

# Ceviz ve Armut Odunlarında Yapışma Direncinin Belirlenmesi

Cevdet SÖĞÜTLÜ

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaççşleri Endüstri Mühendisliđi Bölümü, 06500 Teknikokullar, ANKARA

(Geliş / Received : 18.02.2016 ; Kabul / Accepted : 19.03.2016 )

## ÖZ

Bu çalışmada, 6, 9 ve 12 m/dk besleme hızında, kesiş yönünde ve kesiş yönüne ters besleme yapılarak rendelenen ceviz (*Juglans regia* L.) ve armut (*Pirus communis* L.) odunlarında yapışma direnci belirlenmiştir. Deney örnekleri 4 bıçaklı, 85 mm mil çapına sahip yatay freze makinesinde, 7200 devir/dakika ve 1,4 mm talaş kalınlığında rendelenmiştir. Örneklerin yapıştırılmasında poliüretan (PU) ve polivinilasetat (PVA) tutkallar kullanılmıştır. Yapışma direnci, TS EN 205 standartlarına göre örneklere çekmede makaslama deneyleri uygulanarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek yapışma direnci, mil dönüş yönünde rendelenerek PVA tutkal ile yapıştırılan cevizde (11,23 N/mm<sup>2</sup>), en düşük ise mil dönüş yönüne ters rendelenerek PU tutkal ile yapıştırılan armutta (8,29 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapışma direnci, çekmede makaslama testi, ceviz odunu, armut odunu, besleme hızı, kesiş yönü

# Determination of the Bonding Strength on the Walnut and Pear Wood

## ABSTRACT

In this study, tensile shear strength was determined for walnut (*Juglans regia* L.) and pear (*Pirus communis* L.) woods at 6, 9 and 12 m/min feed rate, cutting direction and opposite of cutting direction. The test samples were planed with 4-blade, horizontal milling machines with 85 mm shaft diameter, 7200 rpm and the chip thickness of 1.4 mm Polyurethane (PU) and polyvinyl acetate (PVA) adhesives were used for bonding of the test samples. Bonding strength was determined by applying tensile shear tests to the samples in accordance with TS EN 205 standard. According to the results of the study, the highest bonding strength was obtained in walnut samples, glued with PVA (11.23 N/mm<sup>2</sup>) and planed to cutting direction while the lowest value was found from pear samples, were glued with PU (8.29 N/mm<sup>2</sup>) and planed to opposite of the cutting direction.

**Key words:** Bonding strength, tensile share test, walnut wood, pear wood, feed rate, cutting direction

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İç ve dış dekorasyon elemanlarının üretiminde kullanılan ağaç malzeme, biçme, rendeleme ve zımparalama gibi değişik işlemlerden geçirilerek şekillendirilmektedir. Uygulanan işlemlerden sonra elde edilen yüzeyin pürüzlülük miktarı, üstyüzey işlemlerinin ve birleştirmelerde uygulanan tutkalın başarısını etkilemektedir [1]. Kendine özgü çok sayıda avantajlarının olması, ağaç malzemeyi çeşitli uygulamalar için çekici hâle getirmesine karşın ahşap elemanların birbirleriyle veya diğer yapı elemanlarıyla birleştirilmesindeki zorluklar bulunmaktadır. Tutkal kullanımı, bu zorlukları önemli ölçüde gidermiştir. Özellikle, sentetik reçinelerin geliştirilmesi ile birlikte mobilya üretiminde teknik ve yapısal değişimler olmuştur [2,3]. Tutkalın birleştirmelerde kullanılabilmesi sayesinde, estetik ve teknik yönden olumsuzluk sayılan budak, reçine keseleri gibi ağaç kusurları atılarak küçük ölçülerdeki parçalarından istenilen özelliklerde malzemeler üretilebilmiştir.

Ahşap malzemenin makinelerde şekillendirilmesi sürecinde, hücrelerinin değişik kesiciler ile kesilmesi sonucu, trahe, traheid, özışın, paraşim, reçine kanalları ve lifler arasında oyuklar oluşmaktadır. Bu oyukların ölçüsünde ise ahşap malzemenin başta hücre boşlukları olmak üzere lif yapısı, yıllık halka genişliği, özışınları, budaklılık durumu gibi heterojen özellikli anatomik yapısı da etkili olmaktadır [4].

