

## SARIÇAM (*Pinus sylvestris L.*) VE KESTANE (*Castanea sativa Mill.*) ODUNLARININ YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK DEĞERLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Yılmaz KILIÇ\*

Hacettepe Üniversitesi, Mesleki Teknoloji Y.O., Ağaç İşleri Endüstri Müh. Bölümü, 06532  
Beytepe, Ankara, TÜRKİYE, kilic@hacettepe.edu.tr

Selçuk DEMİRCİ

Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fak., Mobilya ve Dekorasyon Eğt. Bölümü, 06500  
Teknikokullar, Ankara, TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmada; biçilmiş masif ağaç malzeme yüzeylerinde, ağaç türü, testere diş sayısı ve besleme hızlarının yüzey pürüzlülüğüne etkileri araştırılmıştır. Bu maksatla mobilya ve yapı endüstrisinde kullanılan (kapı, pencere, lambri, taban, tavan kaplaması, iskele, tekne, telefon direği ve tornacılık gibi alanlarda) sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve kestane (*Castanea sativa Mill.*) odunları kullanılmıştır. Yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçülmesinde, iğne taramalı ölçme yapan Mitutoyo Sj-301 cihazı kullanılmıştır. Bu maksatla 32 adet örnek hazırlanmış ve her örnek 8 eşit bölgeye ayrılarak liflere dik yönde ve 20 mm uzunlukta iki ölçme yapılmıştır. Örnekleme uzunluğu ( $\lambda c$ ) 2,5 mm seçilerek pürüzlülük değerleri  $\pm 0,01 \mu m$  duyarlılıkla belirlenmiştir. İşlenen numunelerin yüzey düzgünlük ölçümleri TS 930 esaslarına göre yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre en düzgün yüzey, sarıçam odununda, 40 dişli testere ile elde edilmiştir.

*Anahtar Kelimeler: Daire testere, biçme, besleme hızı, yüzey pürüzlülüğü*

## STUDIES ON SURFACE ROUGHNESS OF SCOTS PINE (*Pinus sylvestris L.*) AND CHESTNUT (*Castanea sativa Mill.*) TIMBERS

### ABSTRACT

In this study, the effects of wood species, number of teeth and feed rate on the surface roughness of massive wood have been investigated. Chosen wood species were Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) and chestnut (*Castanea sativa Mill.*) which are used in furniture and building (door, window, panelling, floor, ceiling, fishing and sailing boat and poles, etc.). Mitutoyo Sj-301 stylus scanner device is used to measure the surface roughness. Thirty two specimens of the different types of wood were prepared from plunks. Each specimen was cut into 8 equal pieces. Two measurements were performed perpendicular to fibers lengthwise. Sampling length was taken 2,5 mm at a sensitivity level of  $\pm 0,01 \mu m$ . The surface roughness of sawn samples was measured according to TS 930. Results indicated that Scots pine (*Pinus sylvestris L.*) has given the smoothest surface among tested species when sawn with the 40 teeth circular saws.

*Key Words: Circular saw, sawing, feed rate, surface roughness*

## 1. GİRİŞ

Ağaç işleri endüstrisinde, kullanım amacına bağlı olarak, ağaç malzemeye dönüşel olmayan kesme, biçme veya rendeleme işlemleri uygulanmaktadır. "Dönüşel olmayan kesme" işleminde kesme aracı olarak kullanılan bıçak ya sabit konumda iken parça hareket eder; ya da parça sabit tutularak bıçak düzgün bir hat boyunca hareket ettirilir (1).

Testere ile biçmede testere levhası ağaç malzemede oluşturulan biçme hattında ilerler. İlerlerken testere levhasının malzeme içerisinde sıkışmasını önlemek için biçme hattının levha kalınlığından belli miktarda büyük olması sağlanır. Aksi halde biçme sırasında iki farklı direnç ile karşılaşılır. Bunlardan biri, kesme izinin altında beliren ve malzemenin kesilmeye karşı gösterdiği direnç (Q1) olup, malzemenin yapısı, sertliği ve rutubetine göre değişir. Q1 malzemenin kesilmesi süresince sabit kalır. Diğeri ise, biçme sırasında testere levhasını iki yan yüzeyin sıkıştırması ile oluşur (Q2). Bunlara göre, biçme işleminin gerçekleşmesi için testereye uygulanacak kuvvetin (F) bu iki direncin toplamından büyük olması gerekir ( $F > Q1 + Q2$ ). Biçme başlangıcında sıfır olan Q2 direnci, testere levhası ağaç malzeme içerisinde ilerledikçe artar ve bir noktadan sonra testere levhası sıkışır. Böylece tedricen artan Q2 direncini yenmek için F kuvveti artırılmak durumundadır. Ancak, iş verimi ve ekonomik bakımdan en az F kuvveti ile en çok iş yapılması beklenir. Bunun için biçme sırasında oluşacak dirençler en aza indirilmelidir. Bunun sağlanabilmesi ise testere levhası kalınlığının azalması, dış geometrisinin uygunluğu, yeterli uygun biçme hattı oluşturulması ve dişlerin bilenmiş olması gerekmektedir (2).

