

29140

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATALI İMAL EDİLEN MİL ÇAPLARININ, L2 TİPİ
KEÇE ÖMÜRLERİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cihan ÖZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

1993

ELAZIĞ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HATALI İMAL EDİLEN MİL ÇAPLARININ, L2 TİPİ KEÇE ÖMÜRLERİ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cihan ÖZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez,/...../..... Tarihinde, Aşağıda Belirtilen Jüri Tarafından Oybirliği/ Oyçokluğu ile
Başarılı/ Başarısız Olarak Değerlendirilmiştir.

(İmza)
Danışman

(İmza)

(İmza)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**HATALI İMAL EDİLEN MİL ÇAPLARININ, L2 TİPİ KEÇE ÖMÜRLERİ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Cihan ÖZEL

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

1993, Sayfa : 51

Bu çalışmada, L2 tipi bir yağ keçesinin, hatalı imal edilen mil çaplarında, farklı mil hızlarında, kuru, yağlı ve farklı yağ basınçlarının sağlandığı ortamlarda ömürleri araştırıldı. Bu amaç için bir deney seti hazırlanarak, 250.000, 500.000, 750.000 ve 1.000.000, toplam devirlerde, keçe dudaklarında meydana gelen aşınmalar ve sıcaklıklar ölçülerek, değişim grafikleri çizildi.

SUMMARY

Master's Thesis

**AN INVESTIGATION OF THE EFFECTS ON THE L2 TYPE
SEAL LIVES OF ERRONEOUSLY MANUFACTURED SHAFT DIAMETERS**

Cihan ÖZEL

Firat University

Graduate School of Naturel and Applied Sciences

Department of Mecarical Engineering

1993, Page :51

In this study, The life of an oil seal in type of L2 was investigated in shaft diameters which were produced in the wrong, in different shaft speeds, in dry, oily and different oil pressures for this purpose, an experimental set was constructed corrossions in seal lip and heat in the total periods of 250.000, 500.000, 750.000, and 1.000.000, were measured and then graphics of variations was drawn.

TEŞEKKÜR

Bu alıŐmanın yapılmasında her t¼rl¼ yardım ve fedek¼rl¼ęi esirgemeyen hocam yrd. Doç. Dr. Ali İNAN'a sonsuz teŐekk¼r ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca, bu araŐtırmamda gerekli imkanları sağlayan F.¼. M¼h. Fak. Makina M¼hendislięi B¼l¼m baŐkanı değerli hocam Prof. Dr. K¼zım PIHTIL'I'ya, deney keçelerinin tartılmasında Kimya M¼hendislięi B¼l¼m¼ laboratuvarlarını kullanmama yardımcı olan Kimya M¼hendislięi b¼l¼m baŐkanı Prof. Memnune BİLDİK'e, Biyoloji B¼l¼m¼ laboratuvarlarını kullanmama yardımcı olan Biyoloji B¼l¼m¼ başkanına ve deney setinin hazırlanmasında emeği geçen Makina M¼hendislięi At¼lye Teknisyenlerine teŐekk¼r ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	II
SUMMARY	IV
TEŞEKKÜR	V
İÇİNDEKİLER	VI
SEMBOLLER	VIII
1. GİRİŞ	1
2. SIZDIRMAZLIK ELAMANLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ	3
2.1. Sızdırmazlık elemanı malzemeleri	3
2.2. Tabii kauçuk	3
2.3. Butadien kauçuk	4
2.4. Sitren Butadien kauçuk	4
2.5. Nitril Butadien kauçuk	4
2.6. Klorobutadien kauçuk(Kloropren)	5
2.7. Butil kauçuk.....	5
2.8. Etilen propilen kauçuk.....	5
2.9. Polisülfid kauçuk.....	6
2.10. Poliakrilik kauçuk.....	6
2.11. Silikon kauçuk.....	6
2.12. Flourokarbon.....	7
2.13. Polinorbomen kauçuk.....	7
2.14. Fosfonitril fluoroelastomer.....	7
2.15. Fluorosilikon.....	7
2.16. Perfluore elastomer.....	8

2.17. Poliüretan.....	8
2.18. Etilen akrilik.....	8
2.19. Epikloridrin kauçuk.....	8
2.20. Deri.....	9
2.21. Politetrafloroetilen.....	9
2.22. Polyester elastomer.....	10
2.23. Malzemenin Esneklik Özelliği	11
2.24. Malzemenin sertliğinin etkisi.....	12
2.25. Kauçuk Parça Üretimi (Vulkanizasyon)	13
2.26. Yağ Keçesi Tipleri	18
2.27. Yağ Keçesi Profili ve Tanımları.....	21
2.28 Yağ Keçesi Çalışması.....	22
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	23
3.1. Deney Malzemelerinin Hazırlanması	23
3.2. Deney makinasının çalışma prensibi	24
3.3. Deneylerin yapılışı ve Sonuçları.....	25
4. ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE TARTIŞILMASI	40
4.1. Genel Sonuçlar	43
KAYNAKLAR.....	44
EKLER.....	46-51

SEMBOLLER

N	: Mil deviri	(dev/dak)
P	: Basınç	(kp/ cm)
Z	: Viskozite	(kp.s/ cm)
μ	:Sürtünme katsayısı	—
σ	: Gerilme	(kp/ cm)
t	: Zaman	(dak)
e	: Yüzde uzama	—
E	: Elastisite katsayısı	(kp/ cm)
tv	: Vulkanizasyon zamanı	(dak)
k	: Katsayı	(dak/cm)
h	: Parça kalınlığı	(cm)
α	: İç açı	(o)
β	: Dış açı	(o)
γ	: Dudak açısı	(o)
B	: Kalıp yüzeyi ile dudak arası uzaklık	(cm)
E	: Dudak değme hattı ile yay yuvası arası uzaklık	(cm)
T	: Kesme yüzeyi ile yay yuvası arası uzaklık	(cm)
A	: Esnek kısmın kalınlığı	(cm)
R	: Yay kolu	(cm)
FR	: Çapsal yük	(kp)
FY	: Yay yükü	(kp)
Fd	: Keçe dudak yükü	(kp)
Fk	: Keçe dış çap yükü	(kp)
Fc	: Keçe çakma kuvveti	(kp)
μ_0	: Sürtünme katsayısı	(~ 0,5)

1. GİRİŞ

Günümüzde mil üzerine geçirilen keçeler(contalar), endüstrinin her tarafında geniş bir şekilde kullanılıyor ise de, mil yüzeyi ile temas halinde olan conta dudağındaki sızdırmazlık konusunun, milin tolerans değerlerine ne kadar bağlı olduğu konusunda çok az şey bilinmektedir. Ancak, günümüzde conta dudağı ile mil yüzeyi arasında kuru bir temasın olmadığı, ince bir yağ filminin olduğu gözlenmiştir. HIRANO,F., KAMBAYASHI,H., ve ISHIWATA,H.,'nın yapmış oldukları araştırmalarda, standart yağlama teorisinde olduğu gibi, sürtünme katsayısı ile boyutsuz bir hidrodinamik parametre arasında bir ilişkinin olduğunu ileri sürerek yapmış oldukları deneysel çalışmalar neticesinde ampirik bir formül olan $(Z.N/P)$ 'yi geliştirmişlerdir. Bir ϕ faktörü tarafından çoğaltılan $(Z.N/P)$ parametresinin küp kökünün direkt olarak sürtünme katsayısına bağlı olduğu, yüksek hızlarda bu faktörde bir azalmanın meydana geldiği ve bu azalmanın da conta malzemesinin elasto-pilastik özellikleri ile açıklanabileceğini belirtmişlerdir.

Daha sonra LINES,D.J., LAWRIE,J.M., ve O'DONOGHUE,J.P., tarafından yapılan deneysel çalışmalarda da sıcaklık ile test yağlarının viskozite karakteristiklerinin değişimleri ve mil devri ile conta dudak altı sıcaklıklarının değişimleri incelenmiştir. Yine aynı konu üzerinde JAGGER,E.T., ve WALKER,P.S.,'in birlikte yapmış oldukları çalışmalarda, basınç değişimi ile conta dudağındaki sapmalar, conta lastik sertliğinin sızdırmaya tesirleri ile değişik mil devirlerine bağlı olarak sürtünme katsayılarının deneysel ve teorik karşılaştırılması yapılmıştır. Yine Jagger yapmış olduğu deneylerde 10^{-4} mertebesinde bir yağ filminin oluşması halinde iyi bir sızdırmazlık olacağını tesbit etmiş ve bu filmi gerçekleştirecek bir conta geliştirmiştir. PICK,R.J., ve BURNS,D.J.,'un çalışmalarında ise, değişik basınçlarda conta boyutlarında meydana gelen deformasyonlar ve bu deformasyonlara bağlı olarak da, yağ filminde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu araştırmaların dışında FLITNEY,R.K., ve NAU,B.S., tarafından O-Ring'ler üzerinde yapılan deneylerde, muhtelif basınçlarda kullanılan yağların sıcak ve soğuk olma durumlarına göre contada meydana getirdikleri aşınmalar araştırılmıştır. Yine aynı araştırmacılar, contaların çeşitli yerleştirme şekillerinin ve uygun olmayan işletme şartlarının aşınmaya tesirlerini de araştırmışlardır..

Bu araştırmanın amacı, yukarıda bahsedilen araştırmaların incelenmesinden sonra, L2 tipi keçelerin değişik mil çaplarında ve önceden belirlenen toplam devir sayılarındaki ömürlerinin kuru, yağlı ve farklı yağ basınçlarında saptanmasıdır.



2. SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

2.1. Sızdırmazlık elemanı malzemeleri

Sızdırmazlık elemanı olarak en fazla kullanılan malzemeler elastomerlerdir. Elastomerler zayıf bir yük uygulandıktan sonra hemen ilk biçim ve ölçüsüne dönen makromoleküler yapı malzemelerin genel adıdır. Elastomerler kopmadan önce %100 uzayabilen malzemeler olarakta tanınırlar. Tabii ve sentetik kauçuklar elastomer malzemelerdendir. Çoğu kez elastomerlerle aynı anlamda kullanılırlar.

Sentetik malzemelerin endüstride kullanılmasıyla her geçen gün değişik malzemeler geliştirilmektedir. Bunların uygulama alanına girmesi çok hızlanmıştır. Bu malzemelerin genel özelliklerini, ortama dirençlerini, bunlarla ilgili deneylerin tanımını, amacı, üretim yöntemlerini bilmek sızdırmazlıkta karşılaşılan sorunların çözümü yada uygun malzeme seçimi için gereklidir. Uygulama alanları ve genel özellikleri özetlenen açıklamalar Sızdırmazlık elemanı malzemelerinin seçiminde önemli kolaylığı getirmektedir. Sızdırmazlık elemanı yada başka amaçlı malzeme seçimi yaparken karar vermeden önce uzman üretici firmalara danışılması son derece yararlıdır.

2.2. Tabii kauçuk (NR)

Sızdırmazlık elemanı malzemesi olarak yalnız kastör esaslı hidrolik alışkanlarda (otomotiv hidrolik fren sistemi, bazı uçak hidrolik sistemleri) ve düşük sıcaklık direnci gerektiren yerlerde kullanılır.

Dünya tüketimi %70 tekerlek lastiği, %15 teknik kauçuk parça, %5 ayakkabı endüstrisi, %10 diğer şeklindedir.

Avantajlar: Elastiklik, aşınma ve izolasyon özellikleri iyidir. Düşük sıcaklıkta, ancak pahalı ve kopması zayıf malzeme olan silikon aynı özelliği gösterir. Kastör esaslı hidrolik sıvılarda dirençlidir. Fiyatı sentetiklerden (SBR ve BR hariç) ucuzdur. Çiğ halde çok yapışkan olması ve dolgu maddesi zorunluluğu olmaması bazı uygulamalarda avantajdır.

Dezavantajlar: Sıcaklık, yağ ve ozona direnci yoktur.

2.3. Butadien kauçuk (BR)

Tabii kauçuk yerine kullanılır. Ancak özellikleri daha kötüdür. Sızdırmazlık elamanı olarak kullanılamaz.

2.4. Sitren Butadien kauçuk (SBR)

İkinci dünya savaşı sırasında tabii kauçuk yerine kullanılması için üretildi. Sızdırmazlık malzemesi olarak yalnız kastör esaslı hidrolik akışkanlarda kullanılır. Sitren oranı arttıkça sertliği, butadien oranı arttıkça esnekliği artar.

Avantajları: Elastiklik özelliği ve aşınma direnci iyidir. Geniş vulkanizasyon platosuna sahip olması üretim kolaylığı sağlar.

Dezavantajları: Dinamik yorulma direnci azdır, pnömomatik uygulamalarda ısınma oluşur.

2.5. Nitril butadien kauçuk (NBR)

Genel amaçlı, yağa dirençli olan ve en fazla kullanılan sızdırmazlık malzemesidir. Nitril oranı ve viskozitesi özelliklerini önemli oranda etkiler.

Nitril oranı %18 den 45'e dek arttıkça :

- Sertlik, modül, sürekli kalıcılık artar.,
- Soğuk haldeki direnci azalır.

Mooney viskozitesi 30'dan 90'a dek arttıkça :

- Kopma direnci artar, sürekli kalıcılık azalır,
- Ölçüsel kararlılık artar, üretimi zorlaşır.

Avantajları : Yağa karşı direnci çok iyidir. Özelliklerine göre ucuzdur.

Katkı maddeleri ile ozon ve açikhava direnci arttırılır.

Dezavantajları: Bazı kimyasal maddelere karşı dirençli değildir. Yüksek sıcaklıkta sertleşme gösterir, soğukta dirençli değildir.

2.6. Klorobutadien kauçuk (Kloropren) CR

Alev almadığından gruzi kablolarında, buji başlarında, aşınma direnci iyi olduğundan taşıyıcı bantlarda, V kayışlarda, ayrıca körük, takoz, dalgıç elbisesi malzemesi olarak kullanılır. Soğutucu gazlarla temasta, fren sistemlerinde ve orta dereceli asitlerde sızdırmazlık elamanı olarak kullanılır.

Avantajları: Ozona, açık havaya, asitlere ve suya karşı dirençlidir.

Esneleme, aşınma, alev alma, gaz geçirgenliği direnci çok iyidir.

Dezavantajları: Yağ ve düşük sıcaklığa karşı direnci azdır. Elektrik izolasyonu kötüdür. Kısmen pahalıdır.

2.7. Butil kauçuk (IIR)

Gaz geçirgenliğinin çok az olması nedeniyle vakum sistemlerinde sızdırmazlık elamanı olarak kullanılır. EPDM malzemenin kullanılmasından önce fosfat ester tipte hidrolik akışkanlarda yeğlenen ilk malzemeydi.

Avantajları: Bitkisel yağlara, fosfat, estere ve suya direnci çok iyidir. Gaz geçirgenliği çok azdır.

Dezavantajları: Mineral esaslı yağ ve aromatik çözücülere karşı dirençli değildir.

2.8. Etilen propilen kauçuk (EPDM)

Fosfat- ester esaslı alev almaz hidrolik sıvılarda, silikonlu sıvılarda, sıcak su ve buhar ortamında sızdırmazlık malzemesi olarak, yüksek voltaj kablolarında yalıtkan malzemesi olarak kullanılır.

Avantajları: Ozon ve açık hava direnci, sürekli kalıcılık ve ısıda yaşlanma direnci, organik çözücülere direnci, yalıtkanlık özelliği, düşük sıcaklıkta esneklik özelliği iyidir. yüksek katkı oranında fiziksel özelliklerinin iyi olması, özgül ağırlığının az olması ve hızlı karışma, ekstruzyon ve volkanizasyon özelliği üretim avantajlarındandır.

Dezavantajları: Kesinlikle dolgu gerektirir, diğer kauçuklarla uyumsuz, aromatlere, mineral ve petrol ürünlerine uygun değildir.

2.9. Polüsülfid kauçuk (T)

Boya endüstrisinde kullanılan çözücülere karşı dirençli tek malzeme olarak bilinir. Başka alternatif olmadığı durumda sızdırmazlık elemanı olarak kullanılır.

Avantajları: Çözücülere, yakıtlara, ozon ve havaya dirençlidir.

Dezavantajları: Üretimi , mekanik özellikleri ve kokusu kötüdür. Sürekli kalıcılık direnci, ısı direnci, kopma direnci iyi değildir.

2.10. Poliakrilik kauçuk (ACM)

Nitril ile fluoroelastomer arası özelliklere sahiptir. Sızdırmazlık elemanı olarak mineral, yağ, ve greslerde kullanılır. Çatlama ve yaşlanma direnci çok iyi olduğu için yağ keçesi malzemelerindedir. Subap keçelerinde fluorokarbon kauçuğa alternatiftir.

Avantajları: Mineral yağ, hipoid yağ, EP katkılara ve greslere karşı çok dirençlidir. Yaşlanma ve yağda şişme özelliği iyidir.

Dezavantajları: Kuru çalışma özelliği kötüdür, düşük sıcaklık ve suda uygun değildir.

2.11. Silikon kauçuk (VMO)

Sıcaklığa karşı direncinin, izolasyon özelliğinin çok iyi olması ve diğer üstün özellikleri nedeni ile geniş kullanma alanı vardır. Sızdırmazlık elemanı olarak krank keçeleri, soba ve fırın contaları, buzluk ve buzdolabı sızdırmazlığı, ozon üniteleri sızdırmazlığında kullanılır.

Avantajları: - 80° C ile 300° C arasında çalıştırılabilir. Ozon, hava ve neme karşı direnci çok iyidir.

Zehirli olmaması nedeniyle tıpta kullanılır. Çok iyi yalıtıcıdır. Yandıktan sonra küllü de yalıtıcılık özelliği gösterir. Yaşlanma direnci çok iyidir. Toprak altında bile yaşlanmaz. Şeffaf olabilir.

Dezavantajları: Mekanik özellikleri kötüdür, kolay yırtılabilir, aşınmaya direnci değildir. EP katkılanna ve yağlara karşı direnci azdır. Pahalı malzemedir.

2.12. Flurokarbon (FKM)

Yüksek sıcaklık ve kimyasal direnci çok iyidir. Asit, petrol yağları, hidro karbonlar, aromatikler gibi çok çeşitli kimyasal ortamdan etkilenmez. Yağ keçesi malzemesi olarak otomotiv sanayiinde gün geçtikçe fazla kullanılmaktadır. Sürekli olarak 205° C , kısa süreli 315° C'ye dek dayanıklıdır.

