

**LAMİNE AHŞAP MALZEMEDE AĞAÇ TÜRÜ, KATMAN SAYISI VE
TUTKAL ÇEŞİDİNİN EĞİLME DİRENCİNE ETKİLERİ**

Nihat DÖNGEL

83972

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ)**

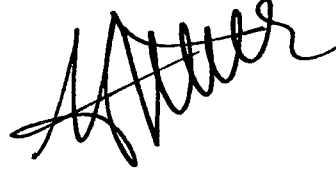
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

83972

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**Ocak 1999
ANKARA**

Nihat DÖNGEL tarafından hazırlanan LAMİNE AHŞAP MALZEMEDE AĞAÇ TÜRÜ, KATMAN SAYISI VE TUTKAL ÇEŞİDİNİN EĞİLME DİRENCİNE ETKİLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Doç.Dr. Mustafa ALTINOK

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yalçın Örs

Üye : Doç. Dr. Mustafa ALTINOK

Üye : Yrd. Doç. Dr. İhsan KÜRELİ

Üye : _____

Üye : _____

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

B. Atasoy

**LAMİNE AHŞAP MALZEMEDE AĞAÇ TÜRÜ, KATMAN SAYISI VE
TUTKAL ÇEŞİDİNİN EĞİLME DİRENCİNE ETKİLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Nihat DÖNGEL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Ocak 1999**

ÖZET

Bu çalışmada, masa ve sehpa ayakları ile oturma mobilyalarında kullanılan lamine ahşap malzemedede ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, ülkemizde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* l.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* l.) ve meşe (*Quercus petraea* l.) odunlarından üç, beş ve yedi katmanlı olarak hazırlanan lamine malzemeler PVAc, Desmodur-VTKA ve Klebit 303 tutkalları ile yapıştırılarak DIN 52186 esaslarına göre eğilme direnci deneyine tabi tutulmuşlardır. Deneyler sonunda; en yüksek eğilme direnci PVAc tutkalı ile yapıştırılmış beş katmanlı kayında elde edilmiştir. Bunu gitgide azalarak Desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış yedi katmanlı çam, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış yedi katmanlı meşe, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış yedi katmanlı kayın, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış üç katmanlı çam ve PVAc tutkalı ile yapıştırılmış yedi katmanlı meşe izlemiştir.

Bilim Kodu : 5002013

Anahtar Kelimeler : Mobilya, Lamine Ahşap, Çam, Kayın, Meşe, Eğilme
Direnci

Sayfa Adedi : 40

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Mustafa ALTINOK

**THE EFFECTS OF BENDING RESISTANCE THE SPECIES OF
WOOD, GLUE TYPE AND NUMBER OF LAYER IN
LAMINATED WOOD MATERIAL**

(M. Sc. Thesis)

Nihat DÖNGEL

**GAZI UNIVERSTY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
January 1999**

ABSTRACT

In this study, it has been researched to effects of bending resistance the species of wood, glue type and number of layer in laminated wood material, using table, coffee table foots and sitting furniture. For this purpose; it was tested to determine the bending resistance of experimentals prepared from 3, 5 and 7 layers materials, which are widely used scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), beech (*Fagus orientalis* L.) and oak (*quercus petrea* L.) wood based on DIN 52186. Experimentals were bonded PVAc, Desmodur-VTKA and klebit 303. At the result of experimentals, it has been obtained the highest bending resistance in 5 layers beech wood with bonded PVAc adhesive. It has followed more and more decreasing by 7 layers scotch pine with bonded Desmodur-VTKA adhesive, 7 layers oak with bonded klebit 303 adhesive, 7 layers beech with klebit 303 adhesive, 3 layers scotch pine with bonded klebit 303 adhesive and 7 layers oak with bonded PVAc adhesive.

Science code : 5002013

Key Words : Furniture, Laminated Wood, Pine, Beech, Oak,
Bending Resistance.

Number of Page : 40

Advisor : Doç. Dr. Mustafa ALTINOK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen danışman hocam, Doç. Dr. Mustafa ALTINOK, dekanım Prof. Dr. Yalçın ÖRS, bölüm başkanım Doç.Dr. Abdullah SÖNMEZ, Araş. Gör. Musa ATAR, Araş. Gör. Ayhan Özçifçi ile yardım ve destekleri için Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü akademik ve idari personeline, manevi desteğini esirgemeyen eşim Sibel DÖNGEL'e teşekkür ederim.



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Deney örneklerinin yapıştırılma şartları.....	13
Çizelge 4.1. Eğilme direnci deneyine ait istatistik değerler.....	16
Çizelge 4.2. Ağaç türü, tutkal çeşidi,katman sayısının eğilme direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi	17
Çizelge 4.3. Çam odununda tutkal çeşidi-katman sayısı etkileşimi.....	18
Çizelge 4.4. Kayın odununda tutkal çeşidi-katman sayısı etkileşimi.....	19
Çizelge 4.5. Meşe odununda tutkal çeşidi-katman sayısı etkileşimi.....	20
Çizelge 4.6. Ağaç türü-tutkal çeşidi etkileşimi	21
Çizelge 4.7. Ağaç türü-katman sayısı etkileşimi	22
Çizelge 4.8. Tutkal çeşidi-katman sayısı etkileşimi	23
Çizelge 4.9. İkili karşılaştırma toplu sonuçları.....	24

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil

Sayfa

Şekil 1.1. Lamine ahşap malzeme ile yapılmış bir çatı sistemi.....	2
Şekil 1.2. Lamine ahşap malzeme ile yapılmış bir dinlenme koltuğu.....	2
Şekil 1.3. Taşıyıcı lamine yapı elemanları	5
Şekil 3.1. Deney örnekleri	12
Şekil 3.2. Eğilme direnci deney düzeneği.....	14
Şekil 4.1. Çam odununda tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci	18
Şekil 4.2. Kayın odununda tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci	19
Şekil 4.3. Meşe odununda tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci	20
Şekil 4.4. Ağaç türü ve tutkal çeşidine göre eğilme direnci	21
Şekil 4.5. Ağaç türü ve katman sayısına göre eğilme direnci	22
Şekil 4.6. Tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci	23

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	7
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Ağaç malzeme	10
3.1.2. Tutkal	10
3.1.3. Deney örneklerinin hazırlanması	12
3.2. Metot	14
3.2.1. Eğilme direnci deneyi	14
3.2.2. Verileri değerlendirme	15
4. BULGULAR	16
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	25
KAYNAKLAR	27
EKLER	30
ÖZGEÇMİŞ	34

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklamalar
a	Katman kalınlığı
b	Deney örneği genişliği
F	Eğilme direncinde örneğin kırıldığı andaki kuvvet
h	Deney örneği kalınlığı
L_s	Dayanak açıklığı
n	Numune sayısı
r	Kavis yarıçapı
st	Standart sapma
σ_{em}	Emniyet gerilmesi
σ_z	Eğilme direnci
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
ε	Genel toplam

1.GİRİŞ

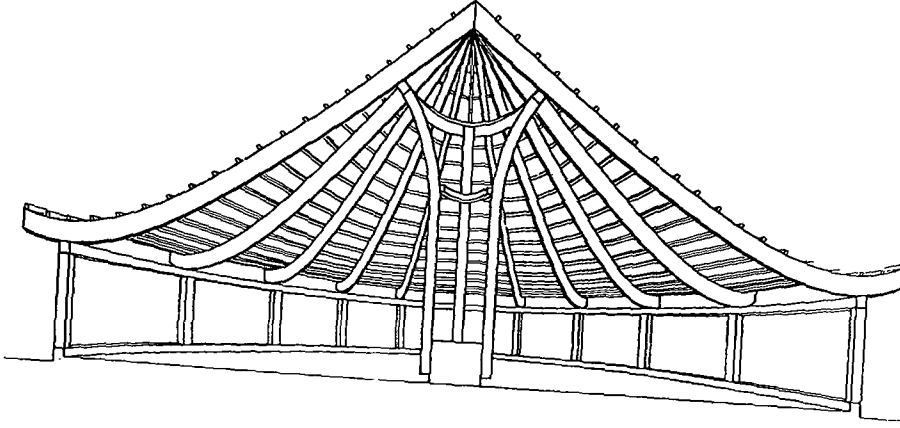
Ahşap, insanların çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ilk kullandıkları malzemelerden biri olmuştur. Ahşap malzemenin bu kadar yoğun kullanımı sonucu dünyada ve ülkemizde orman varlıkları hızla azalmaktadır. Bu durum bizi ahşap malzemenin özelliklerini geliştirerek minimum malzeme miktarıyla maksimum ihtiyaç gidermeye yöneltmektedir. Ahşap malzemenin çeşitli özelliklerinin geliştirilmesi sonucu elde edilen yeni malzemeler endüstride ve mobilya sektöründe önemli kolaylıklar sağlamıştır.