Yüzey pürüzlülüğü ve tutkalın yapışma direncine, ağaç türü, farklı şartlarda rendeleme ve zımparalamanın etkili olduğu [5] rendelemelerde besleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğü artarken mil dönüş sayısı ve bıçak sayısı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı bildirilmiştir [1,6].

Yüzey pürüzlülüğünün belirlenmesinde, ölçmenin liflere dik, lifler yönünde veya 45° açı ile yapılmasının, yüzey pürüzlülüğünde doğrusal olmayan bir değişim gösterdiği, ayrıca yüzey pürüzlülüğünün yapışma değerlerini belirgin şekilde etkilediği tespit edilmiştir [7].

Tutkal endüstrisi, tutkalın diğer birleştirme malzemelerine göre avantajlarının olması sayesinde hızlı büyümektedir [8]. Ahşap yapıştırma, mobilya ve yapı elemanlarının kalıcı olarak birleştirilmesi için en

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)

e-posta: cevdet@gazi.edu.tr

Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2016.19.4 513-518

etkili yöntemlerden biridir. Tutkal hazırlama işlemi sırasında meydana gelen teknolojik hatalar tutkallı ağaç birleştirmelerinin direnç özelliklerinde farklılıklara neden olabilmektedir [9]. Ayrıca ağaç malzemenin anatomik yapısı dahil hemen hemen tüm özellikleri yapışma direncinde önemli rol oynadığı [10] ve yoğunluk artışının yapışma direncini artırdığı bildirilmiştir [11].

Ahşap köşe birleştirmelerinde polivinilasetat tutkal ile birleştirilen örneklerin poliüretan tutkal ile birleştirilen örnekler göre daha yüksek eğilme dayanımı gösterdiği belirlenmiştir [12].

Literatür bilgilerinden de anlaşılacağı gibi, gerek yüzey pürüzlülüğü gerekse tutkalların performansı üzerine çalışmalar mevcut olup, farklı koşullarda işlenerek elde edilen yüzeylerde yapışma performansının incelenmesi önem taşımaktadır. Bu çalışmada, farklı besleme hızı ve kesiş yönlerinde rendelenen ceviz ve armut odunlarının poliüretan (PU) ve polivinilasetat (PVA) tutkallar ile yapıştırılarak elde edilen örneklerin yapışma direncinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHODOLOGY)

### 2.1. Ağaç Malzeme (Wood Material)

Türkiye’de doğal olarak yetişen ceviz (*Juglans regia* L.) ve armut (*Pirus communis* L.) odunları deney malzemesi olarak kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan ağaç malzemeler, Ankara Mobilyacılar Sitesinden TS EN 384 ve TS 2470 esaslarına uygun, budaksız, ardaksız, büyüme kusurları bulunmayan, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına özen gösterilmiştir [13,14].

### 2.2. Tutkal (Adhesive)

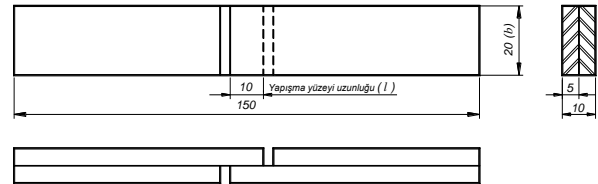
Deney örneklerinin yapıştırılmasında, tek bileşenli polivinilasetat (PVA) ve poliüretan (PU) tutkallar ambalaj vizkozitesinde kullanılmıştır. PVA, Kleiberit firması tarafından üretilerek Klebit 303 kodu ile piyasaya sunulan tek komponentli tutkal olarak TS 5430 EN 204’e göre D3, %5 sertleştirici ilavesi ile çift komponentli olarak kullanıldığında D4 yapışma kalitesine sahip tutkaldır. PU ise aynı firmanın 501 kodu ile piyasaya arz ettiği nemkürlenmeli, poliüretan esaslı TS 5430 EN 204’e göre D4 yapışma kalitesine sahip tutkaldır [15,16].

