

Kestane Odununun Laminasyon Özelliklerinin Belirlenmesi

Mustafa Altınok¹, Murat Özalp^{2*}, Halil Kızırlırmak³, Hüseyin Yeşil⁴

¹ Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, 06500 Ankara, ^{2*} Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğt. Fak., Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, 43500 Simav, ³ Simav Endüstri Meslek Lisesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, 43500 Simav
⁴ Dumlupınar Üniversitesi, Simav Teknik Eğt. Fak., Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, 43500 Simav

*Tel:0 274 513 7917, e-mail: mozalp43@hotmail.com.

Kısa Özet

Bu çalışmada, laminasyon katman farkı, tutkal çeşidi ve tutkal modifikasyonunun eğilme direncine etkileri araştırılmıştır. Kestane ağacının özellikleri tespit edilerek, laminasyonda diğer ağaç türlerine alternatif olup olamayacağı araştırılmıştır. 3, 4 ve 5 katmanlı 20x20x300 mm boyutundaki ahşap levhalar kestane ağacından elde edilmiş, polivinil asetat, poliüretan ve üre formaldehit tutkalları ile bu tutkallara borik asit ilave edilerek numuneler hazırlanmıştır.

Deneyler sonucunda, laminasyon katmanlarında % önem seviyesine göre 4 ve 5 katlı örneklerde farklılıklar görülmüştür. Varyans analizi yapılan gruplara Tukey testi uygulanarak farklılıklar ispat edilmiştir. Tutkal çeşitleri ve tutkalın borla modifikasyonunun eğilme direncine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Ahşap, bor, kestane, laminasyon.

The Determination of Lamination Properties of the Chestnut Wood

Abstract

In this study, it was researched that the difference of lamination layer, glue types and the effect of modification of glues upon the bending resistance. For this purpose, having examined the properties of the chestnut wood, an alternative wood in our country was researched as a substitution for the other kind of wood. The sample prepared from chestnut wood as 3,4 and 5 layers each of which were 22x50x500 mm in length were glued with polivinilacetat , poliüretan and ureaformaldehide glues and the modification of these glues with borax acide. Bending tests were applied to the previously prepared samples according to DIN 52186.

At the end of the tests, the differences at lamination layers were observed at the sample of 4 and 5 layers according to %5 importance degree. The differences were proved by applying Tukey test to the groups that were made variance analysis. The glue types or modification of glues with borax were had no effect on samples.

Keywords: Wood, borax, *Castanea sativa*, lamination.

1. Giriş

Masif ağaç malzemenin büyük boyutlu ve kavisli elemanlarla tek parça olarak kullanılması, gerek ekonomik gerekse direnç özellikleri bakımından pek uygun değildir. Büyük boyutlu taşıyıcı elemanların üretiminde, tek parça ahşap masif kullanılması pratikte çeşitli güçlükler meydana getirmektedir. Çünkü ağaç malzemenin bünyesinde bulunan birçok kusur (budak, çürük, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı vb) giderilemez. Bu kusurları gidermek için kaliteli ağaç malzeme kullanma zorunluluğu vardır. Buda malzeme bedeli ve maliyetini artırmaktadır. Kavisli elemanların üretiminde masif ahşap malzemenin tek parça olarak kullanılması, fire oranını artırdığından ekonomik değildir. Ayrıca, eğri forma göre kesilen ahşapta liflerin diyagonal kesimi, direnç azalmasına neden olmaktadır (Topal, 2001).

Ahşap malzemenin en verimli şekilde kullanılabilmesi, kusurlardan arındırılması ve eğri formlu imalatlarda liflerin diyagonalliği nedeni ile direnç özelliklerinin azalması için, laminasyon tekniğinin uygulanması zorunluluk arz etmektedir.

Laminasyon tekniğinin uygulanması ile daha yüksek kalite özelliklerine ve istenilen formda ahşap ürün üretmek mümkündür. Bu ürünün masif yekpare ahşaba göre birçok avantajları vardır. Bu yöntemle, kısa boylu ve dar enli ağaç malzemedan daha

uzun ve geniş ağaç malzeme üretilebilmektedir. Ayrıca ağaç malzemenin kusurlarından arındırılarak kullanılmasına imkan vermesinden dolayı, üretilen ahşap ürünün kalite özellikleri daha iyi olmaktadır. Küçük boyutlu ağaç malzemenin kullanılmasından dolayı ağaç malzemedeki fire oranı azalmakta buda mamul ürünün maliyeti üzerinde etkili olmaktadır (Altınok, 1995).

