

Bazı Ağaç Malzemelerin Vida Tutma Mukavemetlerinin Belirlenmesi

*Kubulay ÇAĞATAY¹, Hasan EFE², Erol BURDURLU², H. İsmail KESİK³

¹İncirli Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, Mobilya ve İç Mekân Tasarımı Alanı, ANKARA.

²Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü, ANKARA

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Böl, KASTAMONU

*Sorumlu yazar: kubulaycagatay@hotmail.com

Geliş tarihi: 31.07.2012

Özet

Bu çalışmada, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), meşe (*Quercus borealis* Lipsky), kestane (*Castanea sativa*) ve ceviz (*Juglans regia*) malzemelerinin radyal, teğet ve boyuna yönde vida tutma mukavemetleri araştırılmıştır. Bu deneylerde beş tür ağaç, üç farklı vida çekme yönü, iki tip sabitleme ve her değişkenden on tekrar olacak şekilde toplam 300 adet numune hazırlanmış ve statik yük altında doğrusal vida çekme deneyine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucunda, en yüksek vida tutma mukavemeti ceviz, en düşük ise kestane odunları üzerinde elde edilmiştir. Ağaç malzemelerin özgül ağırlığı arttıkça, vida tutma direnci de artmaktadır. Genel olarak radyal yönde çekme, teğet ve boyuna yönde çekmeye kıyasla, teğet yönde çekme de boyuna yönde çekmeye kıyasla daha yüksek vida tutma mukavemeti göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç malzeme, kesit yüzeyi, vida tutma mukavemeti.

Determination of Screw Holding Strength of Some Wood Materials

Abstract

In this study, the screw holding strength of wooden materials obtained from Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), Oak (*Quercus borealis* Lipsky), Chestnut (*Castanea sativa*) and Walnut (*Juglans regia*) in the radial, tangential and longitudinal directions were researched. A total of 300 specimens that included 5 wood species, 3 different sectional direction, 2 types of fastenings, and 10 replications for each group were prepared and applied withdrawal test under static loading. As a result of the tests, the highest of the screw holding value was obtained in walnut wood, the lowest value was obtained in chestnut wood. As the specific gravity of wood materials being increased, the screw holding strength increased. In general, the radial direction have a higher screw holding strength compared to the tangential and longitudinal directions and the tangential directions have a higher screw holding strength compared to the longitudinal directions.

Key Words: Wood material, cross-sectional, screw holding strength

Giriş

Mobilya tasarımında estetik tasarım kadar mühendislik tasarımı da önemli bir yer tutmaktadır. Ürün tasarımcısı, kullanım sürecinde ürünün hangi tip ve büyüklükte yüklere maruz kalacağını önceden bilmek durumundadır. Mobilya sistemini oluşturan elamanların ölçülerinin uygun boyutlarda olması ve bu elemanlarda birleştirmelerin, kullanımı esnasında mobilyanın üzerine gelebilecek muhtemel yükleri taşıyabilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir (Efe, 1994).

Mobilya birleştirmelerini oluşturmak için birçok bağlantı ve bağlama teknikleri kullanılmaktadır. Uygun tasarımın gereği olarak, bağlantı elemanları ve birleştirme tekniklerinin kabul edilebilir tasarım gerilmeleri önceden bilinmelidir (Efe, 1994).

Ahşap malzemelerin birleştirilmesinde çoğunlukla yapıştırıcılar kullanılmakla birlikte, bu maksatla vidalar vazgeçilmez bir gereç olma özelliğini sürdürmektedir. Vidalı birleştirmelerde mobilya ve aksesuarların rijitliği büyük oranda, bağlantılarda kullanılan vidalar ile üretimde kullanılan ahşap malzemelerin vida tutma dayanımlarına bağlıdır. Bu nedenle, bağlantılarda farklı ahşap malzemelerin vida tutma dirençlerinin vida tiplerine göre belirlenmesi gerek üretici ve gerekse tüketiciler açısından büyük önem taşımaktadır (Örs ve ark., 1995).

