



Lamine Parke Üretiminde Lif Levha (HDF)'nin Kullanılma Olanakları

Cengiz GULER,¹ Yalçın ÇÖPÜR¹, Cihat TAŞÇIOĞLU¹,
Ümit BÜYÜKSARI¹

Özet

Bu çalışmada, orta katmanda lif levha (HDF) ve üst tabakada üç farklı ağaç türü olarak kayın, meşe ve merbau'nun dört farklı yapıştırıcı olarak üre formaldehit (UF), fenol formaldehit (FF), melamin-üre formaldehit(MUF) ve polivinil asetat (PVA) tutkalları kullanılarak üretilen konrtparkelerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Orta katman olarak kullanılan HDF'nin de bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Üretilen lamine parkelerin fiziksel özelliklerinden; yoğunluk, 2 ve 24 saat su alma ve kalınlık artımı değerleri, mekanik özelliklerinden eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, eğilme direnci fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş lamine parkelerde en yüksek 78 N mm^{-2} , en düşük PVA tutkalı ile üretilmiş lamine parkelerde 44.28 N mm^{-2} , eğilmede elastikiyet modülü fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş lamine parkelerde en yüksek 8049 N mm^{-2} , PVA tutkalı ile üretilmiş lamine parkelerde en düşük 5183 N mm^{-2} olarak tespit edilmiştir. 24 saat suya daldırma sonucunda kalınlık artımı fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş lamine parkelerde en düşük, PVA tutkalı ile üretilmiş lamine parkelerde en fazla olarak bulunmuştur. Özellikle boyutsal stabilizasyonun istendiği ve yüksek direnç özelliklerinin arandığı kullanım alanlarında fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş orta katmanı HDF olan lamine parkeler tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: lif levha, Lamine parke, yapraklı ağaçlar, fiziksel ve mekanik özellikler

¹ Düzce Üniversitesi, Orman Fak. Orman Endüstri Müh. Böl. Konuralp Yerleşkesi, 81260/DÜZCE

Utilization potential of HDF (High Density Fiberboard) in Laminated Parquet Production

Abstract

In this study, the technical properties of laminated parquets were studied. The parquets examined consist of a high density fiberboard (HDF) middle layer, a solid hardwood (beech, oak merbau) on the top layer and a black pine veneer at the bottom layer. As adhesives, urea, melamine and phenol formaldehydes and PVA (polyvinyl acetate) were used in production process. The produced parquets were tested for mechanical properties such as modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) and some physical characterizes such as density, 2 and 24 h thickness swelling, water uptake.

The results of the tests displayed that the highest MOR (78 N mm^{-2}) and MOE (8049 N mm^{-2}) values were obtained when the parquets were produced using phenol formaldehyde adhesive, and the lowest MOR (44.28 N mm^{-2}) and MOE (5183 N mm^{-2}) values were obtained PVA adhesive, indicating the importance of the adhesive used in the process. In addition thickness swelling test results for 24h soaking time showed that the parquets produced using phenol formaldehyde performed best as opposed to parquets produced using PVA which performed the worst. The results indicated that using phenol formaldehyde as an adhesive resulted in positive effects in the production of parquets when HDF as the middle layer.

Keywords: High Density Fiberboard, laminated parquets, hard woods, physical and mechanical properties

1.Giriş

Ağaç malzeme; estetik görünümü, ısı yalıtımı, ses absorpsiyonu, hijyenik oluşu, aşınmaya karşı dayanıklılığı, elastikliği ve kolay işlenebilme gibi özellikleri nedeniyle yüksek oranda kullanım alanı olan bir malzemedir. Türkiye orman ürünleri endüstrisi içinde yer alan parke endüstrisinde özellikle son 10 yılda meydana gelen önemli teknolojik gelişmeler nedeniyle masif parke yerini yavaş yavaş lamine ve laminat parkeye bırakmaktadır. Lamine parke teknolojik özellikleri ve kolay uygulanması nedeniyle bir yer döşemesi olarak kullanımı her geçen gün artmaktadır. Ağaç malzemenin yer döşeme malzemesi olarak kullanılmasında estetik özelliklerinin yanı sıra temizlik, aşınmaya karşı dayanıklılık, sertlik, akustik, kolay işlenme, cilalanabilme, bakım ve tamirin kolay olması gibi özellikler de önem arz etmektedir. Ayrıca şok etkilerini mas etme, ekonomik olma, kolay bulunması ve çalışma değerlerinin de düşük olması dikkate alınan diğer özellikler olmaktadır.

Lamine parke bu özellikleri üzerinde taşıdığı gibi, çalışması masif parkeye göre daha az bir malzemedir.

