

T. C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**V-KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARINDA
GERGİ KUVVETİNİN KAYMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

**SEVSEN KAYHAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2005**

T. C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**V-KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARINDA GERGİ KUVVETİNİN
KAYMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

SEVSEN KAYHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONYA, 2005

T. C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**V-KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARINDA GERĞİ KUVVETİNİN
KAYMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

SEVSEN KAYHAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 14.12.2005 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Oybirliğı / Oyçokluğu İle
Kabul Edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin İMREK

(Danışman)

Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR

(Üye)

Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ

(Üye)

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

V-KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARINDA GERGİ KUVVETİNİN KAYMA ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Sevsen Kayhan

Selçuk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin İMREK

2005, 77 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR

Yrd.Doç.Dr.Yusuf YILMAZ

Yapılan bu deneysel çalışmada V kayış kasnak mekanizmalarında gergi kuvvetlerinin kayma üzerindeki etkisi incelenmiştir. Deneyler, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesinde hazırlanmış olduğumuz kayış kasnak mekanizması deney tesisatında yapılmıştır. Deneylerde 17*3200 ölçülerinde Derby markalı kayış kullanılmıştır.

Değişik frenleme momentleri ve gerdirmeye kuvvetleri karşısında kasnak hızları ölçülmüş ve hız verileri yardımıyla kayma miktarları hesaplanmıştır. Deneyler esnasında sisteme hidrolik pompa ve kısıcı yardımıyla 5'er bar aralıklarla 0'dan 40 bar'a kadar değişen değerlerde momentler uygulanmıştır. Çalışma hız aralıkları ise 500 d/dak, 1000 d/dak ve 1450 d/dak 'dır. Sisteme uygulanan gerdirmeye kuvvetleri ise 50 N, 200 N ve 500 N'dur.

Yapılan deneyler sonucundaki kayıftaki kayma miktarının gerdirme kuvvetinin artmasıyla azaldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle V kayış kasnak mekanizmalarında kayma miktarının minimuma indirilmesi için kayışın uygun gerginlikte olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: V-kayış kasnak mekanizmaları, V-kayış kasnak mekanizmalarında kayma, kayma faktörü, çekme faktörü

ABSTRACT

MS Thesis

INVESTIGATION OF TENSION FORCES EFFECTS ON SLIDING AT V-BELT DRIVING MECHANİSM

Sevsen Kayhan

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Mechanical Engineering Department

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Hüseyin İMREK

2005, 77 Pages

Jury: Prof. Dr. Ali ÜNÜVAR

Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

In this study sliding at the V-belt driving mechanism was investigated by this experimental study. Experiments were done by using v-belt driving mechanism test installation which was prepared in the Selcuk University Engineering faculty 17x3200 Derby v-belt was used at these experiments pulley speeds against various breaking moments and tension forces were measured so by forces were measured so by speed dates sliding amounts were calculated. During these trials by a hydraulic pump and a choking pressures from 0 to 40 bars by 5 bars were applied to the system. Working speed ranges were 500 rpm – 1000 rpm and 1450 rpm. The tension forces which were applied to the system were 50N, 200N and 500N.

As a result by trials sliding amount at the v-belt was realized that decrease when the tension force is increased. Therefore v-belt should be tension via a suitable force to minimize the sliding at the v-belt driving mechanism.

Keywords: V -belt driving mechanism, sliding at v-belt driving mechanism, sliding factor, tension factor.

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında hiçbir yardımını esirgemeyen bana her konuda yardımcı olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin İmrek'e , deneylerimin yapılmasında kullandığım Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü atölyesi çalışanlarına, deney tesisatımın hazırlandığı Kayahan Hidrolik Makine End. Tic. AS. ve çalışanlarına, deney tesisatımın gereçlerinde bana yardımcı olan Taralsa Ray Tartı Sistemleri San. Tic. AŞ. ve Endüstriyel Elektronik'e ve Kamil Babacan'a, ayrıca yaptığım çalışmada büyük emeği geçen ve bana her zaman destek olan sevgili aileme ve sonsuz teşekkür ederim.

Kasım 2005

Sevsen Kayhan
Makine Müh.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xi
TABLolarIN LİSTESİ	xiv
SİMGELER	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	2
3. KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARI	4
3.1. Kayış kasnak Mekanizma Çeşitleri	4
3.1.1. Düz Kayış Mekanizmaları	4
3.1.2. Dişli Kayış Mekanizmaları	5
3.1.3. V Kayış Mekanizmaları	5
3.1.3.1. Bantlı V-Kayışları	5
3.1.3.2. Sonsuz V-Kayışları	6
3.1.3.3. Dar V-Kayışları	6
3.1.3.4. Ekli V- Kayışları	6
3.1.3.5. Geniş V-Kayışları	7
3.1.3.6. Çok Profilli V-Kayışları	7

3.2. Kayış Kasnak Mekanizması Geometrisi	8
3.2.1. Temas Açısı	8
3.2.2. Merkezler Arası Mesafe Ve Kayış Uzunluğu	9
3.3. Kayış Kollarında Meydana Gelen Kuvvetler	10
3.3.1. Çekme Kuvvetleri	11
3.3.2. Merkezkaç Kuvvetler ve Gerilmeler	20
3.3.4. Eğilme Gerilmeleri	21
3.3.5. Toplam Gerilmeler	22
4. V KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARINDA KAYMA	24
4.1. Kayma Olayının Basit Tanımı	24
4.1.1. Kayma Olayı İle İlgili Matematiksel İfadeler	25
4.1.2 Kayma Olayı İle İlgili Yeni Yaklaşımlar	27
4.1.2.1. Şekilsel Uyum	28
4.1.2.2. Kayma Şekil Değiştirmesi	31
4.1.2.3. Eğilme Rijitliği	37
4.2. V Kayış Kasnak Mekanizmalarında Kayma	44
4.3. Sürtünme ve Sürtünme Kuvveti	46
4.3.1. Kuru Sürtünme Mekanizması	47
4.3.2. Akışkan Sürtünmesi	50
4.3.3. Sınır Sürtünmesi	51
4.3.4. İç Sürtünme	51
4.3.5. Polimer- katı arası sürtünme	52
5. Materyal Metod	60

5.1. Deney Tesisatı	54
5.2. Deneyin Yapılışı	57
5.3. Deneysel Bulgular	58
5.4. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma	72
6. SONUÇLAR	74
7. KAYNAKLAR	76
8. EKLER	77

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

ŞEKİLLER	SAYFA
Şekil 3.1	Kayış kasnak mekanizmaları 4
Şekil 3.2	Kayış mekanizması geometrik şekli 8
Şekil 3.3	Kayış kollarında meydana gelen kuvvetler 10
Şekil 3.4	Düz ve V kayışlarda ön gerilme kuvveti 12
Şekil 3.5	V kayıştaki kuvvetlerin geometrisi 14
Şekil 3.6	Kayış kasnak mekanizmasına kayış kollarında oluşan kuvvetler 15
Şekil 3.7	Kayma durumu 16
Şekil 3.8	Kayış kasnak mekanizmasında kayışta meydana gelen gerilmeler 22
Şekil 4.1	Döndüren kasnakta iletilen çevresel kuvvetin büyüklüğüne göre $(F_{t2} > F_{t1})$, yapışma ve kayma yayının değişimi 25
Şekil 4.2	V kayışına etkiyen kuvvet ve basınçlar 29
Şekil 4.3	Kayış boyunca oluşan kayma şekil değiştirmesi 31
Şekil 4.5	Güç ileten V kayış-kasnak mekanizması 41
Şekil 4.6	V kanalında sonsuz küçük kayışın hareketi 46
Şekil 4.7	Sürtünme kuvvetleri ve sürtünme katsayısı 48
Şekil 4.8	Akışkan sürtünmesi 50
Şekil 4.9	İç sürtünme ile oluşan histerezis 52
Şekil 4.10	Polimer-katı moleküler temasının hareketi 52
Şekil 4.11	Kauçuk-demir arasında sıcaklığa bağlı sürtünme kuvvetinin 53

değişimi

Şekil 5.1	Deney tesisatının şematik görünüşü	56
Şekil 5.2	Deney tesisatının görünümü	57
Şekil 5.3	$n = 500$ d/dak, $F_n = 100$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	65
Şekil 5.4	$n = 500$ d/dak, $F_n = 200$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	65
Şekil 5.5	$n = 500$ d/dak, $F_n = 500$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	66
Şekil 5.6	$n = 1000$ d/dak, $F_n = 100$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	66
Şekil 5.7	$n = 1000$ d/dak, $F_n = 200$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	67
Şekil 5.8	$n = 1000$ d/dak, $F_n = 500$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	67
Şekil 5.9	$n = 1450$ d/dak, $F_n = 100$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	68
Şekil 5.10	$n = 1450$ d/dak, $F_n = 200$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	68
Şekil 5.11	$n = 1450$ d/dak, $F_n = 500$ N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki	69
Şekil 5.12	$n = 500$ d/dk hız için farklı ön gerilme kuvvetlerinin kayma faktörlerinin karşılaştırılması	70

Şekil 5.13 $n = 1000$ d/dk hız için farklı ön gerilme kuvvetlerinin kayma faktörlerinin karşılaştırılması 70

Şekil 5.14 $n = 1450$ d/dk hız için farklı ön gerilme kuvvetlerinin kayma faktörlerinin karşılaştırılması 71

TABLULARIN LİSTESİ

TABLULAR		SAYFA
Tablo 4.1	Eksenel yükün hesaplanmasında kullanılan $\sqrt{\frac{S_0}{F_{0a}}}$ değerleri	43
Tablo 5.1	n = 500 d/dak, Fn = 100 N için hesaplanan değerler	60
Tablo 5.2	n = 500 d/dak, Fn = 200 N için hesaplanan değerler	60
Tablo 5.3	n = 500 d/dak, Fn = 500 N için hesaplanan değerler	61
Tablo 5.4	n = 1000 d/dak, Fn = 100 N için hesaplanan değerler	61
Tablo 5.5	n = 1000 d/dak, Fn = 200 N için hesaplanan değerler	62
Tablo 5.6	n = 500 d/dak, Fn = 500 N için hesaplanan değerler	62
Tablo 5.7	n = 500 d/dak, Fn = 100 N için hesaplanan değerler	63
Tablo 5.8	n = 1000 d/dak, Fn = 200 N için hesaplanan değerler	63
Tablo 5.9	n = 1450 d/dak, Fn = 500 N için hesaplanan değerler	64

SİMGELER

SİMGE	AÇIKLAMA
F_N	Normal kuvvet
F_S	Sürtünme kuvveti
μ	Sürtünme katsayısı
A	Temas yüzey alanı
σ_{ko}	Kopma mukavemeti
τ_{km}	Kesme mukavemeti
τ_{ko}	Kayma mukavemeti
R_{t1} ve R_{t2}	Yüzeylerin maksimum yüzey pürüzlülüğü
M_{sr}	Yuvarlanma sürtünme momenti
f	Yuvarlanma sürtünmesinin kolu
μ_r	Yuvarlanma sürtünme katsayısı
α	Konik yüzey açısı
μ_{adh}	Adhezyon sürtünme katsayısı
μ_{def}	Deformasyon sürtünme katsayısı
μ_s	Statik sürtünme katsayısı
a	Merkezler arası mesafe
β	Temas açısı
λ	Çekme faktörü
U	Kayma hızı

W	Normal yük
V_h	Aşınma hacmi
h_a	Aşınan bu tabakanın kalınlığı
A_a	Aşınma alanı
p	Temas yüzeylerinde meydana gelen basınç
p_m	Ortalama yüzey basıncı
p_{em}	Emniyet yüzey basıncı
s	Kayma faktörü
ϕ_s	Statik sürtünme açısı

1.GİRİŞ

Kayış kasnak mekanizmaları bir milden diğere mile güç iletmek için kullanılan makine elemanlarıdır. Bu mekanizmalar iki mil üzerine bağılı kasnaklar ile bunlar üzerine sarılan bükülebilir elastik bir elemandan meydana gelirler. Güç iletimi kuvvet bağı veya şekil bağı ile gerçekleştirilir.

Kayışlar birden çok güç gereksinimi olan birime güç ileten, aynı zamanda hız düşürücü, darbe sönümleyici ve aşırı yük düzenleyici olarak da görev yapan, çok yönlü ve pahalı olmayan makine elemanlarıdır. Büyük yükleri, ani yük artışlarını sönümleyerek iletebilirler. Kayma kabiliyetleri aşırı yüklemeye mani olur. Kayış ömrünün yüksek olması için, belirli gerilme sınırları içinde ve malzeme ömrüne uygun ortamlarda çalıştırılmalıdır.

Kuvvet bağı ile güç ileten düz ve V-kayış kasnak mekanizmalarında kasnak ile kayış arasında küçük de olsa önlenmesi mümkün olmayan bir kayma meydana gelir. Kayış kasnak arasındaki bu kısmi kaymalar nedeniyle tam ve sabit bir çevrim oranı sağlanamaz. Kayış kasnak mekanizmalarında hareketin iletilebilmesi için gerdirme kuvvetine ihtiyaç duyulur. Bu gerdirme kuvvetinin etkisi altında miller ve yataklar ek bir zorlamaya maruz kalırlar. Mekanizmadan yüksek bir verim elde etmek için mekanizmanın uygun gerginlikte olması gereklidir.

Kayış kasnak mekanizmaları oldukça geniş hız ve güç bölgesinde kullanılırlar. Yapılan bu çalışmada V-kayış kasnak mekanizmalarında kaymanın iletilen güç ve gergi kuvveti ile değişimi incelenmiştir.

Çalışma esnasında sistem üzerine hidrolik frenleme mekanizması yardımıyla değişik tork değerleri ve gergi kuvvetleri uygulanmış ve bu değerler karşısındaki kayma miktarları tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda tork, gergi kuvveti ve kayma miktarları arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş. Gergi kuvveti arttıkça kayma miktarının azaldığı gözlemlenmiştir.

2.KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yapılan kaynak araştırmasında konu ile ilgili çalışmalar tespit edilmiş ve aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

Firbank (1970), yaptığı çalışmada kayışın güç iletimini bir çekme elemanı ile kasmağa uyum sağlayacak yumuşak bir kauçuk kaplamadan oluştuğunu göz önüne alarak; kayıştaki çekme gerilmelerinin, mekanizmanın davranışını tayin eden önemli bir etken olduğunu ve bu olayında kayışın boyca uzamasına dayanan geleneksel sürünme olayına ters olduğunu belirlenmiştir.

Gerbert (1975), çalışmalarında deneysel olarak elde ettiği güce karşılık gelen kayma eğrilerinde belli bir ön gerilme için, düşük güç değerlerinde kaymanın iletilen güç ile doğrusal olarak arttığını belirtmiştir.

Belofsky (1976), çalışmasında V kayışlarda sürtünmeli güç iletim teorisi üzerinde çalışmış ve lineer kayma rejiminde, gerilim oranını önermiştir. Sürtünme katsayısı ve yanal basınç arasındaki değişik matematiksel ilişkileri açıklamıştır.

Oliver ve ark. (1976), yaptıkları çalışmada kayış kasnak mekanizmaları için yeni bir kullanım ömür tahmini üzerinde çalışmışlar ve V-kayışlarında kayış gerginlik aralığının yorulma üzerine etkisi için formül geliştirmişlerdir.

Gerbert (1981), çalışmasında bir V kayışının yiv içine yerleşmesini; kama açısına, sürtünmeye, kayışın elastisitesine ve kayış dizaynına bağlı olduğunu tespit etmiştir. V kayış mekanizması teorisinden hesaplanan aksenal kuvvetlerin basit formüllerle mümkün olamayacağını, bununla beraber yaklaşık formüllerin geliştirildiğini belirlemiştir. Bir yay yüklü kasnak ve bir rijit kasnaktan oluşan değişken hızlı bir mekanizmada mevcut iki tür hız kaybının var olduğunu, kayış ve kasnak arasında alışılmış kaymanın dışında yaylı yüklenmiş kasmağın çok az aksenal hareketi sebebiyle ek bir hız kaybının olduğunu tespit etmiştir. Kayışla kasnak arasında eğrilik sebebiyle temas geometrik yayının gerçekte olması gerekenden farklı olduğunu belirtmiştir.

Dolan ve ark. (1985), çalışmalarında döndüren ve döndürülen kasnak arasındaki açığı büyüterek maksimum gergi oranı elde etmiştir. Kayış kasnak mekanizmalarında en iyi verimi elde etmek için mekanizmanın uygun gerginlikte olması gerektiğini yaptıkları çalışmalarda açıklamışlardır.

Alciatore ve ark (1989), çalışmalarında kayış kasnak mekanizmalarında elastik gerilmeden dolayı meydana gelen kayma olayını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kayışta oluşan kaymanın sonucunda oluşan deformasyonların, kayış kasnak mekanizmasının güç iletme kabiliyetini olumsuz yönde etkilediğini açıklamışlardır.

Peeken ve ark. (1989), yaptıkları çalışmalarında statik olarak yüklenmiş kayış kasnak mekanizmalarında çalışma koşulları ve güç kayıplarına ilişkin bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmalarda ısı faktörünü de yüzeysel olarak incelemişlerdir.

Hansson (1990), bu çalışmada kayış açılarının hesabı üzerine çalışmış ve sonuçlarını grafik şeklinde vermiştir. Basınç dağılımının büyük oranda kasnak çapına bağlı olduğunu göstermiştir. Ayrıca kayış ve kasnak arasındaki basınç dağılımını, tork kapasitesini incelemiştir.

Rubin (2000), çoklu kasnak sistemlerinde kayma teorisini incelemiştir ve kayışı elastik uzayabilir şerit şeklinde modellenmiştir. Doğrusal olmayan sabit durum denkleminin çözümü ile elastik uzama, Coulomb sürtünmesi ve kayış kasnak arasındaki sürtünmeden kaynaklanan güç kaybını incelemiştir.

Shieh ve ark. (2001), V kayış kasnak sisteminde kayış ile kasnağın birbirine temas eden yüzeylerindeki açısız hızın üç boyutlu sürtünme temas hareketlerindeki etkisi incelenmiştir. Sürtünmeden kaynaklanan sorunların giderilmesi için üç boyutlu sonlu bir unsur geliştirmiştir.

3. KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARI

3.1.Kayış Kasnak Mekanizma Çeşitleri

Kayış kasnak mekanizmaları, kayışın kesitine göre; düz kayış mekanizmaları, V-kayış mekanizmaları ve dişli kayış mekanizmaları olarak üç grupta incelenebilir.

(Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Kayış kasnak mekanizmaları

3.1.1. Düz kayış mekanizmaları:

Silindirik kasnaklar üzerinde çalışmak için tasarlanmış ince ve düz bant şeklindeki kayışlar düz kayış olarak adlandırılırlar. Büyük kuvvetlerin iletilmesinde, eksenler arası mesafenin büyük olması durumunda, yüksek kayış hızlarında düz kayış kasnak mekanizmaları kullanılır.

Düz kayışlar geniş bir hız ve moment bölgesinde kullanılırlar. Çevre hızının 45m/s den ve iletilen gücün 400 KW tan büyük olması durumunda kullanılacak kayış kasnak mekanizması, düz kayışlardır. Düz kayış kasnak mekanizmaları ön gerilme kuvvetindeki değişmelere, V kayış kasnak mekanizmalarına göre daha hassastır. Düz kayışların, düşük maliyeti ve esnekliği diğer kayış tiplerine göre daha avantajlıdır.

Düz kayış kasnak mekanizmalarında kullanılan kayış tipleri şunlardır

- Kösele kayışlar
- Kauçuklu düz kayışlar
- Balata düz kayışlar
- Naylon takviyeli kayışlar

3.1.2. Dişli kayış mekanizmaları:

Dişli kayışlarda güç iletimi şekil bağı ile sağlanır. Dişli kayışla kasnak arasında kayma yoktur. Bu dişlilere bir nevi elastik malzemedен yapılmış zincir mekanizması da denebilir. Dişli zincirlere yakın güç kapasitesi ile düz kayışların yüksek hız karakteristiklerine sahip bir kayış türüdür.

3.1.3. V kayış mekanizmaları:

V kayış mekanizmaları, üzerine iki ve ya daha çok V yivi açılmış kasnağa sarılan trapez kesitli, esnek, sonsuz kayışların birleşimidir. V kayış ile kasnak arasındaki sürtünme bağı kayışın yan yüzeylerin kama etkisi ile elde edilir. Kayışa küçük bir ön gerilme verilmesi durumunda büyük normal kuvvet F_n ve böylece iyi bir sürtünme bağı elde edilir. V kayışlar kendi içerlerinde sınıflara ayrılır.

3.1.3.1. Bantlı V-kayışları:

Çoğu mekanizmalar için çoklu V kayışları güvenilir ve sorunsuzdur. Bununla beraber sürekli veya darbeli yükler etkileyen bazı makineler üzerinde, V kayışları yanlamasına, birbirine çarpma, hatta makaralar üzerinden fırlama ve hızlı yıpranmaya neden olan dönme etkisi ve belli bir açı altında kasnağa girme nedeniyle güvenli değildirler. Bu tip sakıncaları önlemek için çoklu V kayışları geliştirilmiştir.

