

**BAZI AHŞAP TUTKALLARININ MASİF VE LEVHALARDA
YAPIŞMA PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ**

MURAT YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2006

ANKARA

Murat YILMAZ tarafında hazırlanan BAZI AHŞAP TUTKALLARININ MASIF VE LEVHALARDA YAPIŞMA PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.




Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

Tez Yöneticisi

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

Başkan:

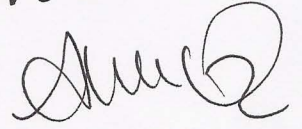
Prof. Dr. Mustafa ALTINOK 

Üye

: Doç. Dr. Musa ATAR 

Üye

: Doç. Dr. Ayhan ÖZCİFCİ



Üye

: _____

Üye

: _____

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



**BAZI AHŞAP TUTKALLARININ MASİF VE LEVHALARDA YAPIŞMA
PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

MURAT YILMAZ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Ocak 2006

ÖZET

Bu çalışma, ahşap endüstrisinde kullanılan önemli bazı tutkalların, ağaç malzeme ve levhalarda yapışma performanslarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) ve Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*) ile MDF, suntalam, ve yonga levhadan hazırlanan deney örnekleri, PVAc, Desmodur-VTKA, Kleiberit 569 tutkalları ile yapıştırılmıştır. Hazırlanan deney örneklerine, ağaç malzemeler için TS EN 205, levhalar için ASTM D 1037 esaslarına göre çekme deneyi uygulanmıştır.

Sonuç olarak; en yüksek yapışma performansı, Ağaç malzeme çeşidi bakımından kayın odununda ($13,51 \text{ N/mm}^2$), levha türü bakımından MDF ($3,29 \text{ N/mm}^2$), tutkal çeşidi bakımından Kleiberit 569 tutkalında ($7,13 \text{ N/mm}^2$) ve malzeme türü + tutkal çeşidi bakımından Kleiberit 569 tutkalı ile yapıştırılmış kayın odununda ($14,34 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Buna göre; Ağaç malzeme ve levhaların tutkallama işlemlerinde Kleiberit 569 tutkalı kullanılması avantaj sağlayabilir.

Bilim Kodu : 711.3.023

Anahtar Kelimeleri : Yapışma performansı, ahşap tutkalı, ahşap levhalar ve ağaç malzeme.

Sayfa Adedi : 36

Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

**DETERMINATION OF BONDING PERFORMANCES OF SOME ADHESIVES
ON THE MASSIVE WOOD AND BOARDS.**

(M. Sc. Thesis)

MURAT YILMAZ

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

January 2006

ABSTRACT

This study was done on bonding performance of some important glues used in wood products industry company. For this purpose, wood samples were cut from Scots Pine (*Pinus Sylvestris L.*), Beech (*Fagus Orientalis L.*), MDF (medium Density of Fiberboard), laminated with chipboard and chipboard then were bonded with PVAc, Desmodur VTKA, Kleiberit 569 glues. With drawal strength tests was done on these prepared samples for massive wood and boards products accordingly to TS EN 205 and ASTM D 1037 respectively.

As to result, the highest bonding performance was determined as 13, 51 N/mm², 3, 29 N/mm², 7, 13 N/mm² and 14, 34 N/mm² on wood samples according to wood material, boards, glue and interaction of wood and glue respectively. Accordingly, Kleiberit 569 is advantage to supplied to use as glue both wood material and boards.

Science Code : 711.3.023

Key Words : Bonding performance, adhesive, wood board and wood materials

Page Number : 36

Advisor : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

TEŞEKKÜR

Bu çalıőmanın hazırlanmasında bana yol gösteren değerli hocam sayın Prof. Dr. Mustafa ALTINOK' a, bana yardımcı olan, Araőtırma Görevlileri H. Özgür İMİRZİ ile Zafer DEMİRÇİ' ye, arkadaőım Mehmet ÜZMÜŐ' e ve bu tezde emeiği geçen herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. GENEL.....	6
3.1. Yapışma Teorisi	6
3.2. Ağaç Malzeme	8
3.2.1. Sarıçam.....	8
3.2.2. Doğu kayını.....	9
3.2.3. Yonga levha	10
3.2.4. Melamin reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levha (suntalam).....	11
3.2.5. Orta yoğunluklu lif levha (MDF).....	12
3.3. Ahşap Tutkalları.....	14
3.3.1. Polivinilasetat (PVAc)	14
3.3.2. Desmodur-VTKA	15
3.3.3. Kleiberit 569 supratac	16
4. MATERYAL VE METOT	19
4.1. Ağaç Malzeme	19
4.2. Tutkal	19
4.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması	19

4.4. Deney Metodu.....	21
4.5. İstatistiksel Değerlendirme	22
5. BULGULAR.....	23
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	28
KAYNAKLAR	30
EKLER.....	33
EK-1 Çekme elemanlarına ait deney sonuçları ve gerilme değerleri.....	34
ÖZGEÇMİŞ	36

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	sayfa
Çizelge 3.1. Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri	8
Çizelge 3.2. Doğu kayınının bazı teknolojik özellikleri	9
Çizelge 3.3. Yonga levhanın bazı teknolojik özellikleri.....	10
Çizelge 3.4. Melamin reçine emdirilmiş lif levha ve yonga levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri	12
Çizelge 3.5. Lif levhanın bazı teknolojik özellikleri	14
Çizelge 3.6. Polivinilasetat (PVAc) tutkalının bazı fiziksel özellikleri.....	15
Çizelge 5.1. Çekme direnci ortalama değerleri (N/mm ²).....	23
Çizelge 5.2. Malzeme türü ve tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi	24
Çizelge 5.3. Malzeme türüne göre Duncan testi sonuçları	24
Çizelge 5.4. Tutkal çeşidine göre Duncan testi sonuçları.....	25
Çizelge 5.5. Malzeme türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları	26

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Yapışma	6
Şekil 4.1. Masif malzeme için deney örneği	20
Şekil 4.2. Levha malzeme için deney örneği	20
Şekil 4.3. Üniversal test cihazı	21
Şekil 4.4. Çekme deneyi düzeneği	22
Şekil 5.1. Çekme direnci ortalama değerleri	23
Şekil 5.2. Malzeme çeşidine göre çekme direnci ortalamaları	25
Şekil 5.3. Tutkal çeşidine göre çekme direnci ortalamaları	26
Şekil 5.4. Malzeme+Tutkal çeşidine göre çekme direnci ortalamaları	27

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklama

F_{max}

Kuvvet

N

Newton

\bar{X}

Aritmetik ortalama

σ

Yapışma direnci

u

Rutubet miktarı

Kısaltma

Açıklama

HG

Homojenlik grubu

Klei 569

Kleiberit 569 supratac

MDF

Orta yoğunlukta lif levha (Medium Density Fiberboard)

MYL

Melamin reçine kaplanmış yonga levha (suntalam)

PVAc

Polivinilasetat tutkalı

VTKA

Desmodur- VTKA (Vinyl Tree Ketonol Acetate)

YL

Yonga levha

1. GİRİŞ

Mobilya; birden çok elemandan oluşan bir sistem bütünüdür. Özellikle ahşap mobilyanın birleşme yerlerinin stabil olarak kalmasını sağlayan tutkaldır. Tutkal sayesinde mobilya elemanları bir bütün olarak davranma özelliği kazanır (1).

Mobilyalar kullanım amacına bağlı olarak çeşitli mekanik zorlamalar ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu zorlamalarda, etkili olan kuvvetin şekli ve şiddetine göre mobilya elemanlarının birleşme yerlerinde açılma ve gevşeme, elemanlarda eğilme, çatlama veya kırılma gibi deformasyonlar meydana gelir. Sağlamlık ve kaliteyi doğrudan etkileyen deformasyonların büyüklüğü, birleşme yerlerinde uygulanan konstrüksiyona, yapıştırıcı ve ağaç malzeme türüne göre değişmektedir (3).

Tutkal sayesinde mobilyanın birleşme yerlerinde tam rijitlik sağlanır. Ayrıca , çeşitli levhaların yapımına olanak vererek mobilyada çeşitliliğe, ekonomiye ve tasarım esnekliğine katkıda bulunur. Bu rolleriyle, ahşap yapıştırıcılar mobilya sektöründe çok büyük önem arz etmektedir (1).

Yapıştırıcı maddeler, yapıştırılacak malzemeyi yüzeysel tutum (adezyon) ve iç direnç (kohezyon) özellikleri ile diğerine bağlayan ve yapıştırılan maddenin yapısını önemli bir şekilde değiştirmeyen maddelerdir (2).

Dış etkilere karşı cismin direnç göstermesi kohezyon kuvvetinin varlığı ile mümkündür ve onun miktarına bağlıdır. Bu ise cimin moleküler yapısı tarafından belirlenir. Yapıştırılmalarda tutkal tabakası direncinin, kohezyonun; tutkal ile ahşap malzeme yüzeyi arasındaki bağın direncine, yani adezyona eşit olması ve her ikisinin de ahşap malzeme veya yapıştırılan malzeme direncinden yüksek olması arzu edilir (4).

Yapıştırmanın tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Öncelikle insanlar elemanları bitki lifleriyle birbirine bağlamışlar. Daha sonra maden devrine gelindiğinde çivi kullanılmıştır. Fakat çivi sistemi ile tam rijit (katı) birleşme sağlanamamıştır. Daha

sonra kan, kemik ve deriden tutkallar üretilerek çiviye göre daha rijit bir birleşme sağlanmıştır (1).

Teknolojik gelişmeyle birlikte yapılan çok yönlü araştırmalar, oduna yeni kullanım yerleri sağlamakla yeni endüstri dallarının doğmasına imkan vermiş ve kullanma alanı genişletilmiştir. Buna paralel olarak estetik ve teknik yönden kusur sayılan doğal büyüme karakteristikleri (budak, reçine keseleri vb.) çıkarılarak geri kalan kısa parçalar birbirleriyle birleştirilmiş ve istenilen özelliklerde ağaç malzemeler elde edilmiştir. Bunun sonucunda ara ve son ürünlerin üretilmesinde sentetik reçineli tutkalların önemi artmış, birçok kullanım yerinde çivi ve vida gibi mekanik bağlantı gereçleri yerini tutkallara bırakmıştır (4).

