

**MOBİLYA DİŞLİ KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİNDE DİŞ AÇISININ
DİYAGONAL ÇEKME VE BASINÇ PERFORMANSINA ETKİLERİ**

Avni ÜSTÜNDAĞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ŞUBAT 2008

ANKARA

Avni ÜSTÜNDAĞ tarafından hazırlanan MOBİLYA DIŞLI KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİNDE DIŞ AÇISININ DİYAGONAL ÇEKME VE BASINÇ PERFORMANSINA ETKİLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Musa ATAR

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

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

Prof. Dr. Mustafa Altınok

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

Doç. Dr. Musa ATAR

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi

Tarih: 12 / 02 / 2008

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nermin ERTAN

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Avni ÜSTÜNDAĞ

MOBİLYA DİŞLİ KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİNDE DİŞ AÇISININ DİYAGONAL BASINÇ VE ÇEKME PERFORMANSINA ETKİLERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Avni ÜSTÜNDAĞ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Şubat 2008

ÖZET

Bu çalışma, kutu tipi masif mobilya köşelerinin birleştirilmesinde uygulanan tekniklerden kırılma kuyruğu dişli geçmelerin çeşitli diş açılarında hazırlanmasının diyagonal basınç ve diyagonal çekme performansına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus petraea* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), ve orta yoğunluklu lif levha (MDF)' dan hazırlanan örneklerle, 75°, 78°, 81°, 84° ve 87° de diş açıldıktan sonra polivinilasetat (PVAc) ve poliüretan (D-VTKA=Desmodur-Vinil triketonol acetate) tutkalları ile elde edilen köşelere ASTM-D 1037 esaslarına uyularak diyagonal basınç ve diyagonal çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak, basınç performansı değeri, en yüksek Doğu kayınında, 84° ve D-VTKA' da, en düşük MDF, 78° ve PVAc' de elde edilmiştir. Malzeme, tutkal çeşidi ve açı etkileşimi bakımından en yüksek Doğu kayını+81°+D-VTKA, en düşük MDF+87°+PVAc' de bulunmuştur. Çekme performansı değeri en yüksek meşe, 84° ve PVAc' de, en düşük MDF, 75° ve D-VTKA' de elde edilmiştir. Malzeme, tutkal çeşidi ve açı etkileşimi bakımından en yüksek meşe+81°+D-VTKA, en düşük MDF+75°+PVAc bulunmuştur.

Buna göre; masif mobilya köşelerin birleştirilmesinde basınç ve çekme performansı bakımından dış açısı 81° olan kırlangıç kuyruğu birleştirme avantaj sağlayabilir.

Bilim Kodu : 711.3.023

Anahtar kelimeler : Kırlangıç kuyruğu, köşe birleştirme, diyagonal basınç ve çekme performansı, Doğu kayını, meşe, sarıçam, MDF, dış açısı, PVAc, D-VTKA

Sayfa Adedi : 61

Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Musa ATAR

**THE EFFECTS OF DOVETAIL ANGLE ON THE DIAGONAL
COMPRESSION AND TENSION PERFORMANCE OF DOVETAIL
CORNER JOINTS WITH DOVETAILS IN FURNITURE
(M.Sc. Thesis)**

Avni ÜSTÜNDAĞ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
February 2008**

ABSTRACT

This study was carried out in order to find out effects of selecting different dovetail angles on the diagonal compression and diagonal tension performance of dove-tail joints; that is one of the massive furniture dovetail joint corner techniques. For this purpose; in accordance with the principles of ASTM-D 1037, diagonal compression and diagonal tension experiments applied to the corners those were glued with (PVAc), and (D-VTKA) after being curved with an angle of 75°, 78°, 81°, 84° and 87° to the samples of Oriental beech, oak, scotch pine and medium density fiberboard. As a result, compression performance was found to be the highest on Oriental beech, 84° and D-VTKA; and it was the lowest in MDF, 78° a PVAc combination. From the point of material, glue and corner joint interaction Oriental beech+81°+D-VTKA were scored as the highest while MDF+87°+PVAc was the lowest. The highest tension performance was showed by oak, 84° and PVAc and the lowest was belonging to MDF, 75° and D-VTKA. From the point of material, glue and corner joint interaction, oak+81°+D-VTKA got the highest scares and the lowest was MDF+75°+PVAc.

According to this study; preferring an 81° dove-tail corner joint could be advantages from the aspect of diagonal compression and diagonal tension performance in massive furniture corner joints.

Science Code : 711.3.023

Key Words : Dovetail, corner joint, diagonal joint and tension performances, oriental beech, oak, scotch pine, MDF, pin angle, PVAc, D-VTKA

Page Number : 61

Adviser : Assoc. Prof. Dr. Musa ATAR

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Musa ATAR' a, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım sayın hocam Prof. Dr. Mustafa ALTINOK' a ve Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ' ye, çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan Araştırma Görevlisi A. Cihangir YALINKILIÇ' a, Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü diğer öğretim elemanlarına, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme, eşime ve çalışma arkadaşlarıma, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	8
3. GENEL BİLGİLER	13
3.1. Materyal	13
3.1.1. Malzeme çeşidi	13
3.1.2. Tutkallar.....	17
4. MATERYAL VE METOT	19
4.1. Deney Materyali.....	19
4.1.1. Ağaç malzeme	19
4.1.2. Tutkallar.....	19
4.1.3. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme bıçağı.....	19
4.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	24
4.2.1. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örnekleri.....	25
4.3. Deney Metodu.....	33
4.4. Deneylerin Yapılışı	34
4.4.1. Test cihazı.....	34
4.4.2. Verilerin değerlendirilmesi.....	35
5. BULGULAR.....	36
5.1. Çekme Performansı.....	36
5.2. Basınç Performansı	45

	Sayfa
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	54
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	61

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Doğu kayınının bazı teknolojik özellikleri	13
Çizelge 3.2. Meşenin bazı teknolojik özellikleri	14
Çizelge 3.3. Sarıçamın bazı teknolojik özellikleri	15
Çizelge 3.4. Lif levha yoğunlukları	16
Çizelge 3.5. Orta yoğunluklu lif levhaya ait bazı mekanik özellikler	16
Çizelge 3.6. Polivinilasetat (PVAc) tutkalının bazı fiziksel özellikleri	18
Çizelge 4.1. Kırılma kuyruğu kanal bıçağın kısımları	20
Çizelge 4.2. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme A (diş) ve B (eşleniği) elemanlarının diş yüzey alanları	21
Çizelge 5.1. Malzeme çeşidi, diş açısı, tutkal çeşidinin çekme performansına ilişkin değerler	36
Çizelge 5.2. Malzeme çeşidi, diş açısı, tutkal çeşidinin diyagonal çekme performansı etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	37
Çizelge 5.3. Malzeme çeşidine göre ortalama çekme performansları	37
Çizelge 5.4. Diş açısına göre ortalama çekme performansları	38
Çizelge 5.5. Malzeme çeşidi ve diş açısının ortalama çekme performansları	39
Çizelge 5.6. Tutkal çeşidine göre ortalama çekme performansları	40
Çizelge 5.7. Malzeme ve tutkal çeşidine göre ortalama çekme performansları	41
Çizelge 5.8. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre ortalama çekme performansları	42
Çizelge 5.9. Çekme performansı Duncan test sonuçları	43
Çizelge 5.10. Malzeme çeşidi, diş açısı, tutkal çeşidinin basınç performansına ilişkin değerler	45

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.11. Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin diyagonal basınç performansı etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	46
Çizelge 5.12. Malzeme çeşidine göre ortalama basınç performansları	46
Çizelge 5.13. Dış açılarına göre ortalama basınç performansları	47
Çizelge 5.14. Malzeme çeşidi ve dış açısının ortalama basınç performansları	48
Çizelge 5.15. Tutkal çeşidine göre ortalama basınç performansları	49
Çizelge 5.16. Malzeme ve tutkal çeşidine göre ortalama basınç performansları	50
Çizelge 5.17. Dış açısı ve tutkal çeşidine göre ortalama basınç performansları	51
Çizelge 5.18. Basınç performansı Duncan test sonuçları	52

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Bazı yapay tabla ve masif tabla köşe birleştirmeler	2
Şekil 1.2. Dişli köşe birleştirme örnekleri	3
Şekil 1.3. Kırılma kuyruğu diş ve kısımları	6
Şekil 1.4. Kırılma kuyruğu dişli köşe birleştirme	6
Şekil 2.1. Kırılma kuyruğu diş açısı	12
Şekil 4.1. Kırılma kuyruğu kanal bıçağı	20
Şekil 4.2. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme diş yüzeyleri	21
Şekil 4.3. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme diş koni yüzeyi	22
Şekil 4.4. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme diş yan yüzeyi	23
Şekil 4.5. Kırılma kuyruğu dişli birleştirme taban yüzeyi	23
Şekil 4.6. Deney örneği (ölçüler mm)	25
Şekil 4.7. 75° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	26
Şekil 4.8. Montajlı 75° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	27
Şekil 4.9. 78° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	27
Şekil 4.10. Montajlı 78° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	28
Şekil 4.11. 81° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	29
Şekil 4.12. Montajlı 81° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	30
Şekil 4.13. 84° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	30
Şekil 4.14. Montajlı 84° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	31
Şekil 4.15. 87° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	32
Şekil 4.16. Montajlı 87° açılı kırılma kuyruğu dişli birleştirme deney örneği	33

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. Deney düzeneği	34
Şekil 5.1. Malzeme çeşitlerine göre çekme performansları	38
Şekil 5.2. Diş açılarına göre çekme performansları	39
Şekil 5.3. Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimine göre çekme performansları	40
Şekil 5.4. Tutkal çeşidine göre çekme performansları	41
Şekil 5.5. Malzeme ve tutkal çeşidine göre çekme performansları	42
Şekil 5.6. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre çekme performansları	43
Şekil 5.7. Malzeme çeşidine göre çekme performansları	44
Şekil 5.8. Malzeme çeşitlerine göre basınç performansları	47
Şekil 5.9. Diş açılarına göre basınç performansları	48
Şekil 5.10. Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimine göre basınç performansları	49
Şekil 5.11. Tutkal çeşidine göre basınç performansları	50
Şekil 5.12. Malzeme ve tutkal çeşidine göre basınç performansları	51
Şekil 5.13. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre basınç performansları	52
Şekil 5.14. Malzeme çeşidine göre basınç performansları	53

RESİMLERİN LİSTESİ**Resim****Sayfa**

Resim 4.1. Deneylerde kullanılan test cihazı	35
--	----

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

F	Kuvvet
N	Newton
S	Standart sapma
X	Aritmetik ortalama
V	Varyans

Kısaltmalar

Açıklama

DK	Doğu kayını
D-VTKA	Polimarin tutkalı
G.Ü.	Gazi Üniversitesi
G.Ü.F.B.E.	Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
G.Ü.T.E.F	Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
K.T.Ü.	Karadeniz Teknik Üniversitesi
M	Meşe
MDF	Orta yoğunluklu lif levha
P.Ü.	Pamukkale Üniversitesi
PVAc	Polivinilasetat tutkalı
S	Sarıçam
T.S.E.	Türk Standartları Enstitüsü
YL	Yonga levha

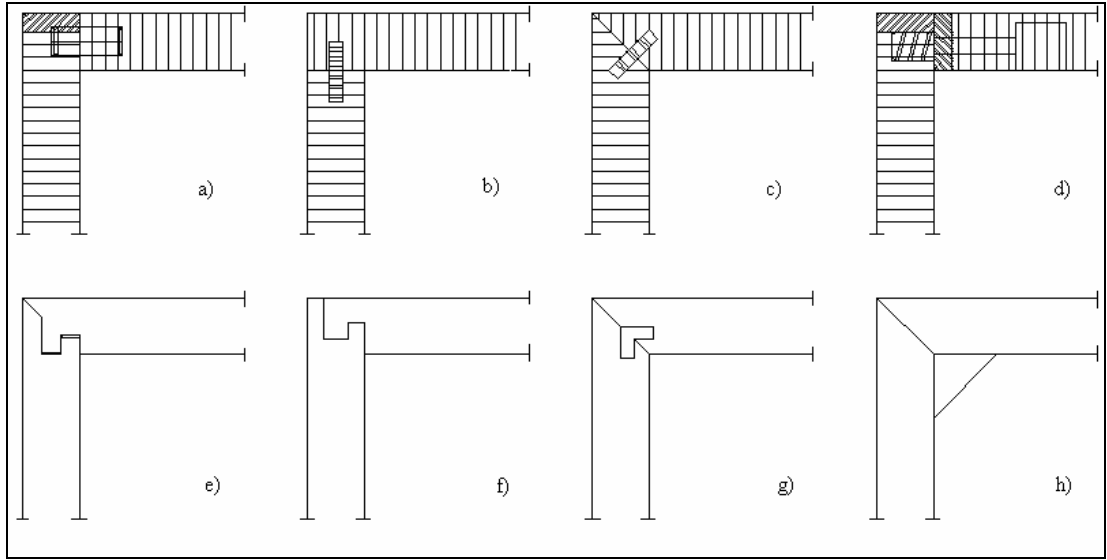
1. GİRİŞ

Yeni teknolojilerin gelişmesi, materyal ve metodlarda daha spesifik yaklaşımlar ortaya çıkarmıştır. Bu yaklaşımlarla beraber mobilya sektöründe, üretimde kalite ve verimlilik anlayışı ön plana çıkmıştır.

Çeşitli malzemelerin ve elemanların bir araya gelmesi ile mobilya meydana gelmektedir. Bu elemanların yapılan işin türü, kullanılan malzemenin özelliği ve uygulanan konstrüksiyon çeşidine göre bir araya getirilip sağlam bir bağ oluşturularak birbirine tutturulması işlemine birleştirme denir. Mobilyayı oluşturan elemanların birbiriyle birleştirilmesinde dayanıklılığı artırmak için tutkallama yapılır. Birleştirmelerde dayanıklılığı daha da artırmak için tutkalla birlikte metal elemanlar da kullanılmalıdır.

Mobilya elemanları tasarlanırken fonksiyonları, boyutları ve estetik görünümü ön planda tutulmaktadır. Mobilya, bu faktörlerden biri ya da hepsi değerlendirilerek satın alınmaktadır. Kullanım yeri ve amacına göre maliyet ikinci planda yer almaktadır. Mobilyanın kullanım ömrünü ise bu etkenlerin dışında, oluşumunu sağlayan konstrüksiyon doğrudan etkilemektedir [1].

Mobilyada uygulanacak konstrüksiyon; mobilyanın cinsine, mobilyayı tasarlayanın mesleki anlayışına, değerine, kalitesine, ambalajlanmasına ve nakliyesine göre değişir. Her konstrüksiyon türünün kendine özgü özellikleri, iyi ve sakıncalı yönleri, yerine göre birini diğerine tercih nedenleri vardır. Kutu tipi mobilya köşe birleştirmelerde genellikle; kavelalı, bisküit, yabancı ve kendinden çıtalı ve çeşitli sökülebilir birleştirmeler uygulanmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Bazı yapay tabla ve masif tabla köşe birleştirmeler [2]

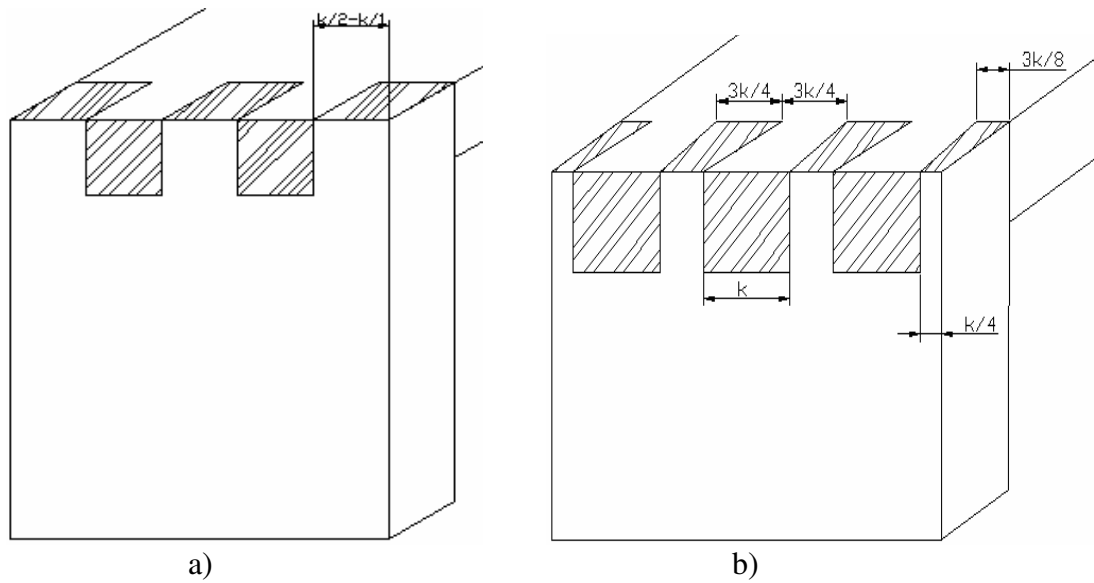
a) Kavelalı birleştirme, b) Bisküit birleştirme, c) Yabancı çıtalı gönyeburun birleştirme, d) Minifixli birleştirme, e) Kınışlı kendinden çıtalı gönyeburun birleştirme, f) Kınışlı paylı birleştirme, g) Kınışlı 90° çıtalı gönyeburun birleştirme, h) Üçgen köşe destekli gönye burun birleştirme

Kutu tipi mobilya, bugün kullanılan ve üretilen en önemli mobilya kategorilerinden biridir. Doğrudan evlerde ve ofislerde depolama için kullanılır ve her ikisinin de yerleştirilmesini sağlamada etkili olur. Kutuların kullanımı 3000 yıl öncesine dayanır. Birçok iyi korunmuş kutu mobilya örneği Tutan Kamon'un mezarında bulunmuştur. Daha fonksiyonel dizaynların çeşitli periyodik ve bölgesel tarzları daha sonradan ortaya çıkmıştır [3].

Mobilya ve elemanları kullanım yerlerinde doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli kuvvetlerin etkisine maruz kalmaktadır. Mobilyayı oluşturan elemanların bağlantı yerlerinde basınç, çekme vb. şekillerde kuvvetler oluşmaktadır. Kuvvetlerin etkisine göre mobilya ve elemanlarının birleştirme yerlerinde açılma, eğilme, çatlama, burulma, kırılma vb. deformasyonlar meydana gelebilmektedir. Bu olumsuzlukları gidermek amacıyla kullanılan, mobilya yapım teknikleri, malzeme ve yardımcı malzemelere ait özelliklerin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, ekonomik yönden ve kullanım yönünden önemlidir [4].