Avantajlar: Yüksek sıcaklık ve kimyasal maddelere karşı direnci, düşük şişme özelliği, gaz geçirgenliği direnci azdır.

Dezavantajlar: Pahalı malzemedir. Düşük sıcaklıktaki özelliği iyi değildir. Besin maddeleri ile teması uygun değildir.

2.13. Polinorbomen kauçuk (PNR)

Çok yumuşak malzeme gerektiren yerlerde ve köpük yerine titreşim önleyici malzeme olarak kullanılır.

Avantajlar: 15 ile 80 Şor arasında ki sertliklerde karışım yapılabilir.

Dezavantajlar: Petrol, yağ ve yüksek sıcaklığa dirençli değildir.

2.14. Fosfonitril fluoroelastomer (PNF)

Fluorosilikona benzer fakat mekanik özellikleri daha iyi olduğu için dinamik uygulamalarda da kullanılır. Havacılık ve petrol sanayiinde, uygulama alanı vardır.

Avantajlar: -65 °C ile 180 °C arasında petrol akışkanlarına karşı direnci çok iyidir.

Dezavantajlar : Fren yağı, fosfat ester, keton ve buhara uygun değildir.

2.15. Fluorosilikon (FVMO)

Fluorokarbon ve silikonun özelliklerini taşıyan, havacılık ve uzay çalışmalarında yağ keçesi ve diğer sızdırmazlık elemanlarında kullanılan gelişmiş bir malzemedir.

Avantajlar: Çok iyi sıcaklık ve sürekli kalıcılık direnci vardır.

Dezavantajlar : Bazı kimyasallara dirençli değildir. Pahalı bir malzemedir.

2.16. Perfluore elastomer (FFKM)

Kalrez ticari ismi ile tanınan ve üretici firma DUPONT' un özel sipariş üzerine parça ürettiği, sıcaklık ve kimyasal maddelere karşı direnci en fazla olan elastomerdır.

Avantajları : Fluorokarbonun elastik özelliğine, PTFE'nin kimyasal ve ısı direncine sahiptir.

Dezavantajları : Çok pahalıdır.

2.17. Poliüretan (AU,EU)

Yüksek aşınma ve kopma direnci nedeniyle mil sıyrıcı ve yüksek basınçlarda sızdırmazlık elemanı malzemesi olarak kullanılır.

Avantajları: Kopma, aşınma, düşük sıcaklıkta elastikliğini koruma özellikleri iyidir. Petrol ürünlerine, hidrokarbonlara, ozon ve havaya direnci çok iyidir.

Dezavantajları: Sıcaklık arttıkça sürekli kalıcılık değeri artar. Asit ve bazlara, hidrokarbon klorinelerine, ketonlara, sıcak su ve buhara uygun değildir.

2.18. Etilen akrilik (AEM)

Düşük sürekli kalıcılık, sıcaklık, yağ ve hava direnci gerektiren yerlerde kullanılır. Sızdırmazlık elemanı malzemesi olarak dişli sistemlerde poliakriliğin yerine kullanılmaktadır. Düşük sıcaklık ve aşınma direnci poliakriliten daha iyidir. Diğer uygulama alanları: Yalıtım, anti-titreşim elemanları, vakum ve basınçlı hortumlar.

Avantajları : Ozon, açık hava, su , yırtılmaya ve kopmaya karşı direnci iyidir. -30° C'ye kadar esnektir, yüksek sıcaklıklarda direnci iyidir. Sürekli kalıcılık ve sönümleme özellikleri iyidir.

Dezavantajları: Ester, keton, yüksek aromatik akışkanlarda ve yüksek basınçlı buharda uygun değildir.

2.19. Epikloridin kauçuk (ECO)

Nitri, poliakrilitik, polisülfid ve klopren özelliklerini taşır. Avantajları: Gaz geçirgenliği butilden çok daha azdır. Dinamik zelliği doğal kauçuğa benzer.

Düşük sıcaklıktaki direnci çok iyidir, geniş sıcaklık aralığında uygundur. Ozon ve yakıtlara dirençlidir.

Dezavantajları: Yalıtım özelliği kötüdür.

2.20. Deri

Sızdırmazlık elemanı malzemelerinin en eskisidir. Profil olarak şekillendirilmesi güç olmasına karşın halen bu amaçla kullanılır. Deri malzemenin iki ana avantajı şunlardır:

1. Yüzeyi düzgün olmayan yerlerde aşınma direnci çok iyidir.
2. Yağ emme ve tutma özelliği çok iyidir.

Aşınmış millerde ve çok bozulmuş yüzeylerde mili yeniden işlemek yerine deri keçe kullanılır. Eğer yağlama koşulları kötü ise derinin yağ tutma özelliği bu malzemeyi kullanmayı avantajlı kılar. İlk yağlama ile sürekli kullanma sağlanır.

Deriye uygulanan işlem kullanma ortamını belirler:

- Trigliserit ve sitearin: Su direncini artırır, esneklik sağlar.
- Parafin mum: Daha katı ve çok iyi su direnci sağlar.
- Akrilik emülsiyonu: Esneklik ve yağ direnci sağlar, fakat su geçirir.
- Poliüretan: Besin maddesine, yağa ve suya karşı direnç sağlar.

Derinin asit, gaz ve organik kimyasallarla kullanılması uygun değildir. Genelde 95°C dek sıcaklık direnci olmasına karşın, özel işlemlerle 150 °C ~ 160 °C' ye dek kullanılır.

2.21. Politetrafluoroetilen (PTFE)

PTFE, bütün endüstriyel plastikler içinde en geniş çalışma sıcaklığı aralığına (- 260 °C , + 270 °C) sahip oluşu, Kimyasal maddelere dayanımı, bütün katılar içinde en düşük statik, dinamik, sürtünme katsayısına sahip oluşu ve mekanik özelliklerinin yeterli oluşu nedeniyle sızdırmazlık elemanları dahil çok geniş kullanım alanı vardır. En büyük dezavantajı aşındırıcı ortam içinde aşınma direncinin az olmasıdır. Aşınma PV (Basınç x Hız) sınırı, zaman ve yüzey temizliğine bağlıdır. Aşınma direncinin yüksek olması gereken yerlerde alaşımli PTFE tercih edilmelidir. Bronz, Grafit , Cam elyaf katkıli PTFE'nin mekanik özellikleri daha iyidir. Sızdırmazlık elemanı olarak yağsız çalışan ve yapı-

kay istenmeyen ortamlarda, aktif kimyasal ortamda , O-ring, U-cup, takım halka olarak ve özellikle piston yatağı olarak uygun malzemelerdir.

Saf PTFE parçaları kullanıldığında aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Belli bir yükten sonra malzemede soğuk akma oluşur,
- Aşınma direnci iyi değildir,
- Isıl genişleme katsayısı, birçok plastikte olduğu gibi metallere 10 kat daha fazladır.
- Isıl geçirgenliği çok azdır. Dinamik geçerde ısı birikimi problem yaratabilir.
- Kauçuklarda bulunan elastiklikten yoksundur, polietilene benzer şekilde yan sert bir malzemedir.

Bu nedenle elastomer keçeler için geçerli tasarım yöntemleri PTFE için uygun olmayabilir. PTFE keçelerde dudak baskısı sürekli garter yaylar ya da benzeri yöntemlerle sağlanmalıdır.

- Yüksek sıcaklıklarda mekanik direnci azalır.

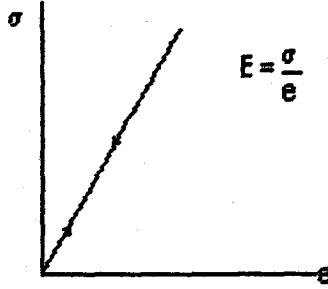
Bronz, grafit, karbon PTFE'nin ısı genişlemesini azaltıp, aşınma ve soğuk akma direncini artırır. Bronz katkısıyla kimyasal direncinde azalma olabilir. PTFE'nin Fluor esaslı elastomerlerle karışımı sürtünme katsayısının azalması, kimyasal direncin artması ve daha pahalı malzemelerde kaliteyi konularak maliyet azalması konusunda avantaj sağlamıştır.

2.22. Polyester elastomer (YBPO)

Sertlik ve güçlülük yönünden plastik, esneklik, yönünden elastomer özelliği gösteren bir termoplastiktir. Yağlara, Çözücülere, asit ve bazlara, çeşitli sıvılara karşı dayanımının iyi olması sebebiyle bir çok elastomerlerden üstündür. - 70 °C ile 110 °C arasında sürekli kullanılabilir. pnömatik ve hidrolik hortumlar, V kayışları, körükler, diyaframlar, esnek kaplinler, destek halkaları ve çeşitli sızdırmazlık elemanları polyester elastomerin tercih edildiği ürünlerdir.

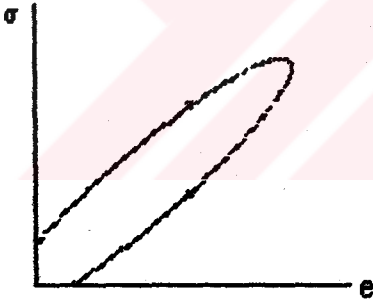
2.23. Malzeme Esneklik Özelliği

Metaller yük altında Hook kanununa göre davranırlar. Yani esneklik sınırına kadar yüklenir ve daha sonra yük kaldırılırsa eski şekillerini alırlar (Şekil 1 a) .

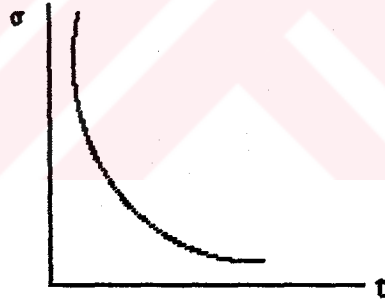


Şekil 1 a) Metallerin hook kanununa göre davranımı

Kauçuk malzemeler ise, hem esnek hem de plastik davranırlar. Yük kalkınca eski durumlarına dönemezler ve bir miktar kalıcı uzama oluştururlar ve geri dönüş zamanı daha uzundur (Şekil 1b).



b) Kauçuk malzemenin esnek ve plastik davranışı



c) Kauçuk malzemenin sabit uzatmada zamana göre gerilimin azalması

Şekil1. Metallerin ve kauçuk malzemelerin çekme ve uzama durumlarının değişimi.

Esnek şekil değiştirmeden sonra bu şekli korumak için gerekli yük zamanla azalır ve bu özelliğe malzemenin gevşeme özelliği denir. Gevşeme, zaman ve sıcaklığa bağlıdır. Fazla zaman ve sıcaklık malzeme içindeki bağların yeni durum alması için yeterli süre tanıyacağından, esnek uzama yerini kalıcı uzamaya bırakır. Malzemenin bu özelliğinden dolayı, yağ keçelerinin ilk andaki, millî sıkma

kuvveti zamanla azalır. Yüksek sıcakta bu zaman, daha kısadır ve keçenini ömrünü belirler. İdeal bir keçede, baskı yükü kalktığında keçe dudağı eski halini almalıdır. Yük aniden uygulandığında malzemedeki bağlar yeni duruma uyum sağlama süresi bulamadığından malzeme direnç gösterir. Aynı yük yavaş yavaş uygulandığında malzeme şekil değiştirmeye uyum göstereceğinden bağlarda kopma olmaz daha az direnç gösterir.

Genel kural olarak, elastomer malzemeler % 5'ten daha fazla kalıcı uzama etkisinde kalmamalıdır, çünkü gerilim birikimi malzemenin özelliğinin erken yok olmasına yol açar.

Şekil 1b'de Kauçuk malzemenin yük altında ve yükün kalkması ile meydana gelen eğri arasında kalan alan kaybolan mekanik enerjiyi belirlerler (Bu eğri histerizis dönüşümü diye adlandırılır) ve bu enerji ısıya dönüşür. Yağ keçesi mil üzerinde çalışırken mildeki salgı keçe dudağında belli aralıklarla yük değişimi oluşturacak ve keçe dudağı her dönemde bir miktar kalıcı uzamaya uğrayacaktır. Sonuçta, bu enerji ısıya dönüşeceği için, keçe dudağında olağandışı sıcaklık oluşur. Mil dönüş hızı arttıkça, yükleme aralıkları kısaldığından ısınma daha fazla olacaktır. Yüksek sıcaklık oluşur daha çabuk kimyasal değişime ve daha fazla gevşemeye yol açar. Bütün bu etkiler keçe ömrünün kısalması demektir. Malzemenin esneklik özelliğine göre kabul edilebilen, salgı miktarı da değişir. Mil salgısına en iyi uyum gösteren malzeme silikondur. Bu özelliği nedeniyle, yüksek devirlerde çalışan miller için en uygun malzemedir.

2.24. Malzeme sertliğinin etkisi

Elastomer malzemelerin özelliğinin belirtilmesinde sertlik önemli bir değerdir. Kanşım sırasında katkı maddesi ile her elastomer malzemenin sertliği geniş aralıklarda değiştirilebilir. Sitandart sertlik birimi olarak IRHD ya da Şor A (ShA) durometre sertliği kullanılır. Sertlik değeri 5 birim tolerans içinde kabul edilir. Bu nedenle sertlik değerindeki bir kaç birimlik değişmelerin önemi yoktur. Sızdırmazlık elemanlarının sertifikaları yumuşak malzemeler için 40-45'den başlayıp sert malzemelerde 90-95 ShA arasında değişir. En fazla kullanılan 70 ShA sertlik civarındadır.

Yumuşak malzemeler aşınmaya ve basınca daha az direnç gösterirlerse de pürüzlü yüzeylerde daha iyi çalışırlar. Genel olarak dinamik keçelerde sertlik arttıkça sıklık yada keçenin mili

sıkma kuvveti zamanla azalır. Böylece, sürtünme kuvvetleri de azalmış olur. Sıklık miktarını sabit tutarsak, sertlik arttıkça çalışma sırasında ki sürtünme kuvvetleride artacaktır.

Sertlik, malzemenin yağ içerisinde şişmesi ile azalır ve sıklık miktarı artar. Belli oranlar içinde şişme iyi kabul edilir, dinamik keçelerde bu değer en fazla % 15 ile %20 arasında olmalıdır. Yağ uçucu türden değilse bu şişme sabit kalır. Fakat yağ uçucu ise ve keçe bir süre kuru çalışmışsa bu kez tersi olur. Keçe kuru ve ölçüsel olarak çeker. Dinamik keçelerde çekmek oranı %3 ile %4 den fazla ise yağ kaçağı oluşabilir. Plakalar halinde hazırlanan deney malzemeleri üzerinde yapılan deneylerde, keçenin gerçek çalışma koşullarında şişmesi ile ilgili kesin sonuçlar elde edilemez. Çünkü kesit alanı, şişme hızını belirler ve keçe dudağının yalnız bir tarafı yağ ile temastadır. Eğer şişme çok fazla ise, yağın keçe malzemesini kimyasal olarak etkilemesi durumunda uygun keçe malzemesinin seçilmediği söz konusu olur.

2.25. Kauçuk Parça Üretimi (Vulkanizasyon)

Vulkanizasyon, elastomer malzemenin özelliklerini değiştirme işlemidir. Vulkanize olma derecesi malzemenin fiziksel özelliklerindeki değişme miktar ile ölçülür.

Vulkanizasyon hızı, hızlandırıcı (Accelerator) kullanılarak artırılır. Hızlandırıcılar aynı zamanda malzemenin fiziksel özelliğini etkiler. İyi bir hızlandırıcı sistemi düzgün yüzey sağlayıp,

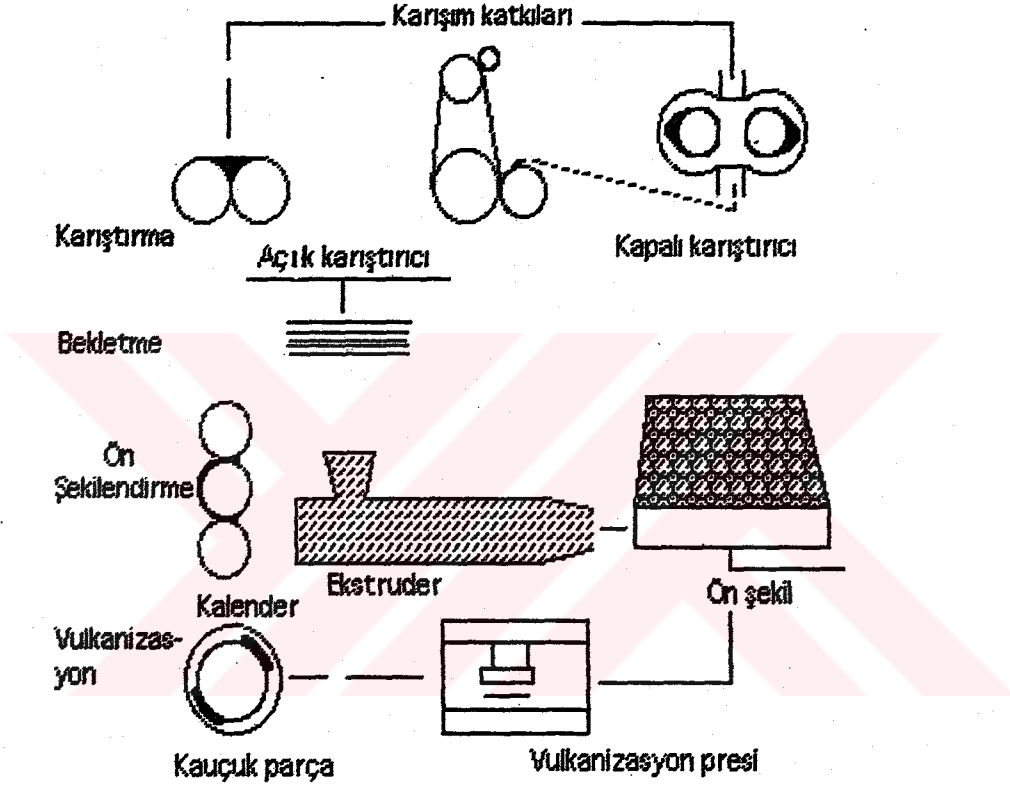
Vulkanizasyon Sonunda	Viskozite Sertlik Çekme direnci Modulus Esneklik	ARTAR
	Yüzeyde uzama Sürekli kalıcılık Yağda şişme Yapışma	AZALIR

TABLO 1

çekme direnci, sürekli kalıcılık, histerizis ve yaşlanma değerini olumlu olarak etkiler. Hızlandırıcı seçilirken göz önüne alınan ilk etken skorç zamanıdır.

