

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

85038

SÜREKLİ AKIMLI ZİNCİRLİ ASKILI KONVEYÖRLERİN  
KONSTRÜKSİYONU ve YÜRÜTME DİRENÇLERİNİN  
İNCELENMESİ

Mak. Müh. Serdar KENAR

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Konstrüksiyon Programında  
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Mustafa ALIŞVERİŞÇİ

Y.-Doç. Dr. M. Başoğlu

Prof. Dr. Nihat TEKİN

İSTANBUL, 1999

İÇİNDEKİLER	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	i
KISALTMA LİSTESİ.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ .....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. SÜREKLİ AKIMLI ZİNCİRLİ ASKILI KONVEYÖRLER.....	4
2.1. Genel.....	4
2.2. Çift Raylı Sürekli Akımlı Zincirli Askılı Konveyörler, Çalışma Prensipleri ve Şekilleri.....	8
2.2.1. Taşıyıcıların otomatik birikmesi ve depolanması.....	11
2.2.2. Otomatik yollamalı veya önden seçmeli konveyörler.....	15
3. KONSTRÜKTİF BİLGİLER.....	17
3.1. Zincirler.....	17
3.1.1. Ayrılabilir zincirlerin özellikleri.....	20
3.1.2. Ayrılabilir zincirlerin standartları.....	21
3.1.3. Müsaade edilen maksimum zincir çekme kuvveti.....	23
3.2. Zincir ve Yük Askı Düzenleri.....	24
3.2.1. Zincir askı düzenleri.....	24
3.2.2. Zincir askı düzeni konstrüksiyonu.....	25
3.2.3. Tekerlekli askılar.....	26
3.2.4. Zincir askı düzenine gelen yükler.....	28
3.2.5. Yük askı düzeni.....	30
3.3. Tahrik İstasyonu.....	32
3.3.1. Tahrik ünitesi.....	36
3.3.1.1. Açısız, zincir dişlili tahrik.....	36
3.3.1.2. Palet zincirli tahrik.....	38
3.4. Gerdirme Ünitesi.....	39
3.5. Konveyör Hattı İletim Yolları, Yön Değiştirme İstasyonları ve Bağlantılar.....	42
3.5.1. İletim yolları.....	42
3.5.2. Yön değiştirme istasyonları.....	46

3.5.2.1.	Yatay dönüşler.....	47
3.5.2.2.	Düşey dönüşler.....	51
3.5.3.	Askı bağlantıları.....	54
3.6.	Durdurma Düzenleri.....	55
3.6.1.	Güç hattı içinde durdurma tipleri.....	55
3.6.2.	Serbest hatta durdurma tipleri.....	57
3.7.	Hat Değiştirme Düzenleri.....	58
3.7.1.	Transfer.....	58
3.7.2.	Makaslama.....	60
3.8.	Power and Free (Yüklü ve Yüksüz) Grupları.....	63
3.8.1.	Kilitler.....	63
3.8.2.	Saptırıcılar.....	64
3.8.3.	Kaldırma-indirme istasyonları.....	66
3.8.4.	Hedef ayar sistemleri.....	67
4.	YÜRÜTME DİRENÇLERİNİN İNCELENMESİ.....	72
4.1.	Sürekli Akımlı Zincirli Askılı Konveyörlerde Hesap Yöntemi Prensipleri.....	73
4.2.	Sürekli Akımlı Zincirli Askılı Konveyör Tesislerinde Yüklenme Durumu.....	77
4.2.1.	Yüksüz hareket konumuna ait yüklenme durumu.....	77
4.2.2.	Yüksüz fakat askı tertibatının asılı olduğu yüklenme durumu.....	77
4.2.3.	Tam yükte hareket konumuna ait yüklenme durumu.....	77
4.3.	Yatay Düzlemdeki Doğrusal Hareket Yollarına Ait Dirençler.....	78
4.3.1.	Hareketli tekerleklerin yuvarlanmasına karşı koyan yürütme direnci.....	78
4.3.2.	Hareketli tekerleklerin yuvarlanmasına karşı koyan yatak sürtünme direnci.....	79
4.4.	Yatay Düzlemdeki Saptırma Kasnaklarına Ait Yürütme Dirençleri.....	80
4.4.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	81
4.4.2.	Saptırma kasnağının yatak kısmında meydana gelen sürtünme direnci.....	81
4.4.3.	Zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	82
4.5.	Yatay Düzlemdeki Makara Bataryalarında Meydana Gelen Dirençler.....	83
4.5.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	84
4.5.2.	Zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	84
4.5.3.	Makara bataryalarının yataklarında meydana gelen sürtünme direnci.....	84
4.6.	Mafsallı Zincirin Düşey Düzlemdeki Hareketi Sırasında Meydana Gelen Dirençler.....	86
4.6.1.	Zincirin düşey düzlemdeki yükselme konumuna ait dirençler.....	86
4.6.1.1.	Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.....	87

4.6.1.1.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	88
4.6.1.1.2.	Yükselme farkına ait olan direnç.....	89
4.6.1.1.3.	Çekme elemanı zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	90
4.6.1.2.	Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yollarında meydana gelen dirençler.....	90
4.6.1.2.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci .....	91
4.6.1.2.2.	Yükseklik farkına karşı olan direnç.....	91
4.6.1.3.	Üst kısımdaki kavisli yay kolunda meydana gelen dirençler.....	92
4.6.1.3.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	93
4.6.1.3.2.	Yükseklik farkına karşılık olan direnç.....	95
4.6.1.3.3.	Zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	95
4.6.2.	Zincirin düşey düzlemdeki alçalma (iniş) konumuna ait dirençler.....	96
4.6.2.1.	Üst Kısımdaki kavisli kay kolunda meydana gelen dirençler.....	97
4.6.2.1.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	97
4.6.2.1.2.	Yükseklik farkına karşılık olan direnç.....	98
4.6.2.1.3.	Zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	98
4.6.2.2.	Düşey düzlemdeki iniş konumunda, doğrusal hareket yollarında meydana gelen dirençler.....	99
4.6.2.2.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	99
4.6.2.2.2.	Yükseklik farkına karşılık olan direnç.....	100
4.6.2.3.	Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.....	101
4.6.2.3.1.	Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci.....	101
4.6.2.3.2.	Yükseklik farkına karşılık olan direnç.....	102
4.6.2.3.3.	Zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	103
4.7.	Spiwakowski 'ye Göre, SAZAK Tesislerinde Zincir Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması.....	104
4.7.1.	Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu.....	104
4.7.2.	Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı veya zincir dişlisi.....	104
4.7.3.	Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları.....	104
4.7.4.	Düşey düzlemde bulunan hareket yolları.....	105
4.8.	Geissler 'e Göre, SAZAK Tesislerinde,Zincir Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması.....	106
4.8.1.	Yatay Düzlemde Bulunan Doğrusal Hareket Yolu.....	106
4.8.2.	Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı veya zincir dişlisi.....	106
4.8.3.	Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları.....	106
4.8.4.	Düşey düzlemde yükselme konumu.....	107
4.8.5.	Zincirin düşey düzlemdeki alçalma (iniş) konumu.....	107
5.	<b>ÇEŞİTLİ HESAPLAMA VE ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ İLE BULUNAN ZİNCİR ÇEKME KUVVETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>108</b>

5.1.	Deney Tesisine Ait Zincir Çekme Kuvvetlerinin Teorik Denklemlerden Faydalanılarak Hesaplanması.....	109
5.2.	Spiwakowski 'ye Göre, Deney Tesisine Ait, Maksimum Zincir Çekme Kuvvetinin Hesaplanması.....	123
5.3.	Geissler 'e Göre, Deney Tesisine Ait, Maksimum Zincir Çekme Kuvvetinin Hesaplanması.....	131
5.4.	Deney Tesisine Ait Hesaplanmış Bulunan Zincir Çekme Kuvvet Değerlerinin Mukayesesi.....	142
6.	DEĞERLENDİRME.....	147
	KAYNAKLAR.....	149
	ÖZGEÇMİŞ.....	150



## SİMGE LİSTESİ

$\alpha$	$^{\circ}$	Yatay düzlemdeki zincirin hareket yönünün değişmesine ait sapma açısı
$\beta$	$^{\circ}$	Makara bataryalarına ait iki makara arasındaki açı
$\beta_{maks.}$	$^{\circ}$	Maksimum eğim açısı
$\varepsilon$	$^{\circ}$	Makara bataryalarında hareket eden mafsalı zincirin iki hatvesi arasındaki dönme açısı
$\gamma$	$^{\circ}$	Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yolunun eğim açısı
$\eta$	$^{\circ}$	Düşey düzlemin alt kısmındaki kavisli yay yolunun merkez açısı
$\nu$	$^{\circ}$	Düşey düzlemin üst kısmındaki kavisli yay yolunun merkez açısı
$\mu_K$	-	Zincir elemanları ile perno arasındaki sürtünme katsayısı
$\mu_{L1}$	-	Hareketli tekerleklere ait yatak sürtünme katsayısı
$\mu_{L2}$	-	Saptırma kasnakları ile makara bataryalarına ait yatak sürtünme katsayısı
BD	N	Düşey düzlemdeki hareket sırasında meydana gelen tekerlek baskı kuvveti
$b_{maks.}$	mm	Maksimum uzunluktaki yük
BO	m	Düşey düzlemdeki hareketin üst kısmına ait tekerlekler arasındaki uzaklık
BU	m	Düşey düzlemdeki hareketin alt kısmına ait tekerlekler arası uzaklık
CG	m	Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yol uzunluğu
$D_K$	m	Mafsal zincirin perno çapı
$D_M$	m	Hareketli tekerleklere ait rulman yatak çapı
$D_{MR}$	m	Makara bataryalarının rulman yatak çapı
$D_{MU}$	m	Saptırma kasnağına ait rulman yatak çapı
f	mm	Yuvarlanma sürtünmesine ait manivela kolu
$F_{maks}$	N	En büyük zincir çekme kuvveti
$F_{min,}$	N	En küçük zincir çekme kuvveti
$F_n,$	N	Belirli bir hareket yolunun başlangıç noktasındaki kuvvet değeri
$F_{n+1,}$	N	Belirli bir hareket yolunun sonundaki kuvvet değeri
$F_V$	N	Zincir ön gergi kuvveti
$G_K$	N/m	Mafsallı zincirin birim boy ağırlığı
$G_L$	N	Hareketli tekerleklerin ağırlığı
KO	adet	Düşey düzlemin üst kısmına ait hareketli tekerlek sayısı
KU	adet	Düşey düzlemin alt kısmına ait hareketli tekerlek sayısı
$L_H$	m	Hareket yol uzunluğu
$L_S, L_y$	m	Düşey düzlemdeki toplam hareket yol uzunluğu
MO	-	Makara bataryalarına ait yatak sürtünme katsayısı
Q	N	Hareketli tekerlek yükü
q	N/m	Mafsallı zincirin birim boy ağırlığı
Q'	Par/h	Konveyör iletim miktarı
$q_0$	N/m	Zincir ile hareketli tekerleklerin birim boy ağırlığı
R	mm	Hareketli tekerlek yarıçapı

$R_H$	m	Yatak düzlemindeki zincirin hareket yönünün değişmesine ait kavis yarıçapı
$R_M$	mm	Hareketli tekerleklerin rulman yatak yarıçapı
$R_{min}$	mm	Yatay dönemeçlerde en küçük yarıçap
$R_{MR}$	mm	Makara bataryalarındaki destek makaralarının rulman yatak yarıçapı
$R_{MU}$	m	Saptırma kasnaklarına ait rulman yatak yarıçapı
$R_{STR}$	m	Makara bataryalarındaki destek makaralarının yarıçapı
$R_{VO}$	m	Düşey düzlemdeki hareketin üst kısmına ait kavis yarıçapı
$R_{VU}$	m	Düşey düzlemdeki hareketin alt kısmına ait kavis yarıçapı
$T_G$	m	Yük taşıyıcı tablaların hatvesi
$T_K$	m	Mafsallı zincir hatvesi
$T_L$	m	Hareketli tekerleklerin hatvesi
$V_K$	m/dak	Mafsallı zincir hızı
$W$	N	Yürütme direnci
$W'_{Ytr}$	-	Yük askı tekerleğinin harekete karşı direnci
$W'_{Ztr}$	-	Zincir askı tekerleğinin harekete karşı direnci
$W_F$	N	Toplam hareket direnci
$W_H$	N	Yükseklik farkına ait direnç
$W_K$	N	Zincir mafsal direnci
$W_L$	N	Yatak sürtünme direnci
$W_R$	N	Yuvarlanmaya ait yürütme direnci

## KISALTMA LİSTESİ

SAZAK

Sürekli Akımlı Zincirli Askılı Konveyör



## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	İletim mallarının sınıflandırılması.....	3
Şekil 2.1	Tek raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör.....	5
Şekil 2.2	Tek raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör.....	6
Şekil 2.3	Çift raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör.....	7
Şekil 2.4	Çift raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör.....	9
Şekil 2.5	Çift (a) ve tek (b) askı düzenli taşıyıcı.....	13
Şekil 2.6	Çift raylı SAZAK çalışma örneği.....	13
Şekil 2.7	Taşıyıcıların yığılması örneği.....	13
Şekil 2.8	Yüklü ve Yüksüz iletim hattı üzerine yerleştirilmiş kaldırma-indirme sisteminin çalışma prensibi.....	15
Şekil 2.9	Adres kutulu bir taşıyıcı.....	16
Şekil 3.1	Kalıpta dövülmüş zincirin tekerlek takımı ile bağlanma durumu.....	17
Şekil 3.2	Hafif iletim mallarının iletiminde kullanılan iletim zinciri.....	18
Şekil 3.3	Kardan mafsallarından yapılmış zincir şekli.....	18
Şekil 3.4	Tek raylı SAZAK sisteminde iletim zincirinin yağlama cihazı.....	19
Şekil 3.5	Çift raylı SAZAK sisteminde yağlama cihazı.....	20
Şekil 3.6	Ayrılabilir pimli zincir.....	20
Şekil 3.7	190mm (4") 'lik zincir detayları.....	23
Şekil 3.8	Zincir askı düzeni.....	24
Şekil 3.9	Tekerlek konstrüksiyonu.....	25
Şekil 3.10	İtici bağlantı tipleri.....	25
Şekil 3.11	Hafif yük tipi tekerlekli askı.....	27
Şekil 3.12	Ağır yük tipi tekerlekli askı.....	27
Şekil 3.13	Değişik yük kaldırma kapasiteli tekerlekli askılar.....	27
Şekil 3.14	Düşey dönüşlerde zincir askı düzenine gelen yükler.....	29
Şekil 3.15	Düşey dönüşlerde askı tekerleğine gelen yükler.....	29
Şekil 3.16	Farklı tipteki yük askı düzenleri.....	31
Şekil 3.17	Trolley uygulamaları.....	32
Şekil 3.18	Catterpillar tahrik sistemi.....	33
Şekil 3.19	Catterpillar tahrik sistemi.....	35
Şekil 3.20	Sürükleyen zincirli tahrik sistemi.....	35
Şekil 3.21	Açısal zincir dişlili tahrik.....	37
Şekil 3.22	Sabit şaseli tahrik ünitesi.....	37
Şekil 3.23	Palet zincirli tahrik ünitesi.....	38
Şekil 3.24	Bir araba üzerine oturtulmuş gerdirme sistemi.....	39
Şekil 3.25	Birbirinden uzak iki iletim hattının gerdirme kovanı ile gerdirilme.....	39
Şekil 3.26	Gerdirme istasyonları (a) yaylı, (b) vidalı.....	40
Şekil 3.27	Karşı ağırlıklı gerdirme ünitesi.....	41
Şekil 3.28	Makara takımlı karşı ağırlıklı gerdirme üniteleri.....	42

Şekil 3.29	Çeşitli iletim yolları.....	43
Şekil 3.30	İki rayın birleştirilme ve asılması boyutları.....	44
Şekil 3.31	Ray bağlantıları.....	45
Şekil 3.32	90° 'lik yatay yön değiştirme yolu.....	46
Şekil 3.33	45° 'lik dikey yön değiştirme yolu.....	46
Şekil 3.34	180° 'lik makaralı yön değiştirme istasyonu.....	48
Şekil 3.35	Makaralı yön değiştirme istasyonunda makaraların tespit edildiği çerçevenin iletim yoluna tespiti.....	48
Şekil 3.36	Yön değiştirme istasyonlarında kullanılan destek makaraları.....	48
Şekil 3.37	Makaralı yön değiştirme.....	49
Şekil 3.38	Zincirin çark ile yön değiştirmesi .....	50
Şekil 3.39	Çark yatağının su ile soğutulması.....	51
Şekil 3.40	Çarklı yön değiştirme.....	52
Şekil 3.41	Düşey dönüş.....	53
Şekil 3.42	Düşey dönüşlerin takviye edilmesi.....	53
Şekil 3.43	Askı bağlantıları.....	54
Şekil 3.44	Yanal durdurma.....	56
Şekil 3.45	Alçaltmalı durdurma.....	56
Şekil 3.46	Sürmeli durdurma .....	56
Şekil 3.47	Hızlandırmalı durdurma.....	57
Şekil 3.48	Elle durdurma.....	57
Şekil 3.49	Transfer durdurma.....	58
Şekil 3.50	Karşı hatta itme.....	59
Şekil 3.51	Paletli kasnaklı transfer.....	59
Şekil 3.52	Tahrikli transfer.....	60
Şekil 3.53	R=1000 mm için makaslama tipleri.....	61
Şekil 3.54	R=500 mm için makaslama tipleri.....	62
Şekil 3.55	Kilit sistemi çalışma şekli.....	63
Şekil 3.56	Kilit sistemi çalışma şekli.....	63
Şekil 3.57	Sağa saptırıcı.....	64
Şekil 3.58	İki değişik saptırıcı.....	65
Şekil 3.59	Yaylı, sola saptırıcı.....	66
Şekil 3.60	Kaldırma-indirme istasyonu.....	66
Şekil 3.61	El ile ayarlanan rampa.....	68
Şekil 3.62	Döner yıldızlı hedef ayar sistemi.....	68
Şekil 3.63	Manyetik valsli hedef ayar sistemi.....	69
Şekil 3.64	Malta istavrozlu hedef ayar sistemi.....	69
Şekil 3.65	Manyetik levhalı hedef ayar sistemi.....	70
Şekil 3.66	Daimi mıknatıslı ayar kamlı hedef ayar sistemi.....	71
Şekil 4.1	SAZAK iletim yolunda kuvvet dağılımı.....	73
Şekil 4.2	SAZAK sistemlerinde eğik iniş-çıkış (a) ve yatay dönüş (b).....	74

Şekil 4.3	Tek raylı SAZAK doğrusal hareket yolunda görünümü.....	78
Şekil 4.4	Hareketli tekerleklerin doğrusal hareket yolundaki yuvarlanma dirençleri şematik görünümü.....	79
Şekil 4.5	Doğrusal hareket yolunda tekerlek yatak sürtünme şekli.....	80
Şekil 4.6	Saptırma kasnağının yatak kısmında meydana gelen sürtünme direnci.....	82
Şekil 4.7	Saptırma kasnağındaki zincirde meydana gelen mafsal direnci.....	83
Şekil 4.8	Makara bataryalarının yataklarında meydana gelen sürtünme direnci.....	86
Şekil 4.9	Zincirin düşey düzlemdeki yükselme konumuna ait dirençler.....	87
Şekil 4.10	Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.....	88
Şekil 4.11	Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yollarında meydana gelen dirençler...	91
Şekil 4.12	Üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.....	93
Şekil 4.13	Zincirin düşey düzlemdeki alçalma (iniş) konumuna ait dirençler.....	95
Şekil 4.14	Üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.....	97
Şekil 4.15	Düşey düzlemdeki iniş konumunda, doğrusal hareket yollarında meydana gelen dirençler.....	100
Şekil 4.16	Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.....	101
Şekil 5.1	Deney tesisi şeması.....	108

## ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Çift raylı SAZAK kullanılan elemanların sembolik gösterimi.....	12
Çizelge 3.1	Şekil 3.3 ile verilen SAZAK teknik değerleri.....	18
Çizelge 3.2	Zincir standartları.....	22
Çizelge 3.3	Tekerlek ve taşıma kapasitesi.....	25
Çizelge 3.4	Şekil 3.13 ile verilen değişik tekerlekli askıların taşıma kapasiteleri.....	28
Çizelge 3.5	Şekil 3.15 'de verilen düşey dönüşlere ait teknik değerler.....	30
Çizelge 3.6	I 100-120 profiller için trolley boyutları.....	31
Çizelge 3.7	I 100-120 için farklı tipteki askı düzeneklerinin kaldırılacakları ağırlıklar ve özellikleri.....	31
Çizelge 3.8	Şekil 3.19 'da verilen tahrik sisteminin teknik değerleri.....	35
Çizelge 3.9	Şekil 3.24 ve 3.25 ile verilen gerdirme istasyonlarının ölçüleri.....	40
Çizelge 3.10	Şekil 3.31 ray bağlantı boyutları.....	45
Çizelge 3.11	Tek ve çift raylı yolları birleştiren yerlerin ölçüleri.....	47
Çizelge 3.12	Makara takımlarının değişik çaplara göre eğrilik yarıçapları.....	50
Çizelge 3.13	Düşey dönüş ölçüleri.....	53
Çizelge 4.1	Spiwakowski 'ye göre SAZAK tesislerinde kullanılan direnç katsayıları.....	105
Çizelge 5.1	Deney tesisine ait çeşitli hesaplama yöntemlerine göre zincir çekme kuvvetleri.....	143
Çizelge 5.2	Çizelge 5.1 'de verilen değerlerin grafik şekli.....	144
Çizelge 5.3	Deney tesisinde ölçülen değerler ile çeşitli hesaplama yöntemleri ile elde edilen değerler arasındaki fark.....	145
Çizelge 5.4	Çizelge 5.3 'de verilen değerlerin grafik şekli.....	146

## ÖZET

Sürekli akımlı zincirli askılı konveyörler, sürekli iletim tekniği kullanılan işletmelerde seri üretim için önemli bir yere sahiptir. Tez araştırması içinde tip konveyörlerin konstrüksiyon yapılarına ve zincir çekme kuvvetinin hesaplanması için gerekli olan yürütme dirençlerinin incelenmesine ait çalışmalar yer almaktadır. İkinci bölümde sürekli akımlı zincirli askılı konveyör sistemlerinin iletim tekniğindeki yeri ve önemi, avantaj ve dezavantajlarından bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde ana başlıklardan birini oluşturan sürekli akımlı zincirli askılı konveyör sistemlerinde kullanılan elemanlar, teçhizatlar, bunların özellikleri ve seçim parametreleri ile işletme şartları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Dördüncü bölümde sürekli akımlı zincirli askılı konveyör sistemlerinin boyutlandırılmasında, zincirin hareketi sırasında meydana gelen zincir çekme kuvvetlerinin hesaplama yöntemleri ele alınmıştır. Zincir çekme kuvvetlerinin tam ve doğru tayin edilebilmesi için gerekli olan yürütme dirençlerinin nasıl hesaplandığı gösterilmektedir. Beşinci bölümde ise, bu tip konveyör tesislerinde zincir çekme kuvvetlerinin tayininde çok kullanılan yaklaşık hesaplama metodları incelenmiş ve bunlar ile dördüncü bölümde bulunmuş olan teorik denklemlerin sürekli akımlı zincirli askılı konveyör tesislerinde bulunması mümkün olan her çeşit hareket yollarının mevcut olduğu toplam 61 m uzunluğundaki deney tesisi üzerindeki sayısal uygulamalar yapılmış ve değerlendirilmiştir. Son bölümde altıncı tüm tezin içinde bahis konusu olan konuların önemli birkaç noktası ve yürütme dirençleri ile ilgili bulgular yorumlamalar ile verilmiştir.

## ABSTRACT

The position of overhead conveyor is important subject in the conveying technics. In this thesis, there are researches on construction of overhead conveyor system and conveying resistances that is used to calculate chain strenght in the overhead conveyor systems. In second section, the position , importance , advantages and disadvantages of the overhead conveyor is told. In third section that is one of the main sections, equipments, accesssories, are used for the overhead conveyor system, are studied as detailed knowledge. In addition, choice parameters of the equipments is given in the section. In fourth section, there is a research about calculating chain strenght of the overhead conveyor system. How calculating resistance of conveying, has very impotant position in calculating the strenght of chain, is given. In fifth section, chain strenght calculating methods, are used about determinating chain strenght, are studied and there is an application, is relevant to the fourth section, about resistance of conveying system and 61 meters chain is used in this test installation. The end of the fifth section, some important knowledge is generating. In final section, there is brief thesis summary has important notes about sections.



## 1. GİRİŞ

Tüketim ve yatırım malzemeleri üreten tüm modern tesislerde, hammaddeden son ürüne kadar olan üretim sürecinde en önemli rollerden biride malzeme taşıma işlemidir. Tesisin verimli olabilmesi için iletim sisteminin optimum şartlarının saptanması gerekmektedir.

Örneğin; otomotiv endüstrisi için, büyük parçalar üreten dökümhanenin saatte 200 ton kum ve diğer malzemelere ihtiyacı olması, bir demir çelik tesisinin çok büyük oranda ham malzemeye gereksinimi olması, malzeme taşıma trafiğinin yüksek kapasiteli konveyörlerle (ileticilerle) teşkil edilmesini zorunlu kılmaktadır.

İletim (veya taşıma) genel olarak dış ve iç taşıma diye iki bölüme ayrılabilir:

Dış Taşıma : Hammadde, yarı mamul ürünler, yakıt, ana ve yardımcı maddelerin üretim tesisine getirilmesi ve son ürünlerin (ayrıca atılların) üretim tesisinden alınması işlevini sağlar. Dış taşımanın kapsamına demir, deniz, kara ve hava yolu ile göndermeler girer.

İç Taşıma (Fabrika içi ve birim içi) : İşletme içine alınmış olan malların çeşitli ambarlara ve üretim birimlerine dağıtımını, proses içi hareketlerin sağlanması ve son ürünler ile üretim artıklarının gerekli yerlere gönderilmesi gibi işlevleri yerine getirir.

Yerel demir yolları, motorlu taşıyıcılar, kaldırma ve iletme makinaları (gezer köprüler, konveyörler v.b.) çeşitli el taşıyıcıları, traktörler ve diğer yer dizaynı taşıma araçları fabrika içi yük gönderme işlemlerinde kullanılırlar.

Kullanma yerine bağlı olarak iç taşıma; birim içi ve birimler arası diye ikiye ayrılır.

Birim içi taşıma : Yüklerin; atelyeler, ambarlar, proses noktaları ve çalışma yerleri içindeki bölümler arasında taşınmasını sağlar. Bu taşıma yolunda, dik duruma getirme, boyama, montaj v.b. işlemler dizisi yapılabilir.

Birimler arası taşıma : Yüklerin; atelyeden ambara, ambardan yükleme yerlerine, ambardan atelyeye v.b. taşıma grubunu oluşturmaktadır.

Birim içi taşımada, hat ve kütle üretimi söz konusudur. Yapılmakta olan ürün, konveyör tarafından bir işleme adımından diğerine itilir. Otomobiller, traktörler, radyolar, v.b. gibi çeşitli tüketim mallarının üretimi bu şekilde olur.

Hat üretimi sırasında sertleştirme, su verme, temizleme, boyama, kurutma, gibi ürünün sürekli taşınmasına ihtiyaç gösteren proses adımları da mevcuttur.

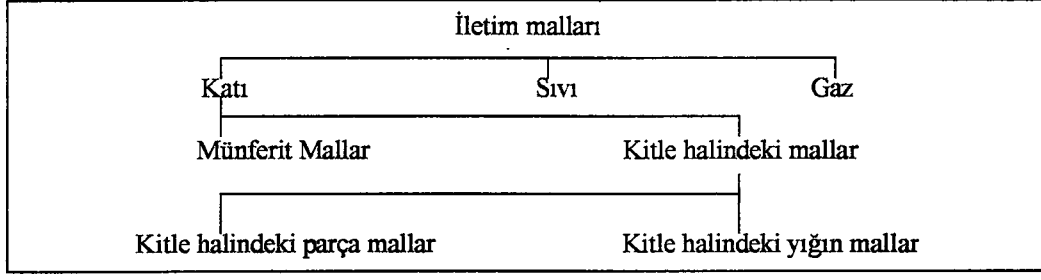
### İletim Mallarının Sınıflandırılması :

İletim malları katı, sıvı ve gaz olarak birbirlerinden ayrılırlar. Fakat genel olarak gazların ve sıvıların paketlenmemiş şekilde borularla iletimi, iletim tekniğini ilgilendirmez. Doldurulmuş ve paketlenmiş şekilde (meselâ fiçılarda, şişelerde, kutularda v.b.) sıvı ve gaz şeklindeki iletim malları, yukarıda ifade edildiği gibi katı iletim malları olarak kabul edilir. Bunların hareket ettirilmesi ise iletim tekniğini ilgilendirir.

Münferit mallar, parça sayısı bilinen münferit yükler, yani parça mallardır. Bunlar küçük ve büyük kitleler halinde, şekil ve ölçü yönünden birbirinden oldukça farklı olabilirler. Parça sayıları genel olarak oldukça azdır. Kaide olarak, bunlar kaldırma makinaları veya zemin üstü ileticileri tarafından münferit olarak kaldırılır ve iletilirler. Münferit malların kitle halindeki parça mallardan sayıca sınırlandırılmaları mümkün değildir.

Burada şekil 1.1' de verilen sınıflandırma da bir zorluk mevcuttur. Münferit mallar daha ziyade; makinaların, çelik konstrüksiyonların, araçların, gemilerin bölümleri, büyük dövme parçaları veya döküm parçaları ve büyük makinalar v.s. gibi ağır parçalardır. Parça mallar çok kere küçük hacim ve boyutlarda, çok sayıda iletilen veya yeri değiştirilen mallardır. Bunların yerinin değiştirilmesinde kullanılan teknik, münferit mallarinkinden oldukça ayrılmaktadır. Parça mallar, gerek sürekli ve gerekse süresiz çalışan iletim araçlarıyla iletilirler. Parça mallar, çok kere kitle halindeki parça malları olarak isimlendirilmekle beraber, daha ziyade paketlenmiş veya paketlenmemiş parça mal olarak anlaşılmakta ve yer değiştirme; kepçeler, kovalar, emiciler, kaldırıcılara yapılmayıp, bilakis başka çeşit tesisler veya relatif olarak fazla miktarda insan gücü kullanılarak yapılmaktadır. Genel olarak parçalar tek olarak ve tesisin taşıma yükü veya kapasitesi izin verdiği takdirde, birçok parça mal bir arada aynı zamanda yer değiştirir. Kural olarak parça mal, yığın mala nazaran daha pahalı yer değiştirme tesislerine ihtiyaç gösterir. Fiçılar, kasalar, balyalar, şişeler, torbalar, taşlar, makina parçaları, makinaların grupları ve tertibatları, döküm parçaları, mobilyalar, cam eşyalar v.s., parça mallardır.

Parça mallar mümkün mertebe düz ve değişmeyen üst yüzeye sahip olmalıdırlar. Bunun olmadığı durumlarda (torbalarda olduğu gibi) altlık olarak bir levha veya yardımcı olabilir ve iletim makaralar veya tekerlekler vasıtası ile kolaylaştırılabilir.



Şekil 1.1 İletim mallarının sınıflandırılması.

Yığın mallar, parça mallara karşılık daima paketlenmemiş durumdadırlar. Yığın mallar toz halindeki ve yer değişme esnasında yığın teşkil edebilen taneli veya çok küçük parçalı mallardır (örneğin; kül, toz, kömür, un, cevher, şeker, tahıl, boksit v.s.). Doldurma, iletme ve yer değiştirme genel olarak kepçeler, kovalar, kaldırıcılar ve emicilerle yapılmaktadır. Torbalara, doldurulmuş veya herhangi bir şekilde paketlenmiş yığın mal, yer değiştirme yönünden parça maldır.

İletim mallarının özellikleri, iletim tesis değerlerinin yapım durumuna ve tesisin çeşitli parçalarını belirlerler. Bu özellikler aşağıda verildiği gibi sıralanmaktadır.

- Parça mallar için: Kütle, şekil ve ölçüler, kaplamanın çeşidi, oturma yüzeyinin yapısı, sıcaklık, fiziksel ve kimyasal nitelikler, mal ile iletim malı arasındaki sürtünme, sertlik ve kırılabilirlik, ...
- Yığın mallar için: Yığın yoğunluğu, tane büyüklüğü, yığın açısı, nem, sıcaklık, kohezyon, çarpmalara karşı hassasiyet ve insan sağlığına etkisi, ...

Sürekli akımlı zincirli askılı konveyör tesisleri, kapalı binalarda, büyük kapasitede, sürekli olarak iletilecek makina parçalarının nakledilmesinde çok kullanılmaktadırlar. Bu konveyörler, seri imalâtın sürekli akışına da uygun düşmesi sebebiyle, özellikle otomotiv endüstrisinde elverişli bir transport aracı olmaktadır. Genellikle parça malların nakledilmesinde kullanılmalarına rağmen, uygun şekilde seçilecek taşıma kapları ile, küçük parçaların da iletilmesi mümkündür.

## 2. SÜREKLİ AKIMLI ZİNCİRLİ ASKILI KONVEYÖRLER

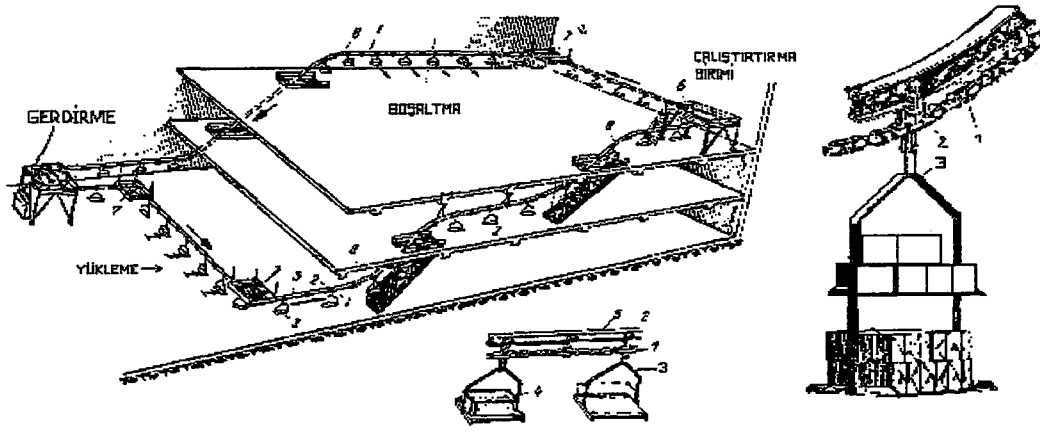
### 2.1. Genel

Sürekli akımlı zincirli askılı konveyörler, belirli bir hat durumu oluşturarak iletim malını bir yerden bir yere bina üst (tavan) kısmını kullanarak ileten tekerlekli hareket sistemidir. Burada sözü edilen tekerlekli sistemi, açık bir ray yada ray görevi üstlenen kapalı bir profil üzerinde yada içinde bir çeki elemanı (çoğu kez zincir) ile birbirleri ile bağlanmış olarak hareket eder. Askılar iletim malına ve çalışma durumuna uygun şekilde yapılır.

Zincirin düzgün olmayan hareketi ile meydana gelen çarpmalar, dinamik kuvvetler ve yüklerin salınımlı hareketi nedeniyle iletim hızı sınırlandırılmıştır. Bu nedenle ileticiler sadece depolarda, imalat ve montaj yerlerinde kullanılırlar. Sürekli akımlı ileticilerde genel olarak parça ve paletler ya da kutular içinde yığın malların iletiminde kullanılırlar. Kullanım sahaları oldukça geniş olup, tüm endüstri kollarını kapsamaktadır.

İki yapım şekli mevcuttur; tek raylı (tek hatlı) ve çift raylı (çift hatlı) askılı konveyör (Yüklü ve yüksüz hatlar veya Power and Free System) sistemleri.

Tek raylı konveyörler (şekil 2.1), (1) sonsuz çeki elemanı, (2) askı düzeni, (3) taşıyıcı elemanı ile (4) yükünden meydana gelirler. Askı tekerlekleri, kapalı bir eğri çizen ray üzerinde hareket ederler. Çekme elemanı olarak zincirler kullanılmaktadır. Çekme elemanına hareket (6) tahrik ünitesinden verilir. Çekme zinciri, yatay düzlemdeki dönemeçleri, ya (7) zincir dişlileri ile veya hareketli makara takımlar ile; düşey dönemeçleri ise kılavuzlanmış (8) eğrisel rayların üzerinden geçer. Taşıyıcılar yol boyunca yüklenir ve boşaltılırlar. Konveyörün yörüngesinin kapalı eğri olması malzemenin bütün yörünge boyunca taşınmasını gerekli kılar.



Şekil 2.1. Tek raylı sürekli akımlı konveyör (Altunel, M.G., 1987)

Tek raylı konveyörler çeşitli endüstri dallarında değişik mamul, yarımamul, ambalajlı dökme malların atelye içi ve atelyeler arası sürekli taşınmasında, ayrıca yüzey kaplama, boyama ve kurutma, ısıl işlemler ve benzeri proseslerde kullanılırlar.

Bu tip konveyörlerin üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- Düzgün olmayan bir yörünge izleyebilirler.
- Yön değiştirmelere çok yatkındırlar.
- Büyük taşıma uzaklıklarına imkan verirler.
- Yerden ekonomi sağlarlar ve yüksek kapasitede çalışabilirler.

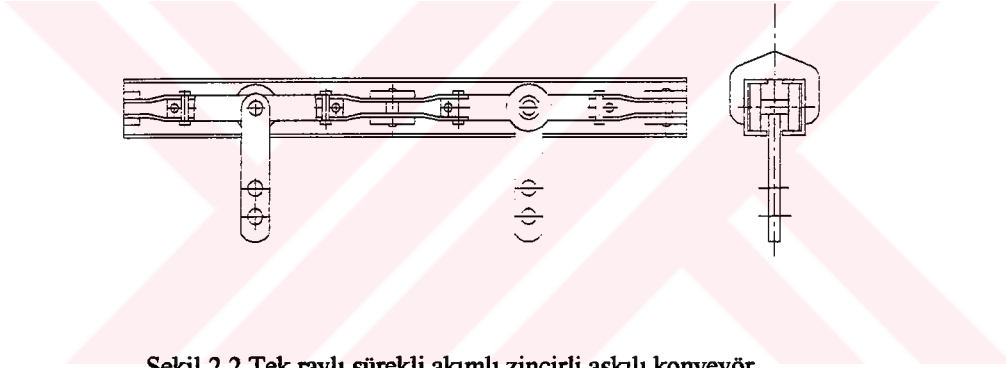
Sürekli akımlı zincirli askılı konveyörlerin hatalı yönleri :

- Hareket sırasında sallanan yükler nedeniyle, tel örgülerle emniyet önlemlerinin alınmasının gerekmesi.
- Çoğu kez gürültülü çalışması.
- Bakım süreleri veya parça revizyonları.

Tek raylı SAZAK, hareket eden çeki elemanına (zincir) tespit edilmiş olan askılar (yük taşıma araçları) eşit aralıklarla bir tek yol üzerinde hareket etmektedir (şekil 2.2).

Çift raylı SAZAK da (Yüklü ve Yüksüz sistem), hareket eden çeki elemanı ve askıların tekerlekli hareket sistemi, iki ayrı yol üzerinde hareket etmektedir (şekil 2.3). Askıların tekerlekli hareket sistemi çeki elemanı ile birleştirilebilir ya da ondan ayrılabilir. Tek raylı

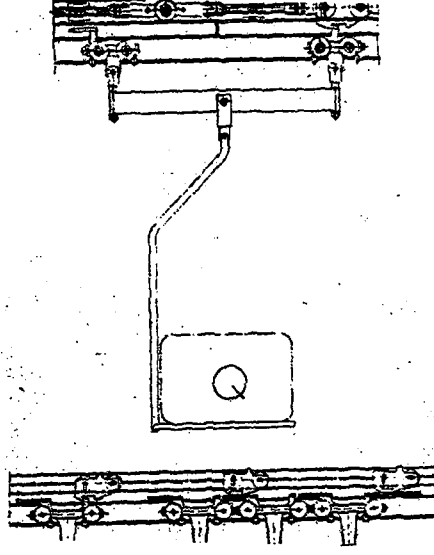
SAZAK sadece belirli, sabit yollarda aynı sayıda, daha doğrusu zaman birimi içinde aynı miktarda iletim için uygundur. İmalat ve montaj atelyelerinde çok yönlü, değişik ve geliştirilebilen çift raylı SAZAK (Yüklü ve Yüksüz) kullanılır. Bu sistemde üst kısımda tekerleklerle hareket eden zincirli güç yolu bulunmaktadır. Hareket eden bu zincire bağlı bulunan ve uzaktan kumandalı, yaylı, ağırlıklı ya da manyetik yüklü alıcılar (kam, kanca, mandal, tutucu, kıskaç) yerleştirilmiş olup, böylece alt taraftaki ikinci Yüklü-Yol üzerinde hareket eden askılı hareket sistemi isteğe bağlı olarak birlikte çekilebilir ya da serbest bırakılabilir. Bu şekilde askıların başka yollara ya da hareket eden diğer zincirli sistemlere (ileticilere) otomatik kumandalı makaslar ya da döner diskler ile geçişi mümkündür. Askılı hareket yolu (Yüklü yol) üzerinde mekanik, hidrolik ya da pnömatik olarak yüksekliği ayarlanabilen raylar yardımı ile zincirden ayrı olan askı, yük ile birlikte indirilir ve işlemin bitiminden sonra hareket için tekrar kaldırılır.



Şekil 2.2 Tek raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör.

Yan hatlar, imalât parçalarının tekrar işlem görmelerine ya da imalat kontrolüne ve hatta parçaların özel işlemlerine hizmet ederler. Bu çeşitli kullanma olanakları, çift raylı SAZAK oldukça fazla kullanılmalarına yardımcı olmuştur.

İletim araçları yardımı iletilen, yüklenen, boşaltılan, doldurulan, kaldırılan, indirilen, yuvarlanan v.b. durumlardaki mallar, iletim malları olarak isimlendirilirler. Hatta insanların iletim makinaları vasıtasıyla hareket ettirilmeleri de buraya dahildir.



Şekil 2.3 Çift raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

İletim malları, işlenmemiş malzeme, yarımamul ve mamul mallar, paketlenmiş veya paketlenmemiş mallar tek, küçük veya büyük gruplar halinde iletim araçları vasıtasıyla belirli bir iletim mesafesine iletebilirler.

SAZAK ileticilerin çalışma sahası bir çizgi üzerinde olmakla beraber çalışma hacmini bütün yönlerden tarayabilme imkanına sahiptirler. Kullanılan çeki organı (zincir) döndürülemediğinden iletim hattında çalışma hacminin kullanılabilmesi için yatay veya dikey birçok eğrinin iletim hatları ile arka arkaya birleştirilmeleri gerekir. İletim hattı aşağıya, yukarıya veya yatay olarak yönlendirilebilir ve kum püskürtme, boyama, sıcak hava kabinleri gibi sistemlerin içinden geçirilebilir.

Tek tahrikli iletim sisteminde, sistemin uzunluğu zincirin zorlanması ile bağlantılıdır. Yeteri sayıda ara tahrik sistemi ile iletim hattının boyu istenildiği uzunlukta (birkaç kilometre) yapılabilir.

Özellikle plastik (polyamid, polyacetate) tekerleklerle ya da tekerleklerin hareket yüzeyinin lastikle kaplanması ile sessiz bir çalışma elde edilir.

Askılar ve taşıyıcı elemanlar tekerlekli hareket sistemine salınım hareketi yapacak şekilde bağlanarak, yükün daima düşey olarak asılı kalması sağlanır. Askıların; eğik, dik, ve virajlı iletim yollarında temas etmemeleri ve birbirlerine engel olmamaları gerekir. İletim malının

sisteme verilmesi ve alınması zincir hattının hareketi sırasında el ile (parça ağırlığı  $< 12$  kp), büyük yüklerde ise mekanik, elektro-mekanik ya da elektro-pnömatik olarak çalışan sistemlerde sağlanır.

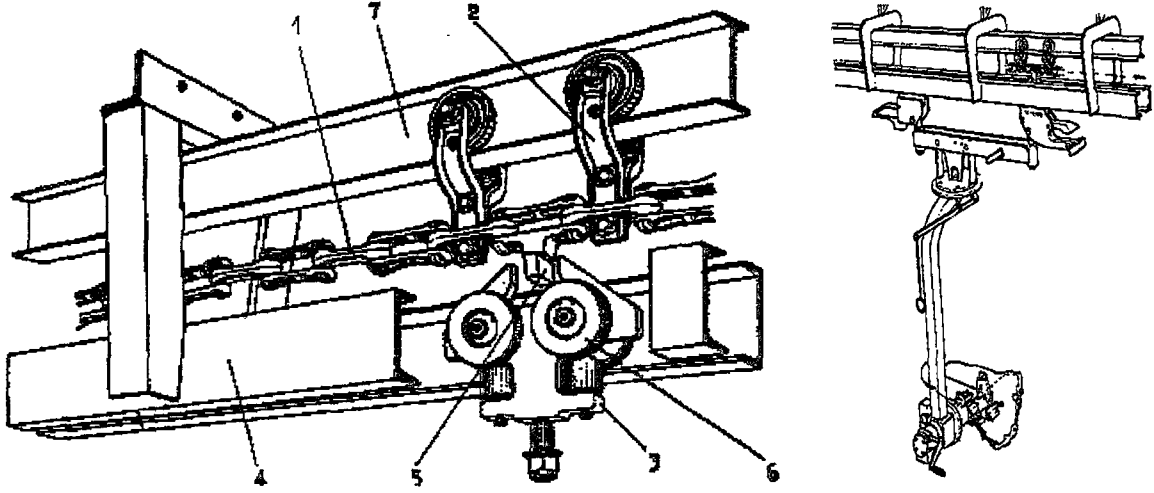
Çift raylı SAZAK da (Yüklü ve yüksüz sistem) iletim malının verilmesi ve alınması, askıların yan bir (Yüksüz) yolda bulunması halinde yayana kutu sistemi prensibine göre istenilen her yerde ve istenilen sayıda yapılabilir.