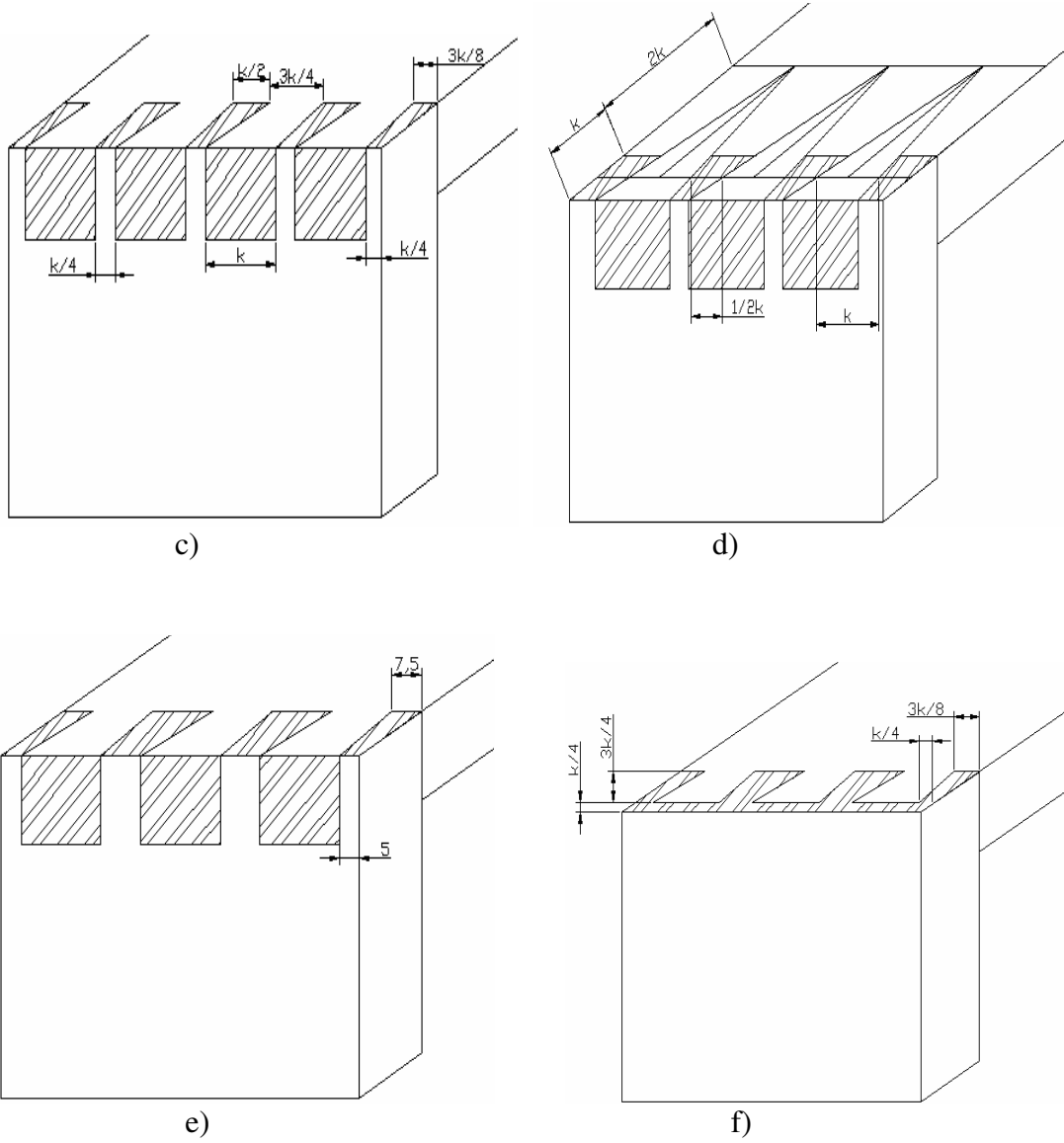
Köşe birleştirmeler arasında kırangıç kuyruğu birleştirme, dışarlak ve içerlek şeklinde iki parçadan oluştuğu için çok sağlam ve estetik bir birleştirmedir. Bu nedenle yapımı zaman almasına rağmen, masif tabla köşe birleştirmelerde en fazla tercih edilen birleştirme şeklidir. Birleştirme yerlerinde hiçbir zaman açma olmadığı gibi tablaların kamburlaşması da söz konusu olmaz. Ayrıca birleştirme tutkallandığında açılması daha da zorlaşır. Bu üstünlüklerinden ötürü masif konstrüksiyonlu birçok mobilyanın yapılmasında kırangıç kuyruğu birleştirme yöntemi tercih edilebilir. Masif mobilya, mücevher kutusu, çekmece, kasa, komodin, etajer, dolap v.b. işlerin yapımında kırangıç kuyruğu dişli birleştirme kullanılır [5].

Mobilyalarda dişli köşe birleştirme yapım şekline göre farklı çeşitleri vardır. Bunlar; düz diş birleştirme, kırangıç kuyruğu açık diş birleştirme (diş dibi eşit norm, diş dibi farklı norm, çizim yöntemi, pratik usul), kırangıç kuyruğu yarım gizli diş birleştirme, kırangıç kuyruğu tam gizli diş birleştirme, kırangıç kuyruğu açık diş tekne geçme şeklindedir (Şekil 1.2). Dişli köşe birleştirme örnekleri verilmiştir.



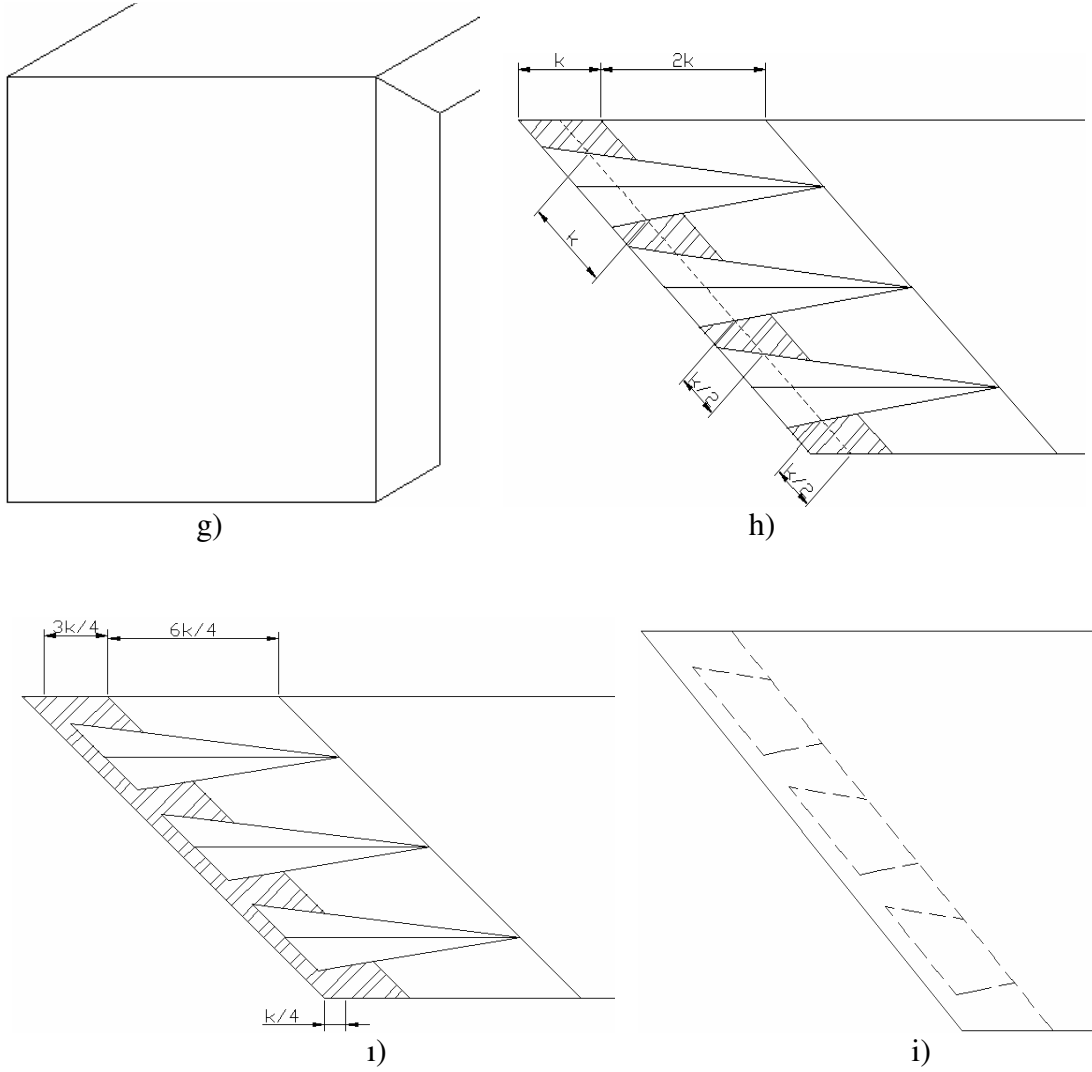
Şekil 1.2. Dişli köşe birleştirme örnekleri

a) Düz diş birleştirme, b) Kırangıç kuyruğu açık diş birleştirme (diş dibi eşit norm)



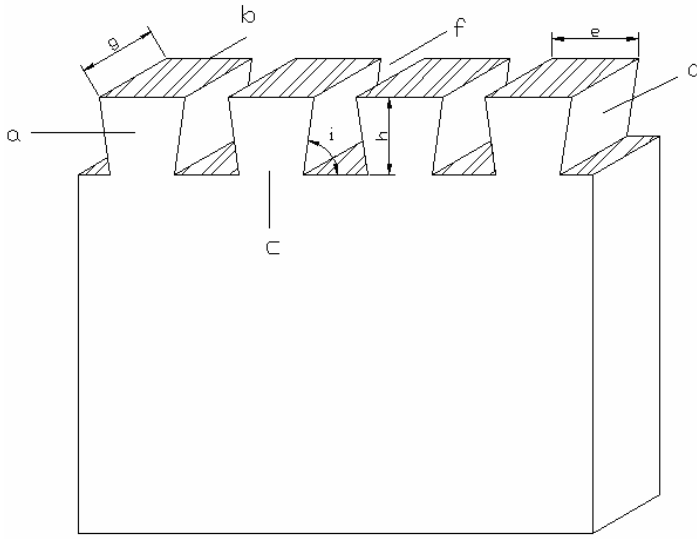
Şekil 1.2 (Devam). Dişli köşe birleştirme örnekleri

- c) Kırlangıç kuyruğu açık dış birleştirme (dış dibi farklı norm),
- d) Kırlangıç kuyruğu açık dış birleştirme (çizim yöntemi),
- e) Kırlangıç kuyruğu açık dış birleştirme (Pratik usul),
- f) Kırlangıç kuyruğu yarım gizli dış birleştirme



Şekil 1.2 (Devam). Dişli köşe birleştirme örnekleri

g) Kırılmaç kuyruğu tam gizli dış birleştirme, h) Kırılmaç kuyruğu açık dış tekne geçme, ı) Kırılmaç kuyruğu yarım gizli tekne geçme, i) Kırılmaç kuyruğu tam gizli tekne geçme [6]



Şekil 1.3. Kırlangıç kuyruğu diş ve kısımları

a) Diş, b) Diş üstü, c) Diş dibi, d) Diş yanı, e) Diş üstü genişliği, f) Diş boşluğu, g) Diş kalınlığı, h) Diş yüksekliği, i) Diş açısı [7]

Kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirmelerin yapımında, genellikle masif ahşap ve masif ahşap panel ürünleri kullanılmaktadır.



Şekil 1.4. Kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirme

Bu araştırma, ahşap mobilya üretiminde uygulanan kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirme Şekil 1.4' de gösterilmiş. Malzeme çeşidi (Doğu kayını, meşe, sarıçam ve orta yoğunluklu lif levha) ve diş açılarının (75° , 78° , 81° , 84° , 87°), tutkallı (PVAc ve D-VTKA) olması halinde diyagonal basınç ve diyagonal çekme performans etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kutu mobilya; hareketli veya sabit, küçük hacimli taşınabilen elemanlardan oluşmaktadır. İlk mobilya, ahşabın işlenmesi ile geniş yüzeyler elde edilerek dişli köşe birleştirme konstrüksiyonu ile üretiliyordu. Zamanla bu mobilyalar, yerini çeşitli nedenlerle ahşap türevi tabakalı levhalardan oluşan tablalı kutu mobilyaya bırakmıştır [8].

Mobilya köşe birleştirmelerinde çivi veya vida kullanılarak üretilen mobilyaların kullanım sırasında birleşim yerlerinde meydana gelen mekanik zorlamalar; yalnızca bir veya birkaç noktadan bağlanarak karşılanmaya çalışılmaktadır. Böylece birleştirme elemanlarının her birinde ve köşe birleşim yerlerinde aşırı derecedeki yüklemeler, mekanik zorlamalar; kırılma, yarıлма gibi deformasyonlara karşı dayanımı az olan ahşap elemanlar önemli problemler ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte, birleştirmelerde kullanılan yabancı elemanlar mobilya yüzeyinde göze hoş gelmeyen estetik bozukluklar, boya, cila ve vernik gibi üst yüzey malzemeleri ile bağdaşmayan bir durum ortaya koymuştur. Ancak yapıştırıcı maddelerin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte birleşim yerlerindeki çirkin görüntüler önlenmiş ve mukavemet alanı tüm yüzeye dağıtılıp mekanik dayanım artırılmıştır [9].

Kutu tipi mobilya köşe birleştirmelerde arkalık malzeme çeşidinin birleşme direncine etkileri araştırılmış, çekme direnci en yüksek lif levhada, en düşük kavak kontrplakta elde edilmiş, bağlantı teknikleri bakımından düz bindirme, cumba çeşitlerinde ise masifli olanlar daha başarılı bulunmuştur. Basınç direnci deney sonuçları çekme direnci ile paralellik göstermiş olup sadece arkalık bağlantı tekniklerinde lambalı bağlantının daha başarılı olduğu belirtilmiştir [10].

Mobilya üretiminde kullanılan melamin reçineli kağıtlarla kaplanmış yonga levhanın (suntalam), Doğu kayını, sarıçam, yonga levha, kaplamalı yonga levha, orta yoğunlukta lif levha (MDF) malzemelerinin yüz yüze Beck, D-VTKA ve kontak tutkalları ile yapmış olduğu bağlantı noktalarına yapışma direncini belirlemek amacıyla çekme direnci deneyi uygulanmıştır. Yüz yüze yapışmada çekme direnci;

en yüksek Beck tutkalı ile yapıştırılan sarıçam ve suntalamda, en düşük kauçuk tutkalı ile yapıştırılan Doğu kayını ve suntalamda bulunmuştur [11].

Ahşap mobilya “T” birleştirmelerin birleşme moment kapasitesi üzerine kendinden kavelalı ve kavela yuvası birleştirmelerine çapraz pimin etkisinin değerlendirilmesine yönelik yapılan deneylerin sonucunda; kendinden kavelalı elemanın üzerindeki omuz kısmın birleşme momenti kapasitesini arttırırken, çapraz pimin birleştirmenin birleşme momenti kapasitesini azalttığı bildirilmiştir [12].

Farklı masif ağaç malzeme ve levha çeşitlerinin, PVAc ve D-VTKA tutkalı kullanılarak kavela ile yaptıkları bağlantı dirençlerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada sarıçam, Doğu kayını ve Sapsız meşe türlerine ait ağaç malzemelerden hazırlanan örneklerde enine ve radyal yönde D-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 Doğu kayınında enine yönde ve kenarları masifli lif levhada elde edildiği bildirilmiştir [13].

Kutu mobilya köşelerinde uygulanan kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı birleştirmelerin basınç testinde kavelalı köşe birleştirme en yüksek sonucu verirken, yabancı çıtalı köşe birleştirmenin ikinci sırada yer aldığı bildirilmiştir [14].

Kenarları 5, 8, 12 mm kalınlığında masif kayın malzeme ile kaplanmış ve masifsiz etiket yongalı levha deney örneklerine 6, 8 ve 10 mm çapındaki kavelalar, 25 mm derinliğinde delikler açılarak PVAc tutkalı ile yapıştırılmıştır. Kavela çekme direnci en yüksek 6 mm çaplı kavela ve 8 mm kalınlıkta masifli etiket yongalı levhada, en düşük 10 mm çaplı kavela ve masifsiz etiket yongalı levhada gerçekleştiği belirtilmektedir [15].

Melamin reçineli kağıt kaplı YL (suntalam) köşe birleştirmelere basınç ve çekme deneyleri uygulanmış, en yüksek direnç D-VTKA+vidalı, en düşük BECK+plastik kavelalı köşe birleştirmede bulunduğu bildirilmiştir [16].

Mobilya köşe birleştirmelerde kenarları masifli yonga levha ve lif levhaya kavelalı birleştirme uygulanarak, tutkal çeşidinin çekme direncine etkileri araştırılmıştır.

Masifleme işleminde ve kavelalı köşe birleştirme işlemlerinde lif levha, yonga levhaya üstünlük sağlamış, tutkallar içinde en iyi sonucu PVAc tutkalının verdiği bildirilmiştir [17].

Kutu konstrüksiyonlu mobilyada köşe ve arkalık birleştirme yöntemlerinin, birleştirme direncine yönelik yapılan araştırmada; yonga levha ve PVAc tutkalı kullanılmıştır. Menteşe birleştirme, L demirli profilli birleştirme, yan dikey levhaları üst ve alt yatay levhalar arasında kalan kavelalı birleştirme, yan dikey levhaları üst ve alt yatay levhaların dışından bindirilen kavelalı birleştirme olmak üzere dört çeşit kutu konstrüksiyon yapılmıştır. Arkalıklar menteşeli köşe birleştirmede pimle, diğerlerinde kavelalı bindirme konstrüksiyonu ile yapılmış, sonuç olarak birleştirme direnci en yüksek yan dikey levhaları üst ve alt yatay levhaların dışından bindirilen kavelalı birleşimde, en düşük değer L demirli profil birleştirmede bulunduğu belirtilmiştir [18].

Kutu mobilya köşe birleştirmelerinde vida çapı, uzunluğu ve vida pozisyonuna yönelik yapılan araştırmada; kutuyu güçlendirmenin en etkili yolunun mobilya kutusunun açık yüzüne fazla vida toplamak ve vidalar için en iyi yerleşimin yaklaşık 3 (7,62 cm) ile 3,5 (8,89 cm) inç (1 inç = 2,54 cm) aralıklı olması gerektiği belirtilmiştir [3].

Kutu tipi mobilya köşe birleştirmelerinde ahşap bisküit bağlayıcıların direnç ve eğilme momenti üzerine etkisi olan bazı faktörler; bisküit delik merkezleri arasındaki mesafe, bisküit deliği merkezleri ile levhaların dış kenarları arasındaki mesafe, yükleme metodu, levha tipi ve yapıştırma tekniği araştırılmış, yapılan tutkallı ve tutkalsız birleştirme dirençlerinin MDF' de yüksek olduğu, bisküit merkezleri arasındaki mesafenin 10 cm yerine 15 cm olması daha uygun olacağı belirtilmiştir. Bisküit boşluğu ile dış kenar arasındaki mesafenin 5 cm yerine 6,5 veya 7,5 cm uygulanmasının mukavemet yönünden herhangi bir farklılık yaratmayacağı bildirilmiştir [19].

Ahşap bisküitin kutu tipi mobilya köşe birleştirmelerinde diyagonal basınç ve çekme direncine etkileri araştırılmış diyagonal basınç direnci; en yüksek MDF+D-

VTKA+gönye burun birleştirme, en düşük YL+PVAc+düz birleştirme bulunmuştur. Diyagonal çekme; en yüksek MDF+D-VTKA+gönye burun birleştirme, en düşük YL+PVAc+düz birleştirmede bulunduğu belirtilmektedir [20].

