

KAMA DIŞLİ BOY BİRLEŞTİRMELERDE AĞAÇ TÜRÜ, DIŞ TİPİ VE TUTKAL ÇEŞİDİNİN ÇEKME DİRENCİNE ETKİLERİ

Mustafa ALTINOK*, Cevdet SÖĞÜTLÜ

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü,

06500 Teknikokullar, Ankara, TÜRKİYE, altinok@gazi.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), sarıçam (*Pinus sylvestris Lipsky*), sapsız meşe (*Quercus petraea Lipsky*) odunlarından hazırlanan deney örneklerine 10 mm sivri diş ve 10 mm trapez diş profilleri açılmıştır. Dişli birleştirmeler klebit 303 ve kleiberit 305 tutkalı ile yapıştırılmıştır. Hazırlanan 120 adet deney örneğine DIN 53255'e göre çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak, en yüksek çekme direnci, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılan 10 mm sivri dişli birleşmiş Doğu kayını odununda belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kama dişli birleştirme, çam, kayın, meşe, çekme direnci.

EFFECTS OF WOOD TYPES, JOINT PROFILES AND GLUE TYPES ON TENSILE STRENGTH OF END TO END FINGER JOINTS

ABSTRACT

In this study, it was researched that effects of wood type, joint profile and glue type on tensile strength of end to end finger joints. For this purpose, it was prepared totaly number of 120 samples, sharp finger types 10 mm, trapezium shaped finger type 10 mm have been opened to the end of wood samples which are widely used in furniture industry such as, beech (*Fagus orientalis Lipsky*), Scots pine (*Pinus sylvestris Lipsky*) and sessile oak (*Quercus petraea Lipsky*) species. Finger joints have been bonded with glue of klebit 303 and kleiberit 305. Tensile tests were applied to the samples according to DIN 53254 standard method. As a result, the highest tensile strength has been determined on sharp finger type with 10 mm joints prepared from beech wood and glued with klebit 303.

Key Words : Finger joint, pine, beech, sessile oak, tensile strength.

1. GİRİŞ

Yapı malzemesi olarak ve mobilyacılıkta kullanılan ağaç malzeme, kullanım yerindeki fonksiyonuna göre değişik birleştirme metodu uygulanarak eklenmektedir. Geçmişte yapılan basit mekanik birleştirmelerin yerini zamanla el sanatlarının da geliştirilmesiyle birlikte lambalı, zıvanalı, kavelalı, yarma geçme, kırlangıç kuyruğu ve kama dişi gibi birleştirmeler almıştır. Bu birleştirmeler pencere, kapı ve ahşap binalar ile masif mobilyacılıkta günümüzde de geniş kullanım alanı bulmaktadır. Ağaç malzemenin kusurlu kısımları kesilip çıkarıldıktan sonra, boy ve genişlik yönünde kama dişli birleştirilerek, istenilen boyutlarda ahşap malzeme üretilebilmektedir. Çarpılmadan kurutulabilen kısa parçalar, eklendiklerinde masif ağaç malzemededen biçilerek elde edilen aynı boyutlardaki malzemeye göre, daha kalıcı biçim kararlılığı kazanmaktadır. Ayrıca birleştirmede kullanılan tutkalın uygun seçilmesi ile yeterli sağlamlıkta ekonomik bir malzeme üretilebilmektedir. Bu ise yapıştırılacak malzemenin kullanım şartlarına göre tutkal seçilmesi ile mümkün olmaktadır (1).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Parmak dişli birleştirmeli masif ahşap malzemenin mekanik özelliklerine birleştirme profilleri, tutkal çeşidi ve ağaç türleri ile deneme şartlarının etkileri birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır.

Parmak dişli birleştirmelerin pencere ve kapı çerçevesi, mobilya, çeşitli inşaatların taşıyıcı elemanlarının yapımında kullanılması halinde, lambalı, zıvanalı, yarma geçme birleştirme yöntemleri ile birleştirilen ahşap malzemeye oranla % 60-80'den daha fazla bir mukavemet kazandıracığı bildirilmiştir (1).

