

Hikmet Çalimli
MSc.

Ostim Mesleki Eğitim Merkezi
Ostim/ANKARA

Abdulkadir Güllü
Yrd.Doç.Dr.

Makine Bölümü
Teknik Eğitim Fakültesi
Gazi Üniversitesi ANKARA

Lepleme İşleminde İş Malzemesi Sertliğinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Bu çalışmada, bir çok alanda ihtiyaç duyulan iyi bir yüzey pürüzlülüğü elde etmek için iş malzemesi sertliğinin lepleme işlemine etkisi araştırılmıştır. İş malzemesi olarak AISI 8620 semantasyon çeliği seçilmiştir. Deneylerde kullanılan numuneler iki gruba ayrılmış, birinci grup suda sertleştirilmiş (40 HRC), ikinci grup malzemelere hiçbir ısı işlem yapılmamıştır (24 HRC). Bu malzemeler basınç ve süreye göre düzlem yüzey lepleme tezgahında leplenmiş, her işlem için yüzey pürüzlülükleri ölçülerek malzeme sertliğinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi incelenmiştir. Lepleme işlemi sonunda sert malzemelerin yüzey pürüzlülüğünde önemli derecede iyileşme olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Lepleme İşlemi, Lepleme Süresi, Lepleme Basıncı, Yüzey Pürüzlülüğü, Sertlik

GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle birlikte işlenen yüzey özelliklerinde iyileşme ve ölçü tamlığı konusunda beklentiler de artmaktadır. 1960'lara kadar yüzey kalitesi için ortalama pürüzlük değeri olarak 10 µm yeterli görülürken, 2000'li yıllarda istenilen yüzey kalitesi 100 nm'ye kadar düşmüştür. Teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte her alanda ölçü, biçim ve görünüş tamlığı isteği artmıştır. Teknolojinin ihtiyaç duyduğu parçaları istenilen düzeyde üretmek farklı araştırmalar yapılmasını gerektirmektedir [1,2].

Lepleme işlenmiş yüzeylerde, yüksek kalitede yüzey elde etmek amacıyla uygulanan bir talaş kaldırma işlemidir. Lepleme, dört ana amaç için yapılmaktadır:

- 1) Ölçü tamlığı sağlamak,
- 2) Daha iyi (parlak) yüzey elde etmek,
- 3) Yüzey tamlığını sağlamak (hatalı yüzeyleri düzeltmek)
- 4) Bir biri ile çalışan yüzeyler arasında uyumu sağlamak [3,4,5].

Lepleme çok yavaş bir işleme yöntemi olduğu için parametrelerin iyi bir şekilde tespiti gerekmektedir [6]. Ancak bu işlemi teorik olarak en iyi şekilde karakterize ederek yapmak çok zordur. Çünkü diğer yüzey işleme metotları gibi çok sayıda parametrenin etkilemesi, bu işlemi karmaşıktır [7]. Bu sebeple lepleme işlemi analiz etmek için deneysel araştırmalar yapılması gerekmektedir [8]. Diğer bitirme işlemlerine göre, lepleme işleminde iş parçasını manyetik ve diğer bağlama kalıpları ile tespit etmeye gerek duyulmaması, leplenmesi gereken iki yüzeyin aynı anda leplenebilmesi ve bu işlem sonucu parçalarda istenilen yüzey kalitesi, ölçü tamlığı ve paralellik sağlanması leplemenin avantajları olarak sayılabilir [9].

Yapılan araştırmalar sonucunda ülkemizde lepleme işlemi ile ilgili bir akademik araştırmaya rastlanmaması ve bundan sonra yapılacak olan araştırmalara temel oluşturması düşüncesiyle, bu çalışmada iş malzemesi sertliğinin yüzey kalitesine etkileri üzerinde durulmuştur.

MALZEME VE METOD

Bu çalışmada makine imalat sanayinde geniş kullanım alanı olan AISI 8620 semantasyon çeliği kullanılmıştır [10]. Numunelerin kimyasal analizleri, Spektrometre cihazı ile KOSGEB Ankara Danışmanlık ve Kalite Geliştirme Merkezinde yapılmış ve Çizelge 1'de verilmiştir.