Kontrplak, belirli uzunluk ve çaplardaki ağaç gövdesi kısımlarının özel makinelerde soyulması ile elde edilmiş soyma levhalarının kurutulmasından sonra lif doğrultuları birbirine dik olmak üzere üç, beş, yedi ve daha çok tek sayıda üst üste konularak basınç altında preslenmek suretiyle yapıştırılması ile elde edilen malzeme olarak tanımlanmaktadır. (TS 2128 EN 313-2, 2005) Lamine parke üretiminde ise üst tabakalar değerli ağaç türlerinden biçme yöntemi ile üretilmektedir. Lamine parkeler 3 tabakadan oluşur. Üst tabaka en fazla 4-5 mm'lik değerli ağaç tabakasıdır. Genellikle alt tabakalarda yumuşak ağaç türlerinden çam gibi ucuz ve değeri düşük ağaçlardan oluşur. Bunlara göre, üst tabakası biçme yöntemi elde edilmiş diğer tabakaları farklı ağaç türlerinden olmak üzere lif doğrultuları birbirine dik gelecek şekilde üç tabakalı olarak basınç altında uygun bir yapıştırıcı ile yapıştırılması ile elde edilen malzemelere kontrparke denir.

Türkiye'de lamine parke üretiminde üst tabakada en çok kullanılan ağaçlar meşe (*Quercus spp.*) ve kayın (*Fagus orientalis* Lipsky)' dir. Avrupa'da bu ağaçlardan başka akçaağaç (*Acer*), dişbudak (*Fraxinus*), armut (*Pirus communis*), karaağaç (*Ulmus*), huş (*Betula*) ve ceviz (*Juglans*)' de kullanılmaktadır. Lüks parke imalı için ise; amarant (*Copelfera bracteata*),jarah (*Eucalyptus marginata*), movingu (*Disthmononthus bentamianus*), bongossi (*Sephira procera*), çeşitli maun türleri (*Mahagoni*) ve gül ağacı (*Physocalymna scaberrimum*) kullanılmaktadır (Kurtoğlu, 1996). Orta ve alt tabakada ise göknar, ladin veya çam kullanılmaktadır. Parke imalinde kullanılacak tomrukların dolgun, düzgün ve lif kıvrıklığının olmaması arzu edilir. Kereste elde etmeye elverişli olmayan, budak, renk bozukluğu, kurt yeniği gibi kusurların kesilerek ayıklanması dolayısı ile boylardan ve genişlikten düşen ve boyutları bakımından parke imalatına elverişli kısımlar da değerlendirilir (Berkel,1961,; Kantay ve Ekizoğlu, 1988).

Ağaç malzeme higroskopik bir özellik taşımaktadır. Diğer bir ifade ile rutubet ile etkileşim halinde olup, bulunduğu ortamdan bünyesine su alır ya da ortama bünyesinden su verir. Odun denge rutubet değerlerinde ise boyutsal çalışma (genişleme veya daralma) göstermemektedir. Çalışma, birçok kullanım alanında ahşap malzeme için sakınca teşkil etmektedir. Bu çalışma değerinin farklı yönlerde değişik değerlerde olması (anizotropi) nedeniyle ahşabın yukarıda bahsedilen sakıncalı özelliği daha da artmaktadır. Masif parkeler için söz konusu olan bu özellik lamine parke de daha düşük düzeyde kalmaktadır. Bunu sağlayan etkenler ise, lamine parkenin sahip olduğu farklı tabaka kalınlıkları ve daha da önemlisi tabakaların lif yönleri birbirine dik olacak şekilde bir araya getirilmiş olmasıdır. Böylece, genişleme ve daralma ile masif

parkeler için söz konusu olabilecek şişme yada açılma riski, kontr parkelerde sözkonusu olmayacaktır. Bilindiği gibi lif yönünde çalışma ahşapta en küçük değerdedir ve böylece tabakaların enine (liflere dik) yönde çalışma göstermeleri, temas halinde oldukları (yapıştırıldıkları) için diğer tabaka tarafından engellenerek azaltılmaktadır.