Vida tutma mukavemetinin belirlenmesinde yoğunlukla beraber makaslama direnci de etkili olup karar vermede makaslama direnci daha önemli bir göstergedir (Eckelman, 1975). Ağaç malzeme türü ve kesit yüzeyi socket vida

tutma mukavemeti üzerinde etkili olup sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve meşe (*Quercus petraea* Lieble.) odunlarından hazırlanan test örneklerinin ASTM-D 1767-68 esaslarına uyularak yapılan statik çekme mukavemeti testlerinde en yüksek mukavemet meşede en düşük mukavemet sarıçamda elde edilirken kesit yönü olarak en yüksek değer radyal yüzeylerde ortaya çıkmaktadır (Efe ve Demirci, 2005). Masif kayın, MDF, werzalit ve yonga levha malzemeler arasında en yüksek vida tutma mukavemeti masif kayında elde edilirken bunu sırası ile werzalit, MDF ve yonga levha malzemeler takip etmektedir (Doğanay, 1995). Doğu kayını, sarıçam ve meşe kullanılarak yapılan kavelalı, zıvanalı, minifiksli ve vidalı T-birleştirmelerde en yüksek eğilme direnci Doğu kayınından zıvanalı birleştirmede elde edilirken en düşük eğilme direnci sarıçamdan kavelalı birleştirmede ortaya çıkmıştır (Efe ve ark., 2003). Doğu kayını, ladin ve etiket yongalı levhada vida tutma mukavemeti en yüksek Doğu kayınında liflere dik yönde 20x35 ağaç vida ile elde edilirken en yüksek çivi çekme mukavemeti ladinde liflere paralel yönde 16 x 30'luk çivi ile elde edilmiştir (Özçiftçi ve Doğanay, 1999). Doğu Karadeniz Bölgesinden elde edilen Doğu kayını, sakallı kızılbaş, Anadolu kestanesi, Doğu ladin ve sarıçamda ağaç türüne göre en yüksek vida tutma mukavemeti Doğu kayınında elde edilirken bunu sırasıyla sakallı kızılbaş, Anadolu kestanesi, sarıçam ve Doğu ladin izlemektedir (Akyıldız ve Malkoçoğlu, 2001). Gök nar, kiraz, ceviz ve meşede ağaç türü ve kesit yüzeyine göre en yüksek çivi ve vida tutma dayanımı meşede radyal kesit yüzeylerde ortaya çıkmaktadır. Özgül ağırlık arttıkça çivi ve vida tutma dayanımı artmakta, genelde radyal kesit yüzeyler teğet ve enine kesit yüzeylere kıyasla ve teğet kesit yüzeyler de enine kesit yüzeylere kıyasla daha yüksek çivi ve vida tutma dayanımı sağlamaktadır (Kılınç ve ark., 2006). Soket vidalarla sabitleme işleminde soket vida boyu doğru orantılı çapı ise ters orantılı olarak vida tutma mukavemeti üzerinde etkili olmaktadır (Efe, 1992). Sarıçam, Doğu kayını ve meşede ağaç türü, kesit yüzeyi ve soket vida özelliğine göre en yüksek çekme mukavemeti çamda

radyal kesit yüzeylerde ve 9x15'lik metal soket-vida ile, en düşük mukavemet ise meşede enine kesit yüzeylerde ve 11x12'lik plastik soket-vida ile elde edilmektedir (Efe, 1992). Pilot delikler vidaya kılavuzluk yapma yanında vidanın yüzeye kolayca girmesini de sağlamaktadır. Ayrıca, vida dış dibi çapının % 80-85'i oranında açıldığı takdirde, pilot delikler kompozit malzemelerin vida tutma mukavemetini önemli derecede arttırmaktadır (Rajak, 1993).

Bu çalışmada Doğu kayını, sarıçam, meşe, ceviz ve kestane bazı fiziksel ve mekanik özelliklerle beraber ağaç türü ve kesit yüzeyine göre vida tutma mukavemetlerinin karşılaştırmalı olarak belirlenmesi hedeflenmiştir.