### 2.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması (Sample Preparation)

Rendeleme örnekleri, 10x50x500 mm boyutlarında ASTM-D 1666-87 belirtilen hususlara göre hazırlanmıştır [17]. Ağaç malzemelerden hazırlanan taslaklar, iyi havalandırılabilen ve doğrudan güneş ışığı almayan ortamda 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarında denge rurubetine ulaşana kadar istifte bekletilmiştir. Ön kontrolde ortalama rutubet miktarı, rasgele seçilen 20 örnekte % 12±0,5 olarak belirlenmiştir. Taslak parçalar, mil dönüş yönünde (kesiş yönü) ve mil dönüş yönünün tersine (kesiş yönüne ters) besleme yapmak üzere, 6 m/dk, 9m/dk ve 12 m/dk besleme hızı ile rendelenmiştir. Rendeleme işlemi, 85 mm çaplı, 4 kesicili yatay freze makinesinde

gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, kesme derinliği 1,4 mm ve devir sayısı 7200 dev/dk olarak alınmış ve bu koşullar, işlem süresince sabit tutulmuştur. Yapılan rendeleme işlemleri ve değişkenler örneklerin arka yüzeylerine işaretlendikten sonra yüzey pürüzlülüğü ölçümleri yapılarak, çekmede makaslama testi örneklerinin hazırlanmasına geçilmiştir.

Her ağaç türü (2), tutkal çeşidi (2), kesiş yönü (2) ve besleme hızı (3) için 10’ar adet olmak üzere toplam 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. Parçaların tutkallanmasında; tutkal çözeltisi üretici firma önerilerine uyularak, yüzeylerden bir tanesine 160–180 g/m<sup>2</sup> olacak şekilde fırça ile sürülmüştür. Yapıştırma işleminde, pres basıncı 0,9 N/mm<sup>2</sup>, presleme süresi 24 saat, pres sıcaklığı ise 20±2 °C olarak alınmıştır. Örnekler, 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem şartlarında denge rurubetine ulaşınca kadar bekletildikten sonra standartlarda belirtilen ölçülerde kesilerek deneylere hazır hâle getirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çekme makaslama deney örneği (mm) (Tensile share test sample)

### 2.4. Yöntem (Method)

#### 2.4.1. Rutubet (Humidity)

Rutubet tayini, TS 2471 esaslarına uyularak yapılmıştır [18]. Bu maksatla örneklerin ağırlıkları ( $M_r$ ), analitik terazide 0,01 g hassasiyetle ölçüldükten sonra etüvde 103±2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuşlardır. Bu durumda, kurutma dolabından alınan örnekler, içerisinde fosforpentoksit ( $P_2O_5$ ) bulunan desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki ağırlıkları ( $M_o$ ) ölçülmüştür. Bunlara göre rutubet ( $R$ );

$$R = \frac{M_r - M_o}{M_o} \quad M_r : \text{Rutubetli ağırlık} \\ M_o : \text{Tam kuru ağırlık}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

#### 2.4.2. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi (Measurement of surface roughness)

Yüzey pürüzlülüğünün değerlendirilmesinde üç parametre yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar, profilin ortalama sapması  $R_a$ , düzensizliğin 10 noktadaki yüksekliğinin ortalaması  $R_z$ , ve profilin en fazla yüksekliği  $R_y$  parametreleridir [19-21]. Bu çalışmada yüzey pürüzlülüğü, ISO 4287 esaslarına uyularak  $R_a$ 'ya göre değerlendirilmiştir [22]. Yüzey pürüzlülüğü ölçmede ardışık profil değişimini ölçebilen TIME TR-200 test cihazı kullanılmıştır (Şekil 2). Cihaz, 10 mm/dk ölçme hızı, 5 µm iğne yarıçapı ve 90° mil açısına sahiptir [23]. Ölçme işlemi, 2,5 mm örnek uzunluğu ve 5 örnek