Çapı 26 mm, boyu 17 mm olan 72 adet numune kesilmiş ve numunelerin boyları tornalanarak 15 mm'ye düşürülmüştür. Bunların 36 adedi tav fırınında 950 °C sıcaklıkta 30 dakika bekletilerek suda sertleştirilmiş diğer numunelere ısı işlem yapılmamıştır. Daha sonra tüm numunelerin boyları 14 mm olacak şekilde taşlanmıştır.

Boyları 14 mm olan numunelerden 5'er adet seçilerek, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Malzeme Laboratuvarında sertlikleri ölçülmüştür. Her numune üzerinden üç ayrı bölgeden beşer ölçme yapılmış ve sertlik ölçüm değerlerinin aritmetik ortalaması grubun sertliği olarak kabul edilmiştir. Bu değerler AISI 8620 sertleştirilmiş numuneler için 40 HRC ve AISI 8620 sertleştirilmemiş numuneler için 24 HRC olarak ölçülmüştür.

Çizelge 1. AISI 8620 malzemesinin kimyasal bileşimi

ELEMENT	%	ELEMENT	%
Karbon (C)	0,2132	Alüminyum (Al)	0,0237
Bakır (Cu)	0,154	Molibden (Mo)	0,172
Demir (Fe)	97,20	Wolfram (W)	0,0802
Fosfat (P)	0,00431	Mangan (Mn)	0,758
Kükürt (S)	0,02041	Antimon (Sb)	0,0596
Krom (Cr)	0,513	Silisyum (Si)	0,309
Nikel (Ni)	0,474	Kobalt (Co)	0,0244
Kalay (Sn)	0,0121		

Deneylerin yapıldığı düzlem lepleme tezgahının üç ayrı haznesi olup her haznenin basıncı 0-758 kPa aralığında ayarlanabilmektedir. Basınç pnömatik olarak her pistonu ait bir manometre ile kontrol edilmektedir. Lepleme diski dökme demirden yapılmış olup devir sayısı 147,6 devir/dakikadadır. Lepleme işleminde aşındırıcı olarak SiC F 220 [11], lepleme sıvısı (yağı) olarak LAPPING BASE 6948 kullanılmıştır. Lepleme karışımı (aşındırıcı toz ve yağ) 1/4 olarak ayarlanmıştır [12]. Deneyler sırasında lepleme tezgahına ait tutucular kullanılmamış, iş parçalarının ölçü ve şekline uygun fiber malzemeden yeni tutucular yapılmıştır. Deney yapılmadan önce lepleme diski ve haznesi gaz yağı ile temizlenmiştir.

Deney Parametreleri ve Yapılışı

Yapılmış olan araştırmalarda, lepleme işleminde yüzey pürüzlülüğüne etki eden bir çok parametrenin olduğu görülmüştür. Bu parametreler; lepleme basıncı, titreşim hızı, aşındırıcının tane boyutu, lepleme süresi, lepleme disk hızı, leplenen malzemenin sertliği, karışım cinsi, karışım oranı, karışımın debisi ve lepleme karışımı kullanılıp kullanılmaması olarak sayılabilir [7,8]. Bu çalışmada, araştırma konusu olarak yukarıda sayılan lepleme parametrelerinden leplenen malzemenin sertliği ele alınmıştır.

Lepleme karışımının homojen olması için karışım mikserlenerek hazırlanmıştır. Karışımın debisi 66,6 ml/dak olarak ayarlanmıştır. Lepleme basıncı pnömatik bir sistemle sağlanmaktadır. Yapılan deney takip formuna göre birinci, ikinci ve üçüncü haznelerin basınçları sırayla 68.95, 206.85 ve 344.75 kPa basınca ayarlanmıştır. Bu basınçlarda numuneler sırasıyla 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dak sürelerde leplenmiştir. Hazneden alınan numuneler benzinle yıkanmış ve oksitlenmeyecek şekilde muhafaza edilmiştir. Daha sonra birinci, ikinci ve üçüncü hazne basınçları sırayla 482.65, 620.55 ve 689.5 kPa basınca ayarlanmış ve numuneler sırasıyla 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 dak süreyle leplenmiştir.

