

CuSn10 YATAK MALZEMESİNİN TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Bekir Sadık ÜNLÜ, N. Sinan KÖKSAL, Enver ATİK, Cevdet MERİÇ
Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Muradiye-Manisa

Geliş Tarihi : 28.04.2003

ÖZET

Bakır esaslı alaşımlardan bronzlar, fiziksel, termal ve tribolojik özelliklerinden dolayı, kaymalı yatak malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu malzeme tribolojik performans açısından iyi sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada; CuSn10 bronzundan üretilen kaymalı yatakların farklı yük ve hızlarda, kuru ve yağlı ortamlarda sürtünme ve aşınma özellikleri incelenerek, birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşı aşındırıcı olarak SAE 1050 çelik mil kullanılmıştır. Deneyler radyal kaymalı yatak aşınma test cihazında, 10 ve 20 N yük, 750 ve 1500 d/dak hızları kullanılarak, kuru ve yağlı ortamlarda aşınma deneyleri yapılmıştır. Tarif edilen, kuru ve yağlı ortamlarda yapılan deneyler sonucunda, teknik kuru ortamdaki sürtünme katsayısı ve ağırlık kaybı değerlerinin yağlı ortamdakilere göre daha yüksek olduğu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Tribolojik özellikler, Bronz yataklar, Aşınma

INVESTIGATION OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES CuSn10 BEARING MATERIAL

ABSTRACT

Bronzes which copper based alloys is widely used because of properties physical, thermal and tribological as journal bearing material. This material that has tribological performance good conclusions gives at journal bearings. In this study, CuSn10 bronze that were manufactured journal bearings friction and wear properties has been examined and compared. SAE 1050 steel shaft has been used as counter abrader. Experiments have been carried out 10 N and 20 N loads, 750 and 1500 rpm, dry and lubricated conditions by using radial journal bearing wear test rig. As a results, high friction coefficient and weigh loss have been obtained at dry condition more than lubricated condition.

Key Words : Tribological properties, Bronze bearings, Wear

1. GİRİŞ

Bakır esaslı alaşımlar iyi korozyon direnci, yüksek termal ve elektrik iletkenliği, ve iyi aşınma direnci gibi özelliklerinden dolayı, özellikle T/M üretimleri (gözenekli oluşlarından dolayı) kendi kendini yağlayabileceklerinden uzun zamandan beri yatak malzemesi olarak kullanılmaktadırlar (Schmidt and Schmidt, 1993). Bakır alaşımlarında kalayın etkisi

aşınma dayanımında önemlidir. Kalay içeren bakır alaşımlarından kalay bronzları yüksek aşınma direncine sahip oldukları için yatak malzemesi olarak kullanılmaktadır (Backensto, 1990; Parasad, 1997). Yatak malzemesi olarak kalay bronzu, büyük ve darbeli yüklerde ve aynı zamanda korozyon tehlikesi olan yüksek sıcaklıklarda uygundur. Kaymalı yatak beklentilerine uygunluğu ile en yaygın kullanılan % 90 Cu ve % 10 Sn içeren kalay bronzudur (Pratt, 1973).

Kaymalı yatak malzemelerinin düşük sürtünme katsayısı, yüksek aşınma direnci, yüksek yüklenme kapasitesi, iyi korozyon dayanımı, iyi ısı iletkenlik, düşük ısı genleşme katsayısı ve yabancı partikülleri gömme gibi özellikler, yatak sisteminde aranan özelliklerdir (Schatt and Wieters, 1997).

