

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

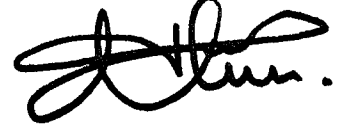
**YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ DOĞRUSAL HAREKET
SİSTEMLERİNİN
BİLGİSAYAR YARDIMI İLE TASARIMI**

Mustafa YILDIRIM

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
(MAKİNA EĞİTİMİ)**

**1997
ANKARA**

Mustafa YILDIRIM tarafından hazırlanan YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ DOĞRUSAL HAREKET SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR YARDIMIYLA TASARIMI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



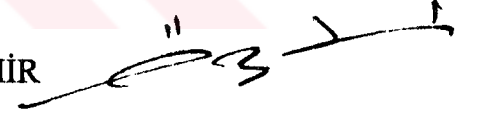
Yrd.Doç.Dr. Abdulkadir GÜLLÜ
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Makina Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

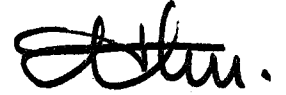
Başkan : Doç. Dr. Faruk MENDİ



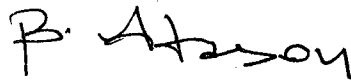
Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZDEMİR



Üye : Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ



Bu tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



**YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ DOĞRUSAL HAREKET
SİSTEMLERİNİN
BİLGİSAYAR YARDIMI İLE TASARIMI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa YILDIRIM

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ŞUBAT 1997**

ÖZET

Bu çalışmada; yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin bilgisayar yardımı ile tasarımı (ömür hesabı) yapılmıştır. Doğrusal hareket sistemlerinin tanımı, kullanım yer ve amaçları, özellikleri, tasarım hesabındaki etki faktörleri incelenmiştir. Kayma sürtünmeli kızak - kayıt mekanizmaları ile sürtünme katsayısı ve yüksek pozisyon hassasiyeti değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca DHS' lerin örnek tasarım uygulamaları yapılmıştır.

Bilim kodu : 5000015

Anahtar kelimeler : Doğrusal Hareket Sistemleri, Linear Yataklar, DHS

Sayfa adedi : 67

Tez yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

**COMPUTER AIDED DESIGN OF LINEAR MOTION SYSTEMS WITH
ROLLING FRICTION**

(M. Sc. Thesis)

Mustafa YILDIRIM

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FEBRUARY 1997**

ABSTRACT

In this work, computer aided design of linear motion systems with rolling friction has been achieved. The definition, application area, aims and affect factors of design computation of linear motion systems has been investigated. Bed and slide way mechanisms with slip friction and friction coefficient and high position accuracy values have been compared. In addition, sample design applications of LMS have been performed.

Science Code : 5000015
Keyword : Linear Motion Systems, Linear Guides, LMS
Number of pages : 67
Supervisor : Assist.Prof.Dr. Abdulkadir GÜLLÜ

TEŞEKKÜR

Tez çalıŐmalarım sırasında bilgi ve birikimleriyle beni yönlendiren her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen, çalıŐmalarımı titizlik ve sabırla gözden geçiren tez yöneticim Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ'ye, tez konusu seçimi ve kaynak araŐtırmalarımnda yardımcı olan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Faruk MENDİ'ye, program danıŐmanlıėı katkıları için Yrd.Doç.Dr. Ahmet ÖZDEMİR'e, sıkıntılarımı paylaŐan ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili eŐim Hatice'ye teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
TABLoların LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	VIII
SEMBOLLER.....	IX
1. GİRİŞ.....	1
2. TANIM VE ÖZETLER	4
2.1. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemleri.....	4
2.1.1. Doğrusal Hareket Rayı (Kayıt).....	5
2.1.2. Doğrusal Hareket Bloğu (Kızak-Yatak).....	5
2.1.3. Alt ve Üst Çalışma Plakaları-Çubukları.....	6
2.1.4. Yuvarlanma Elemanları.....	7
2.1.5. Diğer İşlevsel Elemanlar	7
2.2. Rijitlik ve Hassasiyet	8
2.2.1. Radyal Çalışma Boşluğu.....	8
2.2.2. Dairesel Çalışma Boşluğu.....	9
2.2.3. Rijitliğin Hesabı (K)	10
2.2.4. Hassasiyet ve Tolerans.....	11
2.3. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin	
Sınıflandırması	13
2.4. DH Hareket Sistemlerinde Kullanılan Yağlar ve Yağlama	18
3. YUVARLANMA SÜRTÜNME Lİ HAREKET SİSTEMLERİNİN ÖMÜR HESABI TANIMLARI VE FORMÜLLERİ	20
3.1. Yuvarlanma Sürtünmeli Hareket Sistemlerinin Ömrü	20

3.1.1. Nominal Ömrün (L) Mesafe Cinsinden Hesaplanması (km) ...	20
3.1.2. Nominal Ömrün (Lh) Zaman Cinsinden Hesaplanması (Saat)	22
3.2. Temel Yük Değerleri	23
3.2.1. Temel Dinamik Yük Değeri (C)	23
3.2.2. Temel Statik Yük Değeri (Co)	23
3.2.3. İzin Verilebilir Statik Moment (Mo)	24
3.2.4. Tekil Eşdeğer Yük (PE).....	25
3.2.5. Ön Yükleme (Pön)	26
3.2.6. Ortalama Yük (Pm)	27
3.2.6.1. Ortalama Basamak Yükleri (Pm1)	28
3.2.6.2. Doğrusal Değişken Yükler (Pm2)	29
3.2.6.3. Ortalama Dalgalı Değişken Yükler (Pm3)	29
3.3. Sistem Ömrünü Etkileyen Faktörler	30
3.3.1. Statik Güvenlik Faktörü (fs).....	31
3.3.2. Sertlik Faktörü (fH).....	31
3.3.3. Sıcaklık Faktörü (fT).....	32
3.3.4. Bağlantı (Kontakt) Faktörü (fC).....	33
3.3.5. Yük Faktörü (fW).....	34
3.4. Öteleme (İtki) Kuvveti (F)	35
3.5. Örnek Uygulama Yükleri ve Hesaplama Formülleri	36
3.6. Deneme Yoluyla Model Seçimi	41
4. YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ DOĞRUSAL HAREKET SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR YARDIMI İLE TASARIM PROGRAMI	42
4.1. Program Kullanımı	42
4.2. Programın Tasarımı	43

4.3. Programın Kullanılışı ve Örnekler	44
4.3.1. Sabit Hızla Yatay Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	45
4.3.2. Değişken Hızla Yatay Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	46
4.3.3. Sabit Hızla Düşey Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	48
4.3.4. Değişken Hızla Düşey Eksen Yönlenmesi Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	50
4.3.5. Blok Sabit Raylar Yatay Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	52
4.3.6. Yatay Eksene Açılı Düzlemde Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	53
4.3.7. Düşey Eksene Açılı Düzlemde Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı	55
4.3.8. Yatay Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Tepki Kuvvetlerine Maruz Örnek DHS Tasarım Programı ...	57
5. SONUÇ VE TARTIŞMA.....	59
KAYNAKLAR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	67
EK :YUVARLANMA SÜRTÜNME DOĞRUSAL HAREKET SİSTEMLERİNİN GW BASIC TASARIM PROGRAMI	

TABLULARIN LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. DHS Genel Standart Değerleri	12
2.2.A. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması	14
2.2.B. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması	15
2.2.C. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması	16
2.2.D. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması	17
2.3. Doğrusal Hareket Sistemlerinde Kullanılan Yağlar	19
3.1. Statik Güvenlik Faktörü Referans Değerleri	31
3.2. Bağlantı Faktörü (fC) Grafiği	33
3.3. Yük Faktörü (fW) Çizelgesi	34
3.4. Doğrusal Hareket Sistemlerinde Sürtünme Katsayısı	35
5.1. Sürtünme Katsayısı Değerleri	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Doğrusal Hareket Sistemi Konstrüktif ve Kesit Görünüşü.....	4
2.2. Radyal Boşluk ve Sapma Arasında İlişki Grafiği.....	9
2.3. Radyal Tolerans Boşluğu.....	9
2.4. Dairesel Çalışma Boşluğu.....	10
2.5. Doğrusal Hareket Sistemlerinde Sapma.....	10
2.6. DH Ray Uzunluğu ve Paralellik Verisi.....	12
2.7. Yuvarlanma Elemanlarının Yüzeylerinin Yağlanması Grafikselleştirilmesi Karşılaştırılması	19
3.1. Çeşitli Yönlerde Moment Oluşturan Hareketler.....	25
3.2. Ön Yükleme Faktörü (K) Grafiği.....	26
3.3. Ortalama Basamak Yükleri Grafiği.....	28
3.4. Ortalama Doğrusal Değişken Yük Grafiği	29
3.5. Ortalama Dalgalı Değişken Yük Grafiği	30
3.6. Sertlik Faktörü (fH) Grafiği	32
3.7. Sıcaklık Faktörü (fT) Grafiği.....	33
3.8. P/C Oransal Sürtünme Katsayısı Çizelgesi	36
3.9. Örnek Uygulama Yükleri	40
3.10. Küresel Yuvarlanma Elemanlı Hareket Sistemi Ömür Grafiği ..	41
3.11. Silindirik Makaralı Yuvarlanma Elemanlı Hareket Sistemi Ömür Grafiği..	41
4.1. Program Akış Diyagramı.....	42
5.1. 500 Kg Ağırlık Uygulamasına Tabi Eksen Tablasının Pozisyon Hassasiyeti.....	62
5.2. 500 Kg Ağırlık Uygulamasına Tabi Eksen Tablasının Pozisyon Hassasiyeti.....	62

SEMBOL VE KISALTMALAR

Sembol	Anlamı
μ	Sürtünme Katsayısı
N	Newton
μm	Mikrometre (mikron)
mm	Milimetre
m	Metre
km	Kilometre
h	Saat
L	Nominal ömür (km)
Lh	Nominal ömür (saat)
δ	Sapma miktarı (μm)
G	Titreşim miktarı (1/sn)
Q	Konum açısı (°)
$f\mu$	Direnç kuvveti (N)

Kısaltma	Anlamı
DHS	Doğrusal Hareket Sistemleri
LMS	Linear Motion Systems (Doğrusal Hareket Sistemleri)
HRC	Rockwell Sertlik Derecesi
fsT	Tasarım Statik Güvenlik Faktörü
LhT	Tasarım Ömrü (saat)
CNC	Bilgisayarlı Sayısal Kontrol
AC	Alternatif Akım
DC	Doğrusal Akım

1. GİRİŞ

Kayma sürtünmesiyle çalışan klasik mekanizmaların; verim düşüklüğü, yüksek sürtünme katsayısı, aşınma, ısınma, yağlama zorluğu gibi tribolojik faktörler; yk ve hareket iletimindeki olumsuzluklar, düzenli ve estetik görünüm, montaj kolaylığı, temin edilebilirlik gibi birçok faktörleri karşılayamaması, tasarımcıları uzun yıllar meşgul etmiştir. alışmalar neticesinde, tasarımcılar, yukarıda sözü edilen faktörlere büyük oranda cevap verebilen ve bunun yanında az güç sarfiyatı, yüksek hassasiyet, rijitlik, montaj kolaylığı, yüksek çalışma performansı ve verim, uzun ömürlülük, çok değişik alanlarda çok değişik amaçlar için kullanılabilirlik gibi birçok üstün özelliklere sahip yuvarlanma sürtünmesiyle alışan Doğrusal Hareket Sistemlerini geliştirmişlerdir (Thomson, 1992; Spotts, M.F., 1985).

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemleri, ülkemizde henüz üretilmemesine rağmen, diğer ülkelerdeki üretici firmaların yüksek teknoloji uygulamalarıyla, çok çeşitlenen ve sürekli yenilenen bir çizgide, akla gelebilecek birçok değişik alanlarda kullanılmaktadır.

Sanayi tesisleri, yüksek teknolojiye sahip bilgisayarla entegre edilmiş üretim ekipmanları ve sistemlerinin ideal hareket ve yk iletim mekanizmaları olarak, yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerini kullanmaktadır.

Yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemleri;

a) Ray (kayıt)

b) Blok (kızak, yatak)

c) Yuvarlanma elemanları (küresel bilyalar, silindirik makaralar)

Temel makina elemanları ve diğer yardımcı işlevsel elemanlardan meydana gelmektedir. Literatürlerde "Linear Motion Systems" olarak geçen ifadeyi bundan sonra "Doğrusal Hareket Sistemleri" olarak veya kısaca "DHS" olarak isimlendireceğiz.

Üretim ekipmanlarında ve modern CNC tezgahlarda, yük ve hareket iletim mekanizmaları olarak kullanılan doğrusal hareket sistemleri, yüksek performans, yüksek hassasiyet, hız, kararlılık, eş zamanlama, faydalı yük, rijitlik, montaj kolaylığı, ideal malzeme, konumlandırma, düzenli ve estetik görünüm gibi birçok üstün özellikler kazandırmaktadır (Akkurt, 1996; Arslan, 1993).

Doğrusal hareket sistemlerinde kullanılan yuvarlanma elemanlarıyla yapışma ve sürtünme olumsuzlukları minimize edilmiştir. Doğrusal hareket sistemleri; çok az güç sarfıyatı ile çok yüksek verim ve düzenli çalışmaya sahiptirler. Bu sistemler, sürtünme katsayısının düşüklüğü ve çok az aşınma meydana gelmesi sebebiyle çok uzun ömürlüdürler.

Doğrusal hareket sistemleri CNC takım tezgahlarında, modern ofset ve baskı makinalarında, tekstil makinalarında, gıda sanayisinde, otomasyon ve paketleme ünitelerinde, taşıma ve montaj hatlarında, endüstriyel robot mekanizmalarında, medikal ekipmanlarda, hassas ölçme aletlerinde, laboratuvar düzeneklerinde, havacılık ve uzay teknolojisi gibi çok değişik alanlarda yüksek ve modern bilgisayar entegreli teknoloji uygulanmaktadır. DHS çok amaçlı ve montaj kolaylığı olan makina elemanları ve mekanizmalar olduğundan; geri teknoloji işletmelerin üretim düzenek ve ekipmanlarında, bu sistemler kullanılarak, modernizasyon ve yüksek teknoloji uygulamaları yapılabilir.

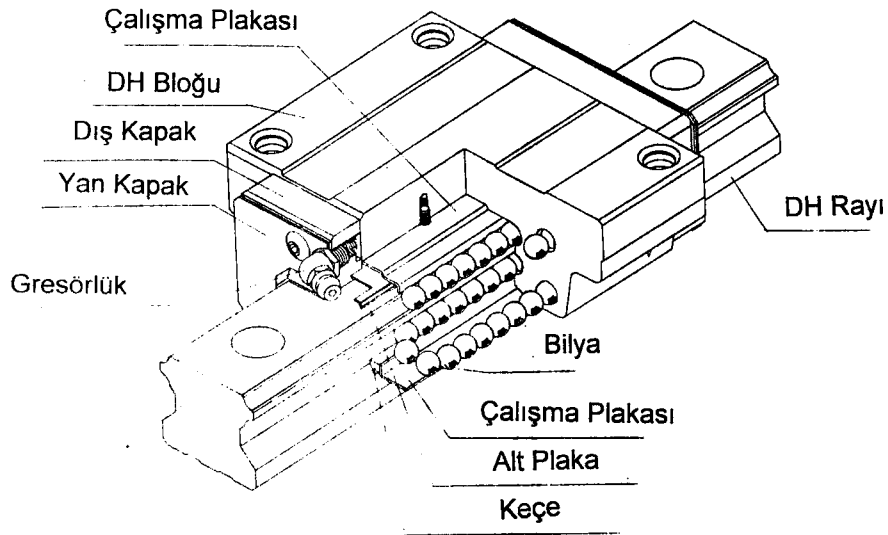
Doğrusal hareket sistemlerinin uygulandığı ileri teknolojili makina ekipman ve mekanizma sistemlerinde, bilgisayar kumanda kontrollü DC/AC Linear motorları, pnömatik ve hidrolik servo sistemli tahrik elemanlarıyla yük ve hareket iletimi sağlanmaktadır. Basit uygulama alanlarında tesbit edilmiş olan kurs boyunca öteleme (itki) kuvvetiyle yük ve hareket iletimi yapılmaktadır (Arslan, 1993).



2. TANIM VE ÖZETLER

2.1. Yuvarlanma Sürtünlmeli Doğrusal Hareket Sistemleri

Yuvarlanma sürtünlmeli DHS'ler; değişik mekanizma ve ekipmanlarda, çok düşük sürtünme katsayısı, minimum güç, yüksek hassasiyet ve maksimum verim ile yük ve hareket iletimi sağlar. Herhangi bir çalışma kursuna sahip ray (kayıt) üzerinde, kurs boyunca, istenilen yönde hareket edebilen blok (kızak-yatak) ve blok içerisine montaj edilmiş olan yuvarlanma elemanlarından (küresel bilyalar, silindirik makaralı ve iğneli rulmanlar) oluşur. Bu sistemler, DC/AC motorları, pnömatik veya hidrolik servo sistemli tahrik mekanizmaları veya öteleme kuvveti ve yuvarlanma sürtünmesiyle hareket ve yük iletimi sağlayan makina elemanlarıdır (Shingley, J. E, 1986).



Şekil 2.1. Doğrusal Hareket Sistemi Konstrüktif ve Kesit Görünüşü (Thk, 1995)

2.1.1. Doğrusal Hareket Rayı

Doğrusal hareket rayı, yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemlerinin temel elemanlarından biridir. Bu ray DHS bloğunun çalışma kursu mesafesinde hareket ve yükün iletimini sağlar. DHS rayları; çeşitli yönlerden meydana gelen (radyal, dikey, yatay vb.) kuvvet, yük ve momentlerin karşılanmasına göre yataklama kanalları boyutlandırılmış ve tasarlanmıştır. DHS rayların model boyutlandırma ve tasarımlarında montaj kolaylığı, rijitlik, hassasiyet, estetik görünüm ve düzenliliğin (kompakt) yanı sıra, ideal yük ve hareket iletimi amacına uygunluğu çok dikkatli olarak göz önünde bulundurulmuştur. DHS raylarında malzeme olarak, çoğunlukla hafif metal alüminyum alaşımları kullanılmakla beraber aşırı yüke maruz çalışma şartlarında da, temas yüzeyleri sertleştirilmiş demir ve indüksiyonlu sert çelikler (HRC 58-62) kullanılmaktadır. Hafif metal alüminyum raylarda çalışma plakası veya dairesel kesitli çubuklar için kanallar mevcuttur (Thomson, 1992).

DHS raylarında temas yüzeyleri haricinde kalan dış yüzeylere oksitlenme, korozyon, kir tutma gibi olumsuzlukları engellemek, düzenli ve estetik görünümü sağlamak için anotlama yöntemi ile oksit (genelde siyah renk) boya atılmıştır.

2.1.2. Doğrusal Hareket Bloğu

DHS'lerde yük ve hareket iletimi blok vasıtasıyla sağlanmaktadır. DHS blokları yuvarlanma sürtünmeli hareket elemanlarından olan rulmanlara da yatak (kafes) görevini yapmaktadır. DHS blokları; yüksek hareket ve yük iletim kabiliyetinin sağlanması, hassasiyet, rijitlik ve

sürtünme katsayısının minimize edilmesi için, aşınmaya karşı dayanıklı olabilmelerini sağlayan çelik çalışma plakaları-çelik çubuklar (HRC 58-62), keçe, gresörlük vb. elemanlarla donatılmışlardır.

DHS bolklarında malzeme olarak çoğunlukla alüminyum alaşımı ve diğer hafif metaller kullanılmakla beraber, çalışma şartlarına göre yüzey sertleştirilmesi yapılmış demir veya sementasyon çeliği (HRC 58-62) malzemeler de kullanılmaktadır (Thomson, 1992).

DH rayları ve DH blok yataklarının ayrı ayrı malzemelerden imal edilmiş olanları aynı tasarımda kullanılmazlar. DH raylar ve DH bloklar diğer donanımlarıyla beraber grup makina elemanlarıdır.

DH bloklarının çalışma yüzeyleri haricinde kalan dış yüzeylere anotlama yöntemi ile oksit boya kaplanmaktadır.

2.1.3. Alt ve Üst Çalışma Plakaları-Çubukları

Alt ve üst çalışma plakaları-çubukları genelde, demir ve daha yumuşak alüminyum alaşımı malzemelerden imal edilmiş olan DHS yatak ve DHS rayların, daha sert olan yuvarlanma elemanlarıyla direkt temasını, yapışmasını ve aşınmasını önler. Böylece, tam hassasiyet ve rijitlik sağlayarak, düşük sürtünme katsayısı ile yüksek hareket ve yük iletim kabiliyetinde maksimum çalışma performansı ve yüksek verim elde edilmesini sağlarlar.

Çalışma plakaları ve çubuklar, çelik veya yüksek karbonlu (HRC 60±2) alaşımlı çelik malzemelerden imal edilmiştir (Thomson, 1992).

2.1.4. Yuvarlanma Elemanları

DHS'lerde; yuvarlanma elemanı olarak, yük ve hareket iletim konum ve amacına göre, maksimum hassasiyet ve rijitlik, ısınma, aşınma, yapışma, yağlama gibi tribolojik özelliklere maksimum performans ve verimle cevap veren küresel, silindirik makaralı veya iğneli makaralı tipinde yuvarlanma elemanları (bilyalar) kullanılır.

Yuvarlanma elemanları krom alaşımlı sert bilya çeliğinden (100 Cr6) imal edilmişlerdir. HRC 60-65 sertlik derecesine sahiptirler (Thomson, 1992).

2.1.5. Diğer İşlevsel Elemanlar

DHS bloklarında gresörlük, sentetik kauçuktan imal edilmiş uç ve yan keçeler, yan kapak ve kenar plakası görevini yapan özel plastikten imal edilmiş elemanlar da bulunmaktadır. Sentetik kauçuk ve plastik malzemeler +85 °C çalışma sıcaklığına dayanıklı olup, %100 sızdırmazlık sağlamaktadır (Thomson, 1995).

DHS ray ve blokların toz, kir, paslanma ve diğer dış etkenlerden korunması için DHS mekanizmalarında genellikle körüklü muhafaza elemanları kullanılmaktadır.

2.2. Rijitlik ve Hassasiyet

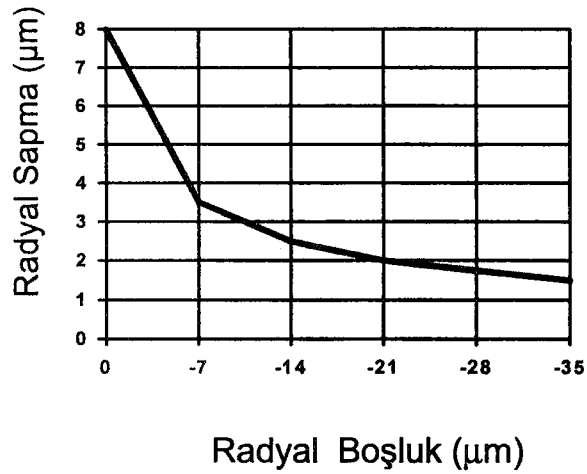
Doğrusal hareket sistemlerinin rijit, paralel ve yüksek konum (pozisyon) hassasiyetiyle çalışması için, ideal tolerans ve ön yükleme değerleri standardize edilmiştir. Doğrusal hareket sistemleri, rijitliği ve konum hassasiyetlerini nominal ömürleri boyunca kaybetmez (Thk, 1995).