3.1.3.2. Sonsuz V-kayışları:

Bunlar belirli uzunluklarda uçsuz olarak kalıplanır ve imal edilirler. Bunları, biri çekici, diğeri ise kasnak yüzeyine oturucu diye iki kısma ayırabiliriz. Yükü karşılayan çekici kısım kayış profilinin üst kısmında bulunan kord ismi verilen iplerdir. Alt taraftaki kauçuklu tabaka V kayışına elastikiyet verir.

Sonsuz V-kayışlarının kullanıldığı yerlerde eksen aralığı ayar edilebilmektedir. Böylelikle V kayışını aşırı zorlamadan yerine takmak ve iyi bir gergi ayarı yapmak mümkün olur. İlk kullanılma devresinde %3 'e kadar bir uzama meydana geldiğinden gergi ayarının yapılabilmesi çok önemlidir.

3.1.3.3. Dar V-kayışları:

Zamanla, normal V-kayışlarının kesitlerinin ufak bir kısmı ile bütün yükü taşıdıkları anlaşılmış ve bu kısımlar alınarak daha ufak kesitli dar V kayışları meydana getirilmiştir. Birden fazla konik çalıştırılan mekanizmalarda kuvvetin eşit olarak bütün kayışlara dağıtılması gereklidir. Bu nedenle uzunluk farklarının belirli bir sınırın içinde kalması gereklidir. Bu nedenle kayış boyları hassas olarak aynı şartlar altında ölçülmelidir.

Dar V-kayışları aynı kapasitedeki normal kayışlardan daha küçük kesit alanına sahip oldukları için daha az yer kaplarlar. Daha hafif oldukları için merkezkaç kuvvetler daha azdır. Dolayısıyla daha yüksek hızlarda çalışabilirler. Kesit alanlarına oranla daha büyük dış yüzeye sahiptirler. Böylece daha iyi ısı vererek normal V-kayışlara oranla daha az ısınır. Yüksek bükülme kabiliyetlerinden dolayı, daha yüksek bükülme frekansına dayanıklıdır (Derby 1974).

3.1.3.4. Ekli V-kayışları:

Bunlar uzun kolonlar şeklinde imal edilirler ve piyasada kangal şeklinde bulunurlar. Bunların uçlarını bağlama için atölyelerde delikler açılırken kayışlar birçok

kez zedelendikleri için imalatçılar bunu genellikle delikli yaparlar. Bu delikler yüzünden kayışların kesitleri zayıfladıkları için ekli V-kayışların bütün kesiti daha kuvvetli yapılmalıdır. Kıvrılarak sarılmış bir bez şerit kauçuğun içinde vulkanize edilerek ekli V-kayışları meydana getirilir. Bu yüzden bu kayışlar daha serttir ve çalışmada sonsuz V-kayışları kadar küçük kasnaklarda çalışamazlar. (Akkurt 1987)

3.1.3.5. Geniş V-kayışları:

Bunlar kademesiz hız ayar mekanizmalarıyla güç iletiminde kullanılırlar. Bu kayışlar normal ve dişli olmak üzere iki ayrı şekilde imal edilirler. α kanal açıları standartlaştırılmamıştır. Normal tipler için $\alpha = 34^\circ$ 'de iyi sonuçlar alınmıştır. Dişli tiplerde çeşitli imalatçılarca $\alpha = 25^\circ, 27^\circ, 28^\circ, 30^\circ$ olarak uygulanmaktadır.

3.1.3.6. Çok profilli V-kayışları:

Düz bir kayışın altına V şeklindeki profiller bağlanırsa birçok V profili olan bir kayış meydana gelir. Bu kayışların normal V kayışlara göre bazı üstünlükleri vardır. Kayışın üst kısmındaki çekici ipler bir düz kayışın yüksek çeki kuvvetini, alttaki v şeklindeki kaburgalar ise bir konik kayışın özelliğini verirler. Bu kayışta $i = 40:1$ ' e kadar çok yüksek çevrim oranları iletebilirler. Bu kayışların imal edildikleri temel malzeme neoprene olup yüksek çeki direncinden başka, yağlara karşı dayanıklılığı da yüksektir.

Neoprenenin bu özelliğinden faydalanılarak birkaç V-kayışının üzerine bir neoprene şeridini kaynatmak ve kayışları yağdan korumak mümkündür. Kaynak edilmiş olan neoprene şeridi kayışların çeki mukavemetini arttırmaz. Ancak bunları yağdan korur ve yuvalarında yan dönmeleri önler (Hansson 1989).

3.2. Kayış Kasnak Mekanizması Geometrisi

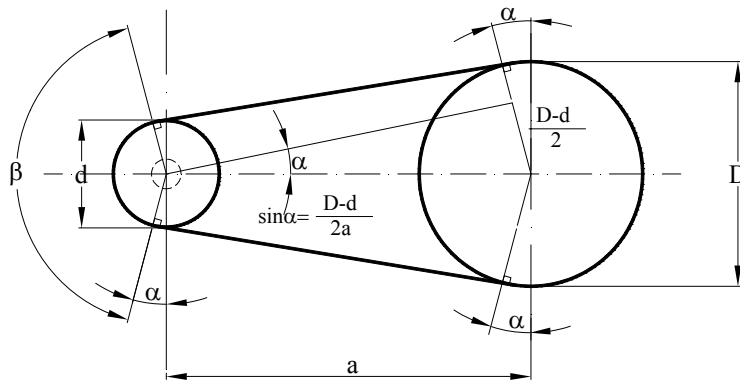
3.2.1. Temas açısı:

Düz kayışlar için "D" ve "d" makara çaplarıdır. V kayışlar için bunlar, bölüm dairesi çapını temsil eder. "a" merkezler arası mesafedir. "β" temas açısıdır ve $180 \pm 2\alpha$ ile değişir (Gerbert 1975).

Yaklaşık olarak;

$$\beta = \pi - 2\alpha = \pi - \frac{D-d}{a} \quad (\text{rad}) \quad (3.1)$$

β en çok 180° olabilir. Temas açısı kayışların güç iletim yeteneğini belirleyen birkaç etkenden birisidir. Bunun kabaca alt sınırı 150 derecedir. Bu değer altında, gerilme ve kaymanın artışı ile ömrün azalması sonucu beklenmelidir. β'nın sınırı da merkezler arası mesafe a'yı bir alt sınıra zorlar. a nasıl azalır, β' da öyle azalır. Bunun tersi olarak; verilen bir merkezler arası mesafede, erişilebilir hız oranı için bir uygulama sınırı olacaktır.



Şekil 3.2. Kayış mekanizması geometrik şekli

3.2.2. Merkezler arası mesafe ve kayış uzunluğu:

Daha küçük merkezler arası mesafe mekanizmanın az yer işgal etmesi ve çalışma dengesi bakımından tercih edilir. Minimum merkezler arası mesafe, kasnak çaplarının fiziksel boyutlarıyla ve min. sarım açısı ($\beta= 150^\circ$) ile sınırlıdır. Maksimum merkezler arası mesafe, yalnızca standart kayış uzunluğu ile sınırlıdır.

Merkezler arası mesafe bilinmediği zaman; aşağıdaki gibi başlangıç hesaplarıyla tahmin edilebilir (Gerbert 1975).

Yaklaşık eksenler arası mesafe;

$$a = D + 1.5 d \quad i < 3.0 \quad (3.2)$$

$$a = D \quad i > 3.0$$

Eksenler arası mesafeyi hesaplamak için kullanılan formül aşağıdaki gibidir;

$$a = 0.0625 \{ b + [b^2 - 32 (D - d)^2]^{1/2} \} \quad (3.3)$$

Burada;

$$b = 4 L - 6.28 (D + d) \quad (3.4)$$

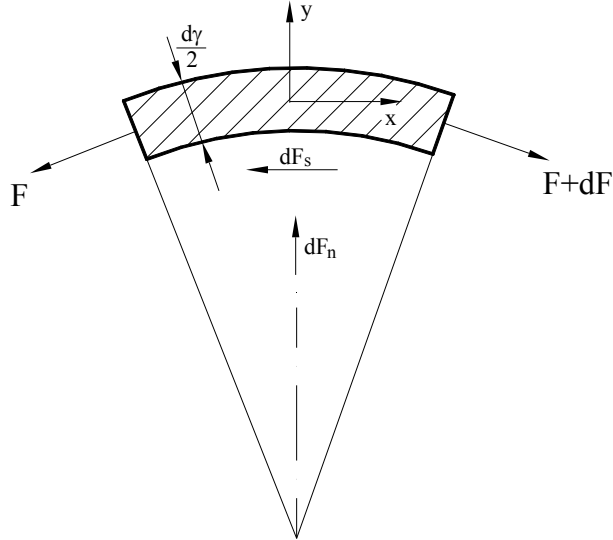
$$L = 2a + 1.57 (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4a} \quad (3.5)$$

İkiden fazla kasnağın kullanıldığı mekanizmalarda kayış uzunluğu; kasnakların koordinatları ve boyutları yerleşim planına göre tayin edilerek ya trigonometrik ya da ölçekli çizilerek hesaplanır.

3.3. Kayış Kollarında Meydana Gelen Kuvvetler:

Kayış kasnak mekanizmasında hareket, kayış ile kasnak arasında meydana gelen sürtünme yolu ile iletilmektedir. Sürtünmeyi meydana getirmek için kayışın kasnak üzerine bastırılması, yani bir F_n basma kuvvetinin sağlanması gerekir. Bir momentin etkisi altında kasnak dönmeye başladığında basma kuvveti μF_n sürtünme kuvvetini meydana getirir. Sonsuz küçüklikteki bir kayış parçası için basma kuvveti $dF_s = \mu dF$ ve çevre kuvveti dF_t olarak ifade edilirse, hareketin iletilmesi için;

$$dF_s = \mu dF_n \geq dF_n \quad (3.6)$$



Şekil 3.3 Kayış kollarında meydana gelen kuvvetler

Yani sürtünme kuvvetinin iletilmesi istenen $F_t = 2M_{b1}/d_{w1}$ çevre kuvvetine eşit veya daha büyük olması gerekir. Aksi halde kayış, kasnak üzerinde kayar ve hareket iletilemez. F_t kuvvetine faydalı kuvvette denilebilir. (Gediktaş 1989)

V kayışlarında dF_n kuvveti, temas yüzeyleri arasında dF_n' normal kuvvetleri oluşturur.

$$dF_s = 2\mu dF_n' \quad \text{veya} \quad dF_n' = dF_n / 2 \sin(\alpha / 2) \quad (3.7)$$

ve;

$$dF_s = \mu dF_n / \sin(\alpha / 2) \quad (3.8)$$

$$\mu' = \mu / \sin(\alpha / 2) \quad (3.9)$$

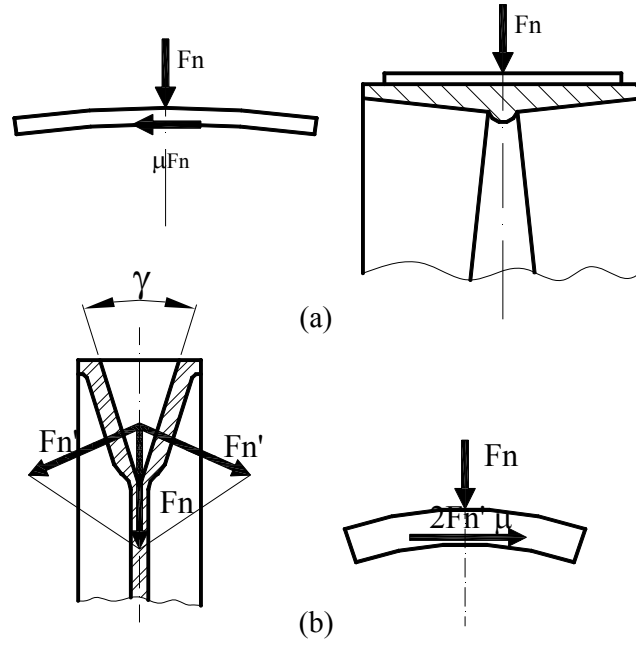
ile;

$$dF_s = \mu' dF_n \geq dF_t \quad (3.10)$$

şeklinde yazılır. $\alpha = 34^\circ \dots 38^\circ$ için $\mu' \approx 3\mu$ olarak bulunur. Sonuç olarak V kayışlarında şekle bağlı olarak sürtünme katsayısında bir artış meydana geldiğinden, aynı basma kuvveti için V kayışları daha büyük bir çevre kuvveti iletebilir. Yani aynı boyutlarda V kayışları daha büyük bir moment iletme kabiliyetine sahiptir.

3.3.1. Çekme kuvvetleri:

Kayış kasnak mekanizmasında hareket, kayış ile kasnak arasında meydana gelen sürtünme yolu ile iletilmektedir. Sürtünmeyi meydana getirmek için kayışın kasnak üzerine bastırılması, yani bir F_n basma kuvvetinin sağlanması gereklidir. Kayış kasnak mekanizmalarında güç iletmek için gereken basma kuvveti, kayışı gerdirmek suretiyle oluşur. (Oliver ve ark. 1976)



Şekil 3.4.Düz ve V kayışlarda ön gerilme kuvveti

Şekil 3.4.a Bir momentin etkisi altında kasnak dönmeye başladığında, basma kuvveti bir μF_n sürtünme kuvveti oluşturur. Sonsuz küçüklükteki bir kayış parçası için basma F , sürtünme kuvveti üçgen $F_s = \mu \Delta F_n$ ve çevre kuvveti, ΔF_t olarak ifade edilirse, hareketin iletilebilmesi için;

$$\Delta F_s = \mu \Delta F_n \geq \Delta F_t \quad (3.11)$$

Yani sürtünme kuvvetinin çevre kuvvetine eşit veya daha büyük olması gerekir. Aksi halde kayış, kasnak üzerinde kayar ve hareket iletmez.

V kayışlarında Şekil 3.4.b 'de görüldüğü gibi ΔF_n kuvveti, temas yüzeyleri arasında $\Delta F_n'$ normal kuvvetleri oluşturur ve burada yukarıdaki bağıntı

$$\Delta F_s = 2 \mu \Delta F_n' \geq \Delta F_t \quad (3.12)$$

şeklinde yazılır (Peeken ve ark 1989).

Şekil 3.4.b'deki kuvvetlerin oluşturduğu geometriyi çizecek olursak; Şekil 3.5'de görüldüğü gibi

$$\Delta F_n = \frac{\frac{\Delta F_n}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad (3.13)$$

olduğu göz önüne alınırsa;

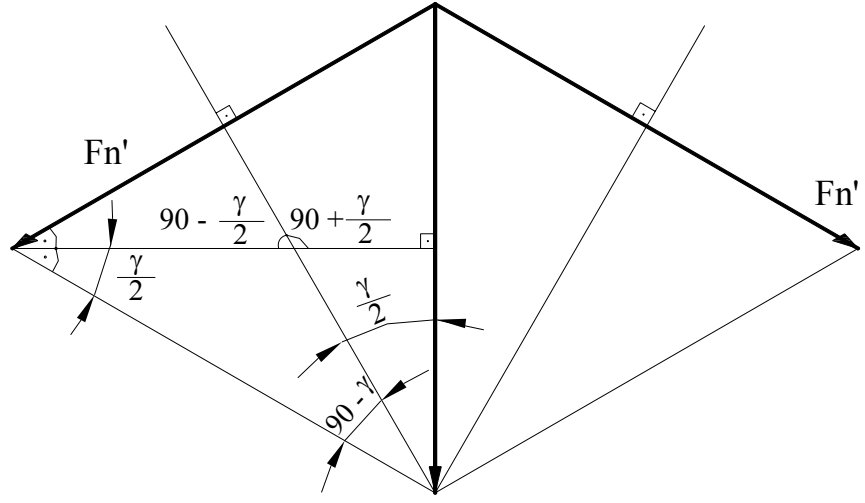
$$\Delta F_t = \frac{\mu}{\sin \frac{\gamma}{2}} \Delta F_n \quad (3.14)$$

veya;

$$\mu_y = \frac{\mu}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad (3.15)$$

olarak kabul edilirse;

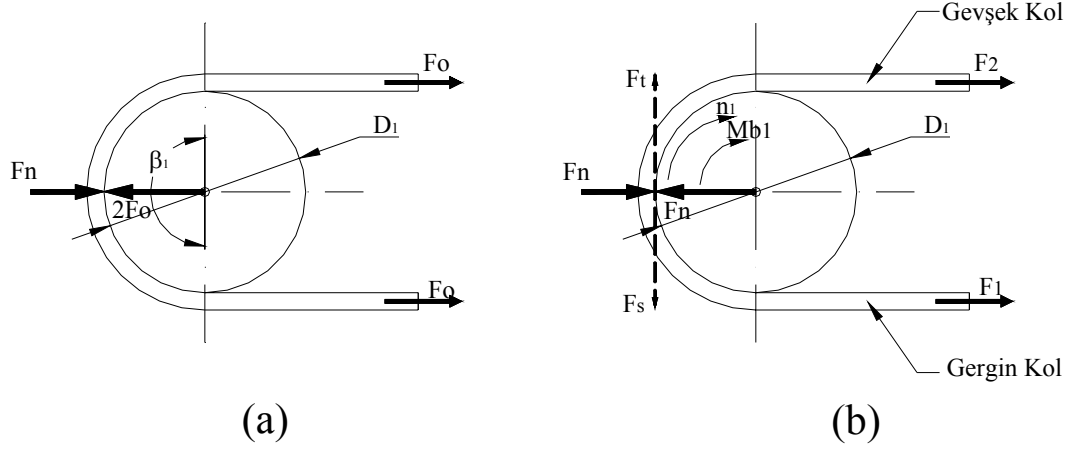
$$\Delta F_t = \mu_y \Delta F_n \quad (3.16)$$



Şekil 3.5. V kayıştaki kuvvetlerin geometrisi

μ_y , V kasnağında kayış ile kasnak kanalı arasındaki sürtünme katsayısıdır, $\gamma = 34^\circ$ için $\mu_y = 3\mu$ bulunur. Dar V kayış kasnaklarında kanal açısı $\gamma = 34^\circ \dots 38^\circ$ olduğu ve sürtünme katsayısında kama etkisinden dolayı elde edilen bu üç kat büyüme sayesinde, V kayışlarda ön gerilme düz kayışlara göre daha düşük tutulabilir. Bu durum aks kuvvetinin küçülmesi mil ve yatakların daha az zorlanması anlamına gelir. Bu da düz kayışlara karşı önemli bir üstünlüktür.

Sonuç olarak; V kayışlarında şekle bağlı olarak sürtünme katsayısında bir artış meydana geldiğinden, aynı basma kuvveti için V kayışları daha büyük bir çevre kuvveti iletebilirler. Yani aynı boyutlarda V kayışları daha büyük bir enerji iletme kabiliyetine sahiptirler (Rubin 2000).



Şekil 3.6. Kayış kasnak mekanizmasında kayış kollarında oluşan kuvvetler
(a)Durgun halde (b)Çalışma halinde

Basma kuvveti, kayışı gerdirmek suretiyle oluşturulur. Durgun haldeyken; gerdirmeden dolayı kayışın her kolunda F_0 gerdirme kuvvetleri oluşur. (şekil 3.6.a)

Ancak sürtünmeden dolayı kayış kollarında birbirine eşit olmayan F_1 e F_2 kuvvetleri şekil 3.6.b oluşur. Bu iki kuvvet arasında Euler denklemi olarak bilinen;

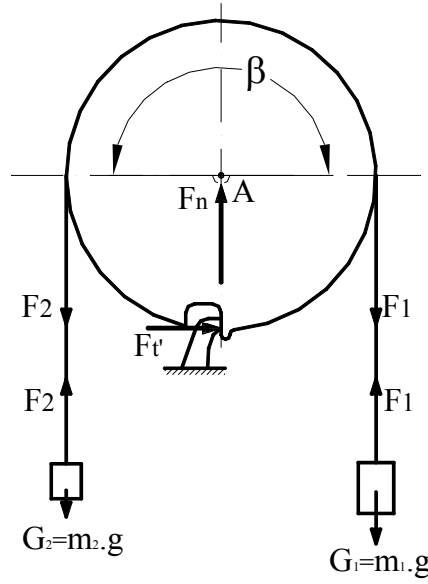
$$F_1 = F_2 e^{\mu\beta_1} \quad (3.17)$$

ifade geçerlidir.

Çevresine kayış takılmış bir kasnak incelenirse (şekil 3.7) kayışın iki ucuna aynı "m" kütlesi asılı iken ve kasnağın dönmesi şekildeki gibi bir mandalla engellendiğinde kayışın her iki kolunda da kuvvetler, dolayısıyla gerilmeler eşittir. Herhangi bir hareket gözlenmez. Kayışın bir tarafına ek kütleler ilave edildiğinde $F_1 = (m + \Delta m)g$ ve $F_2 = mg$, $F_1 > F_2$ olur. Eğer kasnak mandal tarafından engellenmeseydi saat ibresi yönünde dönerdi. Eğer sağ tarafa takılan ek kütleler sürekli artırılırsa, bir an gelir ki kayış kilitli

kasnak üzerinde kaymaya başlar. Bu andaki F_1 kuvveti sınır kuvvetidir. Coulomb sürtünme kanununa göre $F_1 = F_2 e^{\mu\beta}$ bağıntısıyla ifade edilir.