Masif ahşap malzemedan azami düzeyde yararlanma maksadıyla üretilen lamine malzeme, çeşitli yapı elemanları ve mobilya üretiminde kullanılmakta olup, her iki alana önemli yenilikler kazandırmıştır.

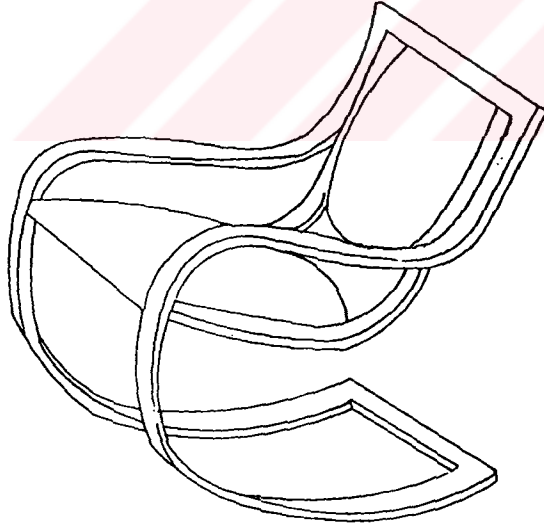
Lamine ahşap, kesme, soyma ve biçme yöntemleriyle elde edilen ağaç malzeme levhalarının aralarına yapıştırıcılar sürülerek düz ya da kalıp içerisinde sıcak veya soğuk preslenmesiyle elde edilmektedir (TS 11878, 1995). Böylece ağaç malzeme israfı önlenmekte, tabaka düzenlemesi ile homojen, presleme ile de istenilen biçimde bir yapı elemanı elde edilmektedir. Lamine ahşap malzemeler yardımıyla büyük açıklıklar kolonsuz ve güvenle geçilebilmektedir.

Ahşap levhaların üst üste yapıştırılmasıyla elde edilen lamine malzeme, taşıyıcı yapı kirişi (tutkallı kiriş), kolon ve kemer üretiminde kullanılmaktadır. Papel kaplama levhaların sıcak veya soğuk kalıp preste yüksek basınç altında düz veya eğimli olarak yapıştırılmasıyla elde edilen lamine ahşap malzemeler ise; mobilya üretiminde (özellikle yüksek dinamik ve statik kuvvetlere maruz oturma mobilyalarında) kullanılmaktadır (Gapu, 1989). Lamine ahşap

malzeme ile yapılmış bir çatı sistemi Şekil 1.1'de, bir dinlenme koltuğu Şekil 1.2'de görülmektedir.



Şekil 1.1. Lamine ahşap malzeme ile yapılmış çatı sistemi (Informationsdienst Holz, 1988)



Şekil 1.2. Lamine ahşap malzeme ile yapılmış dinlenme koltuğu (TS 11878, 1995)

Yapı endüstrisinde ahşap lamine elemanlar ilk olarak 1893 yılında İsviçre’de toplantı salonu inşaatında kullanılmıştır. Birinci Dünya Savaşı sırasında bu teknik geliştirilerek uçak yapımında ve daha sonra kavisli yapı elemanları elde etmede kullanılmıştır (Hoover, 1987).

ABD’de ilk kavisli lamine yapı eleman Forest Product Laboratory tarafından tasarlanarak 1934 yılında üretilmiştir. Daha sonraları, bazı Avrupa ülkelerinde lise, kilise, spor salonu, yüzme havuzu, fabrika binası, hangar ve çiftliklerde hayvan barınağı yapımında kullanılmıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında sentetik tutkalların geliştirilmesiyle yüksek direnç gerektiren köprü ve liman inşaatlarında uygulama alanı bulmuştur (Şenay, 1996).

Almanya’da ise lamine ahşap taşıyıcı eleman olarak ilk defa 1910 yılında bir inşaat kalfası olan Hetzer tarafından üretilmiş ve kendi adına patent almıştır (Hoover, 1987). Üretimde % 9-13 rutubetlerinde suni yöntemlerle kurutulmuş ağaç malzeme ve kapalı mekanlarda kullanılan elemanlarda üre reçinesi esaslı, açık hava şartlarında kullanılan elemanlarda resorsin veya melamin reçinesi esaslı sentetik tutkallar kullanılmaktadır (Informationsdienst Holz, 1988).

Avrupa’da lamine ağaç malzeme üretiminde çam odunu kullanılmaktadır. Çam odunu, çabuk kurutulabilmesi, kolay işlenebilmesi ve hafifliği nedeniyle tercih edilmektedir. Kayın ve meşe odunları daha ağır olup geç kurumaktadır (Falk et al., 1995). Parça kalınlıkları 30 mm’de sabit tutulduğunda daha çabuk ve homojen kurumaları sağlanmaktadır. Genişlikleri ise en çok 200 mm alınmaktadır. Yükseklik prensip olarak genişliğin on katı (200 cm) alınmaktadır. Eğmeçli taşıyıcıların yapımında katman kalınlığı(a) eğim yarıçapına (r) göre ayarlanmaktadır.

En küçük eğim yarıçapı :

$$r = 200a \quad \text{veya} \quad r \geq a / 4(a+47) , \quad (1.1)$$

katman kalınlığı :

$$a = 13 + 0.4 (r / a - 150) \quad (1.2)$$

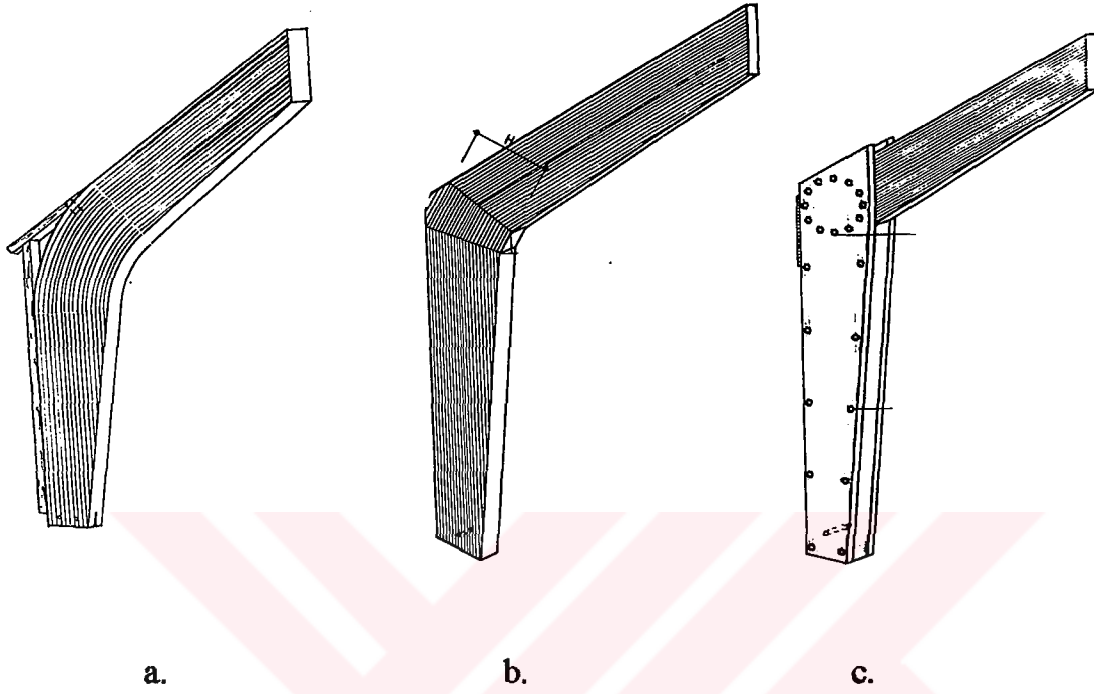
eşitliklerinden hesaplanmaktadır (Milbrandt , 1981).

