Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

-I-

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1- Çelik tel halatlar 7
   a) Çelik tel 7
   b) Halat demeti 9
   c) Halat özü 13
      • Lif özler 14
      • Çelik özler 14
2- Çelik tel halat tipleri 17
   a) Demetli halatlar 17
      • Yuvarlak demetli halatlar 17
      • Üçgen demetli halatlar 18
      • Oval demetli halatlar 18
   b) Dönme dirençli halatlar 19
   c) Spiral halatlar 20
   d) Kaplamalı ve dolgulu halatlar 21
   e) Örgülü halatlar 22
   f) Yassı halatlar 22
3- Halat sarımı 28
   a) Çapraz sarım 29
   b) Düz sarım 29
4- Demet büyüklükleri 30
5- Tel halatların kısa gösterilişi 31
   a) Tek katlı demetli halat 34
   b) Çok demetli (Dönme dirençli) halat 35
   c) Açık spiral halat (Yuvarlak telli) 36
   d) Tam kapalı (Kenetli) spiral halat 36

e) [L2]'den örnekler 37
f) [L21]'den örnekler 38
f) [L18]'den örnekler 39
6- Halat boyutları 41
7- Madencilik işlerinde kullanılacak halatlar 46
8- Halat kapının hesabı 47
a) Dr. Ing. W. OSTERMANN'dan [L11] ... 48
b) Dr. Ing. Klaus FEYRER'den [L2, L6] ... 62
9- Eğilme 107
10- Donandt kuvveti (Yükü) 126
11- Halatı servis dışı bırakacak (iş-leteneden çıkaracak) tel kırık sayısının tespiti 134
12- Teorik halat ömrü 150
13- Etkili (Etkin) halat çekme kuvveti ... 166
14- Halat verimliliği 173
15- Eşdeğer halat çekme kuvveti 174
16- Optimum (En uygun) halat kapı ... 177
17- Halatın çalışma çevrim sayısı ... 184
18- Örnekler 187
• 18/1 187
• 18/2 202
• 18/3 204
• 18/4 213
• 18/5 223
19- Uygulama örneği 235

20- Ekler 282
- EK-1 282
- EK-1 Tercüme 283
- EK-2 287
- EK-3 288
- EK-4 289
- EK-5 290
- EK-6 291
- EK-7 292
- EK-8 293

21- LİTERATÜR 296

ÖNSÖZ

Akademik veya bilimsel olmayan bu çalışma, Şekil 1 de gösterilen KOEPE ihraç (Nakliyat) sistemi taşıyıcı çelik halatı için, genel hesaplama yöntemi ile ilgili bir araştırma çalışması olup, Tablo 1 den de görülebileceği gibi beş ana faktör üzerine kurulmuştur. Faydalı olması dileğiyle.

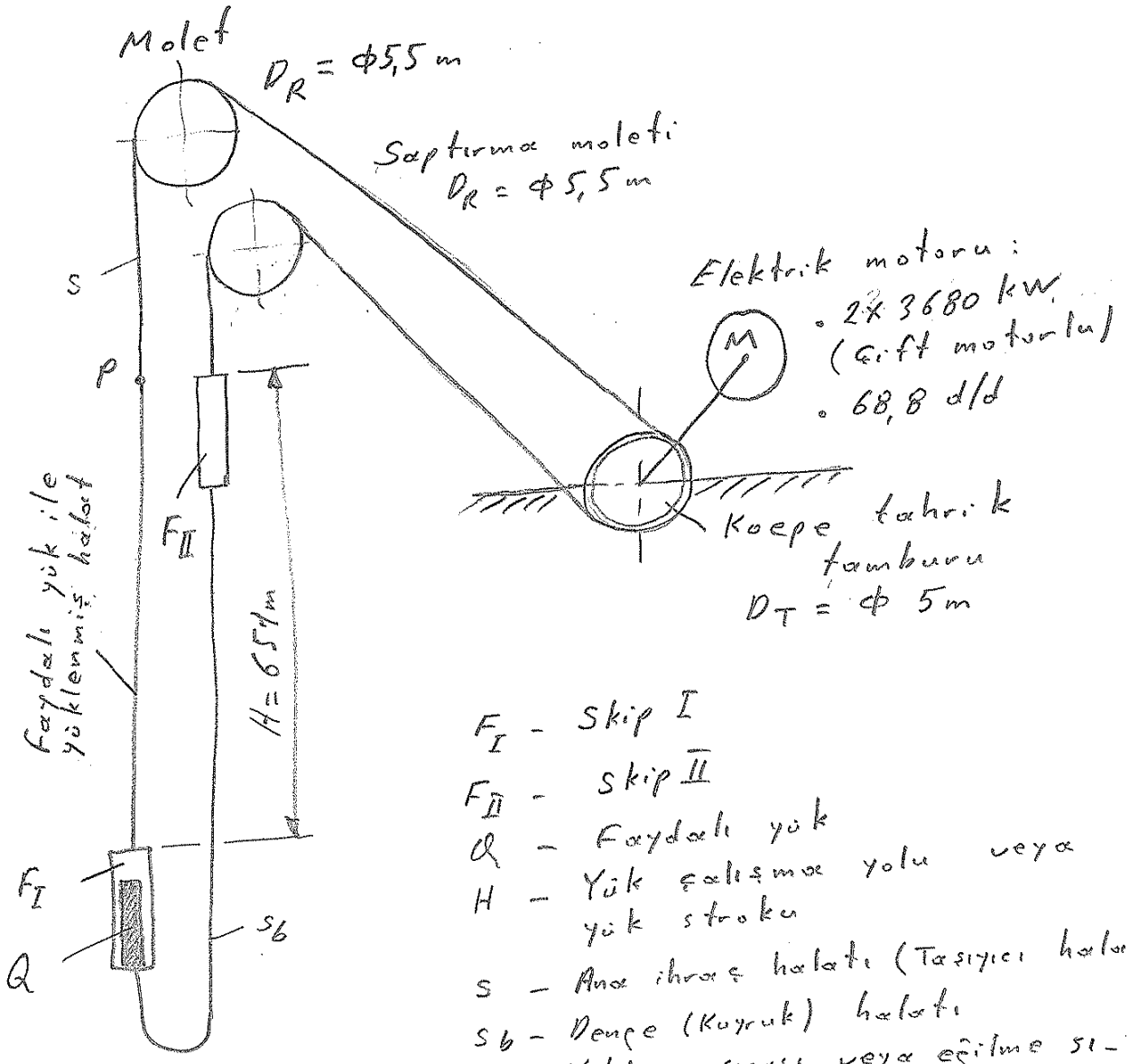
Bu çalışmanın hazırlanmasında:

- Dr. Y. Aytaç ONUR'a (Yardım ve destekleri için)
- Kadir ÇELİK'e (Bütün çalışmalarımızdaki birlikteliğimiz için)
- Serap ÖZER'e (İngilizce tercümeler için)
- Ramazan KARAASLAN'a (Almanca tercümeler için)

çok teşekkür ederim.

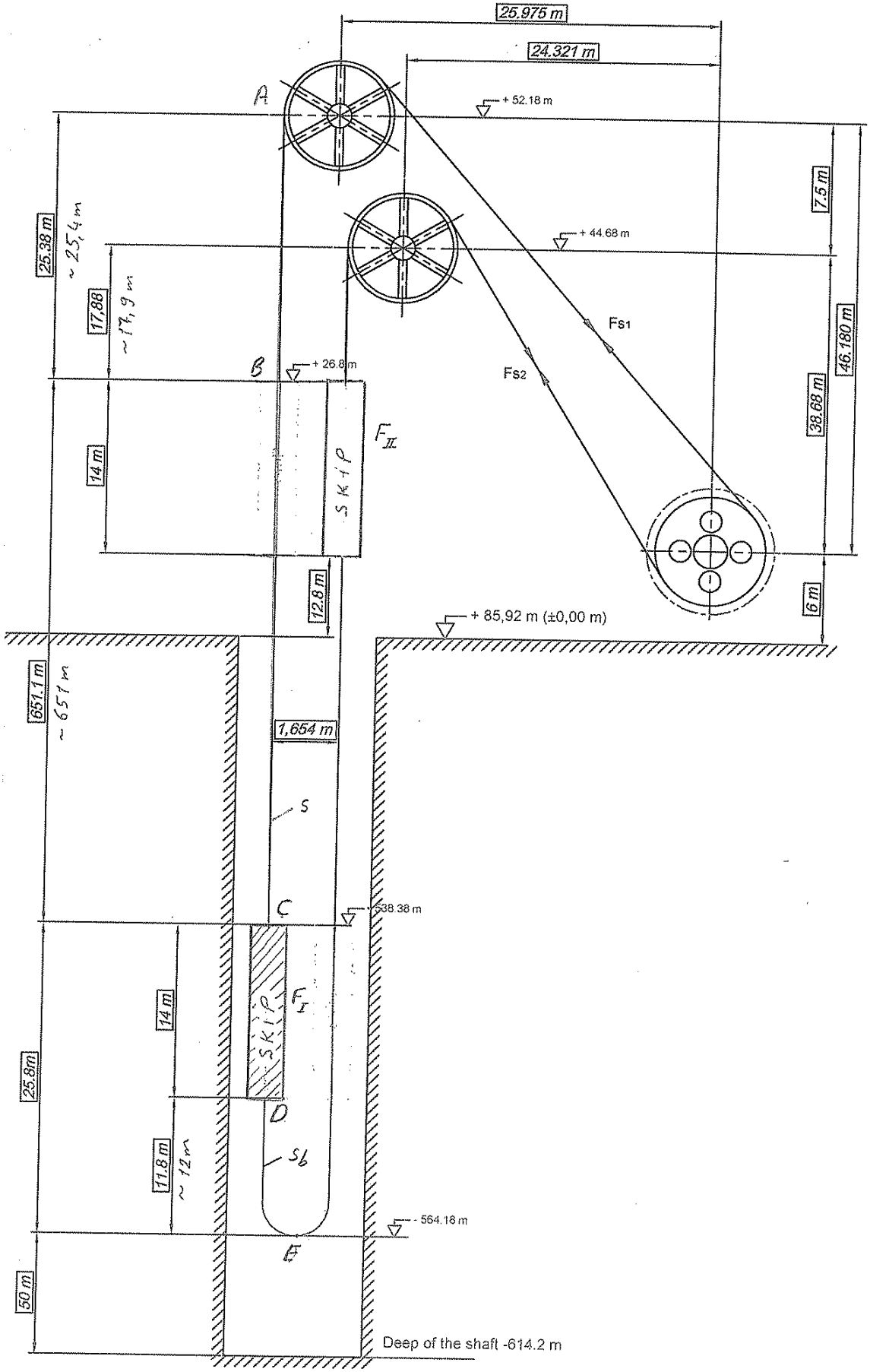
Not. Hatalarımızı, yanlışlarımızı ve varsayımlarımızı en açık şekilde konuya ilgi duyanların eleştirilerine sunuyoruz. Eleştirilen için şimdiden teşekkürler.

Tel. 05425254287
Fax. 03783152190
e.mail. tuncer.ozkan@mmo.org.tr
tuncerozkan44@hotmail.com



F_I - Skip I
F_{II} - Skip II
Q - Faydalı yük
H - Yük çalışma yolu veya yük stroku
S - Ana ihraç halatı (Taşıyıcı halat)
S_b - Denge (Kuyruk) halatı
P - Yükleme sırası veya eğilme sırasının başlangıç noktası olarak düşünülebilir.

Şekil 1 - Yerüstü seviyesinde kurulmuş olan, sürtünme tamburlu (KOEPE) nakliyat sistemi (Ayrıntılı bilgi için [L7]'ye bakınız)



Şekil 2 - Şekil 1 deki sistemin yerleşim konumu [L 12]

Büyüklük	Limit (Sınır) değer
1- Halat çalışma çevrim (periyodu) sayısı; Halatın servis dışı bırakılması ve_ ya kopmasına göre (Ortalama veya %10 ile sınırlı)	Kullanıcı için gerekli.
2- Donanat kuvveti (Yükü); (Eğilmede çap oranları D/d 'yi för önüne alan çekme kuvveti) Nominal çekme kuvveti S, halat_ ların en fazla %1 'inin küçük olabileceği Donanat kuvvetinden (Yükünden) daha küçük olmalı.	$S \leq S_{D1}$ Kesin limit (sınır)
3- Halat emniyet faktörü; $\nu = F_{min.}/S$ $F_{min.}$ - Minimum kopma kuvveti S - Nominal halat çekme kuvveti (Darbe kuvvetlerine karşı mukavemet kabiliyeti)	$\nu = F_{min.}/S \geq 2,5$ Basit kaldırma makinaları, elevatörler ve benzerleri için. (Sayfa: 50'ye bakınız)
4- Halatı servis dışı bırakacak tel kırık sayısı, (Gereksinen yedek halatın bulundurulması)	$B_{A30} \geq 8$ Kaldırma mekanizmaları için önerilir.
5- Optimum (en uygun) halat çapı; (Ekonomik nedenler)	$d \leq d_{opt.}$

Tablo 1- Halat kullanımında göz önüne alınacak beş büyüklük için sınır (limit) değerleri [L 6].

Table 3.9 The five dimensioning limits for rope drives, Feyrer (2007)

Dimensioning	Limit
1 **Rope Working cycles** up to rope discarding or breakage (mean or 10% limit)	Requirement of the user
2 **Donandt force** (yielding tensile force for a given bending diameter ratio D/d) The nominal tensile force S must be smaller than the Donandt force that at most in 1 % of the ropes exceeds yielding point	$S \leq S_{D1}$ Strict limit
3 **Rope safety factor** v = minimum breaking force F_{min}/ nominal rope tensile force S. Ability to resist impact forces	$v = F_{min}/S \geq 2.5$ For simple lifting appliance, more for elevators, lifts etc.
4 **Discarding number of wire breaks** (Detection to need rope replacement)	$B_{A30} \geq 8$ Recommendation for lifting appliance
5 **Optimal rope diameter** Economic reasons	$d \leq d_{opt}$

Tablo 2- Tablo 1'in ingilizce aslı: [2.6].

İşletme Verileri :

- Faydalı yük kütlesi;

  $Q = 25000$ kg.

- Makliye veya ihraç mesafesi (Yük stroku) ;

  $H = 651$ m

- Halat sayısı ;

  Taşıyıcı halat için,

  $n_{taşıyıcı} = 4$

  Denge (kuyruk) halatı için,

  $n_{denge} = 2$

- Halat hızı ;

  $V_{max.} = 18$ m/s

- Hızlanma ve yavaşlama ivmeleri,

  $\alpha_{yavaşlama} = \alpha_{hızlanma} = a_0 = 1 m/s^2$

- Tahrik tamburu (KOEPE) çapı ;

$D_T = \Phi 5$ m

- Molet çapları ;

$D_R = \Phi 5{,}5$ m

- Skip kütlesi (Boş) ;

$F_{skip\_boş} = 31500$ kg.

- Koşum takımları kütlesi ;

– Taşıyıcı halat koşum takımı (4 halat için),

4.1259 kg $= 5036$ kg.

– Taşıyıcı halat koşum takımı – skip bağlantı parçası,

1.1792 kg $= 1792$ kg.

– Denge (Kuyruk) halatı koşum takımı (2 halat için);

2.744 kg $= 1488$ kg.

– Denge (Kuyruk) halatı koşum takımı – skip bağlantı parçası,

1.1793 kg $= 1793$ kg.

Her skip için koşum takımları toplam kütlesi,

$F_{skip,koşum,tak.top.} = (5036 + 1792 + 1488 + 1793)$ kg.

$F_{skip,koş.tak.top.} = 10109$ kg.

• Toplam skip kütlesi;

$$F = F_{skip,\,boş} + F_{skip,\,koşum\ tk.\ toplam}$$

$$F = (31500 + 10109)\ kg.$$

$$\| F = 41609\ kg.$$

Koşum takımlarının skip montajı Şekil 3 te gösterilmiştir.

Şimdi bu verilerden sonra, gerekli olan yani sistemde kullanacağımız halatlar ile ilgili kısa bir bilgi verelim.

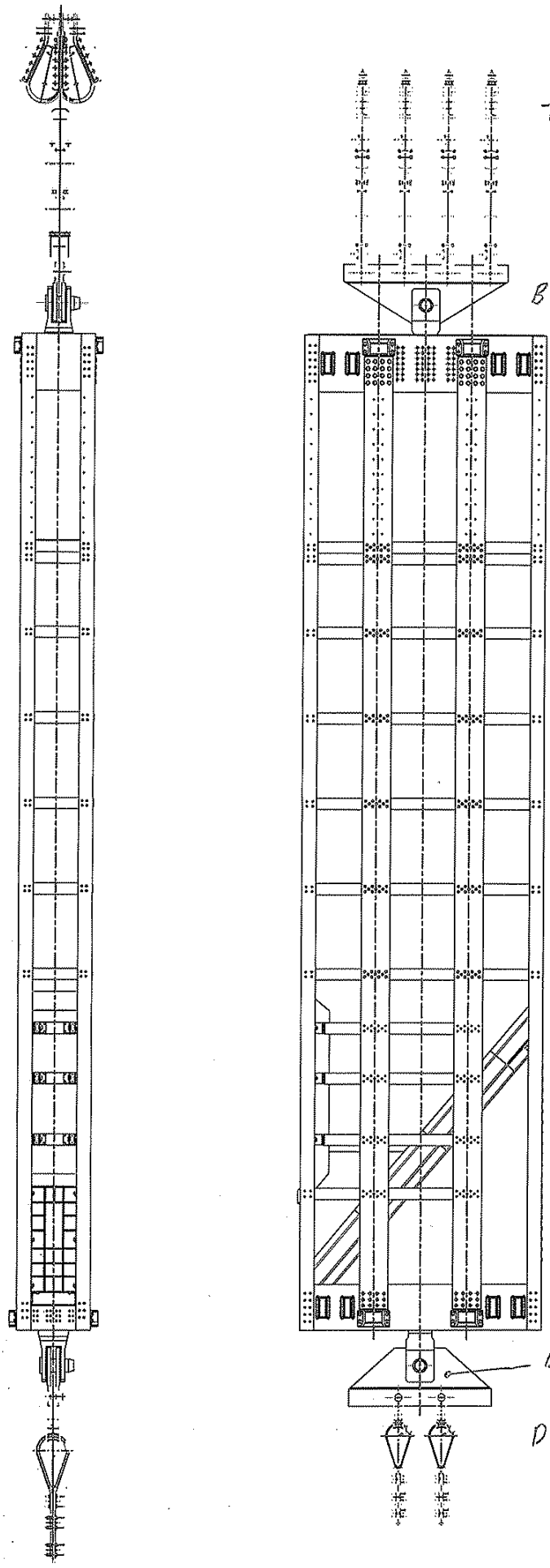
1 - Çelik tel halatlar;

İsmail Cürgül [L 18] hocamıza göre, "Çok sayıda ince tellerin bir çekirdek (öz) etrafına bir veya birkaç kat halinde helisel olarak sarılması sonucu elde edilen çekme elemanına" çelik tel halat denir.

Bir halatın yapısı, elemanları ile birlikte Şekil 4 te gösterilmiştir. Buna göre;

a) Çelik tel;

Halat yapımında kullanılan teller, alaşımsız karbon çeliği olup soğuk çekme veya haddeleme yöntemi ile elde edilirler.



Taşıyıcı halat koşum takımı
(4.1259 kç = 5036 kç)

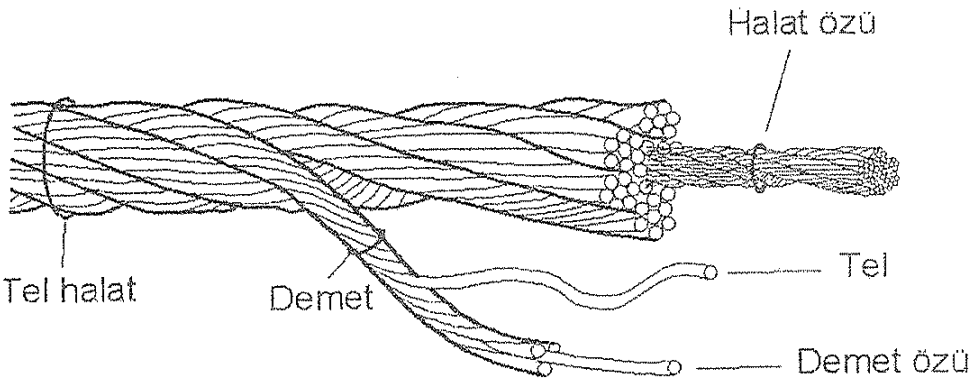
Bağlantı parçası
(1792 kç)

Skip (boş) = 31500 kç.

Bağlantı parçası
(1793 kç)

Denge (kuyruk) halatı koşum takımı
(2.744 kç = 1488 kç)

Şekil 3 – Koşum takımı montajı [L12]



Şekil 4. Bir çelik tel halatın elemanları [L 18]

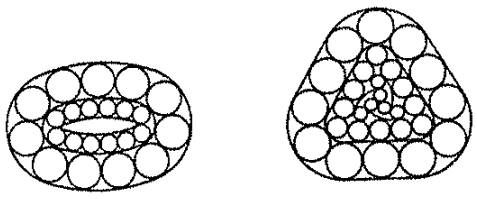
Yüksek mukavemet gerektiren halatlarda, nominal tel kopma mukavemeti

$R_0 = 1570$ N/mm² (= 160 kgf/mm²)
$R_0 = 1770$ " (= 180 ")
$R_0 = 1960$ " (= 200 ")

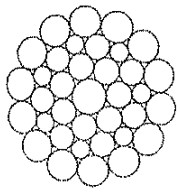
olan malzemeler kullanılır. Ayrıca bu teller dış etkenlere karşı (korozyon gibi) çinko ile isteğe göre de kaplanabilir.

b) Halat demeti,

Bir öz etrafına bir veya birkaç kat halinde helisel olarak sarılmış çelik tellerden oluşan ve kesiti genellikle yuvarlak, üçgen veya oval biçiminde hazırlanmış elemanına halat demeti denir (Şekil 5, 6). Ağırlıklı olarak konumuz, "YUVARLAK DEMETLER" dir.



Şekil 5 - Oval ve üçgen şekilli demetler [L 6].
(Az dönebilen ve dönmeyen halatlar için)



Şekil 6 - Yuvarlak demet [L 18]

Demet konstrüksiyonları;

Demeti oluşturan tellerin her bir kattaki yapısına ve toplam tel sayısına bağlı olarak değişik yapıda demetler bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılmakta olan demet yapım şekilleri aşağıda verilmiştir.

- Seale demet;

Öz'den sonra her iki kattaki aynı sayıdaki fakat farklı çapta teli bulunan ve paralel katlı bir demettir (Şekil 7). (S) sembolü ile gösterilir. (Örneğin: 19S, yani 1+9+9=19 tel gibi)

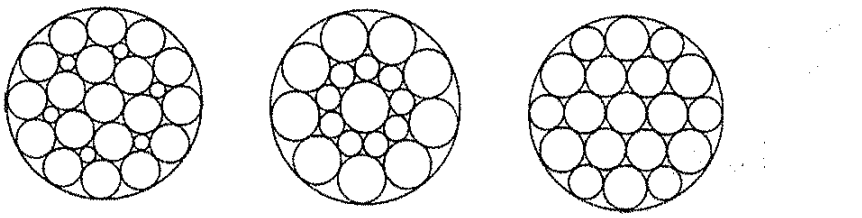
Paralel katlı demet, demeti oluşturan tellerin en az iki kat olmak üzere bir tek operasyonla (aynı yönde) örülen konstrüksiyonlar olarak tanımlanır.

• Warrington demet;

En dış katında sayıları eşit fakat çapları farklı olarak sıralanmış ve dış katındaki iç katının iki mislî tel bulunan paralel katlı (1+6+12) yapısındaki demet şeklidir (şekil 7). Demet sembolü (W) olarak bilinmektedir.

• Filler demet;

Dış katında iç katının iki mislî tel bulunan ve katlar arasındaki boşlukları doldurmak için dolgu telî kullanılan paralel katlı demet olup (1+6+6+12) yapısındadır (şekil 7). Kısaca gösterimde (F) harfi kullanılır.

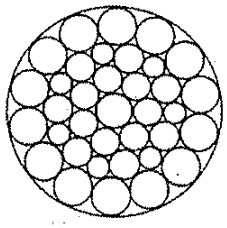


Filler demet (Sembol: F) | Seale demet (Sembol: S) | Warrington demet (Sembol: W)

Şekil 7 - Paralel katlı demetler (iki tel katlı). [L 6].

• Warrington - Seale demet;

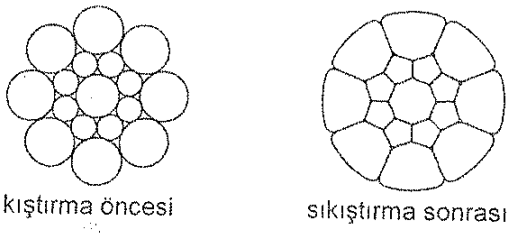
Bileşik tipte paralel bir demet olup, üç veya daha fazla kat halinde sarımdan oluşmaktadır. Burada teller iç ve orta katlarda Warrington, orta ve dış katlarda Seale şeklinde yerleştirilmiştir (Şekil 8). Tellerin dizilişi (1+7+14+14) şeklinde olup (WS) sembolü ile gösterilir.



Şekil 8 - Warrington-Seale demet [L6].
(Sembol: WS)

• Kompakt (sıkıştırılmış) demet;

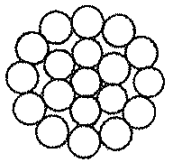
Haddeleme veya kalıpta dövme gibi yöntemlerle sıkıştırılan ancak metalik kesitleri sabit kalmak koşuluyla demet boyutu ve tel şekli değiştirilen demet yapısıdır (Şekil 9)



Şekil 9 - Kompakt demet [L18]

- Standart demet;

Demeti oluşturan bütün teller eşit çaptadır olup, bütün katlardaki teller demet eksenine göre aynı sarım açısındadır (Şekil 10).



Şekil 10. Standart demet [L 1].

Buraya kadar gördüğümüz demetler, tek operasyonlu demet konstrüksiyonlarıdır (Paralel tel sarımlı demetler) yani; demeti oluşturan teller aynı yönde birbirine paralel ve aynı sarım uzunluğu ile tek bir operasyonla örülürler.

Çok operasyonlu demet konstrüksiyonları da vardır bunlar, demeti oluşturan her kat telleri ayrı operasyonlar ile aynı yönde, farklı açı ile örülen konstrüksiyonlardır. Kat telleri ile diğer kat telleri arasında küçük bir açı farkı vardır [L 19].

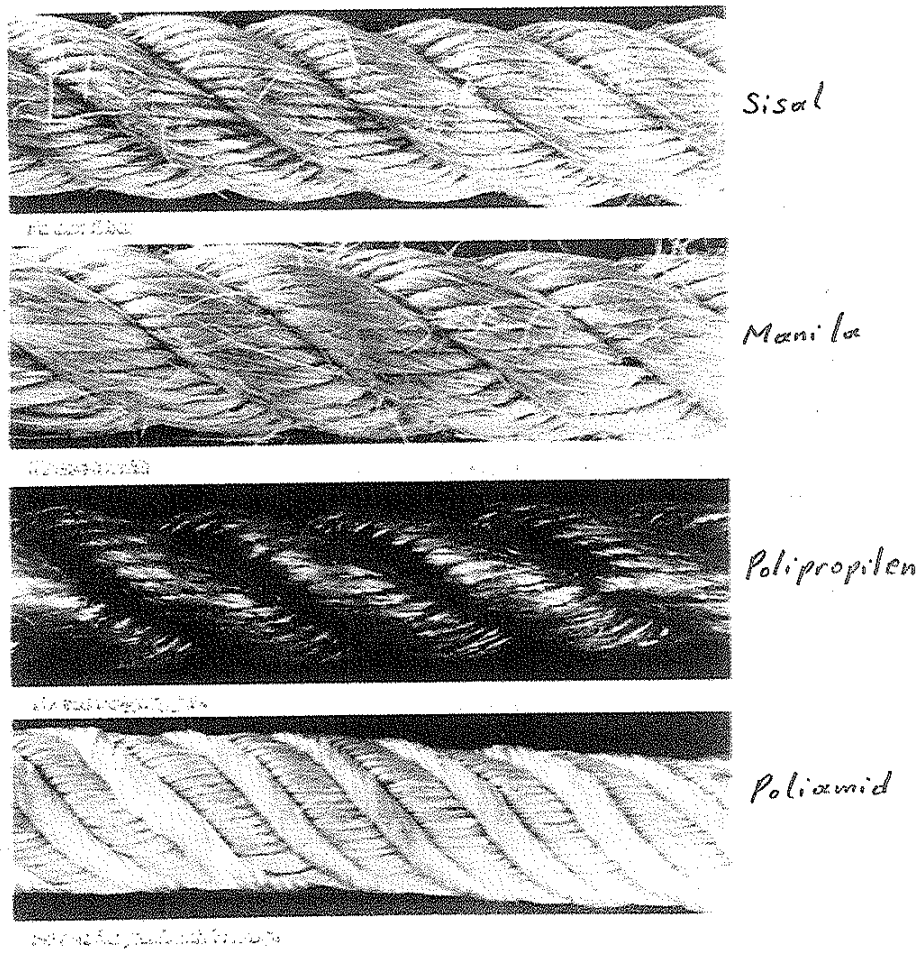
c) Halat özü;

Gerek demet gerekse halatın oluşturulmasında orta kısımda öz adı verilen bir çekirdek bulunur. Kullanılan özün amacı sarılan tellere kılavuzluk etmektir. Demet veya halatlarda öz olarak

bitkisel veya sentetik elyaftan liflər ile çelik teller kullanılır [L18].

- Lif özler (Sembol : FC)
  - Doğal (Tabii) lif öz (Sembol : NFC)
    (Manila, Sisal gibi)
  - Sentetik (Yapay) lif öz (Sembol : SFC)
    (Poliamid, polipropilen gibi)

Lif özler, Şekil 11 de gösterilmiştir.

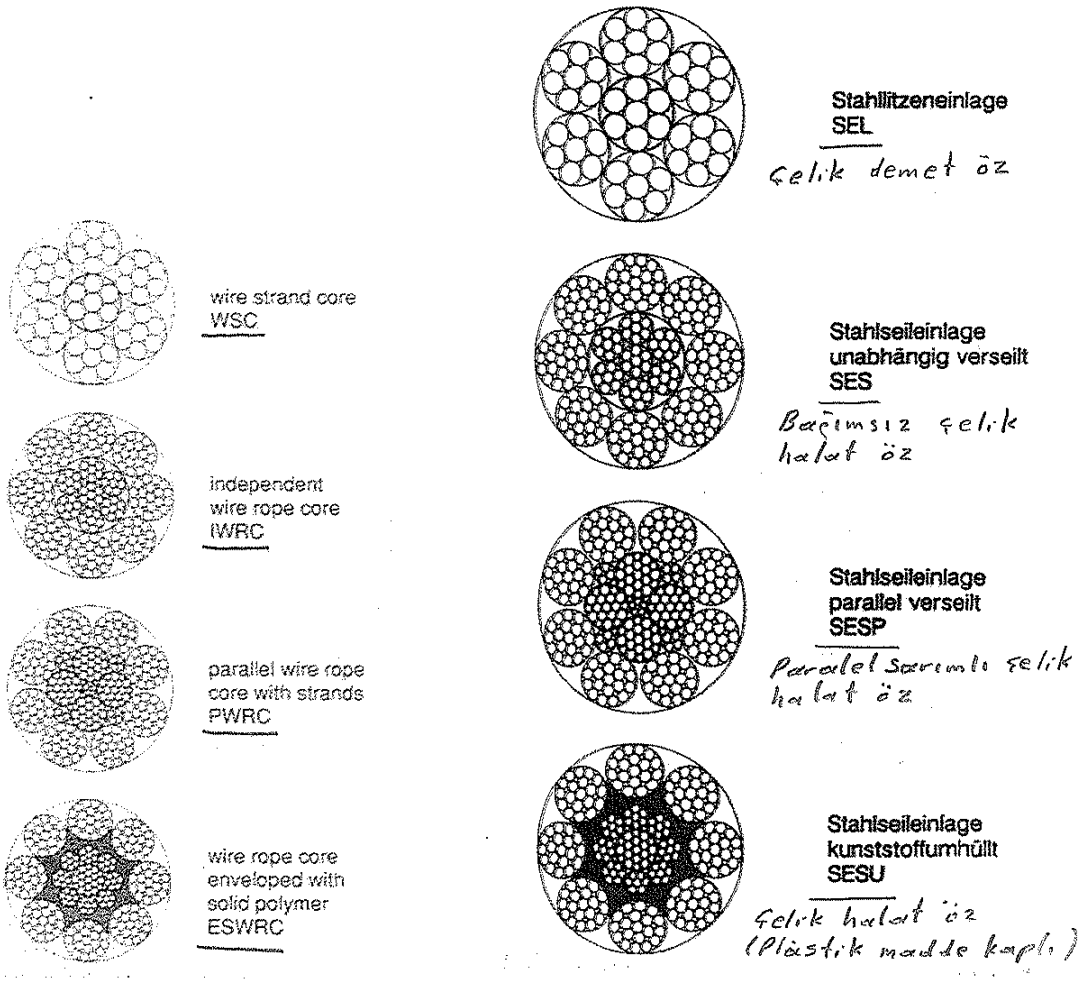


Şekil 11 - Lif özler [L6].

- Çelik özler (Sembol : WC)
  - Tel demet öz (Sembol : WSC)
  - Bağımsız tel halat öz (Sembol : IWRC)
  - Demetler ile paralel tel halat öz
    (Sembol : PWRC)

- Katı bir polimer ile kaplanmış tel halat öz (Sembol : ESWRC)

Çelik özler Şekil 12 de verilmiştir. Şekildeki farklı semboller, Feyrer Hocanın 2012 (Almanca) ve 2015 (İngilizce) literatürüne aittir.



[L6] [L2]

Şekil 12 - Tel halatlarda çelik özler [L6, L2]

Ayrıca, tel halatlarda kullanılan öz sembollerini toplu olarak Tablo 3, Tablo 4 ve İngilizce aslı Tablo 5' de gösterilmiştir.

Lif öz	• Lif öz	FC
	• Doğal Lif öz	NFC
	• Sentetik lif öz	SFC
Çelik öz	• Çelik öz	WC
	• Tel demet öz	WSC
	• Tel halat öz	WRC
	• Bağımsız tel halat öz	IWRC
	• Bağımsız tel halat öz (Sıkıştırılmış demet)	IWRC (K)
	• Bağımsız tel halat öz (Polimer kaplı)	EPIWRC
	• Tel halat öz (Lif kaplı)	EFWRC (a)
	• Tel halat öz (Katı polimer kaplı)	ESWRC (a)
Çelik öz (Paralel kapalı halat)	• Paralel çelik demetli öz	PWRC
	• Paralel tel halat öz (Sıkıştırılmış demet)	PWRC (K)
Çok demetli halat (Dönme dirençli) merkez eleman.	• Lif merkez	FC
	• Tel demet merkez	WSC
	• Sıkıştırılmış tel demet merkez	KWSC

Tablo 3 - Halat özleri için Semboller (ISO 17893). [L6]

(a) Standarda ek.

Tek katlı halat		Sembol
Lif öz	Lif öz	FC
	Doğal lif öz	NFC
	Sentetik lif öz	SFC
	Katı polimer öz	SPC
Çelik öz	Çelik öz	WC
	Çelik demet öz	WSC
	Çelik halat öz	IWRC
	Çelik halat öz (sıkıştırılmış demet)	IWRC(K)
	Polimer kaplı çelik halat öz	EPIWRC
	Lif kaplı çelik halat öz	EFWRC [1]
	Katı polimer kaplı çelik halat öz	ESWRC [1]
Çelik öz (paralel kapalı)	Paralel çelik halat öz	PWRC
	Paralel çelik halat öz (sıkıştırılmış demet)	PWRC(K)
Çok demetli (dönme dirençli) halat		
Merkez eleman	Lif merkez	FC
	Demet merkez	WSC
	Sıkıştırılmış demet merkez	KWSC

Tablo 4 - Tel halatlarda kullanılan özler (TS EN 12385-2+A1). [L20, L21]
(1) Standarda ek.

Table 1.5 Symbols for rope cores based on ISO 17893

Fibre core	Fibre core	FC
	Natural fibre core	NFC
	Synthetic fibre core	SFC
Steel core	Steel core	WC
	Wire strand core	WSC
	Wire rope core	WRC
	Independent wire rope core	IWRC
	Independent wire rope core with compacted strands	IWRC(K)
	Independent wire rope core covered with a polymer	EPIWRC
	Wire rope core enveloped with fibres	EFWRC[a]
	Wire rope core enveloped with solid polymer	ESWRC[a]
Steel core in parallel-closed rope	Parallel steel core with strands	PWRC
	Parallel wire rope core with compacted strands	PWRC(K)
Multi-strand rope (rotation-resistant)	Fibre centre	FC
	Wire strand centre	WSC
	Compacted wire strand centre	KWSC

[a] Supplement, not listed in ISO 17893

Tablo 5 - Tablo 3'ün İngilizce aslı [L6].

2- Çelik tel halat tipleri;

a) Demetli halatlar

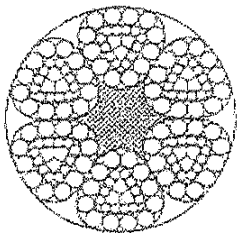
- Yuvarlak demetli halatlar;

Bir öz veya bir halat etrafına bir veya birden

fazla katın helisel olarak sarılması ile elde edilen demetler topluluğunun demetli halatlar denir. Demetlerin öz etrafındaki helisel sarım, tek kat halinde ise, elde edilen halatlara "Tek katlı halatlar" adı verilir. Standart, Seale, Filler, Warrington, Warrington-Seale demetli halatlar gibi.

- Üçgen demetli halatlar;

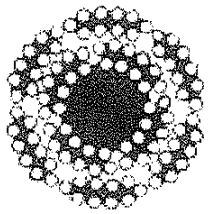
  Demet kesiti yaklaşık üçgen biçiminde olan halatlardır (Şekil 13).



Şekil 13- Üçgen demetli halat [L1]

- Oval demetli halatlar;

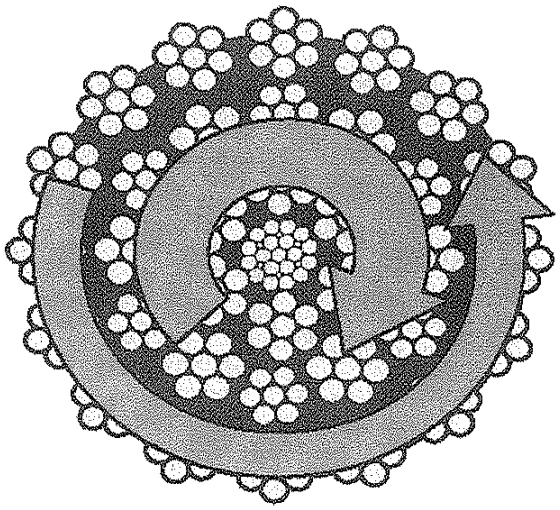
  Demet kesiti yaklaşık olarak oval biçiminde olan halatlardır. (Şekil 14)



Şekil 14- Oval demetli halat [L1]

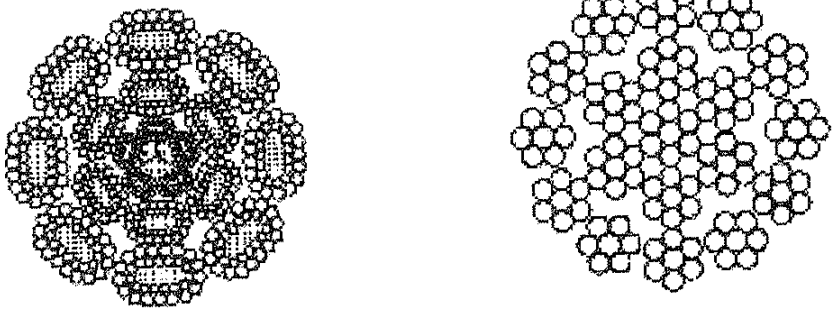
b) Dönme dirençli halatlar

Bir öz etrafına en az iki kat demetin helisel olarak sarılmasından oluşan ve yük uygulandığında dönmeyen ve dönme momentini azaltan halatlara "dönme dirençli halatlar" denir. Dönme dirençli halatlarda dış demetlerin sarım yönü alttaki demetlerin sarım yönüne ters olmalıdır ki, yük altında dönme oluşmasın. Bu davranış Şekil 15 te gösterilmiştir.



Şekil 15- Dönme dirençli halatta yük altında oluşan dönme momentleri. [L 1]

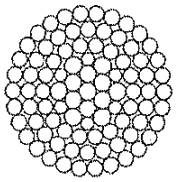
Dönme dirençli halatlar daha önceleri çok demetli veya dönmeyen (dönmez) halatlar olarak bilinmekteydi. Dönme dirençli (dönmez) halat örnekleri için Şekil 16 ya bakınız.



Şekil 16- Dönme dirençli halatlar [L 17].

c) Spiral halatlar

Öz olarak yuvarlak bir tel, örgülü bir demet veya paralel sarımlı bir demetin kullanılmasıyla bu öz üzerine tellerin en az iki kat olarak sarılması sonucu elde edilen halatlara "spiral halatlar" denir [L 18]. Şekil 17 de sadece yuvarlak tellerden oluşan bir spiral halat kesiti görülmektedir.



Şekil 17- Yuvarlak telli spiral halat [L 18].

Spiral halatların yarı ve tam kenetli (kapalı) örnekleri de vardır (Şekil 18). Bunlar dış telleri yuvarlak olmayıp, profilleri yardımıyla telleri birbirine kenetlenmiş halatlardır.

Halatlı İşletmelerde

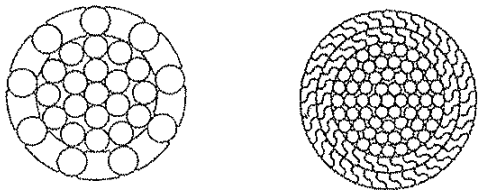
"HALAT ÖMRÜ"

ile ilgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

-II-



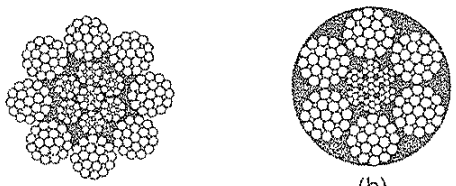
(a) (b)

Şekil 18. Yarı ve tam kenetli (kapalı) halatlar [L 18]
a - Yarı kenetli (kapalı)
b - Tam kenetli (kapalı)

Yarı kenetli (kapalı) halatların en dış katı bir yuvarlak ve bir yarı kenetli (H şekilli) tellerden oluşurken tam kenetli (kapalı) halatların dış katlarında tam kenetli (Z şekilli) teller bulunmaktadır. Diğer taraftan, dış tellerin iç içe sokularak kaplanmış olmasıyla, iç kısım dış etkenlere karşı korunmuş olur (korozyon gibi). Bu tip halatların aşınmaya ve dönmeye karşı mukavemeti de göz önüne alınması gereken iyi bir özelliktir.

d) Kaplamalı ve dolgulu halatlar

Katı bir polimer ile dışı kaplanmış veya iç boşlukları doldurulmuş halatlardır. Sadece özü kaplanmış ve içine dolgu yapılmış halatlar olabileceği gibi hem kaplamalı hemde dolgulu halatlar mevcuttur (Şekil 19).



Şekil 19- Kaplamalı ve dolgulu halatlar [L 18].
a- Özü kaplanmış halat
b- Dolgulu halat

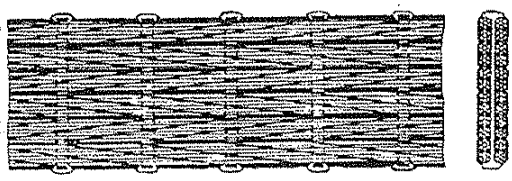
e) Örgülü halatlar

Yuvarlak demetlerin Şekil 20 de gösterildiği gibi sağ ve sol yönlü örülmesiyle elde edilen halata "örgülü halat" denir. Bu şekilde halat dönmesi kesinlikle önlenmiş olur.

Şekil 20- Örgülü halat [L 6]

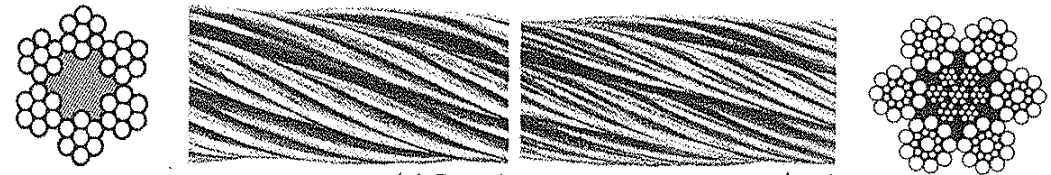
f) Yassı halatlar

Koepe ihraç sisteminde, alt halat, denge halatı veya kuyruk halatı olarakta isimlendirilir. Her biri dört demetten oluşan birim halatlar topluluğu olup tek dikişli, çift dikişli ve perçinli olarak yapılmaktadır. Yassı halat ile ilgili bir örnek Şekil 21 de gösterilmiştir.

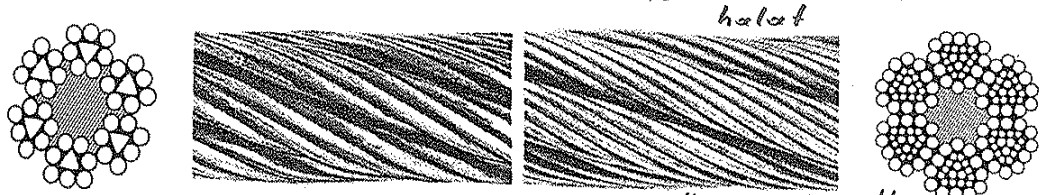


Şekil 21- Yassı halat [L 6]

Gördüğümüz halat tiplerine ait bazı örnekler Şekil 22 de verilmiştir.

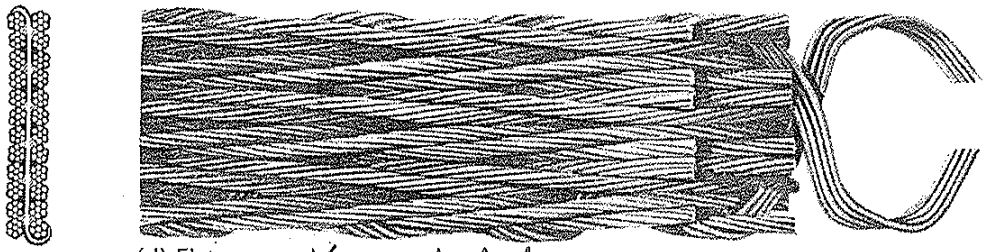


(a) Round strand rope Yuvarlak demetli halat

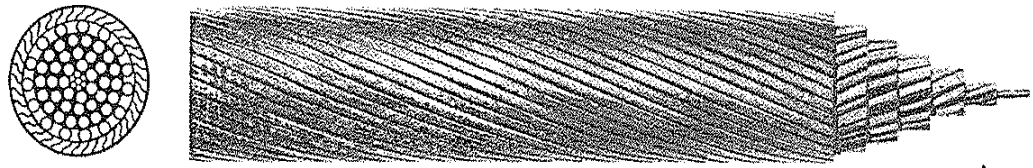


(b) Triangular strand rope Üçgen demetli halat

(c) Multi-strand rope Çok kat demetli halat (Dönmez halat)



(d) Flat rope Yassı halat



(e) Locked coil rope Tam kapalı (kenetli) spiral halat

(f) Half-locked guide rope Yarı kapalı (kenetli) spiral halat

Şekil 22- Halatlar ve halat kesitleri [L17].
(a) ve (b);
Sol şekil: Tek kat demetli konstrüksiyon
Sağ şekil: Kompund (bileşik) demetli konstrüksiyon

Ayrıca, halat tipleri ile ilgili genel bir tanımlama da Tablo 6, İngilizce aslı Tablo 7 ve Almanca aslı Tablo 8 de gösterilmiştir.

Yuvarlak halatlar	Spiral halat	• Açık spiral halat (Yuvarlak telli demet) • Yarı kapalı spiral halat • Tam kapalı spiral halat
	Yuvarlak demetli halat	• Tek katlı yuvarlak demetli halat • Çok katlı yuvarlak demetli halat
	Profil demetli halat	• Üçgen demetli halat • Oval demetli halat
	Kablo örgülü halat	• Kablo şeklinde sarılmış halat
Örgülü halat		• Yuvarlak demetli çapraz (sağ ve sol yönlü olarak) örülmüş halat. (Yuvarlak demetlerin çiftler halinde örülmesiyle oluşan halat)
Yassı halat		• Her biri dört demetten oluşan birim halatlar topluluğu. Genellikle sarımı sağ ve sol olarak değişen 6, 8 veya 10 adet birim halatın yan yana sarılmasıyla ve bağlantı telleriyle veya demetleriyle veya pereçinlerle bir arada tutulmasıyla oluşan halat.

Tablo 6- Tel halat tiplerinin kısa genel tanımlanması [L 6].

Table 1.6 Overview of the wire rope classes

Round ropes	Spiral rope	Open spiral rope (strand with round wires) Half-locked coil rope Full-locked coil rope
	Stranded rope (round strands)	Single-layer rope (one layer of strands) Multi-strand rope (several layers of strands)
	Shaped strand rope	Triangular strand rope Oval strand rope
	Cable-laid rope	Round stranded ropes around a core
Braided rope		Round strands interlaced or plaited together
Flat rope		Four strand ropes stitched or riveted together

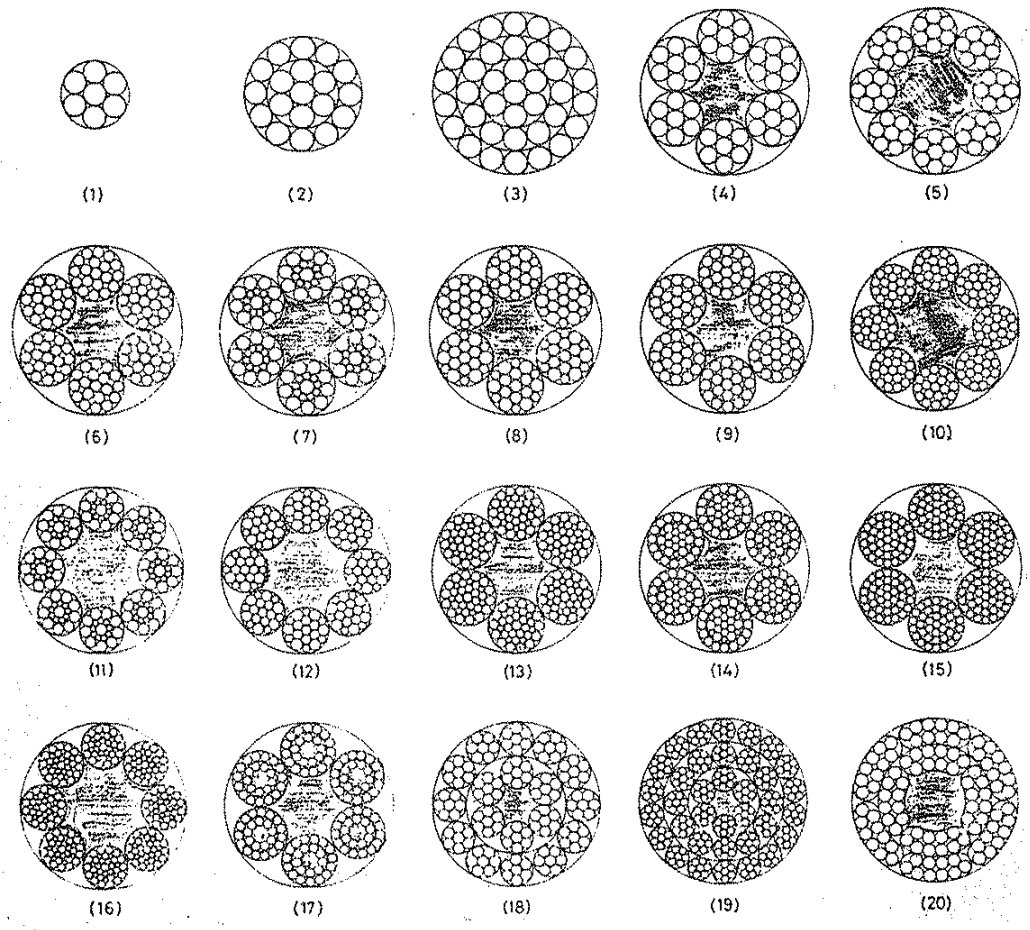
Tablo 7. Tablo 6'nın İngilizce aslı [L6].

Tabelle 1.5. Einteilung der Drahtseile nach ihrer Konstruktion nach VDI 2358

Seilform	Seilgruppe	Verseilung	Seilart
Rundseil	Spiralseil (Rundlitze)	einfach verseilt	offenes Spiralseil (Rundlitze)
			halbverschlossenes Spiralseil vollverschlossenes Spiralseil
	Rundlitzenseil	zweifach verseilt	einlagiges Rundlitzenseil
			mehrlagiges Rundlitzenseil
	Formlitzenseil	zweifach verseilt	Dreikantlitzenseil
			Flachlitzenseil
	Rundlitzenseil	dreifach verseilt	Kabelschlagseil
Flechtseil		einfach verseilt und geflochten	Flechtseil
Flachseil		zweifach verseilt und genäht oder geklammert, gewebt	Flachseil

Tablo 8. Tablo 6'in Almanca aslı [L2].

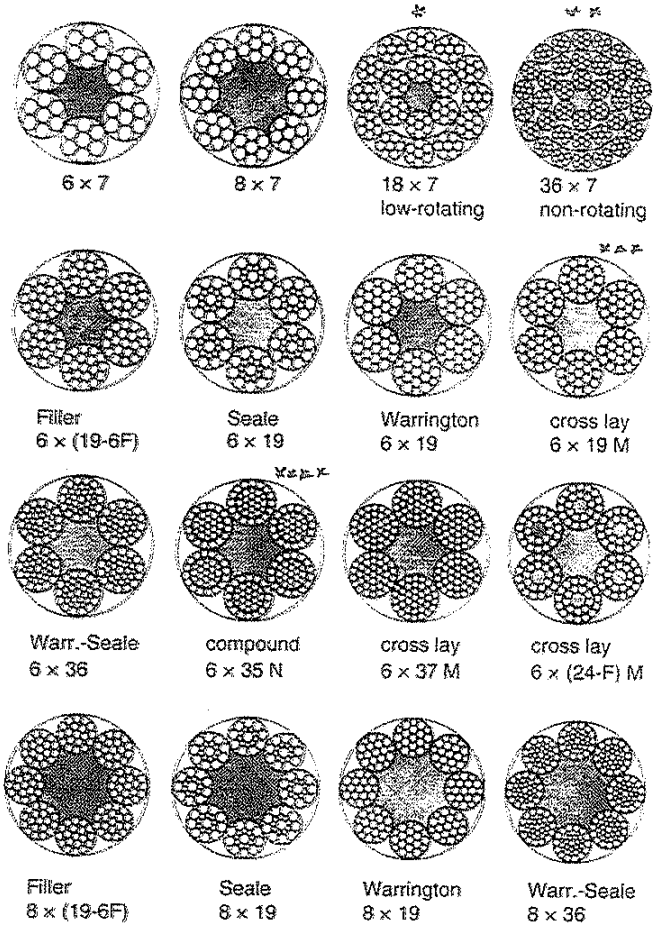
Faydalı olur düşüncesiyle de, yuvarlak demetli halatların kesit görünüşleri, toplu olarak aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 23. DIN normlarında verilen halatların kesit şekilleri (DIN 3051). [L 9]

Halat Çeşitleri	DIN	Sayılar: Kordon	Sayılar: 1 Kordondaki teller	Sayılar: Bütün teller	Kordonlar sarım şeklinin tanımı	Katların çeşidi	Halat çapı: den	Halat çapı: kadar	Şekil
Spiral halatlar (Yuvarlak kordonlar)	3052	–	–	7	–	–	0.6	16	1
	3053	–	–	19	–	–	1	25	2
	3054	–	–	37	–	–	3	36	3
Tek katlı yuvarlak kordonlu halatlar	3055	6	7	42	–	1 Lif veya çelik öz	2	40	4
	3056	8	7	56	–	1 Lif veya çelik öz	4	24	5
	3057	6	19+6 F	114	Doldurma telli	1 Lif veya çelik öz	8	44	6
	3058	6	19	114	Seale	1 Lif veya çelik öz	6	36	7
	3059	6	19	114	Warrington	1 Lif veya çelik öz	6	36	8
	3060	6	19	114	Standard	1 Lif veya çelik öz	3	56	9
	3061	8	19+6 F	152	Doldurma telli	1 Lif veya çelik öz	10	56	10
	3062	8	19	152	Seale	1 Lif veya çelik öz	10	44	11
	3063	8	19	152	Warrington	1 Lif veya çelik öz	10	44	12
	3064	6	36	216	Warrington-Seale	1 Lif veya çelik öz	12	56	13
	3065	6	35	210	Warrington örtüşmüş	1 Lif veya çelik öz	8	56	14
	3066	6	37	222	Standard	1 Lif veya çelik öz	6	64	15
	3067	8	36	288	Warrington-Seale	1 Lif veya çelik öz	16	68	16
	3068	6	24	144	Standard	7 Lif öz	6	56	17
Çok katlı yuvarlak kordonlu halatlar	3069	18	7	126	–	1 Lif veya çelik öz	4	28	18
	3071	36	7	252	–	1 Lif veya çelik öz	12	40	19
Yassı kordonlu halatlar	3070	10	10	100	–	1 Lif veya çelik öz	12	32	20

Tablo 9 - Normlaştırılmış halat konstrüksiyonları (DIN 3051) Şekil 23 [L 9]



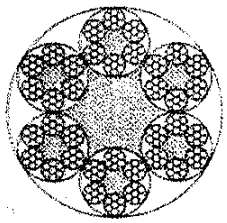
Şekil 24 - Yuvarlak demetli halatlar [16].

* low-rotating : Düşük dönme dirençli (Az dönebilen) halat

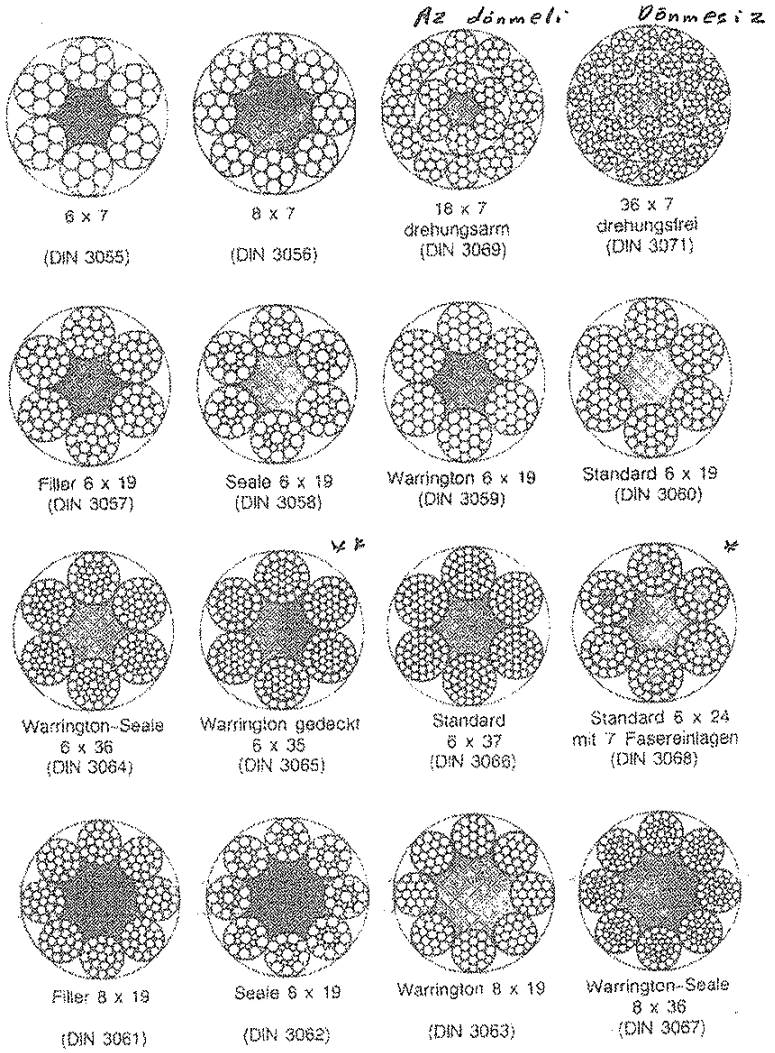
** non-rotating : Dönme dirençli (dönmez) halat

*** cross lay : Çok operasyonlu halat (M: Çapraz sarımlı demet sembolüdür)

**** compound : Bileşik sarımlı demetlerden oluşan halat. Sembolü: ∾ dir.



Şekil 25- Kablo örgülü halat [16].
(Kablo şeklinde sarılmış halat)

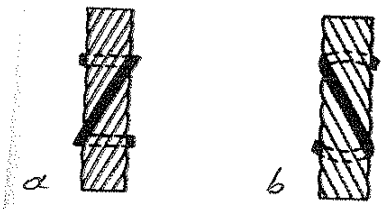


Şekil 26- Şekil 24'ün Almanca literatürü [12].
(Lif özlü yuvarlak demetli halatlar)
*: Standart 6x24 7 Lif özlü (DIN 3068)
**: Warrington kaplanmış 6x35 DIN 3065

3- Halat sarımı;

Gerek halatı oluşturan demetlerin gerekse halatın yapılışındaki tellerin sarılması belli bir düzene göre yapılmalıdır. İster demette isterse halatta olsun sarım yönü; boy eksenine göre ve dış tel veya dış demetin sarım yönüne göre isimlendirilir [L 18].

- Demetlerde, dış tellerin sarım yönü sağa doğru ise (z) sola doğru ise (s) harfleri ile gösterilir (Şekil 27).



Şekil 27- Demetteki tellerin sarım yönleri [L 6]
a) Sağ sarım. Sembolü: Z
b) Sol sarım. Sembolü: S

- Halatlarda, dış demetlerin sarım yönü sağa doğru ise (Z) sola doğru ise (S) harfleri ile gösterilir.

Halat sarımlarını da, çapraz ve düz olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. (Şekil 28).

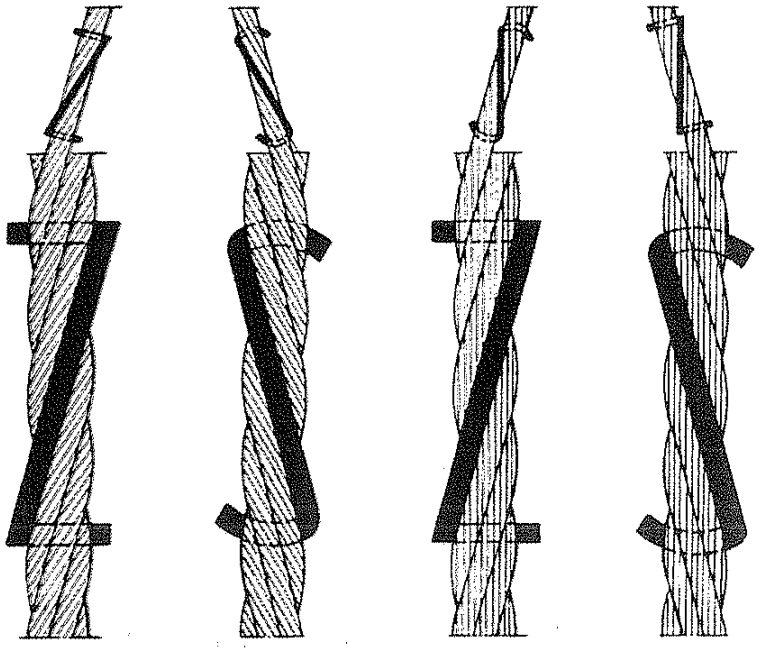
a) Çapraz sarım (sZ veya zS);

Halatı oluşturan demetlerin dış tellerinin sarım yönü (z ve s) ile halat demetlerinin sarım yönleri (Z ve S) birbirine ters olan halatlardır.

b) Düz sarım (zZ veya sS),

Demet dış tellerinin sarım yönleri (z ve s) ile halat demetlerinin sarım yönleri (Z ve S)

aynı olan halatlardır.

