
MAKİNA ELEMANLARI CİLT-2

Prof. Dr. Erdem KOÇ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Makina Mühendisliği Bölümü

5. BASKI

Ankara, Ocak 2017



© 2017 AKADEMİSYEN KİTABEVİ

Yayın Dağıtım ve Pazarlama A. Ş

Halk sk. 5/A Yenışehir/ANKARA

Tel: 0312 431 16 33

www.akademisyen.com

Makina Elemanları-Cilt -2

Yazar: Prof. Dr. Erdem KOÇ

ISBN: 978-605-9354-80-6

DOI: 10.37609/akya.1869

Yayıncı Sertifika No : 25465

Yayın Koordinatörü : Yasin DİLMEN

Mizampaj : Belkis Zervent ÜNAL, Mahmut Can ŞENEL

Kapak : Kerem ACAR

Baskı : Özyurt Matbaacılık, ANKARA / 2017

Dağıtım Adresi

Akademisyen Kitabevi

Halk sk. 5/A Yenışehir/ANKARA

Tel: 0312 431 16 33

www.akademisyen.com



Bu kitabın yayın hakkı AKADEMİSYEN KİTABEVİ'ne aittir. 5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Yasası gereği herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayıncısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek hiçbir işlem yapılamaz. Yazıların içerikleri yazarları bağlamaktadır.

*Biricik Sevgili Torunlarım
Tuđrul Emre TÜRKMEN,
İrem TÜRKMEN ve
Zeynep Derin KOÇ'a
Sevgilerimle,*

“Uygurluk yolunda basari, yenilesmeye baglidir. Toplum yasaminda, ekonomik yasamda, bilimde basarili olmak yasamin kuralidir. Yukselme yolu budur. Yasam ve gecime egemen olan kuralların zamanla degismesi, gelismesi ve yenilesmesi zorunludur.”

“Cumhuriyet ozellikle kimsesizlerin kimsesidir.”

“Yetisecek cocuklarımıza ve genclerimize gorecekleri ogrenimin sınırı ne olursa olsun, ilk önce ve her seyden önce Türkiye'nin bagimsizligina, kendi benligine, milli geleneklerine dusman olan bütün unsurlarla mücadele etmek geregi ogretilmelidir.”

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

BEŞİNCİ BASKININ ÖNSÖZÜ

Makina Elemanları-Cilt 2 adlı bu ders kitabının dördüncü baskısının da tükenme aşamasına gelmesi ve öğrencilerimizle meslektaşlarımız tarafından kaynak olarak kullanılması beşinci baskı ihtiyacını doğurmuştur. Bu baskıda da önceden belirlenen yazım ve baskı hataları düzeltilmiş, içerik fazla değiştirilmeden içindekiler, ekler ve kaynaklar gözden geçirilip gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Yeni baskının gerçekleştirilmesinde gayretlerini esirgemeyen Akademisyen Yayınevi A.Ş. (Ankara) yetkililerine, kitabın basıma tekrar hazır hale getirilmesinde emeği tartışılmaz olan değerli öğrencim Çukurova Üniversitesi Öğretim Elemanlarından sayın Doç. Dr. Belkıs ZERVENT ÜNAL başta olmak üzere, hatalı sayfalarda gerekli kontrol ve düzenlemeleri yaparak yoğun emek sarfeden Ondokuz Mayıs Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanlarından öğrencim sayın Arş.Gör. Mahmut Can ŞENEL'e teşekkür eder, öğrencilerimin ve ilgi duyan meslektaşlarımın her türlü tenkit, öneri ve katkılarına açık olduğumu bildirir, eserin öğretici ve yol gösterici niteliği kazanmasını temenni eder, bu şekilde beklenen hizmetin verilmesini dilerim.

Ocak 2017, Samsun

Prof. Dr. Erdem KOÇ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Makina Mühendisliği Bölümü
erdemkoc@omu.edu.tr

“Bugün milletçe hedefimiz, en medeni milletlerin gelişme seviyesine ulaşmak, hatta bu seviyeyi aşmaktır. Bu asla imkansız değildir. Türk’ün zekası, Türk’ün doğuştan vasıfları buna müsaittir. Yeter ki Türk Milleti hedeflerini iyi seçsin ve bu hedefe varmaya azmetsin.”

“Türk dili, Türk milleti için kutsal bir hazinedir. Çünkü Türk milleti geçirdiği nihayetsiz felaketler içinde ahlakının, an’anelerinin, hatıralarının, menfaatlerinin, kısacası bugün kendi milliyetini yapan her şeyin dili sayesinde muhafaza olduğunu görüyor.”

“Bir ülkenin kaderini etkileyen en önemli etken eğitimidir, kaliteli eğitimidir. Eğitilmiş bir toplum, özgür ve her bakımdan zengin bir toplumdur.”

Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK

ÖNSÖZ

Eylül 2003’te basımı gerçekleştirilen Makina Elemanları Cilt 1’den sonra tahmin ettiğimden çok daha önce ikinci cildi de değerli öğrencilerim ve ilgi duyan meslektaşlarımın kullanımına sunabildiğimden dolayı sevincim sonsuzdur. Birinci cildin önsözünde belirtilen temel ilkeler ve hedefler bu kitap için de geçerlidir.

Makina Elemanları II dersi içeriğine büyük çoğunlukla uygun olarak düzenlenen bu ciltte de öğrencilerimizin kolay anlayabileceği düzey ve düzen korunmaya çalışılmış, öğrenme ve proje gerçekleştirebilmeyi kolaylaştırmak amacıyla incelenen her konunun sonuna uygulama ve konstrüksiyon örnekleri konulmuş, özgün ve sade anlatım biçimi benimsenerek Türkçe kelime, deyim ve kavramlar kullanılmaya özen gösterilmiş ve SI birim sistemi tercih edilmiştir. Kitapta yaylar, kavramalar, frenler, triboloji, yağlama teorisi ve kaymalı yataklar (eksenel ve radyal), yuvarlanma elemanlı (rulmanlı) yataklar, kılavuz yataklar (kızaklar) ve sızdırmazlık elemanları incelenmiştir. Hazırlanan kitapta bilim ve teknolojik gelişmelerin sunduğu yeniliklerle TSE, DIN ve ISO standartları dikkate alınmıştır. Kitabın 3. cildinde güç iletim sistemlerinden sürtme çarkları, kayış-kasnak ve zincir mekanizmalarıyla dişli çarklar incelenecektir.

Kitabın hazırlanmasının bütün aşamalarında bilgisayarda metin düzenlenmesi, şekillerin özenle çizilmesi ve kontrol işleminde büyük sabır ve dikkat gösterip özveride bulunan, ortak çalışma kültürü geliştiren Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlileri Sayın Belkis ZERVENT, Oğuz DEMİRYÜREK ve Emel KAPLAN’ın katkıları her türlü takdirin üzerindedir. Çalışma, Belkis ZERVENT ve Emel KAPLAN ile başlatılmış ve Oğuz DEMİRYÜREK’in katılımıyla aylarca hafta sonu tatili de dahil kendi Yüksek Lisans ve Doktora tez çalışmaları arasında maharetli düzenlemelerle basım aşamasına gelmiştir. Her üçünün de mesleğimizde başarılı hizmetler vererek iyi birer araştırmacı olacaklarına inancımın tam olduğunu belirtir teşekkür ederim. Ayrıca kitabın basımını gerçekleştiren Nobel Yayın Dağıtım Ltd.Şti.’ne de teşekkür ederim.

Kitaplarımı planlanan sürelerden de önce yazabilecek azim, şevk, heyecan, sağlık ve gücü bana bağışlayan Yüce Allahıma şükrederek kitabın üçüncü cildini de yazabilmeme fırsat vermesi için dua ediyorum.

Ülkemizin ekonomik, sosyal, kültürel ve siyasal yönden gelişmiş ülkeler arasında hak ettiği yeri alabilmesi, teknoloji ve bilgi üretir duruma gelmesi; beyinlerinde bilgi, kalplerinde vatan sevgisi dolu gençlerimizin büyük sorumluluk duygusu ve görev anlayışıyla çalışmalarına bağlıdır. Ancak bu şekilde huzurlu, mutlu, refah seviyesi yükselmiş, çağdaş uygarlık düzeyini yakalayabilmiş bir Türkiye’de yaşamış olabileceğimiz bilinciyle, kitabın bu yolda az da olsa katkı yapabileceği umidini

taşıymaktayım. Kitabın eksiksiz ve kusursuz olduğu iddia edilmemektedir. Sevgili öğrencilerimin ve ilgi duyacak olan meslektaşlarımla her türlü eleştiri, öneri ve katkılarına açık olduğumu bildirir, kitabın ikinci baskısının daha kusursuz ve doyurucu bir düzeyde hazırlanmasına yardımcı olacağı inancıyla, bu kitabın genç ve dinamik mühendis aday öğrencilerime ve meslektaşlarıma yararlı olmasını gönülden dilerim.

Şubat 2004, Adana

Prof.Dr. Erdem KOÇ
Çukurova Üniversitesi
Mühendislik-Mimarlık Fakültesi
Öğretim Üyesi
erdemkoc@cu.edu.tr