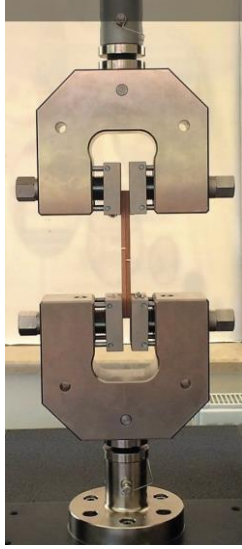
uzunluk sayısı (cut-off) prensibine göre, liflere dik yönde yapılmıştır. Ölçmede hassasiyetin devamlılığı için her 100 ölçüm sonunda, cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.



Şekil 2. Yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı (Surface roughness measuring device)

### 2.4.3. Yapışma direnci (Bonding strength)

Yapışma direnci, TS EN 205 esaslarına uyularak çekmede makaslama testi ile belirlenmiştir [24]. Deney örneği, universal test cihazının germe tertibatına yerleştirilerek, ters yönde 1,6 mm/dk yükleme hızında statik çekme kuvveti uygulanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Çekme deney düzeneği (Tensile share test)

Dengeli ve kademeli uygulanan çekme kuvvetiyle, örnek, tutkal hattından koparılmaya çalışılmış ve kopma anındaki maksimum kuvvet ( $F_{maks}$ ) ( $N$ ) tespit edilerek makaslama direnci ( $\sigma_y$ );

$$\sigma_y = \frac{F_{maks}}{l \cdot b} = \frac{F_{maks}}{A} \text{ N / mm}^2$$

$A$  : Test yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ )  
 $b$  : Yapışma yüzeyi genişliği ( $\text{mm}$ )  
 $l$  : Yapışma yüzeyi uzunluğu ( $\text{mm}$ )

eşitliğinden hesaplanmıştır.

### 2.5. Verilerin değerlendirilmesi (Statistical analysis)

Varyans analizi (ANOVA) ile faktör etkileri tespit edilmiştir. Gruplar arası fark önemli çıktığında, Duncan testi ile ortalama değerler arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. Böylece, denemeye alınan faktörlerin birbirlerine göre başarı sıralamaları, en küçük önemli fark (LSD) kritik değerine göre homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir. Veriler, MSTAT-C paket programında 0,95 güven düzeyinde değerlendirilmiştir.

### 3. BULGULAR (FINDINGS)

Yüzey pürüzlülüğü ve yapışma direncine ilişkin aritmetik ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Yapışma direncine ağaç türü (AT), besleme yönü (BY), besleme hızı (BH) ve tutkal çeşidi (TÇ) etkisine ilişkin Varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Yapışma direnci değerlerine ağaç türü, besleme yönü, besleme hızı ve tutkal çeşidi faktörleri ile ağaç türü-besleme hızı, ağaç türü-tutkal çeşidi ve ağaç türü-besleme yönü-tutkal çeşidi karşılıklı etkileri istatistiksel anlamda önemli, diğer etkileşimler ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 1. Yüzey pürüzlülüğü-yapışma direnci aritmetik ortalama ve standart hata değerleri (Surface roughness-the arithmetic means and standard errors of bonding strength)