Skorç, malzemenin olgunlaşmamış vulkanizasyonudur. Başka bir deyimle, malzemenin son durumunu almadan ve vulkanizasyona hazır olmadan kısmen pişmesidir. Malzeme plastik özelliklerini kaybeder. Yüksek sıcaklıkta skorç olma zamanı daha kısadır. Her hamur vulkanizasyona başlamadan önce, yüksek sıcaklıkta belli bir süre ilk özelliğini korumalıdır. Bu süre skorç zamanı olarak tanımlanır.

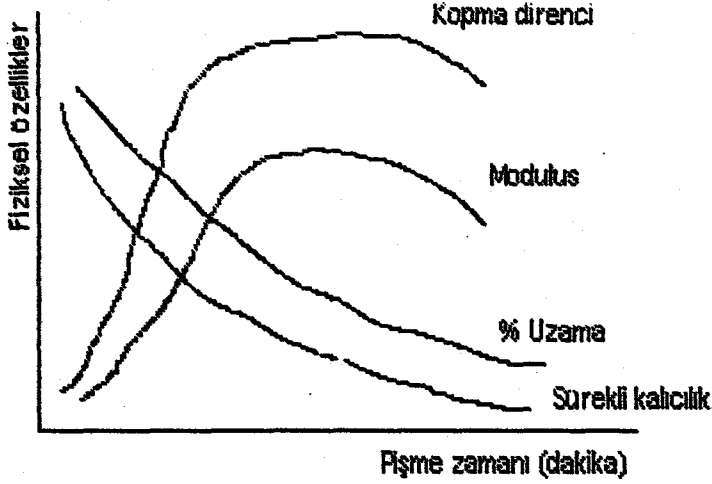
Skorç zamanı yalnızca malzeme karışımına bağlı değildir. Üretime kadar malzemenin



Şekil 2. Kauçuk parça üretiminin akış şeması

hazırlanmasında ve bekleyişinde geçen zaman ve karşılaştığı sıcaklık skorç zamanını etkiler. Son karıştırma sırasında malzeme yüksek sıcaklıkta bir kaç dakika kalır. Soğumaya bırakıldığında hamurun iç kısmı daha geç soğuyarak bazı kısımlar merdanede birkaç kez çekilir. Bu yüzden farklı partilerde, aynı malzeme farklı skorç zamanına sahip olabilir. Malzeme presde pişirme işlemine konduğunda toplam skorç zamanından daha az skorç zamanı kalır. Buna artık skorç zamanı denir. Üretim kalitesi bakımından bu zaman yeterli olmalıdır. En ideal şekilli malzeme kalıbın biçimini aldığı

anda skorç zamanı sona erip, vulkanizasyonun başlamasıdır. Farklı partilerdeki değişmeyi karşılamak için buna ek bir skorç zamanı da gerekir.



Şekil 3. Pişme eğrisi

Skorç zamanını bilmek, üretim güvenliği bakımından gereklidir. Modulus yada çekme direncinin yükselmeye başladığı en düşük pişirme durumunu bularak yada sıcak hamur makinasında skorç belirtisi oluncaya kadar, makineyi döndürmekle skorç zamanı tahmin edilebilir. En çok kullanılan yöntem ise "Mooney" deneyidir. Mooney deneyinden de, malzeme viskozitesi minimum değerinden beş puan yükseldiğinde, skorç zamanı elde edilir.

Skorç zamanı, malzemenin hazırlanış şekline ve bekleme süresinden etkilenir. Vulkanizasyon zamanı ise, hızlandırıcı sisteminin bir faktörüdür. Vulkanizasyon zamanı, vulkanizasyon başlangıcından en uygun pişirme anına kadar geçen süredir. Vulkanizasyon zamanı, üretimi doğrudan etkiler. En yüksek verimi alabilmek için parçanın presde kalma süresini, en aza indirmek gerekir. Minimum vulkanize zamanı, parça vulkanize olmaya başladıktan sonra, malzemede hiç gözenek kalmayınca kadar geçen süredir.

Pişme zamanını azaltmak için malzemeyi kalıba koymadan önce, ön ısıtma ile skorç zamanı güvenilir en kısa süreye indirilir. Pres açıldıktan sonra da kalıbın sıcaklığının vulkanizasyonu sürdürdüğü göz önüne alınır. Vulkanizasyon zamanı aktif hızlandırıcılarla kısaltılabilir.

Malzemede gözenekler sertliği etkilediğinden, minimum pişirme zamanını belirlemek için, sertlik deneyi uygun yöntemlerden biridir. Minimum pişme zamanı ekonomik yönden avantajlıdır. Fakat her zaman uygun pişmeyi vermez.

Elastomer malzemenin, ısı iletkenliği oldukça zayıftır. Malzemenin iç ve dış kısmının vulkanizasyon sıcaklığına ulaşması farklı zamanlarda olur.

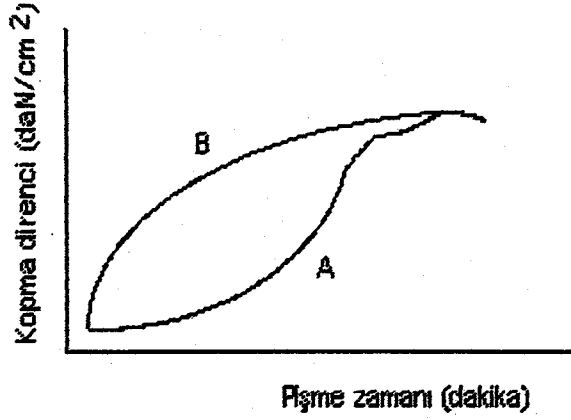
$$t_v = k \cdot h^2$$

Bu nedenle parçanın iç kısmı belirli bir sıcaklıkta daha kısa süre kalır. Plato zamanının yeterli olmaması yada malzemeyi yeterli sürede pişirmemek, malzeme kalitesini olumsuz yönde etkiler.

Pişirme zamanı skorç zamanı ile vulkanizasyon zamanının toplamına eşittir. Vulkanizasyon zamanından farklıdır. Buna karşın vulkanizasyon zamanı ile pişirme zamanının aynı anlamda kullanıldığı sık sık görülmektedir.

Plato zamanı malzemenin fiziksel özelliklerinin sabit kaldığı zaman süresidir(Şekil 2). Plato zamanı ne denli uzun olursa, üretim güvenliği, pişmenin kararlılığı ve yaşlanma özelliği o denli iyi olur. Malzeme ısındıkça fiziksel özelliklerinde değişme olur . Fiziksel özellikleri ve pişme zamanına göre çizilen eğri, pişme eğrisi olarak adlandırılır. Şekil 3'deki grafik; çekme, modulus uzama ve sürekli kalıcılık özelliklerinin pişme zamanına göre değişimlerini göstermektedir. Görüldüğü gibi bütün bu özellikler en iyi durumuna ulaşamamaktadır. Bu da, teknik pişme yada en iyi pişme zamanının belirlenmesinde güçlük yaratır.

Teknik pişme fiziksel özelliklerin, imalatı bitmiş parçada en uygun biçimde düzenlenmesidir. En uygun pişme zamanını belirlemek için belirli bir kıstas yoktur. Genellikle modulus eğrisindeki kırılmadan az önceki zaman alınır. Bu da uzama eğrisinin sabitleştiği andan az önceye karşılık gelir. Pişme hızı en uygun pişme noktasına kadar olan pişme eğimidir. Aynı pişme zamanı olan iki malzemenin, pişme hızları farklı olabilir (Şekil 4).



Şekil4. Aynı pişme zamanı olan iki malzemenin pişme hızları farklı olabilir.

En uygun pişme süresinden daha kısa zaman az pişme, daha uzun zaman ise fazla pişme diye adlandırılır. Çok fazla pişme iki şekilde olur. Bazı malzemelerde özellikle SBR'de, pişme zamanı uzadıkça malzemenin sertliği ve uzama direnci artar buna karşın çekme ve uzama değerleri düşer. İkinci tip malzemelerde uzun pişme zamanı sertlikte, uzama direncinde ve çekme direncinde azalma meydana getirir. Bu ikinci tip malzemelerde az pişme durumuna dönüşüm, tersinme (REVERSION) diye adlandırılır.

Az pişmiş ve çok pişmiş malzemelerinin uzama ve diğer bazı özellikleri benzer olabilsede çok farklı özellikler gösterirler. Az pişmiş malzemeyi çok pişmiş malzeme ile karşılaştırsak genellikle az pişmiş malzemedede düşük uzama direnci, yüksek yırtılma direnci, çatlakların büyümesine karşı daha iyi direnç, daha fazla ısı birikimi ve daha fazla sürekli kalıcılık gösterir. Bu özellikler az pişme ya da çok pişme zamanından bağımsız olarak pişirici ve hızlandırıcı sistemini seçerek ve başka karışım teknikleri kullanarak elde edilebilir. Eğer özellikler, az pişme yada çok pişme durumuna yakınsa, nasıl elde edildiğine bakılmadan " Düşük pişirme durumu " yada " yüksek pişirme durumu " denir. Pişirme durumunu ölçmek için en kolay yol, sürekli kalıcılık deneyidir. Düşük sürekli kalıcılık değeri, yüksek pişirme durumunu gösterir.

2.26. Yağ keçesi tipleri



Dış kauçuk kaplı DIN 3760 A tipi

Yüzeyi pürüzlü, gözenekli yada ısı genleşmesi yüksek malzemeden yuvalar için genel amaçlı keçe tipidir. Bilezik paslanmaya karşı korunmuştur.



Dış metal DIN 3760 B tipi

Dış çaptan sızdırmaması için daha iyi yuva yüzey kalitesi gerektirir. Isı genleşmesi yüksek metal yuvalar için uygun değildir. Pahalı kauçuk malzemeler için düşünülen keçe tipidir.



Çift bilezikli keçe DIN 3760 C tipi

Büyük çaplarda çakma kolaylığı için düşünülür. Budak tarafından mile takılırken ve yağ çarpmalarına karşı avantaj sağlar. Montaj hatalarına daha az duyarlıdır.



Toz dudalı keçeler

DIN 3760 AS - BS - CS tipi . Dış etkenlere açık uygulamalarda ve toza karşı toz dudaklı keçe kullanılmalıdır.



Çift dudaklı keçeler

İki ayrı ortamı birbirinden ayırmak amacıyla kullanılırlar.



Yaysız keçeler

Gres sızdırmazlığı gibi daha az önemli uygulamalar için, ucuz tip keçedir. Mil styrıcı olarakta kullanılır.



Dış tırtıllı keçe

Dış çapta sızdırmazlık önem kazandığı durumlarda, sıcak ortamda kullanılan keçe tipidir.

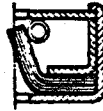


Basıncılı Ortam Keçesi

5 Bara dek basınçlarda kullanılan dudaklı kalın etekli ve destekli keçe tipidir.

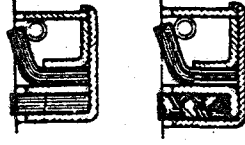


Büyük Çaplarda ve yüksek devirlerde düşük moment istenildiği zaman kullanılır.



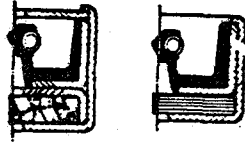
Deri Keçe

Yüzey kalitesi iyi olmayan millerde, gres sızdırmazlığı için kullanılan aşınmaya dirençli keçe tipidir.



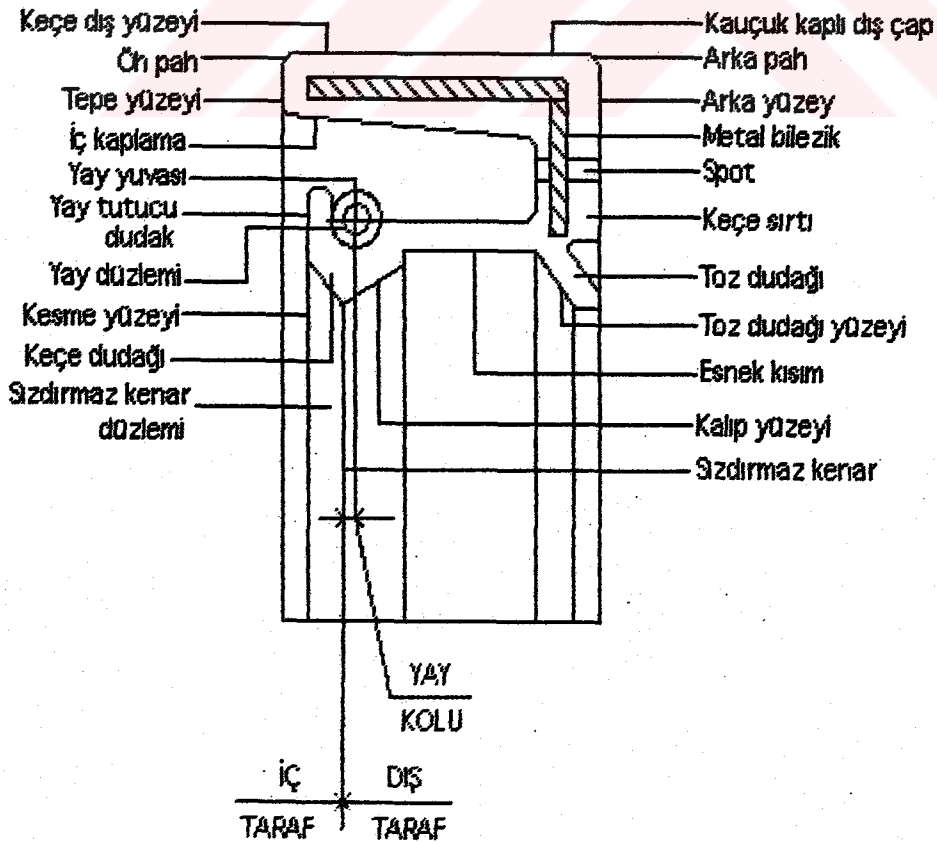
Toz Koruyucu Deri Keçeler

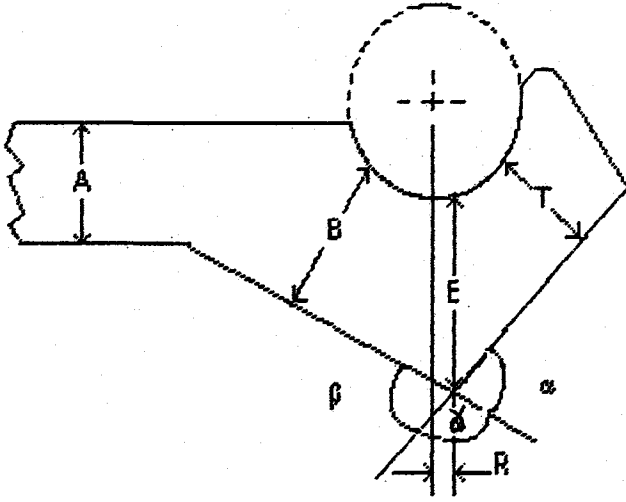
Tozlu ortama karşı, deri dudaklarını korumak amacıyla deri yada yün keçeden koruyucu dudak eklenmiştir.



Aşın tozlu ve kirlili ortamda yağ sızdırmazlığı için kauçuk esaslı sızdırmazlık dudakları, yün keçe ya da deri ile korunmuştur.

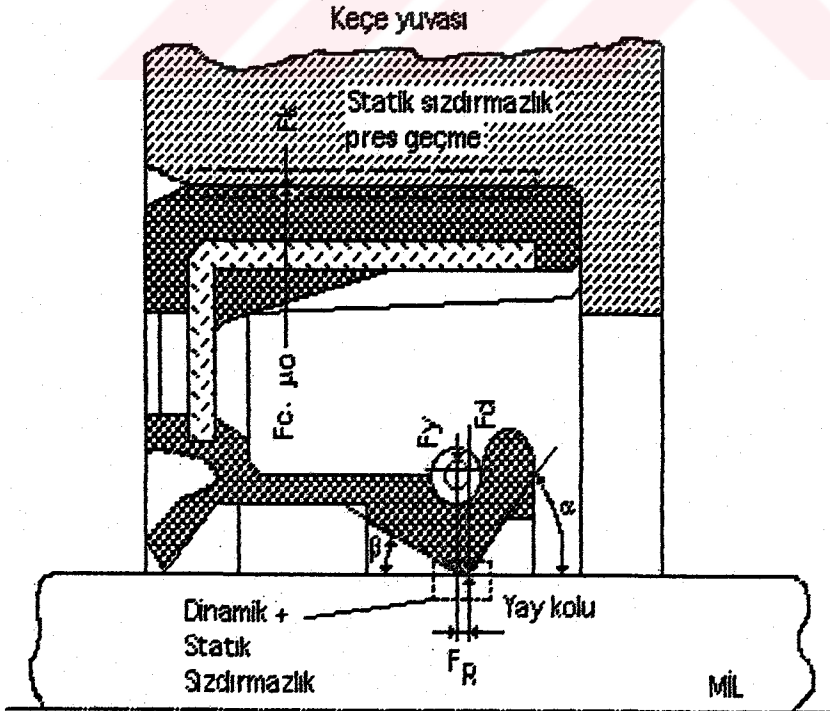
2.27. Yağ keçesi profili ve tanımları

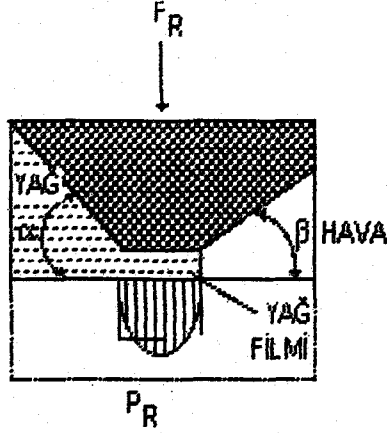




Şekil 5. Yağ keçesinin dudak ölçüleri ve kısımlarının gösterilişi.