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SEMBOLLER	I
BÖLÜM-10	
YAYLAR	1
10.1 GİRİŞ	1
10.2 YAY KARAKTERİSTİĞİ VE ÖZELLİKLERİ.....	4
10.2.1 Yay Karakteristiği ve Rijitlik.....	4
10.2.2 Yay İşi ve İç Sönümlenme.....	8
10.2.2.1 Yay İşi.....	8
10.2.2.2 İç Sönümlenme.....	9
10.2.3 Faydalanma Katsayısı.....	10
10.2.3.1 Şekilden Faydalanma Katsayısı.....	10
10.2.3.2 Hacimden Faydalanma Katsayısı.....	12
10.2.3.3 Ağırlıktan Faydalanma Katsayısı.....	12
10.2.4 Yay Titreşimleri ve Darbe Söndürme.....	13
10.2.4.1 Titreşim ve Özgül Frekans.....	13
10.2.4.2 Çarpma ve Darbe Sönümlenme.....	15
10.3 YAY MALZEMELERİ	17
10.3.1 Yay Malzemelerinin Genel Özellikleri.....	17
10.3.2 Yay İmalatında Kullanılan Malzemeler	17
10.4 YAY HESABI VE BOYUTLANDIRMA	22
10.4.1 Burulmaya Zorlanan Yaylar	22
10.4.1.1 Çubuk Yaylar	22
10.4.1.2 Silindirik Helisel Yaylar	25
10.4.1.3 Artan Karakteristikli Helisel Yaylar	46
10.4.2 Çekme ve Basmaya Zorlanan Yaylar	48
10.4.2.1 Çubuk Yaylar	48
10.4.2.2 Bilezik Yaylar	48
10.4.3 Eğilmeye Zorlanan Yaylar	51
10.4.3.1 Spiral Yaylar	51
10.4.3.2 Kangal Yaylar	54
10.4.3.3 Yaprak Yaylar	57
10.4.3.4 Disk Yaylar	65
10.4.4 Kauçuk Yaylar	71
10.5 SAYISAL UYGULAMALAR	76

BÖLÜM-11

KAVRAMALAR	85
11.1 GENEL BİLGİLER VE SINIFLANDIRMA	85
11.2 ÇÖZÜLEMİYEN KAVRAMALAR.....	87
11.2.1 Rijit Kavramalar	87
11.2.1.1 Flanşlı (Diskli) Kavrama	87
11.2.1.2 Zarflı Kavramalar	89
11.2.1.3 Alın Dişli Kavrama.....	92
11.2.1.4 Rijit Kavramaların Dinamik Davranışı	93
11.2.2 Dengeleme Kavramaları.....	95
11.2.2.1 Mekanizma Hareketli (Oynak) Kavramalar.....	96
11.2.2.2 Elastik Kavramalar	111
11.3 ÇÖZÜLEBİLEN-BAĞLANABİLEN KAVRAMALAR.....	120
11.3.1 Şekil Bağlı Çözülebilir Kavramalar	120
11.3.2 Kuvvet Bağlı Çözülebilir Kavramalar.....	122
11.3.2.1 Sürtünmeli Kavrama Çalışma Prensipleri	122
11.3.2.2 Alın Yüzeyle Sürtünme Kavraması ve Sürtünme Momenti	123
11.3.2.3 Konik Sürtünme Yüzeyle Kavramalar	128
11.3.2.4 Lamelli Kavramalar	133
11.3.2.5 Sürtünme Yüzeyle Malzemeleri	139
11.3.2.6 Sürtünmeli Kavramalarda Devreye Girme ve Dinamik Davranış	140
11.4 EMNİYET KAVRAMALARI	148
11.4.1 Otomatik Olmayan Emniyet Kavramaları	148
11.4.1.1 Kesme Pimli Emniyet Kavramaları	148
11.4.1.2 Sürtünmeli Emniyet Kavramaları	149
11.4.2 Otomatik Emniyet Kavramaları	149
11.4.2.1 Bilyalı Emniyet Kavramaları	149
11.4.2.2 Termostatlı Lamelli Emniyet Kavraması.....	151
11.5 OTOMATİK KAVRAMALAR	152
11.5.1 İlk Hareket Kavramaları	152
11.5.1.1 Santrifüj (Merkezkaç) İlk Hareket Kavraması	152
11.5.1.2 Bilyalı İlk Hareket Kavraması	154
11.5.1.3 Hidrodinamik Kavrama	156

11.5.2 Tek Yönlü Kavramalar	160
11.5.2.1 Şekil Bağlı Tek Yönlü Kavramalar.....	160
11.5.2.2 Kuvvet Esaslı Tek Yönlü Kavramalar	160
11.6 ELEKTROMANYETİK KAVRAMALAR.....	164
11.6.1 İndüksiyon Kavramaları	164
11.6.2 Manyetik Tozlu Kavramalar.....	165
11.7 SAYISAL UYGULAMALAR	167
BÖLÜM-12	
FRENLER	177
12.1 GİRİŞ	177
12.2 PABUÇLU FRENLER	179
12.2.1 Dıştan Pabuçlu Frenler.....	179
12.2.1.1 Dıştan Kısa Pabuçlu Frenler.....	179
12.2.1.2 Dıştan Uzun Pabuçlu Frenler.....	183
12.2.2 İçten Pabuçlu Frenler.....	186
12.2.2.1 İçten Tek Pabuçlu Frenler.....	186
12.2.2.2 İçten Çift Pabuçlu Frenler.....	187
12.3 BANTLI FRENLER	190
12.3.1 Basit Bantlı Frenler.....	190
12.3.2 Diferansiyel Bantlı Frenler.....	191
12.3.3 İntegral Bantlı Frenler	192
12.4 DİSKLİ FRENLER.....	193
12.5 SAYISAL UYGULAMALAR	196
BÖLÜM-13	
TRIBOLOJİ	201
13.1 SÜRTÜNME	202
13.1.1 Genel Bilgiler	202
13.1.2 Kuru Sürtünme.....	202
13.1.3 Sınır Sürtünmesi (Yarı Sıvı Sürtünme).....	205
13.1.4 Sıvı Sürtünmesi	206
13.1.5 Yuvarlanma Sürtünmesi.....	208
13.2 AŞINMA.....	209
13.2.1 Genel Bilgiler ve Tanımlar.....	209
13.2.2 Aşınma Mekanizmaları ve Çeşitleri	210