Bu çalışmada TS EN 205 ve ASTM D 1037' deki esaslara uygun olarak; PVAc, kleiberit 569 ve Desmodur-VTKA tutkallarının, sarıçam ve Doğu kayını ile yonga levha, suntalam ve MDF' deki yapışma performanslarını belirlemek amacı ile yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonuç vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 0.7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (5).

Üre-Formaldehit (UF), Polivinilasetat, (PVAc) ve UF+PVAc tutkalları kullanılarak, 3, 6 ve 9 mm kalınlığındaki yonga levha, MDF ve kontrplak panelleri meşe, karaağaç, tik ve paulownia ağaçlarından elde edilen 0,25 mm kalınlığındaki, kaplamalar ile kaplanmış ve yapışma dirençleri belirlenmiştir. Deney sonucunda en yüksek yapışma direnci UF+PVAc tutkalı ile elde edilmiştir (6).

Doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe odunlarından hazırlanan deney örneklerinin yapıştırılmasında, Desmodur-VTKA tutkalı kullanılarak; klimatize etme, soğuk suda bekletme, kaynatma ve münavebeli kaynatma işlemlerinden sonra çekme ve makaslama direnci deneyine tabi tutulmuşlardır. Sonuç olarak Desmodur-VTKA tutkalının kuru veya rutubetli iç ve dış mekanlarda kullanılabilmesi açıklanmıştır (7).

Üre-formaldehit reçinesinin, % 1-2 polivinil alkol (PVA) ve % 10-15 amylum ile modifiye edilen tutkal ile hazırlanan deney örneklerine uygulanan çekme deneyi sonuçlarına göre, modifiye edilmiş tutkalla yapıştırılan deney örneklerinde yapışma direncinin arttığı belirlenmiştir (8).

Üre-formaldehit tutkalının suya karşı direncini artırmak amacıyla, polivinil alkol ve melamin ile modifiye edilmiştir. Böylece tutkaldaki serbest formaldehit miktarının azaldığı, çekme direnci değerlerine göre yapışma direncinin arttığı belirlenmiştir (9).

Sarıçam, Doğu kayını ve meşe odunlarından planya, şerit ve daire testere makinelerinde deney örnekleri hazırlanmıştır. PVAc tutkalı ile yapıştırılan deney örneklerine çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak, sırasıyla yapışma direnci en

yüksek daire, planya ve şerit testerede elde edilen yüzeylerde; ağaç türünde ise kayın, meşe ve sarıçam şeklinde olmuştur (10).

Mobilya endüstrisinde kullanılan bazı masif ağaç malzeme ve levha çeşitlerinin, polivinilasetat (PVAc) ve Desmodur VTKA tutkalları kullanılarak kavela ile yaptıkları birleştirmenin dirençlerini belirlemek amacıyla, masif ağaç malzemelerden sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe odunlardan hazırlanan deney örnekleri, enine ve radyal yönde Desmodur VTKA tutkalıyla; kenarları masifli ve masifsiz, yonga levha ve lif levhalar PVAc tutkalı ile birleştirilerek çekme dirençleri ölçülmüştür. En yüksek çekme direnci Doğu kayını odununda enine yönde (4,403 N/mm²) ve kenarları masifli lif levhada (5,818 N/mm²) elde edilmiştir (11).

Doğu kayını (*Fagus Orientalis L*), sapsız meşe (*Quercus Petraeae Spp.*) ve sarıçam (*Pinus Sylevstris L.*) odunlarından hazırlanan deney örnekleri Klebit 303, Kleiberit 305.0, Süper Lackleim 308 tutkallarıyla yapıştırılmış ve çekme dirençleri ölçülmüştür. Deney sonuçlarına göre; en yüksek çekme direnci Klebit 303 tutkalı ile Doğu kayını (8.980 N/mm²) ve sapsız meşe (8.950 N/mm²), en düşük çekme direnci ise Süper Lackleim 308 tutkalı ile sapsız meşe (5.018 N/mm²) ve Klebit 303 tutkalı ile sarıçam (5.018 N/mm²) olarak tespit edilmiştir (12).

Sarıçam, sedir, akasya ve meşe odunlarından hazırlanan örnekler ST10, ST10+% 10 UF, ST10+% 20 UF, ST10+% 30 UF karışımlarıyla yapıştırıldıktan sonra yapışma direnci deneyi uygulanmıştır. Yapışma direnci, en yüksek standart atmosfer bekletme ortamında % 20 UF modifikasyonla yapıştırılmış meşe odununda, en düşük kaynatma deney ortamında % 20 UF modifikasyonla yapıştırılmış akasya odununda elde edilmiştir (13).

Sarıçam, sedir, akasya ve meşe odunlarını PVAc dispersiyonu (VB20), VB20+%10 Üre-Formaldehit(UF), VB20+%20 UF, VB20+%30 UF karışımlarıyla yapıştırdıktan sonra çekme deneyi ile yapışma dirençleri belirlenmiştir. Yapışma direnci, en yüksek %10 UF modifikasyonu ile yapıştırılmış meşe odununda, en düşük modifikasyonsuz VB20 tutkalı ile yapıştırılmış akasya odunundan elde edilmiştir(14).

Sarıçam ve Doğu kayını odunlarını polivinilasetat (PVAc) ve üre-formaldehit ile PVAc+% 15 UF, PVAc+% 35 UF, PVAc+% 50 UF, UF+% 15 melamin-formaldehit (MF), UF+% 35 MF, UF+% 50 MF, UF+% 15 fenol-formaldehit (FF), UF+% 35 FF, ve UF+% 50 FF karışımlarıyla elde edilen tutkallar ile yapıştırıldıktan sonra çekme deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonucunda, en yüksek yapışma direnci Doğu kayınında ve UF+%15 FF tutkalı ile kaynatma deney şartında elde edilmiştir(15).

Sarıçam, Doğu kayını, sapsız meşe ve yalancı akasya odunlarından toplam 320 adet deney örneği hazırlanmıştır. Örnekler 20°C, 40°C, 60°C ve 80°C' lik ortamda iki saat bekletildikten sonra TS EN 205 esaslarına göre çekme deneyi uygulanmıştır. Deney sonunda, PVAc ve UF tutkalı deney örneklerinde sıcaklık arttıkça yapışma performansının azaldığı, azalma miktarının UF tutkallılarda PVAc tutkallılara göre ve akasyada diğer ağaç türlerine göre daha küçük olduğu tespit edilmiştir (16).

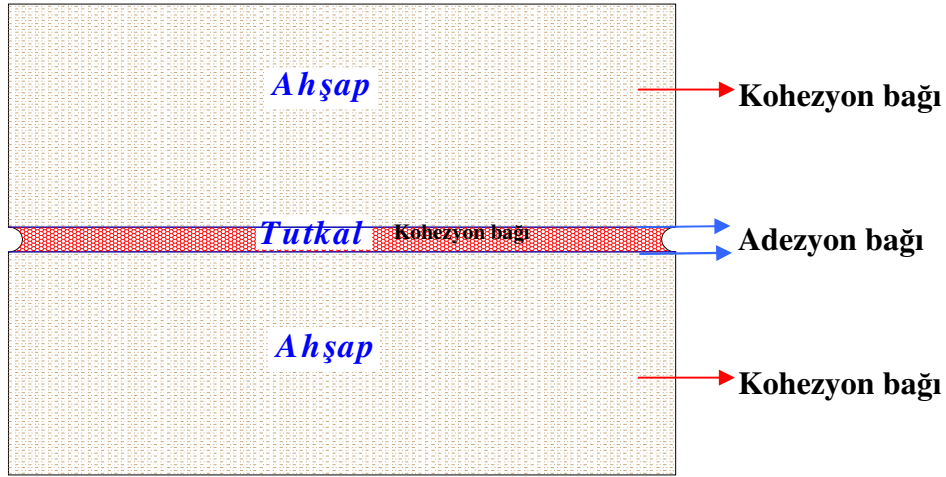
Emprenye işleminin tutkalın yapışma direncine etkisi araştırılmış bu amaçla emprenyeli ve emprenyesiz olarak hazırlanan sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) polivinil asetat (PVA) ve poliüretan esaslı (Desmodur-VTKA) tutkalı ile deneye tabi tutulmuştur. Denemeler sonunda Tanaltih CBC dolu hücre metoduna ve TS 788' e uygun olarak emprenye edilen deney numunelerinde tutkalların yapışma direncinde azalma olduğu tespit edilmiştir (17).

Zıvanalı "T" birleştirmelerde ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün çekme direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*), kestane (*Castanea Sativa Mil.*) ve sedir (*Cedrus Libani*) odunlarından daire testere makinesinde zıvana açılmış deney örnekleri, Desmodur VTKA, Kleiberit 305, PVAc ve PVA (pembe) tutkallarıyla aksenel (normal), yüzeyden ve aksenel sıkıştırılarak yapıştırılmıştır. Hazırlanan deney örnekleri DIN 53251 ve DIN 53254' e göre çekme deneyi uygulanmıştır. Deneyler sonunda en yüksek çekme direnci, PVAc tutkalı ile yüzeyden basınç uygulanarak yapıştırılmış Doğu kayınında, en düşük çekme direnci ise D-VTKA tutkalı ile sadece kenardan basınç uygulanarak yapıştırılmış Doğu kayınında bulunmuştur (18).

3. GENEL

3.1.Yapışma Teorisi

Yapışma, cisimlerin kendi atom ve molekülleri arasındaki çekim gücü olan kohezyon bağı ile, cisimlerin birbirine tamamen çakışmış olan yüzeylerinde iki ayrı cismin atom ve moleküllerinin karşılıklı çekim gücü olan adezyon bağı ile gerçekleşmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1.Yapışma

Kohezyon bağı, Bir cismin (ağaç, metal, taş, su ...) kendi atom ve moleküllerinin birbirini çekmesidir. Kohezyon bağının çok yüksek olması o cismin sertliğini (katılık derecesinin yüksekliğini) gösterir. Aynı cins moleküller arasındaki bağı yani moleküller çekim kuvvetlerinin toplamını ifade eder. Cismin dış etkilere karşı direnç göstermesi ve şeklinin deformasyona dayanması kohezyon kuvvetlerinin büyüklüğüne bağlıdır. Bu durum ise cismin yapısı tarafından belirlenir. Bazı cisimlerin atom ve molekülleri arasındaki bağlar çok zayıftır. Akışkan cisimler bunlara iyi bir örnektir (1).