Çok hassas rijitliğin sağlandığı DHS' ler kendi aralarında karşılaştırıldığında; yuvarlanma elemanları içneli makaralı olan DHS' lerde rijitlik çok mükemmel olarak elde edilmektedir. Yuvarlanma elemanı silindirik makaralı olan DHS' lerde de ideal rijitlik sağlanmaktadır. Yuvarlanma elemanı küresel bilya olan DHS' lerin rijitliğe daha az elverişli olduğu bilinmektedir. Bu nedenle yuvarlanma elemanı küresel bilyalar olan bazı DHS modellerinin yataklama tasarımı hem kayma hem de yuvarlanma sürtünmeli olarak yapılmaktadır.

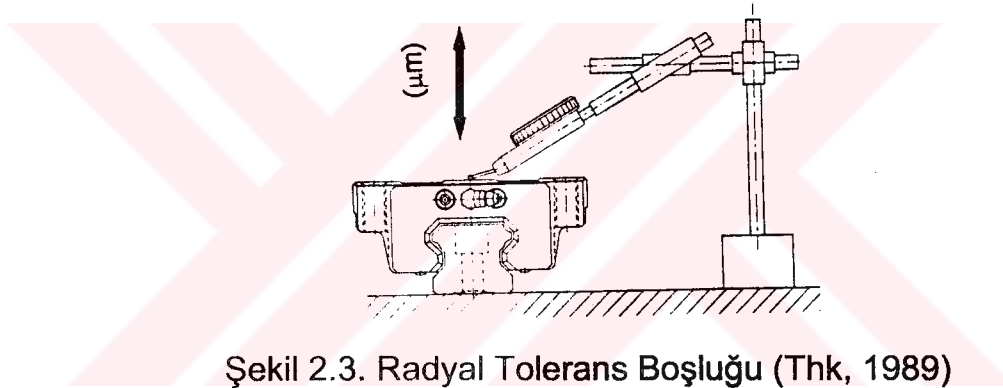
Doğrusal hareket sistemlerinde rijitlik; blok, ray ve yuvarlanma elemanları arasında bir çalışma boşluğu ayarlanmış ve standardize edilmiştir. Rijitlik iki alt başlıkta açıklanmıştır.

2.2.1. Radyal Çalışma Boşluğu

DHS rayı tabandan sabitlenerek, DHS bloğu, DHS rayın ortasında olduğu halde sabit bir kuvvetle kaldırıldığında oluşan boşlu ölçülerek belirlenir (Şekil 2.3). DHS rayının radyal çalışma boşluğu, DHS bloğunun hareket etmiş olduğu dikey uzaklık olarak tanımlanır (Thk, 1989).



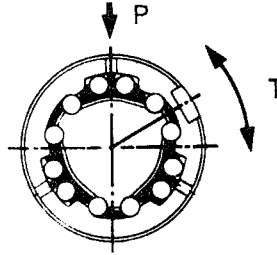
Şekil 2.2. Radyal Boşluk ve Sapma Arasında İlişki Grafiği (Thk, 1989).



Şekil 2.3. Radyal Tolerans Boşluğu (Thk, 1989)

2.2.2. Dairesel Çalışma Boşluğu

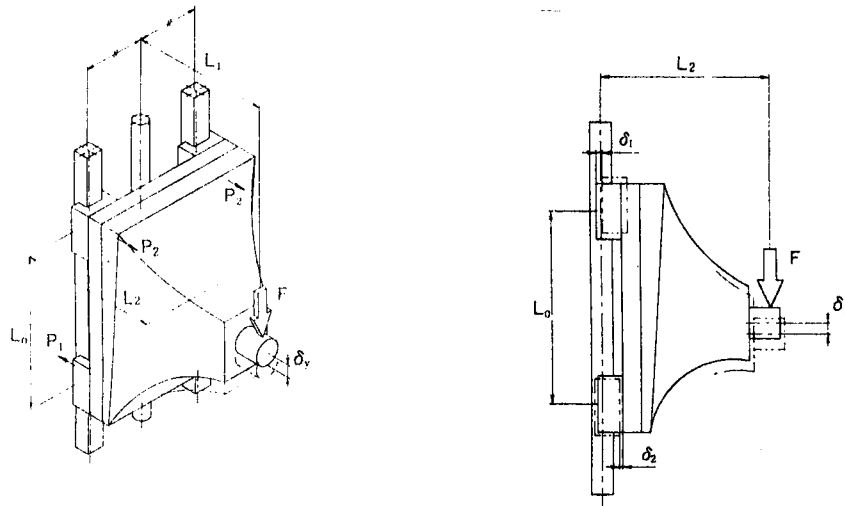
Şaftlı, silindirik yataklı DHS'lerde şaftın hareketsizliği sağlanarak, silindirik yatak sabit bir kuvvetle çevrildiğinde (Şekil 2.4) hiç dönme momenti oluşturmayan silindirik yatağın hareket miktarı dairesel çalışma boşluğu olarak tanımlanır (Thk, 1989).



Şekil 2.4. Dairesel Çalışma Boşluğu (Thk, 1989)

2.2.3. Rijitlik Hesabı (K)

Doğrusal hareket sistemleri, kullanım amaç ve çalışma koşullarına göre ideal standartlarda imal edilmiş olduğundan pratikte rijitlik hesabı önemli değildir. Teorik olarak Şekil 2.5.'deki gibi çalışma pozisyonundaki doğrusal hareket sisteminin tahmini rijitliğinin (K) hesaplanması, destek mekanizmasının (blok) sapmasına göre (δ_n) geometrik hesaplama ile yapılabilir (Thk, 1995; Filiz, İ. H, 1991).



Şekil 2.5. Doğrusal Hareket Sisteminde Sapma (Thk, 1995).

P1 için Radyal Rijitlik KR (N/ μ m)

P2 için Ters Radyal Rijitlik KL (N/ μ m)

F Uygulama Kuvveti (N)

Lo DHS bloğunun aksenal yönde katettiği mesafe (mm)

L2 Yataklama merkezinden kuvvet uygulama yerine olan uzaklık (mm)

$$P1 = (F \cdot L1) / (2 \cdot Lo) \quad (N) \quad (1)$$

$$P2 = (F \cdot L1) / (2 \cdot Lo) \quad (N) \quad (2)$$

DH yatağındaki sapmanın ($\delta1$, $\delta2$) hesabı;

$$\delta1 = P1 / KL \quad (\mu m) \quad (3)$$

$$\delta2 = P2 / KR \quad (\mu m) \quad (4)$$

Uygulama kuvveti yerindeki sapma (δy);

$$\delta y = (\delta1 + \delta2) \cdot (L2 / Lo) \quad (\mu m) \quad (5)$$

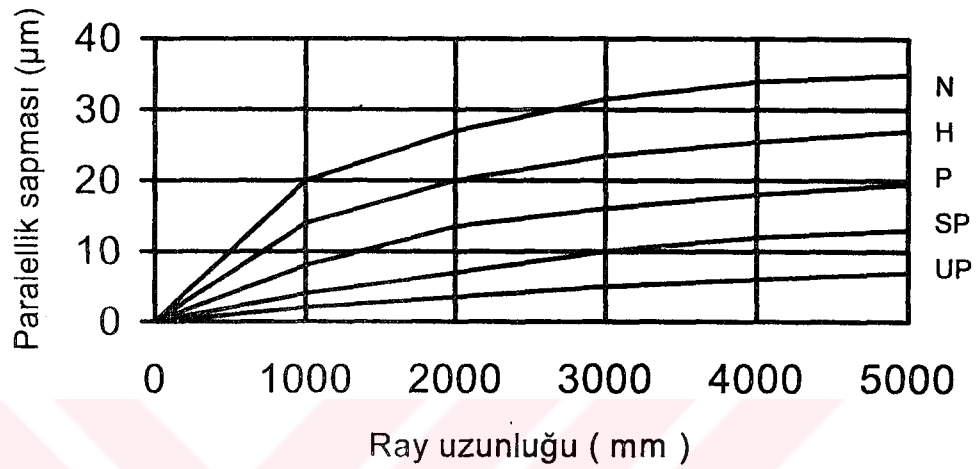
Uygulama kuvveti yerindeki tahmini rijitlik (K);

$$K = F / \delta y \quad (N/\mu m) \quad (6)$$

2.2.4. Hassasiyet ve Tolerans

Doğrusal hareket sistemleri yük ve hareket iletimindeki çalışma koşullarına göre yüksek pozisyon hasasiyeti, paralellik ve optimum verimin elde edilebileceği tolerans standardizasyonuna sahiptirler. Şekil

2.6.'da görüldüğü gibi doğrusal hareket sistemlerindeki tolerans ölçüleri; Normal (N),Yüksek (H), Hassas (P), Süper Hassas (SP) ve Mükemmel (Ultra) Hassas (UP) olarak sınıflandırılmıştır (Thk, 1995).



Şekil 2.6. DH Ray Uzunluğu ve Paralellik Verisi (Thk 1995).

DHS' nin tip ve modellerine göre tolerans değerleri değişmektedir. DHS tolerans ölçüleri sınıflandırmasına göre genel tolerans değerleri Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Tablo 2.1 DHS Genel Tolerans Standart Değerleri (Thk 1995).

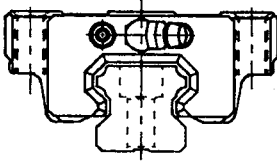
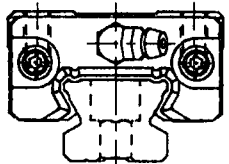
DHS Blok ve Ray Malzemesi	Tolerans Tanımı	DHS Tolerans Değerleri				
		Normal (N)	Yüksek (H)	Hassas (P)	Süper Hassas (SP)	Ultra Hassas (UP)
Hafif Metal Alaşımli DHS	Radyal Boşluk	±0.1	±0.05	0 -0.005	0 -0.003	0 -0.002
	Yatay Boşluk	0.03	0.015	0.007	0.005	0.003
Alüminyum DHS	Radyal Boşluk	±0.1	±0.05	0 -0.05	0 -0.03	0 -0.02
	Yatay Boşluk	0.03	0.02	0.01	0.007	0.005

2.3. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması

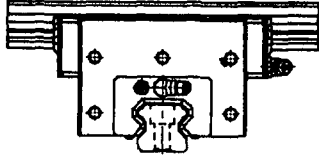
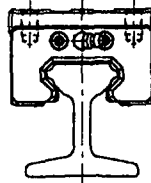
Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin tipi, modeli, özellikleri, çalışma ortamı ve uygulama alanları hakkında bilgi veren sınıflandırma tablosu, kaynak kataloglardan yararlanılarak bu çalışma için global olarak hazırlanmıştır. Hesaplamalarda, DHS'nin seçimi için Tablo 2.2.A, B, C, D'den yararlanılacaktır.



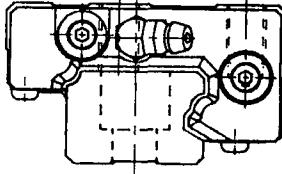
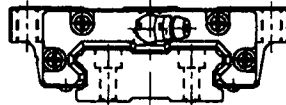
Tablo 2.2.A. Yuvarlanma Sürtümlü Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması (Thk, 1995; Thomson, 1995; Franke, 1995; Mini Tec, 1995; Techno Isel, 1993).

Tipi	Çok Rijit Radyal Tip	
Modeli	V = Yüksek hız modeli W = Aşırı yük modeli	Standart model
Şematik Konstrüksiyon görünüşü.		
Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> - Büyük radyal yükler için ideal - Oldukça rijit - Radyal yönde hareket ve yüksek hızlar için ideal - Düzenli ve estetik görünüm - Çok değişik amaç ve alanlarda kullanılabilirlik. 	<ul style="list-style-type: none"> - 4 yönden gelen yüklere karşı dirençli - Momentli yüklere karşı oldukça rijit - Kaba yükler ve montajda çok rijit, hassas. - Düzenli ve estetik görünüm. - Çok değişik amaç ve alanlarda kullanılabilirlik.
Uygulama Alanları	<ul style="list-style-type: none"> - CNC takımı tezgahlarında - Tekstil makinalarında - Baskı-boya tezgahlarında - Medikal ekipmanlarda - Robot sistemlerinde - Ofset baskı makinalarında - Enjeksiyon kalıp makinalarında - 5 eksenli mekanik tablalarda - Besin işleme makinalarında - Otomasyon ve paketleme ünitelerinde - Transfer ekipmanlarında - Hassas ölçüm düzeneklerinde 	<ul style="list-style-type: none"> - CNC takım tezgahlarında - X,Y,Z eksen rehberi - Vagon sanayiinde - Kablo ve tel çekme makinalarında. - Tekstil makinalarında - Baskı boya tezgahlarında - Kalıp delme matkaplarında. - NC optik ölçüm ekipmanlarında. - Kule tipi araç park makinalarında. - Otomatik taşıyıcılarda. - Montaj hatlarında - Otomatik alet değiştiricilerde

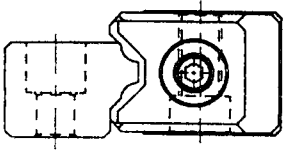
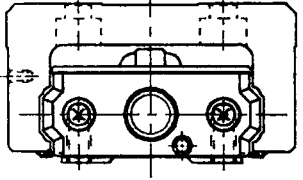
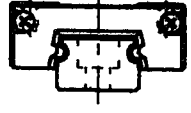
Tablo 2.2.B. Yuvarlanma Sürtünmeli Doğrusal Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması

Tipi	4 yönden gelen yüklere karşı dirençli	
Modeli	Çapraz Raylı Model	Özel Raylı Model
Şematik Konstrüksiyon Görünüşü		
Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> - 4 yönde eşit yük değerlendirilmesi - Çok hızlı X,Y tabloları için ideal - Düzenli ve estetik görünüm - Oldukça rijit ve hassas - Raylara radyal tip bloklar montaj edilebilir 	<ul style="list-style-type: none"> - 4 yönden gelen yüklere karşı dirençli - Rayın ince çapraz kesit tasarımı - Paralleştirilmenin zor olduğu durumlarda montaj kolaylığı
Uygulama Alanları	<ul style="list-style-type: none"> - Optik okuyucu ve ölçüm ekipmanlarında - Kartezyen koordinat robotlarında - X,Y doğruluk düzlemlerinde - Elektro-ölçüm cihazlarında - CNC takım tezgahlarında - Ofset baskı makinalarında 	<ul style="list-style-type: none"> - Otomatik depolama ünitelerinde - Kaynak makinalarında - Forklift makinalarında - Otomatik boyama ünitelerinde - Sinyal (ikaz) robot mekanizmalarında - Vinç ve araç park mekanizmalarında - Elevatörlerde - Taşıma sistemlerinde

Tablo 2.2.C. Yuvarlanma Sürtünmeli Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması

Tipi	4 yönden gelen yüklere karşı dirençli	
Modeli	Kendiliğinden Ayarlı Model	Geniş Bloklu Model
Şematik Konstrüksiyon Görünüşü		
Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> - Paralleleştirmenin zor olduğu montaj yüzeyleri için - Montaj hattındaki dikey ofset hatalarını düzeltmede çok başarılıdır - Düzenli ve estetik - Yük taşıma kabiliyeti yüksektir 	<ul style="list-style-type: none"> - 4 yönden gelen yüklere karşı dirençli - Tek raylı sistemlerde kullanışlıdır - Momentlere karşı oldukça rijit - Konstrüksiyonlarda tasarruflu yer kullanımı sağlar
Uygulama Alanları	<ul style="list-style-type: none"> - Endüstriyel robotlarda - Otomatik depolama sistemlerinde - Taşıma sistemlerinde - Otomatik alet değiştiricilerde - Otomatik takım değiştiricilerde - Kaynak ekipmanlarında - Otomatik kapı düzeneklerinde - Boyama ekipmanlarında - Araç yıkama ünitelerinde - Vagon sanayinde 	<ul style="list-style-type: none"> - Endüstriyel robotlarda - Otomatik alet değiştiricilerde - Yarı bağlayıcı üretim düzeneklerinde - Gıda sanayiinde - Bisküvi-gofret transfer ekipmanlarında - Yük taşıyıcılarda - Elektro ölçüm cihazlarında

Tablo 2.2.D. Yuvarlanma Sürtümlü Hareket Sistemlerinin Sınıflandırılması

Modeli	Ayrık Bloklu Model	Bilya-Vidalı Tip	Minyatür Tip
Şematik Konstrüksiyon Görünüşü			
Özellikleri	<ul style="list-style-type: none"> - 4 yönden gelen yüklere karşı dirençli - Çapraz silindirik makaralı elemanlı bloklarda kullanılır - Düşük profil yapısıyla yüksek rijitlik sağlar 	<ul style="list-style-type: none"> - 4 yönden gelen yüklere karşı dirençli - DH ray-blok ortasında vida veya şaft bulunan düzenli tasarımlı - Çok yüksek hassasiyet ve rijitliğe sahiptir. 	<ul style="list-style-type: none"> - Düzenli ve estetik görünüm - Tek eksenli uygulamalar için ideal - Oldukça paralel ve hassasiyetli - Çok ekonomik
Uygulama Alanları	<ul style="list-style-type: none"> - X,Y,Z koordinatlı ölçüm mekanizmalarında - Robot sistemlerinde - Ağaç işleri takım tezgahlarında - Transfer ünitelerinde - X,Y koordinatlı CNC takım tezgahlarında - Büro otomasyon sistemlerinde 	<ul style="list-style-type: none"> - X,Y,Z koordinatlı robot sistemlerinde - Matbaa makinalarında - Gıda transfer hatlarında - Dairesel çeviricilerde - Kaynak üniteleri X,Y tablolarında - Elektro-ölçüm cihazlarında 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektro mikroskoplarda - Optik yüzey okuyucularında - Medikal ekipmanlarda - Harddisk okuyucularda - Endüstriyel dikiş makinelerinde - Gıda sanayi taşıma ve paketeleme sistemlerinde - Kart toplama tablolarında - Matbaa baskı makinelerinde - Kayar mekanizmalarda

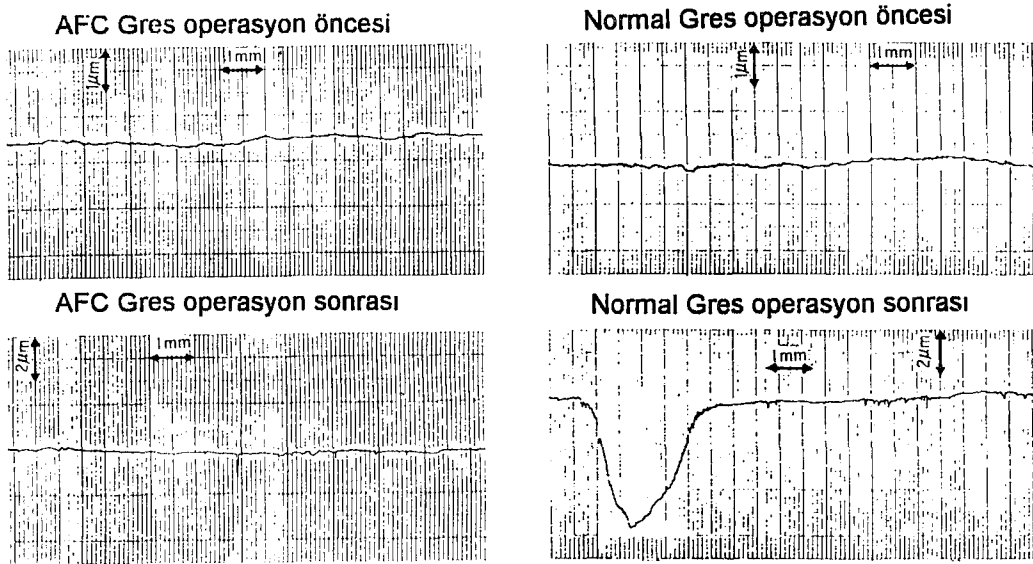
2.4. DHS'lerde Kullanılan Yağlar ve Yağlama

Doğrusal hareket sistemlerinde yuvarlanma sürtünmesiyle yük ve hareket iletimi olduğundan, temasta bulunan yüzeyler arasında sürtünmeye bağlı olarak aşınma, sıcaklık yükselişi ve enerji kaybı meydana gelir. Bahse konu tribolojik faktörler, DH sistemlerinin imalatında yüksek teknoloji ve ideal malzemelerin kullanımıyla beraber özel yağ ve greslerle yağlama yapılması sonucu minimum seviyede tutulduğundan, DH sistemli mekanizma ve ekipmanlar yüksek performans, yüksek hassasiyet, rijit, düzenli ve uzun ömürlü çalışmaktadır (Thk,1995; Lowell and Khonsari and Marangoni, 1992; 1993).

Söz konusu yağ ve gresler, oksidasyon-korozyon, ısınma, aşınma ve sürtünmeyi önleyici lityum, teflon, alüminyum, kalsiyum, sodyum gibi metal katkılı özel bileşimli olup DH sistemlerine aşağıdaki özellik ve avantajları sağlarlar:

- Yüksek çalışma performansı sağlar ve ömrü uzatır.
- Aşınma ve enerji kaybını önler.
- Isınmaya karşı dayanıklıdır. -45 °C ile +170 °C çalışma sıcaklığına sahiptir.
- Pas ve korozyon yaptırmaz, oksitlenmeyi önler.
- Su ve yabancı madde geçirmez.

Teflon katkısı olan yağ ve gresler maksimum kayganlaştırma, yüksek hareket iletimi, sürtünme katsayısının minimize etme, ısınma ve yapışmayı önleme gibi üstün özelliklere sahiptir.



Şekil 2.7. Yuvarlanma Elemanlarının Yüzeylerinin Yağlanmasının Grafiksel Karşılaştırması (Thk, 1995).

Tablo 2.3. Doğrusal Hareket Sistemlerimde Kullanılan Yağlar

Yağ Adı	Tipi	Sembolü
Gres	Lityum gres	AFA, AFB, AFC Gres
Yağ	Kaydırıcı Kızak Yağı	Süper multi 32-68

Özel katkı AFC gres ve normal bilya gresinin kullanım öncesi ve kullanım sonrası hareket sisteminde yapılan yüzey kalite kontrol incelemesindeki grafiksel test sonucundan anlaşılacağı gibi AFC gresinin korozyonu önleme kabiliyetinin mükemmel bir sonuç verdiği görülmektedir (Şekil 2.7).

3. YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ HAREKET SİSTEMLERİNİN ÖMÜR HESABI TANIMLARI VE FORMÜLLERİ

3.1. Yuvarlanma Sürtünmeli Hareket Sistemlerinin Ömrü

Bir yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sisteminin, yük taşıyan yuvarlanma elemanları (küresel, silindirik bilyalar) ve bilya yatağı yolları sürekli tekrarlanan baskıya maruzdur. Bu çalışma ortamının sonucunda, bilya yataklarının bir kısmı yorulmadan dolayı ince tabakalara ayrılabilir. Buna tabakalaşma (flaking) denir (THK, 1995; Harold, A., 1985).

Bir doğrusal hareket sisteminin ömrü; ilk yorulma tabakalaşmasının (bilya yatağında veya yuvarlanma elemanlarından herhangi birinde) olduğu zamanda ulaşılmış olan toplam geçilmiş mesafe (km) veya çalışma saati (h) cinsinden tanımlanır.

