

Performance of the Iron Based Diamond Tools for Flat Glass Grinding

Mehmet Fatih Kahraman^{1*}, Murat Karaağaç² and Sabri Öztürk¹

¹Mechanical Engineering Department, Engineering-Architecture Faculty, Abant İzzet Baysal University, Bolu/Turkey

²Mechanical Engineering Department, Technology Faculty, Sakarya University, Sakarya/Turkey

*mfkahraman@ibu.edu.tr

Abstract – Grinding of brittle material such as glass is becoming crucial in consequence of rapid growth in the area of white goods. Industrial area, during flat glass processing iron based diamond wheels can be selected in order to improve the service life of the grinding wheels. In this study, diamond tool based on iron were applied on the experiments. Experiments were conducted on the industrial glass plant. As a result of experiments, service life of the grinding wheels and surface roughness of work pieces were determined. The outcomes show that the iron based grinding wheels are useful for grinding of flat glass.

Keywords – Flat glass, Grinding tools, Service life, Surface roughness, Diamond

Özet – Cam gibi kırılğan malzemelerin rodajlama işlemi, beyaz eşya sektöründeki hızlı büyümenin sonucunda önem kazanmaktadır. Endüstriyel alanda, düz camın işlenmesi sırasında takım ömrünü arttırmak için demir esaslı rodaj diskleri kullanılabilir. Bu çalışmada yapılan deneylerde demir bazlı elmas takımlar kullanılmıştır. Tüm deneyler endüstriyel olarak cam işleyen fabrikada gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda, rodaj disklerinin ömrü ve işlenen camın yüzey kalitesi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar demir esaslı rodaj diskin düz camın işlenmesi için uygun olduğunu göstermiştir.

Keywords – Düz cam, Rodaj diskleri, Takım ömrü, Yüzey pürüzlülüğü, Elmas

I. GİRİŞ

Cam sektörü beyaz eşya, otomotiv, inşaat, enerji, gıda, ilaç, kozmetik ve elektrik elektronik gibi birçok sektöre ürün vermektedir [1-3]. Türkiye, 2016 yılı verilerine göre yurtiçi ve yurtdışı yatırımları ile 4,7 milyon ton/yıl cam üretim kapasitesine sahiptir ve Avrupa’da cam üreten ülkeler arasında ilk 10 içerisine girmektedir [4]. Bununla birlikte cam endüstrisinde düz cam, özellikle beyaz eşya, otomotiv ve elektronik sektörlerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Talaş kaldırma ve taşlama işlemi düz camın işlenmesinde kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Dolayısıyla, düz cam mamullerinin imalatı için kullanılacak uzun ömürlü takımlara talep gün geçtikçe artış göstermektedir.

Mühendislerin bir imalat sürecinde karşılaştığı iki temel pratik problem vardır. Birincisi, istenen ürün kalitesini (teknik spesifikasyonları karşılayacak) verecek olan süreç parametrelerinin değerlerini belirlemek, ikincisi ise; mevcut kaynakları kullanarak imalat sistemi performansını en üst düzeye çıkarmaktır. Düz cam işlenmesinde bu performansı yükseltmek için pazarda sıkı bir rekabet ortamı oluşmuştur. Üretimde maliyetleri düşürmek için ekonomik üretim yöntemleri ile kalite gereksinim haline gelmiştir. Düz camın rodajlanmasında taşlama diskleri kullanılmaktadır. Üretim sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri ürünün kalitesini belirlemektedir.

Taşlama disklerinin çalışma ömrünü arttırmak için sert taneler kullanılmaktadır. Elmas taşlama diskleri, sert elmas taneler ile matrizen oluşan kompozit bir malzemedir [5,6]. Taşlama diskinin çalışma yüzeyi, hem taşlama tekerleği, elmas ve matrizen oluşan bağ malzemesine, hem de üretim esnasında uygulanan yöntemlere göre değişiklik göstermektedir [6]. Genellikle, yüzeydeki gevrek kırılma alt

yüzey hasarlarına ve düşük yüzey kalitesine neden olmaktadır [7]. Fakat iyi koşullar ve belirlenen parametreler ışığında gerçekleşen taşlama işleminde kırılğan malzemede kaliteli yüzeyler elde edilebilmektedir [8]. Daha önce yapılan araştırmalar, kullanılan elmas tane boyutlarının ürünün yüzey kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir [9]. Çeşitli çalışmalarda, farklı malzemeler ve mesh numaraları belirlenerek üretilen taşlama disklerinin yüzey kalitesine olan etkileri incelenmiştir [10-12].

