

ASTM F75 Co-Cr-Mo alaşımının abrasiv aşınma davranışlarının araştırılması ve incelenmesi

Arsalan Alamdari Ilkhchi^{1*}, Mahmut Izciler²

¹Teknoloji Fakültesi/İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

²Teknoloji Fakültesi/İmalat Mühendisliği, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

*Corresponding author: arsalan.alamdari@gmail.com

Abstract – In this study, abrasive wear behaviors of Co-Cr-Mo alloy (ASTM F75) which is produced by casting method, were investigated. The prepared test samples were subjected to abrasive wear tests with different emery papers on the pin on disc wear device. In the abrasive tests, 400, 600 and 800 mesh emery papers were used and abrasive wear tests were performed under loads of 5, 10 and 20N. The tests were carried out at 22 oC temperature, at a shear rate of 0.8 m / s and at a length of 100 cm shear distance. EDS elemental analysis was performed to investigate the elements and chemical constituents on the surfaces of the samples and EFM surface analysis was performed to examine the qualities and roughness of the surfaces. The obtained results showed less weight loss at the higher meshes. It was observed that better quality surfaces were found in tests which were performed in higher mesh sizes.

Özet – Bu alışmada, döküm yöntemi ile üretilen Co-Cr-Mo ASTM F75 alaşımının abrasiv aşınma davranışları incelenmiştir. Hazırlanan deney numunelerin pin on disk aşınma cihazında farklı zımparalarla aşınma testlerine tabii tutulmuşlardır. Kullanılan zımparalar 400, 600 ve 800 meşlerde seçilmiş olup 5, 10 ve 20 N yükler altında abrasiv aşınma testi gerçekleştirilmiştir. Testler 22 OC sıcaklığında, 0,8 m/s kayma hızında ve 100 cm kayma mesafe boyunda yapılmıştır. Numunelerin yüzeylerinde bulunan elementlerin ve kimyasal bileşenlerin araştırılması için EDS elementel analizi ve yüzeylerin kaliteleri ve pürüzlülüklerin incelenmesi için EFM yüzey analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, daha yüksek meşlerdeki yapılan abrasiv aşınma testlerinde daha az ağırlık kaybını göstermiştir. Deneylerin yüzey analizlerine bakıldığında daha kaliteli yüzeyler, daha yüksek meşlerde yapılan aşınmalarda bulunmuştur.

Keywords – ASTM F75 Co-Cr-Mo, Abrasiv Aşınma, Yüzey Pürüzlülüğü, Pin on Disk

I. GİRİş

Aşınma, evden sanayiye kadar pek çok durumda karşımıza çıkmaktadır ve açıkça pratik önem taşıyan bir konudur. Bu nedenle insanın, aşınma yöntemi ve aşınma zamanlarını anlamak ve kontrol etmek için yüzyıllar boyunca denemesi ve çalışması, şaşırtıcı değildir[1]. Son yıllarda, araştırmacılar, kompozisyon, mikroyapı, mekanik özellikler ve aşınma davranışlarıyla ilgili kalitatif veri sağlamaya çalıştıklarından, aşınmanın materyal yönlerine olan ilgisi önemli ölçüde arttırılmıştır. Aşınma, Birbirlerine göre izafi hareket yapan temas halinde olan yüzeylerden parça koparak uzaklaşması olarak tanımlanabilir [4], ve aşınma, bileşenlerin nispi hareketinin söz konusu olduğu en yaygın endüstriyel problemdir. Endüstri'de en çok ortaya çıkan aşınma türü, abrasiv aşınma olarak bilinmektedir(11). Bu çalışmada, kullanımı yeni ve mekanik özellikler açısından zengin olan, bunun yanısıra aşınma türlerinden özellikle abrasiv aşınma türünde aşınmaya karşı yüksek dirençlilik gösteren Co-Cr-Mo alaşımına değinilmiştir. Bu Co-Cr-Mo alaşımı biyolojik olarak uyumlu bir malzemedir. Aynı zamanda, Bu malzemeler uzun süredir diş hekimliğinde ve yakın zamandan beri de yapay eklemlerde kullanılmaktadır. Üstün mekanik özellikleri, yüksek aşınma ve korozyon direnci nedeniyle, ortopedik implant malzemesi olarak özellikle kalça eklemi ve diz yenilemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alışmada, Co-

Cr-Mo alaşımının abrasiv aşınmaya karşı davranışı farklı parametreler deniyerek araştırılmıştır.