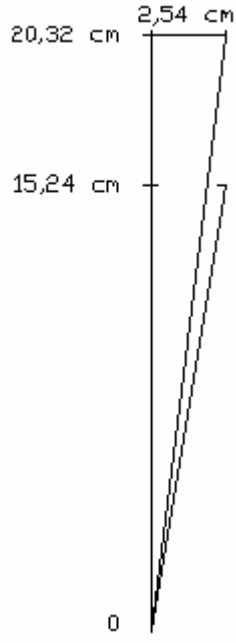
PVAc tutkalını farklı oranlarda su ile seyreltmenin bazı ağaçlarda yapışma direncine etkisini belirlemek amacı ile Doğu kayını, Sapsız meşe, sarıçam malzemeleri kullanılarak yapılan çekme deneyinin sonucunda; yapışma direnci en yüksek Doğu kayını+V0'da, en düşük sarıçam+V5'de elde edildiği bildirilmiştir [21].

Ahşap çekmece üretiminde uygulanan köşe birleştirmelerde birleştirme çeşidi, malzeme çeşidi ve tutkal çeşidinin birleştirme performansına etkileri araştırılmış; çekme performansı, en yüksek MDF ve PVAc tutkalı kullanılarak birleştirilen ve montaj yönüne paralel çekilen vidalı birleştirmede, en düşük MDF ve PVAc tutkalı kullanılarak birleştirilen ve montaj yönüne paralel çekilen lambalı-kinişli birleştirmede bulunduğu belirtilmektedir [4].

Kavak, kontrplak ve suntalamdan PVAc ve poliüretan (kleiberit 569) tutkalı kullanılarak kavelalı, lambalı-kinişli, düz dişli ve vidalı birleştirme ile hazırlanan örneklere diyagonal çekme performansı deneyi uygulandı; çekme performansı en yüksek kavak+poliüretan (kleiberit 569+düz dişli birleştirme, en düşük ise suntalam+PVAc tutkalı+kavelalı birleştirmede bulunmuştur [22].

Kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirmede diş açısının 75° olması gerektiği belirtilmiştir [7].

Kutu tipi mobilyada kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirmelerde diş açısının, yayvan yapraklı ağaçlar için yaklaşık 1:8 (83°) ve iğne yapraklı ağaçlar için yaklaşık 1:6 (81°) arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kırbağıç kuyruğu diğ açısı [5]

3. GENEL BİLGİLER

3.1. Materyal

3.1.1. Malzeme çeşidi

Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.)

Doğu kayını ülkemiz yerli türlerindendir. 1–1,5 m çapa ve 30–40 m boya ulaşabilir. Gövde uzunluğu 15–20 m kadardır. Diri odun ile öz odun arasında renk farkı yoktur. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Dağınık küçük traheli, yıllık halka sınırı belirgindir. Geniş özışınları çıplak gözle dahi görülebilmektedir. Odunu sert ve ağırdır [23].

Doğu kayını odunu, dağınık küçük traheli, özışınları çok kalın ve belirgin, radyal kesitte geniş özışını levhaları, teğet kesitte iki ucu sivri iğ şeklinde öz çizgileri bulunmaktadır. Traheler çıplak gözle görülememekte, enine kesitte yıllık halkanın her tarafına dağılmış durumda ve yaz odununa gidildikçe sayı ve çapları yavaş yavaş azalmaktadır. Kalın parlak özışınlarının aralarında 0,5–1 mm’lik aralıklar bulunur. Yıllık halka sınırları belirgin ve yaz odunu ilkbahar odununa oranla daha koyu renktedir [23]. Doğu kayınının bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Doğu kayınının bazı teknolojik özellikleri [24]

Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler (N/mm ²)	
Tam kuru yoğunluk	0,63 gr/cm ³	// Basınç direnci	60,8
Hava kurusu yoğunluk	0,66 gr/cm ³	⊥ Basınç direnci	8,83
Radyal daralma	5 %	// Çekme direnci	132,39
Teğet daralma	10,5 %	⊥ Çekme direnci	6,86
Hacmen daralma	15,5 %	Eğilme direnci	104,93
		Elastikiyet modülü	12257,9
		Makaslama direnci	7,84
		Brinel sertlik/liflere paralel	70,6
		Brinel sertlik/liflere dik	33,34

Masif mobilya ve dekorasyon ürünleri ile bükme mobilya, tornacılık, kontrplak, kaplama ve kağıt sanayinde kullanılmaktadır. Emprenye edildiği takdirde travers yapımında kullanılabilir.

Meşe (Quercus petraea spp.)

Ülkemizde geniş bir alanda yetişmektedir. Boyu 20–40 m, gövde çapı 1-2 m, kullanılabilir gövde uzunluğu 10-20 m’dir. Diri odun çoğunlukla dar, sarımsı beyaz renkte, öz odun açık kahverengi ile sarımsı kahverenginde, kesimden sonra koyulaşır. İlkbahar odunu traheleri çıplak gözle görülebilir. Kalın özışınları radyal kesitte kaba aynalar şeklinde görülür [23].

Özışınları tek ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Tekstür kaba, iğne çizikli, genellikle düzgün bazen düzensiz lifli, parlak, dekoratif, sert ve ağır bir odunu vardır. Meşenin bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Meşenin bazı teknolojik özellikleri [25]

Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler (N/mm ²)	
Tam kuru yoğunluk	0,65 gr/cm ³	// Basınç direnci	58,84
Hava kurusu yoğunluk	0,69 gr/cm ³	⊥ Basınç direnci	10,79
Radyal daralma	4,0 %	Eğilme direnci	118
Teğet daralma	7,8 %	Elastikiyet modülü	11300
Hacmen daralma	12,2 %	Çekme direnci	104
		Makaslama direnci	10
		Brinel sertlik/liflere paralel	40
		Brinel sertlik/liflere dik	19

Yapıların dış ve iç bölümlerinde kontsrüksiyon malzemesi, mobilya ve dekorasyon üretimi, parke, kaplama, yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Sarıçam (Pinus sylvestris L.)

Sarıçam odunu genellikle bütün Avrupa ve Asya’da yaygın yetişen ağaç türlerinden biridir. 30-45 m boy, 0.6-1 m çap civarındadır. Düzgün şekilli ve dolgun gövdeli olup, kullanılabilir gövde uzunluğu 18-20 m’dir. Diri odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir. Özodunu sınırı belirgin olup, genellikle yuvarlak bazı ağaçlarda diri odundan daha koyu renkte kırmızımsı kahverengidir. Kesildikten sonra uzun süre bekletilen ağaçlarda bu renk daha da koyulaşmaktadır. Yıllık halkalar içerisinde ilkbahar odunu ile yaz odunu sınırları belirgindir. Yaz odunu parlak kahverengidir ve teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur [23].

Enine kesitinde yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri ilkbahar odunundakine göre daha kalın, lümenler yuvarlak görünüştedir. Reçine kanalları genellikle yaz odununda çok sayıda olup, enine kesitte daire görünüşündedir. Özışınları genellikle tek sıralıdır. Traheidlerin teğet çeperlerinde kenarlı geçitler uzun aralıklarla yer alır. Reçine dolu keseciklere çok sık rastlamak mümkündür. Sarıçamın bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.3’ de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Sarıçamın bazı teknolojik özellikleri [24]

Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler (N/mm ²)	
Tam kuru yoğunluk	0,49 gr/cm ³	// Basınç direnci	37,19
Hava kurusu yoğunluk	0,52 gr/cm ³	⊥ Basınç direnci	4,52
Radyal daralma	4,0 %	Eğilme direnci	100
Teğet daralma	7,7 %	Elastikiyet modülü	12000
Hacmen daralma	12,1 %	Çekme direnci	104
		Makaslama direnci	10
		Brinel sertlik/liflere paralel	40
		Brinel sertlik/liflere dik	19

Yapılarda pencere ve kapı doğramalarında, taban ve duvar döşemeleri, maden direği, tel direği ve travers olarak, mobilya yapımı, kaplama, kontrplak, lif levha ve yonga levha ile kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır.

Lif levha (MDF=Medium density of fiberboard= Orta yoğunluklu lif levha)

Lif levhalar; termomekanik olarak odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen liflerin, sentetik yapıştırıcılarla belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra oluşan levha taslağına sıcaklık ve basınç altında uygulanan presle elde edilir. Ana hammadde olarak odun, yardımcı hammaddesi tutkal, parafin ve çeşitli tuzlardır.

Lif levhalar, ağaç malzemede olduğu gibi yüksek seviyede teknolojik ve mekanik özelliklere sahiptir. Bununla birlikte masif ağaç malzemede görülen budak, çürük, çarpılma, çatlama, lif kıvrıklığı gibi kusurlar lif levhalarda görülmez. Lif levhaların yoğunluklarına göre sınıflandırılması Çizelge 3.4’de verilmiştir [26].

Çizelge 3.4. Lif levha yoğunlukları

Yumuşak lif levha (LDF)	Yoğunluğu 350 kg/m ³
Orta sert lif levha (MDF)	Yoğunluğu 350–800 kg/m ³
Sert lif levha (HDF)	Yoğunluğu 800 kg/m ³ den daha ağır

Orta sert ve sert odun lifi levhalar; bir yüzü parlak diğer yüzü elekli veya iki yüzeyi de parlak olarak imal edilirler. Mobilya sektörü için üretilen TS EN 64 standardındaki levhalar; 122x210, 210x280 ve 183x366 cm genişlik ve uzunlukta, 3-32 mm kalınlıklarında üretilen levhalardır [27]. Orta yoğunluklu lif levhaya ait mekanik özellikler Çizelge 3.5’ de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Orta yoğunluklu lif levhaya ait bazı mekanik özellikler [28]

	Kalınlık (mm)			
	4–8	10–12	16–22	25–38
Yoğunluk (kg/m ³)	850	800	750–800	750
Eğilme mukavemeti (kg/cm ²)	300	300	280	250
Çekme mukavemeti (kgf/cm ²)	6,5	6,5	6–0	6–0

3.1.2. Tutkallar

Polivinilasetat (PVAc) tutkalı

PVAc tutkalı bir polimerizasyon tutkalı olup, yapışma niteliği daha ziyade fizikseldir. Uygulamada beyaz tutkal diye isimlendirilen emülsiyon durumundaki polivinilasetatın ana maddesi vinilasetat'tır.

Vinilasetat, civa fosfat veya civa sülfat mevcudiyetinde, asetilen gazının sirke asidi ile yaptığı bir reaksiyon sonucunda elde edilmektedir ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}-\text{CH} = \text{CH}_2$). Elde edilen monomer %98–100 saflıkta olup, katalizörler yardımı ile polimerizasyon sonucu polivinilasetat dispersiyon tutkalı üretilir. Tutkal dispersiyonu genellikle %45 konsantrasyonda kullanılmaktadır.

PVAc tutkalının soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu, odunu boyamaması ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup, sıcaklık yükseldikçe yumuşamakta ve 70°C' den sonra bağlayıcı görevini yapamamaktadır. Suya karşı dayanıklılığını arttırmak için bir miktar etilen-glikol katılmaktadır.

Birleştirilecek yüzeylerden yalnız bir tanesine tutkal sürülmesi ve ahşap türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150–200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır. Ancak yapıştırıcının yapışma niteliğini kazanması için beklenen süre, bileşimi ile birleştirme ortamında ki sıcaklığa göre değişmekle birlikte, ortalama 5–15 dakikadır.

Masif ağaç malzemenin beyaz tutkal ile birleşmesinde odun rutubeti %6-15, presleme süresi ise soğuk tutkallama için gerekli olmamakla birlikte 20°C' de 20, 80°C' de 2 dakika olarak verilmekte ve üstün nitelikte bir yapışma sağlanması için presleme ortamında soğuyuncaya kadar bekletilmesi önerilmektedir [9]. Polivinilasetat tutkalına ait fiziksel özellikler Çizelge 3.6' da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Polivinilasetat (PVAc) tutkalının bazı fiziksel özellikleri [29]

Özellikler	Değer
pH	3-7
Viskozite P (poise) (en az)	5P
Katı madde miktarı % (m/m) (en az)	% 40
Kül miktarı % (m/m) (en çok)	% 3
Yapışma dayanımı kgf/cm^2 (mpa) ² a) Kuru durumda (en az)	100 (9,80) mpa
1) 1 Poise=1 gr/cm ² 2) 1 kgf/cm^2 =9,81 x 10 ⁻² mpa	

Poliüretan (Desmodur-VTKA, Polimarin) tutkalı

D-VTKA tutkalı, kondenzasyon polimerleri sınıfındandır. Bundan dolayı suya ve neme dayanıklı, çözücü içermeyen tek kompenantlı poliüretan tip aktif maddeli bir tutkaldır.

D-VTKA tutkalı; ahşap, metal, polyester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzlerin birbirine bağlanmasında iyi sonuç verir. Su ve havanın rutubetine karşı dayanıklılığı yönünden, özellikle deniz ve göl araçları ile binaların dış aksamalarının montaj ve onarımında kullanılır. Oda sıcaklığı 3000-5000 psi' de (204-340 atm) gevşeme elde edilir. Fakat makaslama dayanımı presleme durumuna göre değişir. Poliüretan tutkalının kohezyon gücü adezyon gücünden daha iyidir. Yapıştırma esnasında tutkal katmanının kalınlığı 2-6 mils=0,05 mm ile 0,15 mm arasında değişir. Makaslama dayanımı 8000 psi (544 atm)'de 423 F'de (-217 °C) gevşeyecektir. Fakat yüksek ısılarda tahmini olarak 250 F'de (121,11 °C) gevşeyecektir. İşlenmesi zordur ve şok darbelere karşı çok iyi dayanım gösterir. Yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı değildir [30].

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Deney Materyali

4.1.1. Ağaç malzeme

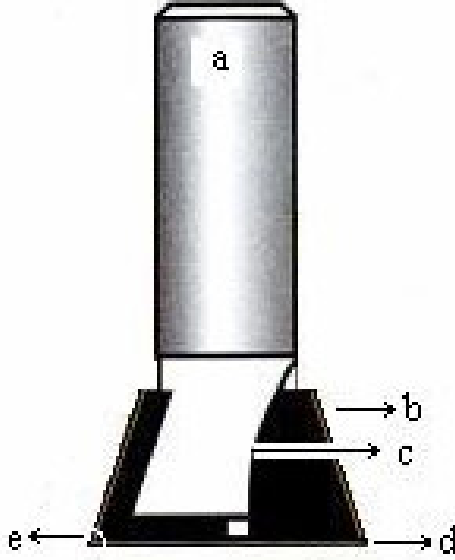
Bu çalışmada, kullanılan ağaç malzemeler Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), meşe (*Quercus* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Adana'daki satıcılardan rasgele seçim yöntemi ile temin edilmiştir. Ağaç malzemenin seçiminde kerestenin sağlam, renginin doğal, liflerinin düzgün ve homojen yapıda olmasına dikkat edilmiştir. Keresteler kaba ölçüsünde kesildikten sonra, doğrudan güneş ışığı almayan, hava sirkülasyonunun olduğu bir depoda aralarına latalar konularak istiflenmiş ve hava kurusu haline gelmeleri sağlanmıştır. Orta yoğunluklu lif levha ise 18 mm kalınlık, 183x366 cm ebatlarındadır.

4.1.2. Tutkallar

Bu çalışmada, ağaçları endüstrisinde ve masif mobilya üretiminde kullanılan, uygulamadaki kolaylığı, çabuk sertleşmesi, ortam sıcaklığında uygulanabilir olması, yanmaz ve kokusuz olması gibi özellikleri sebebiyle PVAc tutkalı tercih edilmiştir. Soğuk presleme işlemine uygun, polivinilasetat (PVAc) ve poliüretan (D-VTKA=Desmodur-Vinil triketonol acetate) tutkalları kullanılmıştır.

4.1.3. Kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme bıçağı

Genellikle masif tablalı mobilya köşelerine uygulanan kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme işlemlerinde kullanılan matkap şekilli bıçaklardır. Kırlangıç kuyruğu dişli birleştirmede diş dibi yuvarlak olacak şekilde kanal açma işlemlerinde, açık ve yarım gizli dişli birleştirme konstrüksiyonlarında kullanılır. Şekil 4.1' de kırlangıç kuyruğu kanal bıçağı ve Çizelge 4.1' de kırlangıç kuyruğu kanal bıçağın kısımları verilmiştir.



Şekil 4.1. Kırlangıç kuyruğu kanal bıçağı

Çizelge 4.1. Kırlangıç kuyruğu kanal bıçağın kısımları

Kırlangıç kuyruğu kanal bıçağın kısımları	
a	Gövde
b	Kesici bıçak
c	Helezon
d	Kesici uç
e	Bıçak (diş) açısı

Bu çalışma için genellikle masif tablalı mobilyalarda kullanılan kırlangıç kuyruğu kanal açma bıçağı özel olarak (75° , 78° , 81° , 84° , 87°) açılarında yaptırılmıştır.