Günümüzde parkelerin kullanım süresi çok önemlidir. Kullanım yerindeki denge rutubet miktarına bağlı olarak parkelerde boyutsal değişiklikler meydana gelmektedir. Lamine parkede boyutsal stabilizasyon; kullanılan malzeme ve tutkal türü ile doğrudan ilişkilidir. Kontrparke üretiminde tabakaların birbirine dik olması nedeniyle çalışma değerlerinin azaltılmış olmasına rağmen yüksek bağıl neme sahip ve suyla temas etme riskinin yüksek olduğu kullanım alanlarında kullanılacak zemin malzemesi olarak kullanılması bazı sakıncalar ortaya çıkarabilmektedir. Yüksek yoğunluklu lif levhalarda kullanım yerindeki denge rutubet miktarına (DRM) bağlı olarak meydana gelen kalınlık artımı masif ağaç malzemeye göre daha düşüktür. Bu özellikten dolayı orta tabakada HDF kullanılarak üretilen lamine parkeler kullanım yerindeki denge rutubet miktarlarındaki değişime bağlı olarak daha az çalışacaktır. Blanchet ve ark. (2003) lamine parkede (EWF) yaz ve kış koşullarında tutkal hattının makaslama direncinde meydana gelen azalmayı dört farklı tutkal türü için tespit etmişlerdir. En iyi sonuçlar poliüretanla yapıştırılan parkelerde elde edilmiştir. Ünsal ve Kantay (2002) meşe ve kayın parkelerin yüzey pürüzlülüğünü araştırdıkları çalışmada Türkiye’de faaliyet gösteren; kayın için 10, Meşe için 7 fabrikadan rasgele alınan teğet ve radyal masif parkelerde ortalama pürüzlülük değerlerini (Ra) tespit etmişlerdir. Sonuç olarak fabrikalar ortalamasını Meşe harelî ve freze parkelerde sırasıyla 5.18 µm ve 5.07µm, Kayın harelî ve freze parkelerde ise 4.73µm ve 5.19µm olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye’de parke ile ilgili olarak yapılan çalışmaların daha çok okuyucuyu bilgilendirmek için yazılan yazılar olduğu, çok az kısmının bilimsel temel araştırma niteliği taşıdığı belirtilmektedir (Güngör ve Sofuoğlu, 2004). Ülkemizde üretilen parkelerle ilgili yapılmış deneysel çalışmaların azlığı nedeniyle üretilen parkelerin standartlara uygun olup olmadığı da tam olarak bilinmemektedir. Bu çalışmada, orta tabakada HDF kullanılarak; HDF’nin diğer malzemelere göre üstün özelliklerinden yararlanmak, daha kaliteli ve uzun süre kullanılabilen parkelerin üretimine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Ayrıca, üç farklı ağaç türü ve dört farklı yapıştırıcı türü kullanılarak ülkemizde parke üretiminde en çok kullanılan ağaç türleri için kullanılacak tutkal türünün sağlayacağı avantaj ve dezavantajları ortaya koymak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, orta tabakada HDF ve çıta, üst katmanda 3 farklı ağaç türü ve yapıştırıcı olarak 4 farklı tutkal türü kullanılarak lamine parke üretilmiştir. Bu amaçla, orta tabakada 8 mm'lik yüksek yoğunluklu liflevha (HDF), üst katmanda 4 mm'lik kayın, meşe (*Quercus robur* L.) ve merbau (*Intsia bijuga* O. Ktze) kaplamaları ve alt katmanda göknar (*Abies bornmülleriana*) kaplama kullanılmıştır. Yapıştırıcı olarak üre formaldehit (UF), melamin-üre formaldehit (MUF), fenol formaldehit (FF) ve polivinil asetat (PVA) tutkalları kullanılmıştır. Elde edilen lamine parke gruplarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilerek ağaç türü ve tutkal türüne bağlı olarak değişimi incelenmiştir. Ayrıca orta katmanda ahşap malzeme olarak (çıta) olarak kullanılan Karaçam'la (*Pinus nigra* Arnold.) üretilmiş lamine parkeler kullanılmış olup orta katmanda HDF ile üretilen lamine parkelerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Kullanılan tutkalların teknik özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Lamine parkelerin üretiminde kullanılan üretim şartları ve parametreleri Çizelge 2 ve 3'de gösterilmiştir. Üre formaldehit tutkalı ve melamin-üre formaldehit tutkalı için; 1000 g % 55'lik üre formaldehit tutkalına, 300 g buğday unu, 100 gr sertleştirici olarak % 33'lük NH₄Cl kullanılmıştır. Fenol formaldehit tutkalı için; 1000 g % 47'lik fenol formaldehit tutkalına 50 gr fındık kabuğu unu, 50 g sertleştirici madde olarak toz halde alçı ve un karışımı ilave edilerek hazırlanmıştır. PVA tutkalı ise olduğu gibi kullanılmıştır.

Çizelge 1. Parkelerin üretiminde kullanılan tutkal türlerinin teknik özellikleri

Teknik Özellikler	UF	FF	MUF	PVA
Renk	Beyaz	Kırmızı	Beyaz	Beyaz
Katı Madde Oranı (%)	65	47	54	
Viskozite (20 °C) (cPs)	300 - 500	250 – 500	40 - 80	160-
pH (25 °C)	7.5 - 8.5	10.5 – 13	9,0 – 9,6	
Özgül kütle (g cm ⁻³) (20 °C)	1.270-	1.195 -1.205	1.230 –	1.1
Serbest Formaldehit (%)	0.16	0.5	-	
Çizelge 1'in devamı				
Jelleşme Süresi (130 °C)	30 – 35 sn	10 – 20 dk	-	
Depolama Süresi (gün) 20°C	45	45	15	

Çizelge 2. Lamine parkelerin üretim şartları

Üretim Şartları	ÜF	FF	MUF	PVA
Tutkal miktarı (g m ⁻²)		160	160	160
Levha sıcaklığı (°C)	160	20	20	20
Bekletme süresi (dak.)	20	7	6	6
Ön pres basıncı (kg cm ⁻²)	6	2.4	-	-
Pres sıcaklığı (°C)	130	150	130	70-80
Pres basıncı (kg cm ⁻²)	12-14	12-14	12-14	12-14