Lamine ağaç malzeme üretiminde işlem basamakları :

- 1- Ahşabın seçilmesi
 - 2- Lamellerin hazırlanması (boy birleştirmelerin yapılması)
 - 3- Rutubet miktarının ayarlanması
 - 4- Tutkallanacak yüzeylerin ve tutkalın hazırlanması
 - 5- Tutkallama
 - 6- Basınç uygulama
 - 7- Ölçülendirme
- olarak verilmektedir (Şenay,1996).

Lamine ahşap imalatında iyi bir tutkallama için yüzeylerin temiz ve düzgün olması gerekmektedir. Bunun için yüzeyler rendelendikten sonra üzerlerindeki toz ve küçük kalıntılar basınçlı hava ile uzaklaştırılarak tutkallamaya hazır hale getirilir. Tutkallanacak parçalar % 12 rutubette olmalıdır. Ahşap malzeme önce kabaca katmanlara ayrılıp, daha sonra yüzeylere istenilen viskozite ve kalınlıkta tutkal sürülür. Tutkallanan yüzeyler üst üste getirilerek preslenir. Preslenen elemanlar tutkalın sertleşme süresi kadar bekletildikten sonra kullanım yerine uygun olarak ölçülendirilir (Hoover, 1988).

Taşıyıcı lamine yapı elemanlarının köşe birleştirmelerinde üç metot kullanılmaktadır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Taşıyıcı lamine yapı elemanları köşe birleştirmeleri
(Informationsdienst Holz , 1988)

- a. Bükme metodu
- b. Kama dişli birleştirme metodu
- c. Civatalı birleştirme metodu

Lamine ağaç malzemenin, masif ağaç malzemeye göre üstün özellikleri bulunmaktadır. Bunlar:

1. Masif ahşaptan üretilen elemanların boyutları sınırlı iken, laminasyon yöntemiyle istenilen boyutlarda üretim yapılabilir,
 - 2. Değişik stillerde ve sınırsız formda çalışma imkanı vardır,
 - 3. Kullanılan ağaç malzemeler ince ve küçük boyutlu olduğundan, doğal yöntemle ekonomik olarak kurutulabilir,

4. Özellikle kavisli elemanlarda, kritik yükün meydana geldiği kesitlerde boyutlar diğer taraflara göre daha büyük yapılabilmektedir,
5. Üretimde küçük parçalar kullanılabildiğinden ağaç malzeme zayiatı önlenmektedir,
6. Malzemedeki budak, çatlak vb. kusurların arındırılarak kullanılmasına imkan sağlamaktadır,
7. Kullanılan tutkalın su itici özelliği ve katların düzenlenmesinde yıllık halka konumlarının iç gerilmeleri dengeleyecek şekilde tasnif edilmesi, lamine ağaç malzemenin daha az çalışmasına sebep olmaktadır (Şenay,1996),
8. Ağaç malzemenin kusurlu kısımları atılarak sağlam parçalardan oluşturulan lamine ağaç malzemenin teknik özellikleri normal masif ağaç malzemedен daha üstün olabilmektedir. Eğilmede emniyet gerilmesi masif ağaç malzemedede $\sigma_{em}=110 \text{ kg/cm}^2$ iken aynı kesitli lamine ağaç malzemedede $\sigma_{em}=140 \text{ kg/cm}^2$ dir. Böylece taşıyıcı elemanlarda kesitler daha küçük tutulabileceği gibi, taşıma ve montaj kolaylıkları diğer avantajlı özelliklerindendir (Soltis et al., 1994).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çeşitli inşaat elemanları ve mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan lamine malzemenin mekanik özellikleri ve tasarımı birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır.

Soltis et al. (1994), lamine tutkallı kirişlerin eğilme dirençlerinin normal kirişlerden çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Soltis et al. (1995), lamine tutkallı kirişlerin makaslama direncini göknar odununda 8 N/mm^2 , çam odununda $9,7 \text{ N/mm}^2$ bulmuşlardır.

Falk et al. (1995), Avrupa'da imal edilen lamine tutkallı kirişlerin eğilme direncini $37,6 \text{ N/mm}^2$, elastikiyet modülünü ise 14060 N/mm^2 bulmuşlardır.

Higgins (1995), izosiyanat reaktifli holt-met tutkalının lamine malzeme üretiminde kullanılma imkanını araştırmıştır. Bu amaçla hazırlanan deney örneklerini 150°C 'de münavebeli kaynatma-kurutma- kaynatma işlemlerine tabi tutmuştur. % 8,6 oranında aktif izosiyanat reaktifi kullanıldığında, ağaç malzeme direncinde % 80 azalma olacağını belirtmiştir.

Şenay (1996), lamine ahşap elemanların tasarım kriterlerine etki eden faktörleri araştırarak bunlarla ilgili hesaplamalarda kullanılacak formülleri vermiştir.

Wolf et al. (1979), lamine elemanlar ile yapılan kama dişli ve serbest açılı eğimli boy birleştirmede en yüksek çekme direncini eğimli birleştirmenin verdiğini bildirmişlerdir.

Wolf et al. (1981), lamine elemanların eğilme direncini katmanları oluşturan parçalardaki budak sayısı, budak çapı ve iki budak arası mesafenin etkilediğini, iki budak arasının veya bir kenardan uzaklığının en az 9 cm olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Kılıç vd. (1996), laminasyon işleminin kızılâğaç (*Alnus glutinosa*) odunu mekanik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 2 ve 4 mm kalınlıktaki soyma kaplamalar PVAc ve poliüretan tutkalları ile lifler yönünde preslenerek lamine parçalar elde etmişlerdir. Direnç özellikleri 2 mm katman kalınlığındaki örneklerde daha yüksek bulunmuştur. Liflere paralel basınç, liflere paralel makaslama, liflere dik eğilme direnci ve elastiklik modülü PVAc tutkallı örneklerde, liflere dik çekme ve yarıлма direnci, vida tutma kabiliyeti ise poliüretan tutkallı örneklerde daha yüksek çıkmıştır.

Kollman and Schull (1944), çam odunu, tabakalı ve prese edilmiş tabakalı ağaç malzemedede sıcaklık arttıkça eğilme direncinin hızlı bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir.

Örs (1987), kama dişli birleşmeli masif ağaç malzemedede mekanik özellikleri araştırmış ve kama dişli birleşmenin diğer yöntemlere göre daha uygun olduğunu bildirmiştir.

Berkel (1970), ahşap malzemenin yapı malzemesi olarak en çok basınç ve eğilme zoru etkisinde kaldığı yerlerde kullanıldığını, budakların odun yapısında ve özgül ağırlıkta farklılıklara sebep olduğunu, liflerin paralel gidişini saptırdığını, eğilme direncini olumsuz etkilediğini bildirmiştir.

Küch (1943), kayın, dişbudak ve tabakalı ağaç malzemedede eğilme direncinin % 3-5 rutubetlerde en yüksek olduğunu, rutubet arttıkça azaldığını, % 8 - %15 rutubetler arasında azalmanın doğru orantılı olacağını bildirmiştir .

Bu çalışma, lamine ahşap malzemedede ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bunun için, ülkemizde üretimi ve yaygın endüstri uygulamaları göz önüne alınarak denemelerde sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.), tutkal olarak PVAc, Desmodur-VTKA ve Klebit 303 kullanılmıştır. Kontrol örneği ile 3, 5 ve 7 katmanlı olarak hazırlanan lamine malzeme örneklerine eğilme direnci deneyi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre lamine ağaç malzemedede eğilme direncine ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin etkileri belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Ağaç malzeme

Ülkemizde üretimi ve yaygın endüstri uygulamaları göz önüne alınarak denemelerde ağaç malzeme olarak sarıçam (*Pinus silvestris* l.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* l.) ve meşe (*Quercus petraea* l.) odunları kullanılmıştır. Ağaç malzemeler Ankara'daki kereste işletmelerinden temin edilmiştir.

Sarıçam diri odunu oldukça hafif ve yumuşak olup, işlenmesi kolaydır. Çivi, vida tutma kabiliyeti orta derecededir. Sarıçam odunu, eğilme ve basınç direncinin yüksek olması, kolay işlenmesi ve düzgün yüzey vermesi sebebiyle masif mobilya üretiminde tercih edilmektedir (özellikle masa, sandalye) (Hammond et al., 1969).