Birleştirme profillerinde diş ucu genişliği arttıkça, direncinin düştüğü ve diş ucu genişliği ile diş uçları arasındaki açıklık oranı azaldıkça ahşap malzeme kaybının da azaldığı, ayrıca birleştirme direncinin arttığı belirtilmiştir (1).

Masif ağaç malzemenin parmak dişli birleşmesi, lifler yönünde ve enine kesit boyutları 1/2 oranla yapıldığı takdirde birleştirilmiş malzeme direnci benzer koşullarda, en yüksek olduğu bildirilmiştir (2).

Parmak dişli boy birleştirmede 3 parça ile hazırlanan 2440 mm uzunlukta bir malzemenin, yeterli dirence sahip ekonomik birleştirme olduğu belirtilmiştir (1).

Klebit 303, kleiberit 305 ve Süper-lackeim 308 tutkallarının yapışma dirençlerinin araştırıldığı çekme testi uygulanan çalışmada en yüksek yapışma direnci (N/mm²), klebit 303 tutkalı ile Doğu kayınında (8,98) ve sapsız meşede (8,95) belirlenmiştir (3).

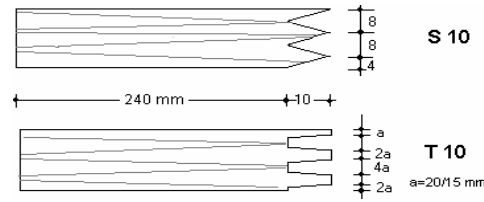
Meşe odunundan hazırlanan 7 katmanlı lamine ağaç malzemedede en yüksek eğilme direnci, klebit 303 tutkalı ile (110,14 N/mm²) elde edilmiştir (4).

Sarıçam ve Doğu kayını odunlarının eğilme testi uygulanan parmak dişli birleşmesinde, PVAc tutkalının suya dayanıklı türü (VB20)'nin PVAc'ye göre, diş uzunluğunda ise 12 mm olanlar 8 mm olanlara göre daha dirençli olduğu gözlenmiştir (5).

Sapsız meşe, sarıçam ve Doğu kayını odunlarının parmak dişli boy birleştirmelerinde, birleştirme yerlerinin Kleiberit 305 ve klebit 303 tutkallarıyla yapıştırılması halinde, en yüksek eğilme direnci 25 mm sivri diş ve klebit 303 tutkalı ile sapsız meşe odununda elde edildiği bildirilmiştir (6).

Kayın kaplama ile kaplanmış şerit yongalı levhanın düz, yabancı çıtalı ve parmak dişli birleştirmelerinde, kaplamaların ve birleştirme yerlerinin Üre-formaldehit tutkalı ile yapıştırılması halinde, en yüksek eğilme direnci parmak dişli, en yüksek çekme direnci ise düz birleştirmelerde bulunmuştur (7).

Bu çalışma, kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu maksatla sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe odunları Şekil 1'de görülen S10 ve T10 diş tipinde, kleiberit 305 ve klebit 303 tutkalları ile birleştirilmiştir. Örneklere çekme deneyi uygulanmıştır.



Şekil 1. Deney numunelerine açılan S10 ve T10 diş tipleri

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, yaygın endüstri uygulamaları göz önüne alınarak 1. sınıf sarıçam (*Pinus silvestris Lipsky*), Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) ve sapsız meşe (*Quercus petraea Lipsky*) odunlarının diri odun kısımları kullanılmıştır. Malzemeler Ankara'daki kereste işletmelerinden tamamen tesadüfi yöntemle temin edilmiştir.

3.2. Tutkal

Ağaç malzemelerin kama dişli boy birleştirilmesinde piyasada montaj tutkalı olarak bilinen kleiberit 305 ve klebit 303 tutkalları kullanılmıştır.