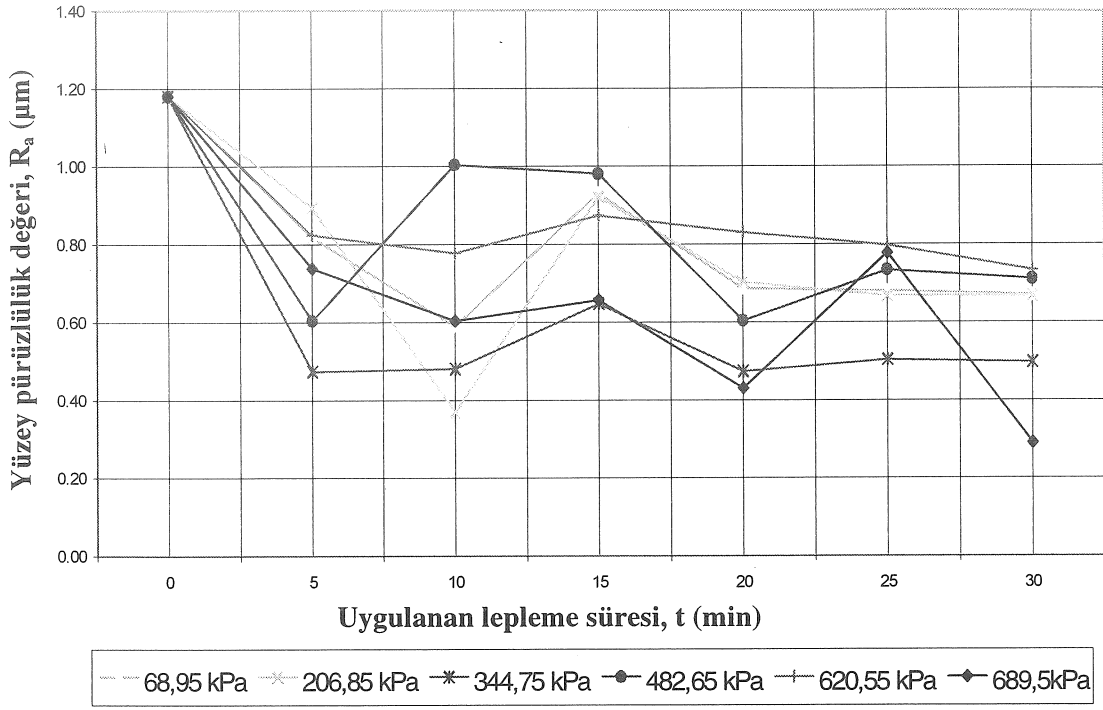
Yüzey Pürüzlülüğünün Ölçülmesi

Leplenen numuneler, benzin dolu bir kaba ayrı ayrı daldırılmış ve basınçlı havayla temizlenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü izleyici uçlu (stylus) cihazlar yöntemi kullanılarak [13] SurfTest-211 (Mitutoyo) pürüzlülük ölçme cihazıyla, ortam sıcaklığı $20 \pm 1^\circ\text{C}$ şartları sağlandıktan sonra yapılmıştır. Tüm numuneler üç ayrı bölgeden, dış kenardan içe doğru ölçülmüştür. Ölçülen bölgelerin R_a , R_z ve R_t değerlerinin aritmetik ortalamaları alınmıştır.