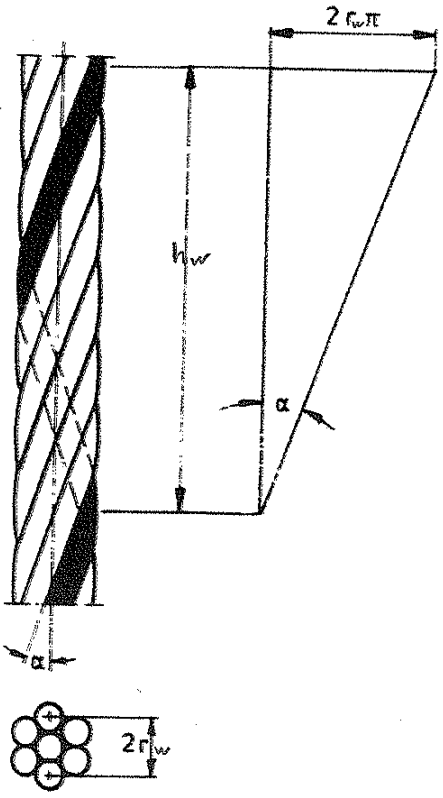


Şekil 28- Demetli halatların sarım yönleri [L6]
zZ : Düz sağ sarımlı halat
sS : Düz sol sarımlı halat
sZ : Çapraz sağ sarımlı halat
zS : Çapraz sol sarımlı halat

4- Demet büyüklükleri

Halat demeti tanımını daha önce yapmış-tık (Sayfa: 9). Böyle bir demete ait büyüklükler Şekil 29'a göre;

h_w - Tel sarım uzunluğu (sarım adımı)
Demetin ana ekseninin, helis eğrisini ardışınal kestiği iki nokta arasındaki uzunluk



Şekil 29- Bir demete ait büyüklükler [16]

α - Sarım açısı
Tellerin ekseni ile demet ekseni arasındaki açı.

r_w - Tel sarım yarıçapı
Demetin enine kesitinde dış tellerin merkezinden geçen dairenin yarıçapı.

Bu büyüklükler arasında,

$$tg\alpha = \frac{2\pi r_w}{h_w} \qquad \text{.....} \qquad (1)$$

bağıntısı geçerlidir.

5- Tel halatların kısa gösterilişi;

Çelik tel halatın kısa gösterilişinde genel

olarak şu bilgiler bulunmalıdır [L 18]:

- Boyut: Nominal halat çapı d [mm],
- Halat yapısı: Dış demet sayısı x dış demetlerin her birindeki tel sayısı ve demet sembolü
- Öz yapısı: Lif veya çelik özlü gibi
- Nominal tel mukavemeti [N/mm²]
- Telin gördüğü son işlem: Kaplamasız veya parlak (U), çinko kaplı (sınıf B için B ve sınıf A için A), çinko alaşımı kaplı [sınıf B için B (Zn/Al) ve sınıf A için A (Zn/Al)] gibi
- Sarım şekli ve yönü: Örneğin çapraz sarım, sağ (sZ) veya düz sarım, sol (sS) gibi

Örnek: 22 6 x 19 S - WSC 1960 U zS

22 : Halat anma çapı d = 22 mm
6 : Demet sayısı
19 : Her demettek. tel sayısı
S : Demet yapısı Seale
WSC : Çelik demet özlü
1960 : Nominal tel mukavemeti [N/mm²]
U : Kaplamasız, çıplak telli
zS : Çapraz sol sarımlı halat

Yuvarlak tel halatların toplu olarak gösterilişi Tablo 10, İngilizce aslı da Tablo 11 de verilmiştir.

Tanımlama	Sembol
a) Nominal halat çapı (mm)	d
b) Halat konstrüksiyonu; Demet sayısı t x Demetteki tel sayısı z	
• Yuvarlak telli spiral halat	1 x z
• Yuvarlak / Z - telli spiral halat	1 x (1-z₁...zₙZ)
• Tek katlı halat	t x z
• Seale demet	t x zS
• Warrington demet	t x zW
• Filler demet	t x zF
• Warrington - Seale demet	t x zWS
• Çapraz sarımlı demet	t x zM
• Kompund (Bileşik) sarımlı demet	t x zN
• Bileşik sarımlı demet, Warrington	t x zWN
• Üçgen demetli halat	t x zV
• Çok demetli halat (Dönme dirençli halat)	t x z
• Çok oval demetli halat	t x zQ
c) Halat özü konstrüksiyonu (Tablo 3)	Ro
d) Nominal tel mukavemeti [N/mm²]	
e) Tel yüzeyinin son işlemi;	
• Parlak veya kaplamasız (çıplak)	B
• Kaplanmış	U
• Çinko kaplanmış	Zn
f) Halat sarım şekli ve yönü (Şekil 28);	
• Çapraz sağ sarımlı halat	sZ
• Çapraz sol sarımlı halat	zS
• Düz sağ sarımlı halat	zZ
• Düz sol sarımlı halat	sS

Tablo 10 - Yuvarlak tel halatların gösterilişi_ ISO 17893 [L 6]

Table 1.7 Designation of round wire ropes, ISO 17893

Designation	Symbol
	d
(a) Nominal diameter (mm)	
(b) Rope construction (number of strands t × number of strand wires z), strand constr.	$1 \times z$
	$1 \times (1 - z_1 - z_2 \ldots z_n Z)$
Spiral rope with round wires	$t \times z$
Spiral rope with round/Z-wires	$t \times zS$
Single lay rope	$t \times zW$
Seale	$t \times zF$
Warrington	$t \times z$ WS
Filler	$t \times zM$
Warrington-Seale	$t \times zN$
Cross lay	$t \times z$ WN
Compound lay	$t \times z$ V
Compound lay, Warrington	$t \times z$
Triangular strand rope	$t \times zQ$
Multi-strand rope, rotation resistant rope	
Multi oval strand rope	R_O
(c) Core construction from Table 1.5	
(d) Nominal wire strength, grade in N/mm^2	B
(e) Wire finish	U
Bright	zn
Coated	
Zinc coated	*sZ*
(f) Lay type and direction (Fig. 1.32)	*zS*
Ordinary lay right	*zZ*
Ordinary lay left	*sS*
Lang lay right	
Lang lay left	

Tablo 11- Tablo 10'un ingilizce aslı [L 6].

Tel halatların kısa gösterilişine çeşitli literatür örnekleri:

a) Tek katlı demetli halat [L6];

- 22 - 6 x 36 WS - IWRC - 1770 - B - sZ

22 : Nominal halat çapı [mm]

6 : Demet sayısı

36 : Her demettek. tel sayısı

WS : Warrington - Seale demet

IWRC : Bağımsız tel halat özlü

1770 : Nominal tel mukavemeti [N/mm^2]

B : Kaplamasız veya parlak telli
SZ : Çapraz sağ sarımlı

• 16 - 8 x 25F - NFC - 1770 - B - zZ

veya,

16 - 8 x (19+6F) - NFC - 1770 - B - zZ

16 : Nominal halat çapı [mm]
8 : Demet sayısı
25 : Her demetteki tel sayısı
F : Filler demet
25F = (19+6F) Dolgu (doldurma) telli demet
19 : Her demetteki normal tel sayısı
6F : Her demetteki dolgu (doldurma) tel sayısı yani, demeti oluşturan dış kat tellerinin yarısı kadar ve bu tellere yataklık yaparak boşlukları doldurucu tel sayısı. Bu sayı burada 6 olup boşluk_ları doldurulan demet ise (1+6+6+12) yapısındadır (Şekil 7).

NFC : Doğal (tabii) lif özlü
1770 : Nominal tel mukavemeti [N/mm²]
B : Kaplamasız veya parlak telli
zZ : Düz sağ sarımlı

b) Çok demetli (Dönme dirençli) halat [L 6],

20 - 18 x 7 - WSC - 1960 - zn - sZ

20 : Nominal halat çapı [mm]

18 : Toplam demet sayısı

7 : Bir dış demetteki toplam tel sayısı

WSC : Tel demet özlü

1960 : Nominal tel mukavemeti [N/mm²]

zn : Çinko kaplanmış telli

sZ : Çapraz sağ sarımlı

c) Açık spiral halat (Yuvarlak telli) [L6];

32 - 1 x 61 - 1770 - zn - Z

32 : Nominal halat çapı [mm]

1 : "1" sayısı (Bir demet. Tablo 10)

61 : Toplam tel sayısı

1770 : Nominal tel mukavemeti [N/mm²]

zn : Çinko kaplanmış telli

Z : Sağ sarımlı

d) Tam kapalı (kenetli) spiral halat [L6],

50 - 1 x (37 - 22 Z - 28 Z) - 1570 - zn - Z

veya,

50 - 1 x (1 - 6 - 12 - 18 - 22 Z - 28 Z) - 1570 - zn - Z

50 : Nominal halat çapı [mm]

1 : "1" sayısı

37 : Toplam yuvarlak tel sayısı. Teller (1 + 6 + 12 + 18) şeklinde dizilmiştir.

22 Z : Dış kattaki tam kenetli (Z şekil_
li) tel sayısı

28 Z : En dış kattaki tam kenetli (Z şekil_
li) tel sayısı

1570 : Nominal tel mukavemeti [N/mm²]

zn : Çinko kaplanmış telli

Z : Sağ sarımlı

(Tellerin birbirine kenetlenmesini ve dizilişini Şekil 18b de görmek mümkündür)

c) [L2]'den örnekler;

- Halat 20 DIN 3061 – SES – zn 1770 sZ – spa

20 : Nominal halat çapı [mm]

DIN 3061 : Halat DIN standardı. Tablo 9 incelenirse, Dolgu (doldurma) telli Filler demetli halat olduğu görülür. Bu halatta,
Demet sayısı : 8
Her demetteki normal tel sayısı : 19
Her demetteki dolgu (doldurma) tel sayısı : 6 dır.

SES : (= IWRC), Çelik halat özlü (Şekil 12)

zn : Çinko kaplanmış telli

1770 : Nominal tel mukavemeti [N/mm²]

sZ : Çapraz sağ sarımlı

spa : Gerilme giderme/azaltma işlemi uygulanmış.

- Halat 20 SESP + 8 (1 + 5 + 5F + 10) sZ

20 : Nominal halat çapı [mm]

SESP : (= PWRC), Paralel çelik halat özlü (Şekil 12)

8 : Demet sayısı
16 : Her demetteki tel sayısı
5 : Her demetteki Filler tel sayısı
sZ : Çaprazsağ sarımlı

Bu halatı,

Filler halat 20 SESP + 8 (1+5+5F+10) sZ

veya

Tel çapları çözönüne alınarak,

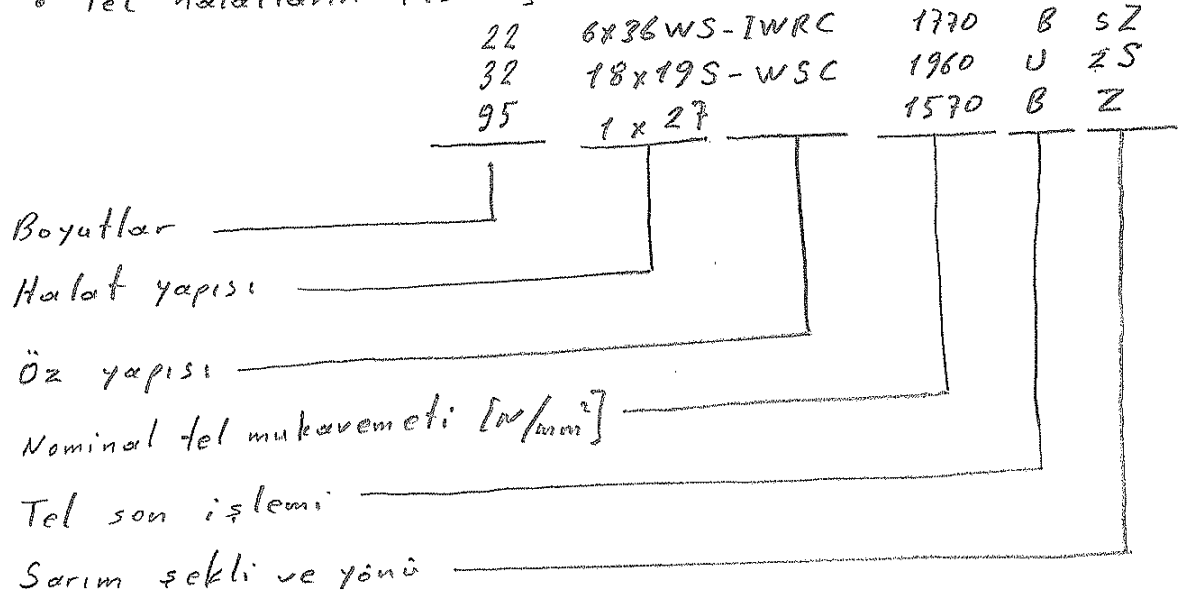
Filler halat 20 SESP + 8(1x0,88+5x1,13+5Fx0,50+10x1,20) sZ

şeklinde kısa gösterimini yapmak mümkündür.

f) [L21]'den örnekler;

- Tel halatların kısa gösterilişi;

22	6x36WS-IWRC	1770	B	sZ
32	18x19S-WSC	1960	U	zS
95	1 x 27	1570	B	Z



Burada, telin son işlemi;

Dış tellerin son işlemi olup şu semboller kullanılarak gösterilir:

Kaplamasız (veya parlak) ..... U
Çinko kaplı, sınıf B (çekilmiş-ince çinko kaplama) ... B
Çinko kaplı, sınıf A (Kalın çinko kaplama) ..... A
Çinko alaşımı kaplı, sınıf B ..... B(Zn/AL)
Çinko alaşımı kaplı, sınıf A ..... A(Zn/AL)

• Demetli halatlar için demet yapısı;

K	19	S
V	25	
V	25	B
	24	FC
	36	WS

Demet şeklinin sembolü
Toplam tel sayısı
Demet yapısının sembolü

Burada,
K : Sıkıştırılmış demet (şekil 9)
V : Üçgen demet (şekil 5)

• Spiral demetli halat;

1x	19	M
1x	61	
1x	127	

"i" sayısı ve çarpım işareti
Toplam tel sayısı
Demet yapısı tipi sembolü

Burada,
M : Çapraz sarım

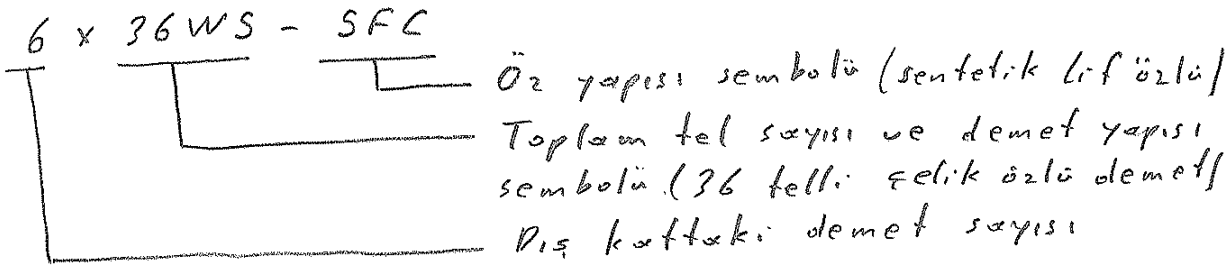
g) [L 18]'den örnekler;

• Demetli halatlar için halat yapısı;

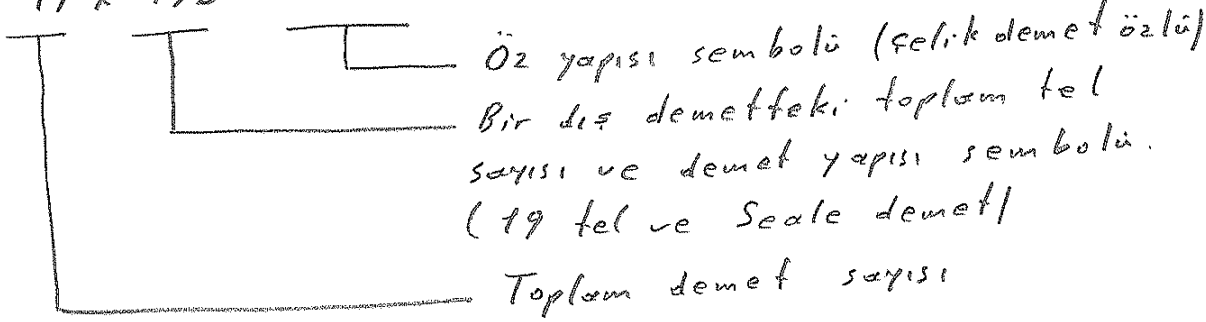
V	25	S

Demet yapısı sembolü (Burada, Seale)
Toplam tel sayısı
Demet şekli sembolü (Burada, üçgen)

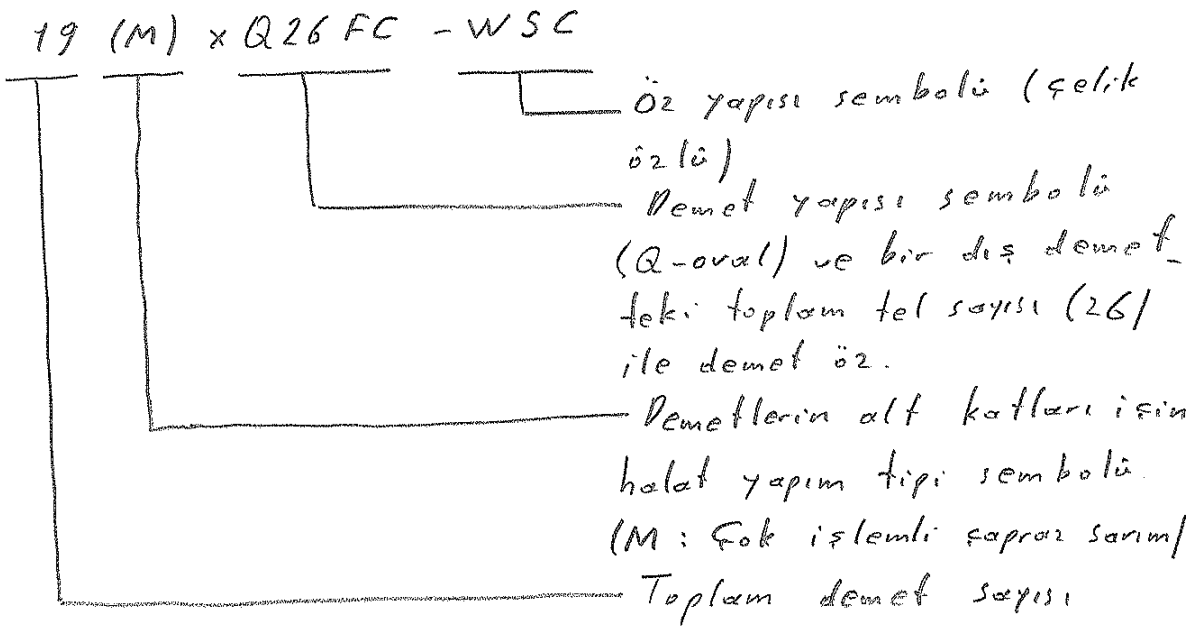
• Tek katlı demetli halat;



• Dönme dirençli halat;



• Dönme dirençli halat;



Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

-III-

• Paralel sarımlı halat;

8 x 36WS-PWRC

- Halat merkezli öz sembolü (paralel halat merkezli)
- Demet yapısı sembolü ve dış demet yapısı (36 telli ve çelik özlü)
- Toplam demet yapısı

• Halat demetli halatlar;

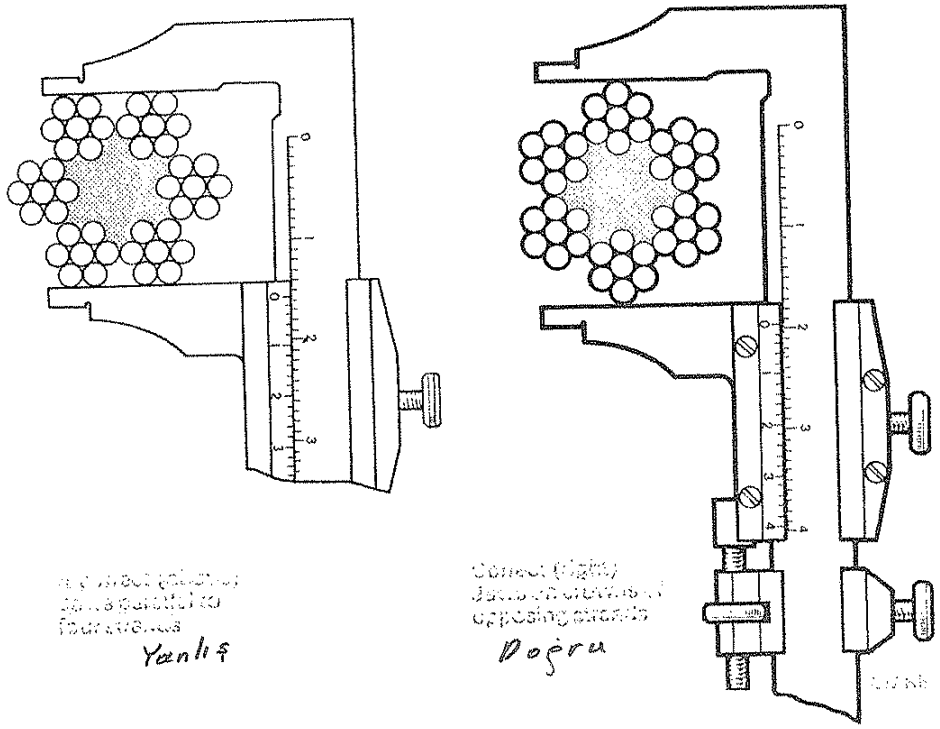
6 x 6 x 19S-IWRC-FC

- Öz yapısı sembolü (Lifl)
- Birim halat yapısı; kısaca gösterimi (6 demetli; her bir demette 19 tel var, demet yapısı Seale ve çelik halat özlü)
- Toplam birim halat sayısı

6- Halat boyutları;

• Halat anma çapı veya nominal halat çapı d

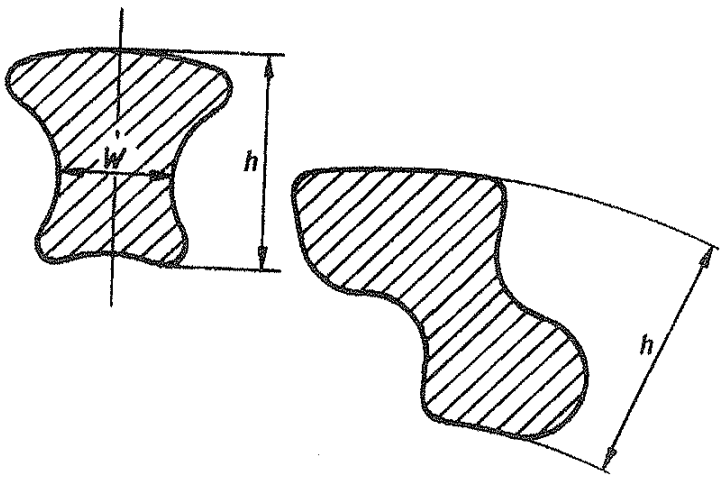
Düzgün bir halatın ekseni boyunca en az iki noktasından (iki demet veya teline) temas edecek şekilde bir kumpasla yapılan ölçme sonucu bulunacak büyüklüktür (Şekil 30). Ancak bu ölçme işleminin sonucu; bir metre ara ile iki yerden ve aynı yerde iki ayrı ölçüm şeklinde



Şekil 30- Halat çapının ölçülmesi [L 17].

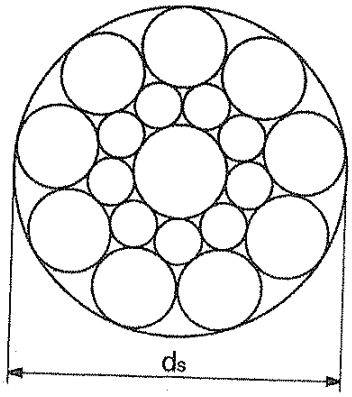
yapılarak bu dört ölçünün ortalaması olarak alınmalıdır [L 18].

- Yuvarlak tel boyutu δ,
  Telin enine kesit çapı
- Yuvarlak dış tel boyutu δ_a,
  En dış telin enine kesit çapı
- Şekillendirilmiş tel boyutları,
  Tam kapalı (kenetli) telin yüksekliği (h), yarı kapalı (kenetli) telin yüksekliği (h) ve genişliği (w). (Şekil 31).



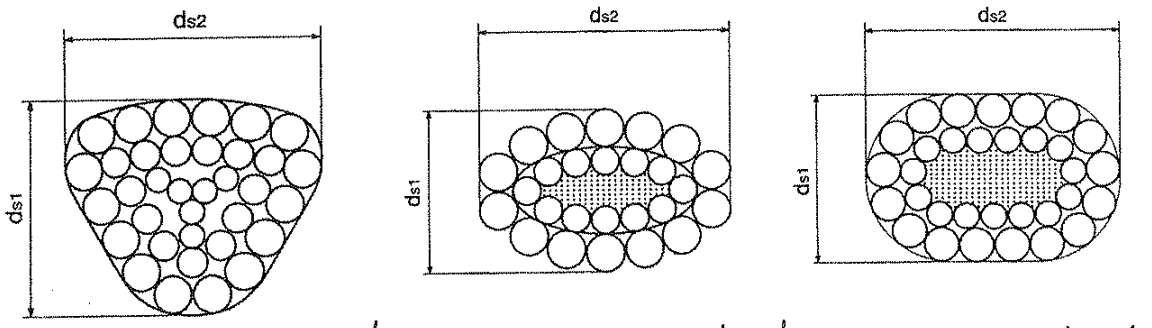
Şekil 31 - Yarı kenetli (kapalı) ve tam kenetli (kapalı) tel kesitleri [L 21].

- Yuvarlak demet boyutu ds, Demetin enine kesit çapı (Şekil 32)



Şekil 32 - Yuvarlak demet boyutu [L 21].

- Şekillendirilmiş demet boyutları, Şekil 33 te görüldüğü gibi yükseklik (d_{s1}) ve ona dik olarak ölçülen genişlik (d_{s2}) gibi iki boyut vardır.

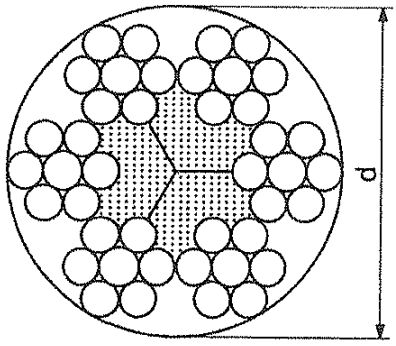


a) Üçgen demet boyutu b) Oval demet boyutu c) Şerit demet boyutu

Şekil 33 - Şekillendirilmiş demet boyutları [L 21].

- Yuvarlak halat boyutu d,

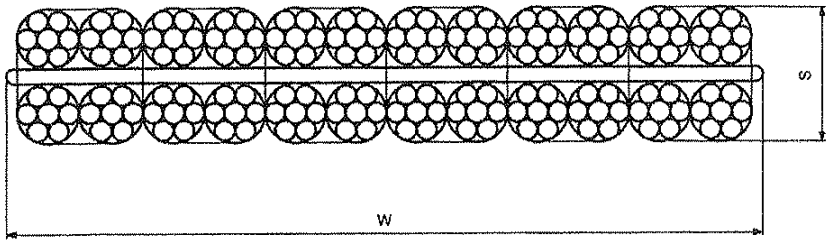
Halatın enine kesitinin çevresel çemberinin çapı (Şekil 34).



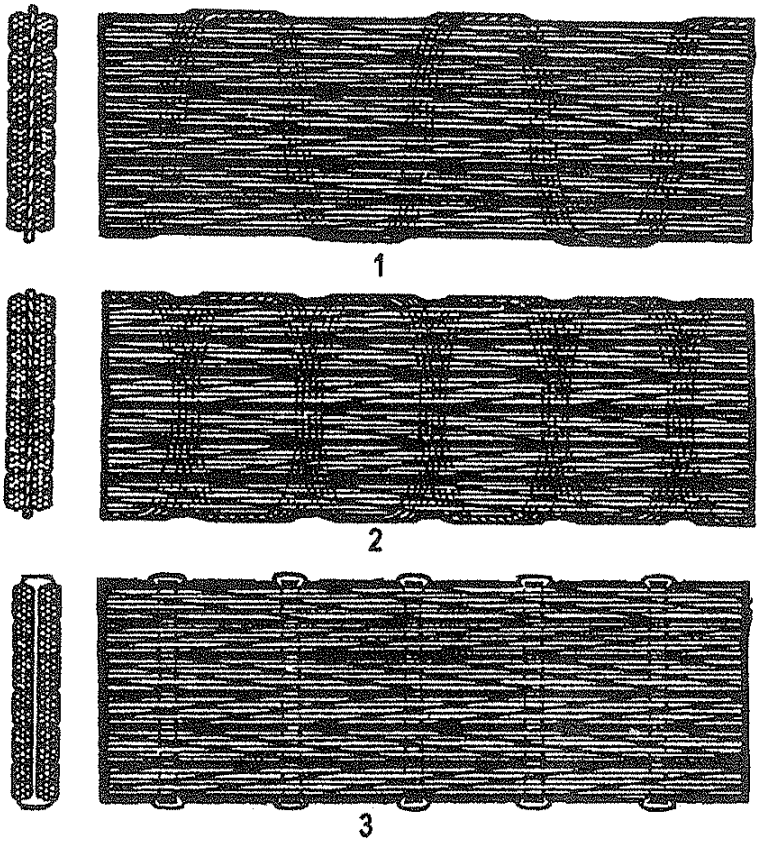
Şekil 34 - Yuvarlak halat boyutu [L 21].

- Yassı halat boyutları,

Genişlik (w), kalınlık (s) olmak üzere enine kesit boyutları Şekil 35 te gösterilmiştir (Şekil 21, 22, 36 ve Tablo 6 ya bakınız)



Şekil 35 - Yassı halat boyutları [L21].



Şekil 36 - Farklı bağlantılı yassı halat örnekleri [L21].

1 - Tek bağlantılı (dikişli)
2 - Çift bağlantılı (dikişli)
3 - Perçinli

7- Madencilik işlerinde kullanılacak halatlar;

- [L 18]' den:

Madencilikte kullanılacak halatlar ağır hizmet amaçlı halatlar olup diğer halatlara göre farklı özelliklere sahip olmalıdır. Bu alanda kullanılacak halatlar aşırı yük etkisinde aşınma, eğilme ve darbe zorlanmaları ile korozyon etkisine de maruz kalmaktadır. Özellikle maden kuyularında kullanılan halatlar önemli bir uzunlukta ve ağır yük altında çalışmak durumunda kalabilmektedir. Çalışma koşulları da göz önüne alındığında halat tipi olarak demetli halatlar ve bunlarında özellikle kompakt (sıkıştırılmış) demetli tipleri ile spiral halatların yarı veya tam kenetli türleri kullanılmalıdır. Bu halatların mukavemet sınırı 1270 ... 1770 N/mm² seçilmelidir. Önerilebilecek halat yapıları, 6 x 19S-WC, 6x36W-WC, 6x25F-WC, 6x25F-IWRC, 6x36WS-IWRC olarak verilebilir.

- [L 1]' den,

Ağır hizmet amaçlı olarak çalışan madencilik halatlarında,

Kopma yükü, aşınma, eğilme, sarpma ve

korozyon dayanımı özellikleri çok önemlidir. Genellikle demetteki tellerin aynı adımda olduğu paralel telli ve çelik özlü kompozisyonlar tercih edilir. Örneğin, 6x19S, 6x36WS, 6x25F ve 6x41WS gibi. Tel mukavemeti 180 kgf/mm² veya esnekliğin istendiği durumlarda ise en az 160 kgf/mm² değerinde olmalıdır. Halatlar yağlı-kaplamasız veya galvanizli olarak imal edilebilirler.

Sistemde kullanacağımız halatlar ile ilgili verilen bu bilgilerden sonra yeni konumuza dönebiliriz. Son olarak toplam skip kütlesini

$$F = 41609 \text{ kg}$$

hesaplamıştık (Sayfa: 7)

8- Halat çapının hesabı;

Tel halatlar işletmede çekme, eğilme, ezilme (yüzey basıncı) gibi gerilmelerin etkisinde kalmaktadır. Ancak tel halat her şeyden önce bir çekme elemanıdır ve dolayısıyla çalıştığı en büyük zorlanmada çekme gerilmesidir. Bu nedenle çelik tel halatın en önemli boyutu olan çapının hesabı çekme zorlanmasına göre yapılmaktadır [L 18].

Halat çapını hesaplama yöntemleri :

(Kullanılan sembol ve birimler, alındığı kaynağın sembol ve birimleridir) .

a) Dr. Ing. W. OSTERMANN'dan [L 11] ,

Metalik halat kesitinden hareketle,

Müsaade edilen gerilme (Fekme emniyet gerilmesi)

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_B}{\nu} = \frac{F}{A_S} \qquad (2)$$

F - Halat yükü

$$F = G + G_{zw} + G_N + G_S \qquad (3)$$

Burada,

G - Skip'in kendi ağırlık kuvveti

$G = 31500$ kp (Şekil 3)

G_{zw} - Koşum takımları ağırlık kuvveti

$G_{zw} = 10109$ kp (Şekil 3)

G_N - Faydalı yük

$G_N = 25000$ kp (sayfa : 5)

G_S - T' halat boyuna karşılık gelen halat ağırlık kuvveti

$$T' = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{DE} \quad \text{(Şekil 2)}$$

$\overline{AB}$ - Skip'in durduğu en yüksek seviye

ile molet molef ekseni arasındaki halat uzunluğu ($\tilde{=}$ 25,4 m)

$\overline{BC}$ - Hareket yolu (Yük çalışma yolu)

$$\overline{BC} = H \tilde{=} 651\ m$$

$\overline{DE}$ - Skip'in durduğu en alt seviye ile denge halatının kıvrım yaptığı seviye arasındaki kalan denge halatının uzunluğu ($\tilde{=}$ 12 m)

$$T' = (25,4 + 651 + 12)\ m$$

$$\| T' = 688,4\ m$$

T' için, "Yüklü taraftaki net halat boyu" tanımını da yapabiliriz.

$$G_S = 10^3 \cdot T' \cdot A_S \cdot \gamma_S \qquad (4)$$

G_S	T'	A_S	γ_S
kp	m	mm^2	kp/mm^3

eşitliği yazılabilir.

A_S - Halatın metalik kesit alanı

γ_S - Halatın özgül ağırlığı

Lif özlü bütün yuvarlak halatlar için

$$\gamma_S = 9,5 \cdot 10^{-6}\ kp/mm^3$$

alınabilir.

ν - Halat emniyet katsayısı (statik emniyet faktörü)

Koepe nakliyat sisteminde,

- [L13]'ün 138. maddesi:
  - Malzeme nakli için : $\nu \geq 7$
  - İnsan nakli için : $\nu \geq 9,5$

değerlerini vermiştir.

- [L14] de ise emniyet katsayısı:
  - Malzeme nakli için:

$$\nu \geq 7,2 - 0,0005.L \qquad (5)$$

  - İnsan nakli için:

$$\nu \geq 9,5 - 0,001.L \qquad (6)$$

şeklindedir.

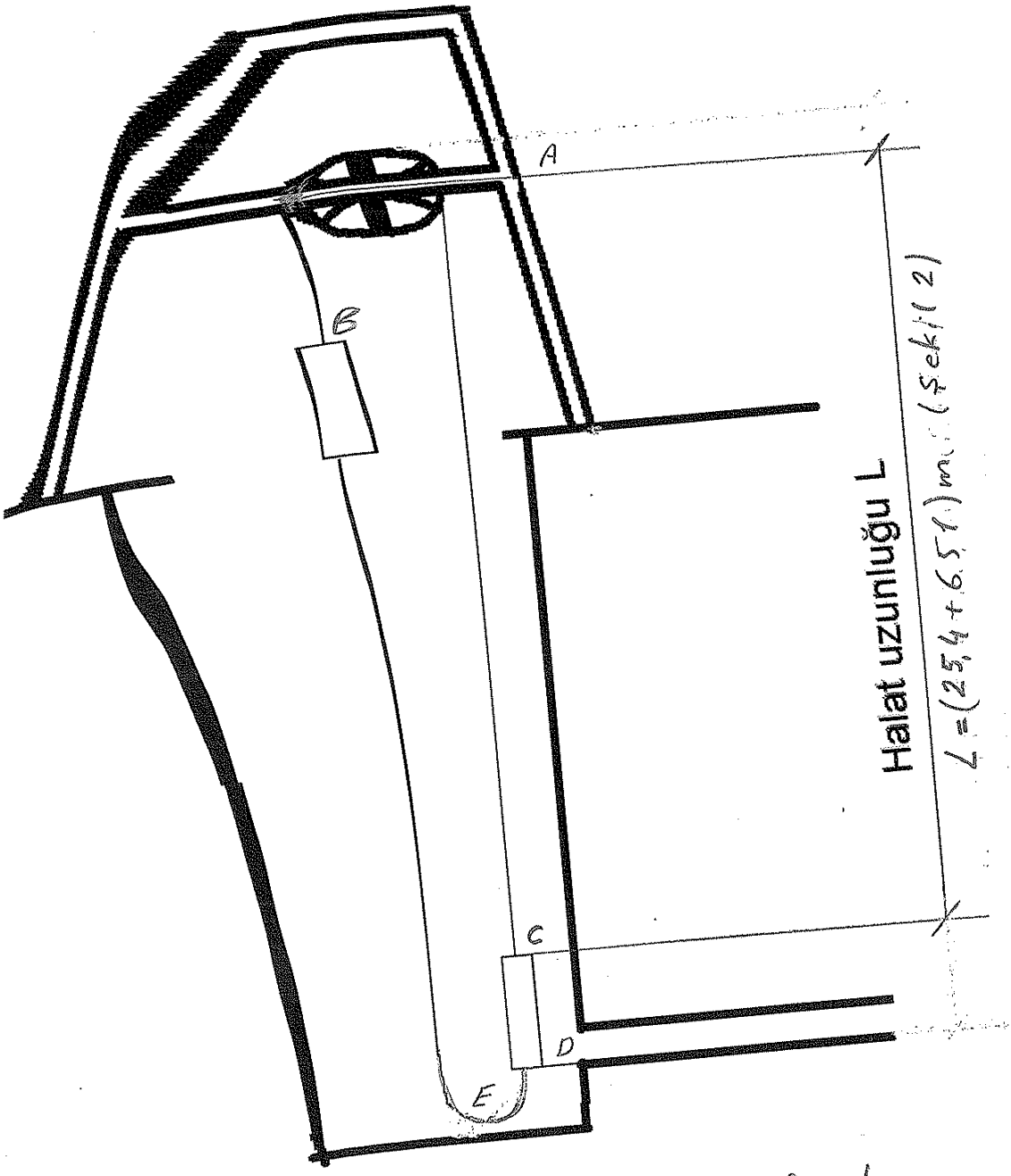
L - Halat uzunluğu [m]

Kule tipi KOEPE ihraç tesislerinde (sistemlerinde), makat ekseni ile kuyu dibine en yakın skip (kafes veya karşı ağırlık) arasındaki mesafe (şekil 37).

- [L15]'e göre:

Çok halatlı sürtünmeli tip sistemlerde (KOEPE), sadece insan nakli için,

$$\nu = 9,2 - 0,0005.H \qquad (7)$$



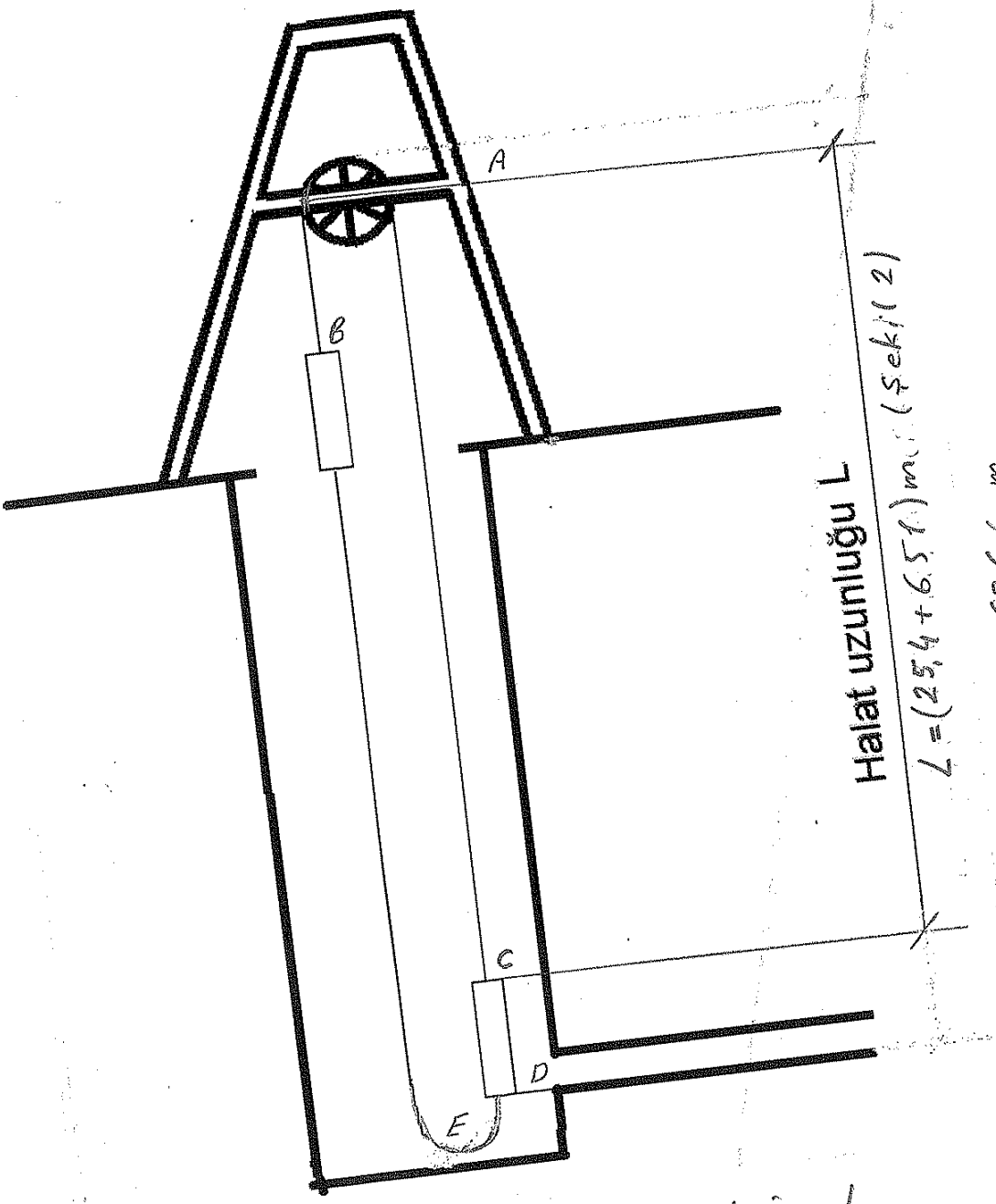
Şekil 37 - Halat uzunluğu L

denklemi geçerlidir.

H - Halatın asılma uzunluğu [m]

H_1 Şekil 37 deki L mesafesidir.

Diğer bazı devletlerin kabül ettiği V emniyet katsayısı değerleri için, [L16]'ya bakınız.



Şekil 37 - Halat uzunluğu L

denklemi geçerlidir.

H - Halatın asılma uzunluğu [m]

H, Şekil 37 deki L mesafesidir.

Diğer bazı devletlerin kabül ettiği V emniyet katsayısı değerleri için, [L16]'ya bakınız.

Ostermann hoca [L 11] hesaplarını Alman maden nizamnamesine göre yapmıştır yani, malzeme ve insan taşınması için öngörülen statik emniyet faktörleri sırası ile :

$$V \geq 7{,}2 - 0{,}0005\,L \quad \text{(Eşitlik 5)}$$

$$V \geq 9{,}5 - 0{,}001\,L \quad \text{(Eşitlik 6)}$$

olmalıdır.

Şimdi, halat ağırlık kuvvetini (G_S) hesaplıyalım.

Taşıyıcı halat sayısı : 4
Denge halatı sayısı : 2

olarak verildiğine göre, 4 taşıyıcı halatın birim ağırlığı, 2 denge halatının birim ağırlığına eşit (veya kabul edilebilir farkla eşit) olmalıdır. G_S, bu düşünceye göre 1 halat için

$$G_S = 10^3 \cdot T \cdot A_S \cdot \gamma_S \quad \text{(Eşitlik 4)}$$

şeklinde formülüze edilmiştir.

F halat yükünü 1 halat için yazalım,

$$F_{1\,halat} = \frac{G + G_{2w} + G_N}{4} + G_S$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_B}{\nu} = \frac{F}{A_S} \quad \text{(Eşitlik 2)}$$

ile,

$$\frac{(G + G_{zw} + G_N)/4}{A_S} + \frac{G_S}{A_S} = \frac{\sigma_B}{\nu}$$

$$\frac{G + G_{zw} + G_N}{4 A_S} + 10^3 \cdot T' \cdot \gamma_S = \frac{\sigma_B}{\nu}$$

$$A_S = \frac{G + G_{zw} + G_N}{4\left(\frac{\sigma_B}{\nu} - 10^3 \cdot T' \cdot \gamma_S\right)} \quad \text{---} \quad (8)$$

Metalik kesit alanı elde edilir.

σ_B - Halatın nominal tel mukavemeti.

$\sigma_B = 1770\ N/mm^2 = 180\ kp/mm^2$ (Kabül)

Halat emniyet katsayısı,

$$\nu \geq 7{,}2 - 0{,}0005 \cdot L \quad \text{(Eşitlik 4)}$$

$$\nu = 7{,}2 - 0{,}0005 \cdot 676{,}4$$

$$\nu = 6{,}86$$

Ancak, hesaplarımızda tüzüğümüze göre [L13],

$$\nu_{malzeme} \geq 7$$

$$\nu_{insan} \geq 9{,}5$$

değerlerini kullandığımızdan $\nu = 7$ ile hesaba devam edelim.

$$A_S = \frac{(31500 + 10109 + 25000)}{4\left(\frac{180}{7} - 10^3 \cdot 688,4 \cdot 9,5 \cdot 10^{-6}\right)}$$

$$\| A_S = 868,5 \text{ mm}^2$$

olarak bulunur.

Tablo 12 ye göre;

$A_S = 868,5 \text{ mm}^2$ metalik kesit alanı için,

$A_S = 883 \text{ mm}^2 \rightarrow d = \Phi 48 \text{ mm}$, $\sigma_{Bhalat} = 158900 \text{ kp}$

$A_S = 956 \text{ mm}^2 \rightarrow d = \Phi 50 \text{ mm}$, $\sigma_{Bhalat} = 172000 \text{ kp}$

$A_S = 956 \text{ mm}^2$ kesit alanını seçmek daha uygun çünkü 883 mm^2 alanı $868,5 \text{ mm}^2$ alanına çok ama çok yakın. Su halde,

$A_S = 956 \text{ mm}^2$ ile seçilen halat,

Taşıyıcı halat $6 \times 35 - 50 \times 180$ s/z DIN 21255 Galvanizli şeklinde gösterilir. Burada,

Demet sayısı ..... : 6
Her demetteki tel sayısı ..... : 35
Nominal halat çapı ..... : $d = 50$ mm
Çapraz sağ sarımlı L_L ..... : s/z (2 Adet)
Çapraz sol sarımlı L_____ : z/s (2 Adet)
Nominal tel mukavemeti ..... : $\sigma_B = 180 \text{ kp/mm}^2$

Ayrıca,

Halatın metalik kesiti . . . . . : $A_S = 956\ mm^2$

Halatın birim kütlesi . . . . . : 9,08 kg/m

Halatın hesaplanmış kopma mukavemeti : $F_{Br} = 172000$ kp

Tablo 12 den okunabilir.

Şimdi, halat birim kütlesini göz önüne alarak Tablo 13 den denge halatını veya yassı halatı seçebiliriz.

Taşıyıcı halatın birim kütlesi : 9,08 kg/m

Taşıyıcı halat sayısı . . . : 4

Denge halatı sayısı . . . . : 2

Konstrüksiyonu 8x4x19 olan tek dikişli yassı halatın birim kütlesi 18,2 kg/m

4 x 9,08 = 36,32 kg/m (4 halat için)

2 x 18,2 = 36,4 kg/m (2 halat için)

Halatlarının birim kütleleri eşit sayılabilir. Dolayısıyla seçilen halat;

Yassı alt halat 8x4x19 - 190 x 29 x 140 DIN 21256 dır. Yani,

Nominal tel mukavemeti : 140 kp/mm²

Nominal genişlik . . . : b = 190 mm

Nominal kalınlık . . . : s = 29 mm

Konstrüksiyon . . . . : 8x4x19 = 608 Telli

Tek dikişli galvanizli halat kullanılabilir.

* : Çapraz sarımda, demetleri meydana getiren tellerle, halatı meydana getiren demetlerin sarım yönleri birbirlerine terstir.

** : Düz sarımda, demetleri meydana getiren tellerle halatı meydana getiren demetlerin sarım yönleri birbirlerine paraleldir.

Tabelle 15. Förderseile in gedeckter Warrington-Machart nach DIN 21255

Sağ sarımlı halat s/z — Çapraz Kreuzschlag — Sol sarımlı halat z/S

rechtsgängig s/Z — linksgängig z/S

* Die Drähte in den Litzen haben entgegengesetzte Drehrichtung gegenüber der Drehrichtung im Seil

Sağ sarımlı halat z/z — Düz Gleichschlag — Sol sarımlı halat s/S

rechtsgängig z/Z — linksgängig s/S

** Die Drähte in den Litzen und die Litzen im Seil haben gleiche Drehrichtung

(1) Bezeichnung eines Rundförderseiles mit Aufbau 6×35 Drähte, von 60 mm Nenndurchmeser, mit einer Nennfestigkeit des Einzeldrahtes von 180 kp/mm², in Gleichschlag rechtsgängig (z/Z), Auführung blank, für Treibscheibenförderung:
Förderseil 6×35—60×180 z/Z DIN 21255 blank, für Treibscheibenförderung

Anzahl der Litzen	Anzahl der Drähte in einer Litze	(2) Anzahl aller Drähte	(3) Seil-nenn-durch-messer mm +5%	(4) Draht-Nenndurchmesser Kern mm	Innenlage mm	Mittellage mm	mm	Außenlage mm	(5) Metallischer Querschnitt des Seiles mm²	(6) Masse kg/m −2% +5%	(7) Rechnerische Bruchlast des Seiles in kp bei Nennfestigkeit des Einzeldrahtes in kp/mm² 160	170	180	190
6	1	198	28	1,4	1,3	1,0	1,3	1,6	302	2,87	48300	51300	54300	57300
	6		30	1,5	1,4	1,05	1,4	1,7	343	3,26	54800	58300	61700	65100
	6 + 6		32	1,6	1,5	1,1	1,5	1,8	387	3,68	61900	65700	69600	73500
	14		34	1,7	1,6	1,2	1,6	1,9	438	4,16	70000	74400	78800	83200
	33		36	1,8	1,7	1,25	1,7	2,0	487	4,63	77900	82700	87600	92500
			38	1,9	1,8	1,35	1,8	2,1	542	5,15	86700	92100	97500	102900
			40	2,0	1,9	1,4	1,9	2,2	598	5,68	95600	101600	107600	113600

Tablo 12. Warrington tipi kaplamalı taşıyıcı halat (DIN 21255'e göre). [L 11].

			36	1,9	1,8	1,3	1,8	1,8	492	4,67	78700	83600	88500	93400
			38	2,0	1,9	1,4	1,9	1,9	551	5,23	88100	93600	99100	104600
			40	2,1	2,0	1,5	2,0	2,0	612	5,81	97900	104000	110100	116200
			42	2,2	2,1	1,55	2,1	2,1	672	6,38	107500	114200	120900	127600
		1	44	2,4	2,2	1,65	2,2	2,2	743	7,06	118800	126300	133700	141100
		6	46	2,5	2,3	1,7	2,3	2,3	808	7,68	129200	137300	145400	153500
		6 + 6	48	2,6	2,4	1,8	2,4	2,4	883	8,39	141200	150100	158900	167700
		16	50	2,7	2,5	1,85	2,5	2,5	956	9,08	152900	162500	172000	181600
6		35	52	2,8	2,6	1,95	2,6	2,6	1036	9,84	165700	176100	186400	196800
			54	2,9	2,7	2,0	2,7	2,7	1115	10,6	178400	189500	200700	211800
			56	3,0	2,8	2,1	2,8	2,8	1202	11,4	192300	204300	216300	228300
			58	3,1	2,9	2,2	2,9	2,9	1292	12,3	206700	219600	232500	245400
			60	3,2	3,0	2,25	3,0	3,0	1379	13,1	220600	234400	248200	262000
			62	3,3	3,1	2,3	3,1	3,1	1469	13,9	235000	249700	264400	279100
			51	1,15	2,45	1,8	2,4	2,3	986	9,37	157700	167600	177400	187300
			53	1,2	2,5	1,85	2,45	2,35	1033	9,81	165200	175600	185900	196200
			55	1,25	2,6	1,9	2,55	2,45	1117	10,6	178700	189800	201000	212200
		1	57	1,3	2,7	2,0	2,65	2,55	1212	11,5	193900	206000	218100	230000
		6	59	1,3	2,8	2,05	2,75	2,65	1299	12,3	207800	220800	233800	246800
		7	61	1,35	2,9	2,1	2,8	2,7	1361	12,9	217700	231300	244900	258500
		7 + 7	63	1,4	3,0	2,2	2,9	2,8	1464	13,9	234200	248800	263500	278100
		18	65	1,45	3,1	2,25	3,0	2,9	1564	14,9	250200	265800	281500	297100
6		46	67	1,5	3,2	2,35	3,1	3,0	1675	15,9	268000	284700	301500	318200
			69	1,55	3,3	2,4	3,2	3,1	1781	16,9	284900	302700	320500	338300
			71	1,6	3,4	2,5	3,3	3,2	1899	18,0	303800	322800	341800	360800
			73	1,65	3,5	2,55	3,4	3,3	2013	19,1	322000	342200	362300	382400

* Aufbau der Drahtseile dieser Norm 6 Litzen und 1 Faserstoffeinlage. Bei Seilen mit Aufbau 6×46 Drähte besteht der Kern aus einem Kerndraht und 6 weiteren Einzeldrähten. Bei Bestellung ist mit Rücksicht auf eine sachgemäße Schmierung stets anzugeben, ob das Seil für eine Trommel- oder Treibscheibenförderung bestimmt ist. Förderseile nach dieser Norm werden im allgemeinen in Gleichschlag rechtsgängig (z/Z) geliefert. Rundförderseile aus Stahldrähten 160, 170 und 180 kp/cm² werden blank oder verzinkt, mit 190 kp/cm² nur blank geliefert. Technische Lieferbedingungen nach DIN 21254.

Tablo 12- Devamı

*: Bu standarda göre halatların yapısı 6 demetli ve 1 kendir özlüdür. Konstrüksiyonu 6×46 telli olan halatlarda özün yapısı ise bir orta tel ve 6 diğer telden oluşmaktadır. Siparişlerde halatın tambur veya KOEPE sistemlerinde kullanılacağı yazılma esasından belirtilmelidir. Taşıma halatları bu normda göre genelde düz sağ sarım (z/Z) olarak teslim edilir. Çelik telli yuvarlak taşıma halatları 160, 170 ve 180 kp/mm² çıplak yada galvanizli olarak, 190 kp/cm² yalnız çıplak olarak teslim edilir. Teknik teslim şartları DIN 21254'e göredir.

-57-

Tablo 12 :

① Sürtünme tamburlu nakliyat sistemleri (KO_EPE) için, nominal tel mukavemeti 180 kp/mm² ve nominal halat çapı 60 mm olan kaplamalı (Galvanizli) telli, düz sağ sarımlı (z/z), 6x35 Warrington taşıyıcı halatın gösterilişi:

Taşıyıcı halat 6x35 - 60x180 z/z DIN 21255

②

Demet	Sayısı: 1 demetteki teller	Bütün teller

③

Nominal halat çapı mm

Toleranz : ± %5

④ Tel - Nominal çapı

Çekirdek (öz) mm	İç kat mm	Orta kat mm	Orta kat mm	Dış kat mm

⑤

Halatın metalik kesit alanı mm²

⑥ Birim kütlesi
kg/m
Tolerans : − %2
+ %5

⑦

Halatın teorik (hesaplanmış) kopma mukavemeti kp			
Tel nominal mukavemeti kg/mm²			
160	170	180	190

Tabelle 18. Unterseile (Flachseile) (DIN 21256)

Bezeichnung eines doppelt genähten Flachunterseiles mit Aufbau 6 × 4 × 12 Drähte von Breite $b = 130$ mm und Dicke $s = 29$ mm, mit einer Nennfestigkeit der Einzeldrähte der tragenden Litzen von 140 kp/mm², Ausführung verzinkt:
Flachunterseil 6 × 4 × 12 — 130 × 29 × 140 DIN 21256

(1) Nenngröße Breite b × Dicke s mm ≈ 10‰		(2) Draht-Nenndurchmesser	(3) Metallischer Querschnitt	(4) Masse (des geschmierten Seiles) kg/m ± 5%		(5) Rechnerische Bruchlast des Flachseiles in kp bei einer Nennfestigkeit des Einzeldrahtes von 140 kp/mm²
doppelt genäht	einfach genäht	mm	mm²	doppelt genäht	einfach genäht	
(6) Aufbau: 6 × 4 × 7 = 6 Schenkel zu je 4 Litzen zu je 1 + 6 Drähten = 168 Drähte						
70 × 17	70 × 15	1,60	338	3,5	3,4	47300
74 × 18	74 × 16	1,70	381	4,0	3,8	53300
78 × 19	78 × 17	1,80	427	4,5	4,3	59700
82 × 20	82 × 18	1,90	477	5,0	4,8	66700
87 × 21	87 × 19	2,00	528	5,5	5,3	73900
91 × 22	91 × 20	2,10	581	6,1	5,8	81300
95 × 23	95 × 21	2,20	638	6,7	6,4	89300
Aufbau: 8 × 4 × 7 = 8 Schenkel zu je 4 Litzen zu je 1 + 6 Drähten = 224 Drähte						
110 × 20	110 × 18	1,90	636	6,7	6,4	89000
113 × 20	113 × 18	1,95	670	7,0	6,7	93800
116 × 21	116 × 19	2,00	703	7,4	7,0	98400
119 × 21	119 × 19	2,05	739	7,8	7,4	103400
122 × 22	122 × 20	2,10	775	8,1	7,8	108500
125 × 22	125 × 20	2,15	813	8,5	8,1	113800
128 × 23	128 × 21	2,20	851	8,9	8,5	119100
Aufbau: 6 × 4 × 12 = 6 Schenkel zu je 4 Litzen zu je 3 + 9 Drähten = 288 Drähte						
112 × 26	112 × 23	1,90	818	8,6	8,2	114500
115 × 26	115 × 23	1,95	861	9,0	8,6	120500
118 × 27	118 × 24	2,00	904	9,5	9,0	126500
121 × 27	121 × 24	2,05	950	10,0	9,5	133000
124 × 28	124 × 25	2,10	996	10,5	10,0	139400
127 × 28	127 × 25	2,15	1045	11,0	10,5	146300
130 × 29	130 × 26	2,20	1094	11,5	10,9	153100
Aufbau: 8 × 4 × 12 = 8 Schenkel zu je 4 Litzen zu je 3 + 9 Drähten = 384 Drähte						
146 × 26	146 × 23	1,90	1091	11,5	10,9	152700
149 × 26	149 × 23	1,95	1148	12,1	11,5	160700
154 × 27	154 × 24	2,00	1206	12,7	12,1	168800
157 × 27	157 × 24	2,05	1267	13,3	12,7	177300
160 × 28	160 × 25	2,10	1329	14,0	13,3	186000
165 × 28	165 × 25	2,15	1394	14,6	13,9	195100
168 × 29	168 × 26	2,20	1459	15,3	14,6	204200
Aufbau: 8 × 4 × 14 = 8 Schenkel zu je 4 Litzen zu je 4 + 10 Drähten = 448 Drähte						
160 × 27	160 × 24	1,90	1272	13,4	12,7	178000
164 × 28	164 × 25	1,95	1340	14,1	13,4	187600
168 × 28	168 × 25	2,00	1407	14,8	14,1	196900
172 × 29	172 × 26	2,05	1478	15,5	14,8	206900
176 × 29	176 × 26	2,10	1550	16,3	15,5	217000
180 × 30	180 × 27	2,15	1626	17,1	16,3	227600
184 × 30	184 × 27	2,20	1702	17,9	17,0	238200
Aufbau: 8 × 4 × 19 = 8 Schenkel zu je 4 Litzen zu je 1 + 6 + 12 Drähten = 608 Drähte						
186 × 31	186 × 28	1,90	1727	18,1	17,3	241700
190 × 32	190 × 29	1,95	1818	19,1	18,2	254500
194 × 33	194 × 30	2,00	1909	20,1	19,1	267200

Tablo 18. Alt halat, denge halatı, kuyruk halatı veya yassı halat (DIN 21256) [L 11].

Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- IV -

Tablo 13 :

* : Nominal tel mukavemeti 140 kp/mm², nominal genişliği b = 130 mm ve nominal kalınlığı s = 29 mm olan 6 x 4 x 12 = 288 telli çift dikişli galvanizli yassı alt halatın gösterilişi :

Yassı alt halat 6 x 4 x 12 - 130 x 29 x 140 DIN 21256

①	Nominal büyüklükler Genişlik b x Kalınlık s mm ∓ %10	
	Çift dikişli	Tek dikişli
②	Nominal tel çapı mm	
③	Metalik kesit alanı mm²	
④	Birim kütlesi (Yağlanmış halatın) kp/m ∓ %5	
	Çift dikişli	Tek dikişli

⑤ Yassı halatın teorik (hesaplanan) kopma mukavemeti

kp

Tel nominal mukavemeti

140 kp/mm² için

⑥ Konstrüksiyon : 6 x 4 x 7 = 168 Telli

6 Kanat

4 Her kanat için 4 demet

7 Her demet için 1+6 Tel

Yassı halat ile ilgili örnekler Şekil 21, 22, 35 ve 36 da gösterilmiştir.

b) Dr. Ing. Klaus FEYRER 'den [L2; L6];

DIN 15020 ye göre, en küçük çelik tel halat çapı,

$$d_{min.} = c\sqrt{S} \qquad \ldots (9)$$

d_{min}	c	S
mm	$mm/\sqrt{N}$	N

denkleminden hesaplanabilir.

$d_{min.}$ – En küçük halat çapı

c – Halat katsayısı veya halat çapı katsayısı.

Dönmeyen tel halatlar, dönebilen veya az dönebilen tel halatlar, tahrik grupları ve her bir telin nominal mukavemetine

göre c- katsayısı, Tablo 14 veya 15'ten alınabilir. Tahrik grupları ise, hareket (çalışma) zamanı ile yük kollektifinin fonksiyonu olarak Tablo 16 ve 17 de verilmiştir.