Çizelge 3. Lamine parke üretim parametreleri

Levha tipi	Orta tabak a	Dış Tabak a	Katkı Mad. (%)	Dolgu Mad. (%)	Tutkal	Sertleştirici NH ₄ Cl (% 33)
S	HDF	Meşe	30	-	UF	10
F	HDF	Kayın	30	-	ÜF	10
H	HDF	Merbau	30	-	ÜF	10
A	HDF	Meşe	-	5	FF	5
T	HDF	Kayın	-	5	FF	5
I	HDF	Merbau	-	5	FF	5
U	HDF	Meşe	30	-	MUF	10
D	HDF	Kayın	30	-	MUF	10
V	HDF	Merbau	30	-	MUF	10
Y	HDF	Meşe	-	-	PVA	-
J	HDF	Kayın	-	-	PVA	-
K	HDF	Merbau	-	-	PVA	-
N	ÇITA	Merbau	30	-	UF	10
X	ÇITA	Merbau	-	5	FF	5
Z	ÇITA	Merbau	30	-	MUF	10
R	ÇITA	Merbau	-	-	PVA	-

Lamine parkede yapıştırma esnasında rutubetin % 5-7 arasında olması uygun olacağı için kullanılacak materyaller bu rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Üretilen parkelerin ve üretimde kullanılan HDF'lerin; yoğunluk (TS-EN 323, 1999), 2 ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artımı ve su alma miktarı (TS EN 317, 1999), eğilme direnci (TS EN 310, 1999) ve eğilmeye elastikiyet modülü (TS EN 310, 1999) değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca, üst tabakada kullanılan kayın, meşe ve merbau

türlerinin ve HDF'lerin sertlik değerleri de tespit edilmiştir. Üretilen parkeler üretim parametrelerine göre gruplara ayrılmış ve üst tabakada farklı ağaç türleri kullanılması ve farklı tutkal türlerinin parkelerin 2 saat ve 24 saat ağırlık ve kalınlık artışı, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde meydana getirdiği farklılıklar istatistiki olarak çoklu varyans analizi ve ortalamalar arasındaki fark olup olmadığı da duncan testine tabi tutulmuştur.

3.Bulgular

Lamine parke üretiminde kullanılan HDF'lerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Aritmetik ortalama değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Lamine parke üretiminde kullanılan HDF'lerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

HDF	X	S	V	X _{max}	X _{min}
Yoğunluk (g cm ⁻³)	0.930	0.01	1.01	0.94	0.92
Kalınlık 2 saat	2.17	0.09	3.97	2.30	2.04
artımı (%) 24 saat	4.51	0.32	7.14	4.86	3.96
Ağırlık 2 saat	2.54	0.20	8.04	2.87	2.22
artımı (%) 24 saat	11.10	0.55	4.93	12.21	10.33
Eğilme direnci (N mm ⁻²)	64.10	1.83	2.85	65.60	60.60
Elastikiyet modülü (N/mm ²)	5362	99	1.85	5458	5179
Yüzeye dik çekme direnci (N mm ⁻²)	0.88	0.03	3.25	0.92	0.84

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon Katsayısı, X_{min}: Min değer, X_{max}: Max değer

Lamine parke üretiminde kullanılan HDF'lerin fiziksel özelliklerinden; yoğunluk değeri 0.930 g cm⁻³, 2 saat ve 24 saat suda ekletme sonucu meydana gelen ortalama kalınlık ve ağırlık artışları sırasıyla % 2.17, % 4.54 % 2.54 ve % 11.10, mekanik özelliklerden; eğilme direnci 64.10 N mm⁻², eğilmede elastikiyet modülü 53623 N mm⁻², ve yüzeye dik çekme direnci 0.88 N mm⁻², olarak bulunmuştur. Üst tabakada kullanılan ağaç türleri ve orta tabakada kullanılan HDF'lerin sertlik değerleri Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Üst tabakada kullanılan ağaç türleri ve orta tabakada kullanılan HDF'nin sertlik değerleri

	X	S	V	X _{min}	X _{max}
Kayın	61.64	1.19	1.94	60.20	63.40
Meşe	62.32	0.99	1.58	61.00	63.20
Merbau	70.76	2.29	3.24	68.40	73.60
HDF	79.96	0.62	0.78	79.40	81.00

X: Ortalama Sertlik N/mm², S: Standart sapma, V: Varyasyon Katsayısı, X_{min}: Min değer, X_{max}: Max değer