Doğu kayını diri odunu kırmızımsı beyaz renkte olup 80-100 yaşını aşmış her yaşlı ağaç gövdesi içerisinde kırmızımsı kahverenkli yalancı özodun oluşumu mevcuttur. Diri odunun işlenmesi kolay olup iyi cila kabuleder (Berkel, 1970).

Meşe özodunu sarımsı kahverengidir. İlkbahar odunu içerisinde geniş çaplı traheleri çıplak gözle görünebilir. Çivi ve vida tutma kabiliyeti iyi, boya ve cila tutması orta derecelidir (Hammond et al., 1969).

3.1.2. Tutkal

Deney örneklerinin yapıştırılmasında kullanılan Polivinilasetat (PVAc) ve Desmodur-VTKA Polisan'dan, Klebit 303 tutkalı ise üretici firmadan temin edilmiştir.

PVAc tutkalı soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenişi 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 tutkallanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır (Örs, 1987).

PVAc tutkalı TS 3891'de belirtilen esaslara göre yoğunluğu 1,1 gr/cm³, viskozitesi 160-200 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 (Örs vd., 1997).

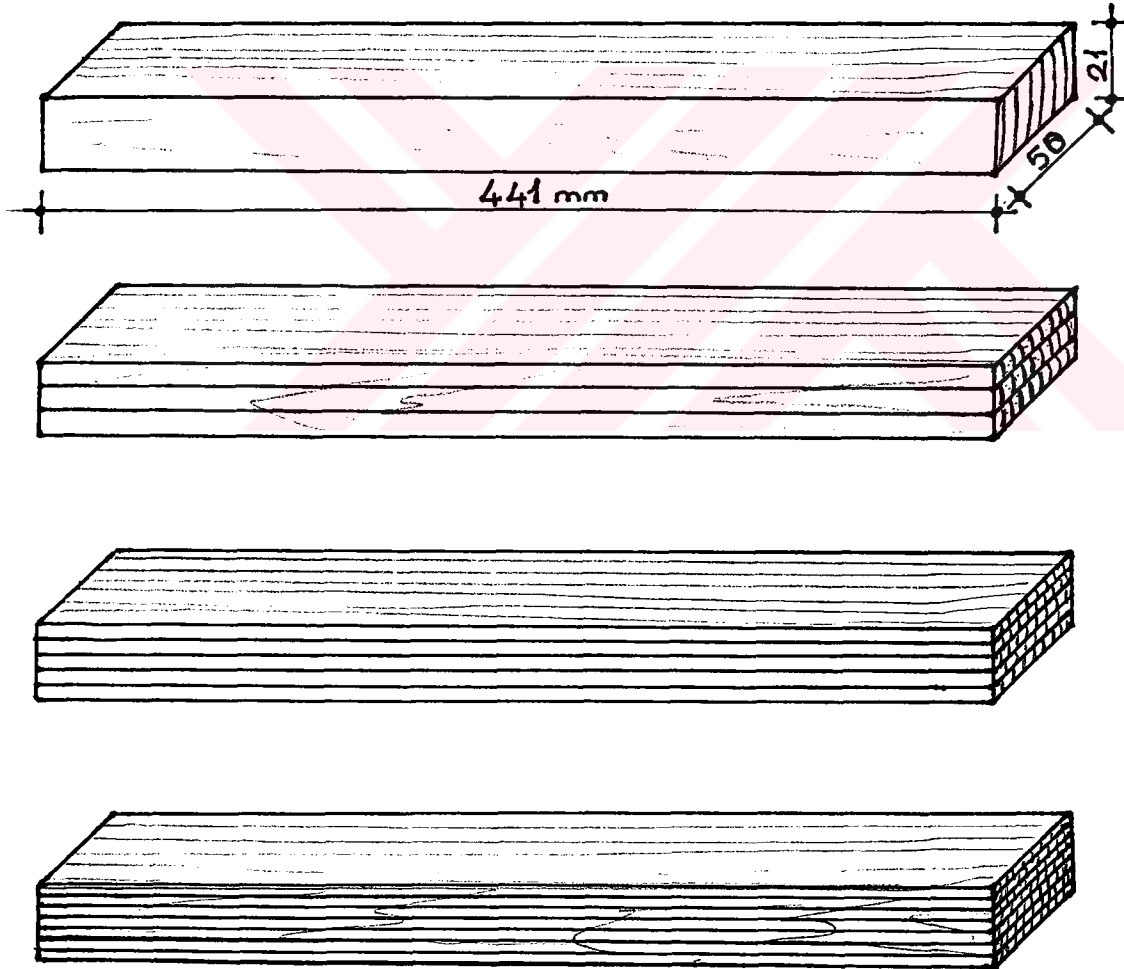
Poliüretan esaslı klebit 303 tutkalı, soğuk ve sıcak olarak kullanılabilmekte olup, kullanım talimatına göre, yoğunluğu 1,22 ± 0,01 gr/cm³, pH değeri yaklaşık 7, viskozitesi 20°C de 13000 ± 2.000 mPas olup 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarında 20 dakikada setleşmektedir. İyi bir birleşme için yapıştırılacak yüzeylere ortalama 120-200 gr/m² tutkal sürülmesi ve bekleme süresi 6-10 dakika önerilmektedir (Örs vd., 1997).

Desmodur-VTKA suya ve neme karşı dayanıklı, çözücü içermeyen tek kompenantlı poliüretan esaslı bir yapıştırıcı olup, tahta, metal, poliester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzeylerde kullanılabilir. Deniz ve göl vasıtalarında, binaların dış cephe, metal ve tahta kısımlarının montaj ve onarımlarında tercih edilmektedir. Evlerin banyo ve mutfaklarında, buharlı ortamlarda çalışılan atölye ve fabrikalarda güvenle kullanılmaktadır.

Yoğunluğu 20°C’de $1,11 \pm 0,02 \text{ gr/cm}^3$, viskozitesi 25°C’de 3300-4000 cps olup 20°C sıcaklık ve % 65 bağıl nemle 30 dakikada sertleşmektedir. Ambalaj viskozitesinde yüzeylerden emiciliği yüksek olana sürülmesi ve kurumuş satırların hafifçe nemlendirilmesi önerilmektedir (Polisan, 1996).

3.1.3. Deney örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada herbir ağaç türü(3), tutkal çeşidi(3) ve katman kalınlığı(3) için 10’ar adet olmak üzere $3 \times 3 \times 3 \times 10 = 270$ ve her ağaç türünden 10’ar adet kontrol örneği olmak üzere toplam 300 adet örnek hazırlanmıştır (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Deney örnekleri

Radial yönde 55x55x460 mm kesilen parçalar, havalandırılan ve direk güneş ışığı almayan kapalı mekanda aralarına istif lataları konularak dizilmişler ve yaklaşık 6 ay süreyle bekletilmişlerdir. Bu durumda hava kurusu hale ulaşmış olan taslak parçalardan DIN 52186 (1978), TS 53 (1981) ve TS 2474 (1976) esaslarına uyularak deney örnekleri hazırlanmıştır. Bu maksatla taslak parçalar lifler yönünde iki eşit parçaya bölündükten sonra $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında $\% 12$ rutubete ulaşınca kadar bir ay süre ile bekletilmiştir. Daha sonra planya makinasında yüz ve cumba açılmıştır. Örnek kalınlığı 21 mm olacak şekilde yeterli sayı ve kalınlıktaki parçalar daire testere makinasında kesilmiştir. Yüzey ve yanları zımpara ile temizlenmiş budaksız ve kusursuz olmasına özen gösterilmiştir.