Adezyon bağı, İki ayrı cismin moleküllerinin birbirini çekmesidir. Adezyon İki maddenin yapışmasını, yani yan yana gelen yüzeylerin birbirleriyle birleşmesini sağlayan kuvvetlerin toplamıdır (1).

İki madde yüzeyinin birbirine fazla yaklaştırılması sonucu, maddelerin molekülleri arasında meydana gelen karşılıklı etki sonunda ortaya çıkar. Pratikte bu yaklaşmayı sağlamak olanaksız olduğu için yapıştırıcı maddelere ihtiyaç duyulmaktadır (1).

Ağaç malzemenin yapıştırılmasında koloidal çözelti halinde bulunan tutkal, odun gözeneklerine yüzeyden itibaren viskozitesine bağlı olarak çeşitli derinliklerde doldurur veya bu boşlukların iç yüzeyini ıslatır ve ince bir tabaka halinde örter. Sıvı tutkalın katılaşmasıyla odun ile tutkal arasında kenetlenme olur. Bu duruma mekanik adezyon da denir. Mekanik adezyonun toplam yapışmaya katkısı çok azdır. Hatta tutkal ağaç malzeme gözeneklerini doldurup, iki parça arasında tam bir tutkal tabakası oluşmazsa, veya tabaka oluşumu yer yer aksarsa bu durum yapışmayı olumsuz etkilemektedir (1).

Esas yapışma, tutkal ve ağaç arasında moleküller arası spesifik (kimyasal) bağlanma ile gerçekleşir.

Kimyasal yapışma ; iyonik ve kovalent bağlanma şeklinde gerçekleşir.

İyonik bağlanma, zıt yönlü iyonların arasındaki elektrostatik çekimdir.

Kovalent bağlanma ise; Odunun yapıştırılmasında, yapıştırıcı molekülleri ile odun molekülleri arasındaki kovalent bağların oluşumu; yani iki atom arasında elektronların ortak kullanımları sırasındaki çekimdir(1).

3.2. Ağaç Malzeme

3.2.1. Sarıçam

Sarıçam, narin ve silindirik dolgun gövdeli, sivri tepeli, ince dallı, yayvan tepeli ve kalın dallı bir ağaçtır. Bazen fakir topraklarda kayalıklar üzerinde çalı halinde, bodur vaziyette bulunur. Genellikle kuvvetli bir kök sistemi kurar. Sarı çam, hafif kumlu toprakların ağacıdır. Derin ve gevşek toprakları sever, ışık ihtiyacı fazladır. Sarıçamın yıllık halkaları belirgindir. Diri odun açık sarı, öz odun koyu renklidir. Odunları oldukça dayanıklı ve reçinelidir. Odunu homojen bir yapıda olup ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş anidir. Sarıçam kolay işlenir, düzgün ve parlak bir yüz verir; boya, cila ve tutkalı son derece kolay kabul eder. Elastikiyeti iyi olup çalışması orta derecededir. Vida ve çivi ile bağlantısı iyidir (20).

Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.1.' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sarıçam odununun bazı teknolojik özellikleri (20)

Fiziksel Özellikleri		Mekaniksel Özellikleri	
Tam kuru yoğunluk	0,49gr/ cm ³	Basınç direnci	5,5 N /mm ²
Hava kurusu yoğunluk	0,52gr / cm ³	Eğilme direnci	100 N / mm ²
Hacim ağırlık değeri	0,42gr / cm ³	Elastikiyet modülü	12000 N/mm ²
Radyal daralma	4,3 %	Çekme direnci	104 N / mm ²
Teğet daralma	8,3 %	Makaslama direnci	10 N/mm ²
Hacmen daralma	12,7%	Dinamik eğilme	0,4 kN / cm
		Yarılma direnci / radyal	0,91 N/mm ²
		Yarılma direnci / teğet	0,95 N/mm ²
		Brinel sertlik / liflere paralel	40 N/mm ²
		Brinel sertlik / liflere dik	19 N/mm ²
Kullanıma Yönelik Genel Değerlendirme			
İşlenme özelliği	İyi	Dayanıklılık	Çok
Kurutulabilme öz.	Kolay	Emprenye edilebilme	Orta

Sarıçamın endüstride kullanım alanları; inşaat kerestesi, doğrama, su boruları, gemi ve uçak döşemesi, tel-maden-bayrak direği, ambalaj sandığı, mobilya, kaplama ve kontrplak üretimi, kağıt ve selüloz odunu olarak yararlanılmaktadır (20).

3.2.2. Doğu kayını

Olgun odunlu ağaçlar grubundandır. Odun doğal halde kırmızımsı beyaz, fırınlanmış halde tuğla kırmızısı renktedir. İleri yaşlarda meydana gelen kırmızımsı kahverenkli ve içerisinde daha koyu şeritler bulunan bir öz odun (kırmızı yürek) oluşur. Genellikle 80-100 yaşlarında oluşan bu yalancı öz odunu kusur sayılır. Kırmızı yürek, odunun doğal güzelliğini bozar ve emprenye edilemez. Ayrıca, gevrek yapıda olup, asitli koku yayar. Mobilya, parke, kaplama, kontrplak, ve tornacılıkta kullanılır. Ayrıca, ambalaj, oyuncak, tarım aletleri, demiryolu traversi, fiçı, mutfak aletleri üretiminde yararlanır(19).

Doğu kayınının bazı teknolojik özellikleri Çizelge3.2.' de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Doğu kayınının bazı teknolojik özellikleri (20)

Renk	Diri odun	Sarımsı ve kırmızımsı beyaz	
	Öz odun	Kırmızımsı kahverengi	
Yoğunluk (g/cm ³)	Tam kuru	0,63	
	Hava kuru	0,66	
Hacim ağırlık değeri (kg/m ³)		531	
Lif doygunluğu noktası (%)		29,2	
Eğilme direnci (N/mm ²) u=%12		123	
Eğilme elastikiyet modülü u=%12(N/mm ²)		12500	
Çekme direnci (N/mm ²) μ=%12	Liflere paralel	13,5	
	Liflere dik	7	

3.2.3. Yonga levha

Yonga levha, odun ve odunlaşmış bitkilerden belirli özelliklerdeki yongaların, çeşitli yapıştırıcı maddeler ile tutkalanması, bunların basınç ve sıcaklık etkisinde preslenmesi ile üretilen bir malzemedir (21).

Mobilya sektörü için, yonga levha, 183x366 cm, 210x280 cm genişlik ve uzunlukta; 5,6,8,10,12,16,18,19,22,25 ve 30 mm kalınlıklarda üretilmektedir (21).

Yonga levha, yongaların seriliş şekline göre dik ve yatık yongalı olarak ikiye ayrılır. Yatık yongalı levhalarda yongalar levha yüzeyine paralel, diğerinde ise diktir (21).

Yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen faktörlerin başında , kullanılan odun türü gelir. Bunun dışında, yapıştırıcı türü, miktarı, kullanılan özel katkı maddeleri, yonga rutubeti ve dağılış yönleri ile boyutları gibi faktörler yonga levhanın özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Mekanik özellikleri üzerine yonga kalınlığının da büyük ölçüde etkisi vardır (21).

Genel amaçlar için üretilen yatık yongalı levhanın bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.3.' te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Yonga levhanın bazı teknolojik özellikleri (21)

Levha tipi: P2	Birim	Levha Kalınlık Aralığı (mm)		
Özellik		6-13	13-20	20-25
Eğilme Direnci	N/mm ²	13	13	11,5
Eğilme Elastikiyet Modülü	N/mm ²	1800	1600	1500
Yüzeye Dik Çekme Direnci (iç yapışma)	N/mm ²	0,40	0,35	0,30
Yüzey Sağlamlığı	N/mm ²	0,8	0,8	0,8
Rutubet Miktarı	%	9 ± 4	9 ± 4	9 ± 4
Not: Değerler, malzemedeki % 65 nispi rutubet ve 20 °C sıcaklığa karşılık gelen bir rutubet muhtevası ile karakterize edilmiştir. P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları (mobilya dahil) için levhalar.				

3.2.4. Melamin reçine emdirilmiş yonga levha (suntalam)

Yüzey malzeme kaplaması olarak kullanılan alfa selüloz esaslı melamin reçinesi emdirilmiş kağıtların yonga levhalar üzerine belirli sıcaklıklarda preslenmesiyle elde edilen malzemedir(22).

Alfa selüloz esaslı kağıtlar melamin reçinesi ile emprenye edilmektedir. Bu amaçla; kağıtlar, içerisinde melamin reçinesi bulunan havuzdan sonsuz bantlar halinde geçirilir ve yine sonsuz bantlar halinde önce sıcaklığı 120-130°C olan ve daha sonra sıcaklığı 160°C olan fırınlardan geçirilerek kurutulur. Fırınlardan %5-6 rutubetle çıkan reçine emdirilmiş kağıtlar istenen boyutlarda kesilerek istiflenir (23).

Yonga levhalar, ayarlanabilir emiş gücüne sahip vakum yardımı ile toz ve yabancı maddelerden arındırıldıktan sonra üst ve alt yüzeylerine melamin kağıdı serilerek presleme ünitesine gönderilir. Yonga levhaların lamine edilmiş kağıtla kaplanmasında; pres sıcaklığı 205. 207 °C, pres basıncı 21 kg/cm² ve pres süresi 35 sn olarak tutulmaktadır (23).

Presten çıkan melamin reçinesi emdirilmiş kağıt esaslı plaka ile kaplanmış yonga levhalar, kendi kendilerine soğumaya bırakılır. Soğuyan levhaların kenarlarından dışarıya taşan melaminler temizlenir ve daha sonra fabrikanın kalite kontrol bölümünde sınıflandırılırlar (23).