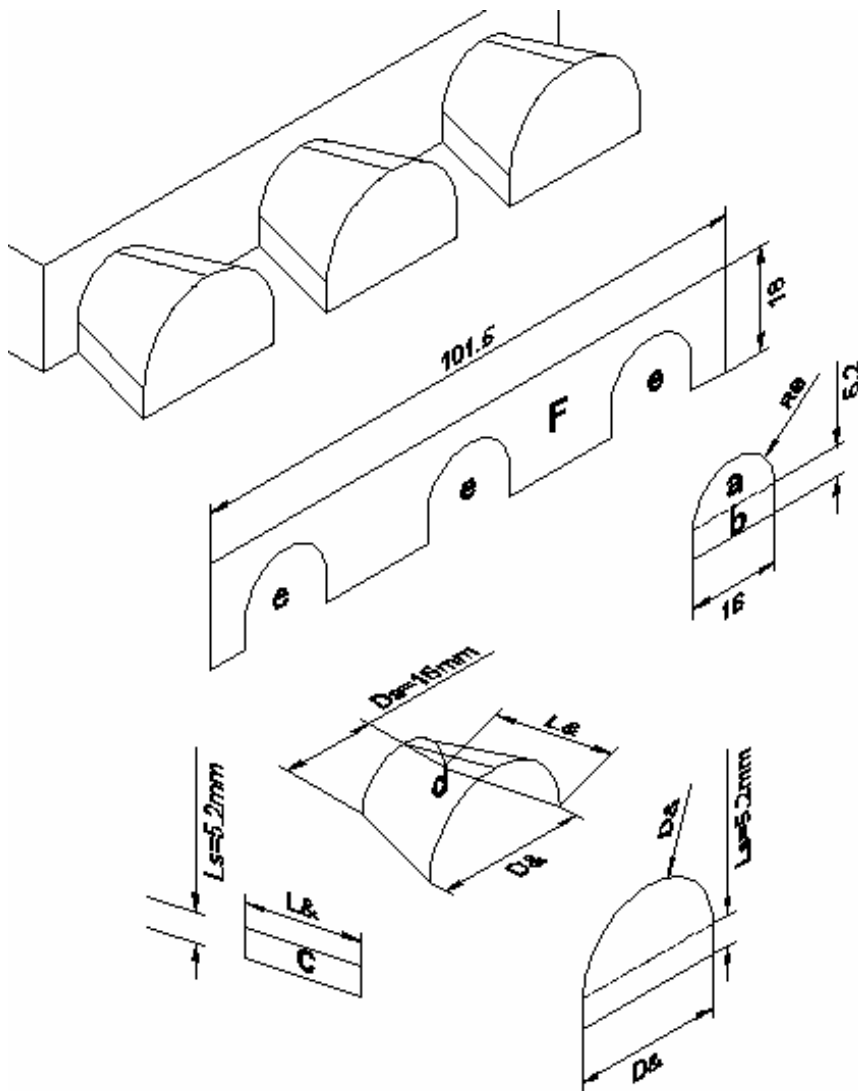
Kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme diş yüzey alanları

Deney örneklerinin birleştirilmesinde uygulanan konstrüksiyon kırlangıç kuyruğu açık dişli birleştirmedir. Birleştirmede A (diş) ve B (eşleniği) elemanlarının diş yüzey alanları Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kırangıç kuyruğu dişli birleştirme A (diş) ve B (eşleniği) elemanlarının dış yüzey alanları

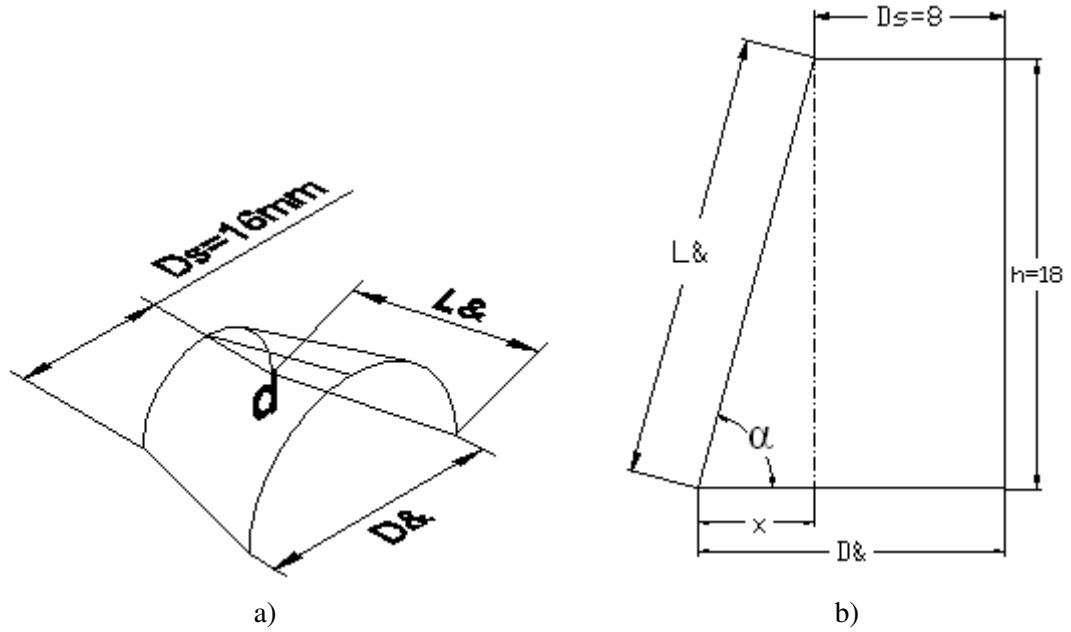
Açı	Alan (mm ²)
75°	3684,1
78°	3567,72
81°	3462,03
84°	3364,64
87°	3275,93

Kırangıç kuyruğu dişli birleştirme dış yüzey alan hesaplaması



Şekil 4.2. Kırangıç kuyruğu dişli birleştirme dış yüzeyleri

Diş koni alanının hesaplanması



Şekil 4.3. Kırılmaç kuyruğu dişli birleştirme diş koni yüzeyi
a) Diş koni yüzeyi, b) Diş koni kesiti

$$\tan \alpha = h / x$$

$$L\&^2 = h^2 + x^2$$

$$S = \pi * (D_s + D\&) * L\& / 2$$

Deney örneği üç dişli olduğu için; Toplam diş koni alanı = S * 3

α = Diş açısı

h = Diş yüksekliği

L& = Diş yanı uzunluğu

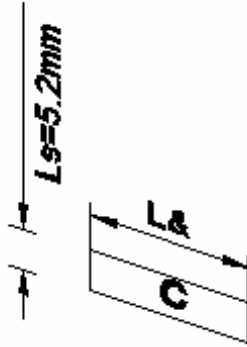
S = Bir diş koni alanı

$\pi = 3,14$

Ds = Diş dibi genişliği

D& = Diş üstü genişliği

Diş yan alanının hesaplanması



Şekil 4.4. Kırangış kuyruğu dişli birleştirme diş yan yüzeyi

$$C = L_s * L\&$$

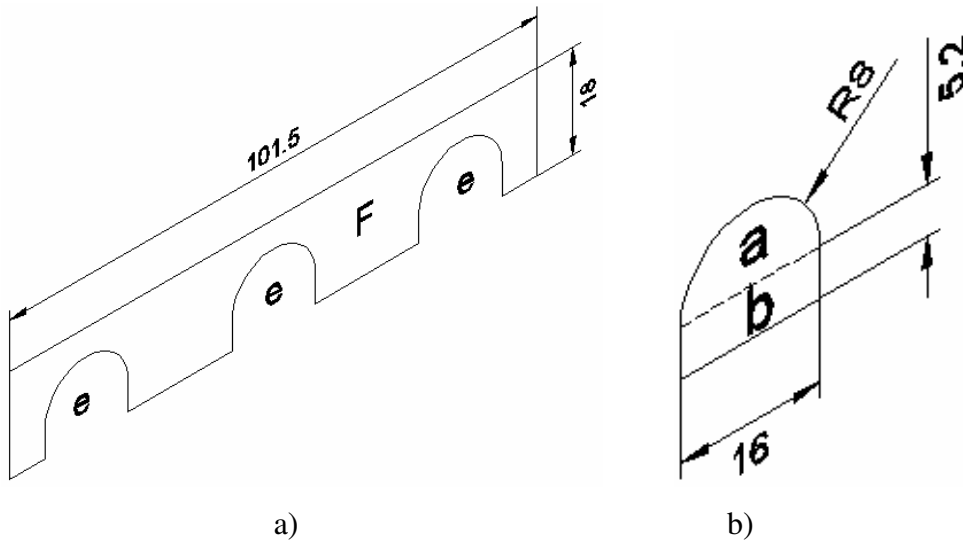
Deney örneği üç diş altı yan alan olduğu için; Toplam yan alanları = C * 6

C = Diş yanı alanı

Ls = Diş yanı genişliği

L& = Diş yanı uzunluğu

Taban alanının hesaplanması



Şekil 4.5. Kırangış kuyruğu dişli birleştirme taban yüzeyi

a) Birleşim taban yüzeyi, b) Diş taban alanı

$$e = a + b$$

$$a = \pi * r^2$$

$$b = 5,2 * 16$$

$$\text{Taban alanı} = F = (101,5 * 18) - 3 * e$$

F = Diş boşluğu taban alanı

e = Diş dibi alanı

a = Diş dibi kesim çapı

b = Diş dibi sabit yüzey

$$\text{Toplam diş yüzey alanı} = F + (6 * C) + (3 * d)$$

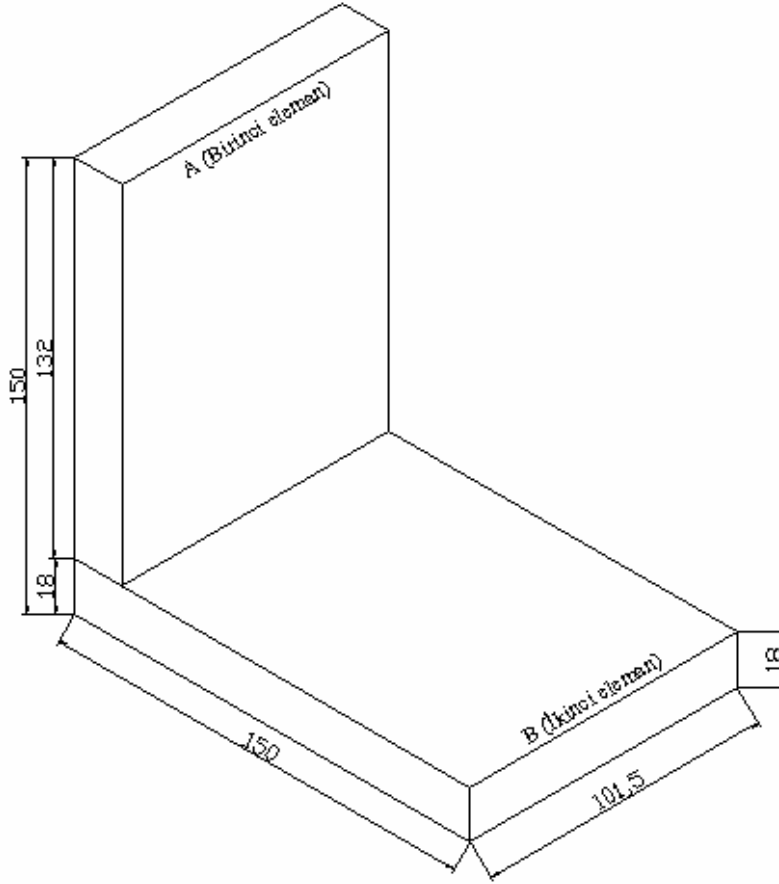
$$\text{Toplam diş yüzey alanı} = \text{Taban alanı} + \text{Toplam yan alanlar} + \text{Toplam diş koni alanı}$$

4.2. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Mobilya yapımında en çok kullanıldığı düşünülen; ağaç malzemelerden Doğu kayını, meşe, sarıçam, lif levhalardan 18 mm orta yoğunluklu lif levha, tutkal olarak; polivinilasetat (PVAc) ve Poliüretan (D-VTKA), birleştirme şekli olarak (75°, 78°, 81°, 84°, 87°) diş açıları, birleştirme tekniği olarak kırılmalı kuyruğu dişli birleştirme seçilmiştir. Kuvvet, diyagonal basınç ve diyagonal çekme olarak uygulanmıştır.

Buna göre; 4 malzeme türü, 2 tutkal çeşidi, 5 farklı diş açısı, 2 kuvvet uygulama çeşidi ve 5'er adet örnek olmak üzere (4 x 2 x 5 x 2 x 5) toplam 400 adet deney örneği hazırlanmıştır.

Her bir deney örneği A ve B olmak üzere iki elemandan oluşmaktadır. A elemanı 101,5 x 150 x 18 mm, B elemanı 101,5 x 150 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmış olup, deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.6' da verilmiştir.



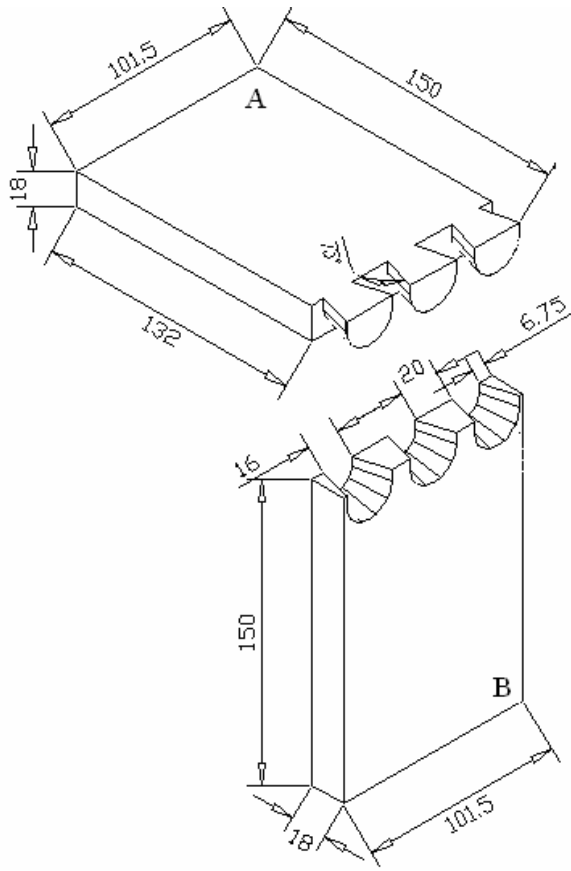
Şekil 4.6. Deney örneği (ölçüler mm)

4.2.1. Kırılmaç kuyruğu dişli birleştirme deney örnekleri

Kırılmaç kuyruğu dişli birleştirme deney örneklerinin işlemleri diş açma makinesinde ve beş farklı (75° , 78° , 81° , 84° , 87°) açıda yapılmıştır.

75° açılı kırılmaç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

75° açılı kırılmaç kuyruğu dişli birleşen elemanlar; A elemanının yüz kısmında diş, B elemanının maktasında eşleniği olacak şekilde kırılmaç kuyruğu diş açma makinesinde dişler açılmıştır. Deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.7' de verilmiştir.

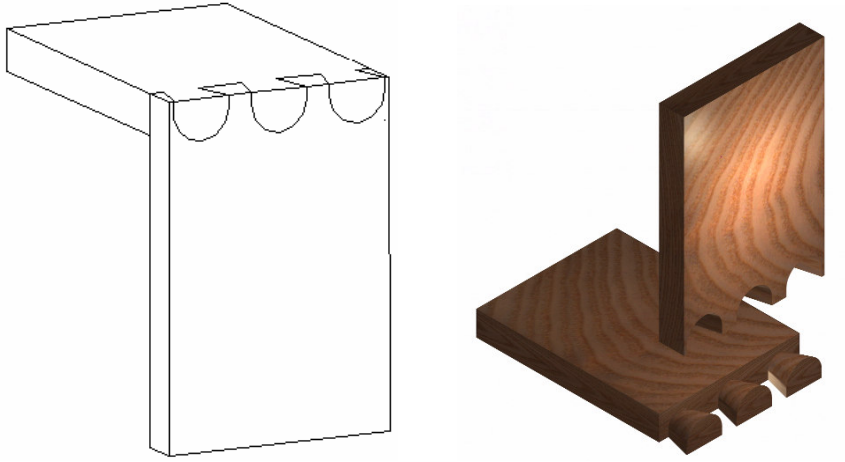


Şekil 4.7. 75° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği (ölçüler mm)

A ve B elemanlarının birleşme yüzeylerine uygulamada kullanılacak olan tutkallar tatbik edildikten sonra işkence ile basınç uygulanarak deney örneklerinin montajları yapılmıştır. Montaj yapılırken uygulanan kuvvet için Demetçi (1991) şöyle demektedir [31].

“Deney örneklerinin tutkallanmasında sıkıştırma mekanizmasının sıkma pabucu 10 tur döndürülerek sabitlendi. Bu da yaklaşık $2-3 \text{ N/mm}^2$ ’ye eşit olduğu düşünülmektedir”.

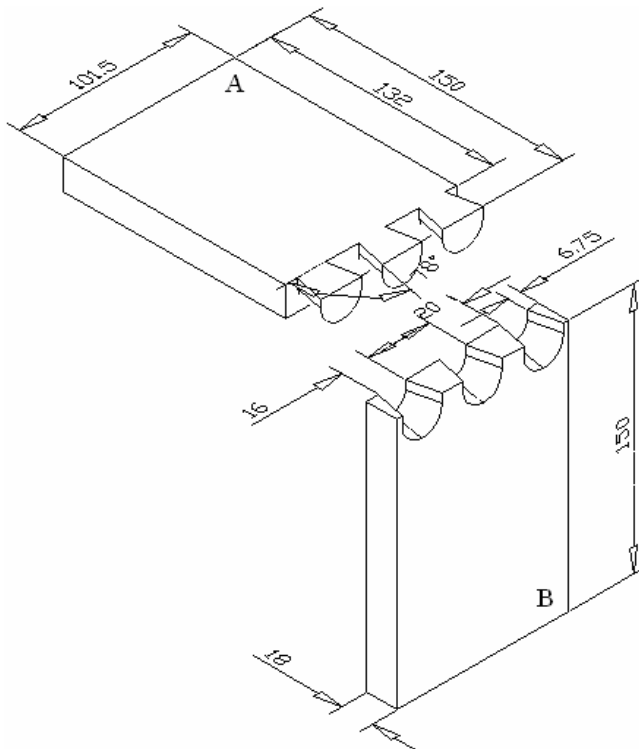
Deney örneklerine ait çizim Şekil 4.8’ de gösterilmiştir. Montajları yapılan örnekler $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında deney yapılacak zamana kadar bekletilmiştir.



Şekil 4.8. Montajlı 75° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

78° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

78° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleşen elemanlar; A elemanının yüz kısmında diş, B elemanının maktasında eşleniği olacak şekilde kırlangıç kuyruğu diş açma makinesinde dişleri açılmıştır. Deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.9’ da verilmiştir.

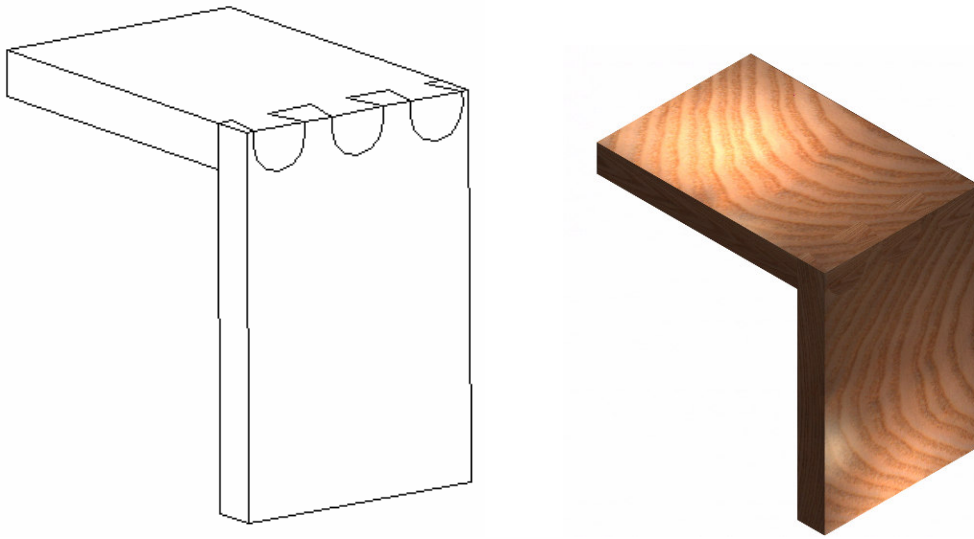


Şekil 4.9. 78° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği (ölçüler mm)

A ve B elemanlarının birleşme yüzeylerine uygulamada kullanılacak olan tutkallar tatbik edildikten sonra işkence ile basınç uygulanarak deney örneklerinin montajları yapılmıştır. Montaj yapılırken uygulanan kuvvet için Demetçi (1991) şöyle demektedir [31]:

“Deney örneklerinin tutkallanmasında sıkıştırma mekanizmasının sıkma pabucu 10 tur döndürülerek sabitlendi. Bu da yaklaşık $2-3 \text{ N/mm}^2$ ’ye eşit olduğu düşünülmektedir”.