3.1.1. Nominal Ömrün (L) Mesafe Cinsinden Hesaplanması (km)

Birbirlerine tıpatıp benzeyen doğrusal hareket sistemlerinin ömürleri, aynı koşullarda üretilmiş ve çalıştırılmış olsalar dahi birbirlerinden farklıdır. Aynı ömre sahip değildirler. Bir doğrusal hareket sistemi için nominal ömür şöyle tarif edilebilir; aynı koşullar altında bağımsız olarak çalıştırılan aynı tipte doğrusal hareket sistemlerinin

90'nında tabakalaşma olmadan ulaşılan toplam hareket mesafesidir (km) (Thk, 1995; Akkurt, 1992; Erhart. T, 1989).

Temel dinamik yük değeri (C) ve yük (P) verildiğinde doğrusal hareket sisteminin nominal ömrünü hesaplamak için aşağıdaki denklemler kullanılır;

1) Yuvarlanma elemanları küresel bilyalar olduğunda nominal ömür (km)

$$L = (C / P)^3 * 50 \quad (7)$$

2) Yuvarlanma elemanları silindirik makaralar olduğunda nominal ömür (km)

$$L = (C / P)^{10/3} * 100 \quad (8)$$

Ancak; birçok durumda yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemi üzerine etkiyen yüklerin hesabı zordur. Çalışma ortamında doğrusal hareket sistemi; önceden tahmin edilemeyen titreşim, geri tepme, yük miktarında değişiklik, malzeme sertliği, ısınma gibi faktörlerden etkilenir ve sistemin çalışma ömrü kısalır. Bütün bu faktörler hesaba katılarak nominal ömür denklemi aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Thk, 1995).

3) Yuvarlanma elemanları küresel bilyalar olduğunda nominal ömür (km)

$$L = ((f_H * f_T * f_C) / f_W * (C/P))^3 * 50 \quad (9)$$

4) Yuvarlanma elemanları silindirik makaralı bilyalar olduğunda nominal ömür (km)

$$L = \left((f_H * f_T * f_C) / f_w * (C/P) \right)^{10/3} * 100 \quad (10)$$

3.1.2. Nominal Ömrün (Lh) Zaman Cinsinden Hesaplanması (saat)

Nominal ömrü, zaman cinsinden ömre çevirmek için birim zamandaki hareket uzunluğu hesaplanır.

1) Çalışma süresi ile kurs boyu oranı sabitse nominal ömür (Lh)

$$L_h = (L * 1000) / (2 * l_s * N_1 * 60) \quad (11)$$

2) Ortalama hıza göre hesaplanmış nominal ömür (Lh)

$$L_h = (L * 1000) / (W_m * 60) \quad (12)$$

Burada;

L = Nominal ömür (km)

l_s = Kurs boyu uzunluğu (m)

N₁ = Dakikadaki hareket sayısı (adet)

V_m = Ortalama hız (m / dak)

$$V_m = (V_1 * N_1 + V_2 * N_2 + \dots + V_n * N_n) / 100$$

3.2. Temel Yük Değerleri

Doğrusal hareket sistemleri ömür hesabında iki temel yük değeri göz önünde bulundurulur. Ampirik bağıntılarla hesaplanarak kataloglarda verilen temel dinamik yük değeri (C) ve temel statik yük değeri (Co) kullanılır (Akkurt; Spots M.F, 1985).

3.2.1. Temel Dinamik Yük Değeri (C)

Bir grup benzer doğrusal hareket sistemi aynı koşullar altında bağımsız olarak çalıştırıldığında, temel dinamik yük değeri (C); yuvarlanma elemanı olarak küresel biyalar kullanılan bir sistem için 50 km'lik nominal ömüre veya silindirik makaralı yuvarlanma elemanları kullanılan bir sistem için 100 km'lik nominal ömüre eriştiği yük olarak tanımlanır (Fag, 1985; Sunder, G.H, 1984).

Değişik tiplerdeki doğrusal hareket sistemlerinin temel dinamik yük değeri (C), çeşitli ampirik bağıntılarla hesaplanarak, üretici firma kataloglarında çizelge olarak yer almıştır.

3.2.2. Temel Statik Yük Değeri (Co)

Durgun veya hareketli olan bir yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemine aşırı yük uygulandığında, yuvarlanma elemanlarıyla bilya yatağı arasında bölgesel kalıcı deformasyon oluşur. Bu deformasyon

aşırı olursa, hareket sistemi düzgün, pürüzsüz ve optimum verimle çalışamaz.

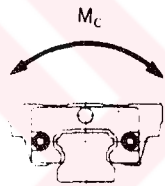
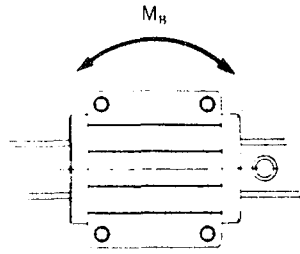
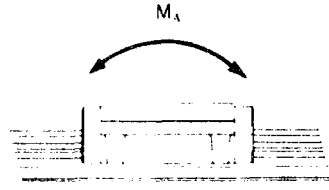
Temel statik yük, yuvarlanan bir eleman ile bilya yatağı arasında baskılı temas halinde meydana gelen kalıcı deformasyon oluşturan yük olarak tanımlanır.

Yuvarlanma elemanları ve bilya yatağının kalıcı deformasyonları toplamı, yuvarlanma elemanı çapının 0,0001'i kadardır. Radyal yük; bir doğrusal hareket sisteminin temel statik yük değerini tarif etmek için kullanılır. Temel statik yük değeri maksimum izin verilebilir statik yükü verir (Thk, 1995;T.S.E. 371; 1966; Akkurt, 1992; Harold. A, 1985).

Değişik tiplerdeki doğrusal hareket sistemlerinin statik yük değeri (Co) çeşitli ampirik bağıntılarla hesaplanarak üretici firma kataloglarında çizelge olarak yer almaktadır.

3.2.3. İzin Verilebilir Statik Moment (Mo)

Bir yuvarlanma sürtülmeli hareket sistemi momente maruz kaldığında, her iki uç noktada, yuvarlanma elemanları üzerinde maksimum moment baskısı meydana gelir. Maksimum baskı altındaki yuvarlanma elemanı yatak ile temas halindeyken, (Mo) statik izin verilebilen moment tek yönde etki eden sabit yük olarak tanımlanır. Yuvarlanma elemanı ve bilya yatağının kalıcı deformasyonları toplamı yuvarlanma elemanı çapının 0,0001'i kadardır (T.S.E. 371, 1966;Thk, 1995; Akkurt, 1992; Sunder, G.N, 1984).



Bir doğrusal hareket sisteminin maksimum statik momenti üç yönde tanımlanabilir,

MA = Blok momenti,

MB = Esnek(rotadan çıkarıcı) moment,

MC = Döndürme momenti,

Doğrusal hareket sistemlerinin karşılaşılabileceği statik momentler tanımlanır. Değişik tiplerdeki doğrusal hareket sistemlerinin temel statik izin verilebilir momenti (M_0) üretici firma kataloglarında listelenmiştir.

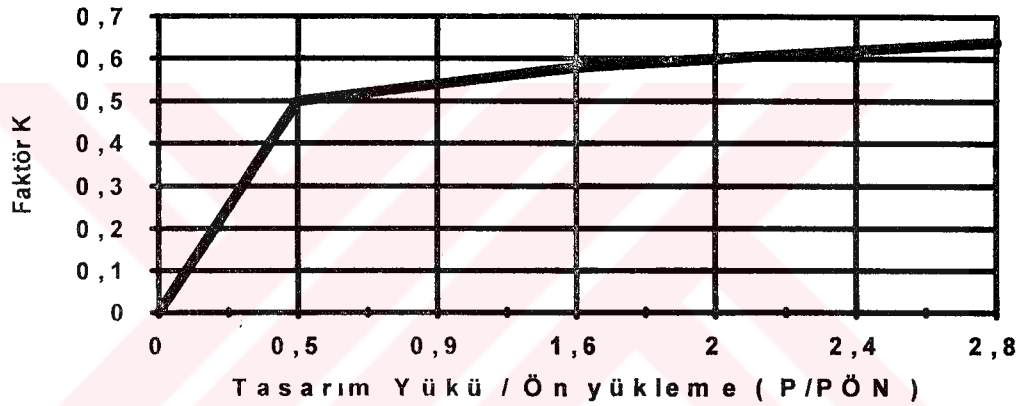
Şekil 3.1. Çeşitli Yönlerde Moment Oluşturan Hareketler (Thk, 1995).

3.2.4. Tekil Eşdeğer Yük (PE)

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemi; P_r radyal yüke, P_l ters radyal yüke, P_t çeşitli yönlerden gelen teğetsel yüke ve momentlere eş zamanlı olarak (aynı anda bu sayılan kuvvetlerin birden fazlasına) maruz kalabilir. Radyal ve dikey yükler gibi iki ya da daha fazla yük doğrusal hareket sistemine eş zamanlı olarak uygulandığında, tek bir eşdeğer yük, ömür ve statik güvenlik faktörünü hesaplamakta kullanılır. Tekil eşdeğer yük radyal, teğetsel veya başka bir tip yük olabilir (Thk, 1989).

3.2.5. Ön Yükleme (PÖN)

Yuvarlanma elemanları ile ray ve blok arasında oluşturulan çalışma boşluğunu ayırarak doğrusal hareket sisteminin rijitliğini artıran bir yükür. Doğrusal hareket sistemlerinde çalışma boşluğu değeri (-) negatif ise bir ön yükleme uygulanır. Ön yüklemenin büyüklüğüne bağılı olarak rijitlik ve hassasiyet artar.



Şekil 3.2. Ön Yükleme Faktörü (K) Grafiği (Thk, 1995).

Ön yükleme faktörü (K) Şekil 2.2'de görüldüğü gibi ön yükleme etkisinin 2,8 katına kadar oluşabileceğini göstermektedir. Ön yüklemesiz DH bloklarıyla karşılaştırma yapıldığında, ön yüklemeli DH yataklarında meydana gelen sapma (δ_0), ön yükleme sebebiyle önemli bir şekilde azaltılmış olduğundan yüksek rijitlik ve hassasiyet elde edilmektedir (Thk, 1995).

Ön yükleme yapılmış sistemler için yük formülleri (P_n):

a) $f_w * P_n < (2,8 * P_{ÖN})$ olduğunda

$$P_n = P_{ÖN} + K (f_w * P_{ÖN}) \quad (13)$$

b) $f_w * P_n > 2,8 * P_{ÖN}$ olduğunda

$$P_n = f_w * P_{ÖN} \quad (14)$$

$$P_n = \text{Ön yükleme yapılmış yük} \quad (N)$$

$$P_{ÖN} = \text{Ön yükleme (N)}$$

f_w = yük faktörü

P_n = Değişken yük (N)

K = Ön yükleme faktörü

3.2.6. Ortalama yük (P_m)

Yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemine etki eden yükler, bir çok faktöre bağlı olarak değişir. Değişken yük koşulları, doğrusal hareket sisteminin ömür hesabında göz önünde bulundurulmalıdır. Değişken yükün ortalama değerleri çalışma koşullarına göre hesaplanır.

3.2.6.1. Ortalama Basamak Yükleri (P_m)

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemine etki eden yük (Şekil 3.3) kademeli şekilde hareket mesafesine bağlı olarak değişirse, yükün ortalama değeri aşağıdaki denklemden hesaplanır.

$$P_m = \sqrt[n]{1/l_s + P_1^n \cdot S_1 + P_2^n \cdot S_2 + \dots + P_n^n \cdot S_n} \quad (15)$$

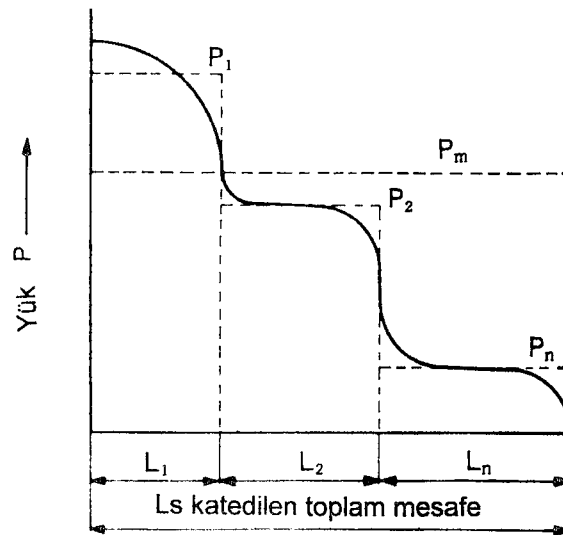
P₁, P_n = Değişken yükler (N)

l_s = Hareketin toplam uzunluğu (strok) (mm)

S₁, S₂, ..., S_n = P₁, P_n'i taşıyan hareket uzunluğu (mm)

n = 3 yuvarlanma elemanı küresel bilyalar olduğunda,

n = 10/3 yuvarlanma elemanı silindirik makaralar olduğunda

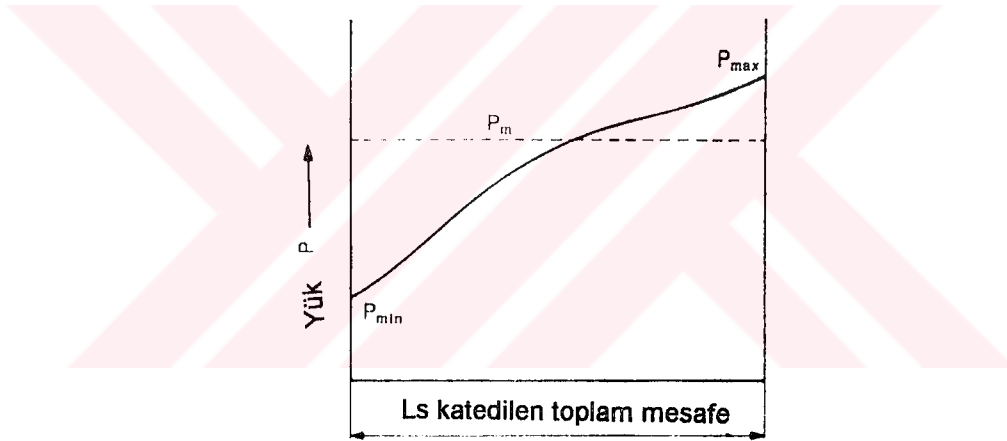


Şekil 3.3. Ortalama Basamak Yükleri Grafiği (Thk, 1995)

3.2.6.2. Ortalama Doğrusal Değişken Yükler (P_{m2})

Doğrusal hareket sistemine etki eden yük (Şekil 3.4) doğrusal olarak değişirse, değişken yükün ortalama değerine aşağıdaki denklemlerle yaklaşılabılır.

$$P_{m2} = 1 / 3 (P_{min} + 2 P_{max}) \quad (N) \quad (16)$$



Şekil 3.4. Ortalama Doğrusal Değişken Yük Grafiği (Thk, 1995).

3.2.6.3. Ortalama Dalgalı Değişken Yükler (P_{m3})

Doğrusal hareket sistemi, dalgalı değişken bir yük altında çalıştığında, P_{m3} ortalama yükü, doğrudan bu değişken yük (Şekil 3.5) altında çalışan hareket sisteminin servis ömrü ile sonuçlanan sabit

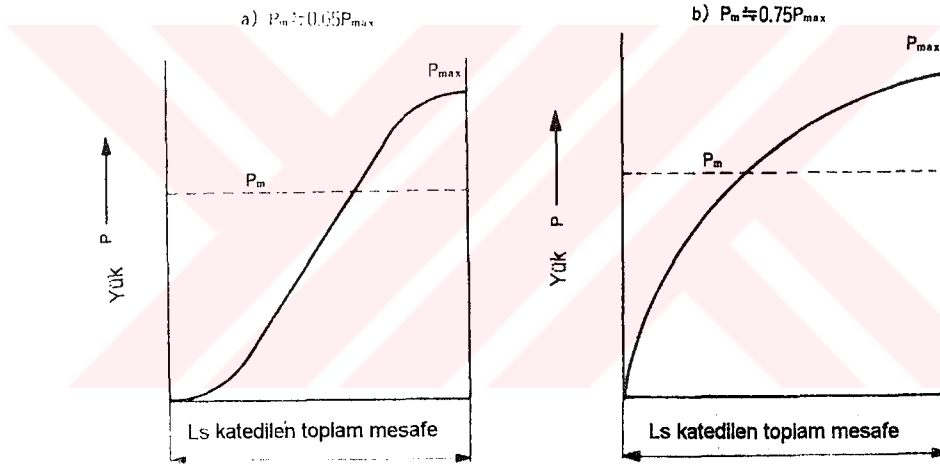
eşdeğer yük olarak tanımlanmaktadır. Dalgalı değişken yükün ortalama değerlerine aşağıdaki denklemlerle yaklaşılabılır.

1) Yük etkisi mesafe başlangıcı ve bitiminde azalıp, mesafe katedilişi esnasında periyodik olarak arttığında;

$$P_{m3} = 0,65 * P_{max} \quad (N) \quad (17)$$

2) Yük etkisi mesafeye göre periyodik olarak sürekli arttığında,

$$P_{m3} = 0,75 * P_{max} \quad (N) \quad (18)$$



Şekil 3.5. Ortalama Dalgalı Değişken Yük Grafiği (Thk, 1995).

3.3. Sistem Ömrünü Etkileyen Faktörler

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin çalışma ömürlerini etkileyen kullanım durumu, malzeme, sıcaklık, yağlama gibi faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler, nominal ömür hesabında dikkate alınarak kullanılmaktadır.

3.3.1. Statik Güvenlik Faktörü (fs)

Hareketli yada hareketsiz (durağan) bir yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemi herhangi bir kuvvet uygulamasından kaynaklanan titreşimler, vurutular ve eylemsizlik momentleri tarafından oluşturulan beklenmedik dış kuvvetlere maruz kalabilir. Bu nedenle statik güvenlik faktörü, bir doğrusal hareket sisteminin yük taşıma yeterliliğini veya diğer bir ifadeyle temel statik yük değerlendirmesinin (Co) doğrusal hareket sistemindeki yük etki oranını temsil eder (Thk, 1995).

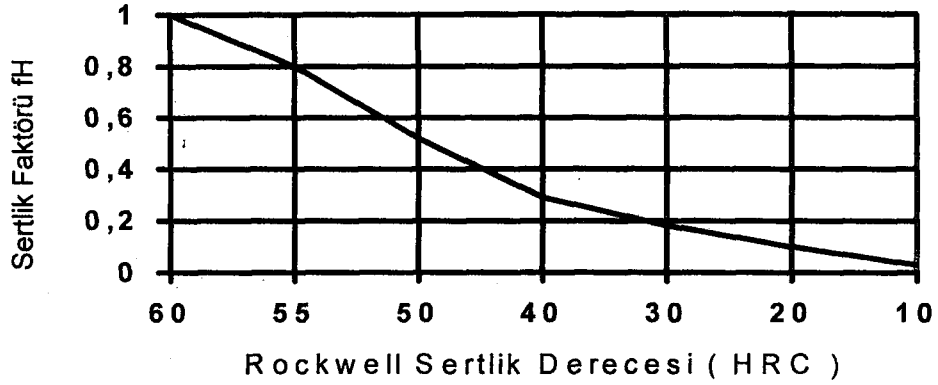
$$f_s = (f_c * C_o) / P \quad \text{veya} \quad f_s = (f_c * M_o) / P \quad (19)$$

Tablo 3.1. Statik Güvenlik Faktörü Referans Değerleri (Franke, 1995)

İşlem Durumu	Yük Durumu	Minimum fs
Hareketsiz (Statik)	Vuruntulu yük ve yön sapması küçük	1,0~1,3
	Vuruntulu veya burkulma kuvvetleri uygulanmakta	2,0~3,0
Hareketli (Dinamik)	Normal kuvvetler uygulanmakta veya yön sapması küçük	1,3~1,5
	Vuruntulu veya burkulma kuvvetleri uygulanmaktadır	2,5~5,0

3.3.2. Sertlik Faktörü (fH)

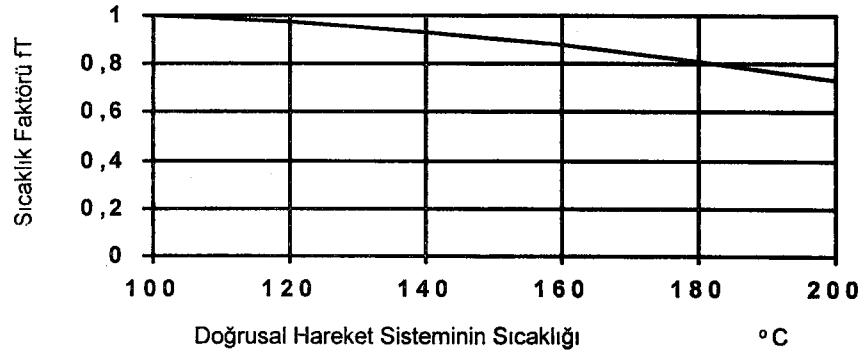
Doğrusal hareket sisteminin optimum yük taşıyabilmesi için, ray ve blokların veya çalışma plakaları ve çubukların sertliği HRC 58-64 arasında olmalıdır. Eğer sertlik derecesi daha düşükse hem temel dinamik yük değerleri hem de temel statik yük değerleri düşer ve verimli çalışma ortamını olumsuz olarak etkileyen tribolojik faktörler meydana gelir (Thomson, 1992; 1994).



Şekil 3.6. Sertlik Faktörü (fH) Grafiği (Thomson, 1994).

3.3.3. Sıcaklık Faktörü (fT)

Yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemlerinde, 100 °C'nin üzerindeki çalışma ortamlarında olumsuz etkiler meydana gelebileceğinden, ömür hesabında sıcaklık faktörünün dikkate alınması gerekir. Yüksek çalışma sıcaklıklarında kullanılmak için tasarlanmış, doğrusal hareket sistemleri mevcut olmakla beraber 80 °C'nin üzerinde olan çalışma sıcaklığı ortamındaki mekanizmalarda kullanılan doğrusal hareket sistemlerinin ölçülerini stabilize edebilecek (ısı genleşmeyi önleyecek) özel uygulamalara ihtiyaç vardır (Thomson, 1994; Thk, 1995).



Şekil 3.7. Sıcaklık Faktörü (fT) Grafiği (Thomson, 1994).

3.3.4. Bağlantı (Kontakt) Faktörü (fC)

Bir doğrusal hareket sistemi mekanizmasında yakın bağlantıda bloklar kullanılmak isteniyorsa her yerde eşit (üniform) bir yük dağılımı elde etmek zordur. Bu zorluk, momentlere, montaj yüzeyindeki hatalara ve diğer faktörlere bağlıdır. Yakın bağlantıda bir veya daha fazla blok kullanıldığında temel yük değerleri (C ve Co) tablodan tespit edilerek bağlantı faktörü ile çarpılır (Thk, 1995).

Tablo 3.2. Bağlantı Faktörü (fC): (Thk, 1995)

Yakın Kontaktaki Blok Sayısı	Kontakt Faktörü (fC)
1	1,0
2	0,81
3	0,72
4	0,66
5	0,61

3.3.5. Yük Faktörü (fw)

Hareket halindeki mekanizmalarda genellikle titreşim ve beklenmeyen geri tepmeler oluşur. Genellikle yüksek hızla çalışma operasyonlarındaki titreşimler sürekli tekrarlanan başlama ve durdurmaya bağlı dur-kalk olayı, geri tepme kuvvetleri ve diğer değişken kuvvetler kesin değerleriyle hesaplanamaz. Yuvarlanma sürtünmeli hareket sistemleri üzerine etki eden gerçek yüklerin hesaplanması zor olduğunda yada hız ve titreşimler yükleme durumlarını önemli ölçüde etkilerlerse, temel yük değerleri C ve Co deneysel olarak elde edilen yük faktörleri değerleri ile bölünür (Thk, 1995).