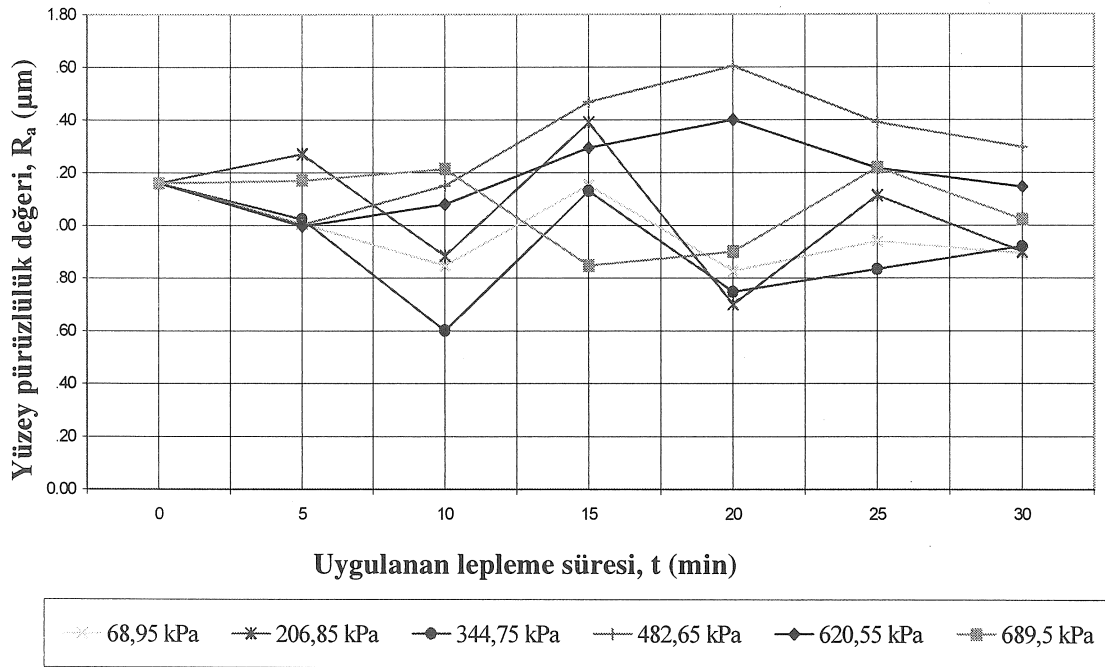
DENEYSEL BULGULAR

Leplenen Yüzeylerde Ortalama Yüzey Pürüzlülük Değerleri

Şekil 1 ve Şekil 2'de sertleştirilmiş ve sertleştirilmemiş numunelerin leplene sonrası ölçülen yüzey pürüzlülük değerleri görülmektedir. Toplam 36 adet yüzey pürüzlülüğü değeri ölçülmüştür. Sertleştirilmemiş numunelerin ölçülen pürüzlülük değerlerinden 11 tanesinde başlangıç yüzey pürüzlülük değerine göre artma olmuştur. Sertleştirilmiş numunelerde ise başlangıç yüzey pürüzlülük değerine göre artma olmamıştır. Lepleme sonrası yüzey pürüzlülük değerleri, sertleştirilmemiş numunelerde 1,6-0,6 μm arasında değişirken, sertleştirilmiş numunelerde 1-0,3 μm olmuştur. Elde edilen en iyi değerlere göre iyileşme sertleştirilmemiş numunelerde % 49, sertleştirilmiş numunelerde yaklaşık %73 olmuştur. Bu sonucu Lamropulos ve arkadaşlarının çalışmaları desteklemektedir [14].



Şekil 1. Sertleştirilmiş AISI 8620 numunelerin lepleme süresi (t) ve R_a ilişkisi



Şekil 2. Sertleştirilmemiş AISI 8620 numunelerin lepleme süresi (t) ve R_a ilişkisi

Yüzey Pürüzlüklerinin (R_a) Lepleme Sürelerine Göre Değişimi

Farklı basınçlarda lepleme sürelerine göre ölçülen pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamaları Şekil 3' de verilmiştir. Sertleştirilmiş numunelerde süreye bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünde iyileşme olmuş, sertleştirilmemiş numunelerde ise bu iyileşme görülmemiştir. En iyi değerler sertleştirilmiş numunede 0,7 μm sertleştirilmemiş numunede 0,9 μm olmuştur. En kötü değer sertleştirilmiş numunede 0,95 μm , sertleştirilmemiş numunede 1,21 μm olmuştur.

