

Farklı Ağaç Türleri ile Yonga ve Lif Levhalarda PVAc veya Desmodur-VTKA Tutkalı Kullanılarak Uygulanan Kavelalarda Çekme Mukavemeti

Yalçın ÖRS, Musa ATAR, Ayhan ÖZÇİFÇİ
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 13.01.1997

Özet: Bu çalışma; mobilya endüstrisinde kullanılan bazı masif ağaç malzeme ve levha çeşitlerinin, polivinil asetat (PVAc) ve Desmodur-VTKA (Nem kürlenmeli-polimer esaslı) tutkalı kullanılarak kavela ile yaptıkları bağlantı dirençlerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu maksatla, masif ağaç malzemelerden; Sarıçam (*Pinus silvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsky) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* spp.) türlerine ait odunlardan hazırlanan örneklerde enine ve radyal yönde Desmodur-VTKA tutkalı ile kenarları masifli ve masifsiz, yonga levha ve lif levhalar PVAc tutkalı ile birleştirilerek çekme direnci deneyleri yapılmıştır.

Deneyler sonucunda; en yüksek çekme direnci değerleri Doğu kayını odunu örneklerinde enine yönde (4.403 N/mm^2) ve kenarları masifli lif levhalarda (5.818 N/mm^2) elde edilmiştir.

Tensile Resistance of Dowel with the PVAc and Polymerin from Different Types Wood or Particle or Fiberboards

Abstract: This study was performed to determine the connections resistance with dowel of some beech wood materials and board types used in furniture industry, which are bonded by polyvinyl acetate (PVAc) and polyurethane based (Desmodur-VTKA) glues.

For this purpose, the tensile resistance was made with wood materials; scotch pine (*Pinus silvestris* L), oriental beech (*Fagus orientalis* lipsky) and oak (*Quercus petraea* spp.) using cross and radial section with polyurethane based glue, edges of particle or fiber boards processed and unprocessed with beech wood, polyvinyl acetate (PVAc) glue.

At the result of experiments, it was obtained the highest tensile resistance, by cross section of the oriental beech ($4,403 \text{ N/mm}^2$) and the processed with beech wood fiberboards edges ($5,818 \text{ N/mm}^2$).

Giriş

Teknolojideki hızlı gelişmeler sanayiye yeni ürünlerin girmesine neden olmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak mobilya endüstrisinde de hızlı gelişme ve değişimler görülmektedir. Bu çerçevede ağaç malzemelerden üretilen mobilya konstrüksiyonunda çeşitli birleştirme yöntemleri (çivi, vida, kınışlı, zıvanalı, kavelalı, kamalı vb.) uygulanmaktadır. Kavelalı birleştirme mobilya üretiminde en çok tercih edilen, kolay ve ekonomik birleştirme yöntemidir. Bu amaçla seri üretimde çoklu kavela delgi makinaları kullanılmaktadır. Konstrüksiyonda elemanların birleştirme yerlerindeki (köşe veya yüzey vb.) dirençlerin belirlenmesinde birleştirme yöntemlerinin etkilerini belirlemek amacıyla araştırmalar yapıldığı belirtilmektedir (1).

Sandalyelerde uygulanan birleştirme yöntemlerinde, ön kayıtlarda kesmeli eğilme mukavemetine karşı kavelalı birleştirme yönteminin; yan kayıtlarda ise çekme

mukavemetine karşı zıvanalı birleştirme yönteminin daha başarılı bulunduğu belirtilmiştir (2).

Yonga levha ile yapılan tek kavelalı birleştirme örneklerine basınç ve çekme direnci deneyleri uygulanmıştır. Denemeler sonucunda kavela çapı arttıkça basınç ve çekme direncinin arttığı, kullanılan tutkalın ve kavela boyunun 2,5 cm'den sonra etkili olmadığı belirtilmiştir (3).

Yonga levhadan üretilen ürün konstrüksiyonunda; 2-3-4 ve 5 kavelalı köşe birleştirmelerde sadece kavelanın tutkalanması halinde; iki kavela arasındaki uzaklığın en az 7,5 cm olması durumunda en yüksek basınç ve çekme direnci elde edildiği açıklanmıştır (4).

