

# TAŞ SERTLİĞİ VE İŞLEME PARAMETRELERİNİN YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ VE TAŞLAMA KUVVETLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

**Halil DEMİR ve Abdulkadir GÜLLÜ\***

Makine Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Karabük Üniversitesi, Balıklarkayası, 78050, Karabük

\*Makine Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Beşevler, 06500, Ankara

[halil.demir@yahoo.com.tr](mailto:halil.demir@yahoo.com.tr) [agullu@gazi.edu.tr](mailto:agullu@gazi.edu.tr)

(Geliş/Received: 01.08.2007; Kabul/Accepted: 07.05.2007)

## ÖZET

Bu çalışma, yüzey taşlama işleminde taş sertliğinin yüzey pürüzlülüğüne ve taşlama kuvvetlerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Taşlama deneyleri I, M, ve Q sertliklerine sahip  $Al_2O_3$  taşlarla farklı tabla hızlarında ve farklı kesme derinliklerinde yapılmıştır. İş parçası olarak sertleştirilmiş AISI 1050 (50 HRC) ve AISI 4140 (52 HRC) çelikleri kullanılmıştır. Taşlama işlemi esnasında oluşan taşlama kuvvetlerinin ölçülmesi için daha önce tasarımı ve imalatı yapılan bir dinamometre kullanılmıştır. Oluşan taşlama kuvvetlerinin bilgisayara kaydedilmesi için bu dinamometre bir bilgisayara bağlanmıştır. Taşlanmış parçaların yüzey pürüzlülükleri de ölçülmüştür. Artan taş sertliği ile yüzey pürüzlülük değerlerinde ve taşlama kuvvetlerinde önemli artışlar görülmüştür. I sertliğindeki taşla yapılan taşlama işlemlerine göre, Q sertliğindeki taşta, yüzey pürüzlülük değerleri %53,5, ortalama taşlama kuvvetleri %59,8 daha fazla olmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Taş sertliği, yüzey pürüzlülüğü, taşlama kuvvetleri,  $Al_2O_3$ .

## AN INVESTIGATION INTO THE INFLUENCES OF GRINDING WHEEL HARDNESS AND GRINDING PARAMETERS ON SURFACE ROUGHNESS AND GRINDING FORCES

### ABSTRACT

This study was carried out in order to examine the influences of grinding wheel hardness on surface roughness and grinding forces during surface grinding. Grinding tests were carried out using  $Al_2O_3$  grinding wheels with I, M and Q hardness grades at different table speeds and at different depth of cuts. AISI 1050 (50 HRC) and AISI 4140 steels (52 HRC) were used as the workpiece materials. In order to measure the grinding forces generated during grinding, the dynamometer previously designed and manufactured was used. This dynamometer was also connected to a personal computer to save the grinding force data. The roughness of surfaces were also measured. It is seen significant increases on surface roughness by increasing wheel hardness and grinding forces. The grinding operations carried out using grade I grinding wheels produced higher surface roughness and mean grinding force values by 53.5 % and 59.8 %, respectively, than those obtained by grade Q grinding wheel.

**Keywords:** Grinding wheel hardness, surface roughness, grinding forces,  $Al_2O_3$ .

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanların kendi araç ve gereçlerini yapmaya başlamasından itibaren etkin olarak bir yüzey işleme tekniği olan “taşlama” kullanılmaktadır. Doğrudan mekanik etki ile kullanılan bu sert cisimler “aşındırıcılar” olarak anıla gelmiş ve teknolojinin gelişimine paralel olarak aşındırıcılar ve aşındırma

işlemi de gelişme kaydetmiştir. Aşındırıcılar, kullanış amaçları ve özelliklerine göre değişik isimler almışlardır [1]. Taşlama işlemi, iş parçalarının istenilen şekil ve ölçü toleranslarında elde edilmesini sağlayan önemli bir imalat yöntemidir. Bu yöntem iş parçalarının özellikle diğer işleme yöntemleriyle (tornalama, frezeleme vb.) yeterli tamlıkta ve yüzey kalitesinde üretilmediği durumlarda kullanılmaktadır

[2]. Yüzey bütünlüğünün önemi; kırılma dayanımı, korozyon hızı, gerilme-korozyon çatlaması, aşınma, manyetik özellikler ve boyutsal kararlılık gibi ürün performansı üzerindeki etkilere bağlıdır. Yüzey bütünlüğü; bitirme yüzeyi, metalürjik hasar ve kalıcı gerilmeler gibi yüzeylerin kalitesiyle ilgili bütün yönleri kapsamaktadır. Bitirme yüzeyi işlenen yüzeyin kalitesiyle ilgilidir [3, 4]. Ölçme aletleri, kızak ve kayıtlar, miller, dişli çarklar, merdane ve yatak bilezikleri gibi bir çok makine parçasının yüzey özelliklerinin iyi olması zorunludur. Bu yüzeylerin korozyona karşı dayanıklı olabilmesi için taşlama işlemi gerekli şartlardan biridir [5].

Mühendislik hesaplamaları ile elde edilen bazı değerlerin, etkisi tam tespit edilemeyen değişik faktörler ve çok yönlü gerilmeler sebebiyle, çoğu zaman ölçülen değerlerle uyuşmadığı görülmüştür. Söz konusu faktörlerin göz ardı edilmesinden dolayı hesaplamaların kesinlik sağlamadığı ve zorlama doğrultusunun hatasız olarak tespit edilemediği hallerde, gerilmelerin ve bu gerilmeleri doğuran kuvvetlerin deneysel olarak ölçülmesi daha doğru sonuçlar vermektedir. Böylece hesaplamalarda kullanılan ampirik (deneysel) eşitliklerin doğruluk derecesi de yapılan deneylerle teyit edilebilmektedir. Taşlamayı etkileyen önemli bir faktör de aşındırıcı taneciklerin aşınması ve taş yüzeyinden koparak ayrılmasıdır. Talaşlı üretimin temel elamanı olan makine, kesici takım ve işlenecek malzeme üzerinde, yıllardır devam eden araştırmalar, talaş kaldırma esnasında meydana gelen kesme kuvvetlerinin ve etkilerinin analizi ve doğru olarak ölçülmesini de gerekli hale getirmiştir. Taşlamacılıkta bu amaçla birçok çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, problemler tamamıyla çözülememiştir [6-9]. İş parçasının tezgâha bağlanması taşlama işleminde önemli safhalardan biri olup taşlama hatalarının çoğu, uygun ve yeterince rijit olmayan bağlama işleminden kaynaklanmaktadır. Taşlama kuvvetlerinin doğru olarak tespit edilmesi ve iş parçasının bağlanmasında buna göre önlem alınması, doğabilecek hataları ortadan kaldıracaktır. Bağlama kuvvetlerinin önceden belirlenmesi, bağlama kalıbı tasarımının otomasyonunda önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle standart

bağlama elamanlarının seçiminde, kesme kuvvetlerine bağlı olarak, bağlama kuvvetlerinin doğru tayin edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu amaçla talaş kaldırma esnasında oluşan taşlama kuvvetlerinin ölçülmesi ve bilgisayara kaydedilmesi için bir dinamometre tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Yapılan bu dinamometre ile farklı taş sertliklerindeki taşlarla, taşlama işlemi yapılarak taşlama kuvvetleri ve aynı zamanda yüzey pürüzlülük değerleri üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MALZEME VE METOT (MATERIALS AND METHOD)

Bu çalışmada; düzlem taşlama işlemi esnasında oluşan taşlama kuvvetlerini belirlemek için bir dinamometre kullanılmıştır.

Taşlama işleminde, EGESAN'ın ürettiği değişik özelliklerde alüminyum oksit taşlar kullanılmıştır. Deneyler TAKSAN TYT-400 düzlem taşlama tezgahında yapılmıştır. Numune olarak AISI 1050 ve AISI 4140 malzemeleri seçilmiştir. Bu malzemelerin spektral analizi yaptırılmış ve malzemelerin kompozisyonu belirlenmiştir (Tablo 1 ve Tablo 2).

Numuneler ısı işleminden sonra, gerginlik giderme tavlamasına tabi tutulmuş ve sertlikleri, INSTRON WOLPERT DIA 7571 tipi sertlik ölçme cihazında ölçülmüştür. Her numune için, numune üzerinden üç ayrı bölgede sertlik ölçümü yapılmış ve bu değerlerin aritmetik ortalaması, o malzemeye ait sertlik değeri olarak değerlendirilmeye alınmıştır. Daha sonra numunelerde oluşan çarpılmalar ile yüzeylerde oluşan oksit tabakaları giderilerek numunelerin dinamometreye sağlıklı bağlanması için geniş yüzeyleri taşlanmıştır.

**Taş Sertliği (ts):** Taş sertliği, taş tanelerinin kesme kuvvetine karşı taştan ayrılmama direncidir. Taş sertlikleri A'dan Z'ye kadar kodlanmıştır. A en yumuşak taş Z ise en sert taş simgelemektedir [10-13].

**Tablo 1.** AISI 1050 malzemesinin kimyasal bileşimi (Chemical composition of AISI 1050 material)

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0.510	Mangan(Mn)	0.757	Molibden (Mo)	0.042
Silisyum (Si)	0.113	Kobalt (Co)	0.020	Kalay (Sn)	0.032
Fosfor (P)	0.033	Vanadyum (V)	0.020	Kurşun (Pb)	0.064
Krom (Cr)	0.271	Bakır (Cu)	0.227	Kükürt (S)	0.044

**Tablo 2.** AISI 4140 malzemesinin kimyasal bileşimi (Chemical composition of AISI 4140 material)

ELEMENT	%	ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0,420	Mangan(Mn)	0,932	Molibden (Mo)	0,188
Silisyum (Si)	0,241	Kobalt (Co)	0,016	Kalay (Sn)	0,012
Fosfor (P)	0,018	Vanadyum (V)	0,019	Kurşun (Pb)	0,001
Krom (Cr)	0,960	Bakır (Cu)	0,200	Kükürt (S)	0,024
Alüminyum (Al)	0.420	Titanyum (Ti)	0,003	Wolfram (W)	0,007

Taş sertliğinin (ts) yüzey pürüzlülüğüne etkilerini incelemek için yapılan araştırmada taş tane büyüklüğü orta boyut olan 60 taneli ve dokusu orta gruba giren 5 dokulu taş seçilmiştir. Taş sertlikleri, yumuşak taşları temsilen I, orta sertlikteki taşları temsilen M ve sert taşları temsilen de Q sertliğindeki taşlar seçilmiştir. Farklı kesme derinliklerinde ve farklı tabla hızlarında taşlama işlemi yapılarak taş sertliğinin yüzey pürüzlülüğüne ve taşlama kuvvetlerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Zımpara taşlarının yapıları gereği homojen şekilde imal edilmeleri mümkün olmadığından; kullanılan bütün taşlar statik dengeleme yöntemi ile dengelenmiştir. Dengelenen taşlar tezgâh miline, flanş ile bağlanarak, silindirikliğini sağlamak için düzeltme işlemi yapılmış ve sonra tekrar sökülerek statik dengeleme yapılmıştır. Düzlem taşlama tezgâhında kullanılan taşın devri, Lutron DT-2234A marka dijital takometre ile ölçülmüştür. Bütün deneylerde taş devri takometrede ölçülen 1596 dev/dakika alınmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen yüzeyler, Surfrest 211 MITUTOYO marka elmas uçlu yüzey pürüzlülük cihazı ile ölçülerek pürüzlülüğün taşlama parametrelerine göre değişimi değerlendirilmiştir. Ortam sıcaklığı yaklaşık  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  olarak belirlenmiştir. Taşlanan her numunenin yüzey pürüzlülüğü, işin yüzeyi temizlendikten sonra üç farklı bölgeden, izleyici uçlu (stylus) cihazlar yöntemi ile ölçülmüştür.

Bu çalışmada, düzlem taşlama tezgâhında düz yüzeyler taşlanırken, taşlama parametrelerinin taşlama kuvvetleri (teğetsel ve normal kuvvet) üzerindeki etkisi incelenmiş ve bu parametrelerin yüzey pürüzlülüğüne yansımalarının ne olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca yapılan bütün deneylerde iş parçası yüzey pürüzlülük değerleri (Ra) ölçülmüştür.

Deneylerin düzenli yapılması için deney planı yapılmıştır (Tablo 3). Örneğin 60M5, “60” taş tane büyüklüğü, “M” taş sertliği “5” ise taş dokusudur.

### 3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA (EXPERIMENTAL RESULTS AND DISCUSSIONS)

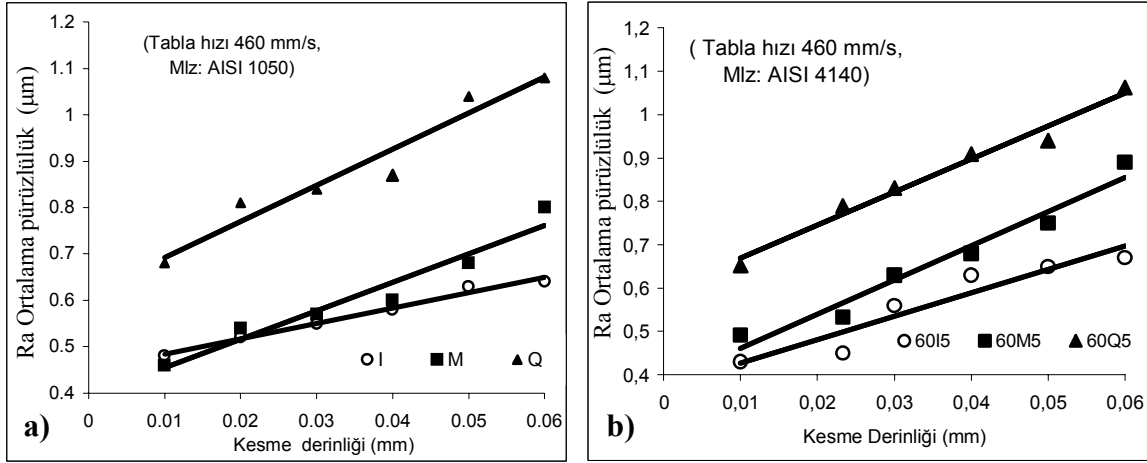
Zımpara taşları ile talaş kaldırma sırasında taşlama kuvvetlerini ve taşlanan iş parçasının yüzey kalitesini etkileyen pek çok faktör söz konusudur. Bu çalışmada taşlama parametrelerinin (taş sertliği, kesme derinliği ve tabla hızı) yüzey pürüzlülüğü ve taşlama kuvvetleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Taş devri, taş bileme oranı ve soğutma sıvısının debisi sabit tutulup, taşlama işleminin yukarıda belirtilen parametreleri değiştirilerek, AISI 1050 ve AISI 4140 numuneler taşlanmıştır. Taşlama işlemi sonucunda ayrı ayrı ölçülen teğetsel kuvvet (Ft) ve normal kuvvet (Fn)’nin bileşke kuvveti ( $F = \sqrt{Ft^2 + Fn^2}$ ) alınarak taşlama kuvveti olarak kabul edilmiştir.

#### 3.1. Taş Sertliği -Yüzey Pürüzlülüğü İlişkisi (Grinding Wheel Hardness–Surface Roughness Relation)

0,01–0,06 mm kesme derinliklerinde, taş sertliği ile ortalama yüzey pürüzlülüğünün (Ra) değişimi Şekil 1.a ve Şekil 1.b’de görülmektedir. Kesme derinliğinin değişmesiyle ortalama yüzey pürüzlülük değerleri AISI 1050 malzemesi için; 60I5 taşında 0,48–0,64  $\mu\text{m}$ , 60M5 taşında 0,46–0,80  $\mu\text{m}$  ve 60Q5 taşında 0,60–1,08  $\mu\text{m}$  arasında değerler aldığı görülmüştür. AISI 4140 malzemesi için, 60I5 taşında 0,43–0,67  $\mu\text{m}$ , 60M5 taşında 0,49–0,89  $\mu\text{m}$  ve 60Q5 taşında 0,65–1,06  $\mu\text{m}$  arasında değerler aldığı görülmüştür. Her iki malzemede de taş sertliğinin yüzey pürüzlülüğü oluşumunda önemli derecede etkisinin olduğu görülmüştür. Taş sertliği arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri de artmıştır. AISI 1050 malzemesinin 0,01–0,02 mm kesme derinliklerindeki taşlama işlemlerinde, 60I5 ve 60M5 taşlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerine önemli bir fark görülmemiştir. Anacak kesme derinliğinin artmasıyla 60I5 taşına göre sertliği fazla olan 60M5 taşı ile yapılan taşlamada pürüzlülük değerleri artmıştır.

Tablo 3. Deney planı örneği (Test plan example)

Sıra	ttb	td	ts	İş Malzemesi	Tabla Hızı	Kesme Derinliği	Yüzey Pür.		
							Ra1	Ra2	Ra3
001	60	5	I	AISI 1050	390	0.01			
002	60	5	I	AISI 1050	390	0.02			
003	60	5	I	AISI 1050	390	0.03			
004	60	5	I	AISI 1050	390	0.04			
005	60	5	I	AISI 1050	390	0.05			
006	60	5	I	AISI 1050	390	0.06			
007	60	5	M	AISI 1050	390	0.01			
.	.	.	.	.	.	.			
013	60	5	Q	AISI 1050	390	0.01			
.	.	.	.	.	.	.			
019	60	5	I	AISI 1050	460	0.01			
.	.	.	.	.	.	.			
037	60	5	I	AISI 1050	510	0.01			
.	.	.	.	.	.	.			



Şekil 1. Farklı taş sertliğine göre kesme derinliği ile ortalama yüze pürüzlülüğü arasındaki ilişki (tabla hızı: 460 mm/s) (Depth of cut – surface roughness relation for different grinding wheel hardness (table speed: 460 mm/s))

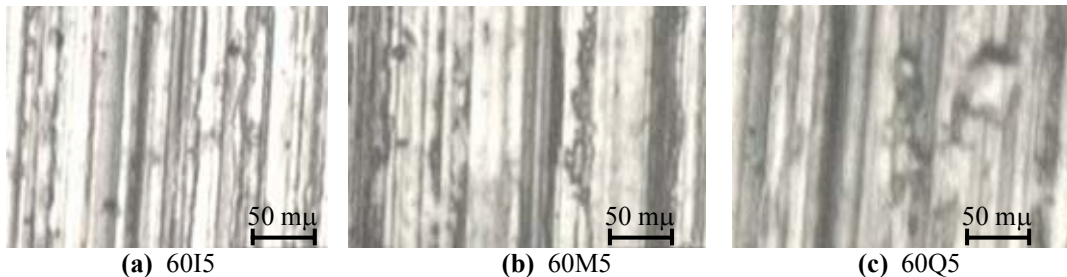
0,01–0,06 mm kesme derinliklerinde taşlanmasında oluşan yüze pürüzlülüğü değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak karşılaştırıldığında; AISI 1050 malzemesinde, 60I5 taşlarla elde edilen yüze pürüzlülüğü değerlerine oranla, 60M5 taşında yüze pürüzlülüğü değerleri %7,1, 60Q5 taşında yüze pürüzlülüğü değerleri %57,1 daha fazla oluşmuştur. AISI 4140 malzemesinde, 60I5 taşlarla elde edilen yüze pürüzlülüğü değerlerine oranla, 60M5 taşında yüze pürüzlülüğü değerleri %17,8, 60Q5 taşında yüze pürüzlülüğü değerleri %53,5 daha fazla oluştuğu görülmektedir.

Q sertliğindeki taşla 0,01 mm kesme derinliğinde elde edilen yüze pürüzlülüğü değerlerinin diğer 60I5 ve 60M5 taşlarla elde edilen yüze pürüzlülüğü değerlerine nazaran daha fazla (%33) olduğu gözlenmiştir. Bu düşük kesme derinliği için beklenmeyen önemli bir farktır. Ancak sert taşları bileme işlemlerinde taneler yerlerinde kolay kopmadıkları için elmasla bileme işleminde taneler düzensiz olarak kırılmakta ve taş tanelerinde uygun kesme geometrisi oluşmamaktadır. Bu da düşük kesme derinliklerinde bile sertliği fazla olan taşlarla yapılan taşlama işlemlerinde yüze pürüzlülüğünün yüksek çıkmasına neden olmaktadır.

Taşlama işleminde, aşındırıcı tanelere gelen kuvvetlerin belirli bir sınırı aşması, aşındırıcı tanelerin taşlama diskinden kopmasını sağlamaktadır. Kopan aşındırıcı tanelerin yerine, yeni, keskin ağızlı taneler

ortaya çıkarak (taşlama diskinin kendi kendine bilenme özelliği [14]) kesme işleminin devamını sağlamaktadırlar. Yumuşak taşların aynı taşlama şartlarında sert taşlara göre daha çok aşındıkları çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir [15]. Sert taşlarla yapılan taşlama işlemlerinde, körelen tanelerin kendilerini yenileyebilmesi zor olduğundan, yukarıda belirtilen işlem zamanı uzamaktadır. Tanelerin kendilerini yenileyememesi taş tanelerinin körlenmesine ve körelen bu tanelerin yüze pürüzlülüğü artışına neden olduğu düşünülmektedir.

Yapılan incelemede taş sertliğinin artmasıyla yüze pürüzlülüğünün yanı sıra yüze yapısının da önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 2). Sert taşlarda, taş tanelerinin uçları körlenip düzleştiğçe iş parçasından talaş kaldırma anında temas alanı büyümekte ve sürtünme artmaktadır. Artan sürtünme sıcaklık ve taşlama kuvvetlerini de artırmaktadır. Taşlama esnasında oluşan yüksek sıcaklıklar (yaklaşık 1500 °C), taşlanan malzemenin yüzeyinde yanmaların oluşmasına neden olmaktadır. Taşlanan malzemelerin yüzeyinde oluşan bu yanmalar ve hasarlar, makine elamanlarında yüze kalitesi açısından istenmeyen bir özellik doğuracaktır. Sert taşlarla yapılan taşlama işleminde kesme derinliği arttıkça (0,05–0,06 mm) taşlanan malzeme yüzeyinde gözle görülebilen renk değişimlerinin oluştuğu gözlenmiştir.



Şekil 2. Taş sertliğinin taşlanmış malzeme yüzey yapısına etkileri (Kesme derinliği: 0,03 mm) (Influence of grinding wheel hardness on ground surface roughness (depth of cut: 0,03 mm))

### 3.2. Taş Sertliği -Taşlama Kuvveti İlişkisi (Grinding Wheel Hardness – Grinding Force Relation)

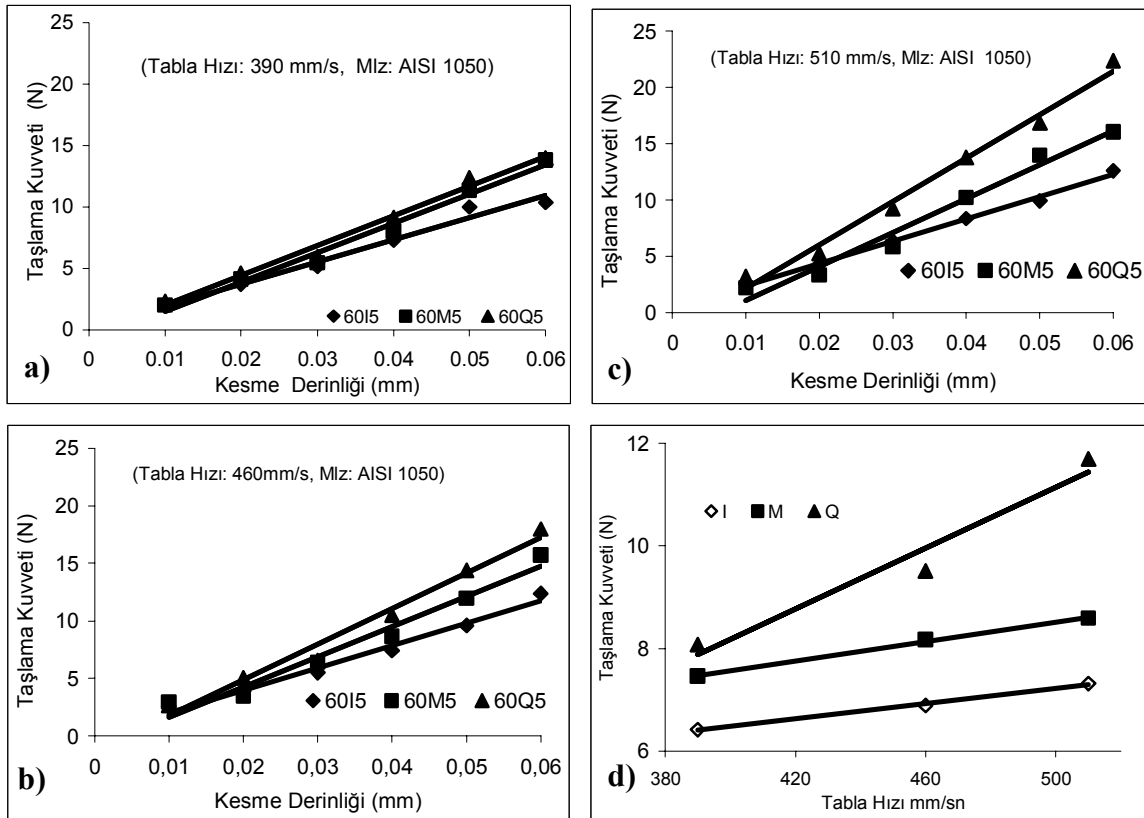
AISI 1050 malzemesinin, 0,01-0,06 mm kesme derinliklerinde, taş sertliğinin taşlama kuvvetlerine etkileri Şekil 3.a, Şekil 3.b ve Şekil 3c’de verilmiştir. 390 mm/sn tabla hızında yapılan taşlama işlemlerinde taşlama kuvvetleri; 60I5 taşında 1,97-10,4 N, 60M5 taşında 1,99-13,82 N ve 60Q5 taşında 2,34-13,97 N arasında kesme derinliklerine bağlı olarak değerler almıştır (Şekil 3.a). Taş sertliklerinin yüzey pürüzlülüğüne etkilerinin incelenmesinde kullanılan taşlama parametreleri, taşlama kuvvetlerinin incelenmesinde de aynen kullanılmış ve taş sertliklerinin taşlama kuvvetleri üzerindeki etkilerinin yaklaşık olarak yüzey pürüzlülüğü üzerinde benzer davranış gösterdiği görülmüştür. Aynı şartlarda ve değişik taş sertliklerinde yapılan taşlama işleminde kesme derinliğinin artmasıyla, taşlama kuvvetlerinin 5,2-6,9 kat arttığı görülmüştür. Taş sertliklerinin taşlama kuvvetlerine etkisi düşük tabla hızında (390 mm/sn) fazla bir farklılık göstermemiştir. Kesme derinliğinin artması sert taşlarda yaklaşık %30 daha büyük taşlama kuvvetlerinin oluşmasına sebep olmuştur. Sert taşlarda taş tanelerinin taşlama diskinden kopmayarak yumuşak taşlara göre daha çok köreltikleri bilinmektedir. Taşların sertliklerine bağlı olarak oluşan bu körlenmelerin tezgâh tabla hızının artmasıyla (390-510 mm/sn), taşların sertlikleri ile orantılı olarak taşlama kuvvetlerinin de önemli oranlarda artmasına neden olduğu görülmektedir

(Şekil 3.b ve Şekil 3.c). Kesme derinlikleri 0,01 mm, 0,02 mm ve 0,03 mm’de taşlama kuvvetleri, taş sertliğinin artmasıyla önemli bir değişiklik göstermemiştir. Ancak kesme derinliği 0,04 mm ve daha fazla olan taşlama işlemlerinde, taşlama kuvvetleri, taş sertliği ile doğru orantılı olarak artışlar göstermiştir.

Tabla hızı 460 mm/s de, taş sertliğinin artmasıyla taşlama kuvvetlerinde tabla hızı 390 mm/s de oluşan taşlama kuvvetlerine nazaran daha belirgin bir artış olmuştur (Şekil 3.b). 510 mm/sn tabla hızında yapılan taşlama işlemlerinde, 60I5 taşında 2,52-12,6 N, 60M5 taşında 2,18-16,03 N ve 60Q5 taşında ise 3,2-22,36 N taşlama kuvvetleri oluşmuştur (Şekil 3.c). Tabla hızının artması, taş tanelerine gelen talaş hacmini artırdığı için taşların özelliklerinden dolayı oluşan etkiler, taş sertliğinin artmasıyla taşlama kuvvetlerinin arttığını ortaya net olarak çıkartmıştır.

Taş sertliğinin etkisini daha net ortaya koymak için, değişik tabla hızlarında yapılan taşlama işlemlerinde oluşan taşlama kuvvetlerinin aritmetik ortalaması alınarak grafik oluşturulmuştur (Şekil 3.d). Aritmetik ortalama  $(F1+F2+...+F6)/6$ , ( $F1=0,01$  mm de oluşan taşlama kuvveti  $F2=0,02$  mm de oluşan taşlama kuvveti) şeklinde yapılmıştır.

I sertliğindeki taşa oluşan ortalama taşlama kuvvetlerine (tabla hızı 390 mm/sn) göre, M sertliğinde %16,1 ve Q sertliğinde %25,7 ortalama



Şekil 3. Farklı taş sertliğine göre kesme derinliği ile taşlama kuvveti arasındaki ilişki (Depth of cut – surface roughness relation for different grinding wheel hardness )

taşlama kuvvetleri daha fazla oluşmuştur (Şekil 3.d). Tabla hızı artırıldığında (460 mm/sn) I sertliğindeki taşa oluşan ortalama taşlama kuvvetlerine oranla, M sertliğinde %18,5 ve Q sertliğinde %38 ortalama taşlama kuvvetleri daha fazla oluşmuştur. Tabla hızı 510 mm/sn'de, M sertliğinde %17,3 ve Q sertliğinde ise %59,8 ortalama taşlama kuvvetleri daha fazla oluşmuştur.

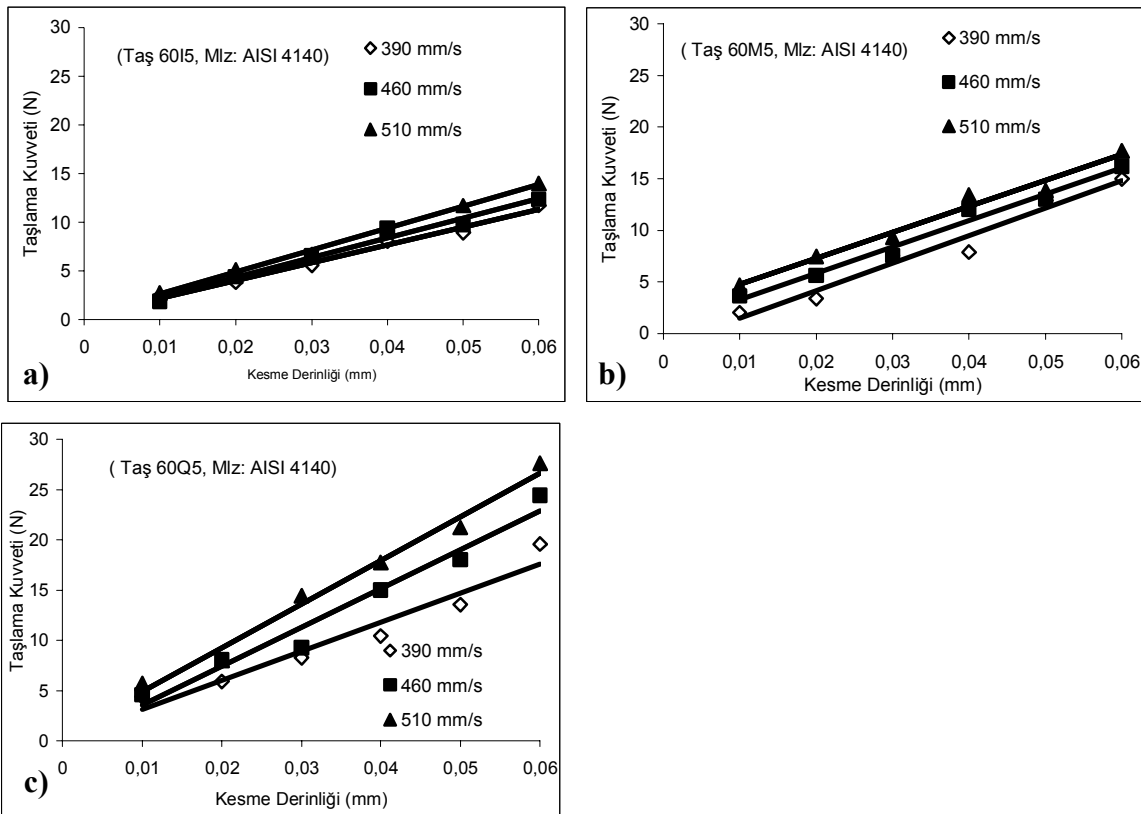
AISI 1050 malzemesinin taşlama işleminde, tabla hızının atmasıyla taşlama kuvvetlerinin önemli miktarda arttığı tespit edilmiştir. Bu nedenle AISI 4140 malzemesinin taşlama işleminde, taş sertliğinin taşlama kuvvetlerine etkisi, tabla hızı dikkate alınarak incelenmiştir. AISI 4140 malzemesi, I, M ve Q sertliklerindeki taşlarla, değişik kesme derinliklerinde yapılan taşlama işlemlerinde oluşan taşlama kuvvetleri Şekil 4.a, Şekil 4. b ve Şekil 4.c'de verilmiştir. I sertliğindeki taşla yapılan taşlama işlemlerinde oluşan taşlama kuvvetlerine oranla (Şekil 4.a), M sertliğindeki taşa yaklaşık %40 (Şekil 4. b), Q sertliğindeki taşa yaklaşık %75 (Şekil 4.c) taşlama kuvvetleri daha fazla oluşmuştur.

Şekil 4.a'da I-sertliğindeki taşla, 390 mm/s, 460 mm/s ve 510 mm/s tabla hızlarında yapılan taşlama işlemlerinde, tabla hızının taşlama kuvvetleri üzerinde önemli etkisinin olmadığı görülmüştür. Tabla hızına bağlı olarak taş tanelerine gelen talaş miktarı arttığında, kesme kuvvetlerinin artması beklenmektedir. Ancak yumuşak taşlarda, taş taneleri yerlerinden

küçük kuvvetlerde koparak, iş parçasından kaldırılmak istenen talaş tamamen kaldırılamadığı için yumuşak taşlarda taşlama kuvvetleri düşük miktarda oluşmaktadır. Bu nedenle sert yapıya sahip iş parçalarında yumuşak taşlar seçilerek, taşlama kuvvetlerini azaltmak ve iş parçasında oluşabilecek olumsuzluklar ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır.

Şekil 4.b'de ise M sertliğindeki taşla, 390 mm/s, 460 mm/s ve 510 mm/s tabla hızlarında yapılan taşlama işlemlerinde oluşan taşlama kuvvetleri görülmektedir. 390 mm/s tabla hızında oluşan taşlama kuvvetlerine oranla, 460 mm/s tabla hızında %18, 510 mm/s tabla hızında %36 taşlama kuvvetleri daha fazla oluşmuştur. Taş sertliğinin artmasıyla (M), taş taneleri yerlerinden kolay kopmayarak, talaş oluşumuna karşı direnç göstermiş ve taşlama kuvvetlerinin tabla hızına bağlı olarak artmasına neden olmuştur.

Q sertliğindeki taşla yapılan taşlama işlemlerinde, tabla hızına bağlı oluşan taşlama kuvvetleri Şekil 4.c'de görülmektedir. 390 mm/s tabla hızında oluşan taşlama kuvvetlerine oranla, 460 mm/s tabla hızında %28, 510 mm/s tabla hızında %53 taşlama kuvvetleri daha fazla oluşmuştur. Taş sertliğinin artmasıyla (Q), taş taneleri yerlerinden kolay kopmamış, talaş oluşumuna karşı aşırı direnç göstermiştir. Bu ise taşlama kuvvetlerinin tabla hızına bağlı olarak önemli miktarda artmasına neden olmuştur.



Şekil 4. Farklı taş sertliği, tabla hızı ve kesme derinlikleri ile yüzey pürüzlülüğü ilişkisi (Grinding wheel hardness, table speed and depth of cut – surface roughness relation)

AISI 4140 malzemesinde yapılan taşlama işlemlerinde, kesme derinliği artması taşlama kuvvetlerini taş sertliğine bağlı olarak arttırmıştır.

Sertleştirme işlemi sonrasında Şekil 5.a ve Şekil 5.b'de görüldüğü gibi AISI 1050 ve AISI 4140 çeliklerinin her ikisi de martenzitik bir mikro yapıya sahip olmuştur. Martenzit oldukça sert ve aşınmaya karşı dirençli bir yapıdır [16, 17]. Ancak Şekil 5.a ve Şekil 5.b incelendiğinde, her iki tip çelik de ayrı olarak sertleştirme ve ısıl işleme tabi tutulduklarından dolayı içerdikleri kimyasal alaşım elamanlarına bağlı olarak farklı morfolojiye sahip martenzit oluşumu sergilemektedirler. AISI 4140 çeliğinin sahip olduğu martenzitin morfolojisi AISI 1050 çeliğine oranla daha iğnesel görünümlüdür. AISI 4140 çeliğinin yapısı içerisindeki kalıntı östenit tanelerinin dağılımı taşlamaya karşı malzeme direncini artırarak, taşlama kuvvetlerinin yükselmesinin nedeni olarak değerlendirilebilir.

#### 4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

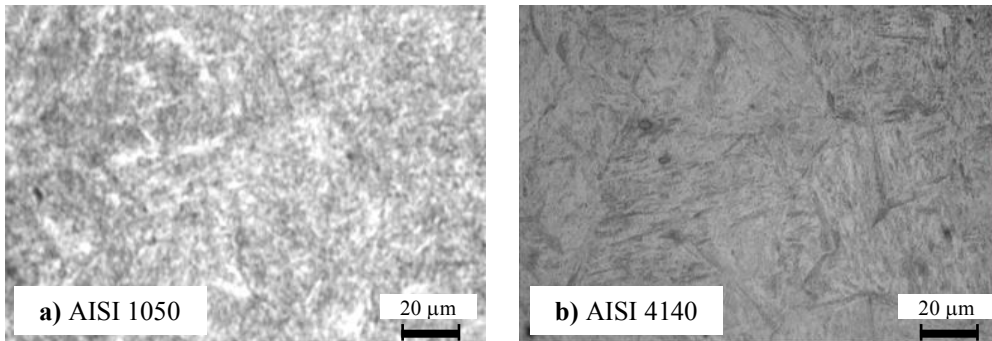
- Yapılan taşlama işlemlerinde, her iki malzemede (AISI 1050, AISI 4140) de taş sertliğinin yüzey pürüzlülüğü oluşumunda önemli derecede etkisinin olduğu görülmüştür. Taş sertliği arttıkça yüzey pürüzlülük değerleri de artmıştır.
- AISI 1050 malzemesinde, 60I5 taşlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerine oranla, 60M5 taşında yüzey pürüzlülük değerleri %7,1, 60Q5 taşında yüzey pürüzlülük değerleri %57,1 daha fazla olmuştur. AISI 4140 malzemesinde, 60I5 taşlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerine oranla, 60M5 taşında yüzey pürüzlülük değerleri %17,8, 60Q5 taşında yüzey pürüzlülük değerleri %53,5 daha fazla olmuştur.
- Yapılan taşlama işlemlerinde, taş sertliğinin artmasıyla beraber yüzey pürüzlülüğü artmış ve taşlanan malzeme yüzeyinde renk değişimlerinin olduğu gözlenmiştir.
- Aynı şartlarda ve değişik taş sertliklerinde yapılan taşlama işlemlerinde kesme derinliğinin artmasıyla taşlama kuvvetlerinin 5,2-6,9 kat arttığı görülmüştür.
- Yapılan taşlama işlemlerinde, I-sertliğindeki taşa oluşan ortalama taşlama kuvvetlerine (tabla hızı

510 mm/sn) göre, M sertliğinde %17,3 ve Q sertliğinde ise %59,8 ortalama taşlama kuvvetleri daha fazla olmuştur.

- AISI 4140 çeliğinin taşlanmasıyla oluşan taşlama kuvvetleri, AISI 1050 çeliğinin taşlanmasıyla oluşan taşlama kuvvetlerine oranla yüksek değerlerde çıkmıştır.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Güllü, A. ve Poyrazoğlu, O., "İmalatta süper bitirme işlemi ve taşlama ile karşılaştırılması", **TEKNOLOJİ**, 1-2: 67-82, 2000.
2. Kalpakjian, S., "Manufacturing process for engineering materials", Addison-Wesley, New York, 120-121, 1991.
3. Gondi, P., Mattogno, G., Sili, A. and Foderaro, G., "Structural characteristics at surface and barkhausen noise in AISI 4340 steel after grinding", **Nondestructive Testing and Evaluation**, 10: 255-267, 1993.
4. Shaw, M.C., "A production engineering approach to grinding temperatures", **Journal of Materials Processing Technology**, 44: 59-69, 1994.
5. Demir, H. ve Güllü, A., "Silindirik taşlamada yüzey pürüzlülüğü ve taşlama oranı ilişkisinin araştırılması" **TEKNOLOJİ**, 1-2: 151-167, 1999.
6. Demir, H., "Düzlem taşlamada taşlama parametrelerinin taşlama kuvvetlerine ve yüzey Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi", **Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-5, 2003.
7. Demir, H. ve Güllü, A., "Taşlama parametrelerinin taşlama kalitesine etkilerinin incelenmesi", **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 7: 189-198, 2001.
8. Şeker, U., Kurt, A. and Çiftçi, İ., "Design and construction of a dynamometer for measurement of cutting forces during machining with linear motion", **Materials and Design**, 23: 355-360, 2002.
9. Günay, M., "Talaş kaldırma işlemlerinde kesici takım talaş açısının kesme kuvvetlerine etkisinin deneysel olarak incelenmesi", **Yüksek Lisans**



Şekil 5. Malzemelerin mikro yapısı (Microstructure of the materials)

- Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 40-49, 2003.
10. Güllü, A., “Silindirik taşlamada istenen yüzey pürüzlülüğünü elde etmek için taşlama parametrelerinin bilgisayar yardımı ile optimizasyonu”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**. 63-68, 1995.
  11. Akkurt, M., **Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları**, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul, 1996.
  12. TS 291, “Taşlama Taşları”, **Türk standartları**, Ankara, 1977.
  13. Güllü, A. ve Demir, H., “Silindirik taşlamada taş tane büyüklüğü, taş dokusu ve taş sertliğinin taşlama oranına etkileri”, **Makina Tasarım ve İmalat Dergisi**, 3(5): 193-199, 2000.
  14. Güllü, A., “Silindirik taşlamada istenen yüzey pürüzlülüğünü elde etmek için taşlama parametrelerinin bilgisayar yardımı ile optimizasyonu”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, 27-85 Ankara (1995).
  15. Demir, H., “Alüminyum oksit zımpara taşlarıyla silindirik taşlamada çeşitli çelikler için taşlama oranlarının belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 65-100 (1998)
  16. Thelning K.E., Çelik ve ısı işleme, **Bofors El Kitabı, Çeviren: Adnan Tekin, İ.T.Ü.**, İstanbul, 4-52 (1984)
  17. Smith W.F., Mühendislik alaşımlarının yapı ve özellikleri, Cilt:1, Çeviren: Mehmet Erdoğan, **Nobel Yayın Dağıtım**, Ankara, 221-245 (2000).