Üst tabakada kullanılan ağaç türlerinden Merbau'nun sertlik değeri diğer türlere göre daha yüksektir. Meşe'nin sertliği ise Kayın'a göre biraz daha yüksektir. Orta tabakada kullanılan HDF'nin sertliği ise en yüksektir. Sertlik değerinin yüksek olması üst yüzey işlemleri için önemli bir kriter olup yapışma direncini artırır. Orta tabakasında HDF kullanılarak üretilen lamine parkelerde 2 saat ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artımları; en düşük FF ile yapıştırılan, üst tabakasında Merbau kullanılan I grubunda (%1.32 ve %6.03), en yüksek kalınlık artımı ise PVA ile yapıştırılmış, üst tabakasında Kayın kullanılan J grubunda (%3.99 ve % 8.32) bulunmuştur. Orta tabakasında HDF kullanılarak üretilen lamine parkelerde 2 saat ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen su alma değerleri en düşük FF tutkalı ile üretilen I grubunda (%2.93 ve %10.75), en yüksek ise PVA tutkalı ile üretilen J grubunda (%8.55 ve % 20.35) bulunmuştur. Orta tabakasında HDF kullanılan lamine parkelerin 2 ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artımı ve su alma değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. 2 ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artımı ve su alma değerleri

Levha Tipi	Kalınlık Artımı (%)					
	2 saat			24 saat		
	X	S	V	X	S	V
F	3.91	0.117	2.99	8.09	0.096	1.19
S	2.82	0.067	2.38	7.79	0.072	0.92
H	1.47	0.042	2.86	6.86	0.046	0.67
T	3.50	0.066	1.89	7.50	0.062	0.83
A	2.61	0.058	2.22	6.41	0.036	0.56
I	1.32	0.037	2.80	6.03	0.031	0.51
D	3.95	0.048	1.22	8.21	0.019	0.23
U	2.90	0.025	0.86	7.99	0.032	0.40

Çizelge 6'nın devamı						
V	1.55	0.020	1.29	7.03	0.012	0.17
J	3.99	0.056	1.40	8.32	0.022	0.26
Y	2.99	0.035	1.17	8.05	0.047	0.58
K	1.79	0.066	3.69	7.66	0.092	1.20
Su Alma (%)						
	2 saat			24 saat		
	X	S	V	X	S	V
F	8.25	0.148	1.79	19.26	0.307	1.59
S	6.05	0.062	1.02	16.45	0.177	1.08
H	3.28	0.044	1.34	13.06	0.073	0.56
A	6.45	0.044	0.68	14.13	0.055	0.39
I	5.41	0.039	0.72	12.41	0.041	0.33
D	2.93	0.035	1.19	10.75	0.034	0.32
U	8.40	0.028	0.33	19.51	0.027	0.14
V	6.99	0.039	0.56	16.89	0.027	0.16
J	3.30	0.023	0.70	15.11	0.046	0.30
Y	8.55	0.021	0.25	20.35	0.021	0.10
K	7.23	0.021	0.29	17.02	0.026	0.15
	3.42	0.086	2.51	17.73	0.080	0.45

X: Ortalama , S: Standart sapma, V: Varyasyon Katsayısı

Ağaç türü, tutkal türü ve suda bekletme süresinin kalınlık artışı ve su alma değerleri üzerine etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları sırasıyla Çizelge 7 ve Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Ağaç türü ve tutkal türünün kalınlık artışı üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	S.D.	Ortalama Kareler	F-Oranı	P
Süre: A	1360.441	1	1360.441	428111.772	*
Tutkal Türü: B	27.516	3	9.172	2886.291	*
Ağaç Türü: C	119.194	2	59.597	18754.333	*
A x B	7.409	3	2.470	777.189	*
A x C	13.716	2	6.858	2158.061	*
B x C	2.076	6	0.346	108.900	*
A x B x C	2.182	6	0.364	114.432	*
Hata	0.686	216	0.003		
Toplam	7811.382	240			

Çizelge 8. Ağaç türü ve tutkal türünün su alma değeri üzerine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	S.D.	Ortalama Kareler	F-Oranı	P
Süre: A	6244.012	1	6244.012	782241.770	*
Tutkal Türü:	466.994	3	155.665	19501.481	*
Ağaç Türü: C	781.834	2	390.917	48973.565	*
A x B	165.121	3	55.040	6895.388	*
A x C	28.563	2	14.281	1789.158	*
B x C	32.307	6	5.385	674.570	*
A x B x C	37.620	6	6.270	785.502	*
Hata	1.724	216	0.008		
Toplam	36568.993	240			

2 saat ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artımı ve su alma değerlerine suda bekletme süresi, ağaç türü, tutkal türünün etkisi 0,001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Çizelge 9'a göre UF, FF, MUF ve PVA tutkalları ile yapııştırılan kontparkelerin kalınlık artımı değerleri birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Kalınlık artışı farklılığının hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 9 ve 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 9. Tutkal türüne göre kalınlık artışı Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tutkal	N	1	2	3	4
FF	60	4.560			
ÜF	60		5.157		
MUF	60			5.273	
PVA	60				5.468
Sig.		1	1	1	1

Çizelge 10. Ağaç türüne göre kalınlık artışı Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Ağaç Türü	N	1	2	3
Merbau	80	4.214		
Meşe	80		5.195	
Kayın	80			5.935
Sig.		1	1	1

Üst tabakada Kayın, Meşe ve Merbau ağaç türleri kullanılarak üretilen lamine parkelerin kalınlık artımı değerleri birbirinden farklıdır. Su alma yüzdelerindeki farklılığın hangi grup yada gruplardan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 11 ve 12’de gösterilmiştir.

