardadır. 1936 yılında Amerikalı Carson % 12 rutubetteki iri testere talaşlarını, boyutlarına göre ayarladıktan sonra mantar ve yanmaya karşı emprenye ederek sıcak preslemiş, elde ettiği levhanın yüzeyini sentetik reçineden elde edilen termoplastik bir örtü ile kaplamak suretiyle patent almıştır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Her ne kadar yonga levha üretimi fikri 1880'li yıllara dayansa da, gerek hammadde olan yonganın elde edilmesinde kullanılan teknolojinin yetersizliği, gerekse yapıştırıcı teknolojisindeki yetersizliklerden dolayı ticari amaçla yonga levha üretimi yapılan ilk fabrika ancak 1941 yılında Almanya'da Torfit-Werke AG firması tarafından Bremen şehrinde kurulabilmiştir. Bu fabrikada üretilen yonga levhalar ladin yongalarından, fenol reçinesi kullanılarak elde edilmiştir. Bu fabrikadan sonra Almanya'da iki fabrika daha kurulmuş; bunlarda tutkal olarak üre reçinesi, yonga olarak da kontraplak üretim artıkları kullanılmıştır (Bozkurt ve Göker, 1985).

2. Dünya Savaşının ardından yonga levha üretimi büyük gelişmeler göstermiştir. Gelişen tutkal teknolojisi sayesinde yonga levha üretiminde pahalı bir malzeme olan fenol reçinesi yerine, daha ucuz ve daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilen üre reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu yıllarda büyük gelişmeler gösteren makine ve üretim metotları sayesinde yonga levha üretimi hızla ilerleme kaydetmiştir. Bütün bu gelişmelerin yanı sıra, levha kalitesini etkileyen faktörler üzerine yapılan araştırmalar arttırılmış, yonga levha üretiminde kullanılan yongaların biçim ve büyüklükleri, ağaç türleri, levhaların özgül ağırlıkları üzerinde durularak, yonga kalınlığının levha kalitesi üzerinde büyük etkisinin olduğu Klauditz tarafından belirlenmiştir. Buna göre yonga kalınlığı arttıkça, eğilme direncinde azalma meydana gelmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Ülkemizde yonga levha üretimi 1955 yılında İstanbul Kartal'da kurulan fabrika ile başlamış, üretilen ürünler piyasaya SUNTA adı ile sunulmuştur. 1967 yılında Modern Kontraplak ve Suni Tahta Sanayii Ltd. Şirketi kontraplak fabrikasına ek olarak yonga levha fabrikası açmış, bu iki fabrika Türkiye'deki yonga levha üretimine öncü olmuştur. 1970'li yıllardan sonra gelişen inşaat

sektörü ve buna bağılı olarak mobilya ihtiyacının artması sonucunda yonga levha üretimi büyük gelişmeler göstererek, büyük çoğunluğu özel sektöre ait pek çok fabrika kurularak, günümüzde yonga levha üretiminde kapasite olarak dünyada sayılı ülkeler arasına girilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddenin % 90'ı odun veya lignoselülozik malzemelerdir. Bu maksatla, ağaçların budanması, aralama ve bakım kesimleri sonucunda elde edilen odunlar kullanılabilir gibi, ağaç endüstrisinin artıkları da yonga levha üretiminde kullanılabilir. Geriye kalan %10'luk kısmını ise yapıştırıcılar, koruyucu ve yangın önleyici katkı malzemeleri oluşturur (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

2.1.3.1. Yonga levha üretiminde kullanılan odunsu malzemeler

2.1.3.1.1. Odun

İmalat amacı dışında kalan bütün odunlar yonga levha üretiminde kullanılabilirler. Bunlardan başka kapak tahtaları, tomruk uçlarından kalan artıklar, testere talaşları gibi ağaç endüstrisinin bütün artıkları gibi bir çok materyal de yonga levha endüstrisinde kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Kullanılacak tüm odunsu hammaddenin kabuklarının soyulmuş olması tercih edilmektedir. Lif, yonga ve talaş imalinde kullanılan odunlarla ilgili standarda göre yonga levha üretiminde; boyu 0.5-2 m, uç çapları 4-20 cm olan yuvarlak, boyları 1-2 m, kalınlıkları 20 cm'den az yarma odunları kullanılabilir. Bu tip odunlarda çatlak, budak, lif dönüklüğü, iki özlülük, vb. kusurlar bulunabilmekle beraber, çürüklüğün olmaması gerekmektedir (Anonim 3, 1973).

Yonga levha üretiminde en çok iğne yapraklı ağaç türleri (çam, ladin, göknar, sedir) kullanılmakla beraber, huş, kızılbaş, ihlamur, kavak gibi kolay temin edilebilen daha ekonomik, yapraklı ağaç türleri de kullanılabilir. Fakat, okal tip yonga levhalarda en iyi kalite, iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen odun hammaddesi ile üretilenlerden elde edilir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Ayrıca, Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) orman gülü, Kalaycıoğlu (1991) Sahil çamı (*Pinus pinaster* A.), Baştürk (1993) ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

2.1.3.1.2. Diğer bitkisel malzemeler

Günümüzde odun hammaddesi kullanımına dayalı sektör sayısının çok fazla olmasından dolayı, yonga levha üretiminde kullanılacak odunsu materyalin gittikçe daha az bulunması ve buna bağlı olarak maliyetlerinin artması, yonga levha üretiminde yıllık bitkilerin kullanılması konusunda araştırmalara sebep olmuştur. Keten, kenevir, ayçiçeği, kamış, bambu, şeker kamışı vb. hammaddeler de yonga levha üretiminde kullanılabilmektedir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Bunların dışında bir çalışmada, çay fabrikası bitkisel atıklarının yonga levha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirtilmiştir (Örs ve Kalaycıoğlu, 1991).

Şeker kamışı ve pamuk saplarından elde edilen yongalar kullanılarak üretilen çimentolu yonga levhalar üzerine yapılan bir araştırmada, şeker kamışı ile üretilen levhaların, pamuk sapları ile üretilen levhalardan daha üstün özellikler gösterdiği belirtilmiştir (Thole ve Weiss, 1992).

2.1.3.2. Yonga levha üretiminde kullanılan tutkal ve bağlayıcı kimyasal maddeler

2.1.3.2.1. Üre formaldehit reçine tutkalı

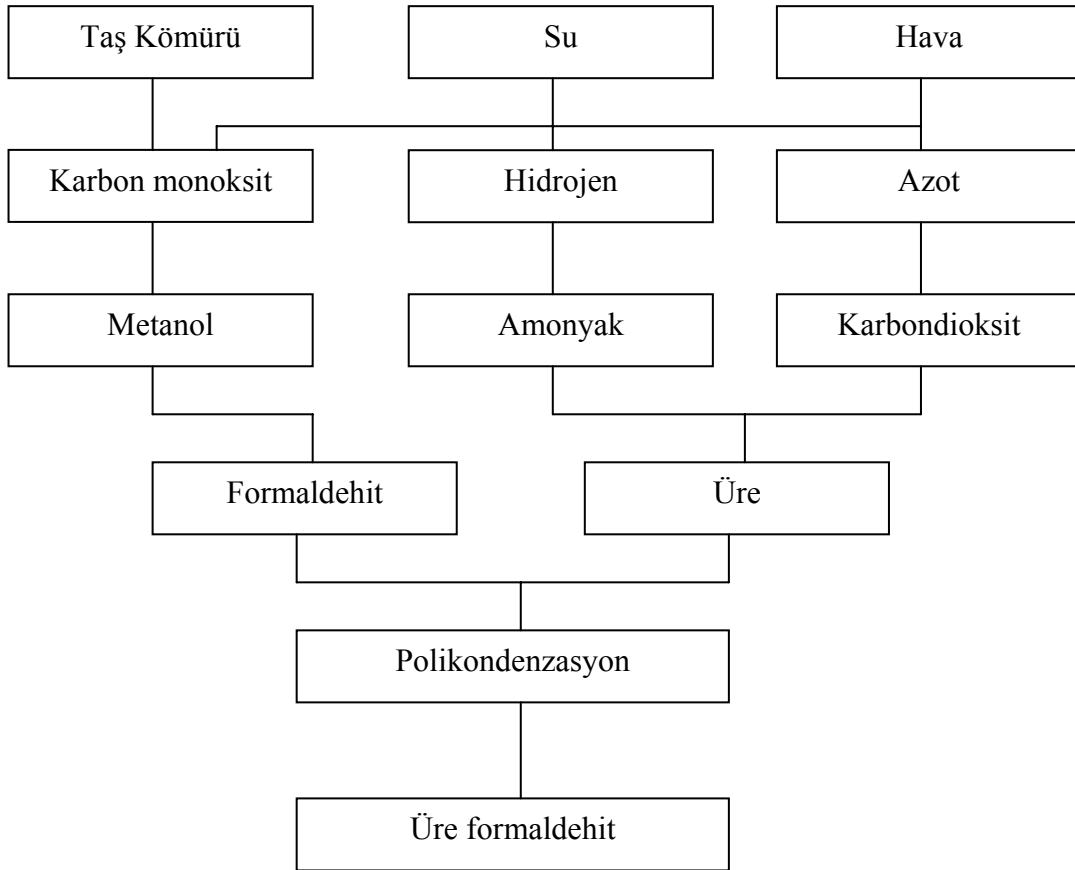
Dünya yonga levha üretiminde % 90 oranında üre formaldehit reçineler kullanılmaktadır. Ucuz, sıcak preslemede sertleşmesi kısa ve kullanımı kolay olan tutkallardır. Renkli veya renksiz olarak üretilebilirler. Suya karşı dirençsiz olduklarından dolayı dış maksatlı işler için üretilen yonga levha üretiminde kullanılmazlar (Bozkurt ve Göker, 1985).

Üre formaldehit tutkalı üre ile formaldehitin oluşturduğu bir kondenzasyon ürünüdür (Burdurlu, 1994).

Şekil 2.1’de üre formaldehitin elde edilişi görülmektedir.

Yonga levhalarda yapıştırıcı olarak üre formaldehit kullanıldığında katalizör olarak Amonyum Sülfat veya Amonyum Klorür kullanılarak sertleşme süresi kısaltılır. Ayrıca sertleşme süresinin kısaltılabilmesi için ısıya da ihtiyaç vardır. Son sertleşme için yonga levhanın orta kısmındaki sıcaklık 100 °C, alt ve üst kısımlarda ise pres sıcaklığına bağlı olarak 150-180 °C arasında değişmektedir (Huş, 1977).

Kısaca üre formaldehit tutkalının özelliklerini; sıcaklık verildiği zaman hızla sertleşen, sertleşme hızının sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15-20 sn. arasında gerçekleştiği, yapıştırma direncinin yüksek, açık renkli olduğu şeklinde sıralamak mümkündür (Anonim,1975).



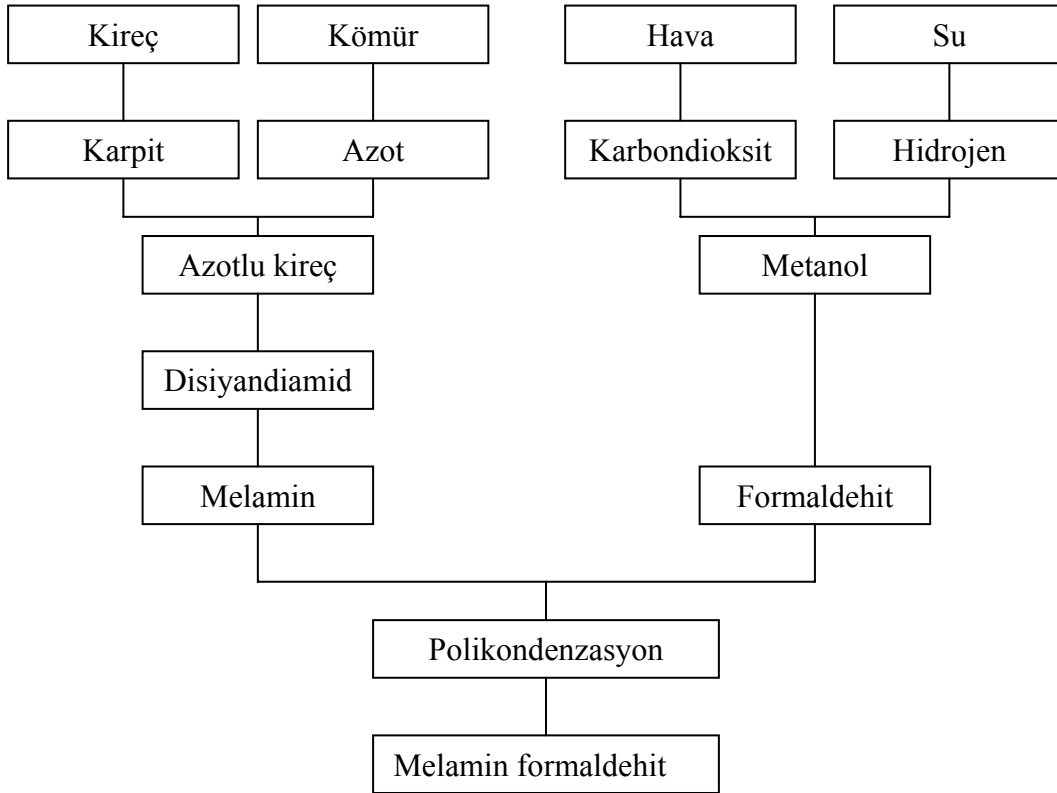
Şekil 2.1. Üre formaldehit tutkalının elde edişi (Burdurlu, 1994).

2.1.3.2.2. Melamin formaldehit reçine tutkalı

Melamin reçineleri üre ve fenol reçinelerine oranla daha pahalı, fakat rutubete karşı üre reçinelerinden daha dayanıklı, fenol reçinesinden ise daha dayanıksızdırlar. Melamin formaldehit reçine tutkalının üretim şekli üre formaldehit reçine tutkalınıninkine benzer yapıdadır (Burdurlu, 1994).

Şekil 2.2.'de Melamin formaldehitin elde edilişi görülmektedir.

Melamin formaldehit tutkalı da melamin ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu sonucu elde edilir. Fakat reaksiyon, kondenzasyon ürünü yeteri kadar çözülebilir duruma geldiğinde işleme son verilir. Melamin reçineleri genellikle toz halde depolanır. Günümüzde sıvı eriyikler halinde piyasada bulunsa da depolama ömrü üre formaldehit reçinesi kadar uzun değildir. Herhangi bir sertleştirici katılmadan 90-140 °C' de sıcaklıkta sertleşebilir (Bozkurt ve Göker, 1985).

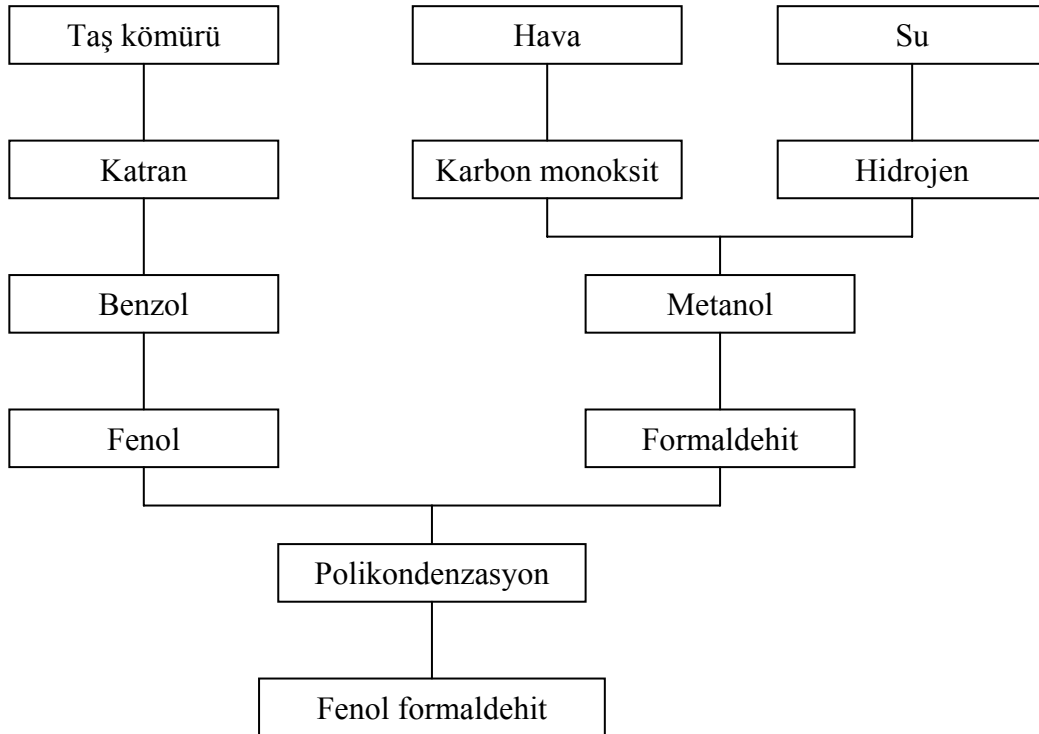


Şekil 2.2. Melamin formaldehit tutkalının elde edilişi (Burdurlu, 1994).

Melamin formaldehit tutkalının en önemli avantajları düşük sıcaklıklarda sertleştirici olmaksızın sertleşebilmesi ve suya karşı direncinin yüksek oluşudur. Dezavantajları ise; maliyetinin yüksek ve depolama ömrünün kısa oluşudur. Bu sebeple %25-75 oranında üre formaldehit tutkalı ile karıştırıldığında kısa sürede sertleşen, suya karşı yeterli direnci gösteren ve daha ekonomik bir tutkal elde edilebilmektedir (Huş, 1977).

2.1.3.2.3. Fenol formaldehit reçine tutkalı

Alkali bir katalizör yardımı ile fenol reçinesi ve formaldehitin kondenzasyonu ile elde edilen bir tutkal türüdür. Fenol reçinesi taş kömürü, su ve havadan kimyasal yollarla elde edilir. Şekil 2.3.'de fenol formaldehitin elde edişii görölmektedir. Üretim aşamasında tepkime yarım bırakılır. Tam tepkime tuz asidi, fosforik asit gibi derişik asitlerden üretilen sertleştiriciler, sıcaklık ve basınç altında kullanım esnasında gerçekleştirilir (Burdurlu, 1994).



Şekil 2.3. Fenol formaldehit tutkalının elde edişii (Burdurlu, 1994).

Yüksek moleküler ağırlığa sahip olduğundan rutubet, yağ, organik çözücüler, bir çok asit, mantar ve bakterilere karşı çok dayanıklı bir tutkal çeşididir. Özellikle dış yapılarda kullanılacak yonga levhaların üretiminde daha çok kullanılır. Presleme sıcaklığı 200 °C' ye kadar çıkabilir. Katalizörler yardımıyla presleme süresi kısaltılabilir. Fenol formaldehit reçine tutkalının derine nüfuz etme ve odun çeperini şişirme özelliğinden dolayı, sertleştiğinde oldukça mükemmel dayanımlı boyutsal bir stabilite sağlanır (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3.2.4. İzosiyonat tutkalı

Oldukça pahalı, fakat yapıştırma gücü çok kuvvetli bir tutkal türüdür. Suya ve bazı zayıf asit türlerine karşı iyi bir dirence sahiptir. Rutubete dayanıklılığı bakımından fenol formaldehit tutkalına eşdeğer, yapışma direnci bakımından ondan daha yüksektir. En büyük özelliği içerisinde su bulundurmamasıdır (Kalaycıoğlu, 1991).

Yongaları daha iyi yapıştırdığı için, fenolik reçinelerden daha düşük özgül ağırlıkta yonga levhalar üretilerek, odunsu materyal masraflarının azaltılmasını sağlamış olur. Çok kuvvetli yapıştırma gücünden dolayı, yonga levha üretiminde kullanılan saman gibi güç yapıştırılan materyalleri bile uygun bir şekilde yapıştırabilir. Fakat, presleme esnasında alüminyum veya çelik tablaları da yapıştırmasından dolayı bir takım sorunlara neden olabilir. Bu sorunları bertaraf etmek için dış tabakalarda fenolik reçineler, orta tabakada ise izosiyonat tutkalı kullanılabilir (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3.2.5. Sülfite asit suyu

Son yıllarda selüloz üretimi esnasında ortaya çıkan sülfite atık sularının yonga levha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılabilmesi ortaya çıkmıştır. Bu şekilde yonga levha üreten ilk fabrikalar Danimarka ve Finlandiya'da kurulmuştur. Kanada Orman Ürünleri Laboratuvarlarında geliştirilen bir metotla, sülfite asit suyuna kuvvetli asitlerden sülfürik asit ilavesi ile suya karşı dayanıklı bir yapışma sağlayan, hem pratik, hem de ekonomik bir yapıştırıcı elde edilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3.2.6. Doğal yapıştırıcılar

Doğal yapıştırıcılar günümüzde yonga levha üretiminde çok az kullanılmaktadır. Kan tutkalları ve kazein tutkalı yonga levha üretiminde sadece modifikasyon maddesi olarak kullanılmaktadır. Bitkisel tutkalların gelecekte yonga levha endüstrisinde önemli bir yer tutması beklenmektedir. Odun ve kabuklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilen, tanen olarak bilinen doğal polifenoller dış koşullarda kullanılacak yonga levhaların üretiminde kullanılmaya uygun olmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Deneylerde başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın lignin tutkalı henüz endüstriyel üretime girmemiştir (Özen, 1983).

2.1.3.3. Katkı maddeleri

Yonga levha üretiminde kullanılan katkı maddeleri; presleme esnasında serleşmeyi hızlandırma, tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, boyutsal stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, hayvansal veya bitkisel zararlılara karşı koruma gibi işlevleri yerine getiren maddelerdir (Kalaycıoğlu,1991).

2.1.3.3.1. Hidrofobik maddeler

Özellikle mobilya imalatında kullanılacak yonga levhalarda boyut stabilizasyonunu sağlayabilmek açısından, hidrofobik katkı maddelerini kullanmak kaçınılmazdır. Yongaların dağılışı ve yapıştırıcı maddelerin miktarının iyi ayarlanması nedeni ile boy yönünde şişme oldukça düşük oranlarda olmaktadır. Fakat kalınlık yönünde şişme, yongaların sadece yüksek basınçla preslenmesinden değil, aynı zamanda porozitesinden kaynaklanmaktadır. Bunu önlemek yada asgari düzeyde tutmak için, yonga levhaların mekanik direnç özelliklerini bozmayacak oranlarda, hidrofobik bir madde olan parafinden yararlanılmaktadır. Parafin yüksek su itici özelliğe sahip, ergime derecesi düşük, diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik bir materyaldir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Yonga levha üretiminde hidrofobik madde olarak kullanılan parafin, homojen yapıda, tutkal ve emprenye maddeleri ile uyumlu olmalıdır. Ayrıca parafin

miktarı, yonga levhaların yüzeye dik çekme direncini azaltmadan, kalınlığına şişmeyi asgari düzeyde tutmalıdır. Bu amaçla; iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen yonga levhalarda parafin miktarı, tam kuru yonga ağırlığının % 0.3-0.5'i oranında, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5-1'i oranında kullanılmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3.3.2. Sertleştirici maddeler

Yonga levha üretiminde kullanılan tutkalların daha uzun süre depolanabilmeleri için presleme zamanına kadar sertleşme yapmamalı, presleme esnasında da hızlı bir şekilde sertleşmelidir.