II. DENEYSEL ALIşMALAR

A. Test Malzemeleri

Bu çalışmada kullanılan test malzemesi Co-Cr-Mo ASTM F75 eliğidir. Bu alaşımının kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir. Kobalt bazlı alaşımların iki muhtemel kristal yapısı vardır: düşük sıcaklıklarda (417 ° C'nin altında) paketlenmiş altıgen (CPH) ve yüksek sıcaklıklarda (417 ° C'nin üstünde) yüzey merkezli küp (FCC). [21-22]. Bu malzemenin kullanım alanları: mekanik özelliklerinin iyi olmasından dolayı, havacılık, tıp ve diş hekimlik sektörlerinde kullanılmaktadır. Bu alaşımının mekaniksel özellikleri Tablo 2 de verilmiştir, Tablo 2'de görüldüğu gibi bu alaşım aşınma ve korozyona aşırı derecede dirençli olmaktadır.

Bu malzeme döküm yöntemiyle üretilmiş ve dişarıdan sağlanmıştır. Deney yapılan silindir numuneler 10mm çapta ve 20mm yükseklikte pim şekilde hazırlanmıştır.

Tablo 1. CoCrMo (ASTM F75) malzemenin kimyasal bileşeni (% ağırlık)

Cr	Mo	Co	Ni	Mn	C	Si
27.0-30.0	5.0-7.0	58.9-69.5	0.15	0.5	Max 0.35	0.7

Tablo 2. Co-Cr-Mo alaşımının mekanik özellikleri [23].

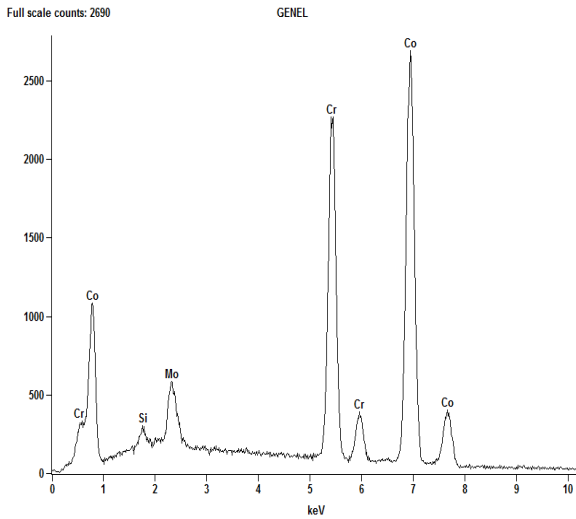
Aşınmaya dayanıklı (sert malzeme 45-50 HRC).	Paslanmaz çelikten daha güçlü.
Karmaşık şekillere dönüştürülebilir.	Yüksek korozyon direnci.
Darbe yüklemesi altında çok gevrek.	Zor işlenebilirliği.

B. Mikroyapı ve EDS Analizi

Hazırlanmış numunelerin kimyasal bileşenlerini daha detaylı incelenmesi için, numuneler EDS analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Hazırlanmış numunelerin EDS analiz sonuçları

Element	Weight Conc %	Atom Conc %
Si	0.70	1.43
Cr	29.84	33.02
Co	63.43	61.93
Mo	6.03	3.62



Şekil 1. Hazırlanmış numunelerin EDS analiz sonuçları

C. Abrasiv Aşınma Deneyleri

Abrasiv aşınma deneyini etkileyen bazı faktörler vardır. Bu çalışmada, pin-on-disk test cihazı kullanılarak kuru ortamda değişik kayma koşulları altında, mesh ve yük faktörlerini değiştirerek, yüzey pürüzlülüğü ve aşınma oranına olan etkileri oda sıcaklığında araştırılmıştır. Aşağıda verilen Tablo 4'te deney parametreleri verilmiştir. Hazırlanmış olan numuneler pin-on-disk test cihazında 5, 10 ve 20N yükler altında ve 0.8 m.s⁻¹ kayma hızında, 400, 600 ve 800 tane büyüklüğüne sahip (meş) SiC taneli abrasiv aşındırma kağıtları üzerinde yapılmıştır. Abrasiv zımpara üzerinde aşınma numuneleri, aşınma yönüne dik şekilde hareket ettirilmiş ve böylece numuneler daima yeni zımpara yüzeyine temas ettirilmiştir. Abrasiv zımpara üzerinde numunelerin toplam kayma mesafesi 100 cm'dir. Aşınma deneyinden önce ve sonra numuneler 10⁻⁴ gr hassasiyetinde elektronik terazi ile tartılarak aşınma kayıpları, Ağırlık kaybı cinsinden bulunmuştur.