Rendeleme makinelerinde ise, kesiciler bıçak topları üzerine değişken sayılarda takılır. Takılan bıçak sayısı arttıkça elde edilen yüzey kalitesinin iyileştiği bildirilmiştir (3). Rendeleme genellikle liflere paralel yönde yapılmakla birlikte bazı ürünlerde konstrüksiyon bakımından liflere dik yönde olabilmektedir.

Akçaağaç, göknar ve çam odunları üç yönde (liflere paralel, liflere dik ve 45° eğik) biçilmiş, besleme hızı ve kesme gücü sabit tutulduğunda en iyi yüzey kalitesi liflere dik yönde biçmede akçaağaç vermiş, göknar ve çam ise birbirine yakın çıkmıştır. Lifler ile 45°lik açı ve liflere paralel biçmede ise en düzgün yüzey sırasıyla akçaağaç, göknar ve çam olarak sıralanmıştır (4).

Huş odununun daire testere ile biçilmesi sırasında testere diş sayısı ve kesme hızı artırıldıkça yüzey pürüzlülüğünün azalacağı belirtilmiştir (3).

Akçaağaç diri odunlarından alınan örnekler liflere dik yönde ve lifler yönünde 10°, 20°, 30° ve 45°lik açılarla üç farklı besleme hızı uygulanarak rendelenmiştir. Kesme derinlikleri 1:32, 1:16, 1:8 inç (0,8; 1,6; 3,2 mm) alınarak elde edilen yüzeylerin karşılaştırılması sonucunda; besleme hızı, kesme derinliği ve kesme açısı küçüldükçe lifler yönünde daha düzgün yüzeyler elde edildiği bildirilmiştir (5).

İhlamur, meşe, ceviz ve kavak odunlarını rendeleme ve zımparalamada yüzey düzgünlüğüne, besleme hızı, kesme derinliği ve odun rutubetinin etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar besleme hızı ve kesme derinliği azaldıkça daha düzgün yüzeyler elde edileceğini, bu iki faktördeki artışın yüzey düzgünlüğüne olan olumsuz etkilerinin odun rutubetindeki artışla orantılı olarak artacağını göstermiştir (6).

Şerit testerelerde en iyi yüzey kalitesinin tüm dişleri ezilmiş eğri diş profilindeki testereler ile biçilen kerestelerde elde edildiği bildirilmiştir (7).

Rendelenmiş ve zımparalanmış masif mobilyalarda, Doğu kayını odununun sarıçam odununa göre, teğet kesitin radyal kesite göre daha pürüzsüz yüzey oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca rendeleme ve zımparalamada besleme hızının ve rutubet artışının da etkili olacağı bildirilmiştir (8).

Rendelenmiş ve zımparalanmış Doğu kayını ve sarıçam odununda, her iki ağaç türünde yıllık halkalara teğet yönde daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Rendelemede kesici bıçak sayısı, zımparalamada ise zımpara numarası arttıkça yüzey pürüzlülük değerlerinin küçüldüğü, besleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün arttığı bildirilmiştir (9).

Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), odunları yıllık halkalara teğet ve radyal yönde farklı diş sayılarında ve besleme hızlarında biçilmiş, en düzgün yüzey sarıçamda, radyal yönde biçimde, 5 m/dak. besleme hızında ve diş sayısı 24 olan daire testerede elde edilmiştir (10).

Meşe (*Quercus petrea L.*) ve akasya (*Robinia pseudacacia L.*) odunları yıllık halkalara teğet ve radyal yönde 20, 24, 40 dişli testerele 5 m/dak ve 9 m/dak'lık besleme hızlarında biçilmiş, en düzgün yüzey akasyada, 40 dişli testere ile yıllık halkalara radyal yönde tespit edilmiştir (11).

