

BÖLÜM 5.

ELEKTROVİNÇ KONSTRÜKSİYONU VE ELEMANLARININ TASARIMI

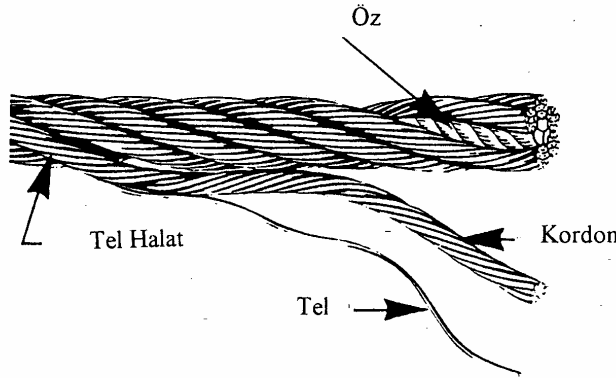
5.1. GİRİŞ

Elektrovinçlerin konstrüksiyonunda kullanılan standart kaldırma makinaları elemanları mevcuttur. Bu elemanların seçimi ve dizaynı gerek DIN gerekse TS göre yapılmaktadır. Geri kalan elemanları ise uygun hesaplama yöntemleri izlenerek konstrüksiyon tamamlanır. Elektrovinçlerde kullanılan belli başlı standart elemanlar aşağıda belirtilmiştir :

- a) Tel Halatlar
- b) Yük tutma elemanları (kanca ve blokları, kepçeler)
- c) Makaralar ve Makara donanımları (palangalar)
- d) Tamburlar
- e) Frenler

5.2. TEL HALATLAR

Çelik tel halatlar, krenlerde çekme ve kaldırma elemanı olarak geniş kullanım alanına sahip halatlardır. Tel halatlar yüksek mukavemetli (genellikle $1600 - 1800 \text{ N/mm}^2$) çelik tellerden imal edilir. Tel çapları 0,2 ila 2.4 mm olan ince teller bir çekirdek tel etrafında bir veya bir kaç katlı olmak üzere helis şeklinde sarılmasıyla kordonlar, kordonların bir öz etrafında yine helis şeklinde sarılmasıyla halat meydana gelir. Şekil 5.1’de tipik bir halatta, öz, tel ve kordon gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Tel halatı oluşturan elemanlar

5.2.1 TEL HALATLARIN YAPILARI

Tel halatı meydana getiren teller, TS 2162 normunda verilen şartlara sahip çelik tellerdir. Genellikle soğuk çekilerek veya haddelenerek elde edilirler. Tellerin etrafına sarıldıkları öz elyaf bir lif veya çelik tel olabilir. Her kordonun içinde ve halatı meydana getiren kordonların arasında öz bulunmaktadır. Halatın özü bitkisel elyaf öz ise daha kolay eğilebilir, ancak çalışma ortamının sıcaklığının yüksek olduğu yerlerde çelik özlü halatlar kullanılmalıdır.

Halatların kordonlarında bulunan tellerin sarım şekline göre adlandırılırlar. Eğer teller kordon içinde aynı *sarım açısına*¹ sahip değilse bu tip kordonlara *paralel sarımlı kordon* denir. Bu kordonlarda teller aynı *sarım adımı*² sahiptir. Kullanılan tel çapları her katta farklılık gösterir. Bu tip kordonlara sahip halatlardan bazıları *Seale*, *Warrington* halatıdır.

Bir kordonu oluşturan tellerin sarım açısı her tabakada aynı ise, bu kordona *çapraz sarımlı kordon* denir. Bu kordonlarda sarım adımı farklı olduğundan teller birbirini çapraz keser. Bu kordonları oluşturan tellerin yüzey basıncı yüksektir. *Standard* halatlar bu tip kordonlardan oluşur.

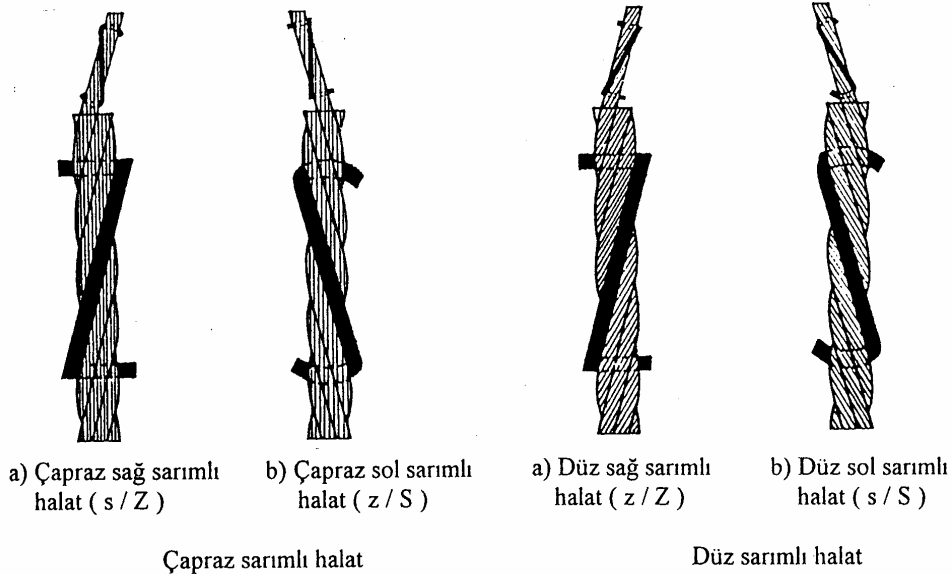
5.2.2. HALAT TİPLERİ

Halatlar kordonların sarılış yönlerine göre ve kordonları meydana getiren tellerin düzenleniş şekline göre sınıflandırılır. Kordonları meydana getiren teller ile halatı oluşturan kordonların sarılış yönleri harflerle temsil edilir. Kordonu meydana getiren teller sağa sarılışlı ise « z », sola sarılışlı ise « s » harfleri ile gösterilir. Kordonların sarımı sağa doğru ise « Z », sola doğru ise « S » harfleri ile gösterilir.

Eğer halatları meydana getiren kordonların sarımı ile kordonu meydana getiren tellerin sarımı aynı yönde ise *düz sarımlı*, farklı yönde ise *çapraz sarımlı* halat olarak adlandırılır (Şekil 5.2). Buna göre halatlar,

- a) Çapraz sarımlı halatlar
 - çapraz sağ sarımlı halat s/Z
 - çapraz sol sarımlı halat z/S
- b) Düz sarımlı halatlar
 - düz sağ sarımlı halat z/Z
 - düz sol sarımlı halat s/S

şeklinde sınıflandırılır.

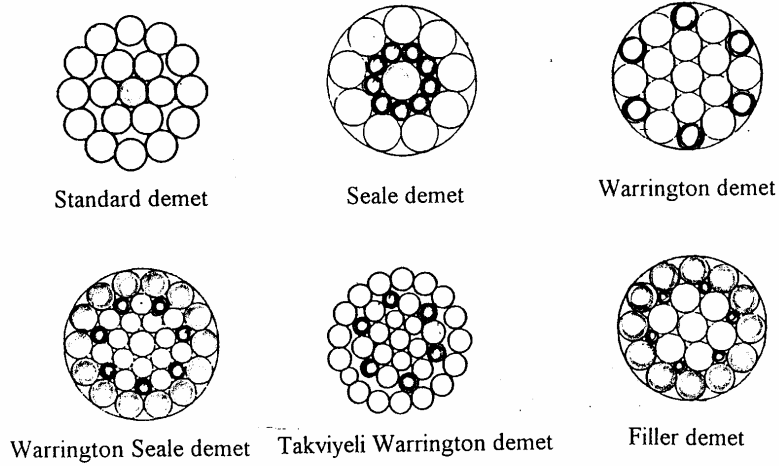


Şekil 5.2. Halat sarım çeşitleri

¹ Sarım açısı = silindire sarılan doğrunun (telin) eksen ile yaptığı açıdır.

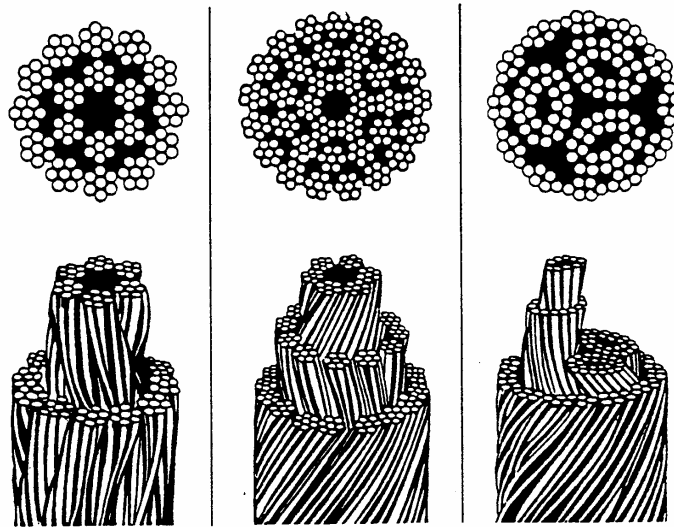
² Sarım adımı = silindirin bir ana doğrusu helis eğrisini ardı sıra kestiği iki nokta arasındaki uzunluğa denir.

Kordonların iç düzenleri dikkate alındığında halatlar paralel ve çapraz sarımlı olarak temelde ikiye ayrılır. Bu kordonlara ait şekiller, Şekil 5.3’de görülmektedir.



Şekil 5.3. Tel halatlarda kullanılan kordon çeşitleri

Yukarıda sayılan halatların dışında *dönmeyen halat* diye isimlendirilen ve çok sıralı kordonlu halatlarda mevcuttur. Bu halatların iç sıralardaki kordonlar *düz sarımlı sol yönlü*, dış sıradaki kordonlar ise *çapraz sarımlı sağ yönlü* dür. Dönmeyen diğer bir halat türü ise oval kordonlu halatlardır. Burada ise, iç sıradaki kordonlar *düz sarımlı sol yönlü*, dış sıradaki kordonlar *düz sarımlı sağ yönlü* olarak sarılırlar. Şekil 5.4’de dönmeyen halatlara örnekler görülmektedir.



Şekil 5.4. Dönmeyen halatlara örnekler

Ön gerilmemiş halat olarak adlandırılan halatlar ise imal edilme aşamasında, helis şeklinde sarılmadan önce ön gerilmeleri azaltmak için deforme edilirler. Böylece kordon içinde helis şeklinde sarıldıklarında dönmeye meyletmezler yani açılmazlar. Böylece daha uzun ömürlü halat elde edilir ve daha kolay eğilir.

5.2.3. TEL HALATLARIN HESAP ESASLARI

Halatların mukavemet hesapları çekme gerilmesine göre yapılır. Burada kopma kuvveti değişik şekillerde ifade edilir. Halatın teorik kopma kuvveti (F_t) ; halatın metalik kesit alanı³ ile anma mukavemet değerinin çarpımına eşittir.

$$F_t = A_m \cdot \sigma_B \text{ [N]}$$

Halatın en küçük kopma kuvveti ($F_{\min}$) ; halatın teorik kopma kuvveti ile yapım katsayısının çarpımına eşittir.

$$F_{\min} = F_t \cdot k \text{ [N]}$$

Halat yapım kaybı ise, halatın deney kopma kuvveti ile gerçek kopma kuvveti arasındaki orandır. Bu oran halat tipine göre Tablo 5.1’de TS 1918 normundan verilmiştir.