Yüzey Pürüzlüklerinin (R_a) Basınca Göre Değişimi

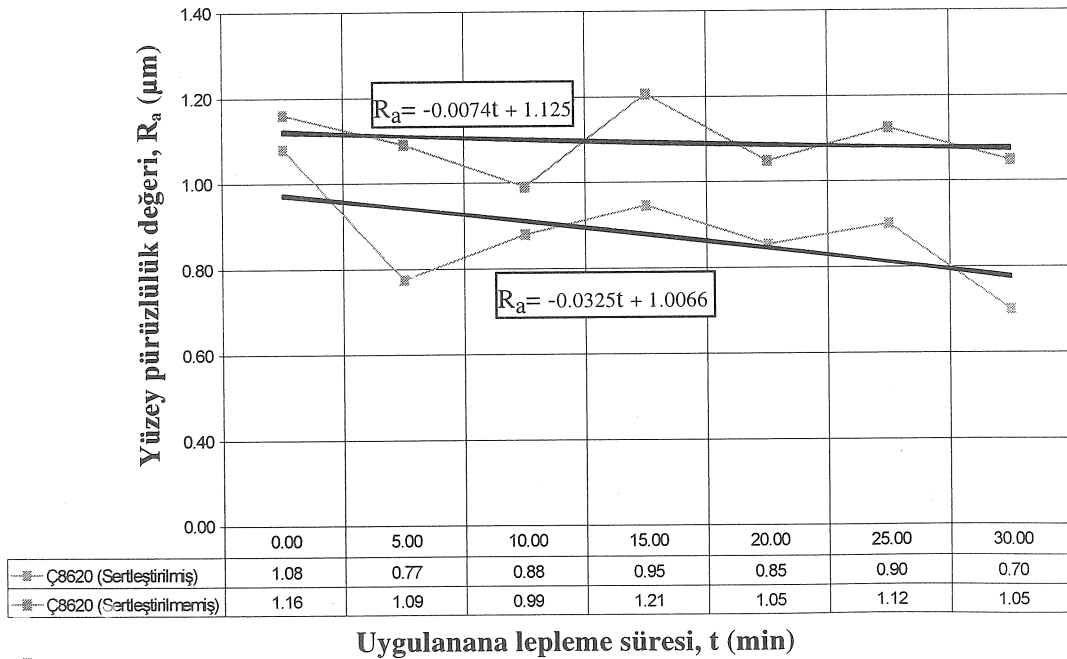
Farklı sürelerde lepleme basınçlarına göre ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalamaları alınmış ve Şekil 4'deki grafik elde edilmiştir. Grafik incelendiğinde sertleştirilmiş numunelerde basınca bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünde iyileşme olmuş, sertleştirilmemiş numunelerde ise kötüleşme oluşmuştur. En iyi pürüzlülük değerleri sertleştirilmiş numunede 0,63 μm , sertleştirilmemiş numunede 0,92 μm olmuştur. En kötü değer sertleştirilmiş numunede 0,86 μm , sertleştirilmemiş numunede 1,3 μm olmuştur.

Sabit Basınçta (344,75 kPa) Farklı Lepleme Sürelerine Göre Yüzey Görüntüleri

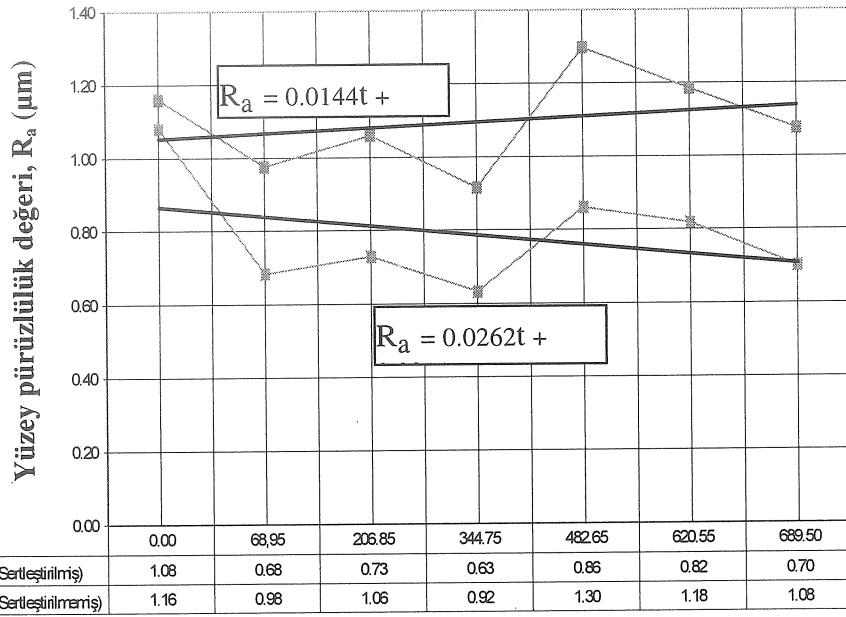
Şekil 5. ve Şekil 6'da 10, 20 ve 30 dakikalık lepleme sürelerinde sabit basınç (344,75 kPa) altında leplenen malzemelerin yüzey fotoğrafları görülmektedir. Mikro fotoğraflar incelendiğinde serbest kalan aşındırıcı taneler yüzeyleri çizmiş ve yüzey yönleri paralel olmamıştır. Yüzeydeki çizikler 10 dakikada daha belirgin 30 dakikada daha az olmuştur. Lepleme işleminde tanecikler önce talaş kaldırır ve parçalanıp küçülen taneler daha sonra yüzeyi parlatma işlemi yaparlar.