Üre formaldehit tutkallarında sertleştirici olarak amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılmaktadır. Presleme sırasında sıcaklık etkisi ile amonyum klorür ve formaldehit reaksiyona girerek, hidroklorik asit, heksametilentetraamin ve su açığa çıkar. Ortaya çıkan hidroklorik asit sayesinde tutkal hızlı bir şekilde sertleşir. Fakat daha presleme işlemine geçmeden düşük sıcaklıkta sertleşmenin olmaması için, tutkal çözeltisinin içerisine amonyak veya üre ilavesi yapılmalıdır. Amonyak düşük sıcaklıklarda hidroklorik asidi nötrleştirerek, pres sıcaklığına kadar sertleşmeyi durdurur. Pres sıcaklığında amonyağın buharlaşmasıyla asit tekrar ortaya çıkarak sertleştirmeyi gerçekleştirir. Düşük maliyeti nedeni ile üreden çok amonyak kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3.3.3. Koruyucu maddeler

Yonga levhaların mantar ve böceklere karşı korunmasını sağlamak amacıyla bazı emprenye malzemeleri kullanılmaktadır. Bu amaçla; sodyum pentaklorfenol, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ile amonyaklı bakır arsenit kullanılır. Kullanılacak koruyucu madde tutkalın sertleşme ve presleme süresini uzatmamalı, yapışma direnci ile levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştirmemelidir. Koruyucu madde olarak kullanılan sodyum pentaklorfenol miktarındaki artışın, yonga levhanın yüzeye dik yönde direncinde önemli ölçüde azalmalara yol açtığı yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.1.3.3.4. Yanmayı önleyici maddeler

Yonga levhalar ağaç materyalden üretildikleri için oldukça yanıcı malzemelerdir. Çok sık kullanılmamakla birlikte bazen yanıcılık özelliklerini asgari düzeye indirebilmek amacı ile çinko, arsenik, bakır, boraks, borik asit ve borat içeren maddeler toz veya sıvı eriyik halinde levha üretiminde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.2. Yonga levha üretim sistemleri

Yonga levha üretiminde üç ana üretim sisteminden söz etmek mümkündür. Bunlar yatay preslenmiş yonga levha üretimi, dikey preslenmiş yonga levha üretimi ve kalıplanmış yonga levha üretimidir (Göker, 2000).

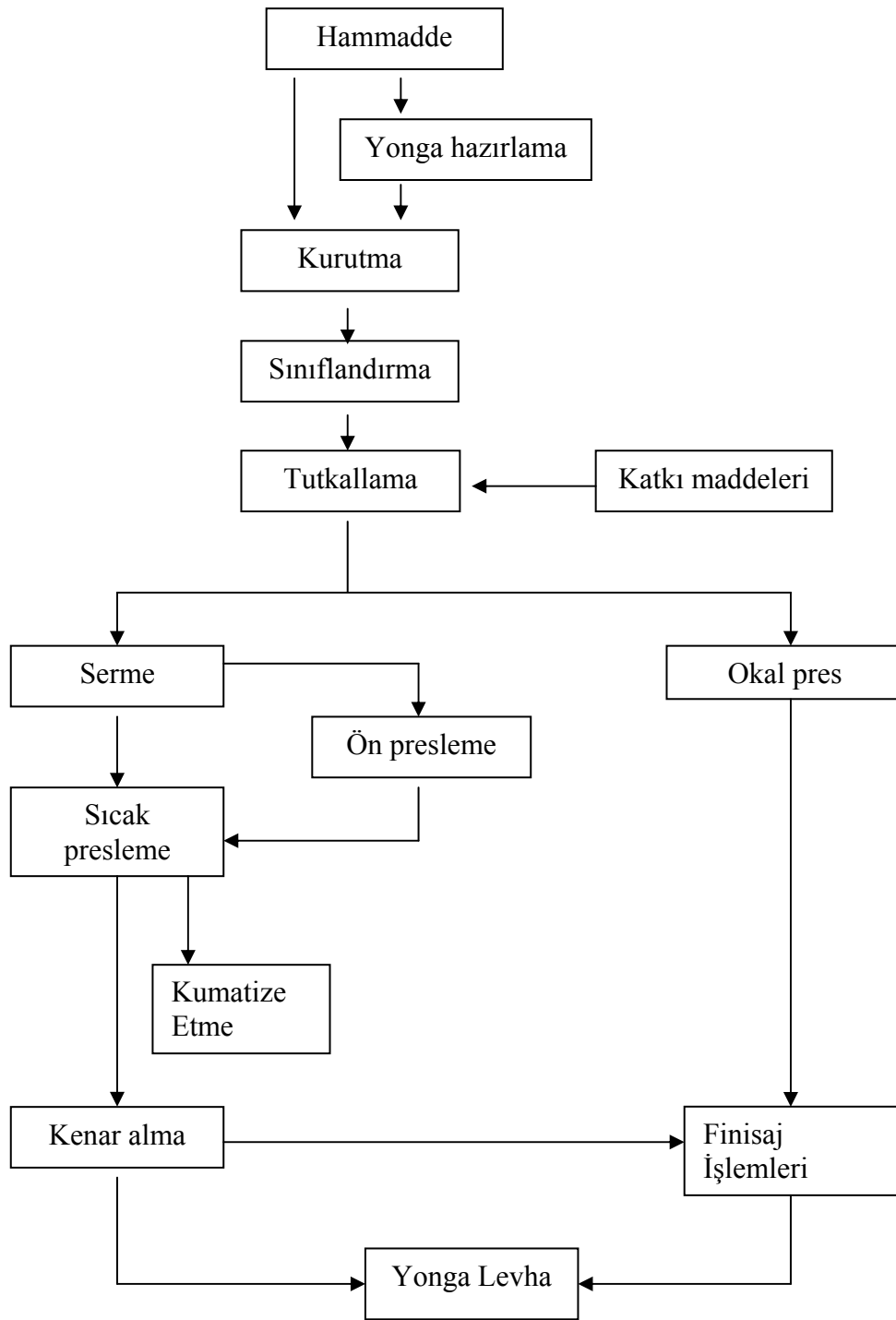
Şekil 2.4.' de genel olarak yonga levha üretim şeması görülmektedir (Akbulut, 2000).

2.2.1. Yonga levha üretim sistemlerinde değişik parametreler

Genel olarak bütün üretim sistemlerinde temel işlemler aynı olmakla beraber, farklılıklar; presleme tekniği, serme yöntemi, yoğunluklar ve kullanılan materyallerden kaynaklanmaktadır (Akbulut, 2000).

2.2.1.1. Kullanılan lignoselülozik hammadde türüne göre yonga levhalar

- Odun yongaları kullanılarak üretilen yonga levhalar,
- Çay atıkları kullanılarak üretilen yonga levhalar,
- Ayçiçeği sapsarı kullanılarak üretilen yonga levhalar,
- Mısır koçanı atıkları kullanılarak üretilen yonga levhalar,
- Samandan üretilen yonga levhalar (Göker, 2000).



Şekil 2.4. Yonga levha üretim şeması (Akbulut, 2000).

2.2.1.2. Yoğunluklarına göre yonga levhalar

- Düşük yoğunluktaki levhalar: Yoğunlukları 0.590 g/cm^3 'den düşük yonga levhalardır.
- Orta yoğunluktaki levhalar: Yoğunlukları $0.590-0.800 \text{ g/cm}^3$ arasında olan yonga levhalardır.
- Yüksek yoğunluktaki levhalar: Yoğunlukları 0.800 g/cm^3 'den yüksek olan yonga levhalardır (Nemli, 2000).

2.2.1.3. Tabaka sayılarına göre yonga levhalar

- Tek tabakalı yonga levhalar,
- Üç tabakalı yonga levhalar,
- Beş tabakalı yonga levhalar,
- Tabakası belirsiz yonga levhalar (Akbulut, 1991).

2.2.1.4. Presleme yöntemine göre yonga levhalar

- Yatay preslenmiş yonga levhalar: bu tip yonga levhalarda yongalar genellikle levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç, levha yüzeyine dik yönde uygulanır.
- Dik preslenmiş (Okal) yonga levhalar: bu tip yonga levhalarda yongalar genellikle levha yüzeyine dik durumdadır. Presleme sırasında basınç, levha yüzeyine paralel yönde uygulanır (Anonim 4, 1975).

2.2.1.5. Serme yöntemine göre yonga levhalar

- Yongaları levha yüzeyine dikey serilmiş (Okal) yonga levhalar.
- Yongaları levha yüzeyine yatay serilmiş yonga levhalar (Göker, 2000).

2.2.1.6. Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yonga levhalar

- Normal yonga levhalar (Particleboard): Yonga kalınlıkları 0.25-0.40 mm, genişlikleri 2-6 mm, uzunlukları 10-25 mm arasında olan yonga levhalardır.
- Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Yonga kalınlıkları 0.5-0.7 mm, genişlikleri 25-40 mm, uzunlukları 35-75 mm arasında olan levhalardır. Türkiye’de üretimi olmayan bu levha türü daha çok Kuzey Amerika’da çatı kaplaması, dış duvar kaplaması, döşeme altı kullanımları için üretilmektedir.
- Şerit yongalı levhalar (Flakeboard) : Yonga kalınlıkları 0.5-0.7 mm, genişlikleri 9-10 mm, uzunlukları 35-75 mm arasında olan levhalardır.
- Yönlendirilmiş yongalı levhalar (Oriented Strandboard = OSB): Yonga kalınlıkları 0.4-0.8 mm, genişlikleri 6-25 mm, uzunlukları 38-63 mm arasında olan levhalardır. Bu tip levhalarda yongalar yüzeye geliş güzel serilmişlerdir. Üstün mekanik özelliklerinden dolayı kontratabla, kontrplak, masif ağaç gibi malzemelerin kullanıldığı her yerde kullanılabilirler (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

2.2.1.7. Tutkal ve bağlayıcı türlerine göre yonga levhalar

- Üre formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levhalar,
- Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levhalar,
- Melamin formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levhalar,
- Polyizosiyonat tutkalı ile üretilen yonga levhalar,
- Sülfite asit suyu ile üretilen yonga levhalar,
- Doğal yapıştırıcılar ile üretilen yonga levhalar,
 - Kazein
 - Soya
 - Kan tutkalı
 - Tanen (Göker, 2000).

2.2.1.8. Kullanım amaçlarına göre yonga levhalar

- Genel amaçlar için üretilen yonga levhalar,
- Özel amaçlar için üretilen yonga levhalar (Göker, 2000).

2.2.1.9. Kalıplanmış yonga levha türleri

Uygun yapıştırıcılar ile tutkallanmış odun yongalarının, özel kalıp preslerde, sıcaklık etkisi ile tek kademede biçimlendirilmesi ve uygun bir malzemeyle kaplanmasıyla elde edilen levhalardır (Anonim 5, 1988).

Üretim metotlarına göre:

- Callipress metodu: Kasa ve kutu biçiminde şişe ve konserve kutusu gibi ağır mamullerin ambalajlanmasında kullanılmak üzere geliştirilmiş bir metottur.
- Termodin metodu: Yarı plastikleştirilmiş ve yüzeyleri üretim esnasında lamine edilmiş ürünlerin üretildiği metottur. Klozet kapakları, palet taşıyıcıları, oyuncak araba tekerlekleri gibi mamullerin üretiminde kullanılmaktadır.
- Werzalith metodu: İngiltere’de Formwood, Japonya’da Molpar, ülkemizde Werzalith adı altında masa tablası, tezgah üstü, balkon korkulukları, pencere panjurları vb. ürünlerde istenilen formda ve kaplanmış olarak üretilen levhalardır (Göker, 2000).

2.2.1.10. Yüzey kaplama malzemesine göre yonga levha türleri

- Sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levhalar,
- Ağaç kaplamaları ile kaplanmış yonga levhalar,
- Kaplanmamış yonga levhalar (Göker, 2000).

2.2.2. Yatay preslenmiş yonga levha üretim tekniği

Mobilya üretim sektöründe en çok 0.590-0.800 g/cm³ (orta) yoğunluktaki yatay preslenmiş yonga levhalar kullanılmaktadır (Göker, 2000).

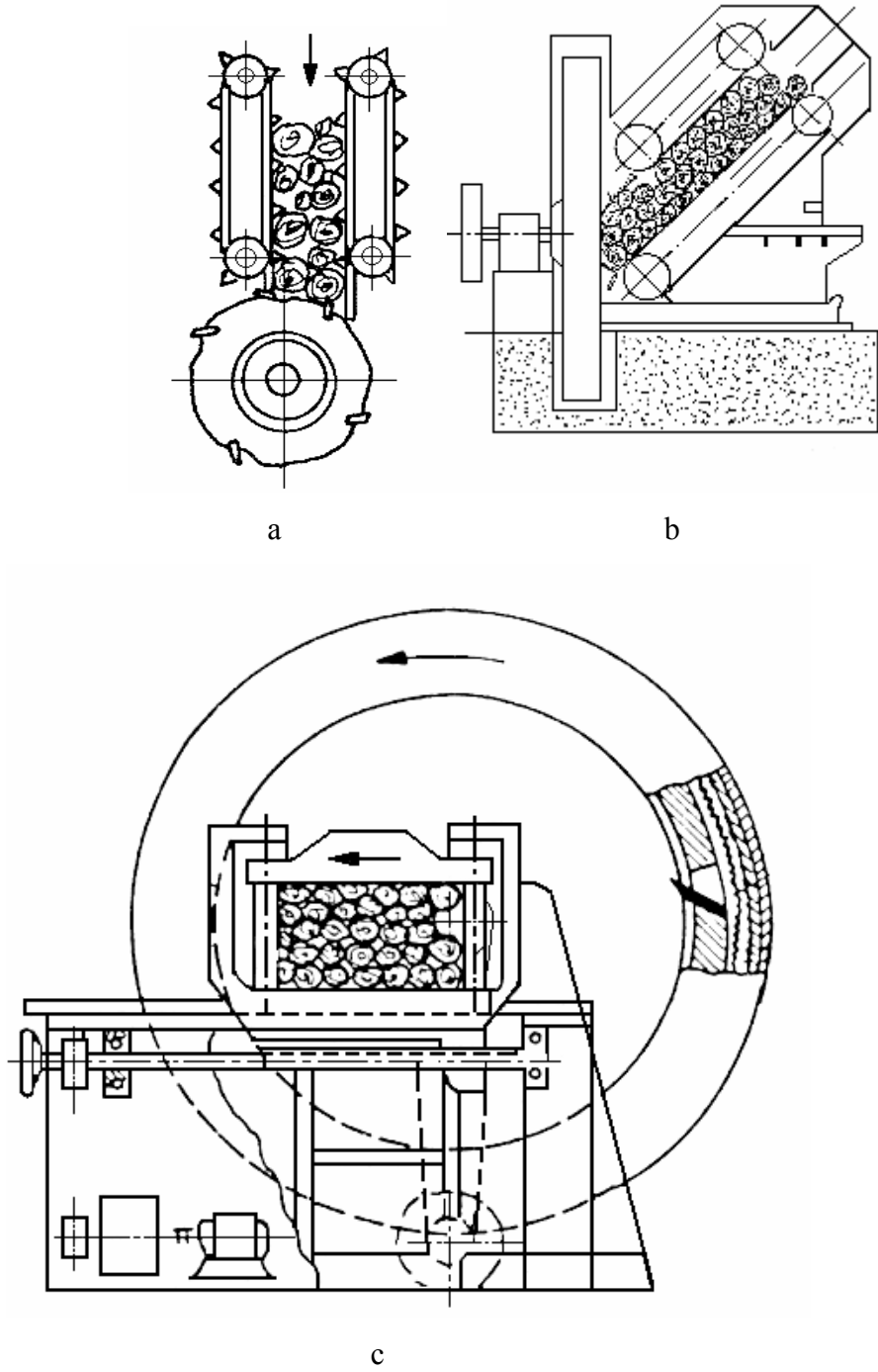
2.2.2.1.Yonga hazırlama

Yonga levha üretiminde kullanılan yongaların boyutları ve geometrisi, levha özelliklerini önemli derecede etkileyen faktörlerdir. Bu yüzden yongaların uygun boyutlarda hazırlanması büyük önem taşır. Levhaların dış ve orta tabakalarında kullanılan yongaların büyüklük ve biçimleri de farklıdır. Bu farklılıklardan dolayı tabakalar ayrı ayrı hazırlanmalıdır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların ince, homojen bir yapıya sahip olması gerektiğinden daha çok kaliteli odun türlerinden elde edilirler. Orta tabakalarda kullanılacak yongalar ise daha kalın olduklarından, nispeten daha düşük kalitede odunlardan hazırlanabilirler (Bozkurt ve Göker,1985).

Yongalar kesme, kırma veya ezme yöntemleri ile elde edilir. Yongaların kalitesi genel olarak levha kalitesini de etkilediği için, kesme şeklinde üretilen yongalar dış tabakalarda, kırma şeklinde üretilen yongalar orta tabakalarda kullanılırlar. Yonga hazırlama iki sistemle yapılır. Birincisinde kaba yongalar elde edildikten sonra değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde işlenilerek kullanma uygun hale getirilir. İkinci yöntemde yuvarlak odunlardan, levha yapımına uygun uzunluk ve kalınlıkta fakat geniş yongalar edilir. Bu yongalama türüne normal yongalama denir. İstendiği takdirde bu yongalarda değirmenlerde ufalanarak kullanılır (Bozkurt ve Göker,1985).

Yongalama işlemi için odunların rutubeti % 30-60 arasında olmalıdır. Rutubet % 30'un altına düştüğünde geniş yüzeyli yonga oranının azaldığı, küçük yüzeyli yonga oranının arttığı yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Rutubet miktarı % 60'ı geçtiğinde ise elde edilen yongaların yüzeyleri liflenerek tutkallamada sorunlara yol açmakta, dolayısı ile elde edilecek levhaların direnç özelliklerinde azalma meydana gelecektir (Bozkurt ve Göker,1985).

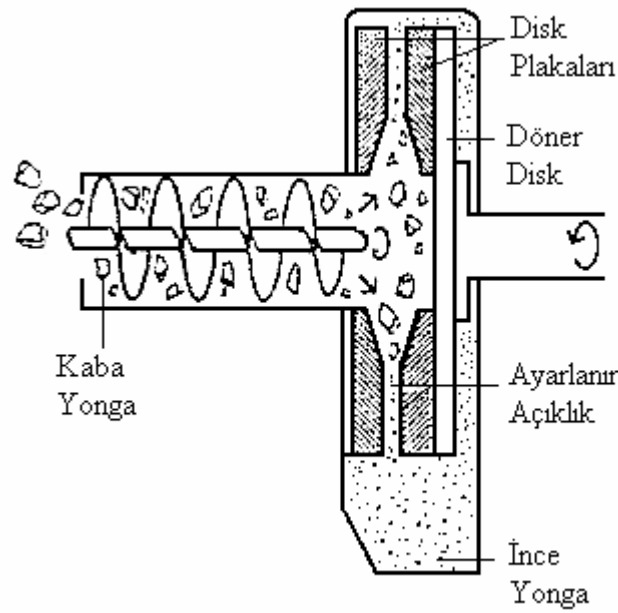
Yongalama işleminde çok değişik türde yongalama makineleri kullanılmaktadır. Şekil 2.5.'de değişik yongalama makineleri görülmektedir. En çok kullanılanlar, diskli veya silindirli yongalama makineleridir (Bozkurt ve Göker,1985).



Şekil 2.5. Çeşitli tip yongalama makineleri: a) Silindirli, b) Diskli-eğik beslemeli, c) Santrifüjlü (Burdurlu, 1994)

Kaba yongalama makineleri en çok odun endüstri artıklarının yongalanmasında kullanılır. Bu makineden elde edilen yongaların boyları 10-60

mm. arasında değişir. Bu makinelerden çıkan yongalar, diskli veya elekli değirmenlerden geçirilerek levha üretimine uygun boyutlara getirilirler. Şekil 2.6.'da diskli bir değirmen görülmektedir. Kaliteli yonga levha üretimi için elde edilen yongaların iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması gereklidir. Bu yüzden dış tabakalarda kullanılacak yonga kalınlıkları 0.15-0.25 mm, orta tabakalarda kullanılacak yonga kalınlıkları 0.3-0.5 mm arasında olmalıdır. (Bozkurt ve Göker,1985).



Şekil 2.6. Diskli değirmen eşitleri (Haygreen ve Bowyer, 1985)

2.2.2.2. Yongaların kurutulması

Yonga levha üretiminin en önemli aşamalarından birisi yongaların kurutulmasıdır. Hazır hale gelen yongalarda rutubet miktarı % 10- 200 oranında değişebilir. Yongaların bu rutubet oranlarında kullanılması, elde edilecek yonga levha kalitesini olumsuz olarak etkiler. Bu yüzden yonga levha içerisindeki yongaların rutubet miktarı homojen bir yapıda olmalıdır. Presten çıkan yonga

levhanın rutubetine bağlı olarak yongaların % 3-6 rutubete kadar kurutulması gerekmektedir (Bozkurt ve Goker,1985).

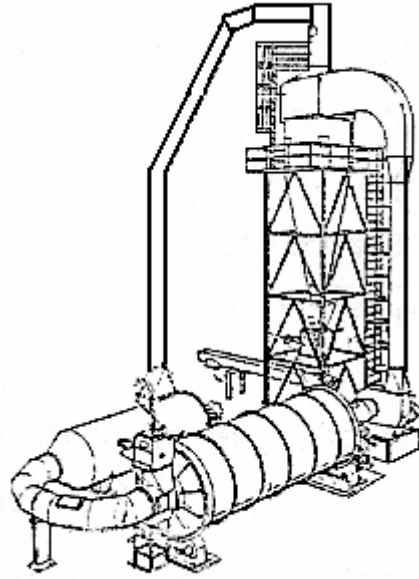
Presleme tekniği açısından dış ve orta tabakalardaki yongaların rutubet oranları farklı olmalıdır. Dış tabakalar sıcak pres yüzeyi ile doğrudan temas edeceğinden rutubet miktarı daha fazla olmalıdır. Böylelikle presleme esnasında dış tabakadaki su hızla buharlaşırken, bu buharlaşma ısının orta tabakaya transferini kolaylaştırır ve dış tabaka yongaları plastikleşerek, düzgün kapalı bir yüzey elde edilir. Sıcak buhar etkisi ile direnci azalan dış tabaka yongaları daha iyi sıkışarak yoğunluğu buna bağlı olarak eğilme direnci artar. Dış tabaka rutubetinin fazla oluşu presleme süresini uzatmaz, aksine ısı transferi kolaylaşacağından süre kısalır (Bozkurt ve Goker,1985).

Yongaların kurutulma süreleri: yonga boyutlarına, ağaç türlerine, özgül ağırlıklarına, yongaların başlangıç rutubet miktarlarına bağlıdır. Ayrıca kurutma makinelerinin çalışma sisteminin de kurutma süresine büyük etkisi vardır. Kurutma makinelerinde ısı transferi doğrudan temas, konveksiyon veya radyasyon yolu ile olabilir. Çok değişik tipte kurutma makinesi mevcuttur.

En nemlileri:

- Döner silindirli kurutucular,
- Çok bantlı kurutucular,
- Kontak kurutucular,
- Tribnl kurutucular,
- Yanık gaz kullanılan kurutucular,
- Süspansiyon tipi kurutucular (Bozkurt ve Goker,1985).

şekil 2.7.'de döner silindirli kurutma makinesi görülmektedir.



Şekil 2.7. Döner silindirli kurutma makinesi (Akbulut, 2000)

2.2.2.3. Yongaların sınıflandırılması

Yongalama makineleri ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlarda yonga üretimi yapılamamaktadır. Değişik boyutlarda elde edilen yongalar karışık halde yonga levha üretiminde kullanılırsa yüzey düzgünlüğü bozulur ve porozite artar. Çok kaba yongalar orta kısımda toplanarak, levha kenarlarının kaplanmasını olumsuz yönde etkiler. Ayrıca çok küçük veya toz halindeki parçacıkların elimine edilmeden kullanılması durumunda bu parçacıklar çok fazla tutkal absorbe edeceğinden dolayı, yonga levhanın mekanik ve fiziksel dirençlerini düşürürler. Bu nedenle yonga boyutlarında bir sınıflandırmaya gitmek zorunluluk haline gelir. Sınıflandırma genellikle kurumadan sonra yapılır. Kurutulmadan sınıflandırmaya çalışıldığında, ince yongalar kaba yongalara yapışarak sınıflandırmanın gerektiği gibi yapılamamasına neden olur. Sınıflandırma, mekanik elekler veya pnömatik makinelerle yapılır. Günümüzde yongalar çoğunlukla pnömatik havalandırma sistemleri ile süspansiyon, püskürtme, ve rüzgarla sınıflandırma olmak üzere üç değişik şekilde sınıflandırılır (Bozkurt ve Göker,1985).