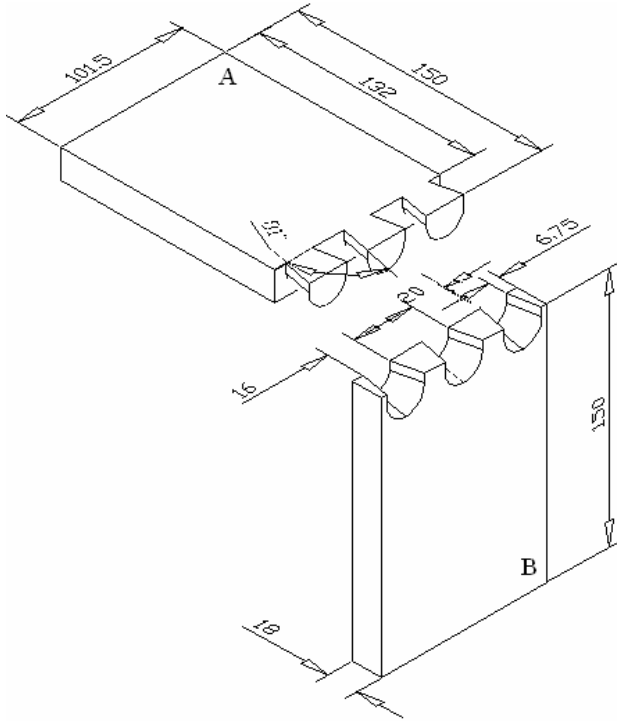
Deney örneklerine ait çizim Şekil 4.10’ da gösterilmiştir. Montajları yapılan örnekler $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında deney yapılacak zamana kadar bekletilmiştir.



Şekil 4.10. Montajlı 78° açılı kırkangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

81° açılı kırkangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

81° açılı kırkangıç kuyruğu dişli birleşen elemanlar; A elemanının yüz kısmında diş, B elemanının maktasında eşleniği olacak şekilde kırkangıç kuyruğu diş açma makinesinde dişleri açılmıştır. Deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.11’ de verilmiştir.

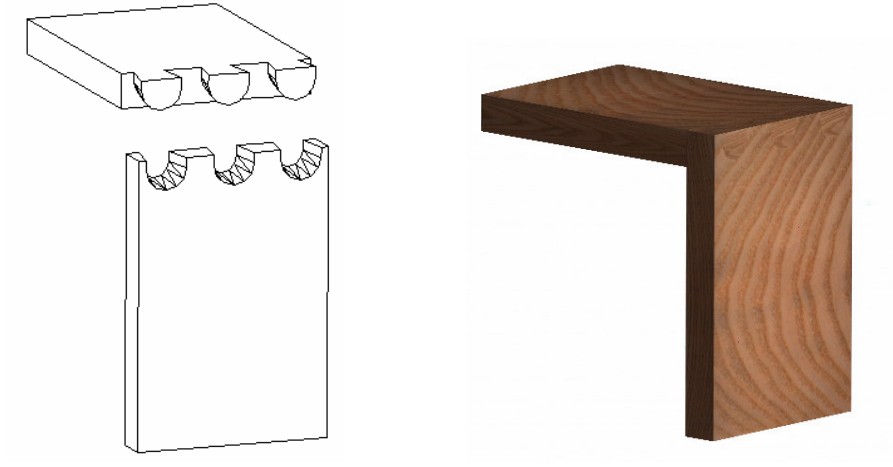


Şekil 4.11. 81° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği (ölçüler mm)

A ve B elemanlarının birleşme yüzeylerine uygulamada kullanılacak olan tutkallar tatbik edildikten sonra işkence ile basınç uygulanarak deney örneklerinin montajları yapılmıştır. Montaj yapılırken uygulanan kuvvet için Demetçi (1991) şöyle demektedir [31]:

“Deney örneklerinin tutkallanmasında sıkıştırma mekanizmasının sıkma pabucu 10 tur döndürülerek sabitlendi. Bu da yaklaşık $2-3 \text{ N/mm}^2$ ’ye eşit olduğu düşünülmektedir”.

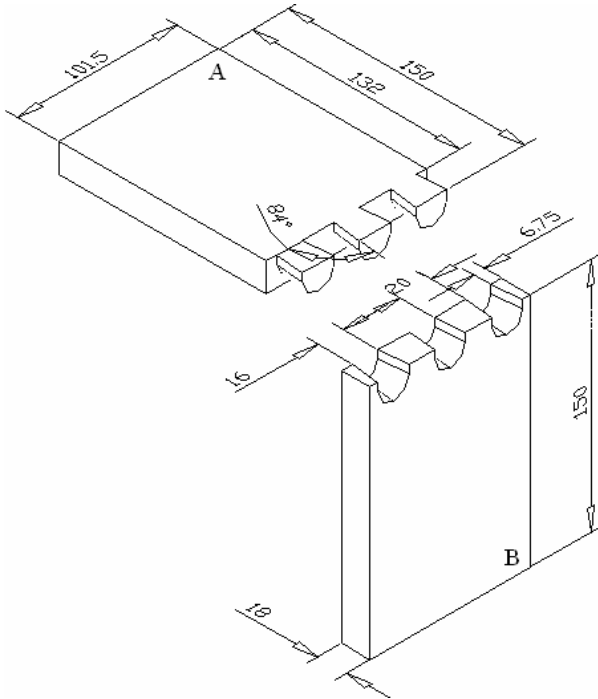
Deney örneklerine ait çizim Şekil 4.12’ de gösterilmiştir. Montajları yapılan örnekler $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında deney yapılacak zamana kadar bekletilmiştir.



Şekil 4.12. Montajlı 81° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

84° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

84° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleşen elemanlar; A elemanının yüz kısmında diş, B elemanının maktasında eşleniği olacak şekilde kırlangıç kuyruğu diş açma makinesinde dişleri açılmıştır. Deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.13’ de verilmiştir.

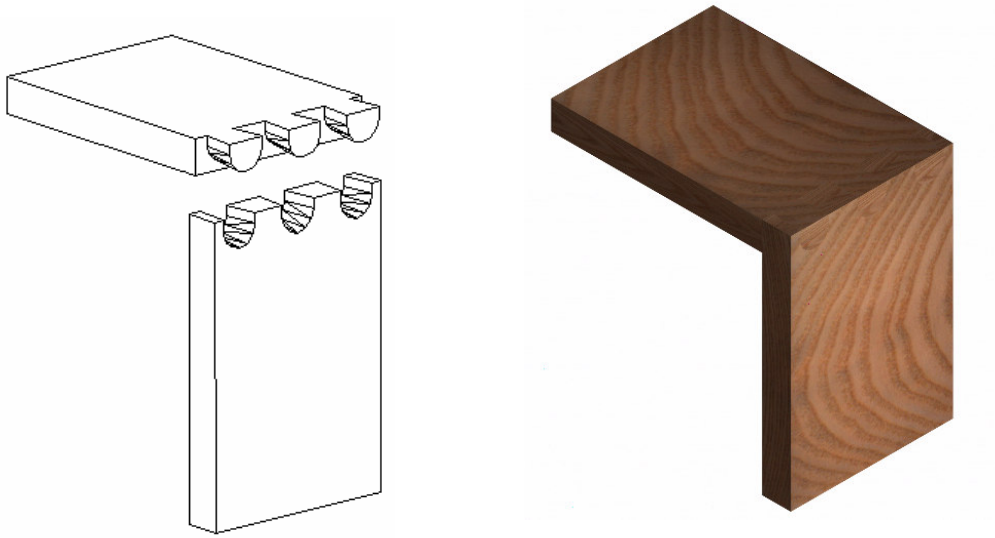


Şekil 4.13. 84° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği (ölçüler mm)

A ve B elemanlarının birleşme yüzeylerine uygulamada kullanılacak olan tutkallar tatbik edildikten sonra işkence ile basınç uygulanarak deney örneklerinin montajları yapılmıştır. Montaj yapılırken uygulanan kuvvet için Demetçi (1991) şöyle demektedir [31]:

“Deney örneklerinin tutkallanmasında sıkıştırma mekanizmasının sıkma pabucu 10 tur döndürülerek sabitlendi. Bu da yaklaşık $2-3 \text{ N/mm}^2$ ’ye eşit olduğu düşünülmektedir”.

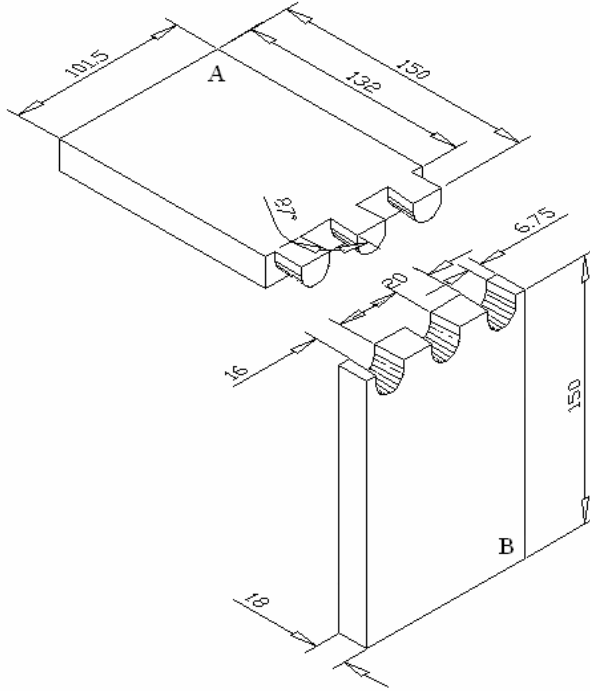
Deney örneklerine ait çizim Şekil 4.14’ de gösterilmiştir. Montajları yapılan örnekler $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında deney yapılacak zamana kadar bekletilmiştir.



Şekil 4.14. Montajlı 84° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

87° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

87° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleşen elemanlar; A elemanının yüz kısmında diş, B elemanının maktasında eşleniği olacak şekilde kırlangıç kuyruğu diş açma makinesinde dişleri açılmıştır. Deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.15’ de verilmiştir.

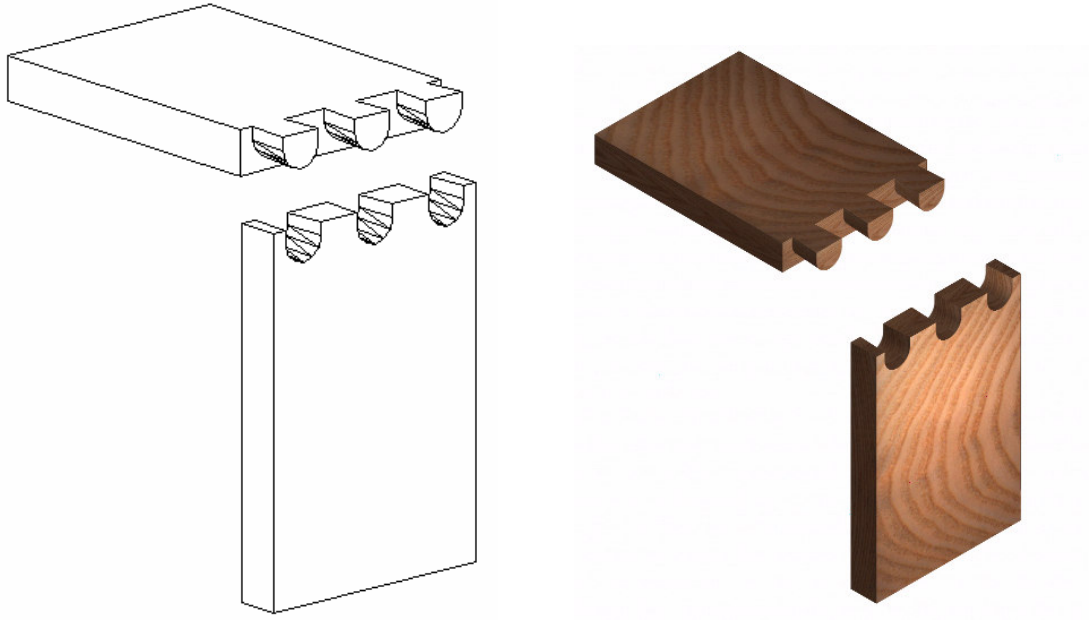


Şekil 4.15. 87° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği (ölçüler mm)

A ve B elemanlarının birleşme yüzeylerine uygulamada kullanılacak olan tutkallar tatbik edildikten sonra işkence ile basınç uygulanarak deney örneklerinin montajları yapılmıştır. Montaj yapılırken uygulanan kuvvet için Demetçi (1991) şöyle demektedir [31]:

“Deney örneklerinin tutkallanmasında sıkıştırma mekanizmasının sıkma pabucu 10 tur döndürülerek sabitlendi. Bu da yaklaşık $2-3 \text{ N/mm}^2$ ’ye eşit olduğu düşünülmektedir”.

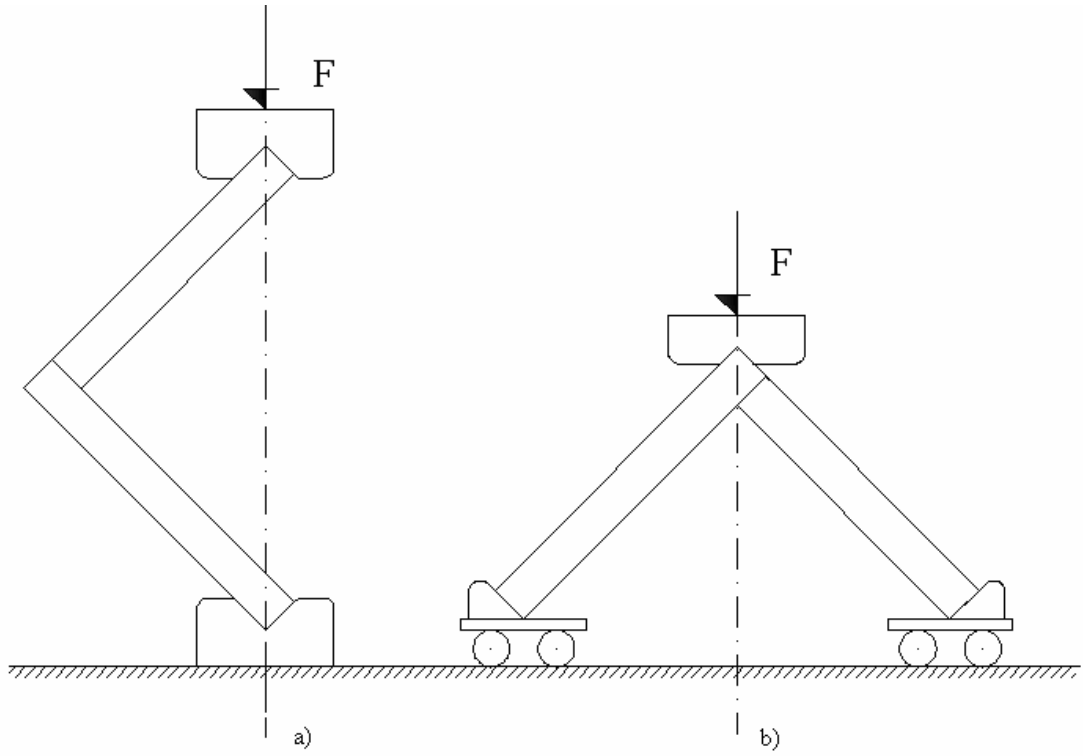
Deney örneklerine ait çizim Şekil 4.16’ da gösterilmiştir. Montajları yapılan örnekler $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında deney yapılacak zamana kadar bekletilmiştir.



Şekil 4.16. Montajlı 87° açılı kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme deney örneği

4.3. Deney Metodu

Mobilyanın sağlamlığı kullanılan malzeme, seçilen konstrüksiyon ve yardımcı gereçlerin bir uyum içerisinde birleşimiyle oluşan birleşme yerlerinin sağlamlığıdır. Bu çalışmada, kutu mobilya köşe birleştirme yerlerinin sağlamlığı esas alınmıştır. Mobilyaların köşe birleşim yerlerinde çeşitli sebeplerden dolayı mekanik zorlamalar meydana gelebilmektedir. Köşelere gelen zorlayıcı kuvvetler mobilyaların zamanla deformasyona uğramasına neden olabilmektedir. Bu deformasyonları tespit edebilmek için köşelerin maruz kalabileceği etkiler sembolize edilerek çeşitli çalışmalar yapılmıştır [32]. Deney metodunda benzer çalışmalardan yararlanılmış olup buna ait düzenekler Şekil 4.17’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Deney düzeneği
a) Diyagonal basınç deney düzeneği
b) Diyagonal çekme deney düzeneği

4.4. Deneylerin Yapılışı

4.4.1. Test cihazı

Deneyler için, Boydak Holding Boytaş-I Üretim Tesisleri Kalite Yönetim Laboratuvarına ait maksimum 10 kN (yaklaşık 1000 kg) gücündeki ZWICK Z010 test cihazı kullanılmıştır (Resim 4.1). Deneylerde ASTM-D 1037 esaslarına uyulmuştur. Basınç kolunda 0,001....1000 mm/min hız sağlayan statik yüklemelerle diyagonal çekme ve diyagonal basınç testi gerçekleştirilmiştir. Deney örneklerinin deformasyon anındaki kuvvetleri N (Newton) cinsinden kaydedilmiştir.



Resim 4.1. Deneylerde kullanılan test cihazı

4.4.2. Verilerin değerlendirilmesi

Bu çalışmada, birleştirme teknikleri, tutkal ve malzeme çeşidinin diyagonal basınç ve çekme performansı etkileri araştırılmıştır. Bu performansları belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Faktörlerin karşılıklı etkileşiminin % 5 hata payı ile anlamlı çıkması halinde önem derecesini belirtmek için DUNCAN testi uygulanmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Çekme Performansı

Masif mobilya dişli köşe birleştirmede; malzeme çeşidi, diş açısı, tutkal çeşidinin diyagonal çekme performansı etkilerine ilişkin değerler Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Malzeme çeşidi, diş açısı, tutkal çeşidinin çekme performansına ilişkin değerler (N)

		M		DK		S		MDF	
		P	D	P	D	P	D	P	D
I	max.	2516,73	2086,76	2998,63	2679,13	1752,37	2061,76	660,90	868,98
	min.	2421,39	1927,20	2753,20	1913,65	1372,87	1947,80	566,19	710,80
	s.s.	39,96	64,29	111,53	279,82	140,84	47,34	46,41	66,93
	v	35,74	57,50	99,75	250,27	125,97	42,35	41,51	59,86
	x	2468,76	2023,54	2898,68	2279,70	1558,55	1997,93	603,60	790,74
II	max.	2808,71	2722,04	3257,13	2399,97	2341,06	2460,42	653,53	672,85
	min.	2552,45	2590,59	2736,00	1833,55	1866,75	2112,14	590,48	519,76
	s.s.	117,84	48,67	190,74	218,61	222,27	125,37	25,10	64,93
	v	105,39	43,53	170,59	195,53	198,80	113,13	22,45	58,07
	x	2684,18	2656,01	3011,47	2038,79	2103,72	2266,42	610,61	611,98
III	max.	3520,14	3934,51	2796,97	2607,20	2275,91	2636,10	833,72	859,51
	min.	3507,36	3600,87	2714,75	2417,96	2109,87	2519,62	630,77	844,85
	s.s.	6,01	118,34	35,81	80,74	80,86	43,37	73,08	5,95
	v	5,37	130,05	32,03	72,22	72,32	38,78	65,37	5,32
	x	3511,37	3771,64	2758,80	2561,76	2202,75	2573,44	742,26	849,25
IV	max.	3647,51	3788,12	3162,60	2675,36	2559,07	2819,82	808,36	828,29
	min.	3547,87	3602,35	2884,15	2457,63	2212,13	2631,69	685,19	760,37
	s.s.	40,39	70,51	114,53	84,83	148,74	72,74	47,80	27,76
	v	36,13	63,07	52,88	75,87	133,04	62,29	42,75	24,83
	x	3601,67	3688,35	3023,11	2577,36	2304,05	2742,11	764,65	799,44
V	max.	3012,44	2577,45	3640,12	1993,00	2590,17	2669,64	909,37	963,19
	min.	2785,45	2507,84	3408,95	1867,45	2317,61	2468,68	732,55	891,77
	s.s.	98,43	27,81	87,74	53,93	99,05	74,29	71,36	30,55
	v	88,07	27,87	75,41	48,23	88,59	66,45	63,82	27,32
	x	2897,62	2552,56	3515,95	1923,92	2478,89	2577,15	857,86	930,19

max. : En büyük min. : En küçük s.s. : Standart sapma v. : Varyans x: Ortalama

M. : Meşe

DK : Doğu kayını

S : Sarıçam

MDF : MDF

P : Polivinilasetat tutkalı

D : D-VTKA tutkalı

I : 75 °

II : 78 °

III : 81 °

IV : 84 °

V : 87 °

Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin diyagonal çekme performansı etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.2’ de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin diyagonal çekme performansı etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P < 0,05
Malzeme Çeşidi (A)	3	145775682,020	48591894,007	4516,9644	0,0000
Dış Açısı (B)	4	10449368,335	2612342,084	242,8359	0,0000
A x B	12	10202402,623	850200,219	79,0322	0,0000
Tutkal Çeşidi (C)	1	712304,484	712304,484	66,2138	0,0000
A x C	3	7939791,687	2646597,229	246,0202	0,0000
B x C	4	1986924,899	496731,225	46,1747	0,0000
A x B x C	12	2128481,931	177373,494	16,4881	0,0000
Hata	160	1721223,019	10757,644		
Toplam	199	180916178,997			

Faktör A: Malzeme çeşidi (Doğu kayını, Meşe, Sarıçam, MDF)

Faktör B: Dış açısı (75°, 78°, 81°, 84°, 87°)

Faktör C: Tutkal çeşidi (PVAc, Desmodur-VTKA)

Malzeme ve tutkal çeşidi, dış açısının diyagonal çekme performansları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

Malzeme çeşidine göre, çekme performansı ortalamaları (N) Çizelge 5.3’ de verilmiştir.