Sabit Lepleme Süresinde (20 dakika) Farklı Basınçlara Göre Yüzey Görüntüleri

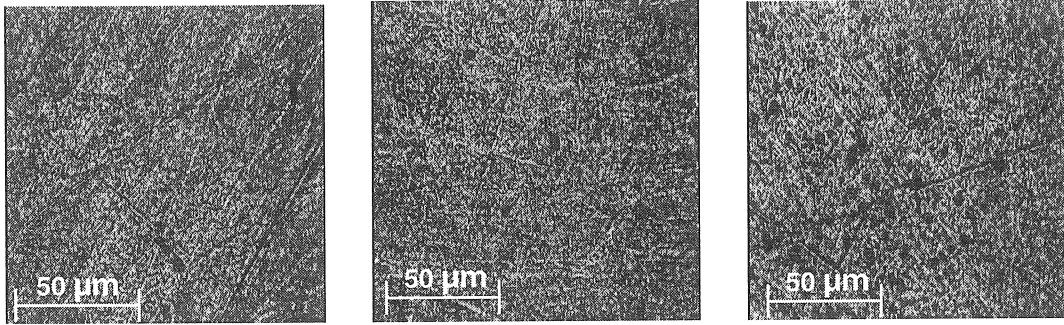
Şekil 7. ve Şekil 8.'de malzemelerin, 68,95 kPa, 344,85 kPa ve 689,5 kPa basınçlarda 20 dakika leplenmesiyle elde edilen yüzeylerin optik mikroskop görüntüleri incelendiğinde, düşük basınçlarda aşındırıcı taneler lepleme diskinde gömülmediği için yüzeylerde derin ve rasgele çizikler oluşmuştur. Yüksek basınçlarda çizikler azalmış, malzemeye batmış aşındırıcıların sebep olduğu siyah noktalar artmıştır.



Şekil 3. Lepleme işleminde süre ve ortalama R_a ilişkisi

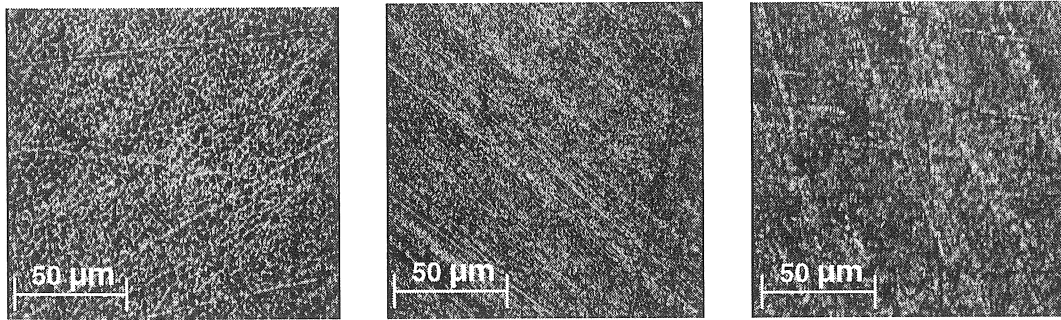


Şekil 4. Lepleme işleminde basınç ve ortalama R_a ilişkisi



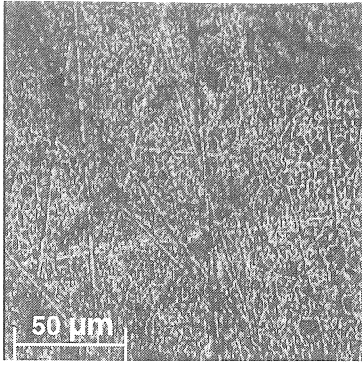
Süre : 10 dakika R_a : 0,71 μm Süre : 20 dakika R_a : 0,78 μm Süre : 30 dakika R_a : 0,49 μm

Şekil 5. Sertleştirilmiş AISI 8620 numunesinin 344,75 kPa sabit basınç altında ve farklı lepleme sürelerine göre yüzey görüntüsü