Melamin reçine emdirilmiş yonga levhanın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri çizelge 3.4.' te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Melamin reçine emdirilmiş lif levha ve yonga levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri (24)

Fiziksel ve mekanik özellikler	Melamin reçine emdirilmiş lif levha	Melamin reçine emdirilmiş yonga levha
Eğilme dayanımı kg/cm ³	En az kaplanmamış haldeki levha dayanımında olmalıdır. (TS 64) (TS 312, TS 1617)	
Levha yüzeyine dik çekme dayanımı kg/cm ³	-----	En az kaplanmamış haldeki levha dayanımında olmalıdır. (TS 312, TS 1617)
Çatlamaya karşı dayanıklılık	Deney uygulandığında çatlama olmamalıdır	
Sıcak kaplara dayanıklılık	Deney uygulandığında parlaklık azalması dışında çatlama, renk değişimleri ve diğer değişiklikler gibi kalıcı hiçbir değişiklik oluşmamalıdır.	
Su buharına dayanıklılık	Deney uygulandığında parlaklık azalması dışında çatlama, renk değişimleri ve diğer değişiklikler gibi kalıcı hiçbir değişiklik oluşmamalıdır.	
Sigara ateşine dayanıklılık	Deney uygulandığında solma ve parlaklık azalması dışında, çatlaklar ve hava kabarcıkları gibi kalıcı hiçbir değişiklik oluşmamalıdır.	
Solmaya dayanıklılık	Deney uygulandığında, ışık gören ve görmeyen yüzeyler arasında belirli bir renk farkı ortaya çıkmamalıdır.	
Lekelenmeye dayanıklılık	Deney uygulandığında leke ve işaret kalmamalıdır.	
Çarpmaya dayanıklılık	Deney uygulandığında kürenin rastladığı yerde çatlak ve açılmalar olmamalıdır. Pelür kağıdı üzerine çıkarılan izin çapı 8 mm' yi geçmemelidir.	
Aşınma dayanımı	Aşındırma tekerleklerinin değdiği alanda, desenli levhalarda desenin % 50' sinden çoğu aşınmış, desensiz levhalarda renk kaybolmuş, yahut alttaki kaplanmış yonga levha ve lif levhanın kendi rengi belirmiş olmamalıdır.	
20 °C' deki iklim değişmesinde numunelerin ölçülerini koruma yeteneği	Deney uygulandığında, uzunluk değişimleri toplamları;	
	% 5' i	% 6' yı
	aşmamalıdır	

3.2.5. Orta yoğunluklu lif levha (MDF)

Lif levhalar, odunlaşmış liflerin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak ve yapıştırıcı madde ilavesi ile biçimlendirilmesi sonucu elde edilen levhalardır (25).

Lif levhalar biçim ve ağırlıklarına göre üç sınıfa ayrılır. Yumuşak lifli levhalar; 1

m³' nün ağırlığı en çok 350 kg olan levhalardır (LDF). Orta sert lif levhalar; 1 m³' nün ağırlığı 350 kg' dan 800 kg' a kadar olan levhalardır (MDF). Sert lif levhalar; 1m³' nün ağırlığı 800 kg' dan daha ağır olan levhalardır (HDF) (25).

Orta sert ve sert odun lifi levhalar bir yüzü parlak diğer yüzü elekli veya iki yüzü de parlak olarak imal edilirler. Mobilya sektörü için üretilen lif levha ebatları en çok 122 x 244 cm, 170 x 210 cm, 210 x 280 cm ve 183 x 366 cm genişlik ve uzunlukta 3,4,5,6,8,10,12,16,18,24,30 mm ve daha üzerinde kalınlıktadır (25).

Son derece düzgün ve homojen bir yüzeye sahip olan MDF, gerek boyama gerekse dekoratif folyo veya ahşap kaplamada çok iyi bir taban oluşturur (26).

Masif ahşap görünümü kazandırmak ve levha drencini artırmak için, MDF yüzeyleri genellikle ahşap kaplama, masif ahşap desenli kâğıt veya yapay tabakalar ile kaplanmaktadır. Yüzey düzgünlüğü nedeniyle daha ince kaplama ve kâğıt kullanmak mümkün olmaktadır (27).

Lif levhalar, en az %80 oranında bitkisel lif içermektedir. Masif ahşap malzemede olduğu gibi yüksek değerlerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptir. Bunun yanında, masif ahşap malzemede görülen üç yöndeki farklı çalışma olamaz. Bunun sebebi, lif levhaların homojen bir yapıya sahip olmasındandır. Ayrıca, masif ahşap malzemede görülen, budak, çürüklük, lif kıvrıklığı, çarpılma, çatlama gibi kusurlar bulunmaz. Diğer taraftan fabrikasyonda uygulanan çeşitli teknikler yardımıyla dayanım, sertlik, özgül kütle gibi teknolojik özellikler istenilen miktarlarda ayarlanabilir. Ayrıca işlenmesi daha kolaydır. Isı, ses ve rutubet yalıtımında etkili bir şekilde kullanılabilir. Akustik düzenlemeler yapılabilir. Cilalama, boyama, çivileme, vidalama, ahşap levha ve diğer malzemeler ile kapanabilme, özel kalıplarda bükülerek şekil verilebilme özelliklerine sahiptirler (28).

MDF' nin her noktasında liflerin eşit dağılması ve çok yoğun bulunuşu levhaların her iki yüzünün olduğu kadar, kenarlarının da makine ile herhangi bir kırılma olmaksızın yada malzeme parçacıkları arasında boşluklar ortaya çıkmaksızın

işlenmesine imkan sağlamaktadır. Bu sayede masa tablaları, kapı panelleri, profil yüzeyli çekmece ve çekmece alınları gibi eşyaların üretilmesinde MDF başarı ile kullanılmaktadır (29).

MDF' nin bazı teknolojik özellikleri Çizelge 3.4.' te verilmiştir .

Çizelge 3.5. Lif levhanın bazı teknolojik özellikleri (25).

Levha tipi: P2 Özellik	Birim	Levha Kalınlık Atalığı (mm)		
		6 - 9	9 - 12	12 - 19
Eğilme Direnci	N/mm ²	23	22	20
Eğilme Elastikiyet Modülü	N/mm ²	2700	2500	2200
Yüzeye Dik Çekme Direnci (iç yapışma)	N/mm ²	0,65	0,60	0,55
Kalınlığına Şişme 24 Saatte	%	17	15	12
Rutubet Miktarı	%	9 ± 4	9 ± 4	9 ± 4

3.3. Ahşap Tutkalları

3.3.1. Polivinilasetat (PVAc) tutkalı

PVAc yapıştırıcısı; vinilasetat monomerinin sulu ortamdaki polimerizasyonu ile elde edilen polivinilasetat ve bazı katkı maddeleri içeren sulu emülsiyonlardır (31).

PVAc tutkalı bir polimerizasyon tutkalı olup yapışma niteliği daha ziyade fizikseldir. Uygulamada beyaz tutkal olarak isimlendirilen emülsiyon durumundaki polivinilasetatın ana maddesi vinilasetattır (30).

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 görevi yapamamaktadır. Suya karşı dayanıklılığını arttırmak için bir miktar etilen glikol katılmaktadır (32). Birleştirilecek yüzeylerden yalnız bir tanesine yapıştırıcı sürülmesi ve ahşap türü ile

birleşme yüzeyinin durumuna göre 150 - 200 gr/m² yapıştırıcı kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır. Ancak yapıştırıcının yapışma niteliğini kazanması için beklenen süre, bileşimi ile birleştirme ortamında sıcaklığa göre değişmekle birlikte, ortalama 5-15 dakikadır. PVAc yapıştırıcısı, sırlanmış sac, paslanmaz çelik, cam, seramik ya da plastik maddelerden yapılmış kaplar içerisinde depolanmalıdır (30).

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 (32).

Polivinilasetat tutkalına ait bazı fiziksel özellikler Çizelge 3.5' te verilmiştir.

Çizelge 3.6. Polivinilasetat (PVAc) tutkalının bazı fiziksel özellikleri (31).

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 a) Kuru durumda (en az)	10 kgf/cm ²

3.3.2. Desmodur - VTKA (Vinyl Tree Ketonol Acetate) tutkalı

Poliüretan tutkalı kondenzasyon polimerleri sınıfına dahildir ve tek komponentli bir yapıştırıcıdır (32).

Poliüretan tutkalı suya ve neme karşı son derece dayanıklı olup, çözücü içermez. Ahşap, metal, polyester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzeylerin birbirine

bağlanmalarında üstün sonuçlar verir. Su ve havanın rutubetine karşı üstün dayanıklılığı yönünden bilhassa deniz ve göl araçları ile binaların dış cephe aksamlarının üretim, montaj ve onarımında kullanılır (32).

Poliüretan yapıştırıcılar su ile reaksiyona girdiklerinden uygulama anında gaz çıkarmaları nedeniyle problem olmaktadır. Bu sistemde katalizörün reçine içinde dağılması için sıcak karıştırılması gerekir. Reçineye karıştırılan katalizör reçinenin etkisini değiştirdiği için son karıştırma işleminde dikkatli olunmalı, kontrol edilmeli ve gazı çıkarıldıktan sonra kullanılmalıdır (32).

Oda sıcaklığında 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 tabakası kalınlığı; 2-6 mikron = 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 mükemmel bir dayanım gösterir. Yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı değildir (32).

3.3.3. Kleiberit 569 supratac

Çok farklı malzemeler de dahi çok yüksek sağlamlık sağlayan bir konstrüksiyon yapıştırıcısıdır. Sarımsı beyaz yapışkan derzi nemle reaksiyon sonucu sertleşir. DIN EN 204 'e uygun olarak yüksek sıcaklık dayanımı, yüksek dolun hacmi ve D4 su dayanımına sahiptir. Mukavemeti azalmaz; aksine yeni çapraz bağlarla zamanla artan bir sağlamlık oluşturur (33).

Kleiberit 569 tutkalının teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- +20°C ideal çalışma sıcaklığıdır.
- Tırtıllı, noktasal veya alansal olarak sürülebilir.

- 20°C ' de açık kalma süresi yaklaşık 5 dakikadır. Bu süre yüksek oda sıcaklığı, yüksek hava nemi veya nem sevki ile kısalabilir.
- Basınç süresi ağaç yapıştırılmalarda, 20°C sıcaklıkta yaklaşık 60 dakikadır.
- Ön sertleşme süresi 60 dakikadır.
- Ağaç yapıştırılmalarda tam sertleşme (yapışma) süresi ve üzerinde çalışmak için geçmesi gereken süre 2-4 saattir.
- Değişmez dayanıma yaklaşık 7 gün sonra ulaşır (33).