Çizelge 11. Tutkal türüne göre su alma Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tutkal Türü	N	1	2	3	4
FF	60	8.681			
ÜF	60		11.060		
MUF	60			11.701	
PVA	60				12.384
Sig.		1	1	1	1

UF, FF, MUF ve PVA tutkalları ile yapıştırılan lamine parkelerin su alma değerleri birbirinden farklıdır.

Çizelge 12. Ağaç türüne göre su alma Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Ağaç Türü	N	1	2	3
Merbau	80	8.697		
Meşe	80		11.058	
Kayın	80			13.114
Sig.		1	1	1

Üst tabakada kayın, meşe ve merbau ağaç türleri kullanılarak üretilen lamine parkelerin su alma değerleri birbirinden farklıdır. Orta tabakasında HDF kullanılan lamine parkelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 13’de verilmiştir.

Çizelge 13. Orta tabakasında HDF kullanılan lamine parkenin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerine ait tanımlayıcı istatistikler

Levha Türü	Eğilme Direnci			Elastikiyet Modülü		
	X	S	V	X	S	V
F	67.00	3.73	5.57	7382	336.64	4.56
S	50.53	2.75	5.44	5895	476.90	8.09
H	74.13	3.60	4.86	7784	76.10	0.98
T	70.25	2.70	3.84	7533	211.95	2.81
A	53.16	3.03	5.70	6005	166.44	2.77
I	78.15	3.90	4.99	8049	51.34	0.64
D	65.29	3.44	5.27	6352	343.35	5.41
U	48.86	2.29	4.69	5646	59.06	1.05
V	72.03	2.00	2.78	7480	47.85	0.64
J	61.68	2.50	4.05	5667	45.38	0.80
Y	44.28	2.02	4.56	5183	83.38	1.61
K	67.20	2.86	4.26	6758	39.02	0.58

X: Aritmetik Ortalama (N/mm^2). S: Standart sapma. V: Varyasyon Katsayısı,

Orta tabakasında HDF kullanılan levhalarda; en yüksek eğilme direnci I (HDF+Merbau+FF) grubunda ($78.15 N mm^{-2}$), en düşük eğilme direnci ise Y (HDF+Kayın+PVA) grubunda ($44.28 N mm^{-2}$) bulunmuştur. Orta tabakasında HDF kullanılan levhalarda; en yüksek elastikiyet modülü I (HDF+Merbau+FF) grubunda ($8049 N mm^{-2}$), en düşük elastikiyet modülü ise Y (HDF+Kayın+PVA) grubunda ($5183 N mm^{-2}$) bulunmuştur.

Ağaç türü ve tutkal türünün eğilme direnci ve elastikite modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları sırasıyla Çizelge 14 ve Çizelge 15'de gösterilmiştir.

Çizelge 14. Ağaç türü ve tutkal türünün eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	S.D.	Ortalama Kareler	F-Oranı	P
Ağaç Türü: A	9499.359	2	4749.679	539.677	*
Tutkal Türü: B	1122.786	3	374.262	42.525	*
A x B	16.471	6	2.745	0.312	Ö.D.
Hata	739.281	84	8.801		
Toplam	388919.690	96			

Çizelge 15. Ağaç türü ve tutkal türünün elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	S.D.	Ortalama Kareler	F-Oranı	P
Ağaç Türü: A	54289288.193	2	27144644.096	585.841	*
Tutkal Türü: B	25662569.210	3	8554189.737	184.618	*
A x B	3741067.986	6	623511.331	13.457	*
Hata	3892097.981	84	46334.500		
Toplam	4326564752.370	96			

Eğilme direnci değerlerine ağaç türü ve tutkal türünün etkisi 0.001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunurken, ağaç türü ve tutkal türünün birlikte etkisi istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Elastikiyet modülü değerlerine ağaç türü, tutkal türü ve ağaç türü ile tutkal türünün etkisi 0.001 güven düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur.

UF, FF, MUF ve PVA tutkalları ile yapıştırılan lamine parkelerin eğilme direnci değerleri birbirinden farklıdır. Farklılığın hangi grup yada gruplardan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 16 ve 17’de gösterilmiştir.

Çizelge 16. Tutkal türüne göre eğilme direnci Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tutkal Türü	N	1	2	3	4
PVA	24	57.717			
MUF	24		62.058		
ÜF	24			63.883	
FF	24				67.188
Sig.		1	1	1	1

Çizelge 17. Ağaç türüne göre eğilme direnci Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Ağaç Türü	N	1	2	3
Meşe	32	49.206		
Kayın	32		66.053	
Merbau	32			72.875
Sig.		1	1	1

Üst tabakada Kayın, Meşe ve Merbau ağaç türleri kullanılarak üretilen lamine parkelerin eğilme direnci değerleri birbirinden farklıdır. Farklılığın hangi grup yada gruplardan kaynaklandığını tespit etmek için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 18 ve 19’da gösterilmiştir.