Tablo 3.3. Yük Faktörü (fW) (Thk, 1995)

Geri tepmeler, titreşimler	Hız (V)	Ölçülmüş Titreşimler(G)	Yük faktörü (fW)
Dıştan gelen geri tepmeler ve titreşimler olmadan	Düşük hızda $V \leq 15 \text{ m/dk}$	Karşılık gelen ivme $\leq 0,5$	1,0 ~1,5
Önemli geri tepme ve titreşimler olmadan	orta hızda $15 < V \leq 60 \text{ m/dk}$	$0,5 < G \leq 1,0$	1,5 ~2,0
Dıştan gelen geri tepme ve titreşimlerle	yüksek hızda $V > 60 \text{ m/dk}$	$1,0 < G \leq 2,0$	2,0 ~ 3,5

3.4. Öteleme (İtki) Kuvveti (F)

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin çalışma ortamında, dur-kalk olayında yuvarlanma elemanları ile blok ve ray arasındaki temastan dolayı bir sürtünme mukavemeti meydana gelir. Bu sürtünme mukavemetinin oluşmasına sistemin tipi, modeli, ön yükleme şartları, tasarım yükü, kullanılan yağ ve yağlama gibi çalışma faktörleri etki eder. Bu sürtünme mukavemetinin yok edilebilmesi ve sistemin hareketi için bir öteleme kuvveti tatbik edilmesi gerekir. Hesaplamalarda kullanılan sürtünme katsayısı (μ) doğrusal hareket sisteminin tiplerine göre ve yük (P), temel dinamik yük değeri (C) arasındaki ampirik bağıntıya göre hazırlanmış Tablo 3.4.'ten tespit edilebilir.

Tablo 3.4. Doğrusal Hareket Sistemlerinde Sürtünme Katsayısı (Thk, 1995).

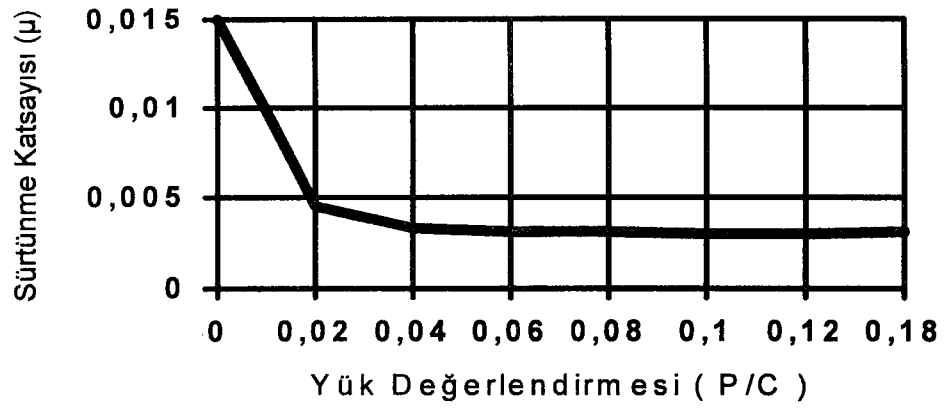
Doğrusal Hareket Sistemi Tipleri	Sürtünme Katsayısı (μ)
DHS (Küresel Bilyalı)	0,002 ~ 0,003
Bilyalı Şaftlar	0,002 ~ 0,003
Burçlar	0,001 ~ 0,003
DHS (Silindirik Makaralı)	0,005 ~ 0,010
DHS (İğneli Makaralı)	0,010 ~ 0,0025
DHS Çapraz Raylı Model (Silindirik Makaralı)	0,0025 ~ 0,0025

$$F = \mu * W + f \quad (20)$$

$$W = \text{yük kg} * 9,8 \text{ m/sn} \quad (\text{N})$$

$$f = \text{Sistemin tepki kuvveti} \quad (\text{N})$$

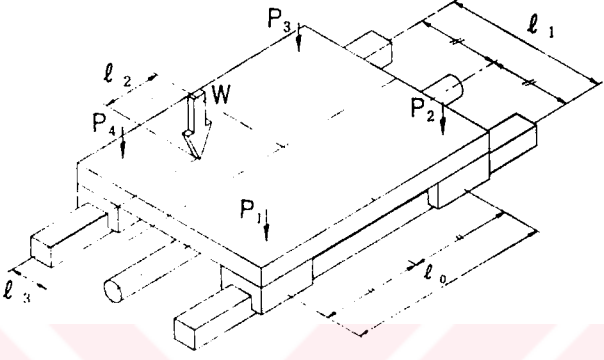
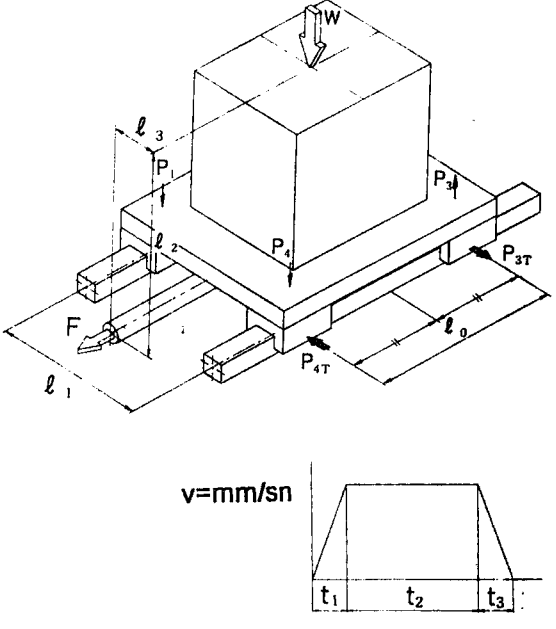
$$\mu = \text{Sürtünme katsayısı}$$

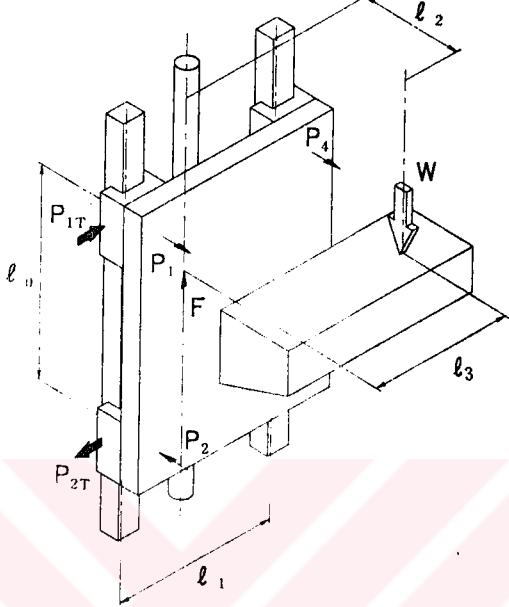
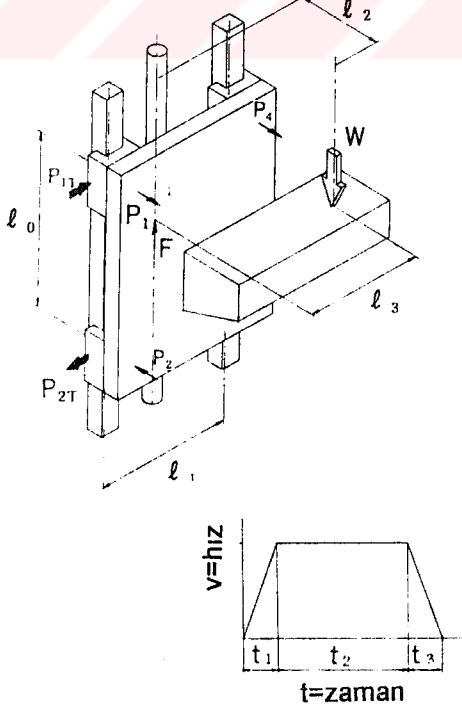


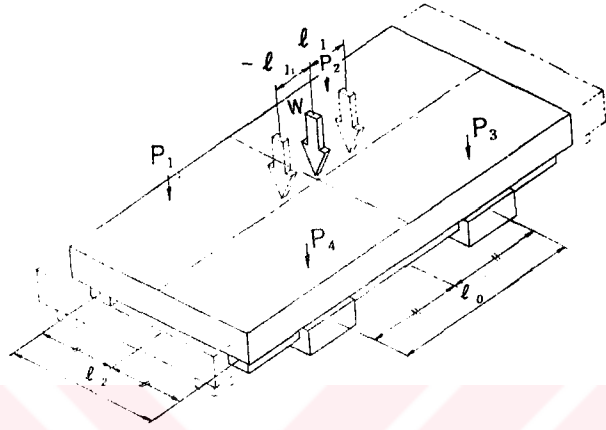
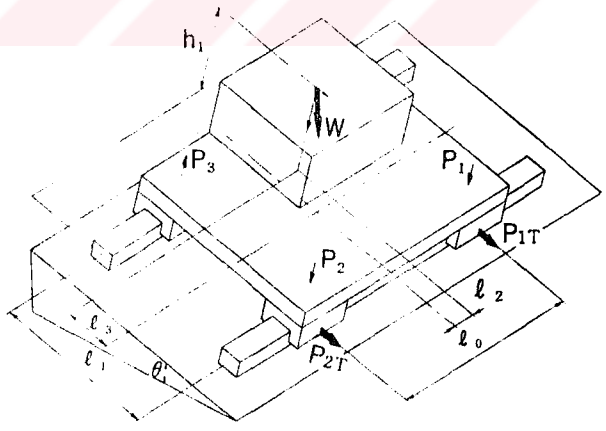
Şekil 3.8. P/C Oransal Sürtünme Katsayısı Çizelgesi (Thk, 1995)

3.5. Örnek Uygulama Yükleri ve Hesaplama Formülleri

Doğrusal hareket sisteminin tipini ve modelini seçmeden önce, uygulama yüklerinin çalışma ortamında meydana getirebileceği faktörler dikkate alınarak, birçok kullanım alanlarına uygun olarak ömür hesabı (tasarım) yapılabilmesi örneklerde verilmiştir (Şekil 3.9.A, B, C, D, E, F, G, H).

Örnek	Kullanım Durumu	Yük Hesaplama Formülleri
<p data-bbox="359 434 1013 465">A Sabit hızla yatay eksende yönlenme konumunda</p>		$P_1 = W/4 + W/2 * l_2 / l_0 - W/2 * l_3 / l_1$ $P_2 = W/4 - W/2 * l_2 / l_0 - W/2 * l_3 / l_1$ $P_3 = W/4 - W/2 * l_2 / l_0 + W/2 * l_3 / l_1$ $P_4 = W/4 + W/2 * l_2 / l_0 + W/2 * l_3 / l_1$
<p data-bbox="359 1218 1013 1249">B Değişken hızla yatay eksende yönlenme konumunda</p>		<p>Hızlanma esnasında:</p> $P_1 = P_4 = W/4 - W/2 * 1/g * V_1 t_1 * l_2 / l_0$ $P_2 = P_3 = W/4 + W/2 * 1/g * V_1 t_1 * l_2 / l_0$ $P_{1T} \sim P_{4T} = W/2 * 1/g * V_1 t_1 * l_3 / l_0$ <p>Sabit hızda:</p> $P_1 \sim P_4 = W/4$ <p>Yavaşlama esnasında:</p> $P_1 = P_4 = W/4 + W/2 * 1/g * V_1 t_3 * l_2 / l_0$ $P_2 = P_3 = W/4 - W/2 * 1/g * V_1 t_3 * l_2 / l_0$ $P_{1T} \sim P_{4T} = W/2 * 1/g * V_1 t_3 * l_3 / l_0$

Örnek	Kullanım Durumu	Yük Hesaplama Formülleri
C	Sabit hızla dikey eksende yönelme konumunda 	$P1 \sim P4 = W/2 \cdot l2/l0$ $P1T \sim P4T = W/2 \cdot l3/l0$ <p>Örnek uygulama alanları:</p> <p>Otomatik boyama makinaları, asansörler, endüstriyel robot mekanizmaları</p>
D	Değişken hızla dikey eksen yönelmesi konumunda. 	Hızlanma esnasında: $P1 \sim P4 = W/2 \cdot l2/l0 + W/2 \cdot 1/g \cdot v1 \cdot t1 \cdot l2/l0$ $P1T \sim P4T = W/2 \cdot l2/l0 + W/2 \cdot 1/g \cdot v1 \cdot t1 \cdot l3/l0$ <p>Sabit Hızda:</p> $P1 \sim P4 = W/2 \cdot l2/l0$ $P1T \sim P4T = W/2 \cdot l2/l0$ <p>Yavaşlama esnasında:</p> $P1 \sim P4 = W/2 \cdot l2/l0 - W/2 \cdot 1/g \cdot v1 \cdot t3 \cdot l2/l0$ $P1T \sim P4T = W/2 \cdot l3/l0 - W/2 \cdot 1/g \cdot v1 \cdot t3 \cdot l3/l0$

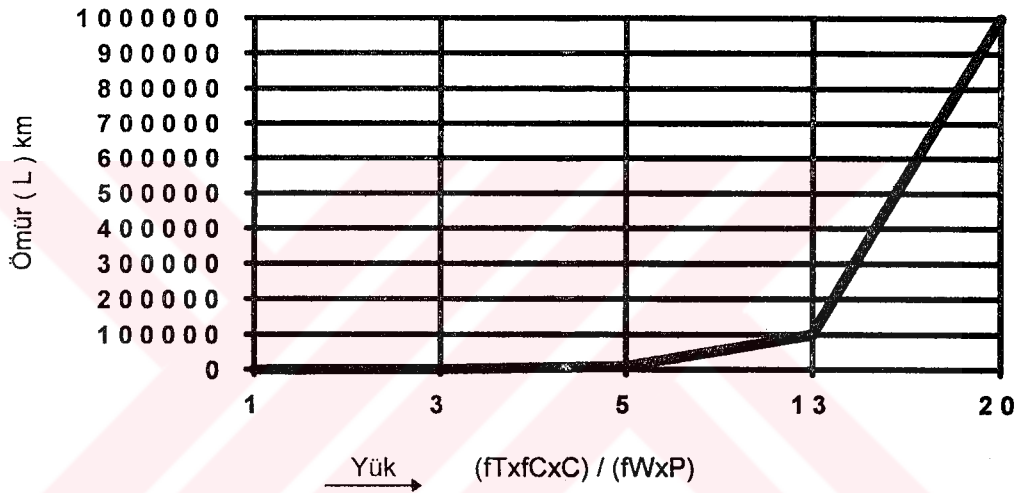
Örnek	Kullanım Durumu	Yük Hesaplama Formülleri
E	<p>Bloklar sabit monteli, raylar yatay eksen yönlenmesi konumunda</p> 	$P1 \sim P4(\max) = W/4 + W/2 \cdot l1/l0$ $P1 \sim P4(\min) = W/4 - W/2 \cdot l1/l0$ <p>Örnek uygulama alanları:</p> <p>X, Y tabloları, inşaat ve iş makineleri</p> <p>kaydırıcılarında</p>
F	<p>Yatay eksene açılı eğik düzlemde uygulama yükleri: Kullanım alanları: Takım tezgahlarının taşıyıcı kızak-kayıt mekanizmaları</p> 	$P1 = (W \cdot \cos Q)/4 + (W \cdot \cos Q \cdot l2)/(2 \cdot l0) + (W \cdot \cos Q \cdot l3)/(2 \cdot l1) + (W \cdot \sin Q \cdot h1)/(2 \cdot l1)$ $P1T = (W \cdot \sin Q)/4 + (W \cdot \sin Q \cdot l2)/(2 \cdot l0)$ $P2 = (W \cdot \cos Q)/4 - (W \cdot \cos Q \cdot l2)/(2 \cdot l0) + (W \cdot \cos Q \cdot l3)/(2 \cdot l1) + (W \cdot \sin Q \cdot h1)/(2 \cdot l1)$ $P2T = (W \cdot \sin Q)/4 - (W \cdot \sin Q \cdot l2)/(2 \cdot l0)$ $P3 = (W \cdot \cos Q)/4 - (W \cdot \sin Q \cdot l2)/(2 \cdot l0) - (W \cdot \cos Q \cdot l3)/(2 \cdot l1) - (W \cdot \sin Q \cdot h1)/(2 \cdot l1)$ $P3T = (W \cdot \sin Q)/4 - (W \cdot \sin Q \cdot l2)/(2 \cdot l0)$ $P4 = (W \cdot \cos Q)/4 + (W \cdot \cos Q \cdot l2)/(2 \cdot l0) - (W \cdot \cos Q \cdot l3)/(2 \cdot l1) - (W \cdot \sin Q \cdot h1)/(2 \cdot l1)$ $P4T = (W \cdot \sin Q)/4 + (W \cdot \sin Q \cdot l2)/(2 \cdot l0)$

Örnek	Kullanım Durumu	Yük Hesaplama Formülleri
G	Düsey eksene açılı eğik düzlemde uygulama yükleri: Kullanım alanları: CNC torna tezgahlarında alet kayıcısı	$P_1 = (W \cdot \cos Q) / 4 - (W \cdot \cos Q \cdot l_2) / (2 \cdot l_0) - (W \cdot \cos Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_1) + (W \cdot \sin Q \cdot h_1) / (2 \cdot l_0)$ $P_{1T} = (W \cdot \sin Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_0)$ $P_2 = (W \cdot \cos Q) / 4 - (W \cdot \cos Q \cdot l_2) / (2 \cdot l_0) - (W \cdot \cos Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_1) - (W \cdot \sin Q \cdot h_1) / (2 \cdot l_0)$ $P_{2T} = -(W \cdot \sin Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_0)$ $P_3 = (W \cdot \cos Q) / 4 - (W \cdot \sin Q \cdot l_2) / (2 \cdot l_0) + (W \cdot \cos Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_1) - (W \cdot \sin Q \cdot h_1) / (2 \cdot l_0)$ $P_{3T} = -(W \cdot \sin Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_0)$ $P_4 = (W \cdot \cos Q) / 4 + (W \cdot \cos Q \cdot l_2) / (2 \cdot l_0) + (W \cdot \cos Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_1) + (W \cdot \sin Q \cdot h_1) / (2 \cdot l_0)$ $P_{4T} = (W \cdot \sin Q \cdot l_3) / (2 \cdot l_0)$
H	Yatay eksen yönlenmesinde tepki kuvvetine maruz uygulama yükleri: Örnek: Değişik takım tezgahları, matkap makinaları değirmen makinaları, torna tezgahı fener mili, merkezleme makinaları	<p>R1 Kuvveti etkisinde:</p> $P_1 \sim P_4 = R_1 / 2 \cdot l_5 / l_0$ $P_{1T} \sim P_{4T} = R_1 / 2 \cdot l_4 / l_0$ <p>R2 Kuvveti etkisinde:</p> $P_1 = P_4 = R_2 / 4 + R_2 / 2 \cdot l_2 / l_0$ $P_2 = P_3 = R_2 / 4 - R_2 / 2 \cdot l_2 / l_0$ <p>R3 Kuvveti etkisinde:</p> $P_1 \sim P_4 = R_3 / 2 \cdot l_3 / l_1$ $P_{1T} = P_{4T} = R_3 / 4 + R_3 / 2 \cdot l_2 / l_0$ $P_{2T} = P_{3T} = R_3 / 4 - R_3 / 2 \cdot l_2 / l_0$

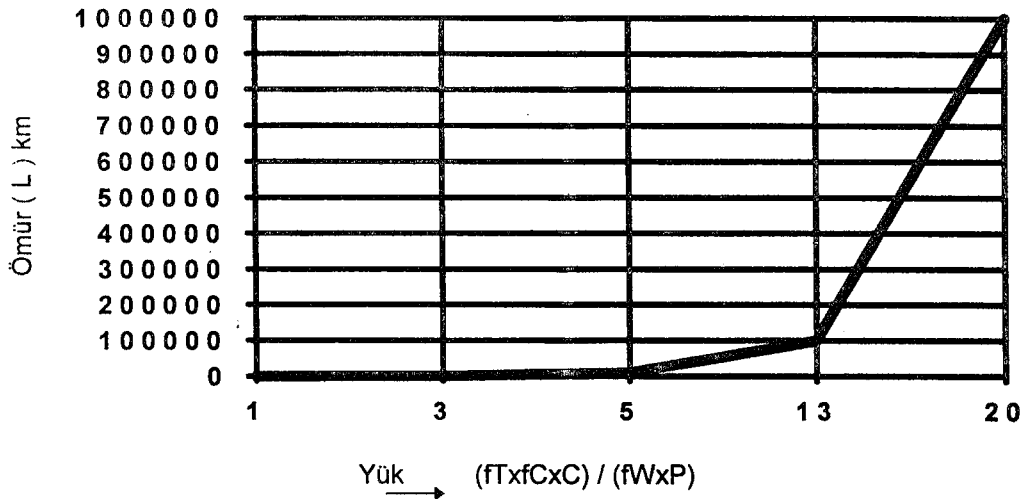
Şekil 3.9. A, B, C, D, E, F, G, H. Örnek Uygulama Yükleri (THK, 1995)

3.6. Deneme Yoluyla Model Seçimi

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemine uygulanan yük verildiğinde; deneme yoluyla model seçimi yapmak için, doğrusal hareket sistemleri firma kataloglarından yararlanılabilir. Bu amaçla, yuvarlanma elemanı faktörü (n)'e göre ayrı ayrı hazırlanmış olan grafiklerden (Şekil 3.10, Şekil 3.11) gerekli hareket uzaklığını (L) sağlayan C/P oransal değerleri esas alınır,



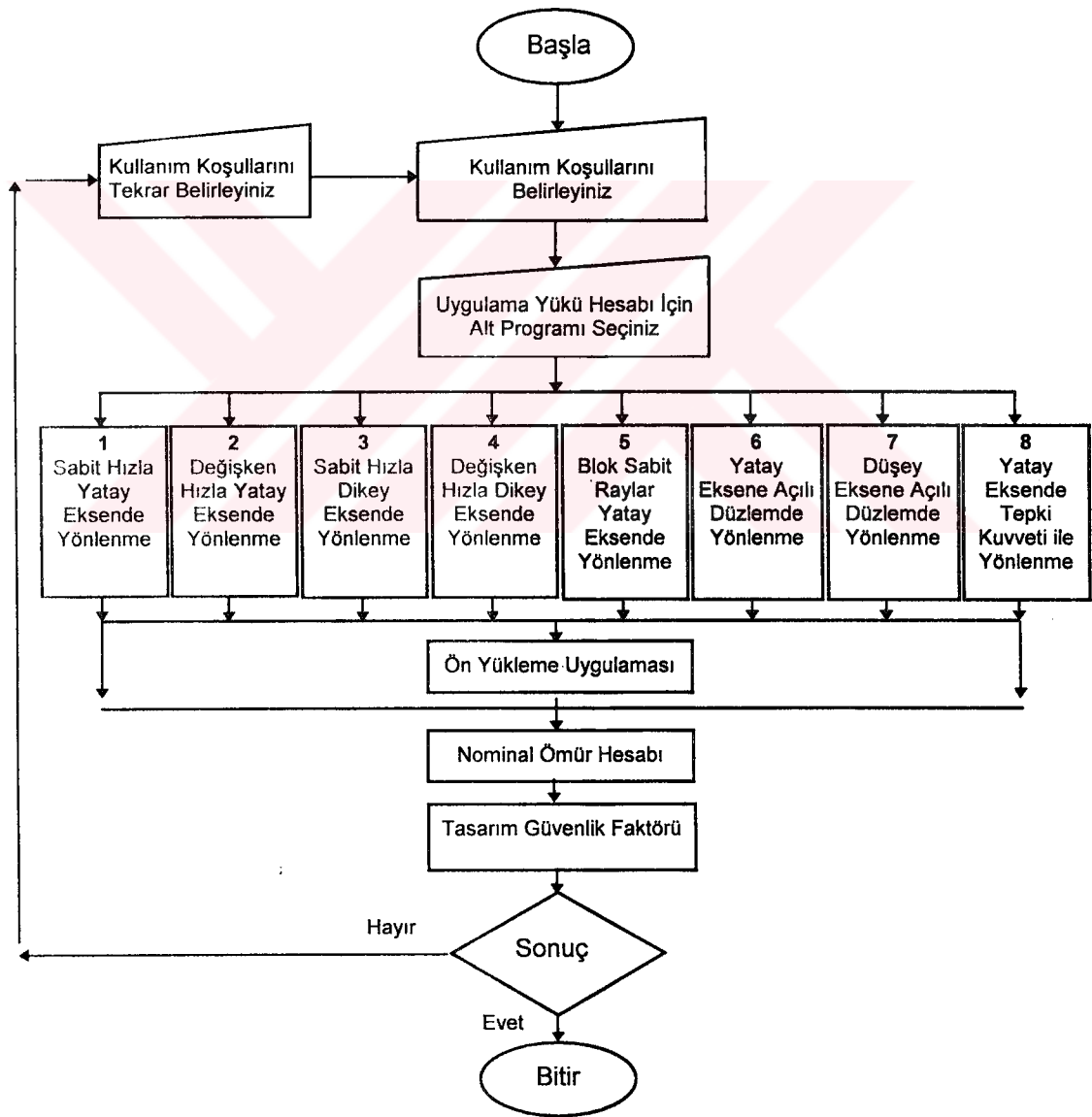
Şekil 3.10. Küresel Yuvarlanma Elemanlı Hareket Sistemi Ömür Grafiği (Akkurt, 1992)



Şekil 3.11. Silindirik Makaralı Yuvarlanma Elemanlı Hareket Sistemi Ömür Grafiği (Akkurt, 1992).

4. YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ DOĞRUSAL HAREKET SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR YARDIMI İLE TASARIM PROGRAMI

4.1. Programın Kullanımı:



Şekil 4.1. Program Akış Diyagramı.

4.2. Program Tasarımı

GWBASIC programlama dili kullanım kolaylığının yanı sıra yorumlamalı ve kullanıcı ile sürekli diyalog içersinde olan yazılım programıdır (Özel, 1991). Bu çalışmada GWBASIC programlama dili kullanılmıştır.

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin ömür hesabı program akış diyagramı (Bkz. Şekil 4.1) incelendiğinde;

- Kullanım koşullarının belirlenmesi,
 - Alt program seçilmesi,
 - Rijitlik ve hassasiyet için ön yükleme uygulanması,
 - Nominal ömür hesabı,
 - Tasarım güvenlik faktörüne göre uygunluk kontrolü yapılması
- ile sonuçların program 5 aşamalı işlem sırasından meydana gelmektedir. Kullanım koşulları işlem sırasında; kullanılacak olan doğrusal hareket sistemi ile ilgili veriler (uygulama yükü, çeşitli mesafeler, kurs boyu, hız, zaman, diğer faktörler ve ampirik değerler) tanımlanarak programın veri tabanı hazırlanmıştır.

Tanımlanan verilere göre uygulama yükleri hesabı hemen hemen bütün değişik kullanım koşullarına göre örneklenmiştir. 8 ayrı alt programda kullanım koşullarına göre gerekli olan yük, tepki kuvvetleri, maksimum tekil eşdeğer yük, maksimum ortalama yük değerleri hesaplanabilmektedir.

İstenilen alt programdaki işlemlerin tamamlanmasından sonra, eğer ön yükleme uygulaması varsa komutla işlem sırası diyagramı ön yükleme uygulaması aşamasına gelen programda uygulama yüküyle ön yükleme karşılaştırılması yapılarak, tasarımın ileriki aşamasında kullanılmak üzere yükleme faktörü (K) tablo değeri veri girdisiyle PE_{max} hesabı yapılır.

Nominal ömür hesabı işlem sırası diyagramında; verilere ve alt program uygulamasında hesaplanan PM_{max} yüküne göre seçilmiş olan DHS sistemi yuvarlanma elemanı (Küresel veya silindirik makaralı bilya) tipine göre tasarım ömrü km ve saat olarak elde edilir.

Bulunan nominal ömür (LH) tasarım için öngörülen statik güvenlik faktörü (F_s) değeriyle karşılaştırılır sonuç onaylanır veya çalışma koşullarına göre daha uygun DHS seçimi için yeni değer girişi istenilerek program tekrar eder.

4.3. Programın Kullanılışı ve Örnekler

Değişik konum ve yönlenmelerdeki kullanım koşulları gözönünde bulundurularak, programın kullanılışı amacıyla sayısal değerli örnek tasarımlar hazırlanmıştır.

4.3.1. Sabit Hızla Yatay Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

Sabit hızla yatay eksen yönlenmesi konumunda çalışan transfer ünitesinin, birbirlerine paralel iki adet rayları üzerinde, Radyal tip DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.1). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Radyal Tip		
Yük Miktarı	W	2900	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	200	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	150	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	500	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L ₁	300	mm
Hız	V	300	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L _s	3000	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.003	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	Ct	50	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B _c	2	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3.333	
Statik Güvenlik Faktörü	fs	3	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	11300	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C ₀	15800	Newton

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	V _m	18	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L _{sm}	3	m
Toplam Kurs Zamanı	T	10	sn

Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N_1	3	Adet
Direnç Kuvveti	f_m	8.7	Newton
Öteleme Kuvveti	F	17.4	Newton
Sertlik Faktörü	f_H	1	
Sıcaklık Faktörü	f_T	1	
Bağlantı Faktörü	f_C	0.81	
Yük Faktörü	f_W	2	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	2030	Newton
Max. Ortalama Yük	PM_{MAX}	1648.84	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.6	
Ön Yüklemeli Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	2640	Newton
Nominal Ömür	L	3004.03	km
Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	L_h	2781.50	saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	L_h	2781.50	saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	f_{st}	4.8477	

4.3.2. Değişken Hızla Yatay Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

Değişken hızla yatay eksende yönlenme konumunda çalışan lazer sistemli baskı makinasında, Yüksek Hız modelli radyal tip DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.2). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Radyal Tip Yüksek Hız Modeli		
Yük Miktarı	W	2000	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	100	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	200	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	1000	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L ₁	600	mm
Hız	V	1200	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L _s	3600	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.002	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	Ct	55	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B _c	2	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3	
Statik Güvenlik Faktörü	f _s	5	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	8800	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C ₀	15600	Newton
Zaman	T ₁	1	sn
Zaman	T ₂	1.5	sn
Zaman	T ₃	0.5	sn

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

İşlem Mesafesi	S ₁	1200	mm
İşlem Mesafesi	S ₂	1800	mm
İşlem Mesafesi	S ₁	600	mm
Ortalama Hız	V _m	72	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L _{sm}	3.6	m
Toplam Kurs Zamanı	T	3	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N ₁	10	Adet
Direnç Kuvveti	f _m	4	Newton

Öteleme Kuvveti	F	8	Newton
Sertlik Faktörü	fH	1	
Sıcaklık Faktörü	fT	1	
Bağlantı Faktörü	fC	0.81	
Yük Faktörü	fW	3.5	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE _{MAX}	573.469	Newton
Max. Ortalama Yük	PM _{MAX}	414.107	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.56	
Ön Yükleme Tekil Eşdeğer Yük	PE _{MAX}	2100	Newton
Nominal Ömür	L	5947.43	km
Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	Lh	1376.72	saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	Lh	1376.72	saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	fst	6.017	

4.3.3. Sabit Hızla Düşey Eksende Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

Sabit hızla düşey eksende yönlenme konumunda çalışan asansör ünitesinde, özel raylı model DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.3). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Minyatür Tip		
Yük Miktarı	W	1200	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	250	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	320	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	600	mm

Raylar Arasındaki Mesafe	L_1	0	mm
Hız	V	1000	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L_s	10000	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.003	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	C_t	45	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B_c	2	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3	
Statik Güvenlik Faktörü	f_s	5	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	8820	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C_0	12700	Newton
Zaman	T_1	2	sn
Zaman	T_2	6	sn
Zaman	T_3	2	sn

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	V_m	60	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L_{sm}	10	m
Toplam Kurs Zamanı	T	10	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N_1	3	Adet
Direnç Kuvveti	f_m	3.6	Newton
Öteleme Kuvveti	F	7.2	Newton
Sertlik Faktörü	f_H	1	
Sıcaklık Faktörü	f_T	1	
Bağlantı Faktörü	f_C	0.81	
Yük Faktörü	f_W	2	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	540.91	Newton
Max. Ortalama Yük	PM_{MAX}	328.115	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.56	
Ön Yüklemeli Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	1060	Newton
Nominal Ömür	L	64515	km

Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	Lh	17920.8 saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	Lh	17920.8 saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	fst	9.704

4.3.4. Değişken Hızla Düşey Eksen Yönlenmesi Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

Değişken hızla düşey eksen konumunda çalışan ofset baskı tesisleri transfer ünitesinde, çok sayıda minyatür modelinde DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.4). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Özel Raylı Model		
Yük Miktarı	W	4800	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	1000	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	750	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	2400	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L ₁	0	mm
Hız	V	300	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L _s	3000	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.005	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	Ct	45	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B _c	2	Adet

Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3.333	
Statik Güvenlik Faktörü	fs	5	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	20900	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C ₀	20100	Newton

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	V _m	18	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L _{sm}	3	m
Toplam Kurs Zamanı	T	10	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N ₁	3	Adet
Direnç Kuvveti	f _m	24	Newton
Öteleme Kuvveti	F	48	Newton
Sertlik Faktörü	f _H	1	
Sıcaklık Faktörü	f _T	1	
Bağlantı Faktörü	f _C	0.81	
Yük Faktörü	f _W	2	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE _{MAX}	1750	Newton
Max. Ortalama Yük	PM _{MAX}	1421.41	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.58	
Ön Yükleme Tekil Eşdeğer Yük	PE _{MAX}	2592	Newton
Nominal Ömür	L	38254.4	km
Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	L _h	35420.7	saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	L _h	35420.7	saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	fst	6.28	

4.3.5. Blok Sabit, Raylar Yatay Ekseninde Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

Yatay eksen konumundaki otomatik kapı mekanizmasında, Kendiliğinden Ayarlı model DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.5). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Kendiliğinden Ayarlı Model		
Yük Miktarı	W	180	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	25	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	35	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	1500	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L ₁	750	mm
Hız	V	1200	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L _s	3000	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.002	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	Ct	30	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B _c	1	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3	
Statik Güvenlik Faktörü	fs	3	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	1370	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C ₀	2160	Newton

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	Vm	72	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	Lsm	3	m

Toplam Kurs Zamanı	T	2.5	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N_1	12	Adet
Direnç Kuvveti	f_m	0.36	Newton
Öteleme Kuvveti	F	0.72	Newton
Sertlik Faktörü	f_H	1	
Sıcaklık Faktörü	f_T	1	
Bağlantı Faktörü	f_C	1	
Yük Faktörü	f_W	3.5	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	90	Newton
Max. Ortalama Yük	PM_{MAX}	89	Newton
Nominal Ömür	L	4253.6	km
Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	Lh	984.631	saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	Lh	984.631	saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	fst	24	

4.3.6. Yatay Eksene Açılı Düzlemde Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

CNC Torna tezgahında, kızak-kayıt mekanizması olarak Ayrık Bloklu Model DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.6). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Ayrık Bloklu Model		
Yük Miktarı	W	1200	Newton

Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L_2	200	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L_3	0	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L_0	200	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L_1	300	mm
Hız	V	90	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L_s	2000	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.02	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	C_t	60	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B_c	2	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3.333	
Statik Güvenlik Faktörü	f_s	3	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	5690	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C_0	8340	Newton

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	V_m	5.4	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L_{sm}	2	m
Toplam Kurs Zamanı	T	22.222	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N_1	1.35	Adet
Direnç Kuvveti	f_m	2.4	Newton
Öteleme Kuvveti	F	4.8	Newton
Sertlik Faktörü	f_H	1	
Sıcaklık Faktörü	f_T	1	
Bağlantı Faktörü	f_C	0.81	
Yük Faktörü	f_W	1.5	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	1289.42	Newton
Max. Ortalama Yük	PM_{MAX}	1047.31	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.62	
Ön Yükleme Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	1289.42	Newton
Nominal Ömür	L	3613.65	km

Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	Lh	11153.3 saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	Lh	11153.3 saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	fst	5.239

4.3.7. Düşey Eksene Açılı Düzlemde Yönlenme Konumunda Çalışan Örnek DHS Tasarım Programı

CNC tezgahı takım taşıyıcı mekanizmasında, Çapraz Raylı model DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.7). Çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Çapraz Raylı Model		
Yük Miktarı	W	1600	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	120	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	160	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	360	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L ₁	180	mm
Hız	V	180	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L _s	1200	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.005	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	60	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	Ct	50	°C

Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B_c	2	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3.333	
Statik Güvenlik Faktörü	f_s	3	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	11300	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C_0	15800	Newton

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	V_m	10.8	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L_{sm}	1.2	m
Toplam Kurs Zamanı	T	6.666	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N_1	4.5	Adet
Direnç Kuvveti	f_m	8	Newton
Öteleme Kuvveti	F	16	Newton
Sertlik Faktörü	f_H	1	
Sıcaklık Faktörü	f_T	1	
Bağlantı Faktörü	f_C	0.81	
Yük Faktörü	f_W	1.5	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	1415.42	Newton
Max. Ortalama Yük	PM_{MAX}	1149.65	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.56	
Ön Yüklemeli Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	2208	Newton
Nominal Ömür	L	26068.2	km
Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	L_h	40228.7	saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	L_h	40228.7	saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	f_{st}	5.796	

4.3.8. Yatay Eksen Yönlenmesinde Tepki Kuvvetlerine Maruz Örnek DHS Programı

CNC Torna tezgahında kızak-kayıt mekanizması olarak, Radyal tip, standart model DHS kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 3.9.8). Fener milinin R tepki kuvvetlerine maruz kaldığı çalışma şartlarına ait veri girdilerine göre programla hesaplanan DHS tasarımı sayısal değerleri:

DHS Tasarımı İçin Kullanıcı Tarafında Girilen Veriler

DHS Model Seçimi Yapınız	Radyal Tip Standart Model		
Yük Miktarı	W	6000	Newton
Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı	L ₂	240	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₃	120	mm
Bloklar Arasındaki Mesafe	L ₀	600	mm
Raylar Arasındaki Mesafe	L ₁	400	mm
Hız	V	240	mm/sn
Çalışma Kursu (Strok)	L _s	2400	mm
Sürtünme Katsayısı	μ	0.002	
DHS Yüzey Sertlik Derecesi	YSD	62	HRC
DHS Çalışma Sıcaklığı	Ct	55	°C
Bağlantıdaki (Kontakt) Blok Sayısı	B _c	2	Adet
Yuvarlanma Elemanı Katsayısı	n	3	
Statik Güvenlik Faktörü	f _s	3	
DHS Temel Statik Yük Değeri	C	5390	Newton
DHS Temel Dinamik Yük Değeri	C ₀	11100	Newton
Radyal Kuvvet Uzaklığı	L ₄	100	mm
Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı	L ₅	200	mm
Tepki Kuvveti	R ₁	1200	Newton
Tepki Kuvveti	R ₂	1800	Newton

Tepki Kuvveti	R_3	1000	Newton
---------------	-------	------	--------

DHS Tasarım Programı Tarafından Hesaplanan Değerler

Ortalama Hız	V_m	14.4	m/dak
Çalışma Kursu (Strok)	L_{sm}	2.4	m
Toplam Kurs Zamanı	T	10	sn
Dakikadaki Ardışık Hareket Sayısı	N_1	3	Adet
Direnç Kuvveti	f_m	12	Newton
Öteleme Kuvveti	F	24	Newton
Sertlik Faktörü	f_H	1	
Sıcaklık Faktörü	f_T	1	
Bağlantı Faktörü	f_C	0.81	
Yük Faktörü	f_W	1.5	
Max. Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	600	Newton
Max. Ortalama Yük	PM_{MAX}	450	Newton
Ön Yükleme Faktörü	K	0.54	
Ön Yüklemeli Tekil Eşdeğer Yük	PE_{MAX}	1810	Newton
Nominal Ömür	L	13529.5	km
Dakikadaki Ardışık Harekete Göre Nominal Ömür	L_h	15659.1	saat
Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür	L_h	15659.1	saat
Tasarım Güvenlik Faktörü	f_{st}	4.967	

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; yuvarlanma sürtümlü doğrusal hareket sistemlerinin tanımlanması ve tasarımının bilgisayar yardımı ile yapılması amaçlanmıştır. Tasarım; DHS kullanım amaç ve yerinde oluşan şartlara göre nominal çalışma süresinin (km veya saat) tespiti olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmanın en önemli nedenlerinden birisi; ülkemiz sanayi tesislerinin hızla yükselen teknolojiye sahip yapısal değişikliklerin uygulanabilirliğine katkı sağlamaktır.

Ülkemizdeki sanayileşmenin ilk dönemlerinde, devlet yatırımlarıyla gerçekleştirilmiş olan büyük entegre sanayi tesislerini görmekteyiz. Bahse konu dönem içerisinde ülke insanımızın ekonomik yetersizliklerinden dolayı şahıs ve tüzel yapıya sahip önemli sayılabilecek sanayi tesislerine rastlanmamaktadır. Zamanla şahısların ekonomik imkanlarıyla beraber küçük ve orta ölçekli atölye-imalat sanayi özelliklerindeki o günün teknolojilerini taşıyan tesisler çoğalarak ülke ekonomisindeki yerlerini almışlardır. Son 30 yıllık dönem içerisinde kamu iktisadi teşekküllerince projelendirilmiş olan entegre sanayi tesisleri yatırım finansmanı ve kaynak temininde yetersiz kalınarak yatırım programı süreci çok uzun yıllara sarkmış, çoğu tamamlanamamış, bir çoğu da artan yatırım maliyetleri sebebiyle, teknolojik yeniliklerle ilgili proje değişikliklerini uygulayamadan ekonomik ömürlerini doldurmuştur. Son 10 yıldır özel sektör tarafından hemen hemen, bütün alanlardaki entegre sanayi tesisleri ve küçük ve orta ölçekli sanayi yatırımlarında, yüksek teknoloji makina teçizat ve ekipmanlarının kullanılmakta olduğu gözlenmektedir. Bilgisayar entegreli ileri teknolojiye sahip; CNC takım tezgahları, modern ofset ve

baskı makinaları, gıda sanayi (bisküvi, gofret vs.) makinaları, otomasyon ve paketleme üniteleri, tekstil makinaları, plastik enjeksiyon makinaları, medikal ekipmanlar, hassas ölçüm aletleri ve laboratuvar düzenekleri, endüstriyel robotlar gibi çok değişik alanlardaki modern makina ve ekipmanların en önemli mekanizmalarını yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemleri teşkil etmektedir.

Sanayileşme sürecinin ilk dönemlerinde, makina teçhizat ve ekipmanlarında, herbir mekanizma için farklı olarak tasarlanmış klasik kayma sürtünmeli kızak-kayıt mekanizmalarında, geniş alanda yüzey sürtünmeli olmasından dolayı sürtünme katsayısının yüksek olması, olumsuz tribolojik faktörlerle beraber düşük verim elde edilmesi nedeniyle yük ve hareket iletiminde çok fazla güç ve enerji sarfiyatının yanında yüksek hassasiyet, rijitlik, uzun ömürlülük, çalışma performansı gibi faktörlere cevap verilememiştir. Modern ve yüksek teknoloji şartlarında, düzenli ve estetik görünüme sahip, değişik kullanım koşullarına göre tasarlanmış olan yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemleri mevcut makina, teçhizat ve ekipmanların mekanizmalarında kullanılır. Ayrıca kısmi revizyon ve modernizasyon çalışmaları, bilgisayar entegrasyonlu AC/DC elektrik motoru, hidrolik-pnömatik servo sistemli tahrik elemanlarıyla desteklenerek ileri ve modern teknoloji uygulamaları gerçekleştirilebilir. Sanayi tesislerimizdeki bu tür bir çalışma ile, demode olmuş klasik mekanizmalara sahip makina teçhizat ve ekipmanları hurda olmaktan, üretim ünitelerini ise; kalitesizlik, verimsizlik, iş gücü, zaman ve enerji israfından kurtarmak bu tür mekanizmalarla yapılacak olan modernizasyon ve ileri teknoloji kullanımıyla mümkün olacaktır.

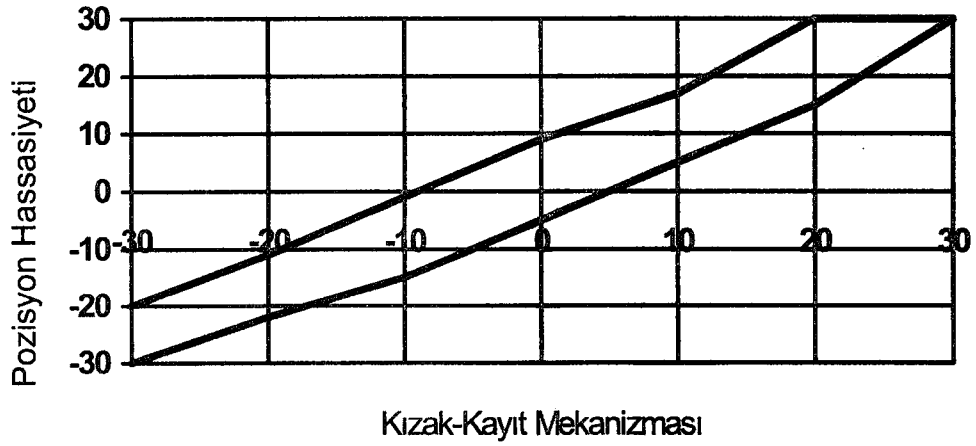
Kayma sürtünmesiyle çalışan kızak-kayıt mekanizmaları ile yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin Tablo 5.1.'den

tespit edilecek olan sürtünme katsayıları ve herhangi bir sistem için ihtiyaç duyulan öteleme kuvveti basit olarak hesaplanacak olursa, mekanizmalar arasında verim, güç sarfiyatı ve diğer faktörlere de örnek teşkil edecek sonuç elde edilecektir.