2.28. Yağ keçesi çalışması



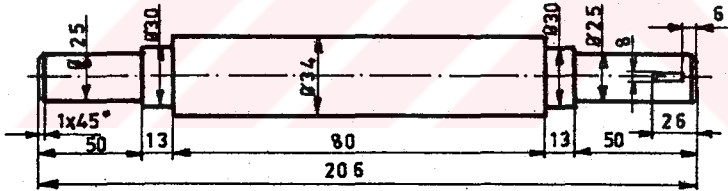


Şekil6. Yağ keçesinin mil üzerinde görünüşü ile dudaktaki basınç dağılımının gösterilişi

3.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1.Deney Malzemelerinin Hazırlanması:

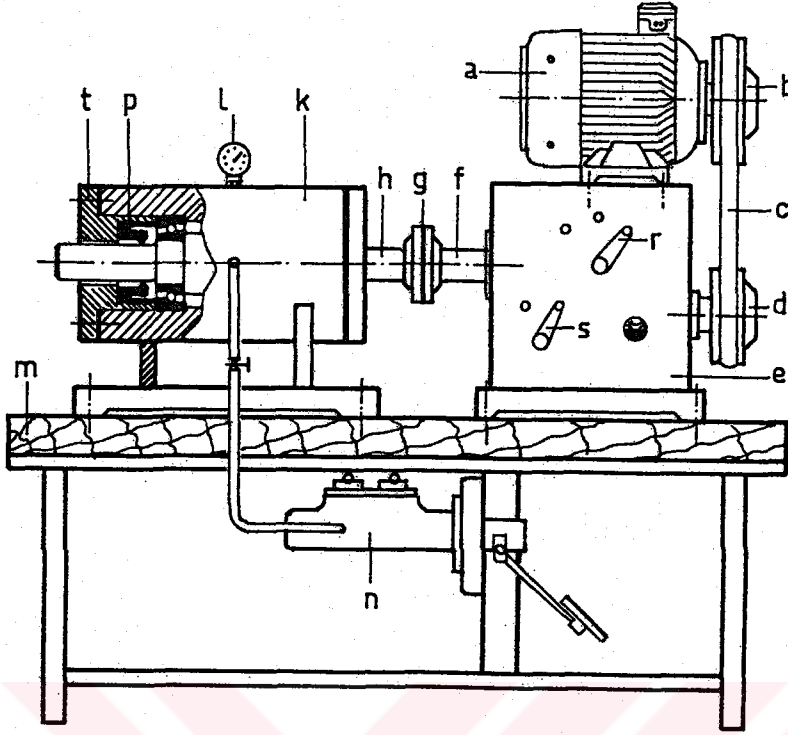
Deneylerde SKT keçe fabrikalarından temin edilen 40435 numaralı L2 tipi keçeler kullanıldı. Mil olarak (0,45.....0,54) C, (0.10.....0.30)Si, (0.60.....0.90)Mn ve en çok 0.04 P ile 0.050 S ihtiva eden Ç1050 malzemesi seçildi. Mil önce ölçülerine uygun torna edilerek ısı



Şekil 7

işleme tabi tutuldu ve sertliği 40 HRC'ye getirilerek $25^{+0,013}$, $25^{+0,313}$, $25^{+0,413}$, $25^{+0,513}$ ve $25^{+0,613}$

toleranslarında taşlanarak beş adet mil deneye hazır hale getirildi. (Şekil7) mil toleranslarının seçimi, sanayide yapılabilecek hata durumları göz önüne alınarak serbest seçildi. Deneyde kullanılan SAE 30 numaralı yağ petrol ofisinden temin edildi. Sıcaklıkları ölçmek için Alman malı HC-5010K model bir dijital termometreden yararlanıldı. Keçedeki aşınmalar İsveç malı Mettler LJ 16 model ve 0,001 hassasiyetinde bir terazide tartılarak ölçüldü. Sistem içerisindeki yağ basıncında Alman malı Fiebig marka bir manometre ile ölçülmüştür. Bütün bu hazırlıklardan sonra, deney yapmaya elverişli olabilecek bir deney setinin projesi hazırlanarak imalatı yapıp deneye hazır hale getirilmiştir (Şekil 8).



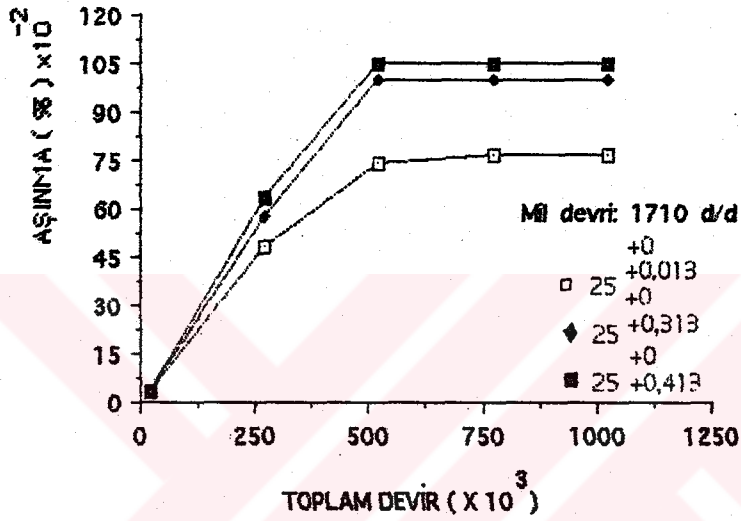
Şekil 8. Deney setinin şekli.

3.2 Deney Makinasının Çalışma Prensibi

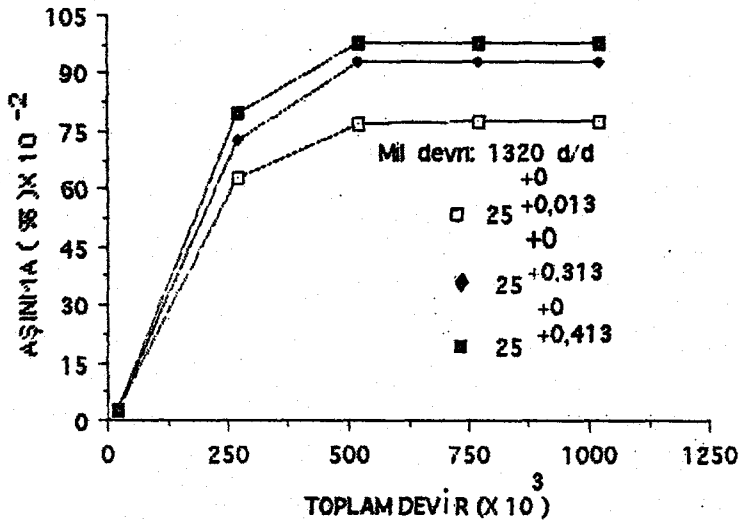
Araştırmanın yapılabilmesi için, tasarlanarak imal edilen deney makinası şekil 8'de görülmektedir. Hareket Gücü 0,37 kw ve devir sayısı dakikada 1410 olan bir elektrik motorundan (a) alınmaktadır. Bu devir, kayış kasnak yardımı ile (b,c,d) döndürülerek redüktörün giriş miline (e) verilmektedir. Redüktörde bulunan r ve s kolları yardımıyla redüktörün çıkış milinden (f), dakikada sırasıyla 297, 450, 560, 900, 1320 ve 1710 devirleri elde edilebilmektedir. Deneyde ise 900,1320 ve 1710 dev/dak'lık devirler kullanıldı. Bu devirler bir kavrama yardımıyla (g) deney miline (b) iletildi. Çıkış mili sanayi şartlarına uygun imal edilen ve iki tarafından rulman ile yataklanmış bir gövdeye mente edildi (k). Deney milinin çıkış tarafında deney keçesi (p) bir flanş içerisine (t) yerleştirilerek civatalar yardımıyla gövdeye bağlandı.bunların dışında, deneylerin kuru, yağlı ve farklı yağ basınçlarında yapılmasına imkan sağlayan bir hidrolik sistem (n) düzeneğe monte edildi .Gövde içerisinde oluşturulan yağ basınçları bir manometre (L) ile ölçüldü. Sistem yukarıda bahsedilen devirlerde çalıştırılarak, toplam 250.000, 500.000, 750.000 ve 1.000.000 devirlerde keçenin aşınması sağlandı.

3.3. Deneylerin Yapılışı ve Sonuçları

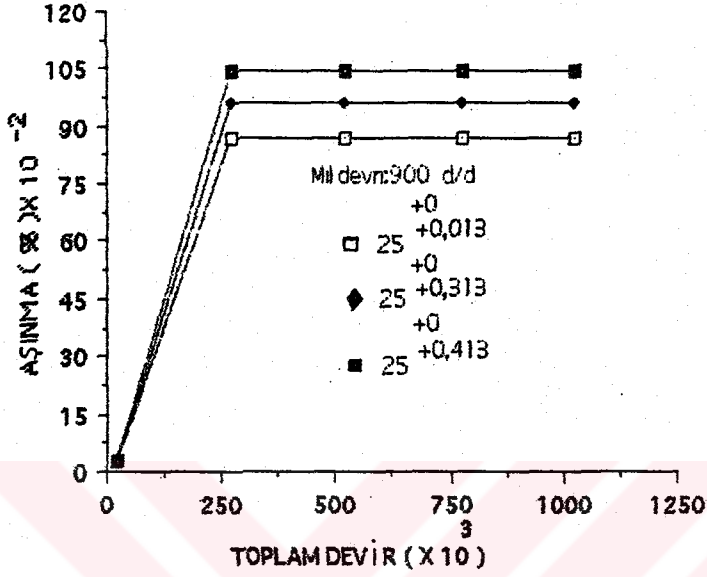
Deneylerde kullanılan L2 tipi keçeler önce karbon tetraklor'da yıkanarak temizlendi ve 0,001 gram hassasiyetinde olan Mettler LJ16 Model İsveç Malı bir terazide tartılarak numaralandırıldı .Bu işlemden sonra, keçeler yağsız ortamda



(a)



(b)



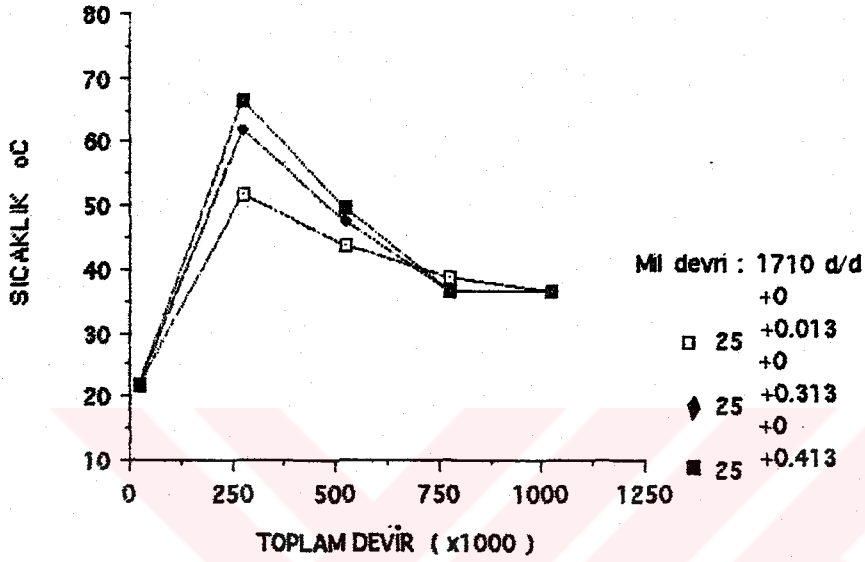
(c)

Şekil 9. Aşınmanın toplam devir sayısı ile değişimi.

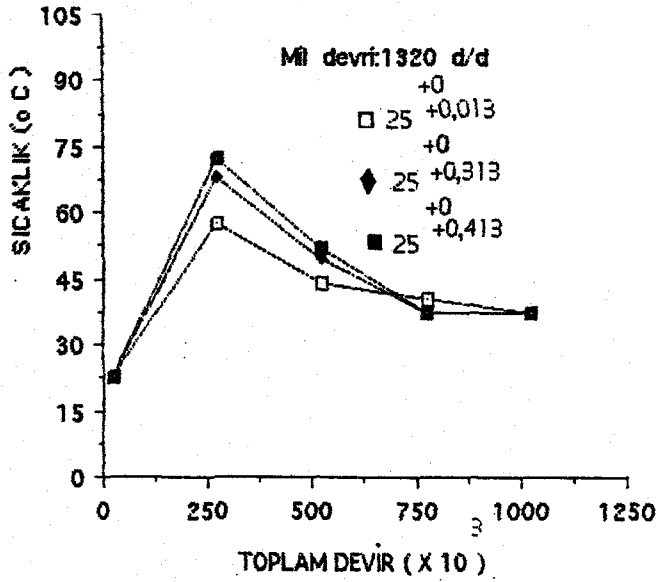
a) 1710 d/dak., b) 1320 d/dak., c) 900 d/dak.

deney setine takılarak ,900, 1320 ve 1710 devirler için 250.000, 500.000, 750.000 ve 1.000.000 toplam devirlerine kadar aşındırılarak çıkarılıp, ilk tartıldıkları terazide tekrar tartılarak ağırlıkların tesbit edildi. Aradaki fark ile toplam devir sayısı arasındaki değişimler grafikler haline getirildi (Şekil 9 a,b,c.). Yine kuru ortamda ve toplam devir sayılarında keçe duşağı

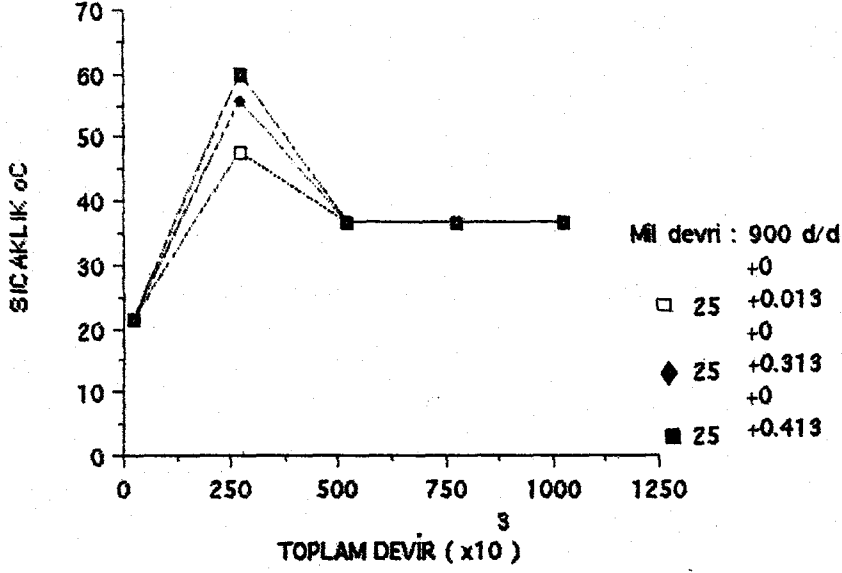
ağırlıkları tesbit edildi. Aradaki fark ile toplam devir sayısı arasındaki değişimler grafikler haline getirildi (Şekil 9 a,b,c.). Yine kuru ortamda ve toplam devir sayılarında keçe duduğu



(a)



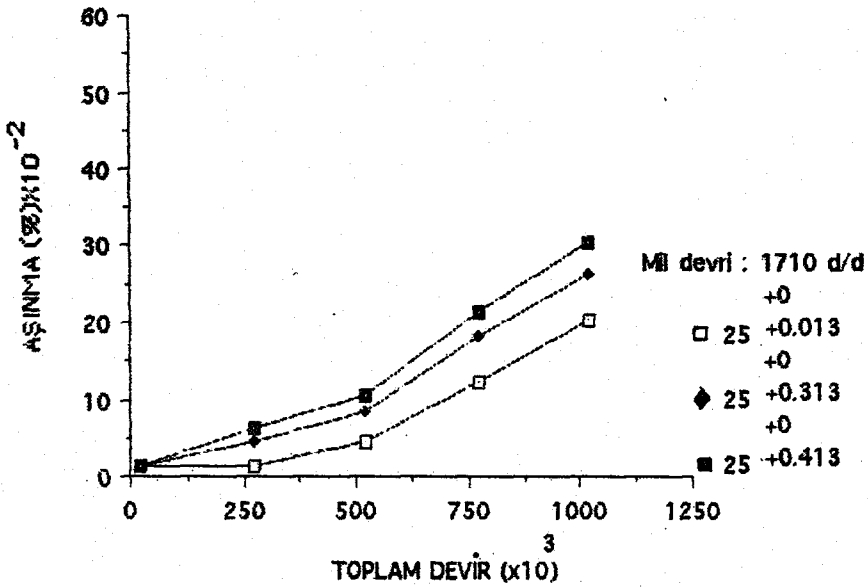
(b)



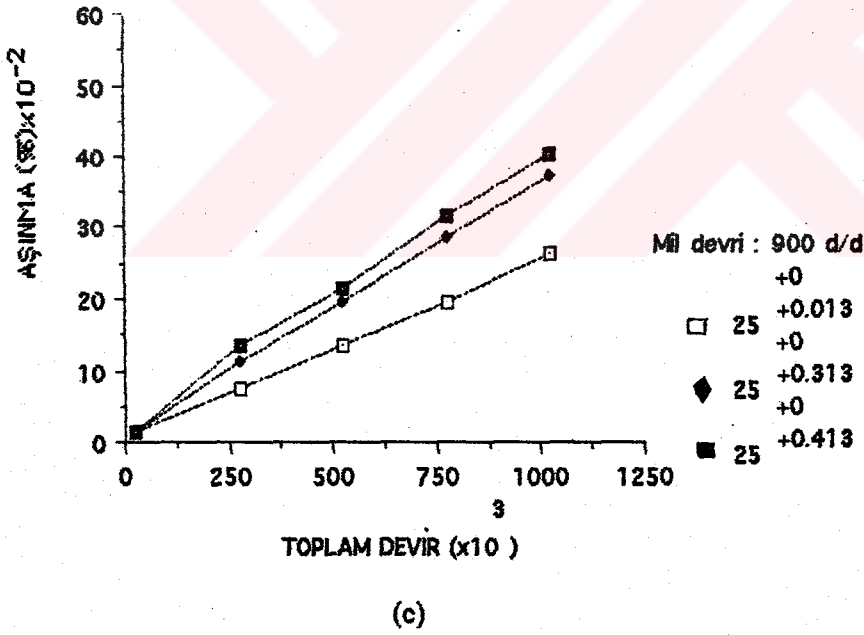
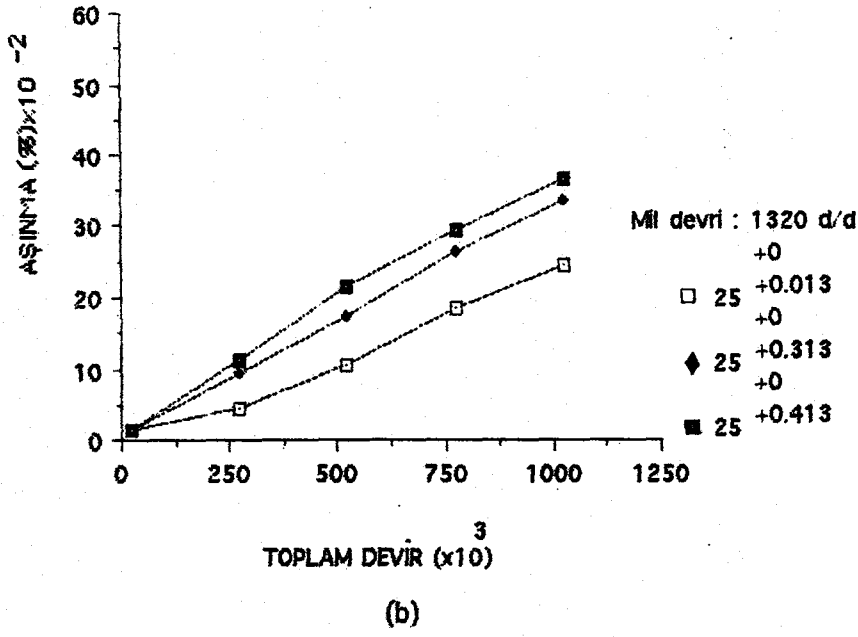
(c)

Şekil 10. Toplam devir sayısı ile sıcaklığın değişimi
a)1710 d/dak., b)1320 d/dak., c)900 d/dak.

ile dudanın temas ettiği mil arasında meydana gelen sıcaklık değişimleri de ölçülerek, yukarıdaki değişim grafikleri çizildi (Şekil 10 a,b,c). Bu işlemden sonra, aynı deneyler gövde içerisine hidrolik sistem tarafından yağ doldurularak sırasıyla tekrarlandı ve aşağıdaki değişim grafikleri çizildi (Şekil 11 a,b,c).