16 ve 19 mm kalınlığındaki yonga levhalarda yapılan köşe birleştirme (düz-kavelalı, 90° plastik çitalı gönye burun, kavelalı gönye burun, düz gönye burun ve yabancı çitalı gönye burun) yöntemlerine uygulanan çekme direnci

deneylerinde; yabancı çıtalı gönye burun birleştirme yönteminin en iyi sonucu verdiği, 19 mm kalınlığındaki yonga levhalarda 16 mm kalınlığındaki yonga levhalara göre % 47,3 daha iyi sonuç alındığı belirtilmiştir (5).

Kabin tipi (panel-tablalı) mobilyalarda çam ve huş cinsi ağaç odunlarından yapılan kavelalı köşe birleştirmelerde "L ve T" şeklinde 2-4 ve 8 kavelayla birleştirerek ve sadece kavelaya yapıştırıcı tatbik edilerek uygulanan burulma deneyi sonuçlarına göre, kavela sayısı arttıkça burulma direncinin %5-%15 oranında azaldığı belirtilmiştir (6).

Kenarları Doğu kayını (*Fagus orientalis lipsky*) ile masiflenmiş ve yüzeyleri kaplanmış lif levha ve yonga levhalara uygulanan eğilme direnci deneyinde; yükleme anında ve yük kaldırıldıktan sonra kalıcı sehımlerin daha az olduğu, lif levhadan hazırlanan rafların yonga levhadan hazırlanan raflara göre daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (7).

Sarıçam (*Pinus silvestris L.*) türüne ait odunlardan tanalith CBC-dolu hücre metoduna göre emprenye edilmiş ve emprenyesiz olarak hazırlanan örnekler PVAc ve Desmodur-VTKA tutkalları kullanılarak çekme deneyine tabi tutulmuş, deney sonucuna göre; emprenye edilen örneklerde tutkalların yapışma direncinde azalma saptandığı açıklanmıştır (8).

Desmodur-VTKA tutkalı kullanılarak hazırlanan örnekler; klimatize etme, soğuk suda bekletme, sıcak suda bekletme, kaynatma ve ardarda kaynatma işlemlerinden sonra çekme ve makaslama direnci deneylerine tabi tutulmuş; sonuç olarak bu yapıştırıcının kuru veya rutubetli iç ve dış mekanlarda kullanılabileceği açıklanmıştır (9).

Bu çalışmanın amacı; Ülkemiz mobilya endüstrisinde en çok kullanılan ağaç malzemelerden, Sarıçam (*Pinus silvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis lipsky*) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea spp.*) odunlarında enine ve radyal yönde; levha ürünlerinden orta sert lif levha (MDF) ve yonga levhalarda, kenarları masifli ve masifsiz olarak kavelalı birleştirme yöntemlerinin dirençlerini ortaya koymaktır.

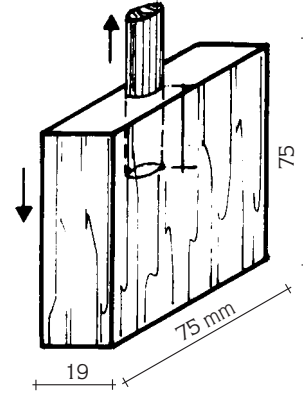
Materyal ve Metot

Masif Ağaç Malzemeler

Deney malzemesi olarak; masif veya kabin tipi mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan iğne yapraklı

ağaçlardan; Sarıçam (*Pinus silvestris L.*), yapraklı ağaçlardan Doğu Kayını (*Fagus orientalis lipsky*) ve Sapsız Meşe (*Quercus petraea spp.*) keresteleri tamamen tesadüfi metodla ve sulamalı halde Ankara'daki kereste işletmelerinden temin edildikten sonra, büyüme kusuru ihtiva etmeyen kısımları alınarak, sıcaklığı $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve % bağıl nemi 65 ± 3 olan iklimlendirme odasında yaklaşık 3 ay bekletilmişlerdir. Daha sonra, klimatize edilmiş olan taslakların diri odun kısımlarından 75 ± 1 mm boy ve genişlikte, 18 ± 1 mm kalınlıkta olmak üzere ASTM-D 358'de belirtilen esaslara uygun olarak her ağaç türü için 10'ar adet örnek hazırlanmıştır (10).