Yükleme yolu biraz inişli ve kilitlemiş cihazlar ile teçhiz edilmiş ise, kilidin çözülmesiyle yavaş olarak zincir devresine hareket eder, kavranır ve birlikte hareket ederler.

Gerdirme istasyonu,  $90^0$  veya  $180^0$  'lik bir zincir yön değiştirme çarkına ya da iletim ve tahrik istasyonunun hemen yanına, ya da en küçük zincir çekme kuvveti  $T_{min}$  'un olduğu yere yerleştirilir. Gerdirme, yay ya da ağırlıkla yüklenmiş hareketli yön değiştirme istasyonları ile yapılır. Küçük ileticilerde zincir hattı, ağırlıkla yüklenmiş gerdirme makarası ile gergin tutulur.

## 2.2. Çift Raylı Sürekli Akımlı Zincirli Konveyörler, Çalışma Prensipleri ve Şekilleri

Bu tip konveyörlerde yük, çekme zincirine sabitleştirilmemiş fakat zincir tarafından itilmektedir. Şekil 2.4 'de görüldüğü gibi (2) yük tekerleği, (3) yük taşıyıcısı ile birlikte ayrı bir (4) alçak ray üzerinde hareket eder ve çekme zincirine bağlı (5) çenesi tarafından itilir. Zincir ise (6) taşıma tekerlekleri aracılığı ile (7) üst zincir rayına asılır. Konveyörün itme çeneli çekme zinciri, yük rayının harekete geçer ve yük askı tekerleklerini iterek hareket ettirir buna yük rayına güç verilmiştir denir. Eğer yük tekerlekleri bu alçak ray üzerinde, güç hattı zinciri ile birlikte hareket etmiyor ise, yani elle itiliyorsa veya % 3-4 'lük bir eğimde, ağırlıkla hareket ediyor ya da özel bir düzenek yardımı ile harekete geçiriliyorsa buna güç almayan (ölü) hat denir. Bu nedenle üsteki raya Güç Hattı (Yüklü Hat), alttaki raya Serbest Hat (Yüksüz Hat) denir.



Şekil 2.4 Çift raylı sürekli akımlı zincirli askılı konveyör (Altunel, M.G., 1987)

Bu şekilde Yüklü ve Yüksüz yollarının birleştirilmesi ile değişik işletme şartlarına uyma imkanı doğmaktadır. Meselâ; Yüklü yolunun yukarı veya yana doğru çekilmesiyle Yüksüz arabaları zoraki çekimden kurtulmakta ve serbest hareket ettirilmekte veya durdurulabilmektedir. Yüklü ve yüksüz iletim hatlarına, Yüklü yolu olmayan Yüksüz hatları bağlanabilir. Yüksüz arabalarının toplanmaları yan hatlarda veya ana iletim hattında da yapılabilir. Bunun için çeşitli sistemler kullanılmaktadır. Yüklü ve yüksüz sistemi üst üste düzenlenmiş iki iletim yolundan meydana gelmiştir. Üstteki Yüklü Yolu ve alttaki ise Yüksüz Yolu olarak isimlendirilir. Yüklü Yolu, tek yollu bir dolaşan ileticidir. Yüksüz Yolu ise üzerinde hareket eden yük taşıyıcıları Yüksüz arabaları olarak isimlendirilir ve bunlar üzerine oynak diller yerleştirilmiştir. Yüklü hattının alıcı parmakları bu dilleri yakalayarak Yüksüz arabasını iletim malı ile ileri doğru hareket ettirir.

Yüklü ve Yüksüz ileticiler işletme içindeki iletimin rasyonelleştirilmesi için sayısız imkânlar vermektedir. Depolama, ara depolama ve dağıtım durumları gibi iletim işlerini, işletme için değerli olan zemin alanını işgal etmeyerek kullanılmayan tavan hacmini kullanabilme imkânı vermektedir. İletim durumları değişen düşey düzlemlerde gerçekleştirilebilir. Otomatik çalışan kaldırma istasyonları yüklü olan Yüksüz arabasını, bir düzlemden diğerine veya iletim malını iletim sisteminin başında veya sonunda alıp belirli bir yere oturabilir. Otomatik çalışan hedef ayar sistemleri iletim malının emniyetli ve güvenilir bir şekilde ve öngörülmuş olan plan çerçevesinde her yere istenilen zamanda, Yüklü ve Yüksüz sistemleri ile hazır bulundurulur.

İletilen malın birkaç kilogram veya birkaç ton ağırlığında, küçük veya büyük olması bir rol

oynamaktadır. Yüklü ve Yüksüz sistemleri bütün yük durumlarına, çeşitli tiplerde ve konstrüksiyonlarla ekonomik olarak rahatça uyabilmektedir. Her tesiste yükler arasındaki uzaklıklar ve iletim hızları değişik olabilmektedir.

Yüklü ve Yüksüz iletim sistemleri zemine bağlı olmadan çok yönlü ve esnek bir iletimi gerçekleştirmektedir. Bu iletim sistemleri aşağıdaki teknik imkanları mümkün kılmaktadır:

- Saptırma yolları ile yan hatların yerleştirilebilmesi
- Saptırma yolları ile transfer hatların yerleştirilebilmesi
- Yan iletim hatlarında sıralama
- Ana iletim hatlarında sıralama
- Yükseklik farklarının değişimi
- İletim ve sıralama işlemlerinin otomatik olarak ayarı

Yükü taşıma görevini yerine getiren Yüklü arabası bir ana iletim hattından bir saptırma ile bir yan hatta ve oradan da tekrar bir ana iletim hattına alınabilir. Aynı şekilde ana iletim hatları kısa transfer hatları ile birbirleriyle birleştirilebilir. Saptırma yerleri hafif eğimli olarak yerçekimi kuvveti ile veya transfer zinciri ile tahrik edilen saptırma yerleri olarak şekillendirilir.

Dog magic sisteminde geçiş yatay saptırma üzerinden transfer zincirsiz bir kayan alıcı yardımı ile gerçekleşmektedir. Yerçekimi kuvveti ile çalışan saptırıcılar Yüklü arabanın düşük yuvarlanma dirençleri nedeniyle birçok durumlarda optimum çözüm olarak kullanılır.

Yan hatlar, hazırlama, tamir veya sıralama hattı olarak kullanma alanı bulmuştur. İlk durumda bu malzemenin alınıp verilmesinde veya iletim akımına tesir etmeden belirli bir işlemin asılı iş parçası üzerinde yerine getirilmesine hizmet etmektedir. Sıralama hatlarında iletim malı, istenilen zamanda tekrar iletim hattına ve ihtiyaç yerlerine girişin sağlanması için depolanır.

Kısa yan hatlar, hafif bir eğim ile Yüksüz hat olarak ve uzun hatlar ise malın iletimi veya durdurulması için bir Yüklü hattı, veya bir yardımcı zincir hattı ile donatılır.

İletim malı belirli noktalarda el ile veya otomatik elemanlarla durdurulur. Yüksüz hatlarda manialar Yüklü arabanın açılması için impuls verici olarak öngörülerek eğimsiz bir hat üzerinde Yüklü veya transfer zincirine bağlanabilmek için hareketin başlamasını sağlarlar.

Zincir ve yük rayları adı ile iki ayrı ray çeşidi kullanılması yük taşıma tekerleklerinin konveyör zincirine sabit olarak bağlı olmayıp, çözülebilmeleri çift raylı konveyörlere aşağıdaki üstünlükleri sağlamıştır.

1. Konveyör yolu üzerinde belirli durma noktalarında güç zincirinin hareketini kesmeden, istenen taşıyıcı durdurularak serbest hatta alınabilir ve o taşıyıcının arkasından gelen taşıyıcılarında durarak birikmesi sağlanabilir. Böylece serbest hatta durmakta olan taşıyıcılar üzerinde çeşitli operasyonlar, çevrimin başka kısımlarında güç hattında bulunan, diğer taşıyıcıların hareketini engellemeden yapılabilir.
2. Mamullerin kontrolü yapıldıktan sonra hatalı bulunan mamulleri taşıyan taşıyıcılar, çevrimin akışını durdurmadan uygun ray hatları ile tekrar geri dönebilirler.
3. Çevrim sırasında hasar gören taşıyıcılar, yine güç akışını engellemeden, ara hattan ikinci derecede bir serbest raya alınmaları ve burada tamir edilmeleri mümkündür.
4. Taşıyıcılar bir güç hattından, değişik hızlı ve değişik tekerlek aralıklı başka bir güç hattına transfer edilmeleri mümkündür. Böyle taşıyıcılar daha hızlı olarak ve daha büyük kapasitelerde götürülebilir.
5. Yükün ağırlığına göre çeşitli tipte, yük askı düzenleri uygulanması, çok ağır yüklerin taşınmasına olanak verirler.

Çift raylı SAZAK konveyörler yukarıda sayılan bu üstünlükleri ile büyük kapasiteli seri imalat yapan bütün tesislerde kullanılmaya elverişlidirler.

Yük ve zincirin askı düzenleri, ray dönüşleri, tahrik düzenleri ve diğer düzenekler bakımından çift raylı konveyörlerin elemanları tek raylı konveyör elemanlarına göre çok farklı değildir.

Çift raylı SAZAK kullanılan elemanların sembolik gösterimi çizelge 2.1 'de görülmektedir.

### **2.2.1. Taşıyıcıların otomatik birikmesi ve depolanması**

Çift raylı SAZAK da yük askı düzeni, yükün ağırlığına göre çift veya tek raylı olarak tasarlanabilir (şekil 2.5).

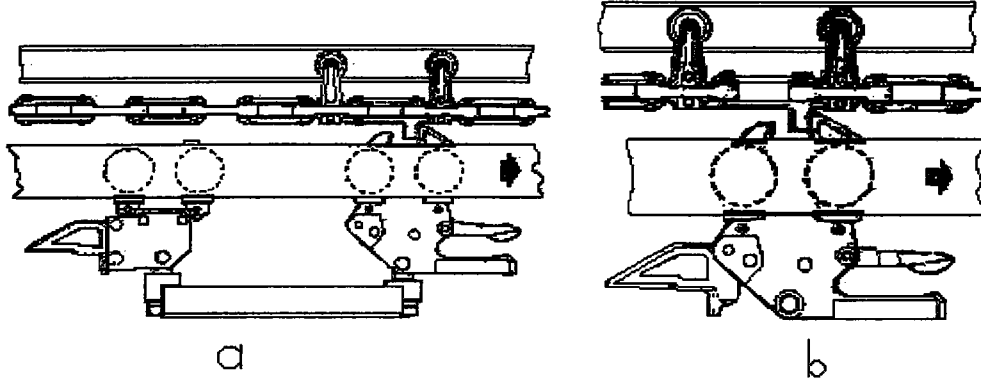
Çift askı düzenli bir taşıyıcının ön trolleyinde, zincir iticisinin dayandığı bir dayanak elemanı (1) bulunur (şekil 2.6). Bu eleman bir kol (2) ile mafsallanmıştır ve serbest konumda yönü aşağıya doğrudur. Ancak kola yapılan bir baskı anında yukarı doğru hareket eder. Taşıyıcının

arka trolleyinde ise eğimli bir parça (3) bulunur.

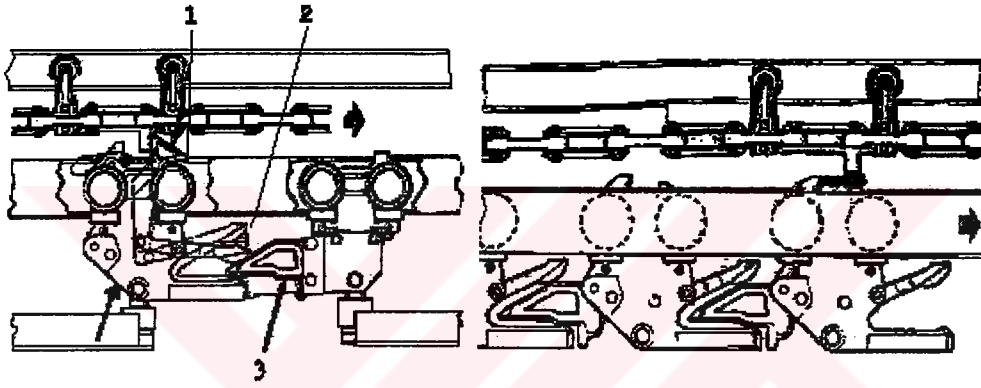
GRUP	TANIM	SEMBOL	GRUP	TANIM	SEMBOL	GRUP	TANIM	SEMBOL
01-0 Çekme T.	01-1 Zincir Askı Düzeni		06-0 Halatlar	06-1 Güç Rayı		07-0 Durdurmalar	07-3 Algımlı Durdurma	
02-0 Taşıma T.	02-1 Yük Askı Düzeni		06-0 Halatlar	06-2 Serbest Ray		07-0 Durdurmalar	07-4 İtici İle Durdurma	
03-0 Tehnik Ünitesi	03-1 Ağısal Tehnik Ünitesi		06-0 Halatlar	06-3 Birleşik Ray		07-0 Durdurmalar	07-5 Transifer Durdurma	
03-0 Tehnik Ünitesi	03-2 Paket Zincirli Tehnik Ünitesi		06-0 Halatlar	06-6 Düşey Dönüşler		09-0 Makaslama	09-1 Şalterli Makas	
04-0 Gerdilme	04-0 Gerdilme Ünitesi		06-0 Halatlar	06-7		09-0 Makaslama	09-2 El İle Makaslama	
05-0 Yalay Dönüş	05-1 Makaralı Yalay Dönme		07-0 Durdurmalar	07-1 Motorlu Durdurma		09-0 Makaslama	09-3 Sarıkeçi Makas	
05-0 Yalay Dönüş	05-2 Kasnaklı Dönme		07-0 Durdurmalar	07-2 Yanal Durdurma		10-0 Transfer	10-0 Düz ve Yanal	

Çizelge 2.1 Çift raylı SAZAK kullanılan elemanların sembolik gösterimi (Altunel, M.G., 1987)

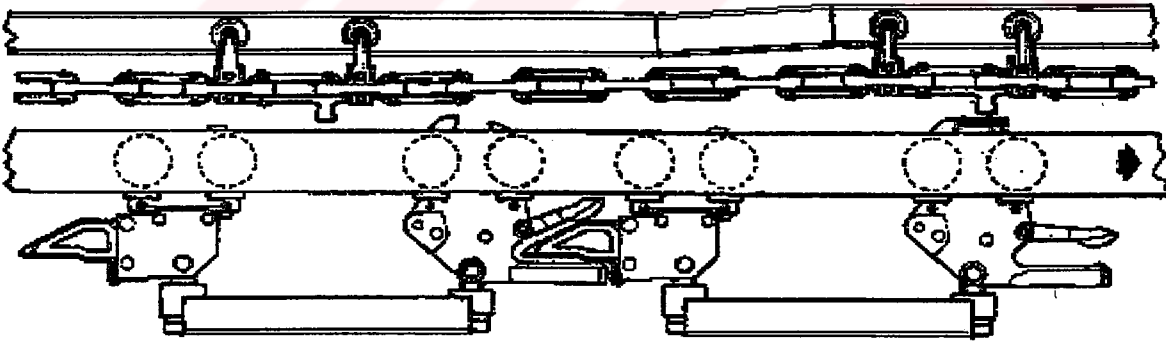
Herhangibir durma noktasında ön trolleyin dayanak elemanı, zincir iticisinden kurtarılır ve taşıyıcı serbest hatta geçerek durur (şekil 2.7). Bundan sonra arkadan gelen taşıyıcılar ihtiva ettikleri mafsallı kolun, arka trolleyin eğimli parçasına tırmanması sonucu, dayanak elemanı alçalacağı için zincir iticisinden kurtularak serbest hatta geçer. Böylece taşıyıcılar arka arkaya dizilirler.



Şekil 2.5 Çift (a) ve tek (b) askı düzenli taşıyıcı (Altunel, M.G., 1987)



Şekil 2.6 Çift raylı SAZAK çalışma örneği (Altunel, M.G., 1987)



Şekil 2.7 Taşıyıcıların yığılması örneği (Altunel, M.G., 1987)

**Yüksüz Arabaların Sıralanması :**

Yüksüz arabaların ve iletim malının istiflenmesi ana hat üzerinde de mümkündür. Bunun için iki sistem beraberce kullanılır.

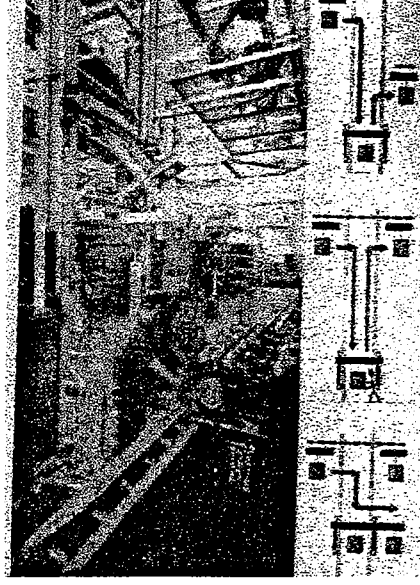
**Yay Alıcı Sistem :** Yaylı alıcı sistemlerin kullanılmasıyla Yüksüz arabası bir mania ile durdurulur. Yüklü hattında yaylı olarak yapılmış olan alıcı sistem, durdurulmuş olan Yüksüz arabası üzerindeki dil üzerinden atlar.

**Sistem Dog Magic :** Dog Magic sisteminde sabit alıcılar kullanılmaktadır. Yüklü arabası öyle şekillendirilmiştir ki, bir maniaya veya durdurulmuş olan bir arabaya çarpmak suretiyle otomatik olarak zincir alıcısından çözülür.

Sıralamanın yapıldığı alan hareketli bir depo olarak şekillenerek çeşitli malların toplanması ve isteğe bağlı olarak çekilmesi sağlanır. Yüklü ve Yüksüz iletilicileri çeşitli askı sistemli veya alıcı aralıklı ve değişik hızdaki iletim hatlarının kesintisiz birikmesiyle çalışmalarını mümkün kılarlar.

Yatay düzlemde yön değiştirmelerden başka; depolama, ayırma, dağıtma ve birleştirme işlemleri Yüklü ve Yüksüz sistemleri ile yapılabildiği gibi doğrusal olarak yükseklik farklarının dikey virajlarla veya direkt olarak yerleştirilmiş olan kaldırma ve indirme sistemleri ile aşılabilmektedir (şekil 2.8).

Eğer ilk taşıyıcı serbest bırakılırsa dayanak parçası yükselir ve güç zinciri tarafından itilir. Dolayısı ile eğimli parçadan kurtulan diğer taşıyıcılarda güç zincirine takılarak hareket ederler.



Şekil 2.8 Yüklü ve Yüksüz iletim hattı üzerine yerleştirilmiş kaldırma-indirme sisteminin çalışma prensibi  
(Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

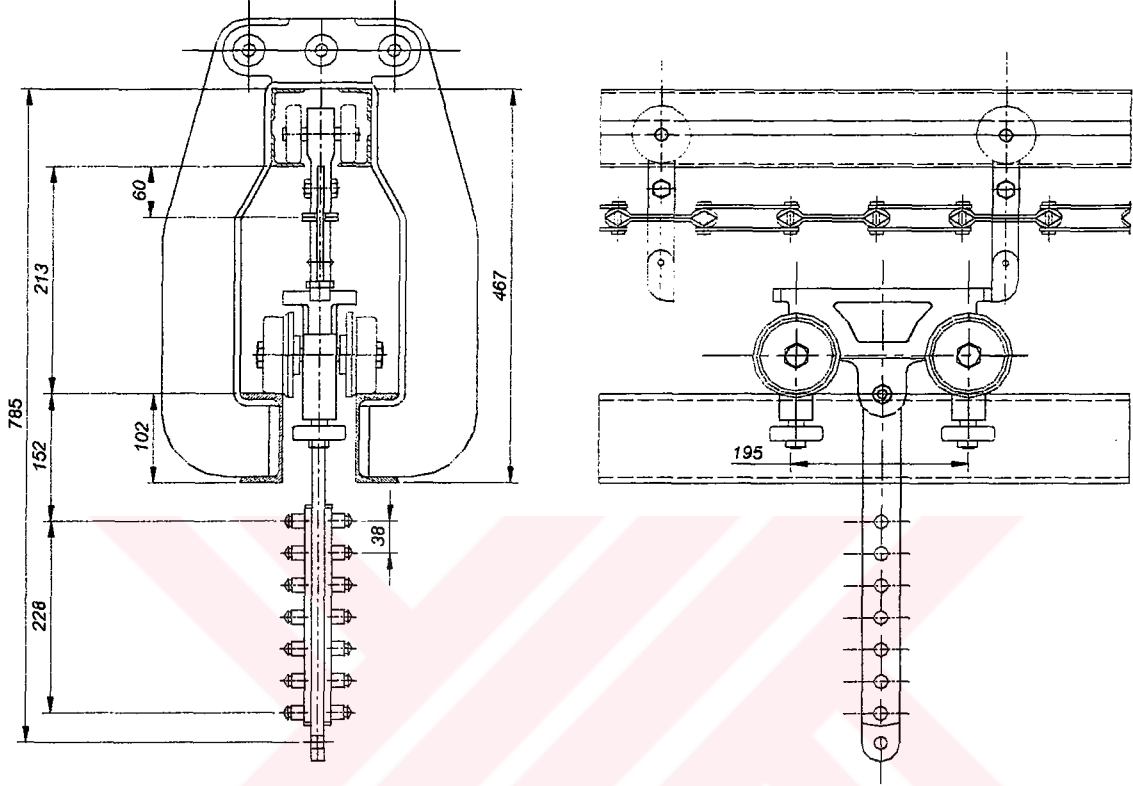
### 2.2.2. Otomatik yollamalı ve önden seçmeli konveyörler

Çift raylı SAZAK sayılan üstünlüklerine ek olarak, istendiği takdirde farklı özellikteki mamullerin tek bir hat üzerinden, programlı bir şekilde imalatı için organize edilebilirler. Bu tip konveyörlere otomatik yollamalı veya önceden seçmeli konveyörler denilebilir.

Bu konveyörler çeşitli yükleri taşıyan taşıyıcıların ayırımını ve ön seçimini yapabilirler. Böyle bir konveyörün yerel olarak veya önceden belirlenmiş bir programa göre uzaktan kumanda edilmesi gerekir. Bu tip bir konveyör, bir adres kutusu, duyarlı bir ölçücü otomatik bir adres yerleştiricisi ve bir adres silici düzenekleri bulundurulur. Adres kutusu, yük taşıyan askıya takılır ve üzerindeki adres, operatör tarafından ya da otomatik düğmeli, kumandalı bir adresleme düzeneği ile kaydedilir. Ölçücü yük rayının üzerine ve yan makastan önce yerleştirilir. Ölçücü, kodlanmış taşıyıcı geçerken kutudaki adresi okur ve ray makasına, bu adrese karşılık olan kumanda darbesini göndererek makası yönlendirir. Adres kutusu ve ölçücü, kontaklı (mekanik, elektrik, elektromekanik) ya da kontaklı (foto-elektrik) türden olabilir.

Adres kutulu bir taşıyıcı şekil 2.9'da görülmektedir. Düşey (1) yük çubuğuna geçirilmiş olan ve taşıyıcının askı tekerleklerine takılmasını sağlayan (2) çivileri otomatik bir kurucu

tarafından sağa ya da sola alınır veya orta (nötr) durumda bırakılır. Taşıyıcı ve yük çubuğu ölçücü üzerinden geçerken, ölçüde bulunan belli sayıdaki limit şalterinin kollarına, yük çubuğu üzerinde bunlara karşılık olan çiviler tarafından etki edilir. Böylece ilgili limit şalterleri enerji alarak ray makasını çalıştırır.



Şekil 2.9 Adres kutulu bir taşıyıcı.

Çivilerin yük çubuğu üzerinde ve buna karşılık olan limit şalterleri kollarının ölçücü üzerinde sıralanmasıyla, her askının yörüngesi önceden sıkı sıkıya belirlenebilir.

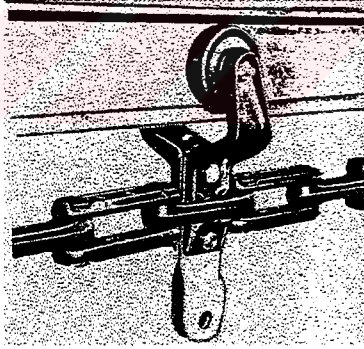
### 3. KONSTRÜKTİF BİLGİLER

#### 3.1. Zincirler

SAZAK da çekme elemanı olarak zincirler oldukça sık olarak kullanılmaktadır. Konveyörün yürüncesinin düzgün olmaması nedeniyle, yatay-düşey dönme ve eğimler için, çekme zincirinin her iki düzlemde hareket olanağı vermesi gerekmektedir. Bu isteği karşılayan ve en çok kullanılan zincir tipi ayrılabilir (sökülebilir) zincirlerdir.

Çeki organı olarak DIN 762 'e göre yuvarlak zincir, DIN 8165 'e göre kardan mafsallı burçlu, DIN 654 ve 686 'ya göre çelik pimli, DIN 8175 'e göre Gal zinciri ile kalıpta dövülmüş çekiç başlı pimi olan zincir kullanılır.

Şekil 3.1 ile verilmiş olan zinciri malzemesi (C 60) kalıpta dövülerek ( $90 \text{ kp/mm}^2$ ) ıslah edilmiş ve temas yüzeyleri 400 – 500 HB 'ye kadar sertleştirilmiştir. Tekerlekler krom – nikelli çelikten yapılmış olup rulmanlı yataklarla donatılarak keçeler ile sızdırmaz duruma getirilmişlerdir.

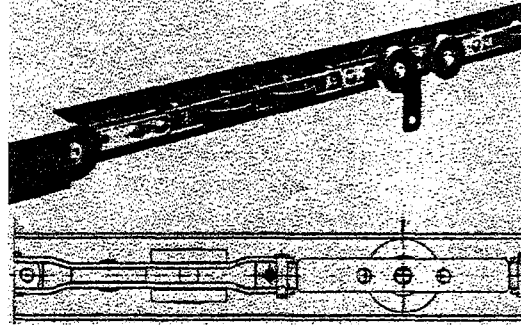


Şekil 3.1 Kalıpta dövülmüş zincirin, tekerlek takımı ile bağlanma durumu (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

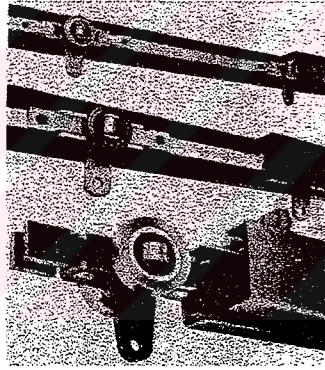
Hafif tipte olan SAZAK zinciri tamamen plastikten ya da burçları plastikten yapılarak yağlamaya gereksinme göstermez ve sessiz çalışırlar.

Bu tip ileticiler özellikle gıda endüstrisi ile hastanelerde tercih edilirler. Şekil 3.2 ile böyle bir ileticinin zinciri ve zincir içine yerleştirilmiş tekerlekler görülmektedir. Bu dolaşan iletici ile yüksek bir hıza ulaşıldığı gibi sistemin bakımına gerek yoktur. Zincir esas olarak kardan mafsallarının birleşiminden meydana gelmektedir. Bu zincirde çift çift

düzenlenmiş olan tekerlekler daha fazla yükün taşınmasına yardımcı olmaktadır. Bu zincir 80°C sıcaklıklara kadar kullanılabilir. Böyle bir zincirde tek bir askının kaldırabileceği maksimum yük 25 kg, müsaade edilen zincir çeki kuvveti maksimum 350 kg ve iletim hızı maksimum 40 m/dak olabilmektedir. Ayrıca aynı zincir ile ilgili bazı bilgiler çizelge 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Hafif iletim mallarını iletmeye kullanılan zinciri (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)



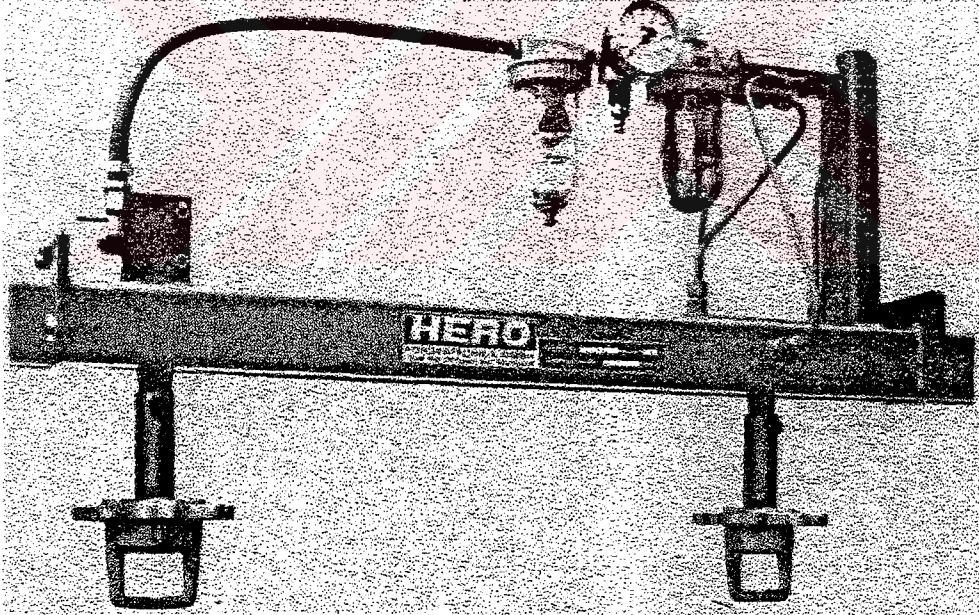
Şekil 3.3 Kardan mafsallarından yapılmış zincir şekli (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

TİP	Her Askının Maks. Taşıma Kapasitesi (kg)	Emniyetli Zincir Çekme Kuvveti (kp)	Zincir Hatvesi (mm)	Yön Değiştirme Yarıçapı (mm)		
				Yatay	Dik	Yön Değiştirme Çarkı
161 (171)	50	450	300	600	800	300
			400	800	1200	400
			500	1000	1600	500
162 (172)	200	1.600	400	1000	1600	400
			500	1000	1600	500
			600	1200	2000	600
163 (173)	800	8.000	600	1200	2000	600
			800	1200	2000	800
			1000	1600	2000	1000

Çizelge 3.1 Şekil 3.3 ile verilen zincir teknik değerleri (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

Kardan mafsallarının birleştirilmesiyle meydana getirilmiş diğerk bir zincir yapım tarzı şekil 3.3 ile verilmiştir. İletim zincirinin çekirdeğini yatay ve dikey hareketlerdeki dönüşleri sağlayan tekerlekler oluşturmaktadır. Tekerlekler birbirleri ile mafsallarla ve lamalarla birleştirilerek, kardan hareketli bir iletim zinciri meydana getirilmiştir. Bu şekilde bu zincir ile yatay ve dikey virajların dönülebilmesi sağlanmıştır. Zincirin üzerine yerleştirilmiş olan her iki yöndeki tekerlekler sayesinde aşıntı ortadan kaldırılmıştır. Zincir 260<sup>0</sup>C sıcaklığa kadar dayanabilmektedir.

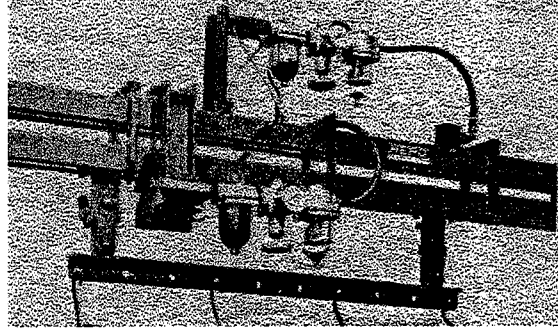
Askılar arası uzaklıkların çok olması halinde zincirin sehimine mani olmak için ara tekerleklerin kullanılması gerekmektedir. Sürekli olarak yağlama ile otomatik çalışan tesislerde, tekerlekli hareket sisteminin ve zincirin bakımı ile sessiz çalışma ve uzun ömür elde edilir. İletim tesisinin sürekli yıkama ve yüksek sıcaklıklarda kurutma tesislerinde kullanılması durumunda iletim zincirinin bakımı gereklidir. Yağlama yerinin el ile tek tek yağlanması hem zor hem de zaman kaybına sebep olmaktadır. Bu nedenle şekil 3.4 periyodik olarak devreye sokulan bir yağlama sistemi görülmektedir.



Şekil 3.4 Tek raylı SAZAK iletim zincirini yağlama cihazı (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

Bu şekilde aşırı yağlama meydana gelmeden iletim zincirinin bütün yağlanacak yerleri yağlanmaktadır. Yağlama sistemi basınçlı hava ile çalışmaktadır.

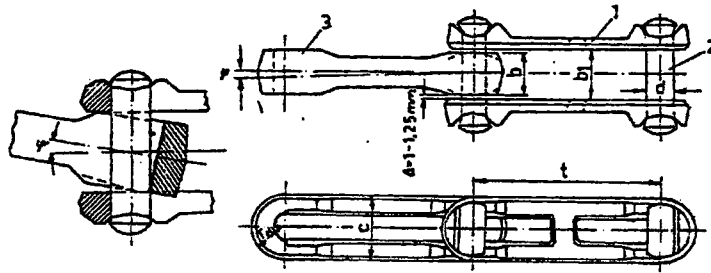
Şekil 3.5 ile Yüklü ve Yüksüz (Power and Free) sisteminde kullanılan çiftli yağlama sistemi görülmektedir. Çalışma prensibi, tek raylı SAZAK kullanılan yağlama sisteminin aynıdır. Yağlama sisteminde 6 atü basınçlı hava kullanılmaktadır.



Şekil 3.5 Çift raylı SAZAK sisteminde kullanılan yağlama cihazı (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

### 3.1.1. Ayrılabilir zincirlerin özellikleri

Şekil 3.6 'de gösterilen bu zincirler, her biri iki dış bakla (1), pim (2) ve bir iç bakladan (3) oluşan elemanlardan meydana gelirler. Dış baklanın ortasında bir perde ve iki başında pim kafalarının yerleşebileceği birer yuva vardır. Bu yuvalara yerleşen pim kafalarının zincir halkası ile birlikte dönmeleri engellenir. Zinciri birleştirmek ya da ayırmak için baklalar, şekil 3.6.c 'de görüldüğü gibi birbirine yaklaştırılır. Ortadaki pimleri döndürülerek kafalar iç ve dış baklalardaki yarıklardan kurtarılır.



Şekil 3.6 Ayrılabilir pimli zincir (Altunel, M.G., 1987)

Pim bağlantısının yataklama yüzeyi tek taraflı olduğundan ve iç-dış baklalar arasında yanıl boşluklar bulunduğundan, baklalar, birleşme ekseninden geçen düzleme göre belli bir  $\phi$  açısı kadar yana dönebilirler (şekil 3.6.a). Bu açı nedeni ile zincir düşey eğimlere

imkan verebilir. Standart zincirlerde, iç baklanın kafasının kenarları (şekil 3.6.a ve .b ) keskin işlenmiştir.

$$\varphi = 2,5^{\circ} - 3,5^{\circ}$$

arasındadır. Eğer burada köşeler kırılır ve yuvarlatılırsa;

$$\varphi = 8^{\circ} - 10^{\circ}$$

arasında değer alır. Her iki durumda da zincir baklaları arasında;

$$\Delta = 1 - 1,25 \text{ mm}$$

boşluk olmalıdır. Bu zincirlerin, küçük miktardaki yatay eğilmeleri ise mafsal hareketleri ile sağlanır.

Bakla dönerek pimin, iç baklanın yarığı boyunca geniş bir alana bastırması, sonuçta özgül basıncın düşük, dolayısıyla zincir aşınmasının bu tip zincirlerde düşük olduğunu göstermektedir. Aşınmanın az olması, çabuk birleştirme ve ayırma , aşınan parçaların kolay değişimi, aksenal ve radyal eğimlere imkan vermesi gibi nitelikler, ayrılabilen zincirlerin tek raylı ve çift raylı konveyörlerde yaygın olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Ayrılabilen zincirler, kalıpta dövülerek imal edilebilirler ve zincir malzemesi olarak, yükün büyüklüğüne göre alaşımlı veya alaşımsız ıslah çeliği kullanılır. Zincirlerin tüm parçaları dövme yapıldıktan sonra normalleştirme ve sertleştirme gibi ısı işlemlere ve kesin olarak tahribatsız muayenelere tabii tutulurlar.

### 3.1.2. Ayrılabilir zincir standartları

Ayrılabilen zincirlerin standart gösterilişleri ve boyutları farklılık göstermektedir. Zincir malzemesine paralel olarak ana parametreleri; pim çapı (mm), zincir adımı (mm), kopma yükü ya da kopma çekme gerilmesi (ton) ve zincir birim ağırlığıdır (kp / m). Çizelge 3.2 'da ayrılabilen zincirlerin gösterilişleri ve ana parametreleri gösterilmektedir.

## Zincir numara, adım ve pim çapları

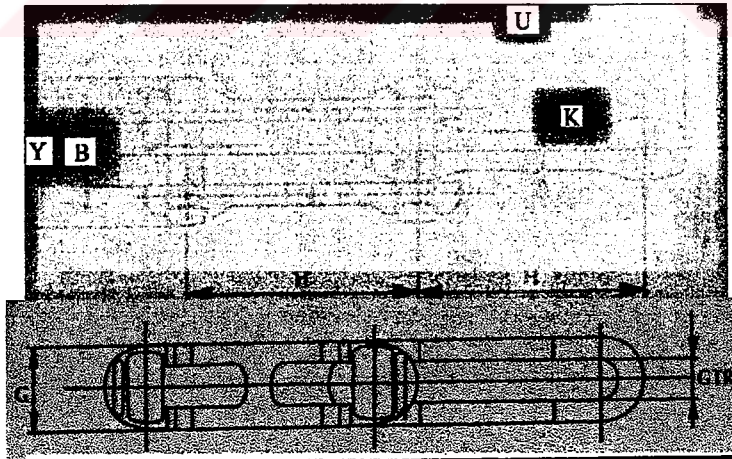
Zincir Numarası	Adım (t) (inç)	Pim Çapı (inç)
348	3	1 / 2
458	4	5 / 8
468	4	3 / 4
678	6	7 / 8
998	9	1 / 1 1/8

## Zincir tiplerine göre kopma yükü ve birim ağırlıklar

Zincir Tipi	Adım (mm)	Kopma Yükü (kg)	Birim Ağırlık (kg/m)
MM 60	60	3.500	1,6
MM 75/3"	75	12.000	3,2
MM 100/4"	100	22.000	4,6
MM 150/6"	150	38.000	9,7

## Değişik dayanım sınıflarına göre lamelli baklalı çekme zincirlerinin gerilmesi

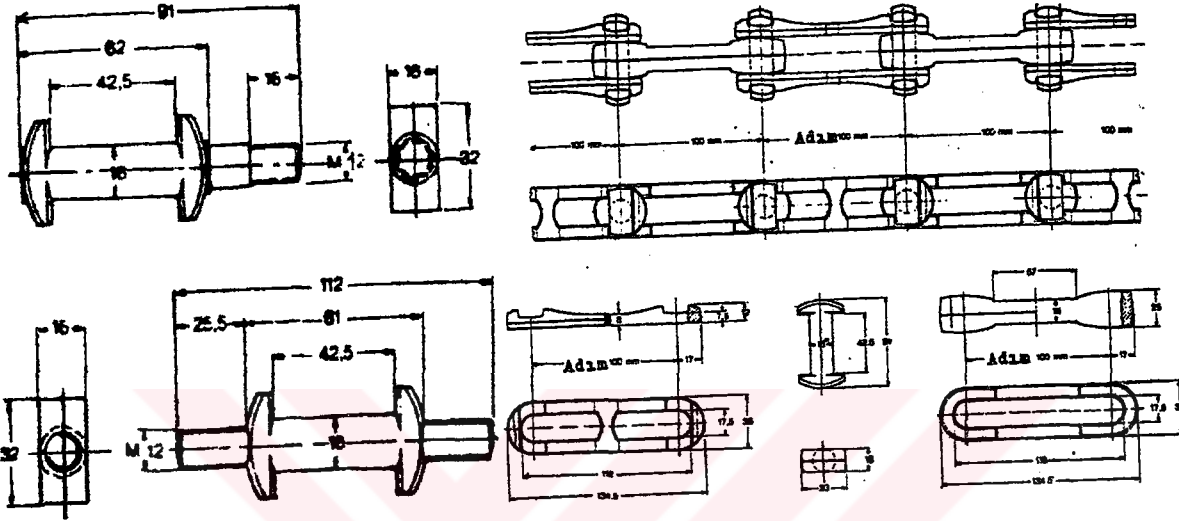
Pim çapı (mm)	Zincir Adımı (t) (mm)	Kopma Çekme Gerilmesi (ton)			
		Dayanım Sınıfı			
		I	II	III	IV
9		10,80	6,20	4,90	3,70
11		15,00	8,60	6,80	5,20
13	80	20,90	12,00	9,50	7,20
16	100	27,70	15,90	12,60	9,60
20	125	40,00	23,00	18,20	13,80
24	160	56,20	32,30	25,60	19,40
30	200	79,00	45,40	36,00	27,40
36	250	119,00	68,00	54,00	41,00
44		168,00	100,00	79,00	-
55		262,00	150,00	119,00	-



ZİNCİR KODU	GENEL FİZİKSEL ÖLÇÜMLER									Ortalama Çekme Mukavemet Kg	Ortalama Net Ağırlık Kg/m <sup>2</sup>
	HATYE H	U	B	G <sub>12</sub>	G	Y	K	PZ			
348/3'	76.6	104.5	20.5	14.3	28.0	46.0	12.7	12.5	10800	3.1	
458/4'	102.4	139.0	27.0	17.5	36.0	55.5	16.3	16.0	21700	4.6	
678/6'	153.2	205.0	35.5	25.4	52.0	78.5	20.6	22.2	38600	9.7	

Çizelge 3.2 Zincir standartları (Altunel, M.G., 1987) (BAKSAN, 1999)

Şekil 3.7 'de I 100/200 tipinde çift raylı SAZAK çok kullanılan 100 mm (4") adımlı zincirin detaylı boyutları gösterilmektedir. Zincirin kopma yükü 21 ton olup, müsaade edilebilen zincir çekme kuvveti, işletme şartlarına göre 1000–1500 kg arasındadır. Bu zincir maksimum  $10^0$  dereceye kadar düşey saptmaya imkan vermektedir. Bazen normal pim yerine özel vidalı pimler kullanılabilir. Bu pimler tek veya çift vidalı olabilirler.



Şekil 3.7 190 mm (4") 'lik zincir detayları (Altunel, M.G., 1987)

### 3.1.3. Müsaade edilebilen maksimum zincir çekme kuvveti

Konveyörün müsaade edilebilen maksimum zincir çekme kuvveti kopma yükünün emniyet katsayısına bölünmesine ile elde edilebilir. Emniyet katsayısı konveyörün özelliklerine, çalışma koşullarına göre değişir.

Çift raylı SAZAK da kullanılan ayrılabilir zincirlerde bu katsayı, karmaşık ve uzun sistemlerde ve aşınmanın söz konusu olduğu zor çalışma koşullarında (20) 'ye kadar çıkabilir. Daha basit sistemlerde ise (14) 'e kadar iner.

Emniyet katsayısının seçimini etkileyen faktörler:

- Yatay ve düşey dönüşler sayısı,
- Düşey dönüşlerin yarıçap ve eğimleri,
- Yatay dönüşlerin yarıçapı,
- Taşınan yükün ağırlığı,

Trolley rulmanlarının yağlanma ve temizlik durumu, zincir pimindeki eğilme gerilmesi kontrolü maksimum zincir çekme kuvvetine göre yapılır. Eğilme emniyet gerilmesi

$$\tau_{em} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

olarak alınabilir.

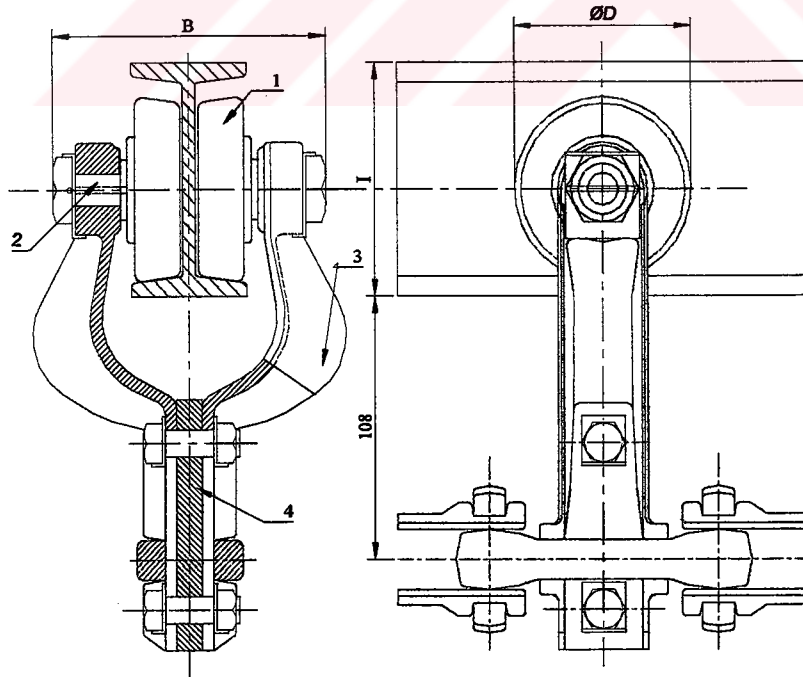
### 3.2. Zincir ve Yük Askı Düzenleri

#### 3.2.1. Zincir askı düzenleri

Çift raylı SAZAK sisteminde zincir askı düzeni zinciri, güç rayına asma ve taşıma, ayrıca yük askısını sevk eden itme çenesini taşıma görevini yürütür.

Zincir askı düzeneği, dört ana elemandan oluşur (şekil 3.8)(çizelge 3.3):

1. Tekerlekler,
2. Tekerlek milleri,
3. Mil yan destekleri,
4. Desteklerin civatalarla bağlanmasını sağlayan bağlama parçası.