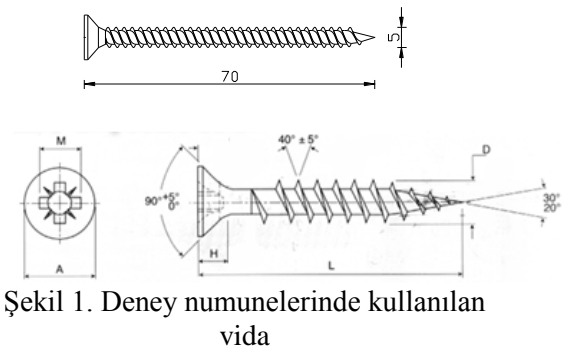
Malzeme ve Yöntem

Ağaç malzeme

Ağaç türüne göre bazı fiziksel ve mekanik özelliklerle birlikte vida tutma mukavemetlerinin belirlenmesinde mobilya endüstrisindeki yaygın kullanımları da göz önüne alınarak ağaç türü olarak Doğu kayını, sarıçam, meşe, ceviz ve kestane seçilmiştir. Test numunelerinin elde edilmesinde kullanılacak ağaç malzemeler Ankara/Siteler piyasasından rastgele seçmek suretiyle temin edilmiştir. Seçimde kerestelerin 1. Sınıf, kuru, sağlam, doğal renkli, liflerinin birbirine paralel olmasına, lif kıvrıklığının olmamasına, kusurlar içermemesine, böcek ve mantar zararlarına uğramamış olmasına dikkat edilmiştir.

Vida

TS 61 standartlarına uygun olarak, testlerde uzunluğu 70 mm, baş çapı 5 mm, kök çapı 3 mm, dış adımı 2.2 mm olan yıldız başlı vida kullanılmıştır (Şekil 1).

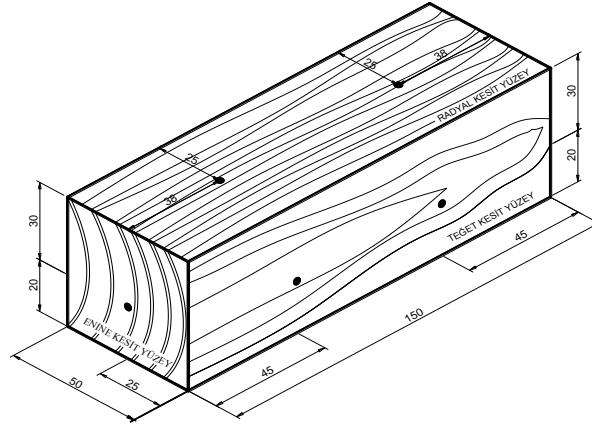


Şekil 1. Deney numunelerinde kullanılan vida

Deney örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada hazırlanan deney örnekleri TS 2470 standardı dikkate alınarak 50*50*150 mm boyutlarında kesildikten sonra 20±2 °C sıcaklık ve % 45±5 bağıl nem koşullarında ortalama % 8 rutubet değerine ulaşmıncaya kadar iklimlendirme dolabında

kondisyonlanmıştır. Daha sonra istenilen denge rutubet değerine ulaşılan deney örnekleri çalışmada belirlenen testlerde kullanılmıştır. Numunelerin rutubet değerlerinin belirlenmesi TS 2471'e göre yapılmıştır. Hazırlanan deney örneği Şekil 2'de gösterilmiştir.

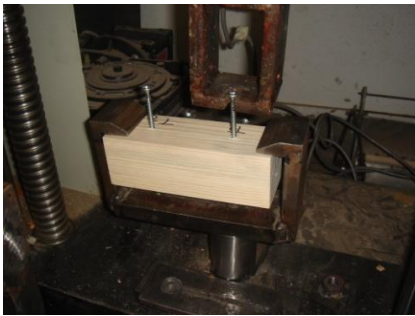


Şekil 2. Vida tutma mukavemetinin belirlenmesi için numune ölçüleri ve vidalama noktaları (ölçüler mm)

Yöntem

Ağaç türüne göre yoğunluk, liflere paralel çekme, liflere paralel yönde basınç direnci, liflere paralel kesme, liflere dik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri sırasıyla TS 2472, TS 2475, TS 2595, TS 3459, TS 2474 ve TS 2478

standartlarında belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Vida tutma mukavemeti testi ASTM D 1761 esaslarına uyularak ortalama 2 mm/d. çekme hızı ile 5.000 Newtonluk universal test cihazında özel test düzeneği ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).



a. Liflere dik çekme



b. Liflere paralel çekme

Şekil 3. Vida tutma mukavemeti deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