Kleiberit 305 tek bileşenli, sıcak ve soğuk olarak uygulanabilen bir tutkaldır. Rutubeti % 8-15 olan ağaç malzemenin yapıştırılmasında, birleştirme yüzeyine 120-200 gr/m² hesabı ile ambalaj viskozitesinde kullanılmaktadır (3).

Klebit 303 tutkalı, sıcak ve soğuk olarak kullanılmaktadır. Yoğunluğu 1,22 g/cm³, pH derecesi 7,0 viskozitesi 13000 MPa (20 °C). Sertleşme süresi ise 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında 20 dakikadır. Çift bileşenli olarak uygulandığında ise tutkal içerisine % 5 klebit turbo hertner 303,5 (sertleştirici) katılır. İyi bir tutkallama için yüzeye ortalama 120-200 g/m² sürülmesi önerilmekte ve açık bekleme süresi 6-10 dakika olarak verilmektedir (3).

3.3. Deney Numunelerinin Hazırlanması

Bu çalışmada çekme deneyi için 3 ağaç türü, 2 tutkal çeşidi ve 2 diş tipinden 10'ar adet olmak üzere 3x2x2x10=120 adet 20x50x300 mm ölçülerinde deney numunesi hazırlanmıştır. Sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe odunlarından 30 mm kalınlık 60 mm genişlik ve 460 mm uzunluktaki taslak parçalar havalandırılan ve güneş ışığı almayan kapalı bir mekanda aralarına istif çitaları konularak dizilmiş ve yaklaşık 6 ay süreyle bekletilmişlerdir. Daha sonra 20±2°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem koşullarında değişmez ağırlığa ulaşuncaya kadar bekletilmiştir. Böylece başlangıçtaki rutubet farklılıkları giderilmiştir. Hava kurusu haldeki (%12) taslak parçalar 20 mm kalınlığında, 50 mm genişliğinde ve 300 mm uzunluğunda kesildikten sonra bir uçlarına sivri 10 mm (S10) ve trapez 10 mm (T10) diş tiplerinde kama dişi açılmıştır. Tutkallama işleminde üretici firma önerilerine uygun hareket edilmiş ve yapıştırma işleminde her numuneye eşit tutkal sürülmesine (160 g/m²) ve birleştirmede eşit kuvvet uygulanmasına (12 kg/cm²) özen gösterilmiştir (3). Hazırlanan örnekler 20±2 °C sıcaklık ve %65±3 bağıl nemdeki iklim odasında ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar bekletilerek tutkallama sırasında oluşan muhtemel rutubet farklılıkları giderilmiş ve tutkalların tam sertleşmesi sağlanmıştır. Numunelerin boyları birleştirme yeri tam ortada olacak şekilde 500 mm uzunluğunda kesilmiştir.

3.4. Deney Metodu

Deneyler 4 tonluk üniversal test makinesinde DIN 53255 (8) esaslarına göre yükleme dakikada 400 - 500 kg/cm² olarak artırılarak yapılmış, kırılma anındaki maksimum kuvvet cihazın kadranından

okunarak Newton (N) cinsinden kaydedilmiştir.

Deneylerde elde edilen kırılma kuvvetlerinden (Fmaks) aşağıdaki eşitlik kullanılarak çekme direnci (σ) hesaplanmıştır.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad (N/mm^2) \quad A : \text{Diş yüzey (deney) alanı (mm}^2\text{)}$$

3.5. İstatistik Uygulama

Kama dişli boy birleştirmede ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkilerini belirlemek için 3x2x2x10 faktöryel tertibine göre çoklu varyans analizi yapılmıştır. Bu faktörlerin çekme direncine etkileri önemli çıktığında, Duncan testi ile farklılıkların hangi gruplar arasında olduğu belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Kama dişli boy birleştirmesi uygulanan numunelere ait değerler Çizelge 1'de, ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkilerini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çekme direncine ait değerler (N/mm²)