Kleiberit 569 tutkalının kullanım alanları ve uygulanma şekli aşağıda verilmiştir. Mobilya endüstrisinde, marangozluk uygulamalarında, kapak, gövde, taç montajında, suntalam, MDF lam ve profil yüzeylerinde, PVC dahil her malzeme ile kullanılır. Ağaç, metal, izolasyon köpüğü, polistrol köpük, beton ve diğer madeni malzemelerin gözenekli zeminler ile ağaç malzemeleri üzerine yapıştırılmasında kullanılır (33).

- Yapıştırılacak alanlar taşıma kapasitesine sahip, kuru, temiz, toz ve yağdan arındırılmalıdır.
- İşlem el veya basınçlı tabanca ile yapılır.
- Geniş yüzeylerde spatula ile yayılabilir.
- Yapışkan tek taraflı olarak sürülür ve gerekirse, yüzeyde zar oluşma süresi içinde dağıtılır. Uygulama yüzeyi gözenekli ise, yapışkan her iki yüze de sürülür.
- Birbirine yapıştırılacak yüzeyler bir araya getirilir.
- Ağaç yapıştırılmalarda yaklaşık 0.6 N/mm² basınç gerekir. Nem sevki veya daha yüksek sıcaklıklar sertleşme sürecini hızlandırır.
- Taşan yapışkan derhal bir bez veya Kleiberit Reiniger 820.0 veya 823 PUR Reiniger temizleme maddeleri veya aseton ile temizlenmelidir.
- İş aletleri, kullanıldıktan sonra hemen Kleiberit Reiniger 820.0 veya 823 PUR Reiniger temizleme maddeleri veya aseton ile temizlenmelidir. Sertleşmiş haldeki yapışkan sadece mekanik yollarla bertaraf edilebilir (33).

- Ambalaj açıldıktan sonra, mümkün olduğunca hızlı çalışılmalıdır. Aksi halde, yapıştırıcı madde sertleşir.
- -5°C ' nin altında uygulama yapılmamalıdır.
- Kapalı durumdaki orijinal kabında $+5^{\circ}\text{C}$ ile $+25^{\circ}\text{C}$ arasındaki sıcaklıklarda ömrü yaklaşık 12 aydır. Dondan korunmalıdır.
- Difenil metan -4,4- dizosiyanat içerir. Bu yüzden gözleri, solunum organlarını ve cildi tahriş eder(33).

4. MATERYAL VE METOT

4.1. Ağaç Malzeme

Ağaçları endüstrisinde yaygın kullanılması nedeniyle sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) ve Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*) odunları ile yine ağaçları endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yonga levha, melamin reçine emdirilmiş yonga levha (suntalam) ve orta yoğunluklu lif levha (MDF) deney materyali olarak seçilmiştir. Ağaç malzemeler ve yapay levhalar, Ankara'daki kereste ve orman ürünleri işletmelerinden temin edilmiş ve seçiminde kusursuz olmasına özen gösterilmiştir.

4.2. Tutkal

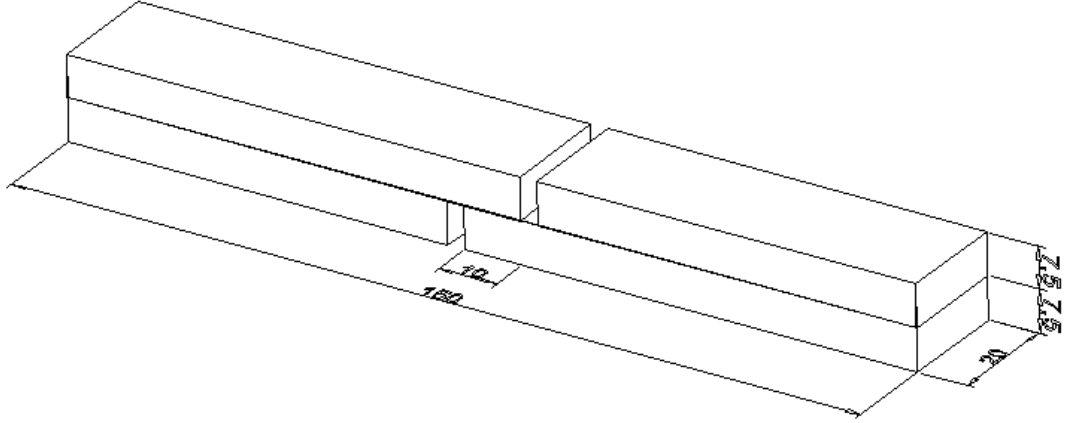
Araştırmada, yapıştırıcı olarak polivinilasetat (PVAc) montaj tipi, Desmodur-VTKA (polisan) ve kleiberit 569 subratat (AGT) montaj tipi tutkallar kullanılmıştır.

4.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

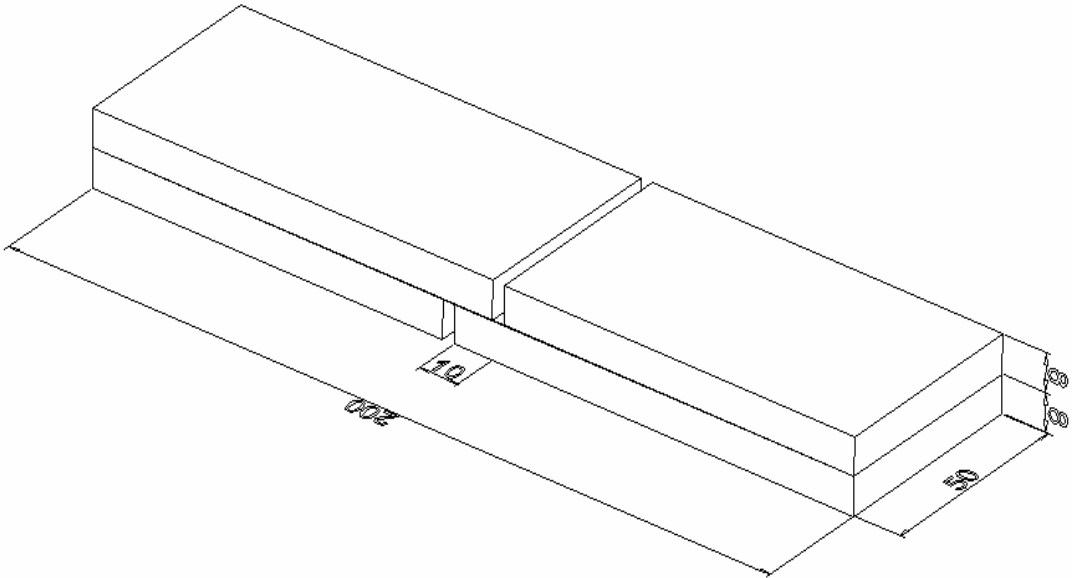
Bu çalışmada, iki ağaç ve üç levha olmak üzere beş malzeme türü ile üç de tutkal çeşidi için (5*3*10) toplam 150 adet deney örneği TS EN 205' te belirtilen esaslara uygun olarak hazırlanmıştır. Bunun için, iki ağaç türü ve üç levha türünden hazırlanan taslak parçaları 20±2 °C sıcaklık, %65±5 nisbi rutubete ve % 12 bağıl neme sahip kapalı ve gün ışığı almayan ortamda bekletilmiştir. Böylece % 12' lik denge rutubetine gelmesi sağlanmıştır.

İki ağaç ile üç levha türünden hazırlanan taslak parçaları 10 adet deney numunesi alınabilecek ölçülerde hazırlanmıştır. Birinin yüzeyine ortalama 150 g / m² hesabıyla tutkal sürülerek 0.2 N / mm² lik basınç uygulanarak soğuk ve sıcak pres yapılabilen göstergeli hidrolik preste soğuk olarak preslenmiştir. Pres süresi, her üç tutkal içinde 120 dakika olarak ayarlanmıştır. Pres sonrası ise; parçalar standart ortamda (20± 2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem veya 23±2 °C sıcaklık ve % 50±5 bağıl nem) (34) 21

gün bekletildikten sonra ağaç malzemeler Şekil 4.1.; levha malzemeler ise Şekil 4.2.'deki ölçülere uygun olarak işleme tabi tutulmuştur.



Şekil-4.1. Masif malzeme için deney örneği



Şekil 4.2. Levha malzeme için deney örneği

Masiften ve ahşap esaslı levhalardan bir tanesinde 10 adet deney numunesi çıkabilecek ölçülerde hazırlanan taslak parçaları, tutkallama sırasında yeniden rutubet alacağı düşünülerek 20 ± 2 °C sıcaklık, 65 ± 5 nisbi nem ve % 12 bağıl nem şartlarına ayarlanmış iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar

bekletilmiştir. Bekletme sırasında deney örneklerinin ağırlığı tartılarak, değişmez ağırlığa ulaştığı anlaşılmıştır.

4.4. Deney Metodu

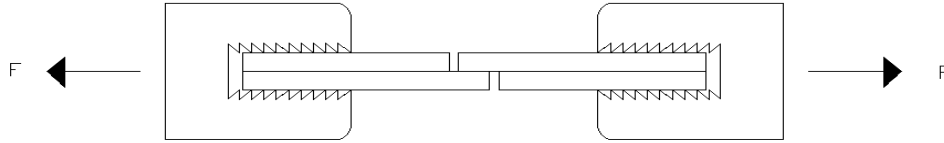
Hazırlanan deney örneklerinin genişlikleri ve uzunlukları milimetrik kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Kalınlıkları ise, kontak zımpara makinesinde 0,1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Çekme deneyi, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü mekanik laboratuvarında yapılmıştır ve 4 tonluk çekme kapasitesine sahip universal test cihazının 800 kg'lık kademesi kullanılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Universal test cihazı

Yapışma performansı deneyi için, masif malzeme deney numunelerine TS EN 205 esaslarına göre 50 mm/dak. hızda; levhalardan hazırlanan deney numunelerine

ASTM D 1037-78 esaslarına göre 0,61 mm/dak. hızda artan bir kuvvetle çekme deneyi uygulanmıştır (şekil 4.4.).