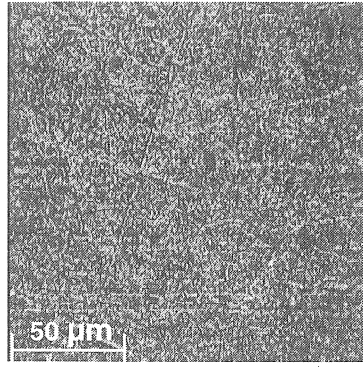


Süre : 10 dakika R_a : 0,6 μm Süre : 20 dakika R_a : 0,75 μm Süre : 30 dakika R_a : 0,92 μm

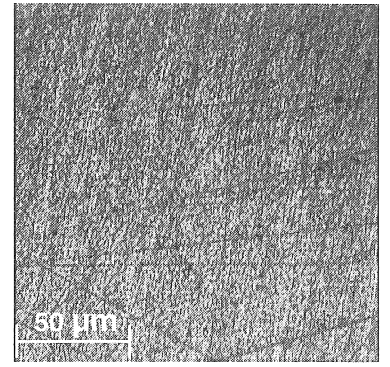
Şekil 6. Sertleştirilmemiş AISI 8620 numunesinin 344,75 kPa sabit basınç altında ve farklı lepleme sürelerine göre yüzey görüntüsü



Basınç, P : 68,95 kPa
R_a : 0,72 µm

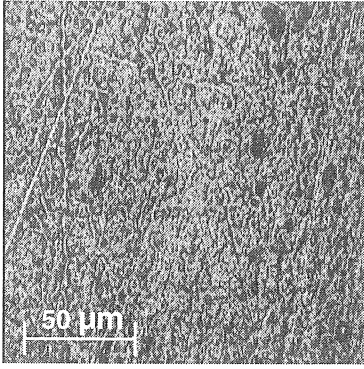


Basınç, P: 344,75 kPa
R_a : 0,78 µm

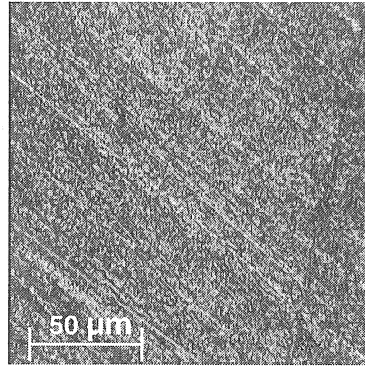


Basınç, P: 689,5 kPa
R_a : 0,68 µm

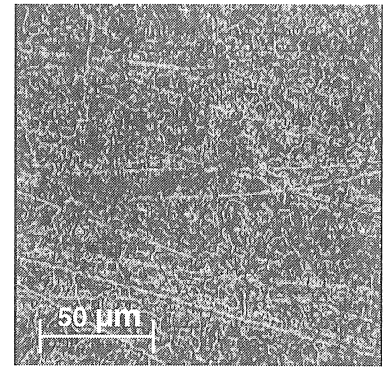
Şekil 7. Sertleştirilmiş AISI 8620 numunesinin 20 dakika sabit sürede ve farklı lepleme basınçlarına göre yüzey görüntüsü.



Basınç, P : 68,95 kPa
R_a : 1,15 µm



Basınç, P : 344,75 kPa
R_a : 0,75 µm



Basınç, P : 689,5 kPa
R_a : 0,81 µm

Şekil 8. Sertleştirilmemiş AISI 8620 numunesinin 20 dakika sabit sürede ve farklı lepleme basınçlarına göre yüzey görüntüsü.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada lepleme basıncı, lepleme süresi ve malzeme sertliğinin yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Leplemede kullanılan aşındırıcı tane büyüklüğü ve cinsi, lepleme karışım oranı, bu karışımın lepleme diskine akış debisi ve lepleme sıvısı parametreleri sabit tutulmuştur.

- Leplenen malzemenin sertliği elde edilen yüzey pürüzlülüğünde etkili olmuştur.
- Yumuşak malzemelerin leplenmesinde yüzey pürüzlülüğünde çok fazla iyileşme görülmemiştir. Bu sebeple yumuşak malzemelerin leplenmesinin iyi bir sonuç vermeyeceği düşünülmektedir.
- Lepleme işleminde tüm R_a yüzey pürüzlülük değerlerinin aritmetik ortalaması sertleştirilmiş

numunelerde 0,69 µm, sertleştirilmemiş numunelerde ise 0,79 µm elde edilmiştir. Yüzey pürüzlülük değerleri sertleştirilmiş numunelerde % 56,5 sertleştirilmemiş numunelerde % 8,4 iyileşme olmuştur.