Yük kollektifi tanımını ele yapalım; Yük kollektifi, tahrik sistemi veya bir elemanın farklı zorlanmalara ne kadar süre çalıştığını belirtmektedir. Üç ana yük kollektifi mevcut olup bunlar Tablo 18 ile açıklanan "Kübik ortalama değer k'' 'ya göre düzenlenmiştir.

c- katsayısını,

$$c = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{k \cdot f \cdot \bar{\lambda} \cdot R_o}} \qquad (10)$$

formülü ile de hesaplıyabiliriz. Burada,

V - Halat emniyet katsayısı (Statik emniyet faktörü. Sayfa: 50)

f - Dolgu faktörü (Tablo 19, 20)

Halattaki bütün tellerin metalik kesit alanları toplamının (A) halat anma (nominal) kesiti alanına (Au) oranı olup

$$f = \frac{A}{Au} \qquad (11)$$

Tahrik grupları	c [mm / √N]												
	Normal transportlar								Tehlikeli transportlar [2] ve				
	Dönmeyen tel halatlar					Dönebilen veya az dönebilen tel halatlar [1]			Dönmeyen tel halatlar			Dönebilen veya az dönebilen tel halatlar [1]	
	Herbir telin nominal mukavemeti N/mm²												
	1570	1770	1960	2160[3]	2450[3]	1570	1770	1960	1570	1770	1960	1570	1770	1960
$1E_m$	–	0,0670	0,0630	0,0600	0,0560	–	0,0710	0,0670	–			–		
$1D_m$	–	0,0710	0,0670	0,0630	0,0600	–	0,0750	0,0710	–			–		
$1C_m$	–	0,0750	0,0710	0,0670		–	0,0800	0,0750	–			–		
$1B_m$	0,0850	0,0800	0,0750	–		0,0900	0,0850	0,0800	–			–		
$1A_m$	0,090	0,0850		–		0,0950		0,0900	0,0950			0,106		
2_m	0,0950			–		0,106			0,106			0,118		
3_m	0,106			–		0,118			0,118			–		
4_m	0,118			–		0,132			0,132			–		
5_m	0,132			–		0,150			0,150			–		

^1E_m, ^1D_m ve ^1C_m Tahrik gruplarında uygun halatların yerleştirilmesinde hesaplanan tel halat kopma kuvveti ile hesaplan tel halat kuvvet oranının 3,0 den daha küçük olması sağlanmalıdır.

[1] Seri olarak imal edilen kaldırma araçlarında dönmeyen veya az dönebilen tel halatlarda, halat konstrüksiyonunun seçimi ile yeteri derecede bir yerleştirme zamanına ulaşılabilirse, dönemeyen veya az dönebilen tel halatlarda aynı katsayı c kullanılabilir.

[2] Örneğin, yanabilen sıvı kütleterin, Reaktör-yanma elementlerin iletiminde.
Seri olarak imal edilen kaldırma araçlarında tel halatın, tanbur ve makara çaplarının değiştirilmemesi halinde halat emki kuvveti normal transportların 2/3 değerine indirilirse, bu basamak ihmal edilebilir.

[3] Özellikle 2160 ve 2450 N/mm² nominal mukavemetli tel halatlar, öngörülen özel kullanma durumuna uygun konstrüksiyon içindir.

Tablo 14 - C, katsayısı [L 9]

Tabelle 3.8. Beiwert c, DIN 15 020

Triebwerkgruppe	c in mm/$\sqrt{N}$ für													
	übliche Transporte und								gefährliche Transporte[b] und					
	nicht drehungsfreie Drahtseile *				** drehungsfreie bzw. bzw. drehungsarme Drahtseile[a]				*** nicht drehungsfreie Drahtseile			**** drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile[a]		
	Nennfestigkeit der Einzeldrähte in N/mm²													
	1570	1770	1960	2160[c]	2450[c]	1570	1770	1960	1570	1770	1960	1570	1770	1960
$1E_m$	–	0,0670	0,0630	0,0600	0,0560	–	0,0710	0,0670		–			–	
$1D_m$	–	0,0710	0,0670	0,0630	0,0600	–	0,0750	0,0710		–			–	
$1C_m$	–	0,0750	0,0710	0,0670		–	0,0800	0,0750		–			–	
$1B_m$	0,0850	0,0800	0,0750	–		0,0900	0,0850	0,0800		–			–	
$1A_m$	0,0900	0,0850		–		0,0950		0,0900		0,0950			0,106	
2_m		0,0950		–			0,106			0,106			0,118	
3_m		0,106		–			0,118			0,118			–	
4_m		0,118		–			0,132			0,132			–	
5_m		0,132		–			0,150			0,150			–	

Bei den Triebwerksgruppen $1E_m$, $1D_m$ und $1C_m$ ist durch Auflegen entsprechender Seile dafür zu sorgen, daß zusätzlich das Verhältnis der rechnerischen Seilbruchkraft zur rechnerischen Seilzugkraft nicht kleiner ist als 3,0.

[a] Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte c benutzt werden, wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.

[b] Zum Beispiel Befördern feuerflüssiger Massen, Befördern von Reaktor-Brennelementen.
Bei Serienhebezeugen kann auf diese Einstufung verzichtet werden, wenn unter Beibehaltung von Drahtseil-, Seiltrommel- und Seilrollen-Durchmesser die Seilzugkraft auf $^2/_3$ des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.

[c] Besonders Drahtseile von 2160 und 2450 N/mm² Nennfestigkeit müssen von solcher Konstruktion sein, daß sie für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet sind.

Tablo 15 - C, katsayısı DIN 15020 [L 2]

* : Dönebilen tel halatlar

** : Dönmeyen veya az dönebilen tel halatlar

*** : Dönebilen tel halatlar

**** : Dönmeyen veya az dönebilen tel halatlar

hareket zamanı sınıfı	Kısa yazılış			V_{006}	V_{012}	V_{025}	V_{05}	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
	saat olarak 1 gündeki ortalama hareket zamanı, 1 yıla icra edilmiş olarak			≤0.125	>0.125 ≤0.25	>0.25 ≤0.5	>0.5 ≤1	>1 ≤2	>2 ≤4	>4 ≤8	>8 ≤16	>16
yük kollektifi	Nr		Açıklama	Çalışma grupları*								
	1	hafif	en büyük yükün çok az kullanılması	$1E_m$	$1E_m$	$1D_m$	$1C_m$	$1B_m$	$1A_m$	2_m	3_m	4_m
	2	orta	en büyük ortalama ve küçük yüklerin aynı sayıda kullanılması	$1E_m$	$1D_m$	$1C_m$	$1B_m$	$1A_m$	2_m	3_m	4_m	5_m
	3	ağır	hemen hemen daimi olarak en büyük yükün kullanılması	$1D_m$	$1C_m$	$1B_m$	$1A_m$	2_m	3_m	4_m	5_m	5_m
Bir çalışma periyodunun 12 dakika veya daha fazla devam etmesi halinde halat grubu, hareket zamanı sınıfı ve yük kollektifinin verdiği çalışma grubundan, 1 çalışma grubu daha küçük olarak hesaplanmalıdır.												

* $1C_m$, $1D_m$ ve $1E_m$ tahrik grupları önce özel işletme şartlarındaki vinçler -örneğin araç vinçleri- ve hafif işletme şartlarındaki vinçler için kullanılır. Fakat yüksek nominal mukavemetli halatlar tercih edilip bu halatların c-katsayısı sadece uydukları tahrik gruplarına göre verilmelidir.

Tablo 16- Hareket (çalışma) zamanı ve yük kollektifine göre tahrik grupları [L 9].

Tabelle 3.7. Triebwerkgruppen nach Laufzeitklassen und Lastkollektiven, DIN 15020

Laufzeitklasse	Kurzzeichen			V_{006}	V_{012}	V_{025}	V_{05}	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5
	mittlere Laufzeit je Tag in h, bezogen auf ein Jahr			bis 0,125	über 0,125 bis 0,25	über 0,25 bis 0,5	über 0,5 bis 1	über 1 bis 2	über 2 bis 4	über 4 bis 8	über 8 bis 16	über 16
Lastkollektiv	Nr	Benennung	Erklärung	Triebwerkgruppe								
	1	leicht	geringe Häufigkeit der größten Last	$1E_m$	$1E_m$	$1D_m$	$1C_m$	$1B_m$	$1A_m$	2_m	3_m	4_m
	2	mittel	etwa gleiche Häufigkeit von kleinen, mittleren und größten Lasten	$1E_m$	$1D_m$	$1C_m$	$1B_m$	$1A_m$	2_m	3_m	4_m	5_m
	3	schwer	nahezu ständig größte Lasten	$1D_m$	$1C_m$	$1B_m$	$1A_m$	2_m	3_m	4_m	5_m	5_m

Bei einer Dauer eines Arbeitsspieles von 12 Minuten oder mehr, darf der Seiltrieb um 1 Triebwerkgruppe niedriger gegenüber der Triebwerkgruppe eingestuft werden, die aus Laufzeitklasse und Lastkollektiv ermittelt wird.

Tablo 17- Hareket (çalışma) zamanı ve yük kollektifine göre tahrik grupları, DIN 15020. [L 2]

	Yük kollektifi	Açıklama	Kübik ortalama k-değeri
1	Hafif	Arada bir en büyük yük ile çalışan ve daha çok küçük yüklerle yüklenen tahrik sistemleri veya tahrik sistemi elemanları	$k \leq 0,53$
2	Orta	En küçük, orta ve en büyük yüklere aynı zaman içinde zorlanan tahrik sistemleri veya tahrik sistemi elemanları	$0,53 < k \leq 0,67$
3	Ağır	Her zaman büyük yüklerin civarında yüklemelerle zorlanan tahrik sistemleri ve elemanları	$0,67 < k \leq 0,85$

Tablo 18- Kübik ortalama k-değeri.
[L8, L9]

Halat çeşitleri	DIN	Konstrüksiyon	Lif çekirdekli halatlar (FE)		Çelik çekirdekli halatlar (SE)		Şekil No. 23
			Doldurma faktörü f_1	Sarma faktörü k_1	Doldurma faktörü f_2	Sarma faktörü k_2	
Spiral halatlar	3052	1 × 7	–	–	0,7700	0,9000	1
	3053	1 × 19	–	–	0,7600	0,8800	2
	3054	1 × 37	–	–	0,7500	0,8700	3
Tek katlı yuvarlak kordonlu halatlar	3055	6 × 7	0,4700	0,9000	0,5452	0,8379	4
	3056	8 × 7	0,4350	0,8700	0,5742	0,7777	5
	3057	6 × 19 Doldurma telli	0,5000	0,8600	0,5800	0,8007	6
	3058	6 × 19 Scale	0,4900	0,8600	0,5684	0,8007	7
	3059	6 × 19 Warrington	0,4900	0,8600	0,5684	0,8007	8
	3060	6 × 19 Standard	0,4550	0,8600	0,5278	0,8007	9
	3061	8 × 19 Doldurma telli	0,4450	0,8400	0,5874	0,7509	10
	3062	8 × 19 Scale	0,4350	0,8400	0,5742	0,7509	11
	3063	8 × 19 Warrington	0,4350	0,8400	0,5742	0,7509	12
	3064	6 × 36 Warrington-Scale	0,5000	0,8400	0,5809	0,7821	13
	3065	6 × 35 Warrington örtülmüş	0,4800	0,8400	0,5568	0,7821	14
	3066	6 × 37 Standard	0,4550	0,8250	0,5278	0,7681	15
	3067	8 × 36 Warrington-Scale	0,4450	0,8200	0,5874	0,7330	16
	3068	6 × 24 + 7 Lif çekirdekli	0,4100	0,8700	–	–	17
Çok katlı yuvarlak kordonlu halatlar	3069	18 × 7	0,5200	0,7800	0,5512	0,7579	18
	3071	36 × 7	0,5300	0,7500	0,5459	0,7427	19
Yassı kordonlu halatlar	3070	10 × 10	0,4400	0,8600	0,5588	0,8329	20

Tablo 19- f ve k katsayılarının halat tipine bağlı olarak değişimi. DIN 3051.
[L9]

Tabelle 1.7a. Füllfaktor, Verseilfaktor und Massenfaktor genormter Seile nach DIN 3051

Seilarten *Halat çeşitleri*	DIN	Konstruktion *Konstrüksiyon*	Seile mit Fasereinlage ***			Seile mit Stahleinlage ****		
			① Füllfaktor f_1	② Verseilfaktor k_1	③ Massenfaktor $w_1 \cdot 100$ kg/(m · mm²)	Füllfaktor f_2	Verseilfaktor k_2	Massenfaktor $w_2 \cdot 100$ kg/(m · mm²)
Spiralseile *Spiral halatlar*	3052	1× 7	–	–	–	0,7700	0,9000	0,8300
	3053	1×19	–	–	–	0,7600	0,8800	0,8300
	3054	1×37	–	–	–	0,7500	0,8700	0,8300
Einlagige Rundlitzenseile	3055	6× 7	0,4700	0,9000	0,9682	0,5452	0,8379	0,9181
	3056	8× 7	0,4350	0,8700	1,020	0,5742	0,7777	0,9427
Tek katlı yuvarlak demetli halatlar	3057	6×19 Filler	0,5000	0,8600	0,9682	0,5800	0,8007	0,9181
	3058	6×19 Seale	0,4900	0,8600	0,9682	0,5684	0,8007	0,9181
	3059	6×19 Warrington	0,4900	0,8600	0,9682	0,5684	0,8007	0,9181
	3060	6×19 Standard	0,4550	0,8600	0,9682	0,5278	0,8007	0,9181
	3061	8×19 Filler	0,4450	0,8400	1,020	0,5874	0,7509	0,9427
	3062	8×19 Seale	0,4350	0,8400	1,020	0,5742	0,7509	0,9427
	3063	8×19 Warrington	0,4350	0,8400	1,020	0,5742	0,7509	0,9427
Warrington Kaplanmış	3064	6×36 Warrington-Seale	0,5000	0,8400	0,9682	0,5800	0,7821	0,9181
	3065	6×35 Warrington gedeckt	0,4800	0,8400	0,9682	0,5568	0,7821	0,9181
	3066	6×37 Standard	0,4550	0,8250	0,9682	0,5278	0,7821	0,9181
	3067	8×36 Warrington-Seale	0,4450	0,8200	1,020	0,5874	0,7330	0,9427
Lif özlü	3068	6×24+7 Fasereinlagen	0,4100	0,8700	0,9888	–	–	–
Mehrlagige * Rundlitzenseile	3069	18× 7	0,5200	0,7800	0,9373	0,5512	0,7579	0,9285
	3071	36× 7	0,5300	0,7500	0,9373	0,5459	0,7427	0,9375
Flachlitzenseil **	3070	10×10	0,4400	0,8600	1,030	0,5588	0,8329	0,9894

Tablo 20 - DIN 3051'e göre standart halatlar için dolgu faktörü, büküm kayıp faktörü ve kütle faktörü [L2]

* : Çok katlı yuvarlak demetli halatlar

** : Yassı demetli halatlar

*** : Lif özlü halatlar

**** : Çelik özlü halatlar

① : Dolgu faktörü

② : Büküm (sarım) kayıp faktörü

③ : Kütle faktörü

esitliğinden hesaplanır.

Halat metalik kesit alanı A_j

Halat metalik kesit alanı faktörü C

$$C = f \cdot \frac{\pi}{4} \qquad (12)$$

ile

$$A = C \cdot d^2 \qquad (13)$$

veya, halatın bütün tellerinin metalik kesit alanlarının toplamı,

$$A = \frac{\pi}{4} \sum_{1}^{n} \delta^2 \qquad (14)$$

şeklinde hesaplanır.

δ - Halat tel çapı

C faktörü Tablo 21 veya Tablo 22. den alınabilir.

Halat anma kesit alanı A_u,

Halatın anma (nominal) çapına göre hesaplanan kesit alanı olup,

$$A_u = \frac{\pi d^2}{4} \qquad (15)$$

formülünden bulunur.

k - Büküm (sarım) kayıp faktörü (Tablo 19, 20)

R_o - Nominal tel mukavemeti [N/mm²]

S - Hesaplanmış veya hesaplanan (teorik) toplam halat çekme kuvveti (Max. statik halat çekme kuvveti)

Şimdi, Tablo 21 ve 22 de adı geçen bazı faktörlerin tanımını yapalım,

• Halat uzunluk kütle faktörü W:

Halatın metalik elemanları ile öz ve varsa dolgu ve kaplama maddeleri kütlelerinin de göz önüne alınmasıyla elde edilen bir büyüklüktür [L 18]

Tabelle 1.7b. Faktoren für Litzenseile für allgemeine Verwendungszwecke nach dem Entwurf DIN EN 12385

Seilart Halat çeşidi	Konstruktionsklasse Halat (konstrüksiyon) sınıfı	Seile mit Fasereinlage (1)			Seile mit Stahleinlage (2)			
		Längen-Gewichtsfaktor*	Faktor des metallischen Querschnittsbereichs**	Faktor der Mindestbruchkraft***	Längen-Gewichtsfaktor	Faktor des metallischen Querschnittsbereichs	Faktor der Mindestbruchkraft	
		W_1	C_1	K_1	W_2	C_2	K_2	K_3
Einlagiges Rundlitzenseil Tek katlı yuvarlak demetli halatlar	6 × 7	0,345	0,369	0,332	0,384	0,432	0,359	0,388
	8 × 7	0,327	0,335	0,291	0,391	0,439	0,359	–
	6 × 19	0,359	0,384	0,330	0,400	0,449	0,356	–
	8 × 19	0,340	0,349	0,293	0,407	0,457	0,356	–
	6 × 36	0,367	0,393	0,330	0,409	0,460	0,356	–
	8 × 36	0,348	0,357	0,293	0,417	0,468	0,356	–
	6 × 35N	0,352	0,377	0,317	0,392	0,441	0,345	–
	6 × 19M	0,344	0,357	0,307	0,372	0,418	0,332	0,362
	6 × 37M	0,334	0,357	0,295	0,372	0,418	0,319	0,346
Drehungsarmes Seil*****	18 × 7	0,382	0,408	0,328	0,401	0,433	0,328	–
	34 × 7	0,390	0,416	0,318	0,401	0,428	0,318	–

N für gedeckte Litzen
M für Standardlitzen
*****

Index 1 Fasereinlage — Lif öz
Index 2 Stahlseileinlage — Çelik halat öz
Index 3 Stahllitzeneinlage — Çelik demet öz

Tablo 21 - Genel uygulamalarda kullanılan demetli halatlar için DIN EN 12385'e göre faktörler [L 2]

(1) : Lif özlü halatlar
(2) : Çelik özlü halatlar
* : Halat uzunluk kütle faktörü
** : Halat metalik kesit alanı faktörü
*** : En küçük kopma kuvveti faktörü
**** : Az dönebilen (düşük dönme dirençli) halat
***** : N, çok işlemli bileşik sarım; M, çok işlemli yapraz sarım } Demet yapısı sembolleri

$$M = W \cdot d^2 \qquad (16)$$

şeklinde hesaplanır

M - Halat uzunluk kütlesi [kg/m]

- En küçük kopma kuvveti faktörü K :

Bir halatın en küçük kopma kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan ve halat sınıfları veya yapım şekilleri için k ve f faktörleri ile elde edilen amprik bir faktör olup,

Table 1.9 Factors for stranded ropes. EN 12385

Rope (Halat)	Construction type (Konstrüksiyon sınıfı)	Wire rope with fibre core ①			Wire rope with steel core ②			
		Length mass factor * W_1	Metallic cross-sectional area factor ** C_1	Minimum breaking force factor *** K_1	Length mass factor W_2	Metallic cross-sectional area factor C_2	Minimum breaking force factor K_2	K_3
Single-layer rope (Tek katlı halat)	6 × 7	0.345	0.369	0.332	0.384	0.432	0.359	0.388
	8 × 7	0.327	0.335	0.291	0.391	0.439	0.359	–
	6 × 19	0.359	0.384	0.330	0.400	0.449	0.356	–
	8 × 19	0.340	0.349	0.293	0.407	0.457	0.356	–
	6 × 36	0.367	0.393	0.330	0.409	0.460	0.356	–
	8 × 36	0.348	0.357	0.293	0.417	0.468	0.356	–
	6 × 35 N	0.352	0.377	0.317	0.392	0.441	0.345	–
	6 × 19 M	0.344	0.357	0.307	0.372	0.418	0.332	0.362
	6 × 37 M	0.334	0.357	0.295	0.372	0.418	0.319	0.346
Multi-strand rope (Çok katlı halat)	18 × 7	0.382	0.408	0.328	0.401	0.433	0.328	–
	34 × 7	0.390	0.416	0.318	0.401	0.428	0.318	–

Subscript 1 for fibre core
Subscript 2 for steel rope core
Subscript 3 for steel strand core
Rope class 6 × 19 = 6-strand Seale, Warrington or Filler
Rope class 8 × 19 = 8-strand Seale, Warrington or Filler
Rope class 6 or 8 × 36 = 6 or 8-strand Warrington-Seale
N for compound lay strands
M for cross-lay strands

Tablo 22 - Demetli halatlar için EN 12385'e göre hesap faktörleri [L6]

① : Lif özlü halatlar
② : Çelik özlü halatlar
* : Halat uzunluk kütle faktörü
** : Halat metalik kesit alanı faktörü
*** : En küçük kopma kuvveti faktörü
**** : 1 indisi : Lif öz için
2 indisi : Çelik halat öz için
3 indisi : Çelik demet öz için
Halat sınıfı 6x19 = 6 Demetli Seale, Warrington veya Filler
Halat sınıfı 8x19 = 8 Demetli Seale, Warrington veya Filler
Halat sınıfı 6 veya 8x36 = 6 veya 8 demetli Warrington-Seale
N : Çok işlemli bileşik sarım } Demet yapısı sembolleri.
M : Çok işlemli çapraz sarım }

② deki değerler :
- Çelik halat özlü (IWRC) ve
- Katı polimer kaplı tel halat özlü (ESWRC) halatlar için geçerlidir.
- Çelik özlü paralel-kapalı halatlar (PWRC) için bu değerler %6 daha arttırılır (veya 1,06 katı alınır)

$$K = \frac{\pi}{4} \cdot f \cdot k \quad \text{---} \quad (17)$$

veya,

$$K = C \cdot k \quad \text{---} \quad (18)$$

eşitliklerinden hesaplanır.

Ayrıca toplu olarak,

Metalik kesit alanı faktörü	C
Min. kopma kuvveti faktörü	K
Halat uzunluk kütle faktörü	W
Büküm kayıp faktörü	k

faktörleri Tablo 23 te verilmiştir. Ayrıca, Tablo 23 de NOTE olarak adı geçen Ek.B.1 içeriği hakkında bilgi sahibi olmak için sayfa: 75 te gösterilmiştir.

En küçük kopma kuvveti F_{min}.:

Çekme deneyi uygulanan halatın kopmadan dayanabildiği en küçük kuvvet veya halattaki tellerin her birinin çekme deneyi sonrası elde edilen kopma kuvvetlerinin toplanması ile bulunan büyüklüktür. Bu değer pratik olarak, DIN EN 12385-6 [L.5]'e göre;

$$F_{min} = \frac{d^2 \cdot R_0 \cdot K}{1000} \quad \text{---} \quad (19)$$

eşitliğinden hesaplanır.

F_{min}	d	R_0
kN	mm	N/mm²

Table A.1 — Factors for stranded round ropes

Rope construction	Rope class	Metallic cross-sectional area factor			Minimum breaking force factor			Rope length mass factor[d]			Spinning loss factor		
		FC	IWRC or WSC	FC reinforced	FC	IWRC or WSC	FC reinforced	FC	IWRC or WSC	FC reinforced	FC	IWRC or WSC	FC reinforced
		C_1[a]	C_2[b]	C_3[c]	K_1[a]	K_2[b]	K_3[c]	W_1[a]	W_2[b]	W_3[c]	k_1[a]	k_2[b]	K_3[a]
Single layer round strand ropes	6 x 19 M	0,365	—	—	0,314	—	—	0,343	—	—	0,86	—	—
	6 x 19	0,400	—	—	0,348	—	—	0,360	—	—	0,87	—	—
	6 x 37 M	0,370		0,370	0,307		0,307	0,343		0,355	0,83		0,83
	6 x 36	0,405		0,405	0,344		0,344	0,370		0,384	0,85		0,85
	7 x 36	—	—	0,390	—	—	0,324	—	—	0,397	—	—	0,83
	8 x 36	—		0,420	—		0,344	—		0,389	—		0,82
	6 x 35 N	0,382		0,382	0,321		0,321	0,351		0,368	0,84		0,84
	7 x 35 N	0,367		0,367	0,301		0,301	0,343		0,364	0,82		0,82
	8 x 35 N	—	—	0,334	—	—	0,271	—	—	0,366	—	—	0,81
Single layer triangular strand ropes	6 x V 8	0,414		—	0,362		—	0,410		—	0,875		—
	6 x V 25	0,413		—	0,351		—	0,410		—	0,85		—
Rotation-resistant ropes	18 x 7	0,412	0,426	—	0,321	0,324	—	0,394	0,402	—	0,78	0,76	—
	34 (M) x 7	0,420	0,433	—	0,315	0,320	—	0,394	0,403	—	0,75	0,74	—
	34 (M) x 19	0,463		—	0,347		—	0,435		—	0,75		—
	34 (W) x K 7	—	0,593	—	—	0,445	—	—	0,516	—	—	0,75	—
	34 (W) x K 19	—	0,574	—	—	0,430	—	—	0,510	—	—	0,75	—
	10 x Q 10	0,340	—	—	0,293	—	—	0,354	—	—	0,86	—	—
	19 x Q 12	0,311		—	0,243		—	0,296		—	0,78		—
	19 x Q 26	0,401		—	0,313		—	0,377		—	0,78		—
Round balance ropes	25 x 6 – 4 x 19	0,422	—	—	0,316	—	—	0,390	—	—	0,75	—	—
	30 x 6 – 6 x 19	0,385	—	—	0,289	—	—	0,385	—	—	0,75	—	—
	50 x 6 – 6 x 19	0,390	—	—	0,293	—	—	0,380	—	—	0,75	—	—

NOTE See also B.1. Ek B.1'e bakınız (sayfa: 75)

[a] These factors apply only to ropes with a fibre core (FC).
[b] These factors apply only to ropes with a steel core (IWRC or WSC).
[c] These factors apply only to ropes with a fibre core reinforced by non-loadbearing steel wires.
[d] Rope length mass factors for round balance ropes are only for information.

Tablo 23 - EN 12385-6 standardına göre demetli yuvarlak halatlar için hesap faktörleri. [L 5].

Tablo 23 :

① : Halat konstrüksiyonu

- Tek katlı ve yuvarlak demetli halatlar
- Tek katlı ve üçgen demetli halatlar
- Dönme dirençli halatlar
- Yuvarlak denge halatları

② : Halat sınıfı

- M , Çok işlemli çapraz sarımlı demet
- N , Çok işlemli bileşik sarımlı demet
- V , Üçgen demetli halat
- W , Warrington demetli halat
- Q , Oval demetli halat
- K , ilave bir sıkıştırma işlemini belirtir ve halat veya demet şekli sembolünden önce gelir. Örneğin, sıkıştırılmış oval bir demet KQ şeklinde gösterilir. (Sıkıştırılmış K demetli halat)

③ : Metalik kesit alanı faktörü

- FC , Lif öz
- IWRC veya WSC , Bağımsız çelik tel halat öz veya çelik tel demet öz
- FC , Lif öz güçlendirilmiş veya destek_ lenmiş.

④ : Minimum kopma kuvveti faktörü

⑤ : Halat uzunluk kütle faktörü

⑥ : Büküm kayıp faktörü

⑦ : α , Bu faktör yalnız lif özlü (FC) halat_ larda geçerlidir.

b ; Bu faktör yalnız çelik özlü (IWRC veya WSC) halatlarda geçerlidir.

c ; Bu faktör yalnız lif özü yüksüz yataklık yapan çelik teller ile güçlendirilmiş (desteklenmiş) halatlarda geçerlidir.

d ; Halat uzunluk kütle faktörü, yuvarlak denge halatları ve yalnız bilgi içindir.

DIN 3051'e göre;

$$F_{min.} = F_r \cdot k \qquad (20)$$

şeklinde hesaplanır.

d - Nominal halat çapı

R_o - Nominal tel mukavemeti (Sayfa: 9)

K - En küçük kopma kuvveti faktörü (Tablo 21, 22)

F_r - Hesaplanan (hesaplanmış) kopma kuvveti

$$F_r = A \cdot R_o \cdot \frac{1}{1000} \qquad (21)$$

F_r	A	R_o
kN	mm^2	N/mm^2

olarak yazılabilir.

A - Halat metalik kesit alanı (Eşitlik 13, 14)

k - Büküm kayıp faktörü (Tablo 19, 20)

Tablo 23 te NOTE olarak adı geçen -75-
Ek-B sayfası olup sadece bilgi için veril-
miştir. Gerekli faktörlerin
Annex B türkçe tanımları, Sayfa: 73 ve
(normative) 74 de dir.

Calculation of breaking forces and nominal rope length masses for the more common rope classes and constructions of stranded round ropes

B.1 General

Breaking forces and nominal rope length masses shall be calculated with the formulae given in B.2 to B.7 on the basis of the factors given in annex A and partly, where applicable, by means of test results.

The following symbols are used in these calculations:

d nominal diameter, in mm

K empirical factor used in the determination of minimum breaking force of a given rope class or construction

- K_1 factor for rope with fibre core
- K_2 factor for rope with loadbearing steel core
- K_3 factor for rope with fibre core reinforced by non-loadbearing steel wires.

R_r rope grade in N/mm²

k empirical factor based on the spinning loss of a given rope class or construction

- k_1 factor for rope with fibre core
- k_2 factor for rope with steel core
- k_3 factor for rope with fibre core reinforced by steel wires.

Σ sum of the breaking forces of the individual wires from a same kind of strand, in kN

n number of same kind of strands in a given strand layer. The following indices are used:

- 0 for the centre strand
- 1 for the first of the same kind of strand
- 2 for the second of the same kind of strand, etc.

W empirical factor taking into account the mass of core and lubricant as well as the metallic elements used in the calculation of the nominal rope length mass M

- W_1 factor for rope with fibre core
- W_2 factor for rope with steel core
- W_3 factor for rope with fibre core reinforced by steel wires.

C factor used in the determination of nominal metallic cross-sectional area of a given class or construction

- C_1 factor for rope with fibre core,
- C_2 factor for rope with loadbearing steel core
- C_3 factor for rope with fibre core reinforced by non-loadbearing steel wires.

NOTE For the derivation of the formulae for the minimum breaking force and the minimum aggregate breaking force, refer to EN 12385-2.

• En küçük toplam (teorik) kopma kuvveti $F_{e.min.}$:

EN 12385-6 [L5]'e göre,

– Metalik kesit alanı faktörü C esas alınırsa,

$$F_{e.min.} = \frac{d^2 . C . R_o}{1000} \qquad (22)$$

– Minimum kopma kuvveti faktörü K ve büküm kayıp faktörü k esas alınırsa,

$$K = C . k \quad \text{(Eşitlik 18)}$$

ile,

$$F_{e.min.} = \frac{d^2 . R_o . K}{1000} \cdot \frac{1}{k} \qquad (23)$$

formülleri pratik olarak kullanılır, yaklaşık olarak (tahmini) nominal halat çapı ile hesaplanabilir.

• Özgül minimum halat kopma kuvveti $F_{min.}/d^2$ [N/mm²]:

Feyrer hoca [L6], EN 12385 standardından da faydalanarak $F_{min.}/d^2$ [N/mm²] değerlerini Tablo 24 te vermiştir.

S – Hesaplanan halat çekme kuvveti [N]

$\frac{S}{d^2}$ – Özgül halat çekme kuvveti [N/mm²]

olmak üzere Tablo 24 den, çekme kuvveti S ve minimum kopma kuvveti $F_{min.}$ arasındaki

mukayese de (karşılaştırma) yapılabilir.

Table 1.10 Specific minimum breaking force of wire ropes F_{min}/d^2 in N/mm²

Rope / Halat	Rope class / Halat sınıfı	Wire rope with fibre core ①			Wire rope with steel core ②		
		1,570 (N/mm²)	1,770 (N/mm²)	1,960 (N/mm²)	1,570 (N/mm²)	1,770 (N/mm²)	1,960 (N/mm²)
Single-layer rope	7 × 7				609	687	760
Tek katlı halat	6 × 7	521	588	651			
	8 × 7	457	515	570	564	635	704
	6 × 19	518	584	647	559	630	698
	8 × 19	460	519	574	559	630	698
	6 × 36	518	584	647	559	630	698
	8 × 36	460	519	574	559	630	698
	6 × 35 N	498	561	621	542	611	676
	6 × 19 M	482	543	602	521	588	651
	6 × 37 M	463	522	578	501	565	625
Çok katlı halat — Multi-strand rope	18 × 7	515	581	643	515	581	643
	34 × 7	499	563	623	499	563	623

Rope class 6 × 19 = 6-strand Seale, Warrington or Filler
Rope class 8 × 19 = 8-strand Seale, Warrington or Filler
Rope class 6 or 8 × 36 = 6 or 8-strand Warrington-Seale
N for compound lay strands
M for cross-lay strands
} ③

Table 24 – Özgül minimum halat kopma kuvveti F_{min}/d^2 [N/mm²] değerleri [L 6]

①: Lif özlü tel halat

②: Çelik özlü tel halat

③: Halat sınıfı 6x19 = 6 demetli Seale, Warrington veya Filler

Halat sınıfı 8x19 = 8 demetli Seale, Warrington veya Filler

Halat sınıfı 6 veya 8x36 = 6 veya 8 demetli Warrington-Seale

N: Çok işlemli bileşik sarım
M: Çok işlemli çapraz sarım
} Demet yapısı sembolleri

② deki değerler:

- Çelik halat özlü (IWRC) ve
- Katı polimer kaplı tel halat özlü (FSWRC)

halatlar için geçerlidir.

- Çelik özlü paralel-kapalı halatlar (PWRC) için bu değerler %6 daha artırılır (veya 1,06 katı alınır)

• Hesaplanan indirgenmiş halat kopma kuvveti F_r/d^2 [N/mm²] :

Feyrer hoca [L 2], DIN 3051 standart halatları için, halatın hesaplanan kopma kuvveti F_r [kN] olmak üzere F_r/d^2 [N/mm²] değerlerini Tablo 25 te vermiştir.

Tabelle 1.9. Rechnerische bezogene Seilbruchkraft F_r/d^2 der genormte Seile DIN 3051; SESUG/SES = 1; SESP/SES = 1.06

Seilarten *Halat çeşitleri*	DIN	Konstruktion *Konstrüksiyon*	① Rechnerische bezogene Seilbruchkraft F_r/d^2 in N/mm² ② Seile mit Fasereinlage der Nennfestigkeit R_0 ④			③ Seile mit Stahleinlage der Nennfestigkeit R_0		
			1570 N/mm²	1770 N/mm²	1960 N/mm²	1570 N/mm²	1770 N/mm²	1960 N/mm²
Spiralseile *Spiral halatlar*	3052	1× 7	–	–	–	949	1070	1185
	3053	1×19	–	–	–	937	1057	1170
	3054	1×37	–	–	–	925	1043	1155
Einlagige Rundlitzenseile	3055	6× 7	580	653	724	672	758	839
	3056	8× 7	536	605	670	708	798	884
Tek katlı yuvarlak demetli halatlar	3057	6×19 Filler	617	695	770	715	806	893
	3058	6×19 Seale	604	681	754	701	790	875
	3059	6×19 Warrington	604	681	754	701	790	875
	3060	6×19 Standard	561	633	700	651	734	812
	3061	8×19 Filler	549	619	685	724	817	904
	3062	8×19 Seale	536	605	670	708	798	884
	3063	8×19 Warrington	536	605	670	708	798	884
Warrington kaplanmış	3064	6×36 Warrington-Seale	617	695	770	715	806	893
	3065	6×35 Warrington gedeckt	592	667	739	687	774	857
	3066	6×37 Standard	561	633	700	651	734	812
	3067	8×36 Warrington-Seale	549	619	685	724	817	904
Lif özlü	3068	6×24+7 Fasereinlagen	506	570	631	–	–	–
Spiral-Rundlitzenseile *	3069	18× 7	641	723	800	680	766	849
	3071	36× 7	654	737	816	673	759	840
Flachlitzenseil **	3070	10×10	543	612	677	689	777	860

Tablo 25 - Hesaplanan indirgenmiş halat kopma kuvveti F_r/d^2 [N/mm²] değerleri. (DIN 3051 standart halatları için). [L 2]

SESUG - Stahlseil, umspritzt mit Kunststoff: plastik kaplı çelik halat öz (= ESWRC)

SES - Stahlseil: çelik halat öz (= IWRC)

SESP - Stahlseil, Litzen der Einlage parallel zu Litzen des Seiles : ∿ Paralel çelik demetli öz (= PWRC)

SESUG/SES = ESWRC/IWRC = 1
SESP/SES = PWRC/IWRC = 1,06
} Tablo 24'e bakınız.

* : Spiral - yuvarlak demetli halatlar

** : Yassı demetli halatlar

① : Hesaplanan indirgenmiş halat kopma kuvveti F_r/d^2 [N/mm²]

②, ③ : Lif özlü halatlar, Çelik özlü halatlar

④ : Nominal tel mukavemeti R_0 [N/mm²]

$F_{min.} = F_r . k$ (Eşitlik 20)

ifadesini, Tablo 24 ve Tablo 25'e göre bir örnekle irdeliyelim.

Seçilen halat : 6x36 Warrington - Seale. Lif özlü

R_o : 1770 N/mm²

$F_{min.}/d^2$ = 584 N/mm² (Tablo 24)

F_r/d^2 = 695 N/mm² (Tablo 25)

k = 0,84 (Tablo 19, 20 DIN 3051)

$$\frac{F_r}{d^2} . k = 695 . 0,84 \cong 584 \text{ N/mm}^2 = F_{min.}/d^2$$

elde edilir. Ayrıca,

$F_{min.} = d^2 . R_o . K$ (Eşitlik 19)

K = 0,330 (Tablo 21, 22 EN 12385)

$$\frac{F_{min.}}{d^2} = 1770 . 0,330$$

$$F_{min.}/d^2 = 584 \text{ N/mm}^2$$

değeri bulunur.

Halat metalik kesit alanı faktörü,

C = 0,393 (Tablo 21, 22)

ile

$F_{e.min}/d^2 = C . R_o$ (Eşitlik 22)

$$F_{e.min}/d^2 = 0,393 . 1770 \cong 696 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{e.min}/d^2 = \frac{K}{k} . R_o$$ (Eşitlik 23)

$$F_{e.min}/d^2 = \frac{0,330}{0,84} . 1770 \cong 696 \text{ N/mm}^2$$

Aynı değerler çıkar.

ν, statik emniyet faktörünü tekrar göz önüne alalım.

$$\nu = F_{min.} / S \quad \text{(Tablo 1)}$$

$$F_{min.} = F_r \cdot k \quad \text{(Eşitlik 20)}$$

$$F_r = A \cdot R_o \quad \text{(Eşitlik 21)}$$

$$A = f \cdot A_u \quad \text{(Eşitlik 11)}$$

$$A_u = \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{(Eşitlik 15)}$$

$$\nu = F_r \cdot k / S = A \cdot R_o \cdot k / S = f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_o \cdot k / S$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \nu \cdot S}{f \cdot \pi \cdot R_o \cdot k}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot \nu}{k \cdot f \cdot \pi \cdot R_o}} \cdot \sqrt{S}$$

$$\| \quad c = \sqrt{\frac{4 \cdot \nu}{k \cdot f \cdot \pi \cdot R_o}}$$

Eşitlik 10 elde edilir.

Halat çapını, OSTERMANN hocanın [L11] yöntemiyle,

$d = 50$ mm (Sayfa: 59)

olarak hesaplamıştık.

Şimdi ise, FEYRER hocadan [L2, L6] edindiğimiz yeni bilgiler ile halat çapını hesaplamaya çalışalım.

Halatlı İşletmelerde,

"HALAT ÖMRÜ"

ile ilgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- V -

Önce, halat konstrüksiyonu olarak KOEPE vinç sistemlerinde çoğunlukla kullandığımız;

Nominal tel mukavemeti : $R_o = 1770\ N/mm^2$

Yağlayıcı : Nyrosten N113

olan,

6x36 + FC Warrington - Seale

halatını seçelim.

- En küçük halat çapı (DIN 15020),

$$d_{min.} = c\sqrt{S} \quad \text{(Eşitlik 9)}$$

Yük kollektifi ..... : Ağır

Ortalama çalışma süresi ... : 16 saat/gün 'den fazla

|| Tahrik sistemi grubu : 5m (Tablo 16, 17)

Tahrik grubu : 5m
R_o ..... : $1770\ N/mm^2$ } için,

Halat çapı katsayısı, dönebilen halatlardan,

|| $c_{Tablo} = 0{,}132\ mm/\sqrt{N}$ (Tablo 14, 15)

olarak okunur.

c değerini hesaplayabiliriz de,

$$c = \sqrt{\frac{4 \cdot v}{k \cdot f \cdot \lambda \cdot R_o}} \quad \text{(Eşitlik 10)}$$

V- Statik emniyet faktörü (Halat emniyet katsayısı)

Malzeme nakli için : $V \geq 7$ (Sayfa: 50)

6x36 +FC Warrington-Seale halatı (DIN 3064) için,

Bükme kayıp faktörü : $k = 0,84$ } (Tablo 19,20)

Dolgu (doldurma) faktörü : $f = 0,5$ }

$$c_{hesap} = \sqrt{\frac{4.7}{0,84 . 0,5 . \pi . 1770}}$$

$$\| \; c_{hesap} \cong 0,11 \text{ mm}/\sqrt{N}$$

$$\| \; d_{min.} = 0,11 \sqrt{S}$$

elde edilir.

Emniyet katsayısını seçebildiğimizden dolayı $c_{hesap} = 0,11 \text{ mm}/\sqrt{N}$ değeri daha uygundur.

• En küçük toplam (teorik) kopma kuvveti (EN 12385-6).

$$F_{e.min} = d^2 . C . R_o \quad \text{(Eşitlik 22)}$$

Metalik kesit alanı faktörü

$$\| \; C = 0,405 \quad \text{(Tablo 23)}$$

$$F_{e.min.} = d^2 . 0,405 . 1770$$

$$\| \; F_{e.min.} \cong 717 . d^2$$

• Askıdaki halat kütleleri (Şekil 2,3):

Birim halat kütlesi;

Taşıyıcı halat (ana ihraç halatı) için;

$$m_{\text{taşıyıcı halat}} = m_1 \quad [kg/m]$$

Denge (kuyruk) halatı için;

$$m_{\text{denge halatı}} = m_b \quad [kg/m]$$

Taşıyıcı halat sayısı : 4

Denge halatı sayısı : 2

olduğuna göre başlangıç değeri olarak

$$m_b = 2 \cdot m_1$$

alalım

Halat uzunlukları,

– Dolu skip tarafında,

$$L_{\text{taşıyıcı halat}} = (651 + 25{,}4)\,m = 676{,}4\,m$$

$$L_{\text{denge halatı}} = 12\,m.$$

– Boş skip tarafında,

$$L_{\text{taşıyıcı halat}} = 17{,}9\,m$$

$$L_{\text{denge halatı}} = (651 + 12)\,m = 663\,m$$

Halat kütleleri,

– Dolu skip tarafında,

$$S_1 = 4 \cdot 676{,}4 \cdot m_1$$

$$\| \; S_1 = 2705{,}6 \cdot m_1 \quad kg.$$

$$S_{b1} = 2 \cdot 12 \cdot m_b = 2 \cdot 12 \cdot 2 \cdot m_1$$

$$\| \; S_{b1} = 48\, m_1 \quad kg.$$

— Boş skip tarafında,

$s_2 = 4 \cdot 17,9 \cdot m_1$

$\| \; s_2 = 71,6 \cdot m_1$ kg.

$s_{b2} = 2 \cdot 663 \cdot m_b = 2.663 \cdot 2 \cdot m_1$

$\| \; s_{b2} = 2652 \cdot m_1$ kg

işletme verilerinden de (Sayfa : 5) faydalanarak hesaplanan değerleri bir tablodda gösterelim.

Kütleler	Dolu skip tarafı [kg]	Boş skip Tarafı [kg]
Taşıyıcı halat	$s_1 = 2705,6 \cdot m_1$	$s_2 = 71,6 \cdot m_1$
Denge (kuyruk) halatı	$s_{b1} = 48 \cdot m_1$	$s_{b2} = 2652 \cdot m_1$
Skip (Boş)	$F_{skip\ boş} = 31500$	$F_{skip\ boş} = 31500$
Koşum Takımı	$F_{skip.koş.tk.} = 10109$	$F_{skip.koş.tk.} = 10109$
Faydalı yük	$Q = 25000$	—

Nakliyat halatlarının toplam statik yük kütlesi :

Dolu skip tarafı : $2705,6 \cdot m_1 + 48\, m_1 + 31500 + 10109 + 25000$

$= 2753,6 \cdot m_1 + 66609$ kg.

Boş skip tarafı : $71,6 \cdot m_1 + 2652 \cdot m_1 + 31500 + 10109$

$= 2723,6 \cdot m_1 + 41609$ kg.

Hesaplanan toplam halat çekme kuvveti (Dolu skip tarafı için),

$$S_{top.} = (2753,6\, m_1 + 66609) \cdot 9,81$$

$$S_{top.} \cong (27013\, m_1 + 653434)\ N$$

1 Halat için,

$$S = S_{top.} / 4$$

$$\| S = (6753\, m_1 + 163358)\ N$$

bulunur.

Şimdi bir ara verelim ve bazı halat kataloklarından kopma kuvveti değerlerini inceliyelim.

Örnek olarak,

$d = \phi 48$ mm

$R_o = 1770\ N/mm^2$ (180 kgf/mm²)

6 x 36 + FC Warrington - Seale

halatını seçelim.

- Çelik halat kataloğu (Tablo 27,28):

$f_1 = 0,5$ } (Tablo 26)
$k_1 = 0,84$ }

(Bu faktörler; f_1 dolgu faktörü ve k_1 büküm kayıp faktörü olarak Tablo 19,20 de de vardır)

- Teorik kopma kuvveti,

Teorik (hesaplanan veya hesap yoluyla) kopma kuvveti F_r,

HALAT YAPIM BİÇİMİ	LİF ÖZLÜ HALATLAR			ÇELİK ÖZLÜ HALATLAR		
	Metalik Alan Katsayısı f_1	Yapım Katsayısı k_1	Ağırlık Katsayısı fA_1-100	Metalik Alan Katsayısı f_2	Yapım Katsayısı k_2	Ağırlık Katsayısı fA_2-100
1 × 7	—	—	—	0,7700	0,9000	0,8300
1 × 19	—	—	—	0,7600	0,8800	
1 × 37	—	—	—	0,7500	0,8700	
6 × 7	0,4700	0,9000	0,9682	0,5452	0,8379	0,9181
8 × 7	0,4350	0,8700	1,020	0,5742	0,7777	0,9427
6 × 19 FİLLER	0,5000	0,8600	0,9682	0,5800	0,8007	0,9181
6 × 19 SEALE	0,4900			0,5684		
6 × 19 WARRİNGTON	0,4900			0,5684		
6 × 19 STANDARD	0,4550			0,5278		
8 × 19 FİLLER	0,4450	0,8400	1,020	0,5874	0,7509	0,9427
8 × 19 SEALE	0,4350			0,5742		
8 × 19 WARRİNGTON	0,4350			0,5742		
6 × 36 WARRİNGTON SEALE	0,5000	0,8400	0,9682	0,5800	0,7821	0,9181
6 × 35 Takviyeli WARRİNGTON	0,4800	0,8400		0,5568	0,7821	
6 × 37 STANDARD	0,4550	0,8250		0,5278	0,7681	
8 × 36 WARRİNGTON-SEALE	0,4450	0,8200	1,020	0,5874	0,7330	0,9427
6 × 24 STANDARD + 7 LİF ÖZ	0,4100	0,8700	0,9868	—	—	—
18 × 7 DÖNMEYEN	0,5200	0,7800	0,9373	0,5512	0,7579	0,9285
10 × 10 DÖNMEYEN	0,4400	0,8600	1,030	0,5588	0,8329	0,9894
34 × 7 DÖNMEYEN	0,5300	0,7500	0,9373	0,5459	0,7427	0,9375

Tablo 26- Halat tiplerine göre; metalik alan katsayısı, yapım katsayısı ve ağırlık katsayısı [L 193].

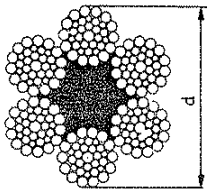
TÜRK STANDARDLARI

Türk Standardları Enstitüsü	HALATLAR Çelik telli, yuvarlak damarlı 6 X 36 WARRINGTON - SEALE	TS 1918/14
BİRİNCİ BASKI	ROUND STRAND STEEL WIRE ROPE 6 X 36 WARRINGTON - SEALE	UDK 677.721

Ölçüler mm dir

Belirtilmeyen hususlarda imalâtçı serbesttir.

6 X 36 WARRINGTON-SEALE = 6 [1+7+(7+7)+14]



Anma dayanımı = 160 kgf/mm² ve halat anma çapı d = 20 olan çıplak telli (ÇT), lif özlü (LÖ), çapraz sağ dolamlı (S/Z), 6 X 36 Warrington - Seale halatın gösterilişi:

Halat 20 TS 1918/14 - LÖ ÇT 160 S/Z

Lif özlü halatlar (LÖ)

Halat anma çapı		Ağırlık	Teorik kopma kuvveti		En küçük kopma kuvveti	
			Tel anma dayanımı, kgf/mm²			
			160	180	160	180
d	Tolerans %	A_t kg/m ≈	F_{tt} kgf	F_{tt} kgf	F_{min} kgf	F_{min} kgf
12	+4 −1	0,547	9050	10200	7600	8550
13		0,643	10600	11900	8920	10000
14		0,745	12300	13900	10300	11600
16		0,973	16100	18100	13500	15200
18		1,23	20400	22900	17100	19200
20		1,52	25100	28300	21100	23800
22		1,84	30400	34200	25500	28700
24		2,19	36200	40700	30400	34200
26		2,57	42500	47800	35700	40100
28		2,98	49300	55400	41400	46600
32		3,89	64300	72400	54000	60800
36		4,93	81400	91600	68400	77000
40		6,08	101000	113000	84400	95000
44		7,36	122000	137000	102000	115000
48		8,76	145000	163000	122000	137000
52		10,3	170000	191000	143000	161000
56		11,9	197000	222000	166000	186000

Tablo 27 - 6x36 Warrington - Seale = 6 [1+7+(7+7)+14]
çelik halat. DIN 3064, TS 1918/14
[L 19]

Drahtseile aus Stahldrähten

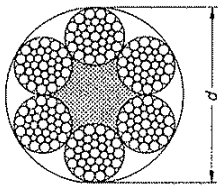
Rundlitzenseil 6 x 36 Warrington-Seale

DIN 3064

Steel wire ropes; round strand rope 6 x 36 Warrington-Seale

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Rahmen des Gesetzes über technische Arbeitsmittel, siehe Erläuterungen zu DIN 3051 Blatt 1.

Litzenkonstruktion: 1 + 7 + (7 + 7) + 14 *Demet konstrüksiyonu*



Maße in mm

Bezeichnung eines Rundlitzenseiles 6 x 36 Warrington-Seale von d = 20 mm Seil-Nenndurchmesser, mit Fasereinlage (FE), Oberfläche der Einzeldrähte blank (bk), von 1570 N/mm² (160 kp/mm²) Nennfestigkeit, Kreuzschlag rechtsgängig (sZ):

Seil 20 DIN 3064 — FE — bk 1570 sZ

(Bestellangaben siehe DIN 3051 Blatt 4)

{(Tablo 27'ye bakınız)}

Tabelle 1. Seile mit Fasereinlage (FE) *Lif özlü halatlar (FE)*

Seil-Nenndurchmesser d	zul. Abw. %	Längengewicht ≈ G_1 kg/m	Rechnerische Bruchkraft * bei einer Nennfestigkeit der Drähte von ** 1570 N/mm² (160 kp/mm²) F_{r1} kN	F_{r1} kp	1770 N/mm² (180 kp/mm²) F_{r1} kN	F_{r1} kp	Mindestbruchkraft ** % 1570 N/mm² (160 kp/mm²) F_{min1} kN	F_{min1} kp	1770 N/mm² (180 kp/mm²) F_{min1} kN	F_{min1} kp
12		0,547	88,8	9050	100	10200	74,4	7600	84,0	8550
13		0,643	104	10600	117	11900	87,4	8920	98,3	10000
14		0,745	121	12300	136	13900	101	10300	114	11600
16		0,973	158	16100	178	18100	133	13500	149	15200
18		1,23	200	20400	225	22900	168	17100	189	19200
20		1,52	247	25100	278	28300	203	21100	234	23800
22		1,84	298	30400	336	34200	250	25500	282	28700
24		2,19	355	36200	400	40700	298	30400	336	34200
26	+5 0	2,57	417	42500	470	47800	340	35700	395	40100
28		2,98	483	49300	545	55400	405	41400	458	46600
32		3,89	631	64300	712	72400	530	54000	598	60800
36		4,93	799	81400	901	91600	670	68400	757	77000
40		6,08	986	101000	1110	113000	828	84400	934	95000
44		7,36	1190	122000	1350	137000	1000	102000	1130	115000
48		8,76	1420	145000	1600	163000	1190	122000	1350	137000
52		10,3	1670	170000	1880	191000	1400	143000	1580	161000
56		11,9	1930	197000	2180	222000	1620	166000	1830	186000

Tablo 28 - Yuvarlak demetli çelik tel halat.
6 x 36 Warrington - Seale (DIN 3064)

* : Teorik (Hesap yoluyla) kopma kuvveti

** : En küçük kopma kuvveti

*** : Nominal tel mukavemeti

**** : Birim halat kütlesi

***** : Müsaade edilen tolerans (%)

$F_r = A \cdot R_o$ (Eşitlik 21)

$A = f \cdot A_u$ (Eşitlik 11)

$A_u = \frac{\pi d^2}{4}$ (Eşitlik 15)

$$F_r = f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_o = 0{,}5 \cdot \frac{\pi \cdot 48^2}{4} \cdot 180$$

$$\| F_r \cong 163000 \text{ kgf}$$

olarak hesaplanır (Tablo 27 ve 28 de de aynı değer vardır).

– En küçük kopma kuvveti

Büküm kayıp faktörünü göz önüne alan en küçük kopma kuvveti $F_{min.}$,

$F_{min.} = F_r \cdot k$ (Eşitlik 20)

$F_{min.} = 163000 \cdot 0{,}84$

$$\| F_{min.} = 137000 \text{ kgf}$$

şeklinde bulunur. (Tablo 27 ve 28 de de aynı değer vardır.)

Yalnız $F_{min.}$ kopma kuvvetini hesaplamak istersek,

$$F_{min.} = f \cdot k \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_o \qquad (24)$$

ifadesi kullanılabilir.

Sonuç olarak, Tablo 27 ve 28 deki teo-rik kopma kuvveti değerlerini k bükümkayıp faktörü ile çarparsak minimum kopmakuvveti değerleri elde edilir.

- Çelik halat kataloğu (Tablo 29):

En küçük toplam (teorik) kopma kuvveti ($F_{e,min}$) TS EN 12385-6 standardına [4,5] göre,

Metalik kesit alanı faktörü C esas alınırsa,

$$F_{e,min} = \frac{d^2 \cdot C \cdot R_o}{1000} \quad \text{(Eşitlik 22)}$$

Minimum kopma kuvveti faktörü K ve bükümkayıp faktörü k esas alınırsa,

$$F_{e,min} = \frac{d^2 \cdot R_o \cdot K}{1000} \cdot \frac{1}{k} \quad \text{(Eşitlik 23)}$$

pratik olarak kullanılan formüllerdir.

Hesaplayalım,

6 x 36 Lif özlü, tek katlı ve yuvarlak demetli halatlar için,

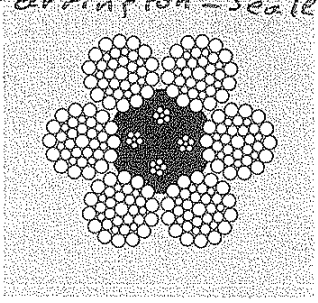
$$\left.\begin{array}{l} C = 0{,}405 \\ K = 0{,}344 \\ k = 9{,}85 \end{array}\right\} \text{(Tablo 23)}$$

$$F_{e,min} = \frac{d^2 \cdot C \cdot R_o}{1000} = \frac{48^2 \cdot 0{,}405 \cdot 1770}{1000}$$

$$\Rightarrow F_{e,min} \cong 1650 \text{ kN} \quad \text{(Tablo 29 da da aynı değer okunur.)}$$

Construction Class 6 x 36 WS Konstrüksiyon sınıfı 6x36 WS (Warrington-Seale)

6 x 31 WS 6 x (1-6-6+6-12)
6 x 36 WS 6 x (1-7-7+7-14)
6 x 41 WS 6 x (1-8-8+8-16)
6 x 46 WS 6 x (1-9-9+9-18)



Rope Diameter	28 – 70 mm
Number of strands	6
Core	NFC or SFC (R) reinforced
Wires	acc. to EN 10264-3 Finish: U; B; A
Number of wires	31 – 46
Characterisation	robust single layer Hoisting Rope with reinforced Fibre Core Langs Lay or Ordinary Lay, right hand or left hand
Application	Hoisting Rope for Koepe Drives and Drum Drives, Depths up to 2.000 m
Comments	special attention should be paid to EN 12385-3; Appendix A and ISO 4309 discard criteria acc. to DIN 15020-2 / ISO 4309 apply

* (Sayfa 92 'ye bakınız)

Rope Ø Halat çapı mm	unit mass Birim kütle kg/100m	min. aggregate breaking force [kN] tensile grade En küçük toplam (teorik) kopma kuvveti [kN] 1570 N/mm²	1770 N/mm²	1960 N/mm² *
28,0	301	498	562	622
30,0	346	572	645	714
32,0	393	651	734	812
34,0	444	734	828	917
36,0	498	823	928	1028
38,0	554	917	1034	1145
40,0	614	1017	1146	1269
42,0	677	1121	1264	1399
44,0	743	1230	1387	1536
46,0	813	1344	1516	1678
48,0	885	1464	1650	1828
50,0	960	1588	1791	1983
52,0	1040	1718	1937	2145
54,0	1120	1853	2089	2313
56,0	1200	1993	2246	2488
58,0	1290	2137	2410	2668
60,0	1380	2287	2579	2856
62,0	1480	2442	2754	3049
64,0	1570	2603	2934	3249
66,0	1670	2768	3120	3455
68,0	1780	2938	3312	3668
70,0	1880	3113	3510	3887

* not in galvanisation class A

Tablo 29 - EN 12385-6 standardına uygun çelik halatlar için, en küçük toplam kopma kuvveti Fe.min. değerleri [kN]
* Galvanizlenmemiş (çıplak), sınıf A

Tablo 29 :

* :

Halat çapı ---------- : 28 - 70 mm

Demet sayısı ------ : 6

Öz ---------- : NFC (Doğal lif öz) veya
(Sayfa: 14, 16, 17'ye bakınız) SFC (R) (Güçlendirilmiş veya desteklenmiş sentetik lif öz)

Teller ---------- : EN 10264-3 'e göre

Telin gördüğü son işlem : U - Kaplamasız (çıplak telli)
(Sayfa: 38'e bakınız) B - Çinko kaplı, sınıf B
A - Çinko kaplı, sınıf A

Tel sayısı ------ : 31 - 46

Özellikleri ------ : Düz veya çapraz (sağ/sol) sarımlı, desteklenmiş lif özlü, çelik tek katlı vinç halatları

Kullanım alanları --- : Sürtünme tamburlu (KOEPE) veya tamburlu vinç sistemi halatları (2000 m. derinliğe kadar)

- Çelik halat kataloğu (Tablo 30) :

En küçük kopma kuvveti $F_{min.}$,

DIN EN 12385-6 standardına [L5] göre,

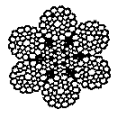
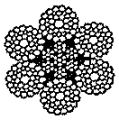
$$F_{min.} = \frac{d^2 \cdot R_o \cdot K}{1000} \quad \text{(Eşitlik 19)}$$

$K_1 = 0{,}330$ Lif özlü
$K_2 = 0{,}356$ Çelik özlü
} (Tablo 21, 22 DIN EN 12385 ve Tablo 30)

$$F_{min.\,lif\,özlü} = \frac{48^2 \cdot 1770 \cdot 0{,}330}{1000}$$

$$\Rightarrow F_{min.\,lif\,özlü} \cong 1350 \text{ kN} \quad \text{(Tablo 30 da da aynı değer)}$$

Cetvel 2.13 – Halat sınıfı: 6x36 (Tek katlı halatlar)

Enine kesit örneği	Halat yapısı		Demet yapısı		
	Özellik	Miktar	Özellik		Miktar
 6x36WS-IWRC	Demetler	6	Teller		29-57
	Dış demetler	6	Dış teller		12-18
	Demet katları	1	Tel katları		3-4
	Halat telleri (çelik öz hariç)	174-342			
	Tipik örnek		Dış tel sayısı		Dış tel faktörü
	Halat	Demet	Toplam	Demet başına	
 6x41WS-IWRC	6x19S	1-6-6+6-12	72	12	0,064
	6x25F	1-7-7+7-14	84	14	0,056
	6x19W	1-8-8+8-16	96	16	0,050
		1-8-8-8+8-16	96	16	0,050
	6x26WS	1-9-9+9-18	108	18	0,0455
	En küçük Kopma kuvveti faktörü : K_1=0,330 K_2=0,356 Anma uzunluk kütle faktörü : W1=0,367 W_2=0,409 Anma metalik kesit alan faktörü : C_1=0,393 C_2=0,460				

Halat anma çapı d (mm)	Yaklaşık anma uzunluk kütlesi (kg/100m)		En küçük kopma kuvveti (kN)				
			1770		1960		2160
	Lif öz	Çelik öz	Lif öz	Çelik öz	Lif öz	Çelik öz	Çelik öz
1	2	3	4	5	6	7	8
8	23,5	26,2	37,4	40,3	41,4	44,7	49,2
9	29,7	33,1	47,3	51,0	52,4	56,5	62,3
10	36,7	40,9	58,4	63,0	64,7	69,8	76,9
11	44,4	49,5	70,7	76,2	78,3	84,4	93,0
12	52,8	58,9	84,1	90,7	93,1	100	111
13	62,0	69,1	98,7	106	109	118	130
14	71,9	80,2	114	124	127	137	151
16	94,0	105	150	161	166	179	197
18	119	133	189	204	210	226	249
20	147	164	234	252	259	279	308
22	178	198	283	305	313	338	372
24	211	236	336	363	373	402	443
26	248	276	395	426	437	472	520
28	288	321	458	494	507	547	603
32	376	419	598	645	662	715	787
36	476	530	757	817	838	904	997
40	587	654	935	1010	1040	1120	1230
44	711	792	1130	1220	1250	1350	1490
48	846	942	1350	1450	1490	1610	1770
52	992	1110	1580	1700	1750	1890	2080
56	1150	1280	1830	1980	2030	2190	2410
60	1320	1470	2100	2270	2330	2510	2770

Tablo 30 - Halat sınıfı : 6x36 Tek katlı halatlar. [L 18]

$$F_{min.\ çelik\ özlü} = \frac{48^2 \cdot 1770 \cdot 0{,}356}{1000}$$

$$\cong 1450\ kN$$ (Tablo 30 da da aynı değer)

$\parallel$ $F_{min.\ çelik\ özlü}$

Bu bilgilerden sonra halat kopma hesaplamasını sürdürelim.

Halat çekme kuvveti,

$$S = 6753 \cdot m_1 + 163358 \quad \text{(Sayfa: 85)}$$

S	m_1
N	kp/m

olarak bulunmuştu.