Euler tarafından ifade edilen bu sonuç F_1 ve F_2 kuvvetleri arasındaki bağıntının $F_1 = F_2 e^{\mu\beta}$ sınır değerine ulaşması halinde kayışın kasnak üzerinde sağa doğru kaymaya başlayacağını gösterir. Görüldüğü gibi kayma sınırı sarım açısı β ' ya bağlı olarak üstel fonksiyonda yani çok hızlı bir şekilde artar.



Şekil 3.7. Kayma durumu

Genellikle $F_1 < F_2 e^{\mu\beta}$ dir ki bu hale de sürtünme ile hareket iletme olanağı maksimum sınırın altında kullanılmış, fakat kayışın kayma olasılığı önlenmiştir.

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \leq e^{\mu\beta}$ oranını z ile gösterir ve kasnaktan kayışa iletilen moment denklemini

yazılırsa, çevre kuvveti F_t için;

$$M = F_t r_1 \quad (3.18)$$

$$M = F_1 r_1 - F_2 r_2 \quad (3.19)$$

$$F_t = F_1 - F_2 \quad (3.20)$$

$$F_t = F_1 \left(1 - \frac{F_2}{F_1} \right) \quad (3.21)$$

$$F_t = F_1 \left(1 - \frac{1}{z} \right) \quad (3.22)$$

$$F_t = F_2 (z-1) \quad (3.23)$$

$$F_t = F_1 \frac{z-1}{z} \quad (3.24)$$

$$F_t = F_{1j} \quad (3.25)$$

olur. F_t 'ye kayış kasnak mekanizmalarında faydalı kuvvet adı da verilir. $J = \frac{z-1}{z}$ oranı ise kazanç olarak tanımlanır.

Bir kayış kasnak mekanizması ile emniyet gerilme sınırı σ_k ne kadar yüksek ve kazanç ne kadar büyükse, o kadar daha büyük faydalı kuvvet F_t , aynı zamanda da o kadar daha büyük moment M iletebilir.

Burada β_1 Şekil 3.6.a'da görüldüğü gibi kayışın döndüren kasnak üzerine sarılma açısıdır. $\beta_1 = 180^\circ$ için; durgun halde Şekil 3.6'de görüldüğü gibi;

$$F_n = 2F_0 \quad (3.26)$$

yazılabilir. Çalışma sırasında Şekil 3.5.b'de görüldüğü gibi

$$F_n = F_1 + F_2 \quad (3.27)$$

yazılır. Bu iki denklemden;

$$F_0 = \frac{1}{2}(F_1+F_2) \quad (3.28)$$

veya

$$F_0 = \frac{1}{2}F_2 \frac{e^{\mu\beta_1} + 1}{e^{\mu\beta_1}} \quad (3.29)$$

$$F_0 = \frac{1}{2}F_2 (e^{\mu\beta_1}+1) \quad (3.30)$$

Diğer taraftan sürtünme kuvveti hariç, Şekil 3.6.b 'deki kuvvetlerin kasnağın merkezine göre moment denge denklemi yazılırsa,

$$F_t = \frac{D_1}{2} = (F_1-F_2) \frac{D_1}{2} \quad (3.31)$$

$$F_t = F_1-F_2 \quad (3.32)$$

bulunur.

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2} \quad (3.33)$$

$$F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2} \quad (3.34)$$

bağıntıları elde edilir.

Görüldüğü gibi, durgun halde her iki kolda mevcut olan F_0 kuvvetinde, çalışma sırasında gergin kolda $\frac{F_t}{2}$ değerinde bir kuvvet artışı olduğu halde, gevşek kolda $\frac{F_t}{2}$ değerinde bir kuvvet azalışı olur.

$$F_t = F_1 \frac{e^{\mu\beta_1} - 1}{e^{\mu\beta_1}} \quad (3.35)$$

$$F_t = F_1 (e^{\mu\beta_1} - 1) \quad (3.36)$$

olur.

Gerdirme kuvveti F_0 ile iletilen çevre kuvveti arasında bir bağıntı kuran ve çekme faktörü denilen; λ

$$\lambda = \frac{F_t}{2F_0} \quad (3.36)$$

$$\lambda = \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2} \quad (3.37)$$

$$\lambda = \frac{e^{\mu\beta_1} - 1}{e^{\mu\beta_1} + 1} \quad (3.38)$$

bağıntısı ile bulunur. F_1 ve F_2 kuvvetlerinin dağılımı Şekil 3.7'de görülmektedir. F_1 ve F_2 kuvvetleri kayış kollarını çekmeye zorlar. Kayış kesit alanı A ile ifade edilirse, bu kuvvetlerden dolayı kayış kollarında meydana gelen çekme gerilmeleri

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A} \quad , \quad \sigma_2 = \frac{F_2}{A} \quad , \quad \sigma_t = \frac{F_t}{A} \quad (3.39)$$

yazılır (Peeken ve ark 1989).

3.3.2. Merkezkaç Kuvvetler ve Gerilmeler:

Kasnağa sarıldığı andan itibaren dönme hareketi yapan kayışa merkezkaç kuvvetler etki eder. Bu kuvvet, kayışı kasnak üzerinden kaldırmaya çalışarak sürtünme bağını zayıflatır ve güç iletimi bakımından istenmeyen bir durum ortaya çıkarır. Kasnak çevresinde, $r d\phi$ uzunluğundaki sonsuz küçük kayış parçasına gelen merkezkaç kuvvet dF ve merkezkaç etkiden dolayı kayışta ortaya çıkan kuvvet F_c olsun. $r d\phi$ uzunluğundaki kayışın kütlesi d_m olduğuna göre;

$$dm = d\phi r A \frac{\gamma}{g} \quad (3.40)$$

$$dF = dm r w^2 \quad (3.41)$$

$$dF = A \frac{\gamma}{g} r^2 w^2 d\phi = A \frac{\gamma}{g} v^2 d\phi \quad (3.42)$$

dir. Burada "A" kayışın kesit alanı, " γ " özgül ağırlığı, "v" çevre hızıdır. Kayış elemanının denge denkleminde;

$$F_s \frac{d\phi}{2} + F_s \frac{d\phi}{2} = F_s d\phi = dF \quad (3.43)$$

elde edilir. dF yerine yukarıda bulunan değeri konularak;

$$F_s d\phi = A \frac{\gamma}{g} v^2 d\phi \quad (3.44)$$

$$F_s = A \frac{\gamma}{g} v^2 \quad (3.45)$$

bulunur. Bu kuvvetten dolayı kayış kesitinde ortaya çıkan gerilme;

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A} = \frac{\gamma}{g} v^2 \quad (3.46)$$

dir. Bu , dönen bir çemberde merkezkaç etkiden dolayı ortaya çıkan gerilmedir.

Merkezkaç etki dikkate alınmadan çıkarılmış olan ifade merkezkaç etki de düşünülerek,

$$\frac{F_1 - F_s}{F_2 - F_s} \leq e^{\mu\beta} \quad (3.47)$$

şeklini alır. Benzer şekilde gerilimler cinsinden , $F_1 / A = \sigma_1$ ve $F_s / A = \sigma_s$ olmak üzere

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_s}{\sigma_2 - \sigma_s} \leq e^{\mu\beta} \quad (3.48)$$

yazılabilir. Netice olarak yüksek hızlarda merkezkaç kuvvet, kayış çekmeye zorladığı gibi, sürtünme kuvvetini de etkilediğinden mekanizmanın güç iletme kabiliyetini azaltır. σ_s gerilmeleri kayış uzunluğu boyunca eşit olarak dağılmaktadır. (Akkurt 1987)

3.3.4 Eğilme gerilmeleri :

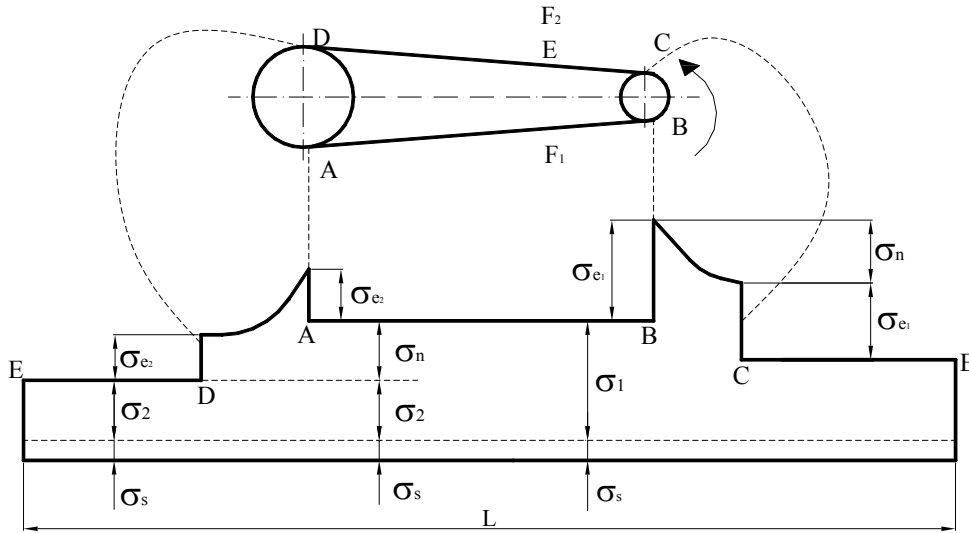
Kayış kasnak üzerine sarılırken eğildiğinden kayışta eğilme gerilmeleri meydana gelir. Kayışların Hooke kanununa bağlı oldukları kabul edilirse; (bu kabul çok küçük deformasyonlarda geçerlidir) eğilme gerilmesinin denklemi;

$$\sigma_e = E_e \frac{h}{d_{w1}} \quad (3.50)$$

şekilde ifade edilir. Burada E_e kayışın eğilme elastiklik modülüdür. d_{w1} yerine d_{w2} konulursa, döndürülen kasnak üzerine sarıldığı anda kayışta meydana gelen σ_{e1} ve σ_{e2} gerilmeleri elde edilir. Denklemden görüldüğü gibi eğilme gerilmeleri, elastiklik modülü ve kayış kalınlığı ile doğru orantılı, kasnak çapı ile ters orantılıdır. Belirli bir malzeme için eğilme gerilmesinin değeri h / d_w oranı büyük olması halinde σ_e gerilmesi büyük olur.

Eğilme gerilmeleri, kayışın yalnız kasnaklar üzerine sarıldığı kısımlarda meydana gelir. Genellikle döndüren kasnağın çapı döndürülen kasnağinkinden küçük olduğu için $\sigma_{e1} > \sigma_{e2}$ dir. V-kayışlarında kayış kalınlığı h büyük olduğundan büyük eğilme gerilmeleri meydana gelir. (Akkurt 1987)

3.3.5 Toplam gerilmeleri:



Şekil 3.8. Kayış kasnak mekanizmasında kayışta meydana gelen gerilmeler.

Çalışma esnasında kayışa çekme , merkezkaç ve eğilme gerilmeleri olarak üç ayrı gerilme etkimektedir. Şekil 3.8’de bu kuvvetlerin kayışa etki edişi canlandırılmıştır. Sağdaki küçük kasnağın motor kasnağı olduğunu yani sol taraftaki büyük tezgah kasnağını çevirdiğini kabul edelim. Dönüş , ok ile gösterdiği gibi saat ibresinin tersi yönündedir. Böylelikle alt kol gergin (F_1), üst kol gevşek (F_2) koldur. Kayış , resmin

altında tamamıyla açılmış olarak (L boyunca) görülmektedir. σ_s merkezkaç gerilmesi bütün çevrede yani bütün kayış boyunca etki etmektedir. A noktasında F_1 kuvveti , yani σ_1 gerilmesi etki etmektedir. A ile B arası merkezkaç gerilmeden (σ_s) başka σ_1 gerilmesi etki etmektedir. B noktasında ani olarak küçük kasnağın eğilme gerilmesi (σ_{e1}) etki etmekte ve bu noktada en büyük gerilme (σ_{max}) meydana gelmektedir. B 'den C 'ye kadar faydalı gerilme (σ_n) azalacak C 'de sıfır olmaktadır. C 'de küçük kasnağın eğilme gerilmesi de (σ_{e1}) aniden sıfır olduğundan gevşek üst kayış kolunda ancak σ_2 çeki gerilmesi C 'den D 'ye kadar devam etmektedir. D noktasında ani olarak büyük kasnağın eğilme gerilmeleri (σ_{e2}) etki etmekte ve A 'ya kadar devam etmektedir.

Ancak büyük kasnağı döndüren F_u çevre kuvvetinin meydana getirdiği σ_n faydalı gerilme D 'den A 'ya kadar büyümekte ve A 'da maksimum olmaktadır. ($\sigma_n = \sigma_1 - \sigma_2$) A 'da büyük kasnağın eğilme gerilmesi de (σ_{e2}) ani olarak sıfır olmakta ve alt gergin kayış kolu tekrar F_1 kuvvetinin meydana getirdiği σ_1 çeki gerilmesiyle gerilmektedir.

B noktasında meydana gelen maksimum gerilme (σ_{max}) şu şekilde yazılabilir.

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_s + \sigma_{e1} \leq \sigma_K / S \quad (3.51)$$

4. V-KAYIŞ KASNAK MEKANİZMALARINDA KAYMA OLAYI

4.1. Kayma Olayının Basit Tanımı

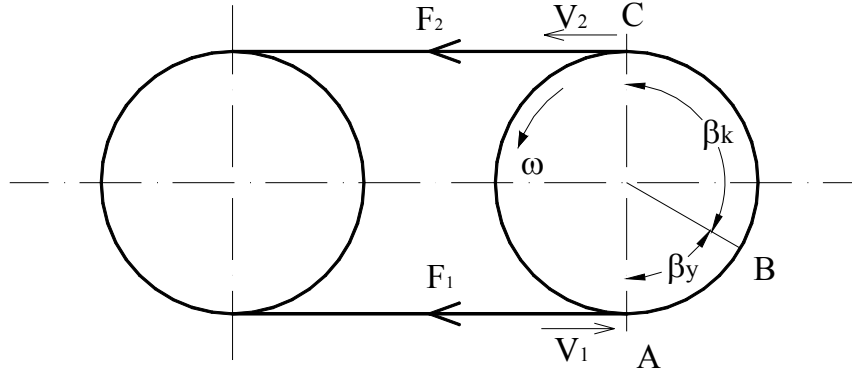
Başlangıç olarak Reynolds (1847) tarafından ileri sürülmüş, daha sonra Swift (1928) tarafından genişletilmiş kayma olayı; elastik kayışta gerilme değişiminden kaynaklanan uzama ve kısalmalara bağlı olarak tanımlanmıştır.

İlk teoride kayışın uzayabilir olduğu, kesme ve eğilme gerilmelerinin de ihmal edilecek kadar az olduğu (düz kayışlar) kabul edilmiştir. Gerdirme kuvveti etkisinde kayış ve kasnak arasında oluşan sürtünme nedeniyle kayış kollarında meydana gelen gerilme değişimi elastik uzama ve kısalmaya sebep olur. Bu da, kayışın rijit kasnağa göre izafi hareketine neden olur.

Bunun anlamı; döndüren kasnakta, kayış sarılış açısının " β " bir kısmında " β_k ", kayış kasnak ara yüzeyi kayma sürtünmesi içinde olacak ve bu temas bölgesinde kasnağın yüzeysel hızı daha büyük olacaktır. Güç iletiminde etkili olan bu açı, sürtünme veya kayma açısı olarak adlandırılır (Şekil 4.1.). Sarılış açısının diğer kısmına yapışma " β_y " açısı adı verilir (Firbank 1970).

Bu tanımlamalara göre; döndüren kasnakta güç iletim mekanizması aşağıdaki gibi açıklanabilir;

Kayış V_1 hızı ile hareket eden kasnağa V_1 hızı ve F_1 gerilme kuvveti ile sarılır (Şekil 4.1). Hem gerilme kuvveti hem de hız AB yayı boyunca sabit kalır. Statik sürtünmenin geçerli olduğu bu çarpışma yayının sonuna doğru, sürtünme kuvveti kısmen azalır ve kayış kasnaktan geriye doğru kaymaya başlar. Elastik kayma (sürtünme) olarak adlandırılan bu olay sırasında kayış gerilme kuvveti değişir. Sonuç olarak kayış, kasnağı F_2 gevşek kol gerilmesi ve V_2 hızı ile terk eder. Kaymanın değeri, artan direnç momenti, dolayısıyla gerdirme kuvvetinin büyüklüğüne bağlıdır (Dolan ve ark 1985).



Şekil 4.1. Döndüren kasnakta iletilen çevresel kuvvetin büyüklüğüne göre ($F_2 > F_1$), yapışma ve kayma kayının değişimi

Mekanizma ile iletilen moment ;

$$M = F_t r = (F_1 - F_2) r \quad (4.1)$$

olur ve momentin büyüklüğü, $(F_1 - F_2)$ farkına bağlıdır. Ancak bu fark büyüdükçe kayma yayı da büyür. Mekanizmanın maksimum güç iletim kabiliyeti β_k açısının maksimum değerinde gerçekleşir ki, bu da tam kayma denilen sınır duruma karşılık gelir (Gerbert 1981).

4.1.1 Kayma olayı ile ilgili matematiksel ifadeler

Kasnak çapına göre kayışın kalınlığının küçük μ_k (kayma esnasındaki sürtünme katsayısı veya kinetik sürtünme katsayısı) ve μ_s (statik sürtünme katsayısı) in sabit olduğu kabul edersek, F_1 gergin F_2 gevşek kol kuvvetleri arasında Euler bağıntısı olarak bilinen (4.2) bağıntısı vardır. Kayma yayının " β_k " üzerindeki gerilme değişimi;

$$\Delta F = F_2 (e^{\mu_k \beta_k} - 1) \quad (4.2)$$

olur. Yapışma yayı " β_y " içinde, sürtünme kuvvetleri kısmen azalarak devam eder ve bu yayın (bölgenin) sonuna doğru (kayma yayının başlangıcı) kayış kasnağa göre kaymaya başlar.

Yapışma yayı " β_y " üzerindeki gerilme değişimi ΔF ise; yapışma yayı üzerindeki çekme kuvvetlerinin toplamıdır. Eşit kasnak çaplarının kullanıldığı bir mekanizmada bu değişim (Firbank 1970);

$\Delta F =$ yapışma yayı üzerinde çekme kuvvetlerinin toplamı

Diğer bir ifade ile;

$\Delta F =$ (birim uzunluk başına kesme kuvvetleri ortalaması) $(\pi - \beta_k) r$

olur.

Bu tanımlamalar göre;

$$\Delta F = \frac{1}{2} \frac{F_2 e^{\mu_k \beta_k}}{r} \mu_s (\pi - \beta_k) r \quad (4.3)$$

$$\Delta F = \frac{\pi - \beta_k}{2} F_2 e^{\mu_k \beta_k} \mu_s \quad (4.4)$$

olur. Buradan da tüm sarılış açısı boyunca gerilme değişimi (Firbank 1970)

$$F_1 - F_2 = F_2 \left[\left(e^{\mu_k \beta_k} - 1 \right) + \frac{\pi - \beta_k}{2} \mu_s e^{\mu_k \beta_k} \right] \quad (4.5)$$

$$F_1 = F_2 \left[\left(e^{\mu_k \beta_k} - 1 \right) + \frac{\pi - \beta_k}{2} \mu_s e^{\mu_k \beta_k} \right] + F_2 \quad (4.6)$$

$$F_1 = F_2 \left[\left[\left(e^{\mu_k \beta_k} - 1 \right) + \frac{\mu - \beta_k}{2} \mu_s e^{\mu_k \beta_k} \right] + 1 \right] \quad (4.7)$$

$$F_1 = F_2 \left[e^{\mu_k \beta_k} - 1 + \frac{\mu - \beta_k}{2} \mu_s e^{\mu_k \beta_k} + 1 \right] \quad (4.8)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu_k \beta_k} \left[1 + \frac{\mu - \beta_k}{2} \mu_s \right] \quad (4.9)$$

olur.

$\beta_k = 0$ olduğunda yani, güç iletiminin statik sürtünme ile gerçekleşmesi demektir ki, bu durumda;

$$\frac{F_1}{F_2} = \left[1 + \frac{\pi \mu_s}{2} \right] \quad (4.10)$$

$\frac{F_1}{F_2}$ oranının küçük değerleri için

$$\frac{F_1}{F_2} = \left[1 + \frac{\pi \mu_s}{2} \right] \quad (4.11)$$

yazılabilir. Burada $0 \leq \mu \leq \mu_s$ dir (Firbank 1970).