Katmanların tutkallanmasında ve yapıştırılmasında üretici firmaların önerilerine uyulmuştur (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Deney örneklerinin yapıştırılma şartları

Yapıştırıcı Türü	Viskozite	Sürülen Tutkal Miktarı (gr/m^2)	Pres Basıncı (kg/cm^2)	Pres Süresi (dak.)
PVAc	160-200 cps	180	12	40
Desmodur-VTKA	3300-4000 cps	160	12	40
Klebit 303	13.000 ± 2000 mPas	160	12	40

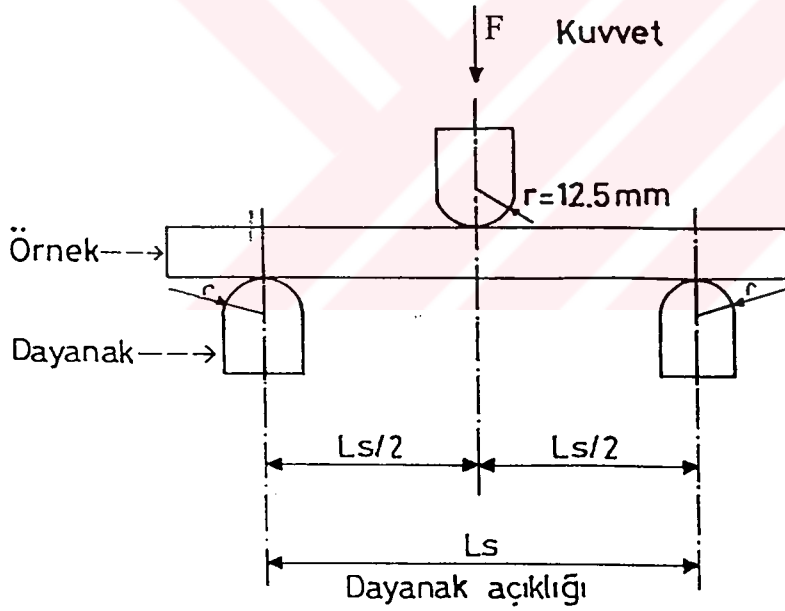
Kalınlıkça yıllık halkalara teğet yönde 21 mm, genişlikçe radial yönde 55 mm ve boyca lif yönünde 460 mm olacak şekilde yapıştırılan örnekler $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme ortamında 1 ay bekletilerek başlangıçtaki rutubet farklılıkları giderilmiştir. Her ağaç türü için hazırlanan 10'ar adet katmansız kontrol örnekleri, katmanlıların yapıştırılma süresince iklimlendirme odasında bekletilmiştir. Klimatize edilen taslaklar, daire testerede genişlikleri 50 mm ve boyları 441 mm olarak kesilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Eğilme direnci deneyi

Örnek genişlikleri (b), kalınlıkları (h) mikrometrik bir kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Eğilme dirençleri Üiversal deney makinesinde, DIN 52186 esaslarına uyularak belirlenmiştir.

Deneylerde dayanak açıklığı (L_s) kalınlığın 20 katı, $20 \times 21 = 420$ mm olarak ayarlanmıştır. Kuvvet dayanak noktaları arasında tam orta noktadan uygulanmıştır (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2.Eğilme direnci deney düzeneği

DIN 52186'ya göre yük dakikada 400-500 kg/cm² olarak artırılmış ve kırılma anındaki kuvvet (F) cihazın kadranından okunarak kaydedilmiştir. Buna göre eğilme direnci (σ_E):

$$\sigma_E = \frac{3FL_s}{2b \times h^2} \quad (N/mm^2), \quad (3.1.)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

3.2.2. Verileri değerlendirme

Lamine ağaç malzemedeki ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkilerini belirlemek için 3 ağaç türü, 3 tutkal çeşidi ve 3 katman sayısından oluşan 3×3×3 faktöryel tertibine göre çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Duncan testi ile farklılıkların hangi gruplar arasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Ağaç türü,tutkal çeşidi ve katman sayısının eğilme direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	S.D.	Kareler Ortalaması	F Değeri	p<%5
1. Faktörler	26492,84	6	4415,47	78,66	,0000
Tutkal	5888,51	2	2944,25	52,45	,0000
Malzeme	19656,71	2	9828,35	175,08	,0000
İşlem (Katman S.)	947,62	2	473,81	8,44	,0003
2. Faktörler Etkileşimleri	18620,23	12	1551,68	27,64	,0000
Tutkal-Malzeme	6127,60	4	1531,90	27,29	,0000
Tutkal-İşlem	5075,44	4	1268,86	22,60	,0000
Malzeme-İşlem	7417,19	4	1854,30	33,03	,0000
Hata	14090,28	251	56,14	-	-
Toplam	59203,35	269	-	-	-

SD: Serbestlik derasesi

Varyans analizi sonuçlarına göre; gruplar arasındaki farklılık %5 hata payı ile istatistik anlamda önemli çıkmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonucuna göre, ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

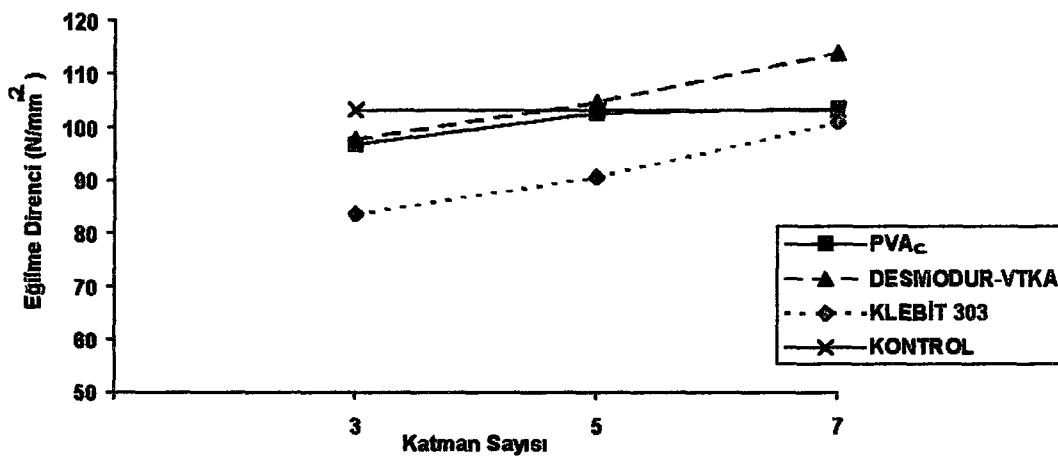
Lamine ağaç malzemelerde tutkal çeşidi ve katman sayısı etkileşimleri çam odunu için Çizelge 4.3'de, kayın için Çizelge 4.4'de, meşe için Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çam odununda tutkal çeşidi - katman sayısı etkileşimi

Ağaç Türü	Kontrol	Katman Sayısı	Tutkal Çeşidi								
			PVAc			Desmodur-VTKA			Klebit 303		
			Ort.	St.	Hg.	Ort.	St.	Hg.	Ort.	St.	Hg.
ÇAM	103,24	3	96,70	6,81	C	97,79	9,60	C	83,64	14,00	E
		5	102,52	9,00	B	104,70	5,04	B	90,60	5,13	D
		7	103,61	3,82	B	114,00	4,14	A*	100,99	5,25	C

* en yüksek eğilme direnci değeri Hg: Homojenlik grubu St: standart sapma

Çam odununda eğilme direnci; Desmodur-VTKA tutkalı ile 7 katlı laminede ($114,00 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, klebit 303 tutkalı ile 3 katlı laminede ($83,64 \text{ N/mm}^2$) en düşük elde edilmiştir. PVAc tutkalında ise 5 ve 7 katlı örnekler yaklaşık aynı eğilme direncini göstermiştir. Ancak, üç tutkal çeşidinde de katman sayısı arttıkça eğilme direnci artmıştır. Buna ilişkin grafik Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