Ülkemizde laminasyon tekniğinin ilk ciddi uygulaması, 1987 yılında İstanbul'da özel bir firma tarafından sandalye yapımında kullanılmıştır. Daha sonra Ankara'da özel bir firma doğrama yapımında laminasyon üzerinde araştırma ve üretim yapmış fakat insanlar tarafından kabul görmemiştir. Türkiye'de ilk defa West-epoxy laminasyon tekniği, 1990'da ahşap yat yapımında Hacettepe Üniversitesi Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde uygulanmış ve 18 m boyunda çift direkli bir ahşap yatın yapımı gerçekleştirilmiştir (Taşçı, 1973). 1990'dan sonra mobilya sektöründe özellikle sandalye ve koltuk yapımında geniş uygulama alanı bulmuştur. Ahşap yat inşaatında oldukça eğri formlu parçaya gerek duyulduğundan bu sanayi dalında da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fakat ülkemizde büyük boyutlu ahşap yapı sektörü, gerek ekonomik gerekse teknolojik yönden gelişmediğinden, bu alanda uygulama alanı bulamamıştır.

Büyük boyutlu taşıyıcıların ilk uygulaması Avrupa'da 1883 yılında İsviçre'de kilise direklerinde gerçekleştirilmiştir. 1914-1918 yıllarında bu teknik geliştirilerek uçak yapımında ve daha sonra kavisli taşıyıcılarda uygulanmıştır.

A.B.D.'de laminasyon tekniği, kontrplak üretimi, spor malzemeleri imalatı ve mobilya yapımında kullanılmıştır. A.B.D.'de ilk lamine taşıyıcı örneği Forest Product Laboratory tarafından inşaat sektöründe denenmiştir. Daha sonraları Avrupa'da okul inşaatlarında, kiliselerde, spor salonlarında, yüzme havuzlarında, fabrika binalarında, hangarlarda ve çiftliklerde ahır yapımında kullanılmıştır (F.P., 1987). Laminasyon teknikleri II. Dünya savaşı sırasında sentetik tutkalların geliştirilmesiyle yüksek direnç gerektiren köprü inşaatları yapımında uygulama alanı bulmuş ve bu alanda hızlı gelişme kaydetmiştir. Polimer tutkalların kullanılması ile dış hava şartlarına dayanıklı ve yüksek dirençli lamine elemanların yapılması mümkün olmuştur.

Sağlam parçalardan elde edilen lamine ağaç malzeme, kusursuz olmasının yanı sıra lamine katlarda farklı kalınlık ve renkte ağaç malzmeden oluşturulduğu zaman estetik değeri de yükseltir (Keskin ve Togay, 2003).

Masif ağaç malzemeye göre, estetik, ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin mobilya üretiminde özellikle mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi önerilmiştir (Ecklman, 1993).

Lamine edilmiş ağaç malzemedeki katman genişliğinin eğilme direnci üzerine etkisi olmadığı belirtilmiştir (Marx and Moody, 1982).

Kavak kaplamalardan lamine edilerek elde edilen parçaların imalatında tutkal olarak üre-formaldehit tutkalı modifiye olarak ta borik asit kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda yapışma direnci belirgin bir şekilde artarken eğilme direncinin nispeten düşük oranda arttığı belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada borik asit

kimyasalları ile muamele edilen malzemelerin mantarsal çürümeye karşı etkili olduğu vurgulanmaktadır (Bridaux ve Ark., 2001).

5 mm kalınlığında katmanlar kullanılarak PVAc-D₄ tutkalı ile 4 katmanlı olarak oluşturulan Toros sediri, sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe lamine edilmiş ahşap malzemelerin teknolojik özelliklerinin, bu ağaç türlerini temsil eden masif ağaç malzemelere göre daha üstün oldukları bildirilmiştir (Keskin, 2001).