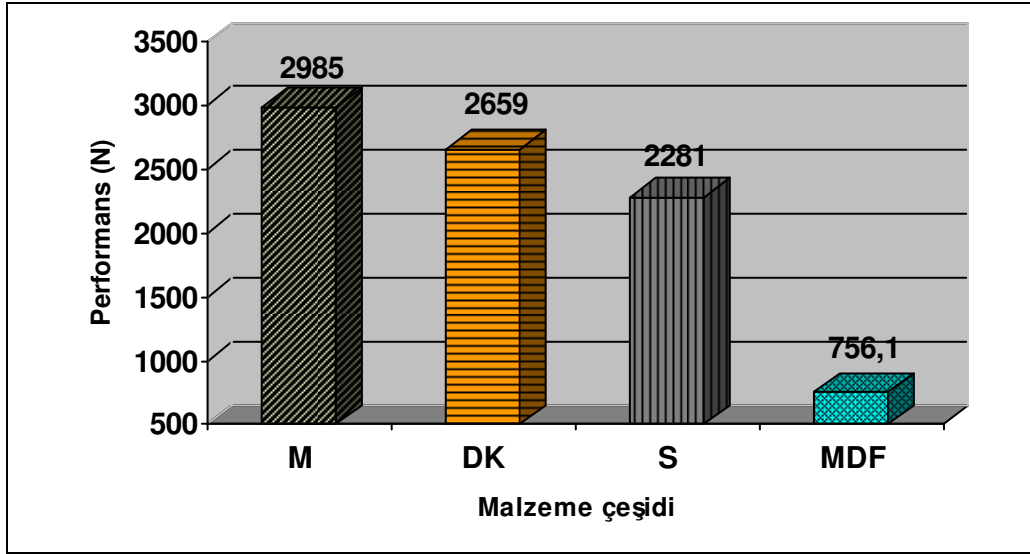
Çizelge 5.3. Malzeme çeşidine göre ortalama çekme performansları (N)

Malzeme Çeşidi	X	HG*
Meşe (M)	2985	A
Doğu kayını (DK)	2659	B
Sarıçam (S)	2281	C
Lif levha (MDF)	756,1	D

*LSD:40,91

X: Aritmetik Ortalama HG: Homojenlik Grupları

Çekme performansı malzeme çeşidine göre en yüksek meşe (2985 N), en düşük MDF (756,1 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.1’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Malzeme çeşitlerine göre çekme performansları

Malzeme çeşidi bakımından çekme performansı ortalamaları, en yüksekten başlayarak sıralama; meşe, Doğu kayını, sarıçam ve MDF şeklinde olmuştur.

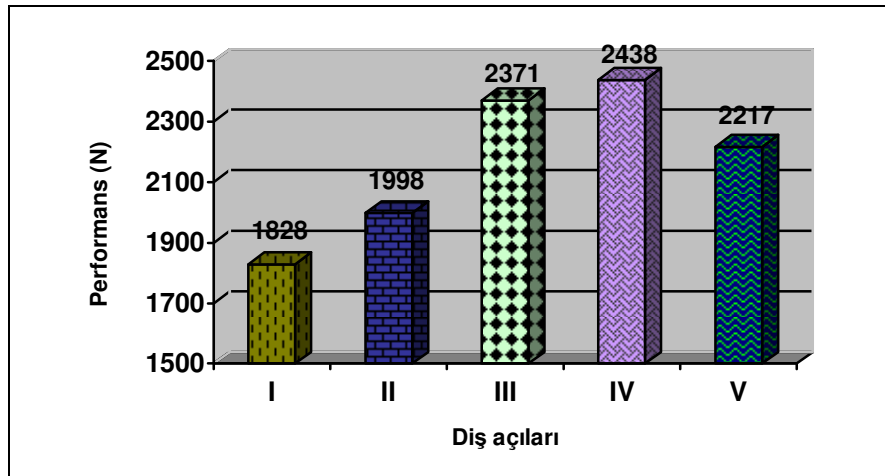
Diş açılarına göre, çekme performansı ortalamaları (N) Çizelge 5.4' de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Diş açılarına göre ortalama çekme performansları (N)

Diş Açıları	X	HG*
75° (I)	1828	E
78° (II)	1998	D
81° (III)	2371	B
84° (IV)	2438	A
87° (V)	2217	C

*LSD:45.73

Diş açılarına göre çekme performansı, en yüksek 84° de (2438 N), en düşük 75° de (1828 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.2' de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Diş açılılarına göre çekme performansları

Diş açılıları bakımından çekme performansı ortalamaları, en yüksekten başlayarak sıralama; IV, III, V, II, I şeklinde olmuştur.

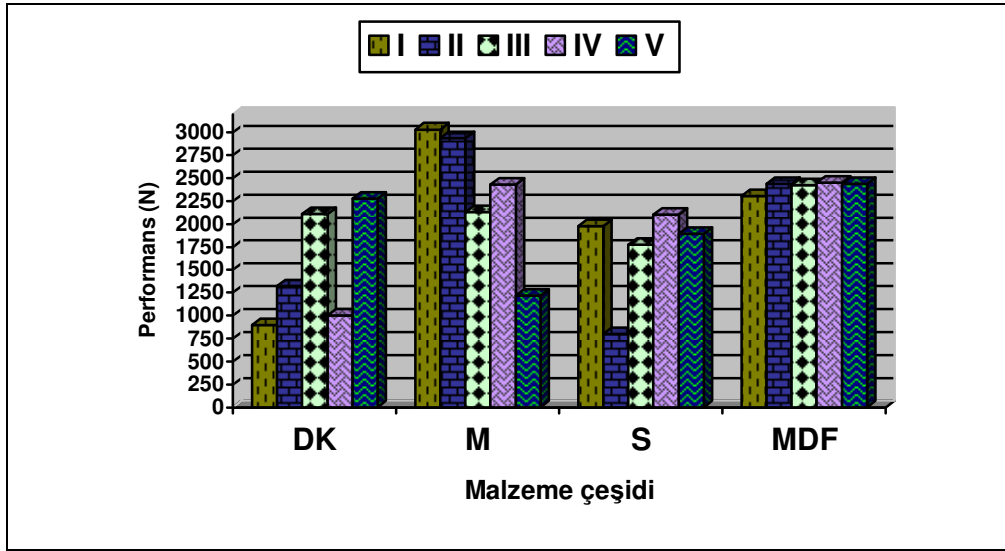
Malzeme çeşidi ve diş açılılarının, çekme performansı ortalamaları (N) Çizelge 5.5' de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Malzeme çeşidi ve diş açılısının ortalama çekme performansları (N)

İşlem çeşidi	X	HG*
DK+I	894	K
DK+II	1320,8	I
DK+III	2111	E
DK+IV	1000,3	J
DK+V	2276	D
M+I	3033	A
M+II	2938	B
M+III	2130	E
M+IV	2431	C
M+V	1215,8	I
S+I	1978,4	F
S+II	796,3	K
S+III	1773	H
S+IV	2102	E
S+V	1893	G
MDF+I	2304	D
MDF+II	2439	C
MDF+III	2423	C
MDF+IV	2452	C
MDF+V	2438	C

*LSD:91.47

Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek M+75°'de (3033 N), en düşük S+78°'de (796,3 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.3' de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimine göre çekme performansları

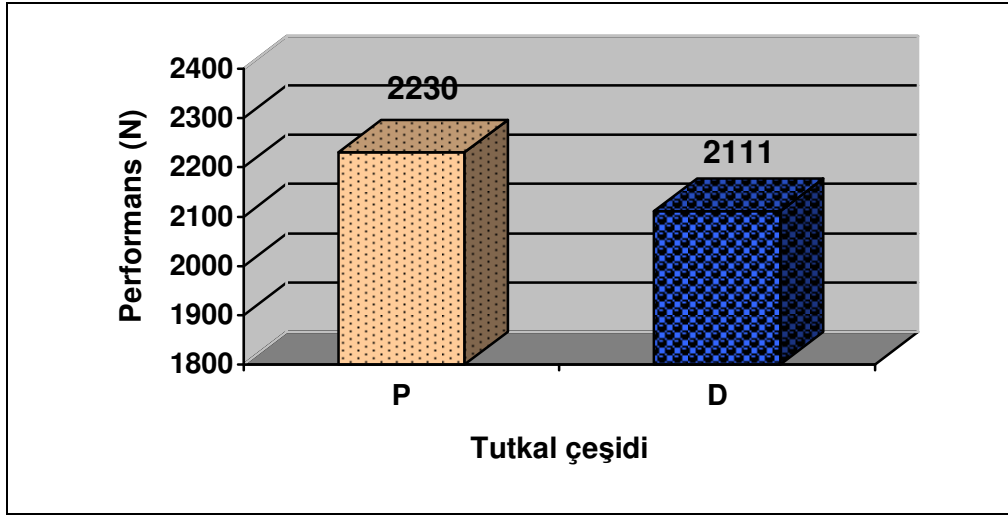
Tutkal çeşidine göre, çekme performans ortalamaları (N) Çizelge 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Tutkal çeşidine göre ortalama çekme performansları (N)

Tutkal Çeşidi	X	HG*
PVAc (P)	2230	A
D-VTKA (D)	2111	B

*LSD: 28.92

Tutkal çeşidine göre çekme performansı, en yüksek PVAc' de (2230 N), en düşük D-VTKA' de (2111 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.4' de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Tutkal çeşidine göre çekme performansları

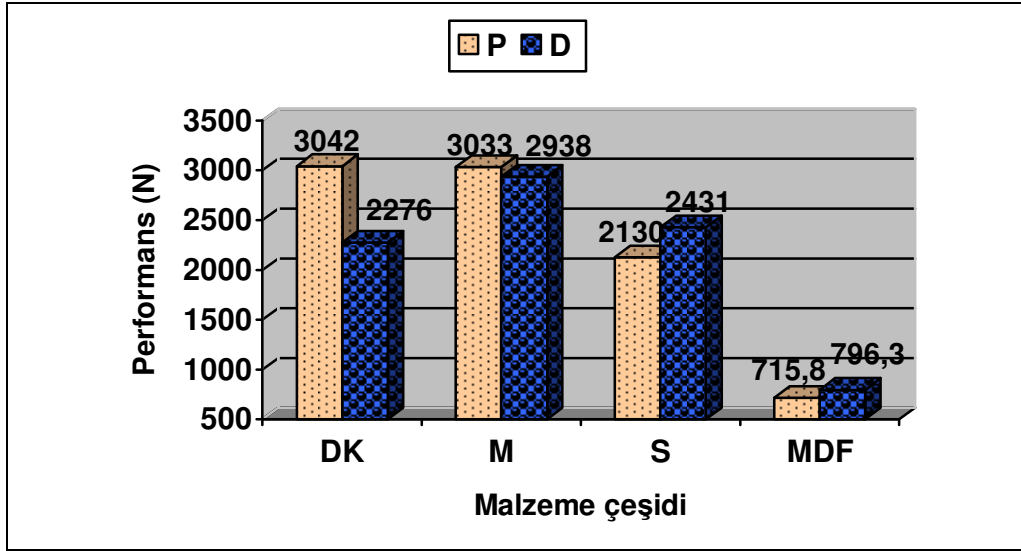
Malzeme çeşidi ve tutkal çeşitlerinin, çekme performans ortalamaları (N) Çizelge 5.7' de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Malzeme ve tutkal çeşidine göre ortalama çekme performansları (N)

İşlem çeşidi	X	HG*
DK+P	3042	A
DK+D	2276	D
M+P	3033	A
M+D	2938	B
S+P	2130	E
S+D	2431	C
MDF+P	715,8	G
MDF+D	796,3	F

*LSD:57.85

Malzeme ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek DK+PVAc' de (3042 N), en düşük MDF+PVAc' de (715,8 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.5' de gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Malzeme ve tutkal çeşidine göre çekme performansları

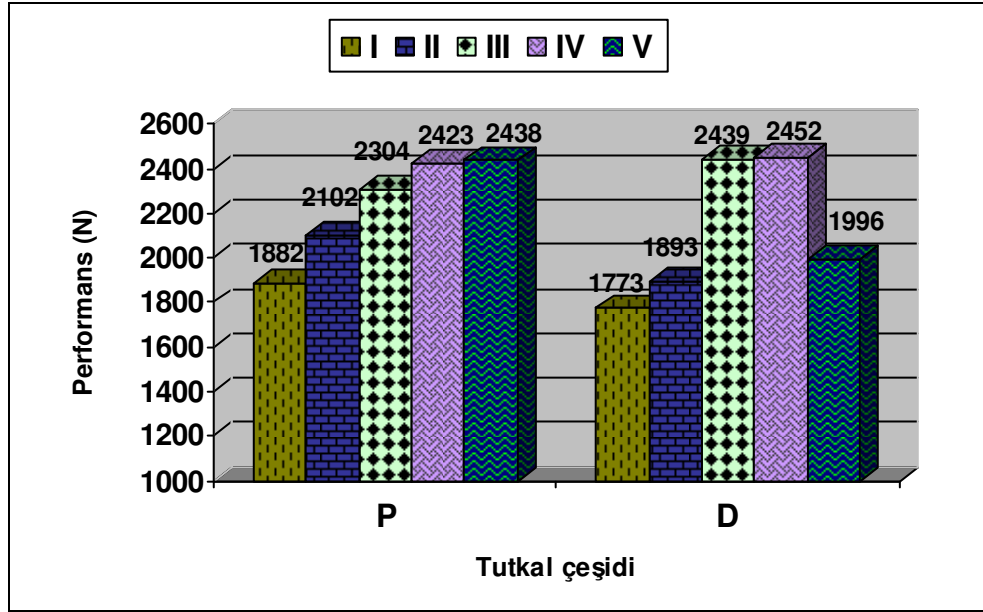
Diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşiminin çekme performans ortalamaları (N) Çizelge 5.8’ de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre ortalama çekme performansları (N)

İşlem çeşidi	X	HG*
I+P	1882	E
I+D	1773	F
II+P	2102	C
II+D	1893	E
III+P	2304	B
III+D	2439	A
IV+P	2423	A
IV+D	2452	A
V+P	2438	A
V+D	1996	D

*LSD:64.68

Diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek 84°+ D-VTKA’ de (2452 N), en düşük 75°+D-VTKA’ de (1773 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.6’ da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre çekme performansları

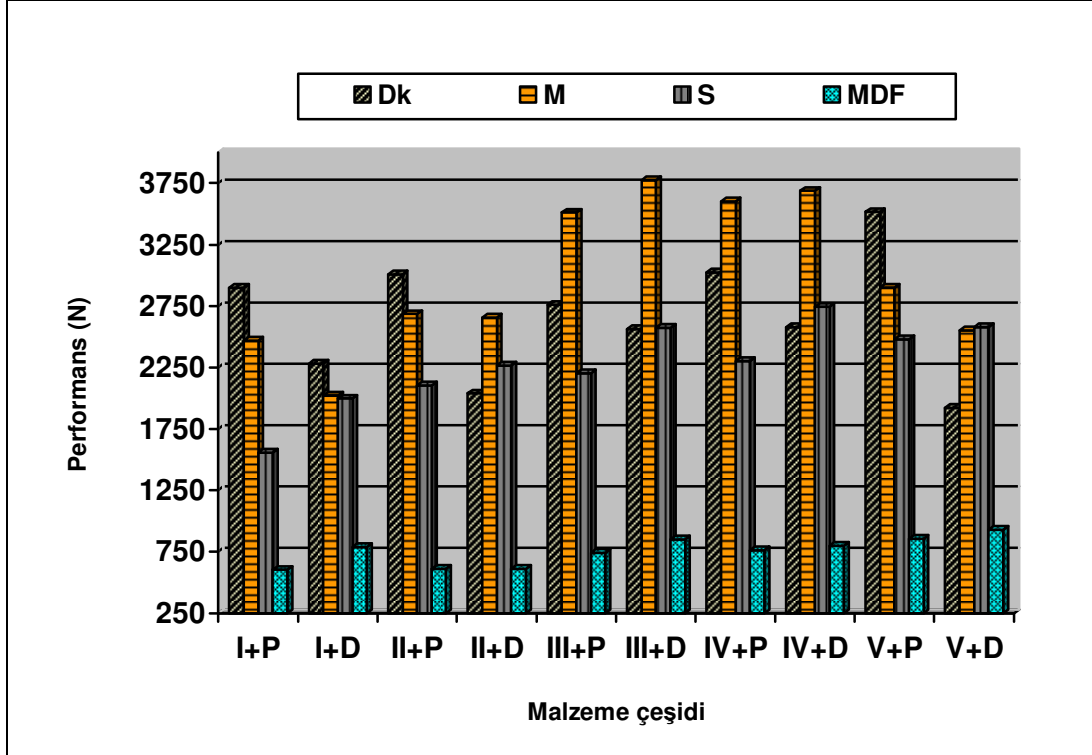
Çekme performansına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.9' da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Çekme performansı Duncan test sonuçları