13.3 YAĞLAMA VE YAĞLAYICILAR.....	212
13.3.1 Genel Bilgiler	212
13.3.2 Katı Yağlayıcılar.....	212
13.3.3 Gaz Yağlayıcılar.....	212
13.3.4 Yarı Katı (Gresler) Yağlayıcılar.....	212
13.3.5 Sıvı Yağlayıcılar (Yağlar)	213
13.3.6 Sıvı Yağların ve Greslerin Özellikleri.....	214
13.3.6.1 Viskozite.....	214
13.3.6.2 Madensel Sıvı Yağların Diğer Özellikleri.....	225
13.3.7 Newton Kanununun Uygulama Örnekleri.	226
13.3.7.1 Daralan Yağ Kaması ve Yük Taşıma	226
13.3.7.2 Newton Kanunu ve Petroff Denklemi.....	227
13.3.7.3 Hagen-Poiseuille Denklemi.....	228
13.4 SAYISAL UYGULAMALAR	231
BÖLÜM-14	
YAĞLAMA TEORİSİ VE KAYMALI YATAKLAR	235
14.1 GENEL BİLGİLER VE YATAK TİPLERİ.....	235
14.2 YATAK MALZEMELERİ	240
14.2.1 Genel Bilgiler	240
14.2.2 Madensel (Metalik) Yatak Malzemeleri.....	240
14.2.3 Metal Olmayan Yatak Malzemeleri.....	241
14.3 HİDRODİNAMİK YAĞLAMA TEORİSİ.....	243
14.3.1 Daralan Yağ Kaması Mekanizması	243
14.3.2 Reynolds Temel Yağlama Denklemi.....	245
14.4 KAYMALI EKSENEL YATAKLAR	250
14.4.1 Sonsuz Geniş Düzlemsel Eğimli Yatak	250
14.4.2 Sonsuz Geniş Eğimli Lokmalı Yataklar	258
14.4.3 Sonlu Genişlikte Lokmalı Yatak Hesabı	263
14.4.4 Sürtünme Isısı Hesabı	265
14.4.5 Eksenel Kaymalı Yatak Tasarımında Pratik Değerler	266
14.4.6 Eksenel Yataklarda Kullanılan Diğer Film Şekilleri	268

14.5 RADYAL KAYMALI YATAKLAR.....	273
14.5.1 Genel Bilgiler	273
14.5.2 Yağ Film Kalınlığı Değişimi	274
14.5.3 Reynolds Denklemi ve Çözüm İçin Özel Durumlar	277
14.5.3.1 Sonsuz Genişlikte Yatak Hesabı	277
14.5.3.2 Çok Dar Yataklar.....	279
14.5.3.3 Sonlu Genişlikte Radyal Yatak Hesabı.....	281
14.5.3.4 Radyal Yatak Tasarımında Pratik Parametreler.....	284
14.5.3.5 Radyal Yataklarda Konstrüksiyon Esasları.....	285
14.5.3.6 Hidrodinamik Yataklarda Kullanılan Yağlama Metotları	289
14.6 SAYISAL UYGULAMALAR	293
BÖLÜM-15	
HİDROSTATİK YATAKLAR	301
15.1 TEMEL PRENSİPLER.....	301
15.2 HİDROSTATİK EKSENEL YATAKLAR	305
15.2.1 Dirençsiz Dairesel Ceppli Sistemler.....	305
15.2.2 Dirençli Sistemler.....	307
15.3 HİDROSTATİK RADYAL YATAKLAR	310
15.4 SAYISAL UYGULAMALAR.....	312
BÖLÜM-16	
YUVARLANMA ELEMENLİ (RULMANLI) YATAKLAR.....	317
16.1 TANIM VE SINIFLANDIRMA.....	317
16.2 RULMANLI YATAK ÇEŞİTLERİ.....	322
16.2.1 Radyal Rulmanlı Yataklar.....	322
16.2.1.1 Bilyalı Rulmanlar.....	322
16.2.1.2 Makaralı Rulmanlar.....	326
16.2.2 Eksenel Rulmanlı Yataklar.....	328
16.2.3 Özel Rulmanlı Yataklar.....	332
16.2.4 Rulmanlı Yatakların Karşılaştırılması.....	335
16.3 RULMANLI YATAK HESABI.....	337
16.3.1 Döner Rulmanlı Yatak Hesabı.....	337
16.3.2 Sabit Rulmanlı Yataklar.....	350
16.3.3 Rulmanlı Yataklarda Sürtünme ve Hız Sınırlaması.....	352
16.3.4 Rulmanlı Yatak Seçimi.....	355

