

1.GİRİŞ

Ülkemizde, endüstriyel değer taşıyan orman kaynakları doğal sebeplerden ve insanlardan kaynaklanan sebeplerden dolayı giderek azalmaktadır. Buna paralel olarak orman ürünlerine olan talep, artan nüfusla birlikte artış göstermektedir. Artan bu talebi karşılamak, orman kaynaklarında meydana gelen kayıpları en aza indirmek ve orman ürünlerinden olabildiğince yüksek verim alabilmek için ahşap malzeme iyi tanınmalı ve işlemler yapılırken malzemenin özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda ormanlarımızın kıt kaynakları iyi değerlendirilmeli ve ağaç malzemenin daha iyi tanınabilmesi için gerekli çalışmalar sürdürülmelidir. Aksi taktirde orman ürünlerinde ithalata bağımlılığımız artarak devam edecektir.

Mobilya sektörünün ürün portföyü göze hitap eden ürünlerden oluşur. Özellikle masif-doğrama ürünlerde görsellik ön plana çıkmaktadır. Bu da üst yüzey işlemlerinin kalitesi ile ilgilidir. Üst yüzey işlemlerinin kalitesinde, ahşap kökenli malzemeye uygulanan rendeleme ve zımparalama işlemlerinin önemi fazladır.

Bu açıdan bakıldığında düzgün yüzey istenilen mobilyalarda yüzey pürüzlülük değerlerinin düşürülmesi oldukça önemli bir gereksinimdir. Böylelikle yüzeylerde kullanılacak vernik, boya ve yapıştırıcı miktarı önemli ölçüde azalacak; bununla beraber daha kaliteli yüzeyler elde edilecektir.

Karaçam ülkemizde yetişen önemli bir ağaç türüdür, oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ülkemiz ormanları içerisindeki 3.321.730 ha alandaki doğal yayılışı ile doğal ormanlarımızın %16'sını; yine ülkemizde suni olarak ağaçlandırılmış 1.651.262 ha orman alanında 540.445 ha' lık yayılışı ile toplam ağaçlandırılmış alanın yaklaşık %33'ünü teşkil etmektedir. 2000 yılı sonu itibariyle veriler bu yöndedir (Konukçu, 2001).

Bu çalışmada, Ankara-Beytepe yöresinde suni olarak yetiştirilen karaçam odununun yüzey pürüzlülük değerlerinin ve teknolojik özelliklerinin saptanması amaçlanmıştır. Karaçam odunundan usulüne uygun olarak alınan numuneler teğet ve radyal yönlerde kesilerek, her iki yönde de rendeleme ve zımparalama işlemlerine tabi tutulmuşlardır. Bu işlemler sonucunda yüzeylerdeki pürüzlülük

değişimleri incelenmiş; hangi yöndeki kesişin ve hangi işlemin daha düzgün yüzey verdiği saptanmıştır. Sonuçlar değerlendirilerek, ahşap endüstrisine ve bu konuda yapılan akademik çalışmalara katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

1.1. Önceki Çalışmalar

Yüzey pürüzlülüğü çalışmalarına metal endüstrisi ile başlanarak ağaç işleri endüstrisine daha sonraları girmiştir. Odunun yüzey kalitesini inceleme ve değerlendirme metotları ilk defa Markwart tarafından ele alınmış; daha sonraları 1939 yılında Almanya’da Schmalts, Amerika’da Abbatt, İngiltere’de Schlesinger, Fransa’da Nicolan bu konuda çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için kullanılan yöntem ve aletler teknolojideki gelişmelere paralel olarak geliştirilmektedir. Hjort and Holtrog (1958), bu güne kadar denenmiş ve halen kullanılmakta olan yöntemler arasında “dokunmalı iğneli tarama” yönteminin, diğer yüzey pürüzlülük ölçme yöntemlerine göre daha avantajlı olacağı belirtilmiştir (Yalçinkaya, 1997).

Elmendorf and Vaughan, (1958) “Odun Yüzey Pürüzlülüğü Ölçme Yönteminin İncelenmesi” adlı çalışmalarında, işlenmiş odun yüzey düzgünlüğünü belirlemede, fotografik yöntemler ve ışık yansıtma yöntemlerini karşılaştırmışlardır. Metal yüzeylerin pürüzlülüğünü belirlemede kullanılan aletleri tanımlamışlar; bunları planyalama, zımparalama, macunlama ile düzeltilmiş odun yüzeylerini karşılaştırmada kullanmışlardır. Zımparalama sonucu yüzeyde oluşan pürüzlerin, girintiler ve çıkıntılar arasındaki yükseklik farklarına bağlı olduğunu tespit etmişlerdir (Dereli, 1997).

Stumbo(1960), “Kalite ve Ürün Kontrolü için Yüzey Tekstür Ölçümü” konulu çalışmasında, ahşap malzeme yüzeyinde pürüzlülük oluşumu nedenlerini incelemiş; yüzeyleri temel olarak 1. sınıf, 2. sınıf ve bozuk yüzey olmak üzere üç sınıfa ayırmıştır. Her gruptaki yüzey değerlerini işlem karakteristikleri ile ortaya koymuştur. Ayrıca ahşap malzemenin yüzey durumunun kalite, yapıştırma ve üst yüzey işlemlerindeki önemini belirtmiştir (Yalçinkaya, 1997).

Pahlitzch and Dziobek (1962), “Zımparalanmış Ahşap Malzeme Yüzeylerine İşleme Şartlarının Etkileri” adlı çalışmalarında, ahşap malzemede lif doğrultusunda zımpara bandı besleme hızının yüzeye etkilerini incelemişlerdir. Tam kuru ve rutubetli yüzeyler üzerinde pürüzlülük incelemelerinde, rutubetli yüzeylerde pürüzlülük artışı olduğunu ve bu pürüzlülük artışının numunenin yıllık halkaları ile

zımpara yüzeyi arasındaki açığa bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Tam kuru numunelerdeki pürüzlülük artışının, aşındırıcı taneciklerin keskinliğine bağlı olarak ve aşındırıcı taneciklerin arasının tıkanması ile pürüzlülüğün arttığını belirtmişlerdir. Zımparalamada baskı kuvvetinin arttırılması ile pürüzlülüğün azaldığını ve osilasyon hızının artması ile zımparalama alanının %40-100 oranında artabileceğini belirtmişlerdir (Yalçinkaya, 1997).

Peters and Cumming, (1970) “Odun Yüzey Düzgünlüğünün Ölçülmesi” adlı araştırmalarında odun yüzey ölçümlerini çok değişik teknikleri kullanarak belirlenebileceğini ve bunlardan önemlilerinin, görüntülü (visual), ışıklı ve iğne taramalı yöntemler olduğunu; hem yöntem hem de yüzey standardı bakımından hiçbir sistemin yeterli olmadığını ve incelemede kolay kullanımlı güvenilir sonuçlar verebilen bir yöntemin geliştirilmesi gerektiğini; kabul görmüş yüzey ölçme yöntemlerinin üretime, kalite kontrole ve araştırmalara katkıda bulunabileceğini, bu konunun odunun gelecekteki kullanımında önem kazanacağını açıklamıştır (İlter vd., 2002).

Faust and Rice, (1986) “Sarıçam Kaplama Yüzeylerinin Pürüzlülük Karakteristiği” konulu çalışmalarında 30,5 cm ebadında kare kesitli olarak hazırlanan ve % 6-7 rutubetli sarıçam kesme kaplama yüzeylerini görsel olarak üç pürüzlülük sınıfına (kaba, orta, düzgün) ayırarak pürüzlülük durumunu saptamışlardır. Pürüzlü kaplamaların yapışma kalitesini düşürdüğünü saptamışlardır (İlter vd., 2002).

Peters and Mergen (1971), “Ahşabın Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi” adlı araştırmalarında, dokunmalı iğneli tarama yönteminin denenen ölçüm metotları içinde en uygunu olacağını belirtmişlerdir. Yaptıkları test çalışmalarında bu yöntemin yeterli derecede hassas olduğunu ve bu ölçüm yöntemiyle ahşabın yüzeyinin ¼ inç’lik derinliğe kadar yüzey pürüzlülüklerinin incelenebileceğini belirtmişlerdir (Yalçinkaya, 1997).

Birgit and Östman (1983), “Odun Kökenli Levhaların Yaşlandırma ve Yıpratmadan Sonraki Yüzey Pürüzlülükleri” konulu araştırmalarında, boyanmış ve boyanmamış odun kökenli levhaların yüzey pürüzlülüklerini, 3µm çaplı iğne uç ile 5cm uzunluğundaki levhalarda incelemiştir. Değişik hızlandırılmış yıpratma metotları

için farklı sonuçlar elde edilebilmiştir. Yaşlandırma ve yıpratma metotlarından sonra yüzey pürüzlülüğündeki artış miktarının, aynı metotlardaki mukavemet değerlerindeki azalış miktarından fazla olduğunu belirtmişlerdir. Değişik tipte boyanmamış levhalar arasında yapılan hızlandırılmış yaşlandırma ve yıpratma testlerinde, levha yüzey dzgnlklerinde önemli farklar görüldüğün ve lif levhalarının yonga levhalardan daha düzgün yüzey özelliği gösterdiğini ve bu özelliklerin levhaların yapımında kullanılan tutkal türüne bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Normal ahşap levhalarda ise çok küçük yüzey değişiklikleri olduğunu, kontrplakta ilk mikro çatlakların hissedilecek derecede derin olduğunu belirtmişlerdir. 4 yıllık doğal havalandırma şartlarında (45° aı ile güney yönünde levhanın yatırılması) levha yüzeylerinde hızlandırılmış metotlara oranla daha az yüzey bozukluğu olduğunu belirtmişlerdir (Yalnkaya, 1997).

Froblom (1984), “Mobilya Yüzeylerinin Yüzey Pürüzlülüğü lğm” adlı çalışmasında; rendelenmiş ve zımparalanmış göknar, meşe ve kiraz odunlarında görsel ve dokunmalı yüzey lğm metotları sonuçlarının birbirleri ile uyumlu olduğunu tespit etmiştir (Coşkun, 2005).

Murmanis, River and Stevart (1986), “Rutubetli Rendelenmiş ve Zımparalanmış Yüzey ve Yüzeyaltı Karakteristikleri” konulu çalışmalarında zımparalama işleminde aşındırıcı boyutunun, besleme hızının ve kesici derinliğinin yüzey przllğn etkilediğini belirtmişlerdir. Bu alışma aşındırıcı boyutunun, odunun anatomik yapısının ve yoğunluğun kesme derinliğine ve kesme hızına etkisini araştırmışlar ve zımpara aşındırıcı tane boyutunun küçülmesi ile yüzey pürüzlülüğünün azaldığını belirmişlerdir. Douglas gknarında, besleme hızı, kesme hızı ve kesme derinliği ile genç odun yüzeylerindeki bozulmaların yaşlı odun yüzeylerindeki bozulmalardan daha fazla olabildiğini belirtmişlerdir. Zımparalamadan sonraki yüzey hasarlarının kavak, akaağata ve douglas gknarına oranla daha çok olduğunu, bu hasarın yüzeyde bulunan değişik yapılı hücrelerden veya yüzey ile odun liflerinin keşiştiği yerdeki aının değerinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir (Yalnkaya, 1997).

Timothy (1986), “Görüntü Analizi ile Kaplama Yüzey Przllklerinin Anında lğm” adlı çalışmasında odun esaslı malzemelerin yüzey kalitesinin önemini ve

ölçme yöntemlerini ele almış ve bu yöntemlerin dokunmalı ve dokunmasız olmak üzere iki genel başlıkta toplamıştır. Dokunmalı yöntemde kaplama yüzeylerini pürüzlü, orta ve düzgün olmak üzere üç pürüzlülük sınıfına ayırmıştır (Yalçinkaya, 1997) .

Sadoh, Nakato and Kyoto (1987), “Fiziksel ve Dokunsal Açından Ahşabın Yüzey Özellikleri” adlı çalışmalarında, işlenmiş ahşap malzemenin fiziksel ve anatomik özelliklerini incelemişlerdir. Ahşap malzemenin yüzeyine dokunarak ahşabın ısı geçirgenliği, el ile ahşabın ısı geçirgenliği ve el ile ahşap arasındaki ısı akışını dokunsal olarak belirlemeye çalışmışlardır. Ayrıca çeşitli ahşap malzemelerin sertliğini de Brinell sertlik ölçüm metodu ile belirlemişlerdir. Farklı şekillerde işlenmiş ahşap malzemenin yüzeyini 2µm çapında iğne uç kullanarak dokunmalı iğneli taramalı yüzey pürüzlülük ölçme aleti ile liflere dik olarak ölçüm yapmışlardır. Rq yüzey pürüzlülük değerini değişik ahşap malzemelere göre belirlemişlerdir. Yıllık halkaları geniş olan ahşap malzemenin yüzey pürüzlülük değerinin daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (İlter vd., 1997).

Keuchel (1988), “Band Zımpara makinesinde Değişik Baskı Metotlarının Uygulanması İle Temas Bölgesindeki Kuvvet Dağılımları” adlı çalışmasında band zımpara makinesinde zımparalanmış ahşap malzemelerde ölçü ve işlem hatalarının kuvvet etkisindeki makine elemanlarının şekil değiştirmesinden kaynaklandığını belirtmiştir. Yüksek baskıya maruz kalan aşındırıcı ahşap malzeme yüzeyini hızlı bir şekilde aşındırdığını ve keçe ile desteklenmiş baskı elemanı kullanıldığında aşındırmanın daha fazla olduğunu belirtmiştir (Yalçinkaya,1997).

Yoo, Dornfeld and Lemaster (1990), “ Ahşap Yüzeyler İçin Lazer Ölçüm Sisteminin Performans Analizi ve Biçimlendirilmesi” konulu çalışmalarında, lazer ve optik dedektör kullanılarak, pürüzlülüğün değişimi hakkında bilgi alınabileceğini belirtmişlerdir. Lazer ölçüm sistemi ile yüzey pürüzlülük ölçümlerinin, diğer ölçüm yöntemleri ile karşılaştırmalarını yapmışlardır (Yalçinkaya, 1997).

Cutri, Maycock and Parkin (1991), “Rendelenmiş ve Şekillendirilmiş Kereste Ürünlerinin Yüzey Ölçümleri” konulu çalışmalarında, rendelenmiş ve

şekillendirilmiş kereste ürünlerinin yüzey kalitesinin üretim sırasında makineden etkilendiğini belirtmişlerdir. Rendeleme ve şekillendirme işlemi sırasında yapılan ölçümlerde, lazer ölçüm sistemini kullanmışlardır. Dokunmalı, iğneli taramalı ölçüm sisteminin, rendeleme ve şekillendirme işlemi sırasında makinenin besleme hızından ve titreşiminden etkilendiğini ve bu ölçüm sisteminin şekillendirilmiş yüzeylerin ölçümü için uygun olmadığını belirtmişlerdir (Yalçınkaya, 1997).

Örs, Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu (1991), "Şerit Testere Diş Geometrisinin Kereste Yüzey Kalitesine Etkisi" konulu araştırmalarında 20-30 cm çaplarındaki Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) tomrukları, 120'lik şerit testerede 4 farklı grupta hazırlanan diş geometrisine göre biçilerek bu amaçla en uygun diş profilini belirlemeye çalışmışlardır. 1. grup: tüm dişler ezilmiş ve egalize edilmiş, 2. grup: iki diş çaprazlanmış, bir diş düz bırakılmış, 3. grup: dört diş çaprazlanmış, bir diş düz bırakılmış, 4. grup: dört diş ezilmiş egalize edilmiş, bir diş düz bırakılmış olarak biçilen 33 adet kereste üzerinde yapılan ölçümler sonucunda testereye verilmiş yönünün yüzey pürüzlülüğüne etki etmediği fakat diş geometrisinin oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. En iyi yüzey kalitesi, tüm dişleri ezilmiş ve egalize edilmiş 1. grup diş profili testerele ile biçilen kerestelerde görülmüştür (İlter vd., 2002).

Hızıroğlu ve Schland (1993), "Yonga Levhalarda Doğrusal Genleşme ve Yüzey Stabilitesi" konulu çalışmalarında Titrek Kavak ve Kızılcıkçam odunundan üretilen yonga levhaların doğrusal genleşme, yüzey kalitesi ve yüzey stabilitesi bakımından değerlendirmişlerdir. Çam levhaların doğrusal genleşmelerini aşırı ölçüde yüksek bulmuşlar ve bu durumun reaksiyon odunu ve öz odundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Titrek kavak odunundan üretilen levhaların yüzey kalitelerini, üzerlerine melamin emdirilmiş kağıt kaplayarak ölçmüşlerdir. Pres sıcaklığı arttıkça yüzey kalitesinin arttığını ancak rutubet arttıkça levha yüzeyinde bozulmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir (İlter vd., 2002).

Hızıroğlu ve Schland (1994), "Odun Kompozitlerinin Yüzey Tekstürü ve Gelişimi" konulu çalışmalarında, yüzey profillerinin dokunmalı iğneli taramalı yüzey pürüzlülük ölçme aleti ile ölçüldüğünde, hissedilen profil olduğunu ve iğne ucun hiç bir zaman odunun içine girmediğini, bu nedenle kayıt edilen profillerin yüzeyin geometrisine bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca iğne ucun net ağırlığının

yüzeyi zedelemesi halinde elde edilen profilin gerçek yüzey profilini etkilemediğini saptamışlardır (Coşkun, 2005).