4 mm kalınlığında ki karaçam kaplamalardan, üre-formaldehit tutkalı ile 5 katmanlı olarak lamine edilmiş karaçam ağaç malzemelerin mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında ve yapı elemanı olarak kullanılması önerilmiştir (Örs ve Keskin, 2002).

Ağaç malzemenin yüzeyine yetersiz tutkal uygulaması zayıf bir birleşmeye neden olabileceği gibi, parçaya yüksek basınç uygulandığında mekanik adezyon azalmakta ve zayıf bir birleştirme meydana gelmektedir (Namara ve Waters, 1970).

Dağınık traheli ağaç türlerinin odunları, halkalı trahelilerden farklı yapılaşma özellikleri göstermektedir. Dağınık traheli ağaç odunlarının tutkal hattı dayanımı özgül ağırlıkla doğru orantılı olarak artmaktadır (Marra, 1992).

Yapıştırılmış ağaç malzemenin rutubeti kullanış yeri koşullarına göre genellikle %6-18 arasında değişmektedir. Her tarafı açık yapılarda %18±6, yarı açık yapılarda %15±3, kalorifersiz kapalı yapılarda %9±3 nem oranında ağaç malzeme kullanılmalıdır (Bozkurt ve Kurtoglu, 1979).

Bu çalışmanın amacı, lamine edilmiş kestane ağacının fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine, tutkal çeşidi ve tutkal modifikasyonunun etkisinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, İç Ege bölgesinde yetişen kestane ağaçlarının laminasyon özelliklerinin incelenmesi yapılacağından İç Ege bölgesi Kütahya ilinin Simav ilçesinin Simav dağlarının kuzey bölgelerinde yetişen kestane ağacı seçilmiş ve seçilen kestane ağaçları rasgele örneklerden meydana gelmiştir. Ağaç malzemeler Simav orman işletme müdürlüğünün 16 Ocak 2003 tarihinde yapılan ihaleden temin edilmiştir.

Deney numunelerinin hazırlanmasında çeşitli firmalar tarafından üretilen Polivinilasetat, poliüretan ve üre-formaldehit tutkalları kullanılmıştır. Ayrıca tutkalların borik asit ile modifikasyonunun sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla tutkal içersine %10 oranında borik asit karıştırılmıştır. Yalnız PVA tutkalı ile borik asidin karıştırılmasında tutkalla tepkimeye giren borik asidin tutkalın pelteleşmesine neden olduğu gözlenmiş, başlarda bu tepkimeden meydana gelen tutkal oyun hamurlarına benzeyen bir türde yapışması ellere bulaşmayan bir sıvı katı arası pelte şeklini almıştır. Bu tutkala borik asit karıştırılması borik asit tuzunun suda eritilmesi ile gerçekleşmiştir. Bu tepkime de yüksek sıcaklıkta tutkalın normal hale geldiği gözlenmiştir.

2.2. Deney numunelerinin hazırlanması

Orman işletme müdürlüğünden alınan numuneler ortam sıcaklığı 50°C olan güneş almayan kurutma odasında, başları tutkallanarak gazete kağıdı yapıştırıldıktan sonra 4 ay süreyle bekletilmiştir. Daha sonra alınan tomruklar şerit testere makinesinde ortalama 10 mm kalınlıkta biçilerek tekrar güneş görmeyen odada 6 ay süreyle kurutulmuştur. Bu kurutma süreci sırasında ağaç malzemelerde her hangi bir değişiklik meydana gelmemiş ve aynı kalmıştır. Nem ölçümleri yapılarak %12 rutubet tespit edilen parçalar DIN 52186, TS 53 ve TS 2474'de belirtilen esaslara göre ölçülerine getirilmiştir (TSE 2474).