| Tutkal Çeşidi | | Kleiberit 305 | | Klebit 303 | |
|---------------|-------------------|---------------|------|------------|-------|
| Ağaç Türü | Diş Tipi | T10 | S10 | T10 | S10 |
| Doğu Kayını | X _{min} | 4,69 | 5,90 | 7,29 | 10,90 |
| | X _{maks} | 5,29 | 6,75 | 7,61 | 11,25 |
| | X _{ort} | 4,96 | 6,20 | 7,43 | 11,10 |
| | S | 0,17 | 0,26 | 0,09 | 0,10 |
| Meşe | X _{min} | 5,37 | 5,75 | 6,45 | 5,88 |
| | X _{maks} | 6,49 | 6,35 | 7,37 | 6,45 |
| | X _{ort} | 6,10 | 6,11 | 6,70 | 6,20 |
| | S | 0,31 | 0,17 | 0,24 | 0,20 |
| Sarıçam | X _{min} | 3,94 | 2,57 | 3,94 | 5,95 |
| | X _{maks} | 4,29 | 5,60 | 5,49 | 6,50 |
| | X _{ort} | 4,16 | 4,74 | 4,84 | 6,25 |
| | S | 0,11 | 1,20 | 0,34 | 0,13 |

Çizelge 2. Ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin çekme direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

| Varyasyon Kaynakları | S.D. | Kareler Toplamı | Kareler Ort. | Hesaplama F | Çizelge Değeri % 1 |
|----------------------|------|-----------------|--------------|-------------|--------------------|
| Tekerrür | 14 | 0,481 | 0,034 | 0,667 ns | 1790 |
| A (Ağaç Türü) | 2 | 164,387 | 82,194 | 1594,162 ** | 4,610 |
| B (Tutkal Çeşidi) | 1 | 123,737 | 123,737 | 2399,895 ** | 6,630 |
| A x B Etkileşimi | 2 | 94,642 | 47,321 | 917,801 ** | 4,610 |
| C (Diş tipi) | 1 | 56,605 | 56,605 | 1097,864 ** | 6,630 |
| A x C Etkileşimi | 2 | 54,130 | 27,065 | 524,934 ** | 4,610 |
| B x C Etkileşimi | 1 | 7,401 | 7,401 | 143,551 ** | 6,630 |
| A x B x C Etkileşimi | 2 | 16,725 | 8,362 | 162,192 ** | 4,610 |
| Hata | 154 | 7,940 | 0,052 | - | |
| Genel | 179 | 526,050 | 2,939 | - | |

** : Önemli % 1 hata ns : Önemsiz

Buna göre, ağaç türü- tutkal çeşidi-diş tipleri arasındaki üçlü etkileşimlerin çekme direncine etkisi istatistiksel olarak %1 hata payı ile önemli olduğu görülmüştür. Farklılıkların hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Duncan testi sonuçları (N/mm²)

| Tutkal Çeşidi Ağaç Türü | Kleiberit 305 | | | | Klebit 303 | | | |
|----------------------------|---------------|-----|------|---|------------|---|-------|----|
| | T10 | | S10 | | T10 | | S10 | |
| Doğu kayını | 4,96 | EF | 6,20 | D | 7,43 | B | 11,10 | A* |
| Meşe | 6,10 | D | 6,11 | D | 6,70 | C | 6,20 | D |
| Sarıçam | 4,16 | G** | 4,74 | E | 4,84 | F | 6,25 | D |

LSD : 0.1838 * : En yüksek değer ** : En düşük değer

En yüksek çekme direnci (N/mm²), klebit 303 tutkalı ile S10 diş tipinde birleştirme yapılan Doğu kayını odununda (11,1), daha sonra sırasıyla klebit 303 tutkalı Doğu kayını T10 diş tipi, klebit 303 tutkalı meşenin T10 diş tipi birleştirmesinde, en düşük ise kleiberit 305 tutkalı ile T10 diş tipinde birleştirme yapılmış sarıçam odununda (4,16) elde edilmiştir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Ağaç malzeme türüne göre ortalama çekme direnci değerleri; Doğu kayınında 7,42 N/mm² ile en yüksek, sarıçamda 4,1 N/mm² ile en düşük ve sapsız meşede 6,27 N/mm² olarak elde edilmiştir.