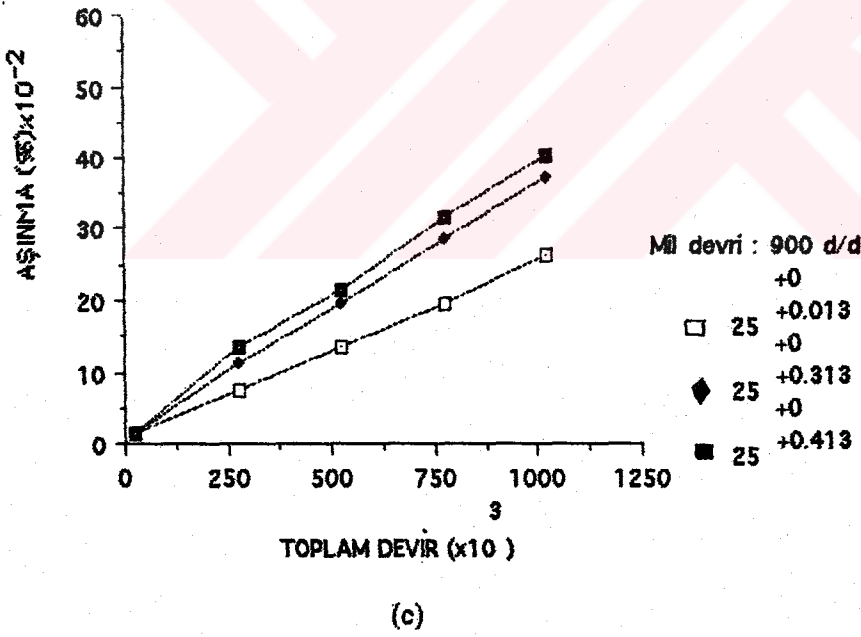
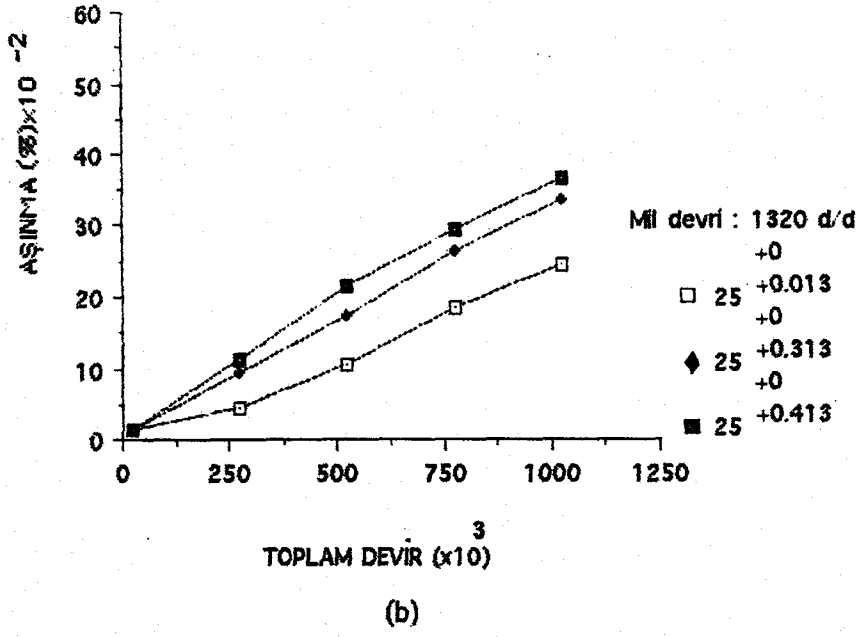
(a)



Şekil 11. Aşınmanın toplam devir sayısı ile değişimi
a) 1710 d/dak., b) 1320 d/dak., c) 900 d/dak.

Yağlı ortamda keçe dudağında meydana gelen sıcaklık değişimleri de aşağıda gösterilmiştir

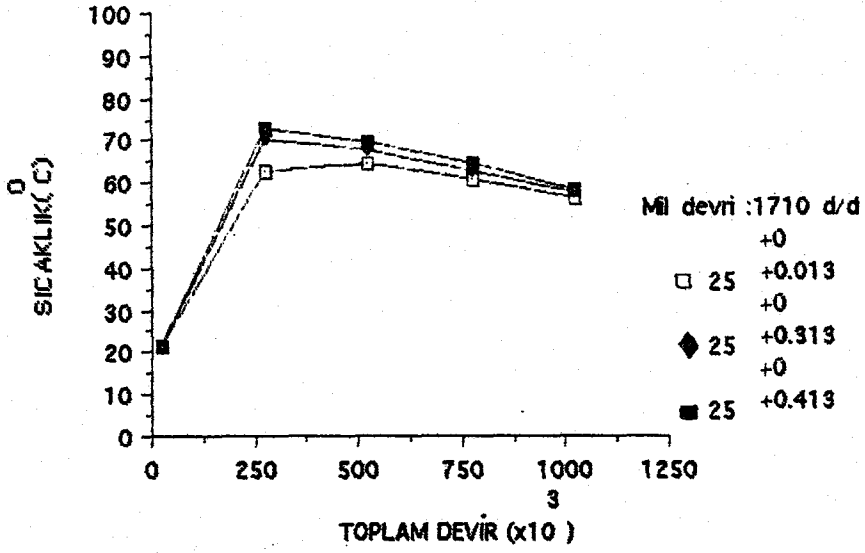
(Şekil 12 a,b,c).



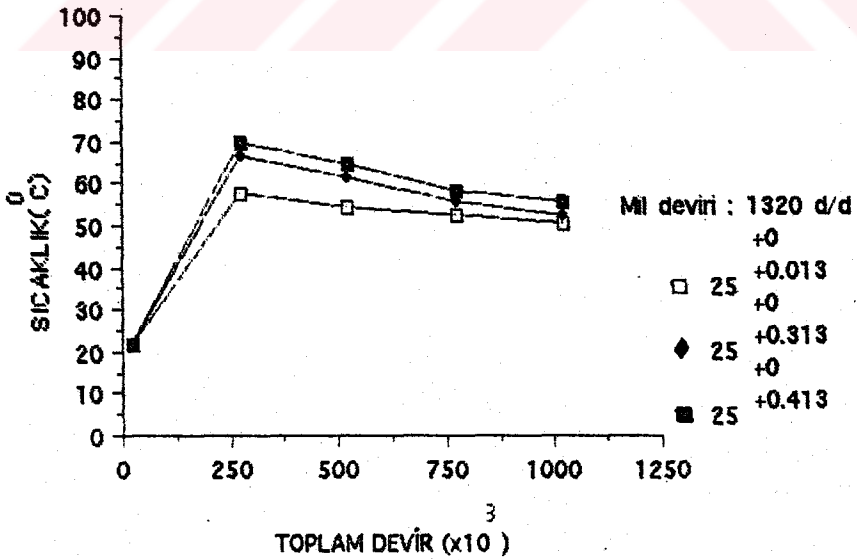
Şekil 11. Aşınmanın toplam devir sayısı ile değişimi
a) 1710 d/dak., b) 1320 d/dak., c) 900 d/dak.

Yağlı ortamda keçe dudığında meydana gelen sıcaklık değişimleri de aşağıda gösterilmiştir

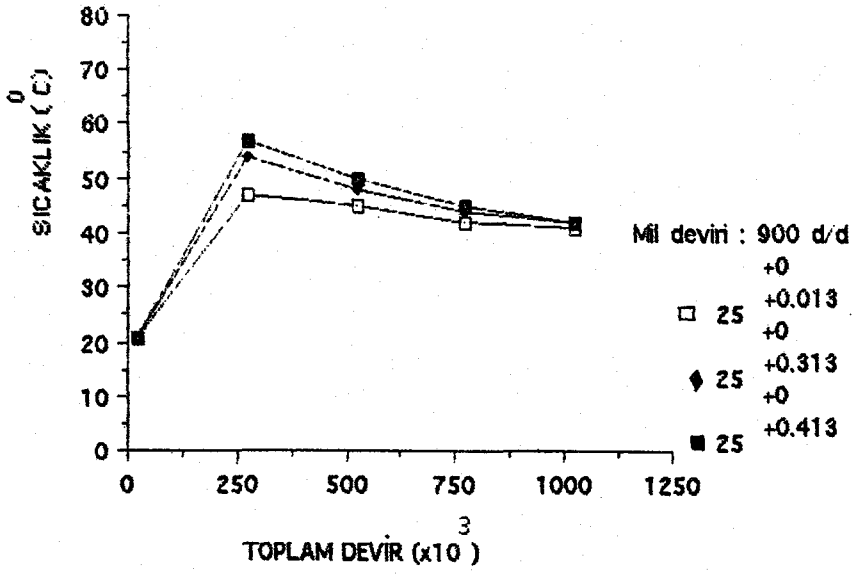
(Şekil 12 a,b,c).



(a)



(b)

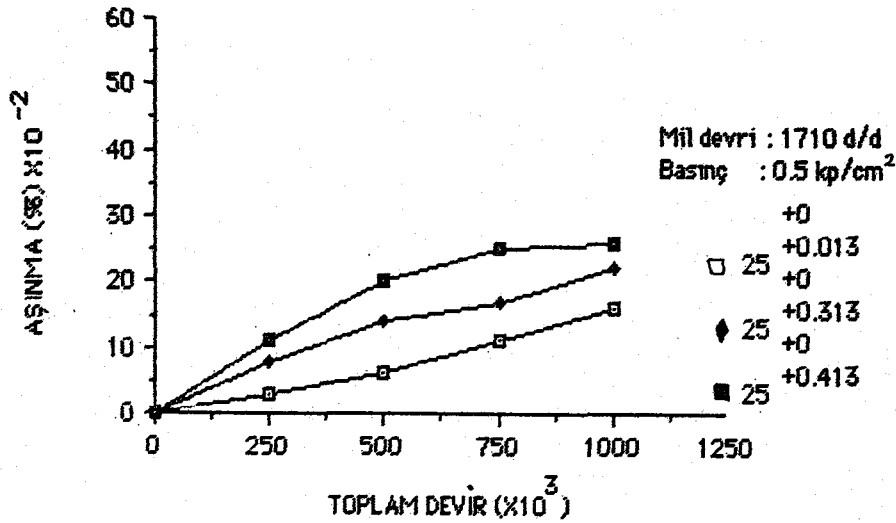


(c)

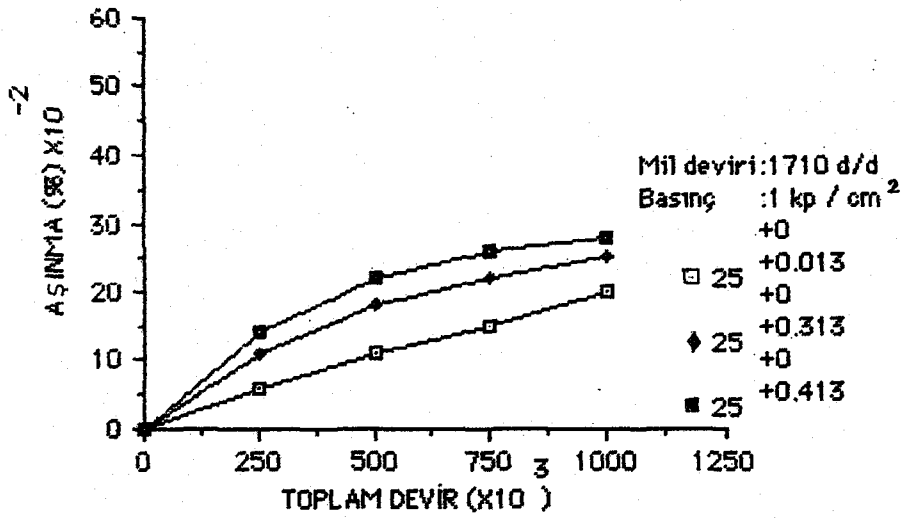
Şekil 12. Toplam devir sayısı ile sıcaklığın değişimi

a) 1710 d/dak., b) 1320 d/dak., c) 900 d/dak.

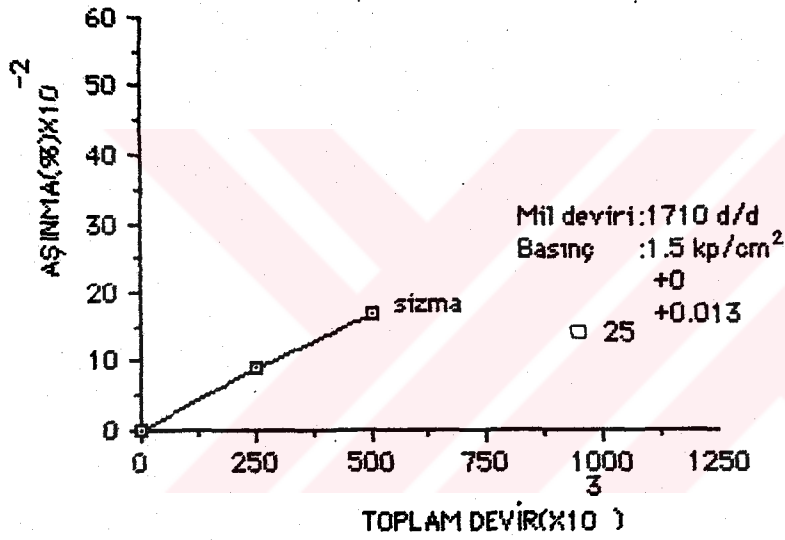
Yukarıdaki bu işlemler tamamlandıktan sonra aynı deneyler ortam içerisinde farklı basınçlar oluşturularak sırasıyla tekrarlandı, keçede meydana gelen dudak aşınmaları (Şekil 13,14 ve 15a,b,c,d,e) ve dudak sıcaklıklarının değişim grafikleri (Şekil 16,17 ve 18 a,b,c) çizildi.