Şekil 4.4. Çekme deneyi düzeneği

Deney örneklerinin yapışma yerlerinden kopma anında meydana gelen maksimum çekme kuvveti Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir. Her malzeme türü ve tutkal çeşidi için tespit edilen kuvvet (F_{max}), yapışma yeri yüzey alanı (A) olmak üzere yapışma yerinde meydana gelen maksimum yapışma direnci (σ):

$$\sigma = F/A = N/mm^2 \quad [4.1]$$

eşitliği kullanılarak 0,01 N/mm² hassasiyetle hesaplanmıştır.

4.5. İstatistiksel Değerlendirme

5 malzeme türü ve 3 tutkal çeşidi ile oluşturulan 10'arlı gruplar halindeki deney örnekleri statik yük altında çekme direnci testine tabi tutulmuştur. Deney sonucunda (5x3x10) 150 ölçüm yapılarak elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirmede, 5x4 faktöryel tertibine göre çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Sonuçların anlamlı çıkması halinde farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirtmek amacıyla sonuçlara Duncan testi uygulanmıştır.

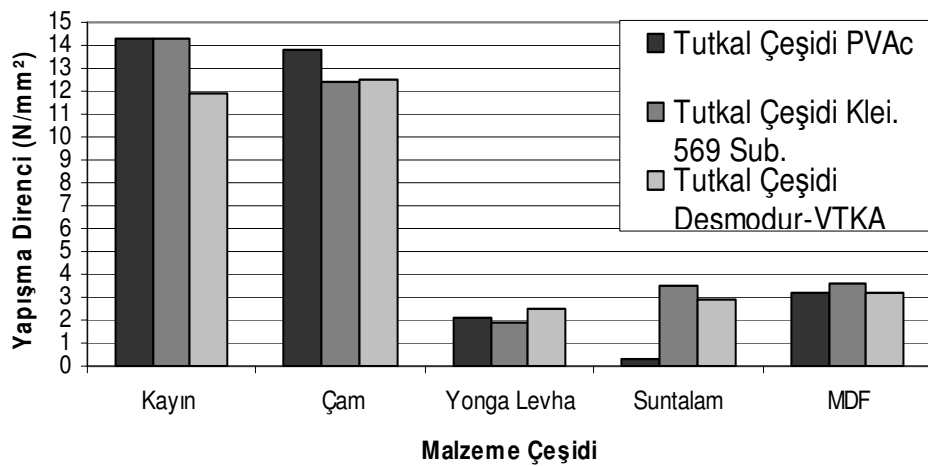
5.BULGULAR

Denemelerde elde edilen kuvvetlerden hesaplanan çekme direnci değerlerine ait ortalamalar Çizelge 5.1' de, Çekme denemelerinden elde edilen her bir numune için elde edilen Fmax(N) değerleri ve σ yapışma(N/mm²) değerleri ise Ek Çizelge 1. de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Çekme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

Malzeme Çeşidi	Tutkal Çeşidi		
	PVAc	Klei. 569	D-VTKA
Kayın	14,32	14,33	11,88
Çam	12,34	12,38	12,47
Yonga Levha	2,06	1,94	2,52
Suntalam	0,26	3,47	2,91
MDF	3,16	3,56	3,15

Çekme deney sonuçlarına göre; en yüksek yapışma direnci PVAc ve kleiberit 569 tutkalı ile yapıştırılan kayın odununda elde edilmiştir. Levhalar içerisinde ise; en yüksek yapışma direnci, yine kleiberit 569 tutkalı ile yapıştırılan MDF' de elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Yapışma direnci ortalama değerleri

Çizelge 5.2. Malzeme çeşidi ve tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	P<0,05 (*)
Malzeme Türü	4	3931,294	982,823	662,0283	0,0000
Tutkal Çeşidi	2	13,812	6,906	4,6519	0,0111
Malz.xTut.	8	88,050	11,006	7,4138	0,0000
Hata	135	200,416	1,485	-	-
Toplam	149	4233,573	-	-	-

Malzeme çeşidi, tutkal çeşidi ve bunların ikili etkileşimlerinin yapışma direncine göre aralarındaki farklılık istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($\alpha = 0,05$). Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla Duncan (MSTATC Paket Programı ile) testi uygulanmıştır.

Malzeme türüne ait Duncan testi sonuçları Şekil 5.3.'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Malzeme çeşidi göre Duncan testi sonuçları

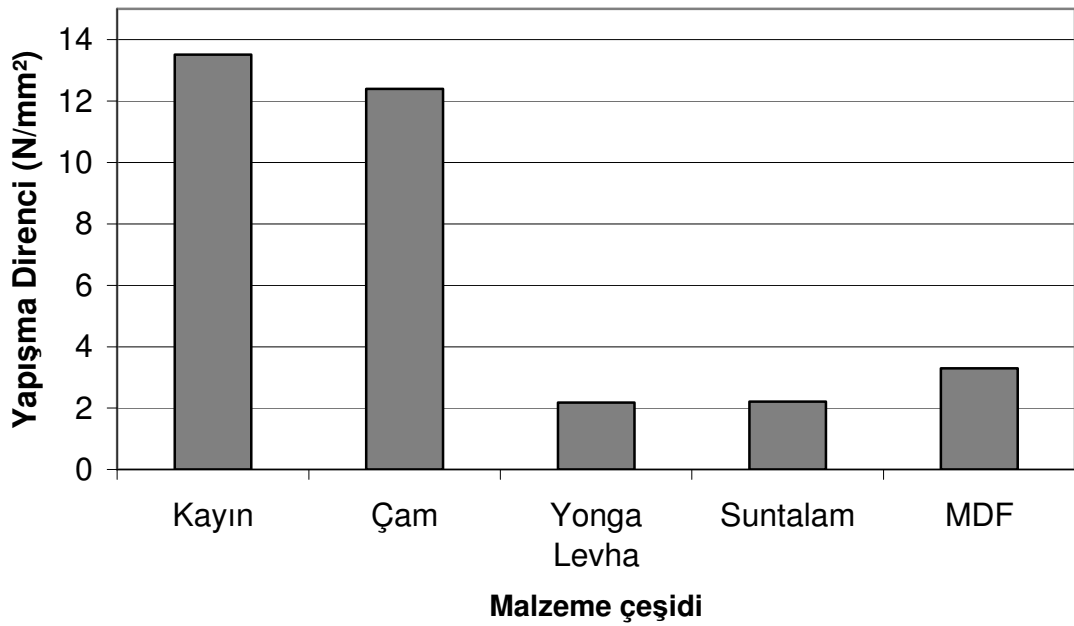
Malzeme Çeşidi	Yapışma Direnci (N/mm ²)	
	\bar{X}	HG
Kayın	13,51	A
Çam	12,40	B
Yonga Levha	2,17	D
Suntalam	2,21	D
MDF	3,29	C

(*) LSD \pm 0.6217

X: Aritmetik Ortalama

HG:Homojenlik Grubu

Malzeme çeşidi bakımından en yüksek yapışma direnci kayın odununda, en düşük ise, yonga levha ve suntalamda bulunmuştur. Buna ait grafik Şekil 5.2.'de verilmiştir.



Şekil 5.2. Malzeme çeşidine göre yapışma direnci ortalamaları

Tutkal çeşidine ait Duncan testi sonuçları Çizelge 5.4.'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Tutkal çeşidi göre Duncan testi sonuçları

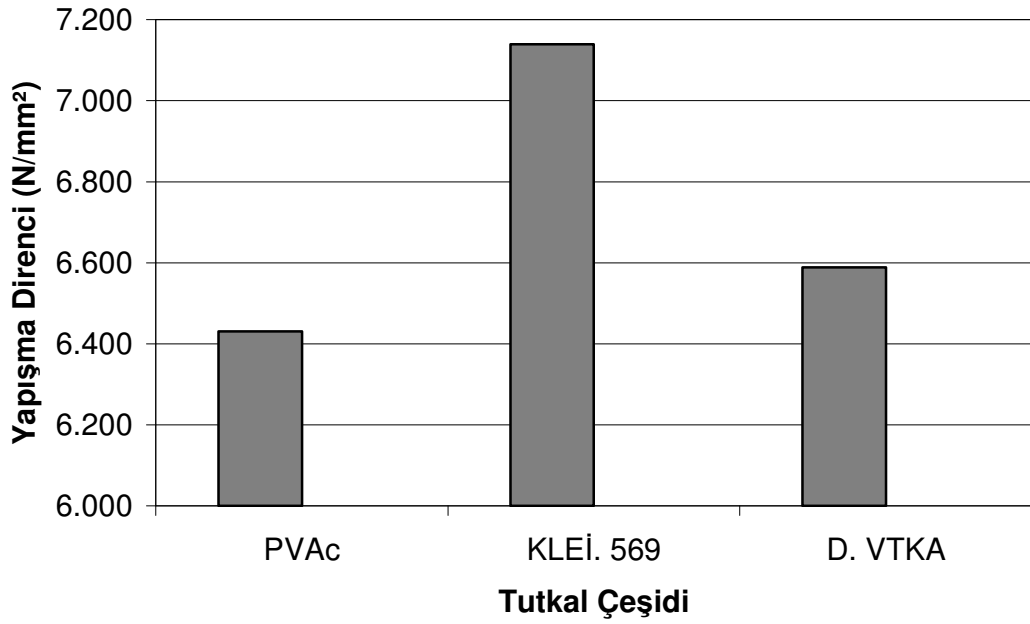
Tutkal Çeşidi	Yapışma Direnci (N/mm ²)	
	\bar{X}	HG
PVAc	6.43	B
KLEİ. 569	7.13	A
D-VTKA	6.58	B

(*) LSD±0.4816

X :Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik Grubu

Tutkal çeşidi bakımından en yüksek yapışma direnci kleiberit 569 tutkalında bulunmuştur. PVAc ve Desmodur-VTKA ise yaklaşık aynı değerlerde çıkmıştır. Buna ait grafik Şekil 5.3.'te verilmiştir.