Richter, Feist and Knaebe (1995), “ İşlemenin Performansına Yüzey Pürüzlülüğünün Etkisi, Pürüzlülük Karakterizasyonu ve Boya Performansı”, konulu çalışmalarında yüzey pürüzlülüğünü 5 sınıfta ve 3 ağaç türünde incelemişlerdir. Zımparalanmış ve rendelenmiş ahşabın yüzey pürüzlülüğünün, yüzeye uygulanan cila miktarına çeşitli şekillerde etkilediğini ve cila yayılma oranı ile yüzey pürüzlülüğünün birbirine bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Yüzey zımparalama işleminin ciladan önceki en önemli ve en çok hata yapılan işlem olduğunu ve iyi zımparalanmış yüzeylerin her zaman için daha az boya gerektirdiğini belirtmişlerdir (İlter vd., 2002)

Baykan (1996), “Rendelenmiş ve Zımparalanmış Masif Mobilya Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüklerine İlişkin Araştırmalar” adlı doktora tezinde, rendeleme ve zımpara işlemlerinde geçirilen, doğu kayını ve sarıçam malzemenin kesiş yönüne, rutubet değişimine ve rendeleme veya zımparalama işleminde uygulanan besleme hızlarına göre yüzey pürüzlülüğünü araştırmıştır. Ölçümlerde 448 adet deney numunesinden yaralanmış ve ölçümleri liflere dik olarak yapmış; doğu kayını odununun sarıçam odununa göre daha pürüzsüz yüzeyler verdiğini saptamıştır. Ayrıca teğet kesitte radyal kesite göre düşük besleme hızında ve düşük rutubet değerinde de daha pürüzsüz yüzeyler elde edildiğini belirtmiştir.

Gürtekin (1996), “Ağaçşleri Rendeleme Makinelerinde Kesme ve İlerleme Hızının Ahşap Yüzeyi Kalitesine Etkisi” konulu yüksek lisans tez çalışmasında, kayın ve karaçam örneklerini rendeleme makinesi ile işlemiş; rendeleme makinelerinin ilerleme hızına, kesme hızına ve kesici sayısına bağlı olarak ahşabın yüzey kalitesinde meydana gelen pürüzlülük değişimlerini incelemiştir. Yüzeylerde kalite faktörü olarak yüzey düzgünlüğünü, yüzey çentikliliği ve pürüzlülüğü, bıçak izi yanık oluşumu, yüzeyde yaz odunu ezilmesi, lif uçları uzamasının olup olmadığına göre değerlendirme yapmıştır. Pürüzsüz ve düzgün yüzey elde etmek için, ilerleme hızının düşürülmesi, kesme hızının ve kesici sayısının artırılması gerektiğini belirtmiştir.

Dereli (1997), “Kızılçam ve Orta Yoğunluklu Lif Levhalarda Yüzey Pürüzlülüğünün Tayini Üzerine Araştırmalar” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, rendeleme işleminde bıçak sayısı ve zımparalama işleminde zımpara bant numarasının, kızılçam odununun yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini araştırmış; bıçak sayısı ve zımpara numarası arttıkça daha düzgün yüzeyler elde edilebileceğini belirtmiştir. Yine bu çalışmada Türkiye’de üretim yapan üç firmanın ürettiği MDF’lerin numuneleri üzerinde pürüzlülük araştırması yapmış, numuneler arasında önemli bir pürüzlülük farkı bulunmadığını saptamıştır.

Yalçinkaya (1997), “Sapsız Meşe ve Karaçamın Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, rendeleme ve zımparalama işlemlerinde besleme hızının yüzey pürüzlülüğüne etkilerini araştırmış; rendeleme ve zımparalama işleminde düşük besleme hızlarında daha iyi yüzey değerleri elde edilebileceğini belirtmiştir.

Aysel ve Doğu (1997), “Karaçam ve Kızılçamda Zımpara Türü ve İşlemlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi” adlı tez çalışmalarında, ahşap yüzeyine 40, 50, 60, 80 ve 120 numaralı zımpara bantları ile zımparalama işlemleri uygulayarak, zımpara numarası arttıkça daha düzgün yüzeyler elde edilebileceğini belirtmişlerdir (İlter vd., 2002).

Gürleyen (1998), “Mobilyada Kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tez çalışmasında doğu kayını, sarıçam, meşe ve akasya odun numunelerini rendeleme ve zımpara işlemlerine tabi tutmuş; teğet kesitin radyal kesite göre ve 4 bıçakla işlenen yüzeylerin 2 bıçakla işlenen yüzeylerden daha düzgün yüzeyler verdiğini belirtmiştir.

Balkız (2000), “Ağaçları Endüstrisinde Kullanılan Önemli Bazı Yerli Ağaç Türleri Odunlarının Yapışma Özelliklerinin Tespiti Üzerine araştırmalar” adlı yüksek lisans tez çalışmasında dört ağaç türü üzerinde çalışmış ve yüzey pürüzlülük değerlerine göre sırasıyla en pürüzsüz yüzeylerin sarıçam, köknar, kayın ve meşede olduğunu belirtmiştir.

İlter, Balkız ve amlıyurt (2002), “Uludağ Göknaı Odununun Yüzey Pürüzlölük Değerlerini Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar”, adlı çalışmalarında, Uludağ göknarı odunu üzerine pürüzlölüğün rendelemede bıçak sayısı ve besleme hızına göre, zımparalamada değişik zımpara numaralarına göre ve rutubete göre değişimini inceleyerek; düşük rutubet seviyesi, düşük besleme hızı ve yüksek numaralı zımpara şartları altında daha düzgün yüzeyler elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Coşkun (2005), “Toros Sediri Odununun Yüzey Pürüzlölük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar” adlı yüksek lisans tez çalışmasında, toros sediri odunundan teğet ve rayda yönlerde bıılmış 80 adet numuneyi, 1 bıçak ve 3 bıçaklı rendeleme ve 60, 100 numaralı zımparalar ile zımparalama işlemlerinden geçirmiştir. Sonuçta, kesiş yönünün, işleme tekniğinin yüzey pürüzlölüğünü istatistiksel olarak etkilediğini; Toros sediri odununda radyal yönde kesişin teğet yönde kesişe göre daha düzgün yüzeyler verdiğini belirtmiştir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Yüzey Pürüzlülüğü ve Üstyüzey İşlemleri

TSE'nin tanımına göre kullanılan imalat metotları ile ve/veya başka etkilerle ortaya çıkan, mutlak tarzda başka düzensizliklerle sınırlanan oldukça küçük aralıklı yüzey düzensizlikleridir.

Yüzey pürüzlülüğü; küçük yüzey düzensizliklerinin ölçüsüdür. Diğer bir tanımla, imalat sırasında oluşan küçük miktardaki pürüzlülükler ile diğer etkiler sonucu meydana gelen pürüzlerin tamamı yüzey pürüzlülüğü olarak tanımlanır (Hjorth and Holtrog, 1958).

Ayrıca ahşabın dış katmanı arasındaki morfolojik ilişkiler olarak tanımlanmıştır (Richter, 1995).

İşlenmiş bir ağaç malzeme, büyüteç altında incelendiğinde lifler parçalanmış ve dağlar arasında vadiler oluşmuş gibi bir görüntü verir. Bunlar, yüzeydeki girinti ve çıkıntılardan oluşan dalgalar serisidir (United Nations, 1981)

Yüzey pürüzlülüğünü azaltmak için çıkıntılı kısımların, girintili kısımların seviyesine kadar düzlenmesi gereklidir. Pürüzsüz bir yüzeye dokunulduğunda yumuşaklık hissi verir. Bu da psikolojik yönden mobilyanın beğenilmesi ve tercih sebeplerinden birini oluşturur. Pürüzsüz yüzey denilince işleme ve yapısal bozuklukları en az olan yüzey anlaşılır. Ağaç malzemeden mikroton ile kesilerek hazırlanmış yüzeyler bu tanımlamaya uyabilir. Bununla birlikte ağaç malzemelerden tam olarak pürüzsüz bir yüzey elde etmek mümkün olamaz. Tekstür ve lif yapısı farklılıkları mevcut oldukça pürüzlülük de söz konusu olacaktır.

Yüzeyleri birinci, ikinci ve üçüncü kalite olmak üzere derecelendiren Marian ve arkadaşları odun ve diğer malzemeler için geçerli bir yaklaşımda bulunmuşlardır. Yüzey pürüzlülüğünün odunun tekstürü ile, kullanılan makine işleme metoduna bağlı olduğunu, yüzey bozukluklarının ise; burulma, bükülme, çalışma ve hücre çökmelerinden meydana geldiğini belirtmişlerdir (Marian vd., 1962).

Yapılan çalışmalarda ağacın lif yönü doğrultusunda zımparalama işlemi yapıldığında genel olarak daha düzgün yüzeyler elde edilmektedir.

Tomlinson and Harrington (1960), “Zımparalamadan Sonra Değişik Örneklerin Yüzey Pürüzlülükleri” konulu çalışmalarında 10 farklı odun türüne ait öz odun ve diri odun örneklerini, ağacın lif yönüne göre farklı açılarda zımparalamışlar; liflere paralel zımparalama işleminde liflere dik zımparalama işleminden daha düzgün yüzeyler elde etmişlerdir (Dereli, 1997).

Ağaç malzemenin yüzey düzgünlüğünü belirleyen en önemli unsurlarda birisi de işleme tekniğidir. Stumbo (1961), “Kalite ve Üretim Kontrolü İçin Yüzey Tekstürünün Ölçülmesi” konulu araştırmasında işleme metotlarına (daire testere, kalınlık makinesi ve zımparalama) göre yüzey değişimini incelemiş ve aşağıdaki yargılara varmıştır (Dereli,1997).

-Testere ile biçilmiş yüzeylerde:

Testere dişlerinin yüksekliği ve testere kesme açısı ile itme ve biçme hızlarının yüzey düzgünlüğü üzerinde etkili olduğu, biçme hızı ve testere diş sayısı arttıkça daha düzgün yüzeyler elde edildiği;

-Rendelenmiş yüzeylerde:

Rendeleme ile yüzeyde meydana gelen dalgaların yönü besleme yönüne paralel olup büyüklük ve genişliğinin, bıçak sayısı ve rendeleme derinliğine bağlı olduğunu, liflerdeki kırılma ve kopmaların kullanılan bıçakların keskinliğine ve kesme açısına bağlı olduğunu;

-Zımparalanmış yüzeylerde ise:

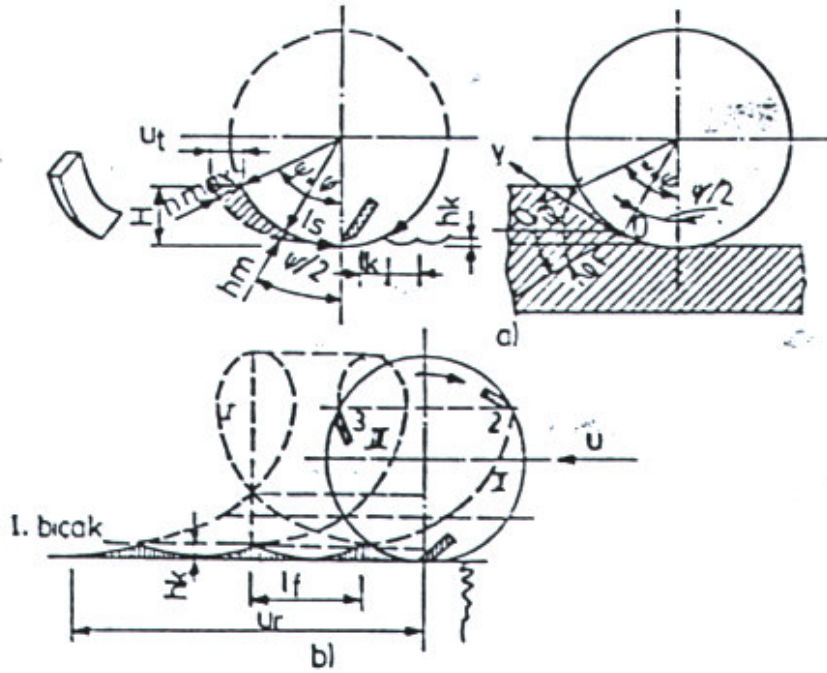
Zımparalama işlemi esnasında meydana gelen yüzey pürüzlülüğünün kullanılan zımparanın tane büyüklüğüne, baskı kuvvetine ve besleme hızına bağlı olduğunu belirtmiştir.

2.1.1. Rendeleme

Dönüsel bir kesicinin, yongaları yarı dairesel bir formda keserek keresteyi şekillendirme işlemine rendeleme adı verilir. Rendeleme işleminde ahşaptan ayrılan parçalar da talaş olarak adlandırılır.

Planya, kalınlık, dört taraflı kenar işleme, şekillendirme (freze), zincirli freze ve zivana makineleri genellikle rendeleme işlemi yapan makinelerdir (ilhan vd., 1990).

Dönüsel rendeleme ve şekillendirme işlemi ile ilgili genel ilke şekil 2.1’de verilmiştir.

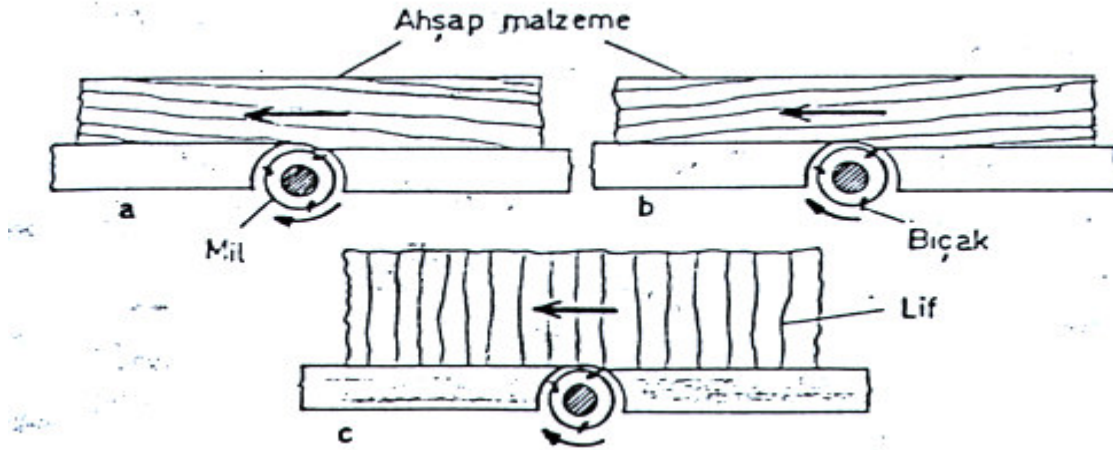


- a) Kesme hızı (v), Kesici devri başına besleme (U_r), Temas açısı (Ψ), Diş başına besleme (U_t), Rendeleme derinliği
b) İşlenmiş yüzeyde bıçak izi oluşumu

Şekil 2.1. Dönüsel rendeleme ve şekillendirme ile ilgili genel ilke (Burdurlu ve Baykan)

-Rendeleme yönü ve liflerin yönü:

Makinelere rendeleme genellikle liflere paralel yönde yapılmakla birlikte bazı ürünlerde konstrüksiyon gereği liflere dik yönde de rendeleme yapılabilmektedir (Şekil 2.2.).



a)Liflere paralel rendeleme b)Liflere karşı rendeleme c)Liflere dik rendeleme

Şekil 2.2. Rendeleme şekilleri (İlhan vd., 1990)

-Rendelemede etkili olan kuvvetler:

Dönüsel rendeleme ve bu işlemlerin kullanıldığı ağaç işleme ürünlerinde besleme işlemine karşılık veren P_{fc} kuvveti ve bu kuvvete dik olan P_n kuvveti temas açısı ile birlikte Şekil 2.3'de gösterilmiştir. (İlhan vd., 1990)

P_{fc} ve P_n kuvveti aşağıdaki formüllerden hesaplanır.

$$P_{fc} = P_c \times \cos(\Psi/2) + P_d \sin(\Psi/2)$$

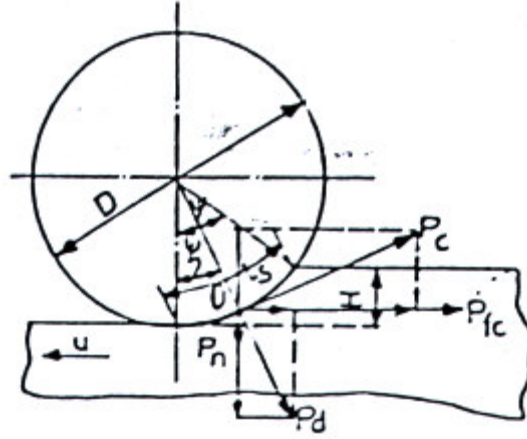
$$P_n = P_c \times \sin(\Psi/2) + P_d \cos(\Psi/2)$$

$$\Psi = \arccos(1 - 2H/D) \text{ (Açı)}$$

P_c : Kesme kuvveti

P_d : Saptırma kuvveti

Ψ :Temas Açısı



Şekil 2.3. Dönüsel rendelemede etkili olan kuvvetler (İlhan vd., 1990)

-Rendelemede yüzey dalga derinliği:

İşlenen bir yüzeyde, dönen bıçakların hareketinden dolayı bıçak izleri oluşur. Bu izler, büyüklükleri testerenin (D) çapına, (u) besleme oranına, (v) kesme hızına (dev/dk) ve kesicideki bıçak sayısına (z) bağlı h_k derinlikli ve l_k adımlı dalgacıklar şeklindedir. Bu değerler aşağıdaki şekilde hesaplanır. (İlhan vd., 1990)

Bıçak izlerinin adımı: $l_k = 1000u / n \times z$ (mm)

Bıçak izlerinin derinliği: $h_k = 1 / 2 D - \sqrt{(D^2 - l_k^2)}$ mm ve ya $h_k = l_k^2 / 4D$ (mm)

2.1.2. Zımparalama

Ağaç malzeme yüzeylerindeki pürüzlülüğü en aza getirmek amacıyla sivri ve sert tanecikler yardımı ile aşındırma işlemine zımparalama adı verilmektedir (Baykan, 1996). Aşındırıcı taneciklerin keskin kenarları bıçak görevi yapar. Aşındırıcı levhanın hareketi yönünde uygulanan kuvvet ağaç malzemenin yüzeyinden içine doğru aşındırma işlemine zorlar ve levhanın hareketi boyunca ağaç malzemedan küçük parçalar koparılmasını sağlar. Böylece yüzeydeki bıçak izlerinin giderilmesi boyama, vernikleme vb. bitirme işlemlerinin uygulanması için yüzeyi hazır duruma getirmeye yardımcı olmaktadır.