Örneklerde radyal ve enine kesit yüzeylerine dik 10 mm çapında 19 ± 1 mm derinliğinde kavela delikleri açılmış, kavelalar aynı boyutlarda ($10 \times 19 \pm 1$ mm) ve 75 mm boyunda hazırlanarak delikler tutkallandıktan sonra delik dibinde boşluk kalmayacak şekilde yerlerine yerleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Masif ağaç örneklerinde kavela bağlantısı (ölçüler mm).

Hazırlanan örnekler iklimlendirme dolabında, $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmişlerdir. Rastlantılı olarak seçilen 10 adet örnek üzerinde rutubet kontrolü yapılmış ve örneklerin yaklaşık % 12 rutubete ulaştıkları belirlenmiştir.

Yonga ve Lif Levhalar

Genel amaçlar için TS 180 esaslarına göre üretilen 18 mm kalınlığındaki yatık yongalı levha mobilya endüstrisinde en çok kullanılması nedeniyle tercih edilmiştir (11). Deney örnekleri, levha kenarlarına en az 10 cm uzaklıktan $75 \times 75 \pm 1$ mm boyutlarda kesilerek rastlantılı olmak üzere 10'ar adet seçilmiştir.

Her örneğin dar kenarlarından birine, kayın odunundan 5 ± 1 mm kalınlıkta hazırlanan çıtarlar yapıştırılmıştır. Masifli ve masifsiz kenarlara, köşegenlerin kesişme noktasından 10 mm çap, 19 ± 1 mm derinlikde kavela delikleri açılarak PVAc tutkalı ile tutkalandıktan sonra, bunlara uygun 10 mm çapındaki kavelalar, yerlerine delik dibinde boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2).

Mobilya üretiminde en çok kullanılan 18 mm kalınlığındaki lif levha örnekleri Şekil 2' de gösterilen özelliklerde hazırlanmıştır.

Tutkallar

Masif ağaç malzeme örneklerinin kavelalı birleştirilmesinde Desmodur - VTKA tutkalı, lif ve yonga levhalarda ise PVAc tutkalı kullanılmıştır.

Desmodur - VTKA tutkalı son yıllarda piyasaya sürülen, daha çok montaj işlerinde tercih edilen, çözücü içermeyen tek bileşenli, poliüretan esaslı ve nem kürlenmeli bir yapıştırıcıdır. Üretici firmanın verdiği bilgiye göre; ağaç malzeme, metal polyeester, taş, seramik, PVC ve diğer plastiklerin yapıştırılmasında kullanılmaktadır.

PVAc tutkalı mobilya endüstrisinde montaj tutkalı olarak kullanılmaktadır. Soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenmesi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajlı özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup uygulandıktan sonra sıcaklık arttıkça yumuşamakta ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektiği gibi yapamamaktadır. Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birinin tutkalanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin

durumuna göre $150 - 200 \text{ gr/m}^2$ tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır (12).

PVAc tutkalı uygulamasında TS 3891'de belirtilen esaslara uyulmuş olup, yoğunluğu $1,1 \text{ gr/m}^3$, viskozitesi $160 - 200 \text{ cps}$, pH değeri 5, kül miktarı % 3, masif ağaç malzemenin birleştirilmesinde odun rutubeti % 6 - 15, presleme süresi soğuk tutkallamada 20°C 'de 20 dakika, 80°C 'de 2 dakika olarak verilmekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerilmektedir (13).

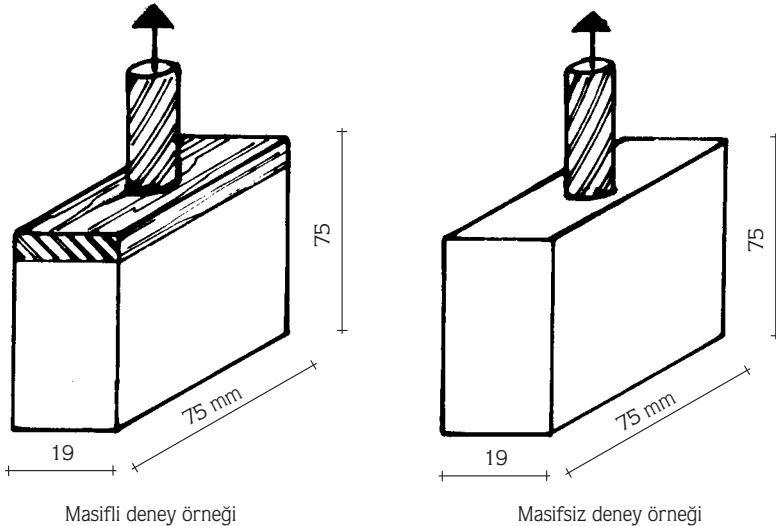
Desmodur-VTKA tutkalı uygulanmasında ise üretici firmanın önerilerine uyulmuştur. Buna göre; yapıştırılacak yüzeyler temiz, kuru, tozsuz ve yağsız olmalı, tutkalın sertleşme hızını arttırmak için kurumuş satırlar hafifçe nemlendirilmelidir. Tutkal orijinal ambalajından doğrudan doğruya yüzeylerden emiciliği yüksek alana sürüldükten sonra yapıştırma işlemi 20°C sıcaklıkta ve % 65 bağıl nem şartlarında 30 dakikada gerçekleşmektedir. Viskozitesi 25°C de $3300 - 4000 \text{ cps}$, yoğunluğu 20°C de $1,11 \pm 0,02 \text{ g/cc}$ olup soğuğa karşı dayanıklıdır (14).