4.1.2. Kayma olayı ile ilgili yeni yaklaşımlar:

Düz kayışlarda çekme elamanı (kort) kullanılması, V ve taraklı V-kayışlarının kullanıma girmesi ve çekme elamanlarının uzamaz oluşu, uzayabilir nitelikteki kayışlar için çıkarılmış olan kayma teorisini bu tip kayışlar için geçersiz kılmıştır. Aşağıdaki kabuller yapılarak yeni teoriler geliştirilmiştir.

- Yük taşıyan çekme elamanı (kort) ince, uzamaz ve esnektir.
- Sürtünme kuvvetleri etkisinde kalan kayışın enine kesit düzlemleri, yine düzlemsel kalır.
- Kayış üzerinde hareket ettiği kasnağa yapışır.
- Kinetik sürtünme katsayısı μ_k ve statik sürtünme katsayısı μ_s sınırlı sabit bir değere sahiptir.
- Hızlardan kaynaklanan atalet kuvvetleri ihmal edilir.

Bu kabullere göre kayış kasnak mekanizmalarında kayma olayını etkileyen faktörler, kayış tiplerine de bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

4.1.2.1. Şekilsel uyum

Kayış zarfı (kauçuk kısmı) gerdirme kuvveti etkisiyle kasnak kanalına bastırılır. Bu bastırılma sonucu kayışın maruz kaldığı kuvvetlerin (basınçların) durumu Şekil 4.2.'de gösterilmiştir (Gerbert 1981).

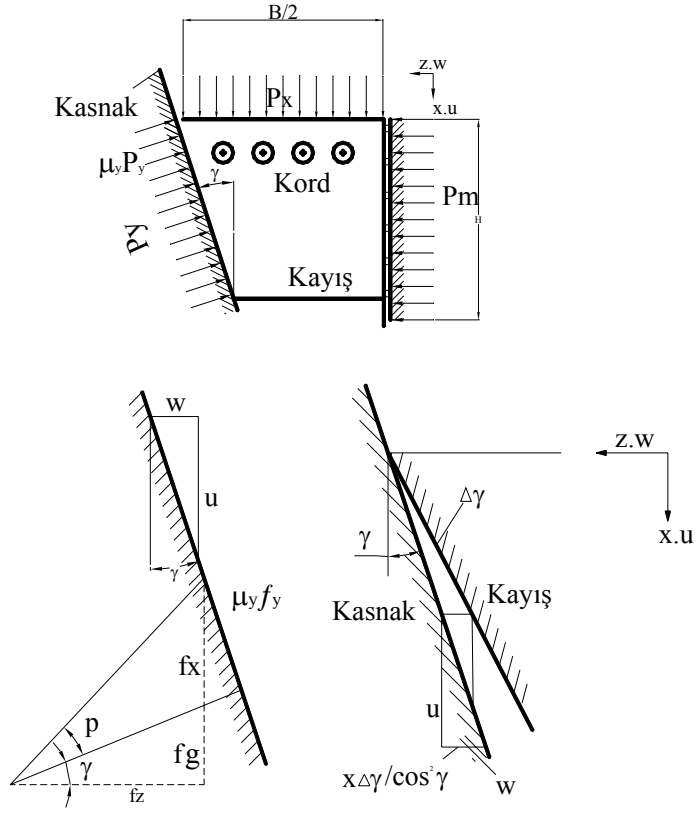
Çekme kuvvetinin (F), kort genişliğine (b) oranı gerilme kuvveti (σ) dır. Küçük bir kayış elamanının radyal yöndeki dengesi, kayış kortunun izafi radyal (p_x) basıncı ile zorlandığı düşünülerek yazılırsa

$$p_x = \frac{\sigma}{r} \quad (4.12)$$

olur.

σ = sabit olarak kabul edilirse, radyal basınç;

$$p_x = \frac{F}{b r} \quad (4.13)$$



Şekil 4.2. V kayışına etkiyen kuvvet ve basınçlar

Bu basınç kayış yan taraflarında p_y kanal basıncını oluşturur ve kanal yan yüzeylerinde kaymadan dolayı sürtünme kuvvetleri ortaya çıkar. Şekil 4.2’de gösterilen bu düzlemdeki sürtünme bileşeni $\mu_y p_y$ dir. μ_y bağıl sürtünme katsayısıdır. Ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (Belofsky 1976);

$$\mu_y = -\mu \cos \gamma_s \frac{\cos \varphi}{\cos \gamma} \quad (4.14)$$

ve

$$\tan \gamma_s = \tan \gamma \cos \varphi \quad (4.15)$$

olur.

φ = Kayma hızının doğrultusudur.

$\varphi = 90^\circ$ olması sürtünme kuvvetlerinin çevresel olarak yönelmiş olduğunu gösterir. Yani $\mu_y = 0$ dır.

$\varphi = 180^\circ$ olması ise sürtünme kuvvetlerinin radyal olarak dışarıya doğru yönelmiş olduğunu gösterir. Yani $\mu_y = \mu$ dır.

F çekme kuvveti ile kayışın radyal yöndeki u şekil değiştirmesi arasındaki ilişki ise;

$$u = \frac{F}{k_1 r} [\text{Cot}(\gamma + \rho) + k_{02} + k_{03}] \quad (4.16)$$

eşitliği ile verilmiştir.

$\rho =$ Sürtünme açısı

$k_1 =$ Aksenal basınca bağlı radyal yay sabiti (rijitliği)

$k_2 =$ Radyal basınca bağlı radyal yay sabit $\left(k_{02} = \frac{k_1}{k_2} \right)$

$k_3 =$ Kayış kuvvetine bağlı radyal yay sabit $\left(k_{03} = r \frac{k_1}{k_3} \right)$

p_x sabit basınç için geçerli olan $F = p_x b r$ ilişkisini kullanarak , sayısal çözümler için boyutsuz değerlere göre düzenlenen eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\frac{u_0 k_1}{p_{0x} E} = \text{Cot}(\gamma + \rho) + k_{02} \quad (4.17)$$

Kasnak kanalında V-kayışlarında oluşan kayma kayış zarfının eskimesine sebep olurken, eskime nedenlerinden biride kayma olayını da etkileyen kayış kasnak arasındaki basınç dağılımıdır. Kayışın eskime (bozulma) olayını sağlıklı değerlendirmede bu olayın önemi dikkate alınmalıdır.

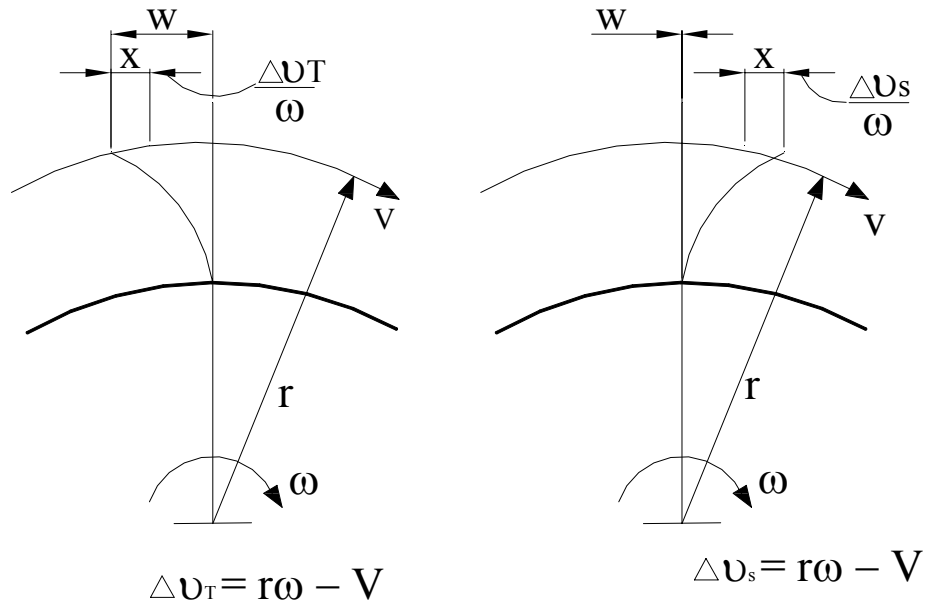
4.1.2.2. Kayma şekil değiştirmesi

Yapışma yayı içinde (kayma yayının ön kısmında) sürtünme kuvvetleri kısmen azalmıştır. Bu kuvvetler kayış-kasnak temas yüzeyinde, kayışın zarfı içinden kort tabakasına iletilir. Bu nedenle kayış uzunluğunca kayma gerilmelerine (dolayısıyla kayma şekil değiştirmelerine) sebep olur. Kayma şekil değiştirmesi hem radyal (düz, V ve taraklı V-kayışlarında) hem de aksenal olarak (V ve taraklı V-kayışlarında) değişir. Kayışın kasnağa yapışması ile kort tabakasında oluşan kayma şekil değiştirmesi, Şekil 4.3’de gösterildiği gibi w’dir (Gerbert 1981).

Kayış boyunca birim uzunluk başına sürtünme kuvveti F_s olursa,

$$F_{smax} = \mu_y \frac{F}{r} \quad (4.18)$$

olur.



Şekil 4.3. Kayış boyunca oluşan kayma şekil değiştirmesi.

r = Kasnak yarıçapı

μ_y = Bağıl sürtünme katsayısı

$$\mu_y = \frac{\mu}{\text{Sin}\gamma} \quad (4.19)$$

μ = Sürtünme katsayısı

γ = Kayış kayma açısı

ξ = Sürtünme fayda katsayısı da ($0 \leq \xi \leq 1$) hesaba katılırsa, sürtünme kuvveti;

$$F_s = \xi \mu_y \frac{F}{r} \quad (4.20)$$

olur. Bu sürtünme kuvvetlerinin kayış boyunca meydana getirdiği gerilme değişimi;

$$dF = \pm F_s r d\theta \quad (4.21)$$

θ = Açısal koordinat

veya

$$F' = \pm \xi \mu_y F \quad (4.22)$$

olur.

Bu notasyonlara bağlı olarak kayma şekil değiştirmesi (kauçuk kısımda) aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$w = \frac{H_f}{G b} F_s \quad (4.23)$$

$$w = \frac{H_f}{G b} \xi \mu_y \frac{F}{r} \quad (4.24)$$

w = Kayma sapma miktarı

G = Kauçuğun kayma modülü.

b = Kort tabaksında kayış genişliği.

H_f = Kayış cinsine bağlı izafi kayış kalınlığıdır.

V-kayışları için (Gerbert 1981);

$$H_f = H_v \frac{1 + g_\xi \varepsilon^2}{g_G} \quad (4.24)$$

g_ξ = Sürtünme için kayma düzeltme faktörü.

g_G =Kayma modülü için kayma düzeltme faktörü.

H_v =V-kayış katman kalınlığı.

Yapışma bölgesinde kayış uzunluğunca etkiyen sürtünme gerilme değişimi meydana getirir ve bu da kayış kortunda x uzamasına sebep olur. Döndürülen kasnakta yapışma bölgesinde belli bir θ açısında gerilme artışı ile meydana gelen uzama ;

$$x = \int_0^\theta \frac{F - F_a}{c} r d\theta \quad (4.25)$$

c = uzama rijitliği

F_a = Yapışma bölgesinin başlangıcındaki yani $\theta = 0$ iken kayış gerilmesi.

Kayışın kanal içinde radyal yöndeki şekilsel uyumu sonucu meydana gelen u, şekil değiştirmesi de kaymaya katkıda bulunur.

$$u = \frac{1}{k} \frac{F}{r} \quad (4.26)$$

$$k = \frac{k_1}{\text{Cot}(\gamma + \rho) + k_{02} + k_{03}} \quad (4.27)$$

denklemden ifade edilen, içeriye doğru radyal hareket u 'nun kayışta meydana getirdiği uzama;

$$u \, d\theta = \frac{F}{k r} \, d\theta \quad (4.25)$$

olur. Böylece kordun tüm uzaması;

$$x = \int_0^\theta \frac{F - F_a}{c} r \, d\theta + \int_0^\theta (u - u_a) \, d\theta \quad (4.26)$$

$u_a =$ Yapışma bölgesi başlangıcında şekilsel uyum.

olacaktır. Bu uzama miktarı döndürülen kasnak için;

$$x = (1 + c_0) \int_0^\theta \frac{F - F_a}{c} r \, d\theta \quad (4.27)$$

şeklinde de ifade edilebilir.

$$c_0 = \frac{c}{k r^2} \quad (4.28)$$

$c_0 =$ Uzama rijitliği (boyutsuz)

Döndüren kasnakta kort tabakasının kısalması, aynı şekilde;

$$x = (1 + c_0) \int_0^\theta \frac{F_a - F}{c} r \, d\theta \quad (4.29)$$

olur.

Yapışma yayında kayış kasnağa yapışıktır ve kort tabakası şekil değiştirir. Sonra kasnak ve kort tabakası Δv bağıl hızı ile hareket eder.

Bir θ açısından sonra kayış ve kasnak bir birlerine göre izafi olarak $\frac{\Delta v}{\omega} \theta$ miktarınca hareket eder.

Şekilsel uyum (yer değişimi dahil) hem döndürülen hem de döndüren kasnakta kayma sapmasının olmasını icap ettirir, izafi hareket ve kort uzaması arasında aşağıdaki şekilde ilişki kurulabilir;

$$w = \frac{\Delta v}{\omega} \theta + x$$

olur. w ve x 'in elimine edilmesi ile, bu eşitlik döndürülen kasnak için ;

$$\frac{H_f}{G b} \xi \mu_y \frac{F}{r} = \frac{\Delta v_2}{\omega} \theta + (1 + c_0) \int_0^\theta \frac{F - F_a}{c} r d\theta \quad (4.30)$$

$\Delta v_2 =$ Gevşek kol için kayma hızı

Aşağıdaki boyutsuz değerler kullanılarak;

$$H_{of} = \frac{H_f c}{G b r^2} \quad (4.31)$$

$$\Delta v_{0a} = \frac{c \Delta v}{F_a V} \quad (4.32)$$

$$K = \frac{F}{F_a} \quad (4.33)$$

Döndürülen kasnakta;

$$H_{of} \xi \mu_y K = \Delta v_0 \theta + (1 + c_0) \int_0^\theta (K - 1) d\theta \quad (4.34)$$

Aynı yaklaşımla döndüren kasnak için;

$$H_{of} \xi \mu_y K = \Delta v_0 \theta + (1 + c_0) \int_0^\theta (1 - K) d\theta \quad (4.36)$$

Δv_{0a} = Yapışma bölgesi başlangıcında kayış kayma hızı (boyutsuz)

H_{of} = İzafi kayış kalınlığı (her kayış tipi için farklıdır)

ξ = fayda katsayısı (her kayış tipi için farklıdır)

H_{of} ve ξ 'nin lineer olmayan davranışı sebebiyle, yapışma bölgesinde bir θ açısında K ve ξ 'nin tayini ve bu denklemlerin çözümü bir takım sayısal yöntemleri gerekli kılar.

$\frac{\Delta v}{V}$, hem döndürülen, hem de döndüren kasnakta doğrudan doğruya kaymayı

(hız kaybını) verir. (Hansson 1989)

Bu bağıntı boyutsuz olarak;

$$\Delta v_{01,02} = \frac{c}{F_1 + F_2} \frac{\Delta v_{1,2}}{V} \quad (4.37)$$

şeklinde elde edilir ve çıkış hızındaki azalma;

$$\Delta \omega_0 = \Delta v_{01} + \Delta v_{02} \quad (4.38)$$

dir.

$\Delta \omega_0$ = Açısal hız kaybı miktarı.(boyutsuz)

Δv_{01} =Döndüren kasnakta gergin koldaki kayış kayma hızı.(boyutsuz)

Δv_{02} =Döndürülen kasnakta gevşek koldaki kayış kayma hızı.(boyutsuz)

olur. Bu ifade ile iletilen moment arasında doğrusal bir ilişki yoktur.

4.1.2.3. Eğilme rijitliği

Kayışın kasnağa sarılması ve boşalması sırasında , eğrilik yarı çapı ρ 'daki değişim, bir kayışın enine kesitinde bir dönme hızı meydana getirir (Dolan ve ark 1985)

$$\dot{\theta} = \left(1 - \frac{r}{\rho}\right) \omega \approx \frac{r''}{r} \omega \quad (4.39)$$

(4.39) eşitliğinin payındaki (r) yarıçap koordinatı olarak kullanılmıştır.

$\dot{\theta}$ = Eğilme açısal hızı

ρ eğrilik yarı çapı, eğilme rijitliği S ile yakından ilgilidir. Kayışın yan taraflarında, kayış hızı V üzerinde fazladan bir hız oluşur.

$$\Delta v_b = H_s \dot{\theta} \quad (4.40)$$

H_s = Kayış kayma kalınlığı.

Δv_b =Eğilme kayma hızı.

Δv_2 =Döndürülen kasnakta kayış kayma hızı. (gevşek kol)

Δv_1 =Döndüren kasnakta kayış kayma hızı. (gergin kol)

β_y =Yapışma yayı.

Her iki hız hem sarılma hem de boşalma tarafında aynı yöndedir. Bu hız değişimi, kasnağın dönüş yönünün zıt yönünde sürtünme kuvvetlerinin artmasına sebep

olur. döndürülen kasnakta Δv_b ile Δv_2 'nin doğrultuları aynıdır. Bununla birlikte, döndüren kasnakta Δv_b ile Δv_1 'in doğrultuları zıt yönlüdür; dönüşün iletilen momente engel olduğu anlamı buradan çıkabilir.

$\Delta v_b = \Delta v_1$ olduğunda kayış kasnağa yapışır, bu durumda yapışma yayı β_y azalır ve hız azalma miktarı (çevrim oranı) $\Delta\omega_0 = \Delta v_{01}$ yükselir. Kayışın eğilme rijitliği temas açısını ve buna bağlı olarak yapışma yayını (kaymanın olmadığı yay) azalttığından, kayış kaymasına katkıda bulunur.

İki kasnak arasındaki kayış serbest kolları, yani kayışın kasnağa sarılmamış kısımları eğilme rijitliği nedeniyle doğrusal olmayıp hafifçe eğilmiştir. Bu eksenel kuvvet F_z 'yi etkileyen, temas açısı β 'da bir eksikliğin olduğu anlamına gelir. Temas açısındaki azalma $\Delta\beta$ aşağıdaki denklemle hesaplanabilir;

$$\Delta\beta = -\frac{1}{r} \left(\sqrt{\frac{S}{F_1}} + \sqrt{\frac{S}{F_2}} \right) \quad (4.40)$$

$$\Delta\beta = -\frac{1}{r} \sqrt{\frac{S}{F_1 + F_2}} + \sqrt{\frac{2}{1 + \lambda}} \left(1 + \sqrt{\frac{1 + \lambda}{1 - \lambda}} \right) \quad (4.41)$$

Burada , S kayışın eğilme rijitliği ve eksi işaret temas açısındaki azalmayı gösterir. Döndürülen kasnak üzerindeki F_z eksenel kuvveti aşağıdaki denklemden elde edilebilir;

$$\frac{F_z}{F_1 - F_2} = \frac{\text{Cot}(\gamma + \rho)(\beta_{DN} - \varphi)}{4} (1 - \lambda) + \frac{\text{Cos}\gamma}{2\mu} \lambda \quad (4.42)$$

$$\varphi = \frac{\text{Sin}\gamma}{\mu} \ln \left(\frac{1 + \lambda}{1 - \lambda} \right) \quad (4.43)$$

yukarıdaki formüllerde;

$\rho = \arctan \mu =$ Sürtünme açısı

$\beta_{DN} =$ Döndürülen kasnakta temas açısı

$$\lambda = \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2} \quad (4.44)$$

Döndüren kasnak üzerindeki F_z eksenel kuvveti aşağıdaki denklemden elde edilebilir;

$$c_0 = \frac{c}{r^2 k_1} \quad (4.45)$$

$$\left. \begin{aligned} k_{02} &= \frac{k_1}{k_2} \\ k_{03} &= \frac{k_1}{k_3} = \frac{v b_0}{2 c_0 \tan \gamma} \end{aligned} \right\} k_0 = k_{02} + k_{03} \quad (4.46)$$

$$b_0 = \frac{b}{r} \quad (4.47)$$

$b_0 =$ Kayış genişliği (boyutsuz)

$$\frac{F_z}{F_1 + F_2} = \frac{\cot(\gamma + \rho) \beta_{DR}}{4} (1 + \lambda) + \left[0,90 + 0,27 \left(k_{02} + \frac{v b_0}{2 \tan \gamma} \right) - \frac{1,10 c_0}{c_0 + 0,35} \right] \quad (4.48)$$

$\beta_{DR} =$ Döndüren kasnakta temas açısı

$v =$ Poisson oranı

$\Delta\beta$ 'nın döndüren kasnak üzerindeki etkisi nispeten önemlidir. Yukarıda döndürülen ve döndüren kasnaklar üzerindeki F_z eksenel kuvveti için yazılmış olan

denklemlerin diferansiyelini (farkını) alarak F_z eksenel kuvvetindeki azalmayı elde edebiliriz (Gerbert 1975);

$$\frac{\Delta F_z}{F_1 + F_2} = \frac{\text{Cot}(\gamma + \rho)(1 \pm \lambda)}{4} \Delta \beta \quad (4.49)$$

Yukarıdaki denklemde;

(+) Döndüren kasnağı gösterir. (DR)

(-) Döndürülen kasnağı gösterir. (DN)

Kayıştta yay gerilmesi F_z , bir başlangıç gerilmesi F_a meydana getirir. Kayışın elastisitesi sebebiyle başlangıç gerilmesi, yay ile gerilmiş kasnağın hareketli kasnak yarımları arasındaki mesafesini azaltır, oysa diğer kasnak etkilenmemiştir. Kasnak yarı parçaları arasındaki açıklığın azalması, merkezler arası mesafede bir Δa artışına eşittir.

$$2\Delta a_0 = 2 \left[\frac{(A_0 + \pi)}{c_0} + \pi (\text{Cot}(\gamma + \rho) + k_0) \right] F_{0a} = T F_{0a} \quad (4.50)$$

$$A \quad \left(A_0 = \frac{A}{r} \right) = \text{Merkezler arası mesafe}$$

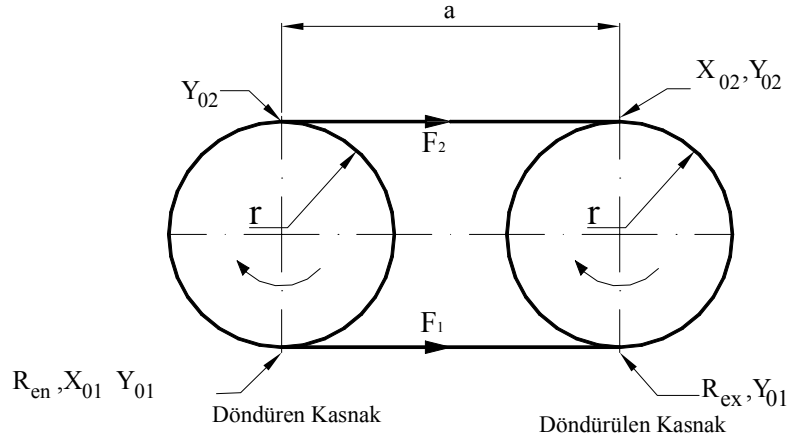
$$F_a \quad \left(F_{02} = \frac{F_a}{r^2 k_1} \right) = \text{Başlangıç gerilmesi}$$

(4.50)'de hız oranı $i=1$ alınmıştır.