16.4 MALZEME VE RULMAN BOYUT SERİLERİ.....	366
16.4.1 Malzeme.....	366
16.4.2 Rulman Boyut Serileri ve Standart Semboller.....	366
16.5 KONSTRÜKSİYON VE MONTAJ ESASLARI.....	371
16.5.1 Toleranslar ve Uygun Geçme Seçimi.....	371
16.5.2 Rulmanlarla Yataklama Şekilleri.....	374
16.5.3 Rulmanlı Yatakların Yağlanması.....	381
16.6 SAYISAL UYGULAMALAR.....	386

BÖLÜM-17

KILAVUZ YATAKLAR (KIZAKLAR).....	391
17.1 GİRİŞ.....	391
17.2 KAYMALI KILAVUZ YATAKLAR.....	391
17.3 YUVARLANMALI KILAVUZ YATAKLAR.....	393
17.3.1 Bilyalı Kızaklar.....	393
17.3.2 Makaralı-Raylı Kızaklar.....	396
17.3.3 Profil Raylı Kızaklar.....	397

BÖLÜM-18

SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI.....	401
18.1 GENEL BİLGİLER.....	401
18.2 TEMASLI SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI.....	402
18.2.1 O-Halkaları.....	403
18.2.2 U-Halkaları.....	404
18.2.3 Eksenel V-Halkaları.....	405
18.2.4 V-Halkaları (V-cup)	406
18.2.5 Mil Sıyırıcıları ve Kazıyıcılar.....	407
18.2.6 Salmastralar.....	408
18.2.7 Diyafram ve Körükler.....	408
18.2.8 Keçe Halkalar.....	410
18.2.9 Radyal Sızdırmazlık Elemanları.....	411
18.2.10 Mekanik Sızdırmazlık Elemanları.....	415
18.3 TEMASSIZ SIZDIRMAZLIK ELEMANLARI.....	422
KAYNAKLAR.....	427
EKLER.....	431
DİZİN.....	435

SEMBOLLER

A	Alan	[m ²]
A _c	Gövde cidar alanı	[m ²]
B	Bulk modülü, yatak genişliği	[N/m ² , m]
C	D/d yay indeksi, dinamik yük sayısı, sıkıştırılabilirlik katsayısı	[-, N, m ² /N]
C _o	Rulmanlı yatak statik yük sayısı	[N]
D	Yay ortalama çapı, rulman dış çapı	[m]
E	Enerji, elastisite modülü	[Nm, N/m ²]
E _k	Kinetik enerji	[Nm]
F	Kuvvet, rulmanda eşdeğer kuvvet	[N]
F _b	Baskı kuvveti	[N]
F _ç	Çevresel kuvvet	[N]
F _e	Eksenel baskı kuvveti, rulmanda eksenel yük	[N]
F _g	Kuvvet genliği	[N]
F _{kr}	Kritik kuvvet	[N]
F _m	Merkezkaç kuvveti	[N]
F _n	Normal kuvvet	[N]
F _o	Ortalama kuvvet	[N]
F _ö	Ön gerilme kuvveti	[N]
F _r	Rulmanda radyal yük	[N]
F _s	Sürtünme kuvveti	[N]
G	Kayma modülü, yağ miktarı	[N/m ² , N/h]
H _B	Brinel sertliği	[N/m ²]
I _m	Kütlesel atalet momenti	[Ns ² mm]
I _P	Polar atalet momenti	[mm ⁴]
K	Yay düzeltme faktörü (Wahl faktörü)	[-]
K _o	Yük faktörü(emniyet katsayısı)	[-]
L	Yatak uzunluğu, Rulmanlı yataklarda nominal ömür	[m, 10 ⁶ devir]
L _h	Rulmanlı yataklarda işletme saati cinsinden ömür	[saat]
M	Moment	[Nmm]
M _b	Burulma momenti	[Nmm]
M _d	Döndürme momenti	[Nmm]
M _f	Frenleme momenti	[Nmm]
M _{iş}	İş momenti	[Nmm]