Kaymalı yataklarda görülen aşınma ve aşınma mekanizmalarının aşınma prosesine katılım oranları da birçok faktörlere bağlıdır. Bu faktörler ve etkileri tribolojik sistem içinde incelenebilir. Bunlar; temel sürtünme elemanı, karşı sürtünme elemanı, ara maddesi, çevre, yüklenme ve hareketten oluşur (Demirci, 1982; Ünlü ve ark., 2002). Bu mekanizmalardan adhezyon aşınması, yataklarda özgül yatak yükü (p) ve yatak çevresel hızı (v) büyüklüklerinden de önemli şekilde etkilenmektedir. Aşınmanın zamana bağlı olarak geliştiği göz önüne alındığında p.v değeri aşınma miktarı analizinde dikkate alınan bir büyüklüktür. Yatakların uygun p.v değerlerinde kullanılması durumunda aşınma miktarı azalmaktadır (Varol, 2001).

Bu çalışmada, kaymalı yatak malzemesi olarak CuSn10 bronzu alınıp, kuru ve yağlı ortamda radyal kaymalı yatak aşınma test cihazında, aşınma deneyleri yapılarak, malzemenin sürtünme katsayısı, aşınma sırasında oluşan yatak ve mil sıcaklık değerleri ile kaymalı yatak ve milde oluşan aşınma miktarları ölçülmüştür.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneyler radyal kaymalı yatak aşınma test cihazında yapılmıştır. Bu cihaz kaymalı yatak aşınmasının yanında mil malzemesinin de aşınmasını inceleyebilecek şekilde tasarlanmıştır. Deney malzemeleri; karşı sürtünme elemanı mil SAE 1050 çelik, temel sürtünme elemanı yatak malzemesi CuSn10 bronzunun kimyasal yapıları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Mil Malzemesi SAE 1050 ve CuSn10 Bronzunun Kimyasal Bileşenleri (% Ağırlık)

Malzeme	C	Si	Mn	P	S	Fe	Cu	Sn
Mil	0.51	0.29	0.82	0.040	0.050	Geri Kalanı	-	-
CuSn10	-	-	-	-	-	-	89.8	10.2

Deneylerde kullanılan yatağın iç çapı $d = 10$, genişliği $B = 10$, dış çapı $D = 15$ mm, milin ise çapı $d = 10$ mm'dir. Aşınma deneyi; 10, 20 N yük uygulanarak, devir sayısı 750, 1500 d/dak, aşınma ortamı kuru ve SAE 90 yağı kullanılan yağlı ortam seçilerek yapılmıştır. Aşınma miktarını saptamak için örnekler her 30 dakikada hassas terazisi ile ağırlık kaybı miktarının ölçümü yapılmak koşuluyla toplam 150 dak. aşınma deneyleri yapılmıştır.

CuSn10 bronzunun yüzey pürüzlülüğü değerleri, yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazında ölçülerek kaymalı yatak malzemesinin $R_a = 1.5 \mu\text{m}$, ve milin ise $R_a = 0.5 \mu\text{m}$ olarak bulunmuştur.

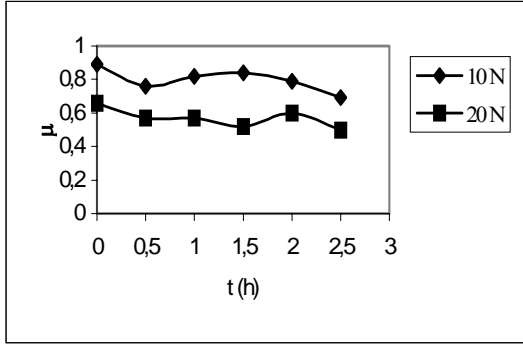
Örneklerin sürtünme kuvveti değerleri, aşınma deneyi düzeneği geliştirilerek (Atik ve ark., 2001) herbir durum için ölçülmüş ve sürtünme katsayısı değerleri (μ) elde edilmiştir. Bu deney düzeneği kaymalı yataklarda oluşan sürtünme kuvvetini, yatakların ve ayrıca milin aşınmasını doğrudan inceleyebilecek şekilde tasarlanmıştır. Deney düzeneğinde, milin ilk hareketinden itibaren yatağa oluşan sürtünme kuvveti, gerekli bağıntılarda ($F_s = \mu F_N$) yerine konularak sürtünme katsayısı elde edilmiştir. Belirlenen bu sürtünme katsayısı değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Örneklerin Sürtünme Katsayısı Değerleri