Sunulan çalışmada, uzun ömürlü taşlama takımı için metal matrisli elmas tanecikli takım imal edilmiştir. Oluşturulan farklı elmas tanecik boyutlarına sahip taşlama disklerinin ömür değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca taşlanan camın yüzey pürüzlülüğü ölçülmüştür. 100/120 mesh boyutuna sahip elmas parçacıklar içeren takımın ömrünün 600/700 mesh parçacık boyutuna sahip takımlara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Kullanılan takımlar endüstride cam üretim hattında test edilmiştir.

II. MATERYAL VE METHOD

Çalışmada kullanılan düz camın kalınlığı 5.85 mm’dir. Metal matrisli elmas parçacıklı takımlarda %15 elmas ve %14 Co kullanılmıştır. Rodaj disklerinde kullanılan elmas parçacık boyutları sırasıyla 600/700 ve 100/120 mesh’dir. Disklerin dış çapı 150 mm, yüksekliği 6.5 mm ve segment genişliği 13 mm olarak seçilmiştir. İki farklı taşlama diskin de boyutları aynıdır. Taşlama işlemi için öngörülen kesme derinliği tüm işlemler için aynı olup 0.5 mm’dir. Deneylerde 650 mm uzunluğunda ve 450 mm genişliğinde numune kullanılmıştır. Taşlama diskinin ilerleme hızı 9000 mm/dak, disk dönme hızı ise 5000 devir/dak alınmıştır. Ortalama disk ömrü 5 adet taşlama diskinin ömür ortalaması alınarak

bulunmuştur. Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri Marsurf M300 cihazıyla yapılmıştır. JEOL 6390-LV marka elektron tarama mikroskopu (SEM) ile mikro yapı incelenmiştir. Taşlama sırasında soğutucu kullanılmıştır. Kullanılan soğutucu cam endüstrisinde kullanılan ticari bir soğutma sıvısıdır ve sıvı direk taşlama taşının yüzeyine püskürtülmektedir. Rodajlama esnasında kullanılan makine ve işlem Şekil 1'de görülmektedir.



Şek. 1 Rodaj diski ile taşlama işlemi

III. DENEYSEL SONUÇLAR VE BULGULAR

Ölçüleri bir önceki bölümde belirtilen iki farklı elmas boyutuna sahip demir bazlı taşlama taşları için elde edilen takım ömrü ve yüzey pürüzlülük değerleri yorumlanmıştır. Bu bölümde ilk önce farklı takımlar için elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri, sonra ise takım ömrü değerleri değerlendirilmiştir.

A. Yüzey Pürüzlülüğü

Ortalama yüzey pürüzlülüğü değeri (Ra) yüzey kalitesinin belirlemede kullanılan ve ISO 4287:1997 standartlarına göre ölçümle bulunan yüzey parametresidir. Cam malzemenin taşlanan yüzeyinde en az altı farklı noktadan yüzey pürüzlülüğü değerleri ölçülmüştür. Demir bazlı rodaj diskleri kullanılarak elde edilen ortalama yüzey pürüzlülük değerleri 600/700 ve 100/120 mesh boyutlu elmas parçacıklı takımlar için sırasıyla 1.684 μm ve 1.59 μm 'dir.

Elde edilen değerler incelendiğinde, demir esaslı taşlama diskinde elmas parçacık boyutu azaldıkça yüzey kalitesinde az miktarda iyileşme gözlenmiştir. Elmas parçacık tutma kabiliyeti arttıkça yüzey kalitesinde artış gözlenebilir. Elmas parçacık boyutu azaldıkça kullanılan elmas parçacık sayısı dolayısıyla yüzey alanı artar. Bu sayede terk süresi artmakta ve takım ömründe artış ve kısmen iş parçası malzemesinin yüzey kalitesinde iyileşme meydana gelmektedir.