Tutkal çeşidine göre çekme direnci değerleri ortalamaları; klebit 303'de 7,08 N/mm² ile en yüksek, kleiberit 305'de 5,38 N/mm² ile en düşük bulunmuştur. Bu sonuç literatürde (3) klebit 303 tutkalı ile elde edilen değerlere benzerlik göstermektedir.

Diş tipine göre ortalama çekme direnci değerleri; S10'da 6,76 N/mm² ile en yüksek, T10'da 5,64 N/mm² en düşük elde edilmiştir. Bu, trapez uçlu T 10 tipi dişli birleştirmede enine kesit yüzeylerin yapışmasının S10 tipi sivri dişli birleştirmeye göre daha zayıf olmasından kaynaklanabilir.

Ağaç türü-tutkal çeşidi-diş tipi etkileşimine göre çekme direnci; klebit 303 tutkalı ile S10 diş tipinde birleştirme yapılan Doğu kayınında en yüksek, kleiberit 305 tutkalı ile T10 diş tipinde birleştirme yapılan sarıçam odununda en düşük elde edilmiştir. Ancak S10 diş tipinde klebit 303 ile birleştirilen meşe ve sarıçam S10 diş tipinde kleiberit 305 ile birleştirilen Doğu kayını ve meşe- T10 diş tipinde kleiberit 305 ile birleştirilen meşe odununda çekme direnci istatistiksel anlamda farksız çıkmıştır.

Yapışma direnci bakımından Doğu kayını odununda klebit 303 tutkalının etkili olduğu görülmüştür. Bu çalışma ile literatürdeki benzer çalışmalarda verilen değerlerde klebit 303 tutkalı ile yapılan birleştirmelerin yüksek yapışma direncine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca presleme esnasında sivri dişlerin kama etkisi göstererek ve bu sırada yapışma yüzeylerinin birbirlerine daha iyi yaklaşarak kuvvetli bir yapışma bağı oluşturduğu söylenebilir.

Bu sonuçlara göre, özellikle çekme zorlamasına maruz kalan ahşap kafes kiriş sistemi elemanlarında ve doğramacılıkta sivri diş tipinde klebit 303 tutkalı ile birleştirilmiş Doğu kayını odununun kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Örs, Y., "Kama dişli birleştirmeli masif ağaç malzemedeki mekanik özellikler", Yardımcı Ders Kitabı, *Karadeniz Teknik Üniversitesi*, Orman Fakültesi, Trabzon, 29-34 (1987).
- Biblis, E. J., Carino, H. F., "Factors influencing the flexural properties of finger-jointed southern pine LVL", *Forest Products Journal*, 41-47 (1993).
- "Kleiberit firması ürün teknik kataloğu", Germany, 1-3 (2001).

4. Döngel, N., "Lamine ahşap malzemede ağaç türü, tutkal çeşidi ve katman sayısının eğilme direncine etkileri", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 23-24 (1999).
5. Kılıç, M., Güray, A., "Kama dişli birleştirmelerde diş konumu ve diş profilinin eğilme direncine etkilerinin araştırılması", *1. Uluslararası Mobilya Kongresi*, İstanbul, 475-483 (1999).
6. Altınok, M., Musaonbaşıoğlu, O., "Kama dişli boy birleştirmelerde ağaç türü, diş tipi ve tutkal çeşidinin eğilme direncine etkileri", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1): 237-245 (2000).
7. Altınok, M., "Şerit yongalı levhada düz, çıtalı, kama dişli birleştirmeler ve kaplama işleminin eğilme ve çekme direncine etkisi", *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 1(3-4): 33-40 (1998).
8. DIN 53255, "Prüfung von holzeimen und holzverleimungen: bestimmung der bidefestigkeit von sperrholzeimungen (furnier und tischlerplatten) im zugversuch und im aufstechversuch", *Deutsche Institute für Normen*, Deutschland.

Geliş Tarihi:11.07.2001

Kabul Tarihi:12.03.2003