- Sert malzemede yüzey pürüzlülüğünde iyileşme görülmüştür.
- Aşındırıcı taneler, serbest olmaları sebebiyle, özellikle sertleştirilmemiş yüzeyde, karmaşık ve bazen derin çiziklerin oluşmasına sebep olmuştur.

Lepleme işleminde çok sayıda parametrenin olması ve bunların hepsinin tam olarak değerlendirilmesi çok zor ve zaman alıcıdır. Serbest halde dolaşan aşındırıcı taneler rasgele yüzey pürüzlülüğü meydana getirmektedir. Elde edile

sonuçlara göre yumuşak malzemelerin leplenmesi pek önerilmemektedir.

THE EFFECTS OF WORK MATERIAL HARDNESS ON SURFACE ROUGHNESS IN LAPPING PROCESS

In this study, the effects of work material hardness on surface roughness in lapping process have been investigated to obtain a good surface finish which is needed in many industrial fields. As a test material AISI 8620 steel was preferred. The samples were divided in two groups, first group was water hardened (40 HRC) and second group had no heat treatment at all (24 HRC). All samples were lapped according to pressures and time available on a surface lapping machine and the effects of work material hardness on surface roughness was investigated by having measured each sample's surface roughness values. At the end of lapping process, it was observed that the surface roughness of hardened samples improved significantly.

Keywords: Lapping Process, Lapping Time, Lapping Pressure, Surface Roughness, Hardness

KAYNAKÇA

1. Nobuhide, I.; Hitoshi, O.; Sei, M.; Toshio, K.; Toshiro, K.; B., P., "Finishing characteristics of brittle materials by ELID-lap grinding using metal-resin bonded wheels", *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 38 (7): 747-762 (1998).
2. Dominic, S., Kyusojin, A., Isobe, H., Kaneko, Y., "Development of a new lapping method for high precision ball screw. (1 Report) -feasibility study of a prototyped lapping tool for automatic lapping process", *Precision Engineering*, 25(1): 63-69 (2001).
3. Krar, S. F., Check, A. F., "Technology Of Machine Tools Fifth Edition", *Mc Graw Hill*, New York, 180-183 (1997).
4. Bawa, H.S., "Workshop Technology.", 2, *McGraw Hill Publishing Company Limited*, New Delhi, 320-321 (1995).
5. Bağcı, M., Erişkin, Y., Aslaner, M., "Taşlamacılık ve Alet Bileme Teknolojisi", *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 4543-470 (1982).
6. Verspui M.A., De W., G., "Three-body abrasion: influence of applied load on bed thickness and particle size distribution in abrasive processes", *Journal European Ceramic Society*, 17 (2-3): 473-477(1997).
7. Perdo, L.G., De M., Jose D. B., "Effect of crystal orientation on lapping and polishing processes of natural quartz", *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control*, 47 (5): 1217-1227 (2000).
8. Kim, J.D., Choi, M.S., "Study on the optimization of the cylindrical lapping process for engineering fine-ceramics (Al₂O₃) by the statistical design method", *Journal of Materials Processing Technology*, 52(2-4): 368-385 (1995).
9. Krar, S. F., Oswald, J. W., Amand, J.E. St., "Technology Of Machine Tools", *Mc Graw Hill*, New York, 136-138 (1984).
10. Güllü, A., "Silindirik Taşlamada İstenen Yüzey Pürüzlülüğünü Elde Etmek İçin Taşlama Parametrelerinin Bilgisayar Yardımıyla Optimizasyonu", *Doktora Tezi, G.Ü. Makine Eğitimi Bölümü*, Ankara, 25-52 (1995).
11. <http://www.mfginfo.com> (2000).
12. Jiang, W., Liu, X. L., "Lapping technique of InP single crystal wafer", *Crystal Research and Technology*, 32 (2): 243-247 (1997).
13. Güllü, A., Özdemir A., Demir, H., "Yüzey pürüzlülüğü ölçme yöntemleri ve mukayesesi", *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi*, 1-2: 79-92 (2003).
14. Lambropoulos, J. C.; Su, X., Tong, F., "Loose abrasive lapping hardness of optical glasses and its interpretation", *Applied Optics*, 36(7): 1501-1516 (1997).