Verilerin değerlendirilmesi

Ağaç türünün fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla “tek yönlü varyans analiz (ANOVA)” yapılmıştır. Ağaç türü ve kesit yönünün vida tutma mukavemeti üzerindeki etkisinin belirlenmesinde “Çoklu Varyans Analizi”, etkileşimin ($p < 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı çıkması halinde farklılık

yaratan değişkenlerin ayrımlanmasında “en küçük önemli fark (LSD: Least Significant Difference)” testi uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kullanılan ağaç malzemelerin bazı mekanik ve fiziksel özellikleri

Çalışmada yapılan testlerin sonucunda elde edilen veriler yapılan istatistikî metoda

göre sınıflandırılarak verilmiştir. Bunun için öncelikli olarak örneklerde belirlenen rutubet miktarı, yoğunluk değeri, liflere paralel çekme direnci, liflere paralel basınç direnci ve kesme direnci, liflere dik yönde eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne ait bulgular verildikten sonra vida tutma direncine ait bulgular istatistikî değerlendirmeye göre çizelgeler halinde verilmiştir.

Araştırmada kullanılan ahşap malzemelerin ilgili standartlar çerçevesinde

yapılan testleri sonucu ağaç türüne göre belirlenen bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu özelliklere ait varyans analizi Tablo 2’de, homojenlik testi ise Tablo 3’te verilmiştir.

Yapılan testlerden elde edilen Tablo 1’deki verilere bağlı olarak ağaç türünün öngörülen fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde ki etkisinin istatistikî açıdan anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan basit varyans analizine ilişkin sonuçlar Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

Ağaç Türü	Rutubet Oranı (%)	$r \cong \% 8$ Yoğunluk (gr/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm ³)	Liflere Paralel Çekme Direnci (N/mm ²)	Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	Liflere Paralel Kesme Direnci (N/mm ²)	Liflere Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)	Liflere Dik Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Vida Tutma Direnci (N)
Ceviz	8,30	0,62	0,61	72,82	55,69	18,08	121,00	11659,70	5978,65
Meşe	8,61	0,76	0,74	82,21	58,20	19,41	118,50	12161,30	5593,34
Kayın	8,49	0,71	0,69	108,86	61,74	15,23	122,90	12462,60	5205,02
Kestane	8,41	0,48	0,46	55,78	56,96	10,16	70,10	6768,60	3225,49
Sarıçam	8,64	0,47	0,46	68,58	43,96	10,74	91,20	10475,30	3521,59

Tablo 2. Ağaç türünün bazı fiziksel ve mekanik özelliklere etkisine ilişkin varyans analizi

Bağımlı Değişkenler		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (p<0,05)
$r \cong \% 8$ Yoğunluk (gr/cm ³)	Gruplar arası	1,37	4,00	0,34	131,05	0,000
	Gruplar içi	0,25	95,00	0,0026		
	Toplam	1,62	99,00			
Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm ³)	Gruplar arası	1,37	4,00	0,34	132,47	0,000
	Gruplar içi	0,25	95,00	0,0025		
	Toplam	1,61	99,00			
Liflere Paralel Çekme Direnci (N/mm ²)	Gruplar arası	15.790,01	4,00	3.947,50	51,66	0,000
	Gruplar içi	3.438,49	45,00	76,41		
	Toplam	19.228,50	49,00			
Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	Gruplar arası	1813,69	4	453,42	9,60	0,000
	Gruplar içi	2123,84	45	47,19		
	Toplam	3937,53	49			
Liflere Paralel Kesme Direnci (N/mm ²)	Gruplar arası	702,62	4,00	175,66	167,83	0,000
	Gruplar içi	47,10	45,00	1,05		
	Toplam	749,72	49,00			
Liflere Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)	Gruplar arası	21.667,72	4,00	5.416,93	36,16	0,000
	Gruplar içi	6.741,90	45,00	149,82		
	Toplam	28.409,62	49,00			
Liflere Dik Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Gruplar arası	216694253,40	4,00	54173563,35	26,80	0,000
	Gruplar içi	90956959,10	45,00	2021265,76		
	Toplam	307651212,50	49,00			

Tablodan görüleceği üzere tüm fiziksel ve mekanik özellikler açısından $p < 0.05$ olduğundan ağaç türü; yoğunluk, liflere paralel çekme, basma ve kesme ve liflere dik eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü üzerinde etkili bulunmaktadır.