M_k	Kavrama momenti	[Nmm]
M_m	Motor momenti	[Nmm]
M_s	Sürtünme momenti, viskoz sürtünme momenti	[Nmm]
N	Güç	[kW]
N_s	Sürtünme güç kaybı	[kW]
Q	Debi	[m ³ /s]
Q_s	Sürtünme ısı	[kcal/h]
R	Yarı çap, direnç kuvveti, reaksiyon kuvveti, sürtünme kuvveti	[mm, N]
R_t	Yüzey pürüz yüksekliği	[μ m]
ΔR	Radyal açıklık, boşluk	[mm]
S	Emniyet katsayısı, Somerfield sayısı	[-]
S_o	Somerfield sayısı	[-]
T	Titreşim zamanı, tolerans	[s, μ m]
T_f	Çarpma zamanı	[s]
U	Şekil değiştirme enerjisi, hız	[Nm, m/s]
V	Hacim, hız	[m ³ , m/s]
V_o	Atmosferik basınçta hacim	[m ³]
W	İş, enerji, yük	[Nm, N]
W_b	Burulma mukavemet momenti	[m ³]
W_R	Sönüm işi	[Nm]
W_s	Kayıp enerji	[Nm]
X	Rulmanlı yatakta dinamik radyal yük faktörü	[-]
X_o	Rulmanlı yatakta statik radyal yük faktörü	[-]
Y	Rulmanlı yatakta dinamik eksenel yük faktörü	[-]
Y_o	Rulmanlı yatakta statik eksenel yük faktörü	[-]
Z	Devreye girme sayısı, yataktaki lokma sayısı, bilya sayısı	[-]
c	Radyal boşluk, yağ özgül ısı	[mm, kcal/N°C]
d	Mil çapı, yay tel çapı	[mm]
d_1	Cıvata dış dibi çapı	[mm]
e	Eksantriklik, lokmalı yatakta mafsal noktası yeri	[mm, -]
f_b	Yatak yükü azalış oranı	[-]
f_{kr}	Kritik frekans	[1/s]
f_o	Rulmanlı yatakta statik yük faktörü	[-]

SEMBOLLER

g	Yerçekimi ivmesi	[m/s ²]
h	Film kalınlığı	[μm]
h _{min}	Minimum film kalınlığı	[μm]
h _{max}	Maksimum film kalınlığı	[μm]
h _o	Minimum film kalınlığı	[μm]
h ₁	Maksimum film kalınlığı	[μm]
i	Yaylarda etkin sarım sayısı,Lamelli kavramada yüzey çifti	[-]
k	Rijitlik	[N/mm]
k _θ	Burulma rijitliği	[Nmm/rad]
m	Yatak eğimi, kütle	[-, kg]
n	Devir sayısı, dönme hızı	[d/dk]
n _{geçiş}	Geçiş hızı	[d/dk]
n _{max}	Maksimum devir sayısı	[d/dk]
n _{min}	Minimum devir sayısı	[d/dk]
n _{nom}	Nominal hız	[d/dk]
p	Basınç	[N/mm ²]
p _{em}	Emniyetli yüzey basıncı	[N/mm ²]
p _i	İç basınç	[N/mm ²]
p _m	Ortalama basınç	[N/mm ²]
p _{max}	Maksimum basınç	[N/mm ²]
p	Hatve (yay)	[mm]
r _d	Dış yarıçap	[mm]
r _i	İç yarıçap	[mm]
r _s	Sürtünme yarıçapı	[mm]
r _o	Dış yarıçap	[mm]
t	Zaman, kalınlık	[s, mm]
t _k	Kavrama devreye girme süresi	[s]
z	Cıvata adedi	[-]
α	Isı geçirme katsayısı, yüzey eğim açısı, açısal ivme	[kcal/m ² h°C, °, r/s ²]
β	Yağ debi faktörü	[-]
γ	Özgül ağırlık	[N/m ³]
δ	Şekil değiştirme (deformasyon), düzgünsüzlük katsayısı, kavramalarda cıvata çapı	[mm]
ε	Radyal kaymalı yatakta boyutsuz eksantriklik	[-]