Moment iletilirken üstteki denklem aşağıdaki hale dönüşür;

$$2\Delta a_0 = \left\{ \frac{(A_0 + \pi)}{c_0} \left(1 + \frac{F_2}{F_1} \right) + (\text{Cot}(\gamma + \rho) + k_0) \left[\pi \left(\frac{\left(\frac{x_{02}}{x_{0P}} \right)_{DN}}{K_{ex}} + \frac{\left(\frac{x_{01}}{x_{0P}} \right)_{DR}}{K_{en}} \right) + \frac{\left(\frac{\Delta y_0}{x_{0P}} \right)_{DN}}{K_{ex}} - \frac{\left(\frac{\Delta y_0}{x_{0P}} \right)_{DR}}{K_{en}} \right] \right\} F_{01} + \pi x_{0z} = N F_{01} + \pi x_{0z} \quad (4.51)$$

Bazı semboller Şekil 4.5 üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Güç ileten V kayış-kasnak mekanizması

$$x \left(x_0 = \frac{x}{r} \right) = \text{Radyal yer değiştirme}$$

x_p = Referans noktası P'ye göre radyal yer değiştirme

$$\Delta y = y_1 - y_2$$

$\Delta y =$ Çember uzunluğundaki yer değiştirme miktarındaki değişim

$$K = \frac{F}{F_p} = \text{İzafi kuvvet} \quad (4.52)$$

$$S \left(S_0 = \frac{S}{r^4} k_1 \right) = \text{Eğilme rijitliği} \quad (4.53)$$

$$2\Delta a_0 = T F_{0a} - \frac{2}{6} \left(\frac{S_0}{F_{01}} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (4.54)$$

$$2\Delta a_0 = N F_{01} + \pi x_{0z} - \frac{1}{6} \left[\left(\frac{S_0}{F_{01}} \right)^{\frac{3}{2}} + \left(\frac{S_0}{F_{02}} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (4.55)$$

Δa_0 'ın elimine edilmesi bize aşağıdaki denklemi verir;

$$\frac{x_{0z}}{F_{0a}} = \frac{T - N \frac{F_1}{F_a} - G}{\pi} = \left(\frac{x_{0z}}{F_{0a}} \right)_{s=0} - \frac{G}{\pi} \quad (4.56)$$

Burada;

$$G = \frac{1}{6F_{0a}} \left(\frac{S_0}{F_{0a}} \right)^{\frac{3}{2}} \left[2 - \left(\frac{F_a}{F_1} \right)^{\frac{3}{2}} + \left(1 + \left(\frac{F_1}{F_2} \right)^{\frac{3}{2}} \right) \right] \quad (4.57)$$

Eğer kasnaklar benzer tür eksenel yükleme tertibatlarıyla donatılmış ise, eğilme rijitliği eksenel yüke bağlı olarak etkilenir. Kasnakların biri üzerinde eksenel yük

F_z =sabit olduğunda eğilme rijitliğini $\frac{\left(\frac{S_0}{F_{0a}}\right)^{\frac{3}{2}}}{F_{0a}}$ ifadesi $\frac{x_{0z}}{F_{0a}}$ için çıkarılan denklemde olduğu gibi parametre olarak kullanılmıştır yani, belirli sınırlayıcı faktörler hesaba katılmıştır. Bununla beraber $\sqrt{\frac{S_0}{F_{0a}}}$ parametresi eksenel yük üzerine etkilidir. Eksenel yük üzerindeki etkisi, radyal yer değiştirme miktarı x_{0z} üzerindeki etkisinden daha önemsizdir; böylece eksenel yükün hesabı $S_0= 10^4$ olarak kullanılır ve bu durumda parametre olarak değerleri, $\sqrt{\frac{S_0}{F_{0a}}}$ ifadesinde hesaplanır. Bu sonuçlar Tablo1.2’de gösterilmiştir.

Tablo4.1 Eksenel yükün hesaplanmasında kullanılan $\sqrt{\frac{S_0}{F_{0a}}}$ değerleri

$\frac{1}{F_{0a}} \left(\frac{S_0}{F_{0a}} \right)^{\frac{3}{2}}$	$\sqrt{\frac{S_0}{F_{0a}}}$
0	0
1	0.158
5	0.219
25	0.302
100	0.398

Kayış hızı V ile kasnağın açısal hızı ω arasında aşağıdaki ilişki vardır;

$$V \left(1 + \frac{F_{0P}}{c_0} \right) = r \omega (1 - x_{0P} - x_{0z}) \quad (4.58)$$

şeklinde değişir.

Hız kaybı s aşağıdaki ilişkide yerine yazılırsa

$$s = 1 - \frac{(r \omega)_{DN}}{(r \omega)_{DR}} \quad (4.59)$$

ve dikkat edilirse $\frac{F_{0P}}{c_0} \ll 1$ ve $x_0 \ll 1$ olduğu görülür. Bundan sonra x_{0P} ve F_{0P}

değerlerinin elimine edilmesi ile;

$$\frac{s}{F_{0a}} = \frac{F_2}{F_a} \left(\frac{1}{K_{en}} - \frac{1}{K_{ex}} \right) \left(\frac{1}{c_0} + \text{Cot}(\gamma + \rho) + k_0 \right) + \frac{x_{0zDR}}{F_{0a}} - \frac{x_{0zDN}}{F_{0a}} \quad (4.60)$$

Yukarıdaki denklemde birinci terim V-kayışlarında basit kaymayı ifade eder. İkinci terim ve üçüncü terim kasnak yaylarının aksel hareketinin sebep olduğu ilave kaymayı ifade eder. $x_{0zDR} = 0$ ve $x_{0zDN} = 0$ olarak belirtilmiş olan eğriler basit kaymayı gösterir.

4.2. V Kayış Kasnak mekanizmalarında Kayma

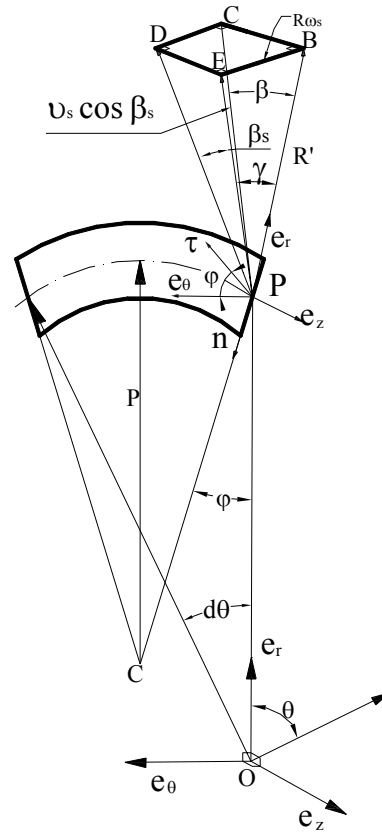
V kayış kasnak mekanizmalarında güç ve hareket iletimi bir tanesi hareket ettiren olmak üzere, iki veya daha fazla kasnağa sarılı bir elastik kayış vasıtasıyla sağlanmaktadır. Kasnak çapları eşit ise iki kasnağın dönme hızlarının da eşit olması gerekir. Oysa ki, yüksüz durumlar haricinde sistemde bir kaçırma oluşumu mevcuttur. Bu kaçırmadan dolayı da güç veya hareket iletiminde kayıplar oluşmaktadır.

Kaçırmanın olduğu durumlara etki eden birçok faktör vardır. Bunların en önemlisi sürtünme katsayısıdır. Kayışın elastikliği, kayışın gerdirme kuvveti, iletilmek istenen torktaki ani artışlar veya ani ivme değişimi gibi birçok etken vardır. V-kayış kasnak mekanizmalarının gerçek çalışma şartları altında verimliği çevre şartlarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Çünkü mekanizmanın tasarımında belirlenen sürtünme katsayısı gerçek ortam koşulları ile değişmektedir. Bu da direkt olarak işletim kayıplarına neden olmaktadır.

Kayma ise kayışın kasnağa göre relatif hızıdır (Gerbert 1981). Bu hız ile sistemde yine çeşitli kayıpların oluştuğu görülmektedir. Kayma, sistemde hem kayışın hem de kasnağın ömrünü tayin eden en önemli etkenlerden biridir. Yani kasnak ve kayış arasındaki aşınmanın en önemli sebeplerindendir. Kayma hızı, sürtünme katsayısı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle sürtünme katsayısına bağlı olarak kayma hızı, sistemde kilitlenme, kayma yapışma hareketinin oluşması gibi etkilere neden olmakta ve kaçırma miktarında etkisi görülmektedir.

Kayış ile kasnak arasındaki rölatif hız, iki türlü kayma hareketi ile oluşmaktadır. Bunlardan birisi kaçırma olarak da isimlendirilen tam kayma hali olup tüm temas yayı boyunca gerçekleşir. Diğeri ise kayışın çeşitli etkenler sonucu kasnak üzerinde sergilediği bir davranışı olan kısmi kaymadır. Bu durum kayışın kasnaktan ayrıldığı tarafta ve sarma (toplam temas) açısının kayma yayı olarak adlandırılan kısmında meydana gelir. Bu kaymalar sonucu kayışın kasnak içindeki hareketi Şekil 4.6'da üç boyutlu olarak görülebilmektedir.

Ancak öncelikli olarak, kaçırma ve kayma oluşumunda sürtünme kuvvetlerinin çok fazla önemi olduğundan dolayı sürtünmenin oluşumu incelenecektir.



Şekil 4.6. V kanalında sonsuz küçük kayışın hareketi

4.3.Sürtünme ve Sürtünme Kuvveti

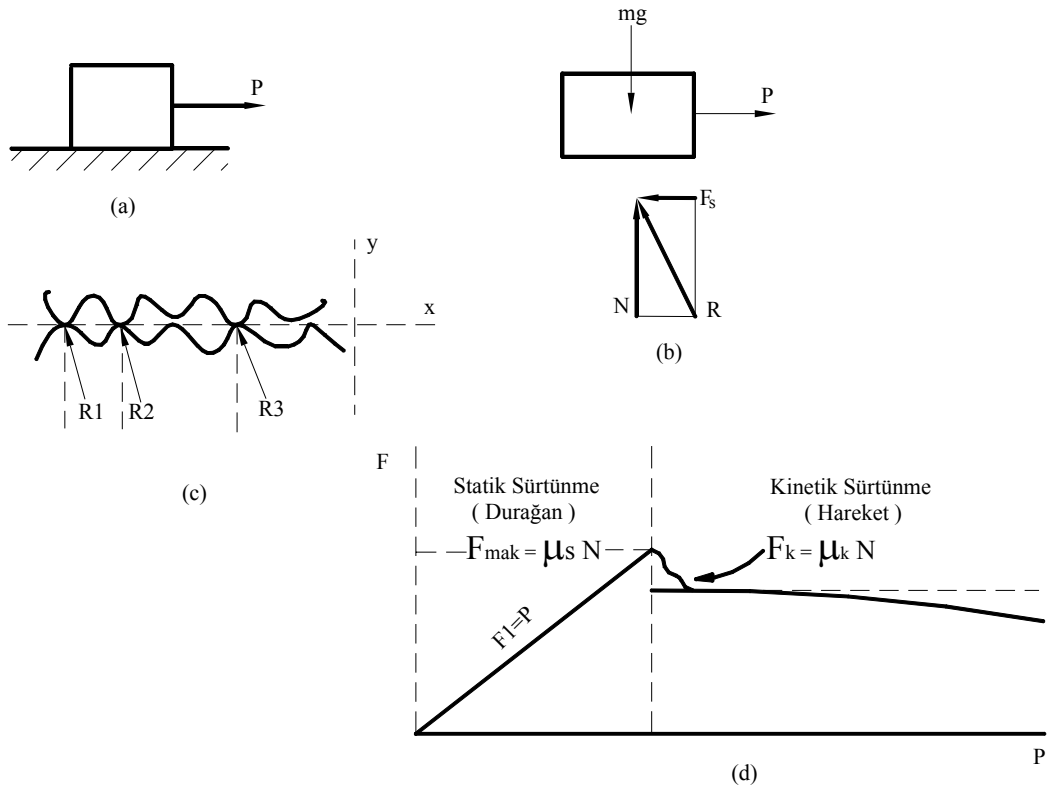
Temas yüzeyleri arasında oluşan teğetsel kuvvetler sürtünme kuvvetleri olarak tanımlanır. Temas halindeki yüzeylerin birbirleri ile olan etkileşimlerinin derecesidir. Temas halindeki iki yüzeyden biri diğeri üzerine belirli bir normal kuvvet altında bağlanır. Bu yüzeylerden herhangi biri teğetsel kuvvetle diğeri üzerine belirli kuvvet altında bağlanır. Bu yüzeylerden herhangi biri teğetsel kuvvetle diğeri üzerinde harekete zorlandığında iki yüzey arasında sürtünme reaksiyon kuvveti oluşur. Bu sürtünme kuvveti etkiyen dış kuvvetin zıt yönünde oluşur. (Shieh ve ark. 2001)

Bir mekanizmada farklı sürtünme tipleri oluşabilir ve bu tiplerin aynı anda biri yada bir kaç meydana gelebilmektedir. Sürtünme tipleri şu şekilde sıralanabilir;

- Kuru sürtünme (Coulomb sürtünmesi)
- Akışkan (sıvı) sürtünmesi
- Sınır sürtünmesi
- Yuvarlanma sürtünmesi
- İç sürtünme

4.3.1.Kuru sürtünme mekanizması:

Kuru sürtünme mekanizması Şekil 4.7.a.'da gösterildiği gibi basit bir modelle izah edilebilir. Yatay bir yüzey üzerinde duran mg ağırlığında bir katı cismin temas yüzeylerinin belirli ölçüde pürüzlülüğü vardır. Cisme yatay yönde etki eden P kuvvetinin herhangi bir değeri için cismin serbest cisim diyagramı Şekil 4.7.b'de gösterilmiştir. Düzlemin cisme uyguladığı teğetsel sürtünme kuvveti F_s daima üzerine etkidiği cismin hareketine ve harekete geçmesine zıt yönde olacaktır. Cisme dayanma yüzeyinin uyguladığı toplam R kuvveti, N normal kuvveti ile F_s sürtünme kuvvetinin bileşkesidir. Temas yüzeylerinin düzgünlüğünün sürtünme kuvvetinin bileşkesidir. Temas yüzeylerinin düzgünlüğünün büyütülmüş hali Şekil 4.7.c.'de verilmiş olup sürtünmenin mekanik etkisi gösterilmiştir. R_1, R_2, R_2, \dots tepki kuvvetlerinin doğrultusu yüzey pürüzlüğüne ve temas noktalarındaki deformasyona da bağlıdır. Toplam normal kuvvet N , sadece R 'nin y - eksenindeki bileşenlerinin toplamıdır ve toplam sürtünme kuvveti F_s , R 'nin x - eksenindeki bileşenlerinin toplamıdır. Yüzeyler bağıl harekette oldukları tepelerinde temaslar olur ve R 'nin x -bileşenleri yüzeylerden biri diğerine göre durduğu zamankinden daha küçük olur. Cisim harekete başladıktan sonraki P 'nin, cismi hareket ettirmek için gerekli olan P 'den daha az olma nedenini açıklar.



Şekil 4.7 Sürtünme kuvvetleri ve sürtünme katsayısı

Sürtünme kuvveti F_s R nin x -eksenindeki bileşenlerinin toplamıdır. Yüzeyler bağıl harekette oldukları zaman, çıkıntılarının tepelerinde temaslara olur ve R nin x – bileşenleri yüzeylerden biri diğerine göre durduğu zamankinden daha küçük olur. Cisim harekete başladıktan sonraki P 'nin, cisimi hareket ettirmek için gerekli olan P 'den daha az olma nedenini açıklar.

P sıfır olduğu zaman, denge için sürtünme kuvveti de sıfırdır. P artarken, sürtünme kuvveti, cisim kaymadığı müddetçe P 'ye eşit ve zıt yönde olur. Bu periyotta, cisim dengededir ve cisme etkiyen bütün kuvvetlerin denge denklemlerini sağlamaları gerekir. Nihayet P , cisimi kaydıracak ve uygulanan kuvvetin yönünde hareket ettirecek bir değere eriştiğinde sürtünme kuvveti bir miktar azalır. Sürtünme kuvvetinin şiddeti yüzeyler arası rölatif hızla ters olarak düşer.

Kayma veya hareketin başlama noktasına kadar olan bölge, statik sürtünme aralığı olarak adlandırılır. Bu aralıkta sürtünme kuvvetinin değeri denge denklemleriyle

belirlenmiştir. Verilen bir eş yüzey çifti için, statik sürtünmenin maksimum değeri $(F_s)_{\max}$, N normal kuvvetiyle orantılı olarak bulunur. Böylece;

$$(F_s)_{\max} = \mu_s N \quad (4.61)$$

olur. Burada F_s/N oranı sabit olup μ_s statik sürtünme katsayısıdır. Bu ifade sadece hareketin tam başlayacağı duruma kadar uygulanır. Kayma başladıktan sonra, kinetik sürtünme başlar. Kinetik sürtünme kuvveti, daima maksimum sürtünme kuvvetinden biraz küçüktür. Kinetik sürtünme kuvveti F_k da normal kuvvet ile orantılıdır. Böylece;

$$F_k = \mu_k N \quad (4.62)$$

yazılabilir. Burada; μ_k , kinetik sürtünme katsayısıdır.

Şekil 4.7.b'de görüldüğü gibi, N'nin doğrultusuna bağlı olarak, R'nin doğrultusu $\tan\alpha = F/N$ ile belirlenir. Sürtünme kuvveti limit statik değerine eriştiği zaman, α açısı, maksimum ϕ_s değerine erişir. Böylece;

$$\tan\phi_s = \mu_s \quad (4.63)$$

olur. Kayma görüldüğü zaman, α açısı, kinetik sürtünme kuvvetine karşı gelen ϕ_k değerini alır. Burada ϕ_s açısı, statik sürtünme açısıdır. Benzer şekilde;

$$\tan\phi_k = \mu_k \quad (4.64)$$

yazılabilir. Burada ϕ_k açısı ise kinetik sürtünme açısı olarak ifade edilmektedir. Kuru sürtünmeyi etkileyen diğer faktörler, yüksek yerel sıcaklığın doğması, temas eden yüzlerin yapışması, eşleştirilmiş yüzeylerin sertliği, oksit, yağ, kirlilik veya başka maddelerden meydana gelen ince yüzey filminin mevcudiyeti olarak sıralanır.