| Ağaç Türü (AT) | Besleme Yönü (BY)       | Besleme hızı (BH)<br>Yüzey Pür. (Ra-µm) | Yapışma Direnci (N/mm <sup>2</sup> ) |            |
|----------------|-------------------------|---|--------------------------------------|------------|
|                |                         |   | PVA                                  | PU         |
| Ceviz          | Kesiş yönünde (KY)      | 6 m/dk. (4,86±0,98)                     | 11,56±0,35                           | 9,39±0,21  |
|                |                         | 9 m/dk. (5,19±0,13)                     | 10,48±1,26                           | 8,85±0,19  |
|                |                         | 12 m/dk. (5,43±0,13)                    | 9,28±0,35                            | 7,93±0,29  |
|                | Kesiş yönüne ters (KYT) | 6 m/dk. (4,66±0,11)                     | 12,21±0,37                           | 10,02±0,24 |
|                |                         | 9 m/dk. (4,97±0,11)                     | 11,44±0,30                           | 9,54±0,27  |
|                |                         | 12 m/dk. (5,23±0,08)                    | 10,04±0,20                           | 8,75±0,33  |
| Armut          | Kesiş yönünde (KY)      | 6 m/dk. (2,79±0,03)                     | 11,12±0,47                           | 9,24±0,26  |
|                |                         | 9 m/dk. (3,56±0,04)                     | 10,34±0,34                           | 9,03±0,29  |
|                |                         | 12 m/dk. (3,83±0,05)                    | 9,58±0,30                            | 8,21±0,36  |
|                | Kesiş yönüne ters (KYT) | 6 m/dk. 2,88±0,03)                      | 10,39±0,35                           | 9,07±0,35  |
|                |                         | 9 m/dk. (3,77±0,04)                     | 9,42±0,46                            | 8,37±0,29  |
|                |                         | 12 m/dk. (4,00±0,06)                    | 9,00±0,38                            | 7,84±0,41  |

**Çizelge 2.** Yapışma direncine ağaç türü, besleme yönü, besleme hızı ve tutkal çeşidinin etkisine ilişkin Varyans analizi sonuçları (Variance analysis for the effect of wood type, feeding direction, feed rate, and adhesive type on the bonding strength)

| Varyans kaynağı (Faktörler) P-Değeri |                     |                     |              |                     |                     |                     |                     |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AT                                   | BY                  | BH                  | TÇ           | AT x BY             | AT x BH             | AT x TÇ             | BY x BH             |
| 0.0000*                              | 0.000*              | 0.000*              | 0.000*       | 0.222 <sup>ns</sup> | 0.003*              | 0.001*              | 0.367 <sup>ns</sup> |
| BY x TÇ                              | BH x TÇ             | AT x BY x BH        | AT x BY x TÇ | AT x BH x TÇ        | BY x BH x TÇ        | AT x BY x BH x TÇ   |                     |
| 0.026*                               | 0,245 <sup>ns</sup> | 0.228 <sup>ns</sup> | 0,043*       | 0,103 <sup>ns</sup> | 0,182 <sup>ns</sup> | 0,180 <sup>ns</sup> |                     |

Not: \* fark 0,95 güven düzeyinde anlamlı, ns fark 0,95 güven düzeyinde anlamsız

Ağaç türü, besleme yönü, besleme hızı ve tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Yapışma direnci; ağaç türü düzeyinde cevizde 9,96 N/mm<sup>2</sup>, armuta 8,98 N/mm<sup>2</sup> bulunmuştur. Kesiş yönünde

En yüksek yapışma direnci; PVA tutkalı ile yapıştırılan ceviz örneklerde (10,84 N/mm<sup>2</sup>) bulunmuş, bunu sırası ile PVA tutkalı ile yapıştırılan armut (9,32 N/mm<sup>2</sup>), PU tutkalı ile yapıştırılan ceviz (9,08 N/mm<sup>2</sup>) ve PU tutkalı ile yapıştırılan armut (8,63 N/mm<sup>2</sup>) takip etmiştir.

**Çizelge 3.** Ağaç türü, besleme yönü, besleme hızı ve tutkal çeşidi düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>) (Comparison results of the Duncan tests for wood type, feeding direction, feed rate, and adhesive type)

| Yapışma direnci aritmetik ortalama ve standart hata değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) |                        |                        |                         |                        |
|--|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Ağaç türü  |                        | Besleme yönü           |                         |                        |
| Ceviz  | Armut                  | KY                     | KYT                     |                        |
| 9,96±0.13 <sup>A</sup>   | 8,98±0.12 <sup>B</sup> | 9,97±0.12 <sup>A</sup> | 8,92±0.12 <sup>B</sup>  |                        |
| Besleme hızı   |                        |                        | Tutkal çeşidi           |                        |
| 6 m/dk   | 9 m/dk.                | 12 m/dk.               | PVA                     | PU                     |
| 9,99±0,14 <sup>A</sup>   | 9,56±0,13 <sup>A</sup> | 8,83±0,14 <sup>B</sup> | 10,08±0.19 <sup>A</sup> | 8,85±0.12 <sup>B</sup> |