Sınıflandırma tamamlandıktan sonra çok ince, toz halindeki yongalar elimine edilir. Çok kaba yongalar tekrar ufalanmak üzere diskli veya elekli değirmenlere

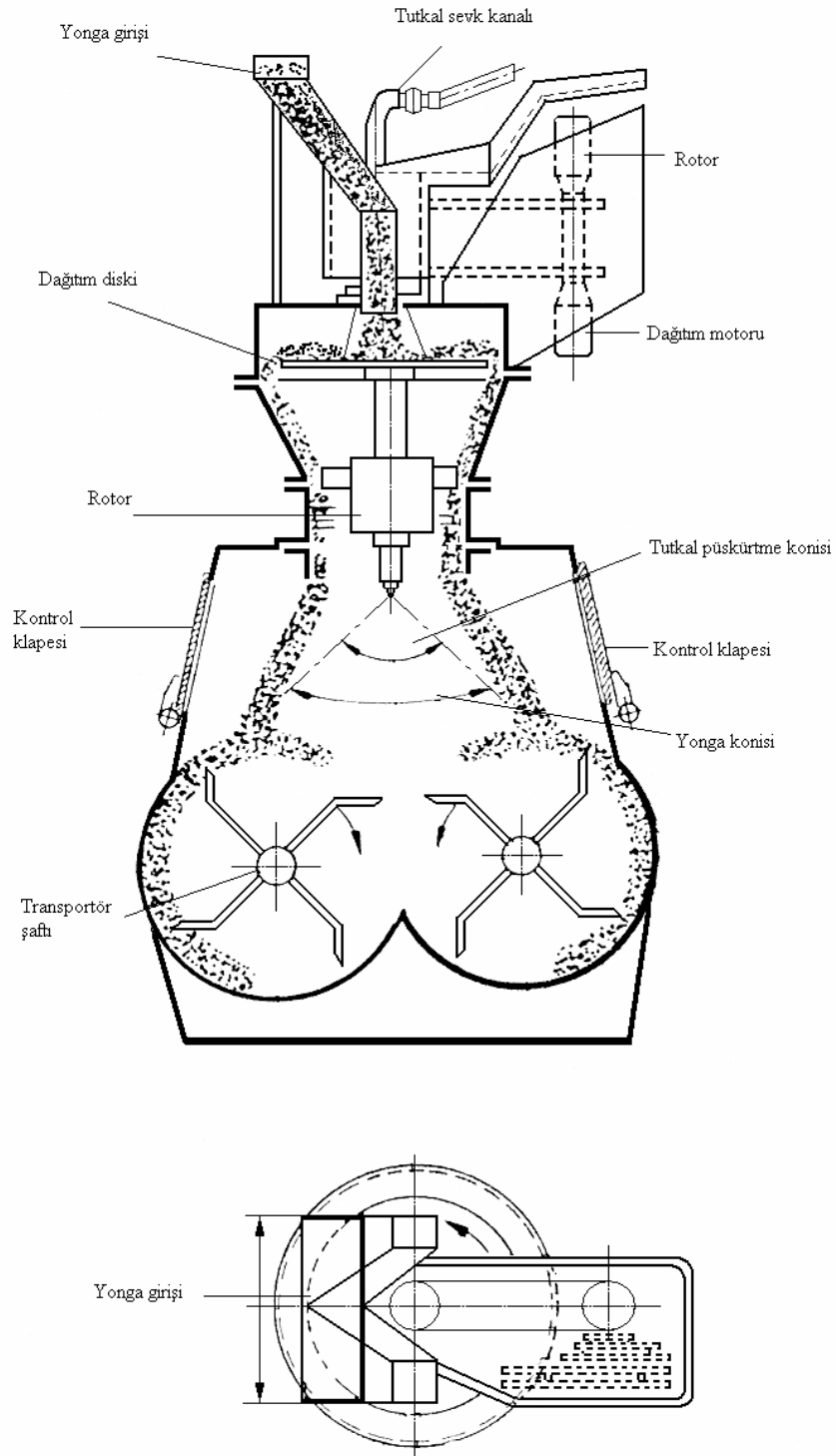
geri gönderilir. Geriye kalan yongalar en az ikiye ayrılarak; ince yongalar levhanın dış tabakalarında, kaba yongalar orta tabakalarda kullanılmak üzere ayrı ayrı depolanır (Akbulut, 2000).

2.2.2.4. Yongaların tutkallanması ve katkı maddelerinin eklenmesi

Yonga levha üretiminde yongaların tutkallanması, yonga levhanın mekanik ve fiziksel direnç özelliklerini doğrudan etkilediği için önemli bir husustur. Tutkalın olabildiğince homojen bir şekilde, bütün yonga yüzeyini kaplaması, elde edilen yonga levhanın direnç özelliklerini artırır. Kullanılan tutkal miktarı da, levha direnç özelliklerine etki eden bir diğer etmendir. Yongaların tutkallanmasında kullanılacak tutkal miktarı yonga ağırlığının % 4-12' si arasında değişir. Dış tabakalarda kullanılan yongalar, orta tabakalarda kullanılan yongalara göre daha ince olduklarından spesifik yüzey alanları daha fazladır. Dolayısıyla dış tabakalarda kullanılacak tutkal miktarı da daha fazla olacaktır (Akbulut, 2000).

Katkı maddelerinden serleştirci ve parafin, tutkal karıştırma makinelerinde tutkala ilave edilirler. Koruyucu ve yanmayı geciktirici diğer katkı maddeleri ise bazen tutkal karıştırma makinelerinde tutkala veya üretim hattının bir başka yerinde tutkal-yonga karıştırıcısına ilave edilirler (Akbulut, 2000).

Tutkallamanın homojen şekilde yapılabilmesi için değişik sistemler geliştirilmiş olmasına karşın en uygun sistem noktasal tutkallamadır. Bunun için havalı girdaplı enjektörler veya yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörlere sahip bulunan makineler kullanılmaktadır. Şekil 2.8.'de bir tutkallama makinesi görülmektedir. Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama makinelerinin içinde yongalara çeşitli hareketler verilir veya homojenleştirme depolarında dış ve orta tabakada kullanılacak yongalar ayrı ayrı karıştırılır (Nemli, 2000).



Şekil 2.8. Tutkallama makinesi (Bozkurt ve Göker, 1985)

2.2.2.5. Yonga taslağının oluşturulması (serme)

Tutkallama makinelerinden çıkan yonga levhaların homojen bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazır hale getirilmesi yonga levha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminin uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek bir hata, levhanın fiziksel özelliklerin ve özellikle özgül ağırlığının değişmesine, buna bağlı olarak da uygun preslemenin yapılamamasına neden olacaktır. Özgül ağırlıktaki değişiklikler; levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine neden olmakla birlikte, bundan daha çok çarpılma ve eğrilmeler meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Serme işleminde amaç mümkün olduğunca üniform bir taslak elde etmektir. Yonga levhalarda özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır (Bozkurt ve Göker,1985).

Tek tabakalı homojen levhalarda yongaların serme işlemi, ince ve kaba yongaların karışık olarak serilmesi şeklinde olmaktadır. Çok katlı veya katları belirsiz levhalarda ise ayrılmış yonga büyüklüklerini koruma açısından uygun serme başlıkları kullanılmaktadır. İnce ve kaba yongalar; ağırlık, hacim ve hacim-ağırlık olmak üzere üç değişik esasa göre dozajlanır. En iyi ve en çok kullanılan dozajlama yöntemi hacim-ağırlık esasına göre yapılan yöntemdir (Akbulut, 2000).

Yongaların serilmesinde değişik sistemlerle çalışan bir çok makine geliştirilmiştir. Genel olarak serme makineleri üç sisteme göre çalışırlar:

- Dökme sistemi: Novapan olarak bilinen bu sistemde, üç tabakalı bir levha için en az üç serme başlığı kullanılır. Bunlardan ikisi dış tabakalarda, diğeri orta tabakada kullanılacak olan yongaların serilmesinde kullanılır.
- Rüzgarlama sistemi: Düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek çalışan bu sistemde; ağırlığı fazla olan yongalar daha yakına, az olanlar ise daha uzağa olmak üzere, serme başlıklarının altında bulunan sonsuz banda veya transport saçlarına düşürülürler. Bu şekilde taslağın enine kesitinde, taslağın ortasına kadar inceden kalına doğru kademesiz bir geçiş sağlanır. Taslağın diğer yanın oluşması için de birincinin aksi yönde hava püskürtülerek taslak tamamlanır. Bison sistemi olarak da bilinmektedir.

- Savurma sistemi: Bu sistemde de yongalar Bison sistemine benzer şekilde bant üzerine düşmektedirler, fakat burada hava yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması söz konusudur. Yongalar kinetik enerjilerine göre az veya çok yol alarak, bant üzerine düşerler (Bozkurt ve Göker,1985).

Serme işlemi bittikten sonra levha taslağının prese taşımının sarsıntısız bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Aksi takdirde ince yongalar aşağı doğru kayarak alt tarafta kalan dış tabakada toplanır; levha simetrisini bozar ve bu da levha dirençlerini etkilemektedir (Bozkurt ve Göker,1985).

2.2.2.6. Yonga levhaların preslenmesi

Yonga levha fabrikalarında iki presleme esasına göre presleme yapılmaktadır. Yatık preslenmiş levhalarda yongaların uzunlukları levha yüzeyine paralel, dikey preslenmiş levhalarda ise yonga uzunlukları levha yüzeyine dik şekilde yerleştirilmiştir. Bu çalışmada yatay preslenmiş levhalar kullanıldığından dolayı burada yatay presleme sistemleri anlatılmıştır.

Yonga levhaların presleme aşaması ön presleme (soğuk) ve sıcak presleme olarak iki kısım da olur (Akbulut, 2000).

2.2.2.6.1. Ön presleme (soğuk pres)

Serme işleminde keçe oluşturulurken kenarların düzgün bir şekilde olması ve böylelikle kenar alma işlemlerinde fire oranının azaltılması için şekillendirme kalıpları içerisine serilen yonga keçesinin, ön preslerde sıkıştırılmaları gerekmektedir. Böylelikle; dış ve orta tabakalarda bulunan yongalar birbirleriyle daha iyi kenetlenir ve ince yongaların sarsıntı sonucu kayması önlenmiş olur. Yine ön presleme sayesinde sıcak preslerde pres plakalarının fazla açılması önlendiğinden, ısı ve pres kapanma süresinden tasarruf edilmiş olur. Ön presleme, serme işleminde keçe üzerinde meyilli bir şekilde duran yongaların düzeltilmesini sağladığından, bu meyilli duruşun sıcak preslere zarar vermemesini sağlar (Akbulut, 2000).

Yonga levha taslağı ön preslemeye tabi tutulmadan, doğrudan sıcak preslemeye alındığında, levha düzgünlüğünü sağlayan küçük boyutlu yongalar

uçuşarak yer değiştirirler. Bunun sonucunda üretilen yonga levhaların yüzey düzgünlüğü bozulur. Ön preslerde basıncın 15-20 kg/cm² olması gerekmektedir. Basıncı yükseltildiği taktirde levhanın direnç özelliklerinde azalmalar görölür. Ön presler tek açıklıklı, hidrolik preslerden oluşabildiği gibi, basınçlı silindirlerden oluşan ön presler de vardır. Fasilalı ve fasılasız olarak çalışırlar (Bozkurt ve Göker,1985).

2.2.2.6.2. Sıcak presleme

Yonga levha taslağı, levha özelliğini ancak sıcak preslerde preslendikten sonra kazanır. Yonga levhaların sıcak preslerde preslenmesine etki eden faktörler; yonga karışımı, pres sıcaklığı, pres basıncı, kimyasal olaylar ve pres süresidir. Presleme esnasında yonga levha taslağı, istenen kalınlığa kadar basınç altında sıkıştırılır. Sıcaklık ve basıncın etkisiyle yongalar plastikleşerek, sertleşen tutkalla birlikte stabil bir malzeme haline gelir (Bozkurt ve Göker,1985).

Sıcak presler fasılalı ve fasılasız olmak üzere iki sistemle çalışırlar. Fasılasız preslerde taslak sonsuz bir bant şeklinde üretilebilir. Fasilalı presler klasik preslerdir. Bunlarda üretim levha şeklindedir. Tek katlı veya çok katlı olanları vardır. Çok katlılarda pres katı sayısı 2-22 arasında değişir. Pres sacı kullanılan sistemlerde yonga levha taslakları prese metal saclar, elektrikli bantlar veya çelik bantlarla taşınırlar. Levhalar prese yerleştikten sonra taşıyıcı bantlar istasyonlarına geri dönerler. Pres sacı kullanılmayan sistemlerde ise yonga levha taslakları prese sonsuz bant üzerinde taşınırlar (Akbulut, 2000).

Fasilalı preslerde basınç hidrolik olarak sağlanır. Uygulanan basınç, levha kalınlığına,özgül ağırlığına göre yaklaşık 20-35 kp/cm²'dir. Pres sıcaklığı, kullanılan tutkal türü ve levha kalınlığına bağlı olarak 150-220 °C arasında değişmektedir. Pres plakaları genellikle sıcak su veya son zamanlarda sık kullanılan kızgın yağlarla ısıtılır. Su buharı ile ısıtma yapılabilse de sık kullanılan bir yöntem değildir. Presleme süresi tutkalın çeşidine ve levha kalınlığına göre 3-7 dakika arasında değişir (Özen, 1980).

Presin kapanma süresi (Pres plakalarının, yonga levha taslağını nihai levha kalınlığına kadar sıkıştırmasına kadar geçen süre) elde edilecek yonga levha direnç özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Bu sürenin kısa olması dış tabakaların

yoğunluğunun yüksek, orta tabaka yoğunluğunun nispeten düşük olmasını sağlar. Presleme süresine bağlı olarak, pres basıncı ile levhanın dış ve orta tabakaları arasındaki sıcaklık ile yoğunluk farkları yüzey düzgünlüğü ve eğilme direncini arttırmakta, fakat yüzeye dik çekme direncini azaltmaktadır. Spesifik basıncın, ya da presleme süresinin yetersiz olması levhaların patlamasına neden olur (Özen, 1980).

2.2.2.7. Finisaj işlemleri

Preslemeden önce ve presleme sırasında yapılan işlemler elde edilecek yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin standartlara uygun olmasını sağlarlar da, bu özelliklerin korunması ve düzeltilmesi için preslemeden sonra da bir çok işlem yapmak gereklidir (Bozkurt ve Göker,1985).

2.2.2.7.1. Levhaların klimatize edilmesi

Presten çıkan yonga levhalar birkaç günden on beş güne kadar değişen bir süre palet üzerinde bekletilir. Sertleşme ve kondisyonlama şeklinde ifade edilen, kimyasal ve fiziksel değişmelerin yaşandığı bu süre içinde levhaların rutubet miktarı dengeleri oluşur. Bu bekleme süresince, özellikle üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış levhalar, rutubet etkisiyle bozulmamaları için üst üste istiflenmezler. Eğer üst üste istifleme yapılırsa levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinde % 40'a varan azalmalar olur (Bozkurt ve Göker,1985).

Ayrıca presten çıkan yonga levhaların dış tabakalarındaki sıcaklık, pres plakalarındaki sıcaklıkla aynı olmasına karşın orta tabakadaki sıcaklık 100°C' nin biraz üzerinde bulunur. Soğuma sırasında dış tabakalar hızla soğurken orta tabaka daha yavaş soğur. Bunun sonucunda kuru olan dış tabaka atmosfer ve orta tabakadan rutubet alarak genişlerken, rutubetli olan orta tabaka rutubetini dış tabakalara vererek daralır. Bu nedenle oluşan iç gerilim levhanın deforme olmasına neden olur. Bütün bu sakıncaları ortadan kaldırmak için en uygun yöntem, presten çıkan yonga levhaların klima odalarında çok yavaş soğutulmalarıdır (Bozkurt ve Göker,1985).

2.2.2.7.2. Boyutlandırma

Yonga levhalar soğutulduktan sonra daire testere makineleriyle belirli standartlara uygun boyutlara getirilir (Akbulut, 2000).

2.2.2.7.3. Zımparalama

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, doğrudan kullanıma hazır değildirler. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için genellikle 2-4 silindirli zımparalama makineleri ile zımparalanırlar. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra levha tek geçişte her iki yüzü de zımparalanmış olarak çıkar (Bozkurt ve Göker,1985).

2.2.2.7.4. Sınıflandırma ve depolama

Presten çıktıktan veya zımparalama işleminden önce kalınlıkları ölçülen yonga levhaların ölçüleri kalınlıklarına yazılır. Kalınlık sapmaları ± 0.3 mm' den fazla olanlar ikinci sınıf olarak işlem görürler. Zımparalamadan sonra sadece yüzey görünümlerine göre sınıflara ayrılarak, düz bir altlığın üzerine üst üste istiflenirler ve belli sayıda bandajlanarak satılırlar (Bozkurt ve Göker,1985).

2.3. Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları

- TS EN 326-1 Ahşap Esaslı Levhalar- Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi:

Bu standart, ahşap esaslı levhaların özellikleri hakkında bilgi elde etmek için deney numunelerinin seçimi, kesimi, deney sonuçlarının gösterilmesinde bazı kuralları kapsar (Anonim 6, 1999).

- TS EN 326-3 Ahşap Esaslı Levhalar - Numune Alma, Kesme ve Muayene Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi :

Bu standart, sevkiyatı yapılan levhaların, tedarikçiler tarafından belgelendirilen özelliklerinin talep edilen değerlere uygunluğunu veya sözleşmede

belirtilmiş olan bir ya da daha fazla özelliğinin standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır (Anonim 7, 1999).

- TS EN 312-1 Yonga Levhalar – Özellikler – Bölüm 1 : Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler:

Bu standart, kaplanmamış yonga levhaların bütün tiplerinin bazı özellikleri ile ilgili şartları kapsar (Anonim 8, 1999).

- TS EN 312-3 Yonga Levhalar – Özellikler – Bölüm 3 : Kuru Şartlarda, Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri :

Bu standart, kuru şartlarda (Havadaki rutubet oranının yılın yalnızca birkaç haftasında % 65'i geçtiği ve sıcaklığın 20 °C olduğu bir ortam), kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) yonga levhaların özelliklerini kapsar (Anonim 9, 1999).

- TS EN 322 Ahşap Esaslı Levhalar – Rutubet Miktarının Tayini :

Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçasının, rutubet miktarı tayini metodunu kapsar. Rutubet miktarının, deney parçasından numune alındıktan hemen sonra tartılan kütlesi ile, (103 ± 3) °C.'de değişmez kütleye kadar kurutulduktan sonra tartılan kütlesi arasındaki farkın, kurutulduktan sonraki kütleye oranının yüzde olarak hesaplanmasıdır (Anonim 10, 1999).

- TS EN 323 Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlığının Tayini :

Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu kapsar.

Birim hacim ağırlığı; her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır (Anonim 11, 1999).

- TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar – Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülü Tayini:

Bu standart, anma kalınlığı 3 mm.' ye eşit ve 3 mm.' den daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin

edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilir.

Elastikiyet modülü, kuvvet (yük)-sehim diyagramının doğru oranlılık bölgesi içerisinde kalmak kaydıyla deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilir (Anonim 12, 1999).

- TS EN 317 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini :

Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su emme ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodunu kapsar (Anonim 13, 1999).

- TS EN 319 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini :

Bu standart, yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini metodunu kapsar.

Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, uniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir (Anonim 14, 1999).

- TS EN 320 Lif levhalar – Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini :

Türk Standartları Enstitüsü'nün yonga levhaların vida tutma kabiliyetinin ölçülmesine dair bir standardı olmadığından dolayı lif levhalarla ilgili bu standart esaslarına göre yonga levha deneyleri yapılmıştır.

Bu standart, lif levhaların vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini metodunu kapsar.

Deney parçasının yüzey ve kenarlarından, belirlenen bir vidanın çekilmesi için gereken kuvvet ölçülerek, vida tutma kabiliyeti tayin edilir (Anonim 15, 1999).

2.4. Yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri ile ilgili yapılmış çalışmalar

Endüstriyel yonga levhaların bazı özelliklerinin varyasyonu üzerine yapılan çalışmada, Cassens vd (1994), mutfak dolabı üretiminde kullanılan, 7 farklı üretici tarafından üretilen 3/8 inç (yaklaşık 10 mm) kalınlığındaki yonga levhaları elastikiyet modülü, maksimum eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yüzey yapışma direnci, vida çekme direnci, yoğunluk ve nem oranı testlerine tabi tutmuşlardır. Bütün üretici firmalar; elastikiyet modülü, maksimum eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci için ANSI'nin (American National Standards Institute) 1-M-1 yonga levha standardına uygun olduğunu, ancak sadece 5 üreticinin 1-M-2 kalite standardına uyduğunu tespit etmişlerdir. Diğer tüm özellikler için belirgin şekilde varyasyonlar gözlenmiştir. Örneğin, elastikiyet modülü en iyi ile en kötü arasında % 37 farklılık göstermiştir.

Mobilyada kullanılan odun kompozitlerinin tasarım gerilmeleri ve yorulma ömürleri ile ilgili bir çalışmada, MDF (Medium Density Fiberboard), OSB (Oriented strandboard) ve yonga levha kirişler kılıçlamasına test edilmiştir. Yüklemeler maksimum eğilme direncinin belirli oranları kadar gerilme düzeylerinde yapılmıştır. Beklenildiği gibi yorulma ömrü, stres seviyesi yükseldikçe azalmıştır. Bu çalışma sonucunda kompozit malzemelerin tasarım gerilmelerinin, farklı yükleme durumlarındaki yorulma dayanımı göz önüne alınarak hesaplanması gerektiği sonucuna varılmıştır (Bao ve Eckelman, 1995).

Diğer bir çalışmada yonga levha yapımında karışık tür odun kullanımının, kalınlığına şişmedeki varyasyonu arttırdığı, ancak elastikiyet modülü, maksimum eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci varyasyonunun tek tür odundan üretilen yonga levhalardan daha az olduğu saptanmıştır (Xu ve Suchsland, 1998).

Xu ve Suchsland (1999), benzer bir çalışmada tek tür ve karışık odunlardan elde edilen yonga levhaların panel içi değişkenlik ve bazı özelliklerinin karşılaştırılmasını incelemişlerdir. Panel içi yoğunluk, elastikiyet modülü, maksimum eğilme direnci ve yüzeye dik çekme farklılıkları test edilmiş ve karışık tür odundan elde edilen levhaların özelliklerinin standart sapmaları, tek tür

odundan elde edilen levhalardan daha az veya eşit çıkmıştır. Buradan, tek tür ağaç kullanmanın yonga levha üretiminde önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Nemli ve diğerlerinin (2004) yaptığı çalışmada, yonga levha yapımında kullanılan kusursuz odun, kısmen çürük odun, dal odunu ve kabuğun farklı oranlarda karıştırıldığı panellerden elde edilen örnekler elastikiyet modülü, eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci ve kalınlığına şişme testleri yapılmış, sonuç olarak kusursuz odundan üretilen panellerden elde edilen örneklerin mekanik özellikleri en yüksek çıkmıştır. Bunun yanında dal odunundan elde edilen panellerin örnekleri en düşük mekanik direnci vermiştir. Benzer şekilde dal odunundan elde edilen panellerin kalınlığına şişmesi diğerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Çalışma sonucunda genel anlamda, dal odunu ve kabuk oranının test edilen tüm özellikler üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Wu ve Vlosky (2000), mobilya üreticileri ile yaptıkları anket sonucunda yonga levha kullanımının temel sebebinin ekonomik oluşu olduğunu, tercih edilmeme sebebinin ise kullanıcıların masif mobilya tercihleri olduğunu tespit etmişlerdir.

Güney ABD’de mobilya endüstrisinde kullanılan ana hammaddeler üzerine yapılan diğer bir çalışmada Vlosky ve Wu (2001), yonga levha ve orta yoğunluktaki lif levhaların (MDF) mobilya sektöründe kullanılan temel malzeme olduğunu tespit etmişlerdir.

Efe (1998), bir çalışmasında lif ve yonga levhalar ile oluşturulan “L” tipi kavelalı köşe birleştirmelerde farklı sayıda kavela dizisinin basma ve çekme dirençlerini araştırmıştır. Çıkan sonuçlara göre lif levhaların, yonga levhalara üstün olduğu belirlenmiştir.