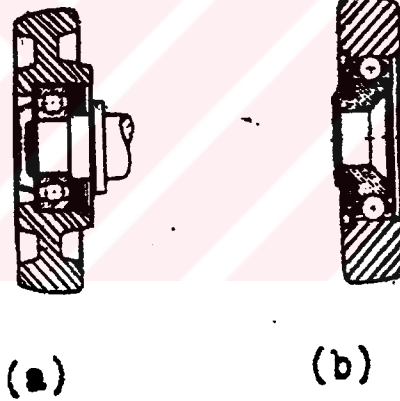
Şekil 3.8 Zincir askı düzeni.

Güç Rayı	Uzunluk	Çap	Maks. Taşıma Kapasitesi
I	B	D	kp
100	137	80	200
120	152	100	250

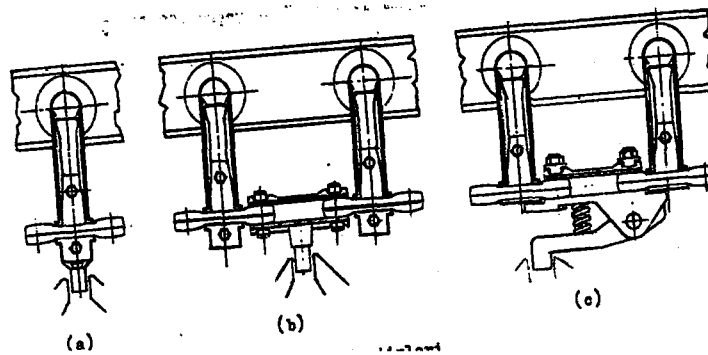
Çizelge 3.3 Taşıma kapasitesi. (Bak. şekil 3.8) (Altunel, M.G., 1987)

### 3.2.2. Zincir askı düzeni konstrüksiyonu

Askı tekerlekleri ya kökil (şekil 3.9.a) veya preste basılmış ve yüzeyi sertleştirilmiş çelik gövdeden (şekil 3.9.b) yapılırlar (çizelge 3.4). Yataklama sistemi değişik tasarımlarda olabilir. Hesaplanan yüke ve hizmet türüne en uygun tasarım uygulanmalıdır. Askı tekerleklerinde en çok sabit bilyalı yatak kullanılır. Diğer bir yataklama sistemi ise çelik gövde içine bilya yuvası açılır ve bu yuva ısıl işleme tabi tutularak yapılan bir askı düzeni görülmektedir (şekil 3.10.b).



Şekil 3.9 Tekerlek konstrüksiyonu (Altunel, M.G., 1987)



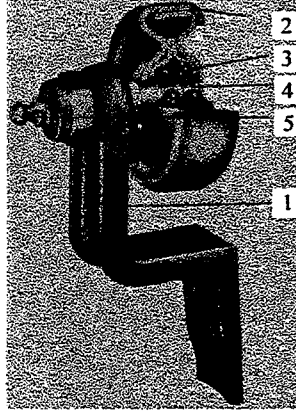
Şekil 3.10 İtici bağlantı tipleri (Altunel, M.G., 1987)

Askı düzeni konstrüksiyonlarında dikkat edilecek hususlardan biri tekerlek baskı yüzeyinin profilinin, ray profiline uygun şekilde yapılmasıdır (şekil 3.9). Konik baskı yüzeyli tekerleklerde yuvarlanma sürtünmesi büyümekle birlikte, askının eğimli I kirişi flanşı üzerindeki stabilitesi nedeni ile arzulanan çözümdür. Yataklar devamlı olarak yağlanmak zorundadırlar. Bu yağlama mil göbeğinde gresörler veya çeşitli tasarımdaki yağdanlıklarla otomatik olarak yapılabilir.

Sızdırmazlık ise konveyörün çalışacağı ortama uygun olarak yapılmalıdır. Normal işletme şartlarında düz metal veya keçeli metal sızdırmazlık kullanılır. Düz metal sızdırmazlıklar, yatağı kirden korurlar, ancak zamanla yağ kaçaqları görülebilir. Keçeli metal sızdırmazlıklar ise hem kirin girmesini hem de yağın kaçışını önleyebilirler. Dökümhane gibi tozlu, kirli, nemli işletmelerde ise yağlama maddesinin seçiminin uygun yapılması ve özel sızdırmazlık önlemleri uygulanmalıdır. Trolleyin yan destekleri temper döküm veya kalıpta çelik dökümden yapılmıştır. Ağır yüklerde burkulma ve eğilmeye maruz kalmayacak şekilde düşük öz ağırlıklı ve yüksek mukavemette olmak zorundadırlar.

### 3.2.3. Tekerlekli askılar

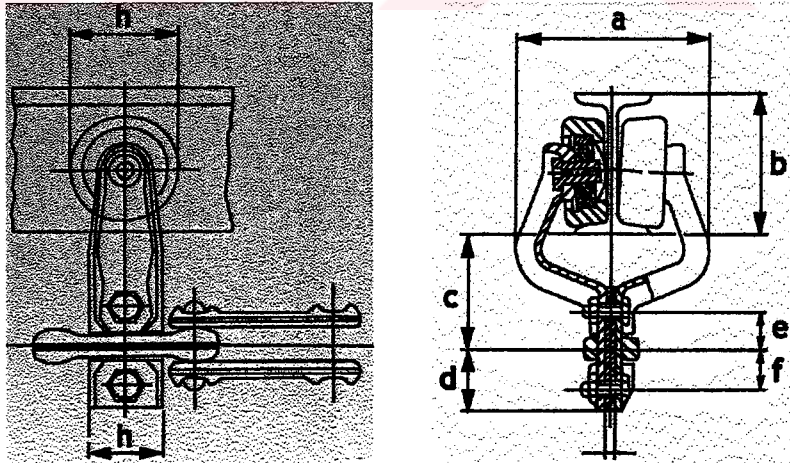
Tekerlekli askılar yükü kaldıran parçalar olup çeki organı zincirin tamamlayıcı parçalarıdır. Tekerlekli askılar zincirin orta baklası içine sokularak aralarına yerleştirilip bağlanan bir askı laması ile yükü taşırlar. Her tekerlekli askı iki eşit parçadan meydana gelmektedir (şekil 3.11 ve 3.12). Şekil 3.11 ile verilen tekerlekli askı hafif bir askı sistemidir. Taşıyıcı kol (1) yüksek kaliteli özel çelikten kalıpta dövülerek imal edilmektedir. Tekerlek (2) çelik saçtan kıvrılarak yapılmıştır. Tekerleğin ölçüleri (çizelge 3.4) I - PE 80 kirişi üzerinde çalışmaya uygun olup, malzemesi aşınmaya ve eğilmeye mukavim çelik saçtan seçilmiştir. Tekerleğin konstrüksiyonu rulmanlı yatağın tamamen korunmasını sağlayabilmektedir. Tekerleğin içine iki sıra şeklinde yerleştirilen bilyalar (3) çok düşük bir yuvarlanma direnci ve uzun bir ömrü gerçekleştirebilmektedir. Bilyaların oturmuş olduğu yivli pim (4) tekerleklerin kolay montajını ve pim üzerine yerleştirilmiş olan nipel (5) ise rulmanlı yatağın yağlanmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.11 Hafif hizmet tipi tekerlekli askı (Deirsoy, Prof. Dr. M., 1984)



Şekil 3.12 Ağır hizmet tipi tekerlekli askı (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)



Şekil 3.13 Değişik yük kaldırma kapasiteli tekerlekli askıların ölçüleri (BAKSAN, 1999)

TROLLEY TİPİ	a	b	c	d	e	f	g	h	i	YÜK MİKTARI (Kg)
3'	110	80	63.5	35	20	24	5	60	40	140
4'	133	100	82	34	32.5	21	8	82.5	54	230
6'	170	160	102	42	41	29	12	125	85	500

Çizelge 3.4 Şekil 3.13 ile verilen değişik tekerlekli askıların taşıma kapasiteleri (BAKSAN, 1999)

Şekil 3.12 ile ağır yükleri taşıyabilecek bir tekerlekli askı sistemi gösterilmiştir. Taşıyıcı kol (1) yüksek kaliteli özel çelikten kalıpta dövülerek imal edilmektedir. Taşıyıcı kolun profili her yönden tam bir stabiliteyi sağlamaktadır. Bilyalara yataklık eden bilezik (2) gayet hassas bir şekilde işlenerek taşlanmış ve taşıyıcı kola sıkı geçme ile yerleştirilmiştir. Tekerlek hareket yüzeyini meydana getiren karbonlu çelikten dış bilezik (3) sertleştirilmiş ve taşlanmıştır.

Bileziğin dış profili tekerleğin I profili üzerinde çalışacağına göre şekillendirilmiştir. Hassas bilyalar (4) düşük bir yuvarlanma direnci garanti etmektedir. Rulmanlı yatağın iç taraftan pisenmesine yerleştirilen bir kapak (5) mani olmaktadır. Tekerleğin dış tarafına yerleştirilen üç katlı labirent (6) yağın dışarı akmasına ve tozun içeri girmesine mani olmaktadır. Rulmanlı yatağın yağlanması bir nipel (7) ile sağlanmaktadır.

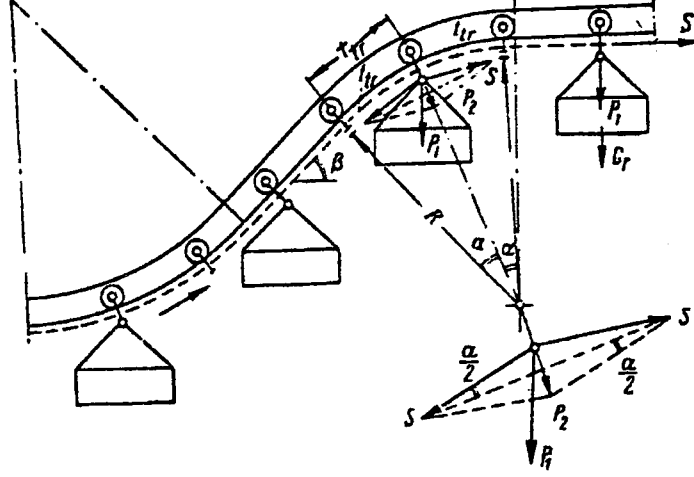
### 3.2.4. Zincir askı düzenine gelen yükler

Çift raylı SAZAK düşey asılı yük, yük askı tekerlekleri tarafından taşındığından, zincir askı tekerleklerine yatay bölümlerde, önemli düşey kuvvetler gelmez. Ancak zincir düşey dönüşlerin (şekil 3.14) üst tarafından (konveks) geçerken, zincirin (S) gerginliğinden yani çekme kuvvetinden, tekerleğin düşey eksenine etkiyen bir yük gelir. Bu yük aşağıdaki ifadeden yaklaşık olarak şöyle hesaplanabilir:

$$P = 2.S.\sin \frac{\alpha}{2} \cong \frac{A}{R}.S \quad (3.1)$$

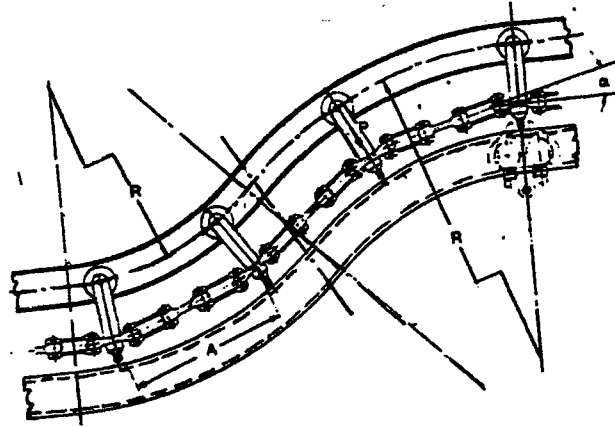
P yükü, S gerginliğinin maksimum olduğu çalıştırma birimine yakın yerlerde maksimumdur.

$$P_{\text{maks.}} = \frac{A}{R} \cdot S_{\text{maks.}} \quad (3.2)$$



Şekil 3.14 Düşey dönüşlerde zincir askı trolleyine gelen yükler (Altunel, M.G., 1987)

Görüldüğü gibi bu yük tekerlek mesafesinin büyük ve dönüş yarıçapının küçük olması ile artar. Şekil 3.15 'ye göre çizelge 3.5 'de müsaade edilebilir zincir çekme kuvvetinin 1.000 kg olduğu bir konveyörde, düşey dönüşte yük tekerleğine gelen toplam yüklerin, tekerlek aralığı ve yarıçapa göre değerleri verilmektedir. Askı tekerleği üzerine gelen yük hesaplandıktan sonra, eğer çizelge 3.3 'de gösterilen tek askı düzeninin taşıyabileceği kuvvetler üzerine çıkılırsa çift tekerlekli trolley kullanılmalı veya tekerlek mesafesi ve sistemdeki düşey dönüşlerin yarıçapı yeniden ayarlanmalıdır.



Şekil 3.15 Düşey dönüşte zincir askı trolleyine gelen yükler (Altunel, M.G., 1987)

Trolleyin itici ile bağlantı şekli de önem taşır. Zira ağır yüklerde zincir sarkmaları ve yokuşlarda tekerleklerin ray üzerine vurmaları gözlenir. Şekil 3.10.a 'da ki tek tekerlekli bağlantı ağırlığı maksimum 100 kg 'a kadar olan yükler için ve sistemdeki yokuşlar küçük ise kullanılabilirler.

Yarıçap R	Aralık A	Açı $\alpha$	Yük P
2000	200	3° 7'	110
	400	6° 15'	220
	600	9° 24'	330
	800	12° 35'	435
2500	200	2° 27'	85
	400	4° 45'	165
	600	7° 23'	260
	800	9° 52'	345
3000	200	2° 1'	70
	400	4° 3'	140
	600	6° 5'	210
	800	8° 6'	280
	1000	10° 9'	350
3500	200	1° 44'	80
	400	3° 26'	120
	600	5° 9'	180
	800	6° 52'	240
	1000	8° 37'	300

Çizelge 3.5 Şekil 3.15 'de verilen düşey dönüşlere ait teknik değerler (Altunel, M.G., 1987)

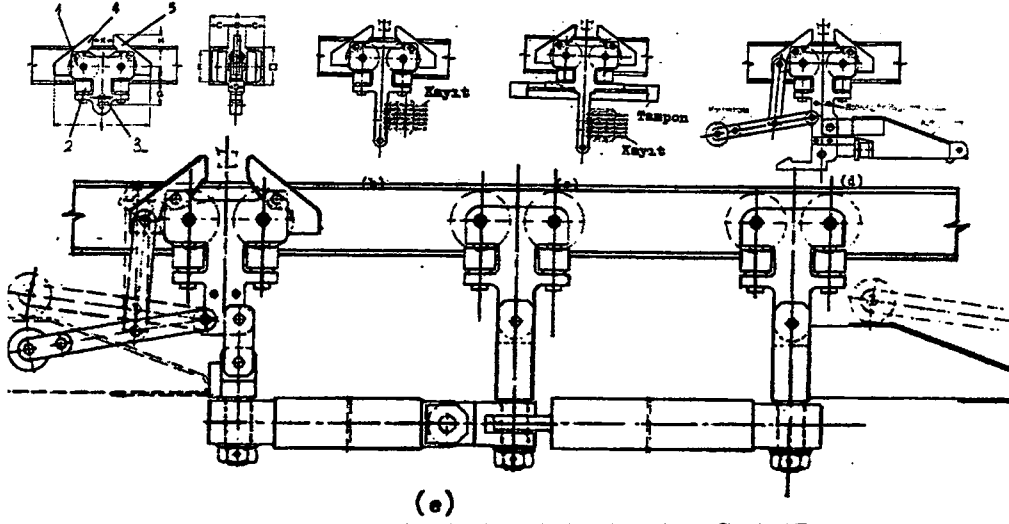
Şekil 3.10c 'de ise rijit olmayan tekerlek arasındaki bağlantı şekli 2.000 kg 'a kadar olan ağır yüklerde kullanılabilir. Ancak tampon mesafesi iyi ayarlanmalı ve zincir hızı dikkate alınmalıdır.

### 3.2.5. Yük askı düzeni

Yük askı düzeni (şekil 3.16.a) dört tekerlek (1) ve iki kılavuz makarası (2) ile bir çelik çerçeveden (3) ve itici çenenin dayandığı dayanak (kilit) parçası (4) ile arka dayanak parçasından (5) oluşmuştur. Kılavuz makaralar askıyı yük boyunca (ray) yönlendirirler ve makaralara geçmesini sağlarlar.

Askı tekerleklerinin malzemesi ve yataklanması, aynı güç hattı trolleyinde olduğu gibi kokil döküm veya yüzey sertleştirilmiş çeliktendir. Çizelge 3.6 'de I 100-120 'lik profiller için, trolley boyutları verilmiştir. Şekil 3.16 'de beş farklı amaçlı askı düzeni görülmektedir. Şekil 3.16.a 'da normal tipte, şekil 3.16.b 'de mekanik adres kutulu (kayıt) bir trolley görülmektedir. Bu kayıt mekanizması diğer trolleylerde uygulanabilmektedir.

Şekil 3.16.c, 3.16.d,3.16.e 'de sıra ile tamponlu, tek trolleyli yığılma mekanizmalı ve çift trolleyli yığılma mekanizmalı yük askı düzenleri görülmektedir.



Şekil 3.16 Farklı tipte yük askı düzenleri (Altunel, M.G., 1987)

[ ]	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M
100	145	45	50	42°	80°	47	90	32	56	260	16,5°
120	180	50	55	47°	100°	58	100	33	60	270	20,5°

Çizelge 3.6 Şekil 3.16.a verilen I 100-120 profiller için trolley boyutları (Altunel, M.G., 1987)

Bir askı takımının yük kaldırma kapasitesi yani taşıdığı etkin yük onun ana parametresidir. Bu kapasite yüke göre askı düzeninin tek veya çift olmasını belirler. Çizelge 3.7 'de farklı tipteki askı düzenlerinin maksimum kaldırabilecekleri ağırlıklar ve özellikleri, I 100 ve I 120 tipleri için verilmektedir.

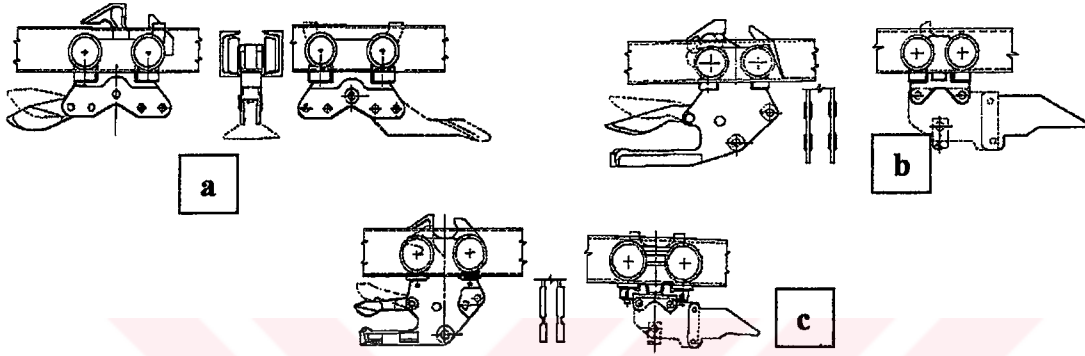


Azami Kaldırma Kapasitesi	[ ] 100	300 kp	300 kp	300 kp herbiri	300 kp	300 kp herbiri
	[ ] 120	400 kp	400 kp	400 kp herbiri	400 kp	400 kp herbiri
Yüklü hatta yığılma özelliği	yok	yok	yok	var	var	
Serbest hatta yığılma özelliği	var	var	var	var	var	
Kullanıldığı durdurma tipi	alçaltmalı	alçaltmalı	alçaltmalı	yanal	yanal	

Çizelge 3.7 I 100-120 için farklı tipteki askı düzenlerinin kaldırabilecekleri ağırlıklar ve özellikleri (Altunel, M.G., 1987)

Kendiliğinden yığılma özelliğine sahip aynı tipteki askı trolleylerinin üç farklı uygulaması ve boyutları şekil 24-a, b, c 'de verilmektedir.

Şekil 3.17.a 'da orta ağırlıktaki uygulamalar için 3" 'lik bir profildeki askı trolleyi, şekil 3.17.b 'de ağır hizmet uygulamaları için 4" 'lik bir profildeki askı trolleyi görülmektedir.



Şekil 3.17 Trolley uygulamaları (Altunel, M.G., 1987)

İkinci uygulamada, birinciden farklı olarak, trolley çerçevesinin alt kısmı, bir tampon gibi uzatılmıştır. Böylece yığılma esnasında oluşan darbe şeklindeki kuvvetlerden korunulmaktadır.

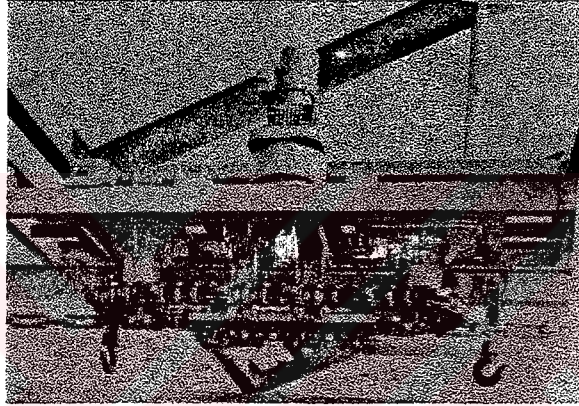
Şekil 3.17.c 'de ise, 6" 'lik çok ağır hizmetli askı düzeni görülüyor.

Bu trolleylerde ön ve arka dayanak parçaları, manivela kolu ve eğimli kam parçaları ısıl işleme tabi tutulmuş ve yüzeyleri işlenmiş alaşımlı çelik dökümdür.

### 3.3. Tahrik İstasyonu

Tahrik istasyonları  $90^0$  ile  $180^0$  'lik zincir yön değiştirme yerlerine veya dorusal iletim yollarına bağlanır. Bunun için maks. zincir kuvvetinin ( $T_{maks}$ ) meydana geldiği yerin bilinmesi gerekir. Yükseklik değişiminin en fazla olduğu dolaşan ileticilerde  $T_{maks}$ . çoğu kez en uzun çıkış yerinin (yokuş) en yüksek yön değiştirme noktasında ve yatay dolaşan ileticilerde ise en uzun yük yolunun olduğu yerde meydana gelmektedir .

Catterpillar tahrik sistemi (veya sürükleyen zincir tahrik sistemi) ağır işletme şartları için uygun olmaktadır. Bu tahrik sistemi tek hatlı dolaşan ileticide kullanıldığı gibi çift hatlı Yüklü ve Yüksüz sistemlerinde de kullanılmaktadır (şekil 3.18). Bu tahrik sisteminde iletim zincirine paralel hareket eden ve üzerinde iletim zincirinin baklalarının içine giren turnaklar taşıyan zincirin (Catterpillar zinciri) motor tarafından tahrik edilmesi ile iletim gerçekleştirilir. Şekil 3.18 'de böyle bir tahrik sistemi yüzer şekilde yataklanmış bir tahrik çerçevesi üzerine oturmuş olarak görülmektedir. Çerçeve yaylar ile desteklenmiş zincirin aşırı yüklenmelerine karşı emniyetlendirilmiştir.



Şekil 3.18 Catterpillar tahrik sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

Catterpillar zinciri tamamen kalıpta dövülerek yapıp normalize edilmiştir. Böylece zincirin uzun ömürlü olması sağlanmıştır.

Catterpillar zincirinin tahrik dişlisi küçük bir çapta yapıldığından zincir çarkı ile yapılan direkt tahrik sistemine göre daha küçük bir döndürme momentinin tahrik sistemi tarafından aşılması gerekmektedir. Bu şekilde daha ucuz olan bir dişli kutusunun kullanılması imkanı elde edilmektedir.

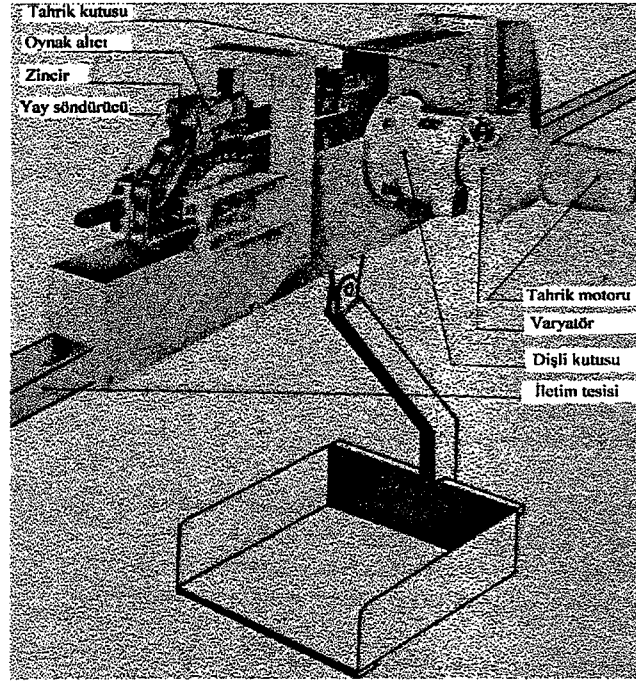
Yüzer bir çerçeve ile öngörölmüş olan catterpillar tahrik sistemi bazı faydaları yanında tamamen emniyetli bir işletmeyi gerçekleştirmektedir. İletim tesisinin her ne sebeple olursa olsun aşırı yüklenmesi durumunda, normal olarak yaylar ile dengede tutulan yüzer çerçeve hareket ederek bir şaltere kumanda edip tahrik sistemini durdurur. İleticinin yüklenmesi normal duruma döner dönmez tahrik sistemi tekrar devreye girer. Bu şekilde, kesme

pimleri ile emniyetlendirmenin hataları önlenmiş olmaktadır. Ayrıca, böyle bir yüzer çerçeve düzeni, akım bağlantısını kesmeye gerek kalmadan, küçük kaymalara müsaade ederek darbeli zincir hareketleri önlenmektedir. Diğer taraftan hareketli parça üzerindeki basit bir işaretleme ile zincire tatbik edilen çeki kuvvetini her zaman için kontrol etmeyi mümkün kılmaktadır.

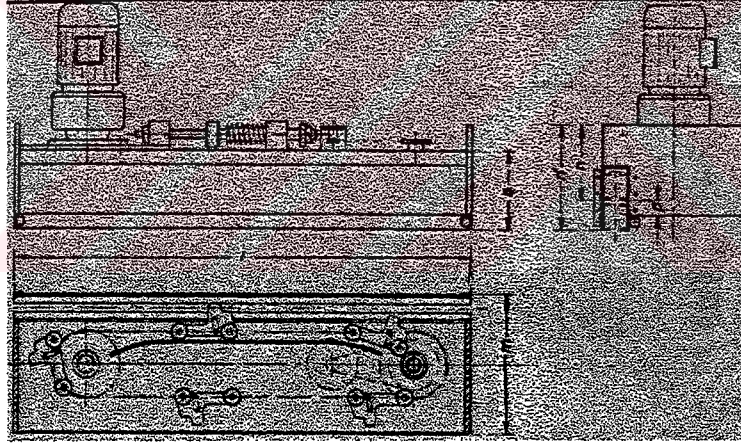
Artan çeki kuvveti, zincirin yorulmasına ve aşınmasına sebep olur. Bu ise gerdirme istasyonunun yanlış bir ayarı, rayların pislenmesi, yetersiz ve aşırı yağlama ile veya öngörülmuş olan iletim yükünün oldukça aşındırılması ile meydana gelebilir.

Sürükleyen zincir ile tahrik sistemine bir diğer misal şekil 3.19 'de gösterilmiştir. İletim zincirine paralel hareket eden sonsuz uzunluktaki tahrik zinciri, üzerine bağlanmış olan oynak alıcılarla ivmesiz bir hareketi gerçekleştirir. Aşırı yüklenme durumları emniyetlendirilmiş olup tahrik motoru belirli bir çekme kuvvetinin üzerinde durdurulur. Sistemde kullanılan pul şeklindeki yaylarla tahrik zincirinin ömrü arttırılmaktadır. Böyle bir tahrik sistemi ile ulaşılabilecek min. ve maks. iletim hızları ve maks. zincir kuvvetleri çizelge 3.8 'da verilmiştir.

Şekil 3.20 özel şekilde yapılmış oynak alıcılarla teçhiz edilmiş sürükleyen zincirli bir tahrik sistemini göstermektedir. Bu alıcıların konstrüksiyonunun özelliği sayesinde iletim sistemi çarpmasız olarak tahrik edilmektedir. Tahrik motorunun varyatörlü olarak seçilmesiyle değişik iletim hızları elde edilebilmektedir.



Şekil 3.19 Catterpillar tahrik sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)



Şekil 3.20 Sürükleyen zincirli tahrik sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

TİP	Maks. Çeki Kuvveti (kp)	Minimum İletim Hızı (m/dak)	Maks. İletim Hızı (m/dak)	Normal Ayar Sahası
161 (171)	450	0,05	24	1:5 (1:10)
162 (172)	1.600	0,05	24	1:6 (1:12)
163 (173)	8.000	0,05	24	1:6 (1:12)

Çizelge 3.8 Şekil 3.19 'da verilen tahrik sisteminin teknik değerleri (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

Uygun olan zincirin seçimi askı yüküne göre değil, tekerleklerin yuvarlanma direncine göre yapılır. Bazı durumlarda, yük küçük olduğu halde zincir uzunluğunun fazlalığı ve aşılması gereken yükseklik farklarının büyüklüğü nedeniyle seçilen zincir tipi iletilen malın yanında çok ağır görülebilir. Birkaç tahrik sisteminin kullanılmasıyla zincir çekme kuvvetinin hiçbir iletim parçasında emniyet sınırlarını aşmaması temin edilebilir. Tahrik sistemlerinin ortak devir sayısı ayrı hidrolik sistemi ile fevkalâde bir şekilde yapılabilir. Devir sayısı ayarı tahrik sisteminden ayrı olarak kolayca ulaşılabilecek şekilde yerleştirilen hidrolik pompanın iletim miktarının ayarlanmasıyla yapılır. Dolaşan ileticiler endüstride oldukça geniş bir kullanma alanı bulmuşlardır. Bunların burada ayrı ayrı gösterilmeleri maalesef mümkün değildir.

### 3.3.1. Tahrik ünitesi

Tahrik ünitesi, güç zincirini tahrik etmek için gerekli gücü sağlar ve sistemde zincirin gevşek olduğu yerlerden uzakta olacak şekilde güvenilir bir yere monte edilir.

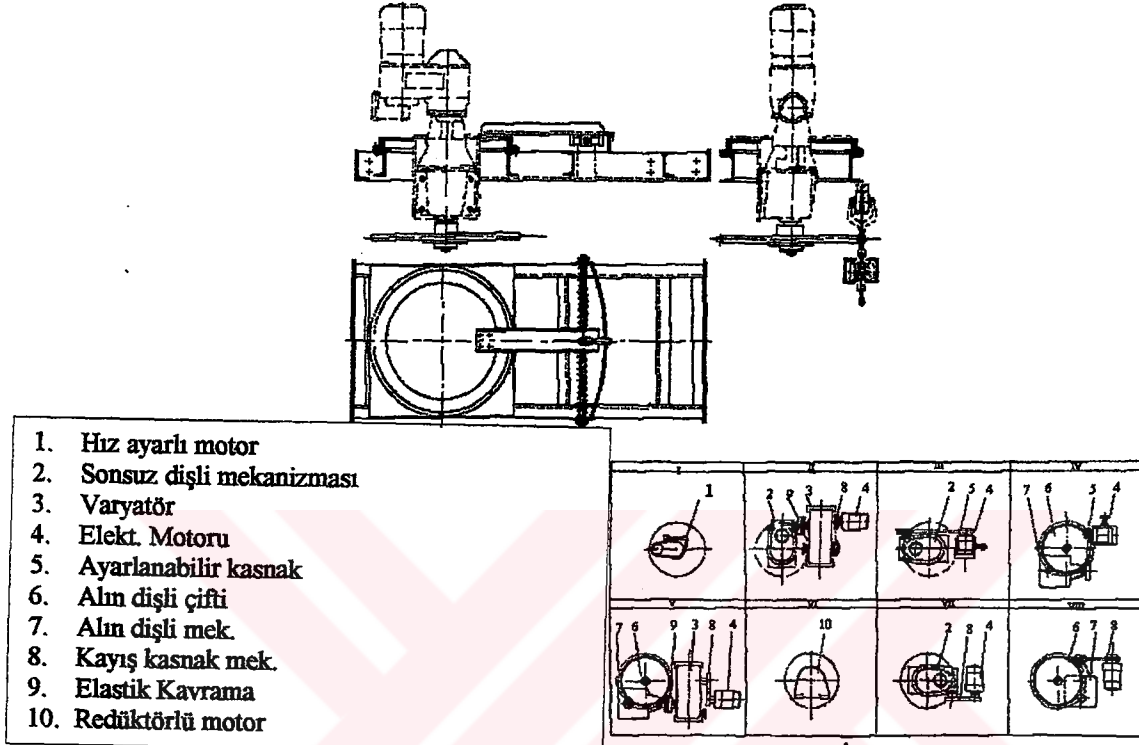
Askılı konveyörlerde iki çeşit tahrik ünitesi vardır. Açısal zincir dişlili ve palet zincirli çalıştırıcılardır. Bu iki tip içinde motordan tahrik miline kadar diğer birimlerin düzenlenmesi aynı olabilir.

#### 3.3.1.1. Açısal, zincir dişlili tahrik

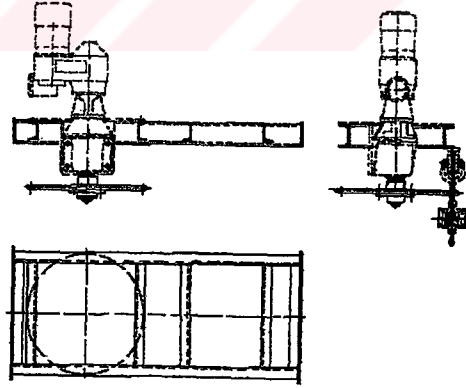
Yörüngenin (şekil 3.21.a) genellikle,  $90^{\circ}$  veya  $180^{\circ}$  döndüğü noktalara konular ve hareket ettirici gücü bir zincir dişlisi vasıtasıyla iletir.

Tahrik grubu genişliği, uzunluğuna göre küçük olan bir şase üzerine yerleştirilir. Tahrik grubunun bulunduğu plaka, şekil 3.21 'den de görüldüğü gibi bilyalı döner bir bağlantı üzerine ya da şekil 3.22 'da ki gibi katı bir şekilde monte edilir. Birinci durumda dönebilir motor, eğer devrede aşırı bir yük artması meydana gelirse, devreyi otomatik olarak keser. Dönel bağlantı nedeni ile tahrik momentine, spiral bir yay karşı koymaktadır. Bu yayın ön gerilimi azami tahrik momentini sınırlandırır ve bir ölçek üzerinde gösterebilir. Böylece

maksimum zincir çekmesi ile karşılaştırılabilir, yani tahrik momenti durdurma şalteri üzerine çıktığında devre kesilir.



Şekil 3.21 Açisal zincir dişlili tahrik (Altunel, M.G., 1987)



Şekil 3.22 Sabit şasele tahrik ünitesi (Altunel, M.G., 1987)

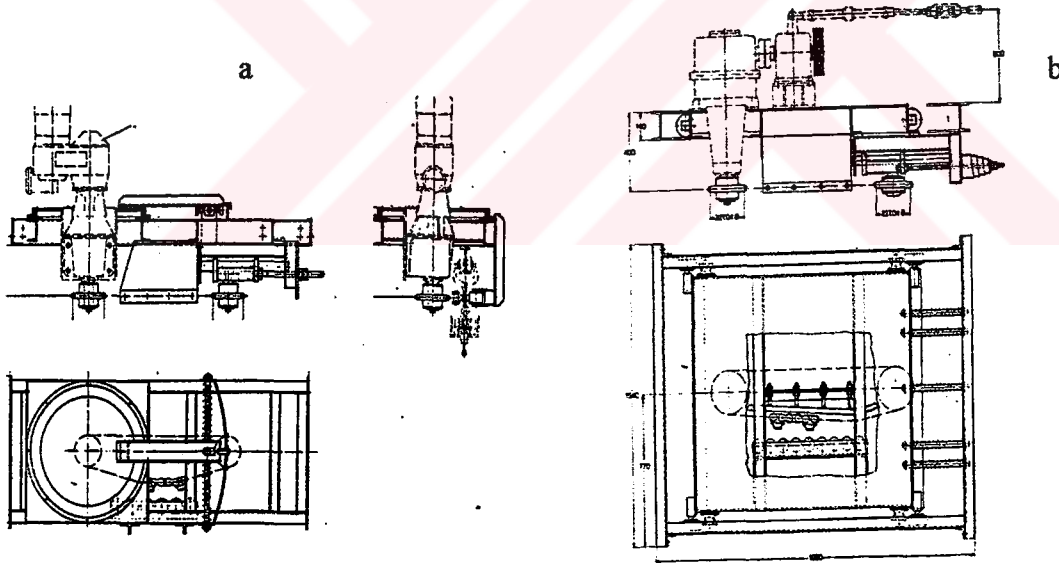
İkinci durumda ise, aşırı yükten korunma limit şalter ile olur (şekil 3.22).

Tahrik ünitesi, sistemde istenen çalışma hızına göre sabit veya hız sağlayacak şekilde tertiplenebilir. Bu tertip şekilleri şekil 3.21.b 'de aynı tip şaseye oturacak şekilde

düzenlenebilirler. Eğer yalnız sabit hız isteniyorsa redüktör veya sonsuz dişli mekanizması, eğer değişken isteniyor ise motor ile redüktör arasında bir de mekanik varyatör ve diğer bir hız değiştirici düzenekler konur.

### 3.3.1.2. Palet zincirli tahrik

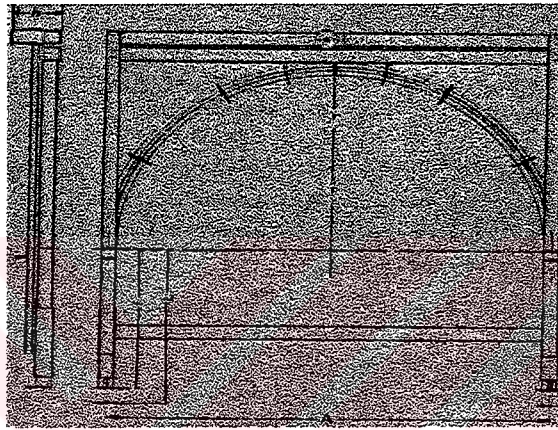
Bir paletli çalıştırma ünitesi (şekil 3.23.a); döndürme ve gerdirme zincir dişlileri, bunların çevresinde dönen zinciri (palet zinciri), zincirin (paletin) konveyör çekme elemanına takılmasını sağlayan çeneleri ve makara takımından meydana gelir. Tahrik ünitesi, konveyörün doğrusal bölümüne yerleştirilebilir ve çekme gücü, palet zincirinin çeneleri vasıtasıyla zincir baklasına iletilir. Paletli zincirli tahrik ünitesinde döner yataklı olarak şaseye monte edilebilir aşırı yük devreden otomatik olarak kesilebilir (şekil 3.23.a). Palet zincirli tahrik ünitesi de, istenen hızın sabit ve değişebilir olmasına göre çeşitli şekilde tertiplenebilir (şekil 3.23.b).



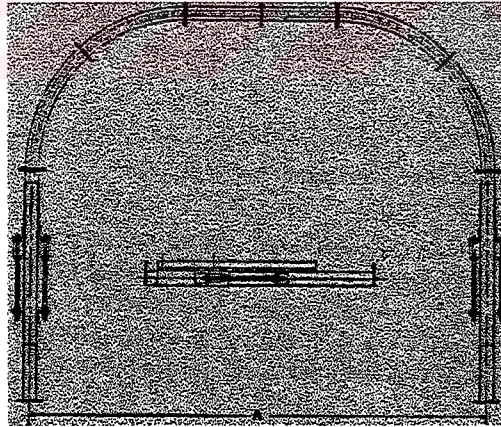
Şekil 3.23 Palet zincirli tahrik üniteleri (Altunel, M.G., 1987)

### 3.4. Gerdirme Ünitesi

İletim tesisinde sakin bir çalışma elde etmek isteniyorsa zincirin daimi olarak gergin bulunması gerekir. Buna ise uygun bir yere yerleştirilmiş arabalı bir gerdirme sistemi ile ulaşılır. Bunun yanında zincir ile iletim yolu arasındaki yol farkları dengelenmiş olur (şekil 3.24). İletim yollarının birbirlerinden uzak olması halinde zincir birbirinden ayrı iki gerdirme kovanı ile gerdirilir (şekil 3.25).



Şekil 3.24 Bir araba üzerine oturtulmuş gerdirme sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)



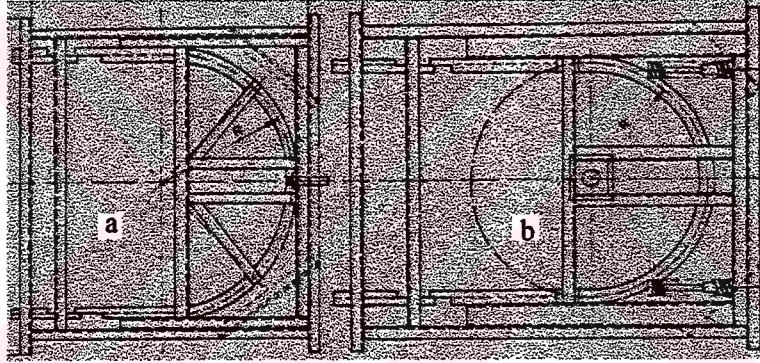
Şekil 3.25 Birbirinden uzak iki iletim hattının gerdirme kovanı ile gerdirilmesi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

Gerdirme istasyonu ile zincirin gerdirilmesi çeşitli yollarla yapılır. Yay, vida ve ağırlık ile yapılan gerdirme genellikle en çok kullanılan gerdirme sistemleridir. Ağırlıkla yapılacak gerdirmenin istenmemesi halinde vida ve yaylı bir gerdirme gayeye uygun olabilmektedir. Yerine göre pnömatik veya hidrolik gerdirme istasyonları da kullanılmaktadır (çizelge 3.9).

Tip (ölçüler mm)	A		t		L	l	h
	Norm Ölçü	3 yön verici makaralı	Norm ölçü	3 yön verici makaralı			
661	1800	1400	1620	1420	610	410	170
662	2000	1600	1930	1730	750	500	140
663 666 667 668	2800	2400	2325	2125	845	545	170

Çizelge 3.9 Şekil 3.24 ve 3.25 ile verilen gerdirme istasyonlarının ölçüleri (Demirsoy, Prof. Dr., 1984).

**Yay İle Gerdirme :** Büyük sıcaklık değişmelerinin söz konusu olduğu iletim tesislerinde çok kere bu tür gerdirme sistemine gidilir. Dengelenmesi gereken en büyük zincir uzama farkı takriben 400 mm 'dir (şekil 3.26.a).



Şekil 3.26 Gerdirme istasyonları (a) yaylı, (b) vidalı (Demirsoy, Prof. Dr., 1984).

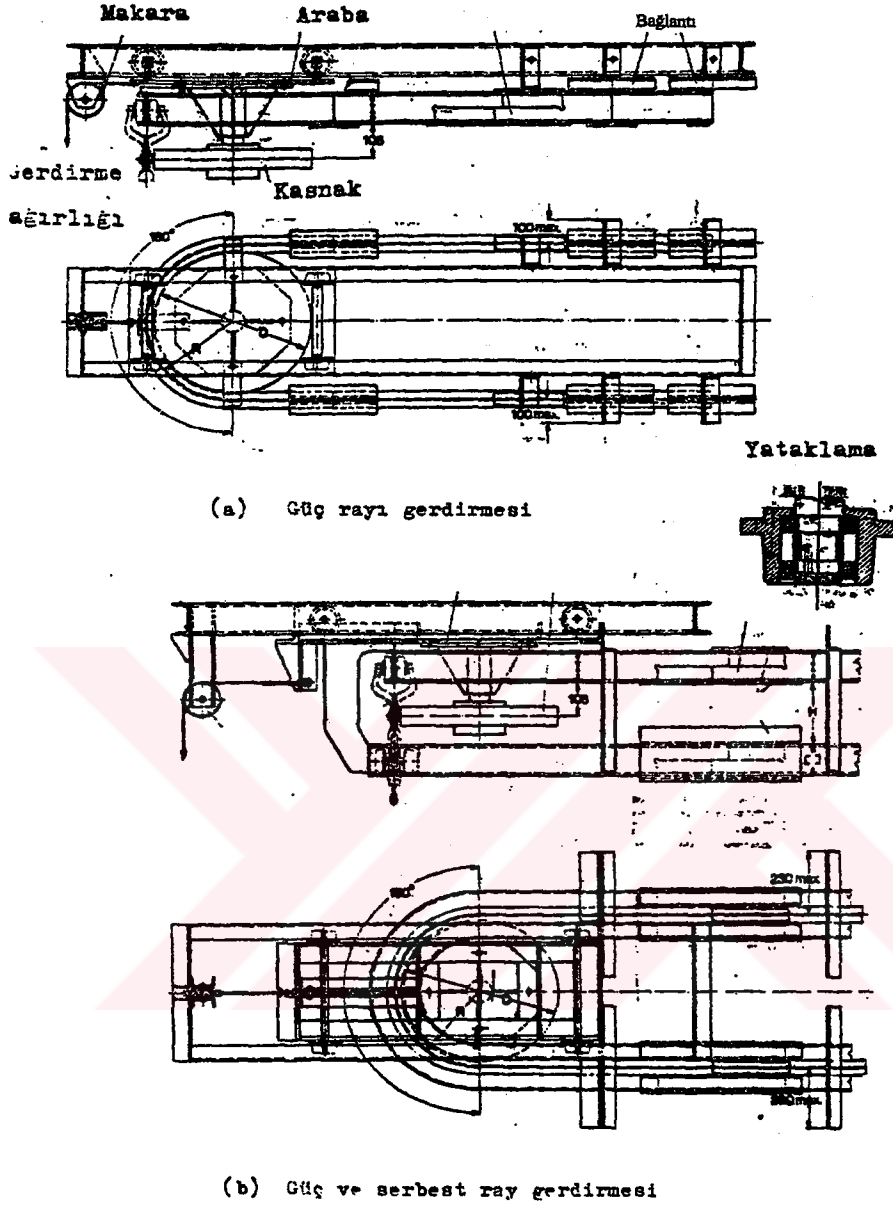
**Karşı Ağırlık İle Gerdirme :** Dengelenmesi gereken uzunluk farkı büyük olması halinde bu tür bir gerdirme sistemi kullanılır. Dengelenmesi gereken en büyük zincir uzama farkı takriben 600 mm 'dir.