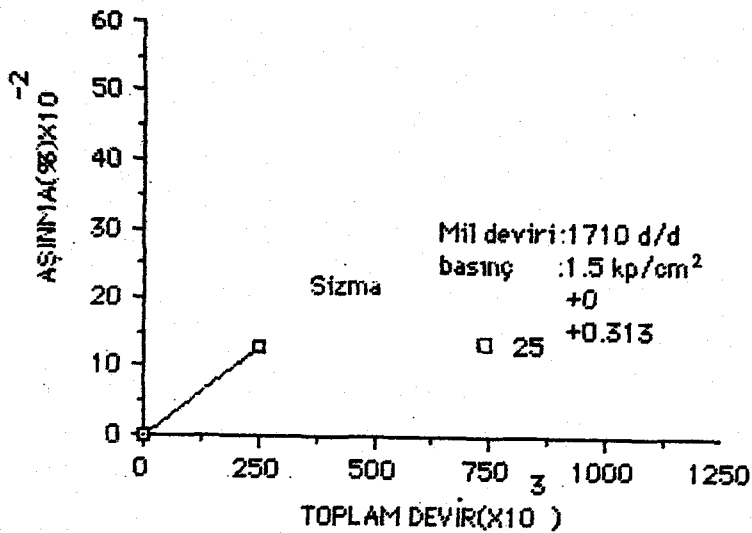
(a)



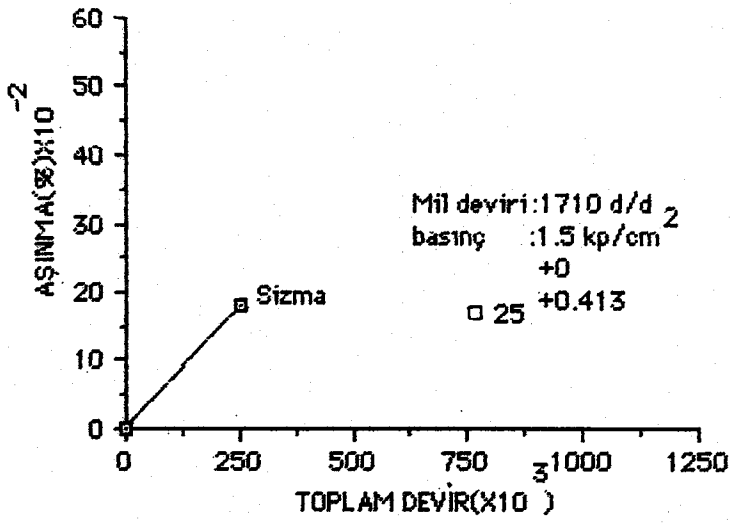
(b)



(c)

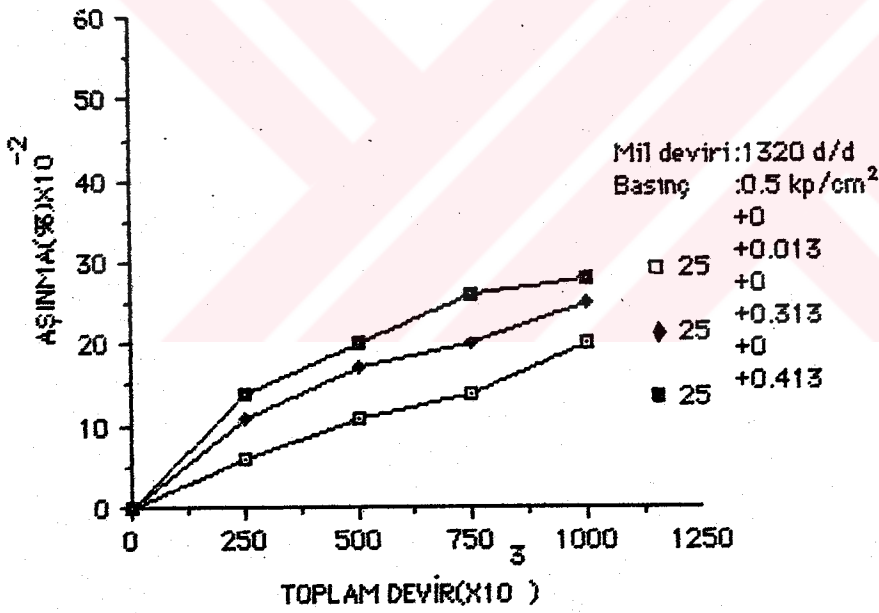


(d)

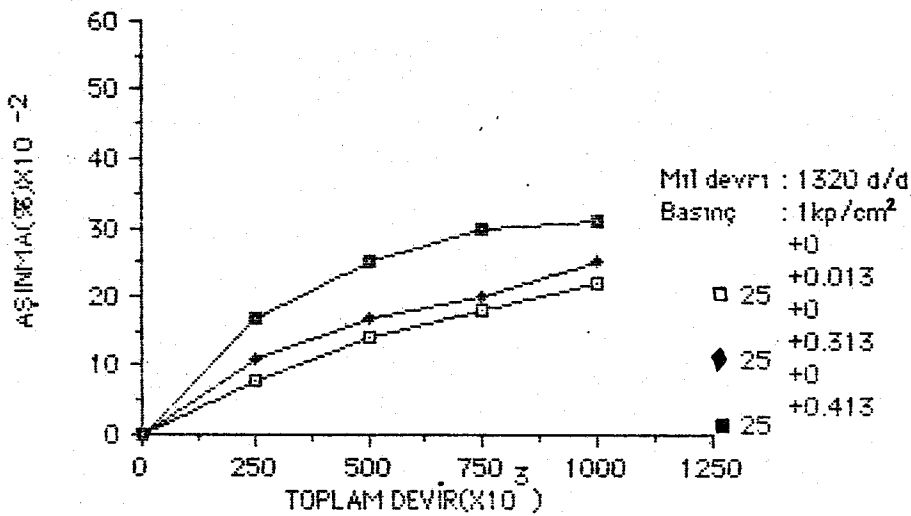


(e)

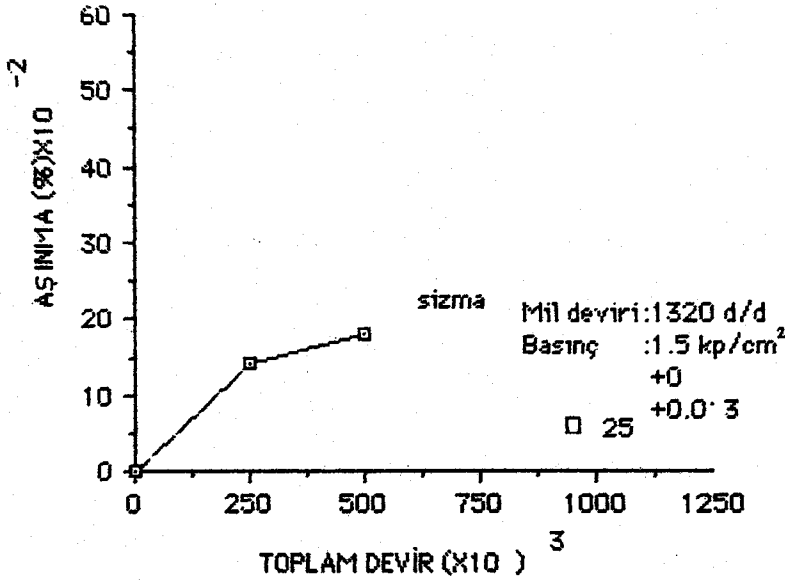
Şekil 13. Aşınmanın toplam devir sayısı ile değişimi
a) 0.5 kp/cm², b) 1 kp/cm², c, d, e) 1.5 kp/cm²



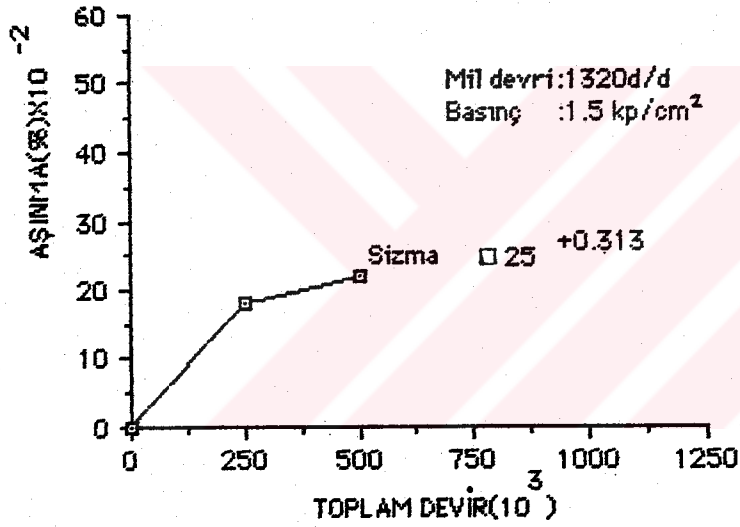
(a)



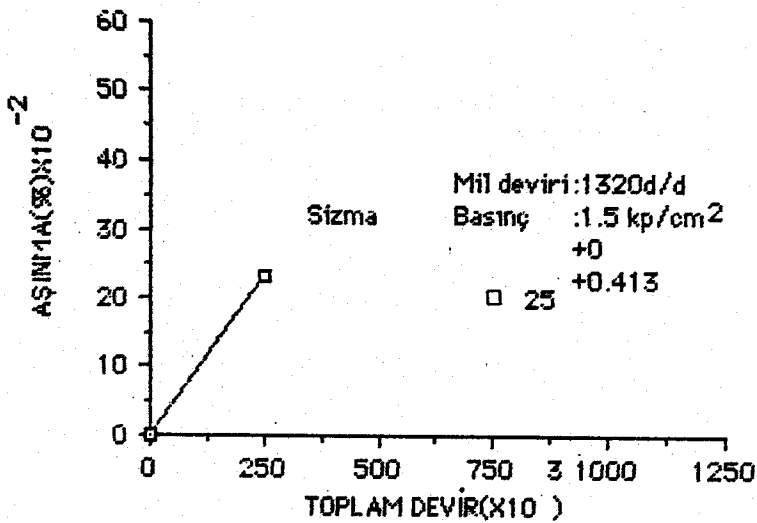
(b)



(c)

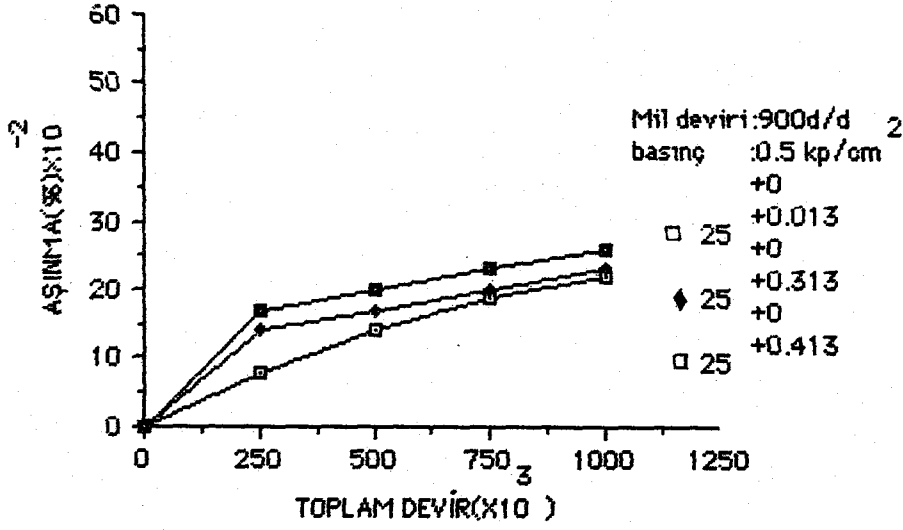


(d)

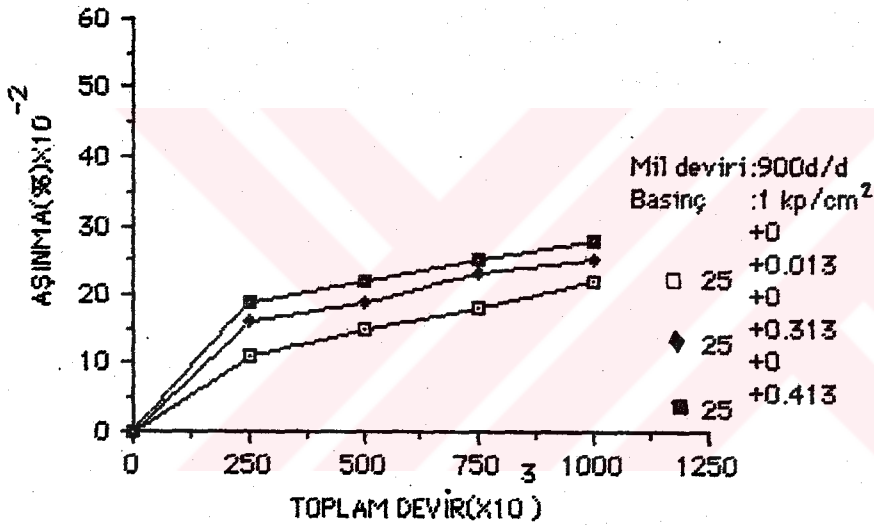


(e)

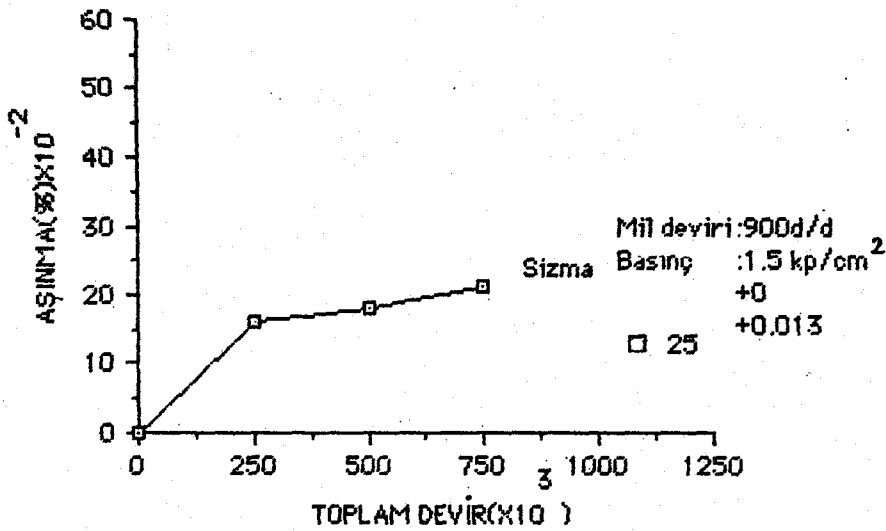
Şekil 14. Aşınmanın toplam devir sayısı ile değişimi
a) 0.5 kp/cm², b) 1 kp/cm², c, d, e) 1.5 kp/cm²



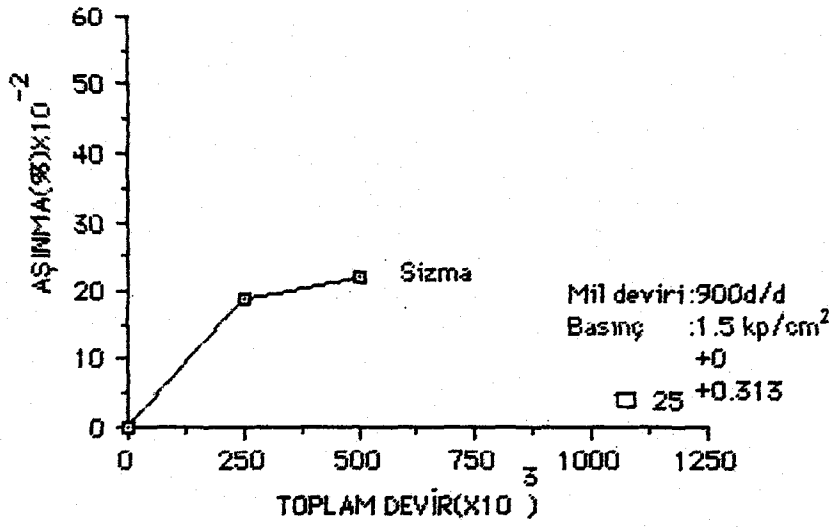
(a)



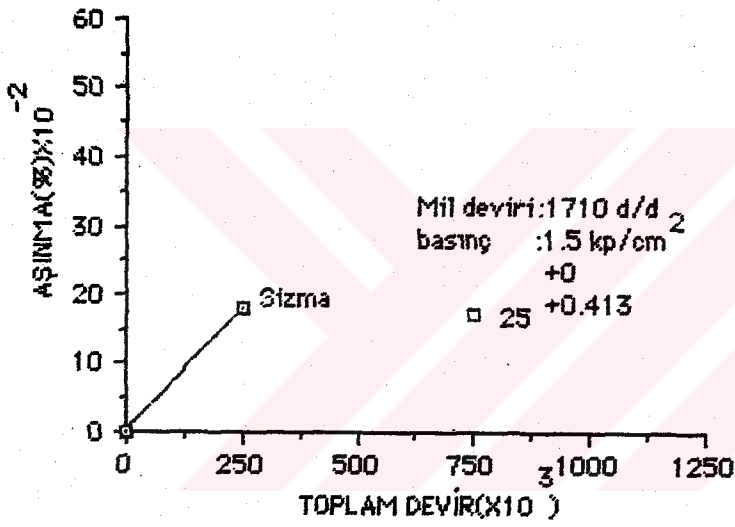
(b)



(c)

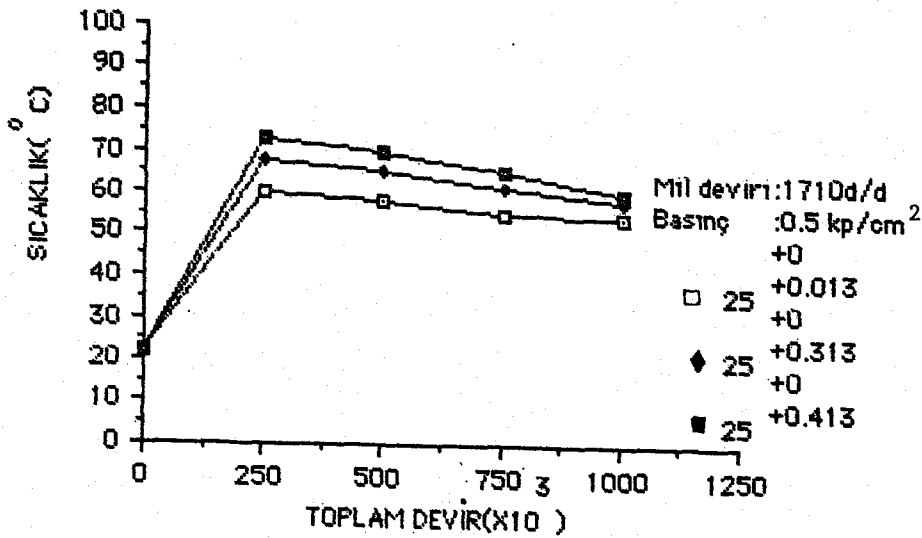


(d)

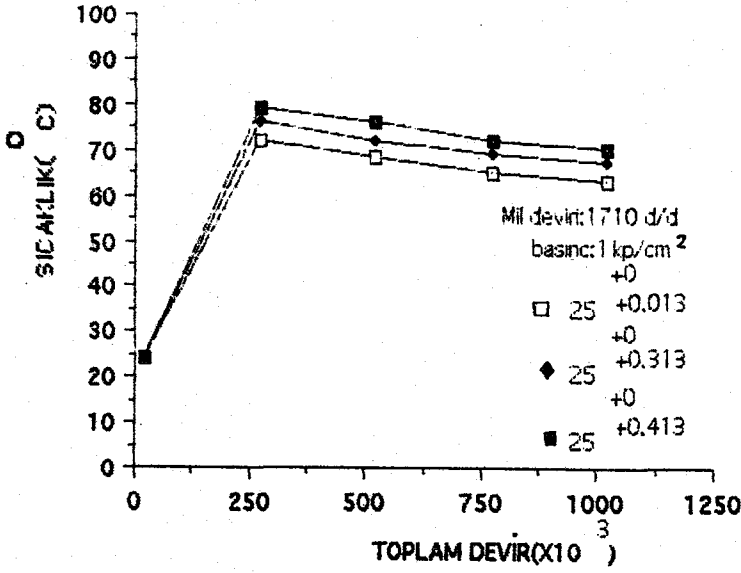


(e)