Tablo 4. Bu çalışmada kullanılan parametreler

Parametre	Birim	Level 1	Level 2	Level 3
Yük	N	5	10	20
Meş Boyutu	-	400	600	800

III. DENEYSEL SONUÇLAR

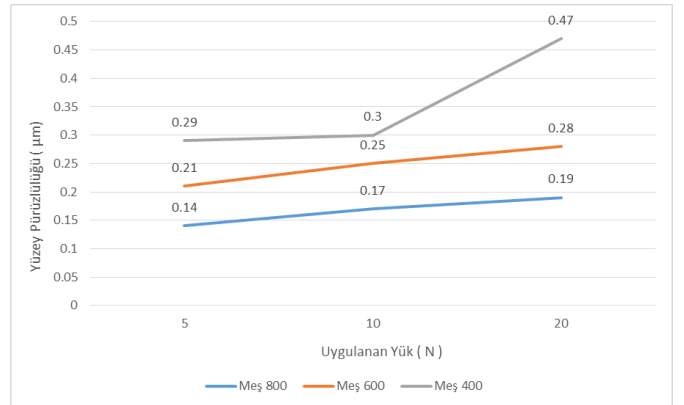
Bu çalışmada en önemli parametrelerden olan yüzey pürüzlülüğü ve ağırlık kaybı incelenmiştir. Yüzey pürüzlülüğü faktörü imalat sektöründe en önemli parametrelerden olup daima dikkate alınmıştır. Aşağıda ki Tablo 5'te parametreler ve elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 5. Kullanılan parametreler ve elde edilen sonuçlar

Numune sayısı	Parametreler		Sonuçlar	
	Yük (N)	Meş boyutu	Ağırlık Kaybı (mg)	Yüzey Pürüzlülüğü (µm)
1	5	400	21.3	0.29
2	5	600	16.7	0.21
3	5	800	7.3	0.14
4	10	400	37.1	0.3
5	10	600	28.1	0.25
6	10	800	13.1	0.17
7	20	400	52.1	0.47
8	20	600	45.4	0.28
9	20	800	27	0.19

A. Yük ve yüzey pürüzlülük ilişkisi

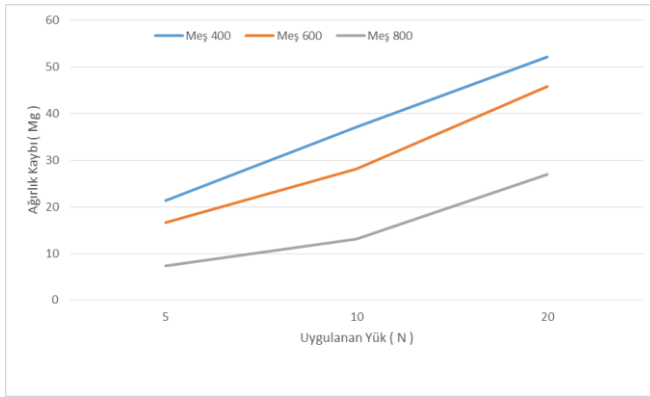
Şekil 2'de görüldüğü gibi, üçtane farklı 400,600 ve 800 meşe üç tane farklı yük 5,10 ve 20 N kullanılmıştır. Görüldüğü gibi, yükün artması ile beraber, numunelerin yüzeyindeki oluşan yüzey pürüzlülüğü de aynı oranda artmıştır. En yüksek artış 400 meşe aittir. Elde edilen en iyi yüzey pürüzlülüğü ise, 800 meşe 5 N yüke aittir, bunun sebebi ise zımparanın üstünde ki parçacıklarının çok fazla karşı malzemenin yüzeyine girmemesi ve ondan dolayı çok daha saf yüzey elde edilmesidir.