**Vida İle Gerdirme :** Bu tip gerdirme sadece özel durumlarda kullanılır (şekil 3.26.b).

Gerdirme ünitesi, çekme zincirine bir öngerilme sağlamak için uygulanır. Zincir esnekliğinin dengelenmesi, esas olarak uzunluk değişmesi ile sağlanır.

Gerdirme üniteleri daima 180° 'lik dönüşlerde uygulanır. Çeşitli tipte gerdirme üniteleri mevcuttur. Yay baskılı, vidalı ve otomatik karşı karşı ağırlıklı gerdirme düzenekleri kullanılmaktadır. Ancak otomatik hareketleri ve yüksek güvenilirlikleri nedeniyle karşı

ağırlıklı gerdirme düzenekleri tercih edilmektedir. Kurutma, ısıtma ve soğutma gibi proseslerden geçen konveyörlerde, sıcaklık değişmelerine bağlı olarak, zincirin boyundaki değişmeler nedeniyle zorunlu olarak karşı ağırlıklı gerdirme düzenekleri kullanılır.



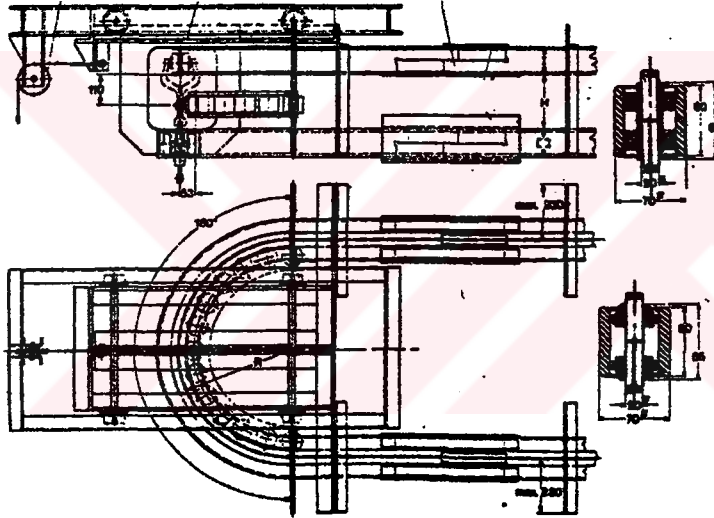
Şekil 3.27 Karşı ağırlıklı gerdirme üniteleri (Altunel, M. G., 1987).

Şekil 3.27 'de karşı ağırlıklı bir gerdirme düzeni görülmektedir. Gerdirme düzeni, şase üzerinde hareket eden hareketli arabadan (makaradan) ve germe kasnağından oluşur. Şaseyi güç rayına bağlayan ekleme bağlantısı, teleskobik yapılarak araba hareket ederken eğrisel ray bölümünün uzamasını sağlar.

Şekil 3.27.a 'deki güç rayı gerdirme ünitesi, güç rayı zincirinin serbest raydan ayrıldığı yerlere rahatlıkla uygulanabilir. Eğer sistemde güç ve serbest hatları hiç bir zaman ayrılmıyorsa o takdirde her iki rayı içeren gerdirme ünitesi düzenlenmelidir (şekil 3.27.b).

I 100 ve I 120 sistemleri için uygun kasnak çapı ve dönme yarıçapı verilmiştir.

Kasnaklı gerdirme ünitesi küçük ve orta dereceli dönme yarıçapları için uygulanır. Daha büyük dönme yarıçapları için makaralı gerdirme üniteleri düzenlenebilir (şekil 3.28).

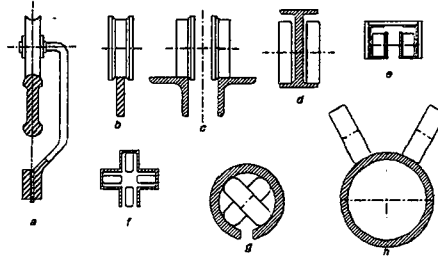


Şekil 3.28 Makara takımlı karşı ağırlıklı gerdirme üniteleri (Altunel, M. G., 1987).

### 3.5. Konveyör Hattı İletim Yolları, Yön Değiştirme İstasyonları ve Bağlantılar

#### 3.5.1. İletim yolları

İletim yolları, şekil 3.29 ile verildiği gibi lama, köşebent, I profil, boru ve sacdan yapılmaktadır. Sac malzeme kıvrılarak değişik şekillerde iletim yolları meydana getirilmektedir. İletim yolları tavana, çelik konstrüksiyon ile çatıya, taşıyıcı çelik konstrüksiyona ve duvar konstrüksiyonlarına asılmaktadır.



Şekil 3.29 Çeşitli iletim yolları.

Çift askılı konveyörlerde güç hattı olarak, yüksek karbonlu çelik malzemeden, I profilili kirişler kullanılır. En fazla uygulanan standart profiller 3", 4", 6" veya I 100, 120, 140 olmaktadır.

Serbest hat olarak çift U profili kullanılır. Malzeme olarak ise aşınmaya dayanıklı, uzun ömür karakteristiğine sahip, özel haddelenmiş yüksek alaşımlı çelik malzeme kullanılır.

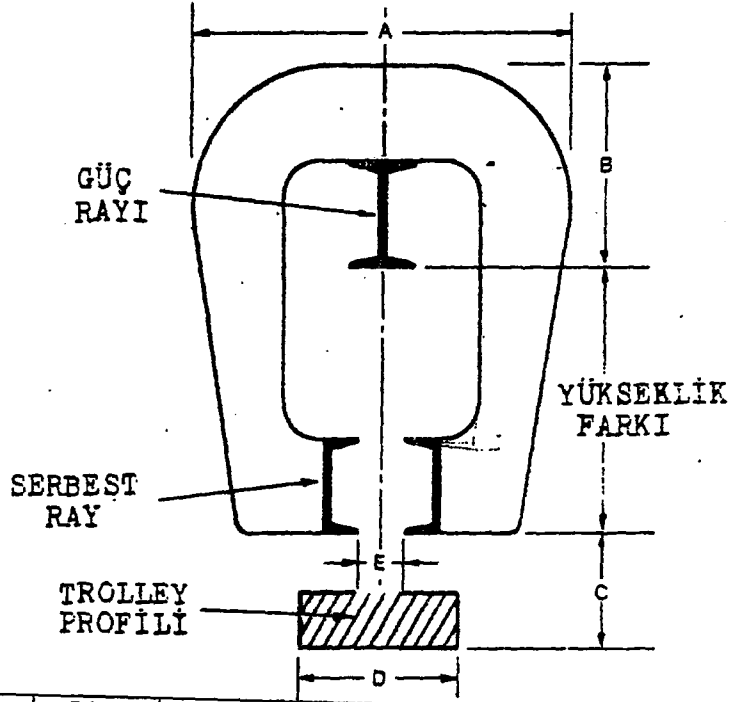
Ray bölümlerinin birleştirilmesi kaynak veya civata bağlantısı ile olur. Boya – spray odaları, yağ ve boya depoları ve diğer ateş alabilmesi sözkonusu olan yerlerde kaynaklı bağlantı kullanılmaz. Böyle yerlerde civata bağlantıları kullanılır. Civata bağlantıları kaynağa göre daha pahalı olmalarına rağmen, aşınma ve diğer bozulma hallerinde parça değişimi daha kolay olur.

Civatalı bağlantılarda ray uzunlukları 6 – 8 m. 'dir. Ekleme parçasının uzunluğunda standarttır. Üst flanş birleştirmeler köşebentlerle takviye edilir.

Çift raylı konveyörlerde alt ve üst rayın her ikisini birden yukarı asmak ve mukavemet sağlamak için U şeklinde bağlantı elemanları kullanılmalıdır. Bu bağlantı elemanların boyutları, alt ve üst rayın boyutlarına bağlı olarak şekil 3.30 ve şekil 3.31 'de verilmektedir.

U şeklindeki bağlantıların birbirleri arasındaki mesafe, sistemin özelliğine ve yük kapasitesine göre saptanır. Ağır sistemler için mesafe küçük olup, hafif sistemlerde daha fazladır.

Çizelge 3.10'de çeşitli tip üçlü bağlantıların asılma uzaklıklarının tespit edilmesi amacıyla, belirli uzaklıklar için taşınabilecek maksimum yayılı yük verilmektedir. Raylar, trolleyler ve zincir düzgün yükler olarak gözönüne alınacaktır.



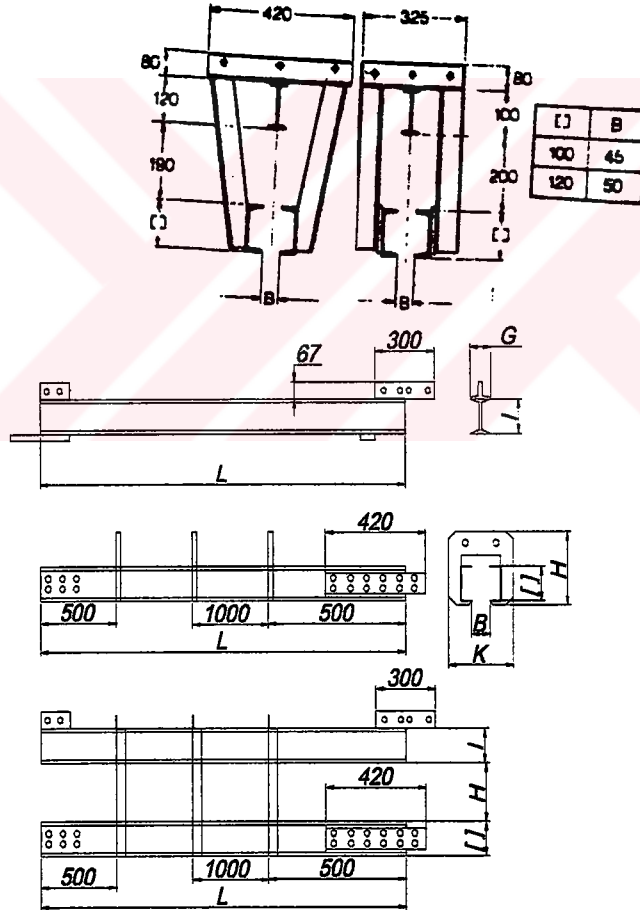
Serbest Ray	Güç Rayı	Çekme Zinciri	Fark	A	B	C	D	E
3"	3"	348	9-1/8	14-1/2	6	4-5/8	5-1/2	1-3/4
	4"	458	10-1/2	14-1/2	7	4-5/8	5-1/2	1-3/4
4"	3"	348	9-1/2	15-1/2	6-1/4	8"	7	1-3/4
	4"	458	10-7/8	15-1/2	7-1/4	8"	7	1-3/4
	4"	678	11-5/8	15-1/2	7-1/4	8"	7	1-3/4
6"	4"	458	13	19	9	8-3/4	7	3-1/16
	4"	678	13-3/4	19	9	8-3/4	7	3-1/16

Şekil 3.30 İki rayın birleştirilme ve asılması boyutları (Altunel, M.G., 1987).

Birleştirme Tipi (mm)	Asılma Aralığı (m)	Maks. Yük Kapa. (kg/m)	
I 100 H 200 [] 100	30	1100	1300
	40	370	450
	60	100	120
	80	70	100
I 100 H 200 [] 120	30	1590	1890
	40	850	790
	60	140	170
	80	80	110
I 120 H 190 [] 120	30	1600	1900
	40	660	800
	60	150	180
	80	90	120
I 120 H 190 [] 100	30	1110	1310
	40	380	460
	60	110	130
	80	80	110

Asılma Aralığı (m)	MaksTaşıma Kapasitesi		I	G	[]	B	H	K
	[] 100	[] 120						
30	780	1400	100	68	100	45	240	230
40	300	560	120	68	120	50	280	260
60	80	130						

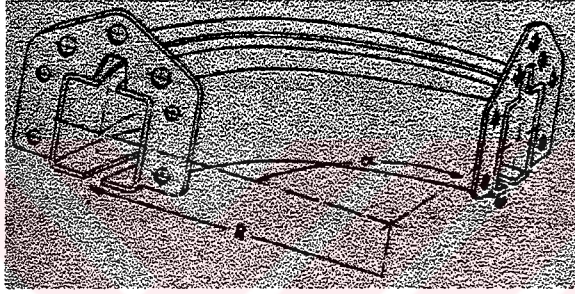
Çizelge 3.10 Şekil 3.31 ray bağlantı boyutları.



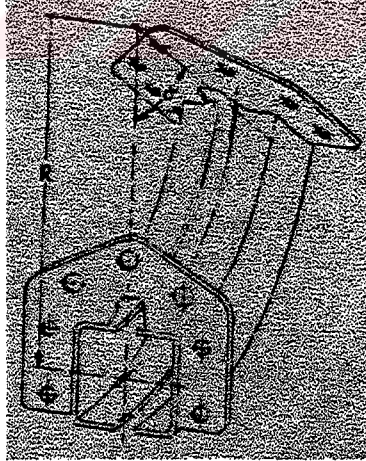
Şekil 3.31 Ray bağlantıları.

### 3.5.2. Yön değiştirme istasyonları

İletim yolları, yön değiştirme istasyonlarında tekerlek ve zincirlerin rahat bir şekilde dönebilmelerini sağlamak gayesiyle yatay ve düşey düzlemde, belirli yarıçaplarda (şekil 3.32 ve 3.33) ve yön değiştirme açılarında ( $180^0$ ,  $90^0$ ,  $45^0$ ,  $30^0$  ve  $15^0$  ...) yapılarak birbirlerine civatalarla bağlanırlar. şekil 3.34 'de tek yollu ve çift yollu (Yüklü ve Yüksüz) iletim yollarının birleştirme yerlerini, çizelge 3.11 ise ölçülerini vermektedir. Kullanılan zincirin konstrüksiyonuna ve iletilecek olan malın ölçülerine göre yön değiştirme istasyonlarının yarıçapı belirlenir. Yarıçapları  $R = 12$  metre 'ye kadar olan yön değiştirme istasyonları mevcuttur.



şekil 3.32 ( $90^0$ ) 'lik yatay yön değiştirme yolu (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).



şekil 3.33 ( $45^0$ ) 'lik dikey yön değiştirme yolu (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

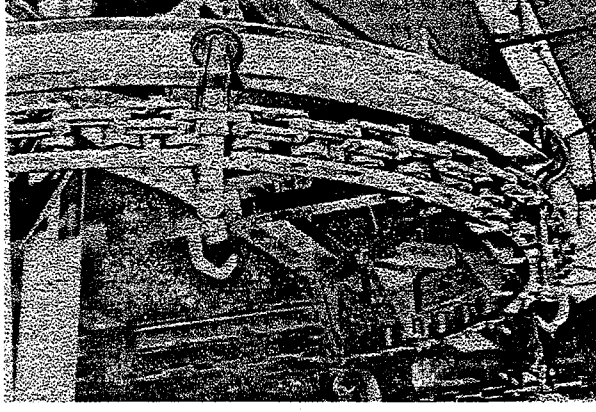
Tip	a	b	c	d	e	f	g
061	50	100	105	53	122,5	20	64,5
062	65	120	118	64	145,0	20	79,0
063	85	130	145	74	162,5	25	84,0
066	85	140	215	165	-	-	-
067	120	200	270	194	-	-	-
068	170	240	295	214	-	-	-

Çizelge 3.11 Tek ve çift raylı iletim yollarının birleştirme yerlerinin ölçüleri (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

### 3.5.2.1. Yatay dönüşler

Düz olan iletim yolları 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 metre gibi belirli standart uzunluklarda yapılırlar. Bir iletim tesisinde yatay düzlemde yapılan yön değiştirmelerde zincir üzerindeki germe kuvvetinin karşılanması gerekir. Bunun için yer değiştirmelerde zincir, makaralar veya bir çark ile yönlendirilir.

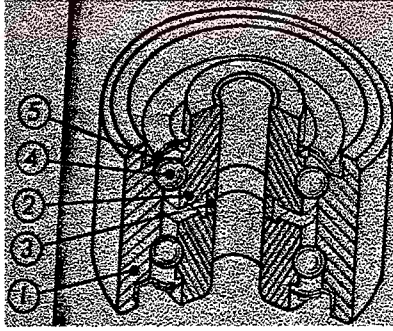
Makaralı yön değiştirici bir çerçeve üzerine yerleştirilmiş birçok makaralardan meydana gelmiştir (şekil 3.34). Makaralar genellikle lamadan yapılmış bu çerçeve üzerine yerleştirilir ve bu çerçevede iletilen yoluna tespit edilir (şekil 3.35). Makaranın yapım şekli şekil 3.36 'de gösterilmektedir.



Şekil 3.34 180° lik makaralı yön değiştirme istasyonu (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).



Şekil 3.35 Makaralı yön değiştirme istasyonunda makaraların tespit edildiği çerçevenin iletim yoluna tespiti (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

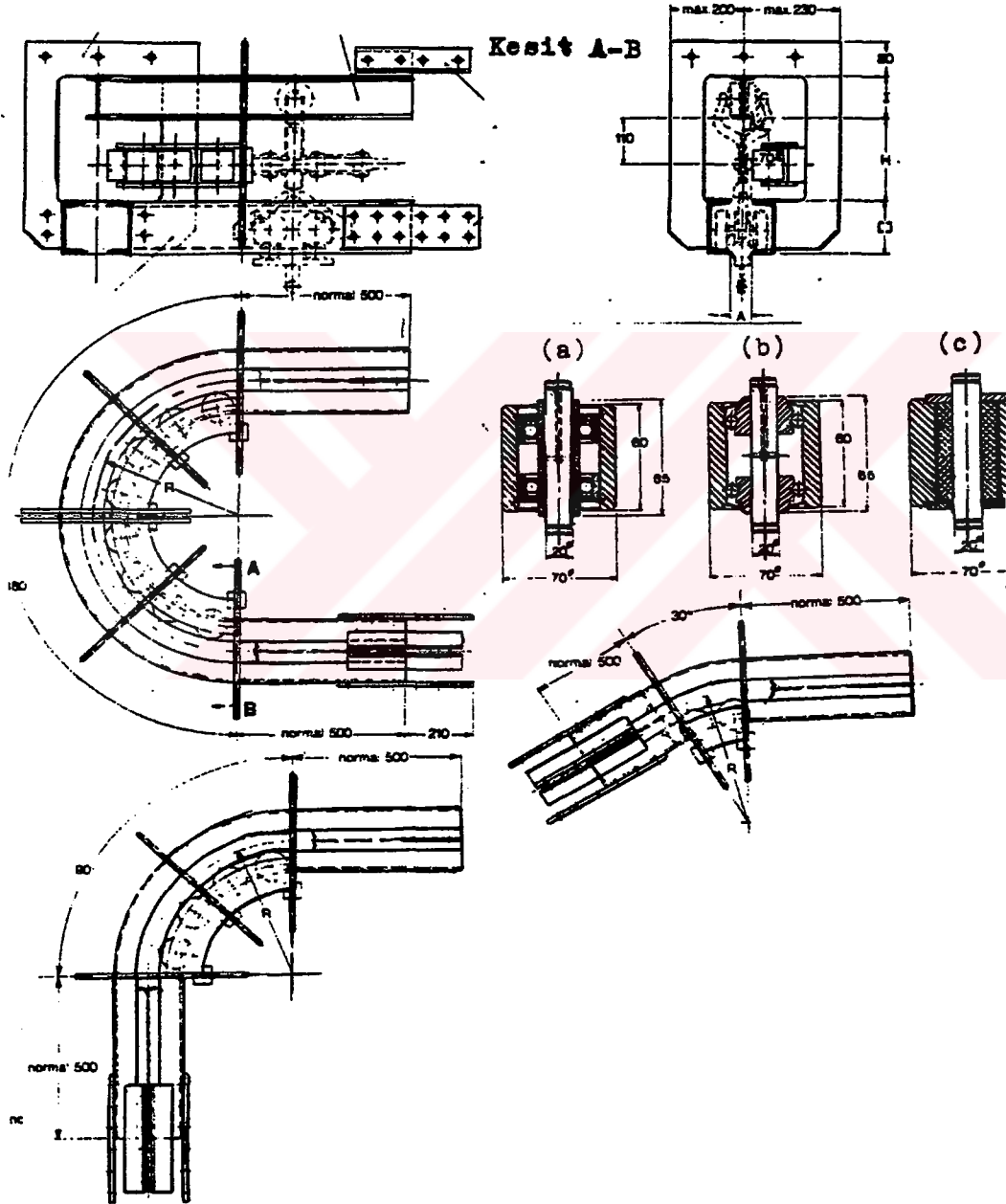


1. Dış Silindir
2. İç Bilezik
3. Mesafe Parçası
4. Bilyalar
5. Sızdırmazlık Kapağı

Şekil 3.36 Yön değiştirme istasyonlarında kullanılan destek makaraları (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984)

Makara takımları, tekerlekli köşelere göre ekonomik olmaları, az yer kaplamaları ve daha büyük yarıçaplı dönüşlerde kullanılabildikleri için tercih edilirler.

Şekil 3.37 'da çift askılı I 100, 120 tip bir konveyörde kullanılan makara takımları görülmektedir. Makaraların yatakladığı çerçeve, iki rayı birleştiren bağlantı elemanlarına tutturularak kuvvetli bir bağlantı sağlanabilir. Makara takımları çizelge 3.12 'da görüldüğü gibi 636 – 2500 mm arasında değişik eğrilik yarıçaplarında uygulanabilirler. Dönme açıları ise  $15^{\circ}$  –  $180^{\circ}$  'ye kadar  $15^{\circ}$  'lik kademelerle yapılabilir.



Şekil 3.37 Makaralı yön değiştirme (Altunel, M. G.,1987).

I	H	[ ]	Aralık (mm) A	Açı
100	200	100		
120	190	120	636, 1000, 1250	15° - 180°
120	190	100	1800, 200, 2500	
100	200	120		

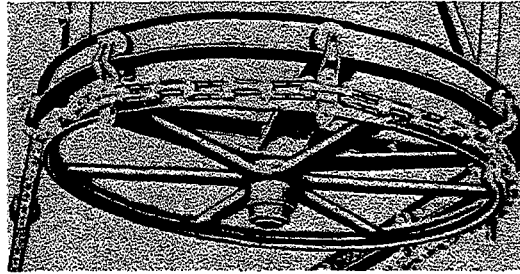
Çizelge 3.12 Makara takımları ile yatay dönüşte yarıçap boyutları (Altunel, M. G., 1987).

Makaralar dökme demirden (madeni kalıp dökümü) ya da çelik borulardan yapılırlar. Şekil 3.37.a 'da ki gibi normal çalışma şartlarında çalışan bir konveyörün makaraları ya iki rulmanlı yatak ile yada sertleştirilmiş iç yuvarlanma yüzeyinde bilyalarla (şekil 3.37.b) yataklanır. Daha sıcak çalışma şartlarında ise sentetik malzemeli yatak (şekil 29-c) kullanılır. Makaralar kolaylıkla değiştirilebilir ve millerden yağlanabilir.

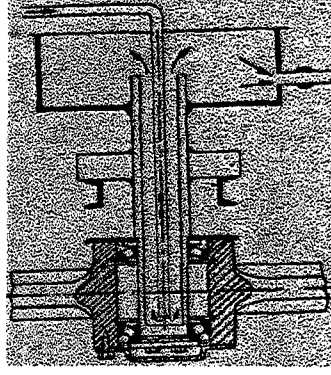
Yön değiştirme istasyonlarında zincirin diğer bir yön değiştirme işlemi çark ile yapılır (şekil 3.38). Çarkın dış çemberi düz olarak işlenmiş olup çarkın göbeği bronzdan yapılmış kaymalı yatak ile teçhiz edilmiştir.

Yatağın yağlanması nipel yardımı ile gerçekleşir. Yön değiştirme istasyonunun yüksek sıcaklık altında bulunması durumunda yön değiştirme çark yatağının su ile soğutulması yoluna gidilir (şekil 3.39).

Çift raylı konveyörlerde yatay dönüşler, ya makara takımları ya da kasnak veya zincir dişlisinin bulunduğu tekerlekli köşeler ile yapılır. Döndürme düzeninin seçimi, çekme elemanının gerginliğine ve eğrilik yarı çapına bağlıdır.



Şekil 3.38 Zincirin çark ile yön değiştirmesi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).



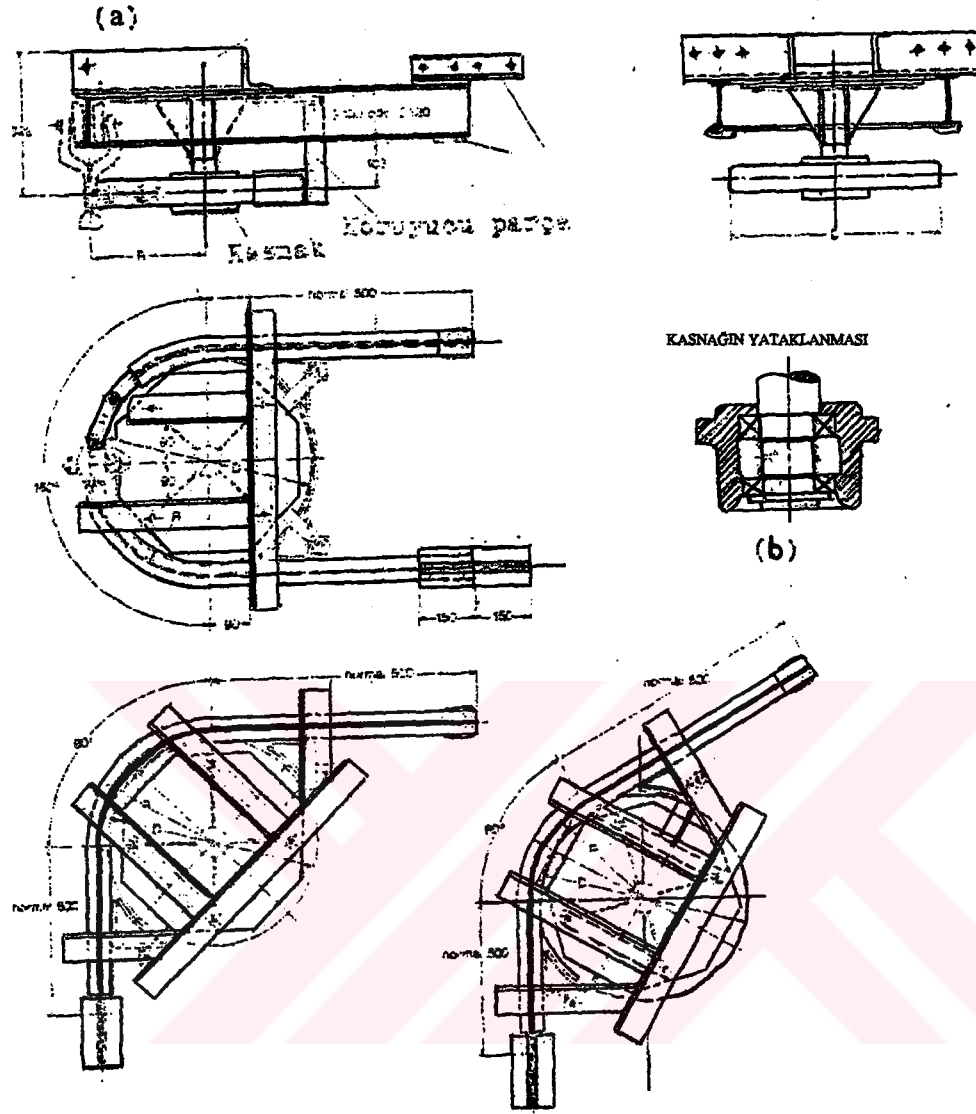
Şekil 3.39 Çark yatağının su ile soğutulması (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

Tekerlek dönüşler, genellikle düz yüzeyli kasnaklarla yapılır (şekil 3.40). Güç kaybı aynı yarıçaplı makaralı dönüşlerden daha azdır. Ancak bu tip dönüş, çift raylı konveyörlerde 636 mm 'lik yarıçapa kadar kullanılır. İstenen dönme açıları  $15^{\circ}$  –  $180^{\circ}$  'ye kadar  $15^{\circ}$  'lik kademelerle uygulanabilir. Kasnağın yatakladığı şase, güç rayına köşebentlerle civatalanmıştır. Ayrıca aşırı bir zorlanma durumunda kasnağın sapmasını önlemek için yarım çember şeklinde bir parça yerleştirilmiştir.

Kasnak döküm yada kaynaklı çelik konstrüksiyondan yapılır. Böyle bir kasnağın yataklanması (şekil 3.40.b) iki rulmanlı yatak ve gömme vida ile olmaktadır.

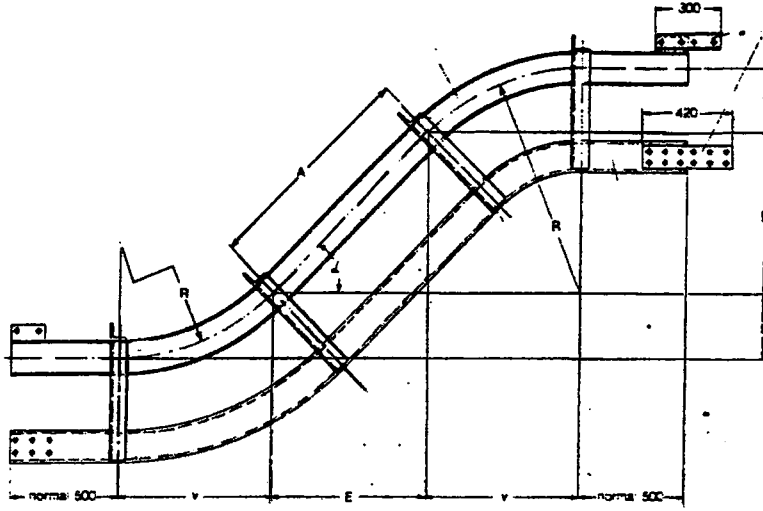
### 3.5.2.2. Düşey dönüşler

Konveyör hattında yükseklikteki değişme düşey dönüşler ile yapılmaktadır. Düşey dönüşler için raylar, istenilen yarıçapa eğilir. Her düşey dönüşte iki tane eğrilik vardır. Yükseklik değişmesi büyük olduğu zaman alt ve üst eğriler, düz bir profile eğimli olarak birleştirilirler (şekil 3.41). Eğim açısı maks.  $45^{\circ}$  olur. Çizelge 3.13 'de çeşitli eğim açıları ve dönme yarıçaplarındaki yükseklik ve uzunluk mesafeleri verilmiştir.



Şekil 3.40 Çarklı yön değiştirme (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

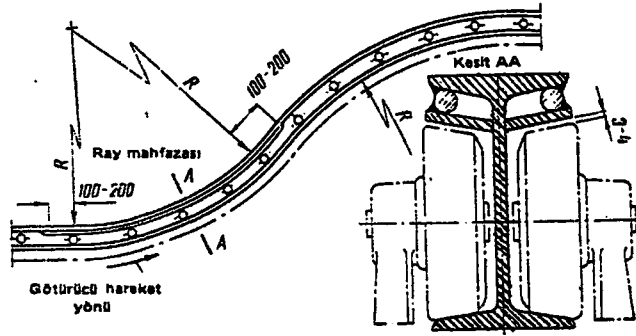
**Düşey Dönüşlerin Takviye Edilmesi :** Düşey dönüşlerde, trolleylere gelen yük maksimumdur. Bu nedenle konveyör hat profilinin yüzeylerindeki aşınmalar meydana gelebilir. Bu aşınmaları önlemek için, bu noktalarda I profil flanşlarına kaynaklı çubuk takviyeler konur. Bu takviyeler düşey dönüşün alt eğrisinde üst flanşa, üst eğride ise alt flanşa konur (şekil 3.42).



Şekil 3.41 Düşey dönüş (Altunel, M. G., 1987).

$\alpha$ (°)	h : Yükseklik v : boy	Yarıçap (mm)						
		2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000
15	h	68	85	102	119	136	171	205
	v	518	647	776	906	1035	1294	1553
20	h	121	151	181	211	241	302	362
	v	684	855	1026	1197	1368	1710	2052
25	h	187	234	281	328	375	489	562
	v	845	1057	1268	1479	1690	2113	2536
30	h	268	335	402	469	536	670	804
	v	1000	1250	1500	1750	2000	2500	3000
35	h	362	452	542	633	723	904	1085
	v	1147	1434	1721	2008	2294	2868	3442
40	h	468	585	702	819	936	1170	1404
		1286	1607	1928	2250	2571	3214	3857
45		586	732	879	1025	1172	1465	1757
		1414	1768	2121	2475	2828	3536	4243

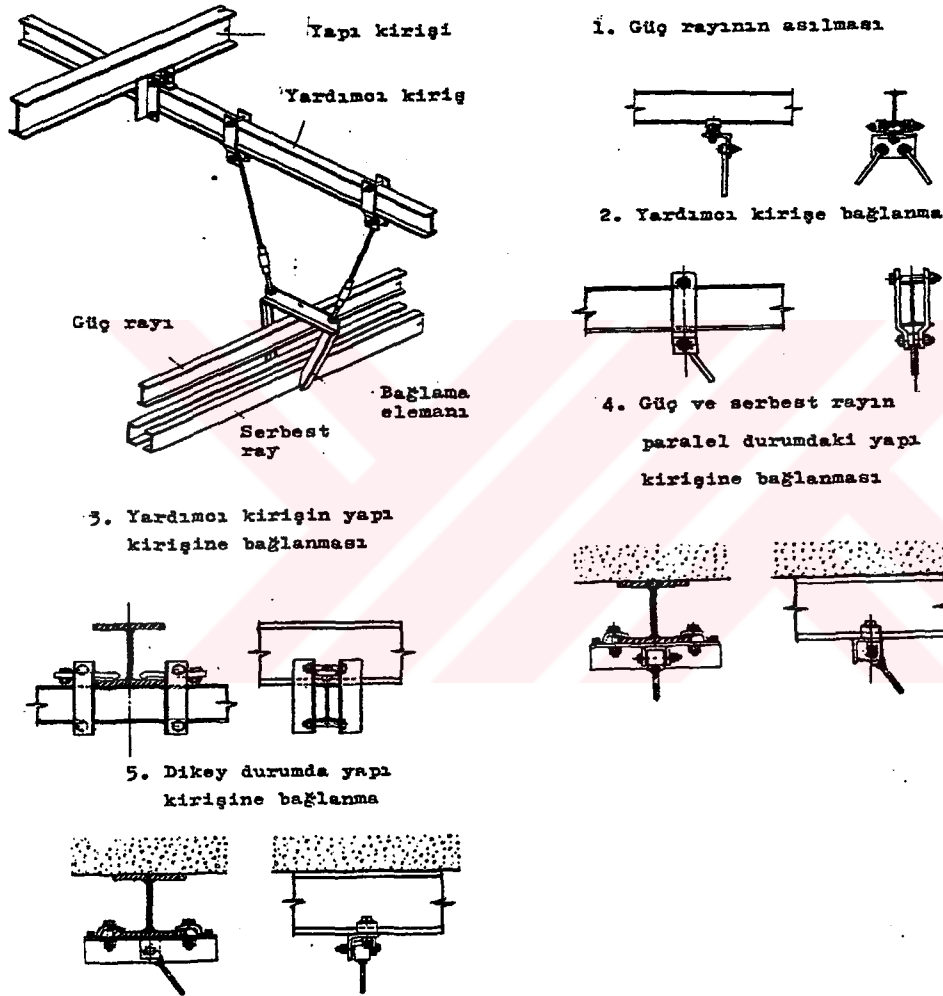
Çizelge 3.13 Düşey dönüş ölçüleri (Altunel, M. G., 1987).



Şekil 3.42 Düşey dönüşlerin takviye edilmesi (Altunel, M. G., 1987).

### 3.5.3. Askı bağlantıları

Çift raylı konveyörlerde raylar, birleştirme elemanları üzerinde V şeklinde gerdirmeli yuvarlak çelik çubuklar ile, tavandaki yapı kirişlerine asılırlar. Bu askılar sistemdeki tüm yayılı yükü taşır. Birleştirmelerin tümü civata ve kaynak bağlantıları ile olur. Şekil 3.43 'de en çok kullanılan asma ve birleştirme bağlantıları görülmektedir.



Şekil 3.43 Askı bağlantıları (Altunel, M. G., 1987).

### 3.6. Durdurma Düzenleri

Çift raylı konveyörlerle önceden saptanan belirli noktalara durdurma mekanizmaları konur. Bu mekanizmalar sayesinde taşıyıcılar, güç hattının zincirinden kurtularak serbest hat içinde durdurulur ve daha sonra ard arda gelen taşıyıcıların yığılması sağlanır.

Durdurma Mekanizmasının Kumanda Edilişi :

Kumanda edilişi; elektromekanik, pnömatik veya el ile olabilir.

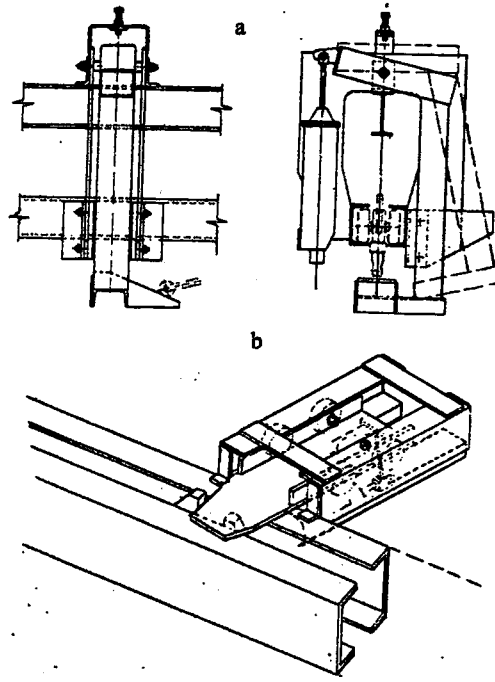
#### 3.6.1. Güç hattı içinde durdurma

Yanal Durdurma : Bu durdurma şekli yük askı düzeni yığılma mekanizmalı olan taşıyıcı sistemlere uygulanır (şekil 3.44.a).

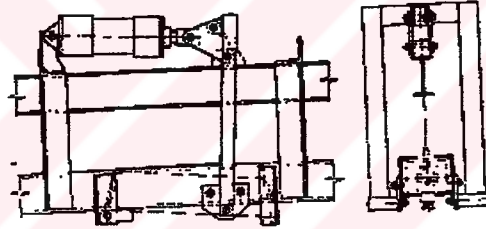
Pnömatik bir silindir vasıtasıyla konveyör yörüngesi altına giren parça, eğim sağlayarak iticinin ittiği dayanak elemanının alçalmasına ve dolayısıyla taşıyıcının güç zincirinden ayrılmasını sağlar.

Bu durdurma düzeninin başka bir türü (şekil 3.44.b) yine pnömatik kumandalı bir çubuğun, trolleyin dayanak elemanın baskı kuvveti ile alçaltması sonucu olur.

Alçaltmalı Durdurma : Bu durdurma şekli (şekil 3.45) yığılma mekanizmalı olmayan taşıyıcı sistemde uygundur. Bu düzenekte de pnömatik olarak serbest hattın bir bölümü indirilir ve sonuçta dayanak kısmı iticiden kurtulur. Ancak dikkat edilirse, bu durdurma şekli yalnızca tek taşıyıcı durdurulmak istenen noktalara uygulanabilir.

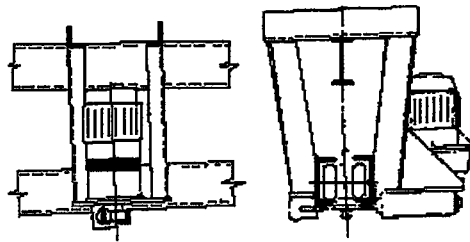


Şekil 3.44 Yanal durdurma (Altunel, M. G., 1987).



Şekil 3.45 Alçalmalı durdurma (Altunel, M. G., 1987).

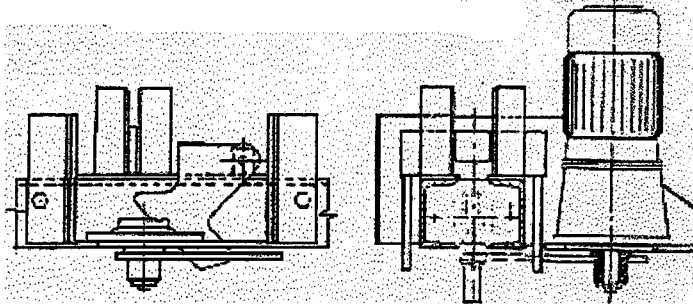
**Sürmeli Durdurma :** Bu tip durdurma (şekil 3.46) bir motordan tahrik edilen sürgü çubuğu ile olur. Ancak bu durdurma trolleyi yığılma mekanizmalı olan ve itici elemanı mafsalı (rijit değil) olan taşıyıcılara tatbik edilebilir.



Şekil 3.46 Sürmeli durdurma (Altunel, M. G., 1987).

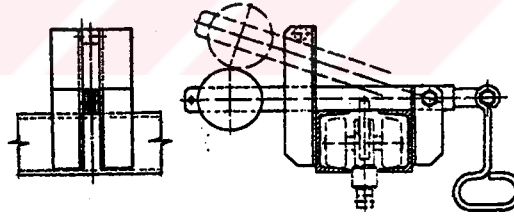
### 3.6.2. Serbest hatta durdurma tipleri

**Hızlandırılmalı Durdurma :** Bu durdurma düzeni (şekil 3.47), serbest hat üzerinde yük trolleyini durdurmak için yapılır. Durdurma açıklığı bir motor miline bağlı kol ile sağlanır. Aynı zamanda bu kol, motorun çalışması ile duran yük trolleyini hızlandırma görevini de yapar. Bu tip durdurma düzeni, bütün yük trolley tiplerine uygulanabilir.



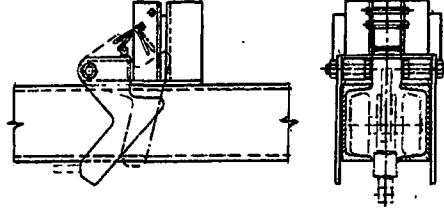
Şekil 3.47 Hızlandırılmalı durdurma (Altunel, M. G., 1987).

**Elle Durdurma :** Elle durdurma (şekil 3.48) serbest hatta yük trolleyini durdurma düzenidir ve elle kumanda edilmesi istenen her yerde kullanılır. Özellikle yük üzerinde operasyon yapılmak istendiğinde, elverişli olarak kullanılır.



Şekil 3.48 Elle durdurma (Altunel, M. G., 1987).

**Transfer Durdurma :** Bu tip durdurma düzeni şekilde görülmektedir. Transfer zincirinin itme elemanı ile, yük trolleyi durdurma düzeninden çıkabilir ve ana zincirine itilebilir (şekil 3.49).



Şekil 3.49 Transfer durdurma (Altunel, M. G., 1987).

### 3.7. Hat Değişirme Düzenleri

Hat değiştirme işlemleri, taşıyıcıların çalıştıkları hattan başka hatlara aktarılmasını sağlayan işlemlerdir. İki tip hat değiştirme söz konusudur:

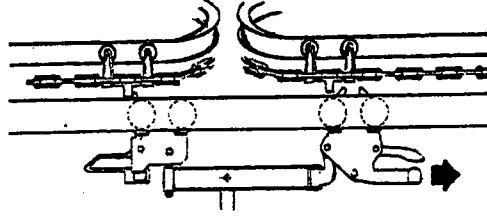
Transfer ve makaslama.

#### 3.7.1. Transfer

Yük trolleyini, herhangi bir güç rayından değişik hızlı başka bir güç rayına ya da serbest raya aktarılmasını sağlar. Üç farklı transfer mevcuttur.

Karşı Hattı İtme :

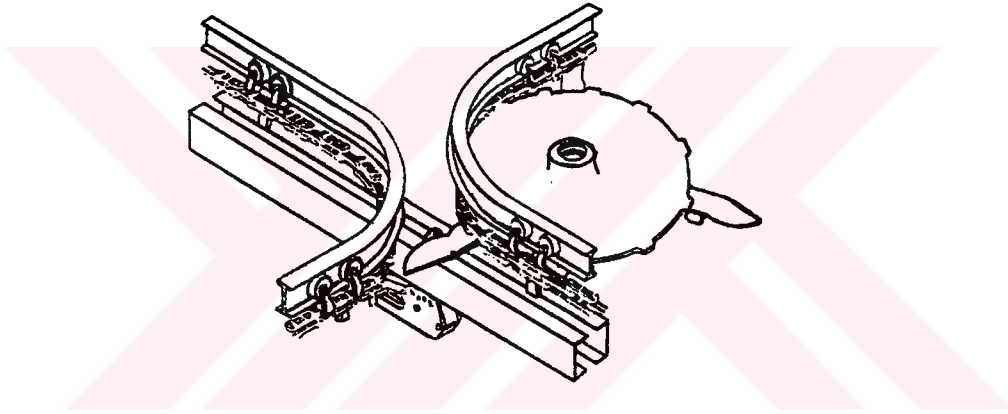
Bu tip transfer (şekil 3.50) bir güç rayının, serbest raydan ayrıldığı ve serbest rayın, farklı hızdaki diğer bir güç rayına devam ettiği kısımlarda uygulanır. Transferin mümkün olabilmesi için birinci güç rayının ayrıldığı dönme bölümü, daha alçak seviyede yapılır. Bu alçak seviye sebebiyle zincir iticisi, taşıyıcının arka trolleyindeki parçaya takılabilir ve dolayısıyla taşıyıcının diğer güç rayına takılmasını sağlayacak mesafeye kadar taşıyıcı iter. Sonuçta taşıyıcının ilk trolleyindeki dayanak elemanı ikinci güç zincirinin iticisine takılır ve ikinci hatta transfer edilmiş olur.