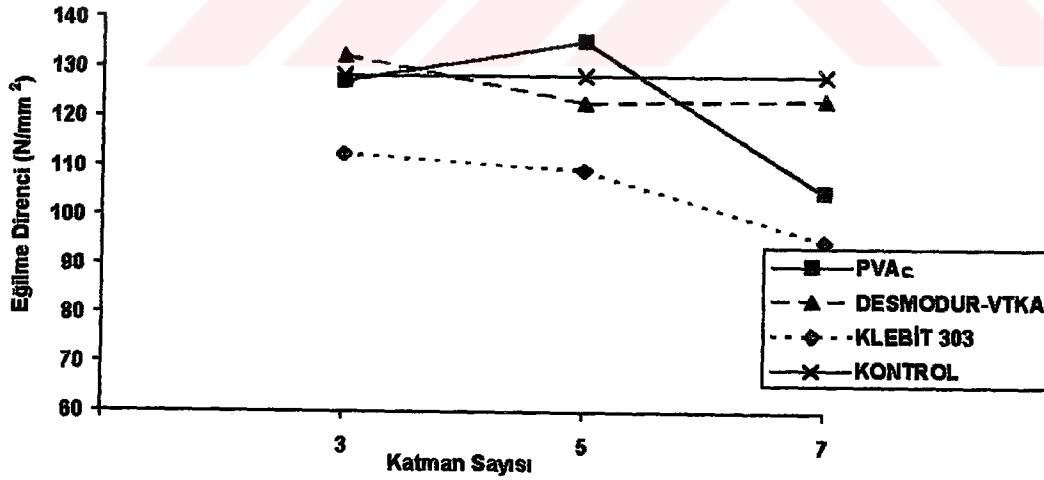


Şekil 4.1. Çam odununda tutkal çeşidi ve katman sayına göre eğilme direnci

Çizelge 4.4. Kayın odununda tutkal çeşidi - katman sayısı etkileşimi

Ağaç Türü	Kontrol	Katman Sayısı	Tutkal Çeşidi								
			PVA _c			Desmodur-VTKA			Klebit 303		
			Ort.	St.	Hg.	Ort.	St.	Hs	Ort.	St.	Hg.
KAYIN	128,26	3	127,07	4,56	B	132,29	4,57	A	112,32	9,67	C
		5	135,72	4,40	A*	122,77	4,42	B	109,05	4,18	D
		7	104,64	8,25	C	123,41	3,48	B	94,85	5,89	E

Kayın odununda eğilme direnci; PVAc tutkalı ile 5 katlı laminede ($135,72 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, klebit 303 tutkalı ile 7 katlı laminede ($94,85 \text{ N/mm}^2$) en düşük elde edilmiştir. Klebit 303 tutkalında ise katman sayısı arttıkça eğilme direnci azalmıştır. En yüksek eğilme direnci değerleri PVAc tutkalında 5 katlı, Desmodur-VTKA ve klebit 303 tutkalında ise 3 katlı lamine malzemelerde bulunmuştur. Buna ilişkin grafik Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

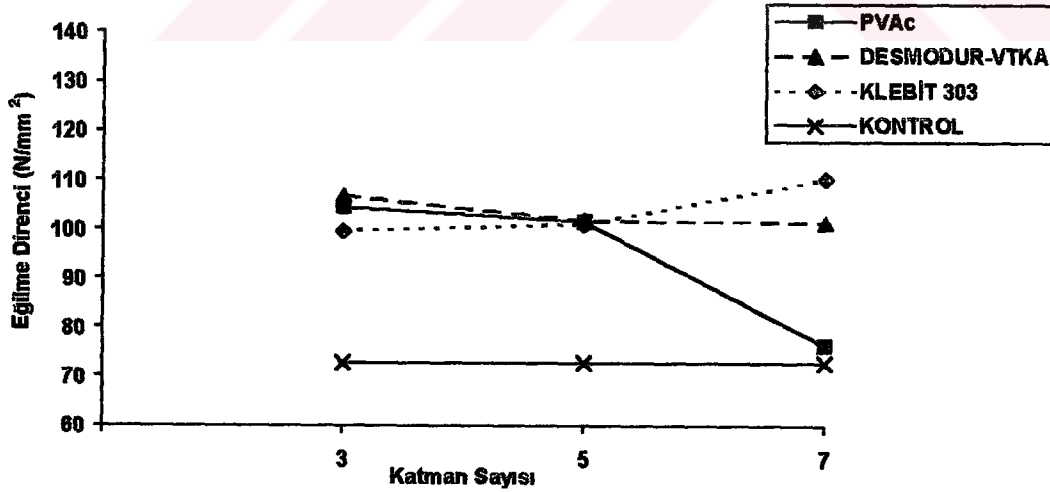


Şekil 4.2. Kayın odununda tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci

Çizelge 4.5. Meşe odununda tutkal çeşidi - katman sayısı etkileşimi

Ağaç Türü	Kontrol	Katman Sayısı	Tutkal Çeşidi								
			PVA _c			Desmodur-VTKA			Klebit 303		
			Ort.	St.	Hg.	Ort.	St.	Hg.	Ort.	St.	Hg.
MEŞE	72,81	3	104,34	7,64	B	106,71	9,55	B	99,56	8,21	D
		5	101,54	8,43	C	101,65	3,97	C	100,98	3,92	C
		7	76,29	5,54	E	101,36	6,04	C	110,14	6,28	A*

Meşe odununda eğilme direnci; klebit 303 tutkalı ile 7 katlı laminede (110,14 N/mm²) en yüksek, PVAc tutkalı ile 7 katlı laminede (76,29 N/mm²) en düşük elde edilmiştir. Katman sayısı arttıkça eğilme direnci; klebit 303 tutkalında artmış. Desmodur -VTKA ve PVAc tutkallarında ise azalmıştır. 5 katlı malzemelerin eğilme direnci her üç tutkal çeşidinde de aynı bulunmuştur. Buna ilişkin grafik şekil 4.3.'te gösterilmiştir.



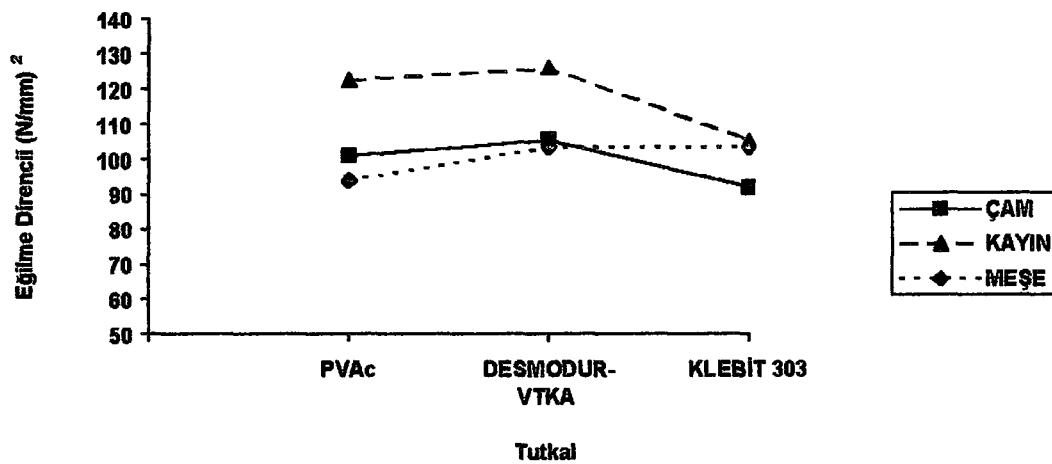
Şekil 4.3. Meşe odununda tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci

Ağaç türü - tutkal çeşidi etkileşimi Çizelge 4.6'da, ağaç türü -katman sayısı etkileşimi Çizelge 4.7'de, tutkal çeşidi -katman sayısı etkileşimi Çizelge 4.8'de ve ikili karşılaştırma toplu sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Ağaç türü - tutkal çeşidi etkileşimi

Ağaç Türü \ Tutkal Çeşidi	K Ort.	PVA _c		Desmodur-VTKA		Klebit 303	
		Ort.	Hg.	Ort.	Hg.	Ort.	Hg.
Çam	103,24	100,96	E	105,50	C	91,95	G
Kayın	128,26	122,48	B	126,16	A*	105,41	C
Meşe	72,81	94,06	F	103,57	D	103,56	D

Ağaç türü ve tutkal çeşidine göre eğilme direnci; kayın odununda Desmodur-VTKA tutkal ile ($126,16 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, çam odununda klebit 303 tutkal ile ($91,95 \text{ N/mm}^2$) en düşük bulunmuştur. Buna ilişkin grafik Şekil 4.4'de gösterilmiştir.