Tablo 5.1. Halat tipine göre metalik kesit faktörü (f) ,yapım çarpanı (k) ve ağırlığı (g)

Halat tipi	Lif özlü halat			Çelik özlü halat		
	g kg/m.mm ²	k	f	g kg/m.mm ²	k	f
1x7	-	-	-	0.8300	0.9000	0.7700
1x19	-	-	-		0.8800	0.7600
1x37	-	-	-		0.8700	0.7500
6x7	0.9682	0.9000	0.4700	0.9181	0.8379	0.5452
8x7	1.0200	0.8700	0.4350	0.9427	0.7777	0.5742
6x19 Filler	0.9682	0.8600	0.5000	0.9181	0.8007	0.5800
8x19 Filler	1.0200	0.8400	0.4450	0.9427	0.7509	0.5874
6x19 Seale	0.9682	0.8600	0.4900	0.9181	0.8007	0.5684
8x19 Seale	1.0200	0.8400	0.4350	0.9427	0.7509	0.5742
6x19 Warrington	0.9682	0.8600	0.4900	0.9181	0.8007	0.5684
8x19 Warrington	1.0200	0.8400	0.4350	0.9427	0.7509	0.5742
6x36 Warrington Seale	0.9682	0.8400	0.5000	0.9181	0.7821	0.5800
8x36 Warrington Seale	1.0200	0.8200	0.4450	0.9427	0.7330	0.5874
6x35 Takviyeli Warrington	0.9682	0.8400	0.4800	0.9181	0.7821	0.5568
6x19 Standard		0.8600	0.4550		0.8007	0.5278
6x37 Standard		0.8250	0.4550		0.7681	0.5278
6x24 Standard 7 lif öz.	0.9880	0.8700	0.4100	-	-	-
18x7 Dönmeyen	0.9373	0.7800	0.5200	0.9295	0.7579	0.5512
10x10 Dönmeyen	1.0300	0.8600	0.4400	0.9894	0.8329	0.5586
34x7 Dönmeyen	0.9373	0.7500	0.5300	0.9375	0.7427	0.5459

5.2.4. TEL HALAT ÇAPININ HESABI

Tel halatın diğer gerilme durumları ihmal edildiğinde, sadece çekme gerilmesine göre zorlandığı kabul edilir. Bu durumda tel halatın çapı, S halat çekme kuvveti [N] ve c halat katsayısı [mm/√N] olmak üzere,

$$d = c \cdot \sqrt{S}$$

dir. Halat katsayısının değerleri DIN 15020 normunda tablo halinde verilmiştir.

Vinç ve Krenlerin Sınıflandırılması

³ Halatın metalik kesit alanı : halatı meydana getiren bütün ince tellerin kesit alanının toplamıdır. $A_m = \sum A_i$

Vinç ve krenlerin sınıflandırılmasında çalışma saati ile yükleme şekline bağlı olan “işletme şartları” dikkate alınır. Çalıştırma zamanı sınıfı, günde ortalama saat olarak alınan çalışma zamanıyla belirlenir. Bu hesaplamada ortalama çalışma zamanı, kaldırma makinasının bir yıl içinde yalnız çalışma günleri hesaba katılarak elde edilen ortalama zamandır. Aşağıda sınıflandırmada kullanılan zaman grupları verilmiştir.

$V_{006} = 0.125$ saate kadar	$V_{012} = 0.125 - 0.25$ saat	$V_{025} = 0.25 - 0.5$ saat
$V_{05} = 0.5 - 1$ saat	$V_1 = 1 - 2$ saat	$V_2 = 2 - 4$ saat
$V_3 = 4 - 8$ saat	$V_4 = 8 - 16$ saat	$V_5 = 16$ saatten fazla

Yükleme durumu; kaldırma makinasını tam veya kısmi yüklemenin hangi oranda yapıldığını gösterir. Maksimum (nominal) yükün yüzdesi olarak yükler 3 gruba ayrılır:

- Küçük yükler : nominal yükün⁴ 1/3 ve daha az ağırlıklar
- Orta yükler : nominal yükün 1/3 ile 2/3’ü arasındaki ağırlıklar
- Büyük yükler : nominal yükün 2/3 ile 3/3’ü arasındaki ağırlıklar

Yükleme durumu yukarıda verilen yük gruplarına göre,

- Hafif : az sıklıkta büyük yüklerle çalışma veya küçük yüklerle yükleme
- Orta : küçük, orta ve büyük yüklerle eşit sıklıkta yükleme
- Ağır : her zaman büyük yüklerle yükleme

Yapılan bu sınıflandırmaya göre Tablo 5.2’de verilen işletme grupları belirlenir. İşletme grupları IE, ID, IC, IB, IA, 2, 3, 4, 5 şeklinde dokuz gruptan oluşur. Kaldırma makinalarının seçimi ve elemanlarının konstrüksiyonu için ilk adım işletme grubunun tespitidir.

Tablo 5.2. Vinç ve krenlerin işletme grupları

Çalışma zamanı sınıfı	Çalışma zamanı sembolleri		V ₀₀₆	V ₀₁₂	V ₀₂₅	V ₀₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	
	Ortalama günlük çalışma saatleri “aralıkları” (1 yıl zarfında)		0.125 e kadar	0.125 - 0.25	0.25 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 4.0	4.0 - 8.0	8.0 - 16.0	16.0 dan fazla	
Yük durumu	No	Yükleme durumu	İŞLETME GRUPLARI									
	1	Hafif	Az sıklıkta büyük yük	1E	1E	1D	1C	1B	1A	2	3	4
	2	Orta	Eşit sıklıkta küçük, orta ve büyük yükler	1E	1D	1C	1B	1A	2	3	4	5
	3	Ağır	Genellikle büyük yükler	1D	1C	1B	1A	2	3	4	5	5

Tel halat çapının hesabında geçen c katsayısı, Tablo 5.2’den seçilen işletme grubu ve diğer faktörlere bağlı olarak DIN 15020 normunda verilmiştir. c katsayısının $\text{mm}/\sqrt{N}$ cinsinden değerleri Tablo 5.3’de, c’ katsayısı olarak tanımlanan ve birimi $\text{mm}/\sqrt{\text{kgf}}$ olan katsayısının değerleri de Tablo 5.4’de verilmiştir.

Tablo 5.3. Tel halat çapı için c katsayıları $\text{mm}/\sqrt{N}$

⁴ Nominal yük, kaldırma makinasının maksimum yük değeridir. Örneğin 10 tonluk bir liman kreni denildiğinde nominal yük 10 tondur.

İşletme grubu	Normal kullanımlar için								Tehlikeli kullanımlar için					
	Dönmeyen Halat					Dönebilen Halat			Dönmeyen Halat			Dönebilen Halat		
	Halat kopma mukavemeti [N/mm ²]													
	1570	1770	1960	2160	2450	1570	1770	1960	1570	1770	1960	1570	1770	1960
1E	-	0.067	0.063	0.060	0.056	-	0.071	0.067	-	-	-	-		
1D	-	0.071	0.067	0.063	0.060	-	0.075	0.071	-	-	-	-		
1C	-	0.075	0.071	0.067	0.067	-	0.080	0.075	-	-	-	-		
1B	0.085	0.080	0.075	-	-	0.090	0.085	0.080	-	-	-	-		
1A	0.090	0.085	0.085	-	-	0.095	0.095	0.090	0.095			0.106		
2	0.095	0.095	0.095	-	-	-	0.106			0.106			0.118	
3	-	0.106	-	-	-	-	0.118			0.118			-	
4	-	0.118	-	-	-	-	0.132			0.132			-	
5	-	0.132	-	-	-	-	0.150			0.150			-	

Tablo 5.4. Tel halat çapı için c' katsayıları mm/√kgf

İşletme grubu	Normal kullanımlar için								Tehlikeli kullanımlar için					
	Dönmeyen Halat					Dönebilen Halat			Dönmeyen Halat			Dönebilen Halat		
	Halat kopma mukavemeti [N/mm ²]													
	160	180	200	220	250	160	180	200	160	180	200	160	180	200
1E	-	0.212	0.200	0.190	0.180	-	0.224	0.212	-	-	-	-		
1D	-	0.224	0.212	0.200	0.190	-	0.236	0.224	-	-	-	-		
1C	-	0.236	0.224	0.212		-	0.250	0.236	-	-	-	-		
1B	0.265	0.250	0.236	-	-	0.280	0.265	0.250	-	-	-	-		
1A	0.280	0.265		-	-	0.300		0.280	0.335			0.335		
2	0.300			-	-	-	0.335		0.335			0.375		
3	0.335			-	-	-	0.375		0.375			-		
4	0.375			-	-	-	0.425		0.425			-		
5	0.425			-	-	-	0.475		0.475			-		

Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'de belirtilen dönebilen ve dönmeyen halatların eski ve yeni DIN normlarıyla, TS'deki karşılıkları Tablo 5.5'de verilmiştir.

Tablo 5.5 Halat tiplerinin DIN ve TS normları

Dönebilen Halatlar

DIN Standardı		TS Standardı
Yeni	Eski	
DIN 3060	DIN 655	1918/13
DIN 3065		1918/10
DIN 3066		1918/16
DIN 3057	DIN 656	1918/9
DIN 3058		1918/7
DIN 3059		1918/8
DIN 3061		1918/20
DIN 3062		1918/18
DIN 3063		1918/19

Dönmeyen Halatlar

DIN Standardı		TS Standardı
Yeni	Eski	
DIN 3069	DIN 6895	1918/24
DIN 3070		1918/26
DIN 3071		1918/25

5.2.5. TEL HALATLARIN GÖSTERİMİ

Tel halatlar TS 1918 normunda standartlaştırılmış haldedir. Buna göre bir tel halatın gösterimi:

Halat 20 TS 1918/10 - LÖ ÇT 1570 s/Z

20	: halat anma çapı [mm]
TS 1918/10	: halatın kordon tipine göre bulunduğu norm ve föy numarası (örnek olarak STANDARD halat föy numarası 10)
LÖ	: halatın öz malzemesini belirtir (örnek Lif Özlü)
ÇT	: halatı meydana getiren tellerin özelliğini gösterir (örnek Çıplak Tel)
1570	: halatın kopma mukavemetini belirtir (örnek 1570 N/mm ²)
s/Z	: halatın sarılış şeklini gösterir (örnek çapraz sağ sarımlı halat)

5.2.6. HALAT ÖMRÜNE TESİR EDEN ETKENLER

Kaldırma makinalarında kullanılan halatlar gerekli tedbirler alınmaz ve bakımları periyodik olarak yapılmaz ise kullanım ömürleri azalır. Halatların ömrüne tesir eden etkenler sekiz ana başlık altında toplanabilir.

1. İşletme şartları.
2. Halat eğilmesi⁵.
3. Tel kopma mukavemeti, 1300 N/mm² den 1600 N/mm² ye çıkarıldığında bir miktar artım görülür.
4. Yiv şekli ve malzemesi, telin yüzey basıncını etkileyeceğinden ömre etkisi olur.
5. Halat yapı tipi ve imalat şekli.
6. Halatların yağlanması, TS 8153 normuna uygun yapılmalıdır.
7. Korozyon, etkisi ancak galvanizleme (çinko ile kaplama) ile azaltılır.
8. Tel kalınlığı, arttıkça halatın ömrü artar.

5.2.7. TEL HALATLARIN SERVİSTEN ALINMASI

Gözle görülebilen kopmuş tel sayısı belli bir değere ulaştığında halat servisten alınmalıdır. Eğer bir kordon kopması görülürse hemen halat işletmeden alınır. Korozyon tehlikesinde bulunan halatların ayrıca iç yapıları da dikkate alınmalıdır. DIN 15020 normunda verilen bir tel halatı servisten almak için kopmuş tellerin sınır sayıları Tablo 5.6'da görülmektedir.

Tablo 5.6. Tel halatların işletmeden alınma sınırları (DIN 15020 normundan)

⁵ Halat eğilmesi, halatın doğru durumundan eğri duruma geçmesi ve tekrar doğru duruma geçmesidir

Tel halattaki taşıyıcı tel adedi ⁶ N	Gözle görülen kopmuş tel adedi							
	İşletme Grubu IE, ID, IC, IB, IA				İşletme Grubu 2, 3, 4, 5			
	Çapraz Halat		Düz Halat		Çapraz Halat		Düz Halat	
	6 d ⁷	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d	6 d	30 d
≤ 50	2	4	1	2	4	8	2	4
51 - 75	3	6	2	3	6	12	3	6
76 - 100	4	8	2	4	8	16	4	8
101 - 120	5	10	2	5	10	19	5	10
121 - 140	6	11	3	6	11	22	6	11
141 - 160	6	13	3	6	13	26	6	13
161 - 180	7	14	4	7	14	29	7	14
181 - 200	8	16	4	8	16	32	8	16
201 - 220	9	18	4	9	18	35	9	18
221 - 240	10	19	5	10	19	38	10	19
241 - 260	10	21	5	10	21	42	10	21
261 - 280	11	22	6	11	22	45	11	22
281 - 300	12	24	6	12	24	48	12	24
> 300	0,04 n	0,08 n	0,02 n	0,04 n	0,08 n	0,16 n	0,04 n	0,08 n

5.3. HALAT MAKARALARI

Halat makaraları, kaldırma ve yürütme mekanizmalarında *sabit* ve *hareketli* makaralar olarak halatın doğrultusunu değiştirmeye yarayan kaldırma makinaları elemanlarından biridir. Ayrıca halat kollarındaki kuvvetleri dengelemek ve makara takımları arasındaki uzunluk farklarını gidermek için kullanılan *denk makaraları* da mevcuttur. Kabestan ve manevra tesisleri için özel makaralar da bulunur.