ν - Statik emniyet faktörü

$$\nu = F_{min} / S \quad \text{(Tablo 1)}$$

$$\nu \geq 7 \quad \text{(Sayfa: 53)}$$

F_{min} - En küçük kopma kuvveti

• DIN 3051'e göre hesap yaparsak F_{min}. yerine, teorik (hesaplanan) kopma kuvveti F_r kullanılır (Tablo 12 de de, Ostermann hoca teorik kopma kuvvetini göz önüne almıştır)

$$F_{min} = F_r \cdot k \quad \text{(Eşitlik 20)}$$

$$F_{min} = \underbrace{f \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot R_0}_{F_r} \cdot k \quad \text{(Eşitlik 20)}$$

$$F_r / d^2 = f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot R_0 = 0{,}5 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1770$$

$F_r / d^2 = 695 \ N/mm^2$

Aynı değer Tablo 25 den de okunabilir.

$$\nu = \frac{F_r}{S}$$

$$\nu = \frac{695 \cdot d^2}{6753 \cdot m_1 + 163358} \geq 7 \quad \text{---} \quad (25)$$

Bu denklem için, DIN 3064 (Tablo 28) veya TS 1918/14 den (Tablo 27) faydalanabiliriz ancak imal edilen halat KOEPE vinç sisteminde kullanılabilir özellikte olmalıdır (Wyrosten N 113 yağlamalı gibi).

Halat kataloğundan önce, ilk yaklaşımla d çapı seçilir ve d çapına karşılık gelen m_1 birim kütlesi ile denklem 25'e girilir ve denklem sağlanıncaya kadar bu işlem devam eder. Geçici d ve m_1 değerleri tespit edilmiş olur.

$d = 40$ mm

$m_1 = 6{,}08$ kg/m

$$\nu = \frac{695 \cdot 40^2}{6753 \cdot 6{,}08 + 163358} \cong 5{,}4$$ uygun değil

$d = 48$ mm

$m_1 = 8,76$ kg/m

$$v = \frac{695 \cdot 48^2}{6753 \cdot 8,76 + 163358} \cong 7,2 \text{ Uygun.}$$

- TS EN 12385-6 standardına göre hesap yaparsak F_{min} yerine, en küçük toplam kopma kuvveti (teorik) $F_{e.min.}$ kullanılır. Hesaplarımız da teoriktir. Ayrıca, aşağıdaki bilgi notlarını inceliyelim.

Not.

- EN 12385-6 standardına uygun olarak elimizde bulunan madencilik halatlarına ait (Maden işletmelerinde kullanılan halatlar) kataloklarda sadece (çoğunlukla) $F_{e.min.}$ değerleri verilmiştir.
- Tel halatların zorlanması ve ömrü [L 24]:

Tel halatların karışık yapısı nedeniyle çevrilmelerin hesapla tam olarak bulunması mümkün değildir. Aynı şey çekiç çevrilmesi için de vardır, çünkü çekiç kuvvetinin ince tellere dağılışı bilinmemektedir.

Birinci yaklaşıklıkla halatı düzgün ve halat eksenine paralel ince tellerden yapılı bir demet şeklinde düşünmek bütün tellerin eşit olarak yükleneceğini kabul etmek mümkündür. Bu şart altında halatın teorik taşıma yükü veya "hesapsal kopma yükü", halatın toplam madensel kesit alanının (tel sayısı x tel kesiti) telin öngörülen çekme mukavemeti ile çarpılması sonucu bulunur. (Tablo 12 de Ostermann hoca da böyle yapmıştır.)

Hesaplarımızda TS EN 12385-6 standardı kullanılacağına göre;

$$Fe.min. = d^2 . C . R_o \quad (Eşitlik\ 22)$$

$$Fe.min. = 717 . d^2 \quad (sayfa: 82)$$

$$v = \frac{Fe.min.}{S}$$

$$v = \frac{717 . d^2}{6753 . m_1 + 163358} \geq 7 \quad \ldots (26)$$

TS EN 12385-6 standardına uygun halat kalınlığından d ve karşılığı m_1 değerleri ile denklem 26 yı gerçekleştirmeye çalışalım.

$d = 40$ mm

$m_1 = 6,14$ kg/m

$$v = \frac{717 . 40^2}{6753 . 6,14 + 163358} = 5,6 \text{ uygun Değil}$$

$d = 48$ mm

$m_1 = 8{,}85$ kg/m

$$V = \frac{717 \cdot 48^2}{6753 \cdot 8{,}85 + 163358} = 7{,}4 \text{ Uygun}$$

$d = 50$ mm

$m_1 = 9{,}6$ kg/m

$$V = \frac{717 \cdot 50^2}{6753 \cdot 9{,}6 + 163358} = 7{,}85 \text{ Uygun}$$

Not. Böyle halat çapı hesaplama yöntemine başka bir yerde rastlamadım. Eleştirilmesi ve tartışılması dileğiyle.

Özetlersek, $R_o = 1770$ N/mm² ($\cong 180$ kgf/mm²)

- DIN 3051 :

$d = 48$ mm, $m_1 = 8{,}76$ kg/m $\Big\}$ $V = 7{,}2$

$F_r = 695 \cdot d^2 = 1601280$ N $= 163229$ kgf (Hesap)

$F_r = 163000$ kgf $= 1599030$ N (Tablo 27, 28)

- TS EN 12385-6 :

$d = 48$ mm, $m_1 = 8{,}85$ kg/m $\Big\}$ $V = 7{,}4$

$F_{e.min.} = 717 \cdot d^2 = 1652$ kN (Hesap)

$F_{e.min.} = 1650$ kN (Tablo 29)

$d = 50$ mm, $m_1 = 9{,}6$ kg/m $\Big\}$ $V = 7{,}85$

$F_{e.min.} = 717 \cdot d^2 = 1792$ kN (Hesap)

$F_{e.min.} = 1791$ kN (Tablo 29)

• DIN 21255 :

$d = 48$ mm
$m_1 = 8{,}39$ kp/m
} $\nu = 7$ (Kabül)

$F_r = 158900$ kpf $\hat{=}$ 1559 kN (Tablo 12)

$d = 50$ mm
$m_1 = 9{,}08$ kp/m
} $\nu = 7$ (Kabül)

$F_r = 172000$ kpf $\hat{=}$ 1687 kN (Tablo 12)

Özet irdelenirse, hesaplanan büyüklükler bize bir fikir verebilir ve TS EN 12385-6 standardı esas alındığında,

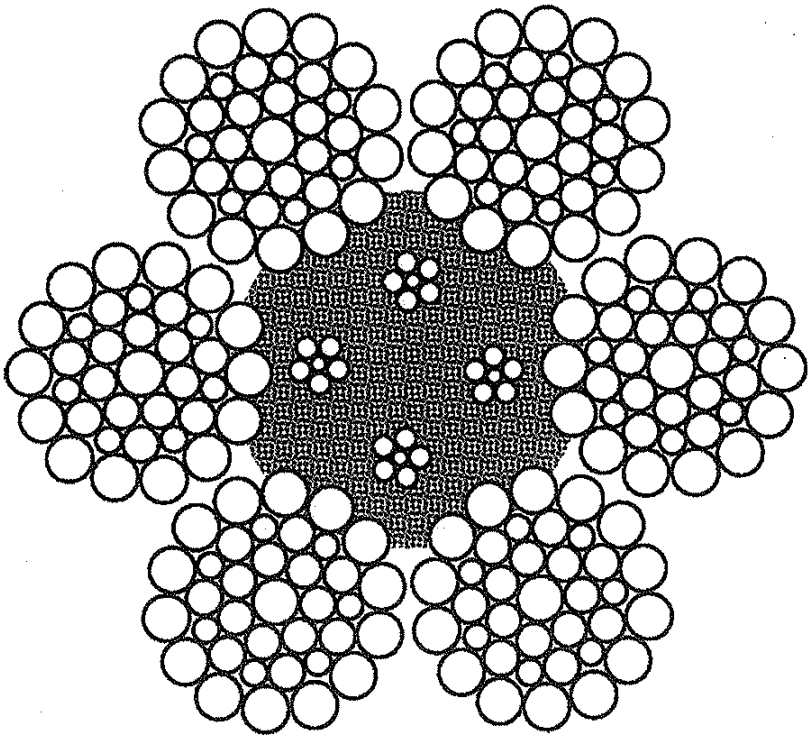
$d = 50$ mm
$m_1 = 9{,}6$ kp/m

değerleri güvenilir bir şekilde seçilebilir.

Seçilen ve KOEPE vinç sisteminde çalışacak olan bu halatın özellikleri de toplu olarak Şekil 38 de verilmiştir.

Şimdi, taşıyıcı halatın birim kütlesini föz önüne alarak, Tablo 31 den yassı denge halatını seçelim.

Taşıyıcı halatın birim kütlesi : 9,6 kp/m
Taşıyıcı halat sayısı : 4
Denge halatı sayısı : 2



Şekil 38 - TS EN 12385-6 standardına uygun olarak seçilen halatın kesit resmi.

6 x 36 WS FCR 1770 B sZ/zS
Φ50 mm

Konstrüksiyon : 6x36 - yuvarlak demetli vinç halatı Warrington - Seale konstrüksiyonu

Halat özü : FC (R) - Güçlendirilmiş veya desteklenmiş Lif öz (Sentetik Lif öz)

Halat çapı : Φ50 mm.

Tel mukavemeti : 1770 N/mm²

Tel yüzeyi : B - Galvanizli (Sayfa : 38'e bakınız)

Sarım yönü : sZ - Çapraz sağ sarımlı halat
zS - Çapraz sol sarımlı halat

Yağlama : Nyrosten N113

Hesaplanan kopma yükü : 1792 kN ($= \frac{50^2 \cdot 0{,}405 \cdot 1770}{1000}$
= 1792 kN Eşitlik 22)

Birim halat kütlesi : 9,60 kg/m

Halat standardı : EN 12385 - 6 [L5]

Tel standardı : EN 10264 - 3 [L22]

Halatlı İşletmelerde,

"HALAT ÖMRÜ"

ile İLgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- VI -

4 taşıyıcı halatın birim kütlesi,

$$4 . m_1 = 4 . 9,6 = 38,4 \text{ kg/m}$$

2 denge halatının birim kütlesi (Geçici),

$$2 . m_{b\,geçici} = 38,4 \text{ kg/m}$$

1 denge halatının geçici birim kütlesi,

$$m_{b\,geçici} = 19,2 \text{ kg/m}$$

Tablo 31 de 19,3 kg/m birim kütleli denge halatı var. Şu halde birim kütlesi

$$m_b = 19,3 \text{ kg/m}$$

olan halat denge halatı olarak seçilir. Seçilen halatın kısa gösterilişi :

Yassı denge halatı

8 x 4 x 19M - 194 x 33 x 1370 TS EN 12385-6

veya,

Yassı denge halatı

8 x 4 x 19 x 2,00 - 194 x 33 x 1370 A sZ/zS TS EN 12385-6

Burada,

Konstrüksiyon ..... : 8 x 4 x 19 M (Sayfa : 102)

- 8 birim halat
- 4 demet } Birim halat
- 19 tel/demet }
- M Çok işlemli çapraz sarım

Yük taşıyıcı tellerin nominal çapı : 2,00 mm

Nominal genişlik ..... : w = 194 mm (Şekil 35)

Table C.2 — Flat balance ropes *(continued)*

Nominal values width *w* x thickness *s* mm (1)		Nominal diameter of load-bearing wires (4)	Sum of nominal cross sectional area of loadbearing wires (5)	Nominal rope length mass of lubricated rope (6)			Minimum aggregate breaking force $F_{e,min}$ (7)	
double stitched (2)	single stitched or riveted (3)			double stitched	single stitched	riveted	Rope grade (8) 1370	1570
mm	mm	mm	mm²	Kg/100 m	kg/100 m	kg/100 m	kN	kN
Rope class: 6 x 4 x 12 = 6 unit ropes each of 4 strands each of 3+9 wires = 288 wires								
112 x 26	112 x 23	1,9	817	826	793	768	1120	1280
115 x 26	115 x 23	1,95	860	869	835	809	1180	1350
118 x 27	118 x 24	2,0	905	914	878	851	1240	1420
121 x 27	121 x 24	2,05	951	961	923	894	1300	1490
124 x 28	124 x 25	2,1	998	1010	968	939	1370	1570
127 x 28	127 x 25	2,15	1046	1060	1020	984	1430	1640
130 x 29	130 x 26	2,2	1095	1110	1070	1030	1500	1720
Rope class: 8 x 4 x 12 M = 8 unit ropes each of 4 strands each of 3+9 wires = 384 wires								
146 x 25	146 x 23	1,9	1089	1100	1060	1030	1490	1710
149 x 26	149 x 23	1,95	1147	1160	1120	1080	1570	1800
154 x 27	154 x 24	2,0	1206	1220	1170	1140	1650	1890
157 x 27	157 x 24	2,05	1267	1280	1230	1190	1740	1990
160 x 28	160 x 25	2,1	1330	1350	1290	1250	1820	2090
165 x 28	165 x 25	2,15	1394	1410	1360	1310	1910	2190
168 x 29	168 x 26	2,2	1460	1480	1420	1380	2000	2290
Rope class: 8 x 4 x 14 M = 8 unit ropes each of 4 strands each of 4+10 wires = 448 wires								
168 x 28	168 x 25	2,0	1407	1430	1370	1330	1930	2210
172 x 29	172 x 26	2,05	1479	1500	1440	1390	2030	2320
176 x 29	176 x 26	2,1	1552	1570	1510	1460	2130	2440
180 x 30	180 x 27	2,15	1626	1650	1580	1530	2230	2550
184 x 30	184 x 27	2,2	1703	1720	1660	1600	2330	2670
(9) Rope class: 8 x 4 x 19 M = 8 unit ropes each of 4 strands each of 1+6+12 wires = 608 wires								
186 x 31	186 x 28	1,9	1724	1750	1680	1620	2360	2710
190 x 32	190 x 29	1,95	1816	1840	1780	1700	2490	2850
194 x 33	194 x 30	2,0	1910	1930	1860	1800	2620	3000
200 x 34	200 x 31	2,05	2007	2030	1950	1890	2750	3150
204 x 34	204 x 31	2,1	2106	2130	2040	1980	2890	3310
210 x 36	210 x 32	2,15	2207	2230	2140	2080	3020	3460
216 x 37	216 x 33	2,2	2311	2330	2240	2180	3170	3630

Tablo 31 – Yassı (düz) denge halatları.
EN 12385-6 'ya göre [L5]

Tablo 31 :

① Nominal boyutlar
Genişlik W x Kalınlık S
mm

② Çift dikişli

③ Tek dikişli veya perçinli

④ Yük taşıyıcı tellerin
nominal çapı

⑤ Yük taşıyıcı tellerin nominal
kesit alanlarının toplamı

⑥ Yağlanmış halatlar için
birim halat kütlesi

Çift dikişli	Tek dikişli	Perçinli

⑦ Minimum toplam (teorik) kopma kuvveti.
Fe.min.

⑧ Tel mukavemeti

1370 N/mm²	1570 N/mm²

⑨ Halat konstrüksiyonu :

8 x 4 x 19 M = Her bir birimi 4 demetten ve her bir demeti 1+6+12 telden oluşan 8 birim halatlar topluluğu = 608 Tel.

M : Çok işlemli çapraz sarım.

veya,

8 x 4 x 19 M = Her biri 1+6+12 tele sahip 4 demetli 8 birim (ünite) = 608 Tel.

Nominal kalınlık ..... : S = 33 mm (Şekil 35)

Nominal tel mukavemeti .... : R_0 = 1370 N/mm²

Hesaplanan (teorik) kopma kuvveti : $F_{e,min}$ = 2620 kN

Birim halat kütlesi ..... : 19,3 kg/m

Yüzey işlemi ..... : A- Çinko kaplı, sınıf A

Sarım yönü ..... : sZ/zS (Sayfa : 99)

İmalatı ..... : Çift dikişli

Ostermann hocaya [L11] göre yapılan hesaplara seçilen halat:

Yassı alt halat 8x4x19 - 190x29x140 DIN 21256 tek dikişli galvanizli halattı. (Sayfa : 55)

Görüldüğü gibi değerler birbirine çok yakın. Ancak biz TS EN 12385-6 standardımızı kullanacağız.

Not. Denge halatları için dönme dirençli (dönmez) halatlarda Tablo 23 ten rahatlıkla seçilebilir ve kullanılabilir.

Taşıyıcı ve denge halatı için birim kütleler

m_1 = 9,6 kg/m

m_b = 19,3 kg/m

belirlendiğine göre artık, toplam halat çekme kuvvetlerini hesaplayabiliriz.

Sayfa 83 ve 84 ten faydalanarak,

- Dolu skip tarafında,

$L_{taşıyıcı\ halat} = 676,4\ m$

$L_{denge\ halatı} = 12\ m$

$S_1 = 4 \cdot 676,4 \cdot m_1 = 4 \cdot 676,4 \cdot 9,6$

$\| S_1 = 25973,76\ kp.$

$S_{b1} = 2 \cdot 12 \cdot m_b = 2 \cdot 12 \cdot 19,3$

$\| S_{b1} = 463,2\ kp.$

- Boş skip tarafında,

$L_{taşıyıcı\ halat} = 17,9\ m$

$L_{denge\ halatı} = 663\ m$

$S_2 = 4 \cdot 17,9 \cdot m_1 = 4 \cdot 17,9 \cdot 9,6$

$\| S_2 = 687,36\ kp.$

$S_{b2} = 2 \cdot 663 \cdot m_b = 2 \cdot 663 \cdot 19,3$

$\| S_{b2} = 25591,8\ kp.$

Bilinen ve hesaplanan değerleri bir tablo da gösterelim.

Kütleler	Dolu Skip Tarafı [kp]	Boş Skip Tarafı [kp]
Taşıyıcı halat	$S_1 = 25973,76$	$S_2 = 687,36$
Denge halatı	$S_{b1} = 463,2$	$S_{b2} = 25591,8$
Skip (Boş)	31500	31500
Koşum Takımı	10109	10109
Faydalı Yük	25000	—
TOPLAM [kp]	93045,96	67888,16
TOPLAM [N]	912780,87	665982,85

Tablo 32 – Şekil 2'ye göre statik, kütle ve yük değerleri.

Hesaplanan (teorik) toplam halat çekme kuvveti (Max. statik halat çekme kuvveti) dolu skip tarafında

$$S_{\text{çhalat}} = 912780,87\ N \cong 912,8\ kN$$

$$S_{\text{halat}} = 912,8/4$$

$$\| S = 228\ kN$$

olarak bulunur

Kontrol

TS EN 12385-6 standardına [15] göre;

En küçük toplam (teorik) kopma kuvveti (Hesaplanan kopma yükü) Fe.min. i

$$Fe.min. = \frac{d^2 . C . Ro}{1000} \quad \text{(Eşitlik 22)}$$

$C = 0,405$ (Tablo 23)

$$Fe.min. = \frac{50^2 . 0,405 . 1770}{1000}$$

$$\| Fe.min. = 1792\ kN \quad \text{(Tablo 29 da. 1791 kN)}$$

$$\nu = \frac{Fe.min.}{S} \quad \text{(Tablo 1)}$$

$$\| \nu = \frac{1792}{228} = 7,86 > 7$$

Malzeme naklinde halat çapı yeterince emniyetlidir.

S = 228 kN ile,

$$d_{min.} = c\sqrt{S} \quad \text{(Eşitlik 9)}$$

ifadesini kullanırsak halat çapı ne olur?

$$c_{hesap} \cong 0{,}11 \text{ mm}/\sqrt{N} \quad \text{(Sayfa: 82)}$$

$$d_{min.} = 0{,}11\sqrt{228000}$$

$$\| \; d_{min.} = \phi 52 \text{ mm}$$

(Bilindiği gibi hesapladığımız ve kabul ettiğimiz halat çapı $d = \phi 50$ mm dir.)

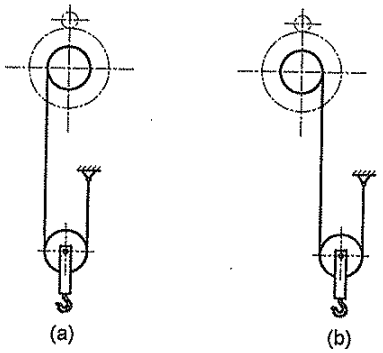
9. Eğilme;

Literatürlerden kısa bilgiler;

- [L 18]:

Bir halatın düz konumdan eğik konuma gelmesindeki (halatın makaraya sarılması ve tekrar ayrılması durumu) değişmelerin tamamına "bir eğilme değişmesi" adı verilir. Halatlar makaradan geçtiğinde bir tam eğilme, bir makaradan sonra takip eden makarada ters yönde eğilip tekrar düz konuma geliyorsa iki tam eğilme sayılır. Halatın tambur üzerine sarılıp açılması yarım eğilme ve dengeleme makaralarında halatın hareket etmemesi nedeniyle eğilme

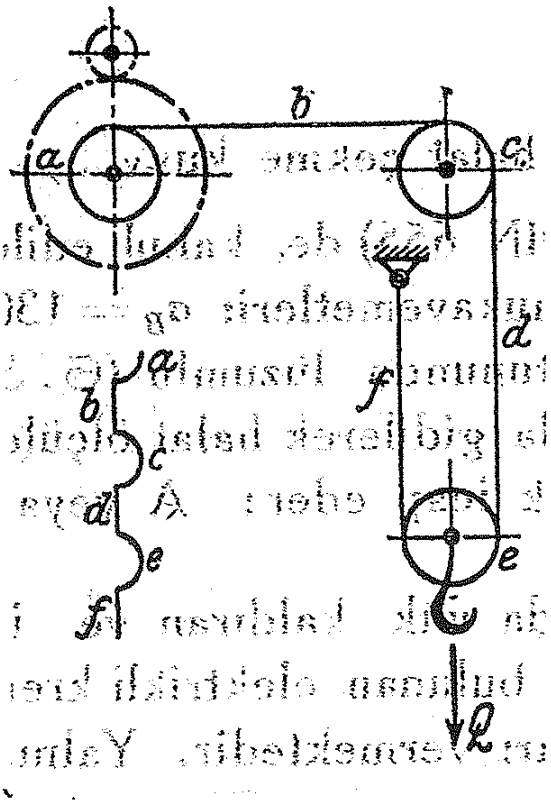
olmadığı kabul edilir. Böylece bir iş sefe_ rindeki eğilme sayısı, yükün kaldırılması ve indirilmesi esnasındaki halat eğilmelerinin toplamı olacağından toplam eğilme sayısı olarak W_T, yükü kaldırmak için bulunan eğilme sayısının iki katı alınmalıdır. Halatın düz (aynı) yönde ve ters yönde eğilmesi Şekil 39 da verilmiştir.



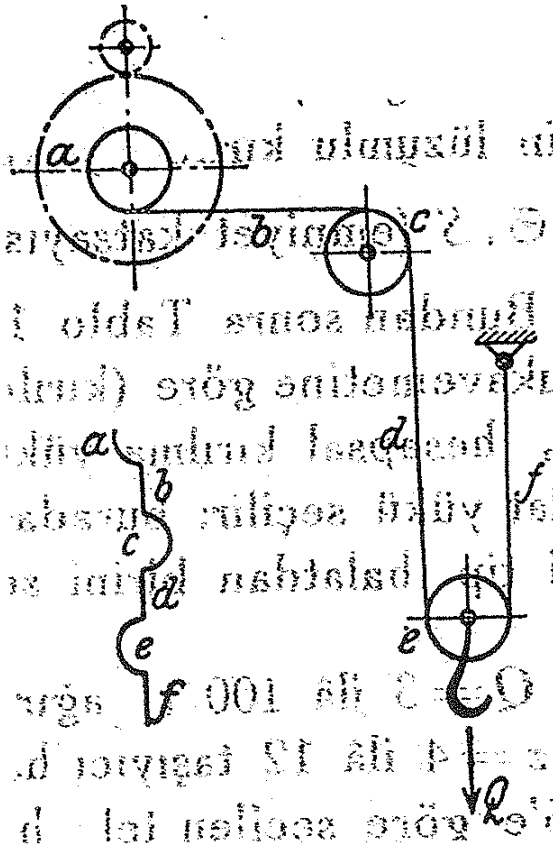
Şekil 39. Halat eğilmesi [L18]
a) Düz yönde
b) Ters yönde

- [L23]:

Halatın doğru durumdan eğri duruma ve sonra tekrar doğru duruma gelmesi, bir eğilme sayılır. Şekil 40 ta verilen makara takımında halat, aynı yönde eğilmelere çalışacak şekilde sarılmıştır. Buna karşılık Şekil 41 deki makara takımında halat zıt (ters) yönde eğilmelere zorlanmak_ tadır. Bu taktirde halatın örneğin a tambu_ rundan boşalarak c makarasına sarılması, iki eğilme sayılır (Şekil 41). Bundan dolayı,



Şekil 40 - Aynı yönde eğilmelere çalışan makara takımı [L 23].



Şekil 41 - Ters yönde eğilmelere çalışan makara takımı [L 23].

halatın ters yönde eğilecek şekilde düzenlenmesinden, prensip olarak kaçınmalıdır. Buna rağmen halatın, işletme esnasında aynı yönde eğilecek şekilde düzenlenmesine konstrüktif bakımdan olanak yok ise, o zaman halattaki eğilme zorlanması ve dolayısıyla toplam zorlanma uygun olarak azaltılmalıdır.

Halatın her hangi bir kısmındaki eğilme sayısı, halatın bu kısmı tambur veya makaralar

sarılır ve boşalırken, her seferinde yarım eğilme, eğer bu esnada eğilmenin yönü değişiyorsa bir tam eğilme sayılarak bulunur.

Şekil 40 teki makara takımında halatın en fazla çalışan kısmı, bir iş periyodu esnasında (kaldırma ve indirme) 5 defa eğilir. Şekil 41 deki makara düzeninde ise, bir iş periyodundaki halat eğilme sayısı 9 dur.

Şekil 40 : Bir iş periyodundaki eğilme sayıları;

a tamburundan boşalma : 0,5

c makarasına sarılma (düz yönde eğilme) : 1

e makarasına sarılma (düz yönde eğilme) : 1

Toplam eğilme sayısı (Kaldırma ve indirme)

$$W_T = 2\ (0,5+1+1) = 5$$

Şekil 41 : Bir iş periyodundaki eğilme sayıları;

a tamburundan boşalma : 0,5

c makarasına sarılma (ters yönde eğilme) : 2

e makarasına sarılma (ters yönde eğilme) : 2

$$W_T = 2\ (0,5+2+2) = 9$$

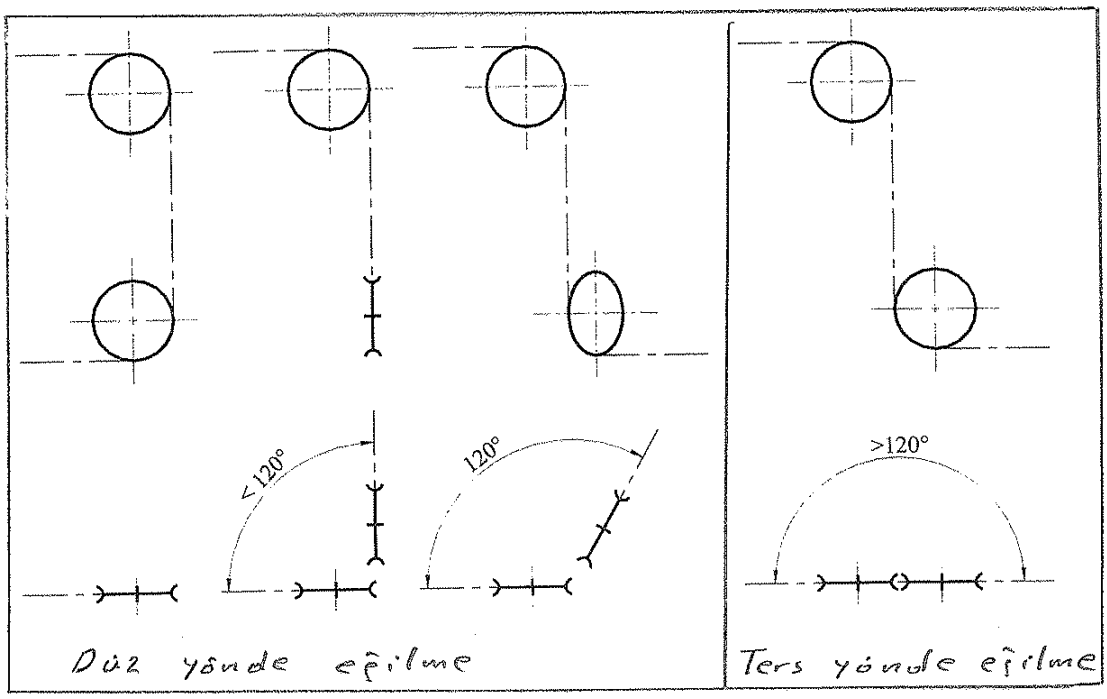
• [L 24] :

Aynı halat kesiminde bir iş periyodunda

eğilme tekrarı nekadar fazla ise halatın ömrü de o oranda kısalır. Halatın doğru durumdan eğri duruma geçmesi ve sonra tekrar doğru duruma geçmesi bir eğilme sayılır. Buna göre bir makara üzerinden geçen bir halat bir tam, buna karşılık tambura sarılan bir halat ise yarım eğilme sayısına sahiptir. Makaranın etkisi, tambur etkisinden daha büyüktür.

Halatın ekseni etrafında dönemeyecek şekilde hareketinde, eğer halat daima aynı yönde eğilecek olursa (Şekil 40) kullanılma ömrü uzun olur. Şekil 41 deki gibi ters yönde eğilme, dönmeyen halatlarda ömrü aynı yönde eğilmeye göre azaltır. Diğer halat zorlanmaları (çekme zorlanması, eğilme) ne kadar küçük olursa bu ömür azalması da o oranda büyük olur.

Düz (aynı yönde) ve ters yöndeki halat eğilmeleri, Şekil 39, 40, 41 ve Tablo 33 te gösterilmişti. Bu eğilmelere karşılık gelen eğilme sembolleri de (Gösterim şekilleri) Tablo 34 ve 35 te verilmiştir.



Tablo 33 - Makara (Kasnak veya molet) eksenleri arasındaki açılara göre (makara konum açıları), düz ve ters yöndeki eğilmenin tanımlanması. (DIN 15020). [L 6, L 10].

Şimdi, Tablo 34 ve 35 teki sembolleri kullanarak bazı tanımlamalar verelim.

K. Feyrer'den [L 2] :

Bir çalışma çerriminde (veya bir iş periyodunda) maksimum yüklenmiş halat parçası için DIN 15020 ye göre, toplam eğilme değişim sayısı W;

$$W = W_{\Omega} + 2\,W_{\eta} \qquad (27)$$

	SIMPLE BENDING	N_{sim}
	straight – bent – straight or bent – straight – bent	
	REVERSE BENDING	N_{rev}
	bent – straight – reverse bent	
	FLUCTUATING TENSION AND BENDING	N_{comb}
	straight, tensile force enlarged – bent – straight, tensile force reduced	

Tablo 34 - Standart yükleme elemanları (yük bileşenleri) ve eğilme çevrim sayıları [L6].

* : Düz yönde eğilme
düz (doğrusal) – eğri – düz
veya
eğri – düz – eğri

** : Ters yönde eğilme
eğri – düz – ters eğri

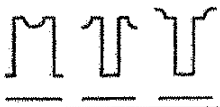
*** : Değişken çekme ve eğilme
düz, artan çekme kuvveti – eğri – düz, azalan çekme kuvveti

$N_{sim.}$ / $N_{\sim}$ } Düz yönde eğilme çevrim sayısı

$N_{rev.}$ / $N_{\sim}$ } Ters yönde eğilme çevrim sayısı

$N_{comb.}$ / $N_{\sim\sim}$ } Değişken çekme ve eğilme çevrim sayısı veya kombine çekme ve eğilme çevrim sayısı

{ Değişken yük eğilme çevrim sayısı / veya / Kombine yük eğilme çevrim sayısı } (T.Ö)

	Name	Symbol	Other symbols for the same loading	Number of bending or load cycles
A	Simple bending			N_{sim}
B	Reverse bending			N_{rev}
C	Fluctuating bending and tension			N_{com}
D	Fluctuating tension			N_{tens}

Tablo 35- Standart dört yükleme elemanı (yük bileşeni) [L6, L2].

* : İsmi - Sembolü - Benzer yükleme için diğer semboller - Eğilme veya yük çevrim sayısı

** : A - Düz yönde eğilme

$N_{sim.}$ (= $N_{düz.\ yönde.\ eğilme}$) - Düz yönde eğilme çevrim sayısı

*** : B - Ters yönde eğilme

$N_{rev.}$ (= $N_{ters.\ yönde.\ eğilme}$) - Ters yönde eğilme çevrim sayısı

**** : C - Değişken eğilme ve çekme (Kombine çekme - ve eğilme zorlanması)

$N_{com.}$ (= $N_{kombine}$ = $N_{bileşik}$) - Kombine çekme ve eğilme çevrim sayısı

***** : D - Değişken çekme (Çekme kuvveti değişimi)

$N_{tens.}$ (= $N_{çekme}$) - Çekme yükü eğilme çevrim sayısı

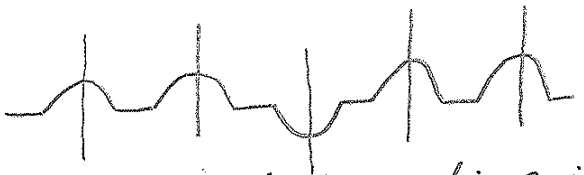
şeklinde verilmiştir. Burada;

$W_{\rightarrow}$ ($= W_{sim.} = W_{düz.yönde.eğilme}$) – Her çalışma çevriminde halatın düz yöndeki eğilme sayısı.

$W_{\leftarrow}$ ($= W_{rev.} = W_{ters.yönde.eğilme}$) – Her çalışma çevriminde halatın ters yöndeki eğilme sayısı.

- Eğilme sayıları ile ilgili bazı örnekler aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.

Eğilme sırası;



olan bir makara düzeninde, eğilme elemanları;

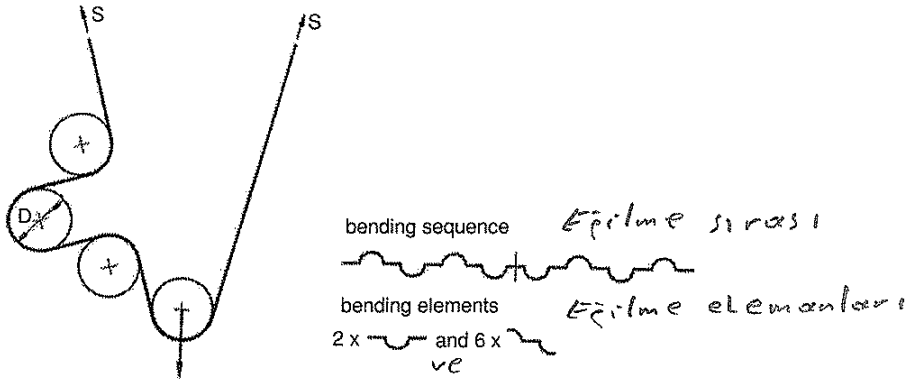
$W_{\rightarrow} = 3$

$W_{\leftarrow} = 2$

$W = W_{\rightarrow} + 2 \cdot W_{\leftarrow}$ (Eşitlik 27)

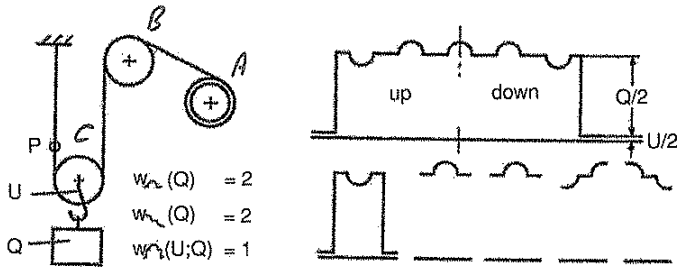
$W = 3 + 2 \cdot 2$

$\Rightarrow W = 7$



$w_{h2} = 2$ düz yönde eğilme sayısı
ve
$w_{h1} = 6$ ters yönde eğilme sayısı

Şekil 42 - Ters yönde eğilme deneyinde halat makaralarının konumu [L 6, L 2]



Yükleme sırası

Yükleme elemanları (Yük bileşenleri)

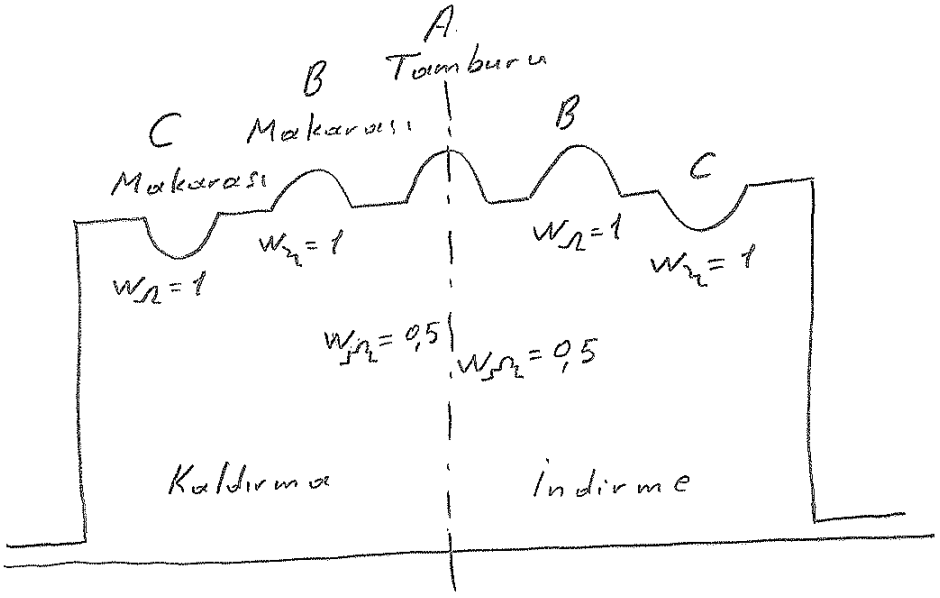
Şekil 43 - Kren halatında yükleme sırası: [L 6, L 2]

up : Yukarı (Kaldırma)
down : Aşağı (indirme)
Q : Nominal yük
U : Kanca, alt makara ve halat kütlesi
P noktası: Yükleme veya eğilme sırasının başlangıç noktası olarak düşünülebilir.

Şekil 43'ü irdeliyelim ve bir periyottaki (Bir çalışma çevrimi) halat eğilme sayılarını bulalım

Sistem, değişken çekme ve eğilme standart yükleme elemanına (Bileşik yükleme elemanı)

çalışmaktadır. Buna göre yükleme sıra-
sı, halatın tambur üzerine sarılıp açılma-
sını yarım eğilme olarak aşağıdaki gibi
çizilebilir.



Burada eğilme sayıları,

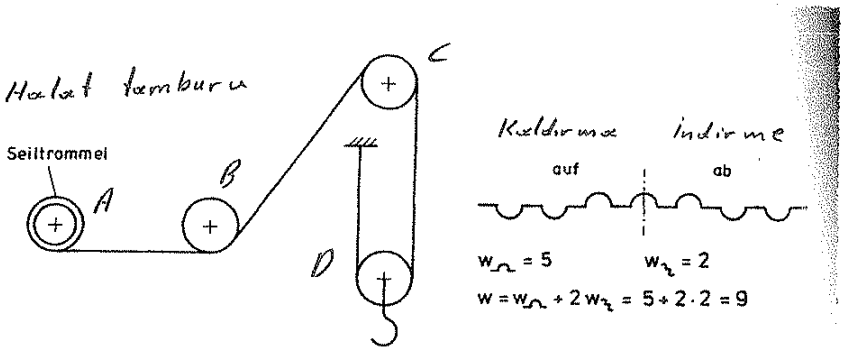
$$W_{\Omega} = 2$$
$$W_{\Omega} = 2$$
$$W_{S\Omega} = 1$$

dir.

W_{Ω} - Düz yönde eğilme sayısı (Her çalışma çevriminde)

W_{Ω} - Ters yönde eğilme sayısı (Her çalışma çevriminde)

$W_{S\Omega}$ - Bileşik yük eğilme sayısı (Her çalışma çevriminde)



Şekil 44 - Eğilme değişim sayılarının elde edilmesi. [L 2]

D makarası $w_{\Lambda} = 1$

C makarası $w_{\Lambda} = 1$

B makarası $w_{\lambda} = 1$

Halat tamburu $w_{\Lambda} = 0{,}5$

Kaldırma + indirme de;

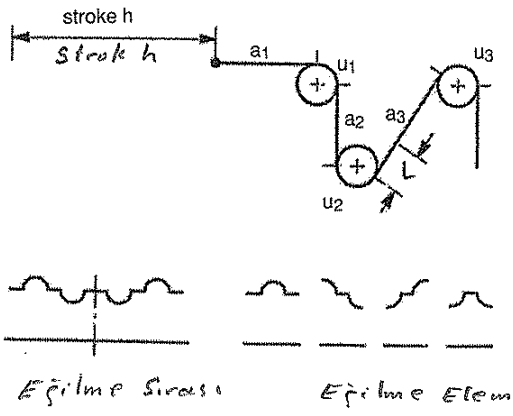
$$w_{\Lambda} = 2\,(1 + 1 + 0{,}5) = 5$$

$$w_{\lambda} = 2 \cdot 1 = 2$$

Toplam eğilme değişim sayısı

$$w = w_{\Lambda} + 2 \cdot w_{\lambda} \quad \text{(Eşitlik 27)}$$

$$w = 5 + 2 \cdot 2 = 9$$



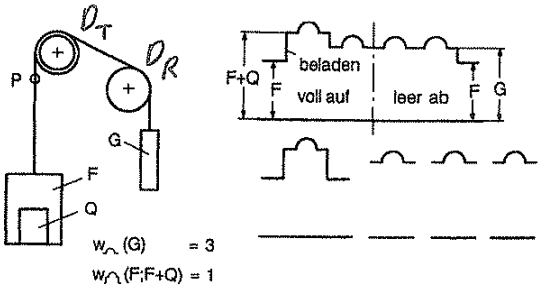
Şekil 45 - Yükleme sırası ve hallat eğilme uzunluğu (L). [L 6, L 2]

Düz yönde eğilme,

$w_1 = 2$

Ters yönde eğilme,

$w_2 = 2$



Şekil 46 - Bir asansör halatının bir aşağı bir yukarı hareketinde yükleme sırası ve yükleme elemanları [L2]

beladen : Yüklemek

voll auf : Dolu yukarı hareket

leer ab : Boş aşağı hareket

F - Kabin kütlesi

Q - Taşıma kapasitesi

G - Karşı ağırlık

D_T - Tahrik tambur çapı

D_R - Saptırma tambur çapı

Düz yönde eğilme sayısı;

w_1 (G) = 3 (G; etkisinde)

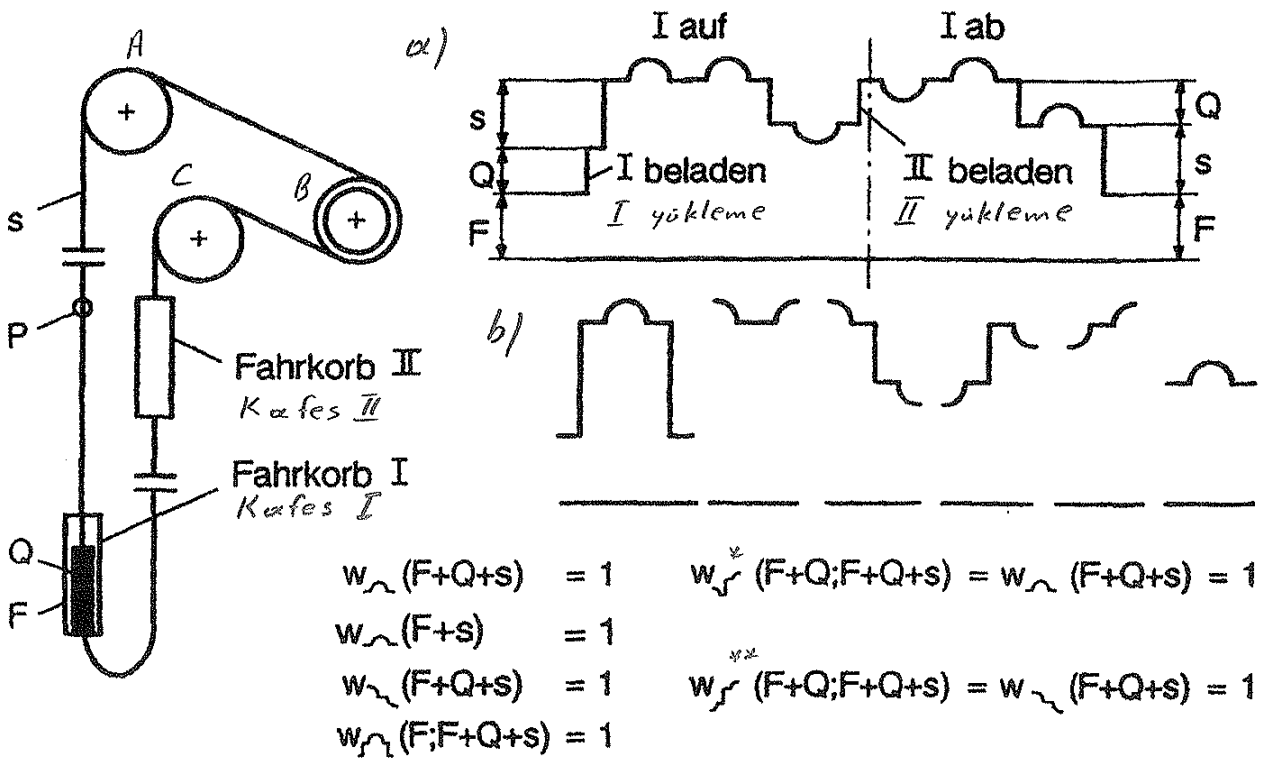
Bileşik yük eğilme sayısı;

$w_{1,2}$ (F+Q) = 0,5 (F+Q; etkisinde)

$w_{1,2}$ (F) = 0,5 (F; etkisinde)

$w_{1,2}$ (F; F+Q) = 1

I yukarı I aşağı



Şekil 47 - Bir kuyu nakliyat sistemi hareketinin bir yukarı 1 aşağı hareketinde; yük
a) Yükleme sırası
b) Yükleme elemanları (Yük bileşenleri)
[L 2].
F - Kafes ve koşum takımı kütlesi
Q - Faydalı yük kütlesi
s - Halat kütlesi
P noktası - Yükleme veya eğilme sırasının başlangıcı olarak düşünülebilir.

$\wedge^{*}$ veya $\wedge$ Düz yönde eğilme (Değişken çekme kuvvetli)

$\wedge^{**}$ veya $\sim$ Ters yönde eğilme (Değişken çekme kuvvetli)

Not. Feyrer hoca, Şekil 47'yi [L 2] de vermiş olup [L 6] da vermemiştir.

Halaatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- VII -

Şekil 47 deki yükleme sırasını inceleyelim.

I. kafes yüklü yukarı

II. kafes boş aşağı

hareketinde;

(F+Q+S) yükü altında:

A noktasında düz yönde eğilme

B koepe tamburunda düz yönde eğilme

(F+S) yükü altında:

C noktasında ters yönde eğilme.

I. kafes boş aşağı

II. kafes dolu yukarı

hareketinde:

(F+Q+S) yükü altında:

C noktasında düz yönde eğilme

B koepe tamburunda ters yönde eğilme

(F+S) yükü altında:

A noktasında düz yönde eğilme

Bu bilgiler ile, standart yük bileşenlerinden (Şekil 34; 35) faydalanarak yükleme sırası da çizilebilir. Şekil 47 de ayrıca ana yük bileşenleride gösterilmiştir.

Şimdi, bir iş periyodunda veya bir çalışma periyodunda veya bir çalışma çevriminindeki eğilme sayılarını bulalım.

I. Kafes boş aşağı
II. Kafes dolu yukarı
} Hareketi için

C moleti; düz yönde eğilme

$$W_{\sim}(F+Q+S) = 1$$

B Koepe tamburu; ters yönde eğilme

$$W_{\sim}(F+Q+S) = 1$$

A moleti, düz yönde eğilme

$$W_{\sim}(F+S) = 1$$

Değişken eğilme ve çekme zorlanmasında bileşik yük eğilme sayısı ise,

$$W_{\sim}(F; F+Q+S) = 1$$

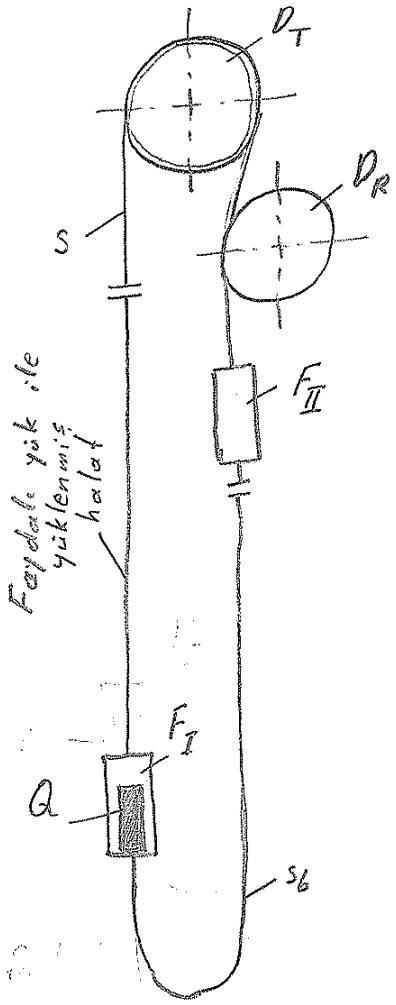
dir. Şekil 47 deki diğer gösteriş şekilleri (semboller);

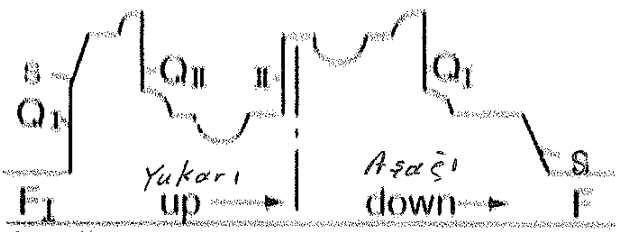
$$W_{\sim}(F+Q; F+Q+S) = W_{\sim}(F+Q+S) = 1$$

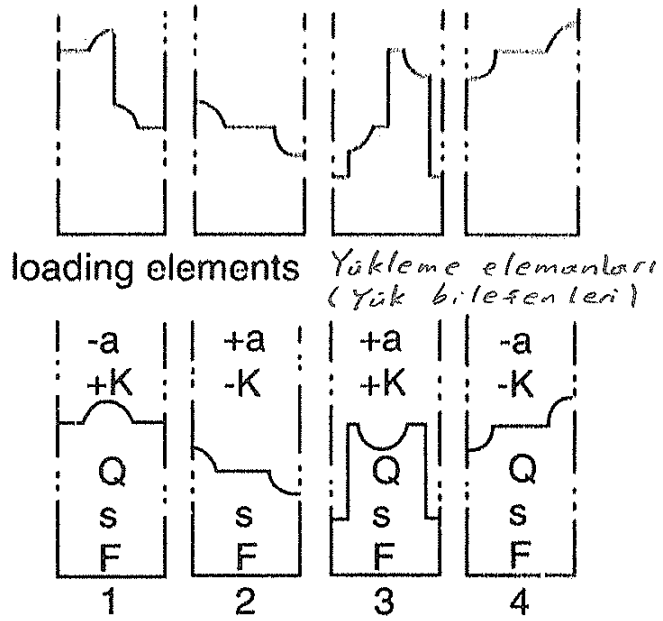
$$W_{\sim}(F+Q; F+Q+S) = W_{\sim}(F+Q+S) = 1$$

Düz yönde eğilme (Değişken çekme kuvvetli)

Ters yönde eğilme (Değişken çekme kuvvetli)







Şekil 48 - Maden işletme kuyusunda, tahrik tamburlu nakliyat (KOEPE Sistemi) [L 6].

F - Kafes ve koşum takımı kütlesi
Q - Faydalı yük kütlesi
s - Taşıyıcı halat kütlesi
s_b - Denge halatı kütlesi
a - Hızlanma ve yavaşlama ivmesi
K - Hareketin sürtünme kuvveti
D_T - Tahrik tamburu çapı
D_R - Saptırma makarası çapı

Şekil 48 deki standart yükleme elemanlarını göz önüne alalım ve halat çekme kuvvetlerini düşünelim.

S_1 - Yüklü kafes yukarı çekilirken yavaşlama veya frenlemedeki halat çekme kuvveti

$$S_1 = (F+Q+s)\cdot f - (F+Q+s)\cdot a + K$$

$$S_1 = (F+Q+s)(g-a) + K \qquad (28)$$

S_2 - Yüksüz kafes aşağı inerken yavaşlama veya frenlemedeki halat çekme kuvveti

$$S_2 = (F+s)\cdot f + (F+s)\cdot a - K$$

$$S_2 = (F+s)(f+a) - K \qquad (29)$$

S_3 - Yüklü kafesin yukarı doğru hızlanmasındaki halat çekme kuvveti

$$S_3 = (F+Q+s)\cdot f + (F+Q+s)\cdot a + K$$

$$S_3 = (F+Q+s)(f+a) + K \qquad (30)$$

S_4 - Yüksüz kafesin aşağı doğru hızlanmasındaki halat çekme kuvveti

$$S_4 = (F+s)\cdot f - (F+s)\cdot a - K$$

$$S_4 = (F+s)(f-a) - K \qquad (31)$$

Ancak Feyrer hoca [L6], 4. yük bileşeninde F_{II} kafesinin yüklü olarak aşağı doğru hareketini göz önüne alarak Q yükünü ilave etmiştir. Yani S_4 yükü,

$$S_4 = (F + Q + S)(\xi - \alpha) - K \qquad (32)$$

şeklini almıştır.

Acaba, halat kaymalarına karşı dinamik emniyet düşünüldüğünde, Alman madencinin zannetmesine göre, "Yükün indirilmesinde müsaade edilen yavaşlama ivmesinin hesabı" istenmektedir [L7; L11] ifadesinden hareketle mi yüklü kafesin aşağı doğru hareketi 4. yük bileşeninde yer aldı. İrdelenmelidir (T.Ö). Şekil 48 de standart yük bileşenleri olarak tanımlanan şemaya biz de uyacağız.

Not. Halatın, eğilme devrim sayısı veya eğilme periyodu sayısı (N) incelendikten sonra, Şekil 48 ile ilgili sayısal bir örnek ileride verilecektir. (Sayfa: 223'e bakınız).

10- Donandt kuvveti (yükü),

Donandt [L1, L2, L6], çok sayıda tel halat üzerinde eğilme yorulma testi gerçekleştirerek, halat çekme kuvvetinin (yükünün) belirli bir değeri aştığında, halatın kopma ömrünün büyük oranda düştüğünü tespit etmiştir. Bu nedenle halat kopma ömrünün büyük oranda düşmeye başladığı çekme kuvveti (yükü) limit değerine Donandt kuvveti (yükü) denir.

Bazı literatürlerde [L6], Donandt-kuvveti ($Q=\%1$) ifadesi görülebilir. Buradaki %1, halatların en fazla %1'inin uygulanan yükünden daha küçük olacağını tanımlamaktadır.

Donandt kuvveti (yükü) üzerinde zorlanan halatın ömrü çok düşer.

S- Halat çekme kuvveti [kN]

S_{D1}- Donandt kuvveti (yükü) [kN]

$$S > S_{D1} \qquad (33)$$

OLMAMASI GEREKEN UYGULAMADIR (Tablo 1)

Donandt kuvveti (yükü);

- Halatın düz yönde eğilmesi halinde,

$S_{D,\text{düz yönde eğilme}} = S_{D,sim.} = S_{DS}$

$$S_{DS} = q_0 \cdot F_{min.} + q_1 \cdot \frac{d}{D} \cdot F_{min.} \quad \text{---------- (34)}$$

• Halatın ters yönde eğilmesi halinde,

$S_{D,\text{ters yönde eğilme}} = S_{D,rev.} = S_{DR}$

$$S_{DR} = (q_0 - 0{,}035) \cdot F_{min.} + (q_1 - 0{,}25) \cdot \frac{d}{D} \cdot F_{min.} \quad \text{---- (35)}$$

eşitliklerinden hesaplanır. Burada,

q_0, q_1 – Halat konstrüksiyonuna bağlı, Donandt kuvvetinin (yükünün) hesaplanmasında kullanılan sabitler. Donandt kuvveti sabitleri (Tablo 36, 37, 38)

D – Tambur çapı [m]

d – Nominal halat çapı [m]

$F_{min.}$ – Min. halat kopma kuvveti [kN]

$$F_{min} = \frac{d^2 \cdot R_0 \cdot K}{1000} \quad \text{(Eşitlik 19)}$$

denklemi ile hesaplanabilir veya $F_{min.}/d^2$ değerlerini veren Tablo 24 ten faydalanılabilir.

R_0 – Nominal tel mukavemeti [N/mm²]

K – En küçük kopma kuvveti faktörü (Tablo 21, 22)

Halat		q_0				q_1
		Ortalama Donandt yükü için $\bar{S}_D$		%95 kesinlikte halatların en fazla %1'inin küçük olabileceği Donandt yükü için S_{D1}		
		sZ	zZ	sZ	zZ	
*FC	6 x 19	0.787	0.824	0.619	0.656	-4.10
	8 x 19	0.796	0.826	0.624	0.654	-4.20
	6 x 36	0.781	0.798	0.608	0.625	-4.20
	8 x 36	0.782	0.782	0.605	0.605	-4.30
*WRC	6 x 19	0.809	0.849	0.653	0.693	-3.77
	8 x 19	0.852	0.886	0.686	0.719	-4.02
	6 x 36	0.802	0.821	0.642	0.661	-3.86
	8 x 36	0.835	0.835	0.664	0.664	-4.12
*WSC	18 x 7	0.693	0.693	0.492	0.492	-3.02
	34 x 7	0.715	0.715	0.537	0.537	-3.34

* FC: lif özlü halat, WRC: tel halat özlü halat, WSC: tel demet özlü halat

Tablo 36 - Donandt kuvvetinin (yükünün) hesaplanmasında kullanılan q_i sabitleri [L1].

Tablo 36, [L1]
Tablo 37, [L6] ve
Tablo 38, [L2]'den
alınmış olup Tablo 37, Tablo 36'nın ingilizcesidir.
Tablo 37 ve Tablo 38 Feyrer hocaya ait olmasına rağmen, değerler farklılıklar göstermektedir.
Daha yeni olan [L1] ve [L6] literatürleri
tarafımızdan esas alınmıştır.

Table 3.17 Constants for calculating the Donandt force, (3.71) and (3.72)

Rope Halat		q_0				q_1
	*	Mean Donandt force		Donandt force that with a certainty of 95 % for at most 1 % of the ropes will be smaller **		
		$\bar{s}_d$ sZ	zZ	s_{D1} sZ	zZ	
FC	6 × 19	0.787	0.824	0.619	0.656	−4.10
	8 × 19	0.796	0.826	0.624	0.654	−4.20
	6 × 36	0.781	0.798	0.608	0.625	−4.20
	8 × 36	0.782	0.782	0.605	0.605	−4.30
WRC	6 ×19	0.809	0.849	0.653	0.693	−3.77
	8 × 19	0.852	0.886	0.686	0.719	−4.02
	6 × 36	0.802	0.821	0.642	0.661	-3.86
	8 × 36	0.835	0.835	0.664	0.664	−4.12
WSC	18 × 7	0.693		0.492		−3.02
	34 × 7	0.715		0.537		−3.34

Tablo 3.7- Donandt kuvvetinin (yükünün) hesaplanmasında kullanılan sabit değerler [L6].

* : Ortalama Donandt kuvveti (yükü)

** : %95 kesinlikte halatların en fazla %1 'inin küçük olabileceği Donandt kuvveti için.

FC : Lif özlü halat

WRC : Tel halat özlü halat

WSC : Tel demet özlü halat

Özet olarak,

%95 kesinlikte halatların en fazla %1 'inin küçük olabileceği Donandt kuvveti, emniyet için halat çekme kuvveti limit değeri olarak kullanılmaktadır.

Tabelle 3.20. Konstanten q_i zur Berechnung der Donandtkraft S_D; Kurzzeichen siehe Tab. 3.21

Seil		q_0				q_1
		Mittlere Donandtkraft $\bar{S}_D$		Donandtkraft, die mit 95% Sicherheit höchstens von 1% der Seile unterschritten wird S_{D1}		***
		sZ	zZ	sZ	zZ	
FE	6×19	0,677	0,709	0,532	0,564	−3,53
	8×19	0,669	0,694	0,524	0,549	
	6×36	0,656	0,670	0,511	0,525	
	8×36	0,641	0,641	0,496	0,496	
SE	6×19	0,648	0,680	0,523	0,555	−3,02
	8×19	0,640	0,665	0,515	0,540	
	6×36	0,627	0,642	0,502	0,517	
	8×36	0,612	0,612	0,487	0,487	
*	drehungsarm Spiral-Rundlitzenseil	0,525		0,373		−2,29
**	drehungsfrei Spiral-Rundlitzenseil	0,531		0,399		−2,48

Tablo 38 – Donandt kuvveti S_D 'nin hesaplanmasında kullanılan q_i sabitleri [L 2].

FE : Lif özlü halat

SE : Çelik özlü halat

* : Az dönebilen Spiral – Yuvarlak demetli halat

** : Dönmeyen Spiral – Yuvarlak demetli halat

*** : %95 kesinlikte halatların en fazla %1'inin küçük olabileceği Donandt kuvveti (yükü) için.

Örnek [L 6] :

Aşağıda özellikleri verilen halatın "Donandt kuvvetini (yükünü) hesaplayınız.

Verilenler :

- Halat konstrüksiyonu ;

  Filler – halat 6x(19+6F) – FSWRC – sZ

  iyi yağlanmış (Semboller için, Sayfa : 15, 35'e bakınız)

- Nominal halat çapı ——— $d = 16$ mm
- Nominal tel kopma mukavemeti — $R_0 = 1960$ N/mm²
- Molet çapı ——— $D = 400$ mm
- Halat çekme kuvveti ——— $S = 30$ kN

Donandt kuvveti (yükü),

Halatın düz yönde eğilmesi halinde,

$$S_{D\Omega} = S_{D,\text{düz yönde eğilme}} = q_0 \cdot F_{min.} + q_1 \frac{d}{D} \cdot F_{min.}$$

(Eşitlik 34)

6x19 - WRC - sZ olan halatlarda (ESWRC için de)

Donandt kuvveti sabitleri,

$$\left.\begin{aligned} q_0 &= 0{,}653 \\ q_1 &= -3{,}77 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 36, 37)}$$

Minimum halat kopma kuvveti,

6x19 çelik özlü tel halat, $R_0 = 1960$ N/mm² için.

$$F_{min.}/d^2 = 698 \text{ N/mm}^2 \quad \text{(Tablo 24)}$$

$$F_{min.} = 698 \cdot 16^2 = 178688 \text{ N}$$

$$\| F_{min.} \tilde{=} 179 \text{ kN}$$

$$S_{D1\Omega} = S_{D1,\text{düz yönde eğilme}} = 0{,}653 \cdot 179 - 3{,}77 \frac{16}{400} \cdot 179$$

$S_{D1\Omega} = S_{D1}$, düz yönde eğilme $= 89{,}9$ kN

Halatın ters yönde eğilmesi halinde,

$S_{D2} = S_{D}$, ters yönde eğilme $= (q_0 - 0{,}035) \cdot F_{min} + (q_1 - 0{,}25)\frac{d}{D} \cdot F_{min}$

(Eşitlik 35)

$S_{D12} = S_{D1}$, ters yönde eğilme $= (0{,}653 - 0{,}035)\,179 + (-3{,}77 - 0{,}25)\frac{16}{900} \cdot 179$

$S_{D12} = S_{D1}$, ters yönde eğilme $= 81{,}8$ kN

Her iki Donanım kuvveti de, halat çekme kuvveti $S = 30$ kN 'den daha büyük tür yani uygundur

Örnek [L2]:

Tambur çapı $D = 900$ mm ve kısa gösterilişi

36 - 6 x 36 WS - SF - 1960 - sZ

olan halatın (Sayfa 34'e bakınız), Donanım kuvvetinin (yükünün) hesabı istenmektedir.