Fiziksel ve mekanik özelliklere göre farklılık yaratan ağaç türü veya türlerinin belirlenmesine ilişkin homojenlik testi Tablo 3’te verilmiştir.

Mevcut türler içerisinde en yoğun ağaç türü meşe olurken (0,76 gr/cm³) bunu sırası ile kayın (0,71 gr/cm³), ceviz (0,62 gr/cm³) ve aralarında fark olmamak üzere kestane (0,48 gr/cm³) ve sarıçam (0,47 gr/cm³) izlemektedir.

En yüksek liflere paralel çekme direnci (108,86 N/mm²) kayında görülürken bunu meşe (82,21 N/mm²), aralarında fark

olmamak üzere ceviz (72,82 N/mm²) ve sarıçam (68,58 N/mm²) takip etmektedir.

Tablo 3. Fiziksel ve mekanik özelliklere göre farklılık yaratan ağaç türü veya türlerinin belirlenmesine ilişkin homojenlik testi

Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	Ağaç Türü										LSD
	Ceviz		Meşe		Kayın		Kestane		Sarıçam		
r \approx % 8 Yoğunluk (gr/cm ³)	0,62	C	0,76	A	0,71	B	0,48	D	0,47	D	0,032
Liflere Paralel Çekme Direnci (N/mm ²)	72,82	C	82,21	B	108,86	A	55,78	D	68,58	C	7,793
Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)	55,69	A	58,20	A	61,74	A	56,96	A	43,96	B	5,911
Liflere Paralel Kesme Direnci (N/mm ²)	18,08	B	19,41	A	15,23	C	10,16	D	10,74	D	0,881
Liflere Dik Eğilme Direnci (N/mm ²)	121,00	A	118,50	A	122,90	A	70,10	C	91,20	B	11,07
Liflere Dik Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	11659,70	AB	12161,30	A	12462,60	A	6768,60	C	10475,30	B	1246,00

En düşük liflere paralel çekme direnci (55,78 N/mm²) ise kestanede ortaya çıkmaktadır. Kayın, meşe, kestane ve cevizin liflere paralel basınç dirençleri (61,74 N/mm², 58,20 N/mm², 56,96 N/mm² ve 55,69 N/mm²) arasındaki farklar önemli olmayıp bu ağaç türleri sarıçama kıyasla daha yüksek basınç direnci vermektedir.

Liflere paralel kesme direnci açısından en yüksek değer (19,41 N/mm²) meşede elde edilirken bu ağaç türünü ceviz (18,08 N/mm²) ve kayın(15,23 N/mm²) takip etmektedir. En düşük değer ise aralarındaki fark önemsiz olarak sarıçam (10,74 N/mm²) ve kestanede (10,16 N/mm²) görülmektedir.

Aralarındaki fark önemsiz olarak kayın, ceviz ve meşenin liflere dik eğilme dirençleri (122,90 N/mm², 121,00 N/mm² ve 118,50 N/mm²) sarıçam ve kestaneye (91,20 N/mm² ve 70,10 N/mm²) kıyasla daha yüksek olup

en düşük değer kestanede ortaya çıkmaktadır. En yüksek elastikiyet modülü ise kayın ve meşede (12462,60 N/mm² ve 12161,30 N/mm²) elde edilirken bu ağaç türlerini sırası ile ceviz (11659,70 N/mm²), sarıçam (10475,30 N/mm²) ve kestane (6 768,60 N/mm²) takip etmektedir.

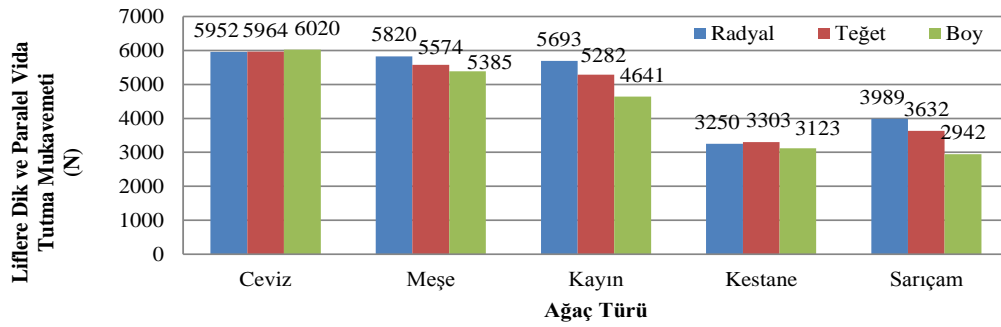
Kullanılan ağaç malzemelerin vida tutma direnci