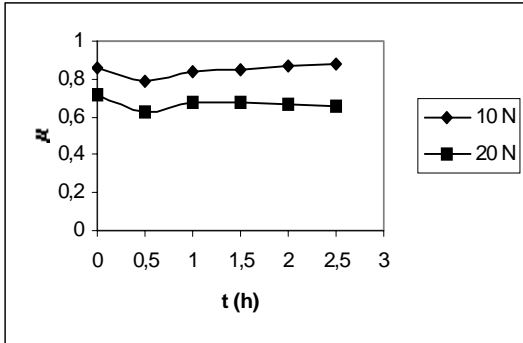
Ortam	İşlem Süresi (dakika)					
	0	30	60	90	120	150
Kuru	0.89	0.76	0.82	0.84	0.79	0.69
	0.86	0.79	0.84	0.85	0.87	0.88
	0.66	0.57	0.57	0.52	0.60	0.50
	0.72	0.63	0.68	0.68	0.67	0.66
Yağlı	0.12	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04
	0.16	0.08	0.06	0.06	0.08	0.08
	0.12	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06
	0.16	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08

3. DENEY SONUÇLARI

Sürtünme katsayısı, bu sürtünme kuvveti ve uygulanan yükün fonksiyonu olarak belirlenmiştir. Şekil 1’de kuru ortamdaki 750 d/dak devirde 10 N ve 20 N yükleme altında, Şekil 2’ de 1500 d/dak devirde 10 N ve 20 N yükleme altında kuru ortamdaki 750 d/dak devirde 10 N ve 20 N yükleme altında, sürtünme katsayısı, zamanın fonksiyonu olarak verilmiştir.



Şekil 1. Teknik kuru ortamda, 750 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında sürtünme katsayısı - işlem süresi değişimi.

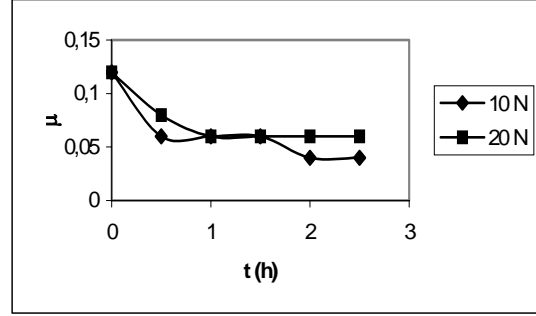


Şekil 2. Teknik kuru ortamda, 1500 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında sürtünme katsayısı - işlem süresi değişimi

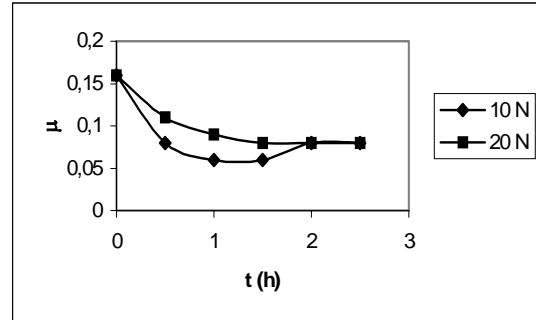
Sürtünme kuvveti ölçümlerinde, teknik kuru ortamda yapılan deneylerde yağlı ortamda bulunan değerlere göre beklendiği gibi, oldukça yüksek sürtünme katsayısı değerleri (0.6-0.8) elde edilmiştir. Bunun sonucunda teknik kuru ortamda aşınma deneyi yapılan örneklerde yaklaşık 7-8 kat daha fazla aşınma olduğu görülmüştür.