Efe ve diğerleri (2002), yonga ve lif levhadan hazırlanmış kutu konstrüksiyonlu mobilyaların kavelalı köşe birleştirmelerinde, tutkal çeşidinin basınç direncine etkilerini araştırmışlar; lif levhaların yonga levhalara üstünlük sağladığını, tutkal çeşitlerinden de en iyi sonucu polivinilasetat tutkalının verdiğini tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Yonga levhalar ve özellikleri

Yonga levha; genellikle lignoselülozik hammaddelerden elde edilen yonga veya küçük parçacıkların, sentetik bir reçine veya uygun yapıştırıcılar yardımı ile, ısı ve basınç altında, geniş ve büyük yüzeyli levhalar haline getirilmesi ile oluşan, gerek bina yapımında gerekse mobilya imalatında kullanılan kompozit bir malzemedir (Göker, 2000).

Yonga levhaların aynı ebatlı masif malzemeye göre üstünlüklerini şöyle sıralanabilir:

- Ağaca göre çalışması en az seviyededir.
- İstenilen büyüklük ve kalınlıkta tablalar elde etmek mümkündür.
- Yüzeyleri kaplanmak suretiyle değerli ağaç görünümü verilebilir.
- İşlemesi kolay, fire oranı çok az ve ekonomiktir.
- Üretimi aşamasında yongaların boyutu ve pozisyonu istenilen şekilde yönlendirilerek levhaların istenilen yönde dayanımı artırılabilir.

Bu çalışmada; genel amaçlar için üretilmiş, yatay preslenmiş yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin, Türk Standartları Enstitüsü'nce belirlenmiş standartlara uygun olup olmadığı araştırılmıştır.

Bu amaçla, piyasadan tesadüfi örnekleme metodu ile üç değişik firmadan üçer adet, ilgili standarda uygun üretilmiş, 18 mm kalınlıkta, 366x183 cm boyutlarında yonga levha temin edilmiştir (Anonim 9, 1999).

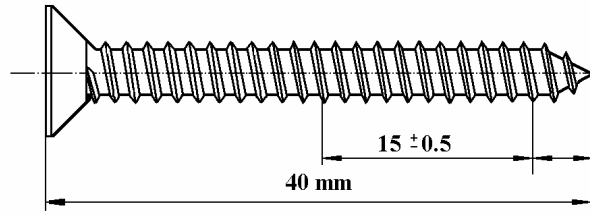
3.1.2. Bağlantı elemanı (Vida)

Belirli bir açıda birbirlerini kesen silindir üzerindeki helis yüzeylerin meydana getirdiği geometrik şekillere vida denilmektedir (Efe, 1994).

Vidalar; çelik, pirinç, bakır, bronz, alüminyum, kadmiyum vb. metallere yapılan bağlantı elemanlarıdır. Spiral bağlama etkileri nedeniyle çivilere göre daha fazla direnç gösterirler. Gerektiğinde kolaylıkla sökülüp takılabilme özelliği ve yüksek bağlama gücünden dolayı, bir çok endüstri alanında olduğu gibi mobilya endüstrisinde de geniş bir kullanım alanına sahiptirler (Kasal, 2004).

Vidalar XVII. yüzyıl başlarından itibaren çeşitli mobilya konstrüksiyonlarında kullanılmaktadır. İlk zamanlarda açılıp kapanan masaların menteşelerinde çok kullanılmıştır (Eckelman, 1991). Günümüzde her türlü metal aksamı mobilyaya bağlamak amacı ile yaygın bir şekilde kullanılmalarının yanı sıra, yük taşıyan birleştirme yerlerinde kavela, çivi gibi materyallerin yerine veya bunlarla beraber kullanılmaktadır. Özellikle döşemeli mobilyaların iskelet konstrüksiyonunda ağır yüklere maruz, bağlantı noktalarında kullanımları artış göstermektedir (Eckelman ve Erdil, 1999).

Bu çalışmada yapılan denemelerde; mobilya endüstrisinde, özellikle odun kompoziti levhalardan üretilen mobilya birleştirmelerinde, bağlantı elemanı olarak tercih edilen ilgili standarda uygun, yıldız başlı 4 mm çapında ve 40 mm boyunda vidalar kullanılmıştır. Kullanılan vidaların bir örneği temsili olarak Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan 4 x 40 mm vida örneği

3.2. Metot

3.2.1. Deneylerde kullanılan materyalin gerekli fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Mobilya üretim mühendislerinin, mühendislik kurallarına uygun bir mobilya veya mobilyada kullanılacak bir birleştirmenin tasarımını yapıp, analiz edebilmesi için, önce o mobilya veya birleştirmede kullanılacak malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerini bilmesi gereklidir (Kasal, 2004).

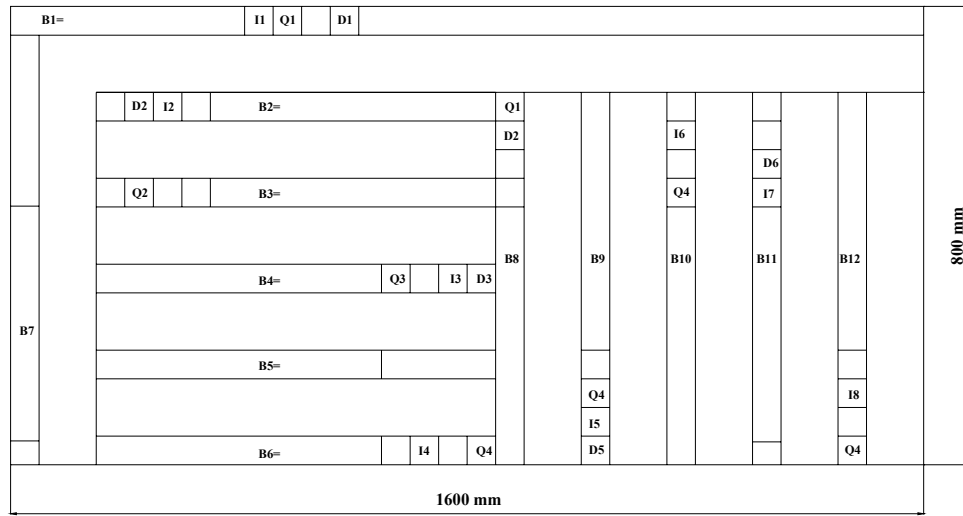
Fiziksel özellikler; malzemelerin iç yapıları ile ilgili, duyu organlarıyla algılanabilen, cins ve bileşenlerini etkilemeden cisimlerin durum ve hareketlerini belirlemeye veya değiştirmeye yarayan özelliklerdir. Ağaç malzemelerde fiziksel özellikler, ağırlık hacim ilişkileri, odun-su ilişkileri, iletkenlik, akustik özellikleri gibi konuları kapsar. Malzemelerin yoğunluk ve rutubet oranları gibi fiziksel özellikleri, mobilya tasarımında mukavemet açısından oldukça önemlidir (Kasal, 2004).

Mekanik özellikler; malzemelerin dışarıdan gelen yüklemelere, biçimini değiştirmeye yönelik kuvvetlere karşı gösterdiği dirençtir (Örs ve Keskin, 2001). Malzemelerin bu kuvvetlere karşı koyması, etki eden kuvvetlerin şiddetine, yönünün çeşidine ve zaman üçlüsüne bağlı olduğu kadar, yükün geldiği yüzeyin büyüklüğü şekli ve iç gerilmesine de bağlıdır. Anizotrop olan ve mekanik özellikleri çeşitli doğrultularda farklı bulunan kompozit malzemelerde kuvvetlerin etki düzeyi büyük ölçüde, özgül ağırlığına, hammadde türüne rutubet miktarına, yongalarının diziliş yönüne, kimyasal bileşimine, yüklenen kuvvetin tesir yönü ile levha yüzeyi arasındaki açıya bağlıdır (Bozkurt ve Göker, 1996).

Kompozit malzemeni maruz kalacağı yüklemeler basınç, çekme, eğme ve makaslama şeklinde olabilmektedir. Yapılan yüklemelerde; kuvvet yavaş yavaş artmak (statik yükleme) veya ani (şok yükleme) şeklinde olabileceği gibi, uzun süreli yorma şeklinde de olabilmektedir (Kasal, 2004).

Bu çalışmada; yonga levhanın rutubet oranı, yoğunluğu, levha yüzeyine dik yönde çekme dirençleri, yüzeye dik eğilme dirençleri, elastikiyet modülü değerleri, levha yüzeyine dik ve paralel yönde vida tutma dirençleri, su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişmeleri tespit edilmiştir.

Deney numuneleri üç değişik firmadan alınan üçer yonga levhadan TS EN 326-1 standardına göre istenilen sayılarda ve ölçülerde şekil 3.2’de görüldüğü gibi üretilmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirleneceği bütün deney örnekleri %65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında bir ay süre ile bekletilmişlerdir. Tüm deneyler 4 ton kapasiteli “Üniversal Test Cihazı” kullanılarak yapılmıştır (Anonim 6, 1999).



Şekil 3.2. Deney parçalarının kesim planı

3.2.1.1. Yonga levhaların rutubet miktarının belirlenmesi

Deney örneklerinin rutubet miktarlarının belirlenmesi amacıyla; TS EN 322’de belirtilen esaslara uyulmuştur (Anonim 10, 1999).

Her levhadan 4’er adet olmak üzere toplam 36 adet, kütlesi 20 gramdan fazla olan 50 x 50 x 18 mm ölçülerinde örnekler hazırlanmış ve hemen sonra 0.01 g duyarlılıktaki terazi ile tartılmıştır. Böylece örneklerin rutubetli (hava kurusu) ağırlıkları (m_H) tespit edilmiştir. Bundan sonra deney örnekleri kurutma fırınında 103 ± 3 °C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşacak şekilde kurutulmuşlardır (6 saat ara ile yapılan tartmalarda, birbirini izleyen iki tartım arasındaki kütle farkının,

deney parçası kütlelerinin % 0.1'inden fazla olmaması durumuna gelindiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir). Kurutma işleminden sonra deney örnekleri, içerisinde silika jel bulunan desikatörde soğutulmuş, yine 0.01 g hassasiyetle ve % 0.1'den fazla nem almayacak çabuklukta tekrar tartılmışlar, tam kuru ağırlıkları (m_0) belirlenmiştir (Anonim 10, 1999).

Deney örneklerinin her birinin rutubeti (M) yüzde olarak, % 0.1 yaklaşımla ve TS EN 322' de belirtilen şu formülle hesaplanmıştır:

$$M = \frac{m_H - m_0}{m_0} \times 100 \quad (\%) \quad (3.1)$$

Burada;

m_H : Örneğin kurutulmadan önceki ağırlığı,

m_0 : Örneğin kurutulduktan sonraki ağırlığı (Anonim 10, 1999).

3.2.1.2. Yonga levhaların yoğunluklarının belirlenmesi

Deney örneklerinin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla; TS EN 323' de belirtilen esaslara uyulmuştur (Anonim 11, 1999).

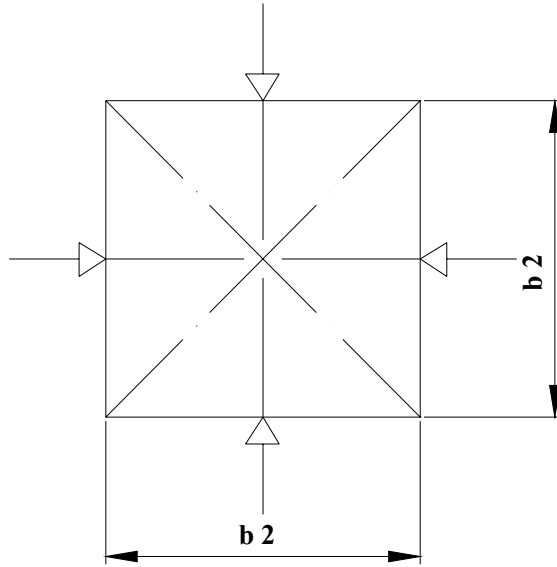
Her levhadan 6'şar adet olmak üzere toplam 54 adet 50 x 50 x 18 mm ölçülerinde örnekler hazırlanmış, sonra örnekler % 65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez kütleyle ulaşıncaya kadar kondisyonlanmıştır. 24 saat ara ile yapılan tartılarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlelerinin % 0.1'inden fazla olmaması durumuna gelindiğinde bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Kondisyonlama işlemi bittikten sonra bütün deney örnekleri 0.01 g duyarlılıktaki tartılmış, ağırlıkları (m) bulunmuştur (Anonim 11, 1999).

Her örnek parçasının boyutları TS EN 325' e göre aşağıda belirtilen şekilde ölçülmüştür:

- Ölçme aleti deney parçalarının yüzeylerine yavaş yavaş uygulanarak, deney parçalarını kalınlığı (t), 0.01 mm duyarlılıktaki dijital mikrometre

ile Şekil 3.3’de gösterilen köşegenlerin (diagonellerin) kesiştiği noktadan ölçülmüştür.

- b_1 ve b_2 kenar uzunlukları, 0.0.1 mm duyarlılıktaki dijital kumpas ile deney parçasının kenarlarına paralel ve karşılıklı iki kenarın ortasından olmak üzere, Şekil 3.3’de gösterilen iki noktadan ölçülmüştür (Anonim 17, 1999).



Şekil 3.3. Ölçme noktaları

Her deney parçasının birim hacim ağırlığı (yoğunluğu) “ δ ”, aşağıdaki formül ile hesaplanmış ve g/cm^3 olarak ifade edilmiştir.

$$\delta_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad (\text{g/cm}^3) \quad \text{ve} \quad \delta_{12} = \frac{m_{12}}{V_{12}} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (3.2)$$

Burada ;

m : Deney parçasının ağırlığı

V : Deney parçasının hacmi

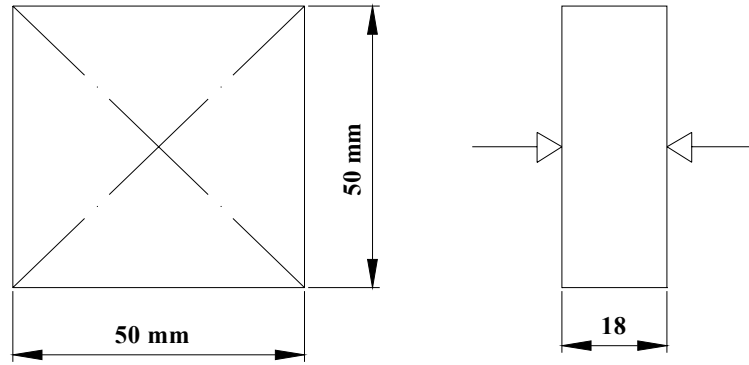
δ_0 : Tam kuru yoğunluk

δ_{12} : Hava kurusu yoğunluk

3.2.1.3. Yonga levhaların su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme miktarının belirlenmesi

Deney örneklerinin su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme miktarının belirlenmesi amacıyla; TS EN 317’de belirlenen esaslara uyulmuştur(Anonim 13, 1999).

Deney parçaları her levhadan 8 adet olmak üzere, toplam 72 adet 50 x 50 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Suyu daldırma işleminden önce kalınlıkları TS EN 325’ uygun olarak Şekil 3.4’de gösterildiği gibi köşegenlerin kesişme noktalarından 0.01 mm duyarlılıktaki dijital mikrometre ile ölçülmüştür (Anonim 17, 1999).



Şekil 3.4. Deney parçalarının kalınlık ölçme yeri

Ölçme işleminden sonra deney parçaları, birbirlerine ve su tankının tabanına ve kenarlarına değmeyecek şekilde, dikine olarak, üst kısımları su yüzeyinden yaklaşık olarak 25 ± 5 mm aşağıda kalacak şekilde, P_H değeri 7 ± 1 ve sıcaklığı 20 ± 1 °C olan su içerisine daldırılmıştır. Su içerisinde 2 saat bekleme süresinden sonra örnekler sudan çıkartılmış, suları süzildükten sonra kalınlıkları tekrar ölçülerek kaydedilmiştir (Anonim 17, 1999).

Deney örnekleri tekrar suya daldırılmadan, su tankındaki su değiştirilmiştir. Suya yeniden daldırılan parçalar, ilk daldırma işleminden 24 saat sonra sudan çıkartılmış, kalınlıkları ölçülerek kaydedilmiştir.

Her deney parçası için, kalınlığına şişme “G_t” yüzde olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (\%) \quad (3.3)$$

Burada;

t₁ : Deney parçasının suya daldırılmadan önceki kalınlığı (mm),

t₂ : Deney parçasının suya daldırılmadan sonraki kalınlığı (mm)

Bir levhanın kalınlığına şişmesi, o levhadan alınan bütün deney parçaları sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak bulunmuş, bir ondalık basamak hassasiyetinde ifade edilmiştir (Anonim 17, 1999).

3.2.1.4. Yonga levhaların eğilme dirençlerinin belirlenmesi

Deney örneklerinin yüzeye dik eğilme dirençlerinin belirlenmesi amacıyla; TS EN 310’ da belirtilen esaslara uyulmuştur (Anonim 12, 1999).

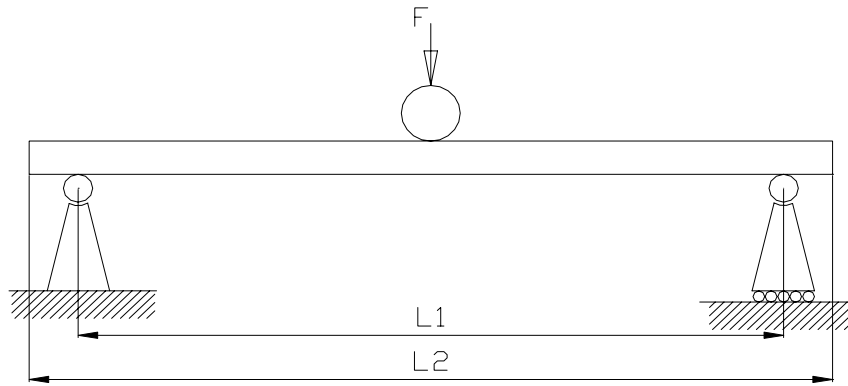
Deney örnekleri her yonga levhadan 12 adet olmak üzere, toplam 108 adet 410 x 50 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Mesnet açıklıkları (L₁) kalınlığın 20 katı, numunelerin uzunlukları (L₂) ise, L₁ + 50 mm olarak alınmıştır. Deneylerde kullanılan mesnetlerin çapı 15 ± 0.5 mm, yüklemenin yapıldığı başlığın çapı ise 30 ± 0.5 mm.’ dir. Deney parçası boyuna eksenini mesnetlerin düşey eksenine dik olacak şekilde mesnetler üzerine düz olarak yerleştirilmiştir. Böylece deney parçasının enine eksenini ile kuvvet uygulama başlığının düşey eksenini aynı düzlemde olmuştur. Deneylerde kuvvet; parçanın tam ortasından sabit hızla, en büyük kuvvete (60 ± 30) saniyede ulaşacak şekilde deney cihazının yükleme hızı ayarlanmıştır. Eğilme; deney parçasının ortasından (yükleme başlığının altından) 0.1 mm hassasiyetle ölçülmüş ve ölçüm sırasında uygulanan yükün değeri de 0.1 g hassasiyetle ölçülerek, “yük-sehim” diyagramı çizilmiştir. Deneylerde kullanılan parçaların yarısı levhanın boy yönünde, diğer yarısı levhanın eni

yönünde alınmıştır. Yapılan yüklemeler her iki grupta da yarısı levhanın alt yüzeyine, yarısı levhanın üst yüzeyine olacak şekilde yapılmıştır. Kırılma anındaki maksimum yük (F_{maxe}) için, eğilme direnci (σ_E) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Anonim 12, 1999).

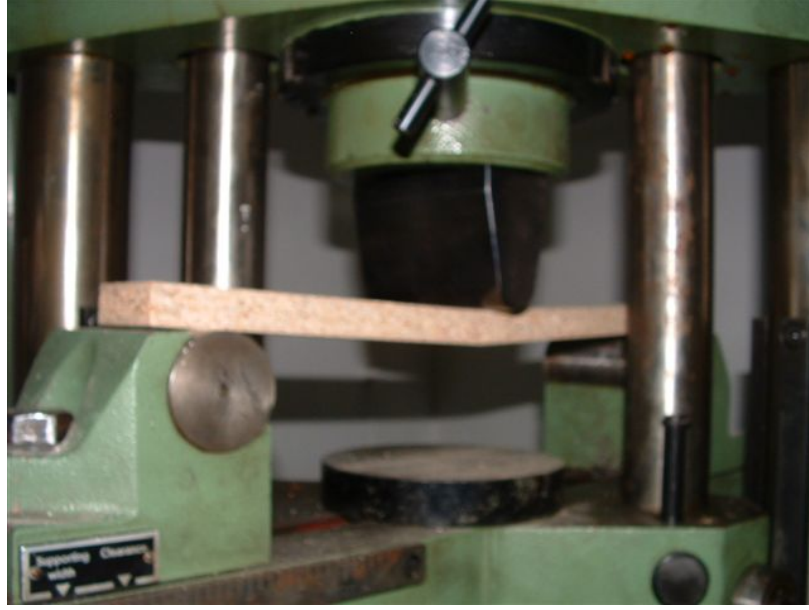
$$\sigma_E = \frac{3 \times F_{maxe} \times L_1}{2 \times b \times t^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3.4)$$

Burada; parça genişliği (b), parça kalınlığı (t), ölçüler mm' dir.

Eğilme direnci deneyinin yapılışı Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'de gösterilmiştir (Anonim 12, 1999).



Şekil 3.5. Statik eğilme direnci deneyinin yapılış şeması



Şekil 3.6. Statik eğilme direnci deneyinin yapılışı

Eğilme deneylerinde, eğilmede elastikiyet modülü değerleri de hesaplanmıştır. Bunun için TS EN 310' daki prensipler dikkate alınmıştır (Anonim 12, 1999). Elastikiyet modülü (E_m), (N/mm^2) olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$E_m = \frac{L_1^3 (F_2 - F_1)}{4bt^3 (a_2 - a_1)} \quad (N/mm^2) \quad (3.5)$$

Burada;

L_1 : Mesnetlerin eksenleri arasındaki uzaklık (mm),

b : Deney parçasının genişliği (mm),

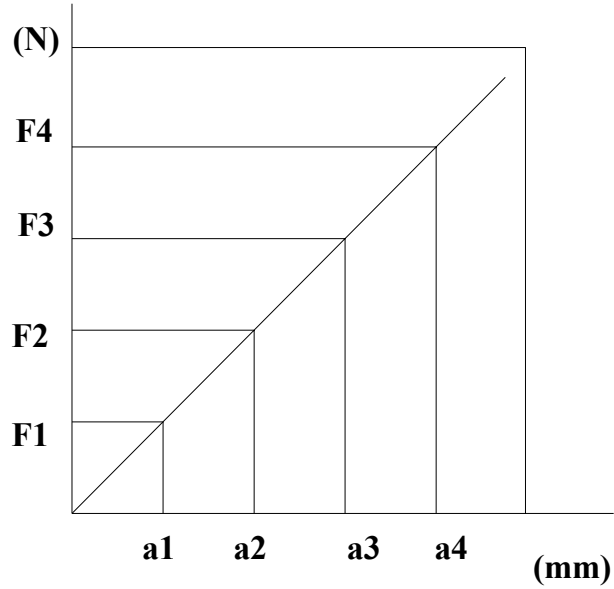
t : Deney parçasının yükleme yönündeki derinliği (mm),

$F_2 - F_1$: Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı (Newton),

$a_4 - a_1$: ($F_4 - F_1$) kuvvet artışları nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışıdır.

F_1 yaklaşık olarak maksimum yükün % 10'u, F_4 ise % 40'ı olmalıdır (Anonim 12, 1999).

Şekil 3.7’de yük-sehim diyagramı içerisinde deformasyon sınırı görülmektedir.