Şekil 3.50 Karşı hatta itme (Altunel, M. G., 1987).

#### Paletli Kasnak Transferi :

Bu transfer bir güç rayının, serbest raydan ayrıldığı ve serbest rayın, farklı hızdaki diğer bir güç rayına devam etmesi durumunda, taşıyıcı diğer güç rayına aktarmak üzere uygulanır (şekil 3.51). Kasnağın alttaki paletler vasıtasıyla birinci raydan ayrılan taşıyıcı ikinci raya itilir ve transfer gerçekleşir.



Şekil 3.51 Paletli kasnak transferi (Altunel, M. G., 1987).

#### Tahrikli Transfer :

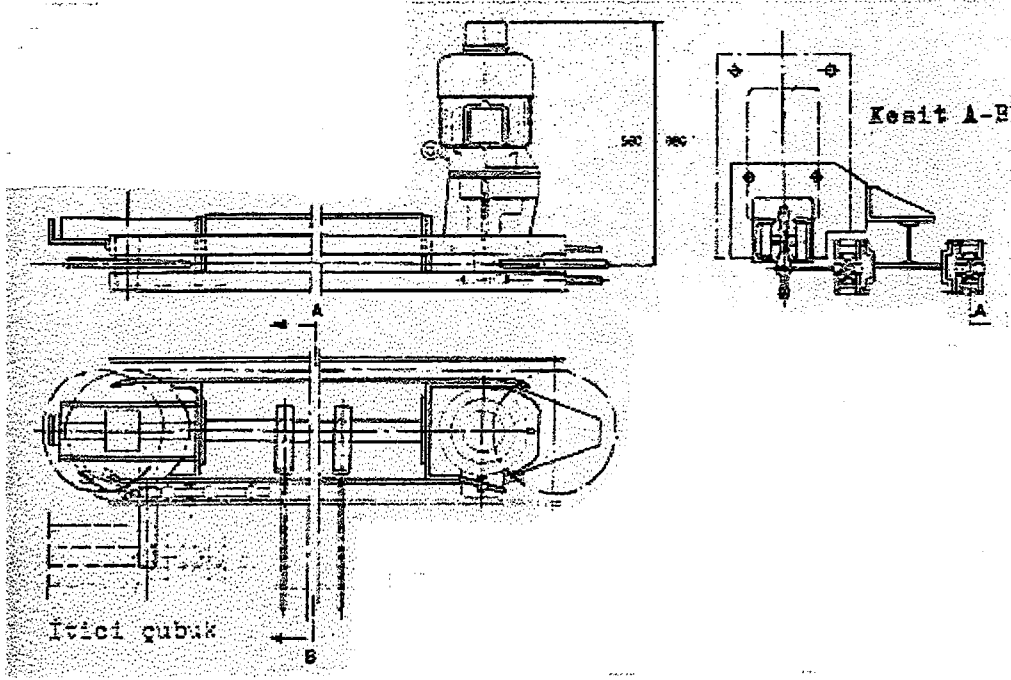
Bu çeşit transferde bir tahrik motoru ve bir çeşit zincir kullanılır (şekil 3.52). Hat değiştirme işlemlerinin tümünde uygulanabilir (1' den 8' e kadar uygulama şekilleri). Tahrik motoru olarak özel sargılı, kısa devre rotorlu redüktör ve frenli bir elektrik motoru kullanılır.

Motordan tahrik edilen zincir ise;

$$t = 100 \text{ mm}$$

adımlı makaralı tiptir. Yatay ve dikey düzlemde, özel yapılmış çelik hat üzerinde gider.

Taşıdığı itme çubuğu vasıtasıyla taşıyıcıyı diğer hatlara alabilir.



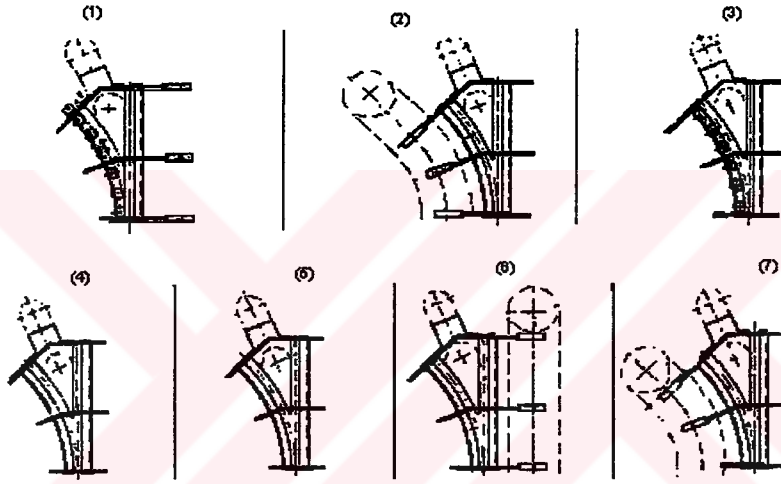
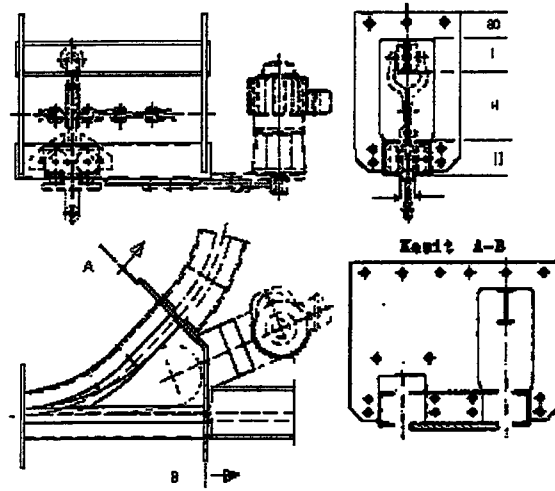
Şekil 3.52 Tahrikli transfer (Altunel, M. G., 1987).

### 3.7.2. Makaslama

Taşıyıcıların bir hattan diğerine geçirmek için rayın sağa ve sola hareket ettirilmesidir. Genel olarak sarkaçlı ve şalterli olmak üzere iki tipi mevcuttur. Kumanda organı, döner mıknatıs, kaldırma mıknatısı, motor ve basınçlı hava silindiridir. Makas  $45^{\circ}$  dır. Transfer zinciri ile birlikte kullanılabilir. Şekil 3.53 ve 3.54' da;

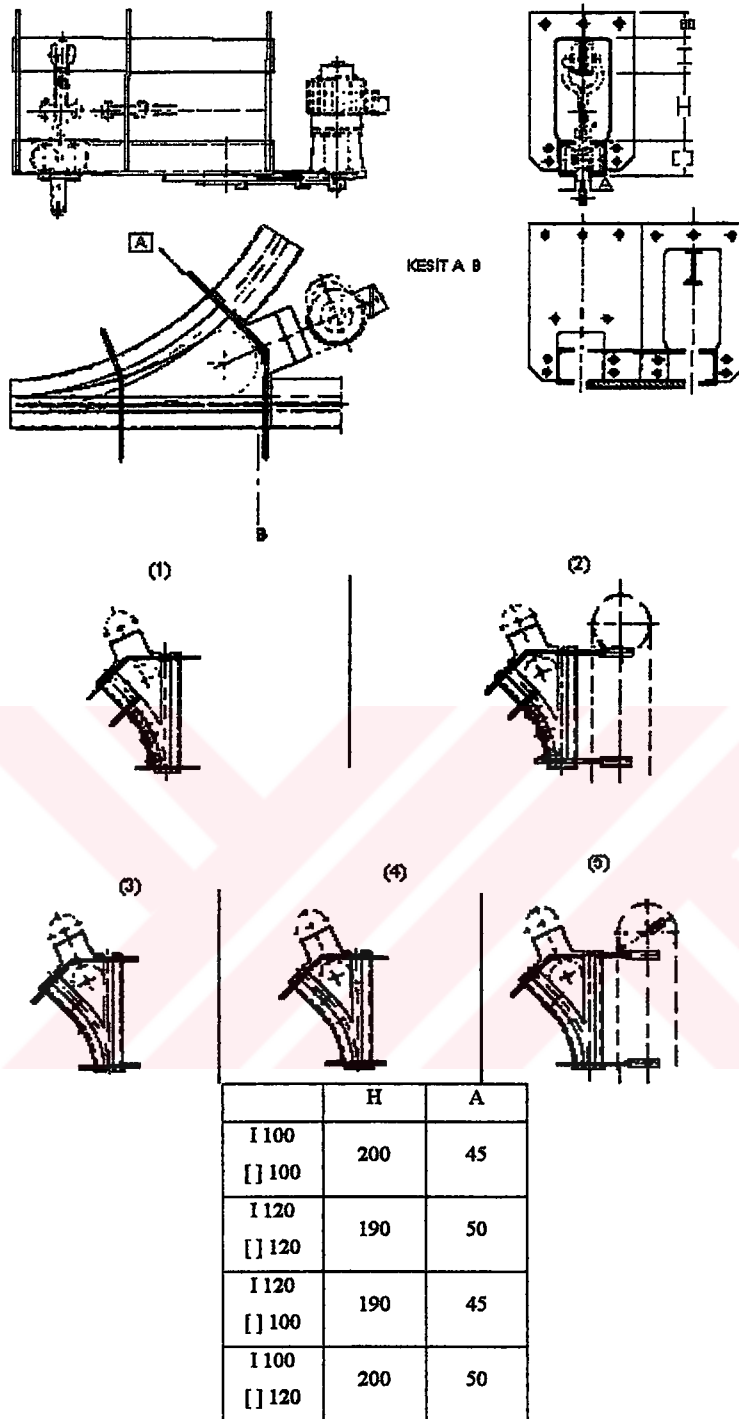
$$R = 500 - 1000 \text{ mm}$$

eğrilik yarıçaplarında uygulanan makaslama şekilleri görülebilir.



	H	A
I 100	200	45
[ ] 100		
I 120	190	50
[ ] 120		
I 120	190	45
[ ] 100		
I 100	200	50
[ ] 120		

Şekil 3.53 R=1000 mm için makaslama tipleri (Altunel, M. G., 1987).

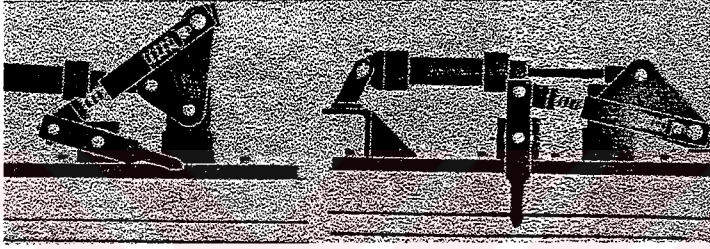


Şekil 3.54 R=500 mm için makaslama tipleri (Altunel, M. G., 1987).

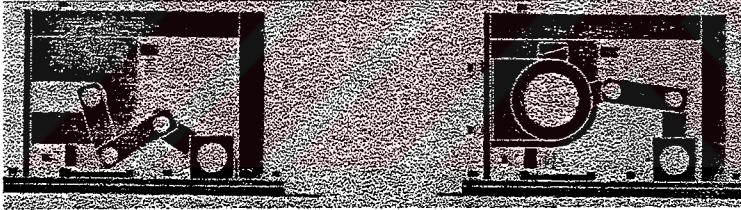
### 3.8. Power and Free (Yüklü ve Yüksüz) Grupları

#### 3.8.1. Kilitler

Otomatik kilitler ve birleştirilmiş kilit ve besleme cihazları genel olarak aynı görevi üstlenmişlerdir (yükü önceden tespit edilmiş olan bir yerde durdurmak). Otomatik manialarda Yüksüz hattının altına yerleştirilmiş olan durdurma kolu, hattı bloke ederek ve Yüksüz arabasının daha ileriye gitmesine engel olacak şekilde düzenlenmişlerdir. Kilitlerin açılıp, kapatılmaları; basınçlı hava silindirleri (şekil 3.55), elektromıknatısları (şekil 3.56) veya elektronik olarak kilitlenebilen yay kuvvetleri ile sağlanmaktadır.



Şekil 3.55 Kilit sistemi çalışma şekli (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).



Şekil 3.56 Kilit sistemi çalışma şekli (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

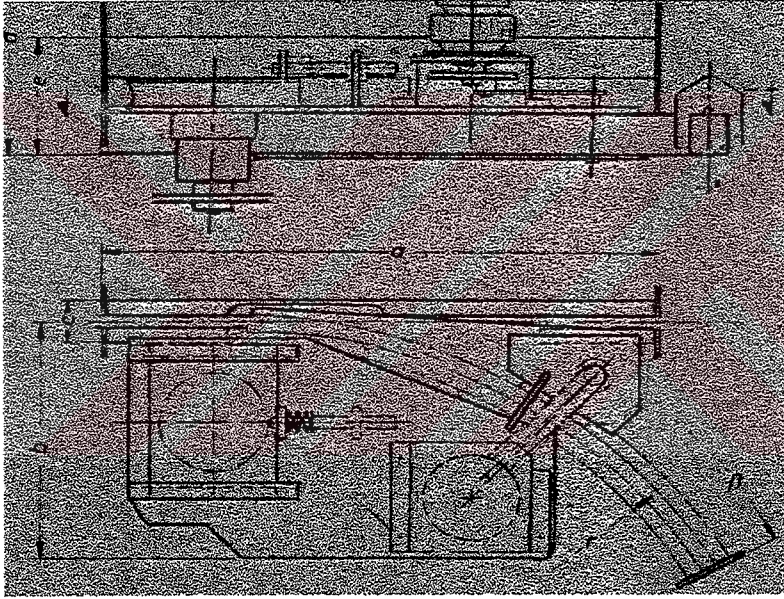
Yüklü hattı yaylı alıcısının çeki kuvveti, Yüksüz arabasının tekrar tahrik etmeye yeterli olmaktadır. Yalnız Yüksüz hatlar ile Yüklü hatlarında birleşik kilit ve besleme cihazları kullanılmalıdır. Bunlar konstrüktif yapı olarak otomatik kilitlere benzemekte olup bunların kilitleme kolu direkt Yüksüz rayı üzerinde olacak ve kapalı durumda ise Yüksüz arabası her iki yöne dönebilen dilleri ile dayanacak şekilde düzenlenmiştir.

Kilidin açılması esnasında, Yüksüz arabasının dilleri arasında bulunan kilitleme kolu arabayı ileri doğru itmekte ve ona yeteri derecede impuls vermektedir. Bu sistem de, basınç kuvveti isteğe ve yük oranlarına göre dağıtılabildiğinden, tercihen basınçlı hava ile düzenlenirler. Kilitlerde tahrik elementi olarak elektro-mıknatıs ve yerleştirme yayları isteğe bağlı olarak kullanılmaktadır. Bütün kilit tipleri çelik konstrüksiyondan yapılmaktadır. Kilit kolu lamadan ve çift rulmanla yataklı, tesir yüzeyleri sertleştirilmiş ve maniveli kollarındaki bütün oynak

yerler aşınmaya dayanıklı burçlarla ve yüksek basınçlı yağlama nipeli ile teçhiz edilmiştir. Besleme cihazları, çarpmayı azaltmak ve yükün salınım hareketlerine mani olmak için ayrıca çift yayla donatılmıştır. Bütün kilitler Yüksüz rayları ile bağlanmış olup, her zaman kaydırılabilir veya değiştirilebilir.

### 3.8.2. Saptırıcılar

Bir Yüklü ve Yüksüz tesisi; Yüklü, Yüklü ve Yüksüz ve Yüksüz kısımlarından meydana gelmektedir. Yüksüz hatları yalnızca zincir yön verme hatlarından meydana gelmektedir. Bunların parçaları ve iletim hatları dolaşan ileticilerin aynıdır. Yatay yön değiştirme ve gerdirme istasyonları makaralı destek yayları (şekil 3.57) ve yön değiştirme çarkları ile donatılmışlardır.



Şekil 3.57 Sağa saptırıcı (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

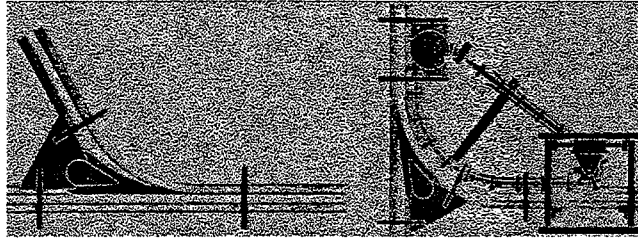
Yüklü ve Yüksüz hatları, kuvvetli bir askı ile Yüklü hattına ( $65 \text{ kp/mm}^2$  mukavemetli iki profil) bağlanan Yüklü rayından (aynı şekilde  $65 \text{ kp/mm}^2$  mukavemetli profil) meydana gelmiştir. Yüklü ve Yüksüz yatay yön değiştiricilerle Yüklü ve Yüksüz gerdirme istasyonları temiz bir şekilde kıvrılmış profiller ile Yüklü zincirinin dayanabilmesi için bağlanmış makara bataryalarından meydana gelmiştir. Yüksek mukavemetli çelik kalitelerinin seçilmesiyle Yüklü ve Yüksüz hatlarının aşınması oldukça düzeyde tutulabilmektedir.

Yüksüz hatları da aynı malzeme ve parçalardan meydana gelmektedir. Yüklü ve Yüksüz ana hatları ile yan hatların ve hatta yalnızca Yüksüz hatlarının birleştirilmeleri her üç yapım

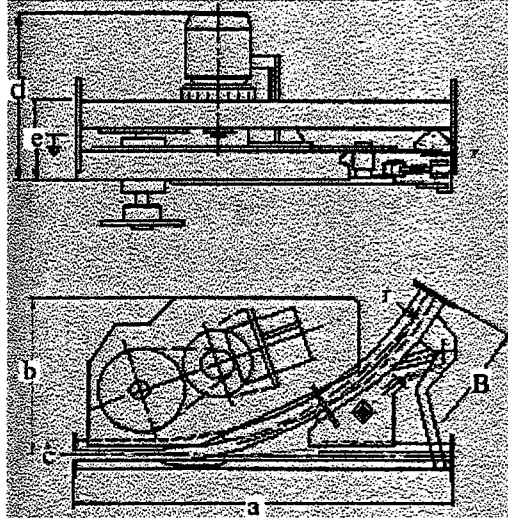
tarzında da saptırıcı diller ile yapılmaktadır. Yüklü ve Yüksüz saptırıcılarında Yüklü hattı ana zinciri doğrusal ve hatta eğri üzerinde hareket edebilir.

Yerçekimi kuvveti ile çalışan saptırıcılarda Yüksüz hattının giriş ve çıkışı arasında hafif bir eğim verilir. Tahrikli geçişlerde saptırıcılar yatay olarak düzenlenmişlerdir. Yüksüz saptırıcıların tesisin mekanize olmamış parçası Yüksüz hatları ile birleştirilmesinde, Yüksüz arabasının hareketi yatay olarak düzenlenmiş hatlarda el ile iletim yönünde hafif eğik olmaları halinde ise aynen Yüklü ve Yüksüz saptırıcılarda olduğu gibi yerçekimi kuvveti ile olur. Saptırıcı dilleri, sertleştirilmiş çelikten yapıldığı ve iletim hattı ile şekil yönünden gayet iyi bir şekilde bağlandığı için çarpmasız bir çalışma elde edilir. Saptırıcı diller son yerlerinde yükü karşılayan parçalar tarafından taşınırlar ve ağır yüklerde bile aşıntısız bir geçişi sağlarlar.

Saptırıcı diller dönme noktalarında çift rulman ile yataklanmış olup her iki sonlarda kilitlenmişlerdir. Saptırıcılar elektro-motor (şekil 3.57) ile veya pnömatik olarak çalıştırılırlar. Bazı saptırıcılar ise basınçlı hava silindiri veya elektro-manyetik kilitleme tertibatlı ayarlı yaylarla (şekil 3.59) teçhiz edilmişlerdir. Eğer araba yan bir hattan tekrar ana iletim hattına veya diğer bir hatta getirilirse, araba saptırıcı diline yuvarlanmadan önce, araba tarafından çalıştırılan bir yaylı saptırıcı kullanılır. İstek üzerine saptırıcıların krank-biyel mekanizmalı yapılmaları mümkündür. Tahrik edilen saptırıcılar ağır geçiş zinciri ile donatılarak ileri ve geri hareketi mümkün kılmaktadır (şekil 3.58). Bu zincirler yön verici makaralar ile teçhiz edilmiş olup alıcı parmaklar sertleştirilmiştir. Geçiş zincirlerinin tahrik edilmeleri redüktörlü motorlar ile yapılmaktadır. Çalışmanın icabı olarak saptırıcı diller geçiş zincirleri tarafından zoraki tamamen mekanik olarak açılıp kapatılabilir. Tahrik ve gerdirme istasyonlarının zincir çarkları çelikten frezelenerek imâl edilir. Gerdirme istasyonu kolay ayarlanabilir ve gerdirme çarkı rulmanlar ile yataklanmıştır. Bir Yüklü ve Yüksüz hattına girişte, geçiş zinciri yükü gelen Yüklü hattına emniyetle iletilir. Yerçekimi kuvveti ile çalışan saptırıcılarda, saptırıcı önüne yerleştirilmiş olan verici, zamana uygun ve emniyetli bir dağılımı gerçekleştirir.



Şekil 3.58 İki değişik saptırıcı (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).



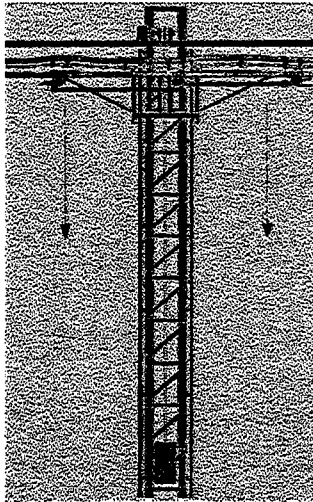
Şekil 3.59 Yaylı, sola saptırıcı (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

### 3.8.3. Kaldırma – indirme istasyonları

Kaldırma – indirme istasyonları Yüklü ve Yüksüz tesislerinde birçok fonksiyonu yerine getirirler (şekil 3.60).

- Yüklerin alınması ve verilmesi,
- Yüklerin yerleştirilmesi,
- İş yerlerinin otomatik olarak beslenmesi,
- Tesisteki yükseklik farklarının aşılması ve böylece eğik iletimin beslenmesi,
- İstifleme hatlarının beslenmesi, ...

Kaldırma istasyonları bir yönlendirici iskelet, Yüksüz rayları olan bir kaldırma – indirme sandalyesi ile kaldırma için gerekli bir tahrik mekanizmasından meydana gelmektedir.



Şekil 3.60 Kaldırma – indirme istasyonları (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

Tahrik sistemi olarak, çalışma şartlarına bağılı olarak aşağıdaki sistemler kullanma sahası bulabilmektedir:

1. Halatlı veya zincirli elektrikli palanga,
2. Zincir çarklı veya halat tamburlu redüktörlü motor,
3. Açık çıkık sistemi,
4. Basınçlı hava veya hidrolik kaldırma cihazları,
5. Basınçlı hava kaldırma sistemleri, ...

Kaldırma yükseklikleri pratik olarak sınırsızdır. Sadece basınçlı hava veya hidrolik kaldırma sistemlerinde maksimum kaldırma yüksekliğı 2 metredir. Kaldırma – indirme istasyonları verilen yük, kaldırma yükseklikleri ve hızlarına göre yapılır. Yalnız ağır yüklerde güç ihtiyacını azaltmak için kaldırma istasyonlarını karşı ağırlıklı olarak yapmak tavsiye edilir.

Kaldırma – indirme sandalyesi bulunan Yüksüz ray parçası kaldırılacak veya indirilecek olan Yüksüz arabasını yük ile beraber almaktadır. Yüksüz arabasının giriş ve çıkışını mümkün kılmak için ya hafif bir eğim yada Yüksüz arabasının hareketi için tahrik sistemi ayrı bir transfer zinciri öngörölmüştür. Burada itici bir silindirde kullanılır.

Yüksüz ray parçası yönlendirilen sandalye üzerine oturtulabileceğı gibi, iki yük taşıyıcısına da asılabilir. Kaldırma – indirme iskelet ekseninde yapılabileceğı gibi bir BOM ile yanda olabilir.

Büyük kaldırma – indirme yüksekliklerinde ve ağır yüklerde kaldırma – indirme istasyonları tutucu mekanizmalarla ve gereğı halinde bir hız ayar sistemi ile teçhiz edilebilir.

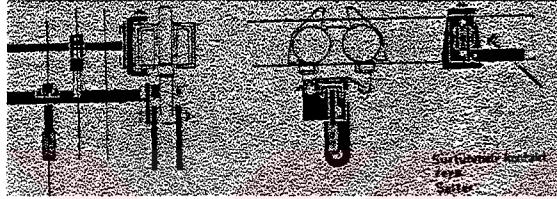
Kaldırma – indirme istasyonları Dog Magic sisteminin kullanılmasıyla basitleştirilmiştir. Yüksüz parçasının yatay bir şekilde bulunmasına rağmen ilave bir transfer sistemine gerek yoktur. Çünkü, Yüklü hattı kaldırma – indirme istasyonu alanında indirilen Yüksüz ray parçasının eksenini üzerinde kaldığından, yükün hareketini karşılayabilmektedir. İşte, Dog magic sisteminin en önemli avantajlarından biri de budur.

#### **3.8.4. Hedef ayar sistemleri**

Power ve Free sistemlerinde istenen fonksiyonlara bağı olarak çok kere, iletim malını otomatik olarak belirli iletim yolları üzerinden çeşitli işyerlerine iletebilmek, sıralama hatlarında ayırabilmek ve belirli sıraya göre depolama hatlarında çağırılabilmek için hedef ayar sistemlerine gerek vardır. Hedef işaretleri, iletim malının çeşitliliğine ve hareket edilecek iletim yollarının durumlarına göre belirlenir.

El İle Ayarlanan Rampa (şekil 3.61) :

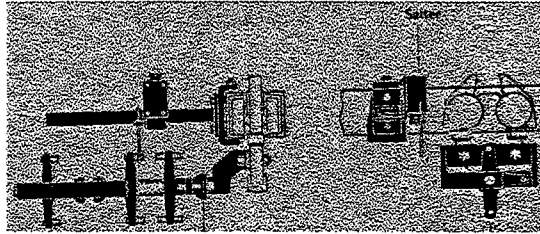
Basit, elle ayarlanabilen rampada şalter ucunun hareketi ile hedef belirlenir. Rampa çeşitli durumlara getirilerek saptırıcı ayarının değişmesine tesir eder. Bu sistem çeşitli şekillerde imal edilebilir ve yıllardan beri de pratikte birçok çeşitli durumlarda kullanılmaktadır.



Şekil 3.61 El ile ayarlanan rampa (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

Döner Yıldız (şekil 3.62) :

Fonksiyonu yönünden malta istavrozlu hedef sistemine benzeyen ve ağır bir tip olarak özellikle döner yıldızlar tavsiye edilir. Bunlar genellikle yüksek sıcaklıklar ile tozlu havada kullanılma alanı bulunmaktadır. Bu sistemde ayarlanabilecek olan hedeflerin sayısı sınırlıdır.



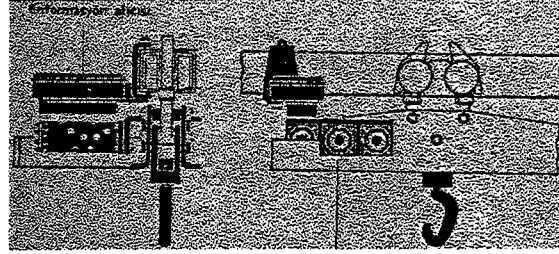
Şekil 3.62 Döner yıldız hedef ayar sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

Manyetik Valsler (şekil 3.63) :

Manyetik valsler temassız olarak hedeflerin sorulmasına yardımcı olmaktadır. Bunlar tamamen emniyetli ve aşınmaya karşı dayanıklı olarak çalışmaktadır. Bu manyetik seçimli şalterlerde, her bilgi işareti için iki daimi mıknatıs öngörülmüştür. Bunlar belirli bir aralıkta

yanyana yerleştirilmiş olup aynı mıknatıslama yönüne sahiptir. Bu sabit bir şekilde monte edilmiş ve belirli delik kombinasyonunu içeren mıknatıslar döner bir silindir ile çevrelenmiştir.

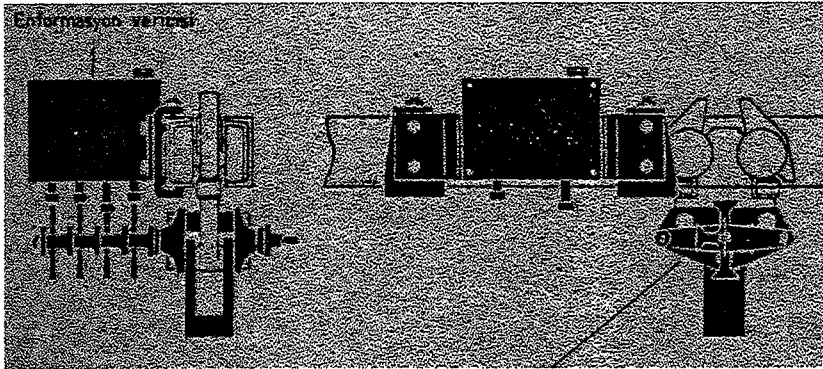
Böylece mıknatıs çiftleri öyle çağrılır ki; iki mıknatıstan duruma bağlı olarak sadece bir mıknatıs örtülmemiştir. Bu mıknatısın kuvvet çizgileri dışarı çıkmakta ve çağırma kafası olarak kullanılan jeneratörlere tesir etmektedir. Meydana gelen gerilim sinyal gerilimi olarak kullanılır.



Şekil 3.63 Manyetik valsli hedef ayar sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

Malta İstavrozu (şekil 3.64) :

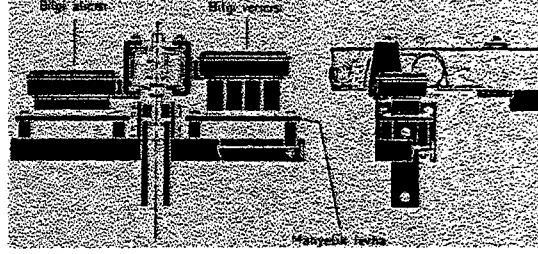
Yük askısında hedefin el ile ayarının mümkün olmaması veya istenmemesi halinde işaretlenmesi bazı cihazlarla yapılır. Uzaktan ayarlanabilen yük askılarındaki hedef cihazları arka arkaya yerleştirilmiş değişik uzunluktaki kollardan meydana gelen ve kısa olanları ayar iticileri altından geçen, malta istavrozlarından meydana gelmektedir. Bir tuş sistemi ile belirli iticiler aşağıya çekilir ve böylece bunlara uyan malta istavrozlarının kısa kolları çarparak istavroz  $90^{\circ}$  döndürülür. Bundan sonra hareket alanında bulunan uzun kollar, kontrol sınırlarında kontaklarla temas ederek saptırıcının impuls şalterini çalıştırır.



Şekil 3.64 Malta istavrozlu hedef ayar sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

### Manyetik Levhalar (şekil 3.65) :

Yük askılarındaki manyetik levhalar düğme veya elektrik olarak programlanmış bir tesisten verilen bilgilerle kodlandırılmıştır. İstek kafaları olarak ses jeneratörleri kullanılmaktadır. Manyetik levhalı sistemler kodlama yerlerinde ses kafalarının bulunmasını şart koşmaktadır. Yani, kodlama veya bunun değişimi iletim hattının herhangi bir yerinde mümkün değildir.

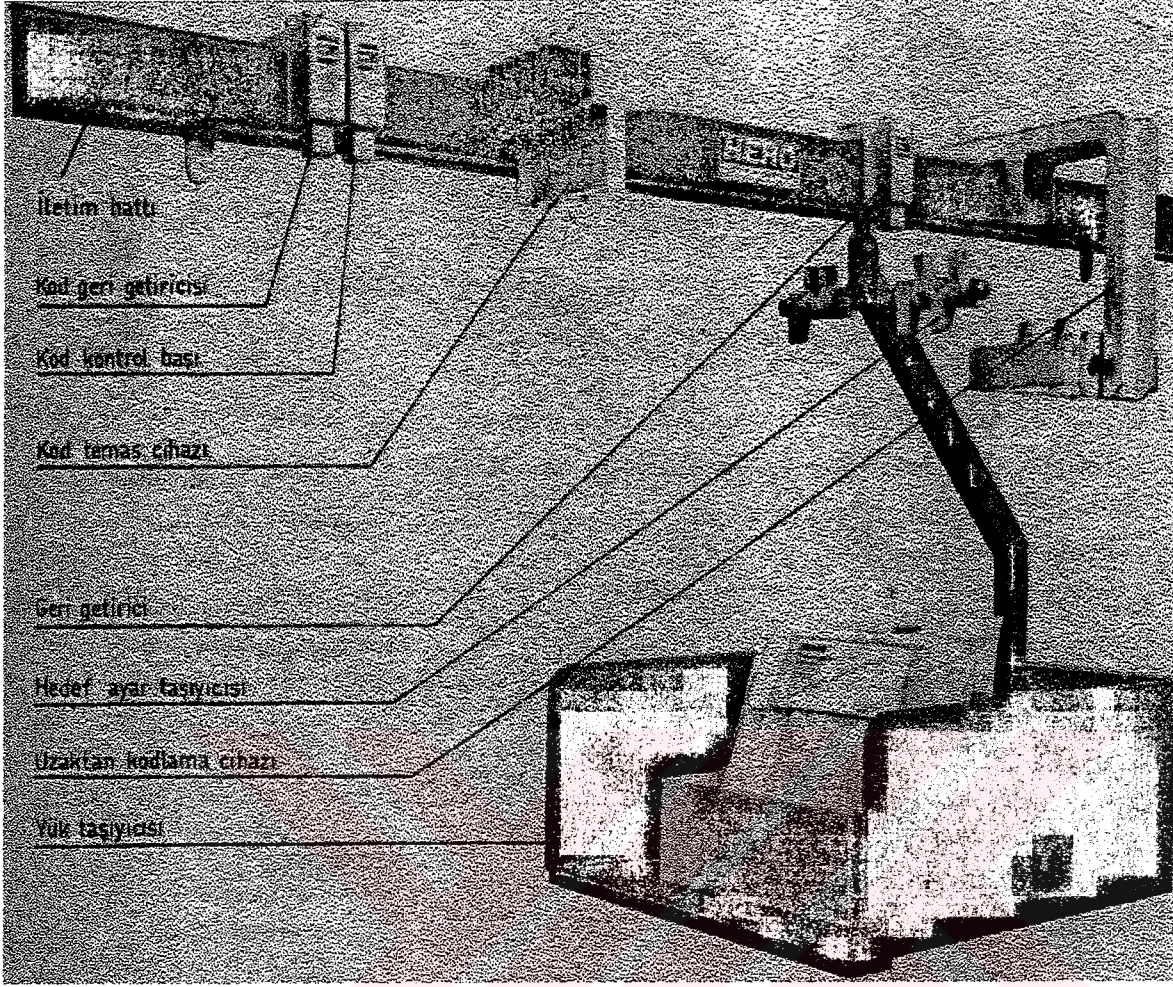


Şekil 3.65 Manyetik levhalı hedef ayar sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

### Daimi Miknatıslı Ayar Kamları (şekil 3.66) :

Bu sistemi dört nokta belirlemektedir.

- 1) **Hedef İşaret Taşıyıcısı** : Bu bir veya birçok dönen ve daimi miknatıslarla donatılmış ayar kamlarından meydana gelmektedir. Her askı birimi sekiz kama kadar kullanılarak ayarlanabilen 255 hedef elde edilir.
- 2) **Kodlama Yeri** : Kodlama yeri çeşitli çalışma sistemleri ile donatılabilir.
  - a) Tesisin herhangi bir yerinde el ile çalıştırılabilen kamlar,
  - b) Sabit veya ayarlanabilen manialarla çalışma,
  - c) Tuşlu kumanda tablosu ile uzaktan çalışma,
  - d) Bilgisayar impulsları ile uzaktan çalışma



Şekil 3.66 Daimi mıknatıslı ayar kamlı hedef ayar sistemi (Demirsoy, Prof. Dr. M., 1984).

#### 4. YÜRÜTME DİRENÇLERİNİN İNCELENMESİ

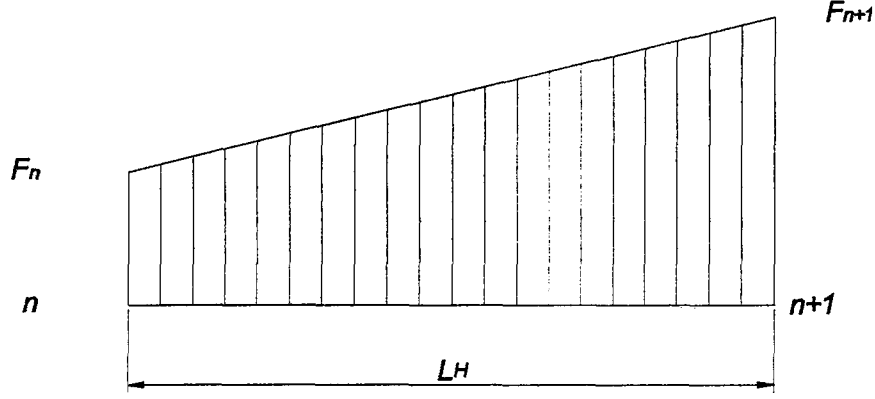
Sürekli akımlı zincirli askılı konveyör tesislerinde, maksimum zincir çekme kuvvetinin hesaplanmasında, mafsallı zincirin hareketine karşı koyan tüm dirençlerin ayrı ayrı belirlenmesi gerekmektedir. Hesaplanmış olan bu münferit yürütme dirençlerinin, her biri belirli hareket yolunun nihayetinde ard arda toplanmasıyla, maksimum zincir çekme kuvveti elde edilebilmektedir. Hesapların kolaylaştırılabilmesi bakımından bu tip konveyör tesislerinde, birbirine benzer tarzdaki hareket yollarının başlangıç ve bitim noktaları rakamlar ile kesin olarak belirtilmelidir. Hareket yollarının numaralandırılmasında, göz önünde tutulması gerekli olan önemli olan bölgeler aşağıda belirtilmiştir:

1. Doğrusal hareket yolları,
2. Makara bataryaları ile sağlanan hareket yolları,
3. Zincir dişlilerine ait hareket yolları,
4. Saptırma kasnaklarına ait hareket yolları,
5. Düşey düzlemdeki yükselme (çıkış) konumuna ait hareket yolları,
6. Düşey düzlemdeki alçalma (iniş) konumuna ait hareket yolları.

Belirli hareket yollarına ayrılmış olan tesisin, her bir kısmın sonunda kuvvet değeri şekil 4.1 'de görüldüğü gibi, aşağıdaki tarzda yazılabilir:

$$F_{n+1} = F_n + w \quad (4.1)$$

Yukarıdaki formülde  $F_n$  kuvveti (n) başlangıç noktasına karşılık olan zincir çekme kuvvetini,  $w$  ise bu kısımda meydana gelen yürütme direncini göstermektedir.



Şekil 4.1 SAZAK iletim yolu kuvvet dağılımı.

#### 4.1. Sürekli Akımlı Zincirli Askılı Konveyörlerde Hesap Yöntemi Prensipleri

İleticinin hesabına başlanılmadan önce bazı verilerin kesinlik kazanması gerekmektedir:

- İleticinin yörüngesi
- Taşınacak yükün ağırlığı
- Taşınacak yükün boyutları
- İletme kapasitesi
- Çalışma koşulları.

Konveyörün ana parametreleri :

- Saatteki iletilecek parça sayısı veya yük miktarı ( $Q'$ ) ( parça/saat)
- İletme hızı ( $V_K$ ) (m / dak)
- Taşıyıcı tekerlek ( $T_L$ ) ve yük aralıkları ( $T_G$ ) (m)

Minimum taşıyıcı tekerlek aralığı, taşınacak olan yükün ana boyutları tarafından belirlenebilmektedir. Tekerlek aralığı seçimindeki faktörler sıralanacak olursa:

$b_{maks.}$  : maksimum uzunluktaki yük

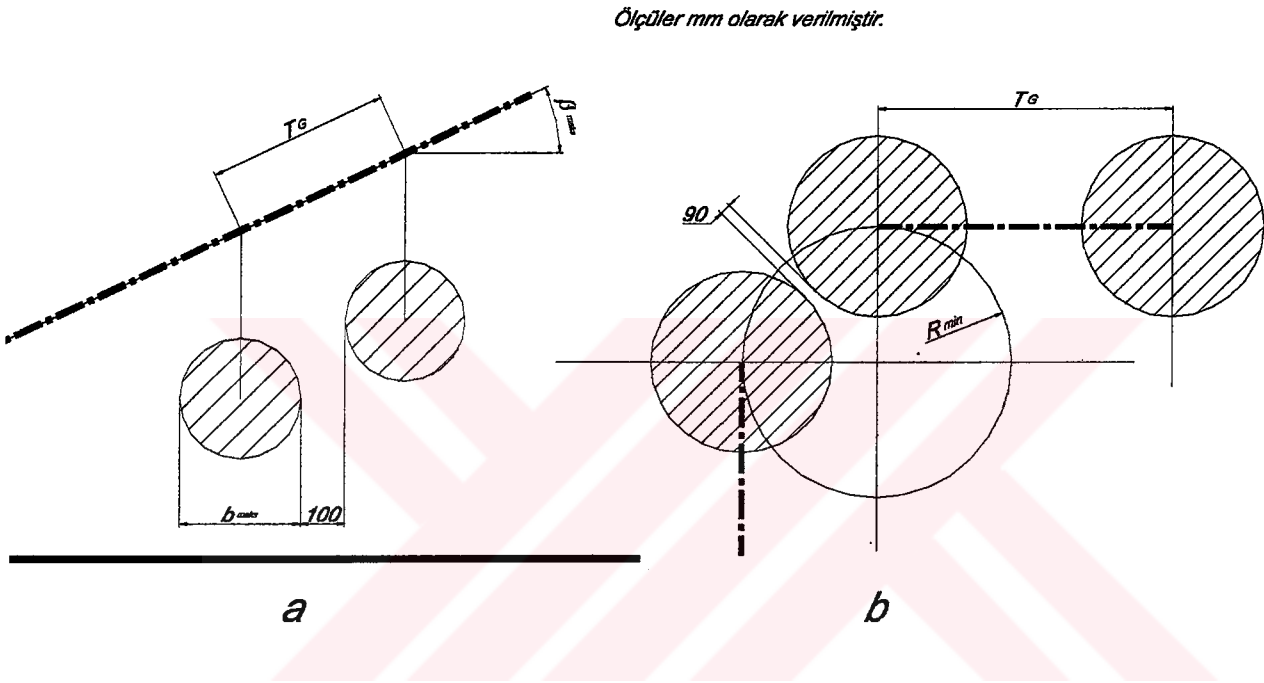
$R_{\min}$  : yatay dönemeçlerde en küçük yarıçap

$\beta_{\max}$  : maksimum eğim açısı

$$T_G \times \cos\beta_{\max} \geq b_{\max} + 0,1 \text{ (metre)}$$

(4.2) .

denklemini sağlanmalıdır.



Şekil 4.2 SAZAK sistemlerinde eğik iniş-çıkış (a) ve yatay dönüş (b).

Şekil 4.2.a 'da (4.2) nolu formülde belirtilen noktalar görsel olarak ifade edilmiştir. Ayrıca şekil 4.2.b 'de yatay dönüşlerde dikkat edilmesi gereken nokta görsel olarak verilmiştir.

Ayrıca taşıyıcılar arasındaki ( $T_G$ ) adımı, zincir hatvesinin çift katları şeklinde olmalıdır.

Konveyörün hızı ( $V_K$ ) yükün ağırlığına, istenen taşıma kapasitesine ve yükleme – boşaltma yöntemlerine bağlı olarak:

0,05 – 0,35 m/sn

arasında değişmektedir. İşlem aşamalarının yolda yapıldığı konveyörlerin hızı ( $V_K$ ), işlemin çevrimine ya da iletilen mal için gerekli soğutma, kurutma zamanına bağlıdır.

İletim Miktarı :

$$Q' = \frac{i}{T_G} \cdot V_K \cdot 3600 \text{ (parça/saat)} \quad (4.3)$$

Buradan, zincir hatvesinin katları olması gereken askı uzaklığı ( $T_G$ ) hesaplanabilir. Eğer yükler daha büyük ise, taşıyıcı bir kiriş ile yük iki tekerlek sistemine asılır. 6 metre uzunlukta parçalar, örneğin otomobil karoseri bu şekilde iletilebilir.

Bir yüksek askılı konveyörün zincir çekme kuvveti, çekme elemanlı diğer tip konveyör hesaplarına benzemektedir. Konveyörün iyi bir çalışma gösterebilmesi için  $F_{min}$  gerginliği en az,

50 – 100 kp  
arasında olmalıdır.

Çift raylı konveyörlerde ise bu gerginlik, itme çenelerinin bükülmesini önlemek için genellikle daha yüksek,

150 – 250 kp  
alınır.

Gerginliğin en az olduğu nokta, konveyörün aşağıya doğru eğimli bölümünde en yüklü bölgeyi izleyen yer ya da (yatay konveyörlerde) zincirin zincir dişlisinden ayrıldığı noktadır.

$$\text{Güç}(P) = \frac{\text{Moment}(M) \times \text{DevirSayısı}(n)}{9550 \cdot \text{Verim}(\eta_t)} \quad (4.4)$$

denklemden bulunur. Artan kalkış momenti nedeniyle 1 kW gücün altındaki elektrik motorları kullanılmamalıdır.

Bir SAZAK sistemi, yeteri büyüklükte taşıma kapasitesi ve zincir çekme kuvveti ile teçhiz edilmelidir. Aksi halde imalat sırasında dolaşan iletici aşırı yüklenerek dar boğaz meydana getirebilir. Önce imalat ekonomik olmadığı gibi, zincir ve askılarım aşırı yüklenmeleri

ömrü kısaltarak dolaşan ileticinin bir birimine düşen maliyeti arttırarak kaza tehlikesini arttırır.