Çizelge 18. Tutkal türüne göre elastikiyet modülü Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Tutkal Türü	N	1	2	3	4
PVA	24	5869.87			
MUF	24		6492.86		
ÜF	24			7020.97	
FF	24				7196.31
Sig.		1	1	1	1

UF, FF, MUF ve PVA tutkalları ile yapıştırılan lamine parkelerin elastikiyet modülü değerleri birbirinden farklıdır.

Çizelge 19. Ağaç türüne göre elastikiyet modülü Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Ağaç Türü	N	1	2	3
Meşe	32	5682.69		
Kayın	32		6734.05	
Merbau	32			7518.26
Sig.		1	1	1

Üst tabakada Kayın, Meşe ve Merbau ağaç türleri kullanılarak üretilen lamine parkelerin elastikiyet modülü değerleri birbirinden farklıdır.

4.Tartışma ve Sonuçlar

Lamine parke üretiminde ara ve alt tabakalarda öncelikle değeri düşük iğne yapraklı masif malzeme kullanılmaktadır. Üretimde temel düşünce budur. Ancak gelişmeler, kontrplak, yongalevha, liflevha ve kabuk gibi odun kompozitlerinin de kullanılmasını sağlamıştır. Ekonomik bakımdan uygun olduğu takdirde lif levha (HDF) kullanımı tercih edilebilir. Çalışmamızda ara tabaka olarak HDF kullanılarak; HDF’nin diğer malzemelere göre üstün özelliklerinden yararlanmak ve daha kaliteli, daha uzun süre kullanılabilen parkelerin üretimine katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Ülkemizde lif levha kullanılarak lamine parke

üretimi henüz yapılmamaktadır. Bu amaçla öncelikle orta katman olarak kullanılan HDF'nin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir. HDF'nin özgül kütlesi 0.93 g/cm^3 , eğilme direnci 64.1 N mm^{-2} , yüzeye dik çekme direnci 0.88 N mm^{-2} olup yüksek direnç özelliklerine sahiptir. Ayrıca kalınlık artımı 24 saat için % 4.5, su alma miktarı % 11 civarında olup standart değerler içinde olduğu kabul edilir.

Taban döşemesi olarak kullanılan parkelerde özellikle sertlik direnci önem kazanmaktadır. Üst tabakada daha çok tercih edilen ve çalışmada kullanılan ağaç türlerinin brinell sertlik ölçümleri de yapılmıştır. İthal ağaç malzeme olarak kullanılan Merbau türünün brinell sertlik değeri 70 N mm^{-2} , Meşe 62 N mm^{-2} , Kayın 62 N mm^{-2} iken HDF'nin sertlik değeri 79.9 N mm^{-2} olarak tespit edilmiştir. Sertlik malzemenin yoğunluğu ile ilgilidir. HDF'nin ortalama yoğunluğu 0.930 g cm^{-3} olup, yüzey tabakalarında kullanılan kaplamalara göre yoğunluğu yüksek olduğundan sertlik direnci değeri de yüksek çıkmıştır.

Orta tabakada HDF kullanılan parkelerde en yüksek yoğunluk UF ile yapıştırılan üst tabakasında Merbau kullanılan parkelerde (orta katmanı HDF olan H grubu), en düşük yoğunluk değeri ise orta katmanı HDF olan PVA tutkalı ile yapıştırılan üst tabakasında Kayın kullanılan parkelerde bulunmuştur. Yoğunluk değerleri üzerine üst tabakada kullanılan ağaç türü önemli etkene sahip olup üst tabakada kullanılan ağaç türlerinin yoğunluk değerlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Yoğunluk bakımından orta tabakası çıtalı ve HDF'li parkeler karşılaştırıldığında, HDF'li parkelerin yoğunluk değerleri çıtalı olanlara göre daha yüksektir. Orta tabakasında HDF kullanılarak üretilen lamine parkelerde 2 saat ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artımı; en düşük FF ile yapıştırılan üst tabakasında Merbau kullanılan parkelerde I grubunda (% 1.32 ve % 6.03), en yüksek kalınlık artımı ise PVA ile yapıştırılan, üst tabakasında Kayın kullanılan parkelerde J grubunda (% 3.99 ve % 8.32), su alma değerleri en düşük FF tutkalı ile üretilen I grubunda (%2.93 ve %10.75), en yüksek ise PVA tutkalı ile üretilen J grubunda (%8.55 ve % 20.35) bulunmuştur. Orta tabakada çıta yerine HDF kullanılması 2 ve 24 saat kalınlık ve ağırlık artışı değerlerinde önemli azalmaya sebep olmuştur. Dört farklı tutkal türünde HDF ve çıta kullanımının istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabakada HDF kullanılarak üretilen levhalarda eğilme direnci en düşük üst tabakada Meşe kullanılan parkelerde 44.28 N mm^{-2} , en yüksek üst tabakada Merbau kullanılan parkelerde 78.15 N mm^{-2} olarak bulunmuştur. Üst tabakada Kayın kullanılan parkelerde ise eğilme direnci Meşe'den yüksek, Merbau'dan düşüktür. Tutkal türlerinin eğilme direncine etkisi bakımından PVA ile üretilen parkelerde en düşük, MUF ile üretilenlerde PVA'ya göre biraz daha yüksek, UF ile üretilenlerde MUF'den yüksek ve FF ile üretilen parkelerde en yüksek bulunmuştur.