Şekil 3.7. Yük-sehim diyagramı içerisindeki deformasyon sınırı

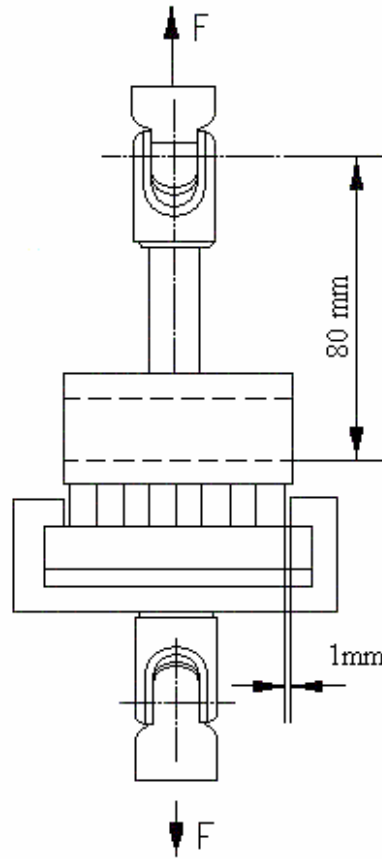
3.2.1.5. Yonga levhaların levha yüzeyine dik çekme dirençlerinin belirlenmesi

Deney örneklerinin levha yüzeyine dik çekme dirençlerinin belirlenmesi amacıyla; TS EN 319’da belirlenen esaslara uyulmuştur(Anonim 14, 1999).

Deney parçaları her levhadan 8 adet olmak üzere, toplam 72 adet, 50 x 50 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmış, daha sonra yüzeylerine, TS EN 319’da belirtilen şekilde, sert ağaçtan 70 x 50 x 15 mm ölçülerindeki deney blokları PVAC tutkallı ile yapıştırılmıştır. Yapıştırma işleminden sonra parçalar, % 65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında depolanmışlar ve buradan çıkarıldıktan sonraki 1 saat içerisinde deneye tabi tutulmuşlardır. TS EN 319’a göre, tutkalla birleştirilmiş, suya daldırma deneyi veya rutubetli ortamlarda

yıpranma deneylerinde kondisyonlama işlemi yapılmamaktadır (Anonim 14, 1999).

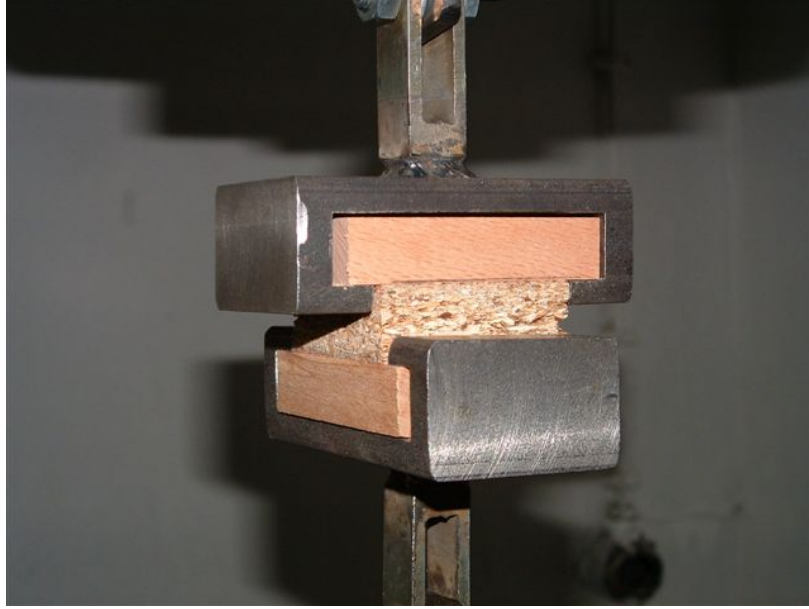
Deneylerde kullanılmak üzere, deney bloklarını makineye bağlamayı kolaylaştırmak için metalden özel aparatlar yapılmıştır. Deney numunelerinin ve kuvvetin uygulanma biçimi Şekil 3.8’de, deneyin yapılışı Şekil 3.9’da gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Levha yüzeyine dik çekme deneyi için test düzeneği

Örnekler, deney makinesinin çeneleri arasına yerleştirildikten sonra çekme kuvveti uygulanarak kopartılmıştır. Kuvveti uygulayan başlığın hızı; yükü deney boyunca sabit bir oranda uygulayacak ve 60 ± 30 saniyede deney parçasını kopartacak maksimum kuvvete ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Deney parçasının kopma anındaki uygulanan maksimum kuvvet, % 1 hassasiyetle ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Deneme bölgesinin dışında meydana gelen kısmi çatlaklar, tutkallama hattında oluşan çatlaklar veya deney bloklarında meydana gelen

çatlaklar değerlendirilmemiş, yeni deney parçaları kullanılarak deney tekrarlanmıştır. Şekil 3.10'da deneyden sonra numune parçasının kırılması görülmektedir.



Şekil 3.9. Levha yüzeyine dik çekme deneyinin yapıları



Şekil 3.10. Levha yüzeyine dik çekme deneyinden sonra numunenin görünüşü

Her deney parçasının levha yüzeyine dik yöndeki çekme direnci “ f_{t1} ” aşağıdaki formüle göre hesaplanmış, N/mm^2 olarak iki desimal basamakla ifade edilmiştir:

$$f_{t1} = \frac{F_{\max\varphi}}{a \times b} \quad (N/mm^2) \quad (3.6)$$

Burada;

$F_{\max\varphi}$: Kopma yükü (Newton)

a, b : Deney parçasının uzunluk ve genişliği (mm)'dir.

Her levhadan alınan deney parçaları için bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak münferit levhaların, bunların ortalaması alınarak da bütün levhaların ortalama değeri bulunmuş ve N/mm^2 olarak iki ondalık yaklaşımla ifade edilmiştir (Anonim 14, 1999).

3.2.1.6. Yonga levhaların yüzeye dik ve yüzeye paralel vida tutma dirençlerinin belirlenmesi

Günümüzde kompozit malzemelerle üretilen mobilyaların konstrüksiyonlarında çok sıklıkla kullanılan vidalı birleştirmede vida tutma direnci oldukça önemlidir. Denemelerde kullanılan yonga levhaların yüzeye dik ve yüzeye paralel vida tutma dirençleri tespit edilmiştir.

Yonga levhaların vida tutma dirençleri ile ilgili Türk Standartları Enstitüsünün belirli bir standardı olmadığından, deney örnekleri TS EN 320' de belirtilen lif levhaların vida tutma kabiliyeti esaslarına uyularak hazırlanmıştır (Anonim 15, 1999).

Deney örnekleri; her levhadan 5 adet olmak üzere, toplam 45 adet, 75 x 75 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmış, sonra örnekler % 65 ± 5 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez kütleye ulaşmaya kadar bekletilmiştir. 24 saat ara ile yapılan tartımlarda, birbirini izleyen iki ölçme arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlesinin % 0.1'inden fazla olmaması

durumuna gelindiğinde bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. (Anonim 15, 1999).

Vida çekme deneylerinde; mobilya sektöründe sıklıkla kullanılan TS 61 standartlarına uygun, 4 mm çapında, 40 mm uzunluğundaki yıldız başlı, çinko kaplı vidalar kullanılmıştır. Vidanın uygulanacağı yerlere önceden 3 mm çapında, 19 ± 1 mm derinliğinde ön (pilot hole) delikler açılmıştır. Vidalar, levha yüzeyinin ve komşu iki kenarın tam ortalarına gelecek şekilde açılan ön deliklere, 15 ± 0.5 mm' lik kısmı gömülecek şekilde vidalanmıştır (Anonim 15, 1999).

Vida tutma dirençlerinin yapılmasında deney parçalarının makineye bağlanmasını sağlamak amacıyla Şekil 3.11' de görülen metal düzenekler hazırlanarak statik yük altında deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyin yapılışı Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'de gösterilmiştir. Şekil 3.14' de ise deney sonunda deney numunesinin resmi görülmektedir.

Deney düzeneğinin parçayı tutan kısmında 34 x 34 mm bir boşluk bırakılarak, deney yapılacak yüzeyin vida kenarından 15'er mm' lik kısmının desteklenmesi önlenmiştir.

Vida tutma deneyinde, deney parçasının her iki kenar ve yüzeyindeki vidanın çekilerek çıkarılması esnasında maksimum kuvvet 10 Newton'a kadar ölçülerek kaydedilmiştir. Kırılma anındaki en büyük yük değeri " F_{maxv} ", vida yüzey alanı " A_{vd} ", olmak üzere vida tutma direnci " σ_v " :

$$\sigma_v = \frac{F_{maxv}}{A_{vd}} \quad (N/mm^2) \quad (3.7)$$

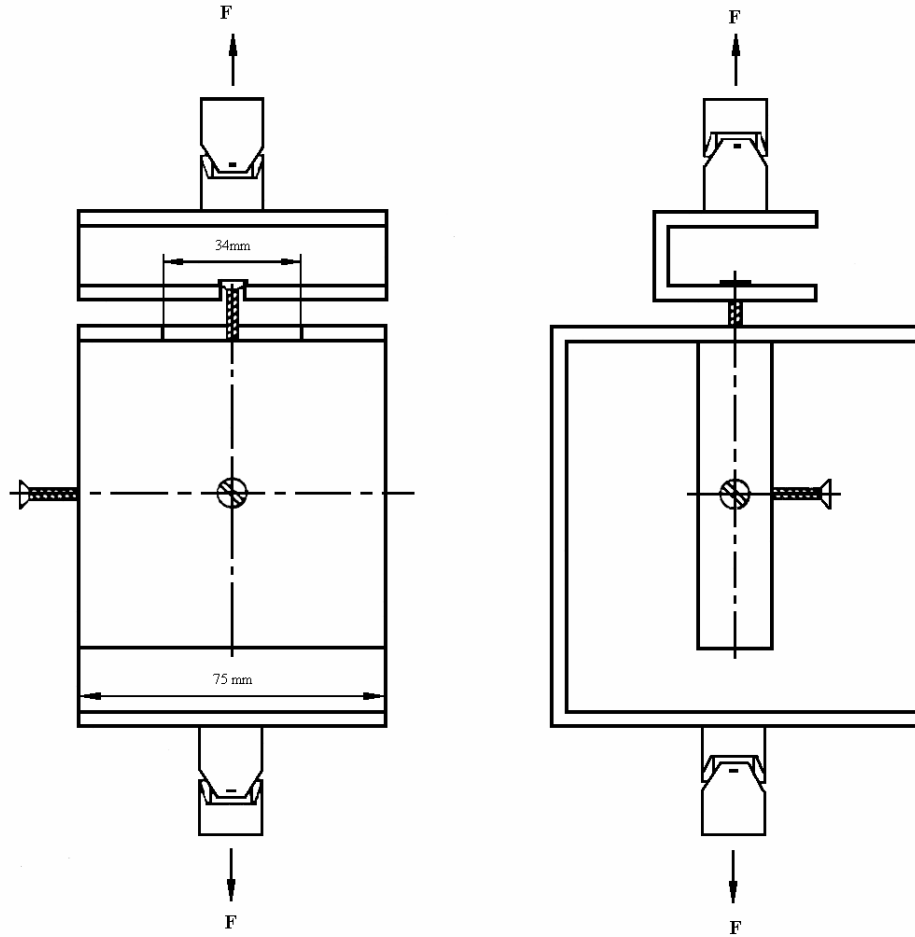
eşitliğinden yararlanılarak tespit edilmiştir.

Burada;

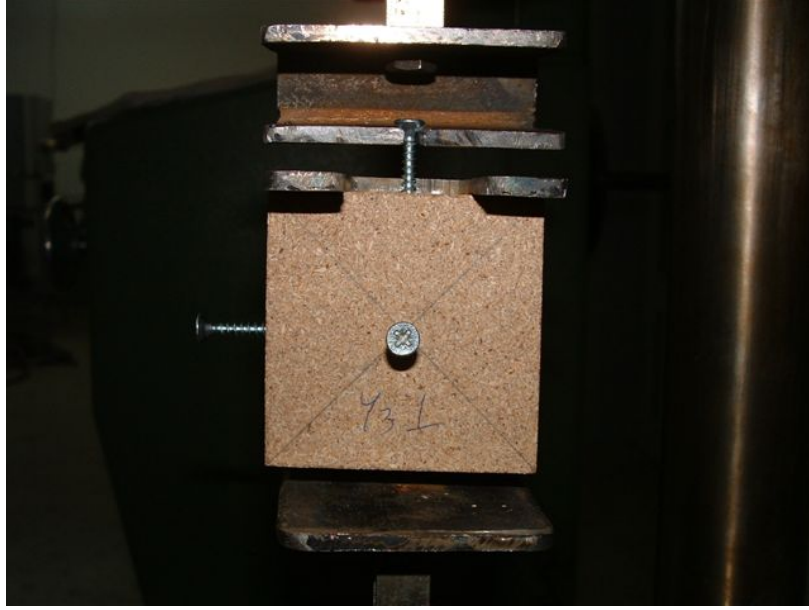
$A_{vd} : \pi \times D_v \times L_v$,

D_v : Vida dış çapı

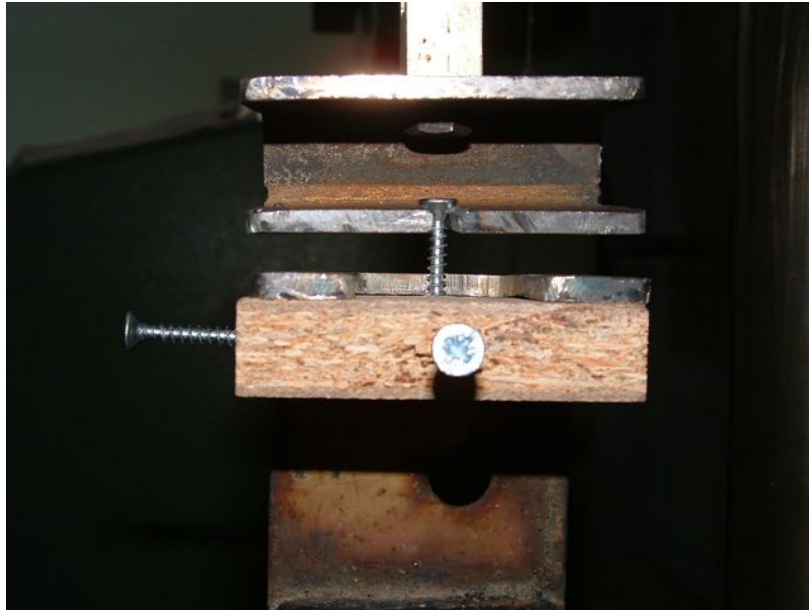
L_v : Vida etkili boyu'dur.



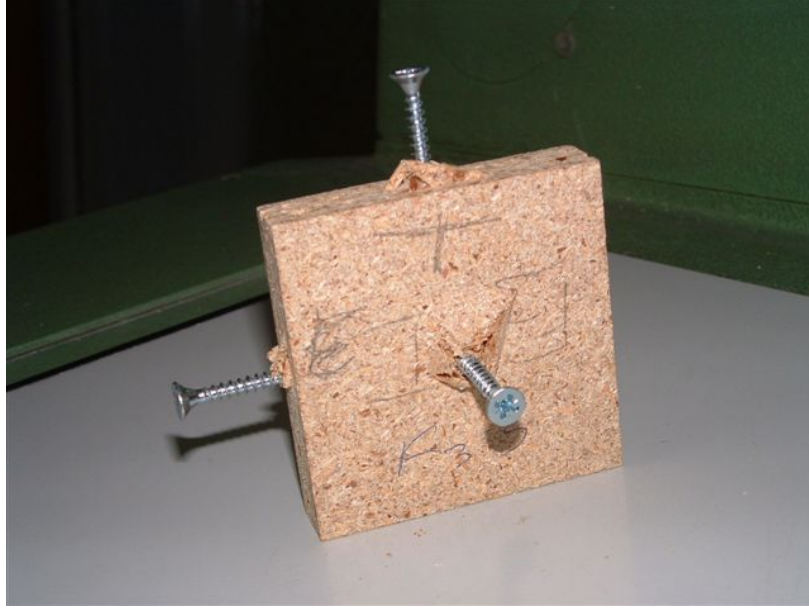
Şekil 3.11. Vida tutma kabiliyeti deneyinin test düzeneği



Şekil 3.12. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeye paralel)



Şekil 3.13. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeye dik)



Şekil 3.14. Vida tutma kabiliyeti deneyinden sonra numunenin görünüşü

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Deney Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

4.1.1. Rutubet oranı

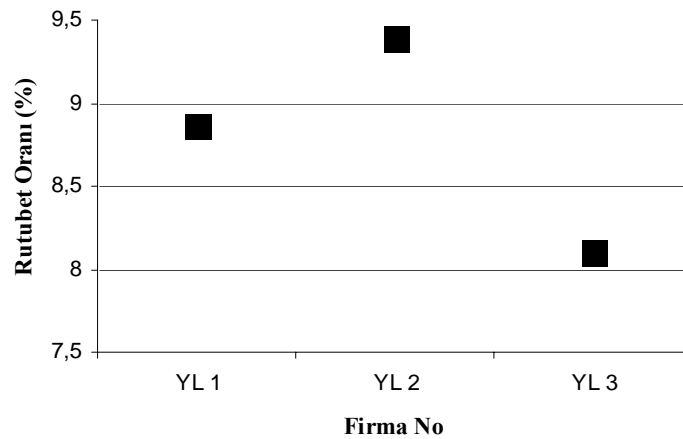
Numune alınan yonga levhaların yapılan rutubet kontrollerinde rutubet oranı ortalama % 8.79 olarak bulunmuştur. Yapılan rutubet kontrolü sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deney numunelerinin rutubet oranları (%)

FİRMA	Rutubet Oranı (%)			
	X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
YL 1	8,04	9,83	8,87	6,20
YL 2	9,04	9,77	9,39	2,27
YL 3	7,75	8,48	8,11	2,79
Ortalama	8.28	9.36	8.79	3.75

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin ortalama rutubet oranları Şekil 4.1’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Deney numunelerinin rutubet oranları karşılaştırma sonuçları

Rutubet oranı ile ilgili bütün sonuçlar Ek-1’de verilmiştir.

Firma türü ve levha numarasının rutubet oranlarına etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Firma türü ve levha numarasının rutubet oranlarına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	9.915	4.958	83.8999	0.0000
B	2	1.507	0.754	12.7535	0.0001
AxB	4	1.276	0.319	5.4002	0.0025
HATA	27	1.595	0.059		
TOPLAM	35	14.294			

A: Firma B: Levha no

Buna göre; üretici firmalar, levha numaraları ve firma-levha numarası ikili etkileşimi arasındaki fark 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların rutubet oranları üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.2035 % LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Firmalara göre rutubet oranları ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Rutubet Oranı (%)	
	(X)	HG
YL1	8.87	B
YL2	9.39	A
YL3	8.11	C

LSD \pm 0.2035 %

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının rutubet oranları üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.2035 % LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Levha numaralarına göre rutubet oranları ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Rutubet Oranı (%)	
	(X)	HG
1	8.53	C
2	9.03	A
3	8.81	B

LSD \pm 0.2035 %

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma ve levha numaralarının ikili etkileşiminin 0.3524 % LSD kritik değeri için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Firma ve levha numaralarına göre rutubet oranları ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA FİRMA NO	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	8.037	C	9.47	A	8.76	B
YL2	9.32	A	9.41	A	9.44	A
YL3	7.90	D	8.21	CD	8.22	CD

LSD \pm 0.2035 %

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Bu sonuçlara göre, en düşük rutubet oranı YL3’ de, en yüksek rutubet oranı YL 2’de bulunmuştur. TSE EN 312-1’e göre bütün firmaların rutubet oranları kabul edilebilir düzeyde olmakla birlikte standardın ön gördüğü % 5 - % 13 rutubet miktarı aralığı dikkate değerdir. Bununla birlikte, elde edilen rutubet miktarı ortalamaları firmaların kendi belirttikleri % 6 - % 8 oranlarından yüksek çıkmıştır. Standardın belirttiği aralığın fazla olması dolayısıyla firmalar rutubet miktarlarının belirlenmesinde esnek davranabilmektedirler. Numunelerin piyasadan tesadüfi örnekleme yolu ile alındığı göz önüne alınırsa, satış yapılan yerlerin depolama şartları da rutubet miktarlarının artmasına neden olabilir.

Ayrıca YL2 ve YL3 firmalarından alınan levhaların rutubet oranlarında, kendi içlerinde bir tutarlılık olmakla birlikte, YL1 firmasından alınan levhaların rutubet oranların arasında önemli farklılıklar vardır. Bu da, aynı firmadan alınan yonga levhalarla üretilen bir mobilyanın değişik kısımlarının, değişik oranlarda çalışmasına sebep olabileceğini göstermektedir.

4.1.2. Yoğunluk

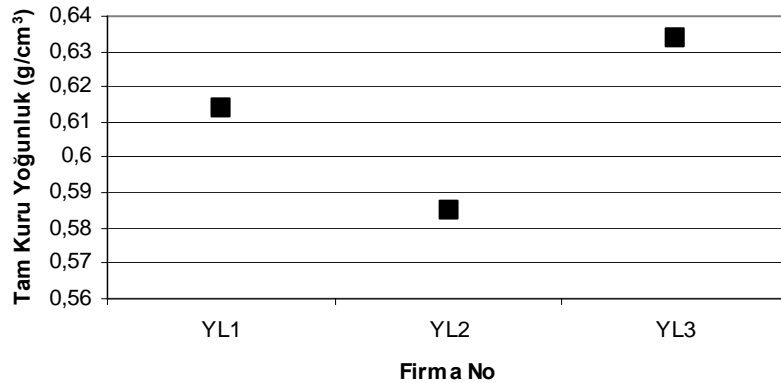
Deney malzemelerinin tam kuru yoğunlukları ortalama 0.611 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Tam kuru yoğunluk değerlerine ait istatistikler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Deney malzemelerinin tam kuru yoğunluk değerleri

FİRMA	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm^3)			
	X_{\min}	X_{\max}	X_{ort}	v (%)
YL1	0,566	0,739	0,614	6,98
YL2	0,555	0,619	0,585	3,06
YL3	0,598	0,668	0,634	2,94
ORTALAMA	0,573	0,676	0,611	4,329

X_{\min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{\max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin tam kuru yoğunluk değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Tam kuru yoğunluk değerleri karşılaştırma sonuçları

Tam kuru yoğunluk ile ilgili bütün sonuçlar Ek-2’de verilmiştir.

Firma türü ve levha numaralarının tam kuru yoğunluk değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Firma türü ve levha numaralarının tam kuru yoğunluğa etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	0.022	0.011	19.3786	0.0000
B	2	0.009	0.005	8.1135	0.0010
AxB	4	0.009	0.002	3.8181	0.0093
HATA	45	0.025	0.001		
TOPLAM	53	0.064			

A: Firma B: Levha no

Buna göre üretici firmalar, levha numaraları ve firma-levha numarası ikili etkileşiminin, tam kuru yoğunluk değerlerine etkisi 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, tam kuru yoğunluk değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamalarının 0.2123 g/cm³ LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Firmalara göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	
	(X)	HG
YL1	0.614	A
YL2	0.585	B
YL3	0.634	A

LSD ± 0.2123 g/cm³

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, tam kuru yoğunluk üzerindeki etkilerinin 0.2123 g/cm^3 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Levha numaralarına göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm^3)	
	(X)	HG
1	0.629	A
2	0.599	B
3	0.604	B

LSD $\pm 0.2123 \text{ g/cm}^3$

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma ve levha numarası ikili etkileşiminin, tam kuru yoğunluk değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.3677 g/cm^3 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Firma ve levha numaralarına göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm^3)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	0.652	A	0.602	BCD	0.587	CD
YL2	0.598	CD	0.578	D	0.580	D
YL3	0.637	AB	0.619	ABC	0.645	A

LSD $\pm 0.3677 \text{ g/cm}^3$

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

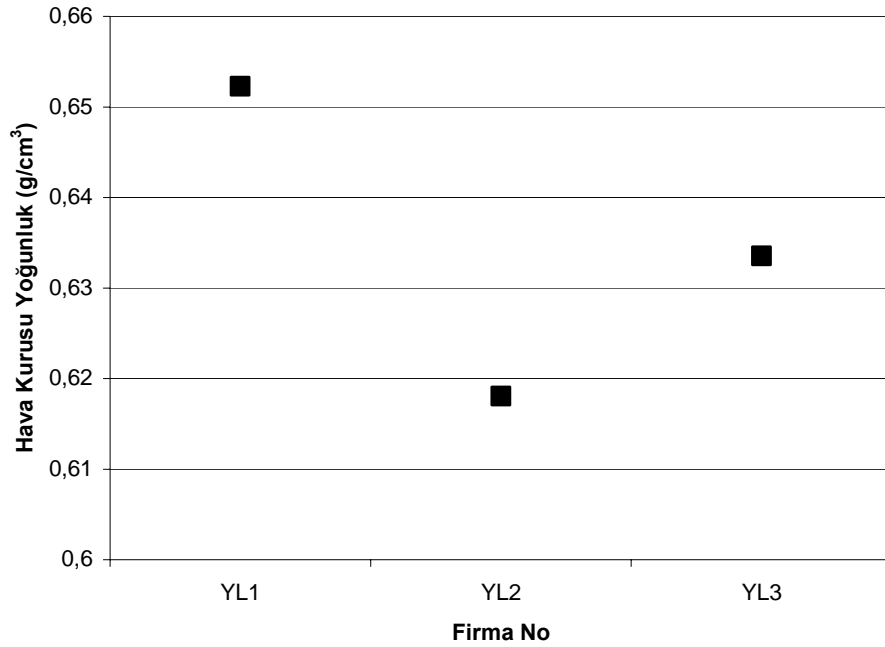
Deney malzemelerinin hava kuru yoğunlukları ortalama 0.646 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Hava kuru yoğunluk değerlerine ait istatistikler Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Deneysel malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri

FİRMA	Hava Kurusu Yoğunluk (g/cm ³)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
YL1	0,606	0,793	0,652	7,05
YL2	0,589	0,655	0,618	2,98
YL3	0,630	0,704	0,668	2,95
ORTALAMA	0,608	0,717	0,646	4,325

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deneysel numunelerinin hava kurusu yoğunluk değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.3’de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Hava kurusu yoğunluk değerleri karşılaştırma sonuçları

Hava kurusu yoğunluk değerleri ile ilgili bütün sonuçlar Ek-3’de verilmiştir.