SAZAK projelendirilmesinin başlangıcında, zaman birimine düşen parça sayısı, iletim miktarı, iletim malının ölçüleri, askı çeşidi, iletim yolunun yeri, işletme koşulları ... gibi durumların uygulama yerine göre bilinmesi gerekir. Dolaşan ileticinin zincir hattındaki çekme kuvvetinin, momentin ve tahrik gücünün hesaplanması pek kolay değildir. Bunun için şu yolun izlenmesi gerekir:

Bütün SAZAK benzer kısımlarının, düz ve yatay yollar, çıkan ve inen düz yollar, düşey virajlar, yatay virajlar, zincir dişlili yön değiştirme istasyonları v.b. şeklide ayrılmaları gerekir.

Fizik ve mekanik prensiplerine dayanarak aynı iletim yollarının teorik dirençleri hesaplanır. Tahrik sisteminin hemen arkasındaki düz hatta meydana gelen zincir çekme kuvveti  $T_{min}$  'den başlanarak ve ileticinin hareket yönünde gidilerek bütün dirençler toplanır. Eğer  $T_{min}$  tahrik sisteminin arkasında değil ise (aşırı inişte iniş yolunun hemen bitiminde),  $T_{min}$  'den itibaren ileriye ve geriye, tahrik sistemine kadar olan dirençleri cebirsel olarak toplamak gerekir. Elde edilen değerlerin daha önce yapılan dolaşan ileticilerin eldeki deney ve ölçme değerleri ile karşılaştırılarak düzenlenmesi gerekir.

Dikkat edilecek noktalar :

Zincir çekme kuvveti ile bağıntılı olmayan dirençler şunlardır; askıların virajlardaki salınımı ve merkezkaç kuvvetleri, gerekli kaldırma kuvvetleri.

Zincir çekme kuvveti ile bağıntılı olan dirençler ise şunlardır; kasnaklı yön değiştirme direnci, dişsiz yön değiştirici çark muylusunun direnci, zincirin virajlara giriş ve çıkışındaki zincir kıvrılma direnci, dişin geçişindeki direnç ve çarpma büyüklükleri (gerdirme istasyonu, zincirin ara sıra yön vericilerde sıkışması, dinamik zincir yükü ve tolerans etkileri).

## 4.2. Yüksek Zincirli Konveyör Tesislerinde Yüklenme Durumu

Sürekli akımlı konveyör tesislerine üç çeşit yüklenme konumundan bahsedilebilir.

### 4.2.1. Yüksüz hareket konumuna ait yüklenme durumu

Bu yüklenme durumunda, yalnız kuvvet iletme elemanı olarak kullanılan mafsallı zincir ile bunu taşıyan yürütme tekerleklerinin ağırlıkları gözönünde tutulmaktadır.

$$q = q_o = G_K + \frac{G_L}{T_L} \text{ (kp/m)} \quad (4.5)$$

### 4.2.2. Yüksüz fakat askı tertibatının asılı olduğu yüklenme durumu

Bu yüklenme konumunda, daha önce tarif edilen yüklenme durumuna, yüksüz-askı tertibatının yalnız kendi ağırlığı ilâve edilmektedir.

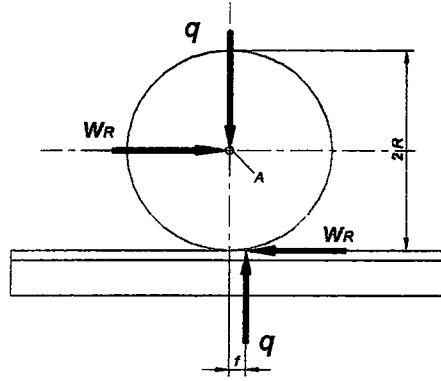
$$q = q_o + \frac{G_G}{T_G} = G_K + \frac{G_L}{T_L} + \frac{G_G}{T_G} \text{ (kp / m)} \quad (4.6)$$

### 4.2.3. Tam yükte hareket konumuna ait yüklenme durumu

Bu yüklenme durumunda, yük taşıyıcı askı tertibatları tam olarak yüklenmekte olup, burada kuvvet ileten mafsallı zincirin birim boy ağırlığı, aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$q = q_o + \frac{G_G}{T_G} + \frac{G_N}{T_G} \text{ (kp/m)} \quad (4.7)$$





Şekil 4.4 Hareketli tekerleklerin doğrusal hareket yolundaki yuvarlanma dirençleri şematik görünümü.

#### 4.3.2. Hareketli tekerleklerin yuvarlanmasına karşı koyan yatak sürtünme direnci

Yürütme tekerleklerinin yuvarlanması sırasında, yataklarda sürtünme momenti meydana gelmektedir (şekil 4.5). Bu sürtünme momentini yenebilmek için, tekerlek ekseninden ( $W_L$ ) kadar bir itme kuvvetinin etki ettirilmesi gerekmektedir. Daha önceki hesaplama benzer tarzda yine (A) noktasına göre momentlerin toplamından aranılan yatak sürtünme direnci hesaplanabilir.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$M_L - W_L \cdot R = 0 ; M_L = q \cdot \mu_{L1} \cdot R_M$$

$$W_L = q \cdot \mu_{L1} \cdot (R_M / R) \quad (4.9)$$

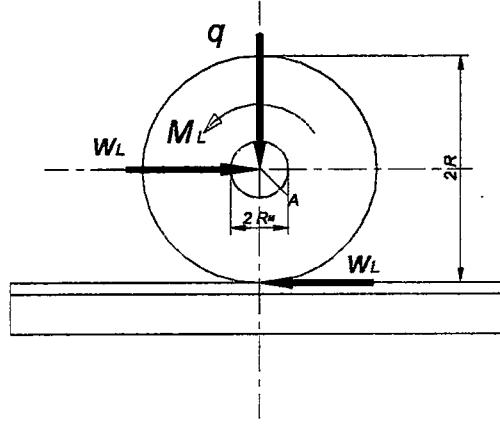
Yatay düzlemdeki doğrusal hareket yollarına ait toplam yürütme direnci, hesaplanmış bulunan yukarıdaki iki direncin toplanması ile edilmektedir.

$$W_F = L_H \cdot (W_R + W_L)$$

$$W_F = q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.10)$$

( $L_H$ ) uzunluğundaki belirli bir doğrusal hareket yolunun nihayetindeki kuvvet değeri daha önceki (4.1) nolu denkleme göre aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.11)$$



Şekil 4.5 Doğrusal hareket yolunda tekerlek yatak sürtünme şekli.

#### 4.4. Yatay Düzlemdeki Saptırma Kasnaklarına Ait Yürütme Dirençleri

Zincirli konveyör tesislerinde, mafsallı zincirin hareket yönünü değiştiren elemanlardan birisi de saptırma kasnaklarıdır. Saptırma kasnaklarında meydana gelen dirençler, üç ana grupta toplanabilir.

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Saptırma kasnağının yatak kısmında meydana gelen sürtünme direnci,
3. Mafsallı zincirin saptırma kasnağına temas ettiği anda (başlangıç noktası) ve kasnaktan ayrıldığı ana ait (bitiş noktası) zincir mafsallarında zoraki dönmeden dolayı meydana gelen mafsal direnci olmaktadır.

Sözü edilen dirençlerin nasıl hesaplanacağı aşağıda ayrı ayrı incelenmiştir.

#### 4.4.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

SAZAK tesislerinin doğrusal hareket yollarındaki hareketli tekerlekler için daha önce bulmuş olduğumuz (4.10) nolu denklemden faydalanarak, burada ( $\alpha$ ) saptırma açısına tekâbül eden yay uzunluğuna ait yürütme direnci aşağıda gösterildiği gibi hesaplanabilir.

$$L_H = R_H \cdot \alpha \cdot \left( \frac{\pi}{180^\circ} \right)$$

$$W_F = q \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad (4.12)$$

#### 4.4.2. Saptırma kasnağının yatak kısmında meydana gelen sürtünme direnci

Burada ilk olarak, saptırma kasnağının yatağına, zincir çekme kuvvetlerinde dolayı gelebilecek yatak kuvveti (A) 'nın hesaplanması gerekir. Şekil 4.6 'de görülebileceği gibi, geometrik bağıntılardan faydalanılarak, yatak kuvveti (A) 'nın hesaplanması mümkün olmaktadır.

$$\cos\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{A}{F_n} = \frac{A}{2 \cdot F_n}$$

$$\cos\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) = \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$A = 2 \cdot F_n \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (4.13)$$

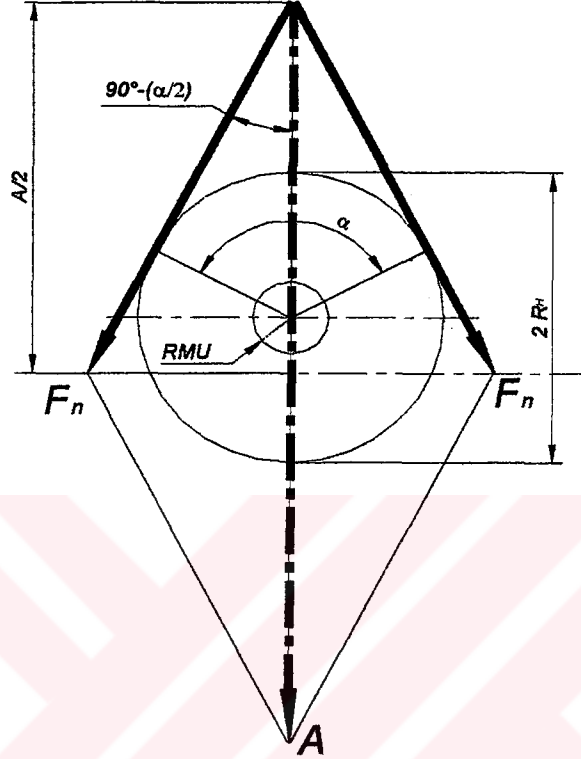
Saptırma kasnağının yatak kısmında meydana gelebilecek sürtünme direnci (4.9) nolu denklemden faydalanılarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$W_L = \mu_{L_2} \cdot A \cdot (R_{MU}) \cdot \frac{1}{R_H} \quad (4.14)$$

(4.14) nolu denklemde (A) 'nın yerine (4.13) sayılı sayılı karşılık değeri yazılırsa, aranan yatak sürtünme direnci elde edilmiş olur.

$$W_L = \frac{1}{R_H} \cdot F_n \cdot \left( 2 \cdot (R_{MU}) \cdot \mu_{L_2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)$$

$$W_L = \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( (D_{MU}) \cdot \mu_{L2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right) \quad (4.15)$$



Şekil 4.6 Saptırma kasmağında yatak kısmında meydana gelen sürtünme direnci .

#### 4.4.3. Zincirde meydana gelen mafsallı direnci

Mafsallı zincirin saptırma kasmağına sarıldığı başlangıç noktası ile, kasmağı terk ettiği noktalarda, mafsallardaki zoraki dönme sebebiyle bir direnç meydana gelmektedir. Şekil 4.7 yardımı ile bu direnç değeri, aşağıda gösterildiği gibi hesaplanabilir.

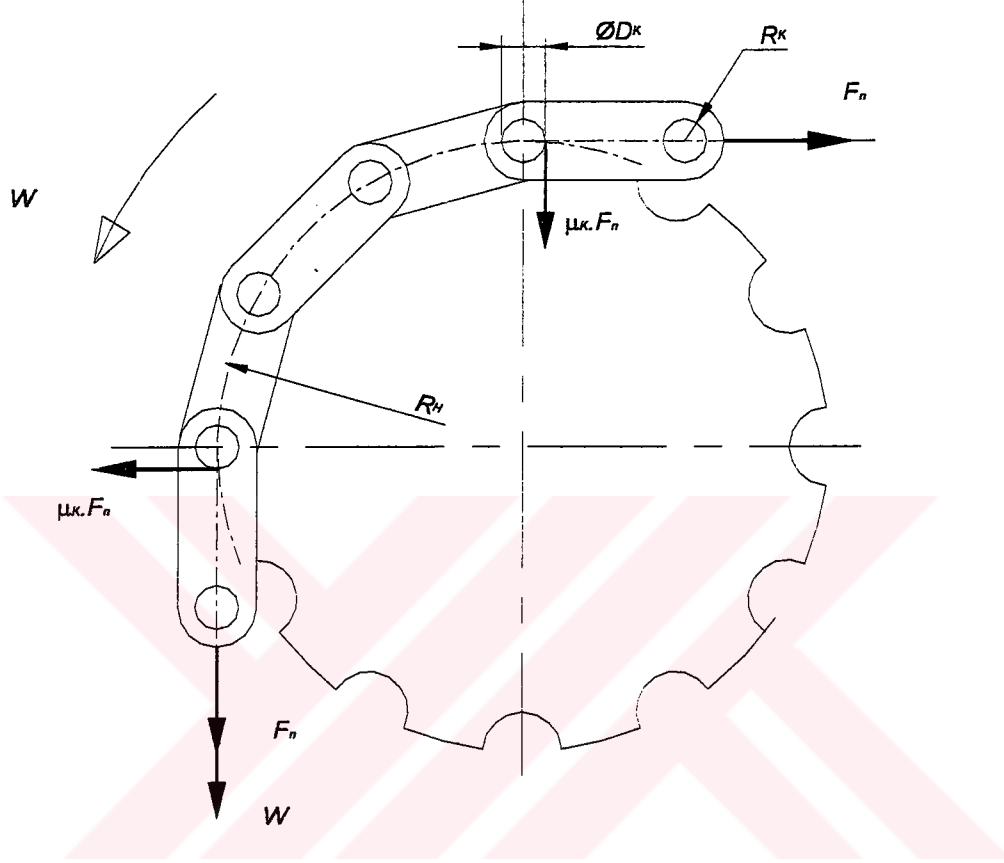
$$W_K = 2 \cdot \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot R_K$$

$$W_K = \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.16)$$

Saptırma kasmağına ait toplam yürütme direnci, hesaplanmış bulunan yukarıdaki üç direncin toplamı ile bulunmuş olmaktadır.

$$W = W_F + W_L + W_K$$

$$W = q \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \left( \mu_{L_2} \cdot (D_{MU}) \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right) \quad (4.17)$$



Şekil 4.7 Saptırma kasnağındaki zincirde meydana gelen mafsallı direnci.

#### 4.5. Yatay Düzlemdeki Makara Bataryalarında Meydana Gelen Dirençler

Zincirli konveyör tesislerinde mafsallı zincirin hareket yönünü değiştiren elemanlardan biriside makara bataryaları olmaktadır. Makara bataryalarındaki çekme elemanı zincirin hareketi sırasında meydana gelen dirençleri üç ana gruba toplayabiliriz.

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Çekme elemanı zincirin mafsallarında zoraki dönmeden dolayı meydana gelen mafsallı direnci,
3. Makara bataryalarını meydana getiren destek makaralarının yatak kısmındaki sürtünme direnci olmaktadır.

#### 4.5.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Çekme elemanı mafsallı zincir ile çekilen hareketli tekerleklere ait yürütme direnci, saptırma kasnaklarındakine benzer tarzda hesaplanmaktadır. Buna ait (4.12) nolu denklem aşağıda verilmiştir.

$$W_F = q \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad (4.12)$$

#### 4.5.2. Zincirde meydana gelen mafsal direnci

Mafsallı zincirin makara bataryalarına sarıldığı başlangıç noktası ile, terk ettiği noktalarda zincir mafsallarındaki zoraki dönme sebebiyle meydana gelen mafsal direnci, saptırma kasnaklarında olduğu gibi hesaplanmaktadır. Buna ait daha önce hesaplanan (4.16) nolu denklem aşağıda verilmiştir.

$$W_K = \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.16)$$

#### 4.5.3. Makara bataryalarının yataklarında meydana gelen sürtünme direnci

Burada ilk olarak, makara bataryalarını meydana getiren her bir destek makarasının yatak kısmında meydana gelen sürtünme direncinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için daha önce hesaplanan (4.9) sayılı eşitlik ve şekil 4.8 'dan faydalanılarak, bir tek destek makarasına ait sürtünme direnci aşağıda gösterildiği gibi hesaplanabilir.

$$W_L = q \cdot \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} \quad (4.9)$$

$$W_{L_0} = N \cdot \mu_{L_2} \cdot \frac{(R_{MR})}{(R_{STR})} \quad (4.18)$$

(4.18) sayılı denklemdeki (N) değeri, herbir destek makarasına zincir çekme kuvvetlerinden dolayı gelen yatak kuvvetini göstermektedir. Şekil 4.8 'dan da görülebileceği gibi, her bir destek makarasındaki denge şartında (N) değeri bulunabilir.

$$\sin \frac{\beta}{2} = \frac{\frac{N}{2}}{F_n} = \frac{N}{2.F_n} = \frac{b}{2.R_H}$$

$$N = \frac{F_n \cdot b}{R_H} \quad (4.19)$$

Hesaplanmış bu (N) değeri, (4.18) sayılı eşitlikte yerine yazılırsa, bir tek destek makarasına ait yatak sürtünme direnci bulunmuş olur.

$$W_{L_o} = \frac{1}{(R_{STR})} \cdot \frac{F_n \cdot b}{R_H} \cdot \mu_{L_2} \cdot (R_{MR}) \quad (4.20)$$

Makara bataryalarındaki toplam yatak sürtünme direnci, bulunmuş olan (4.20) sayılı eşitliğin (MO) destek makaralarının sayısı ile çarpılarak bulunmaktadır.

$$MO = \left( \frac{R_H \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ \cdot b} + 1 \right) \quad (4.21)$$

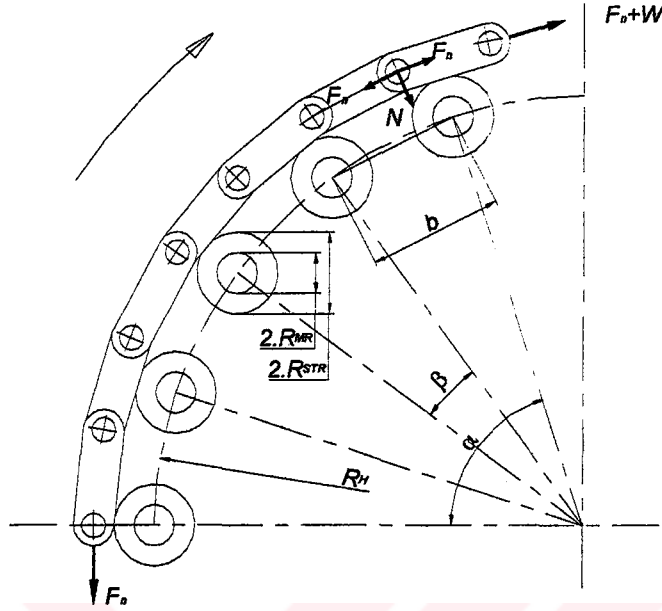
$$W_L = \frac{1}{(R_{STR})} \cdot \frac{F_n}{R_H} \cdot \mu_{L_2} \cdot (R_{MR}) \cdot \left( \frac{R_H \cdot \pi \cdot \alpha}{180^\circ \cdot b} + 1 \right) \quad (4.22)$$

Makara bataryalarına ait toplam yürütme direncine, buraya kadar hesaplanmış bulunan yukarıdaki dirençlerin toplamından elde edebiliriz.

$$W = W_F + W_K + W_L$$

$$W = q \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{RM}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \right) +$$

$$\left( \frac{1}{R_{STR}} \cdot \frac{F_n}{R_H} \cdot \mu_{L_2} \cdot R_{MR} \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} + 1 \right) \right) \quad (4.23)$$



Şekil 4.8 Makara batarya yataklarında meydana gelen sürtünme direnci.

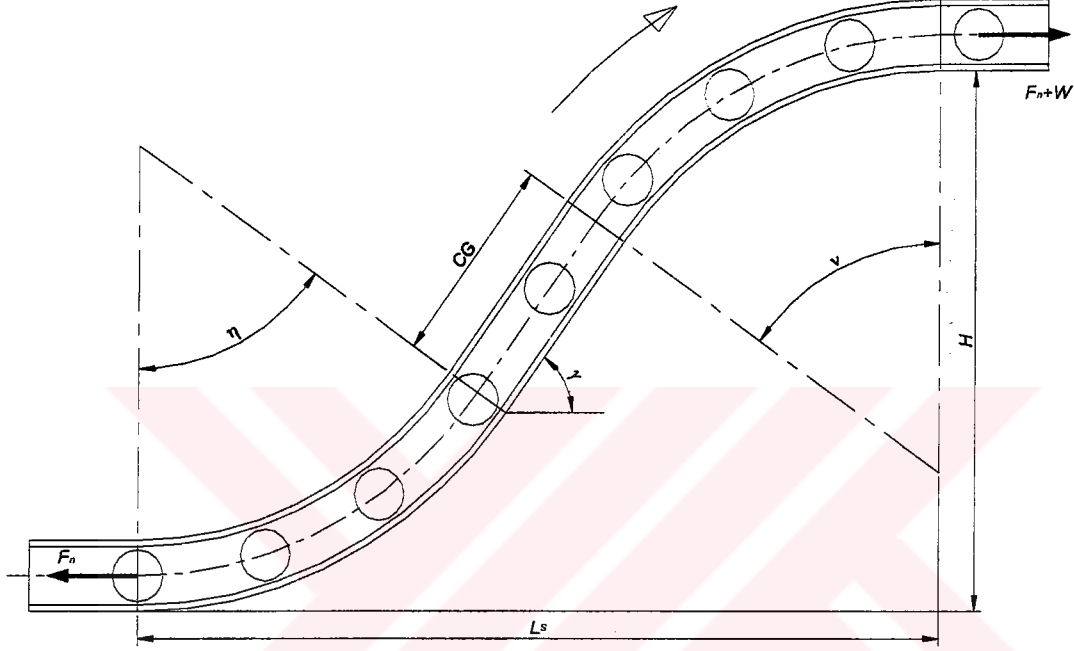
#### 4.6. Mafsallı Zincirin Düşey Düzlemlerdeki Hareketi Sırasında Meydana Gelen Dirençler

Daha önce açıklandığı gibi, zincirli konveyörlerin hareketi yalnız yatay düzlemlerde olmayıp, düşey düzlemlerde de olabileceği ve bunun neticesi olarak, mafsallı zincirin bu düzlemlerdeki hareketi ile de, tesiste bir yükseklik farkı doğmuş olacağı belirtilmiş idi. Bu durum, işletmelerde hem teknik bazı işlemlerin yapılmasına, hem de diğer katlara kolay geçişini sağlaması nedeniyle, çok önemli bir hususu teşkil etmektedir. Burada, düşey düzlemlerdeki zincir hareketi, iki ana kısımda incelenmiştir. Bunlardan birincisini zincirin yükselme (çıkış) hali, ikincisini ise alçalma (iniş) hali teşkil etmektedir. Bu yukarıda sözü edilen hallerde, zincirin hareketi sırasında meydana gelen dirençler, aşağıdaki kısımlarda ayrı ayrı incelenerek formüle edilmeye çalışılmıştır.

##### 4.6.1. Zincirin düşey düzlemdeki yükselme konumuna ait dirençler

Düşey düzlemdeki zincirin yükselme konumuna ait hareket yolları, buradaki hesaplarımızı kolaylaştırması bakımından üç ana grupta ele alınarak incelenmiştir (şekil 4.9).

1. Hareketin yukarıya doğru geçişini sağlayan alt kısımdaki kavisli yol yolu,
2. Alt ve üst kısımdaki kavis yaylarını birleştiren doğrusal hareket yolu,
3. Hareket yönünün yatay konuma geçişi sağlayan, üst kısımdaki kavisli yay yolu.



Şekil 4.9 Zincirin düşey düzlemdeki yükselme konumuna ait dirençler.

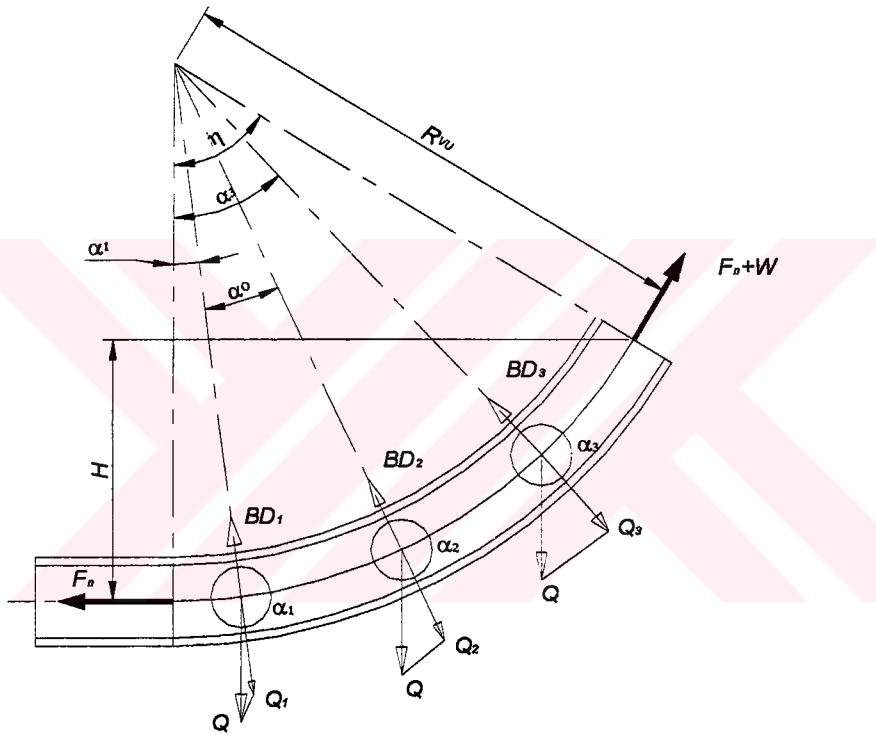
#### 4.6.1.1. Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler

Düşey düzlemde hareketin yukarıya doğru geçişini sağlayan alt kısımdaki kavisli yay yolunda zincir hareketine karşı koyan dirençler üç grupta toplanabilir.

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç,
3. Zincirin zoraki dönmesinden dolayı meydana gelen mafsal direnci.

#### 4.6.1.1.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Şekil 4.10 'dan da görülebileceği gibi, hareketli tekerleklere ait yürütme direnci, kılavuz rayın üst kenarında meydana gelmekte olup, ayrıca burada tekerlekler ters yönde dönmektedir. Hareketli tekerleklere etki yapan kuvvetlerden  $Q$  'nun normal bileşeni ile, zincir çekme kuvvetlerinden ileri gelen (BD) tekerlek yay baskı kuvveti aynı tesir çizgisi üzerinde fakat ters yönde etki yapmaktadırlar. Bu iki kuvvet değerinin farkı, tekerleklere gelen kuvvet değerini vermektedir. Hesapların kolaylaştırılması bakımından, aşağıdaki kabuller yapılmıştır.



Şekil 4.10 Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.

1.  $F_{n+1} = F_n$
2. Alt kısımdaki kavisli yay yolundaki kılavuz rayın üst kenarına temas eden hareketli tekerleklerin sayısının üç olduğu,
3. Zincir çekme kuvvetlerinden dolayı tekerleklere etki yapan yay baskı kuvvetlerinin, eşit değerlerde olduğu kabul edilmiştir.

(BU) sabit mesafesinde, mafsallı zincir ile çekilen hareketli tekerleklere ait aşağıdaki geometrik bağıntılar yazılabilir (şekil 4.10).

$$\alpha_0 = \arcsin\left(\frac{BU}{R_{vu}}\right) \quad (4.24)$$

$$\alpha_1 = \frac{\eta - 2\alpha_0}{2} \quad (4.25)$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha_0 \quad (4.26)$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + 2\alpha_0 \quad (4.27)$$

Hareketli tekerleklere ait ağırlık kuvvetlerinin hesaplanması aşağıda gösterilmiştir.

$$BU = R_{vu} + \alpha_0 = R_{vu} \cdot \alpha_0 \cdot (\pi / 180^0) \quad (4.28)$$

$$Q = q \cdot BU \quad (4.29)$$

Zincir çekme kuvvetlerinden dolayı hareketli tekerleklere etki yapan yay baskı kuvvetleri, (4.19) sayılı eşitlikten faydalanılarak, aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$BD_1 = BD_2 = BD_3 = BD$$

$$BD = \frac{F_n \cdot BU}{R_{vu}} \quad (4.30)$$

Buraya kadar bulunmuş olan değerler ile (4.10) sayılı eşitlikten faydalanılarak hareketli tekerleklere ait yürütme direnci hesaplanabilir.

$$W_F = qL_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.10)$$

$$W_{F_n} = \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot [(BD - Q \cdot \cos\alpha_1) + (BD - Q \cdot \cos\alpha_2) + (BD - Q \cdot \cos\alpha_3)]$$

$$W_{F_n} = \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot [3 \cdot BD - Q \cdot (\cos\alpha_1 + \cos\alpha_2 + \cos\alpha_3)] \quad (4.31)$$

#### 4.6.1.1.2. Yükseklik farkına ait olan direnç

Hareketli tekerleklerin, alt kısmındaki kavisli yay yolunun (H) yükseklik farkına karşılık olan direnç değeri şekil 11 'den de faydalanılarak aşağıda belirtildiği gibi hesaplanır.

$$W_{H_u} = q \cdot H \quad (4.32)$$

$$H = R_{VU} - R_{VU} \cdot \text{Cos}\eta \quad (4.33)$$

$$W_{H_u} = q \cdot R_{VU} \cdot (1 - \text{Cos}\eta) \quad (4.34)$$

#### 4.6.1.1.3. Çekme elemanı zincirde meydana gelen mafsal direnci

Mafsallı zincirin yatay düzleminkine benzer tarzda fakat bu sefer düşey düzlemdeki zoraki dönmesinden dolayı bir mafsal direnci meydana gelmektedir ki, bunun değeride yatay düzlemde olduğu gibi (4.16) sayılı eşitlikten faydalanılarak hesaplanmaktadır.

$$W_K = \frac{1}{R_{VU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.16)$$

$$W_{K_u} = \frac{1}{R_{VU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.35)$$

Düşey düzlemdeki alt kavisli yay yolunda, zincir çekme kuvvetinin artmasına sebep olan toplam direnç değeri, hesaplanmış bulunan yukarıdaki üç direncin toplamdan elde edilir.

$$W = W_{Fu} + W_{Hu} + W_{Ku}$$

$$W = \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) [3 \cdot BD - Q \cdot (\text{Cos}\alpha_1 + \text{Cos}\alpha_2 + \text{Cos}\alpha_3)] + q \cdot R_{VU} \cdot (1 - \text{Cos}\eta) + \frac{1}{R_{VU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.36)$$

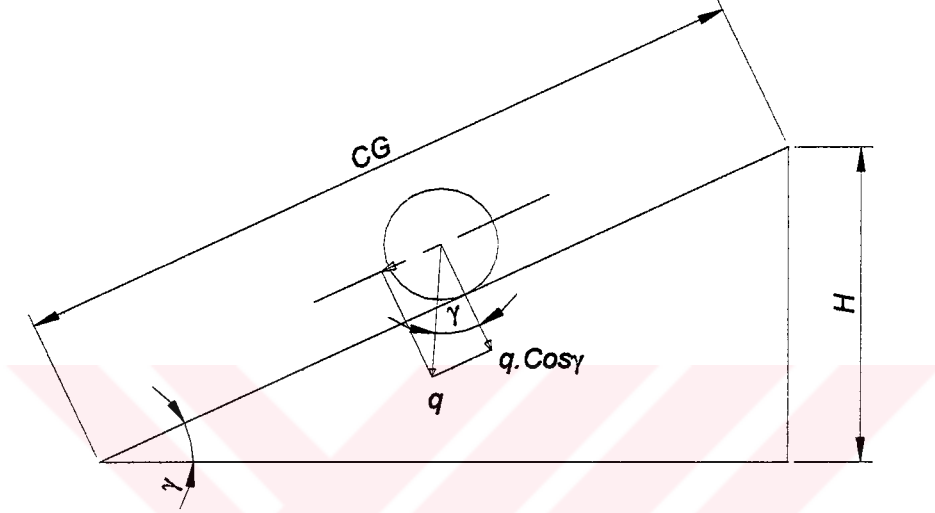
#### 4.6.1.2. Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yollarında meydana gelen Dirençler

Bu kısımdaki alt kavis ile üst kavisteki kavis yaylarını birleştiren doğrusal hareket yolunda, zincir çekme kuvvetinin artmasına sebep olan dirençler aşağıda belirtilmiştir.

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç.

#### 4.6.1.2.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Düşey düzlemde,  $\gamma$  eğimindeki doğrusal hareket yolunda meydana gelen yürütme direnci şekil 4.11 ve (4.10) nolu eşitlikten faydalanılarak hesaplanması mümkün olmaktadır. Burada yalnız tekerleklere gelen normal kuvvet değeri değişmektedir.



Şekil 4.11 Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yolunda meydana gelen dirençler.

$$W_F = qL_H \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.10)$$

$$W_F = q \cdot (CG) \cdot \text{Sin} \gamma \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.37)$$

#### 4.6.1.2.2. Yükseklik farkına karşı olan direnç

Zincirin bu kısmındaki (H) yükseklik farkına karşılık olan direnç değeri şekil 4.11 yardımı ile tespit edilmiştir.

$$W_H = q \cdot H$$

$$H = (CG) \cdot \text{Sin} \gamma$$

$$W_H = q \cdot (CG) \cdot \text{Sin} \gamma \quad (4.38)$$

Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yolunun nihayetindeki zincir çekme kuvvetinin değeri aşağıda belirtildiği gibi bulunmuş olur.

$$F_{n+1} = F_n + W_F + W_H$$

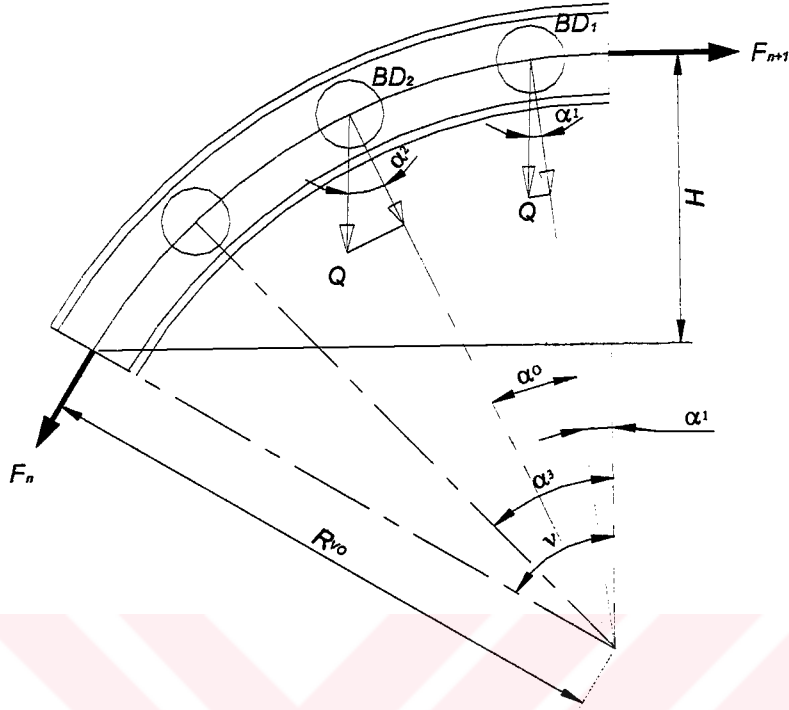
$$F_{n+1} = F_n + q.(CG).Cos\gamma \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) + q.(CG).Sin\gamma$$

$$F_{n+1} = F_n + q.(CG) \left[ Cos\gamma \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) + Sin\gamma \right] \quad (4.39)$$

#### 4.6.1.3. Üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler

Zincirin üst kısmındaki kavisli yay yolunda hareketi sırasında meydana gelebilecek münferit dirençler, alt kavisli yay yolundakine benzer tarzda olmaktadır (şekil 4.12).

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci
2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç
3. Zincirin zoraki dönmesinden dolayı meydana gelen mafsal direnci



Şekil 4.12 Üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.

#### 4.6.1.3.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Hareketin yatay konuma geçişini sağlayan, üst kısmındaki kavisli yay yolundaki hareketli tekerleklere ait yapan kuvvetlerden ( $Q$ ) 'nun normal bileşeni ile, zincir çekme kuvvetlerinden doğan ( $BD$ ) tekerlek yay baskı kuvveti, aynı tesir çizgisi üzerinde ve aynı yönde etki yapmaktadırlar. Bu iki kuvvetin toplamı tekerleklere etki yapan normal kuvvet değerini vermektedir. Hesaplamaların kolaylaştırılması bakımından, burada da alt kavisli yay yolunda olduğu gibi, aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

1.  $F_{n+1} = F_n$
2. Üst kısımdaki kavisli yay yolunda, hareketli bütün tekerlekler, temas ile yükü taşımaktadırlar.
3. Zincir çekme kuvvetlerinden dolayı, tekerleklere etki yapan yay baskı kuvvetlerinin eşit değerlerde olduğu kabul edilmiştir.

(BO) sabit mesafesinde, mafsalı zincirler ile çekilen hareketli tekerleklere ait, aşağıdaki geometrik bağıntıları şekil 4.12 yardımı ile yazabiliriz.

$$\alpha_o = \arcsin\left(\frac{(BO)}{R_{vo}}\right) \quad (4.40)$$

$$\alpha_1 = \frac{v - ((KO) - 1)\alpha_o}{2} \quad (4.41)$$

$$m = 1 \dots (KO) \text{ (Üst kısımdaki yayda hareketli tekerlek sayısı)} \quad (4.42)$$

$$\alpha_m = \alpha_1 + (m - 1)\alpha_o \quad (4.43)$$

Hareketli tekerleklere etki yapan ağırlık kuvvetlerinin hesaplanması aşağıda gösterilmiştir.

$$(BO) = R_{vo} \cdot \alpha_o = R_{vo} \cdot \alpha_o \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad (4.44)$$

$$Q = q \cdot (BO) \quad (4.45)$$

Zincir çekme kuvvetlerinden dolayı hareketli tekerleklere etki yapan yay baskı kuvvetlerini, (4.19) sayılı eşitlikten faydalanılarak hesaplayabiliriz.

$$N = \frac{F_n \cdot b}{R_H} \quad (4.19)$$

$$BD_1 = BD_2 = \dots = BD_m = BD \quad (4.46)$$

$$BD = \frac{F_n \cdot (BO)}{R_{vo}} \quad (4.47)$$

Buraya kadar hesaplanmış olan bu değerler ve (4.10) sayılı eşitlik yardımı ile, hareketli tekerleklere ait yürütme direnci bulunabilir.

$$W_F = q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.10)$$

$$W_{F_o} = \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \left[ (BD_1 + Q \cdot \cos \alpha_1) + (BD_2 + Q \cdot \cos \alpha_2) + \dots \right] \quad (4.48)$$

$$W_{F_0} = \left[ \sum_{m=1}^{KO} (BD + Q \cdot \cos \alpha_m) \right] \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.49)$$

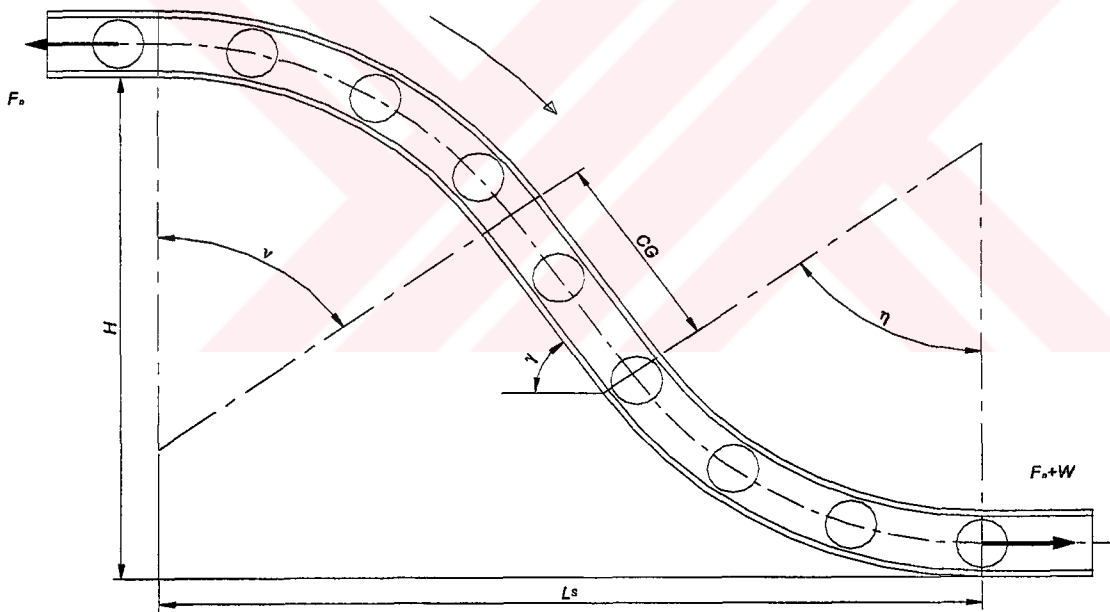
#### 4.6.1.3.2. Yükseklik farkına karşı olan direnç

Üst kısımdaki yay yolunun (H) yükseklik farkına karşılık olarak, zincirde meydana gelen direnç kuvveti (kaldırma kuvveti) aşağıda gösterildiği gibi hesaplanır (şekil 4.12).

$$W_{H_0} = q \cdot H \quad (4.50)$$

$$H = R_{VO} - R_{VO} \cdot \cos v = R_{VO} \cdot (1 - \cos v) \quad (4.51)$$

$$W_{H_0} = q \cdot R_{VO} \cdot (1 - \cos v) \quad (4.52)$$



Şekil 4.13 İniş konumuna ait yürütme direnci.

#### 4.6.1.3.3. Zincirde meydana gelen mafsal direnci

Üst kısımdaki yay yolunda, mafsalı zincirin düşey düzlemdeki zoraki dönmesinden dolayı, alt yay yolundakine benzer tarzda bir mafsal direnci meydana gelmektedir.

$$W_{K_u} = \frac{1}{R_{vU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.35)$$

$$W_{K_o} = \frac{1}{R_{vO}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.53)$$

Düşey düzlemdeki kavisli yay yolunda, zincir çekme kuvvetlerinin artmasına neden olan toplam direnç değeri, hesaplanmış bulunan yukarıdaki üç direncin toplamına eşit olmaktadır.

$$W = W_{F_o} + W_{H_o} + W_{K_o}$$

$$W = \left[ \sum_{m=1}^{KO} (BD + Q \cdot \cos \alpha_m) \right] \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) + q \cdot R_{vO} \cdot (1 - \cos v) + \frac{1}{R_{vO}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.54)$$

#### 4.6.2. Zincirin düşey düzlemdeki alçalma (iniş) konumuna ait dirençler

Mafsallı zincirin hareket yönünü değiştiren düşey düzlemdeki alçalma (iniş) konumu, genel olarak yükselme konumunun simetriği konumunda olmaktadır (şekil 4.13). Burada da, hesaplamaların kolaylaştırılabilmesi bakımından hareket yolları üç ana grupta ele alınmıştır.

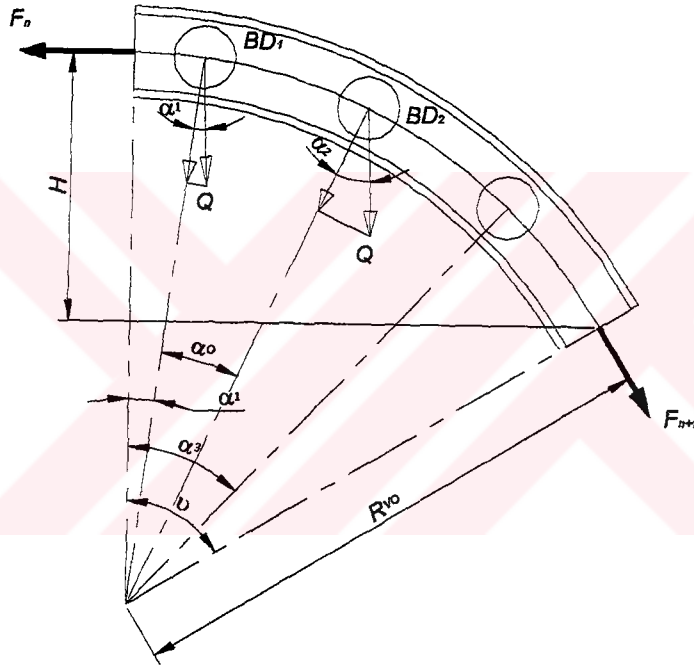
1. Hareketin aşağıya doğru geçişini sağlayan, üst kısımdaki kavisli yay yolu,
2. Üst ve alt kısımdaki kavis yaylarını birleştiren doğrusal hareket yolu,
3. Zincirin aşağıya doğru olan hareket yönünün yatay konuma geçişini sağlayan, alt kısımdaki kavisli yay yolu.

Düşey düzlemdeki alçalma (iniş) halinde, mafsallı zincirin hareketi sırasında meydana gelen dirençler, tamamen yükselme konumunda bulunan denklemlere benzer tarzda elde edilmektedir. Burada dikkat edilecek tek husus, alçalma (iniş) halinde kaldırma kuvveti değerinin negatif (-) olmasıdır. Zira iniş halinde, eğik düzlemdeki aşağıya doğru hareket sırasında ağırlık kuvvetlerinin hareket yönündeki bileşeni zincir çekme kuvvetine yardımcı olmaktadır.

#### 4.6.2.1. Üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler

Düşey düzlemde, hareketin aşağıya doğru geçişini sağlayan üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler, yükselme konumunda olduğu gibi, üç ana grupta incelenmiştir (şekil 4.14).

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Yükseklik farkına karşı olan direnç,
3. Zincirin zoraki dönmesinden dolayı meydana gelen mafsal direnci.



Şekil 4.14 Üst kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.