Metot

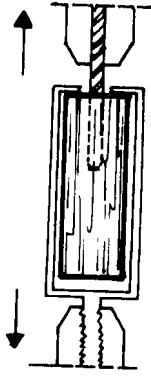
Deneilerin Yapılışı

Çekme direnci deneyleri, 4000 kp kapasiteli Üniversal deneme makinasında Şekil 3 de gösterildiği gibi, daha önce yapılan benzer bir çalışmadan örnek alınarak ve yükleme hızı 5 mm/dk uygulanarak yapılmıştır (15).

Kavelanın çıkma anında ölçülen kuvvet (F, Newton) ve kavela girme derinliği yüzey alanı (A; mm^2) olmak üzere kavela çekme direnci (σ);



Şekil 2. Yonga levha ve MDF' de kavela bağlantıları



Şekil 3. Çekme deney düzeneği.

$$\sigma_v = \frac{F}{A} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.}$$

İstatistik Yöntemler

Deney örnekleri, masif ağaç malzemelerden Sarıçam, Doğu kayını ve Sapsız meşe olmak üzere 3 ağaç türünden radyal ve enine kesit olmak üzere 2 farklı yönde, levha

ürünlerinden yonga levha ve MDF masifli ve masifsiz hazırlanarak her gruptan 10'ar adet olmak üzere (3x2x10 + 2x2x10) toplam 100 adet hazırlanmıştır.

Hazırlanan örneklerin bağlantı yüzeylerinde belirlenen çekme dirençleri arasındaki farklılığı belirlemek için gruplar arasında ayrı ayrı çoklu varyans analizi yapılmıştır. Farklılığın anlamlı olup olmadığı "Duncan testi" yardımıyla belirlenmiştir. Varyans analizine göre ortalamaların karşılaştırılmasında LSD "en küçük önemli fark" testi kullanılarak deneylerde uygulanan işlem türü veya işlem yönüne göre gruplar kendi aralarında karşılaştırılmıştır (16).

Bulgular

Denemeye alınan örneklerden elde edilen sonuçlara göre hesaplanan ortalama değerler Tablo 1'de, bunlara ilişkin varyans analizi sonuçları ise Tablo 2' de verilmiştir.

Buna göre; gruplar arasındaki farklılık 0,01 hata payı ile istatistik anlamda önemli çıkmıştır. Farklılığın hangi

Tutkal çeşidi	Ağaç malzeme türü	Ortalama Çekme Direnci σ_v ; N/mm ²			
		Enine kesit	Radyal yön	Masifli	Masifsiz
Desmodur VTKA	Sapsız Meşe	2.737	2.494		
	Sarı Çam	2.702	3.533		
	Doğu Kayın	4.403	3.754		
PVAc	Yonga levha			5.585	3.809
	Lif levha			5.818	4.696