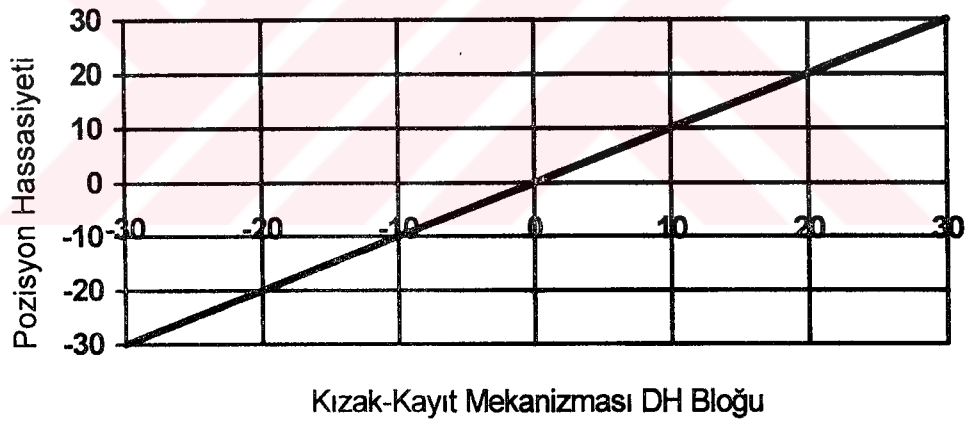
Tablo 5.1. Sürtünme Katsayısı Değerleri (Akkurt, 1992).

Sürtünme şekli	Minimum sürtünme katsayısı	Örnek öteleme Kuvveti Hesabı $F=\mu*W$ (N)
Kuru yüzey sürtünmesi (Teflon kaplı yüzey)	0,04 - 0,12	$F=0,04*1000=40$
a) Sınır sürtünmeli yüzey (Kaydırıcı kızak yağı kullanıldığında)	0,02 - 0,1	$F=0,02*1000=20$
b) Sınır sürtünmeli yüzey (Katı yağ. maddeler kullanıldığında)	0,06 - 0,2	$F=0,06*1000=60$
DHS yüzeyi (Silindirik makaralı bilya ku.)	0,005 - 0,01	$F=0,01*1000=10$
DHS yüzeyi (küresel bilya kullanıldığında)	0,003 - 0,0006	$F=0,0006*1000=0,6$

Tablo 5.1. incelendiğinde en düşük, sürtünme katsayılı (sınır sürtünmeli) kızak-kayıt mekanizmalarıyla, en büyük sürtünme katsayılı yuvarlanma sürtünmeli DHS'nin hareket ettirilebilmesi için gerekli öteleme kuvveti ve bu kuvvete bağlı olarak güç sarfiyatı arasında 1/2 oranında fark olduğu görülmektedir. Bu farkın yüksek pozisyon hassasiyetli yuvarlanma sürtünmeli bir doğrusal hareket sisteminde 1/33 oranına ulaştığı belirlenmiştir.



Şekil 5.1. 500 Kg Ağırlık Uygulanan Kızak-Kayıt Mekanizmalı Eksen Tablasının Pozisyon Hassasiyeti (Thk, 1995)



Şekil 5.2. 500 Kg Ağırlık Uygulanan DHS'li Eksen Tablasının Pozisyon Hassasiyeti (Thk, 1995)

Yuvarlanma sürtümlü doğrusal hareket sistemi ile sınır sürtümlü bir kızak-kayıt mekanizmasının pozisyon hassasiyetlerini (Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.) elde etmek için; her iki mekanizmaya da 500 kg'lık bir yük uygulanmaktadır. Eksen tablasında meydana gelen pozisyon sapması (μm); yuvarlanma sürtümlü hareket sisteminde 1

μm gibi çok yüksek pozisyon hassasiyetine sahip iken, sınır sürtünmeli kızak-kayıt mekanizmalarında bu değer $14 \mu\text{m}$ olarak elde edilmiştir (Thk, 1995).

Yuvarlanma sürtünmeli doğrusal hareket sistemlerinin değişik amaç ve alanlarda kullanımının en önemli aşaması tasarım çalışmalarıdır. Sistemin tasarımında doğrudan ve dolaylı olarak etkili olan faktörler mevcuttur. Öncelikle bu faktörlerin ampirik değerleri için çizelge, grafik ve tablolardan yararlanılarak, tasarımda doğru, sağlıklı ve kesin sonuçlara ulaşmak amaçlanmıştır. BASIC program diliyle hazırlanmış olan ömür hesabında çeşitli konum ve yönlenmeler 8 ayrı alt programda toplanarak hemen hemen bütün kullanım amaç ve alanlarına cevap verebilecek bir çalışma yapılmıştır.

KAYNAKLAR

Akkurt, M; 1992, "Makina Elemanları" cilt 2. İstanbul.

Akkurt, M; 1996, "Bilgisayar Destekli Takım Tezgahları ve Bilgisayar Destekli Tasarım ve İmalat (CAD-CAM)" Birsen yayınları, İstanbul.

Arslan, H; 1993, "CNC Teknolojisi 1", Adana.

Baydur, G; 1979, "Malzeme", Ankara.

Erhard, T. "Machinen Und Anlagen Für Die Tier Produktion", 1989, Berlin

FAG, 1985, "FAG STANDART PROGRAM" Katalog 41510 TB FAG kugelfischer Georg Schafer KGA A, Schweinfurt.

Filiz, İ.H. "Problems On The Design Of Machine Elements", 1991, Gaziantep Üniversitesi

FRANKE, 1995, "Walzlager Linearführungen Bewegung und Positioniertechnik", Franke GmbH Aalen, Deutschland.

Harold, A. "Mechanical Design And Systems Handbook", Rothbart, 1985

Lovell, M.R; Khonsari,M.M; Marangoni,R.D, 1993, "Response of balls undergoing oscillator motion crossing from boundary to mixed lubrication regimes"; Journal of Tribology; Transactions of the ASME, 115-2, 261-266.

Lovell, M.R; Khonsari, M.M; Marangoni, R.D, 1993, "Low-speed friction torque on balls undergoing rolling motion"; STLE Tribology Transactions, 36-2, 290-296.

Lovell, M.R; Khonsari, M.M; Marangoni, R.D,1993, "Evaluation of ultra-low speed jitter in rolling balls"; Journal of tribology, transaction of the ASME, 114-3,589-594.

Mazmanoğlu, A; "İleri Basic", 1990

Mini Tec, 1995; "Linearkugellager"; Mini Tec Gmbh, Waldmohr, Deutschland.

Neff, "Antreesthechnik Gewindespin Dela", Gmbh Waldenboch

Özel, G; "Basic", 1991

Shingley, J. E., "Mechanical Engineering Design", 1986

Spotts, M. F, "Desing Of Machine Elemants", New Jersey, 1985

Sunder, G. N, "Advanced Mechanism Desing", 1984

Techno Isel Company, "Division Of Designnatronics", New Heyder Park, 1993

THK LM SYSTEM, 1989; "Linear Motions Systems", Catalog no:75-1AE-3;THK CO, LTD. Tokyo Japan.

THK LM SYSTEM, 1994; "LM Guide Type Nr for Macine Tools"; Catalog no:184E,THK CO,LTD Tokyo Japan

THK LM SYSTEM, 1995;"Cross LM Type Csr";Catalog no:140E; THK CO, LTD. Tokyo Japan.

THK LM SYSTEM, 1995;"LM Guide Actuator Type KR";Catalog no:148-2E Tokyo Japan.

THK LM SYSTEM, 1995; "Linear Motions Systems". Catalog no:200-1AE,THK CO LTD.Tokyo Japan.

THOMSON, 1992; "Advanced Linear Motion Systems", THOMSON, Industries, Inc. Port Washington, USA.

THOMSON, 1994; "Advanced Linear Motion Systems Products", THOMSON, Industries, Inc. Port Washington. USA.

THOMSON, 1995; "Nylier Engineered Polymer Bearings", THOMSON, Industries, Inc. Port Washington USA.

T.S.E. 1966; tse no:371 "Bilyalı ve makaralı yatakların statik yük değerlerinin tayin metodu" Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1961 yılında Kayseri ili, Yeşilhisar ilçesi, Araplı köyünde doğan Mustafa YILDIRIM; ilkokulu köyünde orta öğrenimini Yeşilhisar ve Kayseri'de tamamladı. 1981 yılında eski adı Ankara Yüksek Teknik Öğretmen Okulu olan Teknik Eğitim Fakültesinde öğrenimine başladı ve 1985 yılında lisans eğitimini tamamladı.

1986 yılıbaşından itibaren Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sinop İl Müdürlüğü emrinde memuriyete başladı. İleriki yıllarda Adıyaman ve Ankara İl Müdürlüğünde çalıştı. 1996 yılından itibaren Kayseri Köy Hizmetleri 4. Bölge Müdürlüğü Makina ve İkmal Şube Müdürlüğü biriminde halen görevini sürdürmektedir. 1990-92 yılları arasında Adıyaman Köy Hizmetleri İl Müdürlüğünün yatırım programında bulunan Lojmanlar, Atelye, Sosyal tesisler ve Bakım evleri güneş enerjisi ile sıcak su temini projelendirme ve uygulama çalışmalarını sürdürerek hizmete kazandırmıştır. Evli ve iki kız çocuğu babasıdır.



```

10 CLS:KEY OFF
20 LOCATE 1,17:PRINT "GAZİ ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ "
30 LOCATE 3,17:PRINT "YUVARLANMA SÜRTÜNMELİ DOĞRUSAL HAREKET "
40 LOCATE 4,15:PRINT "SİSTEMLERİNİN BİLGİSAYAR YARDIMI İLE TASARIMI "
50 LOCATE 6,30:PRINT "Yüksek Lisans Tezi "
60 LOCATE 7,23:PRINT "Hazırlayan: Mustafa YILDIRIM "
70 LOCATE 8,16:PRINT "Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Abdulkadir GÜLLÜ "
80 LOCATE 9,32:PRINT "1997 ANKARA @ "
90 OPEN "O", #1, "VERİLER"
100 OPEN "O", #2, "CIKILAR"
110 CLS
120 COLOR 10,9:LOCATE 2,20:PRINT"DOĞRUSAL HAREKET SİSTEMLERİ MODELLERİ":COLOR
130 LOCATE 4,12: PRINT "■ RADYAL TİP a)yüksek hız b)başırı yük c)standart ■"
140 LOCATE 5,12: PRINT "■ KENDİLİĞİNDEN AYARLANABİLİR MODEL ■"
150 LOCATE 6,12: PRINT "■ GENİŞ BLOKLU MODEL ■"
160 LOCATE 7,12: PRINT "■ ÇAPRAZ RAYLI MODEL ■"
170 LOCATE 8,12: PRINT "■ ÖZEL RAYLI MODEL ■"
180 LOCATE 9,12: PRINT "■ AYRIK BLOKLU MODEL ■"
190 LOCATE 10,12:PRINT "■ BİLYA - VİDALI TİP ■"
200 LOCATE 11,12:PRINT "■ MİNYATÜR MODEL ■"
210 COLOR 14,13:LOCATE 13,2:PRINT " Lütfen Tasarımınıza Uygun Model Seçimi İ
Katolog İncelemesi Yapınız "
220 COLOR 14,13:LOCATE 14,5:PRINT "Lütfen Katalogtan DHS Standart Numarasını M
el Seçimi İçin Giriniz"
230 LOCATE 16,2: INPUT "DHS Model Seçimi Yapınız :", DHS$
240 A$ = "DHS Model Seçimi Yapınız"
250 PRINT #1, DHS$
260 LOCATE 18,2:INPUT "Yük miktarı (N) W:", W
270 A$ = "Yük Miktarı": B$ = "W": DG = W: D$ = "Newton"
280 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
290 LOCATE 20,2:INPUT "Yükün ağırlık merkezine eksenel uzaklığı (mm):L2:", L2
300 A$="Yükün Ağırlık Merkezine Eksenel Uzaklığı": B$ = "L2": DG = L2: D$ = "mm"
310 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
320 LOCATE 22,2:INPUT "Yükün ağırlık merkezine radyal uzaklığı (mm):L3:", L3
330 A$= "Yükün ağırlık merkezine radyal uzaklığı": B$ = "L3": DG = L3: D$ = "mm"
340 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
350 COLOR 10,9:LOCATE 24,10:INPUT"PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER BASINIZ",E:COLOR
360 CLS:LOCATE 2,2:INPUT "Bloklar (lineer yatak) arasındaki mesafe (mm):L0:",
370 A$ = "Bloklar Arasındaki Mesafe": B$ = "L0": DG = L0: D$ = "mm"
380 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
390 LOCATE 4,2:INPUT "Raylar (kızak) arasındaki mesafe (mm) :L1:", L1
400 A$ = "Raylar Arasındaki Mesafe": B$ = "L1": DG = L1: D$ = "mm"
410 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
420 LOCATE 6,2:INPUT "Hız (mm/sn) : v:", V
430 A$ = "Hız": B$ = "V": DG = V: D$ = "mm/sn"
440 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
450 VM = (V * 60) / 1000
460 LOCATE 8,2:PRINT "Ortalama hız (m/dak):VM="; VM
470 A$ = "Ortalama Hız": B$ = "VM": DG = VM: D$ = "m/dak"
480 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
490 LOCATE 10,2:INPUT "Çalışma Kursu (Strok) (mm):ls:", LS
500 A$ = "Çalışma Kursu (Strok)": B$ = "LS": DG = LS: D$ = "mm"
510 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
520 LSM = LS / 1000
530 LOCATE 12,2:PRINT "Çalışma Kursu (Strok) (m):LSM="; LSM
540 A$ = "Strok (çalışma Kursu)": B$ = "LSM": DG = LSM: D$ = "m"
550 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
560 T% = LS / V
570 LOCATE 14,2:PRINT "Toplam kurs zamanı (sn):T="; T%
580 A$ = "Toplam kurs zamanı": B$ = "T": DG = T%: D$ = "sn"
590 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$

```

```

600 LOCATE 15,2:PRINT "Toplam kurs süresi(sn) T=T1+T2+T3 'tür.:"
610 N1 = VM / (2 * LSM)
620 LOCATE 17,2:PRINT "Dakikadaki ardışık hareket sayısı (adet):N1="; N1
630 N1 = VM / (2 * LSM)
640 A$ = "Dakikadaki ardışık hareket sayısı": B$ = "N1": DG = N1: D$ = "Adet"
650 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
660 LOCATE 19,2:PRINT "Yer çekimsel ivmesi (mm/sn)^2 : g=9800 ": G = 9800
670 COLOR 14,13:LOCATE 23,10:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTERE BASINIZ", ENT
680 COLOR 10,9:CLS:COLOR 15
690 LOCATE 1,12: PRINT "
700 LOCATE 2,12: PRINT "
710 LOCATE 3,12: PRINT "
720 LOCATE 4,12: PRINT "
730 LOCATE 5,12: PRINT "
740 LOCATE 6,12: PRINT "
750 LOCATE 7,12: PRINT "
760 LOCATE 8,12: PRINT "
770 LOCATE 9,12: PRINT "
780 LOCATE 10,12:PRINT "
790 LOCATE 11,12:PRINT "
800 LOCATE 12,12:PRINT "
810 LOCATE 13,12:PRINT "
820 LOCATE 14,12:PRINT "
830 LOCATE 15,12:PRINT "
840 LOCATE 16,12:PRINT "
850 LOCATE 17,12:PRINT "
860 BEEP:COLOR 14,13:LOCATE 18,12:PRINT " TABLODAN DHS'ne UYGUN OLAN SÜRTÜNME
TSAYISI SEÇİMİ YAPINIZ":COLOR 15
870 LOCATE 20,10:INPUT "Sürtünme Katsayısı : m :", M
880 IF M >= .001 AND M <= .01 THEN 890 ELSE 860
890 A$ = "Sürtünme Katsayısı": B$ = "μ": DG = M: D$ = ""
900 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
910 LOCATE 21,10:PRINT "Direnc kuvveti(N):fμ=m*W=":FM=M*W:LOCATE 21,60:PRINT FM
920 A$ = "Direnc Kuvveti": B$ = "fμ": DG = F: D$ = "Newton"
930 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
940 F = M * W + FM: LOCATE 22, 60: PRINT F
950 LOCATE 22,10:PRINT "Öteleme kuvveti (N) : F=m*W+fμ=":
960 A$ = "Öteleme Kuvveti": B$ = "F": DG = F: D$ = "Newton"
970 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
980 COLOR 14,13:LOCATE 24,25:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTERE BASINIZ ",EN
990 COLOR 10,9:CLS:LOCATE 2,12:PRINT " SERTLİK FAKTÖRÜ TABLOSU FH ":COLOR 15
1000 LOCATE 3,12: PRINT "
1010 LOCATE 4,12: PRINT "
1020 LOCATE 5,12: PRINT "
1030 LOCATE 6,12: PRINT "
1040 LOCATE 7,12: PRINT "
1050 LOCATE 8,12: PRINT "
1060 LOCATE 9,12: PRINT "
1070 LOCATE 10,12: PRINT "
1080 LOCATE 11,12: PRINT "
1090 LOCATE 12,12: PRINT "
1100 LOCATE 13,12: PRINT "
1110 LOCATE 14,12: PRINT "
1120 LOCATE 15,12: PRINT "
1130 LOCATE 16,12: PRINT "
1140 LOCATE 17,12: PRINT "
1150 LOCATE 18,12: PRINT "
1160 LOCATE 19,12: PRINT "
1170 COLOR 14,13:BEEP:LOCATE 20,14:PRINT "DHS YÜZEY SERTLİK DERESESİNİ TABLODAN
SEÇİNİZ":COLOR 15
1180 LOCATE 22,2:INPUT "DHS yüzey sertlik derecesi (YSC) :HRC =", HRC
1190 A$ = "DHS yüzey sertlik derecesi ": B$ = "YSC": DG = HRC: D$ = "HRC"
1200 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
1210 IF HRC < 40 AND HRC >= 30 THEN FH = .18
1220 IF HRC < 45 AND HRC >= 40 THEN FH = .29
1230 IF HRC < 50 AND HRC >= 45 THEN FH = .4

```

DHS SÜRTÜNME KATSAYISI TABLOSU	
DHS Tip ve Modelleri	Sürtünme KATSAYISI (μ)
DHS (Küresel Bilyalı)	0.002 - 0.003
Bilyalı şaftlar	0.002 - 0.003
Burclar	0.001 - 0.003
DHS (Silindirik Makaralı)	0.005 - 0.010
DHS (İğneli Makaralı)	0.010 - 0.0025
DHS Çapraz Raylı Model	0.010 - 0.0025

HRC Sertlik derecesi >= 58	fH = 1
HRC Sertlik derecesi = 56	fH = 0.98
HRC Sertlik derecesi = 55	fH = 0.90
HRC Sertlik derecesi = 54	fH = 0.80
HRC Sertlik derecesi = 53	fH = 0.70
HRC Sertlik derecesi = 51	fH = 0.60
HRC Sertlik derecesi = 50	fH = 0.52
50 > HRC >= 45	fH = 0.40

```

1240 IF HRC < 51 AND HRC >= 50 THEN FH = .52
1250 IF HRC < 53 AND HRC >= 51 THEN FH = .6
1260 IF HRC < 54 AND HRC >= 53 THEN FH = .7
1270 IF HRC < 55 AND HRC >= 54 THEN FH = .8
1280 IF HRC < 56 AND HRC >= 55 THEN FH = .9
1290 IF HRC < 58 AND HRC >= 56 THEN FH = .98
1300 IF HRC >= 58 THEN FH = 1
1310 IF HRC >= 30 AND HRC <= 66 THEN 1320 ELSE 1170
1320 COLOR 10,9:LOCATE 22,65: PRINT "FH="; FH :COLOR 15
1330 A$ = "Sertlik Faktörü": B$ = "FH": DG = FH: D$ = ""
1340 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
1350 COLOR 14:LOCATE 24,12: INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ", EN
1360 CLS:COLOR 10,9:LOCATE 1,12:PRINT " SICAKLIK FAKTÖRÜ TABLOSU FT":COLOR 15
1370 LOCATE 2, 12: PRINT "
1380 LOCATE 3, 12: PRINT "
1390 LOCATE 4, 12: PRINT "
1400 LOCATE 5, 12: PRINT "
1410 LOCATE 6, 12: PRINT "
1420 LOCATE 7, 12: PRINT "
1430 LOCATE 8, 12: PRINT "
1440 LOCATE 9, 12: PRINT "
1450 LOCATE 10, 12: PRINT "
1460 LOCATE 11, 12: PRINT "
1470 LOCATE 12, 12: PRINT "
1480 LOCATE 13, 12: PRINT "
1490 LOCATE 14, 12: PRINT "
1500 LOCATE 15, 12: PRINT "
1510 LOCATE 16, 12: PRINT "
1520 LOCATE 17, 12: PRINT "
1530 LOCATE 18, 12: PRINT "
1540 LOCATE 19, 12: PRINT "
1550 LOCATE 20, 12: PRINT "
1560 BEEP:COLOR 14,13:LOCATE 21,12:PRINT " DHS ÇALIŞMA SICAKLIĞINI TABLODAN SEÇİ
NİZ":COLOR 15
1570 LOCATE 22,2:INPUT "DHS Çalışma sıcaklığını giriniz :Ct:", CT
1580 A$ = "DHS Çalışma sıcaklığı": B$ = "Ct": DG = CT: D$ = "C"
1590 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
1600 IF CT <= 100 THEN FT = 1
1610 IF CT > 100 AND CT <= 110 THEN FT = .98
1620 IF CT > 110 AND CT <= 120 THEN FT = .96
1630 IF CT > 120 AND CT <= 130 THEN FT = .95
1640 IF CT > 130 AND CT <= 140 THEN FT = .93
1650 IF CT > 140 AND CT <= 150 THEN FT = .91
1660 IF CT > 150 AND CT <= 160 THEN FT = .88
1670 IF CT > 160 AND CT <= 180 THEN FT = .82
1680 IF CT > 180 AND CT <= 200 THEN FT = .73
1690 IF CT >= 0 AND CT <= 200 THEN 1700 ELSE 1560
1700 COLOR 10,9:LOCATE 22,65: PRINT "FT="; FT :COLOR 15
1710 A$ = "Sıcaklık Faktörü": B$ = "FT": DG = FT: D$ = ""
1720 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
1730 COLOR 1:LOCATE 24,20:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ", EN
1740 CLS:COLOR 10,9:LOCATE 1,12:PRINT " BAĞLANTI FAKTÖRÜ TABLOSU (FC):COLOR 15
1750 LOCATE 2,12:PRINT "
1760 LOCATE 3,12:PRINT "
1770 LOCATE 4,12:PRINT "
1780 LOCATE 5,12:PRINT "
1790 LOCATE 6,12:PRINT "
1800 LOCATE 7,12:PRINT "
1810 LOCATE 8,12:PRINT "
1820 LOCATE 9,12:PRINT "
1830 LOCATE 10,12:PRINT"
1840 LOCATE 11,12:PRINT"
1850 LOCATE 12,12:PRINT"
1860 LOCATE 13,12:PRINT"
1870 LOCATE 14,12:PRINT"
1880 COLOR 14,13:BEEP:LOCATE 15,12:PRINT "BAĞLANTILI (KONTAKT) BLOK SAYISINI TA

```

Sıcaklık (C) < 100	Faktör FT = 1
Sıcaklık (C) =110	Faktör FT =0.98
Sıcaklık (C) =120	Faktör FT =0.96
Sıcaklık (C) =130	Faktör FT = 0.95
Sıcaklık (C) =140	Faktör FT = 0.93
Sıcaklık (C) =150	Faktör FT = 0.91
Sıcaklık (C) =160	Faktör FT = 0.88
Sıcaklık (C) =180	Faktör FT = 0.82
Sıcaklık (C) =200	Faktör FT = 0.73