5.3.1. MAKARA KONSTRÜKSİYONU

Halat makaraları döküm veya kaynak konstrüksiyon olarak imal edilirler. Dövme olarak da alaşımlı çelikten halat makaraları da bulunur. İmal kolaylığı olan kaynaklı halat makaraların, döküm makaralara nazaran daha hafif olması ve çelik döküm makaralardan daha ucuz olması kullanımlarını arttırmıştır. Döküm ve kaynaklı makaraların ağırlıkları, makara çapına göre Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7. Döküm ve kaynaklı makaraların ağırlık yönünden mukayesesi

Makara Çapı [mm]	400	500	630	710	800	900
Döküm makara [kg]	33	59	85	128	195	308
Kaynaklı makara [kg]	14	23	30	45	60	75
Ağırlık tasarrufu [%]	58	61	65	65	69	75

Makara imalinde kullanılan malzemeler TS 11420 normunda makara imal yöntemine göre verilmiştir (Tablo 5.8). Küçük çaplı makaralar dolu kesitli, büyük olanlar ise 4 veya 6 takviye kanatlı olarak imal edilirler. Dökme demir halat makaralarının mekanik dayanımı düşük olduğundan ağır işletmelerde çelik döküm makaralar kullanılır.

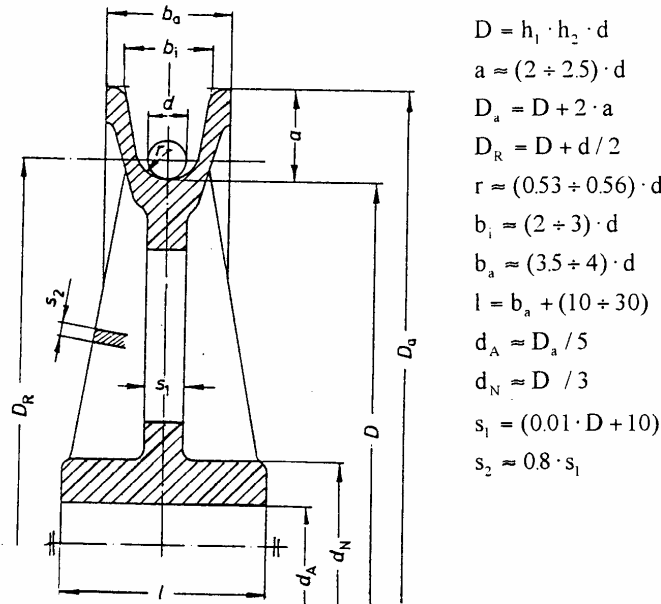
⁶ Kullanılan halatta eğer birden fazla tabaka varsa, dış tabakadaki teller in sayısı dikkate alınmalıdır

⁷ d ile tel halatın anma çapı değerleri alınmalıdır.

Tablo 5.8. Makara imalinde kullanılan malzemeler

Makara imal yöntemi	Malzeme	Kısa Gösterilişi	
		TS Normu	DIN Normu
Döküm	Çelik Döküm	ÇD-45	GS 45
		ÇD-52	GS 52
		ÇD-60	GS 60
	İslah edilebilir Çelik Döküm	ÇD42CrMo4V	GS42CrMo4V
	Lamel Grafitli Demir Döküm	DDL 20	GG 20
		DDL 25	GG 25
	Küresel Grafitli Demir Döküm	DDK 40	GGG 40
		DDK 50	GGG 50
		DDK 70	GGG 70
	Alüminyum Alaşımli Döküm	Al-Si10MgW	Al-Si10MgW
Kaynaklı	Makina İmalat Çeliği	Dış çember için	
		Fe 37-2	St 37.2
	Gazı alınmış öldürülmüş çelik	Gövde ispit için	
		Fe 37-2	St 37.2
		Göbek için	
		Fe 52-3	St 52.3
Dövme veya arzuya	İslah çeliği	C 35V	C 35 V
		C 45V	C 45 V
		42 CrMo4V	42 CrMo4V

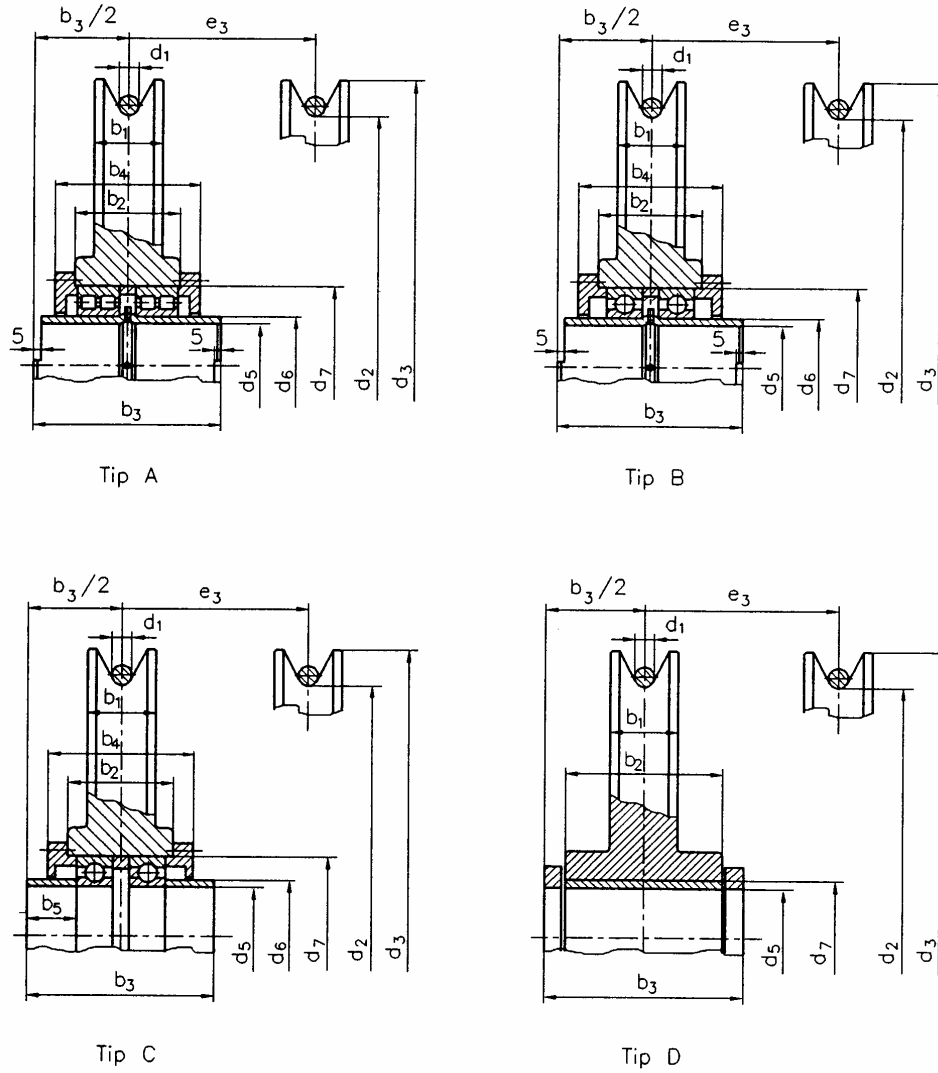
Döküm makaralar norm hale getirildiğinden kaynaklı makaralar gibi detaylı mukavemet kontrolleri yapılmaz. Ancak göbeklerinde kullanılan burçların ezilmeye göre kontrolü kaynaklı makarada olduğu gibi yapılır. Döküm makaralar d halat anma çapına göre seçilir. Şekil 5.5’de görülen döküm makaranın imalat boyutları aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.5. Döküm makara

Kullanılan makara burcu ise kızıl döküm CuSn8 veya D-CuSn10 malzemelerinden yapılır. Döküm makaralarda ayrıca bilyalı yataklar da kullanılabilir. Standart hale getirilen halat makaraları DIN 15062 ve TS 11420 normlarından seçilir. Ayrıca krenlerde kullanılan kanca

blokları için halat makaraları DIN 15417, DIN 15418, DIN 15421 ve DIN 15422 normlarında verilmiştir. DIN normundan yer alan makaralara ait şekiller Şekil 5.6'da görülmektedir.



Şekil 5.6. DIN normundan halat makaraları

Döküm makaranın hesabı

Döküm makaranın hesabı ve seçiminde halat çapına bağlı,

$$D = h_1 \cdot h_2 \cdot d$$

ifadesi kullanılır. Burada h_1 değeri DIN 15020 normunda tablo halinde verilen ve işletme grubu ile halat tipine bağlı bir katsayıdır. Tablo 5.9'da h_1 katsayıları verilmiştir.

Tablo 5.9. h_1 katsayıları

İşletme Grubu	Tambur	Halat Makarası	Denk makarası
---------------	--------	----------------	---------------

	Dönmeyen Halat	Dönebilen Halat	Dönmeyen Halat	Dönebilen Halat	Dönmeyen Halat	Dönebilen Halat
1E	10	11.2	11.2	12.5	10	12.5
1D	11.2	12.5	12.5	14	10	12.5
1C	12.5	14	14	16	12.5	14
1B	14	16	16	18	12.5	14
1A	16	18	18	20	14	16
2	18	20	20	22.4	14	16
3	20	22.4	22.4	25	16	18
4	22.4	25	25	28	16	18
5	25	28	28	31.5	18	20

h_2 katsayısı ise halat donanımına bağlı bir katsayıdır. h_2 katsayısı halatın makara ve tambur üzerinde sarılıp, açıldığında yaptığı eğilme sayısına bağlı olarak bulunur.

Halat eğilme sayısı, doğru halatın makaraya sarılırken eğilmesi ve makaradan sonra doğrulmasıyla tarif edilir ve bu durumda 1 eğilme sayılır. Eğer bir makaradan geçen halat takip eden makarada aksi yönde eğilip doğrulursa 2 eğilme sayılır. Tambur üzerinde sarılıp açılmada 0.5 eğilme sayılır. Denk makaralarında halat eğilmesi olmadığı kabul edilir ve eğilme sayısı 0'dır. Bir iş seferindeki toplam eğilme sayısı, yük kaldırma ve indirme sırasındaki halat eğilmelerin toplamıdır. Hesap yapılırken yük kaldırma için bulunan w eğilme sayısının iki katı alınarak toplam eğilme sayısı bulunur. Toplam eğilme sayısına göre h_2 katsayısının aldığı değerler Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10. h_2 katsayıları

w	≤ 5	6 - 9	≥ 10
h_2	1.0	1.12	1.25

$d = 14$ halat çapı için DIN 15062 normundan A tipi $D = 355$ mm çaplı halat makarasının gösterimi :

Makara DIN 15062 - A - 14 x 355 - 50

5.4. MAKARA DONANIMLARI

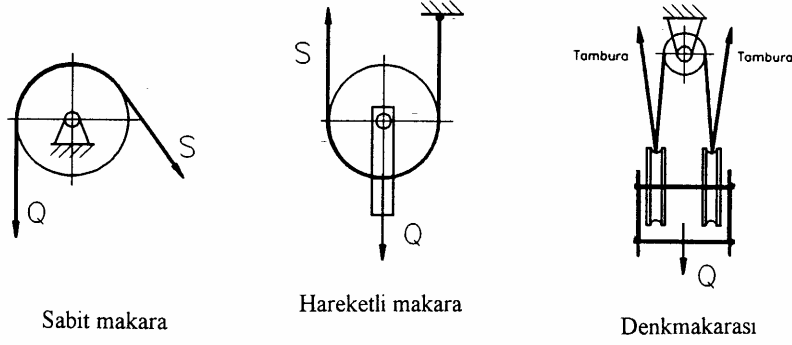
Makaraların halatlarla birlikte çeşitli şekillerde düzenlenerek yüklerin kaldırılmasında kullanılmasına *makara donanımları* veya *palangalar* denir. Kullanılan makaralar, sabit ve hareketli halat makaraları ile denk makaralarıdır.

5.4.1. MAKARA TİPLERİ ve VERİMLER

Halat makaralarının verimleri, tiplerine göre değişmektedir. Şekil-7'de halat makaraları görülmektedir. Bu makaralar,

- Sabit makara, mil eksenini yer değiştirmeyen makaralardır. Üzerinde halatın sevkine kılavuzluk eden veya saptırma işini yapan makaralardır.
- Hareketli makara, mil eksenini yer değiştirebilen makaralardır. Çalışırken makara hem döner hem de doğrusal hareket eder.
- Denk makarası, sabit makaralar grubundan olup, ikiz palangaların tertiplenmesinde

kullanılır. Yükün taşıyıcı halat kollarına eşit dağılmasını sağlayarak küçük halat uzamalarını dengeler.