Ağaç türü ve kesit yönüne göre vida tutma direnci değerlerine ait min, max, ort ve varyasyon katsayılarına ait değerler Tablo 4'te ve Şekil 4'te verilmiştir. Ağaç türü ve kesit yönünün ayrı ayrı ve etkileşimli olarak vida tutma direnci üzerinde etkili olup olmadığını belirlenmesine ilişkin çoklu varyans analizine ait değerler Tablo 5'te verilmiştir

Tablo 4. Ağaç türü ve kesit yönüne göre vida tutma mukavemetine ilişkin istatistiksel değerler

Kesit Yönü	Ağaç Türü	X _{min} (N)	X _{max} (N)	X _{ort} (N)	v (%)
Teğet	Ceviz	4952,03	7638,87	5963,91	12,79
	Meşe	5089,31	6815,17	5574,23	7,54
	Kayın	4481,34	7050,51	5281,51	15,52
	Kestane	3020,25	4128,32	3303,39	6,92
	Sarıçam	2598,59	5510,97	3632,58	25,87
Radyal	Ceviz	4677,46	7276,05	5952,22	13,05
	Meşe	4814,75	6844,59	5820,35	9,03
	Kayın	5089,31	6834,78	5692,88	8,83
	Kestane	2820,14	3824,34	3249,89	7,98
	Sarıçam	3334,04	5040,28	3989,76	13,56
Boy	Ceviz	4059,68	7484,98	6019,82	16,51
	Meşe	4765,72	6991,68	5385,44	9,79
	Kayın	3922,40	5971,81	4640,66	12,12
	Kestane	2578,98	3755,70	3123,18	9,47
	Sarıçam	2039,65	4481,34	2942,44	23,48

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



Şekil 4. Ağaç türü ve kesit yönüne göre karşılaştırmalı vida tutma direnci değerleri

Tablo 5. Ağaç türü ve kesit yönünün ayrı ayrı ve etkileşimli olarak vida tutma direnci üzerinde etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi(p<0,005)
Kesit yönü	13774742,866	2	6887371,433	17,203	,000
Ağaç	375046121,423	4	93761530,356	234,192	,000
Kesit yönü * Ağaç	11108036,902	8	1388504,613	3,468	,001
Hata	114102947,330	285	400361,219		
Toplam	7154622937,761	300			

Varyans analizi sonuçlarına göre, tüm etkileşimler için $p < 0.05$ olduğundan kesit yönü, ağaç türü ve bu iki değişken birlikte olmak üzere vida tutma mukavemeti üzerinde etkili bulunmaktadır.

Ağaç türüne göre elde edilen vida tutma mukavemetleri ile ilgili olarak LSD değerine göre farklılık yaratan ağaç türlerinin belirlenmesine ilişkin homojenlik testi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Vida tutma mukavemetlerine göre farklılık yaratan ağaç türü/türlerinin belirlenmesine ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Vida Tutma Mukavemeti (N)	*HG
Kestane	3225,49	E
Sarıçam	3521,59	D
Kayın	5205,02	C
Meşe	5593,34	B
Ceviz	5978,65	A

LSD: 227,4 *HG: Homojenlik Grubu

Tablo 6'da görüldüğü üzere, 227,4 N'luk LSD değeri ile tüm ağaç türlerinin vida tutma mukavemetleri arasındaki fark önemli olup en yüksek vida tutma mukavemeti (5978,65 N) cevizde elde edilirken bunu sırası ile meşe, kayın ve sarıçam izlemektedir. En

düşük vida tutma mukavemeti (3225,49 N) ise kestanede elde edilmektedir.