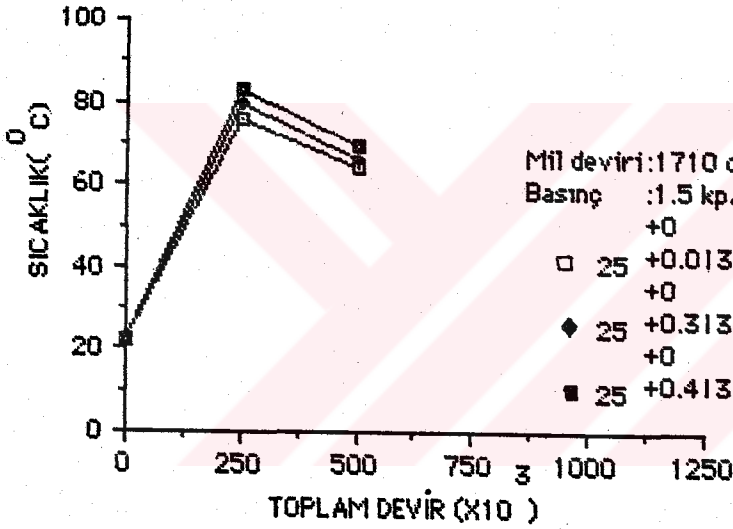
Şekil 15. Aşınmanın toplam devir sayısı ile değişimi
a) 0.5 kp/cm², b) 1 kp/cm², c, d, e) 1.5 kp/cm²



(a)

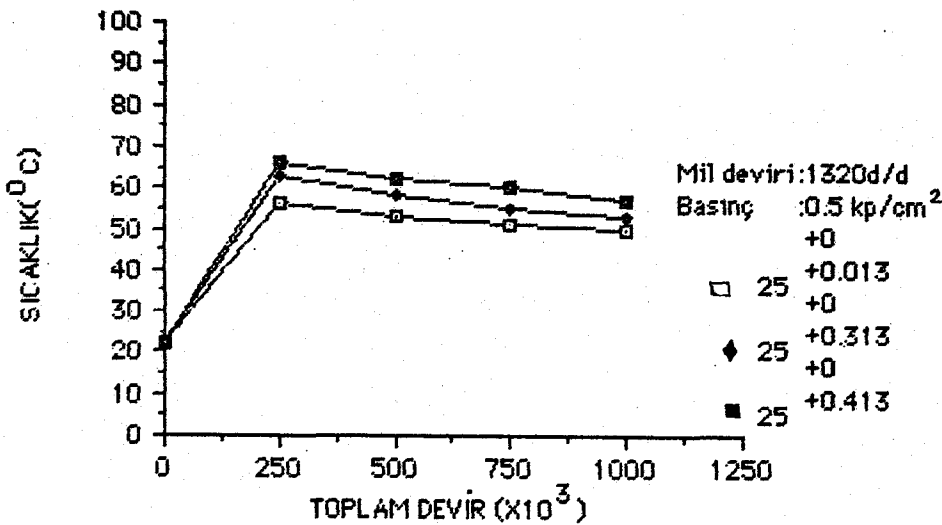


(b)

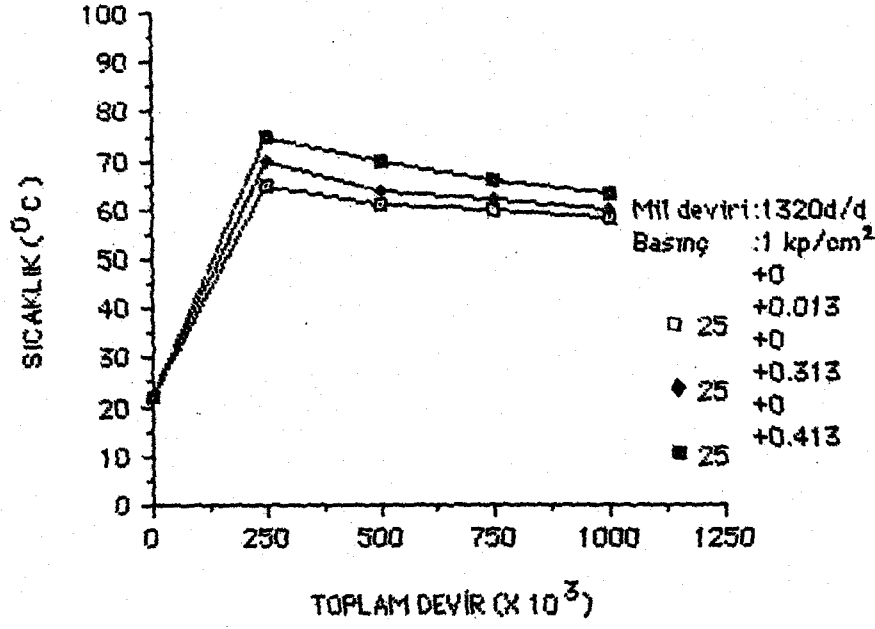


(c)

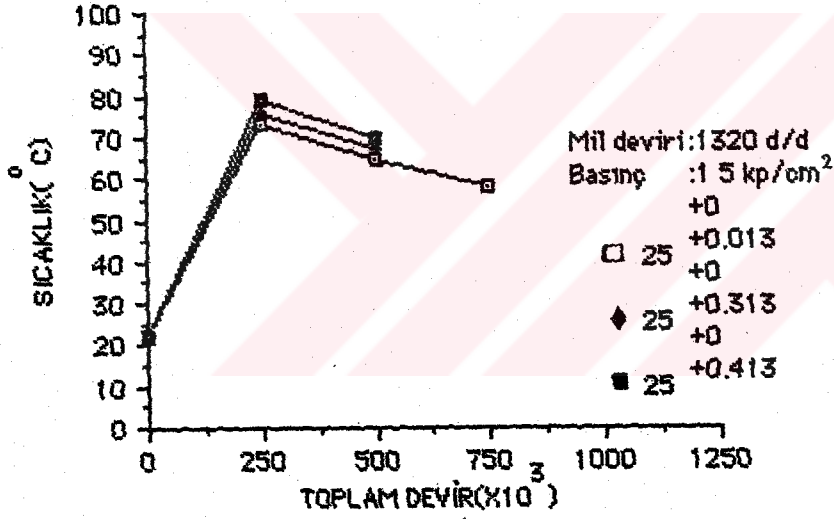
Şekil 16. Toplam devir sayısı ile sıcaklığın değişimi
a) 0.5 kp/cm², b) 1 kp/cm², c) 1.5 kp/cm²



(a)

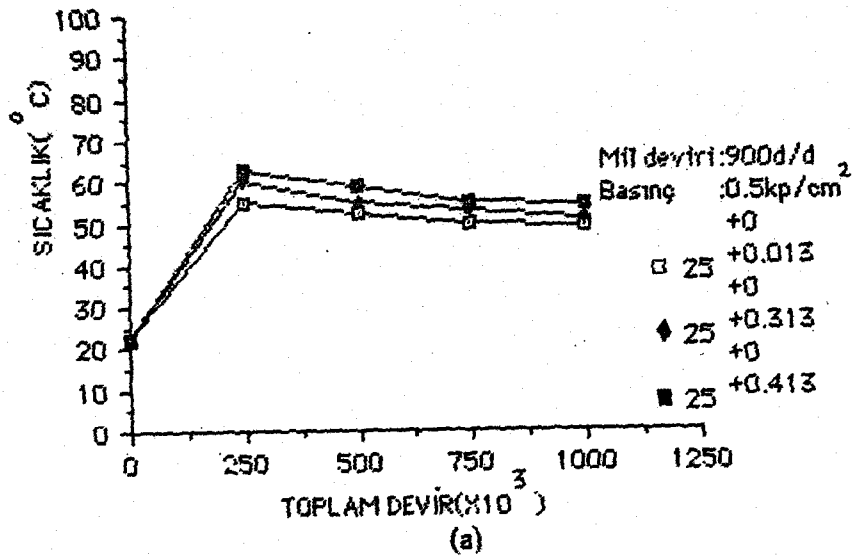


(b)

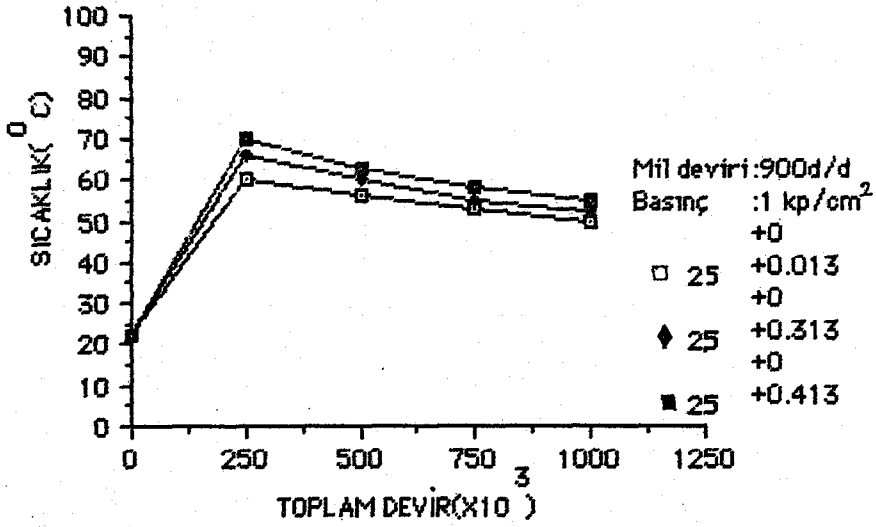


(c)

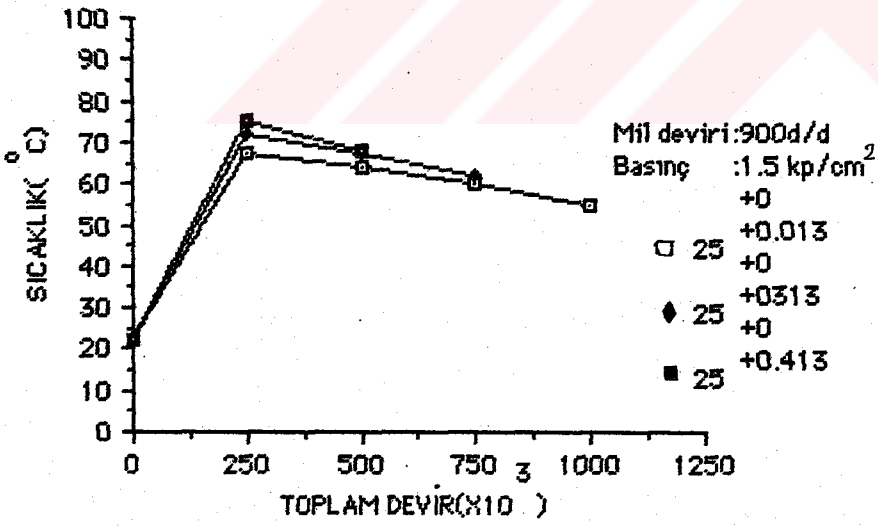
Şekil 17. Toplam devir sayısı ile sıcaklığın değişimi
a) 0.5 kp/cm², b) 1 kp/cm², c) 1.5 kp/cm²



(a)



(b)

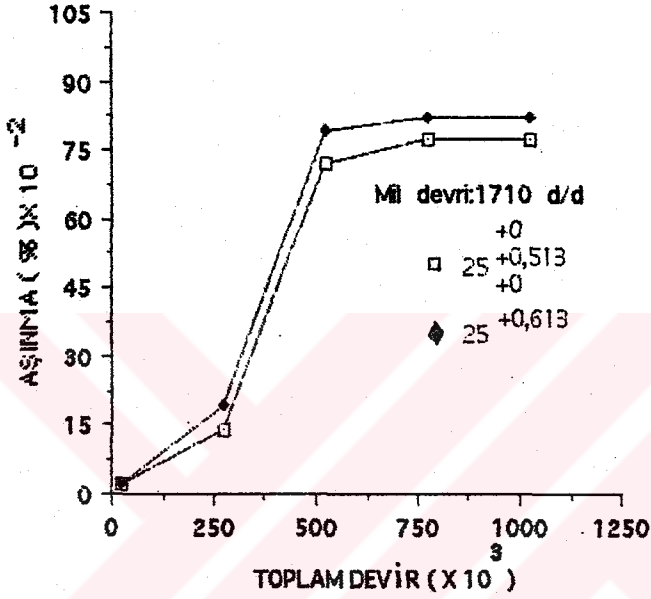


(c)

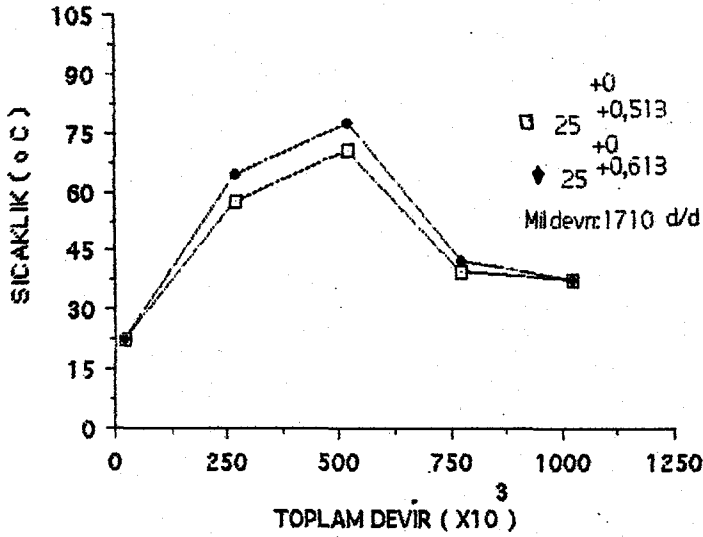
Şekil 18. Toplam devir sayısı ile sıcaklığın değişimi
a) 0.5 kp/cm², b) 1 kp/cm², c) 1.5 kp/cm²

4. ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE TARTIŞILMASI

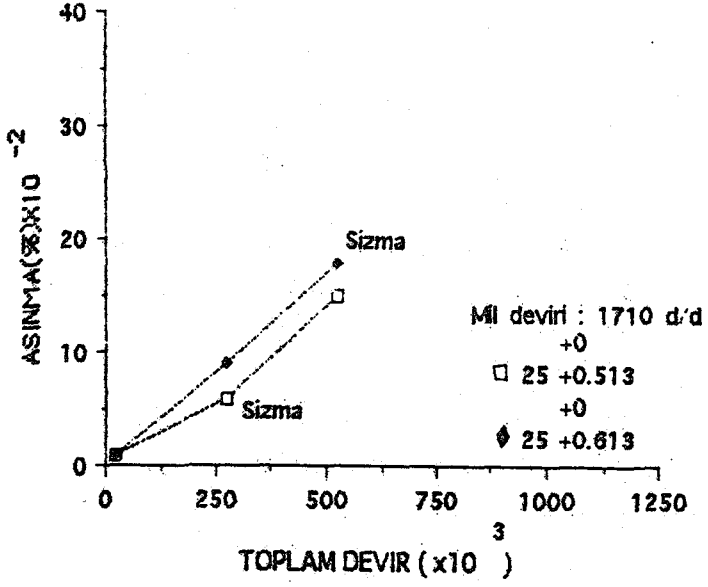
Yapılan araştırma sonucu hatalı çaplarda imal ledilen millerde, mil çapı hatasının artması keçe dudaklarındaki aşınmayı artırdığı ve buna bağlı olarak da, keçe ömrünü azalttığı gözlemlendi (Şekil 9 a,b,c). Hatta belirli bir çaptan sonra keçe dudagının ilk etapta görev yapmayıp farklı bir bölgede aşınmanın meydana geldiği grafiklerle tesbit edilmiştir (Şekil 19).



(a)



(b)

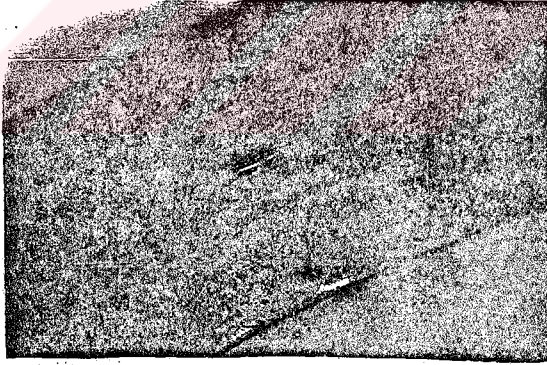


(c)

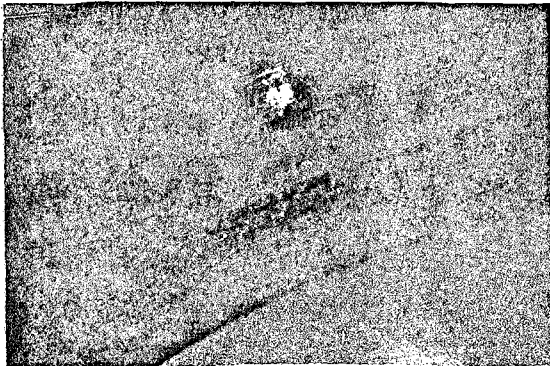
Şekil 19. Yağlı ve kuru ortamda a) Dudak aşınması,

b) Dudak sıcaklığı c) Yağlı ortamda sızma

Ancak ikinci kez keçe yerine takılıp deneylere devam edildiğinde keçe dudağının görev yapmaya başladığı görülmüştür. Bu durum fotoğraflarla da tesbit edilmiştir (Şekil 20 a,b).