Dereli(1997), zımparalamada teknik kriterleri şöyle sıralamıştır:

-Ağaç malzemenin zımparalanmasında mümkün olduğu kadar düşük zımparalama baskısı ile çalışarak kesici taneciklerin keskinlikleri korunur.

-Uzun süre zımparalama işlemi yapılmayacaksa, zımpara bandı makine üzerindeyken zımpara kasnakları gevşetilerek zımpara bandının deforme olması engellenebilir.

-Zımparalamada aşındırma hacmi, işlenen ağacın türü ve içindeki ekstraktif maddelerin yoğunluğuna göre değişiklik göstermektedir.

-Ağaç malzemede liflere dik yönde zımparalama yapmak aşındırma hacmini artırarak zımpara kullanımını kolaylaştırır.

-Zımparalanan yüzeylerin pürüzlülüğü, zımpara taneciklerinin işlem süreci içerisinde körlenmesinden dolayı artış gösterir.

-Zımpara taneciklerinin körlenmesi zımparalama işlemi başlangıcında daha fazladır.

-Zımpara levhasının ilk kullanım anında ve dolayısıyla daha keskin olduğu durumda, levha hızını ve basıncı arttırmak, zımparalama işleminin verimliliği açısından yarar sağlar.

-Zımpara bandına osilasyon sağlamak ortalama pürüzlülük değerlerini %15-25 arasında azaltır.

-Seyrek dağılımlı zımpara bandı kullanmak daha iyi sonuç alınmasını sağlar.

-Küçük numaralı zımparalar, daha düşük aşındırma hacmi üretirler.

-Zımparalama süresi toplam aşındırılan yüzey miktarı üzerinde etkilidir.

2.2. Yüzey Pürüzlülüğünü Etkileyen Faktörler

2.2.1. Ağaç türü

Sieminski and Skarzynska (1989) 'ya göre İşleme yöntemlerinden ayrı olarak, odunun anatomik yapısındaki farklılıklar da yüzey farklılıklarına neden olmaktadır. Bu bağlamda ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğü birinci derecede anatomik yapıya, ikinci derecede kullanılan makine ve yüzey işleme metotlarına bağlı kalmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, yumuşak odunlarda sert odunlardan daha fazladır. Odun türlerinin tekstürü anatomik bir büyüme karakteristiği olduğundan yüzey pürüzlülüğü incelenirken tekstür ve işleme metotlarında oluşan farklılıklar ayrı ayrı değerlendirilir. Ayrıca, odun yüzeyinde oluşan çatlaklar, hücre çökmeleri, koparılmış lifler ve lif uzunluğu da yüzey pürüzlülüğünde etkili olmaktadır. Ayrıca, odundaki doğal büyüme karakteristiklerinden budak ve/veya lif eğriliği oluşumları liflerin normal gidişlerinde meydana gelen düzensizlikler pürüzlülüğü arttırıcı etki yapmaktadır (İlter vd., 2002).

Ağaç türü farklılıkları, ağacın teknolojik özelliklerinin değişmesine neden olduğu gibi, odunun yüzey pürüzlülüğünün de değişmesine neden olabilmektedir.

2.2.2. Biçme teknikleri

Yüzey pürüzlülüğü açısından ağaç malzemenin kesiliş yönü de etkili olup, zımparalama lifler yönünde kesilen odun yüzeyinde liflere dik yöndekine göre daha az pürüzlülük oluşturmaktadır. İlkbahar ve yaz odunu arasındaki sertlik farkı arttıkça pürüzlülük de artmaktadır. Sieminski and Skarzynska (1987), pürüzlülüğün, liflere dik işlemede, paralel işlemeye göre daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır (İlter vd., 2002).

2.2.3. Yüzey işlemede kullanılan malzemeler

Rendeleme yapan makineler ile yüzey düzgünleştirme işlemlerinde kullanılan zımparaların, zımpara tane sayısı ve tane büyüklükleri de yüzey düzgünleştirme işlemlerinde etkilidir.

2.2.4. Odunun rutubet yüzdesi

Yüzey pürüzlülük değerlerini etkileyen diğer bir faktöre de odunun işlem anında sahip olduğu rutubet yüzdesidir. Rutubet odundaki liflerin esnekleşmesine ve dolayısıyla kesme anında liflerin kopmayıp kabarmasına yol açmaktadır. Bu da yüzey pürüzlülüğünün artmasına yol açmaktadır. İter vd. (2002), Uludağ göknarı odununun yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, düşük rutubet oranına sahip numunelerin daha düşük pürüzlülük değerleri verdiklerini belirtmişlerdir.

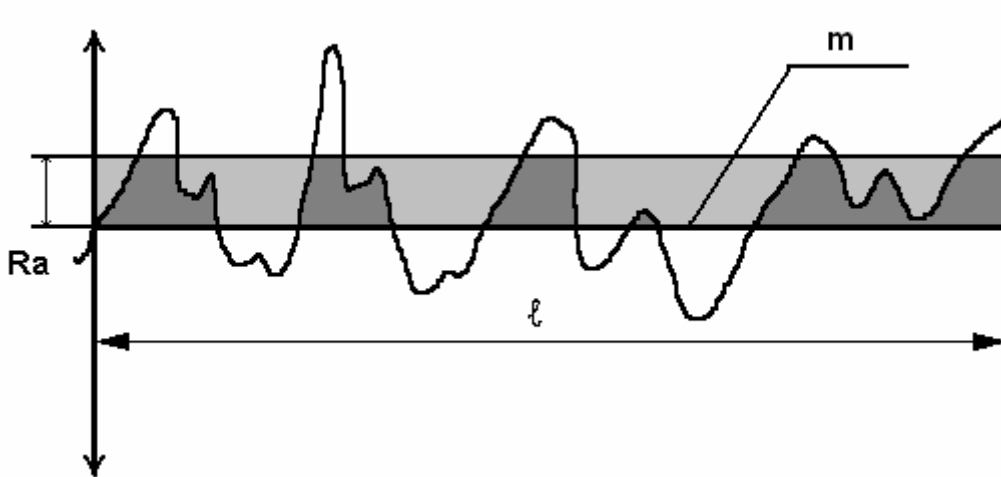
2.3. Yüzey Pürüzlülük Parametrelerinin Tanımı

2.3.1. Ra yüzey pürüzlülük değeri

Ra yüzey pürüzlülük değeri; profil sapmalarının aritmetik ortalaması, sınır dalga boyunda ortalama pürüzlülük eğrisinin (m) üzerindeki pürüzlülüklerin ortalama pürüzlülüğü olarak tanımlanmaktadır (TS 6956).

$$Ra = (1/L) \int_0^L |y(x)| dx$$

Profil sapmalarının aritmetik ortalaması Ra şekil 2.4'de verilmiştir.



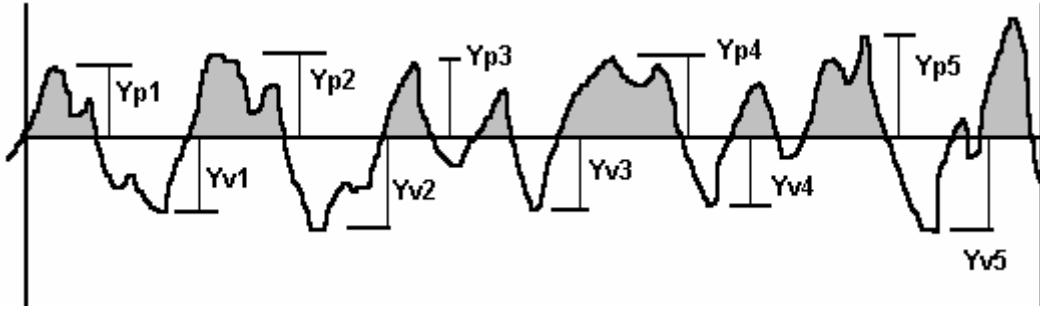
Şekil 2.4. Profil sapmalarının aritmetik ortalaması (Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.3.2. Rz yüzey pürüzlülük değeri

Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği, sınır dalgaboyu içerisinde en derin beş profil vadisi derinliği (Yv) ile en yüksek beş profil tepe yüksekliğinin (Yp) mutlak değerlerinin ortalamasıdır (TS 6956).

$$R_z = \frac{|Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}| + |Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5}|}{5}$$

Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği (Rz) şekil 2.5' de verilmiştir.



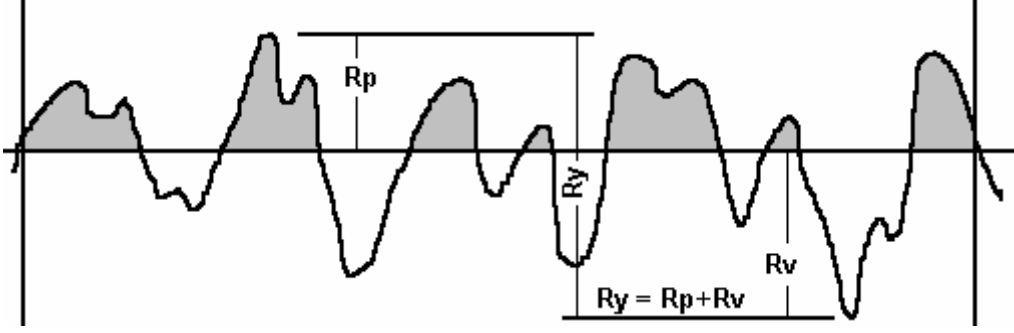
Şekil 2.5. Profil düzensizliklerinin on nokta yüksekliği (Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.3.3. Ry (Rmax) yüzey pürüzlülük değeri

Profil tepesinin maksimum yüksekliği (Rp) ile profilin maksimum vadi derinliği (Rv) arasında kalan mesafedir (TS 6956).

$$R_y (R_{max}) = R_p + R_v$$

Maksimum profil yüksekliği şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6. Maksimum profil yüksekliği (Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.3.4. Rp yüzey pürüzlülük değeri

Ortalama pürüzlülük eğrisinin üzerinde kalan en yüksek noktaların ortalamasıdır.

$$R_p = (R_{p1} + R_{p2} + R_{p3} + R_{p4} + R_{p5} + R_{pn}) / 5n$$

(Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.3.5. Rv yüzey pürüzlülük değeri

Ortalama pürüzlülük eğrisinin altında kalan en derin noktaların ortalamasıdır.

$$R_v = (R_{v1} + R_{v2} + R_{v3} + R_{v4} + R_{v5} + R_{vn}) / 5n$$

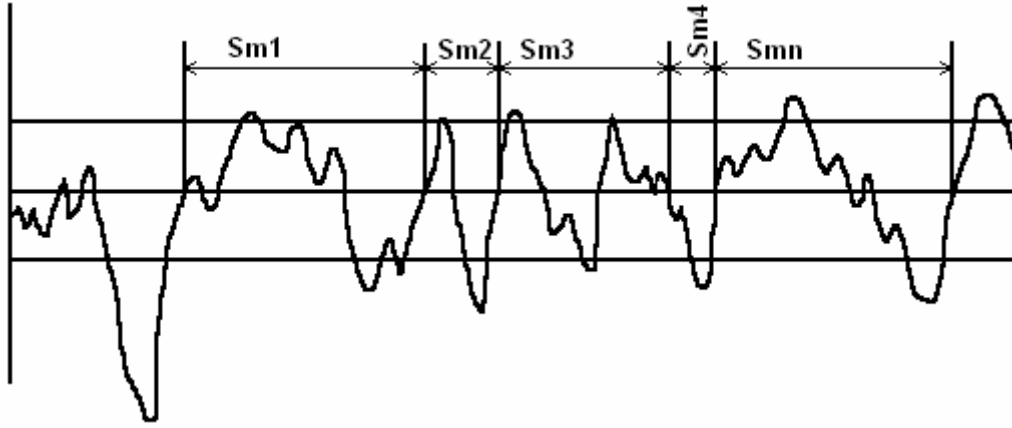
(Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.3.6. Rsm yüzey pürüzlülük değeri

Örnek olarak incelen yüzeydeki profil elemanlarının ortalama genişliğidir.
(Şekil 2.7.)

$$R_{sm} = (1/n) \times (R_{sm1} + R_{sm2} + \dots + R_{smn})$$

(Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

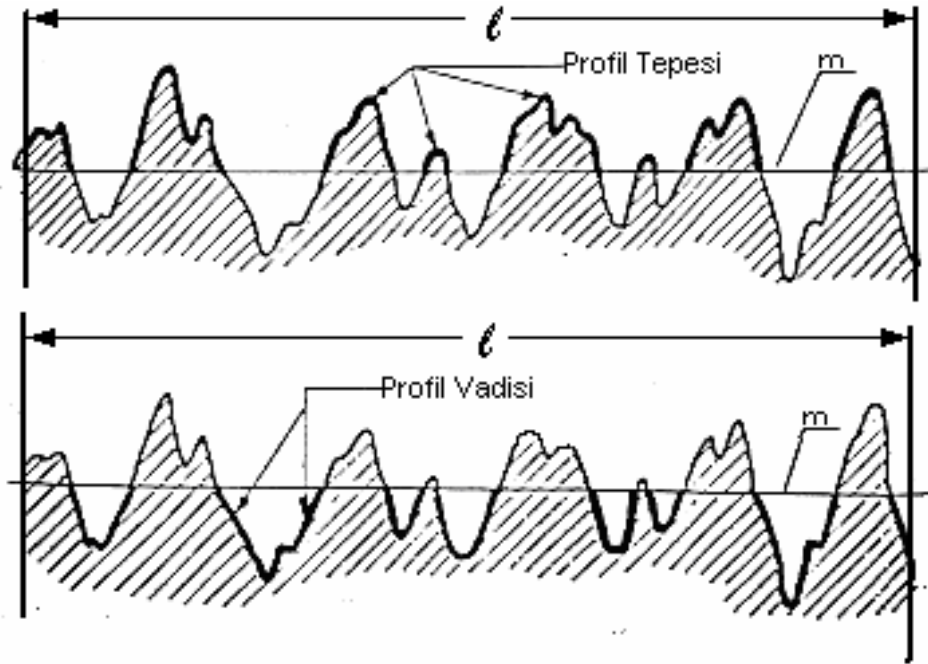


Şekil 2.7. Yüzey profillerinin ortalama genişliği (Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.4. Yüzey Pürüzlülüğünü Belirleme Metotları

2.4.1. Dokunmalı iğneli tarama metodu

Dokunmalı iğneli tarama metodu, halen kullanılmakta olan ve genel kabul görmüş en etkili yüzey ölçüm metotlarından biridir. Bu çalışmada dokunmalı iğneli tarama yüzey test cihazı (Mitutoyo Surftest SJ-301) ile iğneli tarama ölçme metodu uygulanmıştır. Tarama iğnesinin ucu yüzey üzerindeki gözenekler etrafında hareket ettikçe ve iğne ucu gözeneklerin içine doğru girip çıktıkça çizici kalem yüzey konturlarını şekil 2.8'de gösterildiği gibi kaydetmektedir. R_a , R_z , R_{max} , R_q ve diğer yüzey pürüzlülük ölçüm değerlerine ait verileri yüzey grafikleri üzerinde tanımlayabilmektedir. Şekil 2.8'de tarama iğnesi ile elde edilen yüzey grafiklerine bir örnek verilmiştir.



Şekil 2.8. Tarama iğnesi ile elde edilen yüzey grafiğinin örnek görünümü (Mitutoyo Surftest SJ-301 user's manual)

2.4.2. Işık kurdele metodu

Elmendorf and Waughan (1958) araştırmalarında bu yöntemi şu şekilde anlatmaktadırlar. Yüzeylerin pürüzlülük farklarını belirlemek için, ince kurdale şeklinde bir ışık demetinin örnekler üzerine gönderilip mikroskop altında geri yansımalarının incelenmesi yöntemi geliştirilmiştir. Burada mikroskoba bir kamera yerleştirilerek görüntüsü kaydedilmektedir. Görüntü ince sivri bir ışık şeridi halindedir. Ahşap malzemelerin yüzeylerinin kalitesini karşılaştıran bu metot zımparalanmış yüzeylerin ölçülmesinde yeterli bulunmuş ancak testerelerle biçilmiş yüzeylerde uygulanabileceği bildirilmiştir (Yalçınkaya,1997).

2.4.3. Yüksek ışık metodu

Yine, Elmendorf and Waughan (1958) araştırmalarında bu yöntemi şu şekilde anlatmışlardır. Ahşap malzemenin yüzeyine, dar açıda bir ışık kaynağı yerleştirilerek ışık akışı ahşap malzemenin liflerine doğru girmekte, keskin bir objektif ile yüzeylerinin fotoğrafları çekilerek yüzeydeki girinti ve çıkıntılar görüntülenmektedir. Profesyonel fotoğraf makinesi 410 numara ile zımparalanmış bir odun yüzeyindeki liflerin resmini çekebilmektedir. Bu metot da ışık akışının direkt olarak odun liflerine gönderilmesi ile yüzey görüntüleri daha net alınabilmektedir (Yalçınkaya, 1997).