##### 4.6.2.1.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Hareketin aşağıya doğru geçişini sağlayan üst kısımdaki kavisli yay yolundaki hareketli tekerleklere ait yürütme direncinin hesaplanmasında, düşey düzlemin yükselme konumunun üst kısmındaki kavisli yay yolunda yapılmış olan kabuller, burada da yapılarak, aynı direnç denklemi elde edilmiştir.

$$\alpha_o = \arcsin\left(\frac{BO}{R_{VO}}\right) \quad (4.55)$$

$$\alpha_1 = \frac{v - (KO - 1)\alpha_o}{2} \quad (4.56)$$

$$m = 1 \dots (KO) \text{ (Üst kısımdaki yayda hareketli tekerlek sayısı)} \quad (4.57)$$

$$\alpha_m = \alpha_1 + (m - 1) \cdot \alpha_o \quad (4.58)$$

$$(BO) = R_{VO} \cdot \alpha_o = R_{VO} \cdot \alpha_o \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \quad (4.59)$$

$$Q = q \cdot (BO) \quad (4.60)$$

$$BD_1 = BD_2 = \dots = BD_m = BD \quad (4.61)$$

$$BD = \frac{F_n \cdot (BO)}{R_{VO}} \quad (4.62)$$

$$W_{F_o} = \left[ \sum_{m=1}^{KO} (BD + Q \cdot \text{Cos}v) \right] \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.63)$$

#### 4.6.2.1.2. Yükseklik farkına karşı olan direnç

Zincirin aşağıya doğru hareketi sırasında, ağırlık kuvvetlerinin hareket yönündeki bileşenleri, zincir çekme kuvvetine yardımcı olduklarından, (H) yükseklik farkına karşılık olan direnç kuvveti negatif (-) olmaktadır.

$$W_{H_o} = - q \cdot H \quad (4.64)$$

$$H = R_{VO} - R_{VO} \cdot \text{Cos}v = R_{VO} \cdot (1 - \text{Cos}v) \quad (4.65)$$

$$W_{H_o} = - q \cdot R_{VO} \cdot (1 - \text{Cos}v) \quad (4.66)$$

#### 4.6.2.1.3. Zincirde meydana gelen mafsal direnci

Üst kısımdaki yay yolunda, zincirin düşey düzlemdeki zoraki dönmesinden dolayı, yükselme konumunun üst yay yolunda bulunan değerde bir mafsal direnci meydana gelmektedir.

$$W_{K_0} = \frac{1}{R_{v_0}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.67)$$

Üst kavisli yay yolundaki hareket sırasında meydana gelen toplam direnç değeri, yukarıda bulunmuş olan üç değerin toplamından ibaret olmaktadır.

$$W = W_{F_0} + W_{H_0} + W_{K_0}$$

$$W = \left[ \sum_{m=1}^{KO} (BD + Q \cdot \cos \alpha_m) \right] \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) - q \cdot R_{v_0} \cdot (1 - \cos v) + \frac{1}{R_{v_0}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.68)$$

#### 4.6.2.2. Düşey düzlemde iniş konumunda, doğrusal hareket yollarında meydana gelen dirençler

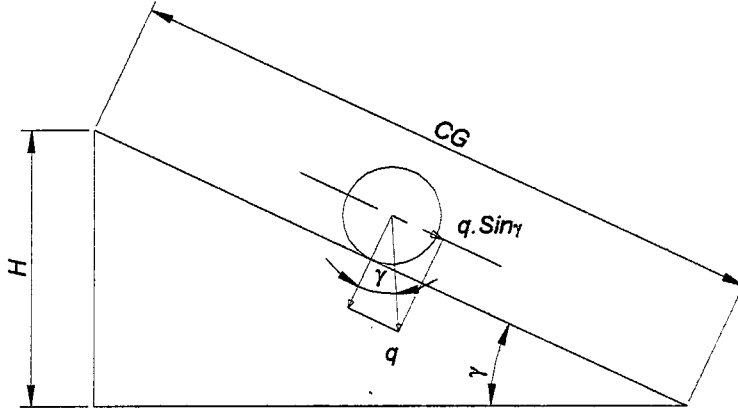
Bu kısımdaki zincirin hareketi sırasında, zincir çekme kuvvetinin değişimine etki yapan dirençler, daha önce olduğu gibi iki grupta ele alınmıştır.

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç.

##### 4.6.2.2.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Şekil 4.15 'dan da görülebileceği gibi, tekerleklere gelen normal kuvvet değeri eğim açısına bağlı olarak değişmektedir. Burada meydana gelen yürütme direnci de, yükselme konumunun doğrusal hareket benzer şekilde hesaplanmaktadır.

$$W_F = q \cdot (CG) \cdot \cos \gamma \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \quad (4.69)$$



Şekil 4.15 Düşey düzlemdeki iniş konumunda doğrusal hareket yoluna ait yürütme direnci.

#### 4.6.2.2.2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç

Tekerleklerin bu kısımdaki H yükseklik farkına karşılık olan direnç kuvveti (kaldırma kuvveti) zincirin hareket yönü ile aynı olması sebebiyle, burada da negatif alınması gerekmektedir (şekil 4.15).

$$W_H = - q \cdot (CG) \cdot \text{Sin} \gamma \quad (4.70)$$

Düşey düzlemde, ( $\gamma$ ) eğimindeki alçalma (iniş) haline ait doğrusal hareket yolunun nihayetindeki toplam direnç değeri, aşağıda belirtilmiştir.

$$W = W_F + W_H \quad (4.71)$$

$$W = q \cdot (CG) \cdot \text{Cos} \gamma \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) - q \cdot (CG) \cdot \text{Sin} \gamma$$

$$W = q \cdot (CG) \cdot \left[ \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \text{Cos} \gamma - \text{Sin} \gamma \right] \quad (4.72)$$

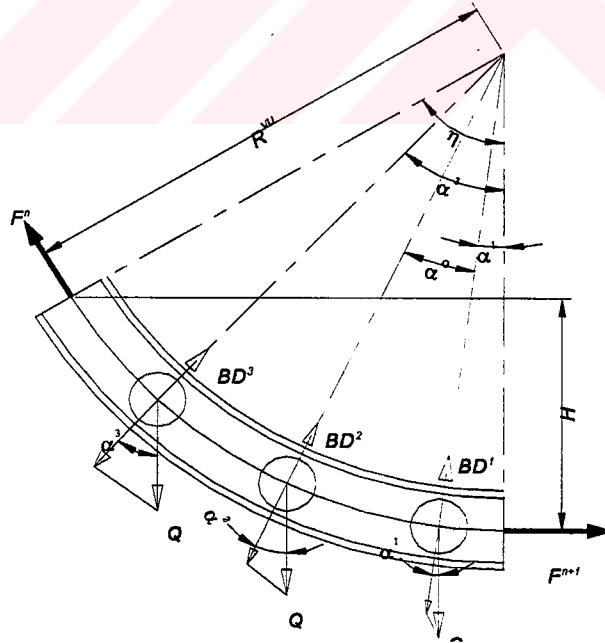
#### 4.6.2.3. Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler

Düşey düzlemde, aşağıya doğru olan zincir hareketinin yatay konuma geçişini sağlayan, alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler üç grupta incelenmektedir.

1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci,
2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç,
3. Zincirin zoraki dönmesinden dolayı meydana gelen mafsal direnci.

##### 4.6.2.3.1. Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

Hareketli tekerleklere ait yürütme direnci, kılavuz rayın üst kenarında meydana gelmekte olup, burada da tekerlekler ters yönde dönmektedir. Tekerleklere etki yapan kuvvetlerden (Q) 'nun normal bileşeni ile zincir çekme kuvvetlerinden ileri gelen (BD) tekerlek yay baskı kuvvetleri aynı tesir çizgisi üzerinde fakat ters yönde etki yapmaktadırlar. Bu iki kuvvet değerinin farklı tekerleklere gelen kuvvet değerini vermektedir (şekil 4.16).



Şekil 4.16 Alt kısımdaki kavisli yay yolunda meydana gelen dirençler.

Düsey düzlemde zincirin yükselme konumuna ait alt kavisli yay yolundaki hesapların yürütülmesi sırasında yapılmış olan kabuller aynen burada da göz önünde tutularak yürütme direnci hesaplanmıştır.

$$\alpha_1 = \frac{\eta - 2.\alpha_0}{2} \quad (4.73)$$

$$\alpha_0 = \arcsin\left(\frac{BU}{R_{VU}}\right) \quad (4.74)$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha_0 \quad (4.75)$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + 2 . \alpha_0$$

$$BU = R_{VU} . \alpha_0 = R_{VU} . \alpha_0 . (\pi / 180^0) \quad (4.76)$$

$$Q = q . BU \quad (4.77)$$

$$BD_1 = BD_2 = BD_3 = BD \quad (4.78)$$

$$BD = \frac{F_a . BU}{R_{VU}} \quad (4.79)$$

$$W_{Fu} = \left(\mu_{L_1} . \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R}\right) \cdot [(BD_1 - Q . \text{Cos}\alpha_1) + (BD_2 - Q . \text{Cos}\alpha_2) + (BD_3 - Q . \text{Cos}\alpha_3)]$$

$$W_{Fu} = \left(\mu_{L_1} . \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R}\right) \cdot [3 . BD - Q . (\text{Cos}\alpha_1 + \text{Cos}\alpha_2 + \text{Cos}\alpha_3)] \quad (4.80)$$

#### 4.6.2.3.2. Yükseklik farkına karşılık olan direnç

Daha önceki kısım (4.6.2.1.1.) 'de açıklandığı üzere, burada da (H) yükseklik farkına karşılık olan direnç kuvveti (kaldırma kuvveti) negatif (-) olmaktadır.

$$W_{Hu} = - q . H$$

$$H = R_{VU} . (1 - \text{Cos } \eta)$$

$$W_{Hu} = - q . R_{VU} . (1 - \text{Cos } \eta) \quad (4.81)$$

#### 4.6.2.3.3. Zincirde meydana gelen mafsal direnci

Zincirin düşey düzlemdeki alt kavisli yay yolunda daha önceki kısım (4.6.1.1.3.) 'de hesaplanan tarzda bir mafsal direnci meydana gelmektedir.

$$W_{K_u} = \frac{1}{R_{vU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \quad (4.82)$$

Zincirin, bu alt kavisli yay yolundaki hareketi sırasında meydana gelen toplam direnç değeri, yukarıda hesaplanmış bulunan üç direncin toplamına eşit olmaktadır.

$$W = W_{F_u} + W_{H_u} + W_{K_u} \quad (4.83)$$

$$W = \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot [3 \cdot BD - Q \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2 + \cos \alpha_3)] - q \cdot R_{vU} \cdot (1 - \cos \eta) \quad (4.84)$$

$$+ \frac{1}{R_{vU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K$$

#### 4.7. Spiwakowski 'ye Göre, Sürekli Akımlı Zincirli Konveyör Tesislerinde Zincir Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması

Zincirli konveyör tesislerindeki belirli hareket yollarına ait dirençler yahut diğer bir deyimle, hareket yollarının sonundaki kuvvet değerleri, Spiwakowski 'ye göre aşağıda gösterilmiş bulunan hareket denklemlerinden faydalanılarak tayin edilebilmektedir. Bu sözü edilen formüller yardımı ile, başlangıç ve bitim noktaları belirtilmiş olan, her bir hareket yolu için hesaplanacak münferit dirençlerin ard arda toplanması ile, arzu edilen maksimum zincir çekme kuvveti bulunmuş olmaktadır.

##### 4.7.1. Yatay Düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w' \quad (4.85)$$

$w'$  : Doğrusal hareket yoluna ait direnç katsayısı (-).

$q$  : Mafsallı zincirin birim boy ağırlığı (yükü veya yüksüz olarak) (N/m).

$L_H$  : Doğrusal hareket yol uzunluğu (m).

$F_n, F_{n+1}$  : Belirli bir hareket yolunun başlangıç ve bitim noktalarına ait zincir çekme kuvveti.

##### 4.7.2. Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı veya zincir dişlisi

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2 \quad (4.86)$$

$W_2$  : Saptırma kasnağı yahut zincir dişlisine ait direnç katsayısı.

##### 4.7.3. Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_3 \quad (4.87)$$

$W_3$  : Makara bataryalarına ait direnç katsayısı.

#### 4.7.4. Düşey düzlemde bulunan hareket yolları

$$F_{n+1} = W_1 \cdot (W_1 \cdot F_n + w' \cdot q \cdot L_H \pm q \cdot H) \quad (4.88)$$

$W_1$  : Düşey düzlemdeki kavisli hareket yollarına ait direnç katsayısı.

$L_H$  : Kavisli hareket yolunun, yatay düzlemdeki izdüşüm boyunun uzunluğu (m).

$H$  : Düşey düzlemdeki hareket yolunun başlangıç ve bitim noktaları arasındaki yükseklik farkı (m).

(+) : Düşey düzlemdeki hareketin yükselme konumunu göstermektedir.

(-) : Düşey düzlemdeki hareketin alçalma (iniş) konumunu göstermektedir.

Spiwakowski 'ye göre, yukarıdaki hareket denklemlerinde kullanılan direnç katsayıları, tesisin işletme şartlarına ve hareketin konumuna bağlı olarak çizelge 4.1 'den seçilmektedir. Burada işletme şartlarından kast edilen, zincirin konveyör tesisinin bulunduğu mahaldeki temizlik, rutubet ve aşındırıcı özelliği fazla olan tozlu maddelerin miktarı ile tesis sahasının ısıtılıp, ısıtılmadığı olmaktadır. Aşındırıcı tozun olmadığı temiz ve kuru mahaller uygun, bunların dışında kalanlar ise, uygun olmayan işletme şartları olarak kabul edilmektedir.

İşletme Koşulları	Düz Yollar $w'$	Saptırma Kasnağı veya Zincir Dişli $W_2$			Makara Bataryaları $W_3$				Dik Dönüşler $W_1$			
					Kaymalı Yataklar		Rulmanlı Yataklar					
		Yön Değiştirme Açısı ( $\alpha$ )										
		25	35	45	90	180	90	180	30	45	60	
		Direnç katsayıları										
Uygun	0,018	1,010	1,015	1,020	1,035	1,040	1,020	1,025	1,015	1,020	1,025	
Normal	0,022	1,015	1,020	1,025	1,050	1,055	1,025	1,030	1,020	1,025	1,030	
Uygun değil	0,035	1,020	1,025	1,030	1,060	1,070	1,030	1,035	1,025	1,025	1,040	

Çizelge 4.1 Spiwakowski 'ye göre SAZAK tesislerinde kullanılan direnç katsayıları.

#### 4.8. Geissler 'e Göre, SAZAK Tesislerinde, Zincir Çekme Kuvvetlerinin Hesaplanması

Geissler 'in zincirli konveyör tesislerine ait, çeşitli hareket yolları için kullandığı direnç denklemleri, aşağıda gösterilmiştir. Geissler, buradaki hesaplamaları kolaylaştırmak amacıyla, tesislerdeki bazı teknik değerlerin ortalama olarak değişebileceği sınırları göz önünde tutarak, bu sözü edilen denklemlerdeki direnç katsayılarını, diyagramlar haline dönüştürmüştür.

##### 4.8.1. Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w' \quad (4.89)$$

$w' = 0,016$  (doğrusal hareket yoluna ait direnç katsayısı)

##### 4.8.2. Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı veya zincir dişlisi

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2 \quad (4.90)$$

$W_1$  (N) Hareketli tekerleklerle ait yürütme direnci

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' \quad (4.91)$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ \quad (4.92)$$

$W_2$  (N) Saptırma kasnağı veya zincir dişlide meydana gelen hareket direnci

$$W_2 = A \cdot F_n \quad (4.92)$$

$$A = \frac{1}{R_H} \left( \mu_{L_2} \cdot DM_U \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right) \quad (4.93)$$

##### 4.8.3. Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2 \quad (4.95)$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' \quad (4.96)$$

$$W_2 = B \cdot F_n \quad (4.97)$$

$$B = \frac{f + \mu_{L_2} \cdot R_{MR}}{R_{STR}} \cdot \left( 2 \cdot \mu_K + \frac{\alpha}{57,4} + \frac{b}{R_H} \right) \quad (4.98)$$

$W_2$  (N) Makara bataryalarında meydana gelen hareket direnci

#### 4.8.4. Düşey düzlemde yükselme konumu

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2 + W_3 \quad (4.99)$$

$$W_1 = C_1 \cdot F_n \quad (4.100)$$

$$C_1 = \frac{8 \cdot b}{R_H} \cdot \frac{f + \mu_{L_1} \cdot R_M}{D} \quad (4.101)$$

$W_1$  (N) Alt ve üst kavis yaylarında meydana gelen hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

$$W_2 = q \cdot H \quad (4.102)$$

$W_2$  (N) Zincirlere ait kaldırma kuvveti

$$W_3 = w' \cdot q \cdot CG \cdot \cos \gamma \quad (4.103)$$

CG (m) Alt ve üst kavis yay yollarını birleştiren doğrusal hareket yolu

$\gamma$  ( $^\circ$ ) Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yolunun eğim açısı

$W_3$  (N) Hareketli tekerleklerin ( $\gamma$ ) eğimindeki doğrusal hareket yoluna ait direnç kuvveti

#### 4.8.5. Zincirin düşey düzlemdeki alçalma (inış) konumu

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2 + W_3 \quad (4.104)$$

$$W_1 = C_2 \cdot F_n \quad (4.105)$$

$$C_1 = \frac{8 \cdot b}{R_H} \cdot \frac{f + \mu_{L_1} \cdot R_M}{D} \quad (4.106)$$

$W_1$  (N) Alt ve üst kavis yaylarında meydana gelen hareketli tekerleklere ait yürütme direnci

$$W_2 = -q \cdot H$$

$W_2$  (N) Zincirlere ait kaldırma kuvveti

$$W_3 = w' \cdot q \cdot CG \cdot \cos \gamma \quad (4.107)$$

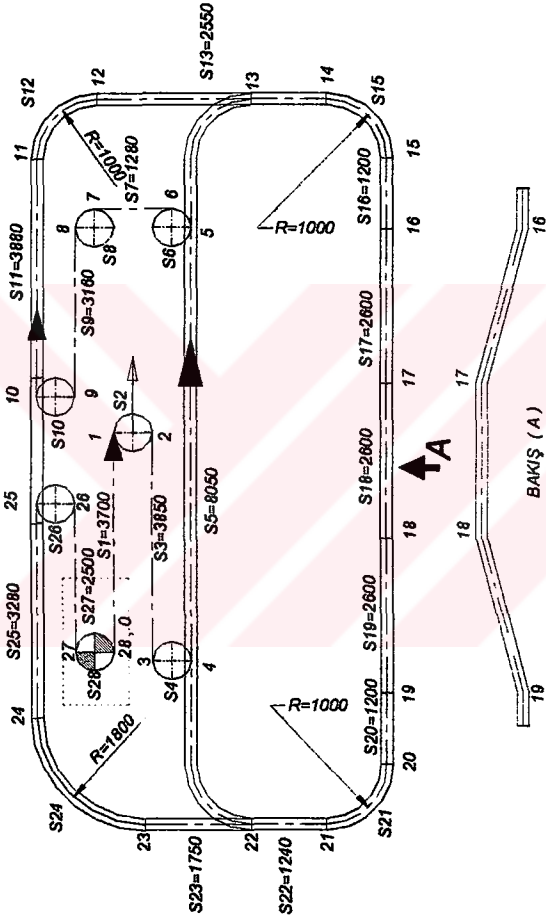
CG (m) Alt ve üst kavis yay yollarını birleştiren doğrusal hareket yolu

$\gamma$  ( $^\circ$ ) Düşey düzlemdeki doğrusal hareket yolunun eğim açısı

$W_3$  (N) Hareketli tekerleklerin ( $\gamma$ ) eğimindeki doğrusal hareket yoluna ait direnç kuvveti

## 5. ÇEŞİTLİ HESAPLAMA ve ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ İLE BULUNAN ZİNCİR ÇEKME KUVVETLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu karşılaştırmalar Berlin Teknik Üniversitesinde (B.U.) yapılan bir deney sonucunda yapılabilmektedir (kaynakça olarak M. Alışverişiçi). Aşağıda deney tesisinin (şekil 5.1 ) şekli ve teknik verileri çizilmiş ve yazılmıştır. Bu araştırmanın sonucunda çeşitli hesaplama yöntemleri ile elde edilen zincir çekme kuvvetleri ile ölçülen zincir çekme kuvvetleri arasındaki durumlara yorumlar getirilecektir.



Şekil 5.1 Deney tesisinin şeması (Alışverişiçi, Prof. M., 1979).

**Deney Tesisine Ait Bazı Teknik Veriler :**

Mafsallı zincir hatvesi	$T_K$	0,100 m
Hareketli tekerlek hatvesi	$T_L$	0,300 m
Taşıma tablasının hatvesi	$T_G$	1,000 m
Mafsallı zincir perno çapı	$D_K$	0.015 m
Hareketli tekerlek rulman çapı	$D_M$	0.030 m
Hareketli tekerlek ile akuple mafsalı zincir birim boy ağırlığı	$q_0$	220 N/m
Mafsallı zincir hızı	$V_K$	24 m/dak
Hareketli tekerlek çapı		82 mm
Toplam zincir uzunluğu		61 m
Tahrik motor gücü		9 kW
Tahrik zincir dişlisi ortalama çapı		640 mm
Saptırma kasnağı çapı		640 mm
Düşey düzlemdeki yükseklik farkı		0,670 m

**5.1. Deney Tesisine Ait Zincir Çekme Kuvvetlerinin Teorik Denklemlerden Faydalanılarak Hesaplanması**

Tesise hareket yollarına ait münferit dirençler tespit edilerek, bu münferit dirençlerin ard arda toplanması ile, maksimum zincir çekme kuvvetinin hesaplanması mümkün olmaktadır. Deney tesisindeki gergi istasyonunun ağırlığı 2.000 N olduğuna göre, her bir zincir koluna gelen ön gergi kuvveti değeri 1.000 N olmaktadır.

**0 – 1 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu**

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_0 = F_{\min} = 1.000 \text{ N (ön gergi kuvveti)}$$

$$q = 220 \text{ N/m}$$

$$R_M = 15 \text{ mm}$$

$$L_H = 3,700 \text{ m}$$

$$R = 41 \text{ mm}$$

$$\mu_{L1} = 0,03$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$F_1 = 1000 + 220 \cdot 3,700 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right)$$

$$F_1 = 1.018,72 \text{ N}$$

### 1 - 2 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( \mu_{L2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_1 = 1.018,72 \text{ N}$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$\mu_{L2} = 0,03$$

$$DM_u = 0,080 \text{ m}$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$D_K = 0,015 \text{ m}$$

$$F_2 = 1018,72 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 0,320 \cdot \frac{180^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} \right) + \frac{1018,72}{0,320} \cdot \left( 0,03 \cdot 0,08 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 1040,99 \text{ N}$$

$$F_2 = 1.040,99 \text{ N}$$

### 2-3 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_2 = 1.040,99 \text{ N}$$

$$L_H = 3,850 \text{ m}$$

$$F_3 = 1040,99 + 220 \cdot 3,850 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1060,47 \text{ N}$$

$$F_3 = 1.060,47 \text{ N}$$

3 – 4 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( \mu_{L2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_3 = 1.060,47 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$F_4 = 1060,47 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 0,320 \cdot \frac{180^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} \right) + \frac{1060,47}{0,320} \cdot \left( 0,03 \cdot 0,080 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 1083,44 \text{ N}$$

$$F_4 = 1.083,44 \text{ N}$$

4 – 5 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_4 = 1.083,44 \text{ N}$$

$$L_H = 8,050 \text{ m}$$

$$F_5 = 1083,44 + 220 \cdot 8,050 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1124,17 \text{ N}$$

$$F_5 = 1.124,17 \text{ N}$$

5 – 6 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( \mu_{L2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_5 = 1.124,17 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$F_6 = 1124,17 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 0,320 \cdot \frac{90^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} \right) + \frac{1124,17}{0,320} \cdot \left( 0,03 \cdot 0,080 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 1143,20 \text{ N}$$

$$F_6 = 1.143,20 \text{ N}$$

6 – 7 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q.L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_6 = 1.143,20 \text{ N}$$

$$L_H = 1,280 \text{ m}$$

$$F_7 = 1143,20 + 220 \cdot 1,280 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1149,68 \text{ N}$$

$$F_7 = 1.149,68 \text{ N}$$

7 – 8 Yatay düzlemde bulunan sapıtma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( \mu_{L_2} \cdot D_{M_u} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_7 = 1.149,68 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$F_8 = 1149,68 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 0,320 \cdot \frac{90^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} \right) + \frac{1149,68}{0,320}$$

$$\cdot \left( 0,03 \cdot 0,080 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 1169,08 \text{ N}$$

$$F_8 = 1.169,08 \text{ N}$$

8 – 9 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q.L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_8 = 1.143,20 \text{ N}$$

$$L_H = 3,160 \text{ m}$$

$$F_9 = 1169,08 + 220 \cdot 3,160 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1185,07 \text{ N}$$

$$F_9 = 1.185,07 \text{ N}$$

9 – 10 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasağı :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( \mu_{L2} \cdot D_{M_u} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_9 = 1.185,07 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$F_{10} = 1185,07 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 0,320 \cdot \frac{180^\circ \cdot 3,14}{180^\circ} \right) + \frac{1185,07}{0,320}$$

$$\cdot \left( 0,03 \cdot 0,080 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 1210,14 \text{ N}$$

$$F_{10} = 1.210,14 \text{ N}$$

10 – 11 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{10} = 1.210,14 \text{ N}$$

$$L_H = 3,680 \text{ m}$$

$$F_{11} = 1210,14 + 220 \cdot 3,680 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1228,76 \text{ N}$$

$$F_{11} = 1.228,76 \text{ N}$$

11 – 12 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \right) + \frac{1}{R_{STR}} \cdot \frac{F_n \cdot b}{R_H} \cdot \mu_{L2} \cdot R_{MR} \cdot \left( R_H \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{180^\circ \cdot b} + 1 \right)$$

$$F_n = F_{11} = 1.228,76 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1 \text{ m}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = \beta \cdot R_H = 9^\circ \cdot \pi / 180^\circ \cdot 1000 = 157 \text{ mm}$$

$$F_{12} = 1228,76 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 1,90^0 \cdot \frac{3,14}{180^0} \right) + \left( \frac{1}{1} \cdot 0,20 \cdot 1228,76 \cdot 0,015 \right) \\ + \frac{1}{50} \cdot \frac{1228,76 \cdot 157}{1000} \cdot 0,03 \cdot 12,5 \cdot \left( 1000 \cdot 3,14 \cdot \frac{90^0}{180^0 \cdot 157} + 1 \right)$$

$$F_{12} = 1.256,29 \text{ N}$$

12 – 13 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{12} = 1.256,29 \text{ N}$$

$$L_H = 2,550 \text{ m}$$

$$F_{13} = 1256,29 + 220 \cdot 2,550 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1269,19 \text{ N}$$

$$F_{13} = 1.269,19 \text{ N}$$

13 – 14 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{13} = 1.269,19 \text{ N}$$

$$L_H = 1,240 \text{ m}$$

$$F_{14} = 1269,19 + 220 \cdot 1,240 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1275,46 \text{ N}$$

$$F_{14} = 1.275,46 \text{ N}$$

14 – 15 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^0} \right) + \left( \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \right) \\ + \frac{1}{R_{STR}} \cdot \frac{F_n \cdot b}{R_H} \cdot \mu_{L_2} \cdot R_{MR} \cdot \left( R_H \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{180^0 \cdot b} + 1 \right)$$

$$F_n = F_{14} = 1.275,46 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^0$$

$$R_H = 1 \text{ m}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = \beta \cdot R_H = 9^\circ \cdot \pi / 180^\circ \cdot 1000 = 157 \text{ mm}$$

$$F_{15} = 1275,46 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 1,90^\circ \cdot \frac{3,14}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{1} \cdot 0,20 \cdot 1275,46 \cdot 0,015 \right) \\ + \frac{1}{50} \cdot \frac{1275,46 \cdot 157}{1000} \cdot 0,03 \cdot 12,5 \cdot \left( 1000 \cdot 3,14 \cdot \frac{90^\circ}{180^\circ \cdot 157} + 1 \right)$$

$$F_{15} = 1.303,74 \text{ N}$$

15 – 16 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{15} = 1.303,74 \text{ N}$$

$$L_H = 1,200 \text{ m}$$

$$F_{16} = 1303,74 + 220 \cdot 1,200 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1309,81 \text{ N}$$

$$F_{16} = 1.309,81 \text{ N}$$

16 – 17 Zincirin düşey düzlemdeki yükselme konumu :

Burada ilk olarak, alt kavisli yay yolunun nihayetindeki kuvvet değerini hesaplayalım.

$$F_{n+1} = F_n + \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot [3 \cdot BD - Q \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2 + \cos \alpha_3)] \\ + q \cdot R_{VU} \cdot (1 - \cos \eta) + \frac{1}{R_{VU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K$$

$$BD = F_n \cdot BU / R_{VU} = 1309,81 \cdot 0,300 / 2,5 = 157,17 \text{ N}$$

$$F_n = F_{16} = 1.309,81 \text{ N}$$

$$BU = 0,300 \text{ m}$$

$$R_{VU} = 2,5 \text{ m}$$

$$Q = q \cdot BU = 220 \cdot 0,300 = 66 \text{ N}$$

$$\alpha_0 = \arcsin ( BU / R_{VU} ) = \arcsin ( 0,300 / 2,5 ) = 6,9^\circ$$

$$\alpha_1 = \frac{\eta - 2 \cdot \alpha_0}{2} = \frac{30^\circ - 2 \cdot 6,9^\circ}{2} = 8,1^\circ$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha_0 = 8,1^\circ + 6,9^\circ = 15^\circ$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + 2 \cdot \alpha_0 = 8,1^\circ + 2 \cdot 6,9^\circ = 21,9^\circ$$

$$F_{n+1} = 1309,81 + \left(0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41}\right) \left[3 \cdot 157,17 - 66 \cdot (\cos 8,1^\circ + \cos 15^\circ + \cos 21,9^\circ)\right] \\ + 220 \cdot 2,5 \cdot (1 - \cos 30^\circ) + \frac{1}{2,5} \cdot 0,20 \cdot 1309,81 \cdot 0,015 = 1391,52 \text{ N}$$

Bu yükselme konumunda, doğrusal hareket yolu bulunmadığından dolayı, şimdide üst yay yolunun sonundaki kuvvet değerini bulmaya çalışalım.

$$F_{n+1} = F_n + \left[ \sum_{m=1}^{KO} (BD + Q \cdot \cos \alpha_m) \right] \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) + q \cdot R_{VO} \cdot (1 - \cos \vartheta) + \frac{1}{R_{VO}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K$$

$$BD = F_n \cdot BO / R_{VO} = 1391,52 \cdot 0,300 / 2,5 = 166,98 \text{ N}$$

$$\alpha_0 = \arcsin(BO / R_{VO}) = \arcsin(0,300 / 2,5) = 6,9^\circ$$

$$\alpha_1 = \frac{\vartheta - (KO - 1) \cdot \alpha_0}{2} = \frac{30^\circ - (5 - 1) \cdot 6,9^\circ}{2} = 1,2^\circ$$

$$\nu = 30^\circ$$

$$KO = (\nu / \alpha_0) + 1 = (30^\circ / 6,9^\circ) + 1 = 5$$

$$\alpha_m = \alpha_1 + (m + 1) \cdot \alpha_0$$

$\alpha_1$	=	$1,2^\circ$
$\alpha_2$	$1,2^\circ + 1 \cdot 6,9^\circ =$	$8,1^\circ$
$\alpha_3$	$1,2^\circ + 2 \cdot 6,9^\circ =$	$15^\circ$
$\alpha_4$	$1,2^\circ + 3 \cdot 6,9^\circ =$	$21,9^\circ$
$\alpha_5$	$1,2^\circ + 4 \cdot 6,9^\circ =$	$28,8^\circ$

$$F_{17} = 1391,52 + \left(0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41}\right) \left[5 \cdot 166,98 + 66 \cdot (\cos 1,2^\circ + \cos 8,1^\circ + \cos 15^\circ + \cos 21,9^\circ + \cos 28,8^\circ)\right] \\ + 220 \cdot 2,5 \cdot (1 - \cos 30^\circ) + \frac{1}{2,5} \cdot 0,20 \cdot 1391,52 \cdot 0,015 = 1493,27 \text{ N}$$

$$F_{17} = 1.493,27 \text{ N}$$

17 – 18 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{17} = 1.493,27 \text{ N}$$

$$L_H = 1,260 \text{ m}$$

$$F_{18} = 1493,27 + 220 \cdot 1,260 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1506,42 \text{ N}$$

$$F_{18} = 1.506,42 \text{ N}$$

18 – 19 Zincirin düşey düzlemdeki iniş konumu :

Burada ilk olarak, üst kavisli yay yolunun nihayetindeki kuvvet değerini hesaplayalım.

$$F_{n+1} = F_n + \left[ \sum_{m=1}^{KO} (BD + Q \cdot \cos \alpha_m) \right] \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) - q \cdot R_{VO} \cdot (1 - \cos \vartheta) + \frac{1}{R_{VO}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K$$

$$BD = F_n \cdot BO / R_{VO} = 1506,42 \cdot 0,300 / 2,5 = 180,77 \text{ N}$$

$$F_n = 1.506,42 \text{ N}$$

$$BO = 0,300 \text{ m}$$

$$R_{VO} = 2,5 \text{ m}$$

$$\alpha_0 = \arcsin(BO / R_{VO}) = \arcsin(0,300 / 2,5) = 6,9^\circ$$

$$\alpha_1 = \frac{\vartheta - (KO - 1) \cdot \alpha_0}{2} = \frac{30^\circ - (5 - 1) \cdot 6,9^\circ}{2} = 1,2^\circ$$

$$\vartheta = 30^\circ$$

$$KO = (\vartheta / \alpha_0) + 1 = (30^\circ / 6,9^\circ) + 1 = 5$$

$$\alpha_m = \alpha_1 + (m + 1) \cdot \alpha_0$$

$\alpha_1$	=	$1,2^\circ$
$\alpha_2$	$1,2^\circ + 1 \cdot 6,9^\circ =$	$8,1^\circ$
$\alpha_3$	$1,2^\circ + 2 \cdot 6,9^\circ =$	$15^\circ$
$\alpha_4$	$1,2^\circ + 3 \cdot 6,9^\circ =$	$21,9^\circ$
$\alpha_5$	$1,2^\circ + 4 \cdot 6,9^\circ =$	$28,8^\circ$

$$F_{n+1} = 1506,42 + \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left[ 5 \cdot 180,77 + 66 (\cos 1,2^\circ + \cos 8,1^\circ + \cos 15^\circ + \cos 21,9^\circ + \cos 28,8^\circ) \right] + 220 \cdot 2,5 \cdot (1 - \cos 30^\circ) + \frac{1}{2,5} \cdot 0,20 \cdot 1391,52 \cdot 0,015 = 1462,53 \text{ N}$$

$$F_{n+1} = 1.462,77 \text{ N}$$

Buradaki iniş konumunda, doğrusal hareket yolu bulunmadığından dolayı, şimdide alt yay yolunun nihayetindeki kuvvet değerini bulmaya çalışalım.

$$F_{n+1} = F_n + \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot [3 \cdot BD - Q \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2 + \cos \alpha_3)] - q \cdot R_{VU} \cdot (1 - \cos \eta) + \frac{1}{R_{VU}} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K$$

$$BD = F_n \cdot BU / R_{VU} = 1462,53 \cdot 0,300 / 2,5 = 175,50 \text{ N}$$

$$F_n = 1.462,53 \text{ N}$$

$$BU = 0,300 \text{ m}$$

$$R_{VU} = 2,5 \text{ m}$$

$$Q = q \cdot BU = 220 \cdot 0,300 = 66 \text{ N}$$

$$\alpha_0 = \arcsin ( BU / R_{VU} ) = \arcsin ( 0,300 / 2,5 ) = 6,9^\circ$$

$$\alpha_1 = \frac{\eta - 2 \cdot \alpha_0}{2} = \frac{30^\circ - 2 \cdot 6,9^\circ}{2} = 8,1^\circ$$

$$\alpha_2 = \alpha_1 + \alpha_0 = 8,1^\circ + 6,9^\circ = 15^\circ$$

$$\alpha_3 = \alpha_1 + 2 \cdot \alpha_0 = 8,1^\circ + 2 \cdot 6,9^\circ = 21,9^\circ$$

$$F_{19} = 1462,53 + \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot [3 \cdot 175,50 - 66 \cdot (\cos 8,1^\circ + \cos 15^\circ + \cos 21,9^\circ)] - 220 \cdot 2,5 \cdot (1 - \cos 30^\circ) + \frac{1}{2,5} \cdot 0,20 \cdot 1309,81 \cdot 0,015 = 1398,33 \text{ N}$$

$$F_{19} = 1.398,33 \text{ N}$$

19 – 20 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{19} = 1.398,33 \text{ N}$$

$$L_H = 1,200 \text{ m}$$

$$F_{20} = 1398,33 + 220 \cdot 1,200 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1404,40 \text{ N}$$

$$F_{20} = 1.404,40 \text{ N}$$

**20 – 21 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :**

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \right) \\ + \frac{1}{R_{STR}} \cdot \frac{F_n \cdot b}{R_H} \cdot \mu_{L_2} \cdot R_{MR} \cdot \left( R_H \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{180^\circ \cdot b} + 1 \right)$$

$$F_n = F_{20} = 1.404,40 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1 \text{ m}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = \beta \cdot R_H = 9^\circ \cdot \pi / 180^\circ \cdot 1000 = 157 \text{ mm}$$

$$F_{21} = 1404,40 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 1 \cdot 90^\circ \cdot \frac{3,14}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{1} \cdot 0,20 \cdot 1404,40 \cdot 0,015 \right) \\ + \frac{1}{50} \cdot \frac{1404,40 \cdot 157}{1000} \cdot 0,03 \cdot 12,5 \cdot \left( 1000 \cdot 3,14 \cdot \frac{90^\circ}{180^\circ \cdot 157} + 1 \right)$$

$$F_{21} = 1.434,74 \text{ N}$$

**21 – 22 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :**

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{21} = 1.434,74 \text{ N}$$

$$L_H = 1,240 \text{ m}$$

$$F_{22} = 1434,74 + 220 \cdot 1,240 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1441,01 \text{ N}$$

$$F_{22} = 1.441,01 \text{ N}$$

22 – 23 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{22} = 1.441,01 \text{ N}$$

$$L_H = 1,750 \text{ m}$$

$$F_{23} = 1441,01 + 220 \cdot 1,750 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1449,87 \text{ N}$$

$$F_{23} = 1.449,87 \text{ N}$$

23 – 24 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{R_H} \cdot \mu_K \cdot F_n \cdot D_K \right) \\ + \frac{1}{R_{STR}} \cdot \frac{F_n \cdot b}{R_H} \cdot \mu_{L_2} \cdot R_{MR} \cdot \left( R_H \cdot \pi \cdot \frac{\alpha}{180^\circ \cdot b} + 1 \right)$$

$$F_n = F_{23} = 1.449,87 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1,8 \text{ m}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = \beta \cdot R_H = 5^\circ \cdot \pi / 180^\circ \cdot 1800 = 157 \text{ mm}$$

$$F_{24} = 1449,87 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 1,8 \cdot 90^\circ \cdot \frac{3,14}{180^\circ} \right) + \left( \frac{1}{1,8} \cdot 0,20 \cdot 1449,87 \cdot 0,015 \right) \\ + \frac{1}{50} \cdot \frac{1449,87 \cdot 157}{1800} \cdot 0,03 \cdot 12,5 \cdot \left( 1800 \cdot 3,14 \cdot \frac{90^\circ}{180^\circ \cdot 157} + 1 \right)$$

$$F_{24} = 1.484,59 \text{ N}$$

24 – 25 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L_1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{24} = 1.484,59 \text{ N}$$

$$L_H = 3,280 \text{ m}$$

$$F_{25} = 1484,59 + 220 \cdot 3,280 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1501,18 \text{ N}$$

$$F_{25} = 1.501,18 \text{ N}$$

25 – 26 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \cdot \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^0} \right) + \frac{F_n}{R_H} \cdot \left( \mu_{L2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_{25} = 1.501,18 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^0$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$F_{26} = 1501,18 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \cdot \left( 0,320 \cdot \frac{180^0 \cdot 3,14}{180^0} \right) + \frac{1501,18}{0,320} \cdot \left( 0,03 \cdot 0,080 \cdot \sin \frac{180^0}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 1531,58 \text{ N}$$

$$F_{26} = 1.531,58 \text{ N}$$

26 – 27 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right)$$

$$F_n = F_{26} = 1.531,58 \text{ N}$$

$$L_H = 2,500 \text{ m}$$

$$F_{27} = 1531,58 + 220 \cdot 2,500 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) = 1544,23 \text{ N}$$

$$F_{27} = 1.544,23 \text{ N}$$

**Motor Gücü Hesabı :**

Burada hesaplanmaya çalışılan motor gücü, deney tesisinin yüksüz hareketi sırasında meydana gelen, iç sürtünme ve dirençlerini yenebilecek bir güç olmaktadır. Zincirli konveyörlerin tam yük ile çalıştırılması hallerinde de, gerekli olan motor gücü benzer tarzda hesaplanmaktadır.

Tahrik dişlisinin çevre kuvveti :

$$U = F_{27} - F_0 = 1544,23 - 1000 = 544,23 \text{ N}$$

Tahrik zincir dişlisinin hareketi sırasında, saptırma kasnaklarında olduğu gibi sürtünme ve hareket dirençleri meydana gelmektedir. Bu dirençlerinde yenilebilmesi için, zincir dişlisine ait gerçek çevre kuvvetlerinin hesaplanması gerekir.

$$U^* = U + W$$

$$W = q \left( \mu_{L1} \cdot \frac{R_M}{R} + \frac{f}{R} \right) \left( R_H \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{F_n}{R_H} \left( \mu_{L2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right)$$

$$F_n = F_{27} = 1.544,23 \text{ N}$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$\mu_{L2} = 0,03$$

$$DM_u = 0,080 \text{ m}$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$U^* = 544,23 + 220 \cdot \left( 0,03 \cdot \frac{15}{41} + \frac{0,5}{41} \right) \left( 0,320 \cdot 180^\circ \cdot \frac{\pi}{180^\circ} \right) + \frac{1544,23}{0,320} \cdot \left( 0,03 \cdot 0,080 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right)$$

$$U^* = 575,36 \text{ N}$$

$$P = \frac{M \cdot n}{9550 \cdot \eta_t} = \frac{184,11 \cdot 12}{9550 \cdot 0,65} = 0,35 \text{ kW}$$

$$M = U^* \cdot R_H = 575,36 \cdot 0,320 = 184,11 \text{ N.m}$$

$$n = V_K / (\pi \cdot D) = 24 / (\pi \cdot 0,640) = 12 \text{ d/dak}$$

$$P = 0,35 \text{ kW}$$

## 5.2. Spiwakowski 'ye Göre, Deney Tesisine Ait, Maksimum Zincir Çekme Kuvvetinin Hesaplanması

Spiwakowski 'ye göre, hesaplamaların yürütülebilmesi için ilk olarak işletme şartlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Deney tesisinin (şekil 5.1) bulunduğu yerde, aşındırıcı özelliği fazla olan tozların olmadığı, temiz ve kuru bir mahal olması nedeni ile, burada işletme şartları uygun seçilmiştir. İkinci olarak, daha önce olduğu gibi minimum zincir çekme kuvvetinin bulunduğu kısımdan başlanarak, art arda hareket dirençlerinin tespit edilmesi ile, aranan maksimum kuvvet değerleri, aşağıda sırası ile hesaplanmıştır.