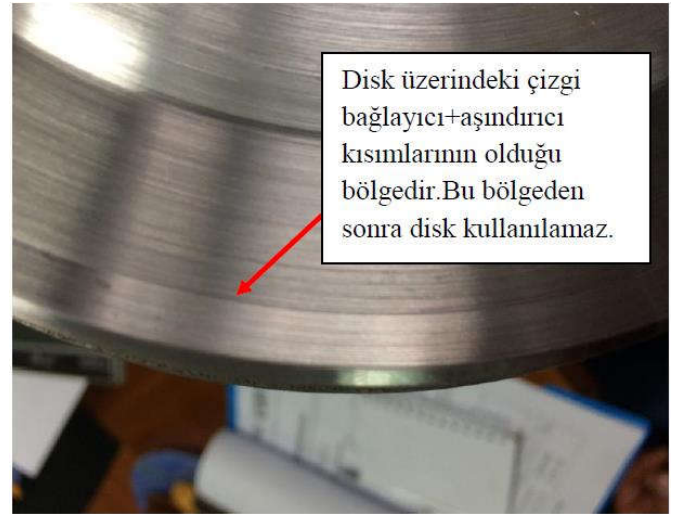
B. Takım Ömrü

Kullanılan rodaj diskleri metal gövde ile aşındırıcı ve bağlayıcıların oluşturduğu iki farklı bölümden oluşmaktadır. Takımın değiştirilene kadar ki çalışmasına ömür denilmektedir. Takımın ömrü işlenen parçadan kaldırılan talaş hacmiyle tanımlanmaktadır. Demir bazlı elmas parçacık içeren takımın sinterleme sıcaklığı bakır bazlı takıma göre yüksektir. Rodaj disklerinde aşındırıcı olarak kullanılan elmas yapı; küpün köşelerinde karbon atomları bulunan bir kristal yapıdır. Formüllerin içerisinde bulunan elmaslar iriliklerine göre sınıflandırılmaktadır. İriliklerinin belirlenmesi, belirli ipek numaralarına sahip eleklerden elmasların geçirilmesi ile yapılır. Şekil 2'de taşlama işleminde kullanılan farklı rodaj diskleri görülmektedir.



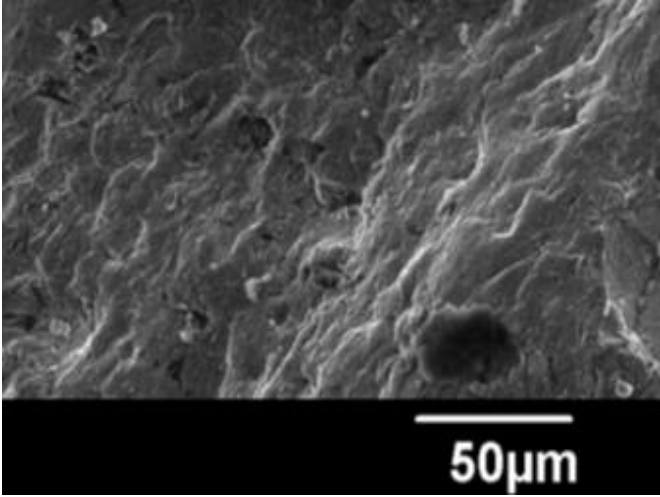
Şek. 2 Taşlama işleminde kullanılan rodaj diskleri

Kullanılan takımlar farklı disk profillerine sahip olabilmektedir. Ömrünü tamamlamış disklerde Şekil 3'de görüldüğü üzere bağlayıcı ve aşındırıcı kısmında çizgi oluşmaktadır. Bu çizgi bize rodaj diskinin ömrünü tamamladığını göstermektedir.