η	Verim, Dinamik viskozite	$[-, \text{Ns/m}^2]$
η_a	Atmosferik basınçta viskozite	$[\text{Ns/m}^2]$
η_p	Plastik viskozite	$[\text{Ns/m}^2]$
η_w	Yağ verimi	$[-]$
η_v	Hacimden faydalanma derecesi	$[\text{mm}]$
η_G	Ağırlıktan faydalanma derecesi	$[\text{mm}]$
θ	Açısal koordinat	$[\text{°}]$
θ_{\max}	Radyal kaymalı yatakta maksimum basınç açısı, maksimum burulma açısı	$[\text{°}]$
λ	Isı İletim katsayısı	$[\text{W/m}^2\text{°K}]$
μ	Sürtünme katsayısı	$[-]$
μ_k	Kinetik sürtünme katsayısı	$[-]$
μ_{sonlu}	Sonlu yatakta sürtünme katsayısı	$[-]$
ν	Kinematik viskozite	$[\text{m}^2/\text{s}]$
ρ	Yoğunluk	$[\text{g/m}^3]$
σ	Normal gerilme	$[\text{N/mm}^2]$
σ_e	Eğilme gerilmesi	$[\text{N/mm}^2]$
σ_ζ	Çekme gerilmesi	$[\text{N/mm}^2]$
σ_{kf}	Yapışmış yağ tabakasının kopma mukavemeti	$[\text{N/mm}^2]$
σ_{k0}	Tabaka kopma mukavemeti	$[\text{N/mm}^2]$
τ	Kayma gerilmesi	$[\text{N/mm}^2]$
τ_{Ak}	Akma mukavemeti	$[\text{N/mm}^2]$
τ_{em}	Emniyetli kayma gerilmesi	$[\text{N/mm}^2]$
τ_g	Gerilme genliği	$[\text{N/mm}^2]$
τ_{kf}	Yapışmış yağ tabakasının kayma mukavemeti	
τ_{km}	Metal kaynak bağı oluşturan temas noktalarının k. gerilmesi	$[\text{N/mm}^2]$ $[\text{N/mm}^2]$
τ_{k0}	Tabi tabakalar arasındaki bağlantıların k. gerilmesi	$[\text{N/mm}^2]$
ω	Açısal hız	$[\text{r/s}]$
ω_{kr}	Kritik açısal hız	$[\text{r/s}]$
ω_n	Nominal açısal hız	$[\text{r/s}]$
ϕ	Radyal kaymalı yatakta durum açısı	$[-]$
ψ	İzafi yatak boşluğu, sönümlleme faktörü	$[-]$

KAYNAKLAR

- [1] Akkurt, M., Makina Elemanları, Cilt 1, Birsen Yayınları, İstanbul, 1990.
- [2] Bozacı, A., Makina Elemanları, Cilt 1, Çağlayan Kitabevi, 2. Baskı, İstanbul, 2005.
- [3] Babalık, F. C., Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Cilt 1, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:17, Bursa, 1997.
- [4] Gediktaş, M., Bağlama Elemanları Konstrüksiyon ve Hesap, Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul, 1976.
- [5] Bozacı, A., Koçaş, İ., Çolak, Ö.Ü., Makina Elemanlarının Projelendirilmesi, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 2001.
- [6] Akkurt, M. ve Kent, M., Makina Elemanları, Cilt 1, Birsen Kitabevi Yayınları, Ör Matbaası, İstanbul, 1979.
- [7] Edwards, Jr. K.S., Mckee, R.B., Fundamentals of Mechanical Component Design, McGraw-Hill International Edition, 1991.
- [8] Hall, JR. A., Holwenko, R. A., Laughlin, G.H., Theory and Problems of Machine Design, Schaum's Outline Series, McGraw-Hill Book Company, 1980.
- [9] Rende, H., Makina Elemanları-Hesap ve Konstrüksiyon, Cilt 1, Seç Yayın Dağıtım, Çağaloğlu, İstanbul, 2000.
- [10] Baumeister, T., Avallone, A. E. and Baumeister III, T., Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers, McGraw-Hill Book Company, USA, 1978.
- [11] Niemann, G., Makina Elemanları, Cilt 2, Çeviri Harzadın G. ve Yurdakonar, S., Matbaa Teknisyenleri Koll. Şti., İstanbul, 1969.
- [12] Akkurt, M. ve Savcı, M., Makina Elemanları, Cilt 1, Şirketi Mürettibiye Basımevi, İstanbul, 1972.
- [13] Deutschman, A. D., Michels, J.W and Wilson, E. C., Machine Design, Theory and Practice, Macmillan Publishing CO., Inc., Newyork, 1975.
- [14] Akkurt, M., Makina Elemanları, Cilt 2, Birsen Yayınları, İstanbul, 1980.
- [15] Akkurt, M. ve Savcı, M., Makina Elemanları, Cilt II, Şirketi Mürettibiye Basımevi, İstanbul, 1972.
- [16] Shigley, J. E., Mechanical Engineering Design, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1986.
- [17] Gediktaş, M., Makina Elemanları Problemleri, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1999.
- [18] Akkurt, M., Makina Elemanları Çözülmüş Problem ve Metin Soruları, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1994.