Şekil-7 Halat makaraları tipleri

Halatla tahrikte makara verimi, halatın eğilmesi ve makaranın yatak sürtünmesinden oluşan kayıplar ile ifade edilir. Sabit ve hareketli makara ile ilgili ifadeler Tablo-12’de gösterilmiştir.

Tablo-12 Makaralar ile ilgili ifadeler

İfadeler	Sabit Makara	Hareketli Makara
Halat çekme kuvveti $S =$	Q / η	$Q / 2 \cdot \eta$
Taşıyıcı halat sayısı $z =$	1	2
Çevrim oranı $i =$	1	2
Halat çekme hızı $v_h =$	$v_v^{1)}$	$i \cdot v_v$
Çekilen halat boyu $h =$	$s^{2)}$	$i \cdot s$
Makara verimi $\eta =$		
- kaymalı yataklı	0.96	0.98
- rulmanlı yataklı	0.98	0.99

¹⁾ v_v : yük kaldırma hızı

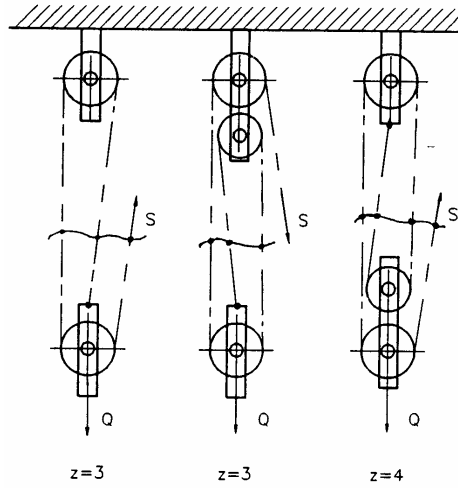
²⁾ s : yük kaldırma yüksekliği

5.4.2. PALANGALAR

Palangalar kullanıldıkları yere göre *basit* ve *ikiz* palanga olmak üzere iki tiptedir. Palangalar büyük çevrim oranları elde etmek üzere sabit ve hareketli makaraların belli bir düzende birleştirilmesi ile elde edilen makara düzenleridir.

Basit Palangalar

Bağımsız olarak yalnız başlarına kaldırma işlerinde kullanılabildikleri gibi çoğunlukla vinç veya oklu krenlerde kullanılırlar. Makaralara sarılan halatın bir ucu ya *alt bloğa* (hareketli makara grubuna) veya *üst bloğa* (sabit makara grubuna) tespit edilir. Alt blokta kanca gibi yük tutma elemanları bulunur. Basit palanga makaralarında genellikle eşit çaplı makaralar kullanılır. Üst ve alt blokta sabit ve hareketli makaraların eksenleri ayrı ayrı ortaktır. Makaraları aynı düzelende olup, çapları farklı ve tekil pernolu olan palangalar da vardır. Aynı sayılı makaralara sahip basit palangaların hesabında, halatın hareketli makarada başladığı kabul edilir. Şekil-8’de üç ve dört halat kollu üç basit palanga örneği verilmiştir.



Şekil-8 Üç ve dört halat kollu basit palangalar

Basit palanga verimi

Makara sayısı n ile gösterilirse, taşıyıcı halat sayısı $(n+1)$ olur. Taşıyıcı halat sayısı $z = n+1$ ile ifade edilir.

$$\eta_p = \frac{1}{z} \cdot \frac{1 - \eta^z}{1 - \eta}$$

Kaymalı yataklı makara verimi $\eta = 0.96$, rulmanlı yataklı makara verimi $\eta = 0.98$ alınarak palanga verimi bulunur.

İkiz Palangalar

Kren arabalarında kullanılan ikiz palangalar yüklerin kaldırılması esnasında basit palangalarda görülen yatay kayma hareketinin olmadığı palanga düzenleridir. Benzer iki basit palanganın paralel bağlanması ile meydana gelir. İki serbest halat ucu üzerinde sağ ve sol yivler bulunan tambura iki taraftan sarılır. İkiz palangaların sağladığı avantajlar :

1. Yük çok sayıda halata bölündüğünden tel halat makara ve tambur çapı küçülür.
2. Yük kaldırılırken yatay hareket görülmez.
3. Halat tambura iki taraftan sarıldığından halat çekmesinden oluşan tambur zorlanmaları yoktur.

İkiz palangalar tertiplenirken denk makarasından faydalanılır. Yük kaldırılırken halatlar tambur başlarından ortaya doğru sarılır. Simetriden dolayı tamburda eksenel kuvvet meydana gelmez. Şekil-9'da 4 halat kollu ve 8 halat kollu ikiz palangalar gösterilmiştir.

İkiz palanga verimi

İkiz palangada bulunan taşıyıcı halat kolu sayısının yarısı olan basit palanganın verimi ile aynıdır. Taşıyıcı halat kolu sayısı $z' = z/2$ alındığında verim,

$$\eta_p = \frac{1}{z'} \cdot \frac{1 - \eta^{z'}}{1 - \eta}$$

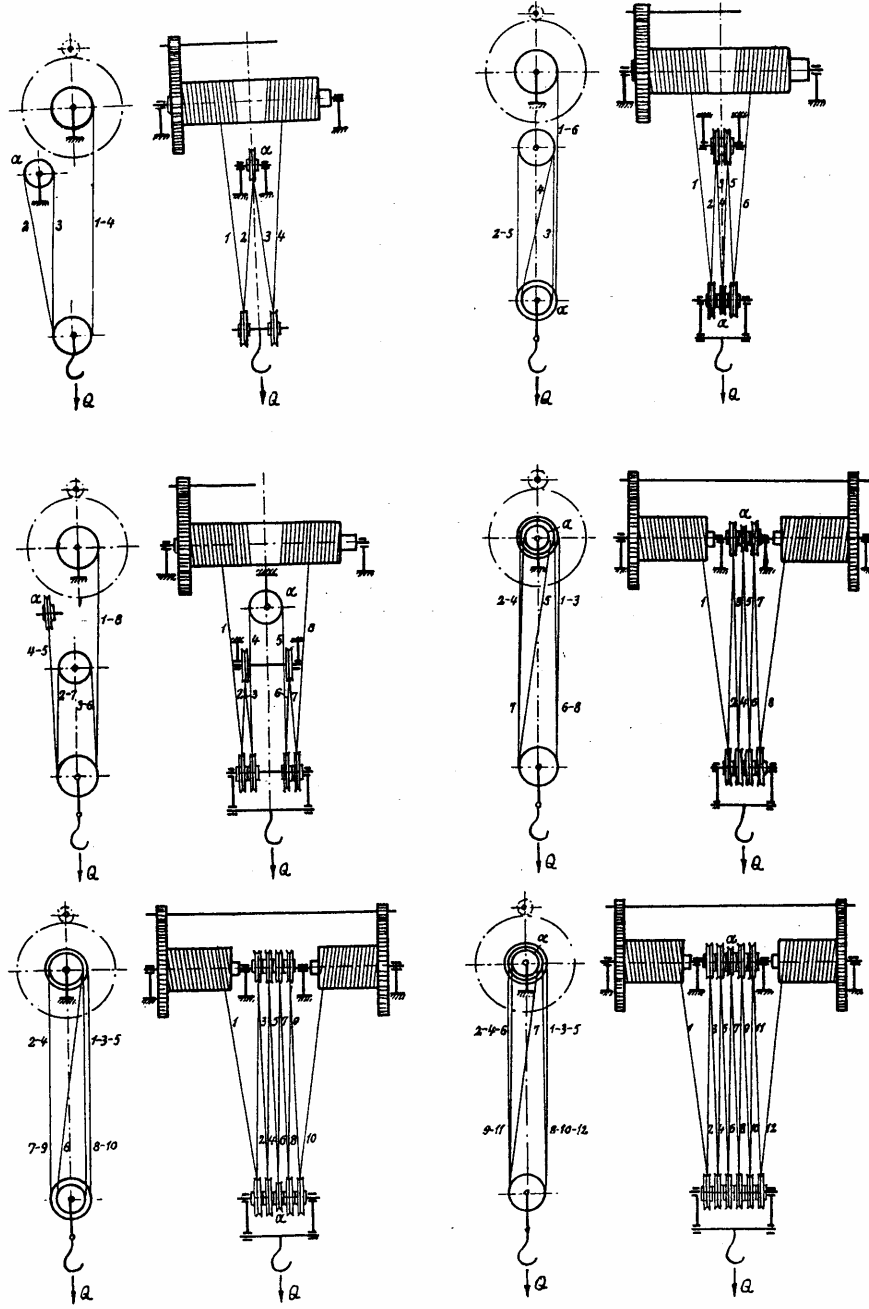
Basit ve ikiz palanga ile ilgili ifadeler Tablo-13'de gösterilmiştir.

Tablo-13 Palangalar ile ilgili ifadeler

İfadeler	Basit Palanga	İkiz Palanga
Halat çekme kuvveti $S =$	$Q / z \cdot \eta_p$	$Q / z \cdot \eta_p$
Taşıyıcı halat sayısı	z	$z / 2$
Çevrim oranı $i =$	z	$z / 2$
Halat çekme hızı $v_h =$	$i \cdot v_y^{1)}$	$i \cdot v_y$
Çekilen halat boyu $h =$	$i \cdot s^{2)}$	$i \cdot s$
Palanga verimi $\eta_p =$	$\frac{1}{z} \cdot \frac{1 - \eta^z}{1 - \eta}$	$\frac{1}{z'} \cdot \frac{1 - \eta^{z'}}{1 - \eta}$

¹⁾ v_y : yük kaldırma hızı

²⁾ s : yük kaldırma yüksekliği



Şekil-9 İkiz palanga örnekleri

5.5. YÜK TUTMA ELEMANLARI

Taşıyacak veya kaldırılacak mal veya yükün cinsi, büyüklüğü ile diğer fiziksel ve mekanik özellikler yük tutma elemanının tipini belirler. Parça veya dökme mal olarak çok değişik mal tipine uygun yük tutma elemanları da çok çeşitlidir.

5.5.1. YÜK TUTMA ELEMANLARININ ÖZELLİKLERİ

Kullanılan yük tutma elemanlarının bazı özellikleri şunlardır.

- Yükler kısa zamanda kolaylıkla tutulabilmeli ve serbest bırakılabilmelidir.
- Tutma işlemi mümkün olduğunca az personelle yapılabilmelidir.

- c) Kopma ve yük kaymalarına karşı yükler emniyetle tutulmalıdır.
- d) Yük tutma elemanları taşınan mala zarar vermemelidir.
- e) Yük tutma elemanları kolay kullanılabilir şekilde olmalıdır.
- f) Yük tutma elemanları, kaldırma makinalarının taşıma kapasitesinden maksimum faydalanmak için hafif yapıda yapılmalıdır.

5.5.2 YÜK TUTMA ELEMANLARININ SINIFLANDIRILMASI

Kaldırma makinalarında kullanılan yük tutma elemanları temelde sekiz sınıfta ele alınır.

- a) Kanca ve kanca blokları
- b) Hamut ve hamut blokları
- c) Bağlama halatı ve zincirleri (sapanlar)
- d) Taşıma kovaları ve kepçeler
- e) Travers, aks ve mengene
- f) Kıskaçlar ve kavrayıcılar
- g) Elektro-magnetler
- h) Vakumlu taşıyıcılar

Kanca ve Kanca Blokları

Yük kancaları, basit yük tutma elemanlarından olup, kancanın şekline göre isimlendirilir. Kancalar, kanca bloklarında şaftlarının tipine uygun olarak, *uzun şaftlı* ve *kısa şaftlı* kancalar olarak yer alır. Kaldırma makinalarından kullanılan kancalar;

- basit kancalar,
- çift ağızlı kancalar,
- lamelli kancalar

Basit Kancalar

Basit kancalar, yükün kolayca asılmasına imkan veren kancalardır. Halat ucuna bağlanmalarında kendi eksenine etrafında dönme serbestisi tanınmalıdır. Kancalar kalıpta veya serbest olarak dövülerek, DIN 15400 normunda yazılan malzemelerinden imal edilir. Sıcak dövme işleminden sonra gerilme giderme tavlama yapılmıştır.

Kanca malzemeleri DIN 15400 normunda harfler (M, P, S, T, V) ile sembolize edilmiştir ve kullanılan çelikler DIN 17102 ve DIN 17103 normunda tanımlanmıştır. Tablo-13'de kanca çapına uygun malzemelerin seçimi görülmektedir. Eski ve yeni kanca malzemelerinin mukayesesi aşağıda verilmiştir.