Orta tabakada çıta yerine HDF kullanılması eğilme direncinde önemli artışa sebep olmuştur. Dört farklı tutkal türünde HDF ve çıta kullanımının istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Orta tabakada HDF kullanılarak üretilen levhalarda elastikiyet modülü değerleri en düşük üst tabakada Meşe kullanılan parkelerde $5183.26 \text{ N mm}^{-2}$, en yüksek üst tabakada Merbau kullanılan parkelerde $8049.58 \text{ N mm}^{-2}$ olarak bulunmuştur. Üst tabakada Kayın kullanılan parkelerde ise eğilme direnci Meşe'den yüksek, Merbau'dan düşüktür. Tutkal türlerinin eğilme direncine etkisi bakımından PVA ile üretilen parkelerde en düşük, MUF ile üretilenlerde PVA'ya göre biraz daha yüksek, UF ile üretilenlerde MUF'den yüksek ve FF ile üretilen parkelerde en yüksek bulunmuştur. Orta tabakada çıta yerine HDF kullanılması elastikiyet modülünde önemli artışa sebep olmuştur.

Sonuç olarak, orta tabakada HDF kullanılması üretilen bütün parkelerin 2 ve 24 saat suda bekletme sonucu meydana gelen ağırlık ve kalınlık artışlarında istatistiki olarak önemli azalmalara, eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerlerinde de önemli artışa neden olmuştur. Üst tabakada Merbau gibi egzotik ağaç türlerinin kullanılması ve FF gibi su itici özelliğe sahip yapıştırıcı türlerinin kullanılması ile hem kalınlık ve ağırlık artımı azalmakta hem de mekanik özellikleri artmaktadır.

Günümüzde parkelerin kullanım süresi çok önemlidir. Kullanım yerindeki denge rutubet miktarına bağlı olarak parkelerde boyutsal değişiklikler meydana gelmektedir. Lamine parkelerde boyutsal stabilizasyon kullanılan tutkal türü ile de doğrudan ilişkilidir. Özellikle bağıl nem değerlerinin yüksek olduğu kullanım alanlarında lamine parkelerin orta tabakasında çıta yerine HDF kullanılması halinde lamine parkelerde boyutsal stabilizasyon sağlanacak ve daha az çalışma sözkonusu olacaktır. Bu sonuçlara göre, yüksek direnç özelliklerinin arandığı kullanım yerlerinde fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen HDF katmanlı lamine parke kullanılması önerilebilir.

5.Kaynaklar

Anonim 2005. Lamine Parke Genel Bir Bakış Parke Dekorasyon Dergisi (20).

As N. 2002. Ahşap Parkelerde Kalite Testleri Parke Dergisi (9).

As N. 2001. Ahşap Parkelerde Önemli Bazı Teknolojik Özellikler Zemin: Zemin Kaplama Malzemeleri Sektör Dergisi (19).

ASTM D 2240 Standard Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness.

Blanchet P. Beauregard R. Erb A. Lefebvre M. 2003. Comparative study of four adhesives used as binder in engineered wood parquet flooring. Forest Products Journal 53(1):89-93.

Kantay R. 1998. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Türkiye Parke Endüstrisinin Durumu ve Sorunları Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu Bildiri Kitabı 503-512 matbaa ? İstanbul.

Kantay R. 2001. Ahşap Zemin Kaplamaları ve Rutubet Zemin Kaplama Malzemeleri Sektör Dergisi (19) sayfa ?.

Kantay ve Ekizoğlu 1988. Türkiye'de Parke Endüstrisinin bugünkü yapısı ve sorunları Orman Ürünleri Sanayi Kurumu Genel Müdürlüğü (ORÜS) yayınları yayın no. 1 Bolu

Kurtoğlu A. 1996. Ahşap Parke Döşemeler Mobilya Dekorasyon Dergisi (15).

Ünsal Ö., Kantay R. 2002. Türkiye'de Üretilen Meşe ve Kayın Parkelerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A 52 (1):

TS-EN 310. 1999. Ahşap Esaslı Levhalar Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini TSE Ankara.

TS-EN 317. 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini TSE Ankara.

TS-EN 323. 1999. Ahşap Esaslı Levhalar Özgül Kütlenin Tayin Edilmesi TSE Ankara