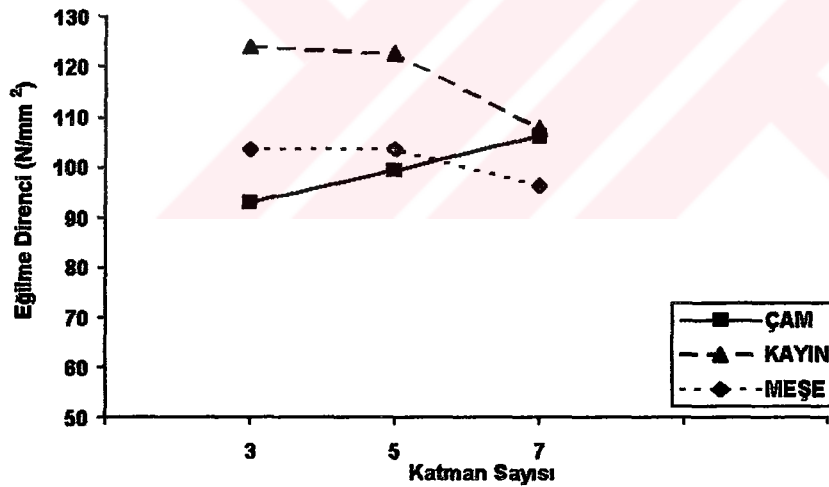


Şekil 4.4. Ağaç türü ve tutkal çeşidine göre eğilme direnci

Çizelge 4.7. Ağaç türü - katman sayısı etkileşimi

Ağaç Türü \ Katman Sayısı	K Ort.	3 Kat		5 Kat		7 Kat	
		Ort.	Hg.	Ort.	Hg.	Ort.	Hg.
Çam	103,24	92,91	F	99,29	D	106,20	B
Kayın	128,26	123,89	A*	122,51	A	107,64	B
Meşe	72,81	103,53	C	101,39	D	96,26	E

Ağaç türü ve katman sayısına göre eğilme direnci; 3 katlı kayın odununda ($123,89 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, 3 katlı çam odununda ($92,91 \text{ N/mm}^2$) en düşük bulunmuştur. Buna ilişkin grafik Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

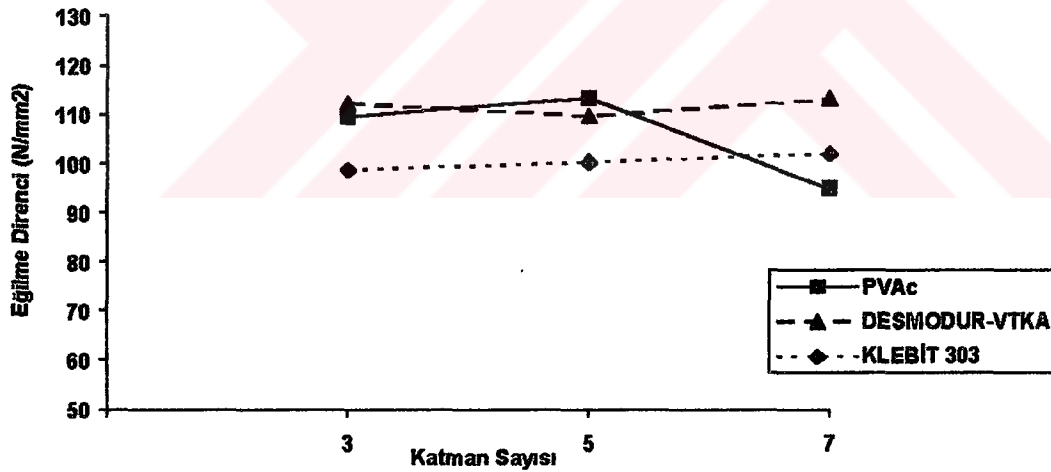


Şekil 4.5. Ağaç türü ve katman sayısına göre eğilme direnci

Çizelge 4.8. Tutkal çeşidi - katman sayısı etkileşimi

Tutkal Çeşidi \ Katman Sayısı	3 Kat		5 Kat		7 Kat	
	Ort.	Hg.	Ort.	Hg.	Ort.	Hg.
PVAc	109,37	B	113,28	A*	94,85	E
Desmodur -VTKA	112,26	A	109,70	B	113,26	A
Klebit 303	98,70	D	100,21	C	101,99	C

Tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci; PVAc tutkalı ile 5 katlı lamine malzemede ($113,28 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, 7 katlı olanlarda ($94,85 \text{ N/mm}^2$) en düşük bulunmuştur. Buna ilişkin grafik Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Tutkal çeşidi ve katman sayısına göre eğilme direnci

Çizelge 4.9. İkili karşılaştırma toplu sonuçları

Faktör	Ağaç Türü			Tutkal Çeşidi			Katman Sayısı		
Deney	Çam	Kayın	Meşe	PVAc	D.VTKA	Klebit 303	3 Kat	5 Kat	7 Kat
Eğilme	99,47 B	118,02 A	100,40 B	105,83 B	111,74 A	100,01 C	106,78 B	107,74 A	103,34 C

Eğilme direnci değerleri en yüksek; ağaç türü bakımından kayın odununda ($118,02 \text{ N/mm}^2$), tutkal çeşidi bakımından Desmodur-VTKA'da ($111,74 \text{ N/mm}^2$), katman sayısı bakımından 5 katlıda ($107,74 \text{ N/mm}^2$), en düşük; ağaç türü için çam odununda ($99,47 \text{ N/mm}^2$), tutkal çeşidi için klebit 303 tutkalında ($100,31 \text{ N/mm}^2$), katman sayısı için 7 katlı olanda ($103,34 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Lamine ahşap malzemede ağaç türü, katman sayısı ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda eğilme direnci; en yüksek PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 5 katmanlı kayında ($135,72 \text{ N/mm}^2$) en düşük 7 katmanlı meşede ($76,29 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir.

Lamine ahşap malzemede eğilme direnci çam odununda; Desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlıda ($114,00 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 3 katmanlıda ($83,64 \text{ N/mm}^2$) en düşük çıkmıştır. Ortalama eğilme direnci kontrol örneklerinde $103,24 \text{ N/mm}^2$ olup, PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 3 ve 5 katmanlı, Desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış 3 katmanlı ve klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 3, 5 ve 7 katmanlı örneklerde kontrol örneğinden daha düşük bulunmuştur. Çam odunu ile yapılacak lamine ahşap malzeme üretiminde Desmodur-VTKA tutkalı ve 7 katman uygulanması önerilebilir.

Eğilme direnci kayın için; PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 5 katmanlıda ($135,72 \text{ N/mm}^2$) en yüksek, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlıda ($94,85 \text{ N/mm}^2$) en düşük bulunmuştur. Kontrol örnekleri ortalama değeri ise $128,26 \text{ N/mm}^2$ olup, PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 3 ve 7 katmanlı, Desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış 5 ve 7 katmanlı ve klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 3, 5 ve 7 katmanlı örneklerde kontrol örneğinden daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeni, tutkalların kayın odununda esnekliği azaltması olabilir. Kayın odunundan lamine malzeme üretiminde PVAc tutkalı ve 5 katman uygulanması önerilebilir.

Meşe odununda ise en yüksek eğilme direnci; klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlıda ($110,14 \text{ N/mm}^2$), en düşük PVAc tutkalı ile

yapıştırılmış 7 katmanlıda ($76,29 \text{ N/mm}^2$) elde edilmiştir. Kontrol örneklerinin ortalama eğilme direnci $72,81 \text{ N/mm}^2$ olup, lamine örneklerin tamamında kontrol örneğinden daha yüksek çıkmıştır. Meşe odunundan lamine malzeme üretiminde klebit 303 tutkalı ve 7 katman uygulanması önerilebilir.

Deney sonuçları ile literatürdeki benzer çalışmalardan elde edilen değerler birbirine yakın olup, bu çalışma sonuçları literatür değerlerinden genellikle yüksek bulunmuştur.

Kılıç vd.(1996), en yüksek eğilme direncini PVAc tutkallı örneklerde bulmuşlardır. Bu çalışmada da en yüksek eğilme direnci PVAc tutkallı örneklerde bulunmuştur.

Falk et al.(1995), ASTM D 3737 esaslarına göre en yüksek eğilme direncini $37,6 \text{ N/mm}^2$ bulmuşlardır. Bu çalışmada, DIN 52186 esaslarına göre en yüksek eğilme direnci $135,72 \text{ N/mm}^2$ bulunmuştur. Benzer çalışma ile bu çalışma arasında meydana gelen farklılık kullanılan tutkal çeşidi (belirtilmemiş), ağaç malzeme türü (Norveç ladini) ve deneyde budaklı malzemelerin kullanılmasından kaynaklanmış olabilir.