Şekil 5.3. Tutkal çeşidine göre yapışma direnci ortalamaları

Malzeme çeşidi ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 5.5.'te verilmiştir

Çizelge 5.5. Malzeme çeşidi ve tutkal çeşidinin ikili etkileşimine ilişkin Duncan testi sonuçları

Malzeme Çeşidi	Tutkal Çeşidi					
	PVAc		KLİE. 569		D-VTKA	
	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG	\bar{X}	HG
Kayın	14,32	A	14,34	A	11,88	B
Çam	12,34	B	12,38	B	12,48	B
Yonga Levha	2,06	D	1,94	D	2,52	CD
Suntalam	0,26	E	3,47	C	2,91	CD
MDF	3,16	C	3,56	C	3,15	C

(*) LSD±1.077

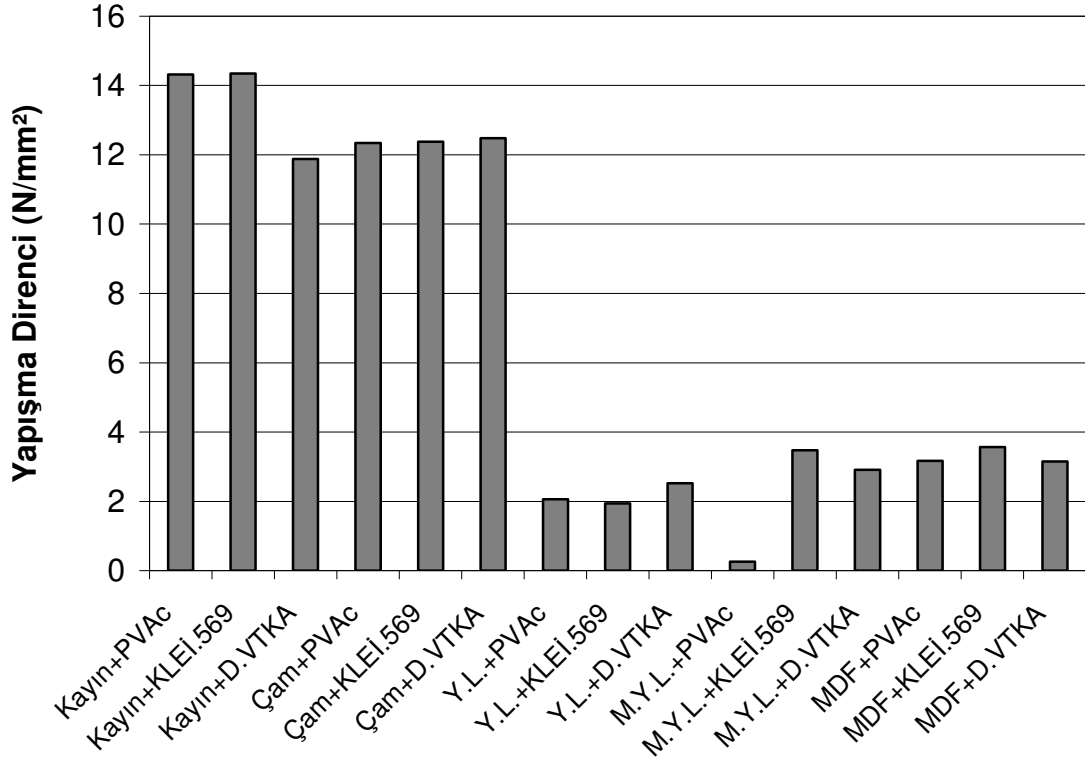
X :Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik Grubu

Malzeme çeşidi ve tutkal çeşidi ikili etkileşimi sonuçlarına göre en yüksek yapışma direnci, PVAc ve kleiberit 569 tutkalı ile yapıştırılan kayın odununda bulunmuştur. Levhalar içerisinde ise, kleiberit 569 tutkalı ile yapıştırılan MDF'de bulunmuştur.

En zayıf yapışma direnci de, PVAc tutkalı ile yapıştırılan suntalamda bulunmuştur.

Buna ait grafik Şekil 5.4.'te verilmiştir.



Şekil 5.4. Malzeme+Tutkal çeşidine göre yapışma direnci ortalamaları

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mobilya üretiminde kullanılan Doğu kayını, sarıçam, yonga levha, melamin reçine emdirilmiş yonga levha (suntalam) ve orta yoğunluklu lif levha (MDF), polivinilasetat (PVA), kleiberit 569 supratat ve Desmodur-VTKA tutkallarıyla yapıştırıldıktan sonra çekme deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre; kleiberit 569 ve PVA tutkalı ile yapıştırılan Doğu kayınında en başarılı sonuç elde edilmiştir.

Malzeme çeşidine göre; en yüksek yapışma direnci, kayın odununda ($13,51 \text{ N/mm}^2$), en düşük yapışma direnci yonga levhada ($2,176 \text{ N/mm}^2$) ve ona çok yakın olan suntalamda ($2,217 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Yapışma direncinin Doğu kayınında sarıçama göre yüksek çıkması yoğunluğunun fazla olmasından; levhalara göre yüksek çıkması ise, liflere paralel çekme mukavemetinin yüksek olmasından olabilir.

Tutkal çeşidine göre en yüksek yapışma direnci, kleiberit 569 ($7,139 \text{ N/mm}^2$) ve Desmodur-VTKA' da ($6,589 \text{ N/mm}^2$); en düşük Polivinilasetat tutkalında ($6,431 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Kleiberit 569 supratat ve Desmodur-VTKA poliüretan esaslı olmaları ve kohezyon gücünün adezyon gücünden fazla olmasından dolayı Polivinilasetat tutkalına göre daha yüksek yapışma direncine sahip olabilir.

Malzeme çeşidi ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre yapışma direnci en yüksek; kleiberit 569 + Doğu kayınında ($14,34 \text{ N/mm}^2$) ve polivinilasetat + Doğu kayınında ($14,32 \text{ N/mm}^2$); en düşük polivinilasetat + suntalamda ($0,2640 \text{ N/mm}^2$) bulunmuştur. Kleiberit 569 supratat tutkalının kohezyon gücünün yüksek olması ve Doğu kayınında kimyasal yapışmanın yanında mekanik yapışmanın da meydana gelmesinden dolayı yüksek bir yapışma direnci elde edilmiş olabilir.

Doğu kayını ve sarıçam odunlarının her üç tutkal ile yapışma direnci yapay levhalara göre oldukça yüksektir. Ancak masif malzemelerden Doğu kayını sarıçama göre özellikle polivinilasetat ve kleiberit 569 tutkallarında daha yüksek yapışma direncinde bulunmuştur. Yapay levhalar içerisinde ise; MDF en yüksek yapışma

direnci kleiberit 569 tutkalında olmak üzere, her üç tutkal ile yapışma direncinde diğer levhalardan daha yüksek dirençte olduğu tespit edilmiştir. MDF’ de, Doğu kayınında olduğu gibi, diğer levhalara göre yoğunluğunun fazla olmasından dolayı olabilir.

Literatürde, Doğu kayının yapışma direnci (9,020 N/mm²), sarıçam (9,020 N/mm²) göre yüksek değerlerde çıkmıştır. Bu durum Doğu kayınının yoğunluğunun ve kohezyon gücünün sarıçamdan yüksek olmasından kaynaklanabilir. Bu çalışmada elde edilen değerler ile literatürdeki değerler uyumlu çıkmıştır (10).

Doğu kayınında, PVAc tutkalının yapışma direnci Desmodur VTKA tutkalına göre yüksek yapışma direncinde bulunmuştur (11). Islak ortamlarda durum tam tersi bir sonuç vermiştir. Literatürde Desmodur-VTKA tutkalının kuru veya rutubetli iç ve dış mekanlarda kullanılabilceği açıklanmıştır (7).

Diğer literatür çalışmasında, PVAc tutkalı modifikasyonsuz 2,662 N/mm², PVAc+% 50 Üre-formaldehit ile modifiye edildiğinde ise 2,909 N/mm² bulunmuştur. Böylece birbirleriyle modifiye edilerek yapışma dirençlerinin ve diğer bazı özelliklerinin geliştirilebildiği görülmektedir (15).

Bu durumda kleiberit 569 supratac tutkalının, denemeye alınan malzemelerde yüksek yapışma direncine sahip olduğu ve tutkallama işlemlerinde bu malzemelerde tercihen kullanılabilceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Altınok, M., “Tutkallar”, Ders Notları, *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi*, Ankara (2001).
2. Huş, S., “ Ağaç Malzeme Tutkalları”, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını*, 242, İstanbul 1977.
3. Altınok, M., "Masa Yapımında Uygulanan Sütun Ayaklarda Konstrüksiyon Modellemesi", *G.Ü.T.E.F., Politeknik dergisi*, 1(1-2): 105-109 (1998).
4. Özen, R., “Ağaç Malzeme Yapıştırıcı Malzemeleri” Ders Notları, *K.T.Ü. Orman Fakültesi*, Trabzon, 1– 17 (1978).
5. Franklin Glue Comp., “Adhesive Trouble Shooting”, Columbus, USA (1989)
6. Suh, J.S., et al., “A Study on the Wood Adhesion Technigues for Furniture Use”, *Research Reports of the Forestry Research Institute Report*, 13(39):24-31, Seul (1989).
7. Özçiftçi, A., Özen, R., Altınok, M., “Determine of Strength Join of Polimarin Adhesive in Boiling, Cold and Hot Water Conditions of Wooden Material.”, *Dünya Ormanlık Kongresi*, Antalya (1997).
8. Liu, J., “Preparation of Urea-Formaldehyde Resin Modified With Polyvinyl Alcohol and Amylum”, *Xiangtion Mineral Institute*, Journal Ca Section, 35-37, China (1997).
9. Shen, J., “Developpment of Urea-Formaldehyde Adhesive”, *North China Engineering Institute*, Journal Ca Section, 37, Taivan (1997).
10. Altınok, M., “Ağaç İşleri Temel Makinelerinde İşlenmiş Ahşap Yüzeylerin Yapışma Direncine Etkileri”, *Politeknik Dergisi*, 2(1):17-20, Ankara (1998).
11. Örs, Y., Atar, M., Özçiftçi, A., “Farklı Ağaç Türlerinde, Yonga Ve Lif Levhalarda, PVAc ve Desmodur-VTKA Tutkalı Kullanılarak Uygulanan Kavelalarda Çekme Mukavemeti”, *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(1):: 151-156, Ankara (1998).
12. Örs, Y., Atar, M., Özçiftçi, A., “Klebit 303, Kleiberit 305.0 Ve Super Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri”, *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23(3):757-761, Ankara (1999).
13. Altınok, M., Döngel, N., Söğütlü, C., “Üre-Formaldehyt(UF) İle Modifiye Edilmiş ST10 Tutkalının Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, *Teknoloji Dergisi*, Z.K.Ü., Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, 2(3-4) :193-201, Zonguldak (1999).