(a)



(b)

Şekil 20. Mil toleranslarına göre keçe dudağındaki aşınmaların görünüşü

a) 25⁺⁰/_{+0,513} mm. Çap içinb) 25⁺⁰/_{+0,613} mm. Çap için

Araştırmada, önceden kabul edilen toplam devir sayılarındaki keçe aşınmalarının, düşük devirlerde daha fazla olduğu ve keçe ömrünün 250.000 toplam devirinde daha çabuk biterek sabit bir durumu aldığı (Şekil 9 c), buna karşı yüksek devirlerde ise yaklaşık olarak 500.000 devirden sonra, ömrün bittiği ve bu bitişin daha uzun sürdüğü gözlemlendi (Şekil 9 a,b,c). Bu durumu izah edebilmek için, yukarıda bahsedilen sıcaklık ölçme aletinin uçları keçe dudakları ile mil yüzeyi arasında dış taraftan sokularak, kabul edilen toplam devirlerde sıcaklıklar ölçüldü ve değişim grafikleri çizildi (Şekil 10 a,b,c). Bu grafikler incelendiğinde, düşük devirlerde sıcaklığın daha az olduğu saptandı. Bu durumda yüksek devirlerde sıcaklığın artması, keçenin iç çapının büyümesine, dolayısıyla da aşınmasının uzamasına neden olmaktadır. Bu durum Şekil 9'da görülen değişimlerin izahını tamamiyle açıklamış bulunmaktadır. Aynı deneyler, sisteme yağ doldurularak tekrarlandığında keçe ömründeki değişimlerin, aynen kuru deneylerdeki keçe ömürlerinin devir sayılarına bağlı olarak değişimine benzediği, ancak keçe ömürlerinin aynı toplam devir sayılarında bitirilemediği gözlemlendi (Şekil 11 a,b,c) ve (Şekil 12 a,b,c). Bu yağlı ortam için elde edilen grafiklere bakıldığında, değişimlerin yaklaşık olarak doğrusal olduğu kabul edilirse, bu doğruların eğimleri, yüksek devirlerde daha az, düşük devirlerde ise daha çok olduğu görülür. Bu durum da, aynen kuru ortamda olduğu gibi keçe ömrünün yüksek mil devirlerinde daha uzun olacağını ortaya koymaktadır. Ancak yüksek devirlerde keçe ömrü ve dudak sıcaklığının artması sistem içerisindeki yağın, dışarı sızmasına neden olabilir ve bu yönüyle de, zararlı bir durum meydana getirilebilir.

Basıncı ortamlarda elde edilen deney sonuçlarına bakıldığında mil devrinin yüksek olması halinde keçe dudaklarında meydana gelen aşınma yüzdelerinin küçük olduğu, mil çapı ve ortam basıncının artması halinde de dudakta meydana gelen aşınmaların ve sıcaklıkların arttığı gözlemlenmiştir. (Şekil 14, 15, 16 a,b,c,d,e ve 17,18,19 a,b,c). Hatta belirli bir basınçtan sonra keçelerin görev yapmayıp ortam yağını sızdırmaya başladığı tesbit edilen değerlerdendir.

Sonuç olarak, hatalı imal edilen mil çaplarının, normal ölçülerin üzerinde olması halinde, keçe dudaklarındaki sıcaklık artışları, devir sayısına bağlı olarak artacak ve keçenin görev yapmasına engel olacaktır. Buda sanayi açısından önemli bir kayıptır.

4.1. Genel Sonuçlar

Araştırma neticesinde elde edilen 3nemli sonuçlar, ř3yle 3zetlenebilir;

1. Mil çaplarının toleransları içinde imal edilmesi gerekir,
2. Yüksek devirlerde yaylı tip keçelerin kullanılmasında yarar vardır,
3. Sistemde yağ basıncı s3z konusu ise, ikinci maddede belirtilen yaylı keçelerin kullanılması tavsiye edilir,
4. Keçeler yüksek basınçlı ortamlarda kullanılmamalıdır.



KAYNAKLAR

JAGGER, E.T., 1957,. Rotary shaft seal: The sealing mechanism of synthetic rubber seals running at atmospheric pressure. **proc. instn.mech.engrs.171.597.**

JAGGER,E.T., 1957,. Study of the lubrication of synthetic rotary shaft seals. **paper 93 proc lubric wear conf. 409 (instn mech engrs.London)**

HIRANO,F., KAMBAYASHI,H. AND ISHIWATA,H., 1961,. Friction and sealing characteristics of oil seals. **B.H.R.A 1st int conf fluid sealing paper A4**

BURNS, D.J. AND PARRY, J.S.C. ,1964,. Effect of large hydrostatic pressures on the torsional fatigue strength of two steels. **Journal mechanical engineering science Vol 6 No3**

LINES,D.J., LAWRIE, J. M. AND O'DONOGHUE, J.P., 1966-1967,. Under-lip temperature on the lubrication of rotary shaft garter spring seals. **Proc. instn.mech engrs. Vol181 pt 1 No 8**

HOOKE, C.J., LINES, D.J. AND O'DONOGHUE, J.P., 1966-1967,. Elastohydrodynamic lubrication of O-Ring seals. **Proc. instn mech. engrs. Vol 181 pt 1 No 9**

JAGGER, E.T. AND WALKER , P.S.,1966-1967,. Further studies of the lubrication of synthetic rubber rotary shaft seals. **Vol 181 pt1No 9**

PICK, R.J. AND BURNS, D.J.,1970,. Dimensional parameters influencing the behavior of the morison unsupported area seal. **Journal ofengineering for industry,Transaction of the ASME 755**

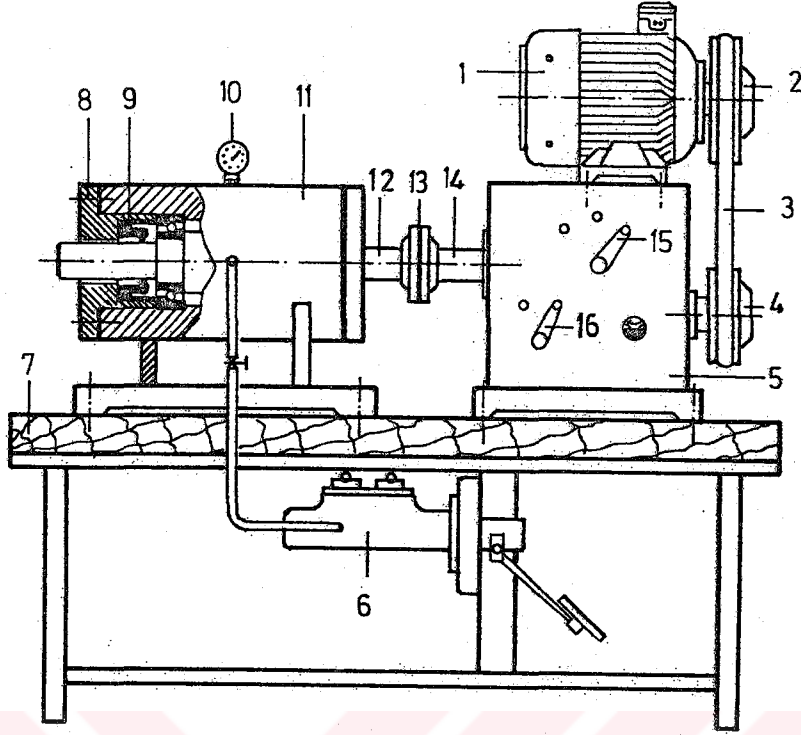
NAU, B.S., 1985,. Rotary mechanical seals in process duties: an assessment of the state of the art. **Proc instn mech engrs Vol199 No A1**

FLITNEY, R.K. AND NAU, B.S.,1987,. A study of factors affecting mechanical seal performance. **Proc instn mech engrs 17**

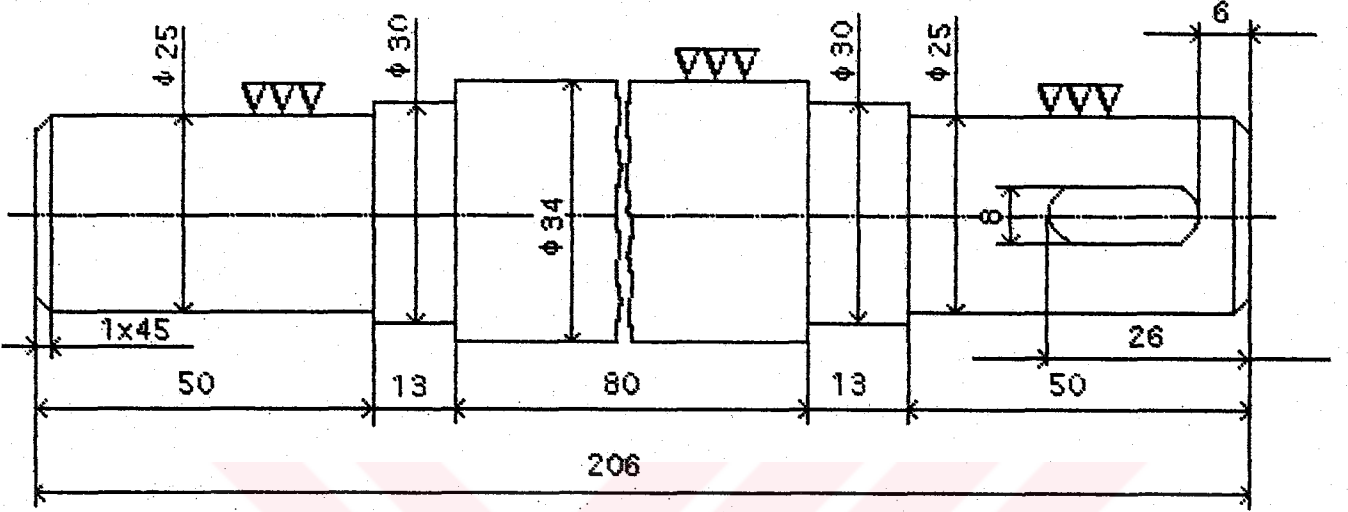




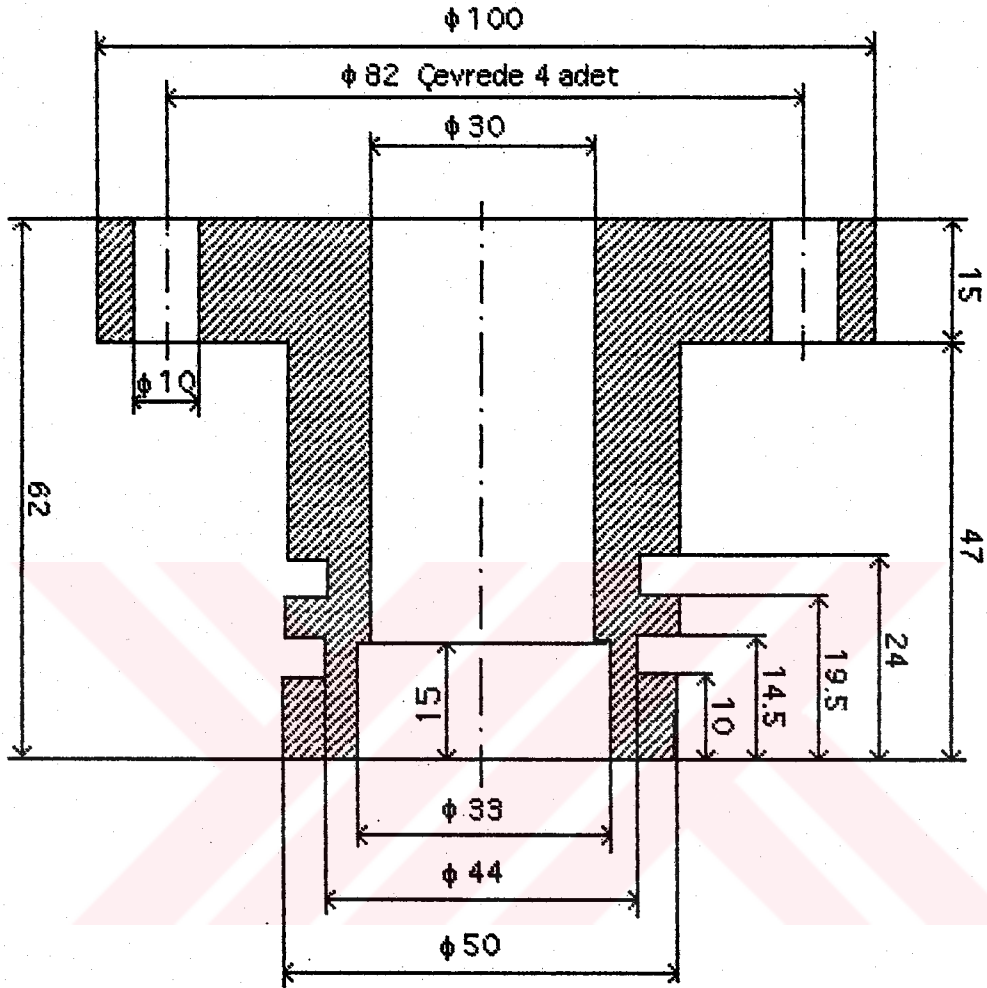
EKLER



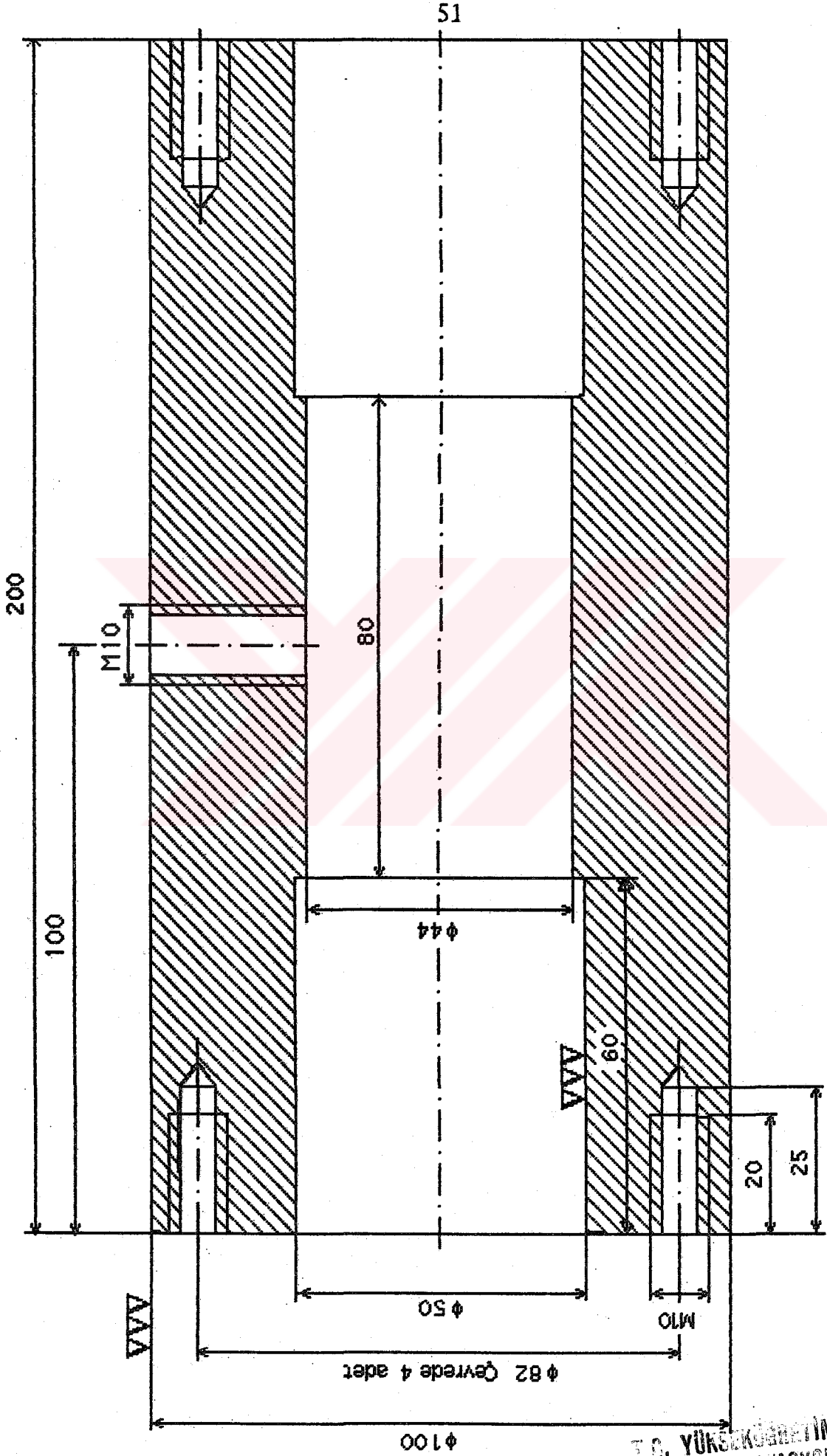
16	Redüktör kumanda kolu		1	CÖ_01_16	GG- 20
15	Redüktör kumanda kolu		1	CÖ_01_15	GG- 20
14	Redüktör mili		1	CÖ_01_14	Ç-1050
13	Kavrama		1	CÖ_01_13	Hazır
12	Deney mili		1	CÖ_01_12	Ç- 1050
11	Gövde		1	CÖ_01_11	Ç-1050
10	Manometre		1	CÖ_01_10	Fiebiğ_4 kp/cm ²
9	Deney keçesi		2	CÖ_01_09	40435
8	Flanş		2	CÖ_01_08	Ç- 1050
7	Ahşap masa		1	CÖ_01_07	Ahşap
6	Hidrolik sistem		1	CÖ_01_06	Hazır
5	Redüktör		1	CÖ_01_05	Hazır
4	Kasnak		1	CÖ_01_04	Al
3	Kayış		1	CÖ_01_03	Derby 13x 725
2	Kasnak		1	CÖ_01_02	Al
1	Elektrik motoru		1	CÖ_01_01	0,37kw_1400 d/d
Parça no:	Parça İsmi:	Ağırlığı:	Adeti:	Proje no:	Matzemesi:
	Mak.müh.C.Özel		F.Ü. MÜH. FAK. MAKİNA BÖLÜMÜ		
Tarih:	Çizen	İmza			
Ölçek 1/5	DENEY SETİ				

(VVV), VVSertlik HRC 36 - 42

1	Deney Mli		5	CÖ - 01-12	Ç 1050
Parça No :	Parça İsmi :	Ağırlık :	Adet :	Resim No :	Malzeme :



2	Sağ Flanş		1	CÖ- 01-08	Ç 1050
Parça No :	Parça İsmi :	Ağırlık :	Adet :	Resim No :	Malzeme :



4	Gövde	1	CO-01-11	Ç1050
Parça No :	Parça İsmi :	Ağırlık :	Resim No :	Malzeme :
		Adet :		