İşlem çeşidi	X	HG*	İşlem çeşidi	X	HG*
M+III+D	3772	A	S+IV+P	2304	H
M+IV+D	3688	AB	DK+I+D	2280	H
M+IV+P	3602	BC	S+II+D	2266	H
DK+V+P	3516	C	S+III+P	2203	HI
M+III+P	3511	C	S+II+P	2104	IJ
DK+IV+P	3023	D	DK+II+D	2039	JK
DK+II+P	3011	D	M+I+D	2023	JK
DK+I+P	2899	D	S+I+D	1998	JK
M+V+P	2898	D	DK+V+D	1924	K
DK+III+P	2759	E	S+I+P	1559	L
S+IV+D	2742	E	MDF+V+D	930,2	M
M+II+P	2684	EF	MDF+V+P	857,9	MN
M+II+D	2656	EF	MDF+III+D	849,3	MN
DK+IV+D	2577	FG	MDF+IV+D	799,4	MN
S+V+D	2577	FG	MDF+I+D	790,7	MN
S+III+D	2573	FG	MDF+IV+P	764,6	N
DK+III+D	2562	FG	MDF+III+P	742,3	N
M+V+D	2553	FG	MDF+II+D	612	O
S+V+P	2479	G	MDF+II+P	610,6	O
M+I+P	2469	G	MDF+I+P	603,6	O

*LSD:129,4

Malzeme çeşidi, diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek M+III+D (3772 N), en düşük MDF+I+P (603,6 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.7' de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Malzeme çeşidine göre çekme performansları

5.2. Basınç Performansı

Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin diyagonal basınç performansı etkilerine ilişkin değerler Çizelge 5.10' da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin basınç performansına ilişkin değerler (N)

		M		DK		S		MDF	
		P	D	P	D	P	D	P	D
I	max.	1174,75	889,58	980,33	975,34	694,66	885,19	521,73	730,28
	min.	1033,38	785,66	802,05	783,60	639,22	807,14	448,94	566,93
	s.s.	52,34	37,54	87,62	91,78	123,97	30,43	27,35	66,23
	v	46,82	24,09	78,37	82,08	21,45	27,21	24,46	59,24
	x	1116,46	838,98	889,20	873,52	669,12	848,39	479,18	641,07
II	max.	980,94	953,43	1178,75	811,38	700,37	958,00	530,36	545,54
	min.	861,31	616,27	842,18	727,02	618,17	849,51	406,42	416,51
	s.s.	49,24	130,93	134,79	32,76	36,06	66,14	49,41	54,09
	v	44,22	117,11	120,56	29,30	32,25	59,16	44,19	46,05
	x	939,80	755,53	948,52	770,82	662,24	877,53	486,04	455,49
III	max.	1248,21	1105,16	988,63	1611,39	910,94	1163,81	599,46	626,90
	min.	1214,53	1081,61	923,51	1403,43	819,51	918,68	483,97	530,29
	s.s.	13,46	9,64	25,69	80,26	35,05	89,58	43,38	36,91
	v	12,04	8,73	22,98	71,79	31,35	80,13	38,80	33,01
	x	1225,96	1097,79	963,16	1539,34	864,90	1035,90	536,63	590,42
IV	max.	1359,26	1296,81	1325,46	1510,64	776,11	1242,76	549,43	669,94
	min.	1226,95	1221,77	1106,37	1210,05	694,86	1031,44	468,70	520,63
	s.s.	66,17	30,78	81,61	106,61	30,55	78,96	28,65	53,78
	v	43,58	27,53	72,99	95,35	27,33	70,63	25,63	48,10
	x	1296,5	1263,62	1215,28	1365,42	739,02	1147,91	508,75	587,88
V	max.	1461,47	1283,10	1284,43	1417,57	862,53	887,60	448,86	649,66
	min.	1261,28	1088,29	1245,76	1152,52	716,16	857,80	407,80	451,54
	s.s.	76,82	74,07	18,31	94,26	51,98	12,38	15,88	81,70
	v	68,71	66,25	16,38	84,31	46,5	11,07	14,20	73,07
	x	1349,38	1164,19	1262,70	1287,22	791,46	879,81	431,93	545,25

max. : En büyük min. : En küçük s.s. : Standart sapma v. : Varyans x: Ortalama

M. : Meşe

DK : Doğu kayını

S : Sarıçam

MDF : MDF

P : Polivinilasetat tutkalı

D : D-VTKA tutkalı

I : 75 °

II : 78 °

III : 81 °

IV : 84 °

V : 87 °

Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin diyagonal basınç performansı etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.11’ de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Malzeme çeşidi, dış açısı, tutkal çeşidinin diyagonal basınç performansı etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P < 0,05
Malzeme Çeşidi (A)	3	11242905,506	3747635,169	847,2426	0,0000
Dış Açısı (B)	4	2504181,076	626045,269	141,5325	0,0000
A x B	12	1233292,594	102774,383	23,2346	0,0000
Tutkal Çeşidi (C)	1	163557,947	163557,947	36,9762	0,0000
A x C	3	942884,598	314294,866	71,0539	0,0000
B x C	4	307442,725	76860,681	17,3762	0,0000
A x B x C	12	758643,008	63220,251	14,2925	0,0000
Hata	160	707733,094	4423,332		
Toplam	199	17860640,547			

Faktör A: Malzeme çeşidi (Doğu kayını, Meşe, Sarıçam, MDF)

Faktör B: Dış açısı (75°, 78°, 81°, 84°, 87°)

Faktör C: Tutkal çeşidi (PVAc, Desmodur-VTKA)

Malzeme ve tutkal çeşidi, dış açısının diyagonal basınç performansları arasındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

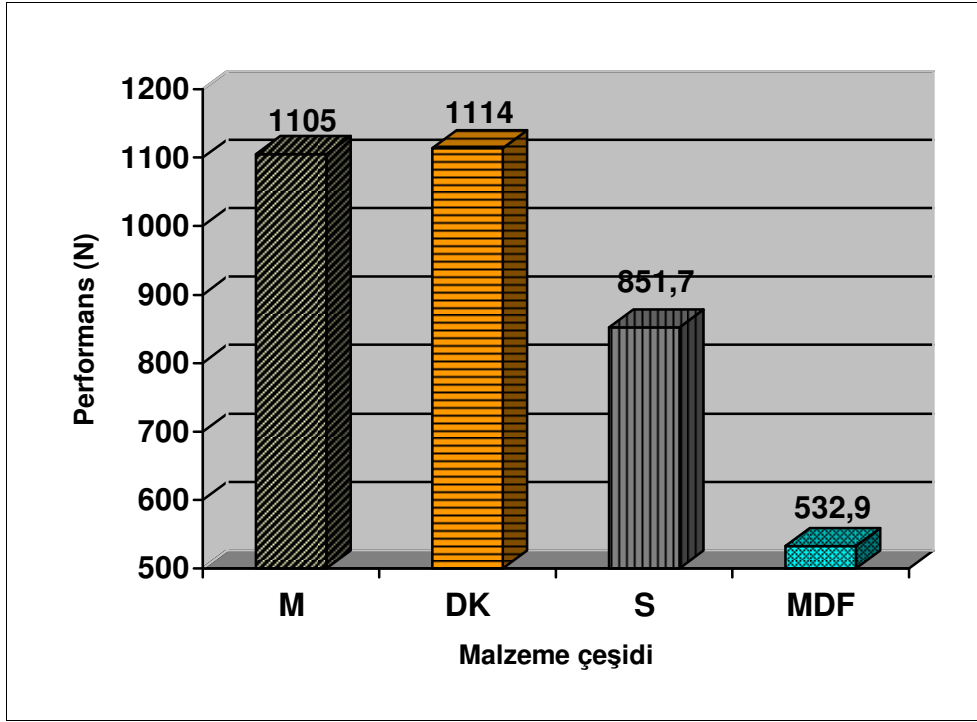
Malzeme çeşidine göre, basınç performansı ortalamaları (N) Çizelge 5.12’ de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Malzeme çeşidine göre ortalama basınç performansları (N)

Malzeme Çeşidi	X	HG*
Doğu kayını (DK)	1114	A
Meşe (M)	1105	A
Sarıçam (S)	851,7	B
Lif levha (MDF)	532,9	C

*LSD:26,23

Basınç performansı malzeme çeşidine göre en yüksek Doğu kayınında (1114 N), en düşük MDF (532,9 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.8’ de gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Malzeme çeşitlerine göre basınç performansları

Malzeme çeşidi bakımından basınç performansı ortalamaları, en yüksekten başlayarak sıralama; Doğu kayını, meşe, sarıçam ve MDF şeklinde olmuştur.

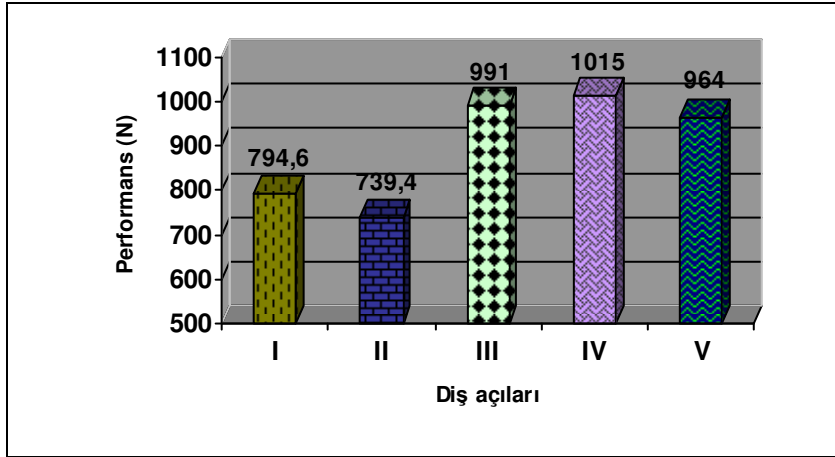
Diş açılarına göre, basınç performans ortalamaları (N) Çizelge 5.13' de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Diş açılarına göre ortalama basınç performansları (N)

Diş Açıları	X	HG*
75° (I)	794,6	C
78° (II)	739,4	D
81° (III)	991	AB
84° (IV)	1015	A
87° (V)	964	B

*LSD:29.33

Diş açılarına göre basınç performansı, en yüksek 84° de (1015 N), en düşük 78° de (739,4 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.9' da gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Diş açılarına göre basınç performansları

Diş açıları bakımından basınç performansı ortalamaları, en yüksekten başlayarak sıralama; IV, III, V, I, II şeklinde olmuştur.

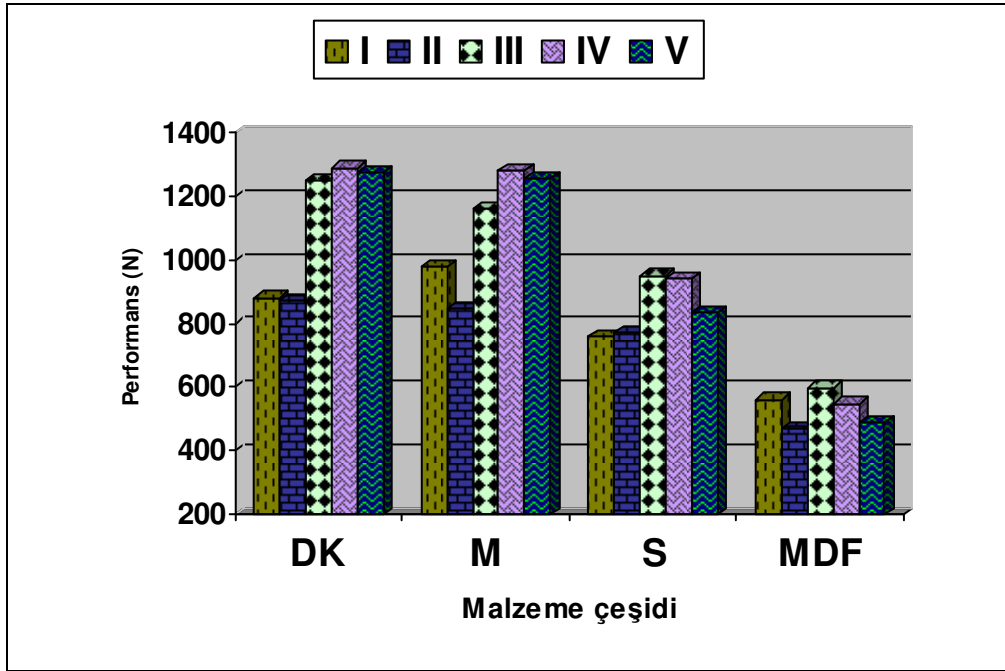
Malzeme çeşidi ve diş açılarının, basınç performans ortalamaları (N) Çizelge 5.14' de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Malzeme çeşidi ve diş açısının ortalama basınç performansları (N)

İşlem çeşidi	X	HG*
DK+I	881,4	D
DK+II	871,2	D
DK+III	1252	A
DK+IV	1290	A
DK+V	1275	A
M+I	977,7	C
M+II	847,7	D
M+III	1162	B
M+IV	1280	A
M+V	1257	A
S+I	759,1	E
S+II	769,9	E
S+III	950,4	C
S+IV	943,6	C
S+V	835,6	D
MDF+I	560,1	F
MDF+II	468,7	G
MDF+III	599,5	F
MDF+IV	547,5	F
MDF+V	488,5	G

*LSD:58.65

Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek DK+84° de (1290 N), en düşük MDF+78° de (468,7 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.10' da gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimine göre basınç performansları

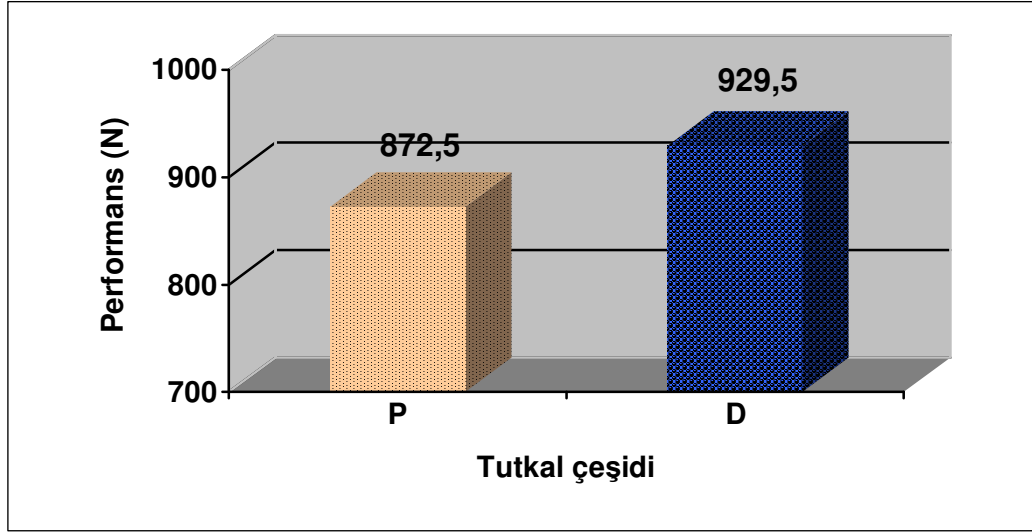
Tutkal çeşidine göre, basınç performans ortalamaları (N) Çizelge 5.15' de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Tutkal çeşidine göre ortalama basınç performansları (N)

Tutkal Çeşidi	X	HG*
D-VTKA (D)	929,5	A
PVAc (P)	872,3	B

*LSD: 18.55

Tutkal çeşidine göre basınç performansı, en yüksek D-VTKA' de (929,5 N), en düşük PVAc' de (872,3 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.11' de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Tutkal çeşidine göre basınç performansları

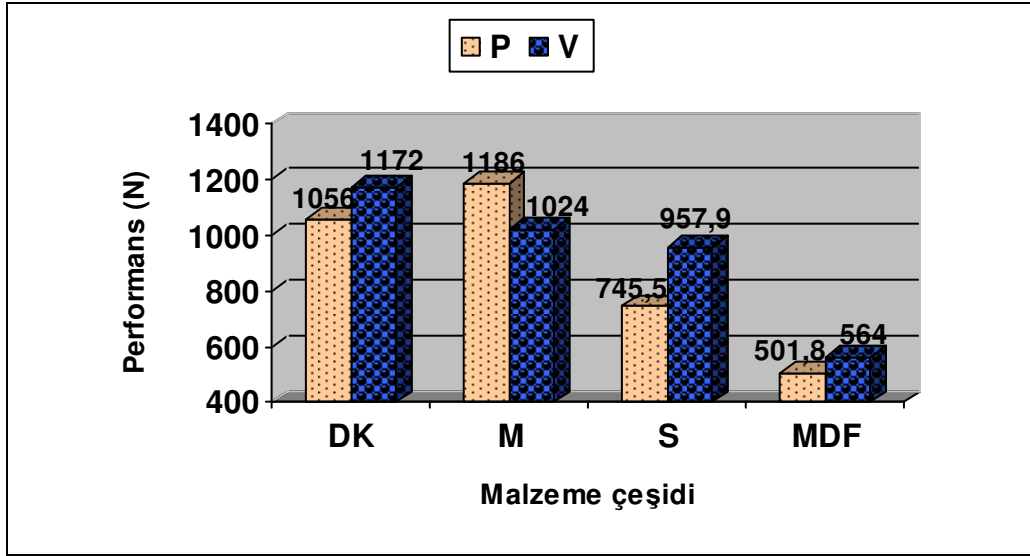
Malzeme çeşidi ve tutkal çeşitlerinin, basınç performans ortalamaları (N) Çizelge 5.16' da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Malzeme ve tutkal çeşidine göre ortalama basınç performansları (N)

İşlem çeşidi	X	HG*
DK+P	1056	B
DK+D	1172	A
M+P	1186	A
M+D	1024	B
S+P	745,5	D
S+D	957,9	C
MDF+P	501,8	F
MDF+D	564	E

*LSD:37.10

Malzeme ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek M+PVAc 'de (1186 N), en düşük MDF+PVAc' de (501,8 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.12' de gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Malzeme ve tutkal çeşidine göre basınç performansları

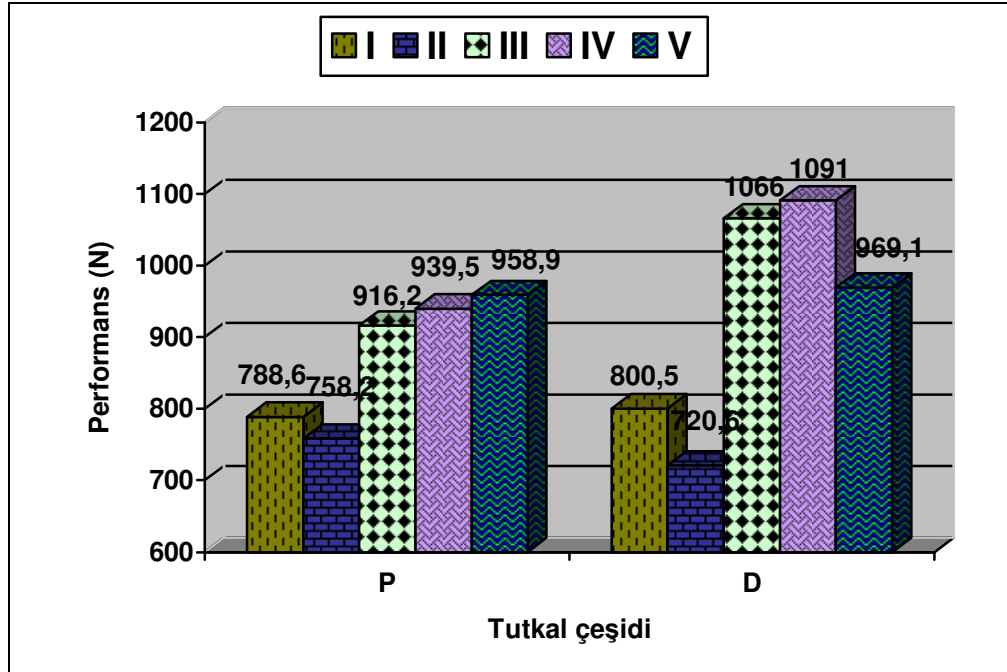
Diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşiminin basınç performans ortalamaları (N) Çizelge 5.17' de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre ortalama basınç performansları (N)