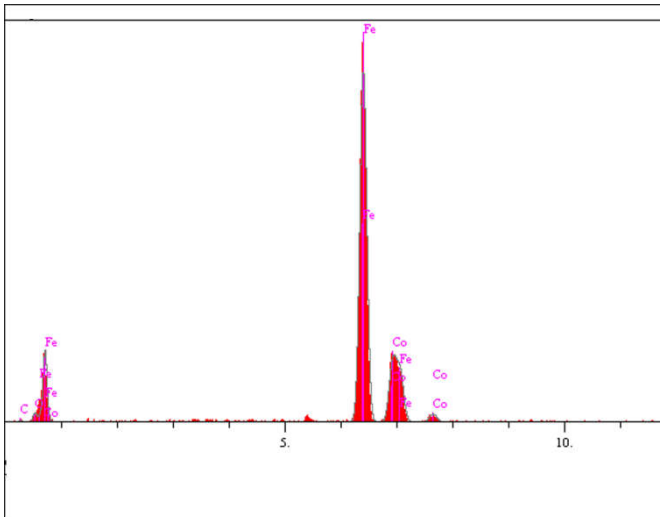
Şek. 3 Ömrünü tamamlamış rodaj diski

Şekil 4'de demir matris içine gömülü 600/700 mesh boyutlu elmas tanelerinin SEM fotoğrafı görülmektedir. Resim incelendiğinde güçlü yapışma gözlemlenebilmektedir. Demir matris malzemesi olarak kullanıldığında, elmas tanelerinin yüzeyi bozulmamış ve aynı zamanda temizdir.



Şek. 4 Demir matris içine gömülü elmas tanelerinin SEM fotoğrafları (büyütme 300x)

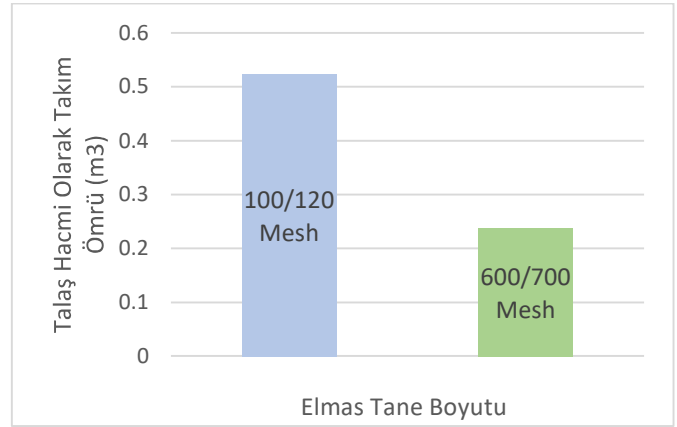
SEM analizi ile birlikte demir bazlı takımların aynı zamanda EDX (energy dispersive X-ray) analizi yapılmıştır. Analiz sonrası Şekil 5'deki sonuçlar elde edilmiştir. Rodaj diskin ilk kimyasal birleşimi ile ömrünü tamamladıktan sonraki kimyasal analizi karşılaştırıldığında rodaj diskinin kimyasal kompozisyonun değişmediği anlaşılmaktadır. Kompozisyonda cam gözlemlenmemiştir, bu ise rodajlama işleminde demirin cama ilgisizliğini göstermektedir. Si ve Ca rodaj diski üzerinde saptanmamıştır. Bu durum sayesinde üretimde verimlilik artırılabilir. Elmas taneler ile matris malzemesi arasında mükemmel birleşme gözlemlenmiştir. Analizlerden elde edilen sonuçlar ışığında herhangi bir atık madde tespit edilmemiştir. Daha önceki çalışmalarda ise bakır bazlı taşlama taşlarında taşlama sonrası cam parçacıkları tespit edilmiştir [2,3]. Dolayısıyla, SEM mikroskopundan elde edilen sonuçlar rodaj diski üzerindeki malzemenin karakteri hakkında bize bilgi sunmaktadır.