Eğilme deneyi laminasyon katları için üç katlı numunelerde 7,1x50x500 mm ölçülerinde 10'ar adet deney numunesi olmak üzere ve 3 kattan 3 değişik tutkal çeşidinin borlu ve borsuz halleri için $10 \times 3 \times 3 \times 2 = 180$ adet, dört katlı numunelerde 5,4x50x500 mm ölçülerinde 10'ar adet deney numunesi olmak üzere ve 4 kattan 3 değişik tutkal çeşidinin borlu ve borsuz halleri için $10 \times 4 \times 3 \times 2 = 240$ adet, beş katlı numunelerde 4,4x50x500 mm ölçülerinde 10'ar adet deney numunesi olmak üzere ve 5 kattan 3 değişik tutkal çeşidinin borlu ve borsuz halleri için $10 \times 5 \times 3 \times 2 = 300$ adet deney numunesi hazırlanmıştır (TSE 53).

Hazırlanan bütün numunelerde budaklar arındırılmasına karşın kestane ağacının özelliğinden dolayı lif kıvrıklıkları bulunması giderilememiştir. Laminasyon katları arasına 200 gr/m² olacak şekilde merdane ile imalatçı firma önerileri dikkate alınarak tutkal sürülmesine ve eşit kuvvet uygulanmasına dikkat edilmiştir. Parçalar birbirlerine düz birleştirme ile birleştirilmiş, tutkallama esnasında meydana gelen rutubet değişiminin giderilmesi için 2 ay bekletilen kaba numuneler gerçek ölçülerine getirilmiştir. Daha sonra deney numuneleri katman sayısı, tutkal çeşidi ve tutkal modifikasyonuna göre işaretlenmiştir.

2.3. Deney yöntemi

Hazırlanan deney numunelerinin eğilme deneyi Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mekanik Laboratuvarında üniversal test cihazında yapılmıştır.

20x20x300 mm boyutlarında hazırlanan deney örnekleri 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilerek hava kurusu hale getirilmiş ve deney öncesi bu örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülerek belirlenmiştir. Deneme aygıtının dayanak açıklığı 240 mm olarak ayarlanmış ve yük örneklerin tam ortasından yıllık halkalara teğet yönde uygulanmıştır.

Yük hızı örnekler yüklenmeye başladıktan 1.5-2 dakika sonra kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anındaki maksimum yük 1 kg duyarlılıkta ölçülmüş ve eğilme direnci aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Statik eğilme direnci : } \sigma_e = \frac{3 P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

Burada;

σ_e : Eğilme direnci (N/mm^2).

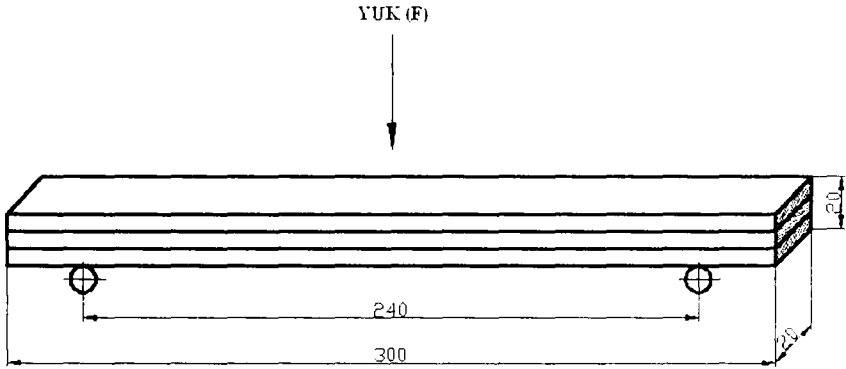
P : Kırılma anındaki maksimum yük (N),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm),

b : Deney parçasının genişliği (mm),

h : Deney parçasının kalınlığı (mm) olarak alınmıştır.

Denemelerden sonra her bir örneğin rutubet miktarı, kırılma noktasına yakın ve uç kısımlardan alınan $22 \times 50 \times 500$ mm boyutlarındaki örneklerden belirlenmiştir. Rutubeti % 12'den farklı örneklerin eğilme direnci aşağıdaki eşitliğe göre %12 rutubetteki eğilme direnci değerlerine çevrilmiştir. Eğilme direnci deney düzeneği şekil 1'de verilmiştir.



$$\sigma_{e(12)} = \sigma_{e(r)} [1 + 0.04 (r-12)]$$

Burada;

$\sigma_{e(12)}$: %12 rutubetteki eğilme direnci (kp/cm^2)

$\sigma_{e(r)}$: % r rutubetteki eğilme direnci (kp/cm^2)

r : Deney anındaki örnek rutubeti (%)

Şekil 1. Eğilme direnci deneyi örnek boyutları

2.4. İstatistiksel yöntem

Elde edilen sonuçların istatistiksel analizinde Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır.