Yakın bağlantıdaki blok (BC)	Baglantı faktörü (FC)
Blok sayısı (BC) 1	1
Blok sayısı (BC) 2	0.81
Blok sayısı (BC) 3	0.72
Blok sayısı (BC) 4	0.66
Blok sayısı (BC) 5	0.61

```

LODAN SEÇİNİZ ":COLOR 15
1890 LOCATE 18,2:INPUT "Bağlantı(kontakt) blok sayısı : BC =", BC
1900 A$ = "Bağlantıdaki blok sayısı": B$ = "BC": DG = BC: D$ = "Adet"
1910 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
1920 IF BC = 1 THEN FC = 1
1930 IF BC = 2 THEN FC = .81
1940 IF BC = 3 THEN FC = .72
1950 IF BC = 4 THEN FC = .66
1960 IF BC = 5 THEN FC = .61
1970 IF BC >= 1 AND BC <= 5 THEN 1980 ELSE 1880
1980 COLOR 10,9:LOCATE 18,65:PRINT "fc="; FC:COLOR 15
1990 A$ = "Bağlantı Faktörü": B$ = "fc": DG = FC: D$ = ""
2000 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2010 COLOR 1:LOCATE 23,20:INPUT " PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ",ENT
2020 CLS
2030 COLOR 10,9:LOCATE 1,12: PRINT "          YÜK FAKTÖRÜ TABLOSU fw" :COLOR 15
2040 LOCATE 2,12: PRINT "
2050 LOCATE 3,12: PRINT "
2060 LOCATE 4,12: PRINT "
2070 LOCATE 5,12: PRINT "
2080 LOCATE 6,12: PRINT "
2090 LOCATE 7,12: PRINT "
2100 LOCATE 8,12: PRINT "
2110 IF VM < 15 THEN FW = 1.5
2120 IF 15 < VM AND VM <= 60 THEN FW = 2
2130 IF VM > 60 THEN FW = 3.5
2140 LOCATE 10, 12: PRINT "Yük faktörü : fw="; FW
2150 A$ = "Yük Faktörü": B$ = "fw": DG = FW: D$ = ""
2160 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); DD$
2170 COLOR 10,9:LOCATE 12,12:PRINT " YUVARLANMA ELEMANI KATSAYISI (n)":COLOR 15
2180 LOCATE 13,12: PRINT "
2190 LOCATE 14,12: PRINT "
2200 LOCATE 15,12: PRINT "
2210 LOCATE 16,12: PRINT "
2220 LOCATE 17,12: PRINT "
2230 COLOR 14,13:LOCATE 18,12:PRINT "YUVARLANMA ELEMANI KATSAYISINI TABLODAN SE
İNİZ ":COLOR 15
2240 BEEP:LOCATE 21, 12: INPUT "Yuvarlanma elemanı katsayısını giriniz : n=", N
2250 IF N = 3 OR N = 3.333 THEN 2260 ELSE 2240
2260 A$ = "Yuvarlanma elemanı katsayısı": B$ = "n": DG = N: D$ = ""
2270 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2280 CLS :COLOR 10,9:COLOR 15
2290 LOCATE 2, 12: PRINT "          STATİK GÜVENLİK FAKTÖRÜ (fs) "
2300 LOCATE 3, 12: PRINT "
2310 LOCATE 4, 12: PRINT "
2320 LOCATE 5, 12: PRINT "
2330 LOCATE 6, 12: PRINT "
2340 LOCATE 7, 12: PRINT "
2350 COLOR 14,13:LOCATE 8,12:PRINT "STATİK GÜVENLİK FAKTÖRÜ SEÇİMİNİ TABLODAN Y
PINİZ":COLOR 15
2360 BEEP:LOCATE 12,12:INPUT "Statik güvenlik faktörünü giriniz : fs=", FS
2370 IF FS >= 1 AND FS <= 5 THEN 2380 ELSE 2260
2380 A$ = "Statik Güvenlik Faktörü": B$ = "fs": DG = FS: D$ = ""
2390 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2400 LOCATE 15,12:PRINT "TASARIM İÇİN TEMEL STATİK ve DİNAMİK YÜK DEĞERİ " :
2410 LOCATE 16,12:PRINT " SEÇİMİNDE DHS MODEL KATALOGUNDAN YARARLANINIZ":
2420 COLOR 10,9:LOCATE 19,2:INPUT "Kullanılan DHS üretisince belirlenen temel s
atik yük değeri (N):C=", C :COLOR 15
2430 A$ = "DHS Temel Statik Yük Değeri": B$ = "C": DG = C: D$ = "Newton"
2440 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2450 COLOR 10,9:LOCATE 22,2:INPUT "Kullanılan DHS üreticisince belirlenen temel
dinamik yük değeri (N):C0=", C0:COLOR 15
2460 A$ = "DHS Temel Dinamik Yük Değeri": B$ = "C0": DG = C0: D$ = "Newton"
2470 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2480 CLS:COLOR 10,9:COLOR 15
2490 LOCATE 2,2:PRINT " DHS ÇALIŞMA KONUMUNA GÖRE ÖRNEK UYGULAMA ÇEŞİTLERİ "

```

Düşük hız V ≤15 m/dak	fw = 1.0 - 1.5
Orta hız 15<V≤60 m/dak	fw = 1.5 - 2.0
Yüksek hız V > 60 m/dak	fw = 2.0 - 3.5

Küresel bilyalar	n = 3
Silindirik makaralı bilyalar	n = 3.333

Hareketsiz (statik)	fs =1.0 - 3.0
Hareketli (dinamik)	fs =1.0 - 5.0

```

2500 LOCATE 4,2:PRINT " 1. Sabit Hızla Yatay Eksende Yönlenme Konumunda
2510 LOCATE 6,2:PRINT " 2. Değişken Hızla Yatay Eksende Yönlenme Konumunda
2520 LOCATE 8,2:PRINT " 3. Sabit Hızla Dikey Eksende Yönlenme Konumunda
2530 LOCATE 10,2:PRINT" 4. Değişken Hızla Dikey Eksende Yönlenme Konumunda
2540 LOCATE 12,2:PRINT" 5. Bloklar Sabit, Raylar Yatay Eksende Yönlenmeli
2550 LOCATE 14,2:PRINT" 6. Yatay Eksene Açılı Düzlemde Yönlenme Konumunda
2560 LOCATE 16,2:PRINT" 7. Düşey Eksene Açılı Düzlemde Yönlenme Konumunda
2570 LOCATE 18,2:PRINT" 8. Yatay Eksende Tepki Kuvvetlerine Maruz Yönlenmeli
2580 LOCATE 21,2:INPUT " DHS Çalışma Konumu (Kullanım Durumu) Seçimi Yapınız :
,2,3,4,5,6,7,8 :", AN
2590 IF AN = 1 THEN GOTO 2680
2600 IF AN = 2 THEN GOTO 2870
2610 IF AN = 3 THEN GOTO 4180
2620 IF AN = 4 THEN GOTO 4370
2630 IF AN = 5 THEN GOTO 4960
2640 IF AN = 6 THEN GOTO 5430
2650 IF AN = 7 THEN GOTO 6090
2660 IF AN = 8 THEN GOTO 6750
2670 GOTO 2480
2680 CLS:LOCATE 3,10:PRINT "Alt program 1: Sabit hızla yatay eksende yönlenme
2690 P1 = (W / 4) + (W / 2) * (L2 / L0) - (W / 2) * (L3 / L1)
2700 P2 = (W / 4) - (W / 2) * (L2 / L0) - (W / 2) * (L3 / L1)
2710 P3 = (W / 4) - (W / 2) * (L2 / L0) + (W / 2) * (L3 / L1)
2720 P4 = (W / 4) + (W / 2) * (L2 / L0) + (W / 2) * (L3 / L1)
2730 IF P4 < 0 THEN PE = -P4
2740 IF P4 >= 0 THEN PE = P4
2750 LOCATE 6, 10: PRINT "Tekil eşdeğer yük (N): Pe=|P4|="; PE
2760 PEMAX = PE
2770 LOCATE 9,10: PRINT "Max.tekil eşdeğer yük(N):PEMAX="; PEMAX
2780 A$ = "Max. Tekil Eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
2790 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2800 PM = ((1 / (2 * LS)) * (PEMAX ^ N * LS)) ^ (1 / N):
2810 PMMAX = PM
2820 LOCATE 14,10: PRINT "Max. ortalama yük (N) :PMMAX=";PMMAX
2830 A$ = "Max. Ortalama Yük": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
2840 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2850 COLOR 14:LOCATE 20,12:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ", ENT
2860 GOTO 7240
2870 CLS:LOCATE 2,10:PRINT "Alt program 2.Değişken hızla yatay eksende yönlenme
2880 LOCATE 4,2:PRINT "Toplam kurs zamanı (sn) T":T%=LS/V:LOCATE 4,60:PRINT T%
2890 BEEP:LOCATE 6,2:PRINT "Toplam kurs zamanı (sn) T=T1+T2+T3' tur.:"
2900 LOCATE 8,2:INPUT "Zaman (sn) :t1:", T1
2910 A$ = "Zaman": B$ = "t1": DG = T1: D$ = "sn"
2920 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2930 LOCATE 10, 2: INPUT "Zaman (sn) :t2:", T2
2940 A$ = "Zaman": B$ = "t2": DG = T2: D$ = "sn"
2950 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
2960 LOCATE 12, 2: INPUT "Zaman (sn) :t3:", T3
2970 IF T% = T1 + T2 + T3 THEN 2980 ELSE 2890
2980 A$ = "Zaman": B$ = "t3": DG = T1: D$ = "sn"
2990 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
3000 LOCATE 14, 2: PRINT "İşlem mesafesi (mm) S1,S2,S3 :
3010 S1 = V * T1: S2 = V * T2: S3 = V * T3
3020 LOCATE 16, 2: PRINT "S1="; S1
3030 A$ = "İşlem Mesafesi": B$ = "S1": DG = S1: D$ = "mm"
3040 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
3050 LOCATE 16, 30: PRINT "S2="; S2
3060 A$ = "İşlem Mesafesi": B$ = "S2": DG = S2: D$ = "mm"
3070 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
3080 LOCATE 16, 60: PRINT "S3="; S3
3090 A$ = "İşlem Mesafesi": B$ = "S3": DG = S3: D$ = "mm"
3100 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
3110 P1 = (W / 4): P2 = (W / 4): P3 = (W / 4): P4 = (W / 4)
3120 PA1 = P1 - (W * V * L2) / (G * T1 * 2 * L0)
3130 PA2 = P2 + (W * V * L2) / (G * T1 * 2 * L0)
3140 PA3 = P3 + (W * V * L2) / (2 * G * T1 * L0)

```

```

3150 PA4 = P4 - (W * V * L2) / (2 * G * T1 * L0)
3160 PTA1 = (W * V * L3) / (2 * G * T1 * L0)
3170 PTA2 = -(W * V * L3) / (2 * G * T1 * L0)
3180 PTA3 = -(W * V * L3) / (2 * G * L0 * T1)
3190 PTA4 = (W * V * L3) / (2 * G * L0 * T1)
3200 PD1 = P1 + (W * V * L2) / (G * T3 * L0 * 2)
3210 PD2 = P2 - (W * V * L2) / (2 * G * T3 * L0)
3220 PD3 = P3 - (W * V * L2) / (2 * G * T3 * L0)
3230 PD4 = P4 + (W * V * L2) / (2 * G * T3 * L0)
3240 PD4 = P4 + (W * V * L2) / (2 * G * T3 * L0)
3250 PD4 = P4 + (W * V * L2) / (2 * G * T3 * L0)
3260 G = 9800
3270 PTD1 = (W * V * L3) / (2 * G * T3 * L0)
3280 PTD2 = -(W * V * L3) / (2 * G * T3 * L0)
3290 PTD3 = -(W * V * L3) / (2 * G * T3 * L0)
3300 PTD4 = (W * V * L3) / (2 * G * T3 * L0)
3310 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
3320 IF P1 >= 0 THEN P1 = P1
3330 PE1 = P1
3340 IF P2 < 0 THEN P2 = -P2
3350 IF P2 >= 0 THEN P2 = P2
3360 PE2 = P2
3370 IF P3 < 0 THEN P3 = -P3
3380 IF P3 >= 0 THEN P3 = P3
3390 PE3 = P3
3400 IF P4 < 0 THEN P4 = -P4
3410 IF P4 >= 0 THEN P4 = P4
3420 PE4 = P4
3430 PEMA1 = PE1
3440 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
3450 IF P1 >= 0 THEN P1 = P1
3460 IF P2 < 0 THEN P2 = -P2
3470 IF P2 >= 0 THEN P2 = P2
3480 IF P3 < 0 THEN P3 = -P3
3490 IF P3 >= 0 THEN P3 = P3
3500 IF P4 < 0 THEN P4 = -P4
3510 IF P4 >= 0 THEN P4 = P4
3520 IF PTA1 < 0 THEN PTA1 = -PTA1
3530 IF PTA1 >= 0 THEN PTA1 = PTA1
3540 IF PTA2 < 0 THEN PTA2 = -PTA2
3550 IF PTA2 >= 0 THEN PTA2 = PTA2
3560 IF PTA3 < 0 THEN PTA3 = -PTA3
3570 IF PTA3 >= 0 THEN PTA3 = PTA3
3580 IF PTA4 < 0 THEN PTA4 = -PTA4
3590 IF PTA4 >= 0 THEN PTA4 = PTA4
3600 PEA1 = P1 + PTA1
3610 PEA2 = P2 + PTA2
3620 PEA3 = P3 + PTA3
3630 PEA4 = P4 + PTA4
3640 FOR I = 1 TO 5
3650 IF PEMA2 < PEA1 THEN PEMA2 = PEA1
3660 IF PEMA2 < PEMA1 THEN PEMA2 = PEMA1
3670 IF PEMA2 < PEA3 THEN PEMA2 = PEA3
3680 IF PEMA2 < PEA4 THEN PEMA2 = PEA4
3690 IF PEMA2 < PEA2 THEN PEMA2 = PEA2
3700 NEXT I
3710 IF PD1 < 0 THEN PD1 = -PD1
3720 IF PD1 >= 0 THEN PD1 = PD1
3730 IF PD2 < 0 THEN PD2 = -PD2
3740 IF PD2 >= 0 THEN PD2 = PD2
3750 IF PD3 < 0 THEN PD3 = -PD3
3760 IF PD3 >= 0 THEN PD3 = PD3
3770 IF PD4 < 0 THEN PD4 = -PD4
3780 IF PD4 >= 0 THEN PD4 = PD4
3790 IF PTD1 < 0 THEN PTD1 = -PTD1
3800 IF PTD1 >= 0 THEN PTD1 = PTD1

```

```

3810 IF PTD2 < 0 THEN PTD2 = -PTD2
3820 IF PTD2 >= 0 THEN PTD2 = PTD2
3830 IF PTD3 < 0 THEN PTD3 = -PTD3
3840 IF PTD3 >= 0 THEN PTD3 = PTD3
3850 IF PTD4 < 0 THEN PTD4 = -PTD4
3860 IF PTD4 >= 0 THEN PTD4 = PTD4
3870 PED1 = PD1 + PTD1
3880 PED2 = PD2 + PTD2
3890 PED3 = PD3 + PTD3
3900 PED4 = PD4 + PTD4
3910 PEMAX = PEMAX2
3920 FOR I = 1 TO 5
3930 IF PEMAX < PED1 THEN PEMAX = PED1
3940 IF PEMAX < PED2 THEN PEMAX = PED2
3950 IF PEMAX < PED3 THEN PEMAX = PED3
3960 IF PEMAX < PED4 THEN PEMAX = PED4
3970 NEXT I
3980 LOCATE 18, 2: PRINT "Max. Tekil Eşdeğer yük (N) PEMAX:"
3990 LOCATE 18, 60: PRINT PEMAX
4000 A$ = "Max. Tekil Eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
4010 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4020 PM1=((1/(2*LS))*(PEA1^N*S1+PE1^N*S2+PED1^N*S3))^(1/N)
4030 PM2=((1/(2*LS))*(PEA2^N*S1+PE2^N*S2+PED2^N*S3))^(1/N)
4040 PM3=((1/(2*LS))*(PEA3^N*S1+PE3^N*S2+PED3^N*S3))^(1/N)
4050 PM4=((1/(2*LS))*(PEA4^N*S1+PE4^N*S2+PED4^N*S3))^(1/N)
4060 LOCATE 20,2:PRINT "Max. ortalama yük (N) : Pmmax=":
4070 PMMAX = PM4
4080 FOR I = 1 TO 4
4090 IF PMMAX < PM1 THEN PMMAX = PM1
4100 IF PMMAX < PM2 THEN PMMAX = PM2
4110 IF PMMAX < PM3 THEN PMMAX = PM3
4120 NEXT I
4130 LOCATE 20, 60: PRINT PMMAX
4140 A$ = "Max. Ortalama Yük ": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
4150 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4160 COLOR 10,9:LOCATE 23,12:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ", QQO
4170 GOTO 7240
4180 CLS : LOCATE 3, 32: PRINT "Alt program 3...."
4190 P1 = (W * L2) / (2 * L0)
4200 P1T = (W * L3) / (2 * L0)
4210 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
4220 IF P1T < 0 THEN P1T = -P1T
4230 PE = P1 + P1T
4240 PEMAX = PE
4250 LOCATE 8,2:PRINT"Max.tekil eşdeğer yuk(N):Pemax=Pe":LOCATE 8,60:PRINT PEMA
4260 A$ = "Max. Tekil eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
4270 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4280 LOCATE 8,2:PRINT"Max.tekil eşdeğer yuk(N):Pemax=Pe":LOCATE 8,60:PRINT PEMA
4290 LOCATE 13, 2: PRINT "Ortalama yük (N) : Pm=((1/(2*ls))*Pemax^n*ls)^(1/n):"
4300 PM = ((1 / (2 * LS)) * PEMAX ^ N * LS) ^ (1 / N)
4310 LOCATE 13, 60: PRINT PM
4320 PMMAX = PM
4330 A$ = "Max. Ortalama Yük ": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
4340 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4350 COLOR 9:LOCATE 20,2:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ", ENTER
4360 GOTO 7240
4370 CLS:LOCATE 2,2:PRINT "Alt program 4 Değişken hızla dikey eksende yönlenme"
4380 LOCATE 4,2:PRINT "Toplam kurs zamanı (sn)T":T%=LS/V:LOCATE 4,60:PRINT T%
4390 LOCATE 6, 2: PRINT "Toplam kurs zamanı (sn) T=T1+T2+T3 'tur.:"
4400 BEEP: LOCATE 8, 2: INPUT "Zaman (sn) :t1:", T1
4410 A$ = "Zaman": B$ = "t1": DG = T1: D$ = "sn"
4420 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4430 LOCATE 10, 2: INPUT "Zaman (sn) :t2:", T2
4440 A$ = "Zaman": B$ = "t2": DG = T2: D$ = "sn"
4450 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4460 LOCATE 12, 2: INPUT "Zaman (sn) :t3:", T3

```

```

4470 A$ = "Zaman": B$ = "t2": DG = T2: D$ = "sn"
4480 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4490 IF T% = T1 + T2 + T3 THEN 4500 ELSE 4400
4500 S1 = V * T1: S2 = V * T2: S3 = V * T3
4510 LOCATE 14, 2: PRINT "İşlem mesafesi (mm)S1,S2,S3 : "
4520 LOCATE 16, 2: PRINT "S1="; S1
4530 A$ = "İşlem Mesafesi": B$ = "S1": DG = S1: D$ = "mm"
4540 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4550 LOCATE 16, 30: PRINT "S2="; S2
4560 A$ = "İşlem Mesafesi": B$ = "S2": DG = S2: D$ = "mm"
4570 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4580 LOCATE 16, 60: PRINT "S3="; S3
4590 A$ = "İşlem Mesafesi": B$ = "S3": DG = S3: D$ = "mm"
4600 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4610 P4 = (W * L2) / (2 * L0)
4620 P1 = P4
4630 PA1 = (W * L2) / (2 * L0) + (W * V * L2) / (2 * G * T1 * L0)
4640 PTA1 = (W * L2) / (2 * L0) + (W * V * L3) / (2 * G * T1 * L0)
4650 PD1 = ((W * L2) / (2 * L0)) - ((W * V * L2) / (2 * G * T3 * L0))
4660 PTD1 = (W * L3) / (2 * L0) - ((W * V * L3) / (2 * G * T3 * L0))
4670 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
4680 IF P1T < 0 THEN P1T = -P1T
4690 PE1 = P1 + P1T
4700 IF PA1 < 0 THEN PA1 = -PA1
4710 IF PTA1 < 0 THEN PTA1 = -PTA1
4720 PEA1 = PA1 + PTA1
4730 PED1 = PED4
4740 IF PD1 < 0 THEN PD1 = -PD1
4750 IF PTD1 < 0 THEN PTD1 = -PTD1
4760 PED1 = PD1 + PTD1
4770 PEMAX = PEA1
4780 FOR I = 1 TO 3
4790 IF PEMAX < PE1 THEN PEMAX = PE1
4800 IF PEMAX < PED1 THEN PEMAX = PED1
4810 NEXT I
4820 LOCATE 18, 2: PRINT "Max. tekil eşdeğer yük (N) : "
4830 LOCATE 18, 60: PRINT PEMAX
4840 A$ = "Max. Tekil eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
4850 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4860 LOCATE 20,2:PRINT "Ortalama yük:Pm=((1/(2*ls))*(Pea1^n*s1+Pel^n*s2+Ped1^n+
3))^ (1/n):"
4870 Pm=((1/(2*LS))*(PEA1^N*S1+PE1^N*S2+PED1^N*S3))^ (1/N)
4880 LOCATE 20, 60: PRINT PM
4890 PPMAX = PM
4900 LOCATE 22, 2: PRINT "Maximum ortalama yük (N) Pmmax=Pm : "
4910 LOCATE 22, 60: PRINT PPMAX
4920 A$ = "Max. Ortalama Yük": B$ = "PPMAX": DG = PPMAX: D$ = "Newton"
4930 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
4940 COLOR 3:INPUT " PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ", ENTER
4950 GOTO 7240
4960 CLS : LOCATE 2, 32: PRINT "Alt program 5 ..."
4970 PL1 = (W / 4) + ((W / 2) * (L1 / L0))
4980 PL2 = (W / 4) - ((W / 2) * (L1 / L0))
4990 PR1 = (W / 4) - ((W / 2) * (L2 / L0))
5000 PR2 = (W / 4) + ((W / 2) * (L2 / L0))
5010 LOCATE 4, 2: PRINT "Tekil eşdeğer yük (N) : Pe : "
5020 LOCATE 7,2:PRINT "Sol tarafta tekil eşdeğer yük (N) : Pel=|P11|+|P12|:"
5030 IF PL1 < 0 THEN PL1 = -PL1
5040 IF PL2 < 0 THEN PL2 = -PL2
5050 PEL = PL1 + PL2
5060 LOCATE 7,65: PRINT PEL
5070 LOCATE 10,2:PRINT "Sağ tarafta tekil eşdeğer yük (N): Per=|Pr1|+|Pr2|:"
5080 IF PR1 < 0 THEN PR1 = -PR1
5090 IF PR2 < 0 THEN PR2 = -PR2
5100 PER = PR1 + PR2
5110 LOCATE 7, 65: PRINT PEL