2.4.4. Forster aleti

Elmendorf and Waughan (1958)'a göre bu alette test örneği bir motor yardımı ile dakikada 1 mm'den 5 mm'ye kadar hız ile yandan hareket ettirilmektedir. Bu hareket salınımlı iğne irtibatlı olup gezer bir durumda ve yarıçapı ahşap yüzeylerine göre 50-60 μ arasında değişmektedir. İğne, saniyede 50-100 defa aşağı yukarı hareket ederek yüzey konturlarını bir film üzerine işler. İğne hareket ettikçe eğilebilir ayna ışık demetini yansıtır ve salınımın fotoğrafı film üzerinde görüntülenir. İğne üzerindeki ağırlık 0,6-1,0 gr olmaktadır (Yalçınkaya,1997).

2.4.5. Optik metotlar

Yoo vd.,(1990)'ne göre iğne uçlu metotlardan farklı olarak optik metotlar tercih edilmektedir. Bunun sebebi; iğne uçlu metotlarda iğne uç parçası ahşap malzeme

yüzeyi üzerinde hareket ederken yüzeye zara vermektedir optik metotlarda ise ölçüm sırasında yüzeye temas olmamaktadır. Şekillendirilmiş ahşap malzeme yüzeylerin pürüzlülük ölçümlerinde de optik metotlar kullanılmaktadır. Bazı optik metotlarda lazer ışık kaynağı kullanılır. Lazer ışığı ahşap yüzey üzerine uygulandığında, pürüzlü yüzeylerde açı yaparak yansır. Yüzeyden yansıyan dağınık ışınları ölçen ve analiz eden değişik teknikler, yüzeyin profilini vermektedir (Yalçinkaya, 1997).

2.4.6. Pnömatik metot

Bonac (1979)'a göre bu metot da hava akımı ahşap malzeme yüzeyine aralıklı bir baş ile uygulanır. Yüzeydeki pürüzler, sistem içine uygulanan basınçlı havanın hacmini değiştirmektedir. Bu metotla yüzey pürüzlülüğü kesin saptama yerine yakın yada karşılaştırılmış sonuçlar vermektedir. Hava hacmine göre, 20 μ m ile 420 μ m arasındaki R_{max} yüzey pürüzlülük değerleri ölçülebilmektedir (Yalçinkaya,1997).

2.4.7. Kapasitans metodu

Bu metotta ölçülecek yüzey, levha kondansatörün bir taraftaki elektrotlarından birini oluşturur. Uygun bir kapasitans oluşturmak ve iki kondansatör levhanın arasındaki uzaklığı ayarlamak için araya bir yalıtkan konulmaktadır. İncelenen yüzeydeki düzensizliklerle arada kapalı kalan havada yalıtkanlık oluşur. Yüzey ile kondansatör yalıtkanın arasındaki havanın hacmi ölçülür. Bu metot, kondansatörün kapladığı alan altındaki yüzey düzensizliğinin ortalama değerini verir. Brecker, bu metodu tornalanmış ve şekillendirilmiş yüzeyler için 1,5 μ m - 6 μ m yüzey pürüzlülük sınırlarında uygulamıştır (Yalçinkaya, 1997).

2.4.8. Işık projeksiyon metodu

İnce kenarların yüzey pürüzlülük ölçümü için bu ölçüm metodu önerilmektedir. İnce kenarın pürüzlülük profilini ışık projeksiyonu ile eğri bir kenara düşürerek yüzey profilinin büyütülmüş görüntüsü elde edilmektedir. 2 μ m-4,7 μ m R_a yüzey pürüzlülük değerleri bu metotla elde edilebilmiştir (Yalçinkaya, 1997).

3.MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)

Boylu birinci sınıf orman ağaçlarından olan karaçam yaşlı gövdelerinin derin çatlaklı kalın kabukları vardır. Reçineli tomurcukları silindirik ve uçları birdenbire sivrilmiştir. 8-15 cm uzunluğundaki iğne yapraklar koyu yeşil ve serttir. Sürgün uçlarında bulunan iğne yapraklar tomurcuğa yöneldiklerinden adeta çanak gibi bir boşluk oluşturmuşlardır. Bu özelliği ile ilk bakışta sarıçamdan ayırt edilebilir. Karaçamın soluk sarı renkteki erkek çiçekleri silindirikdir. Tozlaşma, iklime, yöreye, enleme, rakıma, ve ekspozisyona bağlı olarak nisan ve mayıs aylarında olmaktadır. Dişi kozalaklar parlak, açık sarı esmer renktedir. İki yılda olgunlaşırlar. Sarıçamın kozalağının aksine simetrikdir. Sapı yok denecek kadar kısadır. Kalkan çıkık, göbek koyu renktedir. Kozalağın uç kısmında yer alan pulların çoğunun göbeğinde ufak bir diken vardır. Karaçamın yayılış alanı çok farklı ve her biri çoğu kez ayrı bir tür olarak addedilen 5 varyetesi bulunmaktadır. Yurdumuzda karaçamın *Pinus nigra* var. *Caramanica* ile bunun da *Pinus nigra* var. *Pyramidalis* varyetesi bulunmaktadır (Aslan, 1994).

Türkiye’de karaçamın yayılış alanlarını ve yayılış karakteristiğini Gökmen (1970) şu şekilde belirlemiştir. Karaçam, Şekil 3.1’de görüldüğü gibi yurdumuzun Anadolu ve Trakya parçalarıyla kuzeyde Kırım Yarımadasıyla, Güneyde ise Kıbrıs Adasında yerli olarak bulunur. Buralarda karışık ya da saf orman kuruluşunda görülür. Yurdumuzda bulunan çam türleri içinde çok geniş bir yayılış alanı vardır. Doğu Ladini’nin yayılma çevresi dışında bütün Kuzey Anadolu’da Sinop ve Ayancık ormanlarında 800 - 1000 m. arasında orman kuruluşunda baskın olarak katılır.

Sinop’tan Boyabat’a geçiş alanında Kastamonu dolaylarında, Ilgaz Dağında, Bolunun kuzey ve güneyindeki ormanlarda saf ve bazen sarıçam, bazen de göknarlarla birlikte orman oluşumunda yer alır. Batı Anadolu da Uludağ da 600-1400m. de bazen saf ya da baskın tür olarak, 1400 m’den yukarı yerlerde ise

sarıçam ya da göknarlarla birlikte orman halinde, Balıkesir, Çanakkale ve Kaz Dağında saf ya da Kaz Dağı göknarı ile karışık orman durumunda bulunur.



Şekil 3.1. Karaçamın yurdumuzdaki yayılış alanları (www.ogm.gov.tr/agaclarimiz)

İzmir, Ayvalık, Edremit çevresindeki dağlarda, Demirci, Gördes İlçelerini kuzeyindeki yüksek yerlerde 900-1200 m. arasında geniş ve iyi gelişmiş ormanlar halinde bulunurlar.

Muğla dolaylarında Erkindağ, Yalındağ, Muğla Karlığı, Göktepe, Karagedik Dağı, Şaban Dağı ve burada kuzeyde il sınırı üzerindeki Oklu sırtlarına dek uzanan çizginin doğusunda kalan yerde karaçamlar orman oluşumuna geniş ölçüde katılır.

Akdeniz Bölgesinde Antalya'dan – İçele kadar uzanan yerlerde karaçamlar 700-800 m.den başlayarak önce kızılçamlarla birlikte, bundan sonrada çok kez saf orman kuruluşunda bulunurlar. 1500 m.den sonra Toros göknarı, Toros sediri ile karışık ormanlar kuruluşunda bulunur.

Güney Anadolu'da, Çukurova'nın kuzeyinde yaklaşık olarak kıyı çizgisine paralel olarak uzayan Toroslar'ın 800-1200m.lerinde kızılçamlarla beraber, 1200m.den başlayarak 2000m.ye kadar saf ormanlar oluşturular. Daha yüksek yerlerde göknar ve sedirlerle karışık orman halindedirler. Kızılcahamam dolaylarında saf ya da sarıçamlarla beraber orman oluşumuna katılırlar. (Gökmen, 1970)

3.1.1.1. Karaçam odununun makroskopik ve mikroskopik özellikleri

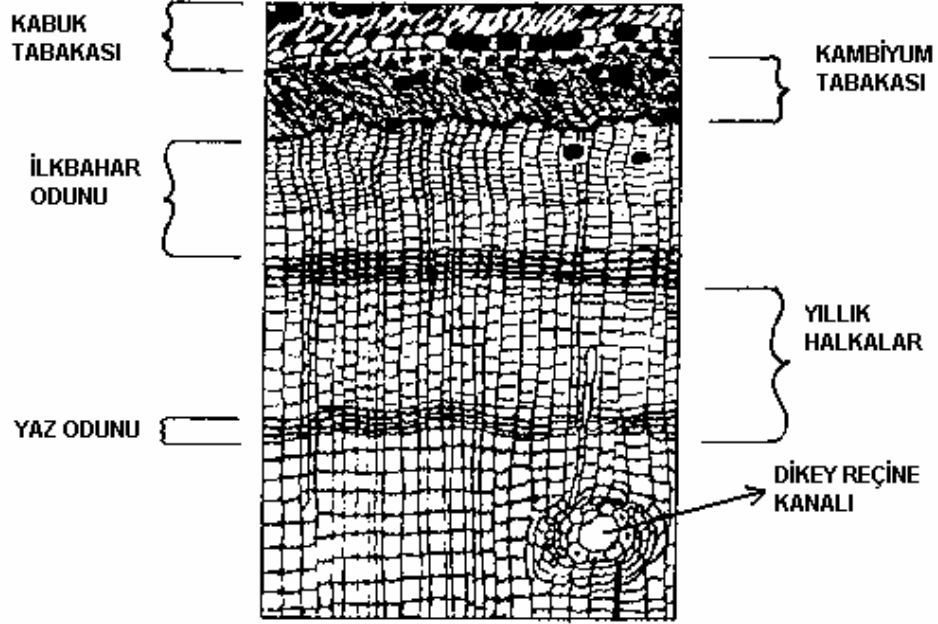
Diri odun sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir (Şekil 3.2.). Koyu renkli öz odunu vardır. Diri odun yaşlı ağaçlarda dar, genç ağaçlarda ise oldukça geniştir. Radyal kesitte öz ışınlar görülmeyecek kadar belirsizdir. Teğet kesitte kahverengi şeritlere sahiptir. Karaçamda reçine kanalları aktif olup reçine ile, öz odundakiler ise reçine ve tylosoid denilen zarcıklar ile tıkalı bulunmaktadır. (Göker, 1977)



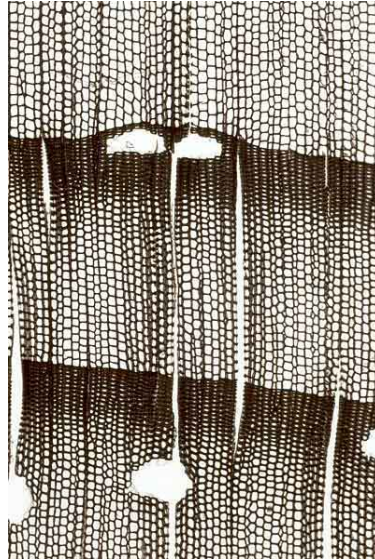
Şekil 3.2. Tipik bir karaçam gövde kesiti (www.woodanatomy.ch)

İlkbahar odunu traheidlerinin öz ışını paranzim hücreleri ile karşılaşma yerinde geniş pencere şeklinde geçitler bulunmaktadır. Geniş pencere şeklindeki geçitlerin açıklıkları ortalama 26μ çaptadır. Radyal kesitte ilkbahar odununda bordürlü geçitlerin çapı ortalama 22μ , yazodunu bordürlü geçitlerinin çapları ortalama $9,55\mu$ 'dur. Enine kesitte boyuna reçine kanallarının çapları ortalama 124μ , 1 mm^2 'deki traheid sayısı ortalama 998 adettir. Teğet kesitte 1 cm^2 'ye giren yatay reçine kanallarının sayısı ortalama 56adet, tek sıralı özışınlarının yüksekliği maksimum 460μ , 1 mm^2 'deki özışını sayısı 21, 1 mm^2 'deki özışını hücre sayısı 188 adettir. Traheid uzunlukları ortalama $4,20\mu\text{m}$, traheid genişliği ortalama 48μ , hücre çeper kalınlığı ortalama 9μ çaptadır. (Göker, 1977)

Şekil 3.3. ve şekil 3.4'de mikroskop altında, karaçam odununun enine kesitteki anatomik elemanları görülmektedir.



Şekil 3.3. Karaçam odununun enine kesit görünümü (www.woodanatomy.ch)



Şekil 3.4. Karaçam odununun yıllık halka görünümü (Ölçek 1:1/65)
(www.woodanatomy.ch)

3.1.1.2. Karaçamın fiziksel ve mekanik özellikleri

Karaçamın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri çizelge 3.1' de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Karaçamın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Göker, 1977)

Fiziksel ve Mekanik Özellikler		
Yıllık halka genişliği (mm)		1,57
Tam kuru özgül ağırlık (gr/cm ³)		0,52
Hava kurusu özgül ağırlık (gr/cm ³)		0,56
Hacim yoğunluk değeri (gr/cm ³)		0,456
Daralma yüzdeleri (%)	Liflere paralel yönde	0,23
	Radyal yönde	5,58
	Teğet yönde	8,19
	Hacmen	13,9
Liflere paralel yönde basınç gerilmesi (kg/cm ²)		479
Eğilme gerilmesi (kg/cm ²)		1096
Eğilme elastiklik modülü (kg/cm ²)		100000
Dinamik eğilme gerilmesi (kg/cm ²)		0,56
Liflere paralel yönde çekme gerilmesi (kg/cm ²)		1113
Liflere dik yönde çekme gerilmesi (kg/cm ²)		23,4
Liflere paralel makaslama gerilmesi (kg/cm ²)	Radyal yönde	67,1
	Teğet yönde	62
Yarılma gerilmesi (kg/cm ²)	Radyal yönde	8,2
	Teğet yönde	9,1
Brinel sertlik (kg/mm ²)	Liflere paralel yönde	4,29
	Liflere dik yönde	2,02

3.1.1.3. Karaçam odununun kullanım alanları

Genel olarak karaçamdan inşaat kerestesi ve doğrama, uçak ve gemi güverte döşemeleri, tel direği, travers, bayrak direği, ambalaj sandığı, kağıt ve selüloz odunu, çit kazıkları, çıra ve yakacak odun imalatı ile kontrplak yapımında yararlanılmaktadır (Aslan, 1994).

3.1.2. Araştırmada Kullanılan Alet ve Makineler

3.1.2.1. Kalınlık makinesi

Bir yüzü ve bir cumbası planya makinesinde rendelenmiş iş parçalarının kalınlıklarını ve genişliklerini eşit ve düzgün bir şekilde çıkarmak amacı ile kullanılan rendeleme makinesidir. Genel olarak bıçak topu üzerinde 3 adet bıçak bulunur, 1 bıçaklı olarak da kullanılabilir. Makinenin otomatik sevk düzeni yardımıyla parça besleme hareketi otomatik olarak yapılır (Burdurlu ve Baykan, 1998).

Tek taraflı kalınlık makinelerinde, gönyeli bir parça elde edebilmek için, kesinlikle parçanın bir yüz ve cumbasının planya makinesinde rendelenmesi gerekir. Aksi takdirde parça köşeleri dik açılı olmayabilir. Çift taraflı kalınlık makinesinde ise buna gerek yoktur. Ancak bir seferde parçanın iki yüzü rendelendikten sonra diğer iki kenarın ölçülendirilmesi için çoklu dilme makinelerinden faydalanılmalı veya bir kenar gönyelendikten sonra diğer kenar makineye verilmelidir (Burdurlu ve Baykan, 1998).

Bu çalışmada kullanılan kalınlık makinesinin bazı teknik özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir (H.Ü., A.E.M. Bölümü Ağaçişleri atölyesinde bulunan kalınlık makinesi)

Çizelge 3.2. Kalınlık makinesinin teknik özellikleri

Rendeleme genişliği	400mm
Rendeleme yüksekliği	220mm
Tabla boyu	890mm
Devir	5500 dev/dak.
Mil çapı	120mm
Motor gücü	7,5 HP
Besleme motoru gücü	0,7 HP
Besleme hızı	6-12 m/dak.

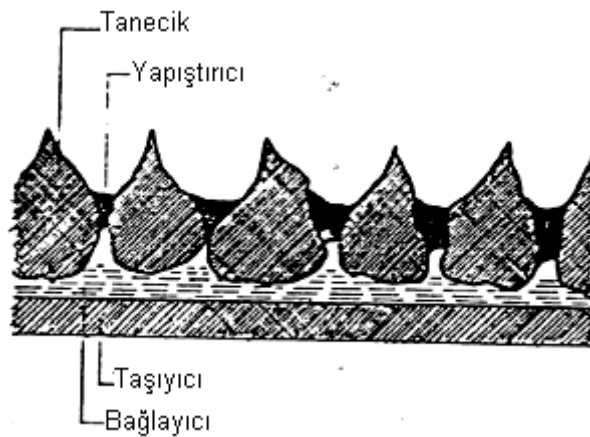
3.1.2.2. Osilasyonlu band zımpara makinesi

Yüzey düzlüğünün sağlanması veya mobilya yüzey pürüzlülüklerinin istenilen düzeye getirilmesi için yapılan hazırlık çalışmalarının üçüncü aşaması zımparalama işlemidir. Çalışmada masif ağaç malzeme yüzeylerinin zımparalama işleminde, seri üretime uygun osilasyonlu band zımpara makinesi kullanılmıştır. osilasyonlu band zımpara makinesi; bir dönü hareketini motordan alan sabit, diğeri zımparanın gerdirme yüzeyini ve hareketini sağlayacak şekilde hareketli olmak üzere iki kasnaktan oluşmaktadır. Bu sistem; teknikte osilasyon olarak tanımlanmaktadır (Baykan, 1990).