Firma türü ve levha numaralarının hava kurusu yoğunluk değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Firma türü ve levha numaralarının hava kurusu yoğunluğa etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	0.023	0.012	17.0798	0.0000
B	2	0.009	0.005	6.8992	0.0024
AxB	4	0.008	0.002	2.8618	0.0339
HATA	45	0.031	0.001		
TOPLAM	53	0.071			

A: Firma B: Levha no

Buna göre; üretici firmalar, levha numaraları ve firma-levha numarası ikili etkileşiminin hava kurusu yoğunluk değerleri üzerindeki etkisi 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, hava kurusu yoğunluk değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.2123 g/cm³ LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.13' de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Firmalara göre hava kurusu yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Hava Kurusu Yoğunluk (g/cm ³)	
	(X)	HG
YL1	0.652	A
YL2	0.618	B
YL3	0.668	A

LSD ± 0.2123 g/cm³

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, hava kurusu yoğunluk değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.2123 g/cm³ LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.14' de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Levha numaralarına göre tam kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)	
	(X)	HG
1	0.664	A
2	0.634	B
3	0.639	B

LSD \pm 0.2123 g/cm³

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma ve levha numarası ikili etkileşiminin, hava kuru yoğunluk değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.3677 g/cm³ LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.15’ de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Firma ve levha numaralarına göre hava kuru yoğunluk ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Hava Kuru Yoğunluk (g/cm ³)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	0.690	A	0.636	BCD	0.631	CD
YL2	0.634	BCD	0.611	D	0.609	D
YL3	0.669	AB	0.654	ABC	0.680	A

LSD \pm 0.3677 g/cm³

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Bu veriler ışığında, en yüksek tam kuru yoğunluk ve hava kuru yoğunluk değerleri YL3’de, en düşük tam kuru ve hava kuru yoğunluk değerleri ise YL2’ de görülmüştür. Deneye tabi tutulan bütün paneller orta yoğunlukta (% 590 - % 800 g/cm³) yonga levha sınıfına girmektedir.

TS EN 312-1’de belirtilen, levhaların değişik yerlerindeki yoğunluk değişimi \pm %10 standardının sadece YL2’de olduğu görülmüştür. YL1 ve YL2’den alınan levhaların, değişik yerlerdeki yoğunluk farkı \pm % 20’nin üzerinde çıkmıştır. Bu

da üretimde tutkal ile yongaların homojen bir şekilde karıştırılmadığından kaynaklanmış olabilir.

Yoğunluk, yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen en önemli faktördür. Yoğunluk ile, şişme, elastikiyet modülü, makaslama direnci, eğilme direnci, yüzey sertliği, işleme özelliği, çivi ve vida tutma direnci arasında doğrudan bir ilişki vardır. Bir çok durumda yoğunluk ile mekanik özellikler doğru orantılı olarak artar. Fakat bu artış düz bir doğru şeklinde olmayıp, mekanik özellikler üzerinde etkili olan diğer bir çok faktörün etkisiyle hafif parabolik, hiperbolik veya (S) şeklinde bir eğri de verebilir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Buna göre, YL1 ve YL2' den alınan örneklerin yoğunluğunun düşük çıkması, bu firmalara ait levhalarda şişme, eğilme direnci, elastikiyet modülü, vida tutma dirençlerini de etkileyebileceğini söyleyebiliriz.

4.1.3. Kalınlığına şişme miktarı

Deney numunelerinin su içerisinde 2 saat bekletildiğinde kalınlıktaki değişim miktarı ortalama % 9, 24 saat su içerisinde bekletildiğinde ise ortalama % 15 artış göstermiştir. 2 saat suda bekletme sonucu kalınlıktaki artış değerleri Çizelge 4.16' da, 24 saat suda bekletme sonucu kalınlıktaki değişim değerleri ise Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. 2 saat suda bekletmeden sonra kalınlığına şişme oranları

FİRMA	Kalınlığına Şişme Oranı(2 saat) (%)			
	X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
YL1	7	13	9	22,91
YL2	10	11	11	4,53
YL3	3	5	4	18,55
ORTALAMA	7	10	8	15

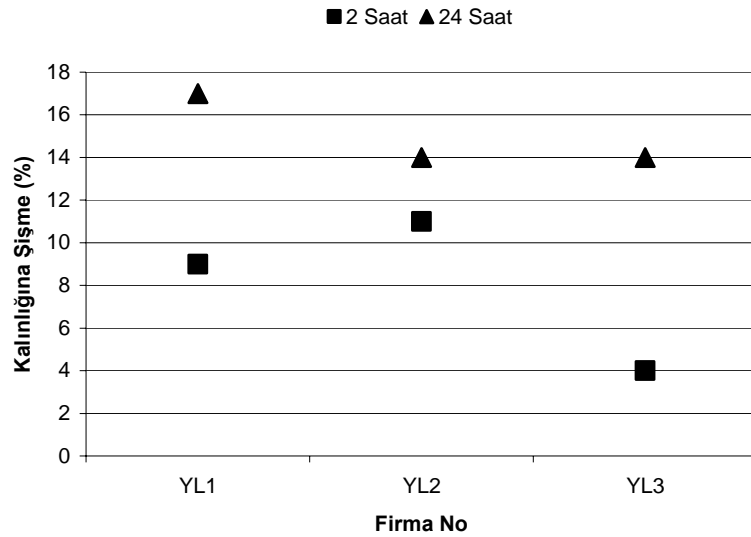
X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Çizelge 4.17. 24 saat suda bekletmeden sonra kalınlığına şişme oranları

FİRMA	Kalınlığına Şişme Oranı(24 saat) (%)			
	X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
YL1	15	22	17	13,52
YL2	14	16	14	4,81
YL3	13	16	14	6,51
ORTALAMA	14	20	15	8

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin; kalınlığına şişme oranı değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.4’de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Kalınlığına şişme oranları karşılaştırma sonuçları

Kalınlığına şişme miktarı değerleri ile ilgili bütün sonuçlar Ek-4 ve Ek-5’de verilmiştir. Firma türü ve levha numaralarının, suya daldırma işleminden 2 saat sonra kalınlığına şişme oranı değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Firma türü ve levha numaralarının, kalınlığına şişme oranına etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları (2 Saat)

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	341.083	170.542	53.5867	0.0000
B	2	81.333	40.667	12.7781	0.0000
A*B	4	109.083	27.271	8.5689	0.0000
HATA	63	200.500	3.183		0.0000
TOPLAM	71	732.000			

A: Firma B: Levha no

Bu sonuçlara göre, üretici firmalar, bu firmalardan alınan levhaların ve firma-levha no ikili etkileşiminin, kalınlığına şişme oranı değerleri üzerindeki etkisi 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, suda iki saat bekletme sonunda kalınlığına şişme değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların % 1.029 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Firmalara göre 2 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Kalınlığına Şişme (%)	
	(X)	HG
YL1	9.04	B
YL2	11.13	A
YL3	5.83	C

LSD ± 1.029 %

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, suda iki saat bekletme sonunda kalınlığına şişme değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların % 1.029 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Levha numaralarına göre 2 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Kalınlığına Şişme (%)	
	(X)	HG
1	8	B
2	10.88	A
3	7.83	B

LSD ± 1.029 %

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma - levha numaraları ikili etkileşimlerinin, suda iki saat bekletme sonunda kalınlığına şişme değerleri üzerindeki etkilerinin % 1.783 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.21' de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Firma ve levha numaralarına göre 2 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Kalınlığına Şişme (%)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	9.38	BCD	9	CD	8.75	D
YL2	10.75	ABC	11.75	A	10.88	AB
YL3	3.88	E	9.75	BCD	3.88	E

LSD ± 1.783 %

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma türü ve levha numaralarının, suya daldırma işleminden 24 saat sonra kalınlığına şişme oranı değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22' de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Firma türü ve levha numaralarının kalınlığına şişme oranına etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları (24 Saat)

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	33.583	16.792	5.8730	0.0046
B	2	17.583	8.792	3.0749	0.0532
A*B	4	119.583	29.896	10.4563	0.0000
HATA	63	180.125	2.859		
TOPLAM	71	350.875			

A: Firma B: Levha no

Bu sonuçlara göre, üretici firmalar ile firma-levha no ikili etkileşiminin kalınlığına şişme oranı değerleri üzerindeki etkisi 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, suda 24 saat bekletme sonunda kalınlığına şişme değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların % 0.9754 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Firmalara göre 24 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Kalınlığına Şişme (%)	
	(X)	HG
YL1	16.17	A
YL2	14.50	B
YL3	15.21	AB

LSD ± 0.9754 %

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma ve levha numaralarının suda 24 saat bekletme sonunda kalınlığına şişme değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların % 1.689 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.24’ de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Firma ve levha numaralarına göre 24 saatlik kalınlığına şişme ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Kalınlığına Şişme (%)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	17.25	A	14.63	C	16.63	AB
YL2	14.50	C	15	BC	14	C
YL3	14	C	18.13	A	13.50	C

LSD ± 1.689 %

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Elde edilen sonuçlara göre, su içerisinde 2 saat bekletildikten sonra yonga levhalarda kalınlığına şişme % olarak en düşük değer YL3’de, en yüksek değer YL2’ de çıkmıştır. Su içerisinde 24 saat bekletildikten sonra ise kalınlığına şişme en yüksek değer YL1’de, en düşük değer ise YL2’ ve YL3’de görülmüştür. Deneye tabi tutulan bütün örneklerin kalınlığına şişme değerleri, TS EN 312-3’de belirtilen sınır değer % 0.8’den çok yüksek çıkmıştır. Bu değerler suda 2 saat bekletmeden sonra, YL1’de % 9, YL2’de % 11, YL3’de % 4, 24 saat suda bekletmeden sonra ise, YL1’de % 17, YL2’de % 14 ve YL3’de % 14 olmuştur.

Burada dikkat çeken bir konu da, TS 180’e göre % 6 olan yonga levhanın kalınlığına şişme sınır değeri, onun yerine konan TS EN 312-3’ de % 0.8 oranına indirilmesidir. Burada bir basım hatasının olması ihtimaldir. Yonga levhaların % 0.8 gibi çok küçük oranlarda şişmesi çok güçtür.

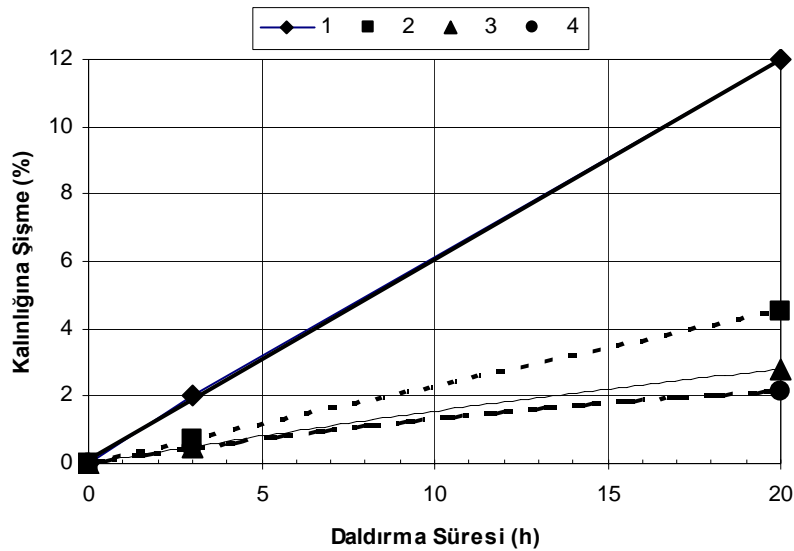
Bu sonuçlarda dikkat çekici diğer bir husus, YL1 ve YL2’nin kalınlığına şişmesinin büyük bir bölümün ilk 2 saat içerisinde gerçekleşmesidir. YL3’de ise büyük oranda şişme ilk 2 saatten sonra görülmüştür. Ayrıca 24 saat sonraki şişmede; firmaların kendi levhaları arasında da sadece YL2’de bir tutarlılığın olduğu, YL1 ve YL3 firmaların levhaları arasında önemli oranlarda farklar olduğu görülmüştür.

Yonga levhalarda kalınlığına şişme, doğrudan doğruya üretimde kullanılan değişkenlerle ilişkilidir. Şişme oranı ise üretimde kullanılan odun çeşidi, yonga boyutu, levha yoğunluğu, tutkal oranı, tutkalın yonga ile karıştırılmasındaki

homojenlik ve presleme şartlarına bağılı olarak değişiklikler göstermektedir. Bunun yanı sıra yonga levhalarda kalınlığına şişme iki faktörün toplamı olarak belirlenir. Birincisi yonga odununun şişmesi, diğeri ise presleme sonucu oluşan sıkışmanın bozulması ile oluşan şişmedir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Presleme basıncı arttıkça levha yoğunluğu artmaktadır. Yoğunluğu fazla olan yonga levhaların, yoğunluğu az olan levhalara göre kalınlığına şişme oranları daha fazla olmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Reçine tutkallarının sertleştikten sonra su absorbe etmemelerinden dolayı, yonga levha üretiminde kullanılan reçine tutkallarının yüzde olarak miktarları arttıkça, yonga levhaların kalınlığına şişme oranında bir azalma olacaktır. Örneğin, tutkal yüzdesi % 4'ten % 12'ye yükseltilmesi, yonga levhanın kalınlığına şişme oranını % 17'den % 9'a düşürmektedir. Bunların dışında yonga levha üretiminde, tutkallama aşamasında tutkala karıştırılan hidrofobik malzemeler (genellikle parafin emülsiyonu) yonga levhaların kalınlığına şişme miktarlarını belirli bir ölçüde azaltmaya yaramaktadır. Şekil 4.5'de farklı oranlarda hidrofobik madde katılmış yonga levhaların daldırma süreleri ile kalınlığına şişme yüzdeleri arasındaki ilişki görülmektedir(Bozkurt ve Göker, 1985).



Şekil 4.5. Farklı oranlarda hidrofobik madde eklenmiş yonga levhaların suya daldırma süreleri ile kalınlığına şişme oranları arasındaki ilişki

1. Parafin katılmamış
2. Tam kuru ağırlığa oranla %25 katı parafin eklenmiş
3. Tam kuru ağırlığa oranla %50 katı parafin eklenmiş
4. Tam kuru ağırlığa oranla %75 katı parafin eklenmiş

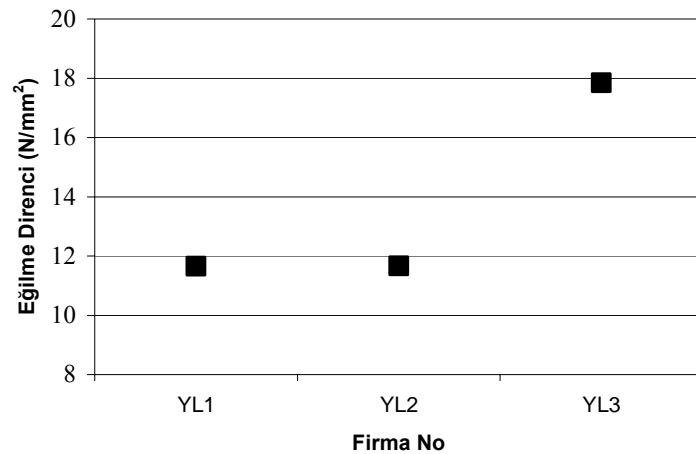
4.1.4. Eğilme direnci

Deney numunelerinin yüzeye dik eğilme direnci ortalama 13.72 N/mm² bulunmuştur. Yüzeye dik eğilme direnci değerleri Çizelge 4.25’de verilmiştir. Deney numunelerinin; yüzeye dik eğilme direnci değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Deney malzemelerinin, yüzeye dik eğilme direnci değerleri (N/mm²)

FİRMA	YÜZEYE DİK EĞİLME DİRENCİ (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
YL 1	7.94	15.23	11.66	18.46
YL 2	8.46	14.36	11.67	15.68
YL 3	10.82	35.23	17.84	32.25
ORTALAMA	9.07	21.61	13.72	22.13

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı



Şekil 4.6. Yüzeye dik eğilme direnci değerleri karşılaştırma sonuçları

Yüzeye dik eğilme direnci değerleri ile ilgili bütün sonuçlar Ek-6'da, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik eğilme direnci değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik eğilme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	456.664	228.332	26.1590	0.0000
B	2	173.627	86.813	9.9458	0.0003
A*B	4	131.776	32.944	3.7743	0.0099
HATA	45	392.788	8.729		
TOPLAM	53	1154.855			

A: Firma B: Levha no

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; üretici firmalar, levha numaraları ve firma-levha no ikili etkileşiminin, yüzeye dik eğilme direnci değerlerine etkisi 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, yüzeye dik eğilme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 1.984 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Firmalara göre yüzeye dik eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)	
	(X)	HG
YL1	11.66	B
YL2	11.67	B
YL3	17.84	A

LSD ± 1.984 N/mm²

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının yüzeye dik eğilme direnç değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 1.984 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Levha numaralarına göre, yüzeye dik eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Yüzeye Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)	
	(X)	HG
1	15.14	A
2	11.19	B
3	14.84	A

LSD ± 1.984 N/mm²

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma ve levha numaraları ikili etkileşimlerinin yüzeye dik eğilme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 2.975 % LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.29'de verilmiştir.

Çizelge 4.29. Firma ve levha numaralarına göre, yüzeye dik eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	12.28	BC	10.26	C	12.44	BC
YL2	13.69	B	10.64	C	10.69	C
YL3	19.43	A	12.68	BC	21.40	A

LSD ± 2.975 N/mm²

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre; en yüksek yüzeye dik eğilme direnci YL3'de, en düşük yüzeye dik eğilme direnci YL2 ile aralarında çok az fark olmakla birlikte, YL1'de görülmüştür. Üretici firmalardan sadece YL3'ün TS EN 312-3'de belirtilen (13 N/mm²) yüzeye dik eğilme direnci standardından

yaklaşık % 37 yüksek olduğu, YL1 ve YL2'nin eğilme dirençlerinin bu standartların % 10 altında kaldığı belirlenmiştir.

Bununla birlikte, üretici firmaların kendi levhalarının minimum ve maksimum değerleri arasında YL1'de % 92, YL2'de % 70, YL3'de ise % 226 gibi yüksek farkların olduğu görülmüştür. Minimum değerler; levha uzun kenarına dik olarak alınan deney örneklerinden, maksimum değerler ise levha uzun kenarından alınan deney örneklerinden alınmıştır. Bu da göstermektedir ki, yükleme levha yüzeyine dik yapıldığında; yonga levhaların yongaları yönünde eğilme dirençleri, yongalara dik yöndeki eğilme dirençlerinden çok yüksektir.

Yonga levhaların yoğunluğu ile eğilme direnci arasında yakın bir ilişki olduğundan dolayı, yoğunluğu yüksek olan YL3'ün eğilme dirençlerinin de yüksek oluşu doğaldır. Fakat yoğunluğu YL2' den yüksek olan YL1'in eğilme direncinin en düşük çıkması dikkate değerdir.

Yonga geometrisi üzerine yapılan araştırmalarda, kullanılan yapıştırıcı ve yonga ağırlığı aynı kalması halinde, uzun ve ince yongalardan üretilen yonga levhaların eğilme dirençleri, kalın ve kısa yongalardan üretilen yonga levhalardan daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Bozkurt ve Göker,1985).

Buna göre eğilme direncine, yoğunluğun yanı sıra yonga geometrisinin, kullanılan ağaç malzeme çeşidinin, kullanılan kabuk oranının, levha kalınlığının ve yapıştırıcı maddelerin de etkili olduğunu söyleyebiliriz.

Genel olarak levha yüzeyine dikey yüklerin çok uygulandığı raflarda eğilme direncinin az olduğu yonga levhaları kullanmak mukavemet açısından sakıncalar yaratacaktır. Ayrıca bu tür rafların yapımında kesimi, yonga (Levha boyu) yönünde yapmak rafların eğilme mukavemetini arttıracığı düşünülmektedir.

Türkiye mobilya sektöründe pek sık olmasa da yonga levhalar oturma mobilyalarının imalatında da kullanılmaya başlanmıştır. Bu yüzden, buna ilişkin bir TSE standardı bulunmasına rağmen yonga levhalarda yüzeye paralel (kılıçlamasına) eğilme dirençleri de önem kazanmıştır. Bu çalışmada yüzeye paralel eğilme dirençleri denemeye tabi tutulan örneklerle belirlenmiştir.

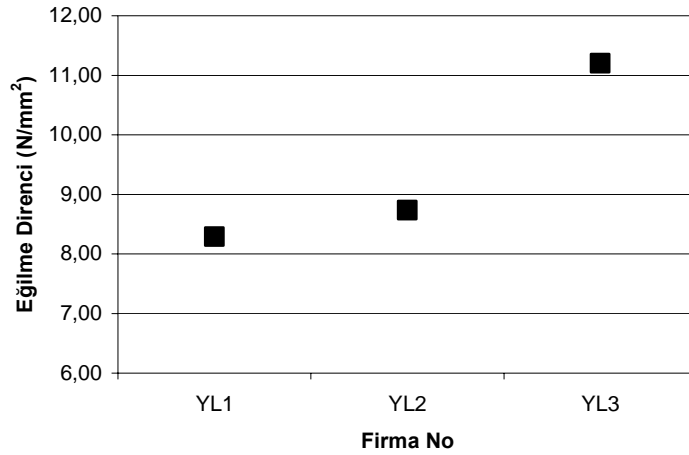
Deney numunelerinin, yüzeye paralel eğilme dirençleri ortalama 9.41 N/mm² bulunmuştur. Yüzeye paralel eğilme direnci değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30. Deney malzemelerinin, yüzeye paralel eğilme direnci değerleri (N/mm²)

FİRMA	YÜZEYE PARALEL EĞİLME DİRENCİ (N/mm ²)			
	X_{\min}	X_{\max}	X_{ort}	v (%)
YL 1	6.19	12.17	8.29	17.73
YL 2	7.29	10.82	8.73	12.52
YL 3	8.98	12.93	11.20	12.72
ORTALAMA	7.49	11.97	9.41	14.32

X_{\min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{\max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin; yüklemenin levha yüzeyine paralel olduğunda eğilme direnci değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Yüzeye paralel eğilme direnci değerleri karşılaştırma sonuçları

Yüzeye paralel eğilme direnci değerleri ile ilgili bütün sonuçlar Ek-7’de, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel eğilme direnci değerleri üzerindeki etkisini belirlenmek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel eğilme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	88.750	44.375	39.658	0.0000
B	2	25.371	12.686	11.1678	0.0001
A*B	4	15.104	3.776	3.3243	0.0181
HATA	45	51.116	1.136		
TOPLAM	53	180.341			

A: Firma B: Levha no

Varyans analizi sonuçlarına göre, üretici firmalar, levha numaraları ve firma-levha no ikili etkileşiminin, yüzeye paralel (kılıçlamasına) eğilme direnç değerlerine etkisi 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, yüzeye paralel eğilme direnç değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.7156 N/mm^2 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.32' de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Firmalara göre, yüzeye paralel eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Paralel Eğilme Direnci(N/mm^2)	
	(X)	HG
YL1	8.29	B
YL2	8.72	B
YL3	11.20	A

LSD $\pm 0.7156 \text{ N/mm}^2$

X:Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, yüzeye paralel eğilme direnç değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.7156 N/mm^2 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.33' de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Levha numaralarına göre, yüzeye paralel eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Yüzeye Paralel Eğilme Direnci (N/mm ²)	
	(X)	HG
1	10.06	A
2	8.46	B
3	9.70	A

LSD ± 0.7156 N/mm²

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma ve levha numaraları ikili etkileşimlerinin, yüzeye paralel eğilme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 1.239 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.34' de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Firma ve levha numaralarına göre, yüzeye paralel eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Paralel Eğilme Direnci (N/mm ²)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	9.30	B	7.53	D	8.04	CD
YL2	9.13	BC	8.40	BCD	8.65	BCD
YL3	11.75	A	9.45	B	12.40	A

LSD ± 1.239 N/mm²

X: Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Alınan bu sonuçlara göre; en düşük yüzeye paralel (kılıçlamasına) eğilme direnci YL1'de, en yüksek yüzeye paralel eğilme direnci ise YL3'de bulunmuştur.