Şek. 5 Demir bazlı rodaj diskin EDX analizi

Şekil 6'da iki farklı elmas parçacık boyutuna sahip takımlar için elde edilen takım ömürleri gerçekleştirilen taşlama hacmi cinsinden verilmiştir. Demir esaslı elmas rodaj diskinin (600/700 mesh) çalışma ömrü değerleri 0.234 ile 0.239 m³ talaş hacmi değerleri arasında değişmektedir. Ortalama takım ömrü demir esaslı rodaj diski için 0.238 m³ olarak hesaplanmıştır. 100/120 mesh boyutuna sahip elmas içeren

demir bazlı taşlama diski için beş ayrı deney sonucuna göre ortalama disk ömrü ise 0.523 m³ olmuştur. Güçlü ara yüz yapışma kuvveti sayesinde demir esaslı taşlama diskleri uzun kullanım ömrüne sahiptir.



Şek. 6 Farklı mesh boyutlu rodaj diskleri için takım ömrü değerleri

IV. SONUÇLAR

Bu çalışmadaki deneyler düz cam fabrikasının üretim hattında gerçekleştirilmiştir. Beyaz eşya endüstri için kullanılan düz camlar demir bazlı elmas takımlarla işlenmiştir. 100/120 mesh boyutuna sahip rodaj diski 600/700 mesh'e sahip takıma göre 0.285 m³ daha fazla taşlama işlemi gerçekleştirmiştir. Yüzey pürüzlülük değerleri ölçümleri sonucunda ise daha küçük elmas boyutuna (100/120 mesh) sahip takımlarla elde edilen yüzey pürüzlülük değerleri daha büyük elmas parçacıklara (600/700 mesh) sahip disklerle göre 0.094 µm daha düşüktür. Elmas parçacık boyutundaki değişim düz camın yüzey kalitesini kısmen etkilemektedir. Ayrıca demir esaslı elmas parçacığa sahip takımlarla taşlama işlemi sonrası disklerde cam parçacıklarına rastlanmamıştır. Demir bazlı yüksek sinterleme sıcaklığıyla oluşturulmuş bu takımlar cam işlenmesine uygundur. Bu çalışmada elde edilen bulgular ve sonuçlar endüstriyel uygulamalar için üretimde verimliliği arttırmaya yönelik kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] "Cam ve cam ürünleri sanayi meclisi sektör raporu", 2012, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği.
- [2] Ozturk, S., 2016, "Grinding of flat glass with Fe-and Cu-based diamond tools", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 0954405416673113.
- [3] Ozturk, S., 2014, "Microstructural analysis of metal-bond diamond tools in grinding of flat glass", Materialwissenschaft Und Werkstofftechnik/Materials Science And Engineering Technology, Vol. 45, No. 3, Pages 187-191.
- [4] "Cam sektör raporu", 2016, Türkiye İstatistik Kurumu.
- [5] Lin, K. H., Peng, S. F., Lin, S. T. 2007, "Sintering parameters and wear performances of vitrified bond diamond grinding wheels", International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Vol. 25(1), Pages 25-31.
- [6] Chen, X., Rowe, W. B., 1996, "Analysis and simulation of the grinding process. Part I: generation of the grinding wheel surface", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 36(8), Pages 871-882.
- [7] Sun, X., Stephenson, D. J., Ohnishi, O., Baldwin, A., 2006, "An investigation into parallel and cross grinding of BK7 glass", Precision engineering, Vol. 30(2), Pages 145-153.
- [8] Zhong, Z. W., 2003, "Ductile or partial ductile mode machining of brittle materials", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 21(8), Pages 579-585.

- [9] Namba, Y., Abe, M., Kobayashi, A., 1993, "Ultraprecision grinding of optical glasses to produce super-smooth surfaces" *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Volume 42(1), Pages 417-420.
- [10] Itoh, N., Ohmori, H., 1996, "Grinding characteristics of hard and brittle materials by fine grain lapping wheels with ELID", *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 62(4), Pages 315-320.
- [11] Popov, A. V., 2009., "Increasing the efficiency of diamond edging of flat glass", *Glass and Ceramics*, Vol. 66(5), Pages 210-211.
- [12] Popov, A. V., 2008, "Increasing the quality of diamond wheels for hand grinding of high-quality and art glass", *Steklo Keram*, Volume 3, Pages 13-14.