Yağlı ortamdaki aşınma durumu için, SAE 90 yağı ile mil ve yatağın sürtünen yüzeyleri yağlanıp ve bu ortamda aynı koşullarda aşınma deneyleri tekrar yapılmıştır. Şekil 3’ te yağlı ortamda 750 d/dak devirde 10 N ve 20 N yükleme altında, Şekil 4’de

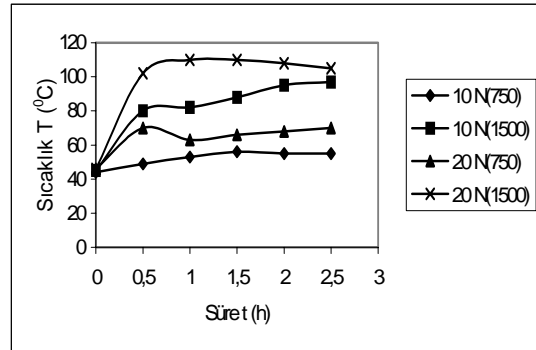
1500 d/dak devirde 10 N ve 20 N yükleme altında sürtünme katsayısı işlem süresinin fonksiyonu olarak verilmiştir. Deney sürecinde kaymalı yatak örneklerinde oluşan sıcaklık değerleri dijital termometre ile 30 dakika aralıklarla ölçülmüştür ve Şekil 5 ve 6’da yatak sıcaklığı değerleri işlem süresinin fonksiyonu olarak verilmiştir. Şekil 7 ve Şekil 8’de ise yatakların kuru ve yağlı ortamdaki ağırlık kaybı değerlerinin işlem süresi ile değişimi verilmiştir.



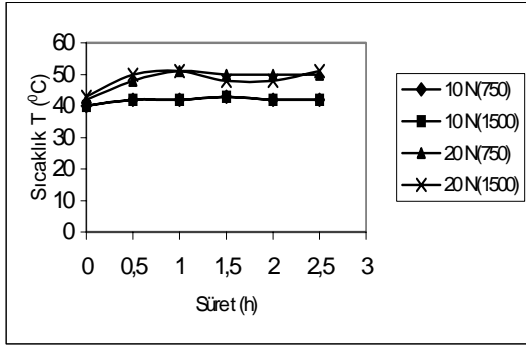
Şekil 3. Yağlı ortamda, 750 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında sürtünme katsayısı - işlem süresi değişimi.



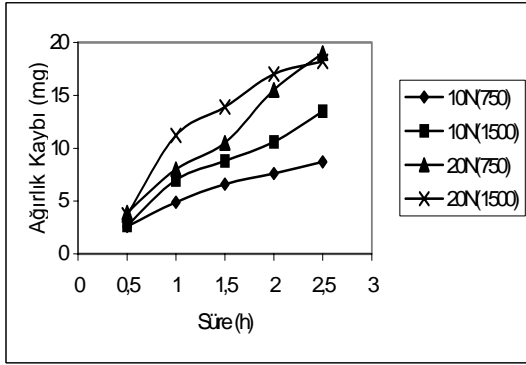
Şekil 4. Yağlı ortamda, 1500 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında sürtünme katsayısı - işlem süresi değişimi.



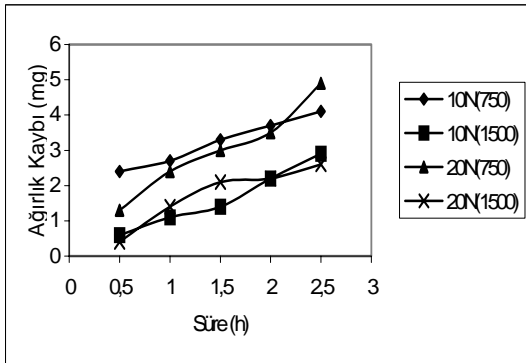
Şekil 5. Teknik kuru ortamda, 750 ve 1500 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında sıcaklık - işlem süresi değişimi



Şekil 6. Yağlı ortamda, 750 ve 1500 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında sıcaklık-ışlem süresi değişimi