DIN 15400'de verilen malzeme sınıfı	DIN 17135'e göre	DIN 17102 ve DIN 17103 e göre
M	A St 41	St E 285
P	A St 42	St E 355

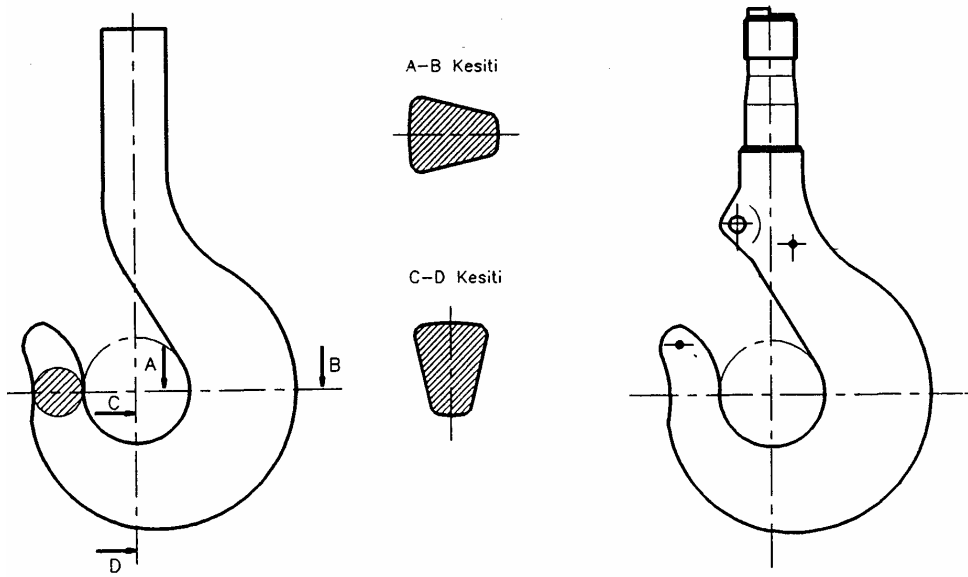
Tablo-13 Kanca malzemelerinin sınıflandırılması

Kanca	DIN 17102 ve DIN 17103		DIN 17102, DIN 17103 ve DIN 17200		
No	M	P	S	T	V
006 010 012 020 025 04 05 08 1 1.6	St E 285	St E 355	St E 420 34CrMo4	St E 500 34 CrMo4	34CrMo4
2.5 4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 40				34CrMo4	34CrNiMo6
50 63 80 100 125 160 200 250				34CrNiMo4	34CrNiMo8

Tablo-14 İşletme grubu ve kaldırılan yüke göre kanca seçimi

Kanca Malzemesi	İşletme Grubu ¹⁾										Kanca Malzemesi
M	Leichter Betrieb als nach Triebwerkgruppe 1B _m darf nicht berücksichtigt werden.			1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m	—	M
P				1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m	—	P
S				1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m	—	S
T				1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	—	—	T
V				1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	—	—	V
Kanca Numarası	Kaldırma yükü kg										Kanca Numarası
006	320	250	200	160	125	100	—	—	—	—	006
010	500	400	320	250	200	160	125	100	—	—	010
012	630	500	400	320	250	200	160	125	100	—	012
020	1 000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	020
025	1 250	1 000	800	630	500	400	320	250	200	160	025
04	2 000	1 600	1 250	1 000	800	630	500	400	320	250	04
05	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	800	630	500	400	320	05
08	4 000	3 200	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	800	630	500	08
1	5 000	4 000	3 200	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	800	630	1
1.6	8 000	6 300	5 000	4 000	3 200	2 500	2 000	1 600	1 250	1 000	1.6
2.5	12 500	10 000	8 000	6 300	5 000	4 000	3 200	2 500	2 000	1 600	2.5
4	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	6 300	5 000	4 000	3 200	2 500	4
5	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	6 300	5 000	4 000	3 200	5
6	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	6 300	5 000	4 000	6
8	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	6 300	5 000	8
10	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	6 300	10
12	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	12
16	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	16
20	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	20
25	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	25
32	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	32
40	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	40
50	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	50
63	320 000	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	63
80	400 000	320 000	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	80
100	500 000	400 000	320 000	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	100
125	—	500 000	400 000	320 000	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	125
160	—	—	500 000	400 000	320 000	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	160
200	—	—	—	500 000	400 000	320 000	250 000	200 000	160 000	125 000	200
250	—	—	—	—	500 000	400 000	320 000	250 000	200 000	160 000	250
¹⁾ DIN 15020 ye göre tanımlanan											

Kanca Şekil-10'da görüldüğü gibi şaft kısmı ile eğrisel kanca kısmından oluşur. Şaft kısmına çoğunlukla yuvarlak veya metrik vida açılır. Basit kanca sıcağa maruz ortamda kullanılacaksa çekme mukavemeti 50 ... 80 N/mm² olan DIN 17155'de belirtilen yüksek mukavemetli çelikten imal edilmelidir. Kanca bloğunda kancalar bir traverse kanca somunu ile asılırlar. Çentik etkisini azaltmak için yuvarlak profilili vida şeklinin kullanılması tavsiye edilir.



Şekil-10 Basit kanca

Basit kanca ve konstrüksiyonu standart hale getirilmiştir. Motor ve el ile çalıştırılan kaldırma makinaları için yük kancası DIN 15401 normundan seçilir. Norm kancada 0.063 ila 320 tona kadar normal yükler için verilmiştir. Bunlardan başka DIN 7540, DIN 7541 normundan ve TS 2340/4 normunda, yük zincirleri için gözlü kancalar kullanılır. Gözlü kanca, hafif yük kancalarından olup, zincire bağlanmak üzere kullanılır. Kargo taşımada kullanılan kancalar DIN 82017'de ve TS 2340/7'de verilmiştir. *Özel kanca* olarak da bu anılan kancalar, hafif yük liman ve gemi vinç ve krenlerinde kullanılan kancalardır. Kancada bulunan engel ile kanca burnunun gemi ambarına takılması önlenir.

Emniyetli kancalarda, yükün kanca ağzından sıçramasının bir engel yardımıyla önlenir. Yük takılırken mandal geriye çekilir. Bırakıldığında yay ile kanca ağzına doğru itilerek kilitlenir. Böylece sapanların rüzgarlı havada sallanması veya dengesiz yüklemeyle kancadan kurtulması önlenir.

Basit Kancaların Hesap Esasları

Basit kancaların hesabını üç kısımda incelemek gerekir. İlk olarak kanca şaft kısmında bulunan vidalı kısım, daha sonra kancanın eğri kısmında bulunan iki tehlikeli kesitin mukavemet kontrol hesapları yapılır.

Kanca Şaftının Kontrolü

Kanca şaftı yüklemeye uygun olarak çekmeye zorlanır. Şaftın en tehlikeli kesiti ise dış dibi kesitidir. Burası çekme gerilmesine göre kontrol edilmelidir. Ayrıca vidalı kısımda vida yüzey basıncı hesaplanıp, vida uzunluğu tespit edilir.

Çekme gerilmesi,

$$\sigma = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_o^2}{4}} \leq \sigma_{em}$$

$\sigma_{em} = 30$ ila 60 N/mm^2 alınır.

Kanca şaftının vida yüzey basıncı,

$$p = \frac{Q}{z \cdot \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} - \frac{\pi \cdot d_o^2}{4} \right)} \leq p_{em}$$

$p_{em} = 10$ ila 20 N/mm^2 alınır.

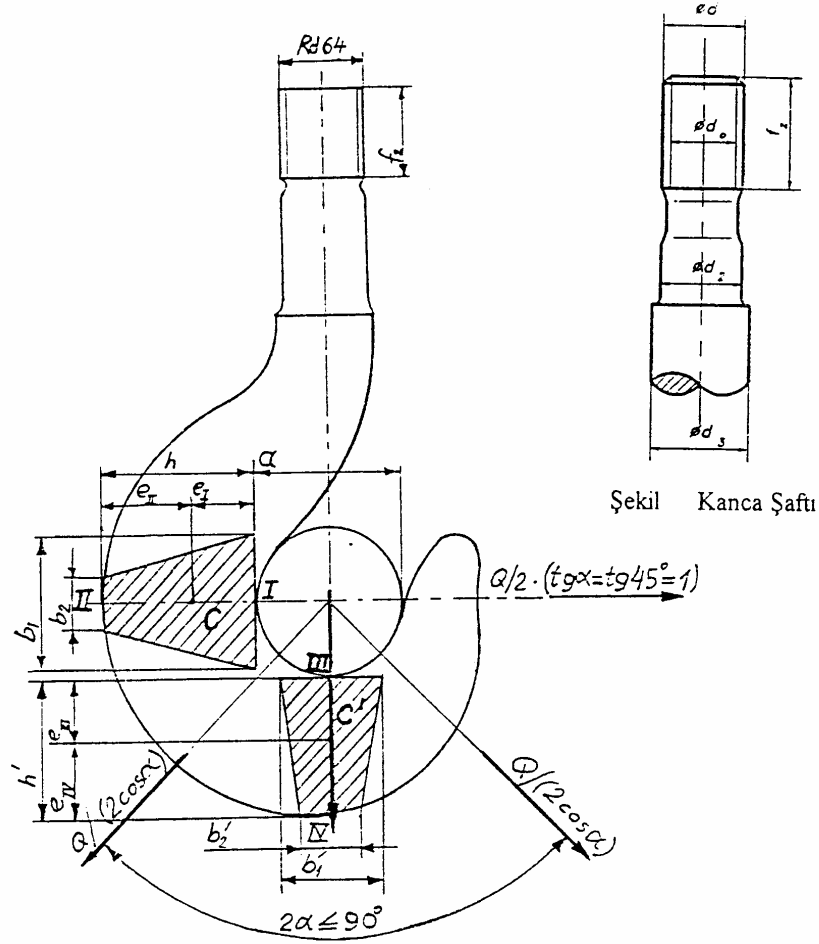
Yukarıdaki ifadede z vida diş sayısıdır ve $z = \frac{f_z}{h}$ ile hesaplanır.

Kancanın Eğri Kısımının Hesabı

Kancanın eğri kısmı bileşik mukavemete göre kontrol edilir. Yaklaşık hesapta kanca ekseninden küçük yüklü bir çubuk gibi ele alınır ve kesitte gerilme dağılımı lineer kabul edilir. Kritik iki kesit ayrı ayrı ele alınarak kontrol hesapları yapılır. Yükün kancaya sapanla asıldığı düşünülerek, kuvvet durumu göz önüne alınmalıdır. Q yükünü taşımak için kullanılan sapanın her kolunun kuvvet durumu ele alındığında kancaya etkiyen kuvvetler, 2α halat sarım

açısı olmak üzere, $\frac{Q}{2 \cdot \cos \alpha}$ ve $\frac{Q}{2} \cdot \tan \alpha$ dır.

Sonuçta eğilmeli çekme ve basma gerilmeleri oluşur. Şekil-11'de görülen kancanın kesitleri kenarları yuvarlatılmış trapez şeklindedir. Ancak hesapların kolay yapılabilmesi için kesitler trapez olarak kabul edilir.



Şekil Kanca Şaftı

Şekil-11 Kancanın şaft kısmı ve kritik kesitler

I-II Kesitin Kontrolü

Q yükü etkisi altında eğilmeye zorlanan kesitteki toplam gerilme,

$$\sigma = \frac{Q}{F} \pm \frac{M_e}{W} \leq \sigma_{em}$$

ile ifade edilir. Burada (+) işareti çekme, (-) işareti basma gerilmesi için kullanılır.

$$\text{Kesit alanı : } F = h \cdot \frac{b_1 + b_2}{2} \quad [\text{mm}^2]$$

Kesit ağırlık merkezinin uzaklıkları :

$$e_1 = \frac{h}{3} \cdot \frac{b_1 + 2 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \quad [\text{mm}]$$

$$e_2 = \frac{h}{3} \cdot \frac{2 \cdot b_1 + b_2}{b_1 + b_2} \quad \text{veya} \quad e_2 = h - e_1$$

$$\text{Kesit atalet momenti : } J = \frac{h^3}{36} \cdot \frac{b_1^2 + 4 \cdot b_1 \cdot b_2 + b_2^2}{b_1 + b_2} \quad [\text{mm}^4]$$

$$\text{Kesit mukavemet momenti : } W_1 = \frac{J}{e_1} \quad \text{ve} \quad W_2 = \frac{J}{e_2} \quad [\text{mm}^3]$$

Kesitte hasıl olan eğilme momenti : $M_e = Q \cdot \left(\frac{a}{2} + e_1 \right) [Mm]$

Kesitteki toplam gerilmeler:

$$\sigma_1 = \frac{Q}{F} + \frac{M_e}{W_1} [N/mm^2]$$

$$\sigma_2 = \frac{Q}{F} - \frac{M_e}{W_2} [N/mm^2]$$

$\sigma_{em} = 60$ ila $80 N/mm^2$ alınır.

III-IV Kesitin Kontrolü

Yükler kancaya $2\alpha = 90 \sim 120^\circ$ arasında bir sapan açısıyla asıldığında III-IV kesitinde sapan kollarındaki $\frac{Q}{2 \cdot \cos \alpha}$ kuvveti kesiti kesmeye zorlayacağından ihmal edilir ve sadece

$\frac{Q}{2} \cdot \tan \alpha$ dik bileşeni ile bileşik mukavemete tesir eder.

$$\sigma = \frac{Q}{2 \cdot F'} \cdot \tan \alpha \pm \frac{M'_e}{W'} \leq \sigma_{em}$$

Kesit alanı : $F' = h' \cdot \frac{b'_1 + b'_2}{2} [mm^2]$

Kesit ağırlık merkezinin uzaklıkları :

$$e'_1 = \frac{h'}{3} \cdot \frac{b'_1 + 2 \cdot b'_2}{b'_1 + b'_2} [mm]$$

$$e'_2 = \frac{h'}{3} \cdot \frac{2 \cdot b'_1 + b'_2}{b'_1 + b'_2} \text{ veya } e'_2 = h' - e'_1 [mm]$$

Kesit atalet momenti : $J' = \frac{h'^3}{36} \cdot \frac{b'^2_1 + 4 \cdot b'_1 \cdot b'_2 + b'^2_2}{b'_1 + b'_2} [mm^4]$

Kesit mukavemet momenti : $W_3 = \frac{J'}{e'_1}$, $W_4 = \frac{J'}{e'_2} [mm^3]$

Kesitte hasıl olan eğilme momenti: $M'_e = \frac{Q}{2} \cdot \tan \alpha \cdot \left(\frac{a}{2} + e'_1 \right) [Mm]$

Kesitteki toplam gerilmeler: ($\alpha = 45^\circ$)

$$\sigma_3 = \frac{Q}{2 \cdot F'} \cdot \tan \alpha + \frac{M'_e}{W_3} [N/mm^2]$$

$$\sigma_4 = \frac{Q}{2 \cdot F'} \cdot \tan \alpha - \frac{M'_e}{W_4} [N/mm^2]$$

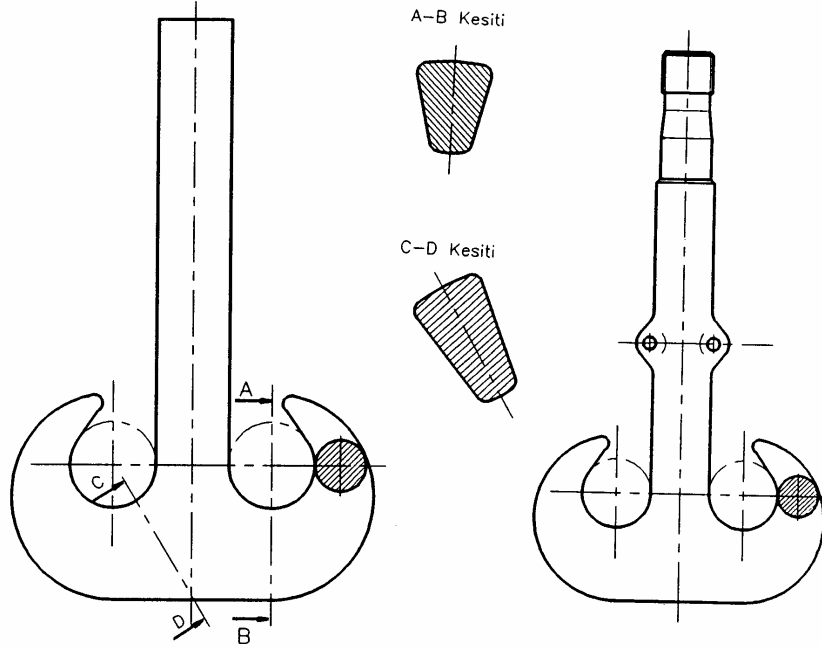
$\sigma_{em} = 60$ ila $80 N/mm^2$ alınır.

RFN tipi ve M malzeme sınıfı 20 numaralı basit kancanın gösterimi :

Basit Kanca DIN 15401 - RFN - 20 -M

Çift Ağızlı Kancalar

Büyük yük değerleri için çift ağızlı kancalar tercih edilir. Bu tip kancalarda zorlanmalar yük askısının simetrik olmasından dolayı, basit kancalardan daha uygundur. Çift ağızlı kancalar ile 0.5 ila 500 ton arasındaki yükleri kaldırılır. DIN 15402 normunda verilen çift ağızlı kanca Şekil-12’de gösterilmiştir. Kanca şaft kısmı ile eğrisel kanca kısmından oluşur. Şaft kısmına çoğunlukla yuvarlak veya metrik vida açılır.



Şekil-12 Çift ağızlı kanca

Çift Ağızlı Kancanın Hesap Esasları

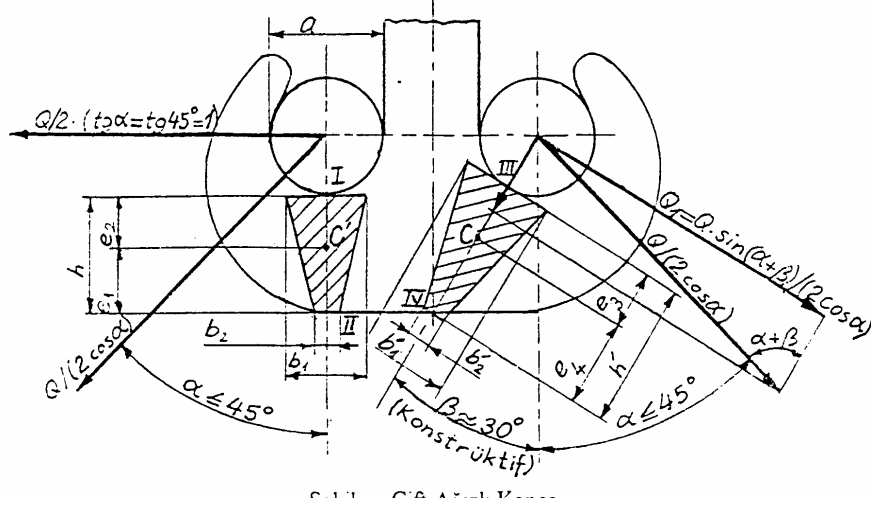
Çift ağızlı kanca hesabı, basit kancanın hesabında yer alan kabuller ile yapılır. Benzer şekilde vidalı kısmın hesabı ve tehlikeli kesitlerin mukavemet hesapları yapılır. Buradaki hesaplarda kanca eğrilmesi ihmal edilerek, yaklaşık hesap yöntemi uygulanır.

Kanca şaftının kontrolü

Basit kancanın hesap esasları çift ağızlı kanca için de geçerlidir. Buna göre, kanca şaftının çekme gerilmesine ve vida yüzey basıncına göre kontrolü yapılır.

Kancanın Eğri Kısımının Hesabı

Kancanın eğri kısmı bileşik mukavemete göre kontrol edilir. Yaklaşık hesap yönteminde kritik iki kesit ayrı ayrı ele alınarak, kontroller yapılır. Yükün kancaya sapanla asıldığı düşünülerek Şekil-13’de verilen kuvvet durumu göz önüne alınır.



Şekil-13 Çift ağızlı kancada kuvvet durumu

I-II Kesiti

Q yükü etkisi altında eğilmeye zorlanan kesitteki toplam gerilme,

$$\sigma = \frac{Q \cdot \sin(\alpha + \beta)}{2 \cdot F \cdot \cos \alpha} \pm \frac{M_e}{W} \leq \sigma_{em}$$

ile ifade edilir. Burada (+) işareti çekme, (-) işareti basma gerilmesi için kullanılır.

α : sapan kollarının düşey eksenle yaptığı açıdır.

$$90^\circ \leq 2\alpha \leq 120^\circ$$

β : I-II kesitinin düşey eksenle yaptığı açıdır.

$$30^\circ \leq \beta \leq 32^\circ$$

$$\sin \beta = \frac{(d_3 + a) / 2}{\frac{a}{2} + h} \quad (74) \text{ ifadesi yardımıyla da } \beta \text{ açısı bulunabilir.}$$

$$\text{Kesit alanı : } F = h \cdot \frac{b_1 + b_2}{2} \quad [\text{mm}^2]$$

Kesit ağırlık merkezinin uzaklıkları :

$$e_1 = \frac{h}{3} \cdot \frac{b_1 + 2 \cdot b_2}{b_1 + b_2} \quad [\text{mm}]$$

$$e_2 = \frac{h}{3} \cdot \frac{2 \cdot b_1 + b_2}{b_1 + b_2} \quad \text{veya} \quad e_2 = h - e_1$$

$$\text{Kesit atalet momenti : } J = \frac{h^3}{36} \cdot \frac{b_1^2 + 4 \cdot b_1 \cdot b_2 + b_2^2}{b_1 + b_2} \quad [\text{mm}^4]$$

$$\text{Kesit mukavemet momenti : } W_1 = \frac{J}{e_1} \quad \text{ve} \quad W_2 = \frac{J}{e_2} \quad [\text{mm}^3]$$

$$\text{Kesitte hasıl olan eğilme momenti : } M_e = \frac{Q \cdot \sin(\alpha + \beta)}{2 \cdot \cos \alpha} \left(\frac{a}{2} + e_1 \right) [\text{Mm}]$$

Kesitteki toplam gerilmeler:

$$\sigma_1 = \frac{Q \cdot \sin(\alpha + \beta)}{2 \cdot F \cdot \cos \alpha} + \frac{M_e}{W_1} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_2 = \frac{Q \cdot \sin(\alpha + \beta)}{2 \cdot F \cdot \cos \alpha} - \frac{M_e}{W_2} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$\sigma_{em} = 60$ ila 80 N/mm^2 alınır.

III-IV Kesitin Kontrolü

Yatay bileşen $\frac{Q}{2} \cdot \tan \alpha$ kesitte eğilme gerilmesine sebep olur. Bu durumda bileşik mukavemet,

$$\sigma = \frac{Q}{2 \cdot F'} \cdot \tan \alpha \pm \frac{M'_e}{W'} \leq \sigma_{em}$$

$$\text{Kesit alanı : } F' = h' \cdot \frac{b'_1 + b'_2}{2} \quad [\text{mm}^2]$$

Kesit ağırlık merkezinin uzaklıkları :

$$e'_1 = \frac{h'}{3} \cdot \frac{b'_1 + 2 \cdot b'_2}{b'_1 + b'_2} \quad [\text{mm}]$$

$$e'_2 = \frac{h'}{3} \cdot \frac{2 \cdot b'_1 + b'_2}{b'_1 + b'_2} \quad \text{veya } e'_2 = h' - e'_1 \quad [\text{mm}]$$

$$\text{Kesit atalet momenti : } J' = \frac{h'^3}{36} \cdot \frac{b'^2_1 + 4 \cdot b'_1 \cdot b'_2 + b'^2_2}{b'_1 + b'_2} \quad [\text{mm}^4]$$

$$\text{Kesit mukavemet momenti : } W_3 = \frac{J'}{e'_1}, \quad W_4 = \frac{J'}{e'_2} \quad [\text{mm}^3]$$

$$\text{Kesitte hasıl olan eğilme momenti: } M'_e = \frac{Q}{2} \cdot \tan \alpha \cdot \left(\frac{a}{2} + e'_1 \right) \quad [\text{Mm}]$$

Kesitteki toplam gerilmeler: ($\alpha = 45^\circ$)

$$\sigma_3 = \frac{Q}{2 \cdot F'} \cdot \tan \alpha + \frac{M'_e}{W_3} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$\sigma_4 = \frac{Q}{2 \cdot F'} \cdot \tan \alpha - \frac{M'_e}{W_4} \quad [\text{N/mm}^2]$$

$\sigma_{em} = 60$ ila 80 N/mm^2 alınır.