Firmaların kendi levhaları arasındaki minimum ve maksimum değerleri arasındaki fark sırasıyla, YL1'de % 97, YL2'de % 48 ve YL3'de % 40 olarak tespit edilmiştir. Yüzeye dik eğilmeye, en yüksek değerler levha uzun kenarına paralel, en düşük değerler levha kısa kenarına dik alınan örneklerden alınmıştır. Yüzeye paralel eğilme dirençlerinde ise sadece YL2 ve YL3'de en yüksek

değerler levha uzun kenarına paralel alınan örneklerden, en düşük değerler de levha uzun kenarına dik alınan örneklerden elde edilmiştir. YL1’de ise en yüksek değerler, uzun kenara dik alınan örneklerden, en düşük değerler uzun kenara paralel alınan örneklerden alınmış olması oldukça dikkat çekicidir.

Genel olarak yonga levhaların yüzeye paralel (kılıçlamasına) eğilme dirençlerinin, yüzeye dik eğilme dirençlerine göre yaklaşık % 31 oranında düşük çıktığı görülmüştür.

4.1.5. Elastikiyet modülü

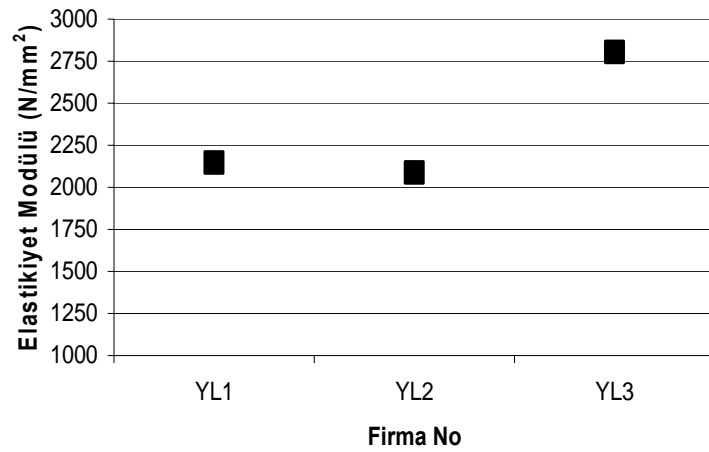
Deney numunelerinin yüzeye dik elastikiyet modülü, ortalama 2346 N/mm² bulunmuştur. Yüzeye dik elastikiyet modülüne ilişkin elde edilen değerler Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Deney malzemelerinin, yüzeye dik elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

FİRMA	YÜZEYE DİK ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm ²)			
	X_{\min}	X_{\max}	X_{ort}	v (%)
YL 1	1599	2860	2146	15.19
YL 2	1728	2571	2088	11.89
YL 3	2046	3728	2805	15.46
ORTALAMA	1971	3053	2346	14.18

X_{\min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{\max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin; yüzeye dik elastikiyet modülü değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Yüzeye dik elastikite modülü değeri karşılaştırma sonuçları

Yüzeye dik elastikite modülü değeri ile ilgili tüm sonuçlar Ek-8’de, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik elastikite modülü değeri üzerindeki etkisini belirlenmek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.36. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik elastikite modülüne etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	5006735.259	2853367.630	34.4562	0.0000
B	2	1741338.926	87069.463	10.5139	0.0002
A*B	4	580530.963	145132.741	1.7526	0.1552
HATA	45	3726517.667	82811.504	4.8571	
TOPLAM	53	11755122.815			

A: Firma B: Levha no

Varyans analizi sonuçlarına göre, üretici firmalar ve her firmaya ait levhaların yüzeye dik elastikite modülü değeri arasındaki fark 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Firma-levha no ikili etkileşimi ise, 0.05 hata olasılığına göre anlamsız çıkmıştır.

Firmaların, yüzeye dik elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların, 193.2 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Firmalara göre, yüzeye dik elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Dik Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
	(X)	HG
YL1	2146	B
YL2	2088	B
YL3	2805	A

LSD ± 193.2 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, yüzeye dik elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların, 193.2 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38. Levha numaralarına göre, yüzeye dik elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Yüzeye Dik Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
	(X)	HG
1	2536	A
2	2105	B
3	2397	A

LSD ± 193.2 N/mm²

HG : Homojenlik grubu

Sonuçlara göre, en yüksek yüzeye dik elastikiyet modülü YL3’de, en düşük YL2’ de görülmüştür. Bütün firmalara ait yüzeye dik elastikiyet modülü değerleri TS EN 312-3’ de belirtilen (1600 N/mm²) değerinden, sırasıyla yaklaşık YL1’de % 34, YL2’de % 30 ve YL3’de % 75 oranında yüksek çıkmıştır.

Elastikiyet modülü, yonga levha üretiminde kullanılan tutkal miktarı, yonga geometrisi, yonga uzunluğu ve yonga levhanın yoğunluğuna bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca levha kalınlığı arttıkça, elastikiyet modülü de artmaktadır. Bununla birlikte elastikiyet modülü ile levhanın dış tabakalarındaki rutubet oranı arasında da bir ilişki vardır. Rutubet oranı arttıkça elastikiyet modülünde bir azalma olmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Mobilya üretiminde kullanılan çoğu malzemeye göre yonga levhalar, daha kırılğan ve gevrek bir malzemedir. Yonga levhaların yüzeylerini ağaç veya laminantla kaplamak yonga levhaların elastikiyet modülü değerlerini biraz daha arttırmak için yararlı olabilir.

Türkiye'deki standartlarda, eğilme direncinde olduğu gibi yüzeye paralel (kılıçlamasına) elastikiyet modülüne ilişkin bir standart yoktur. Fakat bu çalışmada, yonga levhaların yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri tespit edilmiştir.

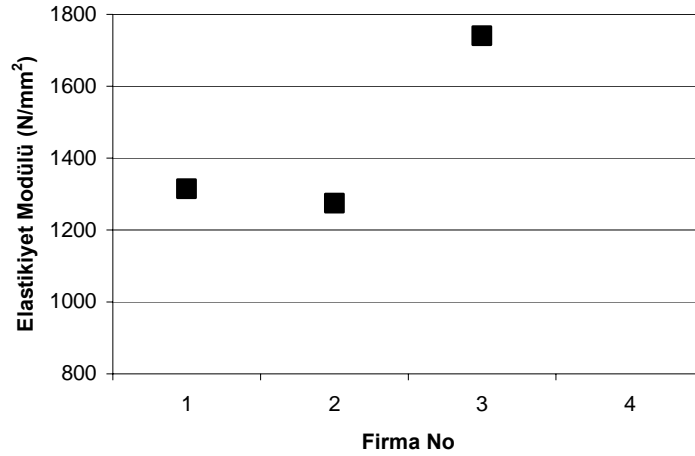
Deney numunelerinin yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalama 1443 N/mm² bulunmuştur. Yüzeye paralel elastikiyet modülüne ilişkin elde edilen değerler Çizelge 4.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.39. Deney numunelerinin, yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

FİRMA	YÜZEYE PARALEL ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
YL 1	1028	1783	1315	17.12
YL 2	1085	1594	1275	13.34
YL 3	1265	2259	1740	18.44
ORTALAMA	1126	1879	1443	16.30

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin; yüzeye paralel elastikiyet modülü değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri karşılaştırma sonuçları

Yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri ile ilgili tüm sonular Ek-9'da, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.40'da verilmiştir.

Çizelge 4.40. Firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel elastikiyet modülüne etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	2393491	1196745.500	28.3756	0.0000
B	2	382254.333	191127.167	4.5317	0.0161
A*B	4	819392.667	204848.167	4.8571	0.0024
HATA	45	1897885.333	42175.230		
TOPLAM	53	5493023.333			

A: Firma B: Levha no

Varyans analizi sonuçlarına göre; üretici firmalar, levha numaraları ve firma ile levha numarası ikili etkileşiminin, yüzeye paralel (kılıçlamasına) elastikiyet modülü değerleri arasındaki fark 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 137.9 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.41’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Firmalara göre, yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Paralel Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
	(X)	HG
1	1315	B
2	1275	B
3	1740	A

LSD ± 137.9 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 137.9 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Levha numaralarına göre, yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Paralel Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	
	(X)	HG
1	1532	A
2	1330	B
3	1467	A

LSD ± 137.9 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma-levha no ikili etkileşimlerinin yüzeye paralel elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların, 238.8 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Firma ve levha numaralarına göre, yüzeye paralel elastikiyet modülü ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Paralel Elastikiyet Modülü (N/mm ²)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	1366	B	1339	B	1240	B
YL2	1354	B	1257	B	1214	B
YL3	1877	A	1395	B	1948	A

LSD ± 238.8 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Elde edilen veriler göre, en düşük yüzeye paralel elastikiyet modülü değerinin YL2’de, en yüksek yüzeye paralel elastikiyet modülü değerinin ise YL3’de olduğu görülmüştür.

Yüzeye paralel elastikiyet modülü, yüzeye dik elastikiyet modülüne göre, bütün firmalarda yaklaşık olarak % 39 oranında azalmıştır. Buna göre mobilya imalatında, yonga levha kalınlıklarına masif ağaç yapıştırmak suretiyle kılıçlamasına elastikiyet modülü değerlerini belli bir seviyede yükseltmenin mümkün olacağını söyleyebiliriz.

4.1.6. Yüzeye dik çekme direnci

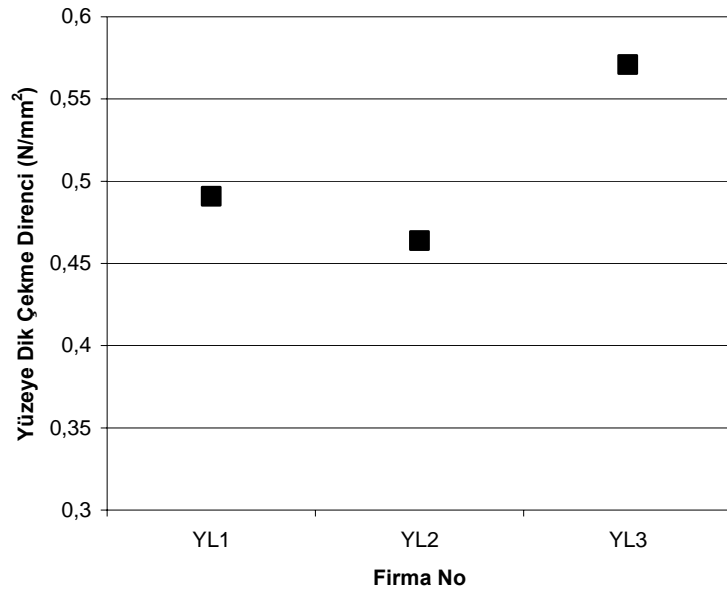
Deney numunelerinin yüzeye dik çekme dirençleri ortalama 0.51 N/mm² olarak bulunmuştur. Yüzeye dik çekme direnç değerleri Çizelge 4.44’ de verilmiştir.

Deney numunelerinin yüzeye dik çekme direnci değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.44. Deney malzemelerinin yüzeye dik çekme direnç değerleri

Malzeme Çeşidi	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
YL1	0.28	0.98	0.49	33.06
YL2	0.35	0.56	0.46	10.79
YL3	0.27	0.87	0.57	29.78
ORTALAMA	0.30	0.80	0.51	24.54

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı



Şekil 4.10. Yüzeye dik çekme değerleri karşılaştırma sonuçları

Yüzeye dik çekme değerleri ile ilgili tüm sonuçlar Ek-10'da, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik çekme değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.45'de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Firma türü ve levha numaralarının yüzeye dik çekme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	0.074	0.074	7.8228	0.0009
B	2	0.256	0.128	13.6079	0.0000
A*B	4	0.491	0.123	13.0524	0.0000
HATA	63	0.593	0.009		
TOPLAM	71	1.487			

A: Firma B: Levha no

Varyans analizi sonuçlarına göre; üretici firmalar, levha numaraları ve firma-levha no ikili etkileşimlerine ait yüzeye dik çekme direnci değerleri arasındaki fark 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Firmaların, yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.5459 N/mm^2 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.46. Firmalara göre yüzeye dik çekme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm^2)	
	(X)	HG
YL1	0.491	B
YL2	0.464	B
YL3	0.570	A

LSD $\pm 0.5459 \text{ N/mm}^2$

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Levha numaralarının, yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.5459 N/mm^2 LSD kritik değeri için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Levha numaralarına göre yüzeye dik çekme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	
	(X)	HG
1	0.574	A
2	0.430	B
3	0.522	A

LSD ± 0.5459 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Firma-levha numaraları ikili etkileşimlerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.09456 N/mm² LSD kritik değeri için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.48’de verilmiştir.

Çizelge 4.48. Firma ve levha numaralarına göre yüzeye dik çekme direnci ortalamalarının karşılaştırılması

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)					
	L1		L2		L3	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
YL1	0.653	AB	0.410	C	0.411	C
YL2	0.486	C	0.476	C	0.430	C
YL3	0.582	B	0.403	C	0.726	A

LSD ± 0.09456 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Elde edilen sonuçlara göre; yüzeye dik çekme direnç değeri en düşük YL2’de, en yüksek değer ise YL3’de bulunmuştur. Bütün firmalara ait değerler TS EN 312-3’de belirtilen 0.35 N/mm² değerinden yaklaşık olarak YL1’de % 40, YL2’de %31 ve YL3’de ise % 63 oranında yüksek çıkmıştır.

Yapılan karşılaştırma analizlerine göre, firmaların kendi levhalar arası yüzeye dik çekme dirençleri arasında önemli varyasyonlar vardır. En yüksek ve en

düşük yüzeye dik çekme direnci farkı yaklaşık YL1’de % 251, YL2’de % 61, YL3’de ise % 222 oranındadır.

Yonga levhalarda yüzeye dik çekme dirençleri serme yöntemi, yonga geometrisi ve tutkal miktarı ile doğrudan ilişkili olduğu için, buradan da üretimde tutkal miktarının dengeli olmadığı, yonga - tutkal karışımının homojen yapılmadığı ve yonga geometrisinin levhanın her yerinde aynı olmadığı sonucunu çıkarmak mümkündür.

Tutkal miktarı arttıkça yonga levha yoğunluğunun da arttığı düşünülürse, yoğunluk arttıkça yüzeye dik çekme direncinin artacağını söylemek mümkündür.

4.1.7. Vida tutma direnci

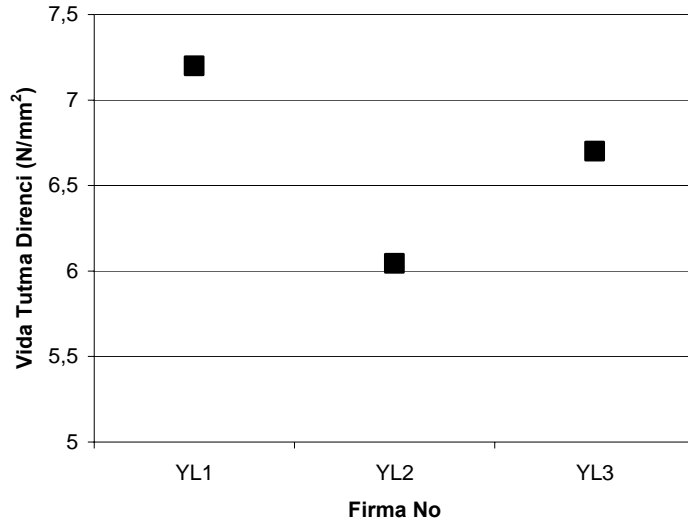
Deney numunelerinin yüzeye dik vida tutma dirençleri ortalama 6.65 N/mm² olarak bulunmuştur. Yüzeye dik vida tutma direnç değerleri Çizelge 4.49’da verilmiştir.

Çizelge 4.49. Deney numunelerinin yüzeye dik vida tutma direnç değerleri

FİRMA	Yüzeye Dik Vida Tutma Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v%
YL1	4,06	11,25	7,20	26,74
YL2	4,84	7,13	6,04	11,59
YL3	4,69	8,85	6,70	17,84
ORTALAMA	4.53	9.08	6.65	18.72

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin; yüzeye dik vida tutma direnci değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Yüzeye dik vida tutma dirençlerine ait değerlerin karşılaştırma sonuçları

Yüzeye dik vida tutma dirençleri ile ilgili tüm sonuçlar Ek-11’de, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye dik vida tutma direnç değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.50’de verilmiştir.

Çizelge 4.50. Firma türü ve levha numaralarının yüzeye dik vida tutma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	10.095	5.048	2.9716	0.0639
B	2	8.360	4.180	2.4607	0.0996
A*B	4	9.290	2.323	1.3673	0.2646
HATA	36	61.152	1.699		
TOPLAM	44	88.898			

A: Firma B: Levha no

Bu sonuçlara göre; üretici firmalar, levha no ve firma-levha no ikili etkileşimlerine ait yüzeye dik vida tutma direnci değerleri arasındaki fark 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

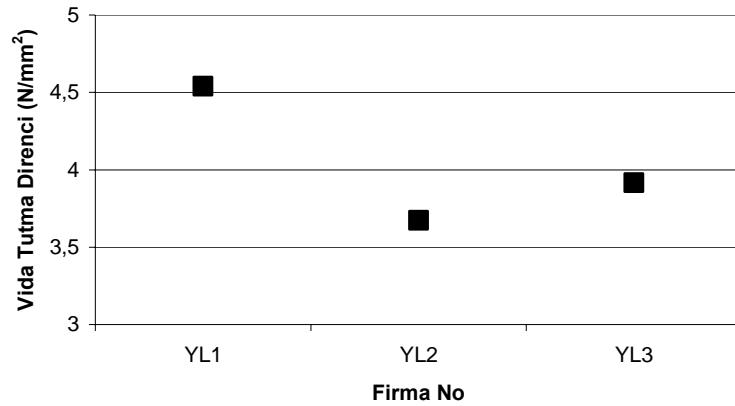
Deney numunelerinin yüzeye paralel vida tutma dirençleri ortalama 4.04 N/mm² olarak bulunmuştur. Yüzeye paralel vida tutma direnç değerleri Çizelge 4.51’de verilmiştir.

Çizelge 4.51. Deney numunelerinin yüzeye paralel vida tutma direnç değerleri

FİRMA	Yüzeye Paralel Vida Tutma Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v%
YL1	3,15	6,93	4,54	24,27
YL2	3,18	4,37	3,67	19,08
YL3	2,97	5,86	3,92	30,51
ORTALAMA	3.10	5.72	4.04	24.62

X_{min} : En küçük değer X_{ort} : Ortalama değer X_{max} : En büyük değer v (%) : Varyasyon katsayısı

Deney numunelerinin; yüzeye paralel vida tutma direnci değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Yüzeye paralel vida tutma dirençlerine ait değerlerin karşılaştırma sonuçları

Yüzeye paralel vida tutma dirençleri ile ilgili tüm sonuçlar Ek-12’de, firma türü ve levha numaralarının, yüzeye paralel vida tutma direnç değerleri üzerindeki etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Firma türü ve levha numaralarının yüzeye paralel vida tutma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
A	2	5.989	2.995	5.1433	0.0108
B	2	0.911	0.456	0.7824	
A*B	4	3.769	0.942	1.6185	0.1908
HATA	36	20.961	0.582		
TOPLAM	44	31.630			

A: Firma B: Levha no

Bu çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; üretici firmalara ait yüzeye paralel vida tutma direnci değerleri arasındaki fark 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemli bulunmuş, levha numaralarına ve firma-levha no ikili etkileşimlerine ait yüzeye paralel vida tutma direnci değerleri arasındaki fark ise 0.05 hata olasılığına göre istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

Firmaların, yüzeye paralel vida tutma direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait ortalamaların 0.5650 N/mm^2 LSD kritik değeri için karşılaştırılması Çizelge 4.53’ de verilmiştir.

Mobilya sektöründe son yıllarda özellikle tablalı mobilya üretiminin köşe birleştirmelerinde vidalı birleştirmeler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu nedenle mühendislik tasarımı açısından yonga levhaların vida tutma dirençleri büyük önem kazanmıştır. Türk Standartları Enstitüsü’nde, yonga levhaların vida tutma dirençlerine ilişkin bir standart bulunmaması önemli bir eksiklik olarak belirtilebilir.

Çizelge 4.53. Firmalara göre yüzeye paralel vida tutma direnci ortalamalarının karşılaştırılması

FİRMA	Yüzeye Paralel Vida Tutma Direnci (N/mm ²)	
	(X)	HG
YL1	4.539	A
YL2	3.673	B
YL3	3.917	B

LSD ± 0.5650 N/mm²

X : Ortalama

HG : Homojenlik grubu

Bu çalışmada, yonga levhaların yüzeye dik ve yüzeye paralel vida tutma direnç deneyleri yapılmıştır. Deney örnekleri ve deney düzenekleri TS EN 320'de belirtilen lif levhaların vida tutma kabiliyeti standardına göre yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre; yüzeye dik ve yüzeye paralel vida tutmada direnç en yüksek YL1'de, en düşük direnç ise YL2' de görülmüştür. Ayrıca yüzeye dik vida tutma dirençleri , yüzeye paralel vida tutma dirençlerine göre sırasıyla yaklaşık YL1'de %59, YL2'de % 65 ve YL3'de %70 oranında yüksek bulunmuştur.

Yonga levhaların vida tutma direnci üzerinde vidalama yönü, yonga levhanın yoğunluğu, rutubet miktarı, vida çapı, vida girme derinliği, vida tipi, vida adımı, pilot deliği çapı ve derinliği, vida ucunun şekli, vidanın yapıldığı materyal, vidayı çekme kuvvetinin hızı gibi çok değişik faktörlerin etkisi vardır. Bunların dışında levha yüzeyine dik yönde vida tutma direnci levha yüzeyine paralel yöndeki vida tutma direncinden daha fazla olmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Bu çalışmanın sonucunda; mobilya ürün mühendisliğinde kullanılmak üzere mobilya endüstrisinde sıklıkla kullanılan yonga levhalardan bazılarının fiziksel ve mekanik özellikleri incelenerek, daha kaliteli, daha ekonomik ve daha sağlam konstrüksiyonlu mobilyalar tasarlamak ve üretmek için gerekli bazı veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

Mobilya sektöründe sıklıkla kullanılan yonga levhalardan üç firmaya ait üçer tabaka yonga levhanın rutubet oranları incelenmiş, genel olarak standartlara ve üretici firma spesifikasyonlarına uygun olduğu görülmüştür. Bununla birlikte Türk Standartları Enstitüsünün belirttiği standartta verilen aralığın çok fazla oluşundan dolayı, tüm firmalar bu standartları rahatlıkla sağlayabildiği ancak, rutubet miktarının da etkisinin olduğu bazı mekanik özelliklerin yeterli çıkmadığı görülmüştür.