Kesit yönüne göre elde edilen vida tutma mukavemetleri ile ilgili olarak LSD değerine göre farklılık yaratan kesit yönü/yönlerinin belirlenmesine ilişkin homojenlik testi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Vida tutma mukavemetlerine göre farklılık yaratan kesit yönü/yönlerinin belirlenmesine ilişkin homojenlik testi

Kesit Yönü	Vida Tutma Mukavemeti (N)	*HG
Boyuna	4422,31	C
Teğet	4751,12	B
Radyal	4941,02	A

LSD: 176,2 *HG: Homojenlik Grubu

Tablo 7'de görüldüğü üzere, 176,2 N'luk LSD değeri ile tüm kesit yönlerine göre vida tutma mukavemetleri arasındaki fark önemli olup en yüksek vida tutma mukavemeti (4941,02 N) radyal yönde elde edilirken bunu sırası ile teğet yön (4751,12 N) ve boyuna yön (4422,31 N) izlemektedir.

Ağaç türü ve kesit yönü ikili etkileşimi ile elde edilen vida tutma mukavemetleri ile ilgili olarak LSD değerine göre farklılık yaratan ikili değişkenin tespitine ilişkin homojenlik testi Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Ağaç türü ve kesit yönü ikili etkileşimine göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Kesit Yönü	Vida Tutma Mukavemeti (F _{max}) (N)	*HG
Sarıçam	Boyuna	2942,44	H
Kestane	Boyuna	3123,18	H
Kestane	Radyal	3249,89	GH
Kestane	Teğet	3303,39	GH
Sarıçam	Teğet	3632,58	FG
Sarıçam	Radyal	3989,76	F
Kayın	Boyuna	4640,66	E
Kayın	Teğet	5281,51	D
Meşe	Boynuna	5385,44	CD
Meşe	Teğet	5574,23	BCD
Kayın	Radyal	5692,88	ABC
Meşe	Radyal	5820,35	AB
Ceviz	Radyal	5952,22	AB
Ceviz	Teğet	5963,91	AB
Ceviz	Boyuna	6019,82	A

LSD:394,0 *HG:Homojenlik Grubu

Tablo 8’de görüldüğü üzere, 394,00 N’luk LSD değeri ile ağaç türü göre-kesit yönü ikili etkileşimi ile ortaya çıkan vida tutma mukavemetleri arasındaki fark önemli olup en yüksek vida tutma mukavemeti (6019,82 N) ceviz-boyuna yön ikili etkileşiminde elde edilirken bunu aralarındaki fark önemsiz olarak ceviz-teğet yön, ceviz-radyal yön ve meşe radyal yön ikili etkileşimleri izlemektedir. En düşük mukavemet ise, aralarındaki fark önemsiz olarak sarıçam-boyuna yön (2942,44 N) ve kestane-boyuna yön (3123,18 N) ikili etkileşimlerinden elde edilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, uygulamada kullanım sıklığı yüksek olan bazı ağaçların fiziksel/mekaniksel özellikleri ve ağaç türü ve kesit yönleri ile ilişkili olarak vida tutma mukavemetleri tespit edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre ağaç türü ve kesit yönü vida tutma mukavemeti üzerinde etkili bulunmaktadır.

Mevcut türler içerisinde en yüksek vida tutma mukavemeti (5978,65 N) cevizde elde edilirken bunu sırası ile meşe (5593,34 N), kayın (5205,02 N) ve sarıçam (3521,59 N) izlemektedir. En düşük vida tutma mukavemeti (3225,49 N) ise kestane elde edilmektedir.

Tüm kesit yönlerine göre vida tutma mukavemetleri arasındaki fark önemli olup en yüksek vida tutma mukavemeti (4941,02

N) radyal yönde elde edilirken bunu sırası ile teğet yön (4751,12 N) ve boyuna yön (4422,31 N) izlemektedir. Bu sonuçlar literatürde kayıtlı bazı araştırmalar ile de uyumludur (Efe ve Demirci, 2005), (Kılınç ve ark, 2006), (Efe, 1992). Teğet ve boyuna yönlerde daha yumuşak ilkbahar odunundan da vidalama yapılabilmesi radyal yöndeki vida tutma mukavemetinin daha yüksek olmasında etkili olmuş olabilir.

Ağaç türü -kesit yönü ikili etkileşimi ile ortaya çıkan vida tutma mukavemetleri arasındaki fark önemli olup en yüksek vida tutma mukavemeti (6019,82 N) ceviz-boyuna yön ikili etkileşiminde elde edilirken bunu aralarındaki fark önemsiz olarak ceviz-teğet yön, ceviz-radyal yön ve meşe radyal yön ikili etkileşimleri izlemektedir. En düşük mukavemet ise, aralarındaki fark önemsiz olarak sarıçam-boyuna yön (2942,44 N) ve kestane-boyuna yön (3123,18 N) ikili etkileşimlerinden elde edilmektedir.