RF tipi ve M malzeme sınıfı 20 numaralı çift ağızlı kancanın gösterimi :

Çift Ağızlı Kanca DIN 15402 - RF - 20 -M

Kanca Blokları

Kanca, bir kanca takımı veya bloğu yardımıyla bir palanga takımına bağlanır. Palangadaki taşıyıcı halat kolu sayısı ile blokta bulunan makara sayısı bulunur. Eğer kanca doğrudan halata bağlanacaksa, halatın gevşemesini önlemek ve boşalan kancanın yukarı çekilmesini sağlamak için daima ilave bir ağırlık bağlanır. Bu ağırlıklar çalıştırıldıkları yerlerde ambar kapaklarına ve benzeri yerlere takılmaması için oval şekilde yapılırlar. Ayrıca ağırlık ile kanca arasında yeterince uzun bir zincir, kancaya hareket serbestisi kazandırmak için takılır.

Kanca blokları günümüzde kullanılan kanca şaftına bağlı olarak üç gruba ayrılır;

- uzun şaftlı kanca bloğu
- kısa şaftlı kanca bloğu
- modern kanca bloğu

Uzun şaftlı kanca bloğunda ise, makaralar kanca traversinde kancanın her iki yanındadır. Bu kanca bloğunda sadece bir tek taşıyıcı travers vardır. Bu nedenle kısa şaftlı bloktan daha geniştir, ancak blok yüksekliği daha azdır. Kanca tambura daha iyi yaklaştığından kaldırma yüksekliğinden daha iyi faydalanılır. Kanca burnunun makara kutusuna değmemesi için şaft kısmı uzatılmıştır.

Uzun şaftlı kanca bloğunda, traversin yan kısımlarında makaralar yataklanmış; orta kısmında da uzun şaftlı kanca asılmıştır. Uzun şaftlı kanca bloğunda bulunan elemanlar;

- uzun şaftlı kanca (basit veya çift ağızlı kanca) DIN 15401, DIN 15402
- makaralar ve burçlar DIN 15062
- travers DIN 15412
- bilyalı eksenel yatak
- kanca somunu DIN 15413
- koruma kutusu
- aks tutucusu DIN 15069

Yük kanca No.10 için C tipi traversin gösterimi :

Travers DIN 15412 - C - 10 - P

Rd 50 x 6 yuvarlak vidalı Yük kanca somunu gösterimi :

Yük Kanca Somunu Rd 50 x 6 DIN 15413

Delik açıklığı $f = 75$ mm ve genişliği $g = 25$ mm olan emniyet parçası gösterimi :

Emniyet Parçası DIN 15414 - 75 x 25

Aks çapı 140 mm için ara halkanın gösterimi :

Ara Halka DIN 15069 - 140 - KU

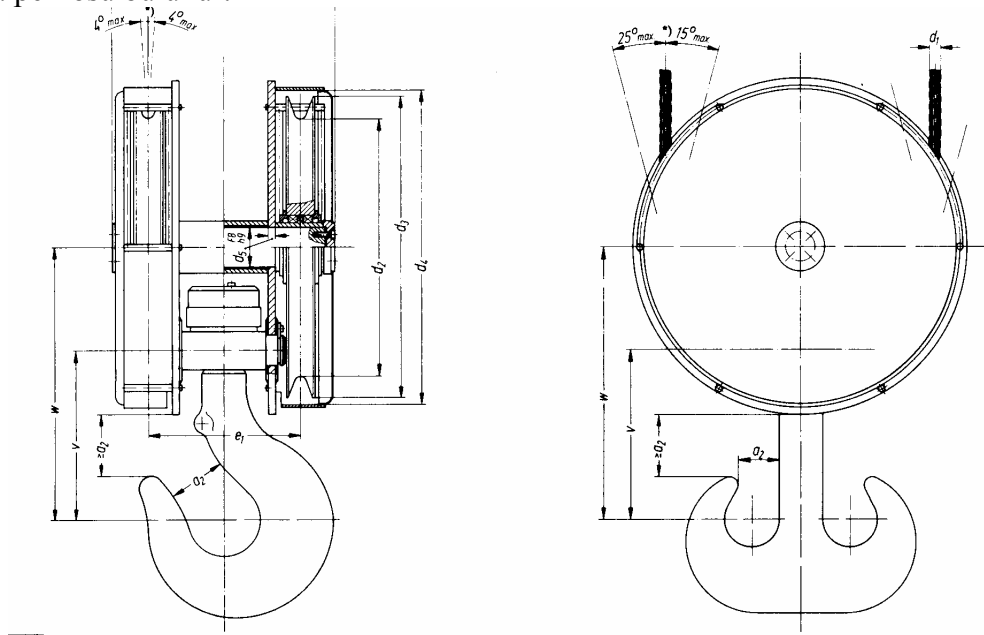
Genişliği $l = 40$ mm ve kalınlığı $b = 10$ mm olan aks tutucusunun gösterimi :

Aks Tutucusu 40 x 10 DIN 15058

Kısa şaftlı kanca bloğunda makaralar, pernonun üzerine yan yana yataklanmıştır. Bu nedenle dar bir konstrüksiyon elde edilir. Altta ise kısa şaftlı kancayı taşıyan bir travers bulunur, bu da bloğun yüksekliğini artırır.

Modern kanca bloğunun konstrüksiyonunda her iki konstrüksiyon birleştirilmiş ve norm hale getirilmiştir. İki makaralı kanca bloğu DIN 15408, dört makaralı kanca bloğu DIN 15409'da verilmiştir. Kanca bloğu, uzun şaftlı kanca bloğunun yüksekliğinde ve genişliğinde olup, kısa şaftlı kanca takılmıştır. Böylece blok tipleri azaltılmış ve seri fabrikasyonla ekonomi sağlanmıştır. Şekil-41'de modern kanca blokları gösterilmiştir.

Bu kanca bloğunda, makaralar ile kanca ayrı ayrı yataklanır. Bloğun üst kısmında sadece makaraların üzerinde döndüğü makara pernosu ve alt kısmında da kanca traversi vardır. Kısa şaftlı kanca bloğunun elemanları uzun şaftlı kanca ile aynı olmakla birlikte ilave makara pernosu bulunur.



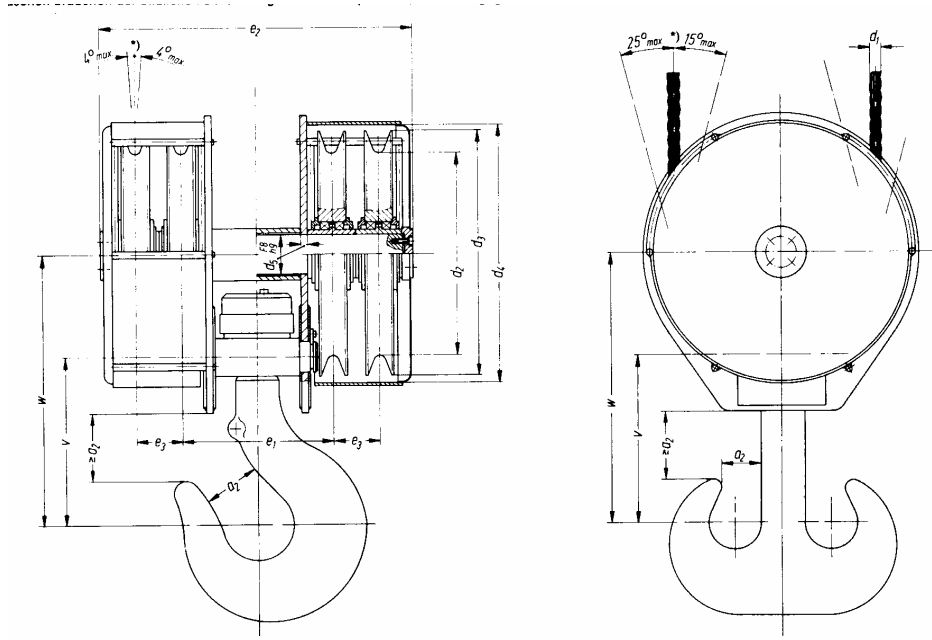
e Winkelangaben beziehen sich auf die Spielfreiheit zwischen den Drahtseilen und den Unterflaschengehäusen.

2 MAKARLI KANCA BLOĞU

Tabelle 1. Maße

Kanca No	Halat çapı d ₁	İşletme Grubu					d ₂ ¹⁾	d ₃	d ₄	d ₅ F8/h9	e ₁ +1 0	e ₂ max.	v	w	Basit a ₂	Çift a ₂ ¹⁾	Ağırlık kg
		1 B _m	1 A _m	2 _m	3 _m	4 _m											
6	14	12 500	10 000	8 000	6 300	5 000	355	405	415	70	265	450	240	390	71	56	180
8	16	16 000	12 500	10 000	8 000	6 300	400	455	465	75	310	510	265	430	80	63	240
10	18	20 000	16 000	12 500	10 000	8 000	450	510	520	80	330	530	280	460	90	71	300
12	20	25 000	20 000	16 000	12 500	10 000	500	570	580	90	370	600	315	515	100	80	375
16	22	32 000	25 000	20 000	16 000	12 500	560	630	645	100	390	630	370	590	112	90	480
20	26	40 000	32 000	25 000	20 000	16 000	630	710	725	110	410	660	415	660	125	100	600
25	28	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	710	790	805	120	430	690	460	735	140	112	750
32	32	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	800	890	910	130	480	740	500	810	160	125	960
40	36	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	900	1010	1035	140	515	780	565	905	180	140	1200

¹⁾ Für die Berechnung der Seil- und Seilrollen-Nenn Durchmesser nach DIN 15 020 Teil 1 wurden folgende Annahmen getroffen:



Winkelanlagen beziehen sich auf die Spielfreiheit zwischen den Drahtseilen und den Unterflaschengehäusen.

4 MAKARALI KANCA BLOĞU

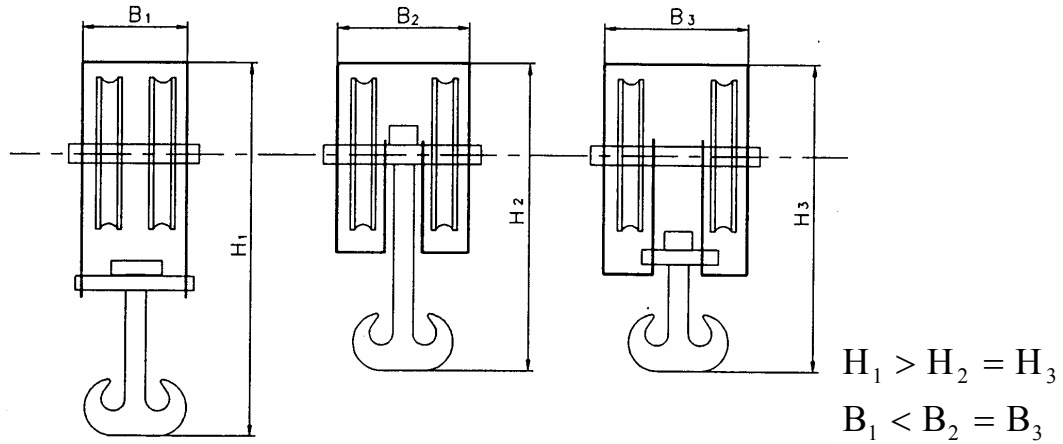
Tabelle 1. Maße

Kanca No	Halat çapı d ₁	İşletme Grubu						d ₂ ¹⁾	d ₃	d ₄	d ₅ F8/h8	e ₁ +1 0	e ₂ max.	e ₃	v	w	Bası t a ₂	Çift	Ağırlık kg ²⁾
		1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m													
25	20	50 000	40 000	32 000	25 000	20 000	560	630	640	140	410	930	135	460	735	140	112	1250	
32	22	63 000	50 000	40 000	32 000	25 000	630	700	715	150	470	1020	145	500	810	160	125	1600	
40	26	80 000	63 000	50 000	40 000	32 000	710	790	805	170	515	1090	155	565	905	180	140	2000	
50	28	100 000	80 000	63 000	50 000	40 000	800	880	895	180	575	1180	165	620	990	200	160	2500	
63	32	125 000	100 000	80 000	63 000	50 000	900	990	1010	200	640	1280	175	700	1130	224	180	3150	
80	36	160 000	125 000	100 000	80 000	63 000	1000	1110	1130	220	680	1330	175	800	1265	250	200	4000	
100	40	200 000	160 000	125 000	100 000	80 000	1120	1240	1265	240	780	1520	205	885	1405	280	224	5000	
125	44	250 000	200 000	160 000	125 000	100 000	1250	1380	1405	260	820	1560	205	1000	1585	315	250	6250	

¹⁾ Für die Berechnung der Seil- und Seilrollen-Nenn Durchmesser nach DIN 15020 Teil 1 wurden folgende Annahmen getroffen:

Şekil-14 Modern kanca blokları

Şekil-15'de üç tip kanca bloğu şematik olarak bir arada gösterilmiştir. Burada kanca bloklarının genişlik ve yükseklikleri mukayese edilmiştir.