4.3.2. Akışkan sürtünmesi:

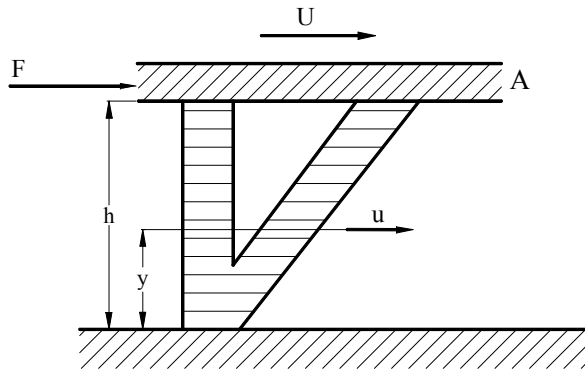
Şekil 4.8 'de herhangi bir akışkanın (sıvı veya gaz) iki tabaka arasındaki hareketi gösterilmektedir. Akışkan, ıslatma özelliğinden dolayı her iki tabakaya da yapışmış durumdadır. Bu tabakalardan biri hareket haline geçtiğinde yüzeye yapışmış olan akışkan tabakası bir diğer akışkan tabakası üzerinde kaymaya başlar. Bu arada tabakaların hızı sıfırdan U'ya kadar değişir. Böylece sürtünme esas itibarıyla birbiri üzerinden kayan akışkan tabakaları arasında oluşmakta ve bu tabakalar arasındaki kayma gerilmelerine bağlı olmaktadır. viskoz bir akışkanda meydana gelen kayma gerilmeleri şu şekilde belirtilebilir;

$$\sigma_{ak} = \eta \frac{du}{dy} \quad (4.66)$$

Burada η akışkanın viskozitesi, du/dy y mesafesine göre hız değişimi (gradyan) veya kayma oranıdır. Kayma gerilmesine bağlı olarak;

$$F_s = \eta \frac{du}{dy} A \quad (4.67)$$

olarak yazılır. Burada A hareketli yüzeyler ile akışkan arasındaki temas alanıdır.



Şekil 4.8. Akışkan sürtünmesi

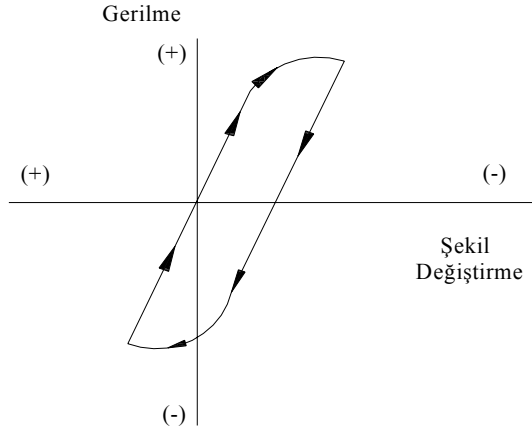
4.3.3. Sınır sürtünmesi:

Yüzeyler arasında bulunan herhangi bir akışkana (yağlayıcı maddeye) rağmen sıvı sürtünmesi hali oluşturulmadığı takdirde sınır sürtünmesi hali ortaya çıkar ve pratikte de en çok rastlanan sürtünme halidir.

İzafi hareketli iki yüzey arasında akışkan sıvı bulunması ancak yüzeyler arasındaki katı-katı temasının tamamen kesilmemesi durumunda oluşan sürtünmedir. Bu tür sürtünme katı-sıvı sürtünmesinin bir arada olduğu görülür. Kayış kaskak mekanizmasında sınır sürtünmesi kayış ile kayış ile kaskak arasına su, yağ ve benzeri akışkanların kısmen girmesi sonucu oluşabilir.

4.3.4. İç sürtünme:

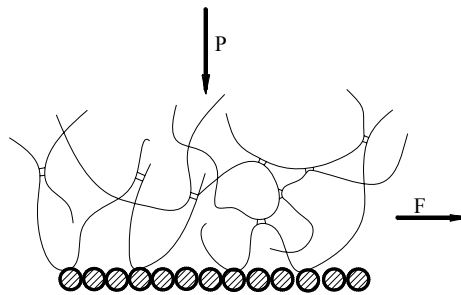
Periyodik yüklemeye maruz bütün katı maddelerde iç sürtünme vardır. Elastik malzemeler için deformasyondan geriye dönüşte iç sürtünmeden dolayı çok az bir kayıp görünür. Elastikliği az olan ve yükleme sürecinde önemli derecede plastik deformasyon gösteren malzemeler için iç sürtünme önemlidir. Şekil 4.9'da plastik deformasyona maruz kalmış bir elemanın gerilme-şekil değiştirme ilişkisini göstermektedir. Buradaki kayıp, 'histerezis' çevrimi olarak bilinen eğriye sebep olur. Çevrim içinde kalan bölgenin alanı, plastik deformasyon sonucu oluşan enerji kaybını verir. İç sürtünme mekanizması kayma deformasyonuna doğrudan etki etmektedir.



Şekil 4.9. İç sürtünme ile oluşan histerezis

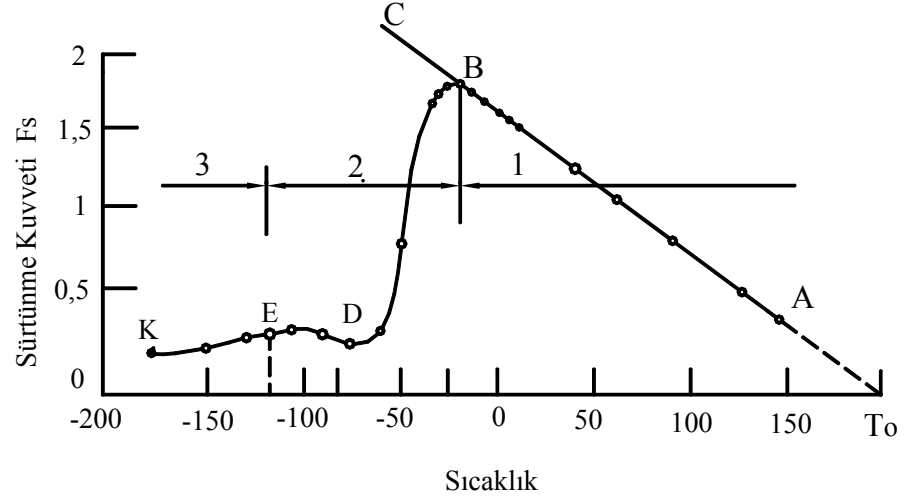
4.3.5. Polimer-katı arası elastomer sürtünme:

Bir polimer (vulkanize lastik, kauçuk vb.) yüzeyinde şekil 4.10'daki gibi zincir segmentler vardır. Bu segmentler düz bir katı yüzey üzerinde bir yapışma noktasından sonrakine düzensiz bir biçimde atlama hareketleri yaparak sürtünme kuvvetlerinin oluşmasına neden olurlar.



Şekil 4.10. Polimer –katı moleküler temasının modeli

Sürtünme kuvvetleri yükselen ısı ile ters orantılı olarak azalma gösterilmektedir. Şekil 4.11’de çelik üzerindeki kauçuk maddesi için sıcaklığa bağlı olarak sürtünme kuvvetinin değişimini göstermektedir.



Şekil 4.11. Kauçuk-demir arasında sıcaklığa bağlı sürtünme kuvvetinin değişimi

Şekil 4.11’de de görüldüğü gibi sürtünme kuvvetinde, yaklaşık -25°C den sonra (I. bölge) ısının artışı ile birlikte lineer bir azalma görülmektedir.

5. MATERYAL METOD

5.1.Deney Tesisatı:

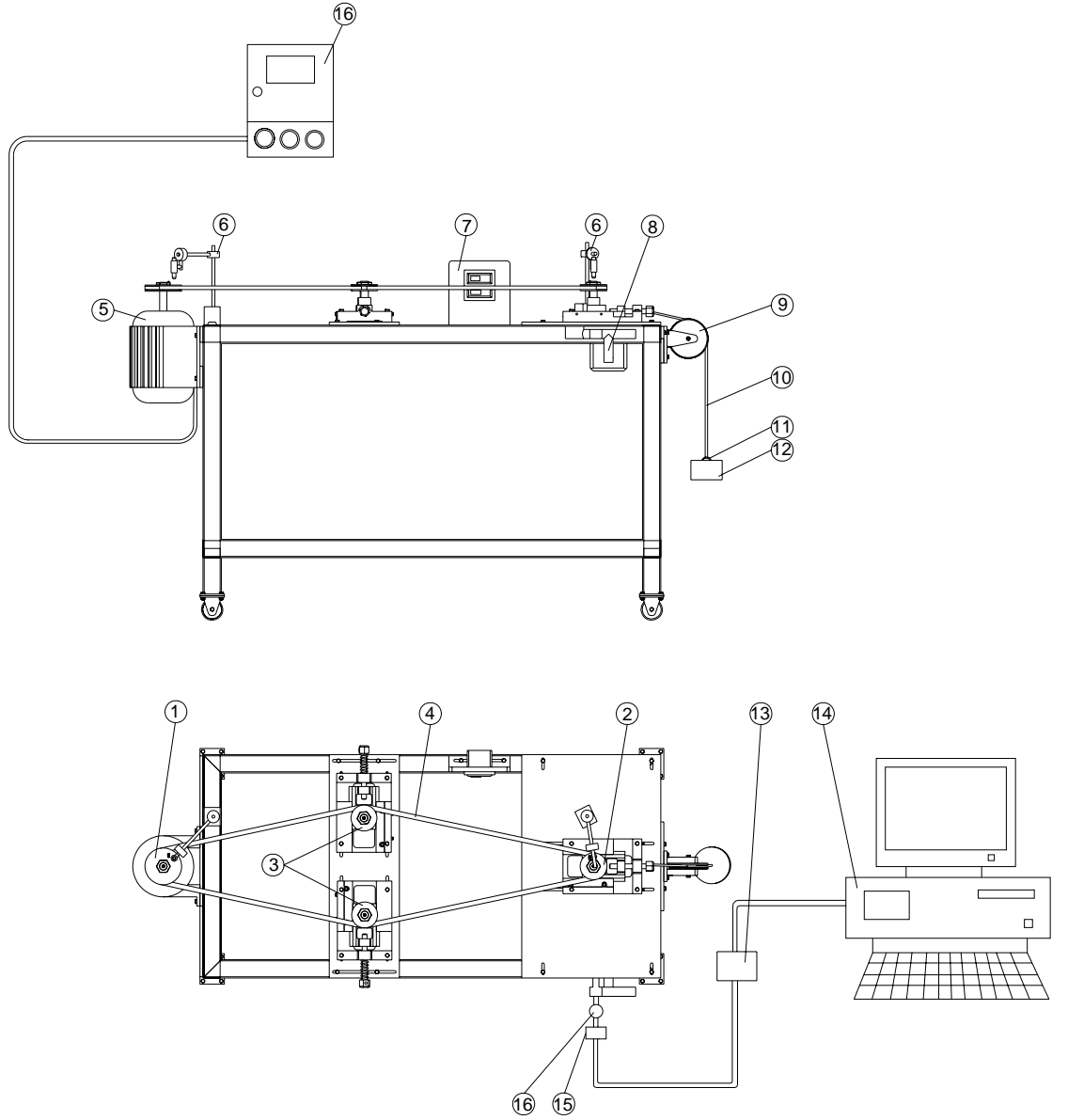
Bu çalışmada yapılan deneyler, tasarımı ve imalatı Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesinde yapılan kayış kasnak test cihazında gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.1 deney tesisatının şematik şekli ve Şekil 5.2 'de deney tesisatının fotoğrafı verilmiştir.

Deney tesisatında döndüren (1) ve döndürülen kasnak (2) dışında iki adet gergi kasnağı (3) kullanılmıştır. Döndüren kasnağın hızı driver (16) yardımıyla değiştirilmektedir. Kasnakların hızını ölçmek için iki adet hız sensörleri (6) kullanılmıştır. Hız sensörlerinden alınan değerler dijital olarak sensör göstergelerinden (7) okunabilmektedir.

Deney tesisatı 1.5 KW'lık elektrik motoru (5) ile tahrik edilmektedir. Farklı frenleme momentlerini elde etmek için AHS marka hidrolik pompa (8) ve hidrolik kısıcı (16) kullanılmıştır. Hidrolik kısıcılardaki basınç yükselmesi için basınç transmitteri (15) kullanılmıştır. Basınç transmittlerinden alınan analog sinyaller analog dijital çevirici (13) yardımıyla sayısal bilgiye dönüştürülmüştür. Bu bilgi hazırlanan ara yüz programı tarafından RS 232 bağlantısı ile grafik şeklinde bilgisayara (14) aktarılmıştır.

Deneyler esnasında sisteme uygulanan gergi kuvvetleri karşı ağırlık gerdirme düzeneği ile yapılmıştır. Gerdirme düzeneği serbest çalışan bir makara (9), halat (10) ve ölü ağırlıklardan (12) oluşmaktadır. Halat ucunda kayışın gerdirilmesinde kullanılacak olan ağırlıkların takılabileceği bir askılı kanca (11) kullanılmıştır. Bu askılı kancaya istenen ön gerilmeyi sağlayacak olan ölü ağırlıklar asılacaktır.

Yapılan deneylerde 17*3200 boyutlarındaki Derby markalı kayış (4) kullanılmıştır.



Şekil 5.1 Deney tesisatının şematik şekli

- | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Döndüren kasnak | 7. Hız göstergesi | 13. Dijital çevirici |
| 2. Döndürülen kasnak | 8. Hidrolik pompa | 14. PC |
| 3. Geri kasnakları | 9. Makara | 15. Transmitter |
| 4. Kayış | 10. Halat | 16. Hidrolik kısıcı |
| 5. Elektrik motoru | 11. Askılı kanca | |
| 6. Hız sensörleri | 12. Ölü ağırlık | |



Şekil 5.2. Denev tesisatının görünümü

5.2. Deneyin Yapılışı:

Deney düzeneğinde kaymanın tespit edilebilmesi için hidrolik sistem aracılığıyla döndürülen kasnak üzerine frenleme momentleri uygulanmıştır. İstenen frenleme momentlerinin elde edilebilmesi için hidrolik kısıcı yardımıyla basınç değerleri 5'er bar aralıklarla 0 bar'dan 40 bar'a kadar yükseltilmiştir.

Birinci kademedede sistem üzerine 100 N'luk gergi kuvveti uygulanmamıştır ve herhangi bir frenleme momenti de mevcut değildir. Frenleme momentini sıfırlamak için kısıcı tam olarak açılmış ve geçiş üzerindeki direnç kaldırılmıştır. Kayış kasnak sistemindeki boşluklar alınarak kasnaklar sabitlenmiş ve motor çalıştırılmıştır ve hız 500 d/dak ya getirilmiştir. Bu durumda manometre 0 bar ı göstermiştir. Bu kademedede döndüren kasnak ve döndürülen kasnaktaki hızlar driver yardımıyla ayarlanan hız değerindedir. Bu hız değerleri sensörlerden okunarak kaydedilmiştir. Basınç değerleri ise transmitterden bilgisayara aktarılarak kaydedilmiştir.

İkinci kademe için giriş devri 500 d/dak kalmak şartıyla gerdirme sistemine 200 N ölü ağırlık asılmıştır. Basınç değerleri 0 bardan 40 bara kadar 5'er bar aralıklarla yükseltilmiştir. Her 5 barlık basınç değerinde çıkış hızları göstergeden okunmuştur. Daha sonra gerdirme sistemine 500 N'luk ölü ağırlıklar asılarak işlemler aynı şekilde tekrarlanmıştır.

Yukarıdaki işlemler sırayla 1000 d/dak ve 1450 d/dak'lık giriş hızları için tekrarlanmıştır.

5.3. Deneysel Bulgular:

Deney sırasında alınan giriş hızı (n_1), çıkış hızı (n_2), gergi kuvveti (F_n) ve basınç değerleri (P) yardımıyla aşağıda verilen formüller kullanılarak her frenleme momentine karşılık gelen güç değerleri (P), kayma faktörü (s), çıkış momenti (M_2), çevresel kuvvet (F_t), gergin koldaki kayış kuvveti (F_1), gevşek koldaki kayış kuvveti (F_2) ve çekme faktörü (λ) hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 5.1, Tablo 5.2, Tablo 5.3, Tablo 5.4, Tablo 5.5 Tablo 5.6, Tablo 5.7, Tablo 5.8, Tablo 5.9.' da verilmiştir.

Kayış kollarında meydana gelen kuvvetler;

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2}$$

$$F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2}$$

Kayma Faktörü;

$$s = 1 - \frac{n_{DN}}{n_{DR}}$$

Burada;

n_{DN} = döndürülen kasnağın devir sayısı (dev/dak)

n_{DR} = döndüren kasnağın devir sayısı (dev/dak)

Çekme faktörü;

$$\lambda = \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2}$$

Burada;

F_1 = gergin koldaki kayış kuvveti (N)

F_2 = gevşek koldaki kayış kuvveti (N)

Güç değerleri için;

$$P = \frac{PQ}{600\eta_g}$$

Burada;

P; güç (kW)

P ; basınç (bar)

η_g ; genel verim

$\eta_g = 0,85$ (genel olarak tercih edilen değer)

Q ; hidrolik pompa debisi (lt/dk)

Debi değerleri; Ekte verilen Anadolu Hidrolik Sanayi'ye ait debi-devir karakteristik grafiği kullanılarak hesaplanmıştır. Deney tesisatında AHS marka Q8 tip hidrolik pompa kullanılmıştır. Ekte verilen grafikte Q8 tipine karşılık gelen değerler kullanılmıştır.

Moment değerleri için;

$$M = \frac{P}{W} = \frac{P}{\pi * n} = \frac{30 * P * 10^3}{\pi * n}$$

Burada;

M ; moment (Nmm)

P ; basınç (bar)

n ; devir sayısı (d/dk)

Çevresel kuvvet için;

$$F_t = \frac{2M}{d}$$

Burada;

d = kasnak ortalama çapı olur.

d = 88 mm

Tablo 5.1. $n = 500$ d/dak, $F_n = 100$ N için hesaplanan değerler

Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	500	500	0	0	0	0	0	0
2	5	0.040	498	497	2.008	1.802	40.95	120.475	79.525	0.189
3	10	0.081	485	484	2.061	3.700	84.19	142.455	57.545	0.424
4	15	0.122	474	470	8.438	5.729	99.11	149.555	50.445	0.495
5	20	0.163	456	452	8.771	7.273	112.84	156.420	43.580	0.564
6	25	0.203	438	432	13.698	10.200	129.81	164.905	35.095	0.649
7	30	0.244	416	408	19.230	12.940	168.09	184.045	15.955	0.840
8	35	0.285	380	369	28.947	19.540	181.86	190.930	9.070	0.909
9	40	0.326	334	306	83.832	24.500	196.63	198.315	1.685	0.983

Tablo 5.2. $n = 500$ d/dak, $F_n = 200$ N için hesaplanan değerler

Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	500	500	0	0	0	0	0	0
2	5	0.040	497	496	2.0120	1,806	41.050	220,525	179,425	0.102
3	10	0.081	484	483	2.066	3,716	84.290	242,145	157,875	0.210
4	15	0.122	470	469	2.127	5.741	130.200	265,100	134,900	0.325
5	20	0.163	445	444	2.247	8.086	183.360	291,680	108.320	0.458
6	25	0.203	433	430	6.928	10.430	235.590	317,795	82,205	0.588
7	30	0.244	411	404	17.031	13.330	297.720	348,860	51,140	0.744
8	35	0.285	370	360	27.027	17.210	325.900	362,950	37,050	0.814
9	40	0.326	303	281	72.600	25.550	358.400	379,200	20.800	0.896

Tablo 5.3. $n = 500$ d/dak, $F_n = 500$ N için hesaplanan değerler

Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	500	500	0	0	0	0	0	0
2	5	0.040	499	498	2.004	0.937	21.29	510.65	489.36	0.021
3	10	0.081	487	486	2.053	3.693	83.76	541.88	458.12	0.083
4	15	0.122	475	474	2.105	5.681	128.84	564.42	435.58	0.128
5	20	0.163	460	458	4.347	7.839	177.38	588.69	411.31	0.177
6	25	0.203	436	432	9.174	10.388	233.93	616.97	383.04	0.233
7	30	0.244	415	411	9.638	13.103	294.93	647.47	352.54	0.294
8	35	0.285	381	377	10.498	16.666	374.79	687.40	312.60	0.374
9	40	0.326	338	334	11.834	21.499	482.84	741.42	253.58	0.482

Tablo 5.4. $n = 1000$ d/dak, $F_n = 100$ N için hesaplanan değerler

Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	1000	1000	0	0	0	0	0	0
2	5	0.081	1000	998	2	0.899	20.38	110.19	89.81	0.101
3	10	0.162	985	981	4.060	1.829	41.10	120.55	79.45	0.205
4	15	0.244	968	960	8.264	2.805	63.20	131.60	68.40	0.316
5	20	0.325	954	945	9.433	3.799	85.52	142.76	57.24	0.427
6	25	0.406	931	920	11.810	4.857	109.54	154.77	45.23	0.547
7	30	0.488	912	896	17.540	6.010	134.09	167.04	32.96	0.670
8	35	0.596	888	860	31.530	7.300	161.02	180.51	19.49	0.805
9	40	0.650	854	816	44.496	8.800	191.09	195.54	4.46	0.955