Halatların en fazla %1 'inin kırılacağı Donanım kuvveti için

$q_0 = 0{,}502$ (Tablo 38)

ve

$q_1 = -3{,}02$ (Tablo 38)

Ayrıca Feyrer hoca [L2], Eşitlik 34 ve 35 deki F_{min} yerine Tablo 25 deki

hesaplanan halat kopma kuvveti F_r de-
ğerini kullanmıştır. Buna göre, ádi geçen
halat için,

$$\frac{F_r}{d^2} = 893 \text{ N/mm}^2 \quad \text{(Tablo 25)}$$

$$F_r = 893 \cdot 36^2$$

$$\| F_r = 1157328 \text{ N}$$

$$S_{D1\Omega} = q_0 \cdot F_r + q_1 \frac{d}{D} F_r \quad \text{(Eşitlik 34)}$$

$$S_{D1\Omega} = \left(0{,}502 - 3{,}02 \frac{36}{900}\right) 1157328$$

$$\| S_{D1\Omega} \cong 441000 \text{ N}$$

$$S_{D1z} = (q_0 - 0{,}035) F_r + (q_1 - 0{,}25) \frac{d}{D} F_r \quad \text{(Eşitlik 35)}$$

$$S_{D1z} = (0{,}502 - 0{,}035) 1157328 + (-3{,}02 - 0{,}25) \frac{36}{900} \cdot 1157328$$

$$\| S_{D1z} \cong 389000 \text{ N}$$

Her iki Donandt kuvvetinde, verilen
halat çekme kuvveti $S = 78700$ N 'den
daha büyüktür- yani uygundur.

Aynı örneği [L6] 'ya göre çözelim.

$$\frac{F_{min.}}{d^2} = 698 \text{ N/mm}^2 \quad \text{(Tablo 24)}$$

$$F_{min.} = 698 \cdot 36^2$$

$$\| F_{min.} = 904608 \text{ N}$$

$q_0 = 0{,}642$ } (Tablo 36,-37)
$q_1 = -3{,}86$ }

$S_{D1R} = \left(0{,}642 - 3{,}86 \frac{36}{900}\right) 904608$

$\| S_{D1R} \tilde{=} 441000\ N$ (önceki örnekte : 441000 N)

$S_{D1R} = (0{,}642 - 0{,}035) \cdot 904608 + (-3{,}86 - 0{,}25) \frac{36}{900} \cdot 904608$

$\| S_{D1R} \tilde{=} 400000\ N$ (önceki örnekte : 389000 N)

Her iki örnekte de, $F_{min.}$, F_r, q_0, q_1 değerlerinin farklı olmasına rağmen Donanım kuvvetleri birbirine çok yakın çıkmıştır.

11- Halatı servis dışı bırakacak (işletmeden çıkaracak) tel kırık sayısının tespiti;

Halatın referans uzunluğunda meydana gelen tel kırık sayıları tel halatlar için en önemli servis dışı bırakma kriteridir. Feyrer hoca [L6], $L = 30.d$ referans boyunda oluşan tel kırık sayılarını, gerçekleştirdiği çok sayıdaki eğilme yorulması deneyleri ile çözümlemiş ve halatı yaklaşık olarak

servis dışı bırakmak (işletmeden çıkar-
mak) için $L = 30.d$ referans boyunda gerekli
tel kırık sayılarını (B_{A30}) veren aşağıdaki
denklemi oluşturmuştur (Halatın düz yönde
eğilmesi için);

$$B_{A30} = f_0 - f_1\left(\frac{S}{d^2}\right) - f_2\left(\frac{d}{D}\right)^2 - f_3\left(\frac{S}{d^2}\right)\cdot\left(\frac{d}{D}\right)^2 \quad \ldots (36)$$

Burada,

d- Nominal halat çapı [mm]

D- Makara, tambur (veya tahrik tamburu) çapı [mm]

S- Halat çekme kuvveti [N]

f_i - Katsayılar veya sabitler (Tablo 39, 40)

Küçük referans uzunluğu, $L = 6.d$ boyundaki halatı servis dışı bırakmak için gerekli tel kırık sayısı (B_{A6}), tel kırıklarının yoğunlaşma-sını tespit etmek için kullanılır ve aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$B_{A6} = 0{,}5 \cdot B_{A30} \quad \ldots (37)$$

Feyrer [L2, L6] tarafından verilen bu denklemlerin kullanılmasıyla elde edilen servis dışı bırakmak için gerekli olan tel kırık sayıları, günümüzde tel halat inceleyenesinde

Halat		g_0	g_1	g_2	g_3
Filler Warr. Seale	FC-8 x 19-s$Z^{a,b}$ z$Z^{b,c}$	18	0.000174	1550	0.026
	WRC-8 x 19-s$Z^{a,b}$ z$Z^{b,c}$	33.3	0.000184	1830	0.0447
Warr.-Seale	FC-8 x 36-s$Z^{a,b}$ z$Z^{b,c}$	29	0.000271	2400	0.0403
	WRC-8 x 36-s$Z^{a,b}$ z$Z^{b,c}$	44.5	0.000222	2200	0.0536
18 x $7^{b,c}$		14	0.000160	-350	0.0350
34 x $7^{b,c}$		20	0.000230	-500	0.0500

[a]Görülebilir tel kırıkları
[b]Manyetik yöntemle tespit edilen tel kırıkları
[c]Gözönünde bulundurulan tel halat için eğilme yorulması testi ile tespit edilen görülebilir tel kırık sayısı, hesaplanan tel kırık sayısının yarısı olarak alınır.

Tablo 39 - Halatı servis dışı bırakmak için, gerekli tel kırık sayısının hesaplanmasında kullanılan sabit değerler [L1]

kullanılan TS ISO 4309 [L3] standardı (Tablo 41 ; 42) ile DIN 15020 (Tablo 43) standardında belirtilen tel kırık sayılarından farklı olmaktadır.

Aytaç hocam [L1], halatı servis dışı bırakmak için gerekli olan tel kırık sayılarını Feyrer [L2, L6] denklemini kullanarak hesaplamış ve hem ilgili standartta gösterildiği

Rope Halat		g_0	g_1	g_2	g_3
Filler Warr. Seale Filler, Warrington ve Seale	FC-8 × 19-sZ^{a,b} zZ^{b,c}	18	0.000174	1,550	0.026
	WRC-8 × 19-sZ^{a,b} zZ^{b,c}	33.3	0.000184	1,830	0.0447
Warr.-Seale (38→36 olacak) Warrington-Seale	FC-8 × (38)-sZ^{a,b} zZ^{b,c}	29	0.000271	2,400	0.0403
	WRC-8 × 36-sZ^{a,b} zZ^{b,c}	44.5	0.000222	2,200	0.0536
* Spiral round strand rope	18 × 7^{b,c}	14	0.000160	−350	0.0350
	34 × 7^{b,c}	20	0.000230	−500	0.0500

** For reverse bendings the number of wire breaks has to be calculated with a specific tensile force, increased by $\Delta S/d^2 = 50$ N/mm^2. For six strand ropes the number of wire breaks 0.75 of that for the eight strand ropes

[a] Outside visible wire breaks

[b] Magnetic detected wire breaks

[c] Half of the calculated number of wire breaks as visible wire breaks if confirmed by bending fatigue tests for the considered wire rope

Tablo 40 - Halatı servis dışı bırakacak tel kırık sayısının hesaplanmasında kullanılan sabit değerler [L 6].

* : Spiral yuvarlak demetli halat (çok katlı)

** : Halatın ters yönde eğilmesinde, halatı servis dışı bırakacak tel kopma sayısının hesaplanması için, özgül çekme kuvveti S/d^2 değeri $\Delta S/d^2 = 50 N/mm^2$ kadar arttırılır. 6 demetli halatın tel kırık sayısı, 8 demetli halatın tel kırık sayısının 6/8'i yani %75'i alınır.

a) Görülebilir tel kırıkları

b) Manyetik yöntemle tespit edilen tel kırıkları

c) Gözönünde bulundurulan tel halat için eğilme yorulması testi ile tespit edilen görülebilir tel kırık sayısı, hesaplanan tel kırık sayısının yarısı olarak alınır.

haliyle hem de Feyrer denklemini kullanarak elde ettiği haliyle Tablo 44 te göstermiştir.

Dış demetlerdeki yük taşıyan tellerin sayısı 1)	Halat yapısının 2) tipik örnekleri	Gözle görülen kopmuş tel adedi 3)							
		$1E_m$, $1D_m$, $1C_m$, $1B_m$, $1A_m$ mekanizmalar için sınıflandırma grupları				2_m, 3_m, 4_m, 5_m mekanizmalar için sınıflandırma grupları			
		Çapraz		Düz		Çapraz		Düz	
		Halat çapı 4) cinsinden halat boyunda				Halat çapı 4) cinsinden halat boyunda			
n		$6d$	$30d$	$6d$	$30d$	$6d$	$30d$	$6d$	$30d$
$n = 50$	6 x 7 (6/1)	2	4	1	2	4	8	2	4
$51 = n = 75$	6 x 19 (9/9/1) *	3	6	2	3	6	12	3	6
$76 = n = 100$		4	8	2	4	8	16	4	8
$101 = n = 120$	8 x 19 (9/9/1) * 6 x 19 (12/6/1) 6 x 19 (12/6 + 6F/1) 6 x 25 FS (12/12/1) *	5	10	2	5	10	19	5	10
$121 = n = 140$		6	11	3	6	11	22	6	11
$141 = n = 160$	8 x 19 (12/6 +6F/1)	6	13	3	6	13	26	6	13
$161 = n = 180$	6 x 36 (14/7 + 7/7/1) *	7	14	4	7	14	29	7	14
$181 = n = 200$		8	16	4	8	16	32	8	16
$201 = n = 220$	6 x 41 (16/8 + 8/8/1) *	9	18	4	9	18	38	9	18
$221 = n = 240$	6 x 37 (18/12/6/1)	10	19	5	10	19	38	10	19
$241 = n = 260$		10	21	5	10	21	42	10	21
$261 = n = 280$		11	22	6	11	22	45	11	22
$281 = n = 300$		12	24	6	12	24	48	12	24
$300 < n$ 2)		0,04 n	0,08 n	0,02 n	0,04 n	0,08 n	0,16 n	0,04 n	0,08 n

1) Dolgu telleri yük taşıyan tel olarak kabul edilmez ve bu nedenle muayene dışı tutulur. Çok demet katına sahip halatlarda, sadece görülebilen dış demetler dikkate alınır. Çelik özlü halatlarda, öz bir iç demet olarak kabul edilir ve dikkate alınmaz.
2) Görülebilir kırık tel sayısının hesaplanmasında, değer bir tamsayıya yuvarlatılır. Dış demetlerinin dış telleri normalden daha büyük olan halatlar için, bu özel yapının çizelgede değeri düşürülmüş ve yıldız (*) ile gösterilmiştir.
3) Kırık bir tel iki görülebilir uca sahip olabilir.
4) d = Halatın anma çapı

Tablo 41 - Çelik makaralarda çalışan yuvarlak demetli halatların kırık tel sayıları için sınır değerler [L1, L3]

Dis demetlerdeki [1] yük tasiyan tellerin sayisi	Halat yapisinin [4] tipik örnekleri	Bir vinçte, servis disi kalmaya sebep olan, halatin yorulmasi ile ilgili görülebilir kirik tel sayisi [3]							
		M1, M2, M3 ve M4 mekanizmalar için siniflandirma gruplari				M5, M6, M7 ve M8 mekanizmalar için siniflandirma gruplari			
		Çapraz		Düz		Çapraz		Düz	
		Halat çapi[4] cinsinden halat boyunda				Halat çapi[4] cinsinden halat boyunda			
n		6*d*	30*d*	6*d*	30*d*	6*d*	30*d*	6*d*	30*d*
n = 50	6 x 7 (6/1)	2	4	1	2	4	8	2	4
51 = *n* = 75	6 x 19 (9/9/1) *	3	6	2	3	6	12	3	6
76 = *n* = 100		4	8	2	4	8	16	4	8
101 = *n* = 120	8 x 19 (9/9/1) * 6 x 19 (12/6/1) 6 x 19 (12/6 + 6F/1) 6 x 25 FS (12/12/1) *	5	10	2	5	10	19	5	10
121 = *n* = 140		6	11	3	6	11	22	6	11
141 = *n* = 160	8 x 19 (12/6 +6F/1)	6	13	3	6	13	26	6	13
161 = *n* = 180	6 x 36 (14/7 + 7/7/1) *	7	14	4	7	14	29	7	14
181 = *n* = 200		8	16	4	8	16	32	8	16
201 = *n* = 220	6 x 41 (16/8 + 8/8/1) *	9	18	4	9	18	38	9	18
221 = *n* = 240	6 x 37 (18/12/6/1)	10	19	5	10	19	38	10	19
241 = *n* = 260		10	21	5	10	21	42	10	21
261 = *n* = 280		11	22	6	11	22	45	11	22
281 = *n* = 300		12	24	6	12	24	48	12	24
300 < *n* [2]		0,04 *n*	0,08 *n*	0,02 *n*	0,04 *n*	0,08 *n*	0,16 *n*	0,04 *n*	0,08 *n*

1) Dolgu telleri yük tasiyan tel olarak kabul edilmez ve bu nedenle muayene disi tutulur. Çok demet katina sahip halatlarda, sadece görülebilen dis demetler dikkate alinir. Çelik özlü halatlarda, öz bir iç demet olarak kabul edilir ve dikkate alinmaz.
2) Görülebilir kirik tel sayisinin hesaplanmasinda, deger bir tamsayiya yuvarlatilir. Dis demetlerinin dis telleri normalden daha büyük olan halatlar için, bu özel yapinin çizelgede degeri düsürülmüs ve yildiz (*) ile gösterilmistir.
3) Kirik bir tel iki görülebilir uca sahip olabilir.
4) *d* = Halatin anma çapi

Tablo 42 - TS ISO 4309 Standardına göre, çelik makaralarda çalışan yuvarlak demetli halatların kırık tel sayıları için rehber [13].

Tabelle 6.1. Ablegedrahtbruchzahlen nach DIN 15 020; Triebwerkgruppen nach DIN 15 020 Blatt 1; d = Drahtseildurchmesser

Anzahl der tragenden Drähte in den Außenlitzen des Drahtseiles[a] n	Anzahl sichtbarer Drahtbrüche bei Ablegereife							
	Triebwerkgruppen 1 E_m, 1 D_m, 1 C_m, 1 B_m, 1 A_m				Triebwerkgruppen 2_m, 3_m, 4_m, 5_m			
	Kreuzschlag auf einer Länge von		Gleichschlag auf einer Länge von		Kreuzschlag auf einer Länge von		Gleichschlag auf einer Länge von	
	6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d
bis 50	2	2	1	2	4	8	2	4
5 bis 75	3	6	2	3	6	12	3	6
76 bis 100	4	8	2	4	8	16	4	8
101 bis 120	5	10	2	5	10	19	5	10
121 bis 140	6	11	3	6	11	22	6	11
141 bis 160	6	13	3	6	13	26	6	13
161 bis 180	7	14	4	7	14	29	7	14
181 bis 200	8	16	4	8	16	32	8	16
201 bis 220	9	18	4	9	18	35	9	18
221 bis 240	10	19	5	10	19	38	10	19
241 bis 260	10	21	5	10	21	42	10	21
261 bis 280	11	22	6	11	22	45	11	22
281 bis 300	12	24	6	12	24	48	12	24
über 300[b]	0,04 n	0,08 n	0,02 n	0,04 n	0,08 n	0,16 n	0,04 n	0,08 n

Bei Seilkonstruktionen mit besonders dicken Drähten in der Außenlage der Außenlitzen, z. B. Rundlitzenseil 6×19 Seale nach DIN 3058 oder Rundlitzenseil 8× Seale nach DIN 3062, ist die Anzahl sichtbarer Drahtbrüche bei Ablegereife um 2 Zeilen niedriger als nach den Tabellenwerten anzunehmen.

[a] Fülldrähte werden als nicht tragend angesehen. Bei Drahtseilen mit mehreren Litzenlagen gelten nur die Litzen der äußersten Litzenlage als „Außenlitze". Bei Drahtseilen mit Stahleinlage ist die Einlage wie eine innere Litze anzusehen.

[b] Die errechneten Zahlen sind aufzurunden.

Tablo 43 - DIN 15020 ye göre halati servis dişi bırakacak tel kırık sayıları [L:2].
Tahrik grupları : DIN 15020 sayfa: 1 (Tablo 17)
d = Tel halat çapı
(Tercüme için Tablo 41 veya 42 'ye bakınız).

Halatlı İşletmelerde,

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- VIII -

Halat	Özgül çekme yükü (S/d^2) (N/mm^2)	Çap oranı (D/d)	Görülebilir kırık tel sayısı (Standard) 30*d* boyunda	Görülebilir kırık tel sayısı (Feyrer) 30*d* boyunda
6 x 36 WS	150	25	14	25
6 x 36 WS	200	25	14	21
6 x 36 WS	250	25	14	16
6 x 36 WS	300	25	14	9
6 x 36 WS	100	10	14	11
6 x 36 WS	150	10	14	4
6 x 36 WS	200	10	14	-
6 x 36 WS	250	10	14	-

Tablo 44 - Servis dışı bırakmak için tel kırık sayıları [L1].

Tablo 44 de gösterilen, Feyrer [L2; L6] denklemi kullanılarak elde edilen görünebilir kırık tel sayılarının sonuçları bir alt tam sayıya yuvarlatılmıştır [L1].

Ayrıca bilgi olarak, dönme dirençli halatlarda (dönmeyen veya dönmez halatlar) halatın servis dışı bırakılmasına neden olacak görülebilir kırık tel sayısı Tablo 45 ve 46 da gösterilmiştir.

Gözle görülen kopmuş tel adedi 1)			
$1E_m$, $1D_m$, $1C_m$, $1B_m$, $1A_m$ mekanizmalar için sınıflandırma grupları		2_m, 3_m, 4_m, 5_m mekanizmalar için sınıflandırma grupları	
Halat çapi 2) cinsinden halat boyunda		Halat çapi 2) cinsinden halat boyunda	
$6d$	$30d$	$6d$	$30d$
2	4	4	8
Kırık bir tel iki görülebilir uca sahip olabilir 1) d = Halatın anma çapı 2)			

Tablo 45- Çelik makaralarda çalışan dönmeyen halatların kırık tel sayıları için sınır değerler. [L1; L3] (Tahrik grupları, Tablo 17 de verilmiştir).

Bir vinçte, servis disi kalmaya sebep olan, halatin yorulmasi ile ilgili görülebilir kirik tel sayisi 1)			
M1, M2, M3 ve M4 mekanizmalar için siniflandirma gruplari		M5, M6, M7 ve M8 mekanizmalar için siniflandirma gruplari	
Halat çapi 2) cinsinden halat boyunda		Halat çapi 2) cinsinden halat boyunda	
$6d$	$30d$	$6d$	$30d$
2	4	4	8
Kirik bir tel iki görülebilir uca sahip olabilir. d = Halatin anma çapi			

Tablo 46- TS ISO 4309 standardına göre, çelik makaralarda çalışan dönmeyen halatların kırık tel sayıları için rehber [L3].

Feyrer [L6];

- Halatın düz yönde eğilmesinde, halatı servis dışı bırakacak halat kuvvetinin Limit (sınır) değerini (Düz yönde servis dışı kuvvet sınırı),

$$S_G = S_{G\Omega} = S_{G,\text{düz yönde eğilme}}$$

$$S_{G\Omega} = d^2 \sqrt{\frac{-B_{A30,min.} + f_0 - f_2\left(\frac{d}{D}\right)^2}{f_1 + f_3\left(\frac{d}{D}\right)^2}} \qquad (38)$$

- Halatın ters yönde eğilmesinde, halatı servis dışı bırakacak halat kuvvetinin Limit (sınır) değerini (Ters yönde servis dışı kuvvet sınırı),

$$S_G = S_{G\gamma} = S_{G,\text{ters yönde eğilme}}$$

$$S_{G\gamma} = S_{G\Omega} - 50 \cdot d^2 \qquad (39)$$

denklemleri ile vermiştir. Burada,

d – Nominal halat çapı [mm]
D – Mihet, tambur (veya tahrik tamburu) çapı [mm]
f_i – Katsayılar veya sabitler (Tablo 39, 40)
$B_{A30,min.}$ – Minimum B_{A30} değerleridir.

$B_{A30,min.}$:

- Çekme mekanizmaları için,

$$B_{A30} \geq 2$$

- Kaldırma donanımları için,

$BA30 \geq 8$

- Kaldırma donanımları (olası hareketli yükler, insanlar gibi)

$BA30 \geq 15$

alınabilir.

Örnek [L6]:

Aşağıda özellikleri verilen;

Verilenler:

- Halat konstrüksiyonu;

Filler - halat $6 \times (19+6F)$ - ESWRC - SZ iyi yağlanmış (Semboller için, Sayfa: 15, 35'e bakınız)

- Nominal halat çapı ..... $d = 16$ mm
- Nominal tel kopma mukavemeti .. $R_0 = 1960$ N/mm²
- Tambur çapı ..... $D = 400$ mm
- Halat çekme kuvveti ..... $S = 30$ kN

halatta;

a) Halatı servis dışı bırakacak, $L = 30 \cdot d$ referans boyunda oluşan gerekli tel kırık sayısı (Düz yönde eğilme),

$$(BA30)_{\text{düz yönde eğ.}} = \frac{6}{8}\left[f_0 - f_1\left(\frac{S}{d^2}\right)^2 - f_2\left(\frac{d}{D}\right)^2 - f_3\left(\frac{S}{d^2}\right)\left(\frac{d}{D}\right)^2\right]$$

(Eşitlik 36)

Not 6 demetli halatı servis dışı bırakacak tel kırık sayısı, 8 demetli halatı servis dışı bırakacak tel kırık sayısının 6/8 'i yani %75 'i dir (Tablo 40. dip notu)

Filler - WRC - 8 x 19 - sZ halatı için,

$$\left.\begin{aligned} f_0 &= 33,3 \\ f_1 &= 0,000184 \\ f_2 &= 1830 \\ f_3 &= 0,0447 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 39, 40)}$$

$$(BA30)_{\text{düz yönde eğilme}} = \frac{6}{8}\left[33,3 - 0,000184\left(\frac{30000}{16^2}\right)^2 - 1830\left(\frac{16}{400}\right)^2 - 0,0447\left(\frac{30000}{16^2}\right)^2\left(\frac{16}{400}\right)^2\right]$$

$$(BA30)_{\text{düz yönde eğilme}} = \frac{6}{8}\left[33,3 - 0,000184\,(117,2)^2 - 1830\left(\frac{1}{25}\right)^2 - 0,0447\,(117,2)^2\left(\frac{1}{25}\right)^2\right]$$

$$\Rightarrow (BA30)_{\text{düz yönde eğilme}} = 20$$

b) Halatın ters yönde eğilmesinde, halatı servis dışı bırakacak $L = 30.d$ referans boyundaki tel kırık sayısı,

Tablo 40 dip notuna göre,

$\frac{S}{d^2}$ değeri 50 N/mm² kadar arttırılır. Buna göre

$$\frac{S_{\text{ters yönde eğilme}}}{d^2} = \frac{S}{d^2} + 50$$

$$= \frac{30000}{16^2} + 50$$

$$= 117,2 + 50$$

$$\Rightarrow \frac{S_{\text{ters yönde eğilme}}}{d^2} = 167,2 \text{ N/mm}^2$$

$$(B_{A30})_{\text{ters yönde eğilme}} = \frac{6}{8}\left[33,3 - 0,000184\,(167,2)^3 - 1830\left(\frac{1}{25}\right)^2 - 0,0447\,(167,2)^2\left(\frac{1}{25}\right)^2\right]$$

$$\Rightarrow (B_{A30})_{\text{ters yönde eğilme}} = 17$$

Feyrer hoca [L 6], halkaların kombine çekme ve eğilmesinde, halkaları servis dışı bırakacak $L = 30.d$ referans boyundaki tel kırık sayısını da,

$B_{A30,com.} = 17$

olarak almıştır.

c) Küçük referans uzunluğu, $L = 6.d$ için halatı servis dışı bırakacak tel kırık sayısı,

$$B_{AG} = 0,5 \cdot B_{A30} \quad \text{(Eşitlik 37)}$$

Dolayısıyla,

$$(B_{AG})_{\text{düz yönde eğilme}} = 0,5 \cdot 20 = 10$$

$$(B_{AG})_{\text{ters yönde eğilme}} = 0,5 \cdot 17 = 9$$

olur.

d) Düz yönde eğilme için, servis dışı kuvvet sınırı;

$$S_{GS} = d^2 \sqrt{\frac{-B_{A30,min.} + f_0 - f_2 \left(\frac{d}{D}\right)^2}{f_1 + f_3 \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \quad \text{(Eşitlik 38)}$$

$B_{A30,min.}$ – Minimum B_{A30} değeri

Kaldırma donanımları, tehlikeli yükleri veya önçörülmeyen insanları da kapsamı

ifine alan

$BA30_{,min.} = 15$ (Sayfa: 144'e bakiniz)

değeri ile hesap yapilabilir.

Hesaplanan

$BA30_{,\Omega} = 20$

$BA30_{,2} = 17$

değerlerden büyük olan ile denkleme girer. Lim (Daha küçük dolayisiyla daha emniyetli S_G elde edilir)

$$S_{G\Omega} = 16^2 \sqrt{\frac{-20 + 33{,}3 - 1830\left(\frac{16}{400}\right)^2}{0{,}000184 + 0{,}0442\left(\frac{16}{400}\right)^2}}$$

$$\| S_{G\Omega} \cong 51600\ N = 51{,}6\ kN$$

Ters yönde eğilme için, servis dişi kuvvet sinir;

$$S_{G2} = S_{G\Omega} - 50 \cdot d^2 \quad \text{(Eşitlik 39)}$$

$$S_{G2} = 51600 - 50 \cdot 16^2$$

$$\| S_{G2} = 38800\ N = 38{,}8\ kN$$

Kontrol:

$S_{G\Omega} > S$

$S_{G2} > S$

} olmalidir.

$S_{G\Omega}(= 51{,}6\ kN) > S\ (= 30\ kN)$

$S_{G2}\ (= 38{,}8\ kN) > S\ (= 30\ kN)$ } Uygundur.

Not. Uygulamada sınır kuvvet S_G, Donanımlı kuvvetinden (S_D) daha küçüktür [L2].

$S_{G\Omega}$ için Feyrer hocanın [L6] alternatif (seçenek) çözüm yolu:

(b) Discard limiting force (alternatively)

According to (3.94) the discard limiting force is

$$S_G = d^2 \cdot \sqrt{\frac{-B_{A30} + g_0 - g_2 \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2}{g_1 + g_3 \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2}}.$$

With the constants listed in Table 3.18, the factor 6/8 for the six strand rope and a required number of wire breaks $B_{A30} = 15$, the discard limiting force for simple bendings is

$$S_G = 16^2 \cdot \sqrt{\frac{-\frac{8}{6} \cdot 15 + 33.3 - 1{,}830 \cdot \left(\frac{1}{25}\right)^2}{0.000184 + 0.0447\left(\frac{1}{25}\right)^2}} = 51{,}600\ \text{N} = 51.6\ \text{kN}.$$

Kitabın yukarıdaki original baskısında bir hata yoksa,

$B_{A30,min} = 15$

olarak seçilmiş ve $B_{A30,\Omega}$ hesaplanırken (sayfa: 145) kullanılan 6/8 faktörü yerine

$\left(\frac{8}{6} \cdot B_{A30,min}\right)$

ifadesi kullanılmıştır.

Eşitlik (3.94) → Eşitlik 38
Tablo 3.18 → Tablo 39, 40 } Karşılık gelmektedir.

Ayrıca halatın,

Çalışma zamanı : > 16 saat/gün

Yük durumu : Ağır

şartlarında,

Tahrik grubu (veya işletme sınıfı),

|| 5m (Tablo 16 ; 17)

Buna göre halatın [6 x (19+6F) veya 6 x 19 (12/6 + 6F/1)] (sayfa : 35)

servis dışı kalacağı tel kırık sayısı

L = 30.d ve çapraz sarım için :

- TS ISO 4309 'a göre

|| 19 (Tablo 41; 42)

- DIN 15020 'ye göre

|| 19 (Tablo 43)

olarak okunabilir. (BA30,2 = 20 hesaplanmıştı)

12- Teorik halat "ÖMRÜ";

Prof. Feyrer [L1, L2, L6] işletmelerde yaygın olarak kullanılan farklı tiptek halat konstrüksiyonlarını kullanarak çok sayıda eğilme yorulması testleri

sonucunda elde ettiği halat kopma ömrü ve servis dışı bırakma ömrü değerlerini regresyon hesapları yaparak belirli tiplerdeki halat konstrüksiyonları için teorik olarak tespitine olanak veren genelleştirilmiş denklemler oluşturmuştur.

Feyrer ilk olarak halat ömrünü, özgül çekme yükü (S/d^2) ve çaplar oranının (D/d) bir fonksiyonu olarak ele almış ve teorik halat kopma ömrünü,

$$\log N = a_0 + a_1 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) + a_2 \log\left(\frac{D}{d}\right) + a_4 \log\left(\frac{S}{d^2}\right) \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) \quad \text{---- (40)}$$

denklemi ile vermiştir. Denklemdeki a_i katsayıları, yapılan halat eğilme yorulması deneyleri ile elde edilen sonuçların regresyon analizi yapılarak değerlendirilmesine bağlı olarak bulunur.

Denklemdeki a_i katsayıları, halat kopma ömrü N ve servis dışı bırakma ömrü N_A değerlerinin teorik olarak elde edilmesinde kullanılır. Teorik halat kopma ömrü N, halatın en az bir demetinin koptuğu andaki eğilme çevrim sayısını ifade etmektedir.

Feyrer, daha sonra, halat çapı, tel mukavemeti ve halatın bir çalışma çevriminde (periyodundaki) eğilme uzunluğunun olan, halat ömrüne etkisini tespit edebilmek için farklı eğilme yorulması deneyleri gerçekleştirmiş ve daha fazla parametreyi içeren aşağıdaki teorik halat ömrü denklemini vermiştir (Halatın düz yönde eğilme çevrim sayısı veya eğilme periyodu sayısı).

$$\log N = b_0 + b_1 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) - 0{,}4 \cdot b_1 \cdot \log\left(\frac{R_0}{1770}\right)$$
$$+ b_2 \log\left(\frac{D}{d}\right) + b_3 \log(d)$$
$$+ b_4 \log\left(\frac{S}{d^2}\right) \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right)$$
$$- 0{,}4 \cdot b_4 \log\left(\frac{D}{d}\right) \cdot \log\left(\frac{R_0}{1770}\right)$$
$$+ \frac{1}{b_5 + \log\left(\frac{L}{d}\right)} \qquad \text{---------- (41)}$$

Burada,

d - Nominal halat çapı [mm]
D - Tambur çapı [mm]
S - Halat çekme kuvveti [N]
R_0 - Tel mukavemeti veya tel anma dayanımı [N/mm²]
L - Eğilme uzunluğu [mm]. ($L > 15.d$ için geçerlidir). Halatın bir çalışma çevriminde (periyodundaki) eğilme uzunluğu olup

yaklaşık olarak L/h oranına (relatif, izafi veya bağıl halat eğilme uzunluğu) göre Tablo 47 yardımıyla hesaplanır.

h - Yük stroku (Yük kaldırma yolu)

theoretische Seilbiegezahl w_{th}	effektive Seilbiegezahl w	relative Seilbiegelänge l/h
1	1	1,0
2	2	0,92
3	3	0,86
4	4	0,79
5	4	0,72
6	5	0,66
7	5	0,60
8	6	0,55
9	7	0,50
10	7	0,45
11	8	0,41
12	9	0,37
13	9	0,34
14	10	0,31
15	10	0,28

Tablo 47 - Yaklaşık olarak (tahminen), efektif halat eğilme sayısı ve relatif halat eğilme uzunluğu değerleri [L 2]

w_{th} - Teorik halat eğilme sayısı
w - Efektif halat eğilme sayısı
L/h - Relatif (bağıl) halat eğilme uzunluğu

b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 ve b_5 katsayıları (sabitleri) için

- Halat kopma ömrünün teorik tespiti için Tablo 48 ve 50 a,
- Halat servis dışı bırakma ömrünün tespiti için Tablo 49 ve 50 b

den okunur.

$b_3 = -0,32$

olarak alınacaktır [L 1].

Tel halat		$\bar{N}$ için b_0		b_1	b_2	b_4	$\bar{N}$ için b_5
		sZ	zZ				
Seale 6 x 19	FC	-1.900	-1.677	1.280	8.562	-2.625	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	FC	-1.679	-1.456	1.280	8.562	-2.625	1.2
Warrington 8 x 19	FC	-1.679	-1.456	1.280	8.562	-2.625	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	FC	0.858	0.966	0.096	7.078	-1.920	1.2
Seale 6 x 19	IWRC	-1.723	-1.663	1.290	8.149	-2.440	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	IWRC	-1.635	-1.575	1.290	8.149	-2.440	1.2
Warrington 8 x 19	IWRC	-1.635	-1.575	1.290	8.149	-2.440	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	IWRC	1.327	1.381	0.029	6.241	-1.613	1.2
18 x 7		-2.492		1.566	9.084	-2.811	1.2
34 x 7		-1.014		1.351	7.652	-2.485	1.2

Tablo 48 - Ortalama, halat kopma ömrünün teorik tespiti için kullanılan b_i katsayıları [L 1].

Tel halat		$\bar{N}_A$ için b_0		b_1	b_2	b_4	$\bar{N}_A$ için b_5
		sZ	zZ				
Seale 6 x 19	FC	-2.611	-1.677	1.887	8.567	-2.894	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	FC	-2.476	-1.456	1.887	8.567	-2.894	1.2
Warrington 8 x 19	FC	-2.476	-1.456	1.887	8.567	-2.894	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	FC	-1.302	0.966	1.322	8.070	-2.649	1.2
Seale 6 x 19	IWRC	-2.148	-1.663	1.588	8.056	-2.577	1.2
Filler 8 x (19 + 6F)	IWRC	-2.015	-1.575	1.588	8.056	-2.577	1.2
Warrington 8 x 19	IWRC	-2.015	-1.575	1.588	8.056	-2.577	1.2
Warr.-Seale 8 x 36	IWRC	0.633	1.381	0.377	6.232	-1.750	1.2
18 x 7		-2.772		1.834	8.991	-2.948	1.2
34 x 7		-1.383		1.619	7.559	-2.622	1.2

Tablo 49 - Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrünün teorik tespiti için kullanılan b_i katsayıları [L 1]

Not. Tablo 48 ve 49 da bulunan b_i katsayıları, mil - yuvarlanma eğilme çevrimi için ve tel halatın testten önce iyi bir şekilde viskoz yağ veya vazelin ile yağlandığı, iyi bir şekilde $r = 0,53 \cdot d$ olduğu çelik makaralarının kullanıldığı, kenar sapmasının olmadığı ve halatın kuru ortamda çalıştırıldığı durumlar için geçerlidir.

a) Bruchbiegewechselzahl Kopma, eğilme çevrim sayısı

Seil Halat		b_0 für $\bar{N}$ sZ	b_0 für $\bar{N}$ zZ	b_0 für N_{10} sZ	b_0 für N_{10} zZ	b_1	b_2	b_4	b_5 $\bar{N}$	b_5 N_{10}
Standard 6×19	FE	–0,760	–	–1,225	–	0,875	6,480	–1,850		
		–	–0,609	–	–1,019	0,562	6,430	–1,628		
Seale 8×19		–1,900	–1,677	–2,166	–1,943	1,280	8,562	–2,625		
Filler u. Warr. 8×19	FE	–1,679	–1,456	–1,945	–1,722	1,280	8,562	–2,625		
Warr. Seale 8×36		0,858	0,966	0,592	0,700	0,096	7,078	–1,920	1,2	1,9
Seale 8×19		–1,723	–1,663	–2,018	–1,958	1,290	8,149	–2,440		
Filler u. Warr. 8×19	SES	–1,635	–1,575	–1,930	–1,870	1,290	8,149	–2,440		
Warr. Seale 8×36		1,327	1,381	1,032	1,086	0,029	6,241	–1,613		
Spiral-Rund- litzenseil	drehungsarm **	–2,492		–2,724		1,566	9,084	–2,811		
*	drehungsfrei ***	–1,014		–1,461		1,351	7,652	–2,485		

b) Ablegebiegewechselzahl Servis dışı bırakma, eğilme çevrim sayısı

Seil Halat		b_0 für $\bar{N}_A$ sZ	b_0 für $\bar{N}_A$ zZ	b_0 für N_{A10} sZ	b_0 für N_{A10} zZ	b_1	b_2	b_4	b_5 $\bar{N}_A$	b_5 N_{A10}
Seale 8×19		–2,611	*–2,388*	–2,927	*–2,704*	1,887	8,567	–2,894		
Filler u. Warr. 8×19	FE	–2,476	*–2,253*	–2,792	*–2,569*	1,887	8,567	–2,894		
Warr. Seale 8×36		–1,302	*–1,194*	–1,618	*–1,510*	1,322	8,070	–2,649		
Seale 8×19		–2,148	*–2,088*	–2,534	*–2,474*	1,588	8,056	–2,577	1,2	1,9
Filler u. Warr. 8×19	SES	–2,015	*–1,955*	–2,401	*–2,341*	1,588	8,056	–2,577		
Warr. Seale 8×36		0,633	*0,687*	0,247	*0,301*	0,377	6,232	–1,750		
Spiral-Rund- litzenseil	drehungsarm **	*–2,772*		*–3,102*		1,834	8,991	–2,948		
*	drehungsfrei ***	*–1,383*		*–1,679*		1,619	7,559	–2,622		

Tablo 50 - Eğilme çevrim sayısı N için hesabında kullanılan b_i sabitleri [L 2].

sZ - Çapraz saç sarımlı halat
zZ - Düz saç sarımlı halat
FE - Lif özlü halat
SES - Bağımsız tel halat özlü halat
* : Spiral, yuvarlak demetli halat
** : Düşük dönme dirençli (Az dönebilen) halat
*** : Dönme dirençli (Dönmez) halat

Tablo 50 deki b_i sabitleri;

- Düz yönde eğilen,
- Çelik yuvarlak yivli makaralarda çalışan,
- Makara yiv yarıçapı $r = 0{,}53 \cdot d$ olan,
- Kenar sapmasız,
- Viskoz yağ veya vazelin ile iyi bir şekilde yağlanmış,
- Kuru ortamda bulunan

Halatlar için geçerlidir.

Tablolar iki farklı Literatürden [L1 ve L2] alınmıştır.

b_i katsayılarını veren Tablolarda gösterilen, $\bar{N}$, N_{10}, N_A ve N_{A10} sembollerini daha açık olarak tanımlayalım:

$\bar{N}$ - Ortalama, halat kopma ömrüne karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (Ortalama halat kopma ömrü)

N_{10} - %95 kesinlikte, halatların %10 'undan daha fazlası kopmayacak güvenilirliğe karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (%95 kesinlikte halat kopma ömrü)

$\bar{N}_A$ - Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrüne karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrü)

N_{A10} - %95 kesinlikte, halatların %10'undan daha fazlası servis dışı bırakılmayacak güvenilirliğe karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (%95 kesinlikte halatı servis dışı bırakmaya ömrü)

Feyrer hoca [L2], halatın düz yönde eğilme çevrim sayısı veya eğilme periyodu sayısını (N) hesaplamak için Eşitlik 41 'i vermişti. Aynı Feyrer hoca yeni literatüründe [L6], sabitlerde değişiklik yaparak yeni parametreler ile aşağıdaki denklemi vermiştir:

$$\log N = b_0 + \left(b_1 + b_3 \log \frac{D}{d}\right)\left(\log \frac{S}{d^2} - 0{,}9 \log \frac{R_o}{1770}\right) + b_2 \log \frac{D}{d} + \log f_d + \log f_L + \log f_C \quad (42)$$

Burada,

d - Nominal halat çapı [mm]
D - Makara çapı [mm]
S - Halat çekme kuvveti [N]
R_o - Tel, nominal çekme mukavemeti [N/mm²]
L - Eğilme uzunluğu [mm]. (L > 10.d için)
b_0, b_1, b_2 ve b_3 katsayıları (sabitleri),
- Halat kopma ömrünün teorik tespiti için Tablo 51a,
- Halat servis dışı bırakma ömrünün tespiti için Tablo 51b den okunur.

a) **Breaking number of bending cycles N**

Rope class ①		b_0 for $\bar{N}$ sZ	zZ	b_0 for N_{10} sZ	zZ	b_1	b_2	b_3
cross lay 6x19 ②	FC	-0.809	-	-1.338	-	0.875	6.480	-1.850
		-	-0.658	-	-1.132	0.562	6.430	-1.628
Seale 8x19	FC	-1.949	-1.726	-2.279	-2.056	1.280	8.562	-2.625
Filler 8x(19+8F)	FC	-1.728	-1.505	-2.058	-1.835			
Warr. 8x19	FC	-1.728	-1.505	-2.058	-1.835			
Warr.-Seale 8x36	FC	0.809	0.917	0.479	0.587	0.096	7.078	-1.920
Seale 8x19	IWRC	-1.772	-1.712	-2.131	-2.071	1.290	8.149	-2.440
Filler 8x(19+6F)	IWRC	-1.684	-1.624	-2.043	-1.983			
Warr. 8x19	IWRC	-1.684	-1.624	-2.043	-1.983			
Warr.-Seale 8x36	IWRC	1.278	1.332	0.919	0.973	0.029	6.241	-1.613
Spiral round-strand rope ③	18x7	-2.541		-2.837		1.566	9.084	-2.811
	34x7	-1.063		-1.574		1.351	7.652	-2.485

b) **Discarding number of bending cycles N_A**

Rope class ①		b_0 for $\bar{N}_A$ sZ	zZ	b_0 for N_{A10} sZ	zZ	b_1	b_2	b_3
Seale 8x19	FC	-2.660	*-2.437*	-3.040	*-2.817*	1.887	8.567	-2.894
Filler 8x(19+6)	FC	-2.525	*-2.302*	-2.905	*-2.682*			
Warr. 8x19	FC	-2.525	*-2.302*	-2.905	*-2.682*			
Warr.-Seale 8x36	FC	-1.351	*-1.243*	-1.731	*-1.623*	1.322	8.070	-2.649
Seale 8x19	IWRC	-2.197	*-2.137*	-2.647	*-2.587*	1.588	8.056	-2.577
Filler 8x(19+6)	IWRC	-2.064	-2.004	-2.514	2.454			
Warr. 8x19	IWRC	-2.064	*-2.004*	-2.514	*-2.454*			
Warr.-Seale 8x36	IWRC	0.584	*0.638*	0.134	*0.188*	0.377	6.232	-1.750
Spiral round-strand rope ③	18x7	-2.821		-3.215		1.834	8.991	-2.948
	34x7	-1.432		-1.792		1.619	7.559	-2.622

④ The discarding numbers of bending cycles for lang lay ropes and for spiral round strand ropes are valid

⑤
- if the ropes will be inspected by magnetic methods
- or if the for the considered rope have been established by tests that outside wire breaks occur indicating the discard.

⑥ sZ = ordinary lay, zZ = lang lay, FC = fibre core, IWRC = independent wire rope core

⑦
- The wire rope is well-lubricated with viscous oil or Vaseline
- The sheaves have steel grooves, $r = 0.53\ d$
- There is no side deflection
- It is in a dry environment.

Tablo 51 - Eğilme devrim veya eğilme periyodu sayısının hesaplanmasında kullanılan b_0 sabit değerleri [L6]

Tablo 51 :

a) Eğilme çevriminin (periyodunun) kopma sayısı N (Halat kopma ömrüne karşılık gelen, N eğilme çevrim sayısı) ;

b) Eğilme çevriminin (periyodunun) servis dışı bırakma sayısı N_A (Halat servis dışı bırakma ömrüne karşılık gelen, N_A eğilme çevrim sayısı)

① Halat yapısı (sınıfı)

② Çapraz sarımlı demet

③ Spiral, yuvarlak demetli halat (çok katlı)

④ Halatı servis dışı bırakan eğilme çevrim (periyod) sayısı, tek katlı ve çok katlı yuvarlak demetli halatlar için geçerlidir.

⑤ • Eğer halatlar monyetlik yöntemle dikkatli bir kontrolden geçiriliyse
• veya eğer, göz önünde bulundurulan halat test sonucuna göre saptanan görülebilin dış tel kırıklarını oluşturuyorsa,
Halat servis dışı bırakılır

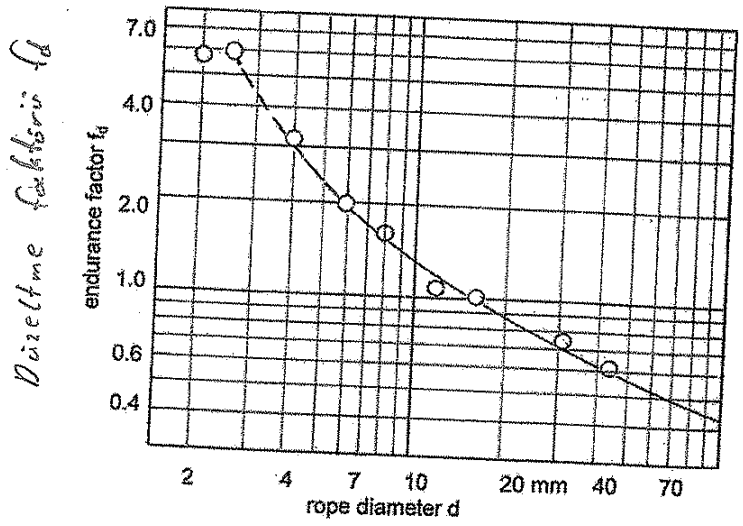
⑥ sZ - Çapraz sağ sarımlı halat
zZ - Düz sağ sarımlı halat
FC - Lif özlü halat
IWRC - Bağımsız tel halat özlü halat

⑦ • Tel halat, iyi bir şekilde viskoz yağ veya vazelin ile yağlandığı,
• Çelik makaraların (Molet ve tamburların) kullanıldığı ve yiv yarıçapının $r = 0{,}53 \cdot d$ olduğu,
• Kenar sapmasının olmadığı,
• Halatın kuru ortamlar çalıştırıldığı
Durumlar için b_i katsayıları geçerlidir.

f_d – Halat çapı düzeltme faktörü

$$f_d = \frac{0{,}52}{-0{,}48 + (d/16)^{0{,}3}} \qquad (43)$$

denkleminden hesaplanır ($d \geq 6$ mm. için) veya Tablo 52 deki diyagramdan okunabilir.



Halat çapı d

Tablo 52 – Halat çapının eğilme çevrim (periyodu) sayısı üzerindeki etkisini göz önüne alan düzeltme faktörü f_d. [L6]

f_L – Halat eğilme uzunluğu düzeltme faktörü

$$f_L = \frac{1{,}54}{2{,}54 - \left(\frac{L/d - 2{,}5}{57{,}5}\right)^{-0{,}14}} \qquad (44)$$

denkleminden hesaplanır (Nominal eğilme uzunluğu $L \geq 10\,d$ için geçerlidir)

Halatlı İşletmelerde,

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- IX -

Feyrer hoca kitabının [L6] bir tab. losunda (Table 3.14a),

$$f_L = \frac{1,49}{2,49 - \left(\frac{L/d - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}}$$

ifadesini vermiştir. Ancak aynı literatür-deki [L6]; (2.107) ve (3-54f) denklemleri Eşitlik 44'ü doğrulamıştır. Dolayısıyla Eşitlik 44 tarafımızdan esas alınacaktır.

f_c - Halat özü ve demet sayısı düzeltme faktörü (Tablo 53)

Rope core and number of strands ① / Number of strands ②			8 Demet 8 strands	6 Demet 6 strands
③ Fibre core, Wolf (1987)	FC		$f_c = 1.0$	$f_c = 0.94$
④ Steel core, independent	IWRC	*	$f_c = 1.0$	$f_c = 0.81$
⑤ Steel core, parallel	PWRC		$f_c = 1.86$	$f_c = 1.51$
⑥ Steel core, polymer covered	ESWRC		$f_c = 2.05$	$f_c = 1.66$
⑦ Steel core, fibre enveloped	EFWRC		$f_c = 1.06$	$f_c = 0.86$

Tablo 53 - Düzeltme faktörü f_c. [L6].

① : Halat özü ve demet sayısı
② : Demet sayısı
③ : Lif özlü
④ : Çelik özlü, bağımsız
⑤ : Çelik özlü, paralel
⑥ : Çelik özlü, polimer kaplı
⑦ : Çelik özlü, lif örtülü
* : Semboller için, Şekil 12, Tablo 3,4 ve 5'e bakınız.

Halatın ters yönde eğilmesi halinde;

Halatın ters yönde eğilme çevrim sayısı veya eğilme periyodu sayısı, Feyrer [L2, L6] tarafından aşağıdaki denklem ile verilmiştir.

$$N_{\text{ters yönde eğilme}} = a_0 \cdot N_{\text{düz yönde eğilme}}^{a_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{a_2} \quad \ldots\ldots (45)$$

Sembol kullanırsak,

$$N_2 = a_0 \cdot N_1^{a_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{a_2} \quad \ldots\ldots (46)$$

şeklinde yazılabilir.

Burada,

d - Nominal halat çapı [mm]

D - Tambur çapı [mm]

a_i: sabitleri;

$\bar{N}$, N_{10}, $\bar{N}_A$ ve N_{A10} çevrim sayıları için Tablo 54 de gösterilmiştir.

Ayrıca, N_2/N_1 oranı hakkında bilgi sahibi olabilmek için, bilim adamlarının deneylerini içeren Şekil 53 teki diyagram dikkatle incelenebilir.

Factor Faktör	Breaking number *		Discarding number **	
	$\overline{N}$	N_{10}	$\overline{N}_A$	N_{A10}
a_0	9.026	6.680	3.635	2.670
a_1	0.618	0.618	0.671	0.671
a_2	0.424	0.424	0.499	0.499

Tablo 54- Malzemenin ters yönde eğilme tekrarı sayısı veya eğilme periyodu sayısının hesaplanmasında kullanılan a_i sabit değerleri (Faktörleri). [L6].

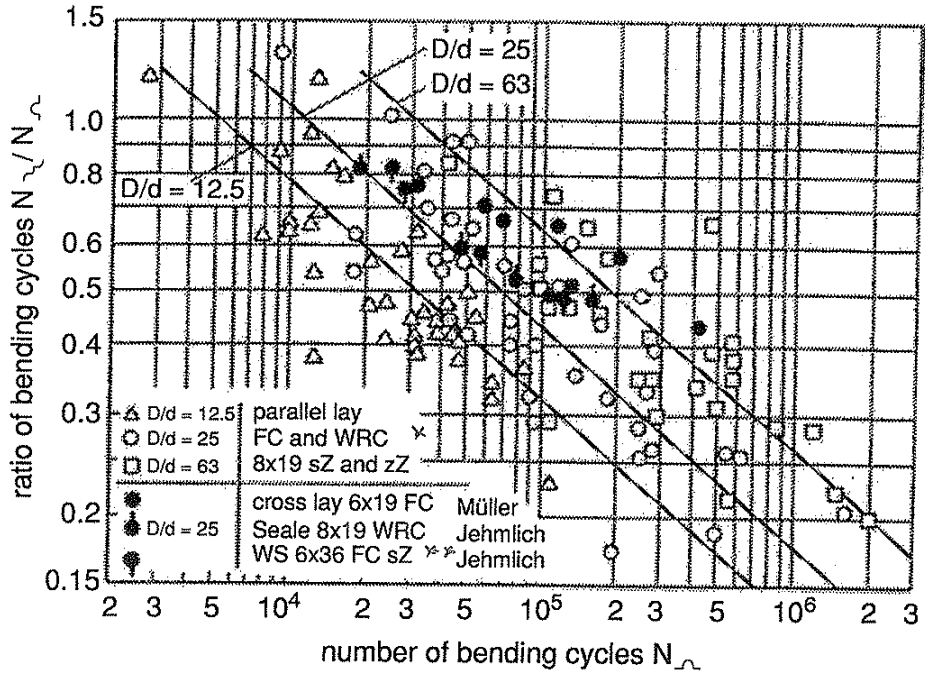
* : Kopma sayısı

** : Servis dışı bırakma sayısı

Feyrer hoca [L2, L6], teorik malzeme ömür denklemlerinin yanısıra "Düzeltilmiş malzeme ömrü" denklemlerini de vermiştir. Buna göre,

Farklı makara yiv geometrileri ve malzemelerinin kullanıldığı, malzemenin yağsız olduğu, kenar sapmasının varlığında ve Tablo 48, 49, 50, 51 de belirtilen malzeme konstrüksiyonlarından başka malzemelerin kullanılacağı durumlarda Feyrer'in [L2, L6] teorik ömür denkleminden elde edilecek malzeme kopma ömrü veya servis dışı bırakma ömrü değerlerinin düzeltilmesi gerekir.

Eğilme çevrim sayıları oranı $N_{\sim}/N_{\sim}$



Eğilme çevrim sayısı $N_{\sim}$

Şekil 53 - Ters yönde ve düz yöndeki eğilme çevrim kopma sayıları oranı $N_{\sim}/N_{\sim}$. [46].

* : Paralel sarımlı demet FC ve WRC 8x19 sZ ve zZ

** : Çapraz sarımlı demet Seale 8x19 WRC WS 6x36 FC sZ

Feyrer hoca, teorik halat ömür denklemi olarak,

[L2] de Eşitlik 41 'i

[L6] da Eşitlik 42 yi

vermiştir. Hesaplarımızda daha yeni olan [L6] literatürü esas alınacaktır.

Düzeltme faktörleri f_{Ni} (Şekil 54 ve 55) olmak üzere;

- Düzeltilmiş teorik, halat kopma ömrü,

$$N_{düzeltilmiş} = N \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4} \quad \text{---} \quad (47)$$

- Düzeltilmiş teorik, halatı servis dışı bırakma ömrü,

$$N_{A\,düzeltilmiş} = N_A \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4} \quad \text{---} \quad (48)$$

denklemleri ile teorik halat ömrü değerleri düzeltilebilir.

[L6] literatürü ve Eşitlik 42 esas alınacağına göre f_{Ni} düzeltme faktörleri Şekil 55 'ten seçilecektir. Burada,

f_{N1} - Halat yağlama faktörü

f_{N2} - Kenar sapma faktörü

f_{N3} -
- Çelik yuvarlak yiv faktörü
- Plastik yuvarlak yiv faktörü
- Alttan kesilmiş yiv faktörü
- V- Profilli yiv faktörü
- Çok katlı halat sarılma faktörü

f_{N4} - Halat burulma faktörü

Şimdi, halat ömrü hesaplarında kullanacağımız bazı büyüklüklerin tanımlarını yapalım.

13- Etkili (Etkin) halat çekme kuvveti veya kısaca halat çekme kuvveti;

Düz yönde eğilme ve ters yönde eğilme hali için halat çekme kuvveti;

$$S = \frac{Q \cdot f}{n_T} \cdot f_{s1} \cdot f_{s2} \cdot f_{s3} \cdot f_{s4} \qquad (49)$$

denkleminden hesaplanır. Burada,

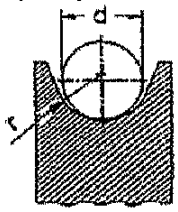
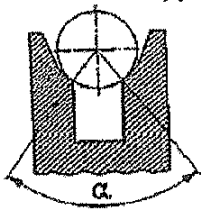
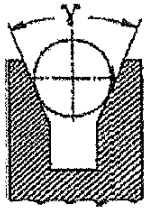
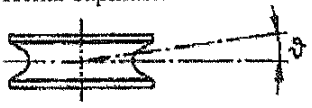
Q - Statik yük

f - Yerçekimi ivmesi

n_T - Halat sayısı

f_s - Halat kuvvet faktörleri (Tablo 55)

dir.

Halat yağlanması:				
halat iyi bir şekilde yağlanmış				f_{N1}= 1.0
halat yağsız				f_{N1}= 0.2
Halat konstrüksiyonu:		öz	8 demet	6 demet
-Lif öz		FC	f_{N2}= 1.0	f_{N2}= 0.94
-Çelik öz	*	IWRC	f_{N2}= 1.0	f_{N2}= 0.81
		PWRC	f_{N2}= 1.86	f_{N2}= 1.51
		ESWRC	f_{N2}= 2.05	f_{N2}= 1.66
		EFWRC	f_{N2}= 1.06	f_{N2}= 0.86
Makara yivi:	yiv yarıçapı		r/d = 0.53	f_{N3} = 1.00
-Çelik yuvarlak yiv			r/d = 0.55	f_{N3} = 0.79
			r/d = 0.60	f_{N3} = 0.66
			r/d = 0.70	f_{N3} = 0.54
			r/d = 0.80	f_{N3} = 0.51
			r/d = 1.00	f_{N3} = 0.48
-Alttan kesilmiş yiv	alttan kesme açısı		α=75°	f_{N3} = 0.40
			α=80°	f_{N3} = 0.33
			α=85°	f_{N3} = 0.26
			α=90°	f_{N3} = 0.20
			α=95°	f_{N3} = 0.15
			α=100°	f_{N3} = 0.10
			α=105°	f_{N3} = 0.066
-V profilli yiv	açı		γ=35°	f_{N3} = 0.054
			γ=36°	f_{N3} = 0.066
			γ=38°	f_{N3} = 0.095
			γ=40°	f_{N3} = 0.14
			γ=42°	f_{N3} = 0.18
			γ=45°	f_{N3} = 0.25
-Plastik yuvarlak yiv			$f_{N3} = 8.37 N_{st}^{-0.124}$	**
veya	$f_{N3} = 0.75 + 0.36\frac{S/d^2}{D/d} - 0.023\left(\frac{S/d^2}{D/d}\right)^2$			
Kenar sapması:				
	$f_{N4} = 1 - (0.00863 + 0.00243.(D/d)).\vartheta - 0.00103\,\vartheta^2$			
	(kenar sapma açısı derece olarak alınır)			

Şekil 54 - Düzeltme faktörleri f_{Ne} [L1, L2].

* : Lif özlü
Çelik özlü, bağımsız
Çelik özlü, paralel
Çelik özlü, polimer kaplı
Çelik özlü, lif örtülü

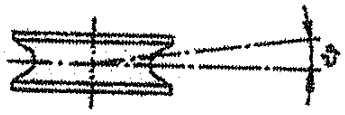
} Semboller için, Şekil 12, Tablo 3, 4 ve 5'e bakınız.

** : $f_{N3} = 8,37\, N_{GG/St}^{-0,124}$ [L.2]

Rope lubrication ①

Rope well lubricated	$f_{N1} = 1.0$
Rope without lubrication, Müller (1966)	$f_{N1} = 0.2$

Side deflection, Schönherr (2005), Neumann (1987) ②

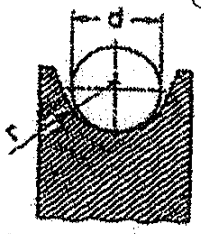


$$f_{N2} = 1 - \left(0.00863 + 0.00243 \cdot \frac{D}{d}\right) \cdot \vartheta - 0.00103 \cdot \vartheta^2$$

③ angle of side deflection ϑ in ° ✻✻

Sheave groove (authors see Sect. 3.2.3) ④

– Steel round groove ⑤ Groove radius



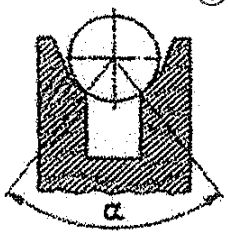
r/d = 0.53	$f_{N3} = 1.00$
r/d = 0.55	$f_{N3} = 0.79$
r/d = 0.60	$f_{N3} = 0.66$
r/d = 0.70	$f_{N3} = 0.54$
r/d = 0.80	$f_{N3} = 0.51$
r/d = 1.00	$f_{N3} = 0.48$

– Plastic round groove ⑥

$$f_{N3} \approx 0.75 + 0.36 \cdot \frac{S/d^2}{D/d} - 0.023 \cdot \left(\frac{S/d^2}{D/d}\right)^2$$

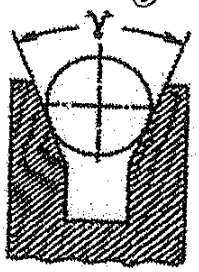
Sheave, form grooves ⑦

– Undercutted groove ⑧ Undercut angle Holeschak (1987)



α = 75°	$f_{N3} = 0.40$
α = 80°	$f_{N3} = 0.33$
α = 85°	$f_{N3} = 0.26$
α = 90°	$f_{N3} = 0.20$
α = 95°	$f_{N3} = 0.15$
α = 100°	$f_{N3} = 0.10$
α = 105°	$f_{N3} = 0.066$

– V groove ⑨ Angle Holeschak (1987)



γ = 35°	$f_{N3} = 0.054$
γ = 36°	$f_{N3} = 0.066$
γ = 38°	$f_{N3} = 0.095$
γ = 40°	$f_{N3} = 0.14$
γ = 42°	$f_{N3} = 0.18$
γ = 45°	$f_{N3} = 0.25$

Multi-layer rope spooling, Briem (2002), Weiskopf (2005, 2007) ⑩

$$f_{N3} = 0.005 + 0.00085 \cdot \frac{S}{d^2}$$

Twisted ropes, Weber (2013). Endurance factors f_{N4} ⑪

Endurance factor ⑫ $\lg f_{N4} = a_1 \cdot \omega + a_2 \cdot \omega^2$ ω in °/100d ✻

Ropes	a_1	a_2	Validity area
Parallel lay FC–sZ	$9.2 \cdot 10^{-6}$	$-5.6 \cdot 10^{-8}$	±1080°/100d
Parallel lay IWRC–sZ ⑬	$-1.4 \cdot 10^{-5}$	$-2.5 \cdot 10^{-7}$	±1080°/100d
Spiral round strand	$-3.8 \cdot 10^{-4}$	$-1.7 \cdot 10^{-5}$	±180°/100d

Şekil 55- Düzeltme faktörleri [L6].

Şekil 55 :

① Halat yağlanması
Halat iyi bir şekilde yağlanmış
Halat yağsız

② Kenar sapması

③ Kenar sapma açısı γ
derece olarak alınır : **

④ Makara yivi

⑤ – Çelik yuvarlak yiv Yiv yarıçapı

⑥ – Plastik yuvarlak yiv

⑦ Makara, yiv profilleri

⑧ – Alttan kesilmiş yiv Alttan kesme açısı

⑨ – V- Profilli yiv Açı

⑩ Tamburda sarılan çok katlı halat

⑪ Burulmaya çalışan halatlar, Düzeltme faktörleri

⑫ Düzeltme faktörü ω [°/100d] *

Halatlar	α_1	α_2	Geçerlilik alanı
Paralel sarımlı FC-sZ Paralel sarımlı IWRC-sZ Spiral yuvarlak demetli		⑬	

*: ω – Burulma açısı

$\omega = \varphi / L$

φ – Dönme açısı [rad.]