KAYNAKLAR

- Berkel, A., 1970, **Ağaç Malzeme Teknolojisi**, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:147, İstanbul.
- DIN. 52186, 1978, Essai du bois, essai de flexion statique, **Deutsches Institute fur Normuny**,Germany.
- Falk, R.H., Hernandez, R., 1995, Performance of glued-laminated timber beams of european manufacture, **Forest Products journal**, S.27-34,.US.
- Gopu, V.,K., 1989, Influence of moe variability on stresses in tapered-curved Laminated timber beams of constant depth, **Forest Products journal**, S.39-42, US.
- Hoover, W.L., 1987, Materalial desing factors for hardwood laminated veneer Lumber, **Forest Products journal**, S. 15-17, US.
- Hoover, W.,L., 1988, Desing and specification of hardwood laminated veneer lumber for furniture applications, **Forest Products Journal**, S. 31-34, US.
- Higgins, E., D., 1995, İsocyanate reactive hot-melt adhesive for veneer laminates, **Forest Products journal**, s 72-76, US.
- Hammod, J., J., Donnelly, E.,T., Harrod, W.,F., Rayner, N.,A., Özden, F. 1969, **Ağaç İşleri Teknolojisi**, Mesleki ve Teknik öğretim yayınları, s 64-74-76, Ankara.

Informationsdienst Holz, 1988, **Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Düsseldorf Bund Deutscher Zimmermeister**, S.9, Bonn.

Kılıç, Y., Gürey, A., 1996, Laminasyon tekniğinin kızılğaç (*Alnus glutinosa*) odununun mekanik özellikleri üzerindeki etkisi, **I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildirisi**, Ankara.

Milbrandt, E., 1981, Konstruktionsbeispiele -Berechnungsverfahren Informationsdienst Holz, **Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Düsseldorf Bund Deutscher Zimmermeister**, S.2, Bonn

Örs, Y., 1987, Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler, **Yardımcı Ders Kitabı**, K.T.Ü. Orman Fakültesi, s 29-34, Trabzon.

Örs. Y., Atar, M., Özçiftçi, A., 1997, Bonding Streinght of PVAc and Based on Polyurethane adhesives in some wood materials Treated with impreynation, **Journal of Agriculture and Forestry (Printed)**, Ankara, Turkey.

Producer Firm, 1997, Klebcheme, M.G. Becker GmbH+CoK6 D-76356 Weingarten, Germany.

Polisan, 1996, Üretici Firma, Bolu.

Solfis, L., A., Rammer, D.,R., 1994, Shear strenght of unchecked glued-laminated beams, **Forest Products Journal**, Vol 44, s 51-57 US.

Soltis, L., A., Rammer, D.;R.;1994,Experimental shear strenght of glued-laminatedbeams, **Forest Product Lab**, Res.Pap.FPL-527 US.

Şenay, A., 1996, Lamine edilmiş ağaç malzemenin teknolojik özellikleri, I.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, İstanbul.

Şenay, A., 1996, Yapısal ahşap lamine elemanlar ve genel tasarım özellikleri, **I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildirisi**, Ankara.

TS. 53, 1981, Odunun fiziksel özelliklerini tayin için numune alma, muayene ve deney metodları, **T.S.E.**, Ankara.

TS. 2470, 1976, Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için numune alma metodları ve genel özellikler, **T.S.E.**, Ankara.

TS. 2474, 1976, Odunun statik eğilme dayanımının tayini, **T.S.E.**, Ankara.

TS. 3891, 1983, Yapıştırıcılar-Polivinilasetat emilsiyon, **T.S.E.**, Ankara.

TS. 11878, 1995, Ahşap mobilya-koltuk lamine ahşaptan imal edilmiş, **T.S.E.**, Ankara.

Wolf, R.W.; Moody, R.C., 1981, A summary of modulus of elasticity and knot size surverys for laminating grades of lumber, **Forest Products Laboratory**, U.S.

Wolf, R. W.; Moody, R.C., 1979, Bending Strenght of vertically glued laminated beams with one to five plipes .Res.Pap.FPL 333.Madison Deparment of Agriculture ,Forest Service .**Forest Products**



EK 1. Eğilme direnci deneyi sonuçları (kP/cm²)

Sıra No	Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi	Katman Sayısı			
			Kontrol	3	5	7
1	1	1	404	376	330	388
2	1	1	408	370	374	398
3	1	1	428	380	420	396
4	1	1	404	350	326	364
5	1	1	390	372	386	398
6	1	1	365	376	388	374
7	1	1	376	366	426	364
8	1	1	360	314	360	366
9	1	1	360	324	384	388
10	1	1	378	326	374	372
11	1	2	404	302	364	410
12	1	2	408	320	406	428
13	1	2	428	400	370	434
14	1	2	404	350	370	396
15	1	2	390	350	406	444
16	1	2	365	386	386	398
17	1	2	376	370	390	414
18	1	2	360	378	402	426
19	1	2	360	330	398	424
20	1	2	378	408	356	416
21	1	3	404	366	352	354
22	1	3	408	250	326	382
23	1	3	428	342	312	362
24	1	3	404	340	318	348
25	1	3	390	362	370	354
26	1	3	365	260	348	412
27	1	3	376	252	312	378
28	1	3	360	268	332	392
29	1	3	360	268	324	374
30	1	3	378	366	336	356
31	2	1	448	460	486	384
32	2	1	490	486	502	442
33	2	1	410	460	486	368
34	2	1	522	452	484	378
35	2	1	410	452	540	392

Sıra No	Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi	Katman Sayısı			
			Kontrol	3	5	7
36	2	1	590	480	492	340
37	2	1	534	448	494	412
38	2	1	556	464	504	348
39	2	1	562	500	502	406
40	2	1	486	468	498	376
41	2	2	448	468	452	478
42	2	2	490	490	462	460
43	2	2	410	512	448	462
44	2	2	522	480	434	450
45	2	2	410	480	456	448
46	2	2	590	486	480	448
47	2	2	534	462	464	458
48	2	2	556	508	452	462
49	2	2	562	498	442	436
50	2	2	486	462	422	436
51	2	3	448	446	410	344
52	2	3	490	424	408	356
53	2	3	410	382	390	340
54	2	3	522	390	426	348
55	2	3	410	424	386	314
56	2	3	590	380	380	386
57	2	3	534	376	412	378
58	2	3	556	466	416	354
59	2	3	562	380	390	340
60	2	3	486	460	390	326
61	3	1	240	406	360	286
62	3	1	250	338	428	280
63	3	1	288	388	338	268
64	3	1	270	380	364	298
65	3	1	250	392	352	312
66	3	1	278	382	414	262
67	3	1	272	360	364	260
68	3	1	228	418	356	258
69	3	1	290	348	348	270
70	3	1	310	422	418	310
71	3	2	240	376	388	400
72	3	2	250	412	360	362
73	3	2	288	344	364	338

Sıra No	Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi	Katman Sayısı			
			Kontrol	3	5	7
74	3	2	270	360	390	356
75	3	2	250	440	348	354
76	3	2	278	360	380	404
77	3	2	272	368	380	368
78	3	2	228	400	368	384
79	3	2	290	438	366	390
80	3	2	310	424	392	366
81	3	3	240	332	368	440
82	3	3	250	380	352	412
83	3	3	288	418	398	406
84	3	3	270	350	366	436
85	3	3	250	384	366	368
86	3	3	278	370	354	380
87	3	3	272	392	388	390
88	3	3	228	330	372	410
89	3	3	290	328	356	398
90	3	3	310	374	384	408

Ağaç türü : 1. Çam, 2. Kayın, 3. Meşe

Tutkal Çeşidi : 1. PVAc, 2.Desmodur-VTKA, 3. Klebit 303

1 N/mm²=10 KP/cm²

ÖZGEÇMİŞ

02.05.1975'te Erzurum ili İspir ilçesinin Irmak köyünde doğdu. 1986 yılında Irmak Köyü ilkokulundan, 1989 yılında İspir Endüstri Meslek Lisesi ortaokulundan, 1992 yılında da İspir Endüstri Meslek Lisesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünden mezun oldu. 1992 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünde Üniversite eğitime başlayarak 1996 yılında mezun oldu. 1996 yılı yaz döneminde aynı bölümde Yüksek Lisans eğitime başladı. 1996-1997 yılları arasında Nevşehir Merkez Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesinde Mobilya ve Dekorasyon Bölümü öğretmenisi olarak görev yaptı. 1997 Eylül ayında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalına araştırma görevlisi olarak atandı. Halen bu görevini sürdürmektedir.

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMAN T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU