



TAŞLAMADA PARAMETRELERİN ETKİSİ

***Halil DEMİR, **Abdulkadir GÜLLÜ**

*Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 06200/Ankara

**Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, 06200-Teknikokullar/Ankara

Geliş Tarihi : 17.11.2000

ÖZET

Taşlamanın temel amacı; iş parçasının istenen yüzey kalitesi ve ölçü tamlığında üretilmesini sağlamak ve sertliği 50 Rc'den yüksek olan malzemeleri işlemektir. Taşlamanın bitirme işlemi olması veya daha sonraki işlemlere iyi bir geçiş sağlaması bakımından taşlama parametrelerinin iyi seçilip doğru belirlenmesi gerekmektedir. Taşlama işleminde sürtünme ve deformasyonun etkisiyle iş parçası yüzeyinde kalıcı gerilmeler meydana gelmekte ve metalurjik hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarları azaltmaya ve taşlama kalitesini artırmaya yönelik bir takım çalışmalar yapılmaktadır. Bu makalede taşlama kalitesinin artırılmasına yönelik yapılmış olan teorik ve deneysel çalışmaların bir değerlendirilmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Taşlama, Taşlama parametreleri, Taşlama kalitesi

THE EFFECT OF PARAMATERS IN THE GRINDING

ABSTRACT

The main purpose of grinding is to produce workpiece in required precision and surface finish. It is also used to machine workpiece above 50 Rc. Since the grinding is a finishing process or for a better passage to the following processes better combination of parameters in grinding must be achieved. In grinding process, because of the effect of the friction and subsequent plastic deformation residual stresses and metallurgic damages occurs in finished workpiece surfaces. Much work has been carried out to minimize these damages. In this article, the experimental and theoretical studies towards the improvement of grinding quality are reviewed.

Key Words : Grinding, Grinding parameters, Grinding quality

1. GİRİŞ

Endüstriyel alanda, bilimsel çalışmaların paralelinde yeni teknolojik gelişmeler sağlanmaktadır. Bu teknolojik gelişmeler sayesinde kullanılan ürünler de değişmekte ve gelişmektedir. Kullanılan ürünlerin üretim şartları her geçen gün modern makine, teçhizat ve yeni üretim yöntemleri ile tanışmaktadır.

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.

Her işleme tekniğinin doğrudan ve dolaylı olarak etkilendiği işleme parametreleri vardır. Bu parametrelerin de işleme sırasında ayrı ayrı etkilerinin yanı sıra, birbiriyle de etkileşimi söz konusu olmaktadır. Eğer bu parametrelerin ilişkileri iyi bilinmez ve büyüklükleri doğru seçilmezse,

yapılan işlemin sonucu önceden tahmin edilemeyecek, istenen sonuç tam olarak alınamayacaktır.

Gerek geleneksel, gerekse modern metotlarla yapılan üretimlerde taşlamanın önemi çok büyüktür. Özellikle; ölçü tamlığı, dairesellik, yüzey kalitesi ve estetik gerektiren ürünlerde taşlama işlemi hemen hemen zorunlu olmaktadır. Ölçme aletleri, kızak ve kayıtlar, miller, dişli çarklar, merdane ve yatak bilezikleri gibi birçok makina parçası yüzeylerinin parlak olması mecburiyeti vardır. Bu yüzeylerin korozyona karşı dayanıklı olabilmesi için gerekli şartlardan biri de taşlama işlemlerinden geçmeleridir (Demir ve Güllü, 1999).

- İmalatta; en yüksek verimlilikle az maliyetle ve minimum zamanda kabul edilebilir bir yüzey kalitesi elde edilmesi temel amaç olmaktadır. Bu amaçla yüzey pürüzlülüğünü etkileyen değişik parametrelerin araştırılması bir ihtiyaçtır.
- Endüstriyel alanda sürekli yeni ve modern işleme teknikleri gelişmektedir. Bu gelişmelerle birlikte, mevcut işleme tekniklerinin de iyi analiz edilerek üretimde ekonomiklik ve üründeki kalitenin yükseltilmesi gerekmektedir.
- İyi seçilmeyen parametreler kesicilerin kırılması, hızlı aşınması ve yanması gibi ekonomik kayıpların yanında, iş parçasının bozulması veya yeni bir işlem gerektirecek derecede, iş yüzey kalitesinin yetersizliği gibi, yine ekonomik kayba ve zaman israfına neden olmaktadır.
- Taşlama parametrelerinin etkilerinin belirlenmesiyle taşlama kuvvetleri ve bu kuvvetlerin etkisiyle oluşan mekanik ve ısı zararları minimize edilecektir.

2. TAŞLAMA İŞLEMİNDE KULLANILAN AŞINDIRICILAR

Aşındırıcılar, tanecik ve toz halinde bulunan ve çok hassas işlemlerde kullanılan sert malzemelerdir. Bunlar doğal ve yapay olmak üzere iki gruba ayrılır. Doğal aşındırıcıların en önemlileri korindon, zımpara ve elmadır. Korindon ve zımpara doğal alüminyum oksitinin en önemli bileşenleridir. Ancak bunlar genel olarak günümüzde çok az bulunurlar. Yapay aşındırıcı malzemeler alüminyum oksit, silisyum karbür ve yapay elmas olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Akkurt, 1996).

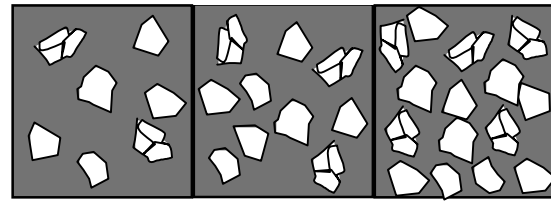
Aşındırıcı malzemelerin mekanik özellikleri, sertlik, tokluk, aşınmaya karşı mukavemet ve kırılabilirlik. Sertlik, bir malzemenin başka bir malzemeye nüfuz etme özelliğidir. Aşındırıcı ile işlenecek malzeme arasında sertlik farkı ne kadar büyükse aşındırıcı o

kadar etkili olmaktadır. Tokluk, malzemenin darbelere karşı mukavemetidir. Aşınma, talaş kaldırma sırasında aşındırıcı taneciğin keskin uçlarının körelmesine neden olan, çok ince toz şeklinde parçacıkların taştan ayrılmasıdır. Aşınma özelliğinden sonraki aşınma ise, kristal yapının kırılarak parçalanmasıdır.

Aşındırıcı taneciklerin boyutları sayı ile ifade edilmektedir. Bu sayı, taneciklerin geçebilecekleri standard bir eleğin bir inç uzunluktaki delik sayısını temsil etmektedir. Aşındırıcı büyüklüğünü belirlemede, 220 taneye kadar olanlar için eleme metodu, 220'den büyük olanlar için de suda çöktürme metodu kullanılmaktadır. Çok ince taneler zımpara taşı yapımından ziyade, honlama ve lebleme işlemlerinde kullanılırlar (Güllü, 1995).

Birleştirme malzemeleri, aşındırıcı tanecikleri birbirine birleştiren malzemelerdir. Taşın, birleştirme malzemesine bağlı olarak, tanecikleri belirli bir dirence kadar taş bünyesinde tutma kabiliyetine sertlik denmektedir. Taşların sertliği, aşındırıcı taneciklerin serliği ile karıştırılmamalıdır. Taşların sertlikleri A'dan Z'ye kadar kodlanmıştır, (Anon., 1977)

Aşındırıcı tanelerin birleştirme maddesi ile birlikte preslenerek şekillendirilmesi sırasında, tanelerin birbirine olan uzaklığı preslenme kuvvetine bağlı olarak farklı farklı oluşmaktadır. Bu uzaklıkla ilişkili olarak, taşın yapısından gözenekler meydana gelmektedir. En sık doku 1 ile tanımlanırken en seyrek doku 20 rakamı ile tanımlanmaktadır (Anon., 1977; Akkurt, 1996). Şekil 1'de, taşların yapısı ilgili bir örnek verilmiştir.



Şekil 1. Taşların yapısı ile ilgili örnekler

3. TAŞLAMA İŞLEMİNDE TALAŞ KALDIRMA MEKANİĞİ

Taşlamayla talaş kaldırma işlemi, kesici dişlerin yerine çok sayıda aşındırıcı taneciklerin bulunduğu, frezeleme işlemine benzetilebilir. Bir aşındırıcının kaldıracağı talaş kalınlığı, freze çakısı dişlerinden olduğu gibi sıfırdan maksimum talaş değerine kadar değişmektedir. Bu şekilde kaldırılan talaşın boyutu her aşındırıcı tane için birkaç mikron civarında

olmaktadır. Ancak aynı anda çok sayıda aşındırıcının talaş kaldırdığı düşünülürse talaş hacmi oldukça artmaktadır. Taşlamayı etkileyen önemli bir faktör de aşındırıcıların aşınması ve taştan 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 bir çok çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, problemler tamamıyla çözülememiştir (Demir, 1998).

Genelde, bir yüzeyin taşlanması için, ideal kesme, yanıl yer değiştirmeyle oluşan kazıma, iş parçasının hareketi, aşındırıcı taş, iş parçasının elastikliği, titreşim gibi bir çok işlem kombinasyonu gerekmektedir. Kontrol edilebilen ve edilemeyen çok sayıda değişik parametreler taşlama işleminde etkili olmaktadır (Srivastava et al., 1992).

Talaşlı imalatta, taşlama metoduyla daha fazla talaş kaldırma işlemi, üzerinde fazlaca durulan bir konu haline gelmiştir. Taşlama işlemi genel olarak, kiçuk derinlikte talaşların kaldırılmasında kullanılır. Fakat, kesme derinliği ve ilerlemenin artmasıyla daha yüksek değerlerde talaş kaldırma çalışmaları da artmıştır (Yasui and Matsuo, 1980).

Yapılan bir doktora çalışmasında, taş ve iş aşınma parametrelerinin fiziksel anlamı verilerek, taşlamacılar için yarı deneysel bir eşitlik çıkartılmıştır. Taş aşınma parametresi eşitliği, deneysel olarak tayin edilerek, iki parametrenin ilişkisi olarak bilinen G oranı ve özel enerji gösterilmiştir (Lidsay, 1971).

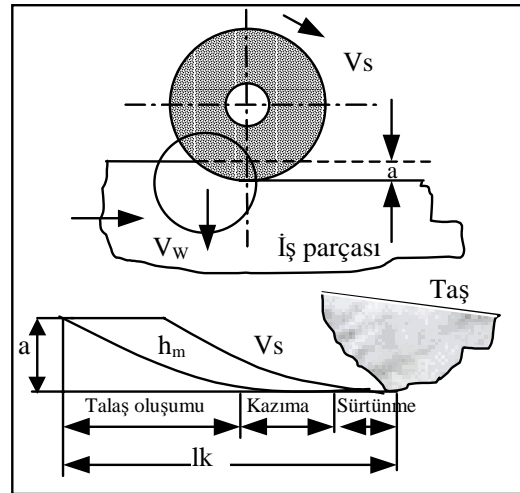
Başka bir çalışmada, aşındırıcı tane şekli ve aşınma arasındaki ilişki araştırılmıştır. Araştırmada 90° ve 120° koni biçimli taneler ve düzesiz biçimli tanelerden oluşan taşlar kullanılmıştır. İki çelik malzeme üzerinde ve 450 gram kuvvet altında ve 300 m/dak çevresel hızda yapılan araştırmada, taş keskinliğinin artması ile talaş kaldırma oranının da arttığı ve taş aşınma oranının azaldığı gözlenmiştir (Tetsuo, 1978).

Hassas taşlama işlemlerinde, seramik birleştirmeli süper aşındırıcı taşların kullanımı için bir sistem yaklaşımı yoluyla, daha düşük toplam maliyet, özdeş geometrik parçalar, daha iyi yüzey kalitesi ve daha dar tolerans elde etmek amacına yönelik gereklilikler üzerinde çalışmalar yapılmıştır (Subramanian and Lindsay, 1992).

Bir zımpara taşının performansı; taş taneleri ile iş parçasının etkileşimine bağlıdır. Bu etkileşimin belirleyicileri ise; tane dağılımı, bileme ve

taşlamının kinematikiğidir. Bu etkileşimin tanımı simülasyon için bir temel oluşturmak amacıyla kullanılmaktadır. Bilgisayar simülasyonu ile taşlamadaki çeşitli aşamalar görsel olarak temsil edilebilmekte ve sonuçların daha iyi anlaşılmasına imkan sağlamaktadır. İş parçası ile taş arasındaki etkileşim değeri aktif kesici tanelerin şekline, aralığına ve kesit alanına bağlıdır. Taşlamının mekaniği, iş parçasının bir kısmını taşlayan, her taş tanesinin harcadığı enerji miktarıyla analiz edilmektedir (Chen and Brian, 1996a; Chen and Brian, 1999).

Taşlama işleminde, taş ve iş parçası hareketi arasındaki kinematik ilişki her bir kesici taneye uygulanmaktadır. Bu konu ile ilgili önceki çalışmalar taş yüzeyindeki ortalama tek tanenin mekanikiğine dayanmaktadır. Tanelerin taşlama esnasındaki bazı yönleri, bir tane ve iş parçası arasındaki geometrik ilişki ile gösterilebilir. Deforme olmamış talaş şekli, kesen tanenin takım yolu uzunluğu (lk), ve maksimum deforme olmamış talaş kalınlığı (hm) ve talaşın geometrisi şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Talaş oluşumunun üç aşaması (Chen and Brian, 1996a; Chen and Brian, 1999)

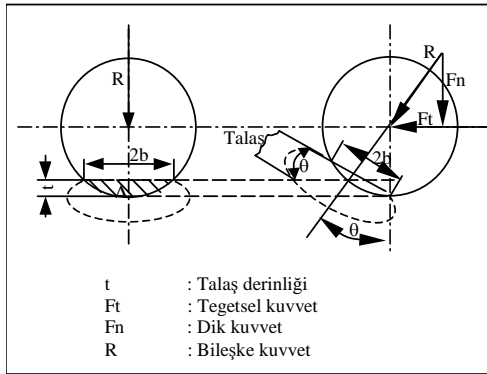
Taşlamının oluşumu; sirtme, kazıma ve kesme olmak üzere üç ardışık kısma ayrılabilir. Zıt yönlü (Up-cut) taşlamada, taş tanesi ile iş parçası temasında, sistemdeki elastik deformatsyondan dolayı kesici tane, kesme işlemi yapmadan iş parçası yüzeyinde kaymaktadır. Bu aşama, sirttirme aşamasıdır. Kesici tane ve iş parçası arasındaki gerilme elastik sınırı geçtiği için, plastik deformatsyon olmaktadır. Bu aşama kazıma aşaması olarak tanımlanır. İş malzemesi kesici taş tanesinin önüne ve yanlarına doğru bir oluk oluşturarak yığılmaktadır. İş malzemesi kayma gerilmesine dayanamadığı zaman talaş oluşmaktadır. Talaş

oluşumu, kesme aşamasıdır. Enerjinin en etkili kullanıldığı aşama, talaş kaldırma aşamasıdır. Sürtünme ve kazıma da kullanılan enerjinin verimini düşürmektedir. Çünkü, enerjinin bir kısmı deformasyon ve sürtünmeyle harcanmakta, talaş kaldırmak için ise, bu aşamalarda kullanılan enerji çıkarıldıktan sonrası kalmaktadır. Bunun da ötesinde, iş parçası yüzeyinde büyük sıcaklık oluşarak, yüksek oranda takım aşınması meydana gelmekte ve iş parçasının yüzeyinden belirli bir derinlikte metalurjik hasarlar oluşmaktadır (Ramseh et al., 1980; Rajmohan and Radhakrishnan, 1994; Srihari and Lal, 1994; Chen, 1996).

Aşındırıcı taş taneler; düzensiz şekilli bir kesici takım kabul edilmektedir. Bununla birlikte, Shaw, taş yüzeyindeki bir taneyle bir küre olarak modellemiştir (Chen, 1996). Tanenin büyük negatif kesme açılarında sahip olduğu düşünüldüğünde bu modelleme doğru kabul edilebilir. Taneye uygulanan normal kuvvetin Brinell sertlik veya Meyer sertlik testlerindeki kuvvete benzer olduğu farz edilmektedir. Deformasyon işlemi bir elastik-plastik değeri ile sınırlandırılmıştır. Küre yatay olarak hareket ettikçe, iş parçası yüzeyi altında deformasyona uğramış bölge yüzeye açılı hale gelmektedir. İş parçası malzemesi yukarı doğru sıkıştırılmakta deformasyonun devamında yüzeyden ayrılacak bir talaş oluşmaktadır. Model, Şekil 3'de gösterilmiştir. Burada kesme derinliği, t ile bir kürenin yatay hareketi aynı derinlikte, yüzeye batan bir küreye eşit kabul edilmektedir.

Küre (taş tanesi) ve iş parçası yüzeyi arasında sürtünme olmadığı zaman, iş parçasına batmak için gerekli olan kuvvetin büyüklüğü sabit ve yüklenme yönünden bağımsızdır (Şekil 3).

Taşlamada, kaldırılacak olan talaşın bir kısmı taşın aktif yüzeyinde bulunan ilk tane tarafından, diğer kısım, takip eden taş taneleri tarafından kaldırılmaktadır.



Şekil 3. Talaş oluşumu modeli

Toplam taşlama kuvveti; taşlama bölgesinde her bir taneye gelen kuvvetleri toplayarak elde edilmektedir. Taştaki tanelerin rasgele dağılımından dolayı, taşlama bölgesinde tanelerin sayısını ve pozisyonunu bilmek zor olmaktadır. Bu zorluğu aşmak için, taşlama işleminde tüketilen enerji ile taşlama kuvveti için bir eşitlik elde edilmiştir.

Bu ifadeden yararlanılarak yapılan simülasyon sonuçları önceki deneylerle uyumlu çıkmıştır. Sonuçlar, daha önceki kabullerin doğruluğuna bir delil olmamasına rağmen, yapılan kabullerin, incelemenin devam ettiği yere kadar gerçeklerle tutarlı olduğunu açıklamaktadır (Nakayama et al., 1971; Verkerk, 1977; Saini and Wager, 1982).

Taşlama kuvvetleri sadece talaş kaldırma mekanizmasını, taş aşınmasını ve sıcaklık dağılımını etkilemekle kalmamakta, aynı zamanda taşlama işleminin etkinliğini ve verimliliğini de etkilemektedir. Bu yüzden, taşlama kuvveti işleme kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Son yıllarda önemli sayıda taşlama kuvvet modeli geliştirmek için çalışmalar yapılmıştır. Farukawa ve arkadaşları taşlama kuvvetinin üç ayrı (sürtme, kazıma ve kesme) işlemi üzerindeki etkisini anlamak için tek bir taş tanesinin üzerine gelen taşlama kuvvetlerine dayalı bir model geliştirmişlerdir. Younis ve arkadaşları taşlamanın üç aşamasına göre toplam, normal ve teğetsel kuvvet elamanlarını ifade etmişlerdir (Fuh and Wabg, 1997). Diğer kuvvet modelleri iki modele dayanmaktadır.

1. Model: Taş yüzeyindeki aktif tanelerin rasgele dağılımını dikkate alır ve taş yüzeyinin belirli bir alanı için taşlama işlemi yapan tanelerin sayısını verir.
2. Model: Taşlama işleminin kinematiğine bağlıdır ve taş-ış temas alanındaki talaşın kesitinin dağılım ve büyüklüğünü fonksiyonel olarak ifade etmektedir.

Ciddi olarak birçok kuvvet modeli yapılmasına rağmen, yapılan modeller genellikle kabullere dayanmaktadır. Bu kabuller gerçeklerle çelişebilmektedir. Bunun ötesinde, bu modelleri uygulamak, çok karmaşık olmasının yanında teorik modelde kullanılan her bir tane için temas alanı, temas basıncı gibi değerleri gerçek taşlama işleminde bulmak da çok zor olmaktadır. Gerçekte, belirlenmiş konfigürasyonlarda deneysel olarak elde edilen katsayıların güvenilirliği, şartların değişmesi durumunda azalabilir (Fuh and Wabg, 1997).

4. TAŞLAMA İŞLEMİNDE BİLEMENİN ETKİSİ

Çelik veya diğer sert malzemelerden talaş kaldırmak, kullanma süresine bağlı olarak kesme takımlarının (aşındırıcıların) ömrünü kısaltmaktadır. Kullanılan kesicilerin kesici uçları, her talaş kaldırılmasında aşınarak kesme kabiliyetini biraz daha kaybetmekte ve buna bağlı olarak talaş kesiti küçülmektedir. Kesme gücü ve kesiciler arasında uygun bir denge sağlanırsa, kesicinin kesme ömrü uzar ve sık sık bilemeye ihtiyaç kalmaz. Kesme ağzının bozulması ile kesme ağzına etki eden kuvvetler artacak ve diğer faktörler sabit kalacaktır. Aşındırıcılardan birisi test edilirken bu etkileşim görülebilmektedir. Grisbak'ın çalışmasına göre, kesme kuvvetinin artırılmasında, yüzeyden talaş kaldırma işlemi devam etmektedir (Wen et al., 1992). Özel kurulmuş deney seti şartlarında yapılan araştırma sonuçlarında; taşlamada, taneye etki eden kuvvetler, yeni bilenmiş takımlarda $F_t = 22.25$ N, $F_n = 45.5$ N, belirli miktar talaş kaldırımlarda $F_t = 44.5$ N, $F_n = 155.75$ N olmaktadır (Wen et al., 1992).

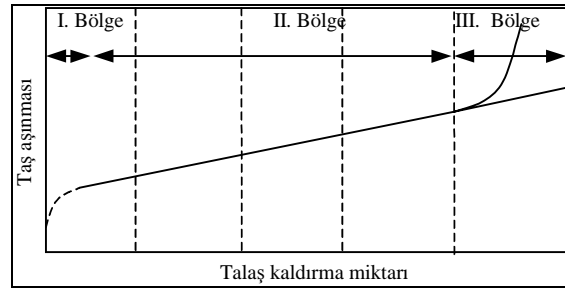
Her çeşit kesiciyle yapılan talaş kaldırma işlemlerinde, körelen kesicilere gelen kuvvetler artmaktadır. Taşlama işleminde aşındırıcı tanelere gelen kuvvetler belirli bir sınırı aşarsa, aşındırıcı taneler bağlantı malzemelerindeki gözeneklerden kırılarak kopacaklardır. Kopan aşındırıcı tanelerin yerine, yeni, keskin ağızlı taneler ortaya çıkarak kesme işleminin devamını sağlayacaktır. Bu işlemin sürekli olması taş diski çapının kademeli olarak küçülmesine neden olmaktadır. Taş diski çapının küçülmesi iş parçasına çap büyümesi olarak yansımaktadır. Bu işlem; genel olarak kendi kendine bileme işlemi olarak adlandırılmaktadır (Cander, 1975; Wen et al., 1992).

Hassas taşlamada, taş aşınmasının kaldırılan talaş miktarı ile ilişkisi Şekil 4'te görülmektedir. Başlangıçta hızlı bir aşınma olmakta, daha sonra bu aşınma hızı yavaşlamaktadır. 3. kısımda da hızlı bir aşınma olmakta ve kuvvet, sıcaklık ve titreşim artmaktadır. Bu yüzden, taşdaki aşınma son aşamaya gelmeden taş bilenmelidir (Srivastava et al., 1992; Akkurt, 1996).

McFarland, Bailey tarafından yapılan, bir çalışmada düzenli taş bileme aralığı ve derinliğinin kararlaştırılmasına sistematik bir yaklaşım getirilmiştir (Kim and Ahn, 1999). Taş yüzeyine gelen kuvvetleri ve bilenmiş yüzeyin topografyasını ölçmek için sensörler kullanılmıştır.

Bir taşlama işleminde, taşın körelmesinden dolayı

bitirme yüzeyi kalitesi istenen sınırı aşmadan taş bilenmelidir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, taşın performansını iyi durumda tutabilmek için, ne kadar süre kullandıktan sonra ve ne kadar ilerlemeyle taş yüzeyinin bilenmesinin belirlenmesidir. Günümüzde kimi işletmelerde bileme işlemleri, yetmişmiş teknik elemanın tecrübesine ve kabiliyetine dayanarak yapılmaktadır. Tecrübeye bağımlı bileme işleminin zorluğunu gidermek için taşın yüzey durumunu ölçen ve tayin eden sistematik bir metot gereklidir. Taş yüzeyi durumunu inceleyen birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalarda çeşitli yöntemler kullanılmıştır.



Şekil 4. Hassas taşlamada takım aşınmasının kaldırılan talaş miktarı ile ilişkisi (Srihari and Lal, 1996).

McFarland, ve Bailey'in yaptıkları çalışma sensöre dayalı doğru bileme aralığı seçen bileme stratejisinin geliştirmesine dayanmaktadır. Burada bilemenin ne zaman gerekli olduğu ve taş yüzeyinin ölçülüp analiz edilerek optimum bileme derinliği bulunmaya çalışılmıştır (Kim and Ahn, 1999).

Yapılan çalışmalarda, bileme derinliğinin taşlama gücü üzerindeki etkisinin, bileme adımının etkisinden daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, bileme derinliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkisi bileme adımından daha zayıftır. Deneysel çalışmalar taş aşınması arttıkça bileme etkisinin taşlamanın davranışı üzerinde değiştiğini göstermiştir. Kesme gücünün, talaş kaldırma miktarı ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin bileşimi, bilemeden hemen sonra bilemenin etkisinin fazla olduğunu, artan aşınma ile bu etkinin zayıfladığını belirlemiştir. Bununla birlikte bu çalışmada bileme şartlarının, taşın yeniden bilenme zamanını önemli derecede etkilediği görülmüştür (Güllü, 1995; Chen and Brian, 1996b).

Taş aşınma parametresi, taşın bileme detayı ile doğrudan ilgilidir. Zımpara taşının aşınması, genellikle taşın hacimsel kaybı olarak açıklanır. Taş ömrü boyunca, taş hacmindeki aşınmanın yaklaşık, % 10-25'i taşlamadan, % 75-90'ı bilemeden dolayı olduğu görülmüştür (Srivastava et al., 1992; Güllü ve Ercan, 1994; Srihari and Lal, 1994).

5. TAŞLAMADA ISI OLUŞUMU VE ETKİLERİ

İşlenmiş yüzeylerde meydana gelen kalıcı gerilmeleri yüzey kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Kalıcı gerilmeleri, bütün dış yükler kaldırıldıktan sonra elastik gövdede kalan gerilme olarak tanımlanır. Talaş kaldırma işlemi, genel olarak, aşırı yüksek deformasyon ve deformasyon hızı ile birlikte çok miktarda plastik deformasyon içermektedir. Kalıcı gerilme mekanizması üzerinde araştırmacılar tarafından analitik ve deneysel çalışmalar yapılmıştır. Kalıcı gerilmeler genellikle talaş oluşum süreci ile ilgili mekanik ve ısı (termal) olaylardan kaynaklanmaktadır (Henriksen, 1951; Tonshoff and Brinksmeier, 1980; Brinksmeier et al., 1982; Matsumoto et al., 1986). Sertlik, malzemelerin deformasyona karşı direncini belirlemektedir. Deformasyon yalnızca malzemenin iç özelliklerine değil, deformasyon sertleşmesi davranışı, akma mukavemeti ve elastisite modülü gibi diğer malzeme özelliklerine de bağlıdır (Benmalek et al., 1991; Bull, 1992).

İş parçası üzerinde, taş tanesinin temas ettiği her yerde, taş tanesi ve malzeme arasındaki sürtünme kaymasından dolayı bir ısı oluşmaktadır. Ayrıca plastik deformasyon olurken malzemelerde de ısı meydana gelir. Talaş kaldırılırken tanenin önündeki bölgede, şiddetli bir plastik deformasyon oluşmaktadır. Böylece kesici tanenin uçlarında önemli büyüklükte ısı oluşmaktadır. Zımpara taşları üzerindeki taneler eşit aralıklı olmadıkları için bazıları diğerinden daha büyük hacimde talaş kaldırmaktadır. Bu yüzden, kesme düzleminde farklı değerlerde (1000 °C ~ 1500 °C) sıcaklık oluşmaktadır. Oluşan bu yüksek sıcaklık, taşlanan iş parçası yüzeyinde termal hasarlarla sonuçlanmaktadır. Yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır ki; iş parçası kalitesine göre, kesme düzleminde ortaya çıkan ısı, malzeme veya yüzey toleransı üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle taşlamada, soğutma özelliği yüksek olan bol miktarda kesme sıvısı kullanılmalıdır. Kesme sıvısı, soğutmanın yanı sıra, tanecikler arasındaki boşlukları temizleyerek taşın kesme kabiliyetini artırmaktadır. Soğutma sıvısı yüzey kalitesini iyileştirmesinin yanında, taşlama sırasında oluşan toz, talaş, gibi küçük parçacıkları alıp götürerek taşlama çevresini temizlemekte ve daha iyi bir çalışma ortamı meydana gelmesine katkı sağlamaktadır (Lemon, 1968; Ruisseax and Zerkle, 1970; Lissaman and Marti, 1982; Shaw, 1994; Lim, 1995; Yui and Lee, 1996).

Verilen taşlama şartları için uygun bir taş seçiminde,

büyük bilgi birikimi ve tecrübe gerekir. Buna rağmen, zımpara taşının optimum seçimi ve taşlama şartlarının oluşturulmasından sonra, taşlama kuvvetleri, özel enerji ve yanma başlangıcını tayin eden sıcaklığın belirlenmesinde zorluklar vardır (Zhong et al., 1994).

Talaş kaldırılarak üretilen bir malzemenin kullanım ömrü işlenen yüzeyin fiziksel özelliklerine ve özellikle de iş parçasında oluşan kalıcı gerilmelerin dağılımına bağlıdır. İşleme sonucu iş parçalarında oluşan kalıcı gerilmelerin iş parçası ömrü üzerindeki etkisi ile ilgili çalışmalar bazı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir. İş parçalarındaki kalıcı çekme gerilmeleri iş parçasının ömrünü önemli derecede etkilemektedir. Taşlama işleminden kaynaklanan kalıcı gerilmeler genelde basma gerilmeleridir. Fakat gerilmeler bazen kalıcı çekme gerilmesine de sebebiyet vermektedir. Taşlama işleminde oluşan ısı oldukça yüksek olduğu için, oluşan kalıcı gerilmeler de genellikle çekme kalıcı gerilmeleridir. Yüzey hatalarını ve kalıcı çekme gerilmelerini gidermek için ısı işleme, lepleme, ve bileme gibi metotlar önerilmiştir (Yu and Lau, 1999).

Talaş kaldırmada meydana gelen ısı, kaldırılacak talaş tabakasının şekil değiştirme ve ayrılması sırasında, takım-talaş ve takım-iş arasındaki sürtünme enerjisinden kaynaklanır. Oluşan ısının büyük bir kısmı (% 80'den fazlası) talaş ile tahliye edilmekte, diğer bir kısmı parçaya geçmekte, geri kalanı takımın ısınmasına neden olmaktadır. Gerek işlenen parça, gerekse kesici takımlar üzerindeki ısı düzensiz olarak dağılmaktadır. Bu sıcaklık dağılımında en yüksek sıcaklık, takımın uç kısmına yakın talaş yüzeylerinde meydana gelmektedir. Talaş kaldırma sırasında meydana gelen sürtünmeden dolayı, sıcaklık artışı, takımın aşınmaya karşı direncinin azalmasına, ve işlenen parçanın ısı olarak zarar görmesine sebep olmaktadır. Taşlanan malzemedeki ısı zararı azaltmak için: iş hızı artırılmalı, kuvvet azaltılmalı ve taşın sürekli keskin kalması sağlanmalıdır (Lindsay, 1971; Schey, 1987; Harris and Lavine, 1991; Holmerg and Matthews, 1994; Yui and Soo Lee, 1996).

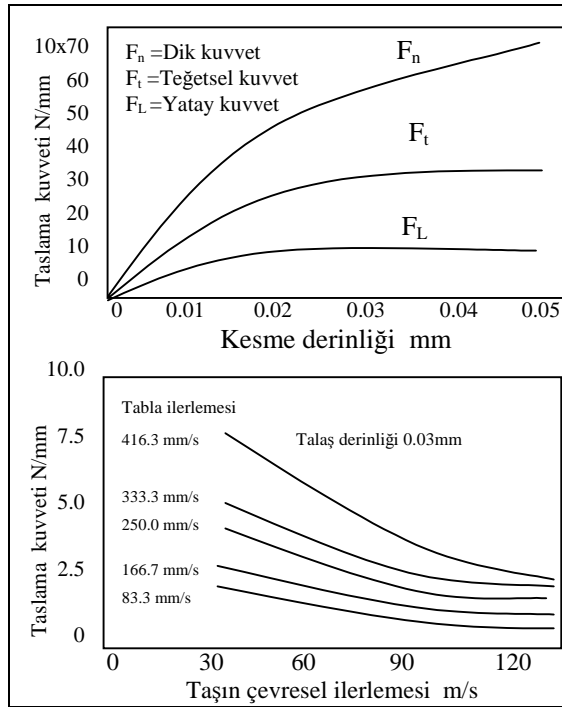
6. TAŞLAMA KUVVETLERİ VE İŞLEME PARAMETRELERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Field ve Koster tarafından yapılan çalışmada, çeliklerin taşlanması, yüksek yüzey kalitesi ve ölçü tamlığını temin edecek olan, bir taşlama parametresi seçilebileceği üzerinde durulmuştur.

Taşlama parametrelerinin önceden belirlenerek ayarlanması, genellikle düşük oranlarda talaş kaldırmayla ve bundan dolayı düşük verimlilikle sonuçlanmaktadır (Robert and Lindsay, 1971).

Yüksek hızda kullanılan CBN (Kübik Bor Nitrür) taş ile yüzey taşlama tezgahının etkinliği ve problemleri deneysel olarak araştırılmıştır. CBN taşın çapı, taş hızına bağlı olarak büyümektedir. Taşın çapının büyümesi hesaplamalarla giderilebilmekte ve yüksek kesme hızlı taş ile taşlanan malzemelerde, düşük taşlama kuvvetleri görülmektedir. Bu eğilim talaş kaldırma oranı arttıkça daha da belirginleşmektedir. Yüksek hızda CBN kullanan taşlama tezgahlarında optimum şartlar oluşmaktadır (Srihari and Lal, 1996).

Taşlama kuvvetleri ile taş hızı ve talaş derinliği arasındaki ilişki Şekil 6'da gösterilmektedir. Sabit tabla hızında, taşın yüksek hızlarında düşük taşlama kuvveti elde edilmiştir. Bu olayın yüksek talaş kaldırma miktarlarında daha belirgin olduğu görülmüştür. Yani talaş miktarı ile taşlama kuvveti lineer olarak artmamaktadır (Deney malzemesi olarak SKD-11 (Japon Standardı) 58 HRC ve 85 x 40 x 20 boyutlarında iş parçası kullanılmıştır) (Yui and Soo Lee, 1996).



Şekil 6. Taş hızı ve talaş derinliğinin, taşlama kuvvetleri üzerine etkisi (Srihari and Lal, 1996, Yui Soo Lee, 1996)

Özel taşlama enerjisi tane kesme derinliğinin azalması ile üstel olarak artmaktadır. Bu eğilim talaş

derinliği $0.02 \mu\text{m}$ 'nin altında olduğu zaman daha belirginleşmektedir. Buradan etkin taşlama için tane kesme derinliğinin $0.02 \mu\text{m}$ 'den daha yüksek olması gerektiği sonucu çıkmaktadır. Talaş derinliğinin artırılması daha yüksek kesme kuvvetleri oluşturmaktadır (Pandey et al., 1980; Matsuo and Sonoda, 1986; Malikin, 1989; Srihari and Lal, 1996).

Taşlama sırasında oluşan titreşim; kötü yüzey kalitesine, ölçülerin bozulmasına, daha fazla taş aşınmasına, düşük üretim miktarına ve maliyet artmasına sebep olabilir. Bu çalışmada özel bir tip titreşimi elimine etme yöntemleri incelenmiştir. Bu incelemede 52100 rulman çeliği CBN süper aşındırıcı ile taşlanmıştır. Taşta oluşan titreşim ise, tekrarlamalı (sönümsüz) olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmadaki teori ve çözümlerin sadece silindirik taşlamaya değil diğer taşlama işlemlerine de uygulanabileceği ifade edilmiştir (McFarland and Bailey, 1999).

Yapılan bir dalma taşlama çalışmasında deneysel sonuçlar, kırılğan malzemelerin (metal dışı) taşlanmasında taş karakteristiğinin performansı önemli derecede etkilediğini göstermektedir. Araştırmada bir taneyi esas alarak, kesme kalınlığı modeli taşlama işleminin kinematik simülasyonuna dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu model, taş parametreleri (tane boyutu, konsantrasyon (doku), birleştirme maddesi) ile talaş kalınlığı ve taş alanı arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Yapılan model ve deneyler seçilen üç parametreden tane boyutunun taşlama performansı üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Saini, 1990; Miller and Dow, 1999).

Sıcak izostatik preslenmiş (HIP) östenitik (PM 316L), duplex (PM 2205), süper dubleks (PM 2507) ve ham döküm (AC 304) paslanmaz çeliklerin taşlama oranı, taşlama kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü alüminyum oksit zımpara taşlarıyla taşlanması esnasında ölçülmüştür. Taşlama oranının, AC 304, PM 316L, PM 2205 ve PM 2507 çeliklerinde yazıldığı sıraya göre azaldığı görülmüştür (Jiang and Paro, 1996).

Silindirik taşlama tezgahında yapılan bir çalışmada, alüminyum oksit zımpara taşları kullanılarak taşlanan, çeliklerin aşınma oranı ile yüzey pürüzlülüğü arasındaki ilişki incelenmiştir. Çeşitli fiziksel özellikler ihtiva eden değişik zımpara taşlarının, taşlama oranı ve yüzey pürüzlülüğüne etkileri karşılaştırılmıştır. Yapılan deneylerde, taş tane büyüklüğü, taş dokusu ve taş sertliğinin, taşlama oranı ve yüzey pürüzlülüğünü önemli derecede etkilediği görülmüştür. Aynı çalışmalarda

çeşitli malzemeler kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerine göre farklı etkiler göstermiştir (Güllü, 1995; Demir, 1998).

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde taşlamanın önemi ve amaçları hakkında genel bilgi verilmiştir. İkinci bölümde taşlama işleminde kullanılan aşındırıcılar ve özellikleri, taşlamada talaş kaldırma mekaniği ise üçüncü bölümde incelenmiştir. Daha sonra bileme ve taş aşınmasının iş parçası üzerindeki etkileri ve ısı oluşumu incelenmiştir. Son olarak yapılmış çeşitli çalışmalardan örnekler verilmiştir. Bu çalışmalardan şu sonuçlar çıkarılmıştır.

- Taşlama işleminde, kesici olarak kullanılan taş tanelerinin geometrik şekillerinin düzenli olmamasından dolayı, kesici tanelerin kesme açılarını ve her taneye ne kadar talaş geleceğini tam olarak belirleyip hesaplamak mümkün olmadığından taşlama işleminin modellenmesi zordur.
- Taşlama işleminde taşlama oranı ve yüzey pürüzlülüğüne etki eden en önemli parametrelerden birinin taş tane büyüklüğü olduğu görülmüştür.
- Taşlama işleminde taş tanelerinin körelmesinden dolayı bitirme yüzeyi kalitesinin verilen tolerans sınırını aşmadan taşlar zamanında bilenmelidir. Belirli bir miktar talaş kaldırmış taşlarda oluşan taşlama kuvvetleri, yeni bilenmiş taşlarda oluşan taşlama kuvvetlerinin yaklaşık üç katı olduğu görülmüştür.
- Taşlama işleminde oluşan sıcaklık (1000 °C – 1500 °C), yeterli soğutma, taş tanelerinin keskin kalması ve taşlama kuvvetlerinin düşük tutulması ile minimize edilebilmektedir.
- Etkin bir taşlama için tane kesme derinliğinin 0.02 µm'den daha büyük olması gerekmektedir.
- Taşlama işlemi esnasında oluşan taşlama kuvvetlerinin ölçülmesi ve bu kuvvetlerin taşın özelliklerinden (taş tane büyüklüğü, taş dokusu ve taş sertliği) nasıl etkilendiğinin araştırılması gerekmektedir.
- Aynı taşlama şartlarında oluşan taşlama kuvvetleriyle yüzey pürüzlülüğünün ilişkisinin incelenmesi gerekmektedir.

8. TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı destekleyen Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Araştırma Fon Saymanlığına teşekkür ederiz.

9. KAYNAKLAR

- Akkurt, M. 1996. Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, İ.T.Ü. Makina Fakültesi, İstanbul.
- Anonim, 1977. TS 291. Taşlama Taşları, Türk Standardları, Ankara.
- Benmalek, M., Gimenez, P., Peyre, J. P. and Tournier, C. 1991. Characterisation And Comparison of Thin Layers Deposited by Different Physical Vapour Deposition Processes, Surface And Coatings Technology, (48), 181-187.
- Brinksmeier, E., Cammett, J. J., Leskova, P., Peters, J. And Tonshoff, H. K., Residual, 1982. Stresses-Measurement And Causes In Machining Processes. Ann. CIRP, (31), 491-510.
- Bull, S. J. 1992. Correlation of Microstructure And Properties of Hard Coating, Vacuum, (43), 287-391.
- Cander, P. 1975. "The Intrinsic Characteristics of Ground Surface", Reprinted From The Proceedings of The Abrasive Engineering Society's International Technical Conference.
- Chen, X., Brian, W. 1996a. Analysis and Simulation of The Grinding Process, Part II: Mechanics of Grinding, International Journal of Machine Tools&Manufacture, Pergaman, 36, 883-896.
- Chen, X., Brian, W. 1996b. Analysis and Simulation of The Grinding Process, Part III: Comparison With Experiment, International Journal of Machine Tools&Manufacture, Pergaman, (36), 897-906.
- Chen, X., Brian, W. 1999. A Grinding Power Model for Selection of Dressing And Grinding Conditions, Journal of Manufacturing Science And Engineering, ASME, (121), 632-637.
- Demir, H. 1998. Alüminyum Oksit Zımpara Taşlarıyla Silindirik Taşlamada Çeşitli Çelikler İçin Taşlama Oranlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi.
- Demir, H., Güllü, A. 1999. Silindirik Taşlamada Taşlama Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğü Ve Taşlama Oranı Arasındaki İlişkinin Araştırılması, TEKNOLOJİ ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, No (1-2), 159-167.
- Fuh, K., Wabg, S. 1997. Force Modelling and Forecasting In Creep Feed Grinding Using Improved BP Neural Network, International Journal of Machine Tools&Manufacture, Pergaman, 37, 1167-1178.

- Güllü, A. 1995. Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımı İle Optimizasyonu, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bil. Ens. Makina Eğitimi, Ankara.
- Güllü, A., Ercan, F., 1994. Zımpara Taşlarının Bilenmesi ve Taşlama Verimliliği, Endüstriyel Teknoloji Bilimsel ve Teknik Dergi, Ankara, 1 (1), 54-59.
- Harris, M.W., Lavine, A.S. 1991. Thermal Aspects of Grinding: The Effect of The Wheel Bond on Heat Transfer To on Abrasive Grain, Journal of Engineering For Industry, (113), 395-401.
- Henriksen, E. K. 1951. Residual Stresses in Machined Surfaces, J. Appl. Mech., ASME, (73), 69-76.
- Holmberg, K., Matthews, A. 1994. Coating Tribology, Elsevier, 11-268.
- Jiang, L., Paro, J. 1996. Comparison of Hipped Austenitic 316L, Duplex 2205 And Super Duplex 2507 And As-Cast 304 Stainless Steels Using Alumina Wheel, Journal of Processing Technology, Elsevier, (62), 1-9.
- Kim., S. H, Ahn, J. H. 1999. Decision of Dressing Interval And Depth By The Direct Measurement Of The Grinding Wheel Surface, Journal of Processing Technology, Elsevier, (88), 190-194.
- Lemon, J., 1968. Study of Grinding Process As Applied To High-Strength Thermal-Resistant Alloys, Concart Af 33 (615)-5412, AFML-TR 68-309, Universty of Cincinnati.
- Lindsay R. P. 1971. On The Metal Removal And Wheel Removal Parameters, Surface Finish, Geometry And Thermal Damage In Precision Grinding, Ph.D. Dissertation, Worcester Polytechnic Institute.
- Lim, G.H. 1995. Tool Wear in Machine Turning, Journal of Materials Processing Technology, 25-36.
- Lissaman, A. J., Marti, S. J. 1982. Principles of Engineering Production, Second Edition, Great Britain.
- Malikin, S. 1989. Grinding Technology and Applications, Ellis Horwood, Chichester.
- Matsumoto, Y., Barash, M. And Liu, C. R. 1986. Effecting of Hardness on the Surface Integrity of AISI 4340 Steel, J. Eng. Ind. ASME, (108), 196-175.
- Matsuo, T., Sonoda, S., 1986. The Rating of Wheel in Laboratory Snag Grinding, Ann. CIRP, (29), 221.
- Mcfarland, D. M., Bailey, G. E. 1999. The Desing and Analysis oof A Ploypropylene Hub CBN Wheel To Suppress Grinding Chatter, Journal of Manufacturing Science And Engineering, ASME, (121), 28-31.
- Miller, M.H., Dow, T. A. 1999. Influence of The Grinding Wheel In The Ductile Grinding of Brittle Material: Development And Verification of Kinematic Based Model, Journal of Manufacturing Science And Engineering, ASME, (121), 638-646.
- Nakayama, K., Brecker, J., Shaw, M. C. 1971. Grinding Wheel Elasticity, Trans. ASME J. Engng Ind. 93 (5), 609-614.
- Pandey, S. J., Halder S. N., Lal, G. K. 1980. Evaluation of Grinding Wheel Performance, Wear, (58), 237.
- Rajmohan, B., Radhakrishnan, V. 1994. On The Possibility of Process Monitoring in The Grinding By Spark Intensity Measurements, Jornal of Engineering For Industry, (116), 124-129.
- Ramseh, N., Radhakrishnan, V., Muriti, Y. V. S. 1980. Investigations on Laser Dressing Of Grinding Wheels, Part I. Preliminary Study, Journal of Engineering for Industry ASME, III, 244-251.
- Robert, S. H., Lindsay, R. P. 1971. Principles of Grinding, Part I Basic Relationships in Precision Grinding, Reprinted From Machinery.
- Ruisseax, N. R., Zerkle, R. D. 1970. Thermal Analysis of The Grinding Prcess, Journal of Engineering For Industry, 428-434.
- Saini, D. P. 1990. Wheel Hardness and Local Elastic Deflections in Girinding, Int. Mach. Tools Manufact., (119), 509-519.
- Saini, D. P., Wager, G. J., 1982. And Brown, R. H., Practical Significance of Contact Deflections İn Grinding, Ann, CIRP 31 (1), 215-219.
- Schey, J. A. 1987. Introduction To Manufacturing Processes, Mc Graw Hill Book Company, Second Edition, Singapore, 441-553.
- Shaw, M.C. 1994. A Production Engineering Approach To Grinding Temperatures, Journal of Materials Processing Technology, Elsevier, (44), 59-169.

Srihari, G., Lal, G. K. 1994. Mechanics of Vertical Surface Grinding, Journal of Processing Technology, Elsevier, Vol (44), 14-28.

Srihari, G., Lal, G. K. 1996. Mechanics of Vertical Surface Grinding, Journal of Processing Technology, Elsevier, 1 (62), 393-396.

Srivastava, A. K., Yuen K. M., and Ebestavi M. A. 1992. Surface Finish in Robotic Disk Grinding, International Journal of Machine Tools and Manufacture, (32), 269-297.

Subramanian, K., Lindsay, R. P. 1992. A Systems Approach for the Use of Vitrified Bonded Superabrasive Wheels for Precision Production Grinding, Journal of Engineering for Industry, (114), 61-66.

Tetsuo. M. 1978. An Investigation of the Wear of Abrasive Grains, Kumamoto University, Japan.

Tonshoff, H. K., and Brinksmeier, E. 1980. Determination of Mechanical and Thermal Influences On Machined Surfaces By Microhardness and Residual Stresses Analysis. Ann. CIRP, (29), 519-530.

Verkerk, J. 1977. Final Report Concerning CIRP

Cooperative Work on The Characterization of Grinding Wheel Topography, Ann, CIRP 26 (2), 385-395.

Wen, M., Tay, A.O. and Nee, A. C. 1992. Micro-Computer Based Optimization of The Surface Grinding Process, Journal of Materials Processing Technology, Elsevier, Vol (29), 75-90.

Yasui H. and Matsuo T. 1980. Characterization of Wheel Wear in High Depth of Cut Grinding, Department of Production Engineering, Kumamoto Uni., Japan .

Yu, X.X., Lau, W. S. 1999. A Finite-Element Analysis of Residual Stress in Stretch Grinding, Journal of Processing Technology, Elsevier, (94), 13-22.

Yui, A. S., Lee, H. 1996. Surface Grinding With Ultra High Speed CBN Wheel, Journal of Materials Processing Technology, (62), 393-396.

Zhong P. S., Zhu, C. B. and Trmal G. 1994. An Application of Expert System Approach To Production Grinding, Lapping and Polishing Processes For Optical Products, Journal of Processing Technology, Elsevier, (44), 179-186.