-Band zımpara levhaları:

Zımparalanan yüzeyin perdah kalitesi kullanılan zımparanın boyutlarına, şekline kalitesine ve besleme hızına bağlıdır. Zımpara levhası aşındığı taktirde lifler zımparalanmayıp yatırılır. Boyama veya vernikleme yapılırken ise lifler dikey konumuna geri döner. Bu da yüzey kabarmasına neden olur. Buna göre, zımparalamada verim sağlamak için zımpara levhasının özellikleri iyi bilinmelidir. (Timothy, 1986)

Zımpara makinelerinde kesici eleman, ince taban bandı üzerine yapıştırılmış sivri uçlu sert taneciklerden oluşturulmuş zımpara levhasıdır (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Zımpara levhasının yapısı (Dereli, 1997)

Kesici tanecikler zımpara bandında genellikle bir bez üzerine çeşitli yapıştırıcı maddeler ile yapıştırılmıştır. Bu özellik sayesinde işlem esnasında oluşan baskı ve gerilme kuvvetlerine karşı mukavemet elde edilmektedir. Daha kısa ve hafif gerilmeli işlemler için dayanıklı kağıt bantlı zımparalar da mevcuttur. Bezler, ağırlıklarına, kopma dirençlerine ve diğer bazı özelliklerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır. Taşıyıcı band türleri ve özellikleri Çizelge 3.3'de verilmiştir (Burdurlu ve Baykan, 1998).

Çizelge 3.3. Zımpara levhasının taşıyıcı band türleri ve özellikleri

Taşıyıcı Band Türü	Ağırlığı gr/m2	Kat Sayısı	Kullanım Yeri
A	75	Tek katlı	Elle zımparalama
B	100	Tek katlı	Elle ve el zımpara makineleri
C	125	Çok katlı	El zımpara makineleri
D	160	Çok katlı	Band zımpara makinesi
E	225	Çok katlı	Kalibre zımpara makinesi
F	A,B ve C	Özel	Su, sabunlu su, gazyağı ve neftle ıslak zımparalama

Aşındırıcı tanecikler kağıt veya bez bantlara yapıştırıcı bir madde yardımıyla sabitlenir. Bu maksatla, doğal kauçuklu, yapay reçineli, seramik, silikat ve magnezit bağlayıcılar kullanılır.

Aşındırıcı madde, zımparalamayı gerçekleştiren ana eleman olduğundan, yapısı ve büyüklüğü önem taşır. Aşındırıcılar doğal ve yapay olmak üzere iki gruptur.

-Doğal aşındırıcılar:

Cam, çakmaktaşı, kuvars, doğal korund, elmas;

-Yapay aşındırıcılar:

Alüminyum oksit, elektrokorund, silisyum karpit, karborandum'dur.

Zımpara levhasının özelliği ve kullanılacağı yer aşındırıcı, taşıyıcı band ve bağlayıcının özelliklerine göre belirlenir.

Bir zımparanın kalitesi, aşındırıcıların aynı büyüklükte olmasına bağlıdır. Tanecik büyüklükleri Norton Eleği'nin 1 inch'lik (25,4mm) uzunluğunda bulunan tanecik sayısına göre belirlenebilmektedir.

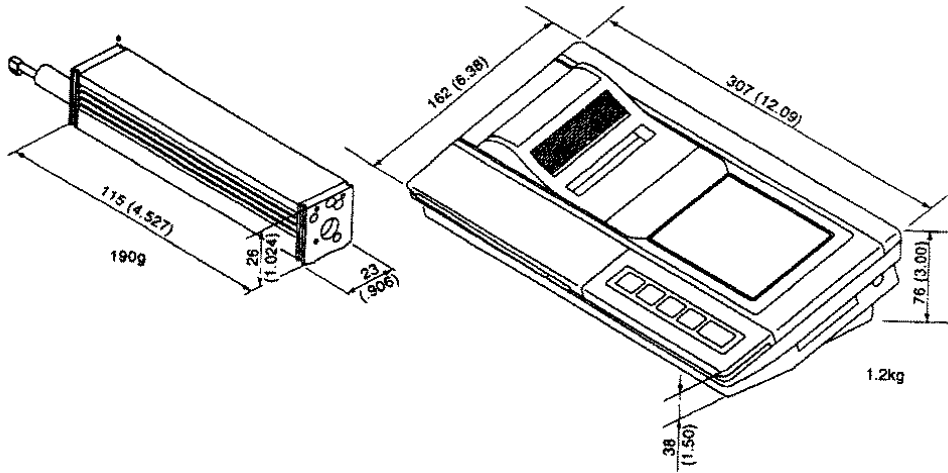
Aşındırıcı büyüklüğüne göre zımpara levhasının kullanım yerleri, Çizelge 3.4'de verilmiştir (Yalçınkaya, 1997).

Çizelge 3.4. Zımpara band numaralarının tane büyüklüklerine göre kullanım alanları

Sınıfı	Zımpara Numarası	Kullanım yeri
Kaba	6,8,10,12,14,16,20,24	Özel ve kaba zımpara işlemleri için
Orta	30,36,46,54,60	30-36 kaba perdah işlemleri için, boya, tutkal, vernik işlemleri için, 54-90 rendelenmiş ve astarlanmış
İnce	70,80,90,100,120,150,180	yüzeylerin ön zımparası için, 100- 180 kaplama yapıştırılmış yüzeylerin zımparalanması için
Çok İnce	220,240,280,320,400,500,600,800	220-240 macun atılmış yüzeylerin, lake boyası atılmış yüzeylerin ve plastiklerin zımpara işlemleri için, 500-800 özel zımpara işlemleri için

3.1.2.3. Yüzey pürüzlülük ölçme cihazı

Çalışmada, yüzey pürüzlülük ölçümlerini gerçekleştirmek için, dokunmalı iğne taramalı yüzey pürüzlülük ölçümü test cihazı kullanılmıştır. Bu test cihazı metal ve ahşap malzemelerin yüzey pürüzlülüğünün ölçümünde kullanılabilir. Test cihazının kısımları, ana gövde buna bağlı olan iğne uç parçası ve özel dedektördür. Şekil 3.6'da yüzey pürüzlülük ölçüm test cihazının şematik resmi gösterilmektedir. Yüzey pürüzlülük ölçme aletinde ana gövde içinde bir sürücü bulunmaktadır. İğne uç parçası bu sürücü üzerine monte edilmektedir. Sürücünün ilerleme hızı ölçüm sırasında saniyede 0,5 mm, dönüş sırasında ise saniyede 1 mm' dir. İğne uç parçasının ölçülecek numune üzerindeki durumu şekil 3.7'de verilmiştir. Test cihazında sınır dalga boyunda (lc) değişik değer aralığında Ra ve Ry, Rp, Rv, Rsm yüzey pürüzlülük parametreleri ölçülebilmektedir. Yüzey pürüzlülük test cihazının kumanda paneli şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.6. Yüzey pürüzlülük ölçüm test cihazı (Mitutoyo SJ-301 user's manual)

3.1.3. Deneme alanının özellikleri

3.1.3.1. Deneme alanının topografik özellikleri

Bu çalışmada deney materyali olarak, 39°53' Kuzey ve 32°45' Doğu koordinatları arasında yer alan, ortalama denizden yüksekliği 924 m., güneyinde denizden yüksekliği 1070 m.'ye varan Beytepe dağ silsilesinde bulunan (Kiziroğlu, 1992), Beytepe ormanında suni olarak yetiştirilen Karaçam ağaçları kullanılmıştır.

3.1.3.2. Deneme alanının iklimsel özellikleri

Beytepe ve çevresinde İç Anadolu Bölgesinin karakteristik iklimi hüküm sürmektedir. Yani bölgede yazların sıcak ve kurak, kışların soğuk geçtiği karasal iklim görülmektedir. Bölgede yağış miktarı kıyı kesimlere göre çok düşüktür (Kiziroğlu, 1992).

1977-1991 yılları arası ortalama sıcaklıklar Temmuz'da 22°C ve Ağustos'ta 22,1°C olarak tespit edilmiştir. En soğuk aylar Aralık, Ocak, Şubat'tır. Bu aylardaki ortalama sıcaklık 0,6°C, -1,2°C ve 0,9°C olarak ölçülmüştür (Kiziroğlu, 1992).

1977-1987 dönemindeki aylık ortalama en yüksek yağış miktarı 79,4 mm ile Nisan ayında, aylık ortalama en düşük yağış ise 12,3 mm Eylül'de görülmüştür. Bölgeye en yoğun yağış ilkbahar (kırkikindi yağmurları) ve kış aylarında düşmektedir (Kiziroğlu, 1992).

Bölgenin 1977-1987 dönemine ait ortalama bağıl nem oranı %47 ile Temmuz ve Ağustos ayında en düşük, Aralık ve Ocak aylarında %77 ve %78 ile en yüksek değerlere ulaşmıştır (Kiziroğlu, 1992).

3.1.4. Deneme ağaçlarının elde edilmesi

Deney numunelerini teşkil edecek ağaçların gövdelerinin mümkün olduğu kadar normal, çürüksüz ve sağlam olmasına dikkat edilmiştir. Seçilen 7 adet karaçam ağacı kesilerek kuzey yönleri işaretlenmiş; yine H.Ü. Beytepe kampüsünde

bulunan Ağaçları Endüstri Mühendisliği'nin uygulama atölyesine getirilmiştir. Burada, ağaç gövdelerinin dipten 0,30 m. yükseklikten başlamak üzere 1 m. uzunlukta gövde odunları kesilmiştir.

Söz konusu ağaçların 1,30 m'deki çapları, yaşları, ilkbahar ve yazodunu oranları, özodunu ve diri odun oranları çizelge 3.5. ve 3.6'da; diğer bazı özellikleri Ek – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan karaçam odunun bazı özellikleri

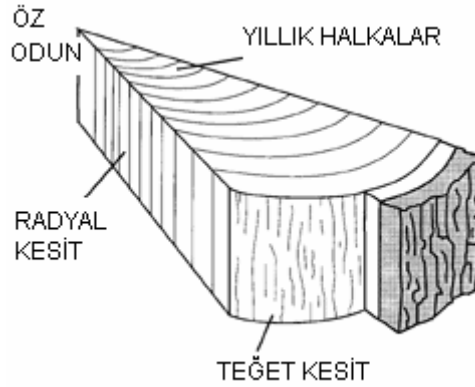
Ağaç No	Ağacın yaşı	Öz Odunu genişliği (mm)	İlk Bahar Odunu genişliği ort. (mm)	Yaz Odunu genişliği ort. (mm)	İlbahar Od. Toplamı (mm)	Yaz Od. Toplam (mm)
1	16	3,91	3,21	0,63	51,35	10,08
2	24	6,42	1,98	0,88	47,52	21,18
3	29	1,48	2,45	1,17	65,62	30,53
4	23	6,79	2,1	0,75	48,4	17,22
5	24	1,44	2,72	0,61	65,18	14,64
6	22	2,41	2,64	1,14	57,98	25,13
7	22	2,22	2,78	1,03	61,12	22,7
ORTALAMALAR	23	3,52	2,55	0,89	56,74	20,21

Çizelge 3.6. Denemede kullanılan karaçam odunun bazı özellikleri

Ağaç No	Öz Odunu Oranı %	Diri Odunda		Yıllık Halka Genişliği ort. (mm)	Toplam Çap (mm)	Yıllık Çap Artımı ort. (mm)	Kabuk Kalınlığı Ort. (mm)
		İlkbahar Od. Oranı %	Yaz Od. Oranı %				
1	6	79	15	3,84	130,68	8,17	2,67
2	9	63	28	2,86	150,24	6,26	3,15
3	2	67	31	3,62	195,26	6,73	4,42
4	9	67	24	2,85	144,82	6,3	3,44
5	2	80	18	3,33	162,52	6,77	3,26
6	3	68	29	3,78	171,04	7,77	3,18
7	3	71	26	3,81	172,08	7,82	3,95
ORTALAMALAR	4	71	25	3,44	160,95	7,12	3,47

3.1.6. Deney numunelerinin hazırlanması

Kaba ölçülerde kesilen tomruklar, kabukları soyulup, atölyede 30 gün bekletildikten sonra iklimlendirmeyi hızlandırmak amacı ile teğet ve radyal yönlerde (şekil 3.9.) 4,0 x 6,0 x 22 cm kaba ölçülerde kesilerek Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği bölümünde bulunan iklimlendirme odasında, hava kurusu rutubet oranı olan %12 rutubet derecesine getirilmek üzere 2 ay süre ile bekletilmiştir. Bu süre sonunda iklimlendirme odasında bulunan numunelerden rasgele alınan 8 tanesi değişmez ağırlığa gelene dek kurutma fırınında kurutulmuştur. İlk ve son (değişmez) ağırlıkları belirlenen numunelerin ölçümler sonucu rutubet oranı %12 olarak teyit edilmiştir. Bu aşamada numunelerin rutubet oranlarında değişme olmaması için numuneler poşet içerisinde muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.9. Teğet ve radyal kesitlerin şematik gösterimi

Kaba ölçülerde elde edilen karaçam numuneleri rutubet oranlarının %12 olduğu saptandıktan sonra parçalar iklimlendirme odasından alınarak tekrar atölyeye getirilmiş ve numuneler aşağıdaki işlemler uygulanmak üzere 8 gruba ayrılmıştır.

Teğet yönde,

-1 bıçaklı rendeleme işlemi için,	8 adet
-3 bıçaklı rendeleme işlemi için,	8 adet
-60 numara zımpara ile zımparalama işlemi için,	8 adet
-80 numara zımpara ile zımparalama işlemi için,	8 adet

Radyal yönde

-1 bıçaklı rendeleme işlemi için,	8 adet
-3 bıçaklı rendeleme işlemi için,	8 adet
-60 numara zımpara ile zımparalama işlemi için,	8 adet
-80 numara zımpara ile zımparalama işlemi için,	8 adet

Rendeleme işlemine geçilmeden önce kalınlık makinesi basınçlı hava ile temizlenmiş ve kullanılacak bıçaklar işlemden hemen önce bilenmiştir. Rendeleme işlemi için yine H.Ü. AEM bölümünün uygulama atölyesindeki kalınlık makinesinden faydalanılmıştır.

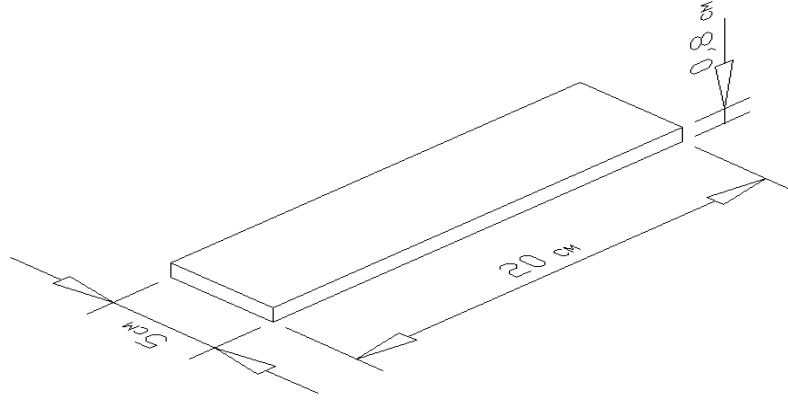
Rendeleme işlemi için, kalınlık makinesine önce 1 bıçak takılarak teğet ve radyal yöndeki 8'er adet numune işlemden geçirilmiş, daha sonra 3 bıçak takılarak yine teğet ve radyal yöndeki 8'er adet numune işlemden geçirilmiştir.

Zımparalama işlemi H.Ü. Ağaç işleme atölyesindeki osilasyonlu band zımpara makinesinde gerçekleştirilmiştir. Zımparalama işlemi için makine basınçlı hava ile temizlenmiş ve daha önceden kullanılmamış zımpara bandı makineye takılmıştır.

Zımparalama işleminde ise makineye önce 60 numara zımpara bandı takılmış, teğet ve radyal yöndeki 8'er adet numune işlemden geçirilmiştir. Daha sonra makine tekrar temizlenerek 80 numaralı zımpara bandı makineye takılmış, teğet ve radyal yönlerdeki 8'er adet numune işlemden geçirilmiştir.

Rendeleme işlemi esnasında besleme hızı 6 m/dak, zımparalama işlemi esnasında ise 15 m/dak olarak sabit tutulmuştur.

Numuneler, işlem süreçlerinden sonra şekil 3.10'daki gibi 0,8 x 5,0 x 20,0 cm ölçülerinde kesilmiş, kesim esnasında ölçüm yapılacak yüzeyler makine tablasına temas ettirilmemiştir. Parçaların üzerlerine yön, işlem ve numune sıraları kodlandıktan sonra, rutubet değişimini, engellemek için paketlenmiş ve ölçüme hazır hale getirilmişlerdir.



Şekil 3.10. Deneylerde kullanılan numunelerin ölçüleri

3.2. Metot

3.2.1. Yüzey pürüzlülük ölçümlerinin yapılması

Yüzey pürüzlülük ölçümleri H.Ü. AEM bölümünde, burada bulunan ve dokunmalı- iğneli tarama metodu ile çalışan yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Yüzey pürüzlülük ölçümleri gerçekleştirilirken aşağıdaki hususlar dikkate alınmıştır.

-Ölçümlerde numunelerin lif yönüne dik olarak yüzey taraması yapılmıştır.

-Doğal ya da makineden kaynaklanan hatalı yüzey kısımlarında ölçüm yapılmamıştır.

-İşlemlere başlanmadan önce yüzey pürüzlülük ölçüm cihazının kalibrasyonu yeniden yapılmıştır.

-Tarama iğnesini yarıçapı 4µm olarak seçilmiştir.

-Tarama mesafesi her bir ölçüm için 10mm olarak belirlenmiştir.

-Her numune için yüzeyden toplam 5 ölçüm yapılmıştır.