0 – 1 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_0 = F_{\min.} = 1.000 \text{ N}$$

$$q = 220 \text{ N/m}$$

$$L_H = 3,700 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_1 = 1000 + 220 \cdot 3,700 \cdot 0,020 = 1016,28 \text{ N}$$

$$F_1 = 1.041,68 \text{ N}$$

1 – 2 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2$$

$$F_n = F_1 = 1.016,28 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,025 \text{ (çizelge 4.1 ; } \alpha=180^0 \text{ ; rulmanlı yatak)}$$

$$F_2 = 1016,28 \cdot 1,025 = 1041,68 \text{ N}$$

$$F_2 = 1.058,62 \text{ N}$$

2 – 3 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_2 = 1.041,68 \text{ N}$$

$$L_H = 3,850 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_3 = 1041,68 + 220 \cdot 3,850 \cdot 0,020 = 1058,62 \text{ N}$$

$$F_3 = 1.058,62 \text{ N}$$

3 – 4 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2$$

$$F_n = F_3 = 1.058,62 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,025 \text{ (çizelge 4.1 ; } \alpha=180^0 \text{ ; rulmanlı yatak)}$$

$$F_4 = 1058,62 \cdot 1,025 = 1085,09 \text{ N}$$

$$F_4 = 1.085,09 \text{ N}$$

4 – 5 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_4 = 1.085,09 \text{ N}$$

$$L_H = 8,050 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_5 = 1085,09 + 220 \cdot 8,050 \cdot 0,020 = 1120,51 \text{ N}$$

$$F_5 = 1.120,51 \text{ N}$$

5 – 6 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2$$

$$F_n = F_5 = 1.120,51 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,020 \text{ (çizelge 4.1 ; } \alpha=90^0 \text{ ; rulmanlı yatak)}$$

$$F_6 = 1120,51 \cdot 1,020 = 1142,92 \text{ N}$$

$$F_6 = 1.142,92 \text{ N}$$

6 – 7 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_6 = 1.142,92 \text{ N}$$

$$L_H = 1,280 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_7 = 1142,92 + 220 \cdot 1,280 \cdot 0,020 = 1148,55 \text{ N}$$

$$F_7 = 1.148,55 \text{ N}$$

7 – 8 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2$$

$$F_n = F_7 = 1.148,55 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,020 \text{ (çizelge 4.1 ; } \alpha=90^0 \text{ ; rulmanlı yatak)}$$

$$F_8 = 1148,55 \cdot 1,020 = 1171,52 \text{ N}$$

$$F_8 = 1.171,52 \text{ N}$$

8 – 9 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_8 = 1.171,52 \text{ N}$$

$$L_H = 3,160 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_9 = 1171,52 + 220 \cdot 3,160 \cdot 0,020 = 1185,42 \text{ N}$$

9 – 10 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2$$

$$F_n = F_9 = 1.185,42 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,020 \text{ (çizelge 4.1 ; } \alpha=180^0 \text{ ; rulmanlı yatak)}$$

$$F_{10} = 1185,42 \cdot 1,020 = 1209,13 \text{ N}$$

$$F_{10} = 1.209,13 \text{ N}$$

10 – 11 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{10} = 1.209,13 \text{ N}$$

$$L_H = 3,680 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{11} = 1209,13 + 220 \cdot 3,680 \cdot 0,020 = 1225,32 \text{ N}$$

$$F_{11} = 1.225,32 \text{ N}$$

11 – 12 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_3$$

$$F_n = F_{11} = 1.225,32 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,015 \text{ (çizelge 4.1 ; } \beta=9^0)$$

$$F_{12} = 1225,32 \cdot 1,015 = 1243,69 \text{ N}$$

$$F_{12} = 1.243,69 \text{ N}$$

12 – 13 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{12} = 1.243,69 \text{ N}$$

$$L_H = 2,550 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{11} = 1243,69 + 220 \cdot 2,550 \cdot 0,020 = 1254,91 \text{ N}$$

$$F_{11} = 1.254,91 \text{ N}$$

13 – 14 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{13} = 1.254,91 \text{ N}$$

$$L_H = 1,240 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{14} = 1254,91 + 220 \cdot 1,240 \cdot 0,020 = 1260,37 \text{ N}$$

$$F_{14} = 1.260,37 \text{ N}$$

14 – 15 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_3$$

$$F_n = F_{14} = 1.260,37 \text{ N}$$

$$W_3 = 1,015 \text{ (çizelge 4.1 ; } \beta=9^0)$$

$$F_{15} = 1260,37 \cdot 1,015 = 1279,28 \text{ N}$$

$$F_{15} = 1.279,28 \text{ N}$$

15 – 16 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{15} = 1.279,28 \text{ N}$$

$$L_H = 1,200 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{16} = 1279,28 + 220 \cdot 1,200 \cdot 0,020 = 1284,56 \text{ N}$$

$$F_{16} = 1.284,56 \text{ N}$$

**16 – 17 Düşey düzlemdeki yükselme konumu :**

$$F_{n+1} = W_1 \cdot (W_1 \cdot F_n + q \cdot L_H \cdot w' + q \cdot H)$$

$$F_{16} = 1.284,56 \text{ N}$$

$$L_H = 2,500 \text{ m}$$

$$H = 0,670 \text{ m}$$

$$W_1 = 1,010 \text{ (çizelge 4.1 ; } \gamma = 15^0 \text{)}$$

$$F_{17} = 1,010 \cdot (1,010 \cdot 1284,56 + 220 \cdot 2,500 \cdot 0,020 + 220 \cdot 0,670) = 1470,36 \text{ N}$$

$$F_{17} = 1.470,36 \text{ N}$$

**17 – 18 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :**

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{17} = 1.279,28 \text{ N}$$

$$L_H = 2,600 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{18} = 1470,36 + 220 \cdot 2,600 \cdot 0,020 = 1481,80 \text{ N}$$

$$F_{18} = 1.481,80 \text{ N}$$

**18 – 19 Düşey düzlemdeki yükselme konumu :**

$$F_{n+1} = W_1 \cdot (W_1 \cdot F_n + q \cdot L_H \cdot w' - q \cdot H)$$

$$F_{18} = 1.481,80 \text{ N}$$

$$L_H = 2,500 \text{ m}$$

$$H = 0,670 \text{ m}$$

$$W_1 = 1,010 \text{ (çizelge 4.1 ; } \gamma = 15^0 \text{)}$$

$$F_{19} = 1,010 \cdot (1,010 \cdot 1481,80 + 220 \cdot 2,500 \cdot 0,020 + 220 \cdot 0,670) = 1373,82 \text{ N}$$

$$F_{19} = 1.373,82 \text{ N}$$

**19 – 20 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :**

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{19} = 1.373,82 \text{ N}$$

$$L_H = 1,200 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (cetvel 2)}$$

$$F_{20} = 1373,82 + 220 \cdot 1,200 \cdot 0,020 = 1379,09 \text{ N}$$

$$F_{20} = 1.379,09 \text{ N}$$

20 – 21 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_3$$

$$F_n = F_{20} = 1.379,09 \text{ N}$$

$$W_3 = 1,015 \text{ (çizelge 4.1 ; } \beta=9^0)$$

$$F_{21} = 1379,09 \cdot 1,015 = 1399,77 \text{ N}$$

$$F_{21} = 1.399,77 \text{ N}$$

21 – 22 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{21} = 1.399,77 \text{ N}$$

$$L_H = 1,240 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{22} = 1399,77 + 220 \cdot 1,240 \cdot 0,020 = 1405,23 \text{ N}$$

$$F_{22} = 1.405,23 \text{ N}$$

22 – 23 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{22} = 1.405,23 \text{ N}$$

$$L_H = 1,750 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{23} = 1405,77 + 220 \cdot 1,750 \cdot 0,020 = 1412,93 \text{ N}$$

$$F_{23} = 1.412,93 \text{ N}$$

23 – 24 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_3$$

$$F_n = F_{23} = 1.412,93 \text{ N}$$

$$W_3 = 1,015 \text{ (çizelge 4.1 ; } \beta=5^0)$$

$$F_{24} = 1412,93 \cdot 1,015 = 1434,12 \text{ N}$$

$$F_{24} = 1.434,12 \text{ N}$$

24 – 25 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{24} = 1.434,12 \text{ N}$$

$$L_H = 3,280 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{23} = 1434,12 + 220 \cdot 3,280 \cdot 0,020 = 1448,56 \text{ N}$$

$$F_{23} = 1.448,56 \text{ N}$$

25 – 26 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n \cdot W_2$$

$$F_n = F_{25} = 1.448,56 \text{ N}$$

$$W_2 = 1,025 \text{ (çizelge 4.1 ; } \alpha=180^\circ \text{ ; rulmanlı yatak)}$$

$$F_{26} = 1448,56 \cdot 1,025 = 1484,77 \text{ N}$$

$$F_{26} = 1.484,77 \text{ N}$$

26 – 27 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_{26} = 1.484,77 \text{ N}$$

$$L_H = 2,500 \text{ m}$$

$$w' = 0,020 \text{ (çizelge 4.1)}$$

$$F_{27} = 1484,77 + 220 \cdot 2,500 \cdot 0,020 = 1495,77 \text{ N}$$

$$F_{27} = 1.495,77 \text{ N}$$

**Motor Gücü Hesabı :**

Aşağıda motor gücü hesabı yapılmıştır.

$$U = F_{27} - F_0 = 1495,77 - 1000 = 495,77 \text{ N}$$

$$U^* = U + W = 495,77 + 37,39 = 533,16 \text{ N}$$

$$W = F_{27} \cdot W_2 - F_{27} = 1495,77 \cdot 1,025 - 1495,77 = 37,39 \text{ N}$$

$W_2 = 1,025$  (çizelge 4.1 ; rulmanlı yatak ; zincir dişli  $\alpha=180^\circ$  )

$$P = \frac{M.n}{9550.\eta_t} = \frac{170,61.12}{9550.0,65} = 0,32\text{kW}$$

$$M = U^* . R_H = 533,16 . 0,320 = 170,61 \text{ N.m}$$

$$\eta_t = 0,65 \text{ (sistemin toplam verimi)}$$

$$n = (v_K) / \pi . D = (24) / \pi . 0,640 = 12 \text{ d/d}$$

### 5.3. Geissler 'e Göre, Deney Tesisine Ait, Maksimum Zincir Çekme Kuvvetinin Hesaplanması

Zincirli konveyör tesislerindeki çekme kuvvetlerinin hesaplanmasında kullanılan hareket denklemlerindeki direnç katsayıları, takribi olarak, tesisin hareket yollarının konumuna göre, Geissler 'in diyagramlarından tespit edilebilmektedir. Deney tesisinin belli olan değerleri nedeniyle, buradaki hesaplamalarımızda katsayılar verilmiş olan diyagramlardan yaklaşık olarak, alınmamış olup, gerçeğe daha yakın değerler elde edilebilmesi bakımından ayrı ayrı hesaplanmışlardır. Aşağıda, deney tesisinin yüksüz hareketi sırasında Geissler 'e göre belirli hareket yollarının sonundaki zincir çekme kuvvet değerlerinin hesaplanması gösterilmiştir.

#### 0 – 1 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_n = F_0 = F_{\min} = 1.000 \text{ N}$$

$$L_H = 3,700 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_1 = 1000 + 220 \cdot 3,700 \cdot 0,016 = 1013,02 \text{ N}$$

$$F_1 = 1.013,02 \text{ N}$$

#### 1 – 2 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$F_1 = 1.013,02 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 0,320 \cdot \pi \cdot 180^\circ / 180^\circ = 1,0048 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,0048 \cdot 0,016 = 3,53 \text{ N}$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,011875 \cdot 1013,02 = 12,02 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{R_H} \cdot \left( \mu_{L_2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right) = \frac{1}{0,32} \cdot \left( 0,01 \cdot 0,08 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 0,011875$$

$$\mu_{L_2} = 0,01$$

$$DM_u = 0,080 \text{ m}$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$D_K = 0,015 \text{ m}$$

$$F_2 = 1013,02 + 3,53 + 12,02 = 1028,57 \text{ N}$$

$$F_2 = 1.028,57 \text{ N}$$

2 – 3 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_2 = 1.028,57 \text{ N}$$

$$L_H = 3,850 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_3 = 1028,57 + 220 \cdot 3,850 \cdot 0,016 = 1042,13 \text{ N}$$

$$F_3 = 1.042,13 \text{ N}$$

3 – 4 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$F_3 = 1.013,02 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^0$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^0 = 0,320 \cdot \pi \cdot 180^0 / 180^0 = 1,0048 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,0048 \cdot 0,016 = 3,53 \text{ N}$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,011875 \cdot 1042,13 = 12,37 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{R_H} \cdot \left( \mu_{L_2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right) = \frac{1}{0,32} \cdot \left( 0,01 \cdot 0,08 \cdot \sin \frac{180^0}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 0,011875$$

$$\mu_{L_2} = 0,01$$

$$DM_u = 0,080 \text{ m}$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$D_K = 0,015 \text{ m}$$

$$F_4 = 1042,13 + 3,53 + 12,37 = 1058,03 \text{ N}$$

$$F_4 = 1.058,03 \text{ N}$$

4 – 5 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_4 = 1.058,03 \text{ N}$$

$$L_H = 8,050 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_5 = 1058,03 + 220 \cdot 8,050 \cdot 0,016 = 1086,36 \text{ N}$$

$$F_5 = 1.086,36 \text{ N}$$

5 – 6 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$F_5 = 1.086,36 \text{ N}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 0,320 \cdot \pi \cdot 90^\circ / 180^\circ = 0,5024 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 0,5024 \cdot 0,016 = 1,76 \text{ N}$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,0111428 \cdot 1086,36 = 12,10 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{R_H} \cdot \left( \mu_{L_2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right) = \frac{1}{0,32} \cdot \left( 0,01 \cdot 0,08 \cdot \sin \frac{90^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 0,0111428$$

$$\mu_{L_2} = 0,01$$

$$DM_u = 0,080 \text{ m}$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$D_K = 0,015 \text{ m}$$

$$F_6 = 1086,36 + 1,76 + 12,10 = 1100,22 \text{ N}$$

$$F_6 = 1.100,22 \text{ N}$$

6 – 7 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_6 = 1.100,22 \text{ N}$$

$$L_H = 1,280 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_7 = 1100,22 + 220 \cdot 1,280 \cdot 0,016 = 1104,73 \text{ N}$$

$$F_7 = 1.104,73 \text{ N}$$

7 – 8 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$\alpha = 90^0$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = 0,5024 \text{ m}$$

$$A = 0,0111428$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 0,5024 \cdot 0,016 = 1,76 \text{ N}$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,0111428 \cdot 1104,73 = 12,30 \text{ N}$$

$$F_8 = 1104,73 + 1,76 + 12,30 = 1118,79 \text{ N}$$

$$F_8 = 1.118,79 \text{ N}$$

8 – 9 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_8 = 1.118,79 \text{ N}$$

$$L_H = 3,160 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_9 = 1118,79 + 220 \cdot 3,160 \cdot 0,016 = 1129,91 \text{ N}$$

$$F_9 = 1.129,91 \text{ N}$$

9 – 10 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$\alpha = 180^0$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = 1,0048 \text{ m}$$

$$A = 0,011875$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,0048 \cdot 0,016 = 1,76 \text{ N}$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,011875 \cdot 1129,91 = 13,41 \text{ N}$$

$$F_{10} = 1129,91 + 3,53 + 13,41 = 1146,85 \text{ N}$$

$$F_{10} = 1.146,85 \text{ N}$$

10 – 11 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{10} = 1.146,85 \text{ N}$$

$$L_H = 3,680 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{11} = 1146,85 + 220 \cdot 3,680 \cdot 0,016 = 1159,80 \text{ N}$$

$$F_{11} = 1.159,80 \text{ N}$$

11 – 12 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1,000 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 1 \cdot \pi \cdot 90^\circ / 180^\circ = 1,570 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,570 \cdot 0,016 = 5,52 \text{ N}$$

$$W_2 = B \cdot F_n = 0,0265618 \cdot 1159,80 = 30,80 \text{ N}$$

$$B = \frac{f + \mu_{L2} \cdot R_{MR}}{R_{STR}} \cdot \left( 2 \cdot \mu_K + \frac{\alpha}{57,4} + \frac{b}{R_H} \right) = \frac{0,5 + 0,01 \cdot 12,5}{50} \cdot \left( 2 \cdot 0,20 + \frac{90^\circ}{57,4} + \frac{157}{1000} \right) = 0,0265618$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$\mu_{L2} = 0,01$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = 157 \text{ mm}$$

$$F_{12} = 1159,80 + 5,52 + 30,80 = 1196,13 \text{ N}$$

$$F_{12} = 1.196,13 \text{ N}$$

12 – 13 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{12} = 1.196,13 \text{ N}$$

$$L_H = 2,550 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{13} = 1196,13 + 220 \cdot 2,550 \cdot 0,016 = 1205,11 \text{ N}$$

$$F_{13} = 1.205,11 \text{ N}$$

13 – 14 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{13} = 1.205,11 \text{ N}$$

$$L_H = 1,240 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{14} = 1205,11 + 220 \cdot 1,240 \cdot 0,016 = 1209,47 \text{ N}$$

$$F_{14} = 1.209,47 \text{ N}$$

14 – 15 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1,000 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 1 \cdot \pi \cdot 90^\circ / 180^\circ = 1,570 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,570 \cdot 0,016 = 5,52 \text{ N}$$

$$W_2 = B \cdot F_n = 0,0265618 \cdot 1209,47 = 32,12 \text{ N}$$

$$B = \frac{f + \mu_{L2} \cdot R_{MR}}{R_{STR}} \cdot \left( 2 \cdot \mu_K + \frac{\alpha}{57,4} + \frac{b}{R_H} \right) = \frac{0,5 + 0,01 \cdot 12,5}{50} \cdot \left( 2 \cdot 0,20 + \frac{90^\circ}{57,4} + \frac{157}{1000} \right) = 0,0265618$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$\mu_{L2} = 0,01$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = 157 \text{ mm}$$

$$F_{15} = 1209,47 + 5,52 + 32,12 = 1247,12 \text{ N}$$

$$F_{15} = 1.247,12 \text{ N}$$

15 – 16 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{15} = 1.247,12 \text{ N}$$

$$L_H = 1,200 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{16} = 1247,12 + 220 \cdot 1,200 \cdot 0,016 = 1251,34 \text{ N}$$

$$F_{16} = 1.251,34 \text{ N}$$

16 – 17 Düşey düzlemdeki yükselme konumu :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2 + W_3$$

$$W_1 = C_1 \cdot F_n = 0,0076098 \cdot 1251,34 = 9,52 \text{ N}$$

$$C_1 = \frac{8 \cdot b}{R_H} \cdot \frac{f + \mu_{L1} \cdot R_M}{D} = \frac{8 \cdot 300}{2500} \cdot \frac{0,5 + 0,01 \cdot 15}{82} = 0,0076098$$

$$b = 0,300 \text{ m}$$

$$\mu_{L1} = 0,01$$

$$R_H = 2,500 \text{ m}$$

$$R_M = 15 \text{ mm}$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$D = 82 \text{ mm}$$

$$W_2 = q \cdot H = 220 \cdot 0,670 = 147,40 \text{ N}$$

$$H = 0,670 \text{ m}$$

$$W_3 = w' \cdot q \cdot CG \cdot \cos \gamma = 0$$

$$CG = 0$$

$$F_{17} = 1251,34 + 9,52 + 147,40 + 0 = 1408,26 \text{ N}$$

$$F_{17} = 1.408,26 \text{ N}$$

17 – 18 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{17} = 1.408,26 \text{ N}$$

$$L_H = 2,600 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{18} = 1408,26 + 220 \cdot 2,600 \cdot 0,016 = 1417,41 \text{ N}$$

$$F_{18} = 1.417,41 \text{ N}$$

18 – 19 Düşey düzlemdeki yükselme konumu :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2 + W_3$$

$$W_1 = C_1 \cdot F_n = 0,0076098 \cdot 1417,41 = 10,78 \text{ N}$$

$$C_1 = \frac{8 \cdot b}{R_H} \cdot \frac{f + \mu_{L1} \cdot R_M}{D} = \frac{8 \cdot 300}{2500} \cdot \frac{0,5 + 0,01 \cdot 15}{82} = 0,0076098$$

$$b = 0,300 \text{ m}$$

$$\mu_{L1} = 0,01$$

$$R_H = 2,500 \text{ m}$$

$$R_M = 15 \text{ mm}$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$D = 82 \text{ mm}$$

$$W_2 = -q \cdot H = -220 \cdot 0,670 = -147,40 \text{ N}$$

$$H = 0,670 \text{ m}$$

$$W_3 = w' \cdot q \cdot CG \cdot \cos \gamma = 0$$

$$CG = 0$$

$$F_{19} = 1417,41 + 10,78 - 147,40 + 0 = 1280,79 \text{ N}$$

$$F_{19} = 1.280,79 \text{ N}$$

19 – 20 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{19} = 1.280,79 \text{ N}$$

$$L_H = 1,200 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{20} = 1280,79 + 220 \cdot 1,200 \cdot 0,016 = 1285,02 \text{ N}$$

$$F_{20} = 1.285,02 \text{ N}$$

20 – 21 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1,000 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 1 \cdot \pi \cdot 90^\circ / 180^\circ = 1,570 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,570 \cdot 0,016 = 5,52 \text{ N}$$

$$W_2 = B \cdot F_n = 0,0265618 \cdot 1285,02 = 34,13 \text{ N}$$

$$B = \frac{f + \mu_{L2} \cdot R_{MR}}{R_{STR}} \cdot \left( 2 \cdot \mu_K + \frac{\alpha}{57,4} + \frac{b}{R_H} \right) = \frac{0,5 + 0,01 \cdot 12,5}{50} \cdot \left( 2 \cdot 0,20 + \frac{90^\circ}{57,4} + \frac{157}{1000} \right) = 0,0265618$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$\mu_{L2} = 0,01$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = 157 \text{ mm}$$

$$F_{21} = 1285,02 + 5,52 + 34,13 = 1324,67 \text{ N}$$

$$F_{21} = 1.324,67 \text{ N}$$

21 – 22 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{21} = 1.324,67 \text{ N}$$

$$L_H = 1,240 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{22} = 1324,67 + 220 \cdot 1,240 \cdot 0,016 = 1329,03 \text{ N}$$

$$F_{22} = 1.329,03 \text{ N}$$

22 – 23 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{22} = 1.329,03 \text{ N}$$

$$L_H = 1,750 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{20} = 1329,03 + 220 \cdot 1,750 \cdot 0,016 = 1335,19 \text{ N}$$

$$F_{20} = 1.335,19 \text{ N}$$

23 – 24 Yatay düzlemde bulunan makara bataryaları :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$R_H = 1,800 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 1,8 \cdot \pi \cdot 90^\circ / 180^\circ = 2,826 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 2,826 \cdot 0,016 = 9,94 \text{ N}$$

$$W_2 = B \cdot F_n = 0,025896 \cdot 1335,19 = 34,30 \text{ N}$$

$$B = \frac{f + \mu_{L2} \cdot R_{MR}}{R_{STR}} \cdot \left( 2 \cdot \mu_K + \frac{\alpha}{57,4} + \frac{b}{R_H} \right) = \frac{0,5 + 0,01 \cdot 12,5}{50} \cdot \left( 2 \cdot 0,20 + \frac{90^\circ}{57,4} + \frac{157}{1000} \right) = 0,0256896$$

$$f = 0,5 \text{ mm}$$

$$R_{STR} = 50 \text{ mm}$$

$$\mu_{L2} = 0,01$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$R_{MR} = 12,5 \text{ mm}$$

$$b = 157 \text{ mm}$$

$$F_{24} = 1335,19 + 9,94 + 34,30 = 1379,43 \text{ N}$$

$$F_{24} = 1.379,43 \text{ N}$$

24 – 25 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{24} = 1.379,43 \text{ N}$$

$$L_H = 3,280 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{25} = 1379,43 + 220 \cdot 3,280 \cdot 0,016 = 1390,98 \text{ N}$$

$$F_{25} = 1.390,98 \text{ N}$$

25 – 26 Yatay düzlemde bulunan saptırma kasnağı :

$$F_{n+1} = F_n + W_1 + W_2$$

$$F_{25} = 1.390,98 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = R_H \cdot \pi \cdot \alpha / 180^\circ = 0,320 \cdot \pi \cdot 180^\circ / 180^\circ = 1,0048 \text{ m}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,0048 \cdot 0,016 = 3,53 \text{ N}$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,011875 \cdot 1390,98 = 16,51 \text{ N}$$

$$A = \frac{1}{R_H} \left( \mu_{L2} \cdot DM_u \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \mu_K \cdot D_K \right) = \frac{1}{0,32} \left( 0,01 \cdot 0,08 \cdot \sin \frac{180^\circ}{2} + 0,20 \cdot 0,015 \right) = 0,011875$$

$$\mu_{L2} = 0,01$$

$$DM_u = 0,080 \text{ m}$$

$$\mu_K = 0,20$$

$$D_K = 0,015 \text{ m}$$

$$F_{26} = 1390,98 + 3,53 + 16,51 = 1411,02 \text{ N}$$

$$F_{26} = 1.411,02 \text{ N}$$

26 – 27 Yatay düzlemde bulunan doğrusal hareket yolu :

$$F_{n+1} = F_n + q \cdot L_H \cdot w'$$

$$F_{26} = 1.411,02 \text{ N}$$

$$L_H = 2,500 \text{ m}$$

$$w' = 0,016$$

$$F_{25} = 1411,02 + 220 \cdot 2,500 \cdot 0,016 = 1419,82 \text{ N}$$

$$F_{25} = 1.419,82 \text{ N}$$

**Motor Gücü Hesabı**

Deney tesisi için gerekli olan motor gücü, Geissler 'in hesaplama yöntemi ile bulunan maksimum zincir çekme kuvvet değerine göre, aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. ...

$$U = F_{27} - F_0 = 1419,82 - 1000 = 419,82 \text{ N}$$

$$U^* = U + W = 419,82 + 20,39 = 440,21 \text{ N}$$

$$W = W_1 + W_2 = 3,53 + 16,86 = 20,39 \text{ N}$$

$$W_1 = q \cdot L_H \cdot w' = 220 \cdot 1,0048 \cdot 0,016 = 3,53 \text{ N}$$

$$\alpha = 180^\circ$$

$$R_H = 0,320 \text{ m}$$

$$L_H = 1,0048 \text{ m}$$

$$A = 0,011875$$

$$W_2 = A \cdot F_n = 0,011875 \cdot 1419,82 = 16,86 \text{ N}$$

$$P = \frac{M.n}{9550.\eta_t} = \frac{140,86.12}{9550.0,65} = 0,27kW$$

$$M = U^* . R_H = 440,21 . 0,320 = 140,86 N.m$$

$$\eta_t = 0,65 \text{ (sistemin toplam verimi)}$$

$$n = \frac{v_K}{\pi.D} = \frac{24}{\pi.0,640} = 12d/d$$

#### 5.4. Deney Tesisine Ait Hesaplanmış Bulunan Zincir Çekme Kuvvet Değerlerinin Mukayesesi

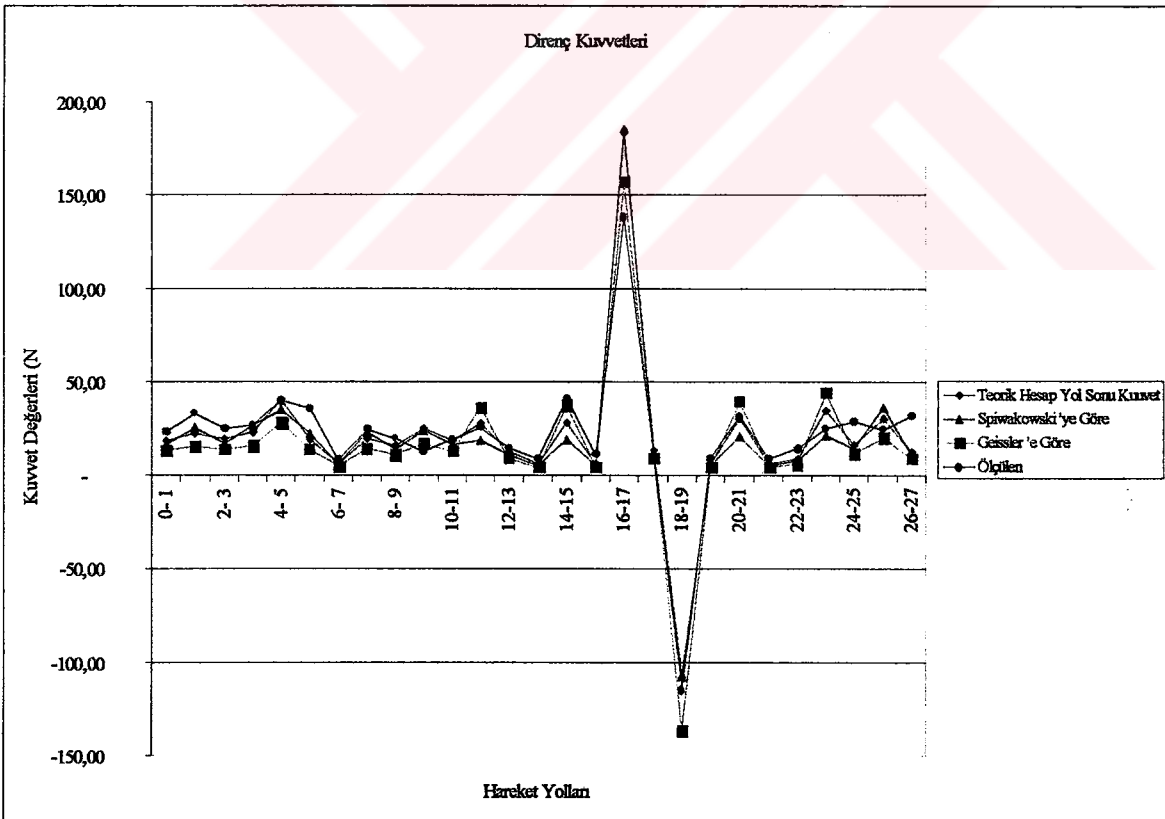
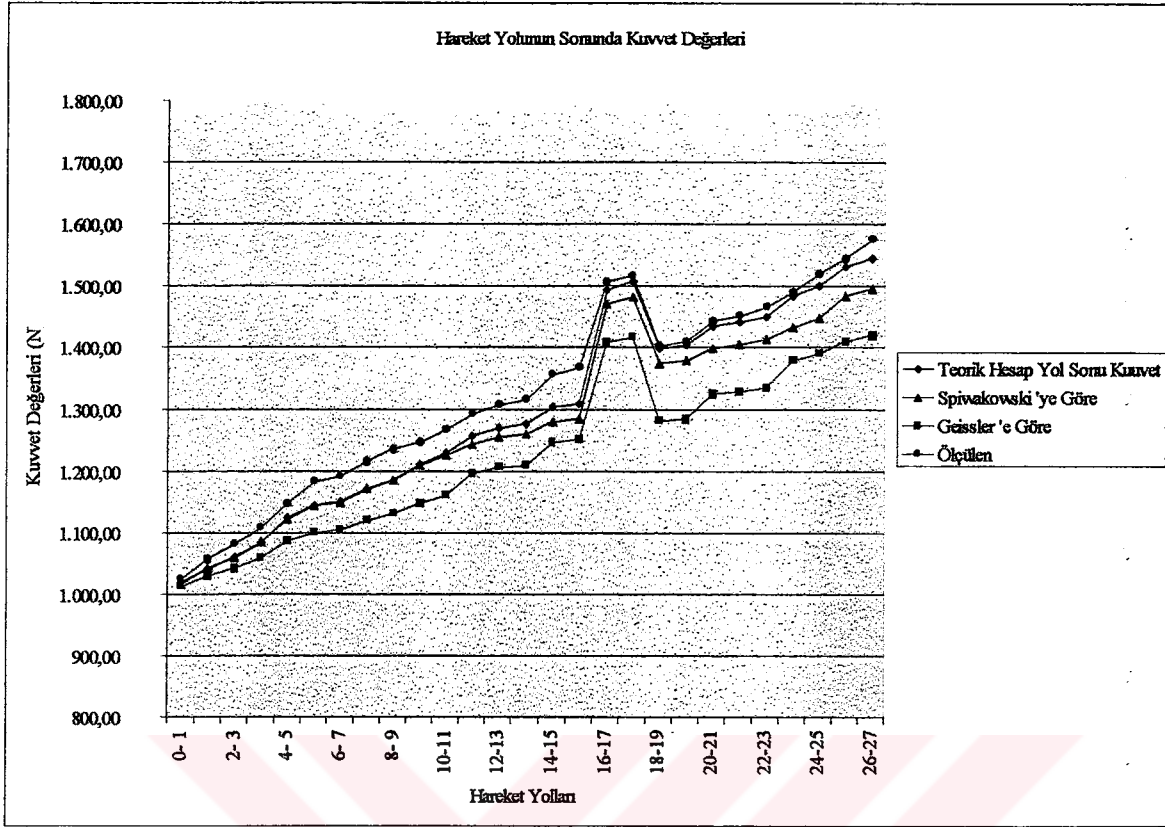
Deney tesisinin yüksüz hareketi sırasında, çekme elemanı mafsalı zincirde, tesisin hareket yollarına göre ölçülmüş olan ve daha önce hesaplayarak bulmuş olduğumuz zincir çekme kuvvetleri bir arada çizelge 5.1 ve şekil 5.2 'de gösterilmiştir. Şekil 5.2 'in incelenmesinden de kolayca görülebileceği gibi, deney tesisine ait ölçülmüş olan zincir çekme kuvvet değerleri, diğerlerine nazaran en büyük değerler olarak bulunmuşlardır. Burada en küçük değerler ise, Geissler 'in hesaplama metoduna göre elde edilmektedirler. Ölçme sonucu bulmuş olduğumuz kuvvet değerlerini baz olarak kabul ederek diğer değerler ile mukayesesi yapıldığında;

- SAZAK tesislerinde, zincir çekme kuvvetlerinin tespitine yardımcı olmak üzere, bütün hareket dirençlerinin göz önünde tutulduğu teorik hesaplama ile elde edilmiş olan zincir çekme kuvvetleri (%2) nispetinde daha küçük,
- Spiwakowski 'ye göre hesaplanmış bulunan zincir çekme kuvvetleri (%3)-daha küçük,
- Geissler 'in hesaplama metoduna göre ise bulmuş olduğumuz çekme kuvvetleri (%7) daha küçük olarak bulunmuş olmaktadır

Bu mukayeseye göre, ampirik direnç katsayılarının kullanıldığı hesaplamalardan, Spiwakowski 'ye ait değerler Geissler 'e nazaran daha uygun sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Kabullerin uygunluğundan söz etmek doğru olmaktadır.

Hareket Yolları	Hareket Yol Uzunlukları (m)	Teorik Hesaplama			Spiwakowski'ye Göre			Geissler'e Göre			Ölçülen		
		Hareket Yollarının Sonundaki Kuvvet (N)	Direnç Kuvveti (N)	Hareket Yollarının Sonundaki Kuvvet (N)	Direnç Kuvveti (N)	Hareket Yollarının Sonundaki Kuvvet (N)	Direnç Kuvveti (N)	1. Ölçme (N)	2. Ölçme (N)	Ortalama (N)	Direnç Kuvveti (N)		
0-1	3,7000	1.018,72	18,72	1.016,28	16,28	1.013,02	13,02	1.022,00	1.025,00	1.023,50	23,50	23,50	
1-2	1,0048	1.040,99	22,27	1.041,68	25,40	1.028,57	15,55	1.055,00	1.058,00	1.056,50	33,00	33,00	
2-3	3,8500	1.060,47	19,48	1.058,62	16,94	1.042,13	13,56	1.082,00	1.080,50	1.081,25	24,75	24,75	
3-4	1,0048	1.083,44	22,97	1.085,09	26,47	1.058,03	15,90	1.107,00	1.108,50	1.107,75	26,50	26,50	
4-5	8,0500	1.124,17	40,73	1.120,51	35,42	1.086,36	28,33	1.147,00	1.148,00	1.147,50	39,75	39,75	
5-6	0,5024	1.143,20	19,03	1.142,92	22,41	1.100,22	13,86	1.180,50	1.185,50	1.183,00	35,50	35,50	
6-7	1,2800	1.149,68	6,48	1.148,55	5,63	1.104,73	4,51	1.188,50	1.194,00	1.191,25	8,25	8,25	
7-8	0,5024	1.169,08	19,40	1.171,52	22,97	1.118,79	14,06	1.213,00	1.218,00	1.215,50	24,25	24,25	
8-9	3,1600	1.185,07	15,99	1.185,42	13,90	1.129,91	11,12	1.233,50	1.236,50	1.235,00	19,50	19,50	
9-10	1,0048	1.210,14	25,07	1.209,13	23,71	1.146,85	16,94	1.247,50	1.247,50	1.247,50	12,50	12,50	
10-11	3,6800	1.228,76	18,62	1.225,32	16,19	1.159,80	12,95	1.266,50	1.266,50	1.266,50	19,00	19,00	
11-12	1,5700	1.256,29	27,53	1.243,69	18,37	1.196,13	36,33	1.291,00	1.293,50	1.292,25	25,75	25,75	
12-13	2,5500	1.269,09	12,80	1.254,91	11,22	1.205,11	8,98	1.306,00	1.307,50	1.306,75	14,50	14,50	
13-14	1,2400	1.275,46	6,37	1.260,37	5,46	1.209,47	4,36	1.313,00	1.318,00	1.315,50	8,75	8,75	
14-15	1,5700	1.303,74	28,28	1.279,28	18,91	1.247,12	37,65	1.355,50	1.357,50	1.356,50	41,00	41,00	
15-16	1,2000	1.309,81	6,07	1.284,56	5,28	1.251,34	4,22	1.367,50	1.368,00	1.367,75	11,25	11,25	
16-17	2,6000	1.493,27	183,46	1.470,36	185,80	1.408,26	156,92	1.505,50	1.507,00	1.506,25	138,50	138,50	
17-18	2,6000	1.506,42	13,15	1.481,80	11,44	1.417,41	9,15	1.517,50	1.516,50	1.517,00	10,75	10,75	
18-19	2,6000	1.398,33	-108,09	1.373,82	-107,98	1.280,79	-136,62	1.402,50	1.402,50	1.402,50	-114,50	-114,50	
19-20	1,2000	1.404,40	6,07	1.379,09	5,27	1.285,02	4,23	1.413,00	1.409,50	1.411,25	8,75	8,75	
20-21	1,5700	1.434,74	30,34	1.399,77	20,68	1.324,67	39,65	1.443,00	1.442,00	1.442,50	31,25	31,25	
21-22	1,2400	1.441,01	6,27	1.405,23	5,46	1.329,03	4,36	1.450,00	1.452,50	1.451,25	8,75	8,75	
22-23	1,7500	1.449,87	8,86	1.412,93	7,70	1.335,19	6,16	1.463,50	1.467,50	1.465,50	14,25	14,25	
23-24	2,8260	1.484,59	34,72	1.434,12	21,19	1.379,43	44,24	1.489,00	1.492,00	1.490,50	25,00	25,00	
24-25	3,2800	1.501,18	16,59	1.448,56	14,44	1.390,98	11,55	1.518,50	1.520,50	1.519,50	29,00	29,00	
25-26	1,0048	1.531,58	30,40	1.484,77	36,21	1.411,02	20,04	1.542,50	1.545,50	1.544,00	24,50	24,50	
26-27	2,5000	1.544,23	12,65	1.495,77	11,00	1.419,82	8,80	1.573,50	1.578,00	1.575,75	31,75	31,75	

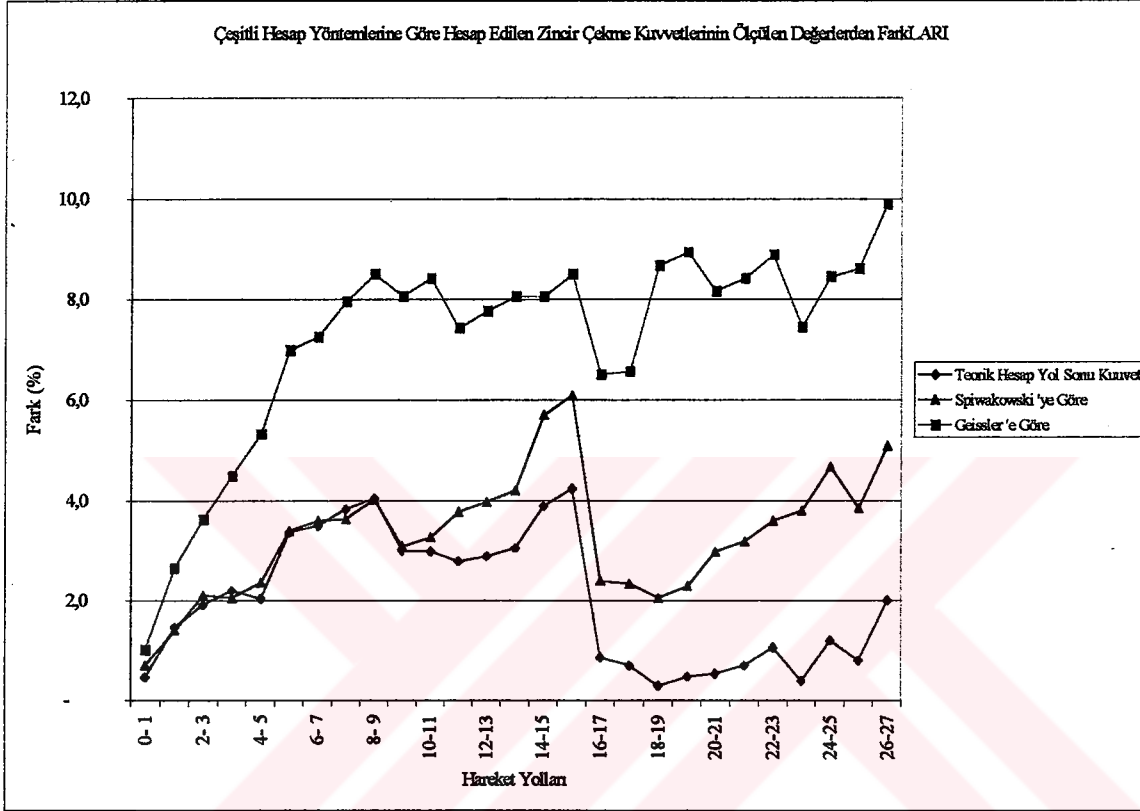
Çizelge 5.1 Deneysel tesisine ait çeşitli hesaplamaya yöntemlerine göre zincir çekme kuvvetleri



Çizelge 5.2 (Çizelge 5.1 'de ) verilen değerlerin grafik şekli.

Ölçülen	FARK (%)		
	Teorik Hesap	Spiwakowski	Geissler
<i>Direnç Kuvveti (N)</i>			
1.023,50	0,5	0,7	1,0
1.056,50	1,5	1,4	2,6
1.081,25	1,9	2,1	3,6
1.107,75	2,2	2,0	4,5
1.147,50	2,0	2,4	5,3
1.183,00	3,4	3,4	7,0
1.191,25	3,5	3,6	7,3
1.215,50	3,8	3,6	8,0
1.235,00	4,0	4,0	8,5
1.247,50	3,0	3,1	8,1
1.266,50	3,0	3,3	8,4
1.292,25	2,8	3,8	7,4
1.306,75	2,9	4,0	7,8
1.315,50	3,0	4,2	8,1
1.356,50	3,9	5,7	8,1
1.367,75	4,2	6,1	8,5
1.506,25	0,9	2,4	6,5
1.517,00	0,7	2,3	6,6
1.402,50	0,3	2,0	8,7
1.411,25	0,5	2,3	8,9
1.442,50	0,5	3,0	8,2
1.451,25	0,7	3,2	8,4
1.465,50	1,1	3,6	8,9
1.490,50	0,4	3,8	7,5
1.519,50	1,2	4,7	8,5
1.544,00	0,8	3,8	8,6
1.575,75	2,0	5,1	9,9
ortalama	2	3	7

Çizelge 5.3 Deney tesisinde ölçülen değerler ile çeşitli hesaplama yöntemleri ile elde edilen değerler arasındaki farklar



Çizelge 5.4 (Çizelge 5.3 'de) verilen değerlerin grafik şekli.

## 6. DEĞERLENDİRME

Tez çalışması iki konu üzerinde toplanmaktadır. Bunlardan birincisi sürekli akımlı konveyör tesislerinde kullanılan elemanlar, konstrüksiyon yapıları ve seçilme parametreleridir. İkincisi bu tesislerde zincir çekme kuvvetinin hesaplanabilmesi için gerekli olan yürütme dirençlerinin incelenmesidir. Konunun önemli denilebilecek bazı bilgi ve bulgularını değerlendirerek bu bölümde özetledik.

Öncelikle bu tip konveyörlerin en önemli avantajlarını sıraladık. Bunlar;

1. Çalışma mevkiine göre düzgün olmayan ve fazla yer işgal etmeyen (özellikle yüksek tavanlı yapılarda) bir özellik gösterirler.
2. Seri imalat yapan birçok fabrikada (özellikle otomotiv sanayi, beyaz eşya sanayi..v.b.) operasyonların sürekliliği bakımından çok önemli bir yere sahiptir.
3. Farklı istasyonlara sayesinde değişik mevkiilere çeşitli ekipmanlar yardımıyla isteğe bağlı mamul, yarımamul veya hammaddeler iletilebilir.
4. Büyük miktarlarda taşıma yükü ve mesafeleri sağlayabilirler

Fakat bunların yanında dezavantajlarından da bahsetmek gerekmektedir.

1. Tesisin hareketi sırasında dinamik hareket etkilerinden dolayı sallanma ve çarpmalar için önlemler alınmalıdır.
2. Gürültü oluşturmaktadırlar.
3. Bakım masrafları yüksek denebilecek düzeydedir.

SAZAK sistemlerinde kullanılan elemanlar kısaca; zincirler , zincir askı düzenleri, tekerlek askıları, yük askı düzenleri, tahrik üniteleri, zincir gerdirme üniteleri, iletim yolları, iletim yollarındaki yatay ve dikey yön değiştirmeler, askı bağlantıları, taşıyıcı durdurma düzenleri, taşıyıcının hat değiştirme düzenleri olarak verilmiştir.

SAZAK sistemlerinde tek bir zincir askısının kaldırabileceği yük 500 kg kadar çıkabilmektedir. Maksimum iletim hızı 40 m/dak olarak sınırlandırılmıştır. Zincirler, özellikle 200 m daha uzun sistemlerin muhakkak zincir yağlama tertibatları bulunmalıdır.

Bir SAZAK sisteminde boyutlandırılmasında dikkat edilecek noktalar:

1. Tesisin kurulacağı ortamın koşulları (nem, toz, ...) ve konveyörün izleyeceği güzergâh,
2. İletilecek malın veya malların nitelikleri (ağırlık, boyutları,...) ,
3. İletilecek malın miktarına göre iletim hızı mümkün mertebe düşürülmeye çalışmalıdır (dinamik davranışlar),
4. Bu tip tesislerde mümkün olduğu kadar düz iletim yoluna gidilirse tesiste hesaplanacak olan zincir çekme kuvvetleri daha düşük değerlerde bulunacaktır. Bu kuruluş ve işletme maliyetini düşürecektir.

Bir SAZAK tesisinde yürütme dirençleri ile karşılaşılan yerler:

1. Doğrusal hareket yolları,
2. Makara bataryaları ile sağlanan hareket yolları,
3. Zincir dişlisine ait hareket yolları,
4. Saptırma kasnaklarına ait hareket yolları,
5. Düşey düzlemdeki yükselme ve iniş hareket yolları,

(5.) bölümde incelenen deney tesisi sonucunda, Spiwakowski 'nin ampirik formülleri ve katsayıları gerçeğe daha yakın sonuçlar vermektedir. Sonuçta bu tezde bir SAZAK tesisinin projelendirilmesinde gerekli olan zincir çekme kuvvetlerinin hesaplanması en küçük (%2) ve en büyük (%7) daha az gerçeğe yakın olduğu görülmüştür.

**KAYNAKLAR**

Alışverişçi, M (1978), Sürekli Akımlı Zincirli Konveyör Tesislerinde Zincir Çekme Kuvvetlerinin Teorik Olarak Hesaplanması ve lçlmesi, Doktora Tezi, İstanbul, 115

Altunel, M.G. (1987), Sürekli Akımlı Zincirli Gtrcler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 63

BAKSAN Makina Konveyör Sistemleri San. Tic. Ltd. Şti., İmalathane, Rami Kışla Cad. Apek retmen İş Merk. A-Blok No : 27,28,29 Topçular, İstanbul

Cerit, A. M. (1976) (Çeviri : A. Spiwakowski, V. Djatschkow), Gtrcler, Makina Müh. Odası ,1976

Demirsoy, Prof. Dr. Müh. M. (1984), Transport Tekniği (İletim Makinaları)(Cilt II), İzmir, 443



**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum Tarihi	11.03.1975	
Doğum Yeri	İstanbul	
Lise	1989-1992	Kabataş Erkek Lisesi
Lisans	1992-1996	Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü
Çalıştığı Kurumlar		
	1996	Şener Otomotiv Mak. San. ve Ltd. Şti.
	1997-devam ediyor	DİNARSU İmalat ve T.A.Ş.