Ayrıca firmaların kendi levhaları arasında ve levha içinde önemli varyasyonların olduğu gözlenmiş, bunların giderilebilmesi için fabrika üretim hattında yapılan kalite kontrol tekniklerinin gözden geçirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bunun yonga levhaların perakende satış yerlerindeki uygunsuz depolama şartlarından dolayı olabileceği sanılmaktadır. Yonga levhaların fazla rutubetli ve hava sirkülasyonu iyi olmayan ortamlarda depolanmaması gerektiği bilinmektedir.

Denemelere tabi tutulan bütün yonga levhaların yoğunluk değerleri, orta yoğunlukta yonga levha sınıfına girmektedir. Ancak TS EN 312-1'de belirtilen, levhanın değişik yerlerindeki yoğunluk farkı $\pm \% 10$ 'dan fazla çıkmıştır. Yoğunluğun, yonga levhaların eğilme, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, kalınlığına şişme ve vida tutma dirençlerine etkisi olduğu düşünüldüğünde yoğunluk farkının ilgili standartlarda belirtilen değerlere getirilmesi gereklidir. Bunun için fabrika içi kontrollerin daha titizlikle yapılması ve üretim bandındaki gerekli ayarlamalarla, istenen yoğunluktaki levhaların üretilmesi sağlanmalıdır. Yoğunluk farkı $\% 10$ 'dan fazla olan levhalarla üretilecek mobilyalarda, mobilya mukavemet tasarımı istenildiği şekilde yapılamayacağından dolayı mobilyanın mukavemeti de istenen ya da tasarımda tahmin edilen düzeyde olmayacaktır.

Günümüzde, özellikle kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde sıklıkla kullanılan yonga levhaların eğilme dirençleri, mobilya mühendislik tasarımı açısından oldukça önemlidir. Genellikle ağır yüklere maruz kalan raf sistemlerinde kullanılacak yonga levhaların eğilme direnç değerlerine göre birleştirme yerlerindeki konstrüksiyon şeklinin belirlenmesi ve buna göre tasarımın yapılması önemlidir.

Araştırma sonuçlarına göre, yonga levhaları test edilen firmalardan ikisinin eğilme dirençlerinin, Türk Standartları Enstitüsünce belirlenen standartların ve kendi spesifikasyonlarının altında kaldığı, sadece bir firmanın yonga levhalarının standardın üzerinde bir eğilme direncine sahip olduğu görülmüştür.

Ayrıca, mobilyalarda eğilme yükleri sadece yatay rafların değil, aynı zamanda dikey tablaların da mukavemet özelliklerine etki etmektedir. Bir başka ifadeyle tüm mobilyanın mukavemetini etkilemektedir. Türk Standartlarında belirtilmemesine rağmen bu çalışmada yonga levhalara kılıçlamasına gelen yüklere karşı eğilme dirençleri de test edilmiş ve kılıçlamasına yüklemeye eğilme direncinin yüzeye dik gelen yüklemeye oranla daha az olduğu görülmüştür. Bu önemli hususta da belirli bir standardın geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılabilir.

Eğilme direncine etki eden faktörler göz önüne alındığında iki firmaya ait eğilme dirençlerinin standarda göre düşük çıkmasının; üretimde kullanılan odun cinsinden, yonga geometrisine, levha yoğunluğundan rutubet miktarına kadar değişik bir çok faktörün etkili olabileceği düşünülmektedir.

Yonga levhalardan üretilen rafların eğilme dirençlerini artırmak için, rafların ön ve arka kenarlarına eğilme dirençleri daha yüksek olan masif çitalar yapıştırılması önerilebilir. Bunun yanı sıra levhalardan alınan örneklerde, yonga yönünde (levha boyuna paralel) alınanlarının eğilme dirençleri daha yüksek bulunduğundan, raf kesimlerinde bunun da göz önünde bulundurularak kesim yapılması yararlı olacaktır.

Denemelere tabi tutulan yonga levhalar elastikiyet modülü değerleri açısından karşılaştırıldığında, bütün firmalara ait yonga levhaların elastikiyet modülü, standartta belirtilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Elastikiyet modülü levhaların dış tabakalarındaki rutubet miktarı ile ilişkili olduğundan, dış katmanların rutubet

miktarı arttıkça elastikiyet modülünde bir azalma olacaktır. Yonga levhaların kırılma bir yapıya sahip malzemeler olduğu düşünüldüğünde eğilme direncinde olduğu gibi tablaların ön ve arka kenarlarına masif çita yapıştırılması elastikiyet modülü değerlerini arttıracaktır.

Kalınlığına şişme deneyleri sonuçlarına göre denemeye tabi tutulan bütün yonga levhaların kalınlıklarındaki artış oranları, Türk Standartları Enstitüsünce belirlenen sınırların çok üstünde çıkmıştır. Ayrıca standartta verilen değerlerinde çok düşük olması dikkate değer bulunmuştur. Bu nedenle kalınlığına şişme oranı ile ilgili standardın yeniden gözden geçirilmesi uygun olacaktır.

Yonga levhaların kalınlığına şişmesini engellemek için kullanılan hidrofobik maddelerdeki artışın yonga levhaların diğer mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği de göz önünde bulundurularak, bu konu ile ilgili çalışmalara daha fazla önem verilmelidir.

Bütün firmalara ait yüzeye dik çekme dirençleri standartların üzerinde olmasına karşın, firmaların yonga levhaları arasında ve levha içinde önemli varyasyonların olduğu görülmüştür. Yüzeye dik çekme direnci ile yoğunluk arasındaki ilişkiden dolayı, bu varyasyonların levha içerisindeki yoğunluk farklarından kaynaklanabileceğini söylenebilir. Ayrıca kullanılan tutkal miktarı, yonga geometrisi de yüzeye dik çekme direncini etkileyebilmektedir. Bunların giderilebilmesi için fabrika kalite kontrol tekniklerinde bir takım düzenlemelerin yapılması gerektiğini önermek mümkündür. Bu kadar değişik varyasyona sahip olan yonga levhalardan üretilecek mobilyalarda da belirli bir kalite standardı yakalamanın mümkün olmadığı aşıkardır.

Türk Standartları Enstitüsü tarafından yonga levhaların vida tutma dirençlerine ilişkin bir standart geliştirilmediği için bu çalışmada deney numuneleri ve testler orta yoğunluktaki lif levhaların vida tutma dirençlerine ait standartlara göre hazırlanıp yapılmıştır. Günümüzde yonga levhaların çok geniş bir kullanım yelpazesi olduğu ve birleştirme yerlerinde de çoğunlukla vidalı birleştirmelerden yararlanıldığı düşünülürse, yonga levhaların vida tutma dirençleriyle ilgili bir standardın en kısa zamanda belirlenmesi gerekli olduğu ortadadır.

Yapılan testlerde yonga levhaların yüzeyden ve kenardan vida tutma dirençleri ayrı ayrı yapılmış, yüzeye dik vida tutma direncinin, yüzeye paralel vida tutma

direncinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, kenardan atılan vidadanın genellikle yoğunluğu daha az olan orta tabakalara geldiği ve böylelikle kenardan vida tutma direncinin daha düşük olduğu şeklinde açıklamamız mümkündür. Ayrıca vidalamadan önce vida çapına uygun çapta ve derinlikte açılacak pilot deliklerinin hem vidalamayı kolaylaştırdığı hem de vida tutma direncine olumlu bir katkı sağladığını söyleyebiliriz.

Günümüzde tüketicilerin kullanışlı, portatif, sağlam ve kaliteli ama maliyeti düşük mobilyalar istediği göz önüne alındığında yonga levhalardan üretilen mobilyaların bu şartları kolaylıkla sağlayabileceğini söyleyebiliriz. Bu kriterleri sağlayabilecek mobilyalar üretebilmek içinde fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek yonga levhaların üretilmesi ve kullanılması gereklidir.

Bu şartları sağlayabilmek için yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesine yönelik daha kapsamlı çalışmaların yapılarak, yeni test metotlarının geliştirilmesi ve bu testlerin kullanım alanının küçük işletmelere kadar yaygınlaştırılması zorunludur. Böylelikle; yüksek standartlı ve kaliteli mobilyalar üretebilecek ve bunları ihraç ederek, ülkemiz ekonomisine katkıda bulunmamız mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

KİTAPLAR

1. Bozkurt, A.Y., Göker, Y., 1985. *Yongalevha Endüstrisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 263s.
2. Burdurlu, E., 1994. *Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim – Kullanım Teknolojisi*, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 322s.
3. Eckelman, C.A., 1991. Textbook of Product Engineering and Strength Design of Furniture, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.
4. Haygreen, J. G., Bowyer, J. L., 1985. *Forest Products and Wood Science an Indroduction*, The Iowa University Pres, USA, 286p.
5. Huş, S., 1977. *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 248s.
6. Özen, R., 1980. *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 185s.

MAKALELER

1. Akbulut, T. 2000. Yongalevha Endüstrisi. Laminart, (7) : 112-119
2. Bao, Z., Eckelman, C.A. 1995. Fatigue Life and Design Stresses For Wood Composites Used In Furniture. Forest Products Journal, 45,(7,8): 59-64
3. Cals., CERG/SMIC Concurrent Engineering Information Center: Definitions of Concurrent Engineering, <http://www.mor.items.mx>, Mexico, 1991.
4. Cassens, D.L., Bradtmueller, J.P., Picado, F. 1994. Variation in Selected Properties of Industrial Grade Particleboard. Forest Products Journal, 44, (10): 50-57
5. Efe, H., 1998. Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı. G.Ü.T.E.F., Politeknik Dergisi, 1, (1-2) : 41-54
6. Efe, H., Kasal, A., Gürleyen, L., 2002. Çeşitli Tutkallarla Yapıştırılmış Kutu Konstrüksiyonlu Kavelalı Köşe Birleştirmelerin Basınç Direnci. G.Ü., Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 10, (10) : 39-57
7. Göker, Y. 2000. Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri. Laminart, (7) : 128-133

8. Maloney, T. M., 1996. The Family of Wood Composite Materials. Forest Products Journal, 46, (2) : 18-27
9. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. 2000. Yongalevha Teknolojisi. Laminart, (7) : 120-126
10. Nemli, G., Hızıroğlu, S., Usta, M., Serin, Z.Özdemir, T., Kalaycıoğlu, H. 2004. Effect of Residue Type and Tannin Content On Properties of Particleboard Manufactured From Black Locust. Forest Products Journal, 54, (2) : 36
11. Örs, Y., Kalaycıoğlu, H. 1991. Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. Doğa Tr. J. Of Agriculture and Forestry, (15) : 968-974
12. Özen, R. 1982. Waferboard- Etiket Yongalı Levha Üretimi. KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 5, (1) : 135-150
13. Thole, V., Weiss, D. 1992. Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsun Bonded Particleboards. Holz als Roh und Werkstoff, 50, (6) : 241-252
14. Wei, X., Suchsland, O. 1998. Variability of Particleboard Properties From Single- and Mixed-Species Processes. Forest Products Journal, 48, (9) : 68-74
15. Wei, X., Suchsland, O. 1999. Within-Panel Variability and Selected Property Relationships of Particleboard From Single-and Mixed- Species Processes. Forest Products Journal, 49, (10) : 36-41
16. Wu, Q., Vlosky, R.P. 2000. Panel Products: A Perspective from Furniture and Cabinet Manufacturers in The Southern United States. Forest Products Journal, 50, (9) : 45-51
17. Vlosky, R..P., Wu, Q. 2001. A Brief Look at Raw Material Usage in The Furniture and Cabinet Industries In The Southern United States. Forest Products Journal, 51, (9) : 25-30
18. Yaman, A. 2002. Ahşap ve Levha Sektöründe Gelişmeler ve Beklentiler. Laminart, (18) : 92-107

BİLDİRİLER

1. Eckelman, C.A., Erdil, Y.Z., Joint Desing Manual for Furniture Frames Constructed of Plywood and Oriented Standard Board, I. Uluslararası Mobilya Kongresi, 1999, İstanbul, Bildiriler: 265-305
2. Göker, Y., Kalaycıoğlu, H., As, N., Akbulut, T., Ağaç Türü, Tutkal Miktarı ve Formaldehit / Üre Mol Oranının Yonga Levhanın Özellikleri Üzerine Etkisi. II. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, 6-9 Ekim 1993, Trabzon. Bildiriler : 50-61

TEZLER

1. Akbulut, T., *ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1991.
2. Efe, H., *Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 1994.
3. Erdil, Y. Z., *Strength Analysis and Desing of Joints of Furniture Frames Constructed of Plywood and Oriented Strand-Board*, Master of Science, Purdue University Graduate School, West Lafayette, Indiana, USA, 1998.
4. Kalaycıoğlu, H., *Sahil Çamı (Pinus Pinaster A.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991.
5. Kasal, A., *Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerden Üretilmiş Çerçeve Konstrüksiyonlu Koltukların Performansı*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2004.
6. Nemli, G., *Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.

DİĞER KAYNAKLAR

1. Anonim 2, BS 1811 Methods of test for wood chipboard and other particle board, British standards Institution, London, 1969.

2. Anonim 3, TS 1351 Odun (Lif,yonga ve talaş imalinde kullanılan), TSE, Ankara, 1973.
3. Anonim 4, TS 2129 Odun Lifli ve Yonga Levhalar (Terimler ve Tarifler), TSE, Ankara, 1975.
4. Anonim 5, TS 4616 Yonga Levhaları-Kalıp Preste Biçimlendirilmiş ve Kaplanmış Elemanlar, TSE, Ankara, 1988.
5. Anonim 16, TS 64-2, Bağlantı Elemanları-Vidalar Kısım: 2-ISO Metrik-Normal Adımlı-Anma Çapı 1 mm - 68 mm Anma Ölçüleri, TSE, Ankara, 1994.
6. Anonim 1, TS EN 309 Ahşap Yonga Levhalar-Tarifler ve Sınıflandırma, TSE, Ankara, 1999.
7. Anonim 6, TS EN 326-1 Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara, 1999.
8. Anonim 7, TS EN 326-3 Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi, TSE, Ankara, 1999.
9. Anonim 8, TS EN 312-1 Yonga Levhalar- Özellikler-Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler, TSE, Ankara, 1999.
10. Anonim 9, TS EN 312-3 Yonga Levhalar- Özellikler-Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri, TSE, Ankara, 1999.
11. Anonim 10, TS EN 322 Ahşap Esaslı Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara, 1999.
12. Anonim 11, TS EN 323 Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Ağırlığının Tayini, TSE, Ankara, 1999.
13. Anonim 12, TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara, 1999.
14. Anonim 13, TS EN 317 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçersine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara, 1999.
15. Anonim 14, TS EN 319 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara, 1999.

16. Anonim 15, TS EN 320 Lif Levhalar-Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini, TSE, Ankara, 1999.
17. Anonim 17, TS EN 325 Ahşap Esaslı Levhalar-Deney Numunelerinin Boyutlarının Tayini, TSE, Ankara, 1999.

EKLER

EK-1. Rutubet miktarı tayini deneyi sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Kalınlığma Şişme (%)		
	L1	L2	L3
YL1	8,48	9,36	8,81
	8,66	9,41	9,16
	8,30	9,27	8,23
	8,04	9,83	8,84
YL2	9,52	9,65	9,54
	9,43	9,37	9,41
	9,17	9,32	9,04
	9,15	9,28	9,77
YL3	8,04	8,40	8,48
	7,78	8,26	8,18
	7,75	7,96	8,01
	8,01	8,22	8,22

EK-2. Tam kuru yoğunluk değeri sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Tam Kuru Yoğunluk (g/cm ³)		
	L1	L2	L3
YL1	0,658	0,640	0,598
	0,614	0,597	0,620
	0,739	0,590	0,587
	0,601	0,580	0,573
	0,676	0,585	0,566
	0,625	0,617	0,580
YL2	0,601	0,555	0,592
	0,589	0,570	0,559
	0,619	0,601	0,559
	0,591	0,571	0,600
	0,602	0,596	0,592
	0,583	0,574	0,574
YL3	0,668	0,646	0,653
	0,632	0,622	0,638
	0,617	0,614	0,632
	0,635	0,598	0,656
	0,627	0,631	0,638
	0,642	0,602	0,654

EK-3. Hava kurusu yoğunluk değeri sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Hava Kurusu Yoğunluk (g/cm ³)		
	L1	L2	L3
YL1	0,699	0,677	0,631
	0,639	0,632	0,654
	0,793	0,623	0,618
	0,639	0,615	0,606
	0,710	0,617	0,663
	0,661	0,651	0,612
YL2	0,639	0,589	0,627
	0,628	0,604	0,593
	0,655	0,635	0,591
	0,626	0,604	0,613
	0,636	0,630	0,624
	0,618	0,606	0,606
YL3	0,704	0,685	0,688
	0,665	0,659	0,672
	0,647	0,649	0,666
	0,666	0,630	0,692
	0,659	0,666	0,672
	0,675	0,636	0,690

EK-4. Kalınlığına şişme deneyi sonuçları (2 Saat)

LEVHA NO FİRMA	Kalınlığına Şişme (%)		
	L1	L2	L3
YL1	13	11	12
	10	10	9
	9	9	9
	7	7	3
	10	10	11
	7	8	9
	11	9	8
	8	8	9
YL2	11	12	11
	11	12	12
	10	12	11
	11	12	10
	11	11	11
	11	12	11
	10	11	10
	11	12	11
YL3	4	11	5
	5	9	5
	5	10	4
	3	3	3
	4	16	2
	3	9	4
	3	11	3
	4	9	5

EK-5. Kalınlığına şişme deneyi sonuçları (24 Saat)

LEVHA NO FİRMA	Kalınlığına Şişme (%)		
	L1	L2	L3
YL1	22	17	25
	18	14	16
	16	12	17
	15	15	16
	17	16	16
	15	15	14
	18	14	15
	17	14	14
YL2	14	14	14
	15	15	15
	14	15	14
	15	16	13
	14	15	14
	16	15	15
	14	14	13
	14	16	14
YL3	16	20	16
	15	18	14
	13	19	14
	13	17	13
	14	19	14
	14	17	13
	14	18	12
	13	17	12

EK-6. Yüzeye dik eğilme direnci deneyi sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)		
	L1	L2	L3
YL1	10,99	7,94	13,04
	13,10	10,33	10,59
	14,85	8,12	10,30
	13,93	12,31	15,23
	11,79	12,40	14,04
	9,02	10,46	11,44
YL2	14,36	8,46	9,08
	13,79	12,14	9,82
	13,47	10,53	13,13
	13,21	10,29	9,67
	13,23	11,62	10,97
	14,10	10,80	11,45
YL3	17,06	12,44	16,87
	16,24	10,82	17,20
	16,97	11,80	17,96
	23,63	16,67	20,91
	22,07	12,18	20,21
	20,62	12,16	35,23

EK-7. Yüzeye paralel eğilme direnci deneyi sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Paralel Eğilme Direnci (N/mm ²)		
	L1	L2	L3
YL1	6,26	6,19	8,57
	8,71	6,49	8,91
	9,26	7,46	8,98
	12,17	8,30	7,23
	9,55	8,30	7,32
	9,83	8,45	7,24
YL2	9,57	8,61	8,14
	10,81	9,52	8,32
	10,32	8,79	10,82
	7,33	8,73	8,26
	8,54	7,29	7,53
	8,20	7,62	8,82
YL3	11,92	9,47	12,53
	11,48	9,30	12,93
	12,90	9,48	12,65
	12,50	8,99	12,19
	11,09	10,39	12,09
	10,62	9,06	12,02

EK-8. Yüzeye dik elastikiyet modülü deneyi sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Dik Elastikiyet Modülü (N/mm ²)		
	L1	L2	L3
YL1	2176	2010	2582
	2395	2186	1767
	1599	2280	2321
	2005	1764	2305
	2165	2013	2337
	2860	1621	2240
YL2	2423	2293	2115
	2571	1744	2029
	2164	1909	1934
	2215	1728	2169
	2431	1945	1749
	2265	1949	1949
YL3	3192	2544	2691
	3239	2396	3264
	3728	2696	3134
	2404	2046	2527
	2723	2258	3170
	3100	2514	2858

EK-9. Yüzeye paralel elastikiyet modülü deneyi sonuçları

LEVHA NO	Yüzeye Paralel Elastikiyet Modülü (N/mm²)			
	L1	L2	L3	
FİRMA				
	YL1	1157	1628	1349
		1341	1601	1358
		1364	1633	1359
		1783	1033	1048
		1275	1028	1128
1274		1111	1196	
YL2	1594	1222	1098	
	1573	1400	1235	
	1589	1373	1371	
	1092	1227	1143	
	1188	1138	1193	
	1085	1180	1242	
YL3	2016	1407	2259	
	1925	1427	2175	
	2175	1506	2149	
	1817	1265	1746	
	1676	1404	1521	
	1652	1360	1839	

EK-10. Yüzeye dik çekme direnci deneyi sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)		
	L1	L2	L3
YL1	0,70	0,44	0,70
	0,60	0,52	0,40
	0,61	0,39	0,41
	0,58	0,43	0,31
	0,98	0,43	0,28
	0,59	0,30	0,45
	0,53	0,46	0,33
	0,64	0,31	0,41
YL2	0,47	0,47	0,35
	0,47	0,41	0,46
	0,56	0,50	0,41
	0,46	0,43	0,45
	0,49	0,50	0,35
	0,49	0,54	0,50
	0,47	0,50	0,43
	0,48	0,46	0,49
YL3	0,78	0,39	0,68
	0,61	0,51	0,68
	0,27	0,44	0,74
	0,58	0,33	0,59
	0,62	0,46	0,74
	0,72	0,44	0,82
	0,59	0,33	0,87
	0,49	0,33	0,69

EK-11. Yüzeye dik vida tutma direnci deneyi sonuçları

LEVHA NO	Yüzeye Dik Vida Tutma Direnci (N/mm²)			
	L1	L2	L3	
FİRMA				
	YL1	9,37	6,40	4,06
		11,25	6,25	8,75
		6,04	4,06	7,50
		5,88	8,23	7,45
	7,45	8,75	6,56	
YL2		6,77	6,35	6,82
		5,99	7,13	5,05
		4,84	5,83	5,21
		5,68	6,25	6,46
		6,40	6,56	5,31
YL3		7,50	4,69	6,40
		8,23	5,31	6,35
		7,08	4,69	6,30
		7,45	6,09	7,08
		8,85	7,55	6,93

EK-12. Yüzeye paralel vida tutma direnci deneyi sonuçları

LEVHA NO FİRMA	Yüzeye Paralel Vida Tutma Direnci (N/mm²)		
	L1	L2	L3
YL1	4,69	4,84	3,28
	6,12	3,33	3,83
	4,14	3,15	4,24
	3,49	5,73	4,53
	4,58	6,93	5,21
YL2	3,51	3,18	3,62
	3,85	3,41	3,44
	4,37	3,51	3,75
	3,70	3,54	3,78
	4,22	3,85	3,36
YL3	4,56	2,97	5,86
	3,88	3,15	3,93
	3,75	3,49	3,51
	4,06	3,54	4,06
	4,14	3,25	4,61

ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında İzmir’de doğdu. İlk ve orta öğretimini İzmir’de tamamladı. 1985 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü’nde yüksek öğrenimine başladı. 1991 yılında lisans eğitimini tamamlayarak mezun oldu. 1991- 1993 yılları arasında Gaziantep Mehmet Rüştü Uzel Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde teknik öğretmen, 1993-1996 yılları arasında İzmir Atatürk Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde teknik öğretmen, 1996-1997 yılları arasında İzmir Seyit Şanlı Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde Bölüm Şefi olarak çalıştı. 1997 yılında Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümüne Öğretim Görevlisi olarak atandı. 1999 yılında Yüksek Lisans çalışmalarına başladı, evli ve iki çocuk babası Uğur Günsel İngilizce bilmekte ve halen Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü’ndeki görevine devam etmektedir.