Tablo 1. Ağaç malzemelere göre kavala çekme dirençleri

Tablo 2. Malzeme türü ve tutkal çeşidinin farklı yönlerde kavala çekme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Ortalama kareler	F	Tablo %5	Değeri %1
Tekerrür	9	1.055	0.117	1.488 ns	1.920	2.500
İnt.-A	2	22.106	11.053	140.289**	3.150	4.980
İnt.-B	1	0.006	0.006	0.079ns	4.00	7.080
A*B	2	5.848	2.924	37.112**	3.150	4.980
Hata	45	3.545	0.079			
Genel	59	32.560	0.552			
Tekerrür	9	0.236	0.026	0.428 ns	2.130	2.930
İnt.-A	1	2.987	2.987	48.653**	4.210	7.680
İnt.-B	1	21.389	21.389	348.436**	4.210	7.680
A*B	2	0.983	0.983	16.011**	4.210	7.680
Hata	27	1.657	0.061			
Genel	39	27.252	0.699			

Tekerrür = 10, İnt.-A = Tür (meşe,kayın, çam), İnt.-B = İşlem (radyal,enine)

Tekerrür = 10, İnt.-A = Yongalevha ve MDF, İnt.-B = İşlem (masifsiz, masifli)

ns = önemsiz, * = önemli (%5 seviyesinde), ** = önemli (%1 seviyesinde)

gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 3' de verilmiştir.

Buna göre, en yüksek çekme direncini; masif ağaç malzemelerden enine yönde kayın, levhalardan masifli MDF vermiştir. Deneylere ait gerilme grafiği Şekil 4'de gösterilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Enine ve radyal yönlerdeki çekme dirençleri arasında; Doğu Kayını'nda % 15, Sarıçam' da % 24, Sapsız Meşe'de

% 9 oranında bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Masifli örnekler ile masifsizlerin çekme dirençlerinde; yonga levha'da % 32, lif levha'da ise % 21 farklılık belirlenmiştir.

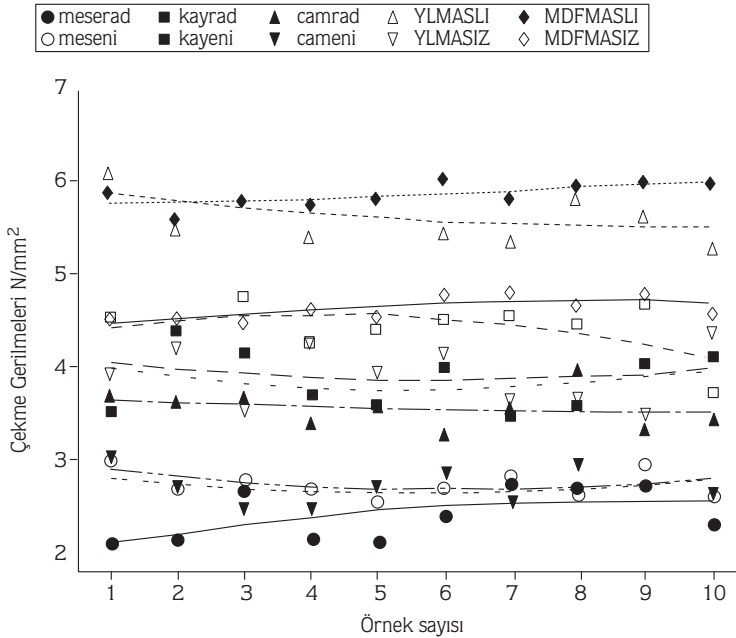
Desmodur-VTKA tutkalı ile hazırlanan örneklerden, Doğu Kayını'nda enine kesit radyal kesite göre, Sarıçam'da radyal kesit enine kesite göre daha dirençli çıkmış, Sapsız meşe'de ise enine ve radyal kesitlerin çekme dirençleri arasındaki farklılık önemsiz çıkmıştır. Doğu Kayını'nda Desmodur-VTKA tutkalı ile hazırlanan kavelada, enine kesit dirençlerinin bir miktar yüksek

Malz.	İşlem Yönü	Ortalama	Homojen	İşlem Yönü	Malz.	Ortalama	Homojen
Çam	Radyal	3.533	A	Radyal	Kayın	3.754	A
	Enine	2.702	B		Çam	3.533	A
Kayın	Radyal	3.754	B	Enine	Meşe	2.494	B
	Enine	4.403 *	A		Kayın	4.403	A
Meşe	Radyal	2.494	A	Enine	Meşe	2.737	B
	Enine	2.737	A		Çam	2.702	B
YL	Masifli	5.585	A	Masifli	MDF	5.818	A
	Masifsiz	3.809	B		YL	5.885	A
MDF	Masifli	5.818 *	A	Masifsiz	MDF	4.696	A
	Masifsiz	4.696	B		YL	3.809	B

Tablo 3. Duncan Testi Sonuçları (N/mm²)

* en yüksek çekme direnci değerleri

Şekil 4. Çekme Gerilmeleri.