Şekil 2. Uygulanan farklı yüklerin, yüzey pürüzlülüğe olan etkisi

B. Yük ve Ağırlık kaybı (Aşınma oranı) ilişkisi

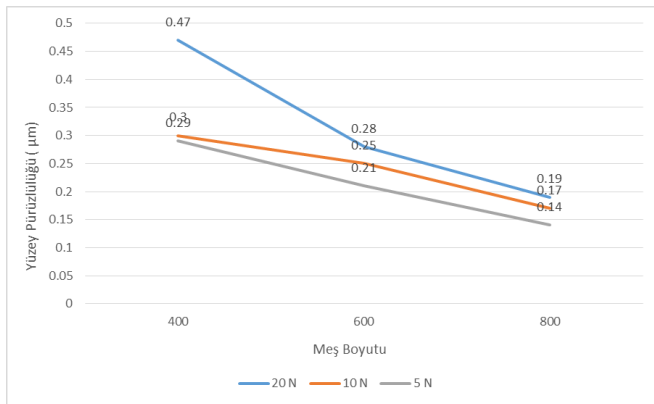
Uygulanan yükün ağırlık kaybı üzerinde kayda değer bir etkiye sahiptir. Şekil 3'ten görüldüğü gibi uygulanan yükün değişmesi ile, ağırlık kaybında da değişiklikler meydana gelmiştir. Dolayısıyla, uygulan yükün artmasıyla beraber ağırlık kaybında da artma meydana gelmiştir. Bunun sebebi ise uygulan yükün fazla olması ve zımpara üzerindeki zımpara tanecikleri daha fazla karşı yüzeyi etki etmesi ve yüzeyin daha fazla aşınmaya neden olduğu ve bundan dolayı ağırlık kaybının arttığı görülmüştür. En yüksek ağırlık kaybı 400 meşe ve 20 N da meydana gelmiştir.



Şekil 3. Uygulanan farklı yüklerin, ağırlık kaybına olan etkisi

C. Abrasiv tane boyutu ve yüzey pürüzlülük ilişkisi

Şekil 4'ten de görüldüğü gibi, mesh (tane) boyutuyla yüzey pürüzlülük arasında da önemli bir ilişki bulunmaktadır. Mesh boyutunun artmasıyla ters oranda yüzey pürüzlülüğü azalmaktadır. Diğer bir deyişle, meşe boyutunun artmasıyla daha temiz bir yüzey elde edilmektedir. Bunun nedeni ise, meşe boyutunun artmasıyla beraber zımparanın yüzeyinde bulunan aşındırıcı parçacıkların boyutlarının küçülmesidir. Aşındırıcı parçacıklarının küçük olması deneylerinin üzerinde daha ince pürüzlülük etkisi bırakarak daha temiz ve iyi yüzey elde edilmiştir.

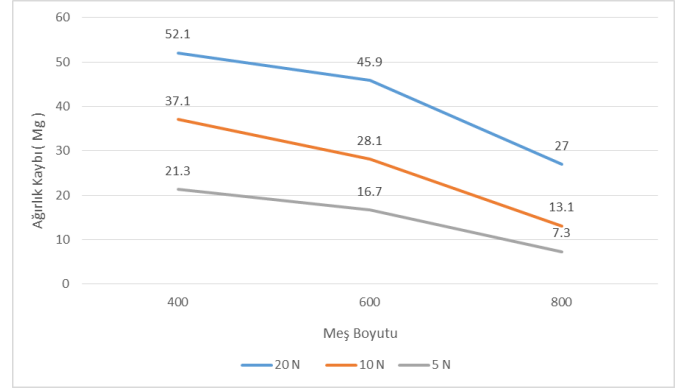


Şekil 4. Farklı Abrasiv tane boyutu ile yüzey pürüzlülüğünün ilişkisi

A. Abrasiv tane boyutu ve Ağırlık kaybı (Aşınma oranı) ilişkisi

Tane boyutu, yüzey pürüzlülük gibi, aşınma oranına da etki de bulunmaktadır. Şekil 5'te de görüldüğü gibi, meşe boyutunun

artmasıyla ağırlık kaybı ters oranda azalmaktadır; bunun sebebi ise, mesh boyutunun artmasıyla beraber zımpara üzerindeki aşındırıcı parçacıklar daha küçük olması ve aynı zamanda daha az aşınmaya sebep olmasıdır. En düşük ağırlık kaybı 800 mesh ve 5 N yükte tespit edilmiştir.



Şekil 5. Farklı Abrasiv tane boyutu ile ağırlık kaybı ilişkisi

IV. SONUÇLAR

DeneySEL çalışmaların sonunda aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir.