Tablo 5.5. $n = 1000$ d/dak, $F_n = 200$ N için hesaplanan değerler

Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	1000	1000	0	0	0	0	0	0
2	5	0.081	1000	997	3	0.9	18.947	209.473	190.527	0.047
3	10	0.162	987	981	6.079	1.829	38.505	219.252	180.747	0.096
4	15	0.244	972	966	6.172	2.799	58.920	229.463	170.537	0.146
5	20	0.325	955	945	9.594	3.799	79.970	239.985	160.015	0.199
6	25	0.406	938	929	10.471	4.862	102.350	251.175	148.825	0.255
7	30	0.488	915	902	14.207	6.03	126.940	263.470	136.530	0.317
8	35	0.596	887	861	29.312	7.33	154.315	277.157	122.842	0.385
9	40	0.650	843	811	37.950	9.055	190.630	295.315	104.685	0.476

Tablo 5.6. $n = 1000$ d/dak, $F_n = 500$ N için hesaplanan değerler

Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	1000	1000	0	0	0	0	0	0
2	5	0.081	997	996	1.003	0.896	18.863	509.431	490.560	0.018
3	10	0.162	990	988	2.020	1.817	38.252	519.126	480.874	0.038
4	15	0.244	976	972	4.098	2.770	58.315	529.157	470.842	0.058
5	20	0.325	961	954	7.284	3.763	79.221	539.610	460.389	0.079
6	25	0.406	943	936	7.423	4.794	100.926	550.463	449.537	0.100
7	30	0.488	923	915	8.667	5.885	123.894	561.947	438.053	0.123
8	35	0.596	896	886	11.16	7.091	149.284	574.642	425.358	0.149
9	40	0.650	865	853	13.872	8.418	177.221	588.610	411.380	0.177

Tablo 5.7. $n = 1450$ d/dak, $F_n = 100$ N için hesaplanan değerler

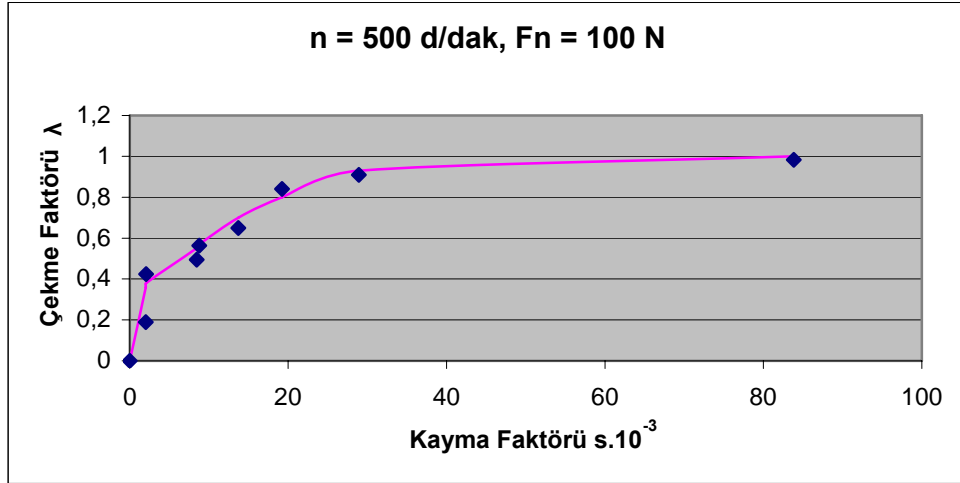
Deney No	Basınç (bar) P	Güç (kW) P	Giriş hızı (d/dak) n_1	Çıkış hızı (d/dak) n_2	Kayma Faktörü $s.10^{-3}$	Çıkış momenti (Nm) M_2	Çevresel Kuvvet (N) F_t	Gergin Koldaki Kuvvet(N) F_1	Gevşek Koldaki Kuvvet(N) F_2	Çekme Faktörü λ
1	0	0	1450	1450	0	0	0	0	0	0
2	5	0.113	1446	1441	3.457	0.622	38.609	119.304	80.696	0.193
3	10	0.227	1423	1418	3.513	1.266	28.65	114.325	85.675	0.143
4	15	0.341	1404	1389	10.683	1.938	43.56	121.780	78.220	0.217
5	20	0.460	1377	1358	13.798	2.643	59.25	129.625	70.375	0.296
6	25	0.568	1337	1318	14.210	3.405	76.27	139.860	60.140	0.398
7	30	0.682	1302	1263	29.953	4.264	94	147	53	0.470
8	35	0.796	1266	1215	40.284	5.171	112.79	156.395	43.605	0.567
9	40	0.909	1186	1105	68.296	6.498	137.59	168.795	31.205	0.687

Tablo 5.8. $n = 1450$ d/dak, $F_n = 200$ N için hesaplanan değerler

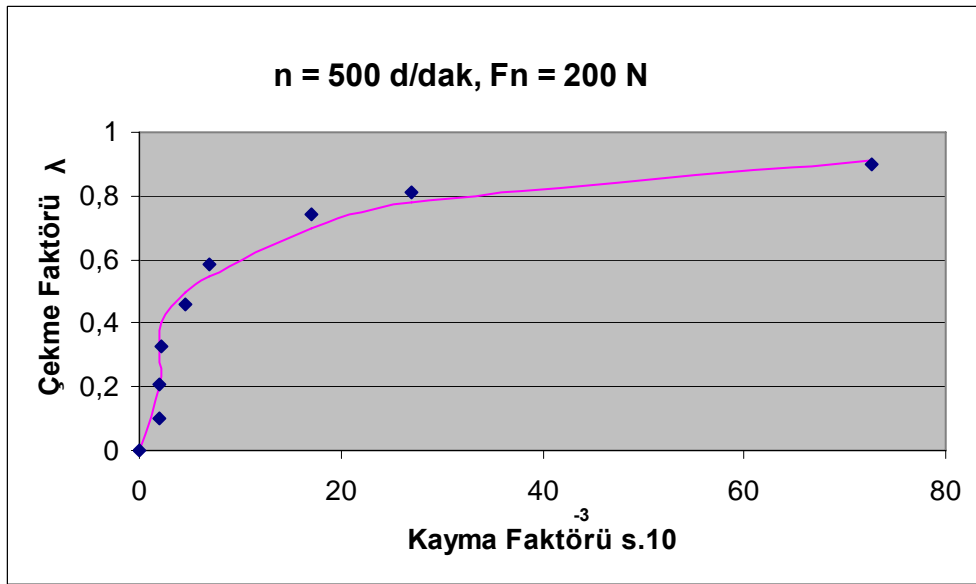
Deney No	Basınç (bar) P	Güç (kW) P	Giriş hızı (d/dak) n_1	Çıkış hızı (d/dak) n_2	Kayma Faktörü $s.10^{-3}$	Çıkış momenti (Nm) M_2	Çevresel Kuvvet (N) F_t	Gergin Koldaki Kuvvet(N) F_1	Gevşek Koldaki Kuvvet(N) F_2	Çekme Faktörü λ
1	0	0	1450	1450	0	0	0	0	0	0
2	5	0.113	1442	1436	4.160	0.625	14.13	207.07	192.94	0.035
3	10	0.227	1421	1413	5.629	1.270	28.70	214.35	185.65	0.071
4	15	0.341	1392	1376	11.494	1.956	43.95	221.98	178.03	0.109
5	20	0.460	1362	1347	11.013	2.675	59.90	229.95	170.05	0.149
6	25	0.568	1324	1307	14.350	3.473	77.01	238.51	161.50	0.192
7	30	0.682	1275	1247	21.960	4.371	95.99	248.00	152.01	0.239
8	35	0.796	1231	1192	31.681	5.324	113.94	256.97	143.03	0.282
9	40	0.909	1154	1086	58.925	6.612	141.40	270.70	129.30	0.353

Tablo 5.9. $n = 1450$ d/dak, $F_n = 500$ N için hesaplanan değerler

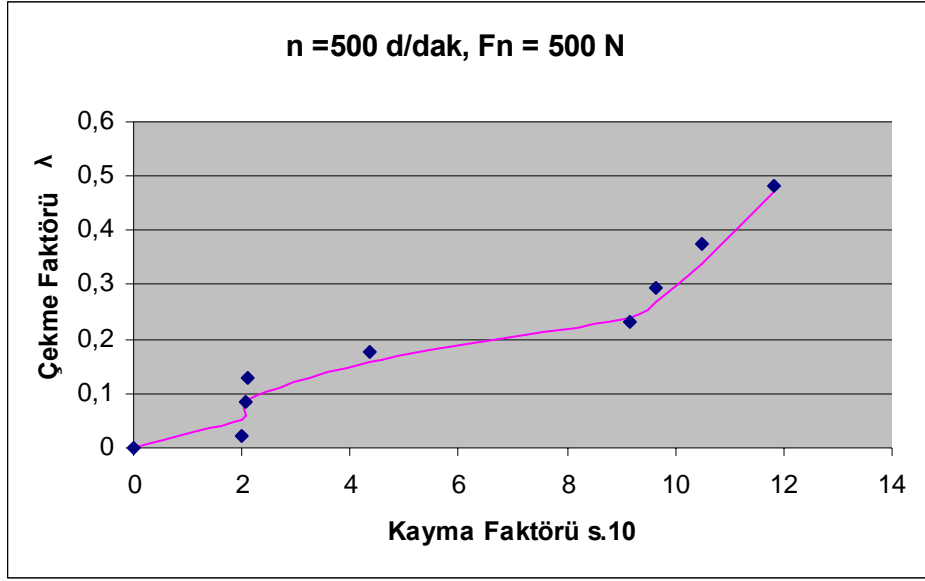
Deney No	Basınç (bar)	Güç (kW)	Giriş hızı (d/dak)	Çıkış hızı (d/dak)	Kayma Faktörü	Çıkış momenti (Nm)	Çevresel Kuvvet (N)	Gergin Koldaki Kuvvet(N)	Gevşek Koldaki Kuvvet(N)	Çekme Faktörü
	P	P	n_1	n_2	$s.10^{-3}$	M_2	F_t	F_1	F_2	λ
1	0	0	1450	1450	0	0	0	0	0	0
2	5	0.113	1445	1443	1.384	0.621	38.67	519.34	480.67	0.038
3	10	0.227	1426	1423	2.103	1.261	28.58	514.29	485.71	0.028
4	15	0.341	1408	1402	4.261	1.920	43.45	521.73	478.28	0.043
5	20	0.460	1379	1373	4.350	2.615	59.15	529.58	470.43	0.059
6	25	0.568	1355	1345	7.380	3.336	75.26	537.63	462.37	0.075
7	30	0.682	1316	1301	11.398	4.139	92.99	546.50	453.51	0.092
8	35	0.796	1281	1266	11.709	4.963	111.44	555.72	444.28	0.111
9	40	0.909	1211	1195	13.121	6.009	134.74	567.37	432.63	0.134



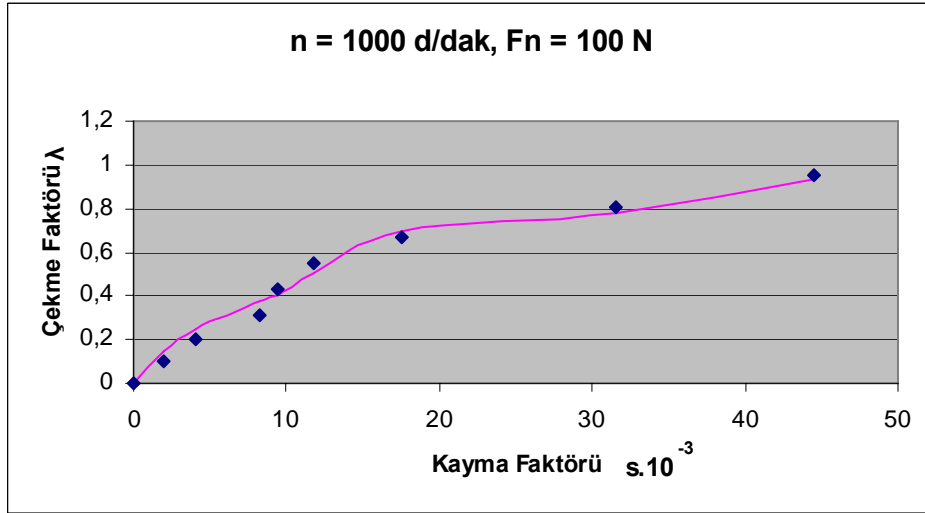
Şekil 5.3. n = 500 d/dak, F_n = 100 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



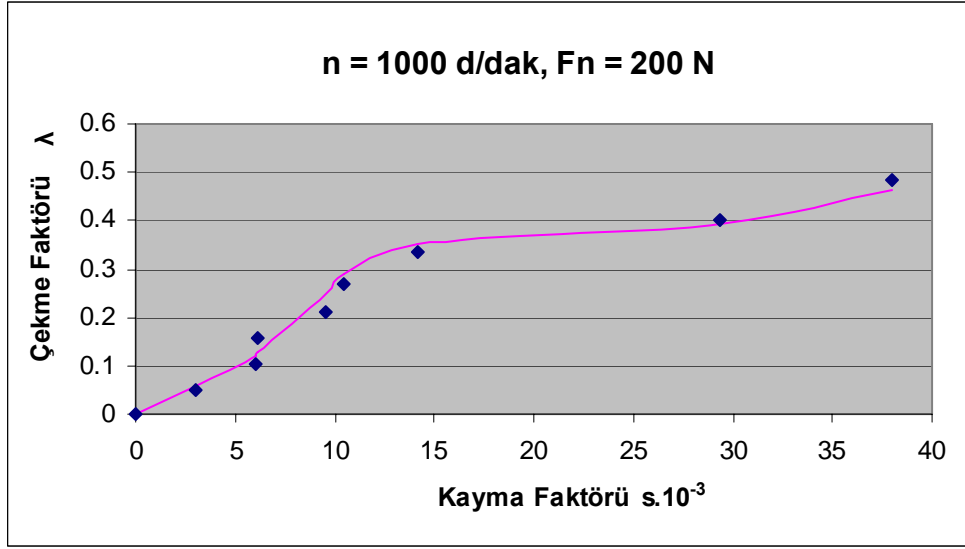
Şekil 5.4. n = 500 d/dak, F_n = 200 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



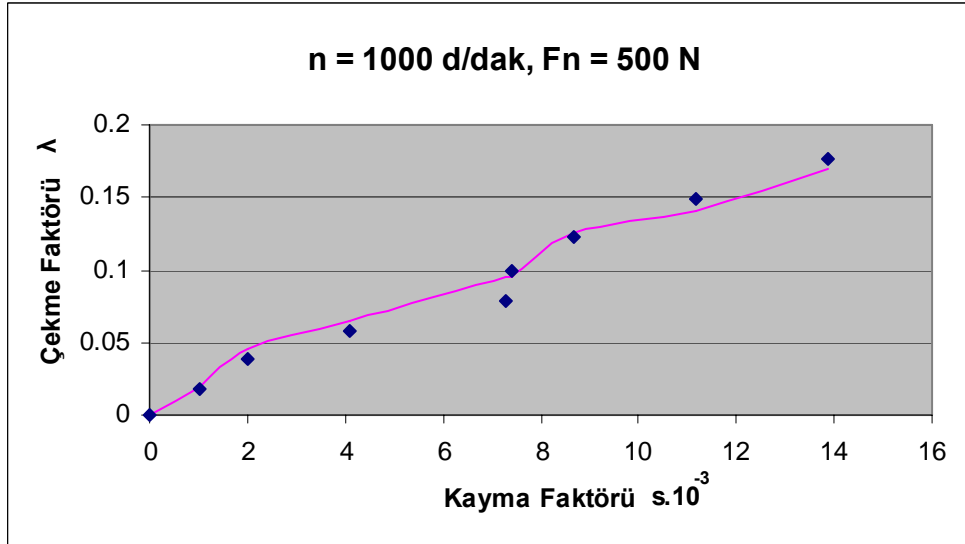
Şekil 5.5. n = 500 d/dak, F_n = 500 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



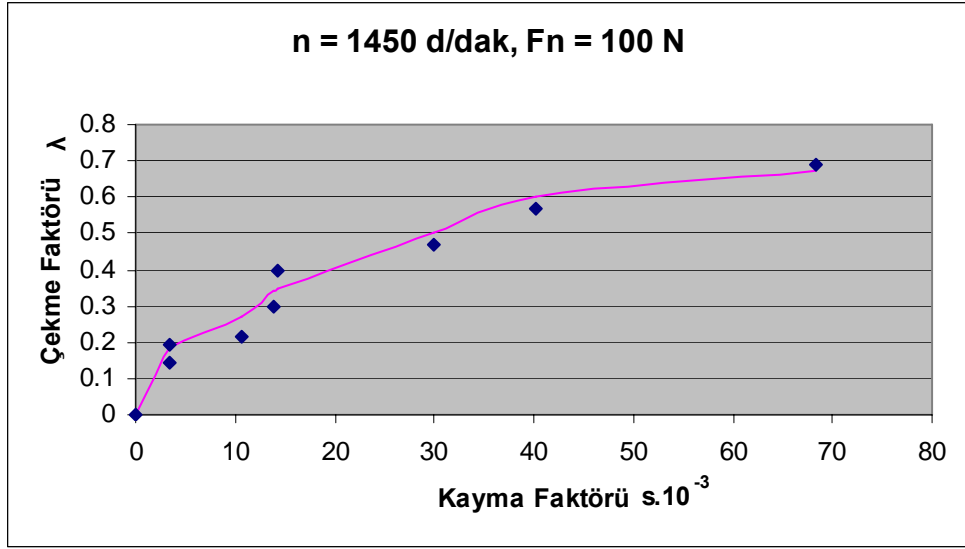
Şekil 5.6. n = 1000 d/dak, F_n = 100 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



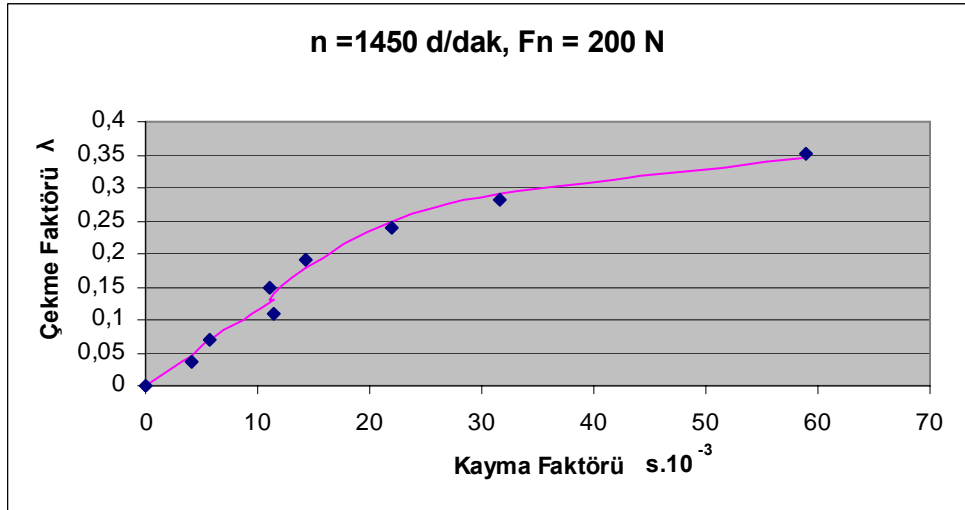
Şekil 5.7. n = 1000 d/dak, F_n = 200 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



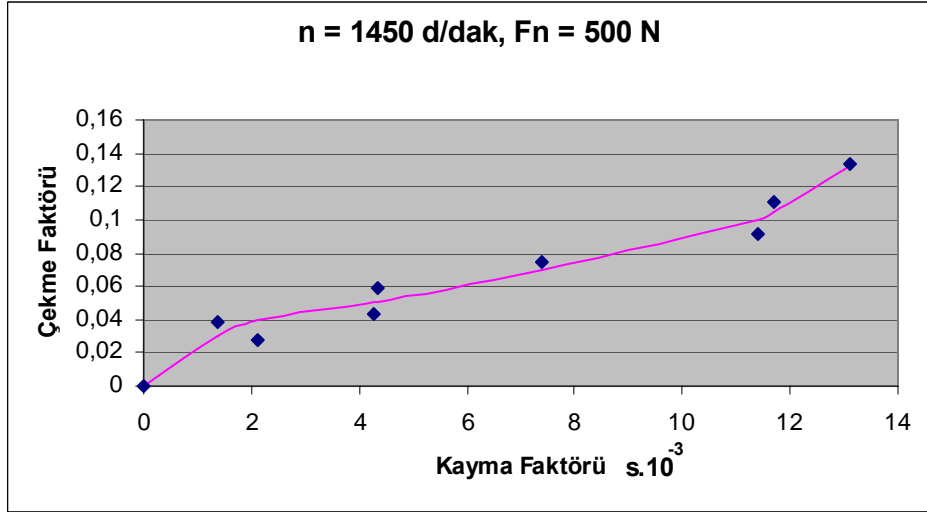
Şekil 5.8. n = 1000 d/dak, F_n = 500 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