Bu çalışmada, ahşap sanayinde yaygın olarak kullanılan yerli türlerden sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve kestane (*Castanea sativa Mill.*) odunları 24 ve 40 dişli daire testerele radyal yönde 5 m/dak ve 9 m/dak besleme hızlarında biçilmesi sonucunda elde edilecek yüzeylerin düzgünlükleri araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL ve METOD

### 2.1 Ağaç Malzeme

Ülkemizde masif mobilya ve yapı endüstrisinde kullanılan ağaç malzemenin sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve kestane (*Castanea sativa Mill.*) keresteleri tamamen tesadüfi metodla Ankara'daki kereste işletmelerinden sulamalı olarak temin edilmiştir.

### 2.2. Testere

Mobilya endüstrisinde masif biçmek için kullanılan 250 mm çapında ve 24 ve 40 dişli testerele kullanılmıştır. Testere geometrisine ilişkin değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Biçmede kullanılan daire testere geometrisi değerleri (12)

Diş sayısı (z)	Diş adımı (tz), (mm)	Diş yüksekliği (hz), (mm)	Göğüs açısı( $\sigma$ ), ( $^{\circ}$ )
24	33	15	20
40	20	15	20

### 2. 3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney numuneleri sıcaklığı  $20 \pm 2$  °C ve bağıl nemi  $65 \pm 3$  olan iklim odasında ortalama % 12 rutubete ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Rutubet tayininde TS 2471 esaslarına uyulmuştur. Rutubet oranı % 12 olan masif numuneler 5 m/dak ve 9 m/dak besleme hızları uygulanarak, diri odun kısımlarından radyal yönde 10x50x160 mm (kalınlık x genişlik x uzunluk) boyutlarında biçilmişlerdir. Örneklerin arka yüzüne işlem türü sembollerle belirtilmiştir (13).

### 2. 4. Deneylerin Yapılışı

Yüzey pürüzlülüğü, dokunmalı iğneli tarama yöntemi ile Hacettepe Üniversitesi Mesleki Teknoloji Yüksekokulu Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü laboratuvarında mevcut Mitutoyo Sj-301 aleti kullanılarak ölçülmüştür. Ağaç malzeme için yapılacak ölçümlerde üretici firma önerilerine uyularak, ölçme hızı 10mm/dak, iğne yarı çapı 5  $\mu$ m, iğne ucu açısı 90° seçilmiş, örnek yüzeyleri üzerinde çizilmeyi önlemek amacıyla tarama kolu yükü 10 g' dan az tutulmuştur. Ölçmeler  $20 \pm 2$  °C ve  $65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında, titreşimsiz ve gürültüden uzak ortamda yapılmıştır.

Değerlendirme için liflere dik yönde iki ölçüm yapılarak ortalaması alınmış, tarama iğnesinin ucu hücre boşluğuna takıldığında ölçmeler tekrarlanmıştır. Tarama uzunluğu (lt) 20 mm, örnekleme uzunluğu ( $\lambda c$ ) 2,5 mm seçilerek pürüzlülük değerleri  $\pm 0,01$   $\mu$ m duyarlılıkla belirlenmiştir (14). Ayrıca ölçümlerde TS 930 da belirtilen esaslara uyulmuştur (15).

#### 4. Verilerin Değerlendirilmesi

Daire testerelerde biçilmiş ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğüne, ağaç türü, testere diş sayısı ve besleme hızının etkilerinin belirlenmesi için toplam 32 adet örnek (256 ölçüm) üzerinde elde edilen verilere çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Yüzey pürüzlülük değerleri ortalamalarının karşılaştırılmasında DUNCAN testi kullanılmıştır.

#### 5. BULGULAR

Yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü, diş sayısı ve besleme hızına göre belirlenen yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 2'de, bunlara ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Yüzey pürüzlülük ortalama değerleri (Ra)  $\lambda$  m

AĞAÇ TÜRÜ		SARIÇAM				KESTANE			
DİŞ SAYISI		40 DİŞ		24 DİŞ		40 DİŞ		24 DİŞ	
BESLEME HIZI		5m/dak	9m/dak	5m/dak	9m/dak	5m/dak	9m/dak	5m/dak	9m/dak
YÜZEY PÜRÜZLÜLÜK DEĞERLERİ (Ra) $\mu$ m	Üst Değer	6,7	8,5	10	11,5	9,36	12,73	14,12	14,79
	Alt Değer	3,5	5	5	7,5	6,13	7,09	8,52	9,50
	Ortalama (X)	4,73	6,87	8,31	10,13	7,57	9,11	10,51	11,26
	Standart sapma (S)	0,76	0,81	1,21	1,42	0,75	1,71	1,21	1,22