3.2.2. İstatistik metot

Suni olarak yetiştirilmiş Karaçamdan elde edilen numunelerle gerçekleştirilen bu çalışmada, her bir numune grubu, teğet ve radyal yönde, 1 bıçaklı ve 3 bıçaklı rendeleme işlemlerine, 60 ve 80 numaralı zımparalar ile zımparalama işlemlerine tabi tutulmuşlardır.

Her işlem 8 tekerrür ile temsil edilmiş; her tekerrürde 5 ölçüm yapılmıştır. “Faktöriyel deneme desenine” göre 2 faktörlü olarak analiz edilmiştir. Ortalamalar “Duncan” çoklu testi ile karşılaştırılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında homojenlik grupları harflerle belirtilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Ortalama Yüzey Pürüzlülüğü (Ra) 'ne Etkileri

Karaçam deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen 1 bıçaklı rendeleme, 3 bıçaklı rendeleme, 60 numara zımpara ile zımparalama ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemlerinden sonra ölçülen Ra değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.1'deki gibidir

Çizelge 4.1. Ra değerlerinin ortalamaları

Ortalama Ra Değerleri					
	Tekerrür	1 bıçak	3 bıçak	60 no zım.	80 no zım.
TEĞET	1	3,43	3,55	9,62	7,15
	2	3,57	3,42	9,16	8,20
	3	3,36	3,27	9,89	7,19
	4	3,75	3,24	10,72	6,90
	5	3,50	3,64	8,67	7,88
	6	3,75	3,34	9,57	8,33
	7	3,50	3,43	9,68	7,53
	8	3,43	3,62	9,16	7,71
Ortalama		3,53	3,44	9,56	7,61
RADYAL	1	3,99	4,11	10,43	7,95
	2	3,94	3,50	10,51	8,12
	3	3,16	3,75	11,79	7,88
	4	4,36	3,29	11,66	9,02
	5	5,86	4,26	9,99	8,22
	6	3,58	3,60	12,04	7,63
	7	4,37	3,10	11,18	8,26
	8	3,80	2,95	10,76	8,80
Ortalama		4,13	3,57	11,04	8,23

Çizelge 4.1’de verilen Ra değerleri için yapılan varyans analiz değerlendirme sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deneylerden elde edilen Ra değerleri için varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F değeri	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	7	0,926	0,132	0,428 ns	0,8801
Faktör – A (Kesiş yönü)	1	8,051	8,051	26,053 ***	0,0000
Faktör – B (İşlemler)	3	520,181	173,394	561,064 ***	0,0000
A * B	3	3,832	1,277	4,133 *	0,0109
Hata	49	15,143	0,309		
Genel	63	548,133	8,701		

ns = Önemsiz,

* = Önemli %5 alfa seviyesinde,

*** = Önemli %0,1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.2’ye göre, kesiş yönlerinin, bıçak sayılarının, zımpara tane büyüklüklerinin hem tek başlarına hem de ikili etkileşim etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Tekerrürlerin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Buna göre ortalamalar Duncan yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

4.1.1. Kesit yönünün ortalama yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Kesit yönleri için yapılan karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ra verilerine göre kesitler arasında önemli fark bulunduğu ve teğet kesitin, radyal kesite göre daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri verdiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Kesit yönü düzeyinde Ra değerlerinin karşılaştırılması

Kesiş yönü	Ortalama Ra
Radyal	6,746 b
Teğet	6,036 a

4.1.2. Yüzey işleme türünün ortalama yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Çizelge 4.4. İşlemlere göre Ra değerlerinin karşılaştırılması

İşlem	Ortalama Ra
60 no. Zımpara	10,302 c
80 no. Zımpara	7,923 b
1 bıçaklı rendeleme	3,834 a
3 bıçaklı rendeleme	3,504 a

Çizelge 4.4'e göre işlemim yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri incelendiğinde, teğet ve raydal yönlerdeki 3 bıçaklı rendeleme ve 1 bıçaklı rendeleme arasında istatistiksel olarak fark bulunmamakla birlikte, 60 numara zımpara ile zımparalama işlemi ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemleri arasında önemli fark vardır. 80 numaralı zımpara ile yapılan işlem 60 numara zımpara ile yapılan işlemden daha düzgün yüzeyler vermiştir. Yine rendeleme ve zımparalama işlemleri arasında istatistiksel olarak fark belirlenmiştir ve bu fark rendeleme işleminin daha düzgün yüzey verdiğini göstermektedir.

4.1.3. Farklı yüzey işleme türlerinde kesit yönünün ortalama yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Çizelge 4.5. Bir bıçaklı rendeleme işleminin kesit yönlerine göre karşılaştırılması

1 bıçaklı işleme göre	
Yön	Ortalama Ra
Radyal	4,133 b
Teğet	3,536 a

Çizelge 4.5'e göre, 1 bıçak ile rendelenmiş teğet ve radyal yüzeyler arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu saptanmıştır. Burada, teğet yöndeki kesitin radyal yöndeki kesite göre daha düzgün yüzeyler verdiği söylenebilir.

Çizelge 4.6. Üç bıçaklı rendeleme işleminin kesiş yönlerine göre karşılaştırılması

3 bıçaklı işleme göre	
Yön	Ortalama Ra
Radyal	3,570 a
Teğet	3,439 a

Çizelge 4.6'ya göre, 3 bıçak ile rendelenmiş teğet ve radyal yüzeyler arasında istatistiksel olarak önemli fark olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.7. 60 numara zımpara ile zımparalama işleminin kesiş yönlerine göre karşılaştırılması

60 no zımpara	
Yön	Ortalama Ra
Radyal	11,045 b
Teğet	9,559 a

Çizelge 4.7'ye göre, 60 numara zımpara ile zımparalanmış teğet ve radyal yüzeyler arasında fark vardır ve bu fark teğet yönde daha düzgün yüzeyler elde edildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.8. 80 numara zımpara ile zımparalama işleminin kesiş yönlerine göre karşılaştırılması

80 no zımpara	
Yön	Ortalama Ra
Radyal	8,235 b
Teğet	7,611 a

Çizelge 4.8'e göre, 80 numara zımpara ile zımparalanmış teğet ve radyal yüzeyler arasında fark vardır ve bu fark teğet yönde daha düzgün yüzeyler elde edildiğini göstermektedir.

4.1.4. Farklı yönlerde yüzey işleme türünün ortalama yüzey pürüzlülüğüne etkisi

Çizelge 4.9. Teğet yön için işlemlerin karşılaştırılması

Teğet yön		
İşlem	Ortalama Ra	
60 no. Zımpara	9,559	c
80 no. Zımpara	7,611	b
1 bıçaklı rendeleme	3,536	a
3 bıçaklı rendeleme	3,439	a

Çizelge 4.9'a göre, işlemler teğet yöndeki kesitlere göre karşılaştırıldığında, 1 bıçak ve 3 bıçaklı rendeleme işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark yoktur; 60 numara ve 80 numara zımparalar ile zımparalama işlemleri arasında istatistiksel olarak fark vardır. 80 numara zımpara ile zımparalama işleminde 60 numara zımpara ile zımparalama işlemine oranla daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Yine teğet yöndeki rendeleme ve zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark vardır ve bu fark rendeleme işleminde daha düzgün yüzeyler elde edildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.10. Radyal yöne göre işlemlerin karşılaştırılması

Radyal yön	
İşlem	Ortalama Ra
60 no. Zımpara	11,045 c
80 no. Zımpara	8,235 b
1 bıçaklı rendeleme	4,133 a
3 bıçaklı rendeleme	3,570 a

Çizelge 4.10'a göre, işlemler radyal yöndeki kesitlere göre karşılaştırıldığında, 1 bıçak ve 3 bıçaklı rendeleme işlemleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz olup; 60 numara ve 80 numara zımparalar ile zımparalama işlemleri arasında istatistiksel olarak fark vardır. 80 numara zımpara ile zımparalama işleminde 60 numara zımpara ile zımparalama işlemine oranla daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir. Yine teğet yöndeki rendeleme ve zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark vardır ve bu fark rendeleme işleminde daha düzgün yüzeyler elde edildiğini belirtmektedir.

4.2. Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Maksimum Yüzey Pürüzlülüğü (Ry) 'ne Etkileri

Karaçam deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen 1 bıçaklı rendeleme, 3 bıçaklı rendeleme, 60 numara zımpara ile zımparalama ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemlerinden sonra ölçülen Ry değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.11'deki gibidir.

Çizelge 4.11. Ry değerlerinin ortalamaları

Ortalama Ry Değerleri					
	tekerrür	1 bıçak	3 bıçak	60 no zım.	80 no zım.
TEĞET	1	37,94	34,81	75,99	57,90
	2	39,20	32,17	72,41	65,52
	3	35,50	35,88	74,07	66,44
	4	51,95	33,21	101,13	67,43
	5	25,28	39,09	67,04	52,31
	6	51,95	36,13	107,18	71,34
	7	42,33	33,21	83,08	65,21
	8	37,94	35,16	67,13	60,63
Ortalama		40,26	34,96	81,00	63,35
RADYAL	1	43,26	47,82	83,17	59,94
	2	35,13	44,69	82,34	67,67
	3	31,42	43,96	84,46	65,94
	4	36,43	58,27	105,67	74,63
	5	83,11	51,10	70,40	74,36
	6	30,78	35,37	83,07	56,16
	7	50,42	53,03	84,88	69,50
	8	35,74	42,48	89,01	76,27
Ortalama		43,29	47,09	85,37	68,06

Çizelge 4.11’de verilen Maksimum yüzey pürüzlülüğü değerleri için yapılan varyans analiz değerlendirme sonuçları çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Deneylerden elde edilen Ry değerleri için varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F değeri	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	7	849,655	121,379	1,167 ns	0,3385
Faktör – A (Kesiş yönü)	1	587,578	587,578	5,649 *	0,0202
Faktör – B (İşlemler)	3	19924,85	6641,616	63,857 ***	0,0000
A * B	3	203,03	67,677	0,651 ns	0,5899
Hata	49	5096,339	104,007		
Genel	63	26661,45	423,198		

ns = Önemsiz

* = Önemli %5 alfa seviyesinde

*** = Önemli %0,1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.12’ye göre, kesiş yönlerinin, bıçak sayılarının, zımpara tane büyüklüklerinin tek başlarına etkilerinin önemli olduğu, fakat ikili etkileşim etkilerinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Faktör etkilerini belirlemek üzere yapılan ikili karşılaştırmalar çizelge 4.13 ve 4.14’de verilmiştir.

4.2.1. Farklı kesiş yönlerinin maksimum yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

Çizelge 4.13. Kesiş yönleri için Ry değerlerinin karşılaştırılması

Kesiş yönü	Ortalama Ry
Radyal	60,953 b
Teğet	54,893 a

Çizelge 4.13’e göre, kesiş yönleri arasında önemli fark vardır ve teğet kesitte, radyal kesite göre daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

4.2.2. Farklı yüzey işleme türlerinin maksimum yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi

Çizelge 4.14. İşlemlere göre Ry değerlerinin karşılaştırılması

İşlem	Ortalama Ry
60 no. Zımpara	85,189 c
80 no. Zımpara	65,703 b
1 bıçaklı rendeleme	41,774 a
3 bıçaklı rendeleme	41,024 a

Çizelge 4.14 sonuçlarına göre, işlemlerin kesiş yönleri için ortaklaşa etkileri incelendiğinde görüleceği üzere, 1 bıçaklı rendeleme ve 3 bıçaklı rendeleme işlemleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsizdir. 60 numara ve 80 numara zımparalar ile zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark vardır ve 80 numara zımpara ile yapılan işlem sonucunda 60 numara zımpara ile elde edilen yüzeylerden daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edildiği söylenebilir. Genel olarak rendeleme ve zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark vardır ve rendeleme işleminin zımparalama işlemine oranla daha düşük maksimum yüzey pürüzlülük değerleri verdiği saptanmıştır.

4.3. Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Yüzeydeki En Yüksek Noktalar Değişkeni (Rp) 'ne Etkileri

Karaçam deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen 1 bıçaklı rendeleme, 3 bıçaklı rendeleme, 60 numara zımpara ile zımparalama ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemlerinden sonra ölçülen Rp değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.15'deki gibidir.

Çizelge 4.15. Rp değerlerinin ortalamaları

Ortalama Rp değerleri					
	Tekerrür	1 bıçak	3 bıçak	60 no zım.	80 no zım.
TEĞET	1	12,51	11,68	31,19	21,12
	2	11,69	12,66	26,00	25,46
	3	10,83	10,79	29,45	22,64
	4	15,34	10,25	36,10	22,09
	5	9,58	11,86	27,73	22,80
	6	15,34	11,18	47,18	28,82
	7	11,50	11,86	32,82	26,15
	8	12,51	12,43	28,42	27,65
Ortalama		12,41	11,59	32,36	24,59
RADYAL	1	16,72	14,69	30,45	23,23
	2	18,56	12,43	30,39	23,94
	3	11,09	11,65	33,53	24,32
	4	18,59	13,46	46,86	29,94
	5	26,87	14,37	25,23	25,58
	6	13,26	13,35	36,28	20,82
	7	14,80	11,91	39,23	28,14
	8	17,32	9,71	29,26	27,95
Ortalama		17,15	12,70	33,90	25,49

Çizelge 4.15’de verilen yüzeydeki en yüksek noktalar değerlerinin ortalamaları için yapılan varyans analiz değerlendirme sonuçları çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Deneylerden elde edilen Rp değerleri için varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F değeri	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	7	158,816	22,688	1,368 ns	0,2396
Faktör - A (Kesiş yönü)	1	68,683	68,683	4,140 *	0,0447
Faktör – B (İşlem)	3	4485,495	1495,165	90,121 ***	0,0000
A * B	3	38,795	12,932	0,779 ns	0,5139
Hata	49	812,942	16,591		
Genel	63	5564,732	88,329		

ns = Önemsiz

* = Önemli %5 alfa seviyesinde

*** = Önemli %0,1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.16’ya göre, kesiş yönlerinin, bıçak sayılarının, zımpara tane büyüklüklerinin tek başlarına etkilerinin önemli olduğu, ancak ikili etkileşim etkilerinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Daha sonra yapılan ikili karşılaştırma sonuçları çizelge 4.17 ve 4.18’de verilmiştir.

4.3.1. Farklı kesiş yönlerinin yüzeydeki en yüksek noktalar değişkeni üzerindeki etkisi

Çizelge 4.17. Kesiş yönlerine göre Rp değerlerinin karşılaştırılması

Kesiş yönü	Ortalama Rp
Radyal	22,310 b
Teğet	20,238 a

Çizelge 4.17'e göre, kesiş yönleri arasında istatistiksel olarak önemli fark vardır ve teğet kesitte, radyal kesite göre daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

4.3.2. Farklı yüzey işleme türlerinin yüzeydeki en yüksek noktalar değişkeni üzerindeki etkisi

Çizelge 4.18. İşlemlere göre Rp değerlerinin karşılaştırılması

İşlem	Ortalama Rp
60 no. Zımpara	33,133 c
80 no. Zımpara	25,041 b
1 bıçaklı rendeleme	14,782 a
3 bıçaklı rendeleme	12,143 a

Çizelge 4.18'e göre, işlemlerin kesiş yönleri için ortaklaşa etkileri incelendiğinde görüleceği üzere, 1 bıçaklı ve 3 bıçaklı rendeleme işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark yoktur; 60 numara ve 80 numara zımparalar ile zımparalama işlemleri arasında istatistiksel olarak fark vardır ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemi 60 numara zımpara ile yapılan zımparalama işleminden daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri vermiştir. Yüzeydeki en yüksek noktalar parametresi altında incelendiğinde genel olarak rendeleme ve zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark vardır; rendeleme işleminin zımparalama işleminden daha düzgün yüzeyler verdiğini söyleyebiliriz.

4.4. Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Yüzeydeki En Derin Noktalar Değişkeni (Rv) 'ne Etkileri

Karaçam deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen 1 bıçaklı rendeleme, 3 bıçaklı rendeleme, 60 numara zımpara ile zımparalama ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemlerinden sonra ölçülen Rv değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.19'daki gibidir.

Çizelge 4.19. Rv değerlerinin ortalamaları

Ortalama Rv Değerleri					
	tekerrür	1 bıçak	3 bıçak	60 no zım.	80 no zım.
TEĞET	1	25,44	23,14	44,80	36,78
	2	27,51	19,51	46,40	40,07
	3	24,67	25,09	44,62	43,80
	4	36,61	22,96	65,03	45,34
	5	15,70	27,23	39,31	29,51
	6	36,61	24,95	60,00	42,52
	7	30,83	21,35	50,26	39,06
	8	25,44	22,74	38,71	32,98
Ortalama		27,85	23,37	48,64	38,76
RADYAL	1	26,13	33,48	52,73	36,71
	2	16,75	32,28	51,94	43,73
	3	20,27	32,30	50,93	41,62
	4	17,79	44,81	58,81	44,69
	5	56,25	36,73	45,17	48,78
	6	17,52	22,02	46,79	35,34
	7	35,62	41,12	45,65	41,36
	8	18,42	32,77	59,75	48,32
Ortalama		26,09	34,44	51,47	42,57

Çizelge 4.19’da verilen yüzeydeki en derin noktalar değerlerinin ortalamaları için yapılan varyans analiz değerlendirme sonuçları çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Deneylerden elde edilen Rv değerleri için varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F değeri	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	7	347,874	49,696	0,843 ns	0,5580
Faktör – A (Kesiş yönü)	1	254,442	254,442	4,318 *	0,0405
Faktör – B (İşlemler)	3	5591,548	1863,849	31,633 ***	0,0000
A * B	3	338,009	112,670	1,912 ns	0,1386
Hata	49	2887,096	58,920		
Genel	63	9418,970	149,507		

ns = Önemsiz

* = Önemli %5 alfa seviyesinde

*** = Önemli %0,1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.20’ye göre, kesiş yönlerinin, bıçak sayılarının, zımpara tane büyüklüklerinin tek başlarına etkilerinin önemli olduğu, fakat ikili etkileşim etkilerinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Daha sonra yapılan ikili karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir.