- [19] Babalık, F.C., Makina Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri, Cilt 2, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:169, Vipaş A.Ş., Yayın Sıra No:45, Bursa, 2000.
- [20] Rende, H., Makine Elemanları-Hesap ve Konstrüksiyon, Cilt 2, Seç Yayın Dağıtım, İstanbul, 1997.
- [21] Yücenur, M. S., Temiz, V., Kavramalar, Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, İstanbul, 2001.
- [22] Oktay, Ş., Makina Elemanları, Cilt 1, Birsen Yayınları, İstanbul, 1979.
- [23] Kartal, F., Çimentepe, S., Makina Elemanları, Modül Teknik Eğitim ve Hizmet Organizasyonu, Yayın No:5, Manisa, 2000.
- [24] Black, P.H., Adams, Jr. O.Eugene, Machine Design, McGraw-Hill Book Company, 1981.
- [25] Norton, L. R., Machine Design-An Integrated Approach, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, 1996.
- [26] www.howstuffworks.com/torque_converters, web sitesi.
- [27] Çetinkaya, S., Taşıt Mekaniği, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., ISBN 975-591-103-0, Ankara, 1999.
- [28] İpek, Ş., Taşıt Mekaniği, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Yayın No:23, Ankara, 1969.
- [29] Cameron, A., Basic Lubrication Theory, John Wiley & Sons Inc., New York, USA, 1976.
- [30] Neale, M.J., Tribology Handbook, Butterworth & CO (Publishers) Ltd., London, 1973.
- [31] Arnell, R.D., Davies, P.B., Halling, J. ve Whowes, T.L., Tribology, Principles and Design Applications, Macmillan Education Ltd., London, 1991.
- [32] Gross, W.A., Matsch, L.A., Castelli, V., Eshel, A., Vohr, J.H., Wildmann, M., Fluid Film Lubrication, John Wiley & Sons, Inc., USA, 1980.
- [33] Koç, E., An Investigation into the Numerical Solution of Reynolds' Lubrication Equation With Special Reference to Thrust Bearings, Tribology International, Vol 23, No:6, 429-437, December 1990.
- [34] Koç, E., Analytical and Experimental Investigation Into the Sealing and Lubrication Mechanisms of the Gear Ends in Pumps, Wear, 135, 79-94, 1989.
- [35] Koç, E., Ünver, E., Dairesel Cepli Dirençsiz Hidrostatik Yatakların Tasarım İlkeleri ve Performans Araştırması, Doğa-Tr.J. of Engineering and Environmental Sciences, 15, 101-113, 1991.

KAYNAKLAR

- [36] Koç, E., Canbulut, F., Canbulut, F., Dairesel Cepli Hidrostatik Kaymalı Yatakların Teorik Analizi–Pistonlu Pompa Pabuç Örneği, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 6, Sayı:2, 127-139, Aralık 1991.
- [37] Koç, E., Hidrolik Devreler, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Yayın No:25, Adana, 1994.
- [38] SKF Rulmanlı Yatak Kataloğu
- [39] INA-305 Rulman Kataloğu
- [40] Akkurt, M., Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1992.
- [41] Gibbs, D., Endüstriyel Okullar İçin CNC ile İşlemeye Giriş (Editör, Taşlıca, A. O., Çeviren, Ediz, G.), MEB Yayınları 93, Etam A.Ş. Matbaa Tesisleri, Eskişehir, 1994.
- [42] Gaco Fluid Sealing, George Angus & Co. Ltd., Great Britain, 1965.
- [43] Akgül, H., Sızdırmazlık Elemanları, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Yayın No:120, Bursa, 1986.
- [44] Mayer, E., Mechanical Seals, Newnes-Butterworths, London-Boston, 1977.
- [45] Koç, E., Çulha, E. C., Mekanik Radyal Yüzey Sızdırmazlık Elemanlarının Analizi: Teorik Yaklaşım, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 2, 133-147, Aralık 1992.
- [46] Sabır, E. C., Koç, E., Mekanik Radyal Yüzey Sızdırmazlık Elemanlarının Hidrolik Dengesi-Teorik Yaklaşım, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Sayı 1-2, 47-64, Aralık 1994.
- [47] Sabır, E. C., Koç, E., Tekstil Makinalarında Kullanılan Mekanik Sızdırmazlık Elemanlarının Tasarım Esasları ve Hidrostatik-Hidrodinamik Davranışları, Tekstil ve Mühendis Dergisi, Sayı 47-48, 53-58, Mart-Haziran 1995.
- [48] Koç, E., Eksenel Kaymalı Yatakların ve Mekanik Radyal Keçelerin Hidrodinamik Analizi, Doğa Bilim Dergisi, Seri B, Cilt 1, No:1, 5-13, 1986.
- [49] Koç, E., Sabır, E., C., An Investigation into the Sealing and Lubrication Mechanisms of the Mating Ends in Mechanical Face Seals, Journal of Balkan Tribological Assoc., Vol 3, No:4, 231-244, 1997.
- [50] BURGMANN Mekanik Salmastraları, Katalog 12, Dichtungswerke GmbH & Co. D-8190 Wolfratshausen 1, Batı Almanya.
- [51] Koç, E., Makina Elemanları II, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Yayın No:14, Adana, 1991.

- [52] Mott, R.L., Machine Elements in Mechanical Design, Pearson Prentice Hall, International Edition, New Jersey, 2004.
- [53] Spotts, M. F., Shoup, T. E. and Hornberger, L. E., Design of Machine Elements, Pearson Prentice Hall, International Edition, USA, 2004.
- [54] Shigley, J. E. and Mischke, C. R., Mechanical Engineering Design, McGraw-Hill Book Company, International Edition, USA, 1989.
- [55] Hamrock, B. J., Jacobson, B. and Schmid, S. R., Fundamentals of Machine Elements, WCB/Mc Graw-Hill, USA, 1999.