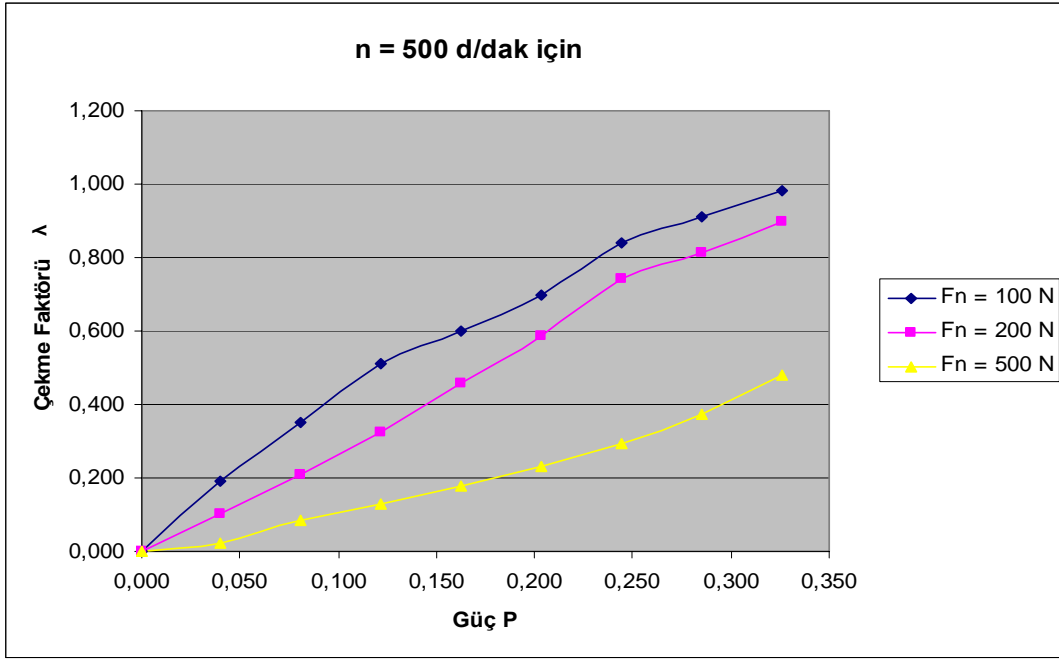
Şekil 5.9. n = 1450 d/dak, F_n = 100 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



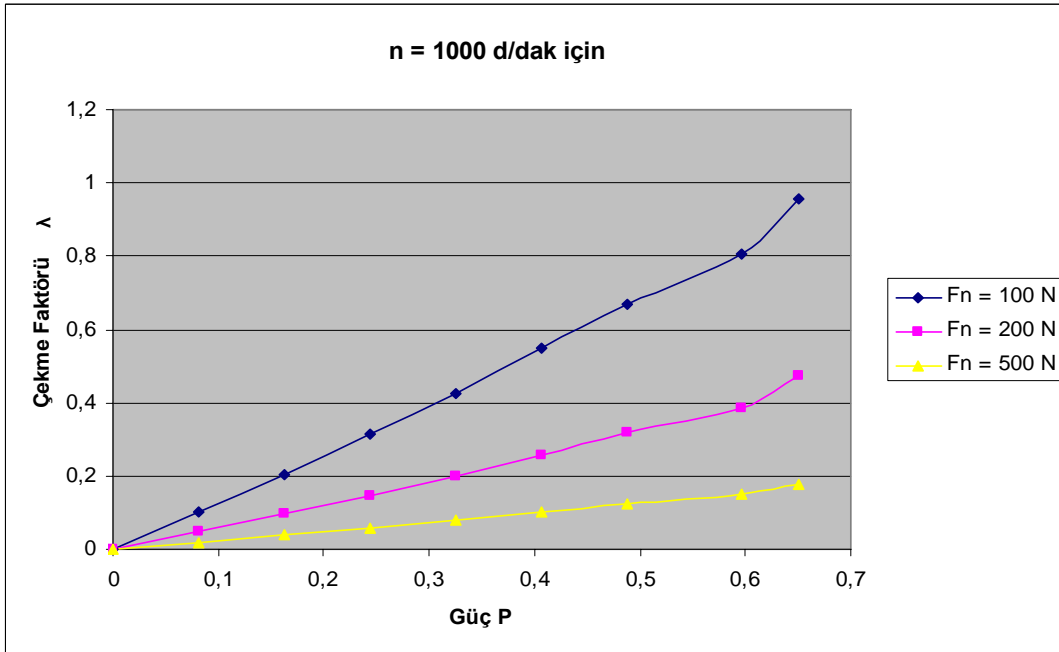
Şekil 5.10. n = 1450 d/dak, F_n = 200 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



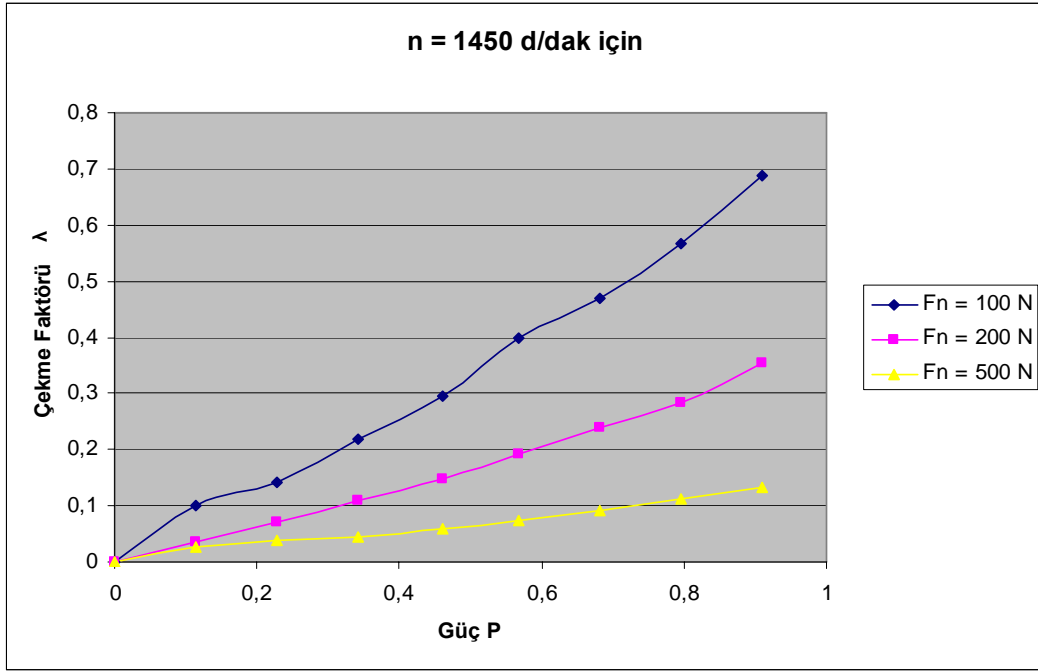
Şekil 5.11. n = 1450 d/dak, F_n = 500 N için çekme faktörü ile kayma faktörü arasındaki ilişki



Şekil 5.12. n = 500 d/dak hız için farklı ön gerilme kuvvetlerinde çekme faktörlerinin karşılaştırılması



Şekil 5.13. n = 1000 d/dak hız için farklı ön gerilme kuvvetlerinde çekme faktörlerinin karşılaştırılması



Şekil 5.14. n = 1450 d/dak hız için farklı ön gerilme kuvvetlerinde çekme faktörlerinin karşılaştırılması

5.4. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

Yapılan bu çalışmada sistemde oluşan kayma miktarlarının tespit edilebilmesi için tasarlanan kayış kasnak mekanizmasında, hidrolik sistem aracılığıyla döndürülen kasnak üzerine frenleme momentleri uygulanmıştır. İstenen frenleme momentlerinin elde edilebilmesi için hidrolik kısıcı yardımıyla basınç değerleri belirlenen değerler arasında arttırılmıştır.

Sistem zerine uygulanacak gergi kuvvetleri deney esnasında kademeli olarak arttırılmıştır. Sisteme l ağırlık asılarak sistem üzerinde gergi kuvveti oluşturulmuş. Sisteme ayrıca belirli aralıklarla hidrolik sistem aracılığıyla frenleme momentleri uygulanmıştır. Basınç değerleri hidrolik kısıcı aracılığıyla 0 bar'dan 40 bar'a kadar 5'er bar aralıklarla arttırılarak uygulanmıştır.

Deneylerde elde edilen veriler ve bu verilerle hesaplanan çekme faktörü ve kayma faktörü arasındaki ilişkiler Şekil 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11, bağıntı grafiklerle gsterilmıştir.

1450 d/dak hız için 0-40 bar arası değişen frenleme momentlerinde yapılan deney sonucuna göre; 100 N'luk gerdirme kuvvetinde kayma faktörü 0-68 arasında değişirken, 200 N'luk gerdirme kuvvetinde kayma faktörü 0-58 arasında ve 500 N'luk gerdirme faktöründe ise kayma faktörü 0-13 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu değerleri göz önüne alırsak; gerdirme kuvvetinin değeri arttıka kayma faktörü değeri azaldığı grlmştir.

Çekme faktörü ise 100 N'luk gerdirme kuvvetinde çekme faktörü 0.193-0.687 arasında değişirken, 200 N'luk gerdirme kuvvetinde çekme faktörü 0.035-0.353 arasında ve 500 gerdirme faktöründe ise çekme faktörünün 0.038-0.134 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu değerler ışığında kayış kollarında meydana gelen kuvvetler arasındaki farkın gerdirme kuvveti arttıka azaldığı gözlemlenmiştir. Aynı hız değerleri ve farklı gerdirme kuvvetleri ise çekme faktörleri göz önüne alınırsa

gerdirme kuvveti arttıkça çekme faktörünün azaldığı deney sonucunda elde edilen grafik ve tablolarda görülmektedir.

Deneyler kayış kasnak mekanizmasının giriş hızı 500 d/dak, 1000 d/dak ve 1450 d/dak ayarlanarak farklı hızlarda yapılmıştır. 500 N'luk gerdirme kuvvetinde hız 500 d/dak için kayma faktörü 0-37 arasında, hız 1000 d/dak için kayma faktörü 0-14 arasında, hız 1450 d/dak için ise kayma faktörü 0-13 arasında değiştiği yapılan deneyler sonucunda görülmüştür. (Şekil 5.12, 5.13, 5.14) Bu sonuçlar ise kayış kasnak mekanizmasının hızı arttıkça kayma miktarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Basıncın 25 bara kadar artırılmasıyla elde edilen frenleme momentlerinde gerdirme kuvvetinin 100 N, 200 N ve 500 N olduğu değerlerde, kayma miktarlarında fazla artış olmadığı ve değerlerin bütün gerdirme kuvvetlerinde birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Mekanizmada basıncın 25 bar'dan 40 bar'a kadar artırılmasıyla sisteme uygulanan frenleme momentlerinde 100 N ve 200 N gerdirme kuvvetleri için kaymadaki artışın çok fazla olduğu elde edilen grafiklerde görülmüştür. Buna karşılık 500 N gerdirme kuvvetinde ise kayma miktarında artışın çok az miktarda olduğu görülmüştür.

Hazırladığımız deney düzeneğinde elde edilen 0,909 kW güç değerinde ve 1450 d/dak devirde, sisteme uygulan farklı gerdirme kuvvetlerinde kayma değerleri tespit edilmiştir. 100 N'luk gerdirme kuvvetinin etkisi altında sistemden elde edilen verilerle hesaplanan kayma değeri 68.286, 200 N'luk gerdirme kuvvetinin etkisinde hesaplanan kayma değeri 58.925 ve 500 N'luk gerdirme kuvvetinde ise bu değer 13.121 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler sonucunda ise sisteme uygulanan büyük gerdirme kuvvetlerinde kayma miktarlarında büyük düşüşler olduğu görülmüştür.

Elde ettiğimiz bu sonuçlar ışığında, sistemde çekme faktörü 0.040-0.140 değerleri aralığında kayış kasnak mekanizmasında kayma miktarının minimum olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerler arasında sistemden en yüksek verim elde edilmiştir. Ancak önerilen bu çekme faktörü değerleri kullanılan kayış tipi, merkezler arası mesafe, tahrik motorunun gücü, sisteme uygulanan zorlamaya bağlı olarak farklı olacaktır.

6. SONUÇLAR:

Kayış ve kasnak arasında oluşan sürtünme nedeniyle kayış kollarında meydana gelen gerilme değişimi, elastik uzama ve kısaltmaya sebep olur. Bu elastik değişimlerden dolayı mekanizmada kayma meydana gelir. Deney düzeneğinde kuvvet bağı ile güç ileten kayış kasnak mekanizmasında kayış ile kasnak arasında sisteme uygulanan frenleme momentleri ile sistemde kayma olayının meydana geldiği gözlemlenmiştir.

V-kayış kasnak mekanizmalarında kayış kol kuvveti farkı arttıkça kayma miktarında da artış olduğu gözlemlenmiştir. Kayış kol kuvvetleri arasındaki fark arttıkça kısmi kayma bölgesi de büyür ve belli bir değere geldiği zaman kayışın kasnağa sarıldığı bütün kavis boyunca kayma meydana gelir. Bu kayma olayına ise tam kayma adı verilir.

Yapılan bu çalışmada V-kayış kasnak mekanizmalarında, sisteme uygulanan farklı gerdirme kuvvetleri ile mekanizmada meydana gelen kayma miktarları tespit edilmiştir. Farklı gerdirme kuvvetlerinde yapılan deneylerde elde edilen kayma değerleri arasında farklılıkların olduğu görülmüştür.

Kayışın yeterince gergin olmadığı yani F_n gerdirme kuvvetinin küçük olduğu değerlerde kayış kasnak ara yüzeyinde kayma miktarının daha çok olduğu gözlenmiştir. Deney sonuçlarında da görüldüğü gibi kayış kollarındaki gergi kuvvetleri arasındaki fark arttıkça çekme faktöründe artış olduğu gözlenmiştir. Çekme faktöründeki artış ise sistemde yeterli gerdirme kuvveti olmadığı sonucunu vermiştir. Bununla beraber sistemde kayma miktarında artış olduğu sonucuna varılabilir. Yapılan bu deneyler sonucunda; kayış kasnak mekanizmasında kayma miktarını en aza indirmek için kayışın uygun gerginlikte olması gerektiği saptanmıştır.

Kayış kasnak mekanizmalarında kayışların elastikiyeti nedeniyle kayma olayını önlemenin mümkün olmadığı yapılan deneylerde gözlemlenmiştir. Fakat uygulanacak gerđi kuvveti ile kayma olayını en aza indirmenin mümkün olduğu yapılan deneylerle kanıtlanmıştır. Sisteme uygulanacak gerđi kuvvetinin miktarı mekanizmadan elde edilecek güce, mekanizmaya gelen zorlamaya ve kayış tipine bağlı olarak değişim gösterecektir.

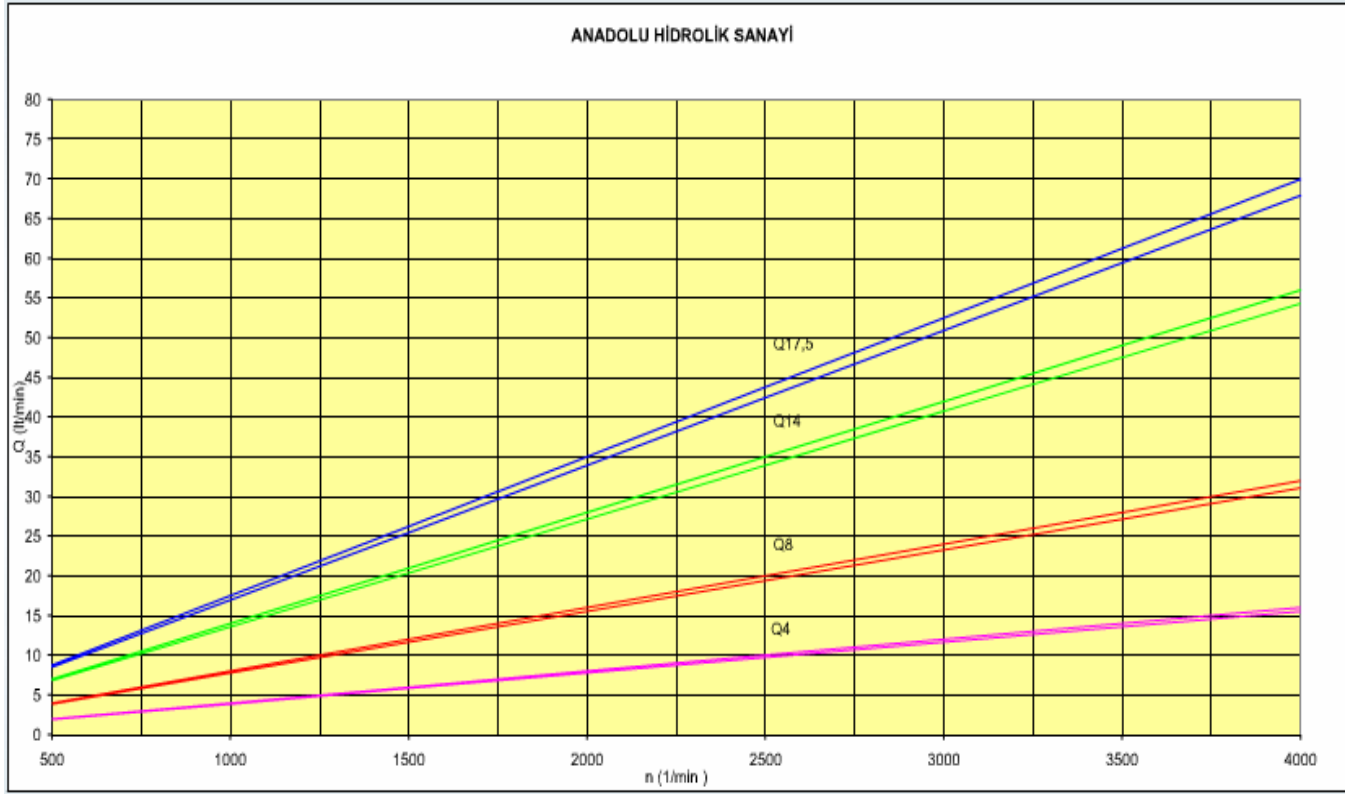
7. KAYNAKLAR

1. Firbank, T.C. 1970. Mechanics Of The Belt Drive, Int. J. Mech. Sci. Pergaman Press
2. Derby. 1974 V-Kayışları Teknik Kataloğu, Latin Matbaacılık Sanayi, İstanbul.
3. Gerbert, B.G. 1975. Pressure Distribution and Belt Deformation in V-Belt Drives, ASME Journal of Engineering for Industry.
4. Belofsky, H. 1976. On The Theory of Power Transmission By V-Belts, Oxford Management and Research Center, U.S.A. 263-275.
5. Dolan, J.P. Worley, W.S. 1976. Closed Form Approximations to the Solution of V-Belt Force and Slip Equations, Journal Mechanism, Transmissions and Automation in Design,
6. Oliver, L. and Johnson, C. and Breig, W. 1976. V-Belt Life Prediction and Power Rating, Journal of Engineering for Industry , Trans Asme, 340-347
7. Gerbert, B.G. 1981. Some Notes on V-Belt Drives, ASME Journal of Engineering for Design.
8. Akkurt, M. 1987. Makine Elemanları, Birsen Yayınevi, İstanbul,
9. Alciator, D.G. and Traver, A.E, 1989. Multipulley Belt Drive Mechanics Creep Theory and Shear, Proceedings of the International Power Transmission and Gearing Conference, Institute of Technology, Chicago. 65-70
10. Gediktaş, M.Y.S. 1989. Kayış Kasnak Mekanizmaları, Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
11. Hannson, H. 1989. Geometry Conditions for Good Power Capacity in a V-Ribbed Belt Drive, Proceedings of the International Power Transmission and Gearing Conference, Institute of Technology, Chicago. 59-64
12. Peeken, H. and Fischer, F. 1989. Experimental Investigation of Power Loss and Operating Conditions of Statically Loaded Belt Drives. Proceedindgs of the

International Power Transmission and Gearing Conference, Institute of Technology, Chicago. 15-24

13. Rubin, M.B. 2000. An Exact Solution for Steady Motion of an Extensible Belt in Multipulley Belt Drive Systems, Faculty of Mechanical Engineering, 311-316
14. Shieh , CH. and Chen, WH. 2001. Three Dimensional Finite Element Analysis of Frictional Contact for Transmission Systems The Chinese Journal of Mechanics, 189-199.

8. EKLER



Q serisi hidrolik pompalar için debi-devir karakteristik eğrisi