4.4.1. Farklı kesiş yönlerinin yüzeydeki en derin noktalar değişkeni üzerindeki etkisi

Çizelge 4.21. Kesiş yönleri için Rv değerlerinin karşılaştırılması

Kesiş Yönü	Ortalama Rv
Radyal	38,643 b
Teğet	34,655 a

Çizelge 4.21’e göre, kesiş yönleri arasında önemli fark vardır ve teğet kesitte, radyal kesite göre daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edilmiştir.

4.4.2. Farklı yüzey işleme türlerinin yüzeydeki en derin noktalar değişkeni üzerindeki etkisi

Çizelge 4.22. İşlemler için Rv değerlerinin karşılaştırılması

İşlem	Ortalama Rv
60 no. Zımpara	50,056 c
80 no. Zımpara	40,663 b
1 bıçaklı rendeleme	28,905 a
3 bıçaklı rendeleme	26,973 a

Çizelge 4.22'ye, göre, işlemlerin kesiş yönleri için ortaklaşa etkileri incelendiğinde görüleceği üzere, 1 bıçaklı ve 3 bıçaklı rendeleme işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark yoktur; 60 numara ve 80 numara zımparalar ile zımparalama işlemleri arasında istatistiksel olarak fark vardır. 80 numara zımpara ile işlenen yüzeyler 60 numara zımpara ile işlenen yüzeylerden daha düzgün yüzeyler vermiştir. Genel olarak rendeleme ve zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda fark vardır ve yüzeydeki en derin noktalar değişkeni açısından da rendeleme işlemi zımparalama işlemine göre daha düzgün yüzeyler vermiştir.

4.5. Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı ve Zımpara Tanecik Büyüklüğünün Ortalama Dalga Genişliği (Rsm) 'ne etkileri

Karaçam deney numuneleri üzerinde gerçekleştirilen 1 bıçaklı rendeleme, 3 bıçaklı rendeleme, 60 numara zımpara ile zımparalama ve 80 numara zımpara ile zımparalama işlemlerinden sonra ölçülen Rsm değerlerinin ortalamaları Çizelge 4.23'deki gibidir.

Çizelge 4.23. Rsm değerlerinin ortalamaları

Ortalama Rsm Değerleri					
	Tekerrür	1 bıçak	3 bıçak	60 no zım.	80 no zım.
TEĞET	1	527,00	283,00	273,20	232,20
	2	228,00	250,67	290,80	246,00
	3	271,00	244,00	304,00	310,00
	4	978,00	223,33	424,00	281,00
	5	153,00	235,50	331,00	279,00
	6	978,00	260,67	435,00	261,00
	7	304,00	230,33	356,00	247,00
	8	527,00	273,33	257,00	219,00
Ortalama		495,75	250,10	333,88	259,40
RADYAL	1	583,00	413,20	326,80	243,00
	2	477,80	456,20	298,80	273,80
	3	317,40	341,60	332,00	292,00
	4	409,00	1.381,40	357,00	237,00
	5	1.021,20	328,80	274,00	269,00
	6	349,00	271,20	345,00	258,00
	7	447,80	737,20	312,00	259,00
	8	470,00	426,80	326,00	283,00
Ortalama		509,40	544,55	321,45	264,35

Çizelge 4.23’de verilen yüzeydeki ortalama dalga genişliği değerlerinin ortalamaları için yapılan varyans analiz değerlendirme sonuçları çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Deneylerden elde edilen Rsm değerleri için varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F değeri	Alfa tipi hata ihtimali
Tekerrür	7	293263,087	41894,727	1,151 ns	0,3475
Faktör – A (Kesiş yönü)	1	90375,391	90375,391	2,483 ns	0,1177
Faktör – B (İşlem)	3	508543,978	169514,662	4,658 **	0,0063
A * B	3	257888,642	85962,881	2,362 ns	0,0815
Hata	49	1783182,608	36391,482		
Genel	63	2933253,714	46559,583		

ns = Önemsiz

** = Önemli %1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.24 sonuçlarına göre, bıçak sayılarının, zımpara tane büyüklüklerinin tek başlarına etkilerinin önemli olduğu, fakat kesiş yönünün etkisinin önemsiz olduğu; yine işlemlerin ve kesiş yönlerinin ikili etkileşim etkilerinin önemsiz olduğu görülmektedir. Buna göre yüzeye uygulanan işleme türünün karşılaştırma sonuçları çizelge 4.25’de verilmiştir.

4.5.1. Farklı yüzey işleme türlerinin ortalama dalga genişliği üzerindeki etkisi

Çizelge 4.25. İşlemler için Rsm değerlerinin karşılaştırılması

İşlem	Ortalama Rsm
1 Bıçaklı rendeleme	502,575 b
3 Bıçaklı rendeleme	397,325 ba
60 no zımpara	327,663 a
80 no zımpara	261,875 a

Çizelge 4.25'e göre, teğet ve radyal yönde uygulanan işlemlerden 3 bıçaklı rendeleme ve 1 bıçaklı rendeleme arasında istatistiksel olarak fark yoktur; yine 60 ve 80 numara zımparalar ile zımparalama işlemleri arasında da istatistiksel olarak fark yoktur. Ayrıca 3 bıçaklı rendeleme işlemi ve 60 numaralı zımpara ile zımparalama işlemleri arasında Rsm değerleri açısından önemli bir fark yoktur. Buna karşın 60, 80 numara zımparalar ile zımparalama ve 3 bıçaklı rendeleme işlemleri ile 1 bıçaklı rendeleme işlemleri arasında istatistiksel olarak fark vardır. 60, 80 numara zımparalar ile zımparalama ve 3 bıçaklı rendeleme işlemlerinde 1 bıçaklı rendelemeye oranla daha düşük yüzey pürüzlülük değerleri elde edildiği söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Ankara Beytepe ormanında suni olarak yetiştirilen Karaçam ağaçlarından elde edilen odunların, yüzey pürüzlülük değerlerini belirlemek üzere usulüne uygun olarak numuneler alınmış ve bu numuneler üzerinde kesiş yönü ve yüzey işlemlerinin tek tek ve ortaklaşa olarak yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

5.1. Kesiş Yönünün Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri

Karaçam odununda, teğet kesitte radyal kesite oranla daha düşük ortalama yüzey pürüzlülük (R_a) değerleri vermektedir ve bu değerler arasında istatistiksel anlamda önemli fark bulunmaktadır. Bunun nedeni, teğet ve radyal yön arasındaki anatomik farklılık olabilir. Liflerin uzanış yönleri ile hücre çeperindeki odunun dağılımı, teğet kesitte, radyal kesite göre daha düzgün yüzeyler elde edilebildiğini göstermektedir.

Karaçam odununda kesiş yönünün dikkate alındığı değerlendirmede maksimum yüzey pürüzlülüğü (R_y), yüzeydeki en yüksek noktalar (R_p) ve yüzeydeki en derin noktalar (R_v) parametreleri için teğet kesit, radyal kesitten daha düzgün yüzey vermektedir ve kesitler arasındaki pürüzlülük farkları istatistiksel anlamda önemlidir. Buna sebep olarak yukarıda bahsedilen sebeplerin bu değişkenler için de geçerli olduğu söylenebilir.

Bu sonuçlara göre, karaçam odununda daha düzgün yüzeyler ancak teğet yönde elde edilebilmektedir.

Dereli (1997) kızılçam üzerinde yaptığı çalışmada ve Yalçınkaya (1997) karaçam üzerine yaptığı çalışmalarda, bu çalışmamıza paralel olarak, teğet yöndeki kesitlerin radyal yöndeki kesitlere oranla daha düzgün yüzeyler verdiğini belirtmişlerdir.

Buna karşın İlter vd. (2002) Uludağ göknarı üzerine yaptıkları çalışmada ve Coşkun (2005) Toros sediri üzerine yaptığı çalışmalarda, radyal yöndeki kesitlerin teğet yöndeki kesitlere oranla daha düzgün yüzeyler verdiklerini saptamışlardır.

Radyal ve teğet kesitte düzgün yüzeyler elde etmenin, ağaç türlerine göre farklılık gösterdiği söylenebilir.

Yine Karaçam odununda kesiş yönü dikkate alındığında, yüzeydeki dalgaların ortalama genişlik değerleri (Rsm) için teğet kesitteki yüzeylerle radyal kesitteki yüzeyler arasında istatistiksel anlamda yeterli bir fark yoktur. Bunun yüzey işlemede kullanılan metotlara göre değiştiği söylenebilir.

Odun kusurlarından budaklar, lif kıvrıklığı, reçineli yüzeyler ve çatlaklar yüzey pürüzlülüğünü arttırmaktadır. Bu nedenle rendeleme ve zımparalama işlemlerinde budaksız, düzgün lifli, reçinesiz ve çatlak olmayan ahşap malzeme kullanılmalıdır.

5.2. Yüzey İşlemlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkileri

Karaçam odununda, yüzey işlem türlerinin ortalama yüzey pürüzlülüğüne etkileri (1, 3 bıçakla rendeleme ve 60, 80 numara zımpara ile zımparalama) birlikte karşılaştırılırken, rendeleme işlemi ile zımparalama işlemleri arasında istatistiksel anlamda önemli fark bulunmuştur. Ortalama yüzey pürüzlülüğü açısından genel olarak rendeleme işleminde zımpara işlemine oranla daha düzgün yüzeyler elde edilebildiği söylenebilir.

3 bıçaklı rendeleme işlemi sonucu elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri ile 1 bıçaklı rendeleme sonucu elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Ancak teğet ve radyal yönlerde 3 bıçaklı ve 1 bıçaklı işlemlerin yüzey pürüzlülüğüne etkileri ayrı ayrı karşılaştırıldığında, 3 bıçaklı rendelemede teğet ve radyal yönler arasında önemli bir fark bulunamamasına karşılık 1 bıçaklı rendelemede teğet ve radyal yönler arasında önemli bir farklılık bulunmuştur. 1 bıçaklı rendeleme işleminde teğet kesit, radyal kesite oranla daha düzgün yüzey verirken 3 bıçaklı rendeleme işleminde iki kesit arasında yeterli fark tespit edilememiştir. Bu nedenle rendeleme işleminde 3 bıçak tercih edilmelidir.

Karaçam odununda, 80 numara zımpara ile yapılan zımparalama işlemi 60 numara zımpara ile yapılan zımpara işleminden daha düzgün yüzeyler vermiştir. Bu sonuç teğet ve radyal yönlerin her ikisi içinde geçerli bir sonuçtur. Yine işlemler kendi aralarında karşılaştırıldığında sonuç değişmemektedir. Bunun sebebi,

zımpara bandı üzerinde birim alana düşen aşındırıcı tanecik boyutlarının küçülmesi ve tanecik sayının artmasıdır. Böylelikle yüzeyi aşındıran tanecik sayısının artması ile aşındırma daha düzgün yapılabilmektedir. Baykan (1996), Dereli (1997), Yalçinkaya (1997), İlter vd.(2002), 'nin yaptıkları çalışmalar da bu sonucu desteklemektedir.

Karaçam odununda, yüzey işleme türlerinin dikkate alındığı değerlendirmede maksimum yüzey pürüzlülüğü (R_y), yüzeydeki en yüksek noktalar (R_p) ve yüzeydeki en derin noktalar (R_v) parametreleri için rendeleme işlemi zımparalama işleminden daha düzgün yüzey vermektedir ve işlemler arasındaki pürüzlülük farkları istatistiksel anlamda önemlidir. Ortalama yüzey pürüzlülüğü için öne sürülen sebeplerin bu değişkenler için de geçerli olduğu söylenebilir.

Yine Karaçam odununda yüzey işleme türü dikkate alındığında, yüzeydeki dalgaların ortalama genişlik değerleri (R_{sm}) 'nin ortalamalarına göre en düzgün yüzeyler zımparalama işlemleri sonucunda elde edilmiştir. Buna sebep olarak zımpara taneciklerinin yüzeyi aşındırmaları esnasında, bıçaklara göre daha homojen yüzey dalgaları oluşturdukları düşünülebilir.

Ahşap malzemenin yüzeyinde mikro boyutta dalgalı bir yapı olması, boyama ve vernikleme gibi üst yüzey işlemlerinde istenilen bir durumdur. Çünkü bu sayede boya veya verniğin yüzeye temas alanının artması ile daha kaliteli bir üst yüzey elde edilebilmektedir.

Buna karşın makaslama kuvvetlere maruz kalan birleştirme yerlerinde yapışma dayanımını yükseltmek için daha pürüzsüz yüzeyler tercih edilir. Pürüzsüz yüzeylerde adezyon kuvveti arttığından yapışmanın kalitesi de artar. Pürüzlülük değerleri düşük yüzeyler elde edebilmek için rendeleme işlemi tercih edilebilir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile karaçamda teğet kesit radyal kesite göre; 80 numara zımpara, 60 numara zımparaya göre ve 3 bıçak 1 bıçağa göre daha düzgün yüzeyler verebilmektedir. Ayrıca odunun rutubet yüzdesi, orijini, özodundiriodun miktarı, yıllık halka genişliği gibi anatomik faktörler de araştırılabilecek konular olarak söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Afyonlu, S., Ağaçışleri Takım ve Makine Bilgisi, Milli Eğitim Yayınları Yayın No:571
- Aslan, S., 1994, Ağaç Dendrolojisi Odun Anatomisi, 152 sf. Ankara.
- Anonim, 1968, Ağaçışleri Terimleri Sözlüğü, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara
- Anonym., MITUTOYO SJ-301 Surf test Test Aleti, Kullanma kılavuzu
- Anonym., 1979-1980, Tools and Woodworking, Leitz
- Aydın, İ., Çolakoğlu, G., 2003, Odun Yüzeylerinde Pürüzlülük ve Pürüzlülük Ölçüm Yöntemleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü
- Aysel, M., Doğu, K., 1997, Karaçam ve Kızılçamda Zımpara Türü ve İşlemlerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yeterlik Tezi
- Balkız, Ö., 2000, Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanılan Önemli Bazı Yerli Ağaç Türleri Odunlarının Yapışma Özelliklerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, Ankara
- Baykan, İ., 1990, Ağaçışleri Mobilya endüstrisinde Üst Yüzey İşlemleri, Hacettepe Üniversitesi Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders notları, Yayın No:14, Ankara.
- Baykan, İ., 1996, Rendelenmiş ve Zımparalanmış Masif Mobilya Yüzeylerinde Yüzey Pürüzlülüklerine İlişkin Araştırmalar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, 102 sayfa, Trabzon.

- Birgit, A., Östman, L., 1983, Surface Roughness of Wood Based Panels After Aging, Forest Products Journal, 33,7-8,35-42
- Bonac, T., 1979, Wood roughness volume and depth estimated from penumatic surface measurement, Wood Science, 11,4,227-232
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1989, Ticarete Önemli Yabancı ağaçlar ders kitabı, İstanbul Üniversitesi, fen bilimleri Enstitüsü Yayınları, Yayın No. 3572, İstanbul
- Bozkurt, Y., 1992, Odun anatomisi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İstanbul
- Burdurlu, E., Baykan, İ., 1998, Ağaçışlerinde kesme teorisi ve endüstriyel mobilya üretim makineleri, Hacettepe Üniversitesi, Ağaçışleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1998
- Coşkun, H., 2005, Toros Sediri Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi
- Çölaşan, Ü.E., 1960, Türkiye iklimi, T.C. Ziraat Bankası Matbaası, Ankara
- Demirel, H., 1969, Orman Ağaçalrı ve Işık, Orman Mühendisleri Derneği., Sayı 6
- Dereli, Ü., 1997, Kızılçam ve Orta Yoğunluklu Lif Levhalarda Yüzey Pürüzlülüğünün Tayini Üzerine Araştırmalar, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, Ankara
- Elmendorf, A., Waughan, T.W., October 1958, Measurement smoothness of wood, Forest Products Journal, 275, 283
- Faust, T.D., Rice, J.T., 1986, Characterizing the Roughness of Southern Pine Veneer Surfaces, Forest Products Journal, Vol.36, No:11;12.

- Froblom, J., 1984, Measuring the Surface Roughness of Furniture Products, Tutkimuksia, Valtion, Teknillien, Tutki Muskeskus
- Göker, Y., 1977, Dursunbey ve Elekdağ Karaçamlarının Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında Araştırmalar, Orman Genel Müdürlüğü Yayını, 613-22
- Güray, A., Baykan, İ., İldeş, N., 1995, Mobilya Endüstrisinde Seri Üretim Hatları ve Doğrama Üretim Tekniği, 302 sf. Ankara
- Gürleyen, L., 1998, Mobilyada Kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Gürtekin, A., 1996, Ağaçları Rendeleme Makinelerinde Kesme ve İlerleme Hızının Ahşap Yüzey Kalitesine Etkisi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74 sf.
- Keuchel, K., 1988, Krafte und kraftverteilung in der kontaktzone beim bandschleifen, Holz Als Roh und Werkstoff.
- Hızıroğlu, S., and Suchsland, O., 1994, Evaluation of Surface Texture of Wood composites, department of Forestry Michigan State University, 1-6
- Hjorth, H., and Holtrog, W., F., 1958, Oparation of Modern Wood-working Machines the Bruce Puplishing House
- İlhan, R., Burdurlu, E., Baykan, İ., 1990, Ağaçlarında Kesme Teorisi ve Mobilya Endüstrisi Makineleri, Bizimbüro Basımevi, Ankara, 420 sf.
- İlter, E., Çamlıyurt, C., Balkız, Ö., 2002, Uludağ Göknarı Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Orman Bakanlığı Yayın No:175, 48 sf.