Çizelge 3. Yüzey pürüzlülüğüne ağaç türü, diş sayısı ve besleme hızının etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derece	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplama F	P<0,05
Ağaç Türü (A)	1	221,611	221,611	150,2020	0,0000*
Diş Sayısı (B)	1	414,202	414,202	280,7347	0,0000*
A X B	1	7,275	7,275	4,9311	0,0276*
Besleme Hızı (C)	1	121,646	121,646	82,4485	0,0000*
AXC	1	9,609	9,609	6,5128	0,0115*
BXC	1	3,022	3,022	2,0481	**
AXBXC	1	1,060	1,060	0,7185	**
Hata	184	271,478	1,475	-	-
Toplam	191	1049,904	-	-	-

Varyans analizi sonuçlarına göre; ağaç türü, diş sayısı, besleme hızı ile ağaç türü-diş sayısı, ve ağaç türü-besleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkileri istatistiksel anlamda önemli, diş sayısı-besleme hızı ile ağaç türü-diş sayısı-besleme hızı etkileşimleri ise önemsiz çıkmıştır ( $p<0,05$ ).

Yüzey pürüzlülüğüne etkinin hangi gruplar arasında önemli olup olmadığını belirlemek için LSD

(Least Significant Deviation/Difference) testi yapılarak homojenlik grupları (HG) belirlenmiştir. Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4 ve 5'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Ağaç türü, diş sayısı, besleme hızına ait Duncan testi karşılaştırma sonuçları

Ağaç türü	Yüzey Pürüzlülüğü Ortalama Değerleri (Ra) $\mu\text{m}$	
	X	HG
Sarıçam	7,47	A
Kestane	9,62	B
<i>Diş sayısı</i>		
40 Diş	7,07	A
24 Diş	10,01	B
<i>Besleme hızı</i>		
5 m/dak.	7,75	A
9 m/dak	9,34	B

**Çizelge 5.** Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları

Ağaç türü-Diş sayısı etkileşimi	Yüzey Pürüzlülüğü Ortalama Değerleri (Ra) $\mu\text{m}$	
	X	HG
Kestane + 40 Diş	8,34	C
Kestane + 24 Diş	10,89	D
Sarıçam + 40 Diş	5,81	A
Sarıçam + 24 Diş	9,13	B
<i>Ağaç türü-Besleme hızı etkileşimi</i>		
Kestane + 5 m/dak	9,04	C
Kestane + 9 m/dak	10,19	D
Sarıçam + 5 m/dak	6,45	A
Sarıçam + 9 m/dak	8,49	B

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Biçme işlemine tabi tutulan sarıçam ve kestane odunlarında, sarıçam odunu daha pürüzsüz yüzeyler vermiştir. Bu durum kestane odununun halkalı büyük traheli yapısı ve ilkbahar odunu trahe çaplarının büyük olmasından kaynaklanmıştır (16)

Diş sayısı bakımından en iyi sonucu 7,07  $\lambda\text{m}$  ile 40 dişli testere vermiştir. Bunun sebebi aynı biçme şartlarında, diş sayısı arttıkça birim zamanda yüzeye değen diş sayısının artmasından kaynaklanabilir.

Denemelerde uygulanan besleme hızlarında, 5 m/dak'nın ve 9 m/dak'ya göre daha başarılı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum besleme hızının artması ile birim zamanda biçmeye katılan diş sayısının azalması ve odundan koparılan yonga kalınlığının artmış olması ile açıklanabilir.

Ağaç türü-diş sayı etkileşiminde en düzgün yüzey sarıçam odununda 40 dişli testere ile, en pürüzlü yüzey ise kestane odununda 24 dişli testere ile elde edilmiştir. Bunun sebebi sarıçam odununda ilkbahar odunu katılım oranının fazla ve traheid çaplarının küçük olması olabilir (17).

Ağaç türü-besleme hızı etkileşiminde ise, en iyi sonuç sarıçam odununda 5 m/dak besleme hızında, en kötü sonuç ise kestane 9 m/dak besleme hızı ile elde edilmiştir.