3. Sonuçlar

Eğilme direncine ilişkin sonuçların istatistiki değerlendirilmesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Eğilme direncine ait istatistik değerler (N/mm²)

EĞİLME DİRENCİ SONUÇLARI (N/mm ²)								
	BORLU TUTKAL				BORSUZ TUTKAL			
	DEĞER	PVA	PÜ	ÜF	DEĞER	PVA	PÜ	ÜF
3 KATLI PARÇALAR	Toplam	668,93	661,49	531,57	Toplam	548,68	625,79	486,2
	n	10	10	10	n	10	10	10
	min.	49,59	37,19	24,55	min.	29,75	32,23	27,27
	max.	88,02	94,46	89,5	max.	84,3	99,17	80,08
	Ort.	66,89	66,15	53,16	Ortalama	54,87	62,58	48,62
	Std. Sap	12,12	17,11	24,48	Std. Sap	19,27	20,91	18,53
4 KATLI PARÇALAR	Toplam	480	760,66	504,3	Toplam	706,36	698,18	450,99
	n	10	10	10	n	10	10	10
	min.	23,55	54,05	13,39	min.	36,69	30,25	12,4
	max.	86,78	101,16	85,79	max.	95,21	87,77	62,48
	Ort.	48	76,07	50,43	Ortalama	70,64	69,82	45,1
	Std. Sap	24,9	15,55	24,54	Std. Sap	16,67	16,47	18,49
5 KATLI PARÇALAR	Toplam	359,75	751,74	258,6	Toplam	233,8	669,67	22,15
	n	10	10	10	n	10	10	10
	min.	20,33	40,59	14,38	min.	12,4	42,4	12,64
	max.	55,54	99,42	48,6	max.	40,91	88,02	44,63
	Ort.	35,98	75,17	25,86	Ortalama	23,38	66,97	22,21
	Std. Sap	13,01	15,58	11,25	Std. Sap	8,29	14,79	11,28

Yapılan deneyde elde edilen sayısal verilere varyans analizleri uygulanmış ve farklı katların tutkalın eğilme direncine etkisi için Tukey çoklu karşılaştırma değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Üç katlı laminasyonların tutkalın eğilme direncine etkisi için çoklu sıralı test değerleri.

Kaynak	Etkileşim	SD	Etkileşim Anlamı	F oranı	P Değeri
Gruplar Arasında	27579,0	5	5515,79	1,56	0,0000
Grup İçinde	8576,61	54	158,826		

Üç katlı lamine malzemede tutkal türünün ve tutkalın modifikasyonunun eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada değerler arasındaki fark Tablo2'de verilmiş ve görüldüğü gibi % 5 ve % 1 önem seviyesinde istatistiksel olarak bu farklar anlamlı bulunmuştur.

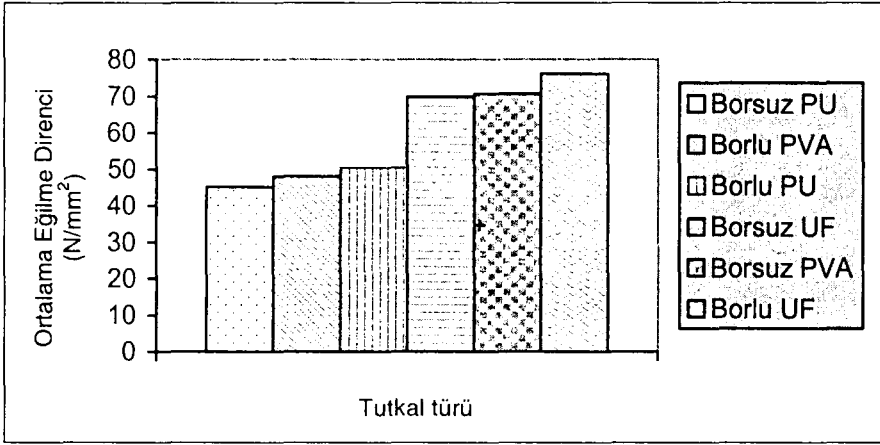
Tablo 3. Dört katlı laminasyonların tutkalın eğilme direncine etkisi için çoklu sıralı test değerleri.