L – Halat uzunluğu [mm]

Şekil 55 – Devamı :

$\omega = \varphi / L$ [rad./mm] → [°/100.d]

dönüşümünü nasıl yaparız. Bir örnek verelim :

Halat çapı : $d = 16$ mm

Halat uzunluğu : $L = 5000$ mm

Dönme açısı : $\varphi = -600°$

$$\varphi = -2\pi \, 600°/360° = -10{,}47 \text{ rad.}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{L} = -10{,}47/5000 = -0{,}002094 \text{ rad./mm}$$

$$\omega = -0{,}002094 \,/\, (100.d/1600)$$

$$\omega = -3{,}3504 \text{ rad.} \,/\, (100.d)$$

$$\omega = -360° \cdot \frac{3{,}3504}{2\pi}$$

$$\omega \cong -192°/100\,d$$

** : Kenar sapma açısı [42] de ;

$\vartheta = 0°$	$f_{w2} = 1$
$1°$	$f_{w2} = 0{,}90$
$2°$	$f_{w2} = 0{,}75$
$3°$	$f_{w2} = 0{,}70$
$4°$	$f_{w2} = 0{,}67$

olarak verilmiştir.

Yükleme (zorlanma) — Kuvvet faktörü

	Loading	Force factor
(1)	Friction from the load guidance	
	◦ Roller guidance	$f_{S1} = 1.05$
	◦ Sliding guidance (greater for excentrical suspension)	$f_{S1} = 1.10$
	◦ Rope efficiency η	$f_{S2} = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\eta}\right)$
(2)	Parallel bearing ropes	
	◦ Separate sheaves, with whip or compensating sheave	$f_{S3} = 1.0$
	◦ Separate sheaves, without whip or compensating sheave	$f_{S3} = 1.10$
	◦ Common sheave, two ropes	$f_{S3} = 1.15$
	◦ Common sheave, more than two ropes	$f_{S3} = 1.25$[a]
(3)	Acceleration, deceleration	
	◦ Load speed $v < 0.3$	$f_{S4} = 1.05$
	$v < 0.3 < v \leq 0.8$	$f_{S4} = 1.10$
	$v < 0.8 < v \leq 1.6$	$f_{S4} = 1.12$
	$v > 1.6$ m/s	$f_{S4} = 1.15$

[a] Janovsky (1985), Holeschak (1987) and Aberkrom (1989)

Tablo 55 - Kuvvet faktörleri [L6].

(1) : Gidaj (kılavuz) yükü sürtünmesi

- Makaralı çidaj (kılavuz)
- Kayıcı çidaj (Eksantrik süspansiyon için daha büyük)
- Halat verimi η (Tablo 56, Eşitlik 51)

(2) : Paralel yataklı halatlar

- Dengeleme makaralı
- Dengeleme makarasız
- Genel uygulama makarası, iki paralel halatlı
- Genel uygulama makarası, Birçok paralel halatlı (iki halattan daha fazla)

(3) : Hızlanma, yavaşlama

- Yük hızı

Tablo 55 ten de faydalanarak halat kuvvet faktörlerini;

f_{s1} - Gidaj (kılavuz) yükü faktörü

f_{s2} - Halat verimlilik faktörü

f_{s3} - Paralel halat düzenleme faktörü

f_{s4} - Hız faktörü

olarak özetliyebiliriz.

Herhangi bir durumda eğer $v \leq 1$ m/s ise, f_{s4} yerine f_{s4w} kuvvet faktörü kullanılır.

f_{s4w} - Azaltılmış kuvvet faktörü

$$f_{s4w} = 1 + \frac{w_f (f_{s4} - 1)}{w} \qquad (50)$$

eşitliğinden hesaplanabilir.

w - Bir çalışma çevriminde (veya bir iş periyodundaki) toplam eğilme değişim sayısı (Eşitlik 27)

w_f - Eğilme çevrim sayısı

Halatın hızlanma veya yavaşlamasına bağlı olarak artan halat çekme kuvveti esnasında bir çalışma periyodundaki eğilme çevrim sayısı

Vinç mekanizmaları için ; $w_f = 2$ $(w \geq 2)$ alınabilir.

14- Halat verimliliği veya verimi;

• Sabit makaralı halat işletme verimi;

Halat, makara üzerinde çalışırken aks hareket etmiyorsa bu tür makaralara sabit makara adı verilir. Halatın rijitliğinden ileri gelen eğilme direnci ve aks yataklarındaki sürtünme kayıpları nedeniyle sabit makaraların verimleri

- Kaymalı yataklarla yataklanmada : $\eta = 0{,}96$
- Rulmanlı yataklarla yataklanmada : $\eta = 0{,}98$

alınabilir [L 26; L 2].

• n sabit makara üzerinde çalışan halat için halat verimi (verimliliği) veya sabit makaralı halat işletme verimi;

$$\eta_{sabit} = \eta^{n} \qquad (51)$$

denkleminden hesaplanabilir [L 6].

η - Tel halat verimliliği (verimi)

η değerleri, D/d ve S/d^2 için Tablo 56 da verilmiştir.

D/d	S/d² [N/mm²]					
	10	50	100	150	200	250
10	92,8	96,8	97,3	97,4	97,5	97,6
12,5	94,6	97,6	98,0	98,1	98,2	98,2
16	96,1	98,3	98,5	98,6	98,7	98,7
20	97,1	98,7	98,9	99,0	99,0	99,0
25	97,9	99,0	99,2	99,2	99,3	99,3
32	98,5	99,3	99,4	99,5	99,5	99,5
40	98,9	99,5	99,6	99,6	99,6	99,6
50	99,2	99,6	99,7	99,7	99,7	99,7
63	99,4	99,7	99,8	99,8	99,8	99,8

Tablo 56 - Tel halat verimliliği (verimi), % olarak [L 6].

15 - Eşdeğer halat çekme kuvveti,

Halatın, değişken (kombine veya bileşik) çekme ve eğilme zorlanmasına çalışması halinde eşdeğer halat çekme kuvveti,

$$S_{eşdeğer} = S_{eş} = S \cdot f_{55} \qquad (52)$$

eşitliğinden hesaplanabilir.

f_{55} – Eşdeğer kuvvet (yük) faktörü veya eşdeğer halat çekme kuvveti faktörü

f_{55}, değişken çekme ve eğilmenin birlikte etki ettiği durumlar için tanımlanmış bir katsayı olup,

$$f_{55} = 1 + \frac{\left(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta S}{d^2}\right)\left(1{,}1\frac{\Delta S}{d^2} - 0{,}1\frac{S}{d^2}\right)\cdot\alpha}{145000\frac{\delta}{d}\cdot\frac{\delta}{D} + 600\frac{\delta}{d} + 0{,}2\cdot\alpha\cdot\frac{S}{d^2}} \quad \text{---- (53)}$$

denkleminden hesaplanır. Burada,

S - Halat çekme kuvveti üst sınırı [N]

S_u - Halat çekme kuvveti alt sınırı [N]

$\Delta S = S - S_u$ üst ve alt halat çekme kuvvetleri arasındaki fark (izafi (bağıl) çekme kuvvetleri farkı [N].

d - Nominal halat çapı [mm]

δ - Halat tel çapı [mm]

α - Sabit } (Tablo 57)

δ/d oranı }

Eğer,

$1{,}1\,\Delta S \leq 0{,}1\,S$ ise

$f_{55} = 1$

alınır.

Rope / Halat		d/δ	a = 4/(π · f) **				
			FC	IWRC	PWRC	EFWRC	ESWRC ***
Six strand	Filler	16	2.55	2.20	1.97	2.38	2.13
6 demetli	Seale	12.5	2.60	2.24	2.02	2.42	2.17
	Warr.	14	2.60	2.24	2.02	2.42	2.17
	W:-Seale	18	2.55	2.20	1.97	2.38	2.13
Eight strand	Filler	20	2.86	2.17	1.95	2.52	2.10
	Seale	15	2.93	2.22	2.00	2.57	2.15
8 demetli	Warr.	17	2.93	2.22	2.00	2.57	2.15
	W.-Seale	22	2.86	2.17	1.95	2.52	2.10
Spiral round	18 × 7	15			2.31		
* strand rope	34 × 7	21			2.33		

Tablo 57 - Kuvvet faktörü f_{SS}'in hesaplanmasında kullanılan sabit değerler [L6].

* : Spiral yuvarlak demetli halat (Çok katlı)

** : f- Dolgu (doldurma) faktörü (Eşitlik 11)

*** : FC- Lif özlü

IWRC - Bağımsız tel halat özlü

PWRC - Paralel- kapalı halat (Paralel çelik öz demetli)

EFWRC - Lif ile kaplanmış tel halat özlü

ESWRC - Katı polimer ile kaplanmış tel halat özlü

Not: Öz sembolleri için; Şekil 12, Tablo 3, 4 ve 5'e bakınız.

16- Optimum (en uygun) halat çapı;

Eğilme çevrim sayısı yüksek olan halat çapı olup,

$$\frac{\partial \log N}{\partial \log d} = 0$$

türev denkleminden hesaplanabilir. Hesaplıyalım;

$$\log N = b_0 + (b_1 + b_3 \log \frac{D}{d})(\log \frac{S}{d^2} - 0{,}4 \log \frac{R_0}{1770}) + b_2 \log \frac{D}{d} + \log f_D + \log f_L + \log f_C \quad \text{(Eşitlik 42)}$$

$$\left.\begin{aligned} \log \frac{D}{d} &= \log D - \log d \\ \log \frac{S}{d^2} &= \log S - 2 \log d \end{aligned}\right\} \text{yazılarak}$$

$$\log N = b_0 + [b_1 + b_3 (\log D - \log d)][\log S - 2\log d - 0{,}4 \log \frac{R_0}{1770}] + b_2 (\log D - \log d) + \log f_D + \log f_L + \log f_C$$

$$\frac{\partial \log N}{\partial \log d} = -b_3 [\log S - 2 \log d - 0{,}4 \log \frac{R_0}{1770}] + [b_1 + b_3 (\log D - \log d)][-2] - b_2 = 0$$

$$-b_3 \log S + 2 b_3 \log d + 0{,}4 b_3 \log \frac{R_0}{1770} = 2 b_1 + 2 b_3 (\log D - \log d) + b_2$$

$$4 b_3 \log d = b_3 \log S - 0{,}4 b_3 \log \frac{R_0}{1770} + 2 b_1 + 2 b_3 \log D + b_2$$

$$\log d_{opt.} = \frac{\log S}{4} - \frac{0,4}{4}\log\frac{R_o}{1770} + \frac{2b_1 + b_2}{4b_3} + \frac{\log D}{2}$$

$$\log d_{opt.} = \frac{2b_1+b_2}{4b_3} - \frac{0,4}{4}\log\frac{R_o}{1770} + \frac{\log D}{2} + \frac{\log S}{4}$$

Feyrer hocanın [L6] denkleminde (3.55a) yukarıdaki eşitliğe ilave olarak $0,63/4b_3$ terimi var dır. Nereden geldiğini anlıyamadım. Tabii ben değil Feyrer hoca doğrudur. Bu denklemde sabitler C_o sabiti altında toplanırsa,

$$\log d_{opt.} = \log C_o + \frac{\log D}{2} + \frac{\log S}{4}$$

$$d_{opt.} = C_o \cdot D^{1/2} \cdot S^{1/4}$$

$$d_{opt.} = C_o \sqrt{D\sqrt{S}} \qquad \begin{array}{c|c|c} d_{opt.} & D & S \\ \hline mm & mm & N \end{array} \qquad (54)$$

elde edilir. Burada,

- Düz yönde eğilme için,

$$d_{opt.\,düz\,yönde} = C_{o,\,düz\,yönde}\sqrt{D\sqrt{S}} \qquad (55)$$

- Değişken (kombine veya bileşik) çekme ve eğilme zorlanması için

$$d_{opt.\,kombine} = C_{o,\,düz\,yönde}\sqrt{D\sqrt{S_{eşdeğer}}} \qquad (56)$$

- Ters yönde eğilme için,

$d_{opt.\ ters\ yönde} = c_{0,\ ters\ yönde} \sqrt{D\sqrt{S}}$ ---(57)

denklemleri yazılabilir.

c_0 sabit değerleri (Düz ve ters yönde eğilmeler için) Tablo 58 de verilmiştir.

Loading Yükleme	Wire rope Tel halat		① Constants c_0 for nominal strength R_0 in N/mm²			
			1,570	1,770	1,960	2,160
(a) Rope breaking						
$c_{0,sim}$	F, W and S	FC	0.0769	0.0760	0.0752	0.0745
	WS	FC	0.0947	0.0936	0.0927	0.0918
② Simple bending	F, W and S	WRC	0.0694	0.0686	0.0679	0.0672
or	WS	WRC	0.0854	0.0843	0.0835	0.0827
Fluctuating tension	Spiral round	18 × 7	0.0729	0.0720	0.0713	0.0706
and bending	strand rope	34 × 7	0.0795	0.0785	0.0777	0.0770
$c_{0,rev}$	F, W and S	FC	0.0662	0.0654	0.0647	0.0641
	WS	FC	0.0771	0.0762	0.0754	0.0747
③ Reverse bending	F, W and S	WRC	0.0590	0.0583	0.0577	0.0572
	WS	WRC	0.0668	0.0660	0.0654	0.0647
	Spiral round	18 × 7	0.0633	0.0626	0.0620	0.0614
	strand rope	34 × 7	0.0678	0.0670	0.0663	0.0657
(b) Rope discarding						
$c_{0,sim}$	F, W and S	FC	0.0767	0.0758	0.0750	0.0743
④	WS	FC	0.0860	0.0850	0.0841	0.0833
Simple bending	F, W and S	WRC	0.0715	0.0707	0.0700	0.0693
or	WS	WRC	0.0826	0.0817	0.0808	0.0800
Fluctuating tension	Spiral round	18 × 7	0.0756	0.0747	0.0739	0.0732
and bending	strand rope	34 × 7	0.0824	0.0814	0.0805	0.0798
$c_{0,rev}$	F, W and S	FC	0.0661	0.0654	0.0647	0.0641
	WS	FC	0.0732	0.0723	0.0716	0.0709
⑤ Reverse bending	F, W and S	WRC	0.0606	0.0599	0.0592	0.0587
	WS	WRC	0.0647	0.0639	0.0633	0.0627
	Spiral round	18 × 7	0.0653	0.0646	0.0639	0.0633
	strand rope	34 × 7	0.0699	0.0691	0.0684	0.0678

Tablo 58 - Optimum (en uygun) halat çapının hesaplanmasında kullanılan c_0 sabit değerleri [46]. Öz sembolleri için, Şekil 12, Tablo 3, 4 ve 5'e bakınız.

Tablo 58 :

① Nominal tel kopma mukavemeti R_o [N/mm²] için C_o sabitleri

② (a) Halat kopması
- C_o düz yönde eğilme
- Düz yönde eğilme
- veya
- Değişken (kombine veya bileşik) çekme ve eğilme zorlanması (Bileşik sarılmış Spiral, yuvarlak demetli halat (çok katlı)

③ - C_o ters yönde eğilme
- Ters yönde eğilme
Spiral, yuvarlak demetli halat (çok katlı)

④ (b) Halatın servis dışı bırakılması
- C_o düz yönde eğilme
- Düz yönde eğilme
- veya
- Değişken çekme ve eğilme zorlanması (Kombine veya bileşik sarılmış) Spiral yuvarlak demetli halat (çok katlı)

⑤ - C_o ters yönde eğilme
- Ters yönde eğilme
Spiral yuvarlak demetli halat (çok katlı)

Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile ilgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

-X-

Eşitlik 41'i ele alalım. [L/2] Eğilme uzunluğu

L ihmal edilirse

$$\log N = b_0 + b_1 \cdot \log\left(\frac{S}{d^2}\right) - 0{,}4\, b_1 \log\left(\frac{R_0}{1770}\right)$$
$$+ b_2 \log\left(\frac{D}{d}\right) + b_3 \log d$$
$$+ b_4 \log\left(\frac{S}{d^2}\right) \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right)$$
$$- 0{,}4\, b_4 \log\left(\frac{D}{d}\right) \cdot \log\left(\frac{R_0}{1770}\right)$$
$$+ \frac{1}{b_5 + \log\left(\frac{L}{d}\right)}$$

$$\log N = b_0 + b_1 (\log S - 2\log d) - 0{,}4\, b_1 \log\left(\frac{R_0}{1770}\right)$$
$$+ b_2 (\log D - \log d) + b_3 \log d$$
$$+ b_4 (\log S - 2\log d)(\log D - \log d)$$
$$- 0{,}4\, b_4 (\log D - \log d) \log\left(\frac{R_0}{1770}\right)$$

yazılabilir.

$$\frac{\partial \log N}{\partial \log d} = 0$$
$$- 2 b_1$$
$$- b_2$$
$$+ b_3$$
$$- 2 b_4 (\log D - \log d) - b_4 (\log S - 2\log d)$$
$$+ 0{,}4\, b_4 \cdot \log \frac{R_0}{1770} = 0$$

$$\frac{2b_1 + b_2 - b_3}{4b_4} + \frac{\log D}{2} - \log d + \frac{\log S}{4} - \frac{0,4}{4} \log \frac{R_0}{1770} = 0$$

$$\log d = \frac{2b_1 + b_2 - b_3}{4b_4} - \frac{0,4}{4} \log \frac{R_0}{1770} + \frac{\log D}{2} + \frac{\log S}{4}$$

$$\log d = \log c_0 + \frac{\log D}{2} + \frac{\log S}{4}$$

$$d_{opt.} = c_0 \sqrt{D \sqrt{S}} \qquad \text{---------- (58)}$$

elde edilir. (Yapılan hesap, [L2] ile birebir örtüşmüştür)

Eşitlik 41 [L2] ve Eşitlik 42 [L6] birbirinden farklı dolayısıyla,

Eşitlik 54 → c_0 Tablo 58
Eşitlik 58 → c_0 Tablo 59
} değerlerinde farklıdır.

Feyrer hocanın daha yeni olan [L6] literatürünü kullanacağımızı tekrar hatırlatalım.

	Seil Halat		① c_0 für Festigkeit R_0 in N/mm²			
			1570	1770	1960	2160
bezogen auf Bruchbiege-wechselzahl $\bar{N}$ und N_{10} ②	F, W und S	FE+8×19	0,0823	0,0813	0,0805	0,0797
	F, W und S	SE+8×19	0,0747	0,0738	0,0731	0,0723
	WS	FE+8×36	0,1039	0,1027	0,1017	0,1007
	WS	SE+8×36	0,0953	0,0942	0,0932	0,0923
	Standard Standart	FE+6×19 sZ	0,0781	0,0772	0,0764	0,0757
		FE+6×19 zZ	0,0625	0,0618	0,0612	0,0606
③	Spiral-Rund-litzenseil	drehungsarm	0,0778	0,0768	0,0760	0,0752
		drehungsfrei	0,0854	0,0844	0,0835	0,0827
bezogen auf Ablegebiege-wechselzahl $\bar{N}_A$ und N_{A10} ④	F, W und S	FE+8×19 sZ	0,0816	0,0806	0,0798	0,0790
	F, W und S	SE+8×19 sZ	0,0777	0,0768	0,0760	0,0753
	WS	FE+8×36 sZ	0,0920	0,0909	0,0900	0,0891
	WS	SE+8×36 sZ	0,0915	0,0904	0,0895	0,0886
⑤	Spiral-Rund-litzenseil	drehungsarm	0,0803	0,0793	0,0785	0,0778
		drehungsfrei	0,0882	0,0871	0,0862	0,0854

⑥ Die Konstanten c_0 gelten auch für 6litzige Seile. Sie gelten für $d_{opt}\frown$ und $d_{opt}\frown$ mit $S\frown$ und $S\frown$.

Tablo 59 - Optimum (en uygun) halat faktörünün hesaplanmasında kullanılan c_0 sabit değerleri [L 2].

SZ - Çapraz sağ sarım
zZ - Düz sağ sarım
F - Filler
S - Seale
W - Warrington
WS - Warrington-Seale
} Demet

FE - Lif öz
SE = (SES - Çelik halat öz)
SE = (SESP - Paralel çelik halat öz)
SE = (SESUF - Çelik öz, Lif kaplı)
SE = (SESUG - Çelik öz, plastik doldulu)

① R_0 [N/mm²] kopma mukavemeti için c_0 sabitleri

② $\bar{N}$ - Ortalama halat kopma ömrü
N_{10} - %95 kesinlikte halat kopma ömrü
} (Sayfa: 156)

Tablo 59- Devamı;

③ Spiral yuvarlak demetli halat

④ $\overline{N_A}$ - Ortalama halat servis dışı bırakmaya ömrü
N_{A10} - %95 kesinlikte halat servis dışı bırakmaya ömrü
} (Sayfa: 156)

⑤ Spiral yuvarlak demetli halat — az dönebilen — dönmeyen

⑥ c_0 sabitleri 6 demetli halatlar için de geçerlidir. dopt.$\mathcal{R}$ için $S_{\mathcal{R}}$ ve dopt.$\mathcal{S}_{\mathcal{R}}$ için $S_{\mathcal{S}_{\mathcal{R}}}$ çekme kuvvetleri kullanılır.

17- Halatın çalışma çevrim sayısı veya halatın çalışma periyodu sayısı,

$W_{\mathcal{R}}$, $W_{\mathcal{R}}$ ve $W_{\mathcal{S}_{\mathcal{R}}}$ eğilme sayıları ile çalışan bir halatta, halatın çalışma çevrim (veya periyodu) sayısı Z,

Palmgren - Miner kuralına göre [16],

$$\frac{1}{Z} = \sum_{i=1}^{3} \frac{W_i}{N_i} = \frac{W_{sim.}}{N_{sim.}} + \frac{W_{rev.}}{N_{rev.}} + \frac{W_{com.}}{N_{com.}} \qquad -(59)$$

denklemi den hesaplanabilir. Burada,

$W_{\mathcal{R}}$ ($= W_{sim.} = W_{düz\ yönde\ eğilme}$) - Her çalışma çevriminde (periyodunda) halatın düz yöndeki eğilme sayısı.

W_{Σ} ($= W_{rev.} = W_{ters\ yönde\ eğilme}$) – Her çalışma çevriminde (periyodunda) halatın ters yöndeki eğilme sayısı

W_{Ω} ($= W_{com.} = W_{kombine\ eğilme}$) – Her çalışma çevriminde (periyodunda) halatın kombine veya bileşik eğilme sayısı (Değişken çekme ve eğilme sayısı)

N – Halat ömrü (Eşitlik 41, 42, 45)

Feyrer hoca, Z değerini [L2] de,

$$Z = \frac{f_z}{\sum_{i=1}^{m} \frac{W_i}{N_i}} \qquad (60)$$

şeklinde vermiştir. Burada,

f_z – Halatın depolama öngörüsünü göz önüne alan faktör

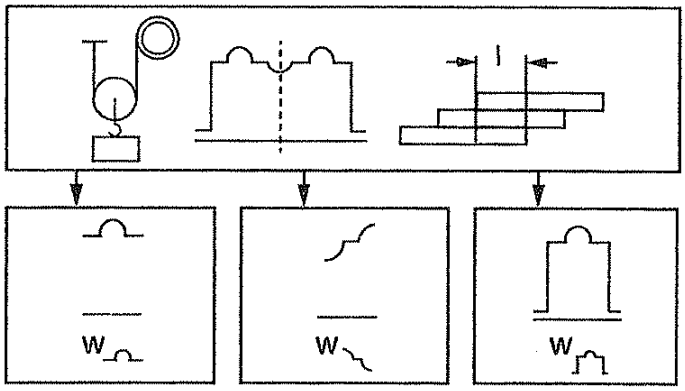
olarak tanımlanır ve $f_z = 0,8$ alınabilir.

Z sayısının hesaplanmasında izlenecek işlem adımları, Şekil 56 da verilmiştir.

Analysis of the rope drive *Halat işletmesinin analizi*

① ◦ loading sequence
◦ bending length l

② ◦ loading elements
◦ loading elements w per loading sequence



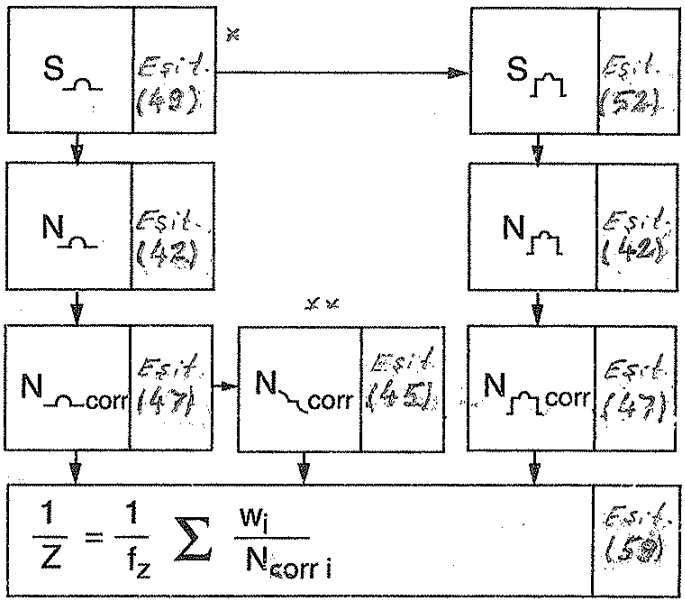
③ Calculation of the number of bending cycles

④ tensile forces

⑤ number of bending cycles

⑥ corrected number of bending cycles

⑦ number of working cycles Z (Palmgren-Miner)



Şekil 56- Çalışma çevrim (periyodu) sayısı için, hesap yöntemimde izlenecek işlem adımları (Akış diyagramı). [L 6].

* : Kutu içindeki rakamlar, eşitlik numaralarıdır.

** : corr.- Düzeltilmiş

Şekil 56 :

① • Yükleme (zorlanma) sırası
  • Halat eğilme uzunluğu L

② • Yükleme (zorlanma) elemanları
  • Her bir yükleme sırası için yükleme elemanları w (Eğilme sayısı)

③ Eğilme çevrim (periyodu) sayısının hesaplanması

④ Halat çekme kuvvetleri

⑤ Eğilme çevrim (periyodu) sayıları

⑥ Düzeltilmiş eğilme çevrim (periyodu) sayıları

⑦ Çalışma çevrim (periyodu) sayısı Z
(Palmgren - Miner'e göre)

---

18 - Örnekler ;

18/1 - Aşağıda özellikleri verilen halatın eğilme çevrim (periyodu) sayısının hesabı istenmektedir. [L6].

Verilenler :

• Filler - halat 6 x (19+6F) - ESWRC - SZ
  iyi yağlanmış
• Nominal halat çapı ..... d = 16 mm
• Nominal tel kopma mukavemeti .... R_o = 1960 N/mm²

- Makara çapı ..... D = 400 mm
- Çelik tel yarıçapı ..... r = 0,55.d
- Halat çekme kuvveti ..... S = 30 kN
- İzafi (bağıl) çekme kuvvetleri farkı .. ΔS

$$\Delta S/S = 0,8$$

- Halat eğilme uzunluğu ..... L = 2,4 m.

Örnek [L6] dan verilmiştir dolayısıyla tablo-lar [L6] dan kullanılacaktır.

- Halatın düz yönde eğilme çevrim sayısı veya eğilme periyodu sayısı;

$$\log N = b_0 + (b_1 + b_3 \log \frac{D}{d})(\log \frac{S}{d^2} - 0,4 \log \frac{R_0}{1770}) + b_2 \log \frac{D}{d} + \log f_d + \log f_L + \log f_c \quad \text{(Eşitlik 42)}$$

- Hesabımızı önce, örneğin N_{A10} için yapalım:

N_{A10} - %95 kesinlikte, halatların %10'undan daha fazlası servis dışı bırakılmayacak güvenilirliğe karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (%95 kesinlikte halatı servis dışı bırakmak demek) %95 güvenilirlik ile halatların en fazla %10'undan daha az sayı servis dışı bırakılabiliyor demek denebilir.

b_i sabitleri;

Filler - halat 8 x (19+6) IWRC - sZ

NATO için :

$b_0 = -2,514$
$b_1 = 1,588$
$b_2 = 8,056$
$b_3 = -2,577$

} (Tablo 51 6)

Düzeltme faktörleri:

f_d - Halat kopi düzeltme faktörü

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (d/16)^{0,3}} \quad \text{(Eşitlik 43)}$$

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (16/16)^{0,3}}$$

$$\| f_d = 1$$

f_L - Halat eğilme uzunluğu düzeltme faktörü

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{L/d - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}} \quad \text{(Eşitlik 44)}$$

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{2400/16 - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}}$$

$f_L = 0,92573$

f_c - Malat özü ve demet sayısı düzeltme faktörü

Malat ESWRC (çelik özlü, polimer kaplı) ve 6 demetli

$f_c = 1,66$ (Tablo 53)

$$\log N_{A10} = -2,514 + (1,588 - 2,577 \log \frac{400}{16})(\log \frac{30000}{16^2} - 0,4 \log \frac{1960}{1770}) + 8,056 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0,92573 + \log 1,66$$

$$\log N_{A10} = 4,8023365$$

$$\ln N_{A10} = \log N_{A10} \cdot \ln 10$$

$$\ln N_{A10} = 4,8023365 \cdot \ln 10$$

$$\ln N_{A10} = 11,057788$$

$$N_{A10} = e^{11,057788}$$

$$N_{A10} = 63436$$

$$N_{A10} = 63500$$

Düzeltilmiş teorik, halatı servis dışı bırakma ömrünü de hesaplıyabiliriz

$$N_{A\,düzeltilmiş} = N_A \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4} \quad \text{(Eşitlik 48)}$$

veya,

$$N_{A10\,düzeltilmiş} = N_{A10\,düz\,yönde\,eğilme.düzeltilmiş} = N_{A10} \cdot f_N$$

f_{Ni} faktörleri (Şekil 55),

- $f_{N1} = 1$ (Halat iyi bir şekilde yağlanmış)
- $f_{N2} = 1$ (Kenar sapması yok)
- $f_{N3} = 0{,}79$ (Çelik yuvarlak yiv $r/d = 0{,}55$)
- $f_{N4} = 1$ (Halat burulması yok)

$$f_N = f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4} = f_{N3} = 0{,}79$$

$$N_{A10\,düzeltilmiş} = N_{A10} \cdot f_N = 63500 \cdot 0{,}79$$

$$N_{A10\,düzeltilmiş} \cong 50100$$

- $\bar{N}_A$ değerini hesaplıyalım :

$\bar{N}_A$ - Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrüne karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrü)

b_i sabitleri;

Filler - halat $8 \times (19+6)$ IWRC - sZ

$\bar{N}_A$ için;

$b_0 = -2,064$
$b_1 = 1,588$
$b_2 = 8,056$
$b_3 = -2,577$

(Tablo 5.1 b)

$f_d = 1$
$f_L = 0,92573$
$f_c = 1,66$

Hesaplandı.

Bilinenleri Eşitlik 42 de yerine koyalım

$$\log \bar{N}_A = -2,064 + (1,588 - 2,577 \log \frac{400}{16})(\log \frac{30000}{16^2} - 0,4 \log \frac{1960}{1770}) + 8,056 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0,92573 + \log 1,66$$

$$\log \bar{N}_A = 5,2523365$$

$$\ln \bar{N}_A = 5,2523365 \cdot \ln 10$$

$$\ln \bar{N}_A = 12,094$$

$$\bar{N}_A = e^{12,094}$$

$$\bar{N}_A = 178787$$

$\bar{N}_{A\Omega\ düzeltilmiş} = \bar{N}_A \cdot f_N = 178787 \cdot 0{,}79$

$\bar{N}_{A\Omega\ düzeltilmiş} = 141242 \cong 141300$

- N_{10} değerinin elde edilmesi:

N_{10} – %95 kesinlikle, halatların %10'undan daha fazlası kopmayacak güvenilirliğe karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (%95 kesinlikte halat kopma ömrü)

b_i sabitleri, (Tablo 51 a)

$b_0 = -2{,}043$
$b_1 = 1{,}290$
$b_2 = 8{,}149$
$b_3 = -2{,}440$

Hesaplandı:

$f_{d1} = 1$
$f_L = 0{,}92573$
$f_C = 1{,}66$

Eşitlik 42'yi kullanalım.

$$\log N_{10} = -2{,}043 + (1{,}290 - 2{,}440 \log \frac{400}{16})(\log \frac{30000}{16^2} - 0{,}4 \log \frac{1960}{1770}) + 8{,}149 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0{,}92573 + \log 1{,}66$$

$\log N_{10} = 5{,}184932$

$\ln N_{10} = 5{,}184932 \cdot \ln 10$

$\ln N_{10} = 11{,}93875$

$11{,}93875$

$N_{10} = e$

$\| N_{10} = 153085$

$N_{10\,\text{düzeltilmiş}} = N_{10} \cdot f_N = 153085 \cdot 0{,}79$

$\| N_{10\,\text{düzeltilmiş}} \tilde{=} 121000$

- $\bar{N}$ değerinin hesabı :

$\bar{N}$ – Ortalama, halat kopma ömrüne karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme devrim sayısı (Ortalama halat kopma ömrü)

b_i sabitleri ;

$b_0 = -1{,}684$
$b_1 = 1{,}290$
$b_2 = 8{,}149$
$b_3 = -2{,}440$

} (Tablo 51 a)

f_d, f_L ve f_C hesaplandı.

Bilinenleri Eşitlik 42 de yerine koyalım.

$$\log \bar{N} = -1,684 + \left(1,290 - 2,440 \log \frac{400}{16}\right)\left(\log \frac{30000}{16^2} - 0,4 \log \frac{1960}{1770}\right) + 8,149 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0,92573 + \log 1,66$$

$$\log \bar{N} = 5,543932$$

$$\ln \bar{N} = 5,543932 \cdot \ln 10 = 12,76375$$

$$\bar{N} = e^{12,76375}$$

$$\bar{N} = 349890$$

$$\bar{N}_{\Omega \text{ düzeltilmiş}} = \bar{N} \cdot f_N = 349890 \cdot 0,79 = 276413$$

$$\bar{N}_{\Omega \text{ düzeltilmiş}} \cong 276500$$

Sonuçları toplu olarak göstere lim;

$N_{A10\Omega \text{ düzeltilmiş}}$	= 50100
$\bar{N}_{A\Omega \text{ düzeltilmiş}}$	= 141300
$N_{10\Omega \text{ düzeltilmiş}}$	= 121000
$\bar{N}_{\Omega \text{ düzeltilmiş}}$	= 276500

Şimdi, halatın değişken (kombine veya bileşik) çekme ve eğilme zorlanmasına çalışması halinde yani eşdeğer halat çekme

kuvveti altında, eğilme çevrim (peri-yodu) sayılarını hesaplıyalım.

Eşdeğer halat çekme kuvveti;

$$S_{eşdeğer} = S_{sn} = S \cdot f_{SS} \quad \text{(Eşitlik 52)}$$

f_{SS} - Eşdeğer kuvvet faktörü

$$f_{SS} = 1 + \frac{\left(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot \alpha \frac{\Delta S}{d^2}\right)\left(1{,}1 \frac{\Delta S}{d^2} - 0{,}1 \frac{S}{d^2}\right) \cdot \alpha}{145000 \frac{\delta}{d} \frac{d}{D} + 600 \frac{\delta}{d} + 0{,}2 \cdot \alpha \frac{S}{d^2}}$$

(Eşitlik 53)

6 demetli Filler ESWRC halat için;

α sabiti $\rightarrow$ $\alpha = 2{,}13$
d/δ oranı $\rightarrow$ $d/\delta = 16$
} (Tablo 57)

$\frac{\Delta S}{S} = 0{,}8$ olarak verilmiş

$\Delta S = 30000 \text{ N} \cdot 0{,}8$

$\| \underline{\Delta S = 24000 \text{ N}}$

$$f_{SS} = 1 + \frac{\left(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot 2{,}13 \frac{24000}{16^2}\right)\left(1{,}1 \frac{24000}{16^2} - 0{,}1 \frac{30000}{16^2}\right) 2{,}13}{145000 \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{16}{400} + 600 \frac{1}{16} + 0{,}2 \cdot 2{,}13 \frac{30000}{16^2}}$$

$\| \underline{f_{SS} = 1{,}445}$

$S_{eşdeğer} = S_{sn} = 30000 \cdot 1{,}445$

$\| \underline{S_{eşdeğer} = 43350 \text{ N}}$

• $(N_{A10})_{eşdeğer}$ veya $N_{A10\,kombine} = N_{A10\,\Omega}$ değeri;

Eşitlik 42 de sadece, $S = 30000$ N yerine

$S_{eşdeğer} = 43350$ mm N koymak yeterli olacaktır.

$$(\log N_{A10})_{eşdeğer} = -2,514 + (1,588 - 2,577 \log \frac{400}{16}) (\log \frac{43350}{16^2} - 0,4 \log \frac{1960}{1770}) + 8,056 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0,92573 + \log 1,66$$

$$(\log N_{A10})_{eşdeğer} = 4,48028$$

$$(\ln N_{A10})_{eşdeğer} = 4,48028 \cdot \ln 10 = 10,316$$

$$(N_{A10})_{eşdeğer} = e^{10,316}$$

$$\| (N_{A10})_{eşdeğer} = N_{A10\,kombine} = N_{A10\,\Omega} \doteq 30200$$

$$N_{A10\,\Omega\,düzeltilmiş} = N_{A10\,\Omega} \cdot f_N = 30200 \cdot 0,99$$

$$\| N_{A10\,\Omega\,düzeltilmiş} \doteq 23900$$

• $(\bar{N}_A)_{eşdeğer}$ veya $\bar{N}_{A\,kombine} = \bar{N}_{A\,\Omega}$ değeri:

$$(\log \bar{N}_A)_{eşdeğer} = -2,069 + (1,588 - 2,577 \log \frac{400}{16}) (\log \frac{43350}{16^2} - 0,4 \log \frac{1960}{1770}) + 8,056 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0,92573 + \log 1,66$$

$$(\log \bar{N}_A)_{eşdeğer} = 4,93$$

$$(\ln \bar{N}_A)_{eşdeğer} = 4,93 \cdot \ln 10 = 11,353$$

$$(\bar{N}_A)_{eşdeğer} = e^{11,353}$$

$$\| \quad (\bar{N}_A)_{eşdeğer} = \bar{N}_{A\,kombine} = \bar{N}_{A\,SR} = 85169$$

$$\bar{N}_{A\,SR\,düzeltilmiş} = \bar{N}_{A\,SR} \cdot f_N = 85169 \cdot 0,79$$

$$\| \quad \bar{N}_{A\,SR\,düzeltilmiş} \cong 67200$$

- $(N_{10})_{eşdeğer}$ veya $N_{10\,kombine} = N_{10\,SR}$ değeri:

$$(\log N_{10})_{eşdeğer} = -2,043 + (1,290 - 2,440 \log \frac{400}{16})$$
$$(\log \frac{43350}{16^2} - 0,4 \log \frac{1960}{1770})$$
$$+ 8,149 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0,92573 + \log 1,66$$

$$(\log N_{10})_{eşdeğer} = 4,846$$

$$(\ln N_{10})_{eşdeğer} = 4,846 \cdot \ln 10 = 11,158$$

$$(N_{10})_{eşdeğer} = e^{11,158}$$

$$\| \quad (N_{10})_{eşdeğer} = N_{10\,kombine} = N_{10\,SR} = 70122$$

$$N_{10\,SR\,düzeltilmiş} = N_{10\,SR} \cdot f_N = 70122 \cdot 0,79$$

$\| \; N_{10\Omega \text{ düzeltilmiş}} \cong 55300$

- $(\bar{N})_{\text{eşdeğer}}$ veya $\bar{N}_{\text{kombine}} = \bar{N}_{\Omega}$ değeri :

$$(\log \bar{N})_{\text{eşdeğer}} = -1{,}684 + \left(1{,}290 - 2{,}440 \log \frac{400}{16}\right)\left(\log \frac{43350}{16^2} - 0{,}4 \log \frac{1960}{1770}\right)$$

$$+ 8{,}149 \log \frac{400}{16} + \log 1 + \log 0{,}92573 + \log 1{,}66$$

$$(\log \bar{N})_{\text{eşdeğer}} = 5{,}2048$$

$$(\ln \bar{N})_{\text{eşdeğer}} = 5{,}2048 \cdot \ln 10 = 11{,}9846$$

$$(\bar{N})_{\text{eşdeğer}} = e^{11{,}9846}$$

$\| \; \bar{N}_{\text{eşdeğer}} = \bar{N}_{\text{kombine}} = \bar{N}_{\Omega} = 160271$

$$\bar{N}_{\Omega \text{ düzeltilmiş}} = \bar{N}_{\Omega} \cdot f_N = 160271 \cdot 0{,}79$$

$\| \; \bar{N}_{\Omega \text{ düzeltilmiş}} \cong 126500$

Sonuçları toplu olarak gösterelim.

$N_{A10\Omega \text{ düzeltilmiş}} = 23900$

$\bar{N}_{A\Omega \text{ düzeltilmiş}} = 67200$

$N_{10\Omega \text{ düzeltilmiş}} = 55300$

$\bar{N}_{\Omega \text{ düzeltilmiş}} = 126500$

– Halatın ters yönde eğilme ferrim sayısı veya eğilme periyodu sayısı;

• N_{A10} düzeltilmiş değeri :

N_{A10} ters yönde eğilme, düzeltilmiş =

$$\alpha_0 \cdot N_{A10 \text{ düz yönde eğilme, düzeltilmiş}}^{\alpha_1} \left(\frac{D}{d}\right)^{\alpha_2}$$

(Eşitlik 45)

veya,

$$N_{A10,\text{düzeltilmiş}} = \alpha_0 \cdot N_{A10\Omega,\text{düzeltilmiş}}^{\alpha_1} \left(\frac{D}{d}\right)^{\alpha_2}$$

(Eşitlik 46)

α sabitleri N_{A10} için;

$\left.\begin{aligned} \alpha_0 &= 2,670 \\ \alpha_1 &= 0,671 \\ \alpha_2 &= 0,499 \end{aligned}\right\}$ (Tablo 54)

$$N_{A10,\text{düzeltilmiş}} = 2,670 \cdot (50100)^{0,671} \cdot \left(\frac{400}{16}\right)^{0,499}$$

$$N_{A10,\text{düzeltilmiş}} \cong 19000$$

• $\overline{N}_{A\Omega,\text{düzeltilmiş}}$ değeri :

$\left.\begin{aligned} \alpha_0 &= 3,635 \\ \alpha_1 &= 0,671 \\ \alpha_2 &= 0,499 \end{aligned}\right\}$ (Tablo 54, $\overline{N}_A$ için)

$$\overline{N}_{A\Omega,\text{düzeltilmiş}} = \alpha_0 \cdot \overline{N}_{A\Omega,\text{düzeltilmiş}}^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{\alpha_2}$$

$$\overline{N}_{A\Omega,\text{düzeltilmiş}} = 3,635 \cdot (141300)^{0,671} \cdot \left(\frac{400}{16}\right)^{0,499}$$

$$\overline{N}_{A\Omega,\text{düzeltilmiş}} \cong 51700$$

Halatlı İşletmelerde,

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- XI -

- $N_{10\chi,\text{düzeltilmiş}}$ değeri :

$$\left.\begin{aligned} a_0 &= 6,680 \\ a_1 &= 0,618 \\ a_2 &= 0,424 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 54, } N_{10} \text{ için)}$$

$$N_{10\chi,\text{düzeltilmiş}} = a_0 \, N_{10\Omega\,\text{düzeltilmiş}}^{a_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{a_2}$$

$$N_{10\chi,\text{düzeltilmiş}} = 6,680 \cdot (121000)^{0,618} \cdot \left(\frac{400}{16}\right)^{0,424}$$

$$\| N_{10\chi,\text{düzeltilmiş}} \cong 36200$$

- $\bar{N}_{\chi,\text{düzeltilmiş}}$ değeri :

$$\left.\begin{aligned} a_0 &= 9,026 \\ a_1 &= 0,618 \\ a_2 &= 0,424 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 54, } \bar{N} \text{ için)}$$

$$\bar{N}_{\chi,\text{düzeltilmiş}} = a_0 \, \bar{N}\Omega_{\text{düzeltilmiş}}^{a_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{a_2}$$

$$\bar{N}_{\chi,\text{düzeltilmiş}} = 9,026\,(276500)^{0,618} \cdot \left(\frac{400}{16}\right)^{0,424}$$

$$\| \bar{N}_{\chi,\text{düzeltilmiş}} \cong 81500$$

Sonuçları toplu olarak gösterelim ;

$$N_{A10\chi,\text{düzeltilmiş}} = 19000$$

$$\bar{N}_{A\chi,\text{düzeltilmiş}} = 51700$$

$$N_{10\chi,\text{düzeltilmiş}} = 36200$$

$$\bar{N}_{\chi,\text{düzeltilmiş}} = 81500$$

18/2 – 18/1 örneğindeki verilere göre optimum (en uygun) halat çapını hesaplayınız [L 6].

Optimum halat çapı,

$$d_{opt.} = c_0 \sqrt{D\sqrt{S}} \quad \text{(Eşitlik 54)}$$

olduğuna göre,

Halatın servis dışı bırakılmasında,

- Düz yönde eğilme için,

$$d_{opt.\,düz\,yönde} = c_{0,\,düz\,yönde} \sqrt{D\sqrt{S}} \quad \text{(Eşitlik 55)}$$

Kullanılan halat,

Filler - halat - ESWRC - SZ

$R_0 = 1960 \ N/mm^2$

ESWRC : Çelik özlü, polimer kaplı

WRC : Tel halat özlü

Filler halat
WRC öz
$1960 \ N/mm^2$

$$\Big\| \ \underline{c_{0,\,düz\,yönde}} = 0{,}0700 \quad \text{(Tablo 58)}$$

$$d_{opt.\,düz\,yönde} = 0{,}0700 \sqrt{400\sqrt{30000}}$$

$$\| \ \underline{d_{opt.\,düz\,yönde}} = d_{opt.\,\Omega} = 18{,}4 \ mm$$

• Değişken (kombine veya bileşik) çekme ve eğilme zorlanması için,

$$d_{opt.\,kombine} = c_{0,\,düz\,yönde} \sqrt{D \sqrt{S_{eş değer}}} \quad \text{(Eşitlik 56)}$$

$$d_{opt.\,kombine} = 0{,}0700 \sqrt{400 \sqrt{43350}}$$

$$\| \; d_{opt.\,kombine} = d_{opt.\,\Omega_2} = 20{,}2 \text{ mm}$$

• Ters yönde eğilme için,

$$d_{opt.\,ters\,yönde} = c_{0,\,ters\,yönde} \cdot \sqrt{D \sqrt{S}} \quad \text{(Eşitlik 57)}$$

Filler halat WRC öz 1960 N/mm² $\Big\}$ $\| \; c_{0,\,ters\,yönde} = 0{,}0592$ (Tablo 58)

$$d_{opt.\,ters\,yönde} = 0{,}0592 \sqrt{400 \sqrt{30000}}$$

$$\| \; d_{opt.\,ters\,yönde} = d_{opt.\,\Omega_2} = 15{,}6 \text{ mm.}$$

Halatın her çalışma çevrimindeki eğilme sayıları (w_{Ω_2}, $w_{S\Omega_2}$ ve w_{Ω_2}) bilindiğinde, genel olarak optimum halat çapı,

$$d_{opt.} = \frac{w_{düz.} \cdot d_{opt.\,düz} + w_{kombine} \, d_{opt.\,kombine} + w_{ters} \, d_{opt.\,ters}}{\Sigma w} \quad \text{(61)}$$

veya

$$d_{opt.} = \frac{w_{\Omega_2} \cdot d_{opt.\,\Omega_2} + w_{S\Omega_2} \cdot d_{opt.\,S\Omega_2} + w_{\Omega_2} \cdot d_{opt.\,\Omega_2}}{\Sigma w} \quad \text{(62)}$$

denklemlerinden hesaplanır (Semboller için Sayfa : 184'e bakınız.

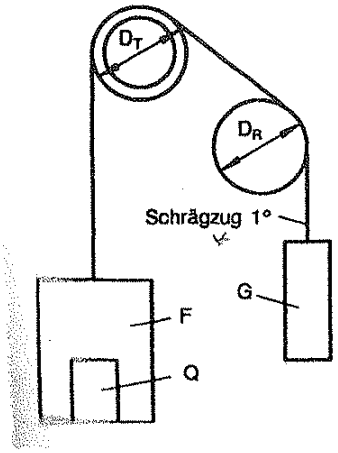
Ekonomik nedenlerden dolayı

$d \leq d_{opt.}$ (Tablo 11

olmalıdır.

18/3 — Şekil 57 de gösterilen bina asansörü için verilen değerler aşağıda olup, Z_{A10} yani, %95 kesinlikte, halatların %10'undan daha fazlası servis dışı bırakılmayacak güvenilirliğe karşılık gelen halatın çalışma çevrim sayısı veya çalışma periyodu sayısının hesaplanması istenmektedir [L2].

Z_{A10} için, tel halatların en fazla %10'unun servis dışı bırakıldığı çalışma çevrim (veya periyodu) sayısı tanımlamasını da yapabiliriz.



Fahrkorbmasse	F	=	1000 kg
Tragfähigkeit	Q	=	800 kg
Seildurchmesser	d	=	10 mm
Anzahl der Seile	n_T	=	6, Warr. FE + 8x19 sZ
Treibscheiben Ø	D_T	=	500 mm
Sitzrille mit Unterschnitt	α	=	100°
Seilscheiben Ø	D_R	=	450 mm
Rillenradius	r	=	0,53 d
Biegelänge	l	=	6 m
Drahtfestigkeit	R_O	=	1770 N/mm²

$w_{\curvearrowright T}(F+0{,}75\ Q) = 1$
$w_{\curvearrowright R}(G=F+0{,}5\ Q) = 1$
} Yükleme elemanları

Şekil 57 - Bina asansörü [L2].
* Kenar sapma açısı, $\nu = 1°$
G - Karşı ağırlık

Verilenler :

- Kafes (Kabin) kütlesi ..... : $F = 1000$ kg.
- Taşıma kapasitesi ..... : $Q = 800$ kg.
- Halat çapı ..... : $d = 10$ mm
- Halat sayısı ..... : $n_T = 6$
- Halat konstrüksiyonu ..... : Warrington - FE+8.19 sZ
  FE - Lif özlü
  sZ - Çapraz sarımlı
- Tahrik tamburu çapı ..... : $D_T = 500$ mm
- Alttan kesilmiş yiv, alttan kesme açısı : $\alpha = 100°$
- Halat tamburu çapı (saptırma makarası) : $D_R = 450$ mm
- Yiv yarıçapı ..... : $r = 0{,}53 \cdot d$
- Halat eğilme uzunluğu ..... : $L = 6$ m
- Nominal tel mukavemeti ..... : $R_0 = 1770 \, N/mm^2$
- Her çalışma çevriminde (periyodunda) halatın düz yöndeki eğilme sayısı (Tahrik tamburu ve saptırma makarası için)

$$w_{ZT} = w_{ZR} = 1$$

Örnek, [L2] den alınmıştır dolayısıyla denklemler tablolar v.s için [L2] kullanılacaktır.

— Tahrik tamburundaki max. halat çekme kuvveti;

$$S_T = \frac{Q \cdot f}{n_T} f_{S1} \cdot f_{S2} \cdot f_{S3} \cdot f_{S4} \quad \text{(Eşitlik 49)}$$

(Kafes veya kabin her zaman tamamiyle dolu olarak hareket etmediği için, sürekli kabin

yükü $0,75.Q$ ile hesaplanmıştır. T.Ö)

$$S_T = \frac{(F + 0,75.Q)}{n_T} f_{s1} \cdot f_{s2} \cdot f_{s3} \cdot f_{s4}$$

f_s - Halat kuvvet faktörleri (Tablo 55)

$f_{s1} = 1,1$ Kayıcı fîdaj (kılavuz) için. (Kabin ve karşı ağırlık kayıcı şidajları için)

$f_{s2} \cong 1,0$ Halat verimi (verimliliği) için,

$f_{s3} = 1,25$ Paralel halatların, iki halattan daha fazla olması hali için,

$f_{s4} = 1,15$ Yük hızı için ($v > 1,6$ m/s)

$$S_T = \frac{(1000 + 0,75.800).9,81}{6} . 1,1 . 1,0 . 1,25 . 1,15$$

$$\| S_T \cong 4140 \text{ N}$$

Özgül çekme kuvveti (Tahrik tamburunda)

$$\frac{S_T}{d^2} = \frac{4140}{10^2}$$

$$\| S_T/d^2 = 41,40 \text{ N/mm}^2$$

- Saptırma tamburundaki halat çekme kuvveti;

Karşı ağırlık kütlesi,

$$G = F + 0,5 \cdot Q$$

olduğuna göre,

$$S_R = \frac{(F + 0,5 \cdot Q) \cdot f}{6} f_{s1} \cdot f_{s2} \cdot f_{s3} \cdot f_{s4}$$

$$S_R = \frac{(1000 + 0,5 \cdot 800) \cdot 9,81}{6} \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,15$$

$$\| \; S_R = 3619 \; N$$

Özgül çekme kuvveti,

$$\frac{S_R}{d^2} = \frac{3619}{10^2}$$

$$\| \; S_R / d^2 \cong 36,2 \; N/mm^2$$

- N_{A10} değeri (%95 kesinlikte halatı servis dışı bırakmaz ömrü. Sayfa: 157 'ye bakınız),

$$\log N = b_0 + (b_1 + b_4 \log \frac{D}{d}) (\log \frac{S}{d^2} - 0,4 \log \frac{R_0}{1770}) + b_2 \log \frac{D}{d} - 0,32 \log d + \frac{1}{b_5 + \log \frac{L}{d}}$$ (Eşitlik 41)

b_i katsayıları (sabitleri),

Warrington - FE + 8.19 sf halat ve N_{A10} için;

$b_0 = -2,792$
$b_1 = 1,887$
$b_2 = 8,567$
$b_4 = -2,894$
$b_5 = 1,9$

} (Tablo 50 b)

- Tahrik tamburu için $N_{A10,T}$;

$$\log N_{A10,T} = -2,792 + \left(1,887 - 2,894 \log \frac{500}{10}\right) \left(\log 41,40 - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,567 \log \frac{500}{10} - 0,32 \log 10 + \frac{1}{1,9 + \log \frac{6000}{10}}$$

$$\log N_{A10,T} = 6,7576$$

$$\ln N_{A10,T} = 6,7576 \cdot \ln 10 = 15,56$$

$$N_{A10,T} = e^{15,56} = 5722911$$

$$\| N_{A10,T} \tilde{=} 5720000$$

$$N_{A10,T,\text{düzeltilmiş}} = N_{A10,T} \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4}$$

(Eşitlik 48)

f_N – Düzeltme faktörleri (Tablo 54)

$f_{N1} = 1,0$ Halat yağlaması faktörü

$f_{N2} = 1,0$ Halat konstrüksiyon faktörü (Lif özlü 8 demetli halat)

$f_{N3} = 0,10$ Alttan kesilmiş yiv faktörü ($\alpha = 100°$)

$f_{N4} = 1,0$ Kenar sapma faktörü ($\vartheta = 0°$)

$$N_{A10,T,\text{düzeltilmiş}} = 5720000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,10 \cdot 1$$

$$\| N_{A10,T,\text{düzeltilmiş}} = 572000$$

- Saptirma tamburu için $N_{A10,R}$;

$$\log N_{A10,R} = -2,792 + (1,887 - 2,894 \log \frac{450}{10}) (\log 36,2 - 0,4 \log \frac{1770}{1770}) + 8,567 \log \frac{450}{10} - 0,32 \log 10 + \frac{1}{1,9 + \log \frac{6000}{10}}$$

$$\log N_{A10,R} = 6,749$$

$$\ln N_{A10,R} = 6,749 \cdot \ln 10 = 15,540$$

$$N_{A10,R} = e^{15,540} = 5605749$$

$$\| N_{A10,R} \simeq 5\,600\,000$$

$$N_{A10,R,\text{düzeltilmiş}} = N_{A10,R} \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4}$$

$f_{N1} = 1,0$

$f_{N2} = 1,0$

$f_{N3} = 1,0 \quad (r/d = 0,53)$

Kenar sapma açısı $\vartheta = 1^\circ$ dolayısıyla

$$f_{N4} = 1 - (0,00863 + 0,00243 \frac{450}{10}) \cdot 1 - 0,00103 \cdot 1^2$$

$f_{N4} = 0,88$

$\| f_{N4} \simeq 0,90$

$N_{A10,R,\text{düzeltilmiş}} = 5600000 \cdot 1 \cdot 1 : 1 \cdot 0{,}90$

$\| \; N_{A10,R,\text{düzeltilmiş}} = 5040000$

— Halatın çalışma çevrim sayısı veya halatın çalışma periyodu sayısı; Palmgren - Miner kuralına göre

$$Z = \frac{f_2}{\sum_{i=1}^{m} \frac{W_i}{N_i}} \qquad \text{(Eşitlik 60)}$$

veya,

$$\frac{f_2}{Z} = \sum_{i=1}^{m} \frac{W_i}{N_i} = \frac{W_{\Omega 1}}{N_{\Omega 1}} + \frac{W_{\Omega 2}}{N_{\Omega 2}} + \frac{W_{\Omega R}}{N_{\Omega R}}$$

yazılabilir.

$$\frac{0{,}8}{Z_{A10}} = \frac{W_{\Omega T}}{N_{A10,T\,\text{düzeltilmiş}}} + \frac{W_{\Omega R}}{N_{A10,R,\text{düzeltilmiş}}}$$

$$\frac{0{,}8}{Z_{A10}} = \frac{1}{572000} + \frac{1}{5040000}$$

$\| \; Z_{A10} = 411000$

bulunur. Ayrıca asansörlerde;

f_{GF} – Zemin kat faktörü

Z – Toplam sefer (gidiş - geliş) sayısı

Z_G - Zemin kata veya zemin kattan sefer (gidiş-geliş) sayısı.

olmak üzere Feyrer Hoca [L2, L6],

$$f_{GF} = \frac{Z_G}{Z} = n_F^{\alpha} \quad \cdots \quad (63)$$

tarifini yapmıştır. Burada,

$\alpha = -0,114$ Yerleşim binaları (Konutlar) için.

$\alpha = -0,282$ Ofis (Büro) binaları için

$\alpha = -0,370$ Yük (Kargo) elevatörleri (asansör-leri) için

katsayılardır.

n_F - üst katların sayısı

Ofis binaları olası 20 katlı ise,

$$f_{GF} = 20^{-0,282} \simeq 0,43$$

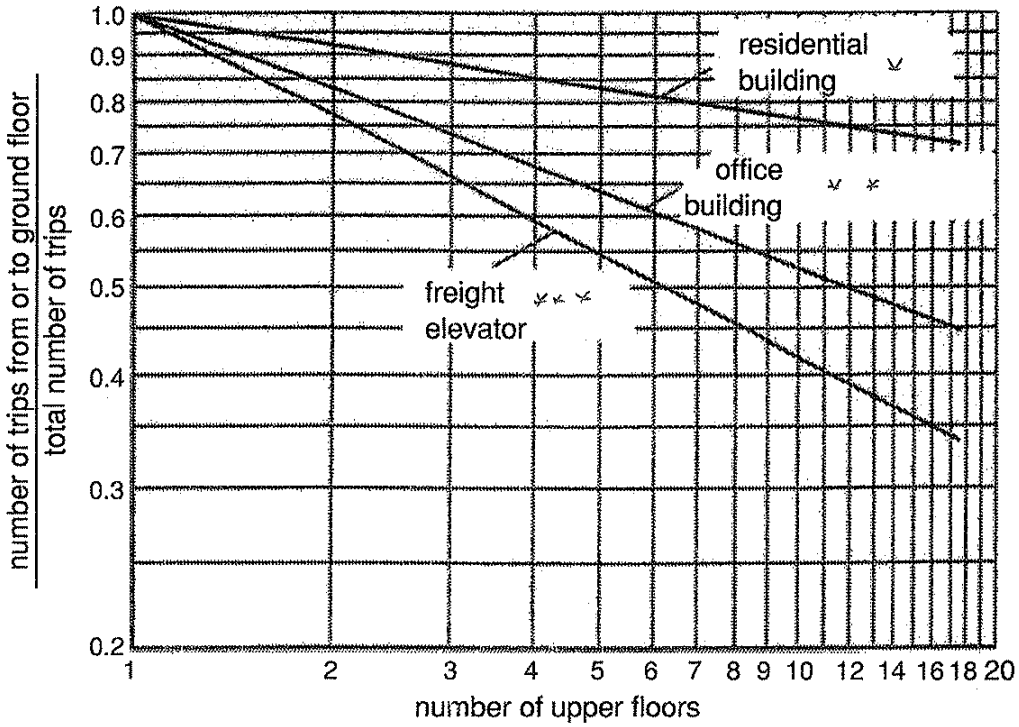
bulunur. f_{GF} değeri Şekil 58 den de okunabilir.

Bina 7 katlı olduğuna göre,

$n_F = 7$
Konutlar $\Big\}$ $\Rightarrow \underline{f_{GF} = 0,8}$ (Şekil 58)

veya hesapla,

$$f_{GF} = n_F^{\alpha} \quad \text{(Eşitlik 60)}$$



Üst katların sayısı

Şekil 58 - Asansörlerde, Z_G/Z sefer sayılarının oranı [L2; L6]

* : Yerleşim binaları (Konutlar)

** : Ofis (Büro) binaları

*** : Yük (Karşo) asansörleri

$$\| \; f_{GF} = 7^{-0,114} \cong 0,8$$

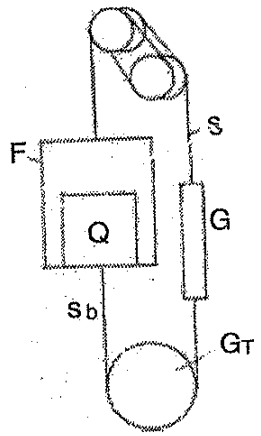
bulunur. Dolayısıyla toplam Z_{A10},

$$Z_{A10,\,toplam} = \frac{Z_{A10}}{f_{GF}} = \frac{411000}{0,8}$$

$$\| \; Z_{A10,\,top.} \cong 514000$$

olarak elde edilir.

18/4 - Şekil 59 da, gökdelenler (yüksek binalar) için asansör sistemi gösterilmiş olup verilen değerler aşağıdadır. Z_{A10} ve $Z_{A10,top}$. çalışma çevrim sayılarını veya çalışma periyodu sayılarını hesaplayınız. [L6].



Nominal load	$Q = 1{,}600$ kg
Car mass	$F = 2{,}500$ kg
Counterweight	$G = 3{,}300$ kg
Tension sheave mass	$G_T = 400$ kg
Hoisting distance	$H = 150$ m
Warrington 8 × 19 – FC – sZ	.
Nominal strength	$R_0 = 1{,}570$ N/mm^2
Nominal rope diameter	$d = 16$ mm
Number of ropes	$n = 5$
Rope mass	$s = 653$ kg

Şekil 59 - Gökdelen asansörü [L6].

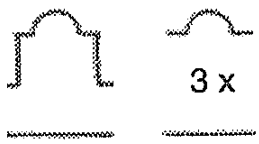
Verilenler :

- Nominal yük ..... : Q = 1600 kg
- Asansör kabin kütlesi ..... : F = 2500 kg.
- Karşı ağırlık (G = F + Q/2) ..... : G = 3300 kg.
- Germe makara kütlesi ..... : G_T = 400 kg.
- Asansörün çalışma aralığı ..... : H = 150 m
- Halat konstrüksiyonu;

  Warrington 8 x 19 - FC - sZ

- Nominal tel mukavemeti ..... : $R_0 = 1570 N/mm^2$
- Nominal halat çapı ..... : $d = 16$ mm.
- Halat sayısı ..... : $n = 5$
- Halat kütlesi ..... : $s = 653$ kg.
- Denge halatı kütlesi ..... : $s_b = 653$ kg.
- Hız ..... : $v = 5$ m/s
- Tahrik tambur çapı ..... : $D = 40 \cdot d$
- Saptırma tambur (veya molet) çapı ..... : $D = 40 \cdot d$
- Çelik, yuvarlak yiv yarıçapı ..... : $r = 0{,}53 \cdot d$
- Halat eğilme uzunluğu ..... : $L = 8$ m

Yükleme sırası



Yükleme elemanları (Tük bileşenleri)

$w_{\cap} = 1$, $w_{\Omega} = 3$ Her bir yolvermedeki eğilme sayıları

Örnek, [L6] dan alınmış olduğundan, denklemler, tablolar v.s de [L6] kullanılacaktır.