1. Yapılan deneysel çalışmalarda, uygulanan yükün artmasıyla beraber aşınma oranı ve aynı zamanda ağırlık kaybı artmaktadır.
2. Sonuçlara göre, uygulanan yükün yüzey pürüzlülüğüne önemli ölçüde etkilediği ve yükün artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün arttığı görülmüştür.
3. Elde edilen sonuçlardan abrasiv tane boyutu ile ağırlık kaybı arasında ters bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.
4. Abrasiv aşındırıcı boyutunun küçük olması yüzeyin temiz ve daha saf olmasına neden olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] D. Dowson, "Wear oh Where?", Wear, Vol.103, (1985), pp191-203.
- [2] D. Tabor, "Wear-A Critical synoptic View", J. Lubr. Tech. oct., (1977), pp387-395.
- [3] M. A. Moore, "Laboratory simulation Testing for Service Abrasive wear Environments", Intern. Conf. Proc. Wear of Materials 1987, Texas, ed. Ludema, ASME, 1987, pp673-687.
- [4] Research Group on Wear of Engineering Materials, Glossary of Terms and Definitions in the Field of Friction, Wear and Lubrication OECD Publications, Paris, 1969.
- [5] D. Tabor, "Friction and Wear --Developments over the Last Fifty Years", Proc. Inst. Mech. Eng.-- Friction Lubrication and Wear, Fifty Years on 1987, pp157-172.
- [6] National Foundry Council, Wear of Abrasion Resistant Materials-- Technical Note, MTIA Australia, (1986).
- [7] T. S. Eyre, "Wear Characteristics of Metals", Source Book on Wear Control Technology, 1978, (ed. D. A. Rigney & W. A. Glaeser), pp1-10.
- [8] A. G. Gray, "Wear Control Takes on New Significance", Metal Progress, Nov. (1977), Vol.112, p29.
- [9] K. H. Zum-Gahr, Microstructure and Wear of Materials, Tribology Series 10, Elsevier, 1986.

- [10] DIN 50320, Verschleiss, System Analyse Von Verschleissvorgangen Gleiederung des Verschleissgebietes, Materialprüfnormen für Metallische Werkstoffe 2, DIN Taschenbuch 56. 1983, Beuth Verlag GmbH, Berlin, 38-51.
- [11] Misra , A., Finnie , I., A Review of the Abrasive Wear of Metals, Transactions of the ASME, Vol:104, 91-101, 1982.
- [12] HABIG , KARL - HEINZ , Verschleiss und Harte von Werkstoffen, Carl Hanser Verlag , München, (1980).
- [13] SOEMANTRI , S. , Mc GEE , A.C. and FINNIE , I ., Some Aspects of Abrasive Wear at Elevated Temperatures , Wear , 104 (1985) 77-91.
- [14] GÜRLEYİK , M.Y., Yüksek Lisans Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, (1986).
- [15] Karataş, F., “Demir yollarında çalışan Monoblok Tekerlerin Çalışmaları Esnasında Aşınma Kısımların MİG-MAG Kaynağı İle Değişik Elektrot Kompozisyonlarında Yapılan Dolgu Kaynağının Aşınma Özelliklerinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 36-74 (1997).
- [16] Çetin, Ö. (2004). Toz metalurjisi yöntemi ile üretilen Cu-C-Al₂SiO₅ kompozitinin abrasiv aşınma dayanımının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 26-34 (2004).
- [17] Bhushan, B., “Introduction to Tribology”, Wear, 332-333; (2002).
- [18] Sur, G., “Alüminyum Esaslı Kompozitlerin Üretim ve İşlenebilirliğinin İncelenmesi” Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara 3-42, (2002).
- [19] Armatlı, M.K., “Havacılık Kompozitleri ve Mukavemet- Maliyet Analizleri”, Gazi Üniversitesi Merkez Kütüphanesi, (1999).
- [20] Cebeci, H.A., “Mekanik Alaşımlama Yöntemi İle Üretilen SiC Takviyeli Alüminyum Kompozitlerin Aşınma Davranışlarının İncelenmesi”, Bilim Uzmanlığı Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran, (2008).
- [21] Brooks, C.R., Heat treatment, structure, and properties of nonferrous alloys., in Metals park. 1982: Ohio American Society for Metals. p. 229.
- [22] Crook, P., Metals handbook. Nonferrous alloys and special-purpose materials. 1990, Ohio American Society for Metals: ASM International: Materials Park. 447.
- [23] American society for testing materials, F75 – 87, P 42.