İşlem çeşidi	X	HG*
I+P	788,6	D
I+D	800,5	D
II+P	758,2	DE
II+D	720,6	E
III+P	916,2	C
III+D	1066	A
IV+P	939,5	BC
IV+D	1091	A
V+P	958,9	BC
V+D	969,1	B

*LSD:41.47

Diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek 84°+D-VTKA' de (1091 N), en düşük 78°+D-VTKA' de (720,6 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.13' de gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Diş açısı ve tutkal çeşidine göre basınç performansları

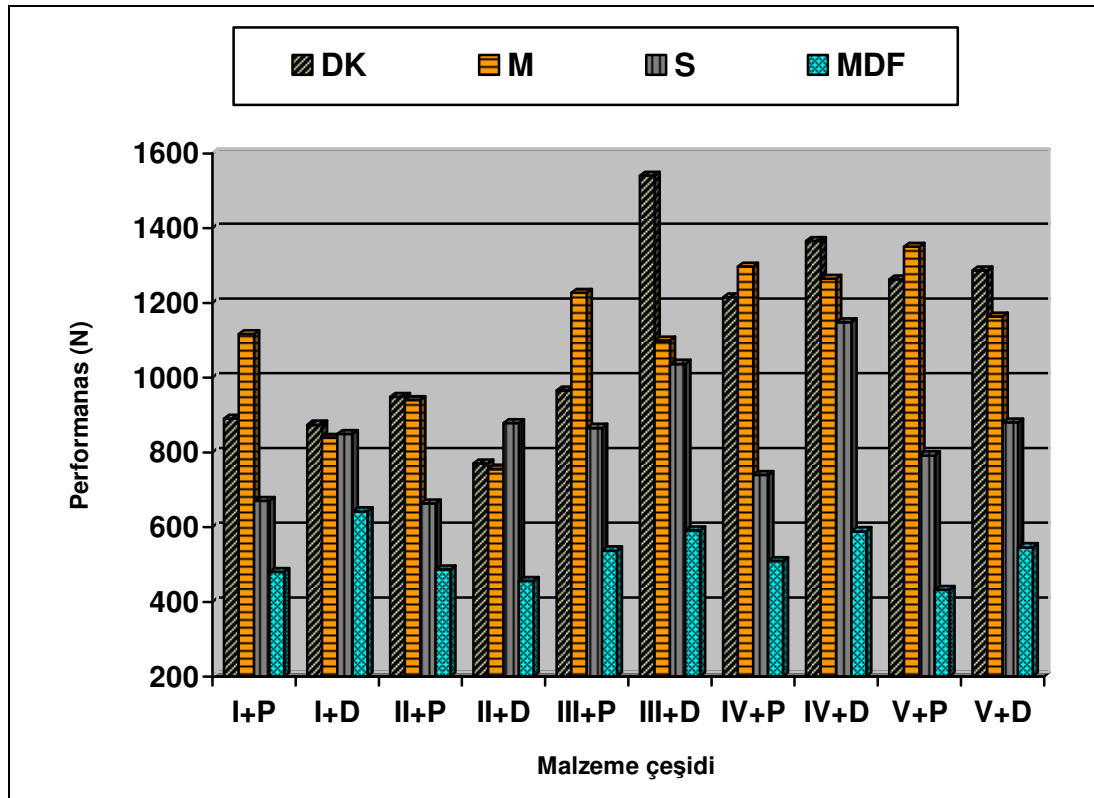
Basınç performansına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.18' de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Basınç performansı Duncan test sonuçları

İşlem çeşidi	X	HG*	İşlem çeşidi	X	HG*
DK+III+D	1539	A	DK+I+D	873,5	IJKLM
DK+IV+D	1365	B	S+III+P	864,9	JKLM
M+V+P	1349	BC	S+I+D	848,4	KLM
M+IV+P	1297	BCD	M+I+D	839,0	LMN
DK+V+D	1287	BCD	S+V+P	791,5	LMNO
M+IV+D	1264	CD	DK+II+D	770,8	MNO
DK+V+P	1263	CD	M+II+D	755,5	NOP
M+III+P	1226	DE	S+IV+P	739	OPQ
DK+IV+P	1215	DE	S+I+P	669,7	PQR
M+V+D	1164	EF	S+II+P	662,2	QR
S+IV+D	1148	EF	MDF+I+D	641,1	R
M+I+P	1116	FG	MDF+III+D	590,4	RS
M+III+D	1098	FG	MDF+IV+D	587,9	RST
S+III+D	1036	GH	MDF+V+D	545,2	RST
DK+III+P	965,2	HI	MDF+III+P	536,6	STU
DK+II+P	948,5	HIJ	MDF+IV+P	508,7	TUV
M+II+P	939,8	IJK	MDF+II+P	486	UV
DK+I+P	889,2	IJKL	MDF+I+P	479,2	UV
S+V+D	879,8	IJKLM	MDF+II+D	455,4	UV
S+II+D	877,5	IJKLM	MDF+V+P	431,9	V

*LSD:82.95

Malzeme çeşidi, diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek DK+III+D' de (1539 N), en düşük MDF+V+P' de (431,9 N) bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.14' de gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Malzeme çeşidine göre basınç performansları

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, mobilya tabla köşe birleştirmede uygulanan kırlangıç kuyruğu dişli birleştirmenin malzeme, diş açısı derecesi ve tutkal çeşidinin diyagonal çekme ve basınç performansına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Malzeme türü bakımından en yüksek çekme performansı meşede (2985 N), en düşük orta yoğunluklu lif levhada (756,1 N) bulunmuştur. Buna göre; meşenin çekme performans değeri, Doğu kayınından % 11, sarıçamdan % 25, orta yoğunluklu lif levhadan % 92 daha fazla çıkmıştır. Bu durum meşenin yoğunluğunun yüksek ve tekstür yapısının güçlü olmasından kaynaklanabilir.

Diş açısı bakımından çekme performansı, en yüksek 84°' de (2438 N), en düşük 75°' de (1828 N) bulunmuştur. Buna göre; 84°' lik diş açısının çekme performansı değeri, 81°' lik açıdan % 3, 87°' lik açıdan % 9, 78°' lik açıdan % 19, 75°' lik açıdan % 28 daha fazla çıkmıştır. Bu durum 84°' lik açı ile hazırlanan bıçağın lif kesim açısı derecesinin liflere paralele yakın olması uygulanan kuvvet karşısında liflerde kopma olmamasından kaynaklanabilir.

Tutkal çeşidi bakımından çekme performansı polivinilasetat (PVAc) tutkalında (2230 N), poliüretan (D-VTKA) tutkalında (2111 N) bulunmuştur. Buna göre; polivinilasetat tutkalı çekme performansı değeri, poliüretan (D-VTKA) tutkalına göre % 5 daha fazla çıkmıştır. Bu durum, polivinilasetat tutkalının adezyon kuvvetinin daha yüksek olmasından kaynaklanabilir. Nitekim yapılan çalışmada dişli birleştirmelerde daha çok lif kopmaları ve diş diplerinden kırılmalar olduğu gözlenmiştir.

Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek meşe+75°' de (3033 N), en düşük sarıçam+78°' de (796,3 N) bulunmuştur. Bu durum meşenin yoğunluğunun yüksek ve 75°' lik açının diş yüzey alanının diğerlerine göre fazla olmasından kaynaklanabilir.

Malzeme ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek Doğu kayını+PVAc tutkalında (3042 N), en düşük orta yoğunluklu lif levha+PVAc tutkalında (715,8 N) bulunmuştur. Bu durum Doğu kayınının homojen yapıda, yoğunluğunun yüksek, tekstürünün düzgün olmasından dolayı PVAc tutkalının adezyon kuvvetini artırmış olabilir.

Diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından çekme performansı en yüksek 84°+D-VTKA tutkalında (2452 N), en düşük 75°+D-VTKA tutkalında (1773 N) bulunmuştur. Bu durum 84° lik açıda lif kopmalarının kısıtlı olmasından ve D-VTKA tutkalının kohezyon gücünün yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Çekme performansı, malzeme çeşidi, diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından en yüksek M+III+D (3772 N), en düşük MDF+I+P (603,6 N) bulunmuştur.

Malzeme türü bakımından en yüksek basınç performansı Doğu kayınında (1114 N), en düşük orta yoğunluklu lif levhada (532,9 N) bulunmuştur. Buna göre; Doğu kayınının basınç performans değeri, meşeden % 1, sarıçamdan % 24, orta yoğunluklu lif levhadan % 61 daha fazla çıkmıştır. Bu durum Doğu kayınının homojen yapıda ve tekstürünün düzgün olmasından kaynaklanabilir.

Diş açısı bakımından basınç performansı, en yüksek 84° de (1015 N), en düşük 78° de (739,4 N) bulunmuştur. Buna göre; 84° lik diş açısının basınç performansı değeri, 81° lik açıda % 2, 87° lik açıdan % 5, 75° lik açıdan % 23, 78° lik açıdan % 30 daha fazla çıkmıştır. Bu durum 84° lik açı ile hazırlanan bıçağın lif kesim açısı derecesinin liflere paralele yakın olması uygulanan kuvvet karşısında liflerde kopma olmamasından kaynaklanabilir.

Tutkal çeşidi bakımından basınç performansı D-VTKA tutkalında (929,5 N), PVAc tutkalında (872,3 N) bulunmuştur. Buna göre; D-VTKA tutkalı basınç performans değeri, PVAc tutkalına göre % 6 daha fazla çıkmıştır. Bu durum, D-VTKA tutkalının kohezyon gücünün adezyon gücünden daha iyi olmasından kaynaklanabilir. Nitekim

yapılan çalışmada dişli birleştirmelerde daha çok tutkallı yüzeylerden ayrılmalar olduğu gözlenmiştir.

Malzeme çeşidi ve diş açısı etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek Doğu kayını+84° de (1290 N), en düşük orta yoğunluklu lif levhada+78° de (468,7 N) bulunmuştur. Bu durum doğu kayınının homojen yapıda ve tekstürünün düzgün olması ve 84° lik açıda lif kopmalarının kısıtlı olmasından kaynaklanabilir.

Malzeme ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek meşe+PVAc tutkalında (1186 N), en düşük orta yoğunluklu lif levhada+PVAc tutkalında (501,8 N) bulunmuştur. Bu durum meşenin yoğunluğunun yüksek D-VTKA tutkalının kohezyon gücünün yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından basınç performansı en yüksek 84°+D-VTKA tutkalında (1091 N), en düşük 78°+D-VTKA tutkalında (720,6 N) bulunmuştur. Bu durum 84° lik açıda lif kopmalarının kısıtlı olmasından ve D-VTKA tutkalının kohezyon gücünün yüksek ve birleşim alanındaki boşlukları dolduruyor olmasından kaynaklanabilir.

Basınç performansı, malzeme çeşidi, diş açısı ve tutkal çeşidi etkileşimi bakımından en yüksek DK+III+D (1539 N), en düşük MDF+V+P (431,9 N) bulunmuştur.

Sonuç olarak, muhtemel çekme kuvvetine maruz kalabilecek yerlerde kullanılacak masif ağaç malzemedен üretilecek meşe mobilyada diş açısı 81° ve D-VTKA tutkalı kırlangıç kuyruğu birleştirme avantaj sağlayabilir.

Basınç kuvvetinde ise masif ağaç malzeme olarak Doğu kayını, diş açısı 81° ve D-VTKA tutkalı kırlangıç kuyruğu birleştirme avantaj sağlayabilir.

Yarım gizli kırlangıç kuyruğu dişli birleştirme tekniğinde diş açılarının çekme ve basınç performansına etkileri yeni bir araştırma konusu olabilir.

Kırlangıç kuyruğu dişli köşe birleştirmelerde farklı kalınlıklarda arkalık bağlanarak yapılacak mobilyanın çekme ve basınç performansına etkileri yeni bir araştırma konusu olabilir.

KAYNAKLAR

1. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., “Kenarları masifli ve masifsiz MDF levhalarında kavala çaplarının çekme direncine etkileri”, *P.Ü. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (2-3): 1173-1177 (1999).
2. Wagner, W.H., Kicklighter, C.E., “Modern Woodworking”, *The Goodheart-Willcox Company, Inc.*, Tinley Park, Illinois, 94-112 (1996).
3. Chia-Lin, H., Eckelman, C.A., “The use of performance tests in evaluating joint and fastener strength in case furniture”, *Forest Products Journal*, 44 (9): 47-53 (1994).
4. Göde, F., “Ahşap çekmecede köşe birleştirme performansının belirlemesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-48 (2005).
5. Rogowski, G.J., “Dovetail Joints, Section 9”, *The Taunton Press, Newtown*, 150-193 (2002).
6. Zorlu, İ., “Ağaçşleri Konstrüksiyon Bilgisi Temel Ders Kitabı”, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 26-39 (2001).
7. TSE 4951, “Ahşap Birleştirmeler-Düz ve Kırılancık Kuyruğu Dişli Köşe Birleştirme Kuralları”, *T.S.E.*, Ankara, 1-6 (1986).
8. Özçifçi, A., Dünder, K., Özen, R., “Kutu mobilyada bazı köşe birleştirmelerin mukavemet özelliklerinin teorik olarak hesaplanması”, *Journal of Scientific Research Foundation*, 1(2): 71-78 (1996).
9. Örs, Y., “Kama dişli birleştirmeli masif ağac malzemede mekanik özellikler”, *K.T.Ü. Orman Fakültesi*, Karadeniz Üniversitesi Basımevi, 112:1, 2, 29-35 (1987).
10. Atar, M., Özçifçi, A., “The effects of screw and back panels on the strength of corner joints in case furniture”, *Materials & Design*, 29:519-525 (2007).
11. Atar, M., “Melamin reçineli kağıtla kaplanmış yonga levhanın çeşitli malzeme ve tutkallarla yüz yüze yapışma direnci”, *G.Ü.T.E.F., Politeknik Dergisi*, 9 (4): 319-324 (2006).
12. Eckelman, C., Haviarova, E., Erdil, Y., Tankut, A., Akcay, H., Denizli, N., “Bending moment capacity of round mortise and tenon furniture joints”, *Forest Products Journal*, 54 (12): 192-197 (2004).

13. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., “Farklı ağaç türleri ile YL ve Lif levhalarda PVAc veya D-VTKA tutkalı kullanılarak uygulanan kavelalarda çekme mukavemeti”, *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23(1):151-156 (1999).
14. Altınok, M., Özçifçi, A., Özen, R., “Kutu mobilyada bazı köşe birleştirmelerin mukavemet özelliklerine ait deneysel analizi ve değerlendirilmesi”, *Journal of Scientific Research Foundation*, 1(2):63-70 (1996).
15. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., “Etiket yongalı levha (WFB) kenarına uygulanan farklı ölçülerdeki masif kalınlıkları ve kavela çaplarının çekme direncine etkileri”, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1):15-22 (2000).
16. Altınok, M., “Tablalı mobilyada köşe birleştirme işlemlerinin diyagonal basınç ve çekme dirençlerine etkisi”, *G.Ü.T.E.F., Politeknik Dergisi*, 9(4):311-317 (2006).
17. Efe, H., Kasal, A., “Tabla tipi kavelalı köşe birleştirmelerde tutkal çeşidinin çekme direncine etkileri”, *G.Ü.T.E.F., Politeknik Dergisi*, 3(4):67-72 (2000).
18. Shih-Chao, L., Eckelman, C.A., “Rigidity of furniture cases wiht various joint constructions”, *Forest Products Journal*, 37 (1):23-27 (1987).
19. Tankut, A.N., Tankut, N., “Effect of some factors on the strength of forniture corner joints constructed with wood biscuits”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 301-309 (2004).
20. Çelikel, Ü., “Ahşap bisküit tipi yabancı çitalı mobilya köşe birleştirmelerinin direnç özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 19-20, 43 (2006).
21. Atar, M., “PVAc tutkalında viskozite değişiminin bazı ağaç malzemelerde yapışma direncine etkileri”, *G.Ü.T.E.F., Politeknik Dergisi*, 10(1): 85-91 (2007).
22. Özmüş, M., “Mobilya çekmecesı köşe birleştirmelerinde diyagonal çekme performanslarının karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 46-47 (2006).
23. Örs, Y., Atar, M., Demirci, Z., “Borlu Birleşikler ile Emprenye etmenin ağaç malzemede üst yüzey işlemleri ve yanma özelliklerine etkileri”, *Tübitak, MİSAG*, 237 (2005).
24. “Physics of Wood, Chapter 3-1”, “Mechanics of Wood, Chapter 4-1”, “WOOD handbook: Wood as an engineering material”, *University Press of the Pacific Honolulu, Havai*, US. Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, 3-25, 4-55 (2000).

25. Kollmann, F.P., Côté, W.A., “Physics of Wood”, “Mechanics and Rheology of Wood”, Principles of Wood Science and Technology, Volume I: Solid Wood, *Heidelberg*, New York, Tokyo, 160-285, 292-414 (1984).
26. Şanıvar, N., Zorlu, İ., “Yapay Elyaf Plakalar”, “Ağaç İşleri Gereç Bilgisi Kitabı”, Yayın No 43, Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 251-253 (1980).
27. TS 64-3 EN 622-3, “Lif Levhalar-Özellikler-Bölüm 3: Orta Sert Levhaların Özellikleri”, *T.S.E.*, Ankara, 1-15 (2005).
28. Üretici firma katalogu, “Kuru Yöntemle Üretilmiş Lif Levhaların Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri”, *Çamsan*, Ankara, 1-17 (2001).
29. TS 3891, “Yapıştırıcılar-Polivinilasetat Esaslı Emülsiyon”, *T.S.E.*, Ankara, 1-12 (1983).
30. “Üretici Firma Dokümantasyonu”, *Polisan*, Kocaeli, 3-8 (1996).
31. Demetçi, E.Y., “Önemli Bazı Ağaç Türlerinin Polivinilasetat ve Epoksi Tutkalları İle Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar”, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 35-46 (1991).
32. Lesacher, H., “Die Beste Eckverbindung”, *Schweiz, Schreinerzeitung*, 35:56-59 (1986).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÜSTÜNDAĞ, Avni
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 28.09.1977 Ereğli
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (322) 328 00 89
e-mail : avniustundag@hotmail.com.

Eğitim

Derece

Lisans

Lise

Eğitim Birimi

Gazi Üniversitesi/ Mob. ve Dek. Bölümü

Ereğli Endüstri Meslek Lisesi

Mezuniyet tarihi

1999

1993

İş Deneyimi

Yıl

1999-.....

Yer

Kiremithane End. Mes. Lisesi

Görev

Öğretmen

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Futbol, Basketbol