Not: Aynı harfler fark olmadığını göstermektedir.

yapılan rendelemelerde 9,97 N/mm<sup>2</sup> kesiş yönüne ters besleme yapılarak rendelemelerde ise 8,92 N/mm<sup>2</sup> elde edilmiştir. Besleme hızı düzeyinde 6/dk besleme hızında en yüksek (9,99 N/mm<sup>2</sup>), 12 m/dk besleme hızında ise en düşük bulunmuş olup, 6 m/dk ile 9 m/dk hızları arasındaki fark önemsiz çıkmıştır (0,95 güven düzeyinde). PVA tutkalı ile yapıştırılan örneklerde (10,08 N/mm<sup>2</sup>) PU ile yapıştırılan örneklerde (8,85 N/mm<sup>2</sup>) göre çekme makaslama direnci daha yüksek bulunmuştur.

Ağaç türü–tutkal çeşidi ve tutkal çeşidi–besleme yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Tutkal çeşidi–besleme yönü etkileşimi düzeyinde; en yüksek yapışma direnci kesiş yönü ile PVA tutkalında (10,76 N/mm<sup>2</sup>), en düşük ise kesiş yönüne ters besleme ile PU tutkalında (8,58 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. PVA-KYT ile PU-KYT arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Ağaç türü–tutkal çeşidi ve tutkal çeşidi–besleme yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

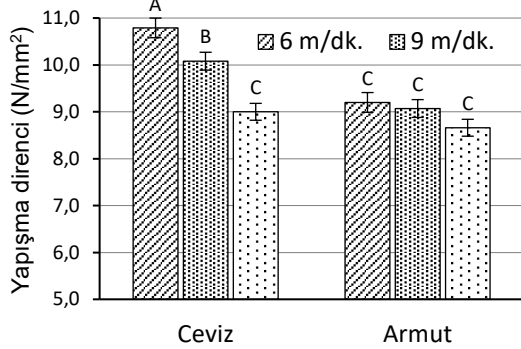
Ağaç türü–besleme hızı düzeyinde karşılaştırma sonuçları Şekil 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Ağaç türü–tutkal çeşidi ve tutkal çeşidi–besleme yönü düzeyinde Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>) (Comparison results of the Duncan tests for wood type–adhesive type and adhesive type–feeding direction)

| Yapışma direnci aritmetik ortalama ve standart hata değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) |                         |                        |                        |
|--|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Ağaç türü–Tutkal çeşidi  |                         |                        |                        |
| Ceviz-PVA  | Ceviz-PU                | Armut-PVA              | Armut-PU               |
| 10,84±0.21 <sup>A</sup>  | 9,08±0.16 <sup>BC</sup> | 9,32±0.18 <sup>B</sup> | 8,63±0.17 <sup>C</sup> |
| Tutkal çeşidi–Besleme Yönü   |                         |                        |                        |
| PVA- KY  | PVA- KYT                | PU-KY                  | PU- KYT                |
| 10,76±0.23 <sup>A</sup>  | 9,37±0.20 <sup>B</sup>  | 9,13±0.19 <sup>B</sup> | 8,58±0.16 <sup>C</sup> |

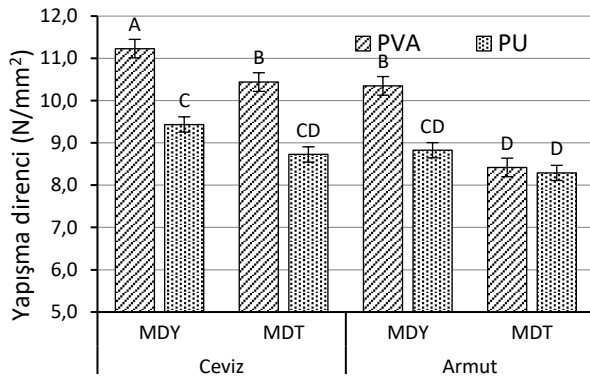
Not: Aynı harfler fark olmadığını göstermektedir (0,95 güven düzeyinde)

Ağaç türü–besleme hızı etkileşimi düzeyinde; en yüksek yapışma direnci 6 m/dk besleme hızı ile cevizde (10,79 N/mm<sup>2</sup>), en düşük ise 12 m/dk besleme hızı ile armutta (8,66 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. 12 m/dk besleme hızında rendelenmiş ceviz ile armutun her üç besleme hızı arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.