Yoğunluk artışı ahşap malzemenin mukavemet özelliklerinin artışında önemli bir göstergedir. Yoğunluk arttıkça mukavemet özelliklerinde de bir artış beklenmektedir. Bunun nedeni olarak yaz odunu katılım oranının artması, hücre çeperlerinin kalınlaşması, boşluk oranının azalması gibi faktörler gösterilmektedir (Eckelman, 1975), (Efe ve Demirci, 2005), (Kılınç ve ark., 2006). Bu çalışmada da yoğunluğu daha yüksek olan meşe, kayın ve cevizin mukavemet değerleri, farklı

mukavemet özelliklerinde sıralaması değişken olarak yoğunlukları daha düşük olan kestane ve sarıçamı kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Araştırma bu yönü ile literatürle uyumlu bulunmaktadır.

Ceviz, meşe ve kayın odunlarının, liflere dik eğilme direnci değerleri birbirine oranla yaklaşık çıkmıştır. Özellikle çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda çubukların eğilme direncinin sistem mukavemeti üzerinde etkili olduğundan söz edilebilir. Tarihsel süreçte bu üç malzemenin oturma mobilyası üretiminde tercih edilmiş olmasının nedenlerine bir açıklama getirebilir.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçlara göre daha yüksek vida tutma mukavemeti açısından yoğunluğu daha yüksek ağaç türlerinin seçilmesi, yoğunluğu birbirine yakın olan türlerden meşe ve kayının yerine cevizin tercih edilmesi ve radyal yönden vidalama yapılacak şekilde ürün parçalarının konstrüksiyona yerleştirilmesi önerilmektedir. Şüphesiz malzeme tercihinde maliyet açısından ekonomik kriterlerde etkili olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) kapsamında desteklenmiştir (07/2008–13). Gazi Üniversitesi'ne sağladığı tüm olanaklardan dolayı çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Efe, H., “Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, Doktora Tezi, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 3-8 (1994).

Örs, Y., Özen, R., Doğanay, S., “Mobilya Üretiminde kullanılan ağaç Malzemenin Vida Tutma Dirençleri”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22: 29–34 (1995).

Eckelman, C., A., “Screw holding Performance in Hardwoods and Particle board”, *Forest Product Journal*, 25 (6): 30–35 (1975).

Efe, H., Demirci, S. “Farklı Ağaç Malzemelerde Kesiş Yönünün Soket Vida Tutma Mukavemetine Etkileri”, *G.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1): 127-135 (2005)

Doğanay, S., “Mobilya Endüstrisi'nde Kullanılan Ahşap Malzemenin Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi,

G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 15-18 (1995).

Efe, H., Zhang, J., L., Erdil, Y., Z., Kasal, A., “Moment Capacity of Traditional and Alternative T-Type End to Side Grain Furniture Joints”, *Forest Product Journal*, (2003).

Özçiftçi, A., Doğanay, S. “Etiket Yongalı Levha (Waferboard) ile Doğu Kayını ve Ladin Odunlarının Vida ve Çivi Tutma Dirençleri” *Turkish. J. of Agriculture and Forestry*, Ankara, 23, 5, 1207-1213, (1999).

Akyıldız, M., Malkoçoğlu, A., “Doğu Karadeniz Bölgesinde Yetişen Önemli Bazı Ağaç Odunlarının Vida Tutma Direnci”, *Artvin Orman Dergisi*, 1: 54-60, (2001).

Kılınç, M., Burdurlu, E., Usta, İ., Berker, U., E., “Oduncu, P., Comparative Analysis of the Nail and Screw Withdrawal Resistances of Fir (*Abies Mill.*), Cherry (*Prunus avium L.*), Walnut”, *Journal Of Forestry*, 2 (2) : 61–75, (2006).

Efe, H., “Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri”, Yüksek Lisans Tezi, *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 12-16 (1992).

Rajak, Z., Eckelman, C.A. Edge and Face Withdrawal Strength of Large Screws In Particleboard and Medium Density Fiberboard”, *Forest Product Journal*, 43 (4) : 25–30, (1993).