```

```

5120 LOCATE 10, 65: PRINT PER
5130 LOCATE 13, 2: PRINT "Max. tekil eşdeğer yük (N) : Pemax="
5140 IF PER > PEL THEN PEMAX = PER
5150 IF PER <= PEL THEN PEMAX = PEL
5160 LOCATE 13, 65: PRINT PEMAX
5170 A$ = "Max. Tekil eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
5180 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
5190 IF PL1 < 0 THEN PL1 = -PL1
5200 IF PR1 < 0 THEN PR1 = -PR1
5210 IF PL2 < 0 THEN PL2 = -PL2
5220 IF PR2 < 0 THEN PR2 = -PR2
5230 IF PL3 < 0 THEN PL3 = -PL3
5240 IF PR3 < 0 THEN PR3 = -PR3
5250 IF PL4 < 0 THEN PL4 = -PL4
5260 IF PR4 < 0 THEN PR4 = -PR4
5270 PM1 = 1 / 3 * (2 * (PL1 + PR1))
5280 PM2 = 1 / 3 * (2 * (PL2 + PR2))
5290 PM3 = 1 / 3 * (2 * (PL2 + PR2))
5300 PM4 = 1 / 3 * (2 * (PL1 + PR1))
5310 PMMAX = PM4
5320 FOR I = 1 TO 4
5330 IF PMMAX < PM1 THEN PMMAX = PM1
5340 IF PMMAX < PM2 THEN PMMAX = PM2
5350 IF PMMAX < PM3 THEN PMMAX = PM3
5360 NEXT I
5370 LOCATE 18, 2: PRINT "Max. ortalama yük (N) : Pmmax="
5380 LOCATE 18, 65: PRINT PMMAX
5390 A$ = "Max. Ortalama Yük": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
5400 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG, TAB(72); D$
5410 COLOR 14,13:LOCATE 22,2:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e basınız",EN
5420 GOTO 7240
5430 CLS : LOCATE 2, 32: PRINT "Alt program 6..."
5440 LOCATE 4,2:INPUT "Yükün ağırlık merkezine düşey uzaklığı (mm):h1:", H1
5450 A$="Yükün Ağırlık Merkezine Düşey Uzaklığı": B$ = "h1": DG = H1: D$ = "mm"
5460 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG, TAB(72); D$
5470 LOCATE 6, 2: INPUT "Konum açısını gir (dec.):Qd=", QD
5480 A$ = "Konum Açısı": B$ = "Qd": DG = QD: D$ = "Derece"
5490 PRINT #1, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG, TAB(72); D$
5500 Q = QD / (180 / 3.1415)
5510 LOCATE 6, 60: PRINT "Q="; Q
5520 A$ = "Konum Açısı": B$ = "Q": DG = Q: D$ = "Radyan"
5530 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG, TAB(72); D$
5540 P1=(W*COS(Q)/4)+(W*COS(Q)*L2)/(2*L0)+(W*COS(Q)*L3)/(2*L1)+(W*SIN(Q)*H1)/(2*L1)
5550 P2 = (W * COS(Q)) / 4 - (W * COS(Q) * L2) / (2 * L0) + (W * COS(Q) * L3) / (2 * L1) + (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L1)
5560 P3 = (W * COS(Q)) / 4 - (W * SIN(Q) * L2) / (2 * L0) - (W * COS(Q) * L3) / (2 * L1) - (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L1)
5570 P4 = (W * COS(Q)) / 4 + (W * COS(Q) * L2) / (2 * L0) - (W * COS(Q) * L3) / (2 * L1) - (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L1)
5580 PT1 = (W * SIN(Q)) / 4 + (W * SIN(Q) * L2) / (2 * L0)
5590 PT2 = (W * SIN(Q)) / 4 - (W * SIN(Q) * L2) / (2 * L0)
5600 PT3 = (W * SIN(Q)) / 4 - (W * SIN(Q) * L2) / (2 * L0)
5610 PT4 = (W * SIN(Q)) / 4 + (W * SIN(Q) * L2) / (2 * L0)
5620 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
5630 IF P1 >= 0 THEN P1 = P1
5640 IF PT1 < 0 THEN PT1 = -PT1
5650 IF PT1 >= 0 THEN PT1 = PT1
5660 PE1 = P1 + PT1
5670 IF P2 < 0 THEN P2 = -P2
5680 IF P2 >= 0 THEN P2 = P2
5690 IF PT2 < 0 THEN PT2 = -PT2
5700 IF PT2 >= 0 THEN PT2 = PT2
5710 PE2 = P2 + PT2
5720 IF P3 < 0 THEN P3 = -P3
5730 IF P3 >= 0 THEN P3 = P3

```

```

5740 IF PT3 < 0 THEN PT3 = -PT3
5750 IF PT3 >= 0 THEN PT3 = PT3
5760 PE3 = P3 + PT3
5770 IF P4 < 0 THEN P4 = -P4
5780 IF P4 >= 0 THEN P4 = P4
5790 IF PT4 >= 0 THEN PT4 = PT4
5800 IF PT4 < 0 THEN PT4 = PT4
5810 PE4 = P4 + PT4
5820 PEMAX = PE1
5830 FOR I = 1 TO 4
5840 IF PEMAX < PE2 THEN PEMAX = PE2
5850 IF PEMAX < PE3 THEN PEMAX = PE3
5860 IF PEMAX < PE4 THEN PEMAX = PE4
5870 NEXT I
5880 LOCATE 9, 2: PRINT "Maximum tekil eşdeğer yük(N) :"
5890 LOCATE 9, 65: PRINT PEMAX
5900 A$ = "Max. Tekil eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
5910 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
5920 PM1 = ((1 / (2 * LS)) * PE1 ^ N * LS) ^ (1 / N)
5930 PM2 = ((1 / (2 * LS)) * PE2 ^ N * LS) ^ (1 / N)
5940 PM3 = ((1 / (2 * LS)) * PE3 ^ N * LS) ^ (1 / N)
5950 PM4 = ((1 / (2 * LS)) * PE4 ^ N * LS) ^ (1 / N)
5960 PMMAX = PM1
5970 FOR I = 1 TO 4
5980 IF PMMAX < PM2 THEN PMMAX = PM2
5990 IF PMMAX < PM3 THEN PMMAX = PM3
6000 IF PMMAX < PM4 THEN PMMAX = PM4
6010 NEXT I
6020 LOCATE 12, 2: PRINT "Maximum ortalama yük (N) :"
6030 LOCATE 12, 65: PRINT PMMAX
6040 A$ = "Max. Ortalama Yük": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
6050 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6060 COLOR 10,9:LOCATE 20,2:INPUT " PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ",EN
6070 GOTO 7240
6080 IF PMMAX < PMR3 THEN PMMAX = PMR3
6090 CLS : LOCATE 2, 32: PRINT "Alt program 7..."
6100 LOCATE 5,2:INPUT "Yükün ağırlık merkezine radyal uzaklığını gir(mm):h1:",H
6110 A$="Yükün Ağırlık Merkezine Radyal Uzaklığı":B$="h1":DG=H1:D$="mm"
6120 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6130 LOCATE 8, 2: INPUT "Konum açısını gir (dec.):Qd=", QD
6140 A$ = "Konum Açısı": B$ = "Qd": DG = QD: D$ = "Derece"
6150 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6160 Q = QD / (180 / 3.1415)
6170 LOCATE 8, 60: PRINT "Q=", Q
6180 A$ = "Konum Açısı": B$ = "Q": DG = Q: D$ = "Radyan"
6190 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6200 P1 = (W * COS(Q)) / 4 - (W * COS(Q) * L2) / (2 * L0) - (W * COS(Q) * L3) /
(2 * L1) + (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L0)
6210 P2 = (W * COS(Q)) / 4 - (W * COS(Q) * L2) / (2 * L0) - (W * COS(Q) * L3) /
(2 * L1) - (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L0)
6220 P3 = (W * COS(Q)) / 4 - (W * SIN(Q) * L2) / (2 * L0) + (W * COS(Q) * L3) /
(2 * L1) - (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L0)
6230 P4 = (W * COS(Q)) / 4 + (W * COS(Q) * L2) / (2 * L0) + (W * COS(Q) * L3) /
(2 * L1) + (W * SIN(Q) * H1) / (2 * L0)
6240 PT1 = (W * SIN(Q) * L3) / (2 * L0)
6250 PT2 = -(W * SIN(Q) * L3) / (2 * L0)
6260 PT3 = -(W * SIN(Q) * L3) / (2 * L0)
6270 PT4 = (W * SIN(Q) * L3) / (2 * L0)
6280 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
6290 IF P1 >= 0 THEN P1 = P1
6300 IF PT1 >= 0 THEN PT1 = PT1
6310 IF PT1 < 0 THEN PT1 = -PT1
6320 PE1 = P1 + PT1
6330 IF P2 < 0 THEN P2 = -P2
6340 IF P2 >= 0 THEN P2 = P2
6350 IF PT2 < 0 THEN PT2 = -PT2

```

```

6360 IF PT2 >= 0 THEN PT2 = PT2
6370 PE2 = P2 + PT2
6380 IF P3 < 0 THEN P3 = -P3
6390 IF P3 >= 0 THEN P3 = P3
6400 IF PT3 < 0 THEN PT3 = -PT3
6410 IF PT3 >= 0 THEN PT3 = PT3
6420 PE3 = P3 + PT3
6430 IF P4 < 0 THEN P4 = -P4
6440 IF P4 >= 0 THEN P4 = P4
6450 IF PT4 >= 0 THEN PT4 = PT4
6460 IF PT4 < 0 THEN PT4 = -PT4
6470 PE4 = P4 + PT4
6480 PEMAX = PEMAX
6490 PEMAX = PE4
6500 FOR I = 1 TO 4
6510 IF PEMAX < PE1 THEN PEMAX = PE1
6520 IF PEMAX < PE2 THEN PEMAX = PE2
6530 IF PEMAX < PE3 THEN PEMAX = PE3
6540 NEXT I
6550 LOCATE 10, 2: PRINT "Max. tekil eşdeğer yük (N) : PRINT PEMAX"
6560 LOCATE 10, 60: PRINT PEMAX
6570 A$ = "Max. Tekil eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
6580 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6590 PM1 = ((1 / (2 * LS)) * PE1 ^ N * LS) ^ (1 / N)
6600 PM2 = ((1 / (2 * LS)) * PE2 ^ N * LS) ^ (1 / N)
6610 PM3 = ((1 / (2 * LS)) * PE3 ^ N * LS) ^ (1 / N)
6620 PM4 = ((1 / (2 * LS)) * PE4 ^ N * LS) ^ (1 / N)
6630 PMMAX = PM4
6640 PMMAX = PM4
6650 FOR I = 1 TO 4
6660 IF PMMAX < PM1 THEN PMMAX = PM1
6670 IF PMMAX < PM2 THEN PMMAX = PM2
6680 IF PMMAX < PM3 THEN PMMAX = PM3
6690 NEXT I
6700 LOCATE 13, 2: PRINT "Max. ortalama yük:PMMAX=": LOCATE 13, 60: PRINT PMMAX
6710 A$ = "Max. Ortalama Yük": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
6720 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6730 COLOR 14,13:LOCATE 20,2:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ",EN
6740 GOTO 7240
6750 CLS : LOCATE 2, 32: PRINT "Alt program 8..."
6760 LOCATE 4, 2: INPUT "Radyal Kuvvet Uzaklığı(mm):L4:", L4
6770 A$ = "Radyal Kuvvet Uzaklığı": B$ = "L4": DG = L4: D$ = "mm"
6780 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6790 LOCATE 6, 2: INPUT "Yükün Ağırlık Merkezine Düşey Uzaklığı (mm):L5:", L5
6800 A$="Yükün Ağırlık Merkezine Düşey Uzaklığı":B$="L5":DG=L5:D$="mm"
6810 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6820 LOCATE 8,2:INPUT "Tepki kuvveti (N) :R1:", R1
6830 A$ = "Tepki Kuvveti": B$ = "R1": DG = R1: D$ = "Newton"
6840 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6850 LOCATE 10, 2: INPUT "Tepki kuvveti (N):R2:", R2
6860 A$ = "Tepki Kuvveti": B$ = "R2": DG = R2: D$ = "Newton"
6870 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6880 LOCATE 12, 2: INPUT "Tepki kuvveti (N):R3:", R3
6890 A$ = "Tepki Kuvveti": B$ = "R3": DG = R3: D$ = "Newton"
6900 PRINT #1, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
6910 P1 = (R1 / 2) * (L5 / L0)
6920 P1 = (R2 / 4) + (R2 / 2) * (L2 / L0)
6930 P2 = (R2 / 4) - (R2 / 2) * (L2 / L0)
6940 P1 = (R3 / 2) * (L3 / L1)
6950 P1T = (R1 / 2) * (L4 / L0)
6960 P1T = (R3 / 4) + (R3 / 2) * (L2 / L0)
6970 P2T = (R3 / 4) - (R3 / 2) * (L2 / L0)
6980 IF P1 < 0 THEN P1 = -P1
6990 IF P1T < 0 THEN P1T = -P1T
7000 PER1 = P1 + P1T
7010 PER2 = P1

```

```

7020 PER3 = P1 + P1T
7030 PEMAX = PER3
7040 FOR I = 1 TO 2
7050 IF PEMAX < PER3 THEN PEMAX = PER3
7060 NEXT I
7070 LOCATE 15, 2: PRINT "Max. tekil eşdeğer yük (N) : Pemax ="
7080 LOCATE 15, 65: PRINT PEMAX
7090 A$ = "Max. Tekil eşdeğer Yük": B$ = "PEMAX": DG = PEMAX: D$ = "Newton"
7100 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
7110 PMR1 = .75 * PER1
7120 PMR2 = .75 * PER2
7130 PMR3 = .75 * PER3
7140 PMMAX = PMR3
7150 FOR I = 1 TO 3
7160 IF PMMAX < PMR1 THEN PMMAX = PMR1
7170 IF PMMAX < PMR2 THEN PMMAX = PMR2
7180 NEXT I
7190 LOCATE 18, 2: PRINT "Max.ortalama yuk(N):PMMAX=";
7200 LOCATE 18, 65: PRINT PMMAX
7210 A$ = "Max. Ortalama Yük": B$ = "PMMAX": DG = PMMAX: D$ = "Newton"
7220 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
7230 COLOR 3:LOCATE 22,2:INPUT " PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ", ENTER
7240 COLOR 10,9:CLS:LOCATE 1,2:INPUT"Pon yuku girilecek mı (E/H):",CEV$:COLOR 1
7250 IF CEV$ = "E" OR CEV$ = "e" THEN GOTO 7260 ELSE GOTO 7730
7260 COLOR 14,13:BEEP:LOCATE 2,2:PRINT "ÖN YÜKLEME FAKTÖRÜ (K) TABLOSU":COLOR 1
7270 LOCATE 3, 2: PRINT "
7280 LOCATE 4, 2: PRINT "
7290 LOCATE 5, 2: PRINT "
7300 LOCATE 6, 2: PRINT "
7310 LOCATE 7, 2: PRINT "
7320 LOCATE 8, 2: PRINT "
7330 LOCATE 9, 2: PRINT "
7340 LOCATE 10,2: PRINT "
7350 LOCATE 11,2: PRINT "
7360 LOCATE 12,2: PRINT "
7370 LOCATE 13,2: PRINT "
7380 LOCATE 14,2: PRINT "
7390 LOCATE 15,2: PRINT "
7400 LOCATE 16,2: PRINT "PEMAX="; PEMAX
7410 PONMIN% = PEMAX /2.8: PONMAX%= PEMAX/.5
7420 COLOR 10,9:LOCATE 17, 2: PRINT "PON değeri "; PONMIN%; " ile "; PONMAX%; "
arasında seçilmelidir":COLOR 15
7430 LOCATE 18, 2: INPUT "On yuklemeyi giriniz(N) PON: PON=", PON
7440 IF PEMAX / PON >= .5 AND PEMAX / PON <= 2.8 THEN 7470 ELSE 7260
7450 A$ = "Ön yükleme": B$ = "PON": DG = PON: D$ = "Newton"
7460 PRINT #2, A$; TAB(51); B$; TAB(61); DG; TAB(71);
7470 LOCATE 19, 2: PRINT "PEMAX/PON Degeri :pemax/pön="; PEMAX / PON
7480 IF PEMAX / PON <= .5 THEN K = .5
7490 IF PEMAX / PON > .5 AND PEMAX / PON <= .9 THEN K = .54
7500 IF PEMAX / PON > .9 AND PEMAX / PON <= 1.2 THEN K = .56
7510 IF PEMAX / PON > 1.2 AND PEMAX / PON <= 1.6 THEN K = .58
7520 IF PEMAX / PON > 1.6 AND PEMAX / PON <= 2 THEN K = .6
7530 IF PEMAX / PON > 2 AND PEMAX / PON <= 2.4 THEN K = .62
7540 IF PEMAX / PON > 2.4 THEN K = .64
7550 LOCATE 20, 2: PRINT "On yukleme faktoru:K="; K
7560 A$ = "Ön Yükleme Faktörü": B$ = "K": DG = K: D$ = ""
7570 PRINT #2, A$; TAB(48); B$; TAB(59); DG; TAB(72); D$
7580 LOCATE 21, 2: PRINT "Ön yükle. 1. formül PON1=PON+(K*FW*PON):"
7590 PON1 = PON + (K * FW * PON)
7600 LOCATE 21, 60: PRINT PON1
7610 LOCATE 22, 2: PRINT "Ön yükleme 11.formül PON2=PON*FW:"
7620 PON2 = PON * FW
7630 LOCATE 22, 60: PRINT PON2
7640 PEMAX = PEMAX
7650 FOR I = 1 TO 3
7660 IF PEMAX < PON1 THEN PEMAX = PON1

```

PEMAX / PON = 0.5	K = 0.5
PEMAX / PON = 0.9	K = 0.54
PEMAX / PON = 1.6	K = 0.58
PEMAX / PON = 2	K = 0.60
PEMAX / PON = 2.4	K = 0.62
PEMAX / PON = 2.8	K = 0.64

```

7670 IF PEMA< P0N2 THEN PEMA = P0N2
7680 NEXT I
7690 LOCATE 23,2:PRINT "PEMA":LOCATE 23,60:PRINT PEMA
7700 A$="Ön Yükleme li Tekil Eşdeğer Yük":B$="PEMA":DG=PEMA:D$="Newton"
7710 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
7720 LOCATE 21,2:INPUT "PROGRAM DEVAM EDİYOR ENTER'e BASINIZ ", ENTER
7730 CLS:LOCATE 1,2:PRINT " "
7740 COLOR 11:LOCATE 2,2:PRINT "Yuvarlanma elemanı küresel bıya N=3"
7750 LOCATE 3,2: PRINT " "
7760 IF N = 3 THEN GOTO 7770 ELSE GOTO 7820
7770 LOCATE 4, 2: PRINT "Nominal ömür hesabı (km) L ":
7780 L = ((FH * FT * FC * C) / (FW * PMMAX)) ^ (N) * 50
7790 LOCATE 5,2:PRINT "Nominal ömür(km)L=((fh*ft*fc*c)/(fw*pmmax))^(n)*50:L="; L
7800 A$ = "Nominal ömür": B$ = "L": DG = L: D$ = "km"
7810 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
7820 LOCATE 7,2:PRINT " "
7830 COLOR 14:LOCATE 8,2:PRINT "Yuvarlanma elemanı silindirik makara N=3.333"
7840 LOCATE 9,2:PRINT " "
7850 IF N = 3.333 THEN GOTO 7860 ELSE GOTO 7900
7860 L = ((FH * FT * FC * C) / (FW * PMMAX)) ^ (N) * 100
7870 LOCATE 10,2:PRINT"Nominal ömür(km)L=((fh*ft*Fc*C)/(fw*Pmmax))^(n)*100:L=";
L
7880 A$ = " Nominal ömür": B$ = "L": DG = L: D$ = "km"
7890 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
7900 LOCATE 12,2: PRINT "Nominal ömür zaman cinsinden (saat) Lh ":
7910 LH = (L * 1000) / (VM * 60)
7920 LOCATE 13,2: PRINT "Ortalama hızı (vm) göre nominal ömür(saat):LH=";LH
7930 LH = (L * 1000) / (2 * LSM * N1 * 60)
7940 LOCATE 15,2:PRINT "Dakikadaki ardışık hareket sayısına göre (N1) nominal ömür(saat):LH=";LH
7950 A$="Dak. Ardışık Har. Sayısına Göre Nom. Ömür":B$="Lh":DG=LH:D$="saat"
7960 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
7970 A$ = "Ortalama Hıza Göre Nominal Ömür": B$ = "Lh": DG = LH: D$ = "saat"
7980 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
7990 EST = (FC * C0) / PEMA
8000 LOCATE 17, 2: PRINT "Tasarım güvenlik faktörü :fst=(fc*C0)/pemax:Fst=";FST
8010 A$ = "Tasarım Güvenlik Faktörü": B$ = "fst": DG = FST: D$ = ""
8020 PRINT #2, A$, TAB(48); B$, TAB(59); DG; TAB(72); D$
8030 LOCATE 23,2:INPUT "DHS VERİ GİRDİLERİNE GÖRE ÖMÜR HESABI TASARIMI TAMAMLANMIŞTIR ENTERE BASINIZ", ENTER
8040 CLOSE #1
8050 CLOSE #2
8060 CLS:LOCATE 3,2:INPUT"DHS veri ve hesap görüntüsü istiyormusunuz?(E/H):",CEV$
8070 IF (CEV$ = "E") OR (CEV$ = "e") THEN 8090
8080 END
8090 INPUT "YAZICIDAN ÇIKTI ALACAK MISINIZ ? (E/H):", CEV$
8100 IF (CEV$ = "H") OR (CEV$ = "h") THEN X = 0
8110 IF (CEV$ = "E") OR (CEV$ = "e") THEN X = 1
8120 CLS
8130 PRINT "KULLANICI TARAFINDAN GİRİLEN DEGERLER":PRINT
8140 IF X=1 THEN LPRINT "KULLANICI TARAFINDAN GİRİLEN DEGERLER":LPRINT
8150 OPEN "1", #1, "VERILER"
8160 INPUT #1, A$: PRINT A$
8170 IF X = 1 THEN LPRINT A$
8180 FOR I11 = 1 TO 500
8190 IF EOF(1) THEN GOTO 8240
8200 INPUT #1, A$
8210 PRINT A$
8220 IF X = 1 THEN LPRINT A$
8230 NEXT I11
8240 CLOSE #1
8250 INPUT "DEVAM ETMEK İÇİN ENTER E BASINIZ", JKKDSF
8260 IF X = 1 THEN LPRINT:LPRINT :LPRINT
8270 CLS
8280 PRINT "PROGRAM TARAFINDAN HESAPLANAN DEGERLER"
8290 IF X=1 THEN LPRINT "PROGRAM TARAFINDAN HESAPLANAN DEGERLER":LPRINT
8300 OPEN "1", #2, "ÇIKTILAR"
8310 FOR I11=1 TO 500
8320 IF EOF(2) THEN GOTO 8370
8330 INPUT #2,A$
8340 PRINT A$
8350 IF X=1 THEN LPRINT A$
8360 NEXT I11
8370 CLOSE #2
8380 INPUT "DEVAM ETMEK İÇİN ENTER TUSUNA BASINIZ", KNEDES

```