Şekil 4. Ağaç türü–besleme hızı etkileşimi (Interaction of wood species–feed rate)

Ağaç türü–tutkal çeşidi–besleme yönü düzeyinde karşılaştırma sonuçları Şekil 5’te verilmiştir.



Şekil 5. Ağaç türü–tutkal çeşidi–besleme yönü etkileşimi (Interaction of wood species–adhesive type–feeding direction)

Ağaç türü–tutkal çeşidi–kesiş yönü etkileşimi düzeyinde; en yüksek yapışma direnci mil dönüş yönünde rendelenerek PVA tutkal ile yapıştırılan cevizde (11,23 N/mm<sup>2</sup>), en düşük ise mil dönüş yönüne ters rendelenerek PU tutkal ile yapıştırılan armutta (8,29 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

Mil dönüş yönüne ters rendelenerek PVA tutkallı ceviz ile mil dönüş yönünde rendelenen PVA tutkallı armut; mil dönüş yönüne ters rendelenen PU tutkallı ile mil dönüş yönünde rendelenen PU tutkallı armut; mil dönüş yönüne ters rendelenen PVA ve PU tutkallı ceviz etkileşimleri arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Yüzey pürüzlülüğü bakımından; bıçak sayısı, mil çapı, devir sayısı ve talaş kalınlığı sabit olmak kaydıyla besleme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır. Ayrıca beslemenin kesiş yönünde yapılması

halinde pürüzlülük daha düşük değerlerdir. Bu bakımdan elde edilen sonuçlar literatür ile uyumludur [1,5,6]. Besleme hızının düşük seviyede olması halinde yüzey pürüzlülüğünün de düşük değerlerde olması, birim zamanda rendelemeye katılan kesiciye düşen iş miktarının azalması ve böylece kesme kalitesinin artmasından kaynaklanmış olabilir.

Yapışma direnci bakımından; ceviz, armuta göre daha başarılıdır. Mil dönüş yönünde yapılan rendelemede değerlerin daha yüksek düzeyde olması, besleme hızının düşük olması ile yapışma direncinin yüksek değerlerde çıkmasında yüzey pürüzlülüğünün etkili olduğu söylenebilir.

PVA tutkalın PU tutkala göre yüksek değerlerde yapışma direncine sahip olması benzer çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir [12,26]. PVA tutkalın başarısı, yapışma yüzeyini ıslatma yeteneğinin ve ağaç malzemenin hücre boşluklarına girerek spesifik adezyona ilave olarak mekanik adezyon kurma yeteneğinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, rendelenerek elde edilen yapışma yüzeylerinde yapışma direncinin önemli olduğu durumlarda besleme hızının düşük değerlerde tutularak işlem yapılması ve mümkün olduğu durumlarda, gerekli iş güvenliği tedbirleri alınmak sureti ile beslemenin kesiş yönünde yapılması gerekmektedir. Ayrıca ağaç türü–besleme hızı etkileşiminde armutun üç besleme hızı arasındaki farkın önemsiz çıkması nedeni ile birim zamanda daha fazla işlemin yapılabilmesini sağlamak için 12 m/dk besleme hızında rendelenmesi önerilebilir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Söğütü, C., “Rendeleme işleminde bazı faktörlerin toros sediri yüzey pürüzlülüğüne etkisi”, *Politeknik Dergisi*, 13(3): 177-181, (2010).
- Fatery, K.F., Williamson, T.G., “Wood engineering and construction”, No. Ed. 3, *McGraw-Hill Inc.*, New York, 1-39, (1998).
- Frihart, C.R., Hunt, C.G., “Adhesive with Wood Materials”, Wood handbook: wood as an engineering material”, *United State of America Forest Products Laboratory*, (2010).
- Taylor, J.B., Carrano, A.L., Lemaster, R.L., “Quantification of process parameters in a wood sanding operation”, *Forest Products Journal*, 49(5): 41, (1999).
- Yang, T., Xue, W., Liu, Y., "Influence of machining methods on wood surface roughness and adhesion strength", *Biobase Material Science and Engineering (BMSE), International Conference on. IEEE*, 284-287, (2012).
- İmirzi, H. Ö., Ülker, O., Burdurlu, E., “Effect of densification temperature and some surfacing techniques on the surface roughness of densified scots pine (*Pinus sylvestris* L.)”, *BioResources*, 9(1): 191-209, (2013).
- Vitoste, J., Ukvalbergiene, K., Keturakis, G., “The effects of surface roughness on adhesion strength of coated ash (*Fraxinus excelsior* L.) and Birch (*Betula* L.) wood”, *Materials Science*, 18(4): 347-351, (2012).