Deney sonuçları literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında ağaç türü bakımından uyumlu olduğu görülmektedir (10). Ayrıca kesici sayısı artırılıp, besleme hızı azaltıldıkça yüzey pürüzlülüğünün azaltılacağı belirtilmiştir (3, 5, 4, 6, 9, 10, 11).

Kesicilerde kesici (diş sayısı bıçak sayısı) sayısı arttıkça yüzey pürüzlülüğünün azaldığı ifade edilmekte olup (3, 9), besleme hızında ise ilerleme hızı azaltılarak da düzgün yüzeyler elde edileceği

bildirilmektedir (5, 6, 8, 9). Bu kuraldan hareketle besleme hızını azaltarak verimi düşürmek yerine yüksek besleme hızında ve daha fazla diş sayısına sahip kesiciler kullanılarak verim düşürülmeden de temiz yüzeyler elde etmek mümkün olabileceği söylenebilir.

Sonuç olarak mobilya ve doğrama endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam ve kestane odunları, 5 m/dak'lık ilerleme hızında 40 dişli testere ile biçilerek yüzey kalitesi artırılabilir.

## KAYNAKLAR

1. Demirci, S., "Daire testerelelerin masif ağaç malzemelerde yüzey düzgünlüğüne etkileri", yüksek lisans tezi, *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 54-55 (1998).
2. İlhan, R., Burdurlu, E., Baykan, İ., "Ağaçları kesme teorisi ve mobilya endüstrisi makineleri", *Bizim Büro Basımevi*, Ankara, 9(1990).
3. Stumbo, D.A., "Surface texture measurements for quality and production control", *Forest Products Journal*, 10(12): 122-124 (1960).
4. Mcmillin, C.W., Lubkin, J.C., "Circular sawing experiments", *Forest Products Journal*, 10: 361-367 (1959).
5. Stewart, H.A., "Cross grain knife planing, hard maple produces high quality surfaces and flakes", *Forest Products Journal*, 20(10): 39-42 (1970).
6. Stewart, H.A., "Abrasive planing across the grain with higher grit numbers can reduce finish", *Forest Products Journal*, 20(4), 49-51 (1976).
7. Örs, Y., Çolakoğlu, G., Kalaycıoğlu, H., "Testerelelerde diş geometrisinin kereste yüzey kalitesine etkisi", *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 15: 777-784 (1991).
8. Baykan, İ., "Rendelenmiş masif mobilya yüzeylerinde yüzey pürüzlülüklerine ilişkin araştırmalar", Doktora Tezi, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 72-80 (1995).
9. Örs, Y., Baykan, İ., "Masif ağaç malzemedeki rendeleme ve zımparalamanın yüzey pürüzlülüğüne etkileri", *Turkish J. of Agriculture and Forestry*, 23: 577-582 (1999).
10. Örs, Y., Demirci, S., "Daire testerede; diş sayısı, kesiş yönü ve besleme hızının yüzey düzgünlüğüne etkileri", *G.Ü. Tek. Eğt. Fakültesi Politeknik Dergisi*, 2(4): 1-5 (2000).
11. Örs, Y., Demirci, S., "Daire testerede diş sayısı, besleme ve kesiş yönünün meşe (*quercus petraea* L.) ve akasya (*robinia pseudoacacia* L.) odunlarında yüzey düzgünlüğüne etkileri", *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(3): 857-867 (2001).
12. Anonim, Sandvik, **Swedish Saw Blades**, 2:5 (1995).
13. TS, 2471, "Odununda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini", *Türk Standartları Enstitüsü Kurumu*, Ankara, 1-2 (1976).
14. Anonim, "Mitutoyo Sj-301 kullanım kılavuzu", *Mitutoyo Co.*, Series No: 178, No:99MBB035A, Japan, 13:1,2 4:1-13 (1999).
15. TS 930, "Yüzey pürüzlülüğünün profil metodu ile ölçülmesinde kullanılan aletler, sürekli profil değişimini ölçen değmeli (iğneli) aletler ve profil kaydeden aletler", *Türk Standartları Enstitüsü Kurumu*, Ankara, 1-9 (1989).
16. Bozkurt Y.A., Erdin N., "Odun anatomisi", İ.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Kitabı, *Dilek Matbaası*, İstanbul, 268-269, 284-285 (2000).
17. Örs, Y., Keskin, H., "Ağaç malzeme bilgisi", G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü Ders Kitabı, *Kale Matbaacılık Ofset*, Ankara, 157-165 (2001).