— Halat çekme kuvvetleri:

Kuvvet faktörleri (Tablo 55) :

- Makaralı şıdağ (kılavuz) için : $f_{s1} = 1{,}05$

• Halat verimlilik faktörü ..... : f_{s2}

Sabit makaralı halat işletme verimi,

$$\eta_{sabit} = \eta^n \quad \text{(Eşitlik 51)}$$

η - Tel halat verimi

η, D/d ve S/d^2 için Tablo 56 dan alınabilir

ancak S halat çekme kuvveti henüz hesaplan-

madı dolayısıyla, $D/d = 40$ değerine karşılık

gelen $\eta_{ortalama} = 0,995$ (Tablo 56)

ile hesaba devam edebiliriz.

$n = 4$ (Sabit makara sayısı)

$$\eta_{sabit} = (0,995)^4 = 0,98$$

$$f_{s2} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{\eta_{sabit}}\right) \quad \text{(Tablo 55)}$$

$$f_{s2} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{1}{0,98}\right)$$

$$\| f_{s2} = 1,01$$

• Paralel halat düzenleme faktörü ... : f_{s3}

$\| f_{s3} = 1,25$ (Tablo 55, iki halattan daha fazla taşıyıcı halat olması hali)

- Hız faktörü ... : f_{s4}

Hızlanma ve yavaşlama için (Eğilme uzunluğunun tamamında)

$$f_{s4} = 1,15 \quad (\text{Tablo 55; } v = 5\,m/s > 1,6\,m/s)$$

Eğer, asansör kabini zemin kattan hareket başlarsa halat çekme kuvveti (0,5.Q yani nominal yükün yarısı için. Örnek 18/3 de bu değer 0,75.Q olarak alınmıştı)

$$S = \frac{(F + 0,5\,Q + s).g}{n} \cdot f_{s1}\, f_{s2}\, f_{s3}\, f_{s4} + \left(\frac{G_T}{2}\right) \cdot \frac{g}{n} \quad \text{(Eşitlik 49)}$$

$$F + 0,5.Q.s = 2500 + 0,5.1600 + 653 = 3953\ kg$$

$$f_{s1}.f_{s2}.f_{s3}.f_{s4} = 1,05.1,01.1,25.1,15 = 1,524$$

$$S = \frac{3953.9,81}{5} \cdot 1,524 + \frac{400}{2} \cdot \frac{9,81}{5}$$

$$S \cong 12220\ N$$

En küçük halat çekme kuvveti;

$$S_o = \frac{G.g}{n} + \left(\frac{G_T}{2}\right) \cdot \frac{g}{n}$$

$$S_o = \frac{3300 \cdot 9,81}{5} + \frac{400}{2} \cdot \frac{9,81}{5}$$

$\| S_0 \tilde{=} 6870\ N$

Çekme kuvvetleri farkı,

$\Delta S = S - S_0 = 12220 - 6870$

$\| \Delta S = 5350\ N$

$\frac{\Delta S}{S} = \frac{5350}{12220}$

$\| \Delta S/S = 0{,}4378$

– Eşdeğer kuvvet faktörü,

$$f_{55} = 1 + \frac{(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot \alpha \frac{\Delta S}{d^2})(1{,}1 \frac{\Delta S}{d^2} - 0{,}1 \frac{S}{d^2}) \cdot \alpha}{145000 \frac{\delta}{d} \frac{d}{0} + 600 \frac{\delta}{d} + 0{,}2 \cdot \alpha \frac{S}{d^2}}$$

(Eş. 41.k 53)

Halat, Warrington 8x19-FC-sZ için,

$\left.\begin{matrix} \alpha = 2{,}93 \\ d/\delta = 17 \end{matrix}\right\}$ (Tablo 57)

$$f_{55} = 1 + \frac{(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot 2{,}93 \cdot \frac{5350}{16^2})(1{,}1 \cdot \frac{5350}{16^2} - 0{,}1 \frac{12220}{16^2}) \cdot 2{,}93}{145000 \cdot \frac{1}{17} \cdot \frac{1}{40} + 600 \cdot \frac{1}{17} + 0{,}2 \cdot 2{,}93 \frac{12220}{16^2}}$$

$\| f_{55} = 1{,}2363$

- Eşdeğer şekme kuvveti;

$$S_{eşdeğer} = S_{sn} = S \cdot f_{ss} \quad \text{(Eşitlik 52)}$$

$$S_{sn} = 12220 \cdot 1,2363$$

$$\| S_{sn} \tilde{=} 15100 \text{ N}$$

- N_{A10sn} değeri (%95 kesinlikte hasarlı servis dışı bırakmaya esas. Sayfa: 157'ye bakınız)

$$\log N = b_0 + (b_1 + b_3 \log \frac{D}{d})(\log \frac{S}{d^2} - 0,4 \log \frac{R_o}{1770}) + b_2 \log \frac{D}{d} + \log f_d + \log f_L + \log f_c - -$$

(Eşitlik 42)

b_i sabitleri,

Warrington 8x19-FC-sz halat ve N_{A10} için;

$$\left.\begin{aligned} b_0 &= -2,905 \\ b_1 &= 1,887 \\ b_2 &= 8,567 \\ b_3 &= -2,894 \end{aligned}\right\} \quad \text{(Tablo 51 b)}$$

f_d - Halat eğri düzeltme faktörü

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (d/16)^{0,3}} \quad \text{(Eşitlik 43)}$$

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (16/16)^{0,3}}$$

$$\| f_d = 1$$

f_L - Halat eğilme uzunluğu düzeltme faktörü

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{L/d - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}}$$ (Eşitlik 44)

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{8000/16 - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}}$$

$$\| \underline{f_L = 0,8552}$$

f_C - Halat özü ve demet sayısı düzeltme faktörü

Lif özlü ve 8 demet için,

$$\| \underline{f_C = 1} \quad \text{(Tablo 53)}$$

$$\log N_{A10\Omega} = -2,905 + (1,887 - 2,894 \log 40)\left(\log \frac{12220}{16^2} - 0,4 \log \frac{1570}{1770}\right) + 8,567 \cdot \log 40 + \log 1 + \log 0,8552 + \log 1$$

$$\log N_{A10\Omega} = 6,07894$$

$$\ln N_{A10\Omega} = 6,07894 \ln 10 \cong 14$$

$$N_{A10\Omega} = e^{14}$$

$$\| \underline{N_{A10\Omega} = 1202604}$$

$N_{A10\Omega\ düzeltilmiş} = N_{A10\Omega} \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4}$

(Eşitlik 48)

f_N - Düzeltme faktörleri (Tablo 55)

$f_{N1} = 1,0$ Halat yağlama faktörü

f_{N2} - Kenar sapma faktörü

$$f_{N2} = 1 - \left(0,00863 + 0,00243 \cdot \frac{D}{d}\right) v - 0,00103 \cdot v^2$$

v - Kenar sapma açısı

$v = 0,65°$ olarak verilmiş

$$f_{N2} = 1 - (0,00863 + 0,00243 \cdot 40)\,0,65 - 0,00103 \cdot 0,65^2$$

$$\| \; f_{N2} = 0,93$$

f_{N3} - Çelik yuvarlak yiv faktörü

$f_{N3} = 1,0$ ($r = 0,53 \cdot d$)

f_{N4} - Burulmaya çalışan halatlar için geçerli olan düzeltme faktörü

$N_{A10\Omega\ düzeltilmiş} = 1202604 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1$

$$\| \; N_{A10\Omega\ düzeltilmiş} = 1118422$$

Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile ilgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- XII -

Eşdeğer kuvvet $S_{sr} = 15100\ N$ ile

$N_{A10\,sr}$ değerini hesaplıyalım

$$\log N_{A10\,sr} = -2,905 + (1,887 - 2,894 \log 40)\left(\log \frac{15100}{167} - 0,4 \log \frac{1570}{1770}\right) + 8,567 \cdot \log 40 + \log 1 + \log 0,8552 + \log 1$$

$$\log . N_{A10\,sr} = 5,8262$$

$$\ln N_{A10\,sr} = 5,8262 . \ln 10 = 13,4154$$

$$N_{A10\,sr} = e^{13,4154}$$

$$\| N_{A10\,sr} = 670273$$

$$N_{A10\,sr\ düzeltilmiş} = 670273 . 0,93$$

$$\| N_{A10\,sr\ düzeltilmiş} = 623354$$

- Halatin çalışma çevrim sayısı veya halatin çalışma periyodu sayısı,

$$\frac{1}{Z} = \sum_{i=1}^{3} \frac{W_i}{N_i} = \frac{W_{sr}}{N_{sr}} + \frac{W_{rr}}{N_{rr}} + \frac{W_{srr}}{N_{srr}} \quad \text{(Eşitlik 60)}$$

(Feyrer hocanın bu literatüründe f_2 faktörü yoktur)

$$\frac{1}{Z_{A10}} = \frac{3}{1118422} + \frac{1}{623354}$$

$$Z_{A10} = \frac{1}{\frac{3}{1118422} + \frac{1}{623354}}$$

$$\| Z_{A10} \tilde{=} 233300$$

f_{GF} zemin kat faktörünü şöyle önüne alalım

$$f_{GF} = \frac{z_G}{z} = n_F^{\alpha} \quad \text{(Eşitlik 63)}$$

Gökdelen 20 katlı ise,

$$f_{GF} \tilde{=} 0{,}43 \quad \text{(Sayfa: 211)}$$

Dolayısıyla toplam sefer (gidiş-geliş) sayısı

$$Z_{A10,\text{toplam}} = \frac{Z_{A10}}{f_{GF}} = \frac{233300}{0{,}43}$$

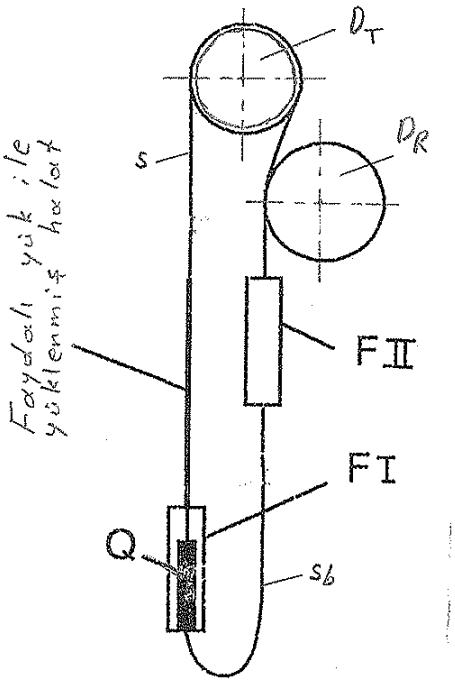
$$\| Z_{A10,\text{toplam}} \tilde{=} 542560$$

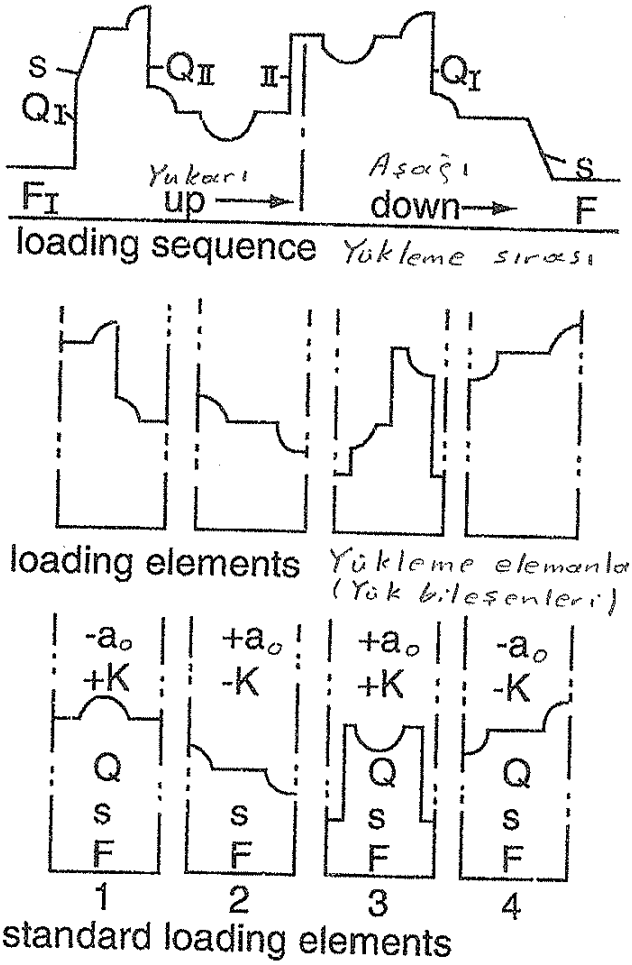
olarak bulunur.

Aynı şekilde $\bar{Z}_{A,\text{toplam}}$ yani $\bar{N}_A$ sayısı (Sayfa: 156) ve dolayısıyla $\bar{Z}_A$, $\bar{Z}_{A,\text{toplam}}$ sayıları, Tablo 51b'den $\bar{N}_A$ için bazı sabitleri okunarak Eşitlik 42 ile hesaplanabilir.

18/5 - Maden işletme kuyu sunda, tahrik tamburlu nakliyat sistemi (KOEPE) için verilen değerler aşağıdadır.

$\overline{Z_A}$ ve Z_{A10} çalışma çevrim sayılarını veya çalışma periyodu sayılarını hesaplayınız. [L6].





Şekil 60 - Maden işletme kuyu sunda, tahrik tamburlu nakliyat sistemi (KOEPE). [L6]. (Şekil 48'e bakınız).

Verilenler :

- Faydalı yük kütlesi ..... : $Q = 10000$ kp.
- Kafes ve koşum takımı kütlesi ... : $F = 7000$ kp.
- Hareketin sürtünme kuvveti .... : $K = 8$ kN
- Nakliye veya ihraç mesafesi ... : $L = 1000$ m
- Kullanılan halat ;

  Warrington-Seale 6x36-FC-sZ

: Halat çapı ..... : $d = 60$ mm

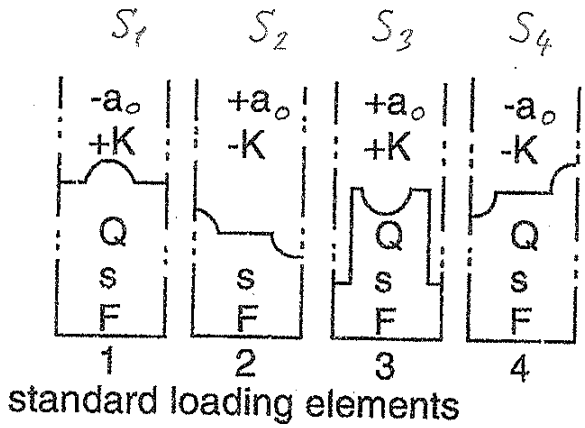
- Halat sayısı ..... : $n = 1$
- Taşıyıcı halat (Ana ihraç halatı) kütlesi ..... : $s = 13200$ kp.
- Denge (Kuyruk) halatı kütlesi .... : $s_b = 13200$ kp.
- Nominal tel mukavemeti ..... : $R_0 = 1770\ N/mm^2$
- Halat hızı ..... : $v = 1{,}5$ m/s
- Hızlanma ve yavaşlama ivmeleri ... : $a_0 = 1{,}5\ m/s^2$
- Tahrik tamburu çapı ..... : $D_T = 6000$ mm
- Saptırma molet çapı ..... : $D_R = 6000$ mm
- Eğilme uzunluğu ..... : $L = 40000$ mm

Analiz :

- I ve II kafesleri üzerindeki halat parçaları en fazla zorlanma (gerilme) altında çalışanlardır.
- Hızlanma ve yavaşlama hareketlerinde bu parçaların eğilme uzunluğu $L = 40$ m olabilir.

- Yükleme sırası şekli I no'lu kafesin üstündeki halattan alınmıştır.
- Yükleme sırası, yükleme elemanlarına ayrıştırılmıştır.
- Yükleme elemanları, "standart yükleme elemanları"na dönüştürülmüştür.
- Hareket kuvvetleri ile ilgili semboller Şekil 48 de verilmiştir.

— Halat çekme kuvvetleri;



Standart yükleme elemanları

S_1 - Faydalı yüklü kafes yukarıya doğru çekilirken yavaşlamada veya frenlemedeki halat çekme kuvveti,

$$S_1 = (F + Q + s) \cdot f - (F + Q + s) \cdot a_0 + K$$

$$S_1 = (F + Q + s)(f - a_0) + K \quad \text{(Eşitlik 28)}$$

$$S_1 = (7000 + 10000 + 13200)(9{,}81 - 1{,}5) + 8000$$

$$\| S_1 = 258\,962 \text{ N}$$

S_2 - Faydalı yüksüz kafes aşağıya doğru inerken yavaşlama veya frenlemedeki halat çekme kuvveti.

$$S_2 = (F+s)\cdot f + (F+s)\,a_0 - K$$

$$S_2 = (F+s)(f+a_0) - K \quad \text{(Eşitlik 29)}$$

$$S_2 = (7000+13200)(9{,}81+1{,}5) - 8000$$

$$\| S_2 = 220462 \text{ N}$$

S_3 - Faydalı yüklü kafesin yukarıya doğru hızlanmasındaki halat çekme kuvveti.

$$S_3 = (F+Q+s)\cdot f + (F+Q+s)\cdot a_0 + K$$

$$S_3 = (F+Q+s)(f+a_0) + K \quad \text{(Eşitlik 30)}$$

$$S_3 = (7000+10000+13200)(9{,}81+1{,}5) + 8000$$

$$\| S_3 = 349562 \text{ N}$$

S_4 - Faydalı yüklü kafesin aşağıya doğru hızlanmasındaki halat çekme kuvveti. (Sayfa: 125'e bakınız)

$$S_4 = (F+Q+s)f - (F+Q+s)\,a_0 - K$$

$$S_4 = (F+Q+s)(f-a_0) - K \quad \text{(Eşitlik 32)}$$

$$S_4 = (7000 + 10000 + 13200)(9{,}81 - 1{,}5) - 8000$$

$$\| S_4 = 242962 \text{ N}$$

ΔS - üst ve alt halat çekme kuvvetleri arasındaki fark

$$\Delta S = S - S_U \quad (\text{Sayfa: } 175)$$

$$S_U = F \cdot f = 7000 \cdot 9{,}81$$

$$\| S_U = 68670 \text{ N}$$

$$S = S_3 = 349562 \text{ N}$$

$$\Delta S = 349562 - 68670 = 280892 \text{ N}$$

$$\frac{\Delta S}{S\,(= S_3)} = \frac{280892}{349562}$$

$$\| \Delta S / S_3 = 0{,}8036$$

f_{s5} - Eşdeğer kuvvet faktörü

$$f_{s5} = 1 + \frac{(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta S}{d^2})(1{,}1 \cdot \frac{\Delta S}{d^2} - 0{,}1 \cdot \frac{S}{d^2}) \cdot \alpha}{145000 \frac{\delta}{d} \cdot \frac{d}{D} + 600 \frac{\delta}{d} + 92 \cdot \alpha \cdot \frac{S}{d^2}}$$

(Eşitlik 53)

Warrington-Seale 6x36-FC-sz halat için,

$$\left.\begin{aligned} d/\delta &= 18 \\ \alpha &= 2{,}55 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 57)}$$

$$f_{S5} = 1 + \frac{\left(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot 2{,}55 \cdot \frac{280892}{60^2}\right)\left(1{,}1\frac{280892}{60^2} - 0{,}1\frac{349562}{60^2}\right) \cdot 2{,}55}{145000\,\frac{1}{18}\,\frac{60}{6000} + 600\,\frac{1}{18} + 0{,}2 \cdot 2{,}55 \cdot \frac{349562}{60^2}}$$

$$\| \; f_{S5} = 2{,}225$$

$S_{eşdeğer}$ — Eşdeğer halat şekme kuvveti

$$S_{eşdeğer} = S_{\Omega} = S \cdot f_{S5} \quad \text{(Eşitlik 52)}$$

$$S_{3\,eşdeğer} = 349562 \cdot 2{,}225$$

$$\| \; S_{3\,eşdeğer} = 777775 \text{ N}$$

— $\overline{N}_{A\Omega}$ değeri (Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrü. Düz yönde eğilme. Sayfa: 156 ya bakınız);

$$\log N = b_0 + \left(b_1 + b_3 \log\frac{D}{d}\right)\left(\log\frac{S}{d^2} - 0{,}4 \log\frac{R_0}{1770}\right) + b_2 \log\frac{D}{d} + \log f_d + \log f_L + \log F_C$$

(Eşitlik 42)

Warrington-Seale 6x36-FC-SZ halat ve $\overline{N}_A$ için;

$$\left.\begin{aligned} b_0 &= -1{,}351 \\ b_1 &= 1{,}322 \\ b_2 &= 8{,}070 \\ b_3 &= -2{,}649 \end{aligned}\right\}$$

(Tablo 51 b. Değerler 8 demetli halat içindir. 6 demetli halat için f_C faktörü ile düzeltme yapılacaktır.)

f_d - Halat çapı düzeltme faktörü

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (d/16)^{0,3}} \quad \text{(Eşitlik 43)}$$

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (60/16)^{0,3}}$$

$$\| \; f_d = 0,5166$$

f_L - Halat eğilme uzunluğu düzeltme faktörü

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{L/d - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}} \quad \text{(Eşitlik 44)}$$

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{40000/60 - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}}$$

$$\| \; f_L = 0,8415$$

f_c - Halat özü ve demet sayısı düzeltme faktörü

Lif özlü ve 6 demetli halat için,

$$\| \; f_c = 0,94 \quad \text{(Tablo 53)}$$

- S_1 kuvveti için;

$$\log \overline{N_{AS1}} = -1,351 + (1,322 - 2,649 \cdot \log \frac{6000}{60}) \left(\log \frac{258962}{60^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,070 \log \frac{6000}{60} + \log 0,5166 + \log 0,8415 + \log 0,94$$

$$\log \overline{N}_{AR1} = 7,017$$

$$\ln \overline{N}_{AR1} = 7,017 \cdot \ln 10 = 16,157$$

$$\overline{N}_{AR1} = e^{16,157}$$

$$\| \overline{N}_{AR1} = 10\,403240$$

Düzeltme faktörleri söz önüne alınırsa,

$f_{N1} = 1,0$ Halat yağlama faktörü
$f_{N2} = 1,0$ Kenar sapma faktörü
$f_{N3} = 1,0$ Çelik yuvarlak yiv faktörü ($r = 0,53 \cdot d$)

} (Şekil 55)

$$\overline{N}_{AR1\,düzeltilmiş} = \overline{N}_{AR1} \cdot f_N \quad \text{(Eşitlik 48)}$$

$$\overline{N}_{AR1\,düzeltilmiş} = 10\,403240 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0$$

$$\| \overline{N}_{AR1\,düzeltilmiş} = 10\,403240$$

- S_2 kuvveti için,

$$\log \overline{N}_{AR2} = -1,351 + (1,322 - 2,649 \log \frac{6000}{60}) \left(\log \frac{22062}{60^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,070 \log \frac{6000}{60} + \log 0,5166 + \log 0,8415 + \log 0,94$$

$$\log \overline{N}_{AR2} = 7,295$$

$\ln \bar{N}_{A\Sigma 2} = 7,295 \cdot \ln 10 = 16,797$

$\bar{N}_{A\Sigma 2} = e^{16,79}$

$\| \bar{N}_{A\Sigma 2} = 19728776$

$\bar{N}_{A\Sigma 2 \text{düzeltilmiş}} = \bar{N}_{A\Sigma 2} \cdot f_N = 19728776 \cdot 1$

$\| N_{A\Sigma 2 \text{düzeltilmiş}} = 19728776$

- $S_{3 \text{eşdeğer}}$ kuvveti için;

$$\log \bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3}} = -1,351 + (1,322 - 2,649 \log \frac{6000}{60}) (\log \frac{777775}{60^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}) + 8,070 \log \frac{6000}{60} + \log 0,5166 + \log 0,8415 + \log 0,94$$

$\log \bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3}} = 5,118$

$\ln \bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3}} = 5,118 \cdot \ln 10 = 11,78$

$\bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3}} = e^{11,78}$

$\| \bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3}} = 131268 = \bar{N}_{A\Sigma 3}$

$\bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3 düzeltilmiş}} = 131268 \cdot 1$

$\| \bar{N}_{\text{Aeşdeğer 3 düzeltilmiş}} = 131268 = \bar{N}_{A\Sigma 3 \text{düzeltilmiş}}$

• S_4 kuvveti için,

$$\log \bar{N}_{AR4} = -1{,}351 + (1{,}322 - 2{,}649 \log \frac{6000}{60})$$

$$(\log \frac{242962}{60^2} - 0{,}4 \log \frac{1770}{1770}$$

$$+ 8{,}070 \log \frac{6000}{60} + \log 9{,}5166 + \log 9{,}8415 + \log 0{,}94$$

$$\log \bar{N}_{AR4} = 7{,}1273$$

$$\ln \bar{N}_{AR4} = 7{,}1273 \cdot \ln 10 = 16{,}41$$

$$\bar{N}_{AR4} = e^{16{,}41}$$

$$\bar{N}_{AR4} = 13405858$$

$$\bar{N}_{AR4\,düzeltilmiş} = \bar{N}_{AR4} \cdot f_N = 13405858 \cdot 1$$

$$\bar{N}_{AR4\,düzeltilmiş} = 13405858$$

— $\bar{N}_{AR}$ değeri (Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrü. Ters yönde eğilme)

$$N_{\text{ters yönde eğilme}} = \alpha_0 N_{\text{düz yönde eğilme}}^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{\alpha_2}$$

(Eşitlik 45)

veya,

$$N_R = \alpha_0 N_R^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{\alpha_2} \quad \text{(Eşitlik 46)}$$

α, sabitler: $\overline{N_A}$ için;

$$\left.\begin{aligned} \alpha_0 &= 3,635 \\ \alpha_1 &= 0,671 \\ \alpha_2 &= 0,499 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 54)}$$

- S_2 kuvveti için;

$$\overline{N_{A\Omega 2}} = 3,635 \cdot (19728776)^{0,671} \cdot \left(\frac{6000}{60}\right)^{0,499}$$

$$\Rightarrow \overline{N_{A\Omega 2}} = 2841297$$

- S_4 kuvveti için,

$$\overline{N_{A\Omega 4}} = 3,635\,(13405858)^{0,671} \cdot \left(\frac{6000}{60}\right)^{0,499}$$

$$\Rightarrow \overline{N_{A\Omega 4}} = 2192396$$

Sonuçları toplu olarak gösterelim;

$\overline{N_{A\Omega 1}} =$	$\overline{N_{A\Omega 1}} = 10403240$
$\overline{N_{A\Omega 2}} = 19728776$	$\overline{N_{A\Omega 2}} = 2841297$
$\overline{N_{A\Omega 3}} =$	$\overline{N_{A\Omega 3}} = 131268$
$\overline{N_{A\Omega 4}} = 13405858$	$\overline{N_{A\Omega 4}} = 2192396$

- $\bar{Z}_A$ değeri (Halati servis dışı bırakılacak, halatın ortalama çalışma çevrim sayısı) ;

Palmgren - Miner kuralına göre,

$$\frac{1}{Z} = \sum_{i=1}^{m} \left(\frac{W_{\Omega}}{N_{\Omega}} + \frac{W_{\gamma}}{N_{\gamma}} + \frac{W_{\Omega\gamma}}{N_{\Omega\gamma}} \right) \quad \text{(Eşitlik 59; 60)}$$

$$\frac{1}{\bar{Z}_A} = \left[\frac{W_{\Omega}}{\bar{N}_{A\Omega}} \left(= \frac{1}{10403240} + \frac{1}{19728776} + \frac{1}{13405858} \right) \right.$$

$$+ \frac{W_{\gamma}}{\bar{N}_{A\gamma}} \left(= \frac{1}{2841297} + \frac{1}{2192396} \right)$$

$$\left. + \frac{W_{\Omega\gamma}}{\bar{N}_{A\Omega\gamma}} \left(= \frac{1}{131268} \right) \right]$$

$$\| \quad \bar{Z}_A = 115640$$

- Z_{A10} değeri (Tel halatların en fazla %10'unun servis dışı bırakıldığı çalışma çevrim sayısı),

$N_{A10\Omega}$, $N_{A10\gamma}$ ve $N_{A10\Omega\gamma}$ değerleri, N_{A10} için bi sabitleri (Tablo 51 b) ile hesaplanarak Z_{A10} (Eşitlik 59; 60) bulunabilir.

19- Uygulama örneği;

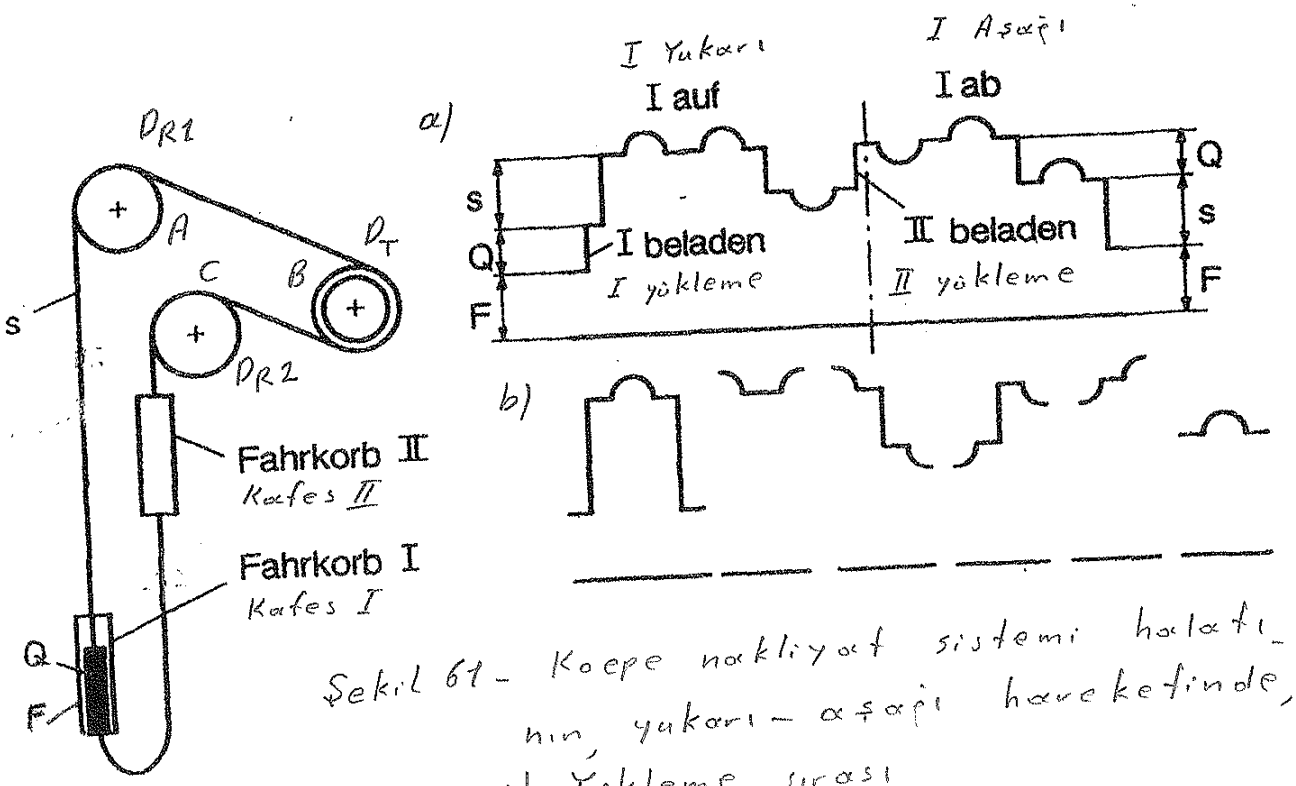
Yerleşim konumu; Şekil 1 ve Şekil 2 de, yükleme sırası ve yükleme elemanları Şekil 47 de gösterilen sürtünme tamburlu (KOEPE) nakliyat sistemi hallatları için;

	Sayfa
• İşletme verileri	5
• Koşum takımı montajı	8
• Seçilen hallatlar	99/1404
• Hesaplanan kütleler	105

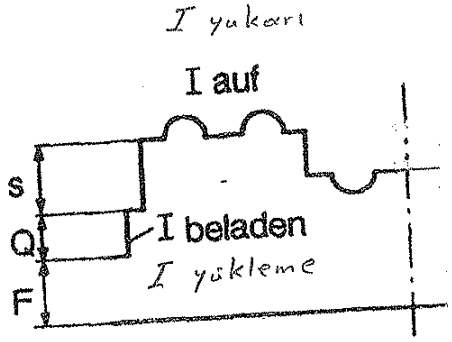
ele olmak üzere, hallat kullanımında göz önüne alınacak beş büyüklüğün sınır (Limit) değerlerinin (Tablo 1; 2) hesaplanması ve irdelenmesi istenmektedir.

Kabül:

Bir çalışma çevrim (periyodu) sayısı veya bir iş periyodu sayısı veya bir yük periyodu sayısı: Yüklü kafesin (veya skip'in) yukarıya çıkıp boşaltılması esnasında, yüksüz kafesin (veya skip'in) aşağı inip doldurulması olarak tanımlanır (Şekil 61 ve 62 yi inceleyiniz)



Şekil 61 - Koepe nakliyat sisteminin yukarı - aşağı hareketinde,
a) Yükleme sırası
b) Yükleme elemanları [L 2].
(Şekil 47'ye bakınız)
A - Molet $D_{R1} = 5,5$ m
B - KOEPE tahrik tamburu $D_T = 5$ m
C - Saptırma moleti $D_{R2} = 5,5$ m



Şekil 62 - Bir çalışma çevriminde (periyodunda) yükleme sırası.

Tablo 1 (veya 2) de adı geçen büyüklükleri hesaplamaya ve irdelemeye başlıyalım.

a) Donandt kuvveti (yükü) veya Donandt halat çekme kuvveti (yükü),

Seçilen taşıyıcı halat (Ana ihraç halatı):

6 x 36 WS - FC (R) 1770 B sZ/zS (TS EN 12385-6. Şekil 38)

Halat çapı ..... : $d = 50$ mm

Tambur çapı ..... : $D_T = 5000$ mm

Molet çapları ... : $D_R = 5500$ mm

a1) [L2] ye göre:

Halatın en fazla % 1'inin küçük olabileceği Donandt kuvveti için,

$$\left.\begin{aligned} q_0 &= 0{,}511 \\ q_1 &= -3{,}53 \end{aligned}\right\} \text{ (Tablo 38)}$$

Hesaplanan indirgenmiş halat kopma kuvveti veya hesaplanan özgül halat kopma kuvveti

$$\frac{Fr}{d^2} = 695 \text{ N/mm}^2 \quad \text{(Tablo 25)}$$

$F_r = 695 . 50^2$

$\| F_r = 1737500\ N \cong 1740\ kN$

- Halatın düz yönde eğilmesi halinde Donanım kuvveti (yükü),

$S_{D1R} = q_0 \cdot F_r + q_1 \frac{d}{D} F_r$ (Eşitlik 34)

([L2]'de $F_{min.}$ yerine F_r alınmıştır)

$S_{D1R} = \left(0{,}511 - 3{,}53 \frac{50}{5000}\right) 1740$

$\| S_{D1R} \cong 828\ kN$ ($D_R = 5500$ mm. için 833 kN bulunurdu)

- Halatın ters yönde eğilmesi halinde Donanım kuvveti (yükü),

$S_{D1Z} = (q_0 - 0{,}035) F_r + (q_1 - 0{,}25) \frac{d}{D} \cdot F_r$

(Eşitlik 35)

$S_{D1Z} = \left[(0{,}511 - 0{,}035) + (-3{,}53 - 0{,}25) \frac{50}{5000}\right] \cdot 1740$

$\| S_{D1Z} \cong 762\ kN$ ($D_R = 5500$ mm. için 768 kN bulunurdu)

Halat çekme kuvveti

$\| S = 228\ kN$ (sayfa: 106)

Her iki Donanımlı kuvveti de, hesaplanan halat çekme kuvvetinden daha büyüktür yani uygundur.

$$\| S_{01z} (= 762\,kN) > S (= 228\,kN) \quad \text{(Eşitlik 33)}$$

az) [L6]'ya göre:

$$\left.\begin{aligned} q_0 &= 0{,}608 \\ q_1 &= -4{,}20 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 36, 37)}$$

Özgül minimum halat kopma kuvveti,

$$\frac{F_{min.}}{d^2} = 584\ N/mm^2 \quad \text{(Tablo 24)}$$

$$F_{min.} = 584 \cdot 50^2$$

$$\| F_{min.} = 1460000\,N = 1460\,kN$$

- Halatın düz yönde eğilmesi halinde,

$$S_{01\Omega} = q_0 \cdot F_{min} + q_1 \frac{d}{D} F_{min.} \quad \text{(Eşitlik 34)}$$

$$S_{01\Omega} = \left(0{,}608 - 4{,}20 \frac{50}{5000}\right) 1460$$

$$\| S_{01\Omega} = 826\,kN \quad ([L2]\text{ de } 828\,kN)$$

- Halatın ters yönde eğilmesi halinde,

$$S_{01z} = (q_0 - 0{,}035) \cdot F_{min} + (q_1 - 0{,}25) \frac{d}{D} \cdot F_{min.}$$

(Eşitlik 35)

$$S_{D1z} = \left[\left(0{,}608 - 0{,}035 \right) + \left(-4{,}20 - 0{,}25 \right) \frac{50}{5000} \right] 1460$$

$$\| S_{D1z} = 771{,}61 \text{ kN} \quad ([L2] \text{ de } 762 \text{ kN}) \|$$

İrdeleme :

- [L2] ve [L6] da ; $F_{min.}$, F_r, q_0, q_1 değerlerinin farklı olmasına rağmen, hesaplanan Donandt kuvvetleri birbirine çok yakın çıkmıştır.
- Dr. Y. Aytaç ONUR (Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü 67100 ZONGULDAK) hocam'dan tarafıma gönderilen, Stuttgart Üniversitesinin hazırladığı excel dosyasına (EK-1) göre ;

$$S_{D1} = 771{,}74 \text{ kN}$$
$$F_{min.} = 1460{,}25 \text{ kN}$$

çıktı sonuçları ile [L6] ya göre hesaplanmış

$$S_{D1z} = 771{,}61 \text{ kN}$$
$$F_{min} = 1460 \text{ kN}$$

sonuç değerleri AYNIDIR.

b) Halat emniyet katsayısı (Statik emniyet faktörü) ;

- Feyrer hocaya göre [L6] ;

$$V = \frac{F_{min.}}{S} \quad \text{(Tablo 1)}$$

Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile ilgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- XIII -

$$\| \nu = \frac{1460}{228} = 6,4$$

$\nu_{malzeme} \geq 7$ olmalı (Sayfa : 53)

- EK-1 'e göre ;

$$n_ü = \frac{F_{min.}}{S} = \frac{1460,25}{228}$$

$$\| n_ü = 6,4$$

- TS EN 12385-6 standardına göre ;

En küçük toplam (teorik) kopma kuvveti (Hesaplanan kopma yükü)

$F_{e.min} = 1792$ kN (Sayfa : 106)

$$\nu = \frac{F_{e.min.}}{S} = \frac{1792}{228}$$

$$\| \nu = 7,86 > 7$$ Uygundur (Sayfa : 96'yı inceleyiniz)

c) Halatı servis dışı bırakacak tel kırık sayısı ;

- Halatın düz yönde eğilmesi halinde

$$BASOL = f_0 - f_1 \left(\frac{S}{d^2}\right)^2 - f_2 \left(\frac{d}{D}\right)^2 - f_3 \left(\frac{S}{d^2}\right)^2 \left(\frac{d}{D}\right)^2$$

(Eşitlik 36)

Warrington - Seale FC-8x36-sz halatı için,

$f_0 = 29$
$f_1 = 0,000271$
$f_2 = 2400$
$f_3 = 0,0403$
} (Tablo 39, 40)

Halatımız 6 demetli. 6 demetli halatın tel kırık sayısı 8 demetli halatın tel kırık sayısının 6/8'i yani %75'i dir. (Tablo 40 dip notu)

$$B_{A30\Omega} = \frac{6}{8}\left[29 - 0,000271\left(\frac{228000}{50^2}\right)^2 - 2400\left(\frac{50}{5000}\right)^2 - 0,0403\left(\frac{228000}{50^2}\right)^2\left(\frac{50}{5000}\right)^2\right]$$

$\Rightarrow B_{A30\Omega} \simeq 20$ ($D_R = 5500$ mm için, $B_{A30\Omega} \simeq 20$ bulunmuştu)

Halatın ters yönde eğilmesi halinde,

Tablo 40 dip notuna göre,

$\frac{S}{d^2}$ değeri $50\ N/mm^2$ kadar arttırılır.

$$\frac{S_2}{d^2} = \frac{S}{d^2} + 50 = \frac{228000}{50^2} + 50$$

$$\Rightarrow \frac{S_2}{d^2} = 141,2\ N/mm^2$$

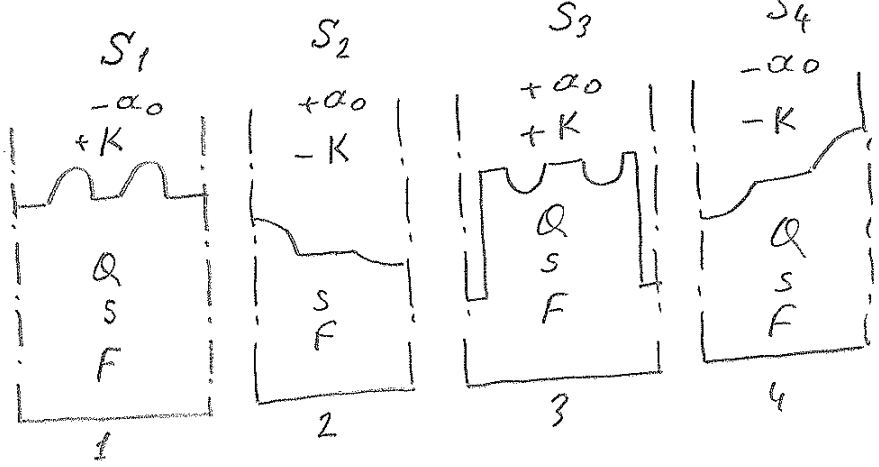
$$B_{A302} = \frac{6}{B}\left[29 - 0{,}000271\,(141{,}2)^2 - 2400\left(\frac{50}{5000}\right)^2 - 0{,}0403\,(141{,}2)^2\left(\frac{50}{5000}\right)^2\right]$$

$\| B_{A302} \cong 17$ ($D_R = 5500$ mm için, $B_{A302} \cong 17$ bulunmuştu)

İrdelemeden önce halat çekme kuvvetlerini bulalım;

- Halat çekme kuvvetleri;

Şekil 48 ve Örnek 18/5 'ten faydalanarak standart yükleme elemanları;



$(Q+S+F)_{kütle} = 93045{,}96/4 = 23261{,}49$ kg. $\cong 228$ kN

$(Q+S+F)_{kuvvet} = 912780{,}87/4 = 16972{,}04$ kg

$(S+F)_{kütle} = 67888{,}16/4$

(Tab. 32)

K - Hareketin sürtünme kuvveti

T.Ö çalışması [L 7]'den :

Kuyu verimi (Literatürdeki semboller ile),

Kuyu halatındaki sürtünme kuvveti F_R olmak üzere, kuyu verimi η_s, sürtünmesiz halat gücünün, sürtünmeli halat gücüne oranıdır.

$$\eta_s = \frac{G_ü \cdot V_m}{(G_ü + F_R) \cdot V_m}$$

$$F_R = \frac{G_ü}{\eta_s} - G_ü$$

$G_ü$ - Max. faydalı kütle miktarı

$$G_ü = G_N + G_{sü}$$

$G_{sü}$ - Dengelenmemiş halat kütlesi

$$G_{sü} = 93045,96 - (67888,16 + 25000)$$

$$G_{sü} = 157,8 \text{ kg}. \quad \text{(Tablo 32)}$$

G_N - Faydalı yük kütlesi

$$G_N = 25000 \text{ kg}.$$

$G_{sü}$ değerini G_N yanında ihmal edebiliriz

η_s ;

- Çok iyi bakımlı ve makaraları kayıtlı (kılavuzlu) kuyularda %94

- Bakımsız kuyular için de %85 alınabilir.

$\eta_s = 0,94$ kabulü ile F_R sürtünme kuvveti,

$$F_R = \left(\frac{25000}{0,94} - 25000\right) kg \cdot 9,81\ m/s^2$$

$$\| F_R = 15654\ N \cong 16\ kN$$

4 taşıyıcı halat olduğuna göre,

$$K = 16\ kN / 4$$

$$\| K = 4\ kN$$

- $S_1 = (F + Q + s)(f - a_0) + K$ (Eşitlik 28)

Hızlanma ve yavaşlama ivmeleri

$a_{yavaşlama} = a_{hızlanma} = a_0 = 1\ m/s^2$

$$S_1 = (23261,49)(9,81 - 1) + 4000$$

$$S_1 = 208933,73\ N$$

$$\| S_1 \cong 209\ kN$$

- $S_2 = (F + s)(f + a_0) - K$ (Eşitlik 29)

$$S_2 = (16972,04)(9,81+1) - 4000$$

$$S_2 = 179467,75\ N$$

$$\| S_2 \tilde{=} 180\ kN$$

- $S_3 = (F + Q + s)(f + \alpha_0) + K$ (Eşitlik 30)

$$S_3 = (23261,49)(9,81+1) + 4000$$

$$S_3 = 255456,7\ N$$

$$\| S_3 = 256\ kN$$

- $S_4 = (F + Q + s)(f - \alpha_0) - K$ (Eşitlik 32)

$$S_4 = (23261,49)(9,81-1) - 4000$$

$$S_4 = 200933,73\ N$$

$$\| S_4 \tilde{=} 201\ kN$$

ΔS - üst ve alt halat çekme kuvvetleri arasındaki fark.

$$\Delta S = S - S_u \quad \text{(sayfa : 175)}$$

S - Halat çekme kuvveti üst sınırı

$$S = S_3 = 256\ kN$$

S_U - Halat çekme kuvveti alt sınırı

$S_U = F \cdot f$ (sayfa: 227)

F - Kafes (skip) ve koşum takımı kütlesi

$F = (5036 + 1792 + 31500 + 1793 + 1488) / 4$

$F = 10402{,}25$ kg. (şekil 3)

$S_U = 10402{,}25 \cdot 9{,}81 = 102046$ N

$\| S_U = 102$ kN

$\Delta S = 256 - 102$

$\| \Delta S = 154$ kN

$\frac{\Delta S}{S (= S_3)} = \frac{154}{256}$

$\| \Delta S / S = 0{,}60$

Eşdeğer halat çekme kuvveti;

$S_{eşdeğer} = S_{eq} = S \cdot f_{SS}$ (Eşitlik 52)

f_{SS} - Eşdeğer kuvvet faktörü

$$f_{SS} = 1 + \frac{(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot \alpha \cdot \frac{\Delta S}{d^2}) (1{,}1 \frac{\Delta S}{d^2} - 0{,}1 \frac{S}{d^2}) \cdot \alpha}{145000 \frac{S}{d} \cdot \frac{d}{D} + 600 \frac{S}{d} + 0{,}2 \cdot \alpha \cdot \frac{S}{d^2}}$$

(Eşitlik 53)

Warrington - Seale 6x36 - FC halat için,

$$\left.\begin{array}{l} d/\delta = 18 \\ a = 2{,}55 \end{array}\right\} \text{(Tablo 57)}$$

$$f_{55} = 1 + \frac{(1{,}31 - 0{,}0014 \cdot 2{,}55 \cdot \frac{154000}{50^2}) / (1{,}1 \frac{154000}{50^2} - 9{,}1 \frac{256000}{50^2}) \cdot 2{,}55}{145000 \frac{1}{18} \cdot \frac{50}{5000} + 600 \frac{1}{18} + 0{,}2 \cdot 2{,}55 \cdot \frac{256000}{50^2}}$$

$$\| f_{55} = 1{,}96254$$

$$S_{\text{eşdeğer}} = S_{3sn} = (256\ kN)(1{,}96254)$$

$$\| S_{3sn} \cong 502\ kN$$

Bulunan halat çekme kuvvetleri;

$S_1 = 209\ kN$
$S_2 = 180\ kN$
$S_3 = 256\ kN$
$S_{\text{eşdeğer}} = 502\ kN$
$S_4 = 201\ kN$

$$\left.\begin{array}{l} B_{A30sn} = 20 \\ B_{A30k} = 17 \end{array}\right\}$$

Tel kırık sayıları ise, max. statik halat çekme kuvveti $S = 228\ kN$ 'a göre hesaplandık.

Max. dinamik halat çekme kuvveti

$S_{max.} = S_3 = 256\ kN$ 'a göre B_{A30}

değerleri hesaplanırsa:

$$(B_{A3O\Omega})_{S3} = \frac{6}{8}\left[29 - 0{,}000271\left(\frac{256000}{50^2}\right)^2 - 2400\left(\frac{50}{5000}\right)^2 - 0{,}0403\left(\frac{256000}{50^2}\right)^2\left(\frac{50}{5000}\right)^2\right.$$

$$\Rightarrow (B_{A3O\Omega})_{S3} = 19$$

$$\frac{S_{3\Omega}}{d^2} = \frac{S_3}{d^2} + 50 = \frac{256000}{50^2} + 50$$

$$\frac{S_{3\Omega}}{d^2} = 152{,}4 \ N/mm^2$$

$$(B_{A3O\Omega})_{S3\Omega} = \frac{6}{8}\left[29 - 0{,}000271\,(152{,}4)^2 - 2400\left(\frac{50}{5000}\right)^2 - 0{,}0403\,(152{,}4)^2\left(\frac{50}{5000}\right)^2\right.$$

$$\Rightarrow (B_{A3O\Omega})_{S3\Omega} = 17$$

bulunur.

$S_{3eşdeğer} = 502\,kN$ için acaba BA3O sayısı ne olur.

$$(B_{A3O\Omega})_{S3\Omega} = \frac{6}{8}\left[29 - 0{,}000271\left(\frac{502000}{50^2}\right)^2 - 2400\left(\frac{50}{5000}\right)^2 - 0{,}0403\left(\frac{502000}{50^2}\right)^2\left(\frac{50}{5000}\right)^2\right.$$

$$\| \; (B_{A30\Omega})_{S_{3\Omega}} = 13$$

$$\frac{S_{3\Omega\eta}}{d^2} = \frac{S_{3\Omega}}{d^2} + 50 = \frac{502000}{50^2} + 50$$

$$\frac{S_{3\Omega\eta}}{d^2} = 250,8 \; N/mm^2$$

$$(B_{A30\eta})_{S_{3\Omega\eta}} = \frac{6}{8}\Big[29 - 0,000271\,(250,8)^2 - 2400\left(\frac{50}{5000}\right)^2 - 0,0403\,(250,8)^2\left(\frac{50}{5000}\right)^2$$

$$\| \; (B_{A30\eta})_{S_{3\Omega\eta}} \cong 9$$

İrdeleme :

- Halatın ;
  - Çalışma süresi ..... : > 16 saat/gün (V5)
  - Yükleme durumu ..... : Ağır

Tahrik grubu (veya işletme sınıfı)

$\| \; 5m$ (Tablo 16 ; 17)

Buna göre halatın 6x36 (14/7 + 7/7/1) servis dışı kalacağı tel kırık sayısı $L = 30 \cdot d$ ve çapraz sarım için :

- TS ISO 4309 'a göre,
  ||29 (Tablo 41; 42)
- DIN 15020 'ye göre;
  ||29 (Tablo 43)

• Hesaplanan değerler;

$$\begin{cases} (B_{A3O\Omega})_{S=228\,kN} = 20 \\ (B_{A3O_2})_{S=228\,kN} = 17 \end{cases}$$

$$\begin{cases} (B_{A3O\Omega})_{S_3=256\,kN} = 19 \\ (B_{A3O_2})_{S_3=256\,kN} = 17 \end{cases}$$

$$\begin{cases} (B_{A3O\Omega})_{S_{3eşdeğer}=502\,kN} = 13 \\ (B_{A3O_2})_{S_{3eşdeğer}=502\,kN} = 9 \end{cases}$$

• EK-1 'e göre;

Max. dinamik halat çekme kuvveti

$S_{max.} = S_3 = 256$ kN 'a karşılık gelen

$S_{3\Omega} = 502$ kN eşdeğer halat çekme kuvveti

için;

- Program çıktısı : $B_{A3O} = 13$
- Hesaplanan " : $(B_{A3O\Omega})_{S_{3\Omega}=502\,kN} = 13$

dür..

EK-1 deki programda, farklı (herhangi) S halat çekme kuvvetleri için aşağıdaki çıktı değerleri elde edildi

S [kN]	f_{S5}	$S_{eşdeğer}$ [N]	B_{A30}
200	1,841	368 180	17
300	2,031	609160	9
350	2,090	731459	4

ve, $S_{eşdeğer}$ kuvveti ile hesap yaptığımızda da sırası ile $B_{A30\Omega} = 17 ; 9 ; 4$ program çıktıları aynen bulundu. Dolayısıyla;

$S_{eşdeğer}$ kuvveti ile hesaplanan veya programdan (EK-1) okunan $B_{A30\Omega}$ değeri tarafımızdan esas alınmıştır.

$$\left(B_{A30\Omega}\right)_{S_{3\Omega} = 502kN} = 13$$

Bu değer aşıldığında, halat servis dışı bırakılır. TS ISO 4309 [L3] 'ten bilgi notu:

Sentetik makaralar ve sentetik gömlekli metal makaralar ile kısmen veya tamamen çalışan halatın çalıştığı yerlerde, dıştatel kırılmaları görülmeden veya halatın dış çevresinde önemli bir aşınma tespit edilmeden, çok sayıda iç tel kırılmaları oluşabilir.

Bilindiği gibi standart, çelik malzemelerde çalışan yuvarlak demetli halatların kırık tel sayıları için sınır değerleri vermektedir.

Yaptığımız BA30 hesaplarında ise, adı geçen "f" katsayıları (Tablo 39; 40),

- Görülebilir tel kırıkları
- Manyetik yöntemle elde edilen tel kırıkları

için verilmiştir.

Bu nedenle uygulamamızdaki halat tel kırık sayılarının tespiti,

işçi sağlığı ve iş güvenliği tüzüğü gereğince belirli sürelerde ve istenilen halat boylarındaki ($L = 30.d$ gibi) tel kırık sayılarını (iç ve dış) grafik olarak veren "Tahribatsız halat kontrol cihazı" kullanılarak yapılmaktadır.

Yine Feyrer hocadan [L6];

- Halatın düz yönde eğilmesinde, halatı servis dışı bırakacak halat kuvvetinin limit (sınır) değeri;

$$S_G = S_{G\Omega} = S_{G,\text{düz yönde eğilme}}$$

$$S_{G\Omega} = d^2 \sqrt{\frac{-BA30_{min.} + f_0 - f_2 (d/D)^2}{f_1 + f_3 (d/D)^2}} \qquad \text{(Eşitlik 38)}$$

$$S_{GA} = 50^2 \sqrt{\frac{-13 + 29 - 2400(50/5000)^2}{0,000271 + 0,0403(50/5000)^2}}$$

$$\| \; S_{GA} = 598450\ N = 598,45\ kN$$

- Halatın ters yönde eğilmesinde, halatı servis dışı bırakacak halat kuvvetinin limit (sınır) değeri,

$$S_G = S_{G2} = S_G, \text{ ters yönde eğilme}$$

$$S_{G2} = S_{GA} - 50 \cdot d^2 \quad (\text{Eşitlik } 39)$$

$$S_{G2} = 598450 - 50 \cdot 50^2$$

$$\| \; S_{G2} = 473450 = 473,45\ kN$$

Kontrol :

$$\left.\begin{array}{l} S_{GA}\ (=598,45\,kN) > S\ (=228\,kN) \\ \| \; S_{G2}\ (=473,45\,kN) > S\ (=228\,kN) \end{array}\right\} \text{Uygundur.}$$

Uygulamada sınır kuvvet S_G, Donanım kuvvetinden (S_D) daha küçüktür [L 2].

$$S_D = 771,61\ kN \quad (\text{sayfa : 240})$$

$$\| \; S_G\ (=598,45\,kN) < S_D\ (=771,61\,kN) \quad \text{Uygundur.}$$

Not. Tambur çapı $D_T = 5000$ mm. molet çapı $D_R = 5500$ mm dir. Küçük çap ile daha küçük değerler elde edilebileceğinden emniyetli çalışma için hesaplarda küçük çap kullanılmıştır.

d) Teorik halat ömrü (Halat çalışma çevrim sayısı);

Önce, N_{A10} değerini hesaplayalım

N_{A10} – %95 kesinlikte, halatların %10'undan daha fazlası servis dışı bırakılmayacak güvenilirliğe karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme çevrim sayısı (%95 kesinlikte halat. servis dışı bırakma ömrü). %95 güvenilirlik ile halatların en fazla %10'undan daha az servis dışı bırakılabileceğini tanımlaması da yapılabilir.

Halatın düz yönde eğilme çevrim sayısı veya eğilme periyodu sayısı;

$$\log N = b_0 + (b_1 + b_3 \log \frac{D}{d})(\log \frac{S}{d^2} - 0{,}4 \log \frac{R_o}{1770}) + b_2 \log \frac{D}{d} + \log f_d + \log f_L + \log f_c$$

(Eşitlik 42)

b_i sabitleri,

Warrington - Seale FC - 8x36 - sz halat ve N_{A10} için,

$$\left.\begin{aligned} b_0 &= -1,731 \\ b_1 &= 1,322 \\ b_2 &= 8,070 \\ b_3 &= -2,649 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 5.1 b)}$$

(Değerler 8 demetli halat içindir. 6 demetli kullandığımız halat için fc faktörü ile düzeltme yapılacaktır)

f_d - Halat kapı düzeltme faktörü

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (d/16)^{0,3}} \quad \text{(Eşitlik 43)}$$

$$f_d = \frac{0,52}{-0,48 + (50/16)^{0,3}}$$

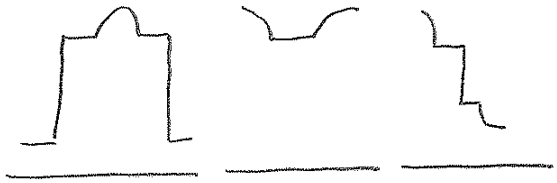
$$\| f_d = 0,56$$

f_L - Halat eğilme uzunluğu düzeltme faktörü

$$f_L = \frac{1,54}{2,54 - \left(\frac{L/d - 2,5}{57,5}\right)^{-0,14}} \quad \text{(Eşitlik 44)}$$

L - Eğilme uzunluğu

Şekil 61 ve Şekil 47 incelendiğinde, yükleme elemanları (yük bileşenleri)



$W_{sz} = 1$ $W_{s} = 1$ $W_{z} = 1$

Her çalışma çevriminde;

W_{s} = 1 Düz yöndeki eğilme sayısı (A molefi üzerinde)

W_{sz} = 1 Bileşik (kombine veya değişken çekme ve eğilme) yük eğilme sayısı (B tamburu üzerinde)

W_{z} = 1 Ters yönde eğilme sayısı (C saptırma molefi üzerinde)

Toplam eğilme değişim sayısı,

$$W = W_{s} + W_{sz} + 2 \cdot W_{z}$$

W_{z} iki eğilme sayılır (Eşitlik 27)

$$W = 1 + 1 + 2 \cdot 1$$

$$\| \; W = 4$$

$W = 4$ için

$L/h = 0,79$ (Tablo 47)

h - Yük stroku (Yük çalışma yolu)

$h = 651$ m (Şekil 1, 2)

$L = 0{,}79 \cdot 651$

$\| L = 514000$ mm.

$$f_L = \frac{1{,}54}{2{,}54 - \left(\frac{514000/50 - 2{,}5}{57{,}5}\right)^{-0{,}14}}$$

$\| f_L = 0{,}749$

f_C - Halat özü ve demet sayısı düzeltme faktörü

Halat, Lif özlü (FC) ve 6 demetli.

$\| f_C = 0{,}94$ (Tablo 53)

Düzeltme faktörleri toplamı,

$\log f_d + \log f_L + \log f_C = \log 0{,}56 + \log 0{,}749 + \log 0{,}94$

$\| \log f_d + \log f_L + \log f_C = -0{,}4042$

Sayfa 293 teki standart yükleme elemanlarını yeniden göz önüne alalım.

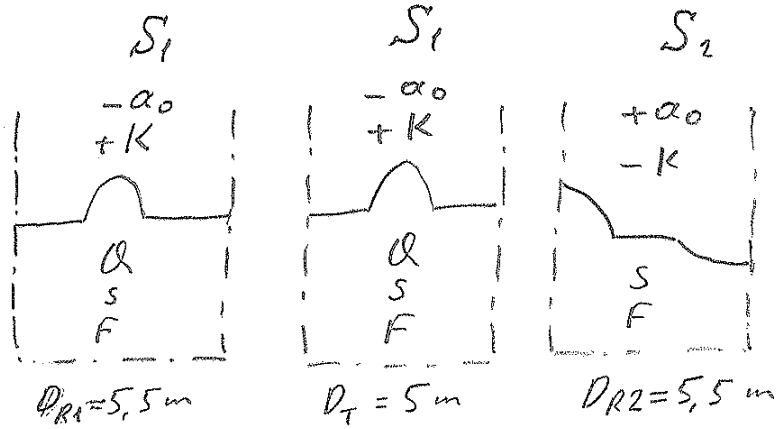
Yaralanmadaki halat çekme kuvvetleri;

$S_1 = 209\ kN$ (Yüklü taraf)

$S_2 = 180\ kN$ (Yüksüz taraf)

Halat S_1 kuvveti altında, $D_{R1} = 5{,}5\ m$ çapındaki A maleti ve $D_T = 5\ m$ çapındaki B tamburu üzerinde düz yönde eğilmeye çalışır.

Halat S_2 kuvveti altında, $D_{R2} = 5{,}5\ m$ çapındaki saptırma maleti üzerinde ters yönde eğilmeye çalışır.