8. Skeist, I. (Ed.), "Handbook of adhesives", *Springer Science & Business Media*, (2012).
9. Smardzewski, J., "Technological heterogeneity of adhesive bonds in wood joints", *Wood Science and Technology*, 36(3): 213-227, (2002).
10. Ozcan, S., Ozciftci, A., Hiziroglu, S., Toker, H., "Effects of heat treatment and surface roughness on bonding strength", *Construction and Building Materials*, 33: 7-13, (2012).
11. Söğütü, C., Döngel, N., "Polivinilasetat (PVAc) ve poliüretan (PU) tutkalları ile yapılandırılmış bazı yerli ağaçlarda çekmede makaslama dirençleri", *Politeknik Dergisi*, 10(3): 287-293, (2007).
12. Altun, S., Burdurlu, E., Kılıç, M., "Effect of adhesive type on the bending moment capacity of miter frame corner joints", *BioResources*, 5(3), 1473-1483, (2010).
13. TS EN 384, "Yapı kerestesi-yoğunluk ve mekanik özelliklerin karakteristik değerlerinin tayini", (2010).
14. TS 2470, "Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için numune alma metotları ve genel özellikler", (1978).
15. TS 5430 EN 204, "Yapısal olmayan uygulamalar için termoplastik ahşap yapıştırıcıların sınıflandırılması", (2003).
16. <https://www.kleiberit.com/en/adhesive-groups.html>, (Erişim tarihi: 12.08.2015)
17. ASTM D1666-87, "Standard test methods for conducting machining tests of wood and wood-base materials", (2004).
18. TS 2471, "Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini", (1976).
19. Korkut, D.S., Guller, B., "The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood", *Bioresource Technology*, 99(8): 2846-2851, (2008).
20. Poon, C.Y., Bhushan, B., "Comparison of surface roughness measurements by stylus profiler, AFM and non-contact optical profiler", *Wear*, 190(1): 76-88, (1995).
21. Karagiannis, S., Stavropoulos, P., Ziogas, C., Kechagias, J., "Prediction of surface roughness magnitude in computer numerical controlled end milling processes using neural networks, by considering a set of influence parameters: An aluminium alloy 5083 case study", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 228(2): 233-244, (2014).
22. ISO 4287, "Geometrical product specifications surface texture profile method terms, definitions and surface texture parameters", (1997).
23. Anonim, TR-200 Surface roughness tester", User guide, *Time Technology Europe*, 18-22.
24. TS EN 2005, "Yapıştırıcılar-yapısal olmayan uygulamalar için ahşap yapıştırıcılar-Bindirmeyle yapılandırılmış eklerin çekmeyle kayma mukavemetinin tayini", (2004).
25. Söğütü, C., "Bazı yerli ağaç türlerinin kündeği yapımında kullanım imkânları", *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 46. (2004).
26. Özçiftçi, A., Yapıcı, F., "Effects of machining method and grain orientation on the bonding strength of some wood species", *Journal of Materials Processing Technology*, 202(1): 353-358, (2008).