Kaynak	Etkileşim	SD	Etkileşim Anlamı	F oranı	P Değeri
Gruplar Arasında	9252,23	5	180,45	4,71	0,0012
Grup İçinde	21197,1	54	392,539		

Dört katlı lamine malzemede tutkal türünün ve tutkalın modifikasyonunun eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada değerler arasındaki fark Tablo 3'de verilmiş ve görüldüğü gibi % 5 önem seviyesinde aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. % 1 önem seviyesinde ise önemli bulunmamıştır.

Tablo 4. Dört katlı laminasyonların tutkalın eğilme direncine etkisi için Tukey HSD %95 test değerleri.

Tutkal Türü	Tekrar Sayısı	Ortalama Eğilme Direnci(N/mm ²)	Eş Gruplar
Borsuz PU	10	45,100	X
Borlu PVA	10	47,999	X
Borlu PU	10	50,431	XX
Borsuz UF	10	69,818	XX
Borsuz PVA	10	70,634	XX
Borlu UF	10	76,067	X



Şekil 2. Dört Katlı Laminasyonlarda Eğilme Direnci Değerleri.

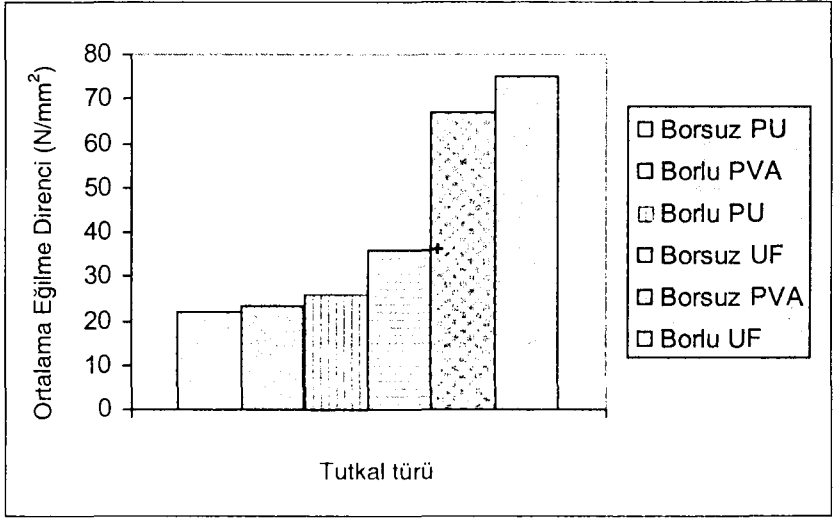
Tablo 5. Beş katlı laminasyonların tutkalın eğilme direncine etkisi için çoklu sıralı test değerleri.

Kaynak	Etkileşim	SD	Etkileşim Anlamı	F oranı	P Değeri
Gruplar Arasında	27579,0	5	5515,79	34,73	0,0000
Grup İçinde	8576,61	54	158,826		

Beş katlı lamine malzemede tutkal türünün ve tutkalın modifikasyonunun eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmada değerler arasında fark Tablo 5'de verilmiş ve görüldüğü gibi % 5 ve % 1 önem seviyesinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tukey testi uygulanarak varyans analizinin doğruluğu ispat edilmiştir.

Tablo 6. Beş katlı laminasyonların tutkalın eğilme direncine etkisi için Tukey HSD % 95 test değerleri.

Tutkal	Tekrar Sayısı	Ortalama Eğilme Direnci(N/mm ²)	Eş Gruplar
Borsuz PU	10	22,214	X
Borlu PVA	10	23,381	X
Borlu PU	10	25,860	X
Borsuz UF	10	35,974	X
Borsuz PVA	10	66,968	X
Borlu UF	10	75,174	X



Şekil 3. Beş Katlı Laminasyonlarda Eğilme Direnci Değerleri.

4. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yapılan deney sonuçlarında elde edilen istatistiksel değerlere göre laminasyonlarda katman sayısı, tutkal çeşidi ve tutkal çeşitlerinin borik asit ile modifikasyonlarının karşılaştırmaları yapılmıştır.

Karşılaştırmaların sonucunda 3 katlı deney numunelerinin istatistiksel olarak birbirleri arasında farklı olmadığı, 4 katlı numunelerden elde edilen değerler arasındaki farkın %5 önem seviyesinde önemli olduğu ve 5 katlı numunelerde de farkın %5 önem seviyesinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Karşılaştırmalarda tutkal çeşitlerinin birbirleriyle etkileşimleri varyans analizinde önemli çıkmamıştır.

Karşılaştırmalarda tutkal çeşitlerinin borik asit ile modifikasyonunun birbirleriyle etkileşimleri varyans analizinde önemli çıkmamıştır.

Yapılacak laminasyonların yapımında işçilik, malzemelerde fire ve maliyetlerin düşük olması için 3 katlı laminasyon numunelerinde üre formaldehit tutkalı kullanılarak yapılması tercih edilmelidir.

Tutkallar parçalara sürülürken en kolay uygulanabilen tutkal UF tutkalı olarak gözlenmiştir. PVA tutkalının tepkimeye girmesi, PU tutkalının borik asit ile karışımının zor olması (tutkal vizikozitesine etkili olması) ve UF tutkalının maliyeti düşürdüğü göz önüne alınırsa; UF tutkalının kullanılmasını makul olacaktır.

Kestane ağacı kereste olarak değerli bir ağaçtır. Ağacın yapısından dolayı kararmalar giderilebilirse kaplama olarak daha çok değer kazanacak ve diğer ağaçlar içerisindeki yerini alacaktır. Yalnız kereste olarak üretiminin yeterli olmaması ve ağacın uzun sürede yetişmesi dezavantaj olmaktadır. Laminasyonda kestane yerine daha kolay bulunabilen ağaç türlerinin tercih edilmesi faydalı olacaktır.

Kaynaklar

- Altınok, M., 1995.** Tutkallar ve Tutkallama Teknikleri. Yüksek Lisans Ders Notları, 17 s., Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Bridaux, V., B. Charrier, N. Fauroux, F. Charrier and J. Gonzalez, 2001.** Addition of boron based compound in the lvl glue-line, effect on the mechanical properties and the leaching of boron. *Holzforschung*. 55: 559-562.
- Bozkurt, A.Y., A. Kurtoğlu, 1979.** Yapıştırılmış tabakalı ağaç yapı elemanları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B*. 29 (2): 39-59.
- Chung, Y., 1968.** Glueability of southern pine early wood and late wood. *Forest Products Journal*. 18. 32-36.
- Eckelman, C.A., 1993.** Potential uses of laminated veneer lumber in furniture. *Forest Product Journal*. 43: 19-24.
- F.P.L., 1987.** Handbook of Wood Based Materials for Engineers, Architects and Builder. Forest Product Laboratory, Forest Service, U.S., Department of Agriculture.
- Marra, A. A., 1992.** Tecnology of Wood Bonding. New York.
- Marx, C.M., and R. C. Moody, 1982.** Effect of lumber width and tension laminated quality on the bending streight of four ply laminated beans. *Forest Products Journal*. 32 (1).
- Mc Namara, W. S. and D. Waters, 1970.** Comparison of the rate glue-line strenght development for oak and maple. *Forest Product Journal*. 20: (3).
- Örs, Y. ve H. Keskin, 2001,** Ağaç Malzeme Bilgisi. Gazi Üniversitesi Yayın No: 2000/352. Atlas Yayıncılık No: 2, İstanbul.
- Taşcı, A., 1993.** Borlanmış Çeliklerin Aşınma ve Korozyon Dayanımları. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Topal, A., 2001,** Petrol Orada İse Bor Burada . 10-15 s., Yeni Avrasya Dergisi.
- TSE 53.** Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TSE 2474.** Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.