S_1 kuvveti ve D_{R1} çapı için;

$$(\log N_{MO21})_{D_{R1}} = -1{,}731 + (1{,}322 - 2{,}649 \log \frac{5500}{50})$$

$$(\log \frac{209000}{50^2} - 0{,}4 \log \frac{1770}{1770})$$

$$+ 8{,}070 \log \frac{5500}{50} - 0{,}4042$$

$$(\log N_{A10\Omega 1})_{D_{R1}} = 6,4854$$

$$(\ln N_{A10\Omega 1})_{D_{R1}} = (\log N_{A10\Omega 1})_{D_R} \cdot \ln 10$$

$$(\ln N_{A10\Omega 1})_{D_{R1}} = 6,4854 \cdot \ln 10 = 14,933$$

$$(N_{A10\Omega 1})_{D_{R1}} = e^{14,933}$$

$$\| (N_{A10\Omega 1})_{D_{R1}} = 3057584$$

- S_1 kuvveti ve D_T çapı için,

$$(\log N_{A10\Omega 1})_{D_T} = -1,731 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5000}{50}) (\log \frac{209000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}) + 8,070 \log \frac{5000}{50} - 0,4042$$

$$(\log N_{A10\Omega 1})_{D_T} = 6,3621$$

$$(\ln N_{A10\Omega 1})_{D_T} = 6,3621 \cdot \ln 10 = 14,649$$

$$(N_{A10\Omega 1})_{D_T} = e^{14,649}$$

$$\| (N_{A10\Omega 1})_{D_T} = 2302018$$

Halatlı İşletmelerde,

"HALAT ÖMRÜ"

ile ilgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- XIV -

• S_2 kuvveti ve D_{R2} çapı için,

Halatın ters yönde eğilme çevrim sayısı,

$$N_{\Omega 2} = a_0 \cdot N_{\Omega 2}^{a_1} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^{a_2}$$ (Eşitlik 46)

denklemi ile verilmiştir. Dolayısıyla önce

$(N_{A10\Omega 2})_{D_{R2}}$ düz yöndeki eğilme çevrim

sayısı hesaplanmalıdır.

$$(\text{Log} N_{A10\Omega 2})_{D_{R2}} = -1,731 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5500}{50}) \left(\log \frac{180000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,070 \log \frac{5500}{50} - 0,4042$$

$$(\text{Log} N_{A10\Omega 2})_{D_{R2}} = 6,75043$$

$$(\text{Ln} N_{A10\Omega 2})_{D_{R2}} = 6,75043 \cdot \ln 10 = 15,54$$

$$(N_{A10\Omega 2})_{D_{R2}} = e^{15,54}$$

$$\| \quad (N_{A10\Omega 2})_{D_{R2}} = 5\,628\,982$$

Düzeltme faktörleri göz önüne alınırsa, düzeltilmiş teorik, halatı servis dışı bırakma ömrü,

$$N_{A\text{düzeltilmiş}} = N_A \cdot f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4} \quad \text{(Eşitlik 98)}$$

yazılabilir. Burada, Şekil 55 'ten :

$f_{N1} = 1,0$ (Halat yağlama faktörü)

$f_{N2} = 1,0$ (Kenar sapma faktörü. Kenar sapma açısı $\gamma = 0$)

f_{N3} – Plastik yuvarlak yiv faktörü

Tahrik tamburu ve makaralerin halat yuvaları, "özel termoplastik sentetik malzemeler" ile (EK-7) kaplanmış olduğundan f_{N3} faktörü

$$f_{N3} = 0,75 + 0,36 \frac{S/d^2}{D/d} - 0,023 \left(\frac{S/d^2}{D/d} \right)^2$$

eşitliğinden hesaplanır.

$\left.\begin{aligned} S_1 &= 209 \text{ kN} \\ D_{R1} &= 5,5 \text{ m} \end{aligned}\right\}$ için,

$$(f_{N3})_{S_1, D_{R1}} = 0,75 + 0,36 \frac{\frac{209000}{50^2}}{\frac{5500}{50}} - 0,023 \left(\frac{209000/50^2}{5500/50} \right)^2$$

$$\| \; (f_{N3})_{S_1, D_{R1}} = 1,01 \cong 1,0$$

$S_1 = 209\ kN$ } için
$D_T = 5\ m$ }

$$(f_{N3})_{S_1, D_T} = 0,75 + 0,36 \frac{209000/50^2}{5000/50} - 0,023 \left(\frac{209000/50^2}{5000/50} \right)^2$$

$$\| \; (f_{N3})_{S_1, D_T} = 1,035 \cong 1,0$$

$S_2 = 180\ kN$ } için
$D_{R2} = 5,5\ m$ }

$$(f_{N3})_{S_2, D_{R2}} = 0,75 + 0,36 \frac{180000/50^2}{5500/50} - 0,023 \left(\frac{180000/50^2}{5500/50} \right)^2$$

$$\| \; (f_{N3})_{S_2, D_{R2}} = 0,976 \cong 1,0$$

---

f_{N4} - Halat burulma faktörü

$f_{N4} = 1,0$ (Halat burulması yok)

Su halde f_N faktörü,

$$f_N = f_{N1} \cdot f_{N2} \cdot f_{N3} \cdot f_{N4} = f_{N3} \cong 1,0$$

şeklinde yazılabilir.

$$\left(N_{A10\Omega 1\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R1}} = \left(N_{A10\Omega 1}\right)_{D_{R1}} \cdot f_{N3}$$

$$= 3057584 \cdot 1,0$$

$$\left(N_{A10\Omega 1\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R1}} = 3057584$$

Aynı şekilde,

$$\left(N_{A10\Omega 1\ düzeltilmiş}\right)_{D_T} = 2302018$$

$$\left(N_{A10\Omega 2\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R2}} = 5628982$$

Halatın ters yönde eğilmesi halinde,

$$\left(N_{A10\Omega 2\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R2}} = \alpha_0 \cdot \left(N_{A10\Omega 2\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R2}}^{\alpha_1} \left(\frac{D}{d}\right)^{\alpha_2}$$

Bu eşitlikte dikkat edilecek nokta, şayet birbiri ile eş çalışan iki halat çapı aynı değilse D çapı yerine

$$D_m = \frac{2 \cdot D_1 \cdot D_2}{D_1 + D_2} = \frac{2\, D_T \cdot D_{R2}}{D_T + D_{R2}}$$

çapı kullanılır.

$$D_m = \frac{2 \cdot 5 \cdot 5,5}{5 + 5,5}$$

$$D_m = 5,238\ m$$

α, sabitleri N_{A10} için

$$\left.\begin{aligned} \alpha_0 &= 2,670 \\ \alpha_1 &= 0,671 \\ \alpha_2 &= 0,499 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 54)}$$

$$\left(N_{A10>2\ \text{düzeltilmiş}}\right)_{D_{R2}} = 2,670 \cdot (5628982)^{0,671} \cdot \left(\frac{5238}{50}\right)^{0,499}$$

$$\left(N_{A10>2\ \text{düzeltilmiş}}\right)_{D_{R2}} \cong 920719$$

Sayfa 243 teki standart yükleme elemanlarını ele önüne alalım.

Hızlanmadaki halat çekme kuvvetleri;

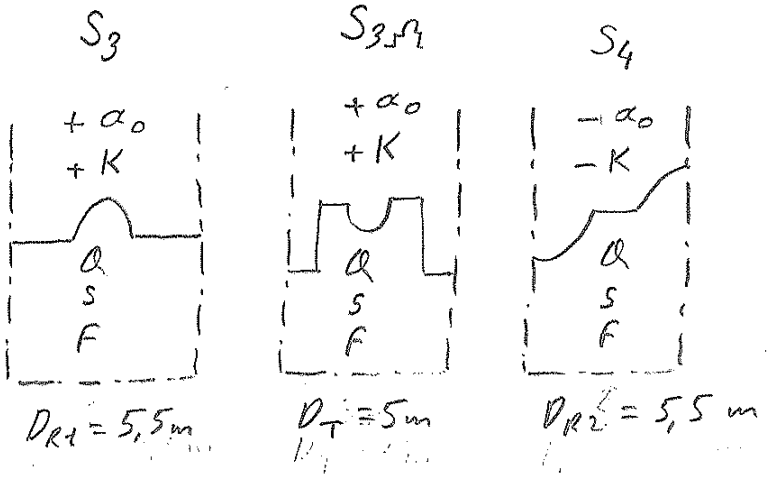
$S_3 = 256$ kN

$S_{3sh} = S_{3\text{eşdeğer}} = 502$ kN

$S_4 = 207$ kN

Halat S_3 kuvveti altında $D_{R1} = 5,5$ m çapındaki A maleti üzerinde düz eğilme, S_{3sh} kuvveti altında $D_T = 5$ m çapındaki B tamburu üzerinde değişken çekme ve eğilmeden dolayı düz yönde eğilmeye çalışır.

Halat S_4 kuvveti altında, $D_{R2} = 5,5$ m çapındaki saptırma maleti üzerinde ters yönde eğilmeye çalışır.



• S_3 kuvveti ve D_{R1} kapı için,

$$(\log N_{A10\Omega 3})_{D_{R1}} = -1,731 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5500}{50}) \left(\log \frac{256000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,070 \log \frac{5500}{50} - 0,4042$$

$$(\log N_{A10\Omega 3})_{D_{R1}} = 6,1255$$

$$(\ln N_{A10\Omega 3})_{D_{R1}} = 6,1255 \cdot \ln 10 = 14,104$$

$$(N_{A10\Omega 3})_{D_{R1}} = e^{14,104}$$

$$\| \; (N_{A10\Omega 3})_{D_{R1}} = 1374930$$

Düzeltme faktörü,

$$(f_{N3})_{S3, D_{R1}} = 0,75 + 0,36 \frac{256000/50^2}{5500/50} - 0,023 \left(\frac{256000/50^2}{5500/50}\right)^2$$

$$\| \; (f_{N3})_{S3, D_{R1}} = 1,06$$

$$\left(N_{A10\Omega 3\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R1}} = 1336930 \cdot 1,06$$

$$\left(N_{A10\Omega 3\ düzeltilmiş}\right)_{D_{R1}} = 1415026$$

- $S_{3\Omega}$ kuvveti ve D_T çapı için,

$$\left(\log N_{A10\Omega 3}\right)_{D_T} = -1,731 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5000}{50})\left|\log \frac{502000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right| + 8,070 \log \frac{5000}{50} - 0,4042$$

$$\left(\log N_{A10\Omega 3}\right)_{D_T} = 4,85$$

$$\left(\ln N_{A10\Omega 3}\right)_{D_T} = 4,85 \cdot \ln 10 = 11,165$$

$$\left(N_{A10\Omega 3}\right)_{D_T} = 70633$$

$$\left(f_{N3}\right)_{S\Omega, D_T} = 0,75 + 0,36 \frac{502000/50^2}{5000/50} - 0,023 \left(\frac{502000/50^2}{5000/50}\right)^2$$

$$\left(f_{N3}\right)_{S\Omega, D_T} = 1,38$$

$$\left(N_{A10\Omega 3\ düzeltilmiş}\right)_{D_T} = 70633 \cdot 1,38$$

$$\| \left(N_{A10\Omega 3\ düzeltilmiş}\right)_{D_T} = 97473$$

• S_4 kuvveti ve D_{R2} çapı için,

$$\left(Log\, N_{A10\Omega 4}\right)_{D_{R2}} = -1,731 + \left(1,322 - 2,649 \log \frac{5500}{50}\right) \left(\log \frac{201000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,070 \log \frac{5500}{50} - 9,4042$$

$$\left(\log N_{A10\Omega 4}\right)_{D_{R2}} = 6,5547$$

$$\left(Ln\, N_{A10\Omega 4}\right)_{D_{R2}} = 6,5547 \cdot Ln10 = 15,0926$$

$$\| \left(N_{A10\Omega 4}\right)_{D_{R2}} = 3586172$$

$$\left(f_{N3}\right)_{S_4, D_{R2}} = 0,75 + 0,36 \frac{201000/50^2}{5500/50} - 0,023 \left(\frac{201000/50^2}{5500/50}\right)^2$$

$$\| \left(f_{N3}\right)_{S_4, D_{R2}} = 1,0$$

$(N_{A1O\Omega4\ düzeltilmiş})_{D_{R2}} = 3586172 \cdot 1,0$

$\Rightarrow (N_{A1O\Omega4\ düzeltilmiş})_{D_{R2}} = 3586172$

$(N_{A1O\Omega4\ düzeltilmiş})_{D_{R2}} = 2,670 (3586172)^{0,671} \left(\frac{5238}{50}\right)^{0,499}$

$\Rightarrow (N_{A1O\Omega4\ düzeltilmiş})_{D_{R2}} = 680372$

DÜZELTİLMİŞ sonuçları toplu olarak gösterelim :

$(N_{A1O\Omega1})_{D_{R1}} =$ $(N_{A1O\Omega1})_{D_{R1}} = 3057584$

$(N_{A1O\Omega1})_{D_T} =$ $(N_{A1O\Omega1})_{D_T} = 2302018$

$(N_{A1O\Omega2})_{D_{R2}} = 5628982$ $(N_{A1O\Omega2})_{D_{R2}} = 920719$

$(N_{A1O\Omega3})_{D_{R1}} =$ $(N_{A1O\Omega3})_{D_{R1}} = 1415026$

$(N_{A1O\Omega3})_{D_T} =$ $(N_{A1O\Omega3})_{D_T} = 97473$

$(N_{A1O\Omega4})_{D_{R2}} = 3586172$ $(N_{A1O\Omega4})_{D_{R2}} = 680372$

Artık Z_{A10} değerini hesaplayabiliriz.

Z_{A10} - Tel hatlarının en fazla %10 'unun servis dışı bırakıldığı "Hatlar çalışmaz çevrim sayısı"

Palmgren - Miner kuralına göre;

$$\frac{1}{Z_{A10}} = \frac{W_{S_1}}{N_{A10S_1}} + \frac{W_{S_2}}{N_{A10S_2}} + \frac{W_{S_3}}{N_{A10S_3}} \qquad \text{(Eşitlik 59, 60)}$$

$$\frac{1}{Z_{A10}} = \left[\frac{W_{S_1}}{N_{A10S_1}} \left(= \frac{1}{3057584} + \frac{1}{2302018} + \frac{1}{5628982} + \frac{1}{1415026} + \frac{1}{3586172} \right) + \frac{W_{S_2}}{N_{A10S_2}} \left(= \frac{1}{920719} + \frac{1}{680372} \right) + \frac{W_{S_3}}{N_{A10S_3}} \left(= \frac{1}{97473} \right) \right]$$

$$Z_{A10} = 67843$$

Düzeltme faktörlerini çözardı edelim

yani $f_N = 1$ ile DÜZELTİLMEMİŞ

$(Z_{A10})_{f_N=1}$ değerini hesaplayalım.

$$\frac{1}{(Z_{A10})_{f_N=1}} = \left[\frac{1}{3057584} + \frac{1}{2302018} + \frac{1}{5628982} + \frac{1}{1334930} + \frac{1}{3586172} + \frac{1}{920719} + \frac{1}{680372} + \frac{1}{70633}\right]$$

$$\| \; (Z_{A10})_{f_N=1} = 53531$$

İrdeleme :

- Çalışma çevrim sayısı

$Z = 53800$ (EK-1 Program)

$(Z_{A10})_{f_N=1} = 53531$ (Hesaplanan)

- Değişken çekme ve eğilme çevrim sayısı

$N_{çekme} = 70800$ (EK-1 Program)

$(N_{A10 sr 3})_{D_T, f_N=1} = 70633$ (Hesaplanan)

Görüldüğü gibi, program çıktıları ile hesaplanan değerler hemen hemen aynı.

Şimdi $\overline{N_A}$ değerini hesaplıyalım.

$\overline{N_A}$ - Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrüne karşılık gelen halatın düz yöndeki eğilme periyodu veya eğilme

çevrim sayısı (Ortalama, halat servis dışı bırakma ömrü)

$$\left.\begin{aligned} b_0 &= -1,351 \\ b_1 &= 1,322 \\ b_2 &= 8,070 \\ b_3 &= -2,649 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 51b)}$$

$$\left.\begin{aligned} f_d &= 0,56 \\ f_L &= 0,749 \\ f_C &= 0,94 \end{aligned}\right\} \text{Hesaplandı}$$

$$\log f_d + \log f_L + \log f_C = -0,4042 \quad \text{(Hesaplandı)}$$

$$\bullet \ (\log \overline{N}_{A\Omega 1})_{D_{R1}} = -1,351 + \left(1,322 - 2,649 \log \frac{5500}{50}\right)\left(\log \frac{209000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8,070 \log \frac{5500}{50} - 0,4042$$

$$(\log \overline{N}_{A\Omega 1})_{D_{R1}} = 6,8654$$

$$(\ln \overline{N}_{A\Omega 1})_{D_{R1}} = 6,8654 \cdot \ln 10 = 15,808$$

$$\| \ (\overline{N}_{A\Omega 1})_{D_{R1}} = 7334633$$

$$(f_{N3})_{S1, D_{R1}} \cong 1,0$$

$$\| \ (\overline{N}_{A\Omega 1 \text{düzeltilmiş}})_{D_{R1}} = 7334633$$

- $(\log \bar{N}_{A\Omega 1})_{D_T} = -1,351 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5000}{50}) (\log \frac{209000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}) + 8,07 \log \frac{5000}{50} - 0,4042$

$(\log \bar{N}_{A\Omega 1})_{D_T} = 6,7421$

$\| (\bar{N}_{A\Omega 1})_{D_T} = 5522046$

$(f_{N3})_{S_1, D_T} \tilde{=} 1$

$\| (\bar{N}_{A\Omega 1 \text{ düzeltilmiş}})_{D_T} = 5522046$

- $(\log \bar{N}_{A\Omega 2})_{D_{R2}} = -1,351 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5500}{50}) (\log \frac{180000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770}) + 8,070 \log \frac{5500}{50} - 0,4042$

$(\log \bar{N}_{A\Omega 2})_{D_{R2}} = 7,13043$

$\| (\bar{N}_{A\Omega 2})_{D_{R2}} = 13502992$

$(f_{N3})_{S_2, D_{R2}} \tilde{=} 1$

$$\| \left(\bar{N}_{A\Sigma 2\ düzeltilmiş} \right)_{D_{R2}} = 13502992$$

- $$\left(\bar{N}_{A\Sigma 2\ düzeltilmiş} \right)_{D_{R2}} = \alpha_0 \left(\bar{N}_{A\Sigma 2\ düzeltilmiş} \right)_{D_{R2}}^{\alpha_1} \cdot \left(\frac{D_m}{d} \right)^{\alpha_2}$$

$\bar{N}_A$ için

$$\left.\begin{aligned} \alpha_0 &= 3,635 \\ \alpha_1 &= 0,671 \\ \alpha_2 &= 0,499 \end{aligned}\right\} \text{(Tablo 54)}$$

$$\left(\bar{N}_{A\Sigma 2\ düzeltilmiş} \right)_{D_{R2}} = 3,635 \left(13502992 \right)^{0,671} \cdot \left(\frac{5238}{50} \right)^{0,499}$$

$$\| \left(\bar{N}_{A\Sigma 2\ düzeltilmiş} \right)_{D_{R2}} = 225761$$

- $$\left(\log \bar{N}_{A\Sigma 3} \right)_{D_{R1}} = -1,351 + (1,322 - 2,649 \log \frac{5500}{50}) \left(\log \frac{256000}{50^2} - 0,4 \log \frac{1770}{1770} \right) + 8,070 \log \frac{5500}{50} - 0,4042$$

$$\left(\log \bar{N}_{A\Sigma 3} \right)_{D_{R1}} = 6,5055$$

$$\| \left(\bar{N}_{A\Sigma 3} \right)_{D_{R1}} = 3202580$$

$$\left(f_{N3} \right)_{S3,\ D_{R1}} = 1,06$$

$$\left(\bar{N}_{A\Omega 3\,düzeltilmiş}\right)_{D_{R1}} = 3202580 \cdot 1{,}06$$

$$\left(\bar{N}_{A\Omega 3\,düzeltilmiş}\right)_{D_{R1}} = 3396735$$

$$\left(\log \bar{N}_{A\Omega 3}\right)_{D_T} = -1{,}351 + \left(1{,}322 - 2{,}649 \log \frac{5000}{50}\right) \left(\log \frac{502000}{50^2} - 0{,}4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8{,}070 \log \frac{5000}{50} - 0{,}4042$$

$$\left(\log \bar{N}_{A\Omega 3}\right)_{D_T} = 5{,}23$$

$$\left(\bar{N}_{A\Omega 3}\right)_{D_T} = 169824$$

$$\left(f_{N3}\right)_{S\Omega, D_T} = 1{,}38$$

$$\left(\bar{N}_{A\Omega 3\,düzeltilmiş}\right)_{D_T} = 169824 \cdot 1{,}38$$

$$\left(\bar{N}_{A\Omega 3\,düzeltilmiş}\right)_{D_T} = 234357$$

$$\left(\log \bar{N}_{A\Omega 4}\right)_{D_{R2}} = -1{,}351 + \left(1{,}322 - 2{,}649 \log \frac{5500}{50}\right) \left(\log \frac{201000}{50^2} - 0{,}4 \log \frac{1770}{1770}\right) + 8{,}070 \log \frac{5500}{50} - 0{,}4042$$

$(\log \bar{N}_{A\Sigma 4})_{D_{R2}} = 6,9347$

$(\bar{N}_{A\Sigma 4})_{D_{R2}} = 8603992$

$(f_{N3})_{S3, D_{R2}} = 1,0$

$(\bar{N}_{A\Sigma 4 \text{düzeltilmiş}})_{D_{R2}} = 8603992$

$(\bar{N}_{A\Sigma 4 \text{düzeltilmiş}})_{D_{R2}} = 3,635 (8603992)^{0,671} \cdot \left(\frac{5238}{50}\right)^{0,999}$

$(\bar{N}_{A\Sigma 4 \text{düzeltilmiş}})_{D_{R2}} = 1666348$

DÜZELTİLMİŞ sonuçları toplu olarak gösterelim.

$(\bar{N}_{A\Sigma 1})_{D_{R1}} =$ $\quad (\bar{N}_{A\Sigma 1})_{D_{R1}} = 7334633$

$(\bar{N}_{A\Sigma 1})_{D_T} =$ $\quad (\bar{N}_{A\Sigma 1})_{D_T} = 5522046$

$(\bar{N}_{A\Sigma 2})_{D_{R2}} = 13502992$ $\quad (\bar{N}_{A\Sigma 2})_{D_{R2}} = 2254761$

$(\bar{N}_{A\Sigma 3})_{D_{R1}} =$ $\quad (\bar{N}_{A\Sigma 3})_{D_{R1}} = 3394735$

$(\bar{N}_{A\Sigma 3})_{D_T} =$ $\quad (N_{A\Sigma 3})_{D_T} = 234357$

$(\bar{N}_{A\Sigma 4})_{D_{R2}} = 8603992$ $\quad (N_{A\Sigma 4})_{D_{R2}} = 1666348$

$\overline{Z_A}$ değerini hesaplıyalım.

$\overline{Z_A}$ - Halatı servis dışı bırakacak, halatın ortalama çalışma çevrim sayısı

$$\frac{1}{\overline{Z_A}} = \left[\frac{W_{A1}}{\overline{N}_{A1}} \left(= \frac{1}{7334633} + \frac{1}{5522046} + \frac{1}{13502992} + \frac{1}{3394735} + \frac{1}{8603992} \right) \right.$$

$$+ \frac{W_{A2}}{\overline{N}_{A2}} \left(= \frac{1}{2254761} + \frac{1}{1666348} \right)$$

$$\left. + \frac{W_{A3}}{\overline{N}_{A3}} \left(= \frac{1}{234357} \right) \right]$$

$$\| \overline{Z_A} = 163588$$

Düzeltme faktörlerini sıfır aralı edelim yani $f_N = 1$ ile DÜZELTİLMEMİŞ $(\overline{Z_A})_{f_N=1}$ değerini hesaplıyalım.

$$\left(\frac{1}{Z_A}\right)_{f_N=1} = \frac{1}{7334633} + \frac{1}{5522046} + \frac{1}{13502992} + \frac{1}{3202580} + \frac{1}{8603392} + \frac{1}{2254761} + \frac{1}{1666348} + \frac{1}{169824}$$

$$\left(\overline{Z_A}\right)_{f_N=1} \cong 129000$$

İrdeleme :

- Çalışma çevrim sayısı,

$$Z = 129700 \quad \text{(EK-2 Program)}$$

$$\left(\overline{Z_A}\right)_{f_N=1} = 129000 \quad \text{(Hesaplanan)}$$

- Değişken çekme ve eğilme çevrim sayısı,

$$N_{çekme} = 169900 \quad \text{(EK-2 Program)}$$

$$\left(\overline{N_{A\Omega 3}}\right)_{D_T, f_N=1} = 169824 \quad \text{(Hesaplanan)}$$

Görüldüğü gibi, program çıktıları ile hesaplanan değerler hemen hemen aynı.

Sonuçlar (Toplu olarak) :

$$Z_{A10} = 67843$$

$$\left(Z_{A10}\right)_{f_N=1} = 53531$$

$$\overline{Z_A} = 163588$$

$$\left(\overline{Z_A}\right)_{f_N=1} = 129000$$

Halatın ortalama çalışma çevrimi sayısını esas olarak alalım.

$$\overline{Z_A} = 163588 \cong 164000$$

Santral için yılda 5600 kcal/kg değerinde

$3,2 \cdot 10^6$ ton taş kömürüne ihtiyaç var
Santral 7400 saat/yıl çalışacağına göre,

$$\frac{3,2 \cdot 10^6 \text{ t/yıl}}{7400 \text{ h/yıl}} \approx 450 \text{ t/h}$$

kömürün kuyudan çıkması gerekir.
Skip kapasitesi, 25 t/çevrim olduğuyla,

$$\frac{450 \text{ t/h}}{25 \text{ t/çevrim}} = 18 \text{ çevrim/h}$$

164000 çevrim sayısı

$$\frac{164000 \text{ çevrim}}{18 \text{ çevrim/h}} = 9112 \text{ h'a karşılık}$$

gelir.

$$\frac{9112 \text{ h}}{7400 \text{ h/yıl}} \approx 1,3 \text{ yıl.}$$

Halatı servis dışı bırakacak teorik ömür olarak bulunur.

Skip günde kaç saat çalışır

$$\frac{7400 \text{ h/yıl}}{12 \text{ Ay/yıl}} \approx 617 \text{ h/Ay}$$

$$\frac{617 \text{ h/Ay}}{30 \text{ Gün/Ay}} \approx 20 \text{ h/Gün}$$

Bir çevrim (skip periyodu) süresi nedir

1 saatte 18 çevrim

$$1 \text{ çevrim} = \frac{3600 \text{ s}}{18}$$

$$1 \text{ çevrim süresi} = 200 \text{ saniye}$$

e) Optimum (en uygun) halat çapı,
Halatın servis dışı bırakılmasında,

- Düz yönde eğilme için,

$$d_{opt.} = c_{o,\Omega} \sqrt{D\sqrt{S}} \quad \text{(Eşitlik 55)}$$

WS (Warrington-Seal halat) } $c_{o,\Omega} = 0{,}0850$ (Tablo 58)
FC (Lif özlü)

$S = S_3 = 256$ kN
$D = 5000$ mm (Tambur çapı)

$$d_{opt.\Omega} = 0{,}0850 \sqrt{5000\sqrt{256000}}$$

$$\Rightarrow d_{opt.\Omega} \cong 135{,}2 \text{ mm.}$$

- Değişken (kombine veya bileşik) çekme ve eğilme için,

$$d_{opt.\Omega\Omega} = c_{o,\Omega} \sqrt{D.\sqrt{S_{eşdeğer}}} \quad \text{(Eşitlik 56)}$$

$$S_{eşdeğer} = S_{3\Omega\Omega} = S_{3eşdeğer} = 502000 \text{ N}$$

$$d_{opt.\Omega\Omega} = 0{,}0850 \sqrt{5000\sqrt{502000}}$$

$$\Rightarrow d_{opt.\Omega\Omega} \cong 160 \text{ mm}$$

- Ters yönde eğilme için,

$$d_{opt.\Sigma} = c_{o,\Sigma} \sqrt{D\sqrt{S}} \quad \text{(Eşitlik 57)}$$

WS - FC halat için,

$\underline{C_{0,\eta}} = 0{,}0723$ (Tablo 58)

$$d_{opt.\eta} = 0{,}0723 \sqrt{5000 \sqrt{256000}}$$

$\underline{d_{opt.\eta}} \cong 115$ mm.

Optimum halat çapı,

$$d_{opt} = \frac{W_{\Omega} \cdot d_{opt.\Omega} + W_{\Omega} \cdot d_{opt.\Omega} + W_{\eta} \cdot d_{opt.\eta}}{\Sigma W}$$

$$d_{opt.} = \frac{1 \cdot 135{,}2 + 1 \cdot 160 + 1 \cdot 115}{3}$$

$\underline{d_{opt.}} = 136{,}7$ mm. (EK-1 programda da aynı değer vardır.)

$d \leq d_{opt.}$ olmalıdır. (Tablo 1)

$\underline{d}$ (= 50 mm.) < $d_{opt.}$ (= 136,7 mm) uygundur.

---

26 - Eylül - 2017

Saat : 14.45

Halatlı İşletmelerde

"HALAT ÖMRÜ"

ile İlgili

Bir Araştırma Çalışması

(Hesaplama Yöntemi)

- XV -

Rope Drive: The five dimensioning limits (Numb. of working cycles, discard numb. of wire breaks, opt. rope diameter, Donandt-force, rope safety factor)

Lit.: Feyrer, K.: Wire Ropes. Second Edition, Heidelberg, New York: Springer 2015, p.278...
ISBN 978-3-642-54995-3. ISBN 978-3642-54996-0 (eBook)

1 - The signs in the yellow underlaid column of the application area can be changed. For the first five lines the signs given in parentheses have to be used. The rope has to be defined by the blue or the red signs.

2 - Free line for remarksof the user

3 - Application area

4 - Number of working cycles		(ZA10; ZAm; Z10; Zm)		ZA10
5 - Rope construction	(S; F; W; WS)	(Spiral)		WS
6 - Number of strands	(6; 8)	(18; 34)		6
7 - Rope core	(FC; IWRC; PWRC; ESWRC)	(FC; WSC)		FC
8 - Lay direction	(sZ; zZ)			sZ
9 - Rope tensile force		S in kN		256
10 - Diameter sheave, drum and traction sheave		D in mm		5000
11 - Nominal rope diameter	(not for d < 6 mm)	d in mm		50
12 - Nominal strength		R_0 in N/mm²		1770
13 - Bending length	(not for l < 10d)	l in mm		514000
14 - Rel. tensile force difference		deltaS /S = (S - S_u) /S		0,6
15 - Simple bendings per working cycle		w sim		1
16 - Reverse bendings per working cycle		w rev		1
17 - Comb. fluctuating tension and bendings per working cycle		w_{com}		1

18 - Results:

S/d² in N/mm²=	102,4	22 - Number of simple bendings	N_{ein}	1.028.800
D/d =	100,00	23 - Number of reverse bendings	N_{geg}	287.600
l/d =	10280,0	24 - Numb. of fluctuating tension and bendings	N_{zug}	70.800
19 - fS5 =	1,960	25 - Number of working cycles	Z	53.800
20 - Sequ in N	501784	26 - Discarding number of wire breaks *)	B_{A30}	13
		27 - Opt. rope diameter dopt = d(Zmax)	d_{opt} in mm	136,7
21 - Fmin in kN	1460,25	28 - Rope safety factor Fmin/S	nü	5,7
		29 - Donandt-force (Q = 1%)	S_{D1} in kN	771,74

30 - Further influences should be calculated separatly with endurance factors fNi

31 - *)**Visual a. tactual inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 is valid for ordin. lay ropes sZ. For lang lay ropes zZ, spiral-strand-ropes and all ropes running over plastic sheaves, it is only valid, if the considered rope shows - assured by tests - its discarding condition by visible wire breaks.

32 - **Magnetic inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 for sZ-ropes is also valid for zZ-ropes and ropes running over plastic sheaves. **Special cases:** see Lit. above

33 - **Signs** Number of bending cycles N resp. working cycles Z

N_{A10}; Z_{A10} resp.	NA10; ZA10	no more than 10% of the ropes .. discarded	
N_{Am}; Z_{Am}	NAm; ZAm	50% of the ropes have to be discarded	
N_{10}; Z_{10}	N10; Z10	no more than 10% of the ropes are broken	
N_m; Z_m	Nm; Zm	50% of the ropes are broken	

34 - **Ropes**

S Seale	FC	fibre core	sZ	ordinary lay
F Filler	IWRC	steel core indep.	zZ	lang lay
W Warrington	PWRC	parallel steel core with strands		
WS Warr.-Seale	ESWRC	wire rope core enveloped with solid polymer		
SPIRAL Spiral-round-strand-rope				

Copyright: K. Feyrer, Institut für Fördertechnik, Holzgartenstr. 15 B, 70174 Stuttgart **Stand 15.1.2015**

Proposals for improvement or correction please to address or e-mail feyrer@ift.uni-stuttgart.de

EK - 1 (Tercüme)

* Halat ömrü : 5 boyutlandırma için limit (sınır) değerler;
  - Çalışma çevrim sayısı,
  - Halatı servis dışı bırakacak (işletmeden çıkaracak) tel kırık sayısı
  - Optimum halat çapı
  - Donanım - kuvveti (yükü)
  - Halat emniyet faktörü

1- Sarı renkli kolon, veri girişine açık olan uygulama (kullanım) alanıdır değiştirilebilir. Halat, mavi ve kırmızı sembollerle tanımlanmıştır.
2- Boş satırlar kullanıcı içindir
3- Uygulama (kullanım) alanı
4- Çalışma çevrim sayısı
5- Halat konstrüksiyonu
6- Demet sayısı
7- Halat özü
8- Halat sarım yönü
9- Halat çekme kuvveti S [kN]
10- Halat, tambur (veya tahrik tamburu) çapı D[mm]
11- Nominal halat çapı (d < 6mm için geçerli değildir) d [mm]
12- Nominal, tel kopma mukavemeti Ro [N/mm²]
13- Halat eğilme uzunluğu (L < 10.d için geçerli değildir). L [mm]
14- Relatif (bağıl) çekme kuvveti farkı
$\Delta S/S = (S - Su)/S$

15- Düz yönde eğilme sayısı (Her çalışma çevriminde) $W_{düz}$.

16- Ters yönde eğilme sayısı (Her çalışma çevriminde) W_{ters}.

17- Kombine veya değişken çekme ve eğilme sayısı (Her çalışma çevriminde) W_{kom}.

18- Sonuçlar :

19- fSS - Eşdeğer kuvvet (yük) faktörü

20- $S_{eşdeğer}$ - Eşdeğer halat çekme kuvveti [kN]

21- F_{min} - Minimum halat kopma kuvveti [kN]

22- Düz yönde eğilme sayısı $N_{düz}$.

23- Ters yönde eğilme sayısı N_{ters}.

24- Değişken çekme ve eğilme sayısı $N_{çekme}$.

25- Çalışma çevrim sayısı Z

26- Servis dışı bırakılacak tel kırık sayısı* BA30

27- Optimum halat çapı $d_{opt.} = d(Z_{max.})$ [mm]

28- Halat emniyet faktörü $f_{min.}/S$ nü

29- Donanım kuvveti (Q = %1) S_{D1} [kN]
(Buradaki %1, halatların en fazla %1'inin uygulamar yükünden daha küçük olacağını tanımlamaktadır)

30- Değişik düzeltme faktörleri f_{Wi} ile, yeni değerler hesaplanmalıdır.

31- Göz veya temasla kontrol : Servis dışı bırakılacak (işletmeden çıkarılacak) tel kırık sayısı BA30;
- Saç çaprazsarımlı sZ halatları,
- Saç düz sarımlı zZ halatları,
- Spiral demetli halatlar

ve

. Plâstik kaplı tambur (molet veya kasnak) üzerinde çalışan halatlar için peşerlidir.

Halat - güvenirlik testlerine göre - görünür tel kırıkları ile servis dışı bırakma (işletmeden çıkarma) durumlarını gösterir.

32- Manyetik kontrol: Servis dışı bırakacak tel kırık sayısı BA30 sz halatları için de geçerlidir. zz halatları ve plâstik kaplı tambur (molet veya kasnak) üzerinde çalışan halatlar için özel durumlar: ilgili literatüre bakınız.

33- Semboller:

N- Eğilme çevrim sayısı

Z- Çalışma çevrim sayısı

N_{A10} ; Z_{A10} - Halatların % 10'undan fazlası servis dışı bırakılmayacak güvenilirlikte

N_{Am} ; Z_{Am} - Halatların % 50'si servis dışı bırakılacak güvenilirlikte

N_{10} ; Z_{10} - Halatların % 10'undan fazlası kopmayacak güvenilirlikte. Buna % 90 ihtimalle (güvenilirlik) halatın kopmayacağı da denebilir.

N_m ; Z_m - Halatların % 50'si koparacak güvenilirlikte.

34- Halat konstrüksiyonları:

S- Seale

F- Filler

W- Warrington

WS- Warrington- Seale

SPIRAL- Spiral halatlar (Yuvarlak, demetli)

FC - Lif öz

IWRC - Bağımsız tel halat öz

PWRC - Paralel çelik öz demetli (Paralel çelik halat öz)

ESWRC - Katı polimer ile kaplı tel halat öz

sZ - Sağ çapraz sarım

zZ - Sağ düz sarım

Rope Drive: The five dimensioning limits (Numb. of working cycles, discard numb. of wire breaks, opt. rope diameter, Donandt-force, rope safety factor)

Lit.: Feyrer, K.: Wire Ropes. Second Edition, Heidelberg, New York: Springer 2015, p.278...
ISBN 978-3-642-54995-3. ISBN 978-3642-54996-0 (eBook)

The signs in the yellow underlaid column of the application area can be changed.
For the first five lines the signs given in parentheses have to be used. The rope has to be defined by the blue or the red signs.

Free line for remarksof the user

Application area

			Zam
Number of working cycles	(ZA10; ZAm; Z10; Zm)		
Rope construction	(S; F; W; WS)	(Spiral)	WS
Number of strands	(6; 8)	(18; 34)	6
Rope core	(FC; IWRC; PWRC; ESWRC)	(FC; WSC)	FC
Lay direction	(sZ; zZ)		sZ
Rope tensile force		S in kN	256
Diameter sheave, drum and traction sheave		D in mm	5000
Nominal rope diameter	(not for d < 6 mm)	d in mm	50
Nominal strength		R_0 in N/mm²	1770
Bending length	(not for l < 10d)	l in mm	514000
Rel. tensile force difference		deltaS /S = (S - S_u) /S	0,6
Simple bendings per working cycle		w sim	1
Reverse bendings per working cycle		w rev	1
Comb. fluctuating tension and bendings per working cycle		w_{com}	1

Results:

S/d² in N/mm²=	102,4	Number of simple bendings	N_{ein}	2.467.800
D/d =	100,00	Number of reverse bendings	N_{geg}	704.300
l/d =	10280,0	Numb. of fluctuating tension and bendings	N_{zug}	169.900
fS5 =	1,960	Number of working cycles	Z	129.700
Sequ in N	501784	Discarding number of wire breaks *)	B_{A30}	13
		Opt. rope diameter dopt = d(Zmax)	d_{opt} in mm	136,7
Fmin in kN	1460,25	Rope safety factor Fmin/S	nü	5,7
		Donandt-force (Q = 1%)	S_{D1} in kN	771,74

Further influences should be calculated separatly with endurance factors fNi

*)**Visual a. tactual inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 is valid for ordin. lay ropes sZ. For lang lay ropes zZ, spiral-strand-ropes and all ropes running over plastic sheaves, it is only valid, if the considered rope shows - assured by tests - its discarding condition by visible wire breaks.
Magnetic inspection: The discarding number of wire breaks BA30 for sZ-ropes is also valid for zZ-ropes and ropes running over plastic sheaves. **Special cases:** see Lit. above

Signs

Number of bending cycles N resp. working cycles Z

N_{A10}; Z_{A10} resp.	NA10; ZA10	no more than 10% of the ropes .. discarded
N_{Am}; Z_{Am}	NAm; ZAm	50% of the ropes have to be discarded
N_{10}; Z_{10}	N10; Z10	no more than 10% of the ropes are broken
N_m; Z_m	Nm; Zm	50% of the ropes are broken

Ropes

S	Seale	FC	fibre core	sZ	ordinary lay
F	Filler	IWRC	steel core indep.	zZ	lang lay
W	Warrington	PWRC	parallel steel core with strands		
WS	Warr.-Seale	ESWRC	wire rope core enveloped with solid polymer		
SPIRAL	Spiral-round-strand-rope				

Copyright: K. Feyrer, Institut für Fördertechnik, Holzgartenstr. 15 B, 70174 Stuttgart **Stand 15.1.2015**

Proposals for improvement or correction please to address or e-mail feyrer@ift.uni-stuttgart.de

Rope Drive: The five dimensioning limits (Numb. of working cycles, discard numb. of wire breaks, opt. rope diameter, Donandt-force, rope safety factor)

Lit.: Feyrer, K.: Wire Ropes. Second Edition, Heidelberg, New York: Springer 2015, p.278...
ISBN 978-3-642-54995-3. ISBN 978-3642-54996-0 (eBook)

The signs in the yellow underlaid column of the application area can be changed.
For the first five lines the signs given in parentheses have to be used. The rope has to be defined by the blue or the red signs.

Free line for remarksof the user

Application area

			ZA10
Number of working cycles	(ZA10; ZAm; Z10; Zm)		
Rope construction	(S; F; W; WS)	(Spiral)	WS
Number of strands	(6; 8)	(18; 34)	6
Rope core	(FC; IWRC; PWRC; ESWRC)	(FC; WSC)	FC
Lay direction	(sZ; zZ)		sZ
Rope tensile force		S in kN	256
Diameter sheave, drum and traction sheave		D in mm	5500
Nominal rope diameter	(not for d < 6 mm)	d in mm	50
Nominal strength		R_0 in N/mm²	1770
Bending length	(not for l < 10d)	l in mm	514000
Rel. tensile force difference		deltaS /S = (S - S_u) /S	0,6
Simple bendings per working cycle		w sim	1
Reverse bendings per working cycle		w rev	1
Comb. fluctuating tension and bendings per working cycle		w_{com}	1

Results:

S/d² in N/mm²=	102,4	Number of simple bendings	N_{ein}	1.336.400
D/d =	110,00	Number of reverse bendings	N_{geg}	359.500
l/d =	10280,0	Numb. of fluctuating tension and bendings	N_{zug}	78.000
fS5 =	2,004	Number of working cycles	Z	61.200
Sequ in N	513119	Discarding number of wire breaks *)	B_{A30}	13
		Opt. rope diameter dopt = d(Zmax)	d_{opt} in mm	143,7
Fmin in kN	1460,25	Rope safety factor Fmin/S	nü	5,7
		Donandt-force (Q = 1%)	S_{D1} in kN	777,65

Further influences should be calculated separatly with endurance factors fNi

*)**Visual a. tactual inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 is valid for ordin. lay ropes sZ. For lang lay ropes zZ, spiral-strand-ropes and all ropes running over plastic sheaves, it is only valid, if the considered rope shows - assured by tests - its discarding condition by visible wire breaks.
Magnetic inspection: The discarding number of wire breaks BA30 for sZ-ropes is also valid for zZ-ropes and ropes running over plastic sheaves. **Special cases:** see Lit. above

Signs

Number of bending cycles N resp. working cycles Z

N_{A10}; Z_{A10} resp.	NA10; ZA10	no more than 10% of the ropes .. discarded	
N_{Am}; Z_{Am}	NAm; ZAm	50% of the ropes have to be discarded	
N_{10}; Z_{10}	N10; Z10	no more than 10% of the ropes are broken	
N_m; Z_m	Nm; Zm	50% of the ropes are broken	

Ropes

S Seale	FC	fibre core	sZ	ordinary lay
F Filler	IWRC	steel core indep.	zZ	lang lay
W Warrington	PWRC	parallel steel core with strands		
WS Warr.-Seale	ESWRC	wire rope core enveloped with solid polymer		
SPIRAL Spiral-round-strand-rope				

Copyright: K. Feyrer, Institut für Fördertechnik, Holzgartenstr. 15 B, 70174 Stuttgart **Stand 15.1.2015**

Proposals for improvement or correction please to address or e-mail feyrer@ift.uni-stuttgart.de

Rope Drive: The five dimensioning limits (Numb. of working cycles, discard numb. of wire breaks, opt. rope diameter, Donandt-force, rope safety factor)

Lit.: Feyrer, K.: Wire Ropes. Second Edition, Heidelberg, New York: Springer 2015, p.278...
ISBN 978-3-642-54995-3. ISBN 978-3642-54996-0 (eBook)

The signs in the yellow underlaid column of the application area can be changed.
For the first five lines the signs given in parentheses have to be used. The rope has to be defined by the blue or the red signs.

Free line for remarksof the user

Application area

Number of working cycles	(ZA10; ZAm; Z10; Zm)		Zam
Rope construction	(S; F; W; WS)	(Spiral)	WS
Number of strands	(6; 8)	(18; 34)	6
Rope core	(FC; IWRC; PWRC; ESWRC)	(FC; WSC)	FC
Lay direction	(sZ; zZ)		sZ
Rope tensile force		S in kN	256
Diameter sheave, drum and traction sheave		D in mm	5500
Nominal rope diameter	(not for d < 6 mm)	d in mm	50
Nominal strength		R_0 in N/mm²	1770
Bending length	(not for l < 10d)	l in mm	514000
Rel. tensile force difference		deltaS /S = (S - S_u) /S	0,6
Simple bendings per working cycle		w sim	1
Reverse bendings per working cycle		w rev	1
Comb. fluctuating tension and bendings per working cycle		w_{com}	1

Results:

S/d² in N/mm²=	102,4	Number of simple bendings	N_{ein}	3.205.700
D/d =	110,00	Number of reverse bendings	N_{geg}	880.300
l/d =	10280,0	Numb. of fluctuating tension and bendings	N_{zug}	187.100
fS5 =	2,004	Number of working cycles	Z	147.200
Sequ in N	513119	Discarding number of wire breaks *)	B_{A30}	13
		Opt. rope diameter dopt = d(Zmax)	d_{opt} in mm	143,7
Fmin in kN	1460,25	Rope safety factor Fmin/S	nü	5,7
		Donandt-force (Q = 1%)	S_{D1} in kN	777,65

Further influences should be calculated separatly with endurance factors fNi

*)**Visual a. tactual inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 is valid for ordin. lay ropes sZ. For lang lay ropes zZ, spiral-strand-ropes and all ropes running over plastic sheaves, it is only valid, if the considered rope shows - assured by tests - its discarding condition by visible wire breaks.
Magnetic inspection: The discarding number of wire breaks BA30 for sZ-ropes is also valid for zZ-ropes and ropes running over plastic sheaves. **Special cases:** see Lit. above

Signs

Number of bending cycles N resp. working cycles Z

N_{A10}; Z_{A10} resp.	NA10; ZA10	no more than 10% of the ropes .. discarded	
N_{Am}; Z_{Am}	NAm; ZAm	50% of the ropes have to be discarded	
N_{10}; Z_{10}	N10; Z10	no more than 10% of the ropes are broken	
N_m; Z_m	Nm; Zm	50% of the ropes are broken	

Ropes

S Seale	FC	fibre core	sZ	ordinary lay
F Filler	IWRC	steel core indep.	zZ	lang lay
W Warrington	PWRC	parallel steel core with strands		
WS Warr.-Seale	ESWRC	wire rope core enveloped with solid polymer		
SPIRAL Spiral-round-strand-rope				

Copyright: K. Feyrer, Institut für Fördertechnik, Holzgartenstr. 15 B, 70174 Stuttgart **Stand 15.1.2015**

Proposals for improvement or correction please to address or e-mail feyrer@ift.uni-stuttgart.de

Rope Drive: The five dimensioning limits (Numb. of working cycles, discard numb. of wire breaks, opt. rope diameter, Donandt-force, rope safety factor)

Lit.: Feyrer, K.: Wire Ropes. Second Edition, Heidelberg, New York: Springer 2015, p.278...
ISBN 978-3-642-54995-3. ISBN 978-3642-54996-0 (eBook)

The signs in the yellow underlaid column of the application area can be changed.
For the first five lines the signs given in parentheses have to be used. The rope has to be defined by the blue or the red signs.

Free line for remarksof the user

Application area

			ZA10
Number of working cycles	(ZA10; ZAm; Z10; Zm)		
Rope construction	(S; F; W; WS)	(Spiral)	WS
Number of strands	(6; 8)	(18; 34)	6
Rope core	(FC; IWRC; PWRC; ESWRC)	(FC; WSC)	FC
Lay direction	(sZ; zZ)		sZ
Rope tensile force		S in kN	228
Diameter sheave, drum and traction sheave		D in mm	5000
Nominal rope diameter	(not for d < 6 mm)	d in mm	50
Nominal strength		R_0 in N/mm^2	1770
Bending length	(not for l < 10d)	l in mm	514000
Rel. tensile force difference		deltaS /S = (S - S_u) /S	0,6
Simple bendings per working cycle		w sim	1
Reverse bendings per working cycle		w rev	1
Comb. fluctuating tension and bendings per working cycle		w_{com}	1

Results:

S/d² in N/mm²=	91,2	Number of simple bendings	N_{ein}	1.630.500
D/d =	100,00	Number of reverse bendings	N_{geg}	391.700
l/d =	10280,0	Numb. of fluctuating tension and bendings	N_{zug}	125.700
fS5 =	1,905	Number of working cycles	Z	89.900
Sequ in N	434343	Discarding number of wire breaks *)	B_{A30}	15
		Opt. rope diameter dopt = d(Zmax)	d_{opt} in mm	132,5
Fmin in kN	1460,25	Rope safety factor Fmin/S	nü	6,4
		Donandt-force (Q = 1%)	S_{D1} in kN	771,74

Further influences should be calculated separatly with endurance factors fNi

*)**Visual a. tactual inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 is valid for ordin. lay ropes sZ. For lang lay ropes zZ, spiral-strand-ropes and all ropes running over plastic sheaves, it is only valid, if the considered rope shows - assured by tests - its discarding condition by visible wire breaks.
Magnetic inspection: The discarding number of wire breaks BA30 for sZ-ropes is also valid for zZ-ropes and ropes running over plastic sheaves. **Special cases:** see Lit. above

Signs

Number of bending cycles N resp. working cycles Z

N_{A10}; Z_{A10} resp.	NA10; ZA10	no more than 10% of the ropes .. discarded	
N_{Am}; Z_{Am}	NAm; ZAm	50% of the ropes have to be discarded	
N_{10}; Z_{10}	N10; Z10	no more than 10% of the ropes are broken	
N_m; Z_m	Nm; Zm	50% of the ropes are broken	

Ropes

S Seale	FC	fibre core	sZ	ordinary lay
F Filler	IWRC	steel core indep.	zZ	lang lay
W Warrington	PWRC	parallel steel core with strands		
WS Warr.-Seale	ESWRC	wire rope core enveloped with solid polymer		
SPIRAL Spiral-round-strand-rope				

Copyright: K. Feyrer, Institut für Fördertechnik, Holzgartenstr. 15 B, 70174 Stuttgart **Stand 15.1.2015**

Proposals for improvement or correction please to address or e-mail feyrer@ift.uni-stuttgart.de

Rope Drive: The five dimensioning limits (Numb. of working cycles, discard numb. of wire breaks, opt. rope diameter, Donandt-force, rope safety factor)

Lit.: Feyrer, K.: Wire Ropes. Second Edition, Heidelberg, New York: Springer 2015, p.278...
ISBN 978-3-642-54995-3. ISBN 978-3642-54996-0 (eBook)

The signs in the yellow underlaid column of the application area can be changed.
For the first five lines the signs given in parentheses have to be used. The rope has to be defined by the blue or the red signs.

Free line for remarksof the user

Application area

			Zam
Number of working cycles		(ZA10; ZAm; Z10; Zm)	
Rope construction	(S; F; W; WS)	(Spiral)	WS
Number of strands	(6; 8)	(18; 34)	6
Rope core	(FC; IWRC; PWRC; ESWRC)	(FC; WSC)	FC
Lay direction	(sZ; zZ)		sZ
Rope tensile force		S in kN	228
Diameter sheave, drum and traction sheave		D in mm	5000
Nominal rope diameter	(not for d < 6 mm)	d in mm	50
Nominal strength		R_0 in N/mm^2	1770
Bending length	(not for l < 10d)	l in mm	514000
Rel. tensile force difference		deltaS /S = (S - S_u) /S	0,6
Simple bendings per working cycle		w sim	1
Reverse bendings per working cycle		w rev	1
Comb. fluctuating tension and bendings per working cycle		w_{com}	1

Results:

S/d² in N/mm²=	91,2	Number of simple bendings	N_{ein}	3.911.400
D/d =	100,00	Number of reverse bendings	N_{geg}	959.300
l/d =	10280,0	Numb. of fluctuating tension and bendings	N_{zug}	301.600
fS5 =	1,905	Number of working cycles	Z	216.700
Sequ in N	434343	Discarding number of wire breaks *)	B_{A30}	15
		Opt. rope diameter dopt = d(Zmax)	d_{opt} in mm	132,5
Fmin in kN	1460,25	Rope safety factor Fmin/S	nü	6,4
		Donandt-force (Q = 1%)	S_{D1} in kN	771,74

Further influences should be calculated separatly with endurance factors fNi

*)**Visual a. tactual inspection:** The discarding number of wire breaks BA30 is valid for ordin. lay ropes sZ. For lang lay ropes zZ, spiral-strand-ropes and all ropes running over plastic sheaves, it is only valid, if the considered rope shows - assured by tests - its discarding condition by visible wire breaks.
Magnetic inspection: The discarding number of wire breaks BA30 for sZ-ropes is also valid for zZ-ropes and ropes running over plastic sheaves. **Special cases:** see Lit. above

Signs

Number of bending cycles N resp. working cycles Z

N_{A10}; Z_{A10} resp.	NA10; ZA10	no more than 10% of the ropes .. discarded
N_{Am}; Z_{Am}	NAm; ZAm	50% of the ropes have to be discarded
N_{10}; Z_{10}	N10; Z10	no more than 10% of the ropes are broken
N_m; Z_m	Nm; Zm	50% of the ropes are broken

Ropes

S	Seale	FC	fibre core	sZ	ordinary lay
F	Filler	IWRC	steel core indep.	zZ	lang lay
W	Warrington	PWRC	parallel steel core with strands		
WS	Warr.-Seale	ESWRC	wire rope core enveloped with solid polymer		
SPIRAL	Spiral-round-strand-rope				

Copyright: K. Feyrer, Institut für Fördertechnik, Holzgartenstr. 15 B, 70174 Stuttgart **Stand 15.1.2015**

Proposals for improvement or correction please to address or e-mail feyrer@ift.uni-stuttgart.de

EK - 7

Becorit
A Wabtec subsidiary

DATA SHEET BECOPLAST

Specification :

The BECOPLAST is a special thermoplastic synthetic material and works in headsheaves and deflectionsheaves in mines, lifts and all sorts of ropeways. BECOPLAST shows an extremly low coefficient of friction and high resistance against abrasion. Therefore it has special properties to allow twist balance for the rope.

The chemical property is, that BECOPLAST does not soaks and it is resistant to all sorts of oil and aggressive liquids used in mines and lifts.

For the special strength of BECOPLAST a good machinability will be at re-cutting of the rope groove. This is at using of turning tools as well as at rotative shapers.

Forms of supply :

Linerblocks or other sorts of forming design.
Measurements according to arrangements.

Technical dates :

Minimum coeff. of friction, (dry rope)	$\mu = 0{,}11$
Permissible surface pressure	450 N/cm²
Tensile strength	27 N/mm²
Elongation	400 %
Plastic hardness DIN 53456 H135 N	38 N/mm²
Hardness shore D	64-67°
Volumetric weigth	0,93 g/cm³

The above mentioned values are reference values and may be different in practical operations and do not release customers from their own tests. A legal assurance can not be given for a concrete operation.

Technological information for customers

Types of Lubricant Applied in the Wire and Rope Factory DRUMET S.A.

Type of lubricant	Lubrication method		Lubricant
A0	Closing	No lubricant	
	Stranding	No lubricant	
	Core production	Cotton, polypropylene, steel, sisal cores : no lubrication	
A1	closing	No lubricant	For cotton cores: machine oil Other cores: LR
	stranding	No lubricant	
	Core production	Fibre core: slightly lubricated	
A2	closing	No lubricant	LR, Kolinstal I, LWKP, Nyrosten T55-13-20510, Nyrosten N113
	stranding	No lubricant	
	Core production	Fibre core: medium lubrication Steel core: lubricated Core in the form of a steel rope on a fibre core: lubricated	
B1	closing	No lubrication	LR, Kolinstal I, LWKP, Nyrosten T55-13-20510, Nyrosten N113
	stranding	slightly lubricated	
	Core production	Fibre core: slightly lubricated medium lubrication steel core: lubricated Core in the form of a steel rope on a fibre core: lubricated	
B2	closing	No lubrication	LR, Kolinstal I, LWKP, Nyrosten T55-13-20510, Nyrosten N113
	stranding	medium lubrication	
	Core production	Fibre core: slightly lubricated medium lubrication steel core: lubricated Core in the form of a steel rope on a fibre core: lubricated	
B3	closing	No lubrication	LR, Kolinstal I, LWKP, Nyrosten T55-13-20510, Nyrosten N113
	stranding	Heavy lubrication	
	Core production	Fibre core: Heavy lubrication steel core: lubricated Core in the form of a steel rope on a fibre core: lubricated deep lubrication	
C1	closing	ropes up to 16mm greased while closing	LR, Kolinstal I, LWKP, Nyrosten T55-13-20510, Nyrosten N113
	stranding	greased	
	Core production	Fibre core: Heavy lubrication steel core: lubricated Core in the form of a steel rope on a fibre core: deep lubrication	
D	closing	Ropes mainly to be rubber coated; Strands and core degreased while stranding, rope degreased while closing	
	stranding		
	Core production		
S	closing	Ropes mainly to be plastic coated; Strands and core while stranding, rope while closing special lubrication	
	stranding		
	Core production		

There is also a possibility to have individually agreed lubricant and level of lubrication

Fibre cores - marks definition:

slightly lubricated: 30-50% of the threads greased
medium lubrication: lubricate with wiping
heavy lubrication: lubricate with no wiping

Steel core - marks definition:

lubricated: lubricate while closing, with no wiping

Core in the form of a steel rope on a fibre core - marks definition:

Lubricated: lubricated while closing, cores core (fibre) 30-50% of strands lubricated or lubricated and wiped
deep lubrication: lubricated while closing with no wiping, cores core lubricated with no wiping

Strands - marks definition:

Slightly lubricated: lubricated and with double wiping
Medium lubrication: lubricate with wiping
Heavy lubrication: lubricate with no wiping

Lubrication A1: for ropes with core made of 4 strands there is 25% of lubricated strands allowed

Lubrication A1: in case of steel core or core in the form of a steel rope on a fibre core equals lubrication A2 (that also goes for types of greases)

Lubrication C1 is used only for the ropes of diameter up to 16 mm, for ropes of bigger diameter lubrication B3b is used.

For lubrication B1, B2, B3 it is recommended to choose option a) or b) where possible. If the customer does not impose option a) or b) than it will be chosen by the Roping Department.

Basic data of Lubricants:

Nyrosten T55-13-20510:
yesil, kati-elastik madde
Green, solid-elastic substance;
brittle temperature: -40 °C; kirilma sicakligi
drop point: 100 °C; damlama noktasi
flash-point: 220 °C; parlama (tutusma) noktasi
viscosity: 80 mm 2/s;
application: balance ropes, ropes coiled on reels, leading ropes

NYROSTEN N113:
Yapiskan, yesil, kati madde
Sticky, green solid substance;
brittle temperature: -30 °C; Katilasma sicakligi
drop point: 90 °C; damlama noktasi
flash-point: 220 °C; alevlenme noktasi
viscosity: 122 mm2/s;
application: ropes for Keope hoists

KOLINSTAL I:

brittle temperature: -23 °C;
drop point: 70 °C;
flash-point: 200 °C;
application: ropes for drum hoists and excavators, industrial ropes

LR:

Transparent, light substance;
brittle temperature: -25 °C;
drop point: 55 °C;
flash-point: 200 °C;
application: general-purpose ropes

LWKP:

Black, tarry substance;
brittle temperature: -20 °C;
flash-point: 200 °C;
viscosity: 65 mm2/s;
application: ropes for Keope hoists

Lay directions of wires in a strand and strands in a rope
The Influence of the Rope Construction on Stiffness, Fatigue and Resistance to Abrasion
Rope De-Coiling Techniques

©S.Waskiewicz@drumet.pl
Arek.Jedrzejewski@drumet.pl
A.Karwat@drumet.pl

21- LİTERATÜR

[1] - Mak. Y. Müh. Yusuf Aytaç ONUR
"Halat Ömrüne Etki Eden Parametrelerin Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi"
İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Kasım 2010

[2] - Prof. Dr. - Ing. Klaus Feyrer
"Drahtseile. Bemessung, Betrieb, Sicherheit"
Springer - Verlag Berlin Heidelberg GmbH. 2012

[3] - TS ISO 4309
"Vinçler - Tel Halatlar - Muayene ve Hizmet Dışı Bırakmak İçin Uygulama Kuralları"

[4] - Steven C. Chapra - Raymond P. Canale
Hasan Heperkan - Uğur Kesgin
"Mühendisler için Sayısal Yöntemler"
Literatür Yayıncılık. İstanbul. 2003

[5] - EN 12385-6
"Steel wire ropes - Safety"
Part 6: Stranded ropes for mine shafts

[6] - Prof. Dr. - Ing. Klaus Feyrer
"Wire Ropes. Tension, Endurance, Reliability"
Springer. 2015

[7] - www.tuncer-ozkan.com sitesinde
"İşletme Projeleri: Tarlaağzı Kuyusu Skip-Skip Koepe Sistemi ve Koepe ihraç sisteminin olmazsa olmazları"

[8] - Prof. Faruk SUNER
"Vinçler için Hesaplama Kuralları"
İstanbul Devlet Mühendislik ve Mimarlık Akademisi. İstanbul - 1976

[9] - Doç. Dr. Müh. Mustafa DEMİRSOY
"Kaldırma Makinaları Cilt III"
Birsen Yayınevi İstanbul - 1985

[10] - M. Güven KUTAY
"Çelik Halat"
www.guven-kutay.ch

[11] - Dr. Ing. W. Ostermann
"Bergbaumechanik"
Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1968

[12] - Baş Müh. Murat ULUSOY
Hema Endüstri A.Ş.
"Kişisel Görüşme"

[13] - "Maden ve Taş Ocakları ile Açık İşletmelerde Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tedbirleri Hakkında Tüzük"
TTK İnsangücü - Eğitim Şb. Md. Lüğü
Yayını. 1985

[14] - Technische Anforderungen an Schacht - und Schrägförderanlagen (TAS)
Stand : Dezember 2005

[15] - CHINESE MINE SAFETY REGULATION 2007
Section 3. Steel wire rope and connection device
(ÇİN MADEN OCAKLARI GÜVENLİK TÜZÜĞÜ
Bölüm 3. Çelik tel halat ve bağlantı elemanları)

[16] - Maden Y. Müh. Mehmet GÜNEY
"KOEPE İhraç Sistemi"
EKİ. Etüt - Tesis Müdürlüğü.
1964 - Zonguldak

[17] - National Coal Board
"Ropeman's Handbook"
Great Britain by Clark Constable Ltd.
Edinburg - 1980

[18] - Prof. Dr. İsmail CÜRGÜL
"Taşıma Tekniği"
Birsen Yayınevi - 2010

[19] - Çelik Halat Kataloğu
Çelik Halat ve Tel Sanayii A.Ş

[20] - Ali Semih AVCI
"Eksenel Yüklü Tel Halat Demetlerinin Bilgisayar Ortamında Yorulma Ömürlerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi"
İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Aralık 2011

[21] - TS EN 12385-2+A1
"Çelik tel halatlar - Güvenlik - bölüm 2: Tarifler, kısa gösterilişi ve sınıflandırma"

[22] - EN 10264-3
Stahldraht und Drahterzeugnisse - Stahldraht für Seile - Teil 3: Runder und profilierter Draht aus unlegiertem Stahl für hohe Beanspruchungen.

[23] - Dipl. Ing. R. Hänchen
Y. Müh. G. Dosdoğru
"Vinçler ve Kranler
Yapısı, hesabı ve konstrüksiyonu"
İ.T.Ü Kütüphanesi Sayı: 232
ÜÇLER BASIMEVİ İSTANBUL 1950

[24] - Prof. Dr. Ing. Hellmut ERNST
Turhan Artan - Gazanfer Harzadın
Galip Keçecioğlu - Süleyman Yurdakonar
"Kaldırma Makinaları"
FON Matbaası ANKARA - 1973

[25] - Çelik TATAR
"Maden Makinaları II"
Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları
İzmir - 1995

[L26] - Doç. Dr. Cebeli ÖZEK
"Transport Tekniği Ders Notları"
Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi
Makina Mühendisliği Bölümü . ELAZIĞ

[L27] - Y. Doç. Dr. Müh. İsmail GERDEMELİ
"Krenlerde Kullanılan Elemanlar
Ve Hesap Esasları"
İ.T.Ü. Makina Fakültesi