çıkması bu yönde yapışma yüzeylerinin radyal kesite göre daha düzgün dokulu olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca; Sarıçam'da Desmodur-VTKA tutkalının radyal kesit yönünde daha iyi mekanik bağ sağlayacağı söylenebilir.

Kavela çekme dirençleri literatürde ve standartlarda verilen değerlerle uyumlu olup Doğu Kayını'nda diğer ağaç türlerine göre daha yüksek çıkması, Kayın odunu özgül ağırlığının daha yüksek ve daha homojen bir dağılışı göstermesinden kaynaklanabilir.

Yonga ve lif levhalardan hazırlanan masifli örneklerin masifsiz örneklere göre daha dirençli çıkması örnek

kenarlarının masiflenmesinden kaynaklanmış olabilir. Diğer taraftan kavela çekme direncinin lif levhada yonga levhadan daha yüksek çıkmasına, lifler arasında daha sıkı bağ oluşması ve yapışmanın daha homojen gerçekleşmesi etkili olabilir.

Lif ve yonga levhalardan üretilen mobilyalarda kavelalı birleştirme yerlerinin masif ağaç malzeme ile kaplanması halinde mobilya direncinin artacağı söylenebilir. Bu bakımdan masif ağaç malzeme için kayın, levha türü malzeme için lif levhaların tercih edilmesi önerilebilir.

Kaynaklar

1. Özçifçi, A., Yonga Levha İle Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,1995.
2. Küreli, İ., Sandalyelerde Kullanılan Önemli Ahşap Birleştirmelerin Mekanik Özellikleri, Y.L. Tezi, G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1988.
3. Zhang, J.L., and Eckelman, C.A., The Bending Moment Resistance of Single -Dowel Corner Joints In Case Construction. Forest Products Journal, Medison-USA, vol 43, no 6, pg: 19, 1993.
4. Zhang, J.L., and Eckelman, C.A., Rational Design of Multi Dowel Corner Joints in Case Construction, Forest Product Journal, Medison-USA vol 43, no11, pg19, 1993.
5. Englesson, T., Zusammenfassung Der Untersuchungen vor Einigen Spanplatten Eigenschaften im Schwedischen Holzforschungsinstitut, Stocholm, Sweden pg 52, 1973.
6. Cai L., Wang, F., Influence of The Stifness of Corner Joint on Case Furniture Deflection. Holz Als Roh-Und Werkstof.vol 51, pg. 406-408 Spring-Verlag, 1993.
7. Atar, M., Mobilya Endüstrisinde Hareketli Ahşap Dolap Rafların Sabit Yükler Altındaki Sehimleri, Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara,1994.
8. Sönmez, A., Tanalith-CBC ile Emprenye Edilmiş Sarıçamda Emprenye Maddesinin Tutkalın Yapışma Direncine Etkisi, Türk-İnşa Bilim Teknik ve Haber Dergisi, sayı 52, Ankara, 1996.
9. Özçifçi, A., Altınok, M., Özen, R., Polimarın Tutkalının Harici ve Islak Ortamlarda Yapışma Mukavemetinin Tespit Edilmesi, Endüstriyel Teknoloji, cilt 2, sayı 2 s. 43-45, Ankara, 1996.
10. ASTM-D 358., Wood to be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings, 1983.
11. TS 180, Yonga Levhaları (Yatık Yongalı - Genel Amaçlar İçin), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978.
12. Örs, Y., Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü. Orman Fakültesi, s 29-34, Trabzon, 1987.
13. TS 3891., Yapıştırıcılar - Polivinilasetat Emülsiyon, Türk Stand. Enst.Ankara, 1983.
14. Polisan., Üretici Firma Dökümantasyonu, Dilovası Mevki, Gebze - Kocaeli, 1997.
15. Eckelman, C.A., Daniel, L., Cassens Withdrawal Strength of Dowels from Wood Composites, Forest Product Journal, Medison-USA, vol 35, no 11, pg 55, 1985.
16. Ünver, Ö., Gamgam, H., Uygulamalı İstatistik Yöntemler, Ders Kitabı, s 208 - 219, Ankara, 1986.