14. Altınok, M., Döngel, N., Söğütü, C., “Modifiye Edilmiş Polivinilasetat Dispersiyonu (VB20) Tutkalının Yapışma Direncinin Belirlenmesi”, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2), Ankara (2000).
15. Kocatürk, İ., “Sentetik Tutkallarda Modifikasyonun Ağaç Malzemede Yapışma Direncine Etkileri”, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (2000).
16. Altınok, M.;“Ahşap Tutkallı Birleştirmelerde Yapışma Performansına Sıcaklık Artışının Etkileri”, *Politeknik Dergisi*, 5(4): 341-345 (2002).
17. Özen R., Sönmez A., Altınok M., “The Effect of Impregnation to The Bond Strength On The Impregnated Pine Wood With Tanaltih CBC”, *XI. World Forestry Congress*, Antalya, (1997).
18. Altınok, M., Söğütü, C., Döngel, N., “Zıvanalı “T” Birleştirmelerde Ağaç Türü, Tutkalçeşidi ve Presleme Yönünün Çekme Direncine Etkileri”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24:767-771 (2000).
19. Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi Ders Kitabı, 1”, *Atlas Yayın Dağıtım*, İstanbul, 161-162 (2001).
20. Berkel, A., “Ağaç Malzeme Teknolojisi”, *İ.Ü. Orman Fakültesi*, İstanbul, 593-596 (1970).
21. TS EN 312, “Yonga Levhalar – Özellikler”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (2005).
22. Örs, Y., Efe, H., “Mobilya Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22: 21-27, (1998).
23. Nemli, G., “Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkileri”, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Y. Lisans Tezi, Trabzon (1995).
24. TS 1770, “Odun Lifi ve Yonga Levhaları (Sentetik Reçinelerle Kaplanmış)”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1974).
25. TS 64-3 EN 622-3, “Lif Levhalar-Özellikler Bölüm:3 Orta Sert Levhaların Özellikleri”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara (1999).
26. Usta, M., Eroğlu, H., “Lif Levha Üretim Teknolojisi”, *K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, 307-342, Trabzon (2000).
27. Eroğlu, H., “Lif Levha Endüstrisi” Ders Notları, 45, *K.T.Ü. Orman Fakültesi*, 1, Trabzon, (1994).

28. Küreli. İ., “Yonga ve Lif Levhaların Islak Mekanlarda Kullanma İmkanları Üzerine Araştırmalar”, Doktora Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, 34 – 36, Ankara (1996).
29. Üretici Firma Kataloğu, “Kuru Yöntemle Üretilmiş Lif Levhaların Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri”, **Çamsan**, Ankara (2001).
30. Örs, Y., “Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzeme Mekanik Özellikleri”, **K.T.Ü. Orman Fakültesi**, Trabzon, 33-35, (1987).
31. TS 3891, “Yapıştırıcılar-Polivinilasetat Esaslı Emülsiyon”, **TSE**, Ankara (1983).
32. Üretici Firma Dökümantasyonu, **Polisan**, Kocaeli (1996).
33. Üretici Firma Dökümantasyonu, **AGT Furniture Componets**, Antalya (2004).
34. TS 5430 EN 204, “Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Termoplastik Ahşap Yapıştırıcıların Sınıflandırılması”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara (2003).
35. TS EN 205, “Yapıştırıcılar- Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Termoplastik Ahşap Yapıştırıcılar- Bindirmeyle Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini”, **Türk Standartları Enstitüsü**, Ankara (2004).
36. ASTM D 1037, “Standard Test Method for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials”, **ASTM Standards**, W. Conshohocken, PA 19428-2959, USA (1993).
37. DIN EN 204, “Klassifizierung Von Thermoplastischen Holzklebstoffen Für Nicht Tragende Anwendungen”, **Deutsche Fassung**, Germany (2001).

EKLER

EK-1. Çekme elemanlarına ait deney sonuçları ve gerilme değerleri

KAYIN						
	PVAc	σ (N/mm ²)	Klei 569	σ (N/mm ²)	D VTKA	σ (N/mm ²)
NUMUNE 1	2800	14	2780	13,9	2400	12
NUMUNE 2	3060	15,3	2350	11,75	2770	13,85
NUMUNE 3	2810	14,05	3480	17,4	2000	10
NUMUNE 4	1840	9,2	3800	19	2240	11,2
NUMUNE 5	3200	16	2760	13,8	1820	9,1
NUMUNE 6	2380	11,9	2300	11,5	2470	12,35
NUMUNE 7	3640	18,2	2900	14,5	2250	11,25
NUMUNE 8	3240	16,2	3420	17,1	2970	14,85
NUMUNE 9	3140	15,7	2440	12,2	2720	13,6
NUMUNE 10	2540	12,7	2440	12,2	2120	10,6
MAX.	3640	18,2	3800	19	2970	14,85
MİN.	1840	9,2	2300	11,5	1820	9,1
ORTALAMA	2865	14,325	2867	14,335	2376	11,88
ST. SAPMA	512,71066	2,56355	529,73892	2,64869	363,04881	1,81524
ÇAM						
	PVAc	σ (N/mm ²)	Klei 569	σ (N/mm ²)	D VTKA	σ (N/mm ²)
NUMUNE 1	2540	12,7	2520	12,6	2580	12,9
NUMUNE 2	2200	11	2400	12	2740	13,7
NUMUNE 3	2360	11,8	2540	12,7	1780	8,9
NUMUNE 4	2500	12,5	2500	12,5	2540	12,7
NUMUNE 5	2560	12,8	2260	11,3	2620	13,1
NUMUNE 6	2260	11,3	2480	12,4	2180	10,9
NUMUNE 7	2740	13,7	2500	12,5	2640	13,2
NUMUNE 8	2480	12,4	2580	12,9	2220	11,1
NUMUNE 9	2400	12	2360	11,8	2860	14,3
NUMUNE 10	2640	13,2	2620	13,1	2790	13,95
MAX.	2740	13,7	2620	13,1	2860	14,3
MİN.	2200	11	2260	11,3	1780	8,9
ORTALAMA	2468	12,34	2476	12,38	2495	12,475
ST. SAPMA	166,58664	0,83293	107,82702	0,53913	335,36878	1,67684

EK-1. (Devam) Çekme elemanlarına ait deney sonuçları ve gerilme değerleri

YONGA LEVHA						
	PVAc	σ (N/mm ²)	Klei 569	σ (N/mm ²)	D VTKA	σ (N/mm ²)
NUMUNE 1	1200	2,4	1100	2,2	1200	2,4
NUMUNE 2	1120	2,24	840	1,68	1490	2,98
NUMUNE 3	1000	2	1200	2,4	1080	2,16
NUMUNE 4	1140	2,28	960	1,92	1400	2,8
NUMUNE 5	960	1,92	1080	2,16	1180	2,36
NUMUNE 6	1160	2,32	880	1,76	1260	2,52
NUMUNE 7	1010	2,02	990	1,98	1140	2,28
NUMUNE 8	1080	2,16	870	1,74	1400	2,8
NUMUNE 9	800	1,6	1060	2,12	1340	2,68
NUMUNE 10	840	1,68	740	1,48	1120	2,24
MAX.	1200	2,4	1200	2,4	1490	2,98
MİN.	800	1,6	740	1,48	1080	2,16
ORTALAMA	1031	2,062	972	1,944	1261	2,522
ST. SAPMA	134,86206	0,26972	140,77562	0,28155	139,39950	0,27879
SUNTALAM						
	PVAc	σ (N/mm ²)	Klei 569	σ (N/mm ²)	D VTKA	σ (N/mm ²)
NUMUNE 1	260	0,52	1800	3,6	1420	2,84
NUMUNE 2	80	0,16	1580	3,16	1400	2,8
NUMUNE 3	120	0,24	1800	3,6	1500	3
NUMUNE 4	90	0,18	1380	2,76	1400	2,8
NUMUNE 5	140	0,28	1710	3,42	1400	2,8
NUMUNE 6	120	0,24	2040	4,08	1620	3,24
NUMUNE 7	150	0,3	1600	3,2	1450	2,9
NUMUNE 8	50	0,1	1870	3,74	1200	2,4
NUMUNE 9	180	0,36	1900	3,8	1660	3,32
NUMUNE 10	130	0,26	1690	3,38	1520	3,04
MAX.	260	0,52	2040	4,08	1660	3,32
MİN.	50	0,1	1380	2,76	1200	2,4
ORTALAMA	132	0,264	1737	3,474	1457	2,914
ST. SAPMA	58,27139	0,11654	187,91546	0,37583	129,44754	0,25889
MDF						
	PVAc	σ (N/mm ²)	Klei 569	σ (N/mm ²)	D VTKA	σ (N/mm ²)
NUMUNE 1	990	1,98	2260	4,52	1320	2,64
NUMUNE 2	1400	2,8	1480	2,96	1720	3,44
NUMUNE 3	1860	3,72	1900	3,8	1670	3,34
NUMUNE 4	1640	3,28	1180	2,36	1660	3,32
NUMUNE 5	1460	2,92	2140	4,28	1620	3,24
NUMUNE 6	1660	3,32	2160	4,32	1480	2,96
NUMUNE 7	1620	3,24	1080	2,16	1680	3,36
NUMUNE 8	1920	3,84	2250	4,5	1500	3
NUMUNE 9	1560	3,12	1910	3,82	1490	2,98
NUMUNE 10	1720	3,44	1460	2,92	1640	3,28
MAX.	1920	3,84	2260	4,52	1720	3,44
MİN.	990	1,98	1080	2,16	1320	2,64
ORTALAMA	1583	3,166	1782	3,564	1578	3,156
ST. SAPMA	262,55369	0,5251	447,08438	0,89416	125,32624	0,250652

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Ankara’ da doğdu. Sırasıyla, Ankara Şükufe Nihal İlkokulunu 1991, Şentepe Lisesi orta kısmını 1994, Çiğdemtepe Endüstri Meslek Lisesini 1997 ve Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünü 2003 yılında bitirdi. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2005 yılında Çankırı ili Orta ilçesi Yıldırım Beyazıt Çok Programlı Lisesine öğretmen olarak atandı ve halen aynı okulda öğretmenlik görevine devam etmektedir.