- Kiziroğlu, İ., 1992, Beytepe ve Çevresinin Biyolojik Yapısı, Yatın no:672, Sıra no:72, 161 sf., Gazi-ANKARA
- Konukçu, M., 2001, Ormanlar ve Ormancılığımız, DPT yayınları, Yayın no: 2630
- Marian, J. E., and Suchland, O., 1962, Surface Texture Measurement Theories, Methods, Applications, Forest Productions Journal, 291-302,
- Murmanis L., River, B. H., and Stewart, H. A., January 1986, Surface and Subsurface Charateristtics Related to Abresive –Planning Conditions, Wood and Fiber Science, 18-1,107-117.
- Örs, Y., 1986, Odunun Fiziksel Özellikleri, Karadeniz teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No:11, Trabzon
- Örs, Y., Çolakoğlu, G., Kalaycıoğlu, H., 1991, Testerede Diş Geometrisinin Kereste yüzey kalitesine etkisi, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi
- Örs, Y., Özçiftçi, A., Atar, M., 1999, Ağaç Malzemede Zımparalama ve Sistirelemenin Parlaklığa Etkileri, Gazi Üniversitesi, Mobilya ve Dekorasyon Bölümü
- Pahlitsszch, V, G., Dziobek, K., April 1962, Einflüsse der Bearbeitungsbedingungen auf die Güte Vorgeschliffener Holzober Flächen, Holz Als Roh-und Werkstoff, 121-134.
- Peters, C., Cumming, J., D., 1960, Measuring Wood Surface Smoothness Rewiev, Forest Production Journal, December
- Peters C. C., Mergen A., July 1971, Measuring Wood surface Smoothness A Purposed Method, Forest Production Journal, December, 28-30
- Raatz, C., 1999, Smooting Of Wood and Wood-Based Materials, Institute of Wood Technology Dersden, Germany

Richter, K., Feist, W., and Knaebe, M., July-August 1995, The effect of surface roughness on performance of finishes, Part I. Roughness characterization and stain performance, Forest Product Journal, 45, 7-8, 91-97.

Sadoh, T., Nakato, K., Kyoto, J., 1987, Surface properties of wood in physical and sensory aspects, Wood Science and Technology, 21,111-120.

Sieminski, R., Skarzynska, A., 1989, Surface Roughness of Different Species Wood After Sanding, Forest Products Journal, 23-25.

Stewart, H.A., Abrasive Planning accros the Grain With Higher Grid Numbers can Reduce Finish sanding, Forest Products Journal, 91-97.

Stumbo, D., A., 1960, Surface texture Measurement for Quality and production control, Forest Products Journal

TSE, 1976, Yüzey pürüzlülüğünün profil yöntemi ile ölçülmesinde kullanılan aletler, terimler (TSE 929) I.Baskı TSE Ankara

TSE, 1976, Yüzey pürüzlülüğü ölçülmünde değmeli(iğneli)kullanılan aletler. I.Baskı TSE Ankara

TSE, 1988, Yüzey pürüzlülüğü-yüzeylerin profil yüksekliğinin ölçülmesi. I.Baskı TSE Ankara

TSE, 1988, Yüzey pürüzlülüğü. I.Baskı TSE Ankara

TS 6956, 1989, Yüzey pürüzlülüğü-Terimler. I.Baskı TSE Ankara

Timothy, D,T., 1986, Real Time Measurement of Veener surface Roughness by Image analysis, Forest Product Journal

Uyumaz, K., 1995, Mobilya endüstrisinde üst yüzey işlemlerindeki son teknolojiler, Hacettepe Üniversitesi, Ağaçşleri Endüstri Mühendisliği seminer Notları

United Nations, 1981, Technical Criteria For the selection of Wood – working machines, United Nations Industrial devolepment Organization

Willard, R., 1970, Production woodworking equipment, North Carolina State University, 49-52

Yalçinkaya, Ö., 1997, Sapsız Meşe ve Karaçamın Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Araştırılması, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, Ankara

Yoo, M., Dornfeld, D., A., and Lemaster, R., L., 1990, Analıys and Modelling of laser Measurement system performance of wood surface, Journal of Engineering for Industry

1. Uluslar arası Mobilya kongresi bildiri kitabı, 1999, İstanbul

Internet (www / ftp) kaynakları :

Botanik in Bonn, Universtad Bonn, 2005,

<http://www.botanik.uni-bonn.de/conifers/pi/pin/nigra.htm>

Northeastern Area, State and Private Forestry

http://www.na.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_1/pinus/nigra.htm

T.C. Orman ve Çevre Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü

<http://www.ogm.gov.tr/agaclarimiz/agac3.htm>

Wood anatomy

<http://www.woodanatomy.ch/species.php?code=PINI>

EK – 1**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	1
Öz odunu genişliği	3,91 mm
Yıllık halka sayısı	16

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	5,89	0,22	6,11
2	5,04	0,42	5,46
3	2,97	0,51	3,48
4	5,26	0,57	5,83
5	4,21	0,72	4,93
6	6,13	0,37	6,50
7	4,76	0,78	5,54
8	2,19	0,80	2,99
9	2,59	0,90	3,49
10	1,98	1,99	3,97
11	2,78	1,22	4,00
12	2,54	0,61	3,15
13	1,73	0,33	2,06
14	1,44	0,14	1,58
15	0,80	0,19	0,99
16	1,04	0,31	1,35
Toplam (mm)	51,35	10,08	61,43
Ortalama (mm)	3,21	0,63	3,84

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 2**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	2
Öz odunu genişliği	6,42 mm
Yıllık halka sayısı	24

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	0,98	0,45	1,43
2	1,46	0,37	1,83
3	2,83	0,82	3,65
4	1,97	1,31	3,28
5	3,94	1,38	5,32
6	2,73	0,93	3,66
7	2,57	0,92	3,49
8	3,39	0,87	4,26
9	3,21	0,94	4,15
10	2,06	0,85	2,91
11	2,71	0,90	3,61
12	2,97	0,92	3,89
13	3,10	0,78	3,88
14	2,54	0,82	3,36
15	1,24	0,76	2,00
16	1,30	1,18	2,48
17	1,80	0,57	2,37
18	1,77	0,70	2,47
19	1,77	0,50	2,27
20	0,15	1,89	2,04
21	1,14	0,55	1,69
22	0,92	0,31	1,23
23	0,10	1,60	1,70
24	0,87	0,86	1,73
Toplam (mm)	47,52	21,18	68,70
Ortalama (mm)	1,98	0,88	2,86

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 3**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	3
Öz odunu genişliği	1,48 mm
Yıllık halka sayısı	29

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	0,61	0,36	0,97
2	0,63	0,41	1,04
3	0,94	0,23	1,17
4	1,22	0,17	1,39
5	0,39	0,32	0,71
6	2,33	0,41	2,74
7	3,81	0,99	4,80
8	2,30	3,55	5,85
9	2,63	2,06	4,69
10	2,48	1,83	4,31
11	3,24	1,30	4,54
12	3,67	1,52	5,19
13	4,75	1,83	6,58
14	6,90	1,96	8,86
15	0,55	1,70	2,25
16	3,53	1,86	5,39
17	2,94	1,16	4,10
18	3,28	1,22	4,50
19	3,02	1,42	4,44
20	1,57	0,87	2,44
21	1,91	0,79	2,70
22	2,24	0,93	3,17
23	1,80	0,72	2,52
24	2,16	0,43	2,59
25	1,22	0,58	1,80
26	1,66	0,63	2,29
27	1,31	0,44	1,75
28	1,38	0,40	1,78
29	1,15	0,44	1,59
Toplam (mm)	65,62	30,53	96,15
Ortalama (mm)	2,26	1,05	3,32

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 4**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	4
Öz odunu genişliği	6,79 mm
Yıllık halka sayısı	23

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	0,83	0,40	1,23
2	1,50	0,44	1,94
3	2,93	0,67	3,60
4	3,92	0,60	4,52
5	4,80	0,89	5,69
6	2,28	0,74	3,02
7	2,65	0,97	3,62
8	3,32	1,22	4,54
9	3,50	1,22	4,72
10	1,49	1,02	2,51
11	2,40	1,20	3,60
12	2,62	0,90	3,52
13	2,11	0,88	2,99
14	1,90	0,93	2,83
15	1,47	0,95	2,42
16	1,52	1,12	2,64
17	2,04	0,61	2,65
18	1,78	0,56	2,34
19	2,01	0,31	2,32
20	0,78	0,69	1,47
21	0,99	0,30	1,29
22	0,44	0,29	0,73
23	1,12	0,31	1,43
Toplam (mm)	48,40	17,22	65,62
Ortalama (mm)	2,10	0,75	2,85

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 5**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	5
Öz odunu genişliği	1,44 mm
Yıllık halka sayısı	24

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	2,61	0,28	2,89
2	0,47	0,21	0,68
3	0,79	0,26	1,05
4	1,06	0,45	1,51
5	3,57	0,48	4,05
6	2,57	1,55	4,12
7	2,62	0,48	3,10
8	1,45	1,88	3,33
9	3,64	1,14	4,78
10	5,32	0,50	5,82
11	4,43	0,49	4,92
12	2,28	1,17	3,45
13	5,43	0,67	6,10
14	4,38	1,45	5,83
15	4,18	0,81	4,99
16	3,53	0,52	4,05
17	6,06	0,98	7,05
18	2,47	3,81	6,28
19	2,42	0,75	3,18
20	2,88	0,67	3,55
21	2,11	0,52	2,63
22	1,27	0,40	1,67
23	1,02	0,37	1,39
24	1,88	0,47	2,35
Toplam (mm)	65,18	14,64	79,82
Ortalama (mm)	2,72	0,61	3,33

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 6**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	6
Öz odunu genişliği	2,41 mm
Yıllık halka sayısı	22

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	1,66	0,31	1,97
2	3,54	1,12	4,66
3	2,52	1,60	4,12
4	4,58	0,84	5,42
5	3,68	2,13	5,81
6	5,57	2,38	7,95
7	6,20	1,62	7,82
8	1,21	1,07	2,28
9	2,78	1,37	4,15
10	3,47	1,06	4,53
11	3,05	1,71	4,76
12	3,26	1,60	4,86
13	1,79	1,28	3,07
14	1,73	1,35	3,08
15	2,21	0,93	3,14
16	1,74	0,85	2,59
17	2,07	0,73	2,80
18	1,44	1,05	2,49
19	1,50	0,62	2,12
20	1,30	0,37	1,67
21	1,14	0,60	1,74
22	1,54	0,54	2,08
Toplam (mm)	57,98	25,13	83,11
Ortalama (mm)	2,64	1,14	3,78

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 7**Ağaç numunelerinin yıllık halka sayımları**

Numune No	7
Öz odunu genişliği	2,22 mm
Yıllık halka sayısı	22

Özden itibaren yıllık halka no	Yıllık halkadaki ilkbahar odunu genişliği (mm)	Yıllık halkadaki yaz odunu genişliği (mm)	Yıllık halka genişliği (mm)
1	1,59	0,23	1,82
2	2,16	0,73	2,89
3	3,04	2,32	5,36
4	3,99	0,71	4,70
5	3,54	1,89	5,43
6	6,66	1,27	7,93
7	6,78	1,12	7,90
8	1,05	0,99	2,04
9	3,37	1,60	4,97
10	3,95	1,21	5,16
11	4,36	0,96	5,32
12	3,89	1,01	4,90
13	2,02	1,04	3,06
14	1,53	1,44	2,97
15	2,14	1,06	3,20
16	1,88	0,87	2,75
17	2,03	0,89	2,92
18	1,48	0,90	2,38
19	1,60	0,79	2,39
20	1,34	0,44	1,78
21	1,41	0,60	2,01
22	1,31	0,63	1,94
Toplam (mm)	61,12	22,70	83,82
Ortalama (mm)	2,78	1,03	3,81

Sayımlar ve ölçümler yarıçap üzerinde yapılmıştır.

EK – 8

Numune grup sırasına göre yüzey pürüzlülük değerlerinin genel ortalamaları **(8 grup numunenin numune sırasına göre genel ortalamaları)**

Teğet yön

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	1	3,43	3,55	9,62	7,15
Ry	1	37,94	34,81	75,99	57,90
Rq	1	4,62	4,66	12,19	8,95
Rp	1	12,51	11,68	31,19	21,12
Rv	1	25,44	23,14	44,80	36,78
Rsm	1	527,00	283,00	273,20	232,20

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	2	3,57	3,42	9,16	8,20
Ry	2	39,20	32,17	72,41	65,52
Rq	2	4,69	4,42	11,54	10,25
Rp	2	11,69	12,66	26,00	25,46
Rv	2	27,51	19,51	46,40	40,07
Rsm	2	228,00	250,67	290,80	246,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	3	3,36	3,27	9,89	7,19
Ry	3	35,50	35,88	74,07	66,44
Rq	3	4,34	4,22	12,45	9,32
Rp	3	10,83	10,79	29,45	22,64
Rv	3	24,67	25,09	44,62	43,80
Rsm	3	271,00	244,00	304,00	310,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	4	3,75	3,24	10,72	6,90
Ry	4	51,95	33,21	101,13	67,43
Rq	4	5,66	4,17	13,83	8,77
Rp	4	15,34	10,25	36,10	22,09
Rv	4	36,61	22,96	65,03	45,34
Rsm	4	978,00	223,33	424,00	281,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	5	3,50	3,64	8,67	7,88
Ry	5	25,28	39,09	67,04	52,31
Rq	5	4,27	4,75	10,82	9,67
Rp	5	9,58	11,86	27,73	22,80
Rv	5	15,70	27,23	39,31	29,51
Rsm	5	153,00	235,50	331,00	279,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	6	3,75	3,34	9,57	8,33
Ry	6	51,95	36,13	107,18	71,34
Rq	6	5,66	4,27	12,40	10,45
Rp	6	15,34	11,18	47,18	28,82
Rv	6	36,61	24,95	60,00	42,52
Rsm	6	978,00	260,67	435,00	261,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	7	3,50	3,43	9,68	7,53
Ry	7	42,33	33,21	83,08	65,21
Rq	7	4,80	4,40	12,37	9,59
Rp	7	11,50	11,86	32,82	26,15
Rv	7	30,83	21,35	50,26	39,06
Rsm	7	304,00	230,33	356,00	247,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	8	3,43	3,62	9,16	7,71
Ry	8	37,94	35,16	67,13	60,63
Rq	8	4,62	4,63	11,32	9,65
Rp	8	12,51	12,43	28,42	27,65
Rv	8	25,44	22,74	38,71	32,98
Rsm	8	527,00	273,33	257,00	219,00

EK – 9

Numune grup sırasına göre yüzey pürüzlülük değerlerinin genel ortalamaları **(8 grup numunenin numune sırasına göre genel ortalamaları)**

Radyal yön

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	1	3,99	4,11	10,43	7,95
Ry	1	43,26	47,82	83,17	59,94
Rq	1	5,21	6,23	13,14	9,88
Rp	1	16,72	14,69	30,45	23,23
Rv	1	26,13	33,48	52,73	36,71
Rsm	1	583,00	413,20	326,80	243,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	2	3,94	3,50	10,51	8,12
Ry	2	35,13	44,69	82,34	67,67
Rq	2	4,99	5,00	13,24	10,32
Rp	2	18,56	12,43	30,39	23,94
Rv	2	16,75	32,28	51,94	43,73
Rsm	2	477,80	456,20	298,80	273,80

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	3	3,16	3,75	11,79	7,88
Ry	3	31,42	43,96	84,46	65,94
Rq	3	4,05	5,08	14,79	10,02
Rp	3	11,09	11,65	33,53	24,32
Rv	3	20,27	32,30	50,93	41,62
Rsm	3	317,40	341,60	332,00	292,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	4	4,36	3,29	11,66	9,02
Ry	4	36,43	58,27	105,67	74,63
Rq	4	5,52	4,87	14,90	11,30
Rp	4	18,59	13,46	46,86	29,94
Rv	4	17,79	44,81	58,81	44,69
Rsm	4	409,00	1.381,40	357,00	237,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	5	5,86	4,26	9,99	8,22
Ry	5	83,11	51,10	70,40	74,36
Rq	5	10,66	5,61	12,27	10,34
Rp	5	26,87	14,37	25,23	25,58
Rv	5	56,25	36,73	45,17	48,78
Rsm	5	1.021,20	328,80	274,00	269,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	6	3,58	3,60	12,04	7,63
Ry	6	30,78	35,37	83,07	56,16
Rq	6	4,54	4,64	14,74	9,67
Rp	6	13,26	13,35	36,28	20,82
Rv	6	17,52	22,02	46,79	35,34
Rsm	6	349,00	271,20	345,00	258,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	7	4,37	3,10	11,18	8,26
Ry	7	50,42	53,03	84,88	69,50
Rq	7	5,75	4,75	13,91	10,48
Rp	7	14,80	11,91	39,23	28,14
Rv	7	35,62	41,12	45,65	41,36
Rsm	7	447,80	737,20	312,00	259,00

Parametre	numune grubu	1 bıçak	3 bıçak	60 no zımpara	80 no zımpara
Ra	8	3,80	2,95	10,76	8,80
Ry	8	35,74	42,48	89,01	76,27
Rq	8	4,87	4,00	13,49	11,38
Rp	8	17,32	9,71	29,26	27,95
Rv	8	18,42	32,77	59,75	48,32
Rsm	8	470,00	426,80	326,00	283,00

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cevat ASLANDOĞAN

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Yılı : 1979

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : 1994-1997
Sokulu Mehmet Paşa Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı Lise)

Lisans : 1997-2001
Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu, Ağaçişleri Endüstri
Mühendisliği Bölümü (2001 Dönem 1.si)

Yabancı Dil : İngilizce

İş Tecrübesi : 5/2003-7/2003 Sufle Mobilya

2003-2005 MİTAŞ Madeni İnşaat İşleri T.A.Ş.