Şekil 7. Teknik kuru ortamda, 750 ve 1500 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında ağırlık kaybı-ışlem süresine bağlı değişimi



Şekil 8. Yağlı ortamda, 750 ve 1500 d/dak devirde 10 ve 20 N yük altında ağırlık kaybı-ışlem süresi değişimi

Deney sonuçlarından yağlı ortamda yapılan deneylerdeki sürtünme katsayısı değerlerinin teknik kuru ortamdaki değerlere göre 7-8 kat daha az olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak yağlı ortamdaki deney örneklerinde 7-8 kat daha az miktarda ağırlık kaybı olduğu ölçülmüştür.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kaymalı yatak malzemesi olarak kullanılan bronzların çalışma koşullarına uygun tribolojik özelliklerini saptamak için, farklı hız, yük, kuru ve yağlı çalışma ortamlarında aşınma deneyleri yapılmıştır. Buna göre, yağlı ortamda yapılan deneylerde, kullanılan ara maddesinden kaynaklanan ağırlık kaybı, sıcaklık ve sürtünme katsayısı değerleri teknik kuru ortama göre 7-8 kat mertebesinde azalma kaydedilmiştir.

Teknik kuru ortamda yapılan deneylerde, yük ve hız artışı ile ağırlık kaybı, sıcaklık ve sürtünme katsayısı değerlerinin orantılı olarak daha fazla bir şekilde arttığı görülmektedir. Yağlı ortamda ise bu artış değerlerin daha az olduğu görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar önceki çalışmalara (Coupard et al., 1997) benzer sonuçlar göstermektedir.

5. KAYNAKLAR

Atik, E., Ünlü, B., S., Meriç, C. 2001. "Radyal Kaymalı Yatak Aşınması Deney Cihazı Tasarımı", Makine Malzemeleri ve Teknolojisi (MAMTEK) Sempozyumu, S. 98-103, Manisa.

Backensto A. B. 1990. "Effects of Lubricants on the Properties of Copper-Tin Powders and Compacts", N.Jersey, Advances in P/M, Proc. of PM Conf., APMI, pp.303-314.

Coupard, D., Castro, M.C., Coletto, J., Garcia, A., Goni J., Palacios, J. K. 1997. "Wear Behaviour of Copper Matrix Composites", Key Engineering Materials Vols. 127-131, pp:1009-1016

Demirci, A. H. 1982. "Ötektoidaltı Alaşimsız Çeliklerin Isıl İşlemlere Bağlı Olarak Aşınma Davranışlarının Belirlenmesi ve Optimizasyonu", Doçentlik Tezi, E. Ü. Makine Fakültesi, 8-44.

Paulo, Davim, J. 2000. "An Experimental Study of the Tribological Behaviour of the Brass/Steel Pair", Materials Processing Technology, pp: 273-277.

Prasad, B. K. 1997. "Dry Sliding Wear Response of Some Bearing Alloys as Influenced by the Nature of Microconstituents and Sliding Conditions", Metall Trans. (A-28), pp. 809-815.

Pratt, G. C. 1973. "Materials for Plain Bearings", International Metallurgical Reviews, Vol. 18, Review 174, pp. 23-25.

Schatt, W., Wieters, K. P. 1997. "Powder Metallurgy", Processing and Materials, EPMA, Shrewsbury, U.K., pp. 492

Schmidt R. F., Schmidt, D. G. 1993. "Selection and Application of Copper Alloy Castings", ASM Handbook (II), pp. 346-355.

Ünlü, B. S., Atik E., Meriç, C. 2002. "Kaymalı Yataklarda Aşınma Mekanizmaları", Makine Metal Teknolojisi, Sayı 127, s. 45-50.

Varol, R. 2001. "Cu ve Fe Esaslı T/M Yatak Malzemelerinin Aşınma Özellikleri", DEÜ Müh. Fak. Fen ve Müh. Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, s. 81-90.