Şekil-15 Kanca bloklarının mukayesesi

Her üç kanca bloğunda da boş kancanın ağırlık merkezi kanca bloğu orta ekseninden dışarıda olabileceğinden kanca traversi hafif eğik durmaktadır. Bu nedenle kancanın serbest dönmesi zorlaşır. Bu durumu gidermek için kanca eksenel bilyalı yatak ile traverse yataklanır.

Kancanın Somuna Bağlanması

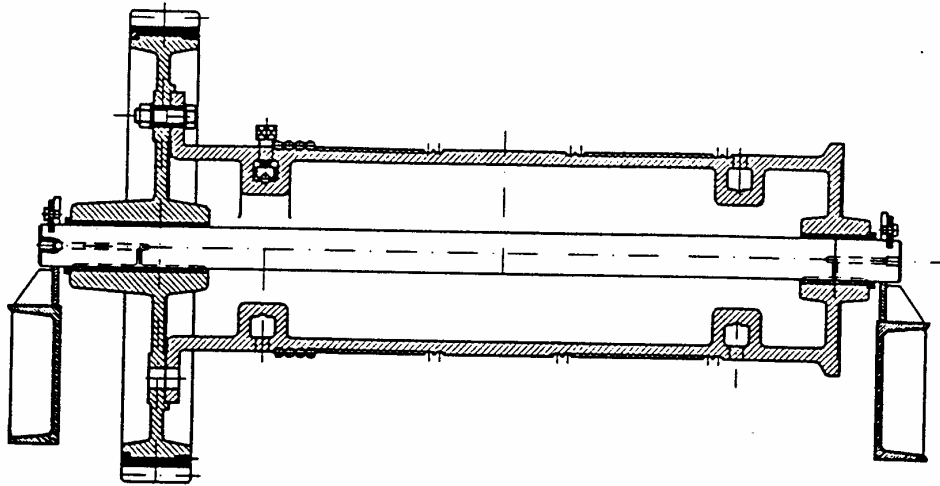
Kanca şaftının vidalı kısmına takılan somun genellikle yuvarlak yapılmakta, özel anahtar ile somun sıkıştırılmaktadır. Somunların bazıları rulmanlı yatağı korumak için alt kısmı etekli olmaktadır. Kanca somunları DIN 15413 normunda verilmiştir. Rulmanlı yatağı korumak için travers üzerine silindirik bir saç parçası kaynak edilebilir. Kanca şaftına somun, eksenel rulmanlı yatak üzerinde dönme hareketleri yaparken çözülmemesi için somun ve şaftın birbirleri ile tespit edilmesi gerekir. Bunun için çeşitli tespit düzenleri vardır. Tespit düzenlerinden birisi, somun ve kanca şaftının tepe kısmı birlikte (montaj halinde) yarılarak, bu yarığa tutucu bir plaka vidalamaktır. Bu iş için kullanılan tutucu saçlar DIN 15414 normundan seçilir. Küçük yükler taşıyan kanca bloklarında tercih edilen diğer bir yöntem ise kanca şaftı ile somunu tek bir cıvata ile birleşme sınırında tespit etmektir.

6. HALAT TAMBURLARI

Halat tamburları yükün kaldırılması sırasında çekme halatının sarılmasına yarayan kaldırma elemanıdır. İki yanında flanşlar bulunan silindirik halat tamburları yivsiz veya yivli olarak yapılırlar. Tamburlar kır döküm, çelik döküm veya kaynaklı olarak çelik saçlardan imal edilirler.

Yivli Tamburlar

Yivli tamburlarda vida şeklinde helis yivler bulunur. Yapısına göre tek yivli veya çift yivli olarak yapılırlar. Çift yivli olan tamburlarda helis yönleri birbirini aksi olacak şekilde tertiplenir. Tamburda bulunan bu yivler, halatın düzgün sarılmasını ve halatın korunmasını sağlar. Halat tek sıra halinde sarılmaktadır. Basit palangalı sistemlerde tek yivli tamburlar kullanılır ve yivler sağ veya sol yönlü olacak şekilde boydan boya işlenir. İkiz palangalı sistemlerde çift yivli tamburlara kullanılır ve tamburların yarısına kadar sağ ve diğer yarısına kadar sol yiv açılmıştır. Şekil-16'da görülen yivli döküm tambura ait ana boyutlar aşağıda verilmiştir.



Şekil-16 Döküm tambur

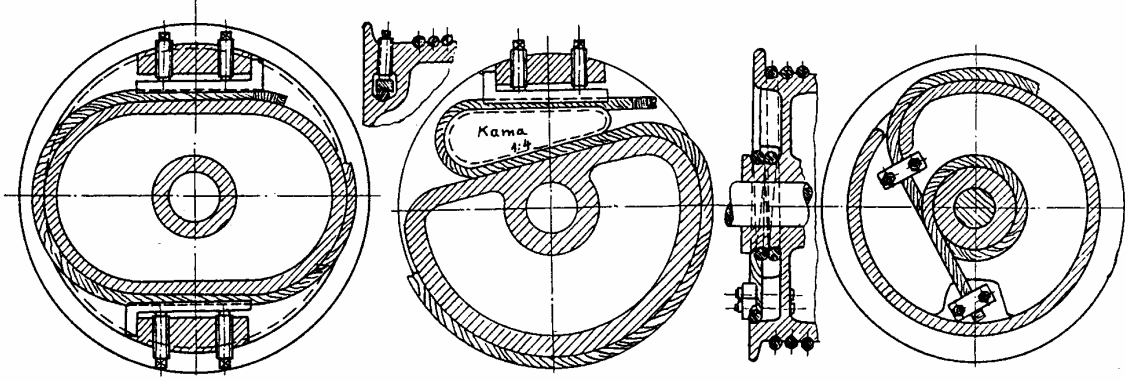
6.1. HALAT TAMBURLARININ YAPIMI

Döküm tamburlar GG 18 malzemesinden imal olunur. Pahalı olması ve döküm tekniğinden kaynaklanan zorluklar nedeniyle demir döküm tamburların cidar kalınlıklarından daha küçük cidar kalınlıkları verilmediğinden çelik döküm yöntemi sık kullanılmaz.

Kaynaklı konstrüksiyon ile yapılan halat tamburları ise, büyük çaplarda büyük ağırlık tasarrufu sağladığı için ekonomiktir. Silindir saçların bir merdane üzerinde kıvrılarak boyuna bir dikiş ile birleştirilmesi ile imal edilir.

6.2. TAMBURA HALAT UÇLARININ BAĞLANMASI

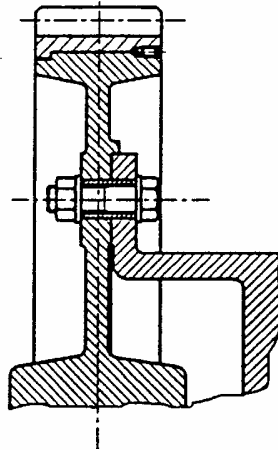
Tambur flanşlarının yanıl halat kuvvetleri etkisinde ve halatların tambura emniyetli bir şekilde bağlanabilmesi için yeterli sayıda yüksüz halat sarımları yardımıyla aşırı zorlanmalardan korunur. Bunun için 2 veya 3 yedek halat sarımı yeterlidir. Halat tambura civatalanan bir kama ile veya konik bir kama ile tespit edilir. Böylece halatın gerektiğinde kolayca değiştirilmesi sağlanır. Şekil-17’de değişik halat tespit şekilleri gösterilmiştir.



Şekil-17 Halat tespit şekilleri

6.3. TAMBUR ASKISI VE DİŞLİSİ

Halat tamburları sabit bir aks üzerinde yataklandırılır. Mil sadece eğilme gerilmesine maruz kalır. Tambur dişlisi de tambur gövdesine merkezlenerek cıvata ile bağlanır. Dönme momentini emniyetli bir şekilde aktarabilmesi için cıvata bağlantısı Şekil-18’de olduğu gibi kesme bilezikleri kullanılır.



Şekil-18 Tambur dişlisinin tespiti

6.4. YİVLİ TAMBURLARIN ANA BOYUTLARI

Tambur çapı

Tambura sarılı halatın kesit merkezlerinden itibaren ölçülen çapıdır. Tambur çapları işletme gruplarına göre DIN 15020’de tanımlanan h_1 değerine göre hesaplanır. Tambur çapını hesabı yapılırken halat eğilmesinden dolayı ortaya çıkan h_2 değeri kullanılmaz. Bu durum tambur çapını veren ifade,

$$D = h_1 \cdot d$$

Tablo-11’de verilen h_1 oranı işletme grubuna ve halat tipine göre seçilir.

Tambur Devir Sayısı

Tambur hızı, yük kaldırma hızı ile ikiz palanga tahvil oranının çarpımına eşittir, bu durumda tambur devir sayısı :

$$n_t = \frac{v_t}{\pi \cdot D} = \frac{i_p \cdot v_k}{\pi \cdot D} \text{ [d/dak]}$$

Vida yiv adımı

Şekil-19’da görülen yiv profiline uygun yiv adımı komşu iki halat eksenindeki mesafedir. Yaklaşık hesapla,

$$s = d + (1 \div 3)$$

dir. DIN 15061 normunda verilen yive ait değerler halat çapına bağlı olarak Tablo-15’de gösterilmiştir.

Tambur yiv yarıçapı

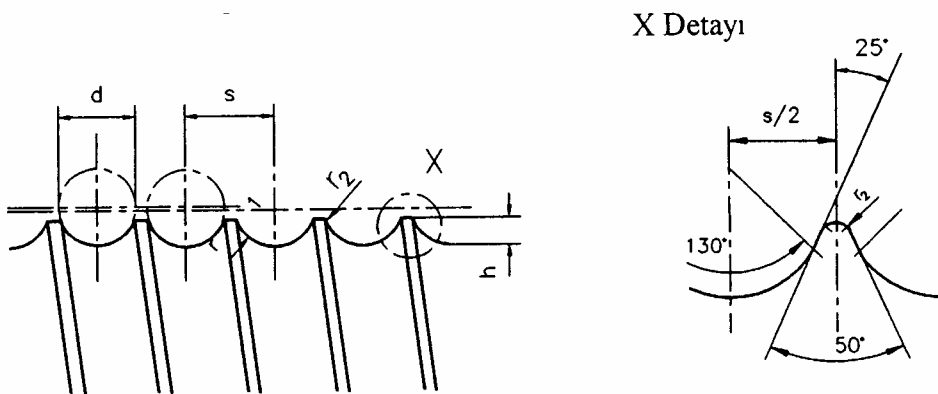
Tamburun üzerine açılan yivler halatın rahat sarılıp, açılmasını sağlayacak şekilde halat yarıçapından bir miktar büyük alınır. Yaklaşık hesapla yiv yarıçapı,

$$r \approx (0.53 \div 0.56) \cdot d$$

dir. Tüm yarıçap değerleri Tablo-15’de verilmiştir.

Yiv yarıçapı $r_1 = 16$ ve hatvesi $p = 33$ olan halat tamburu yiv profilinin gösterimi

Yiv profili DIN 15061 - s x d



Şekil-19 Tambur yivi

Tablo-15 Tamburların yiv profilleri (DIN 15061’den)

Halat çapı φ d mm	Yiv y.çapı r ₁ mm	Hatve s mm	¹⁾ h mm	²⁾ r ₂ mm	Halat çapı φ d mm	Yiv y.çapı r ₁ mm	Hatve s mm	¹⁾ h mm	²⁾ r ₂ mm
3	1.6	4	1.2	0.5	31	17	35	12.0	1.3
4	2.2	5	1.5		32		36		
5	2.7	6	1.9		33	18	37	12.5	
6	3.2	7	2.3		34		38	13.0	
7	3.7	8	2.7		35	19	39	13.5	
8	4.2	9.5	3.0		36		40		
9	4.8	10.5	3.5		37	20	41	14.0	
10	5.3	11.5	4.0		38		42	14.5	
11	6.0	13	4.5	0.8	39	21	44	15.0	1.6
12	6.5	14			40				
13	7.0	15	5.0		41	22	45	15.5	
14	7.5	16	5.5		42	23	47	16.0	
15	8.0	17	6.0		43		48	16.5	
16	8.5	18			44	24	49		
17	9.0	19	6.5		45		50	17.0	2.0
18	9.5	20	7.0		46	25	52	17.5	
19	10.0	21	7.5		47		53	18.0	
20	10.5	22			48	26	54		
21	11.0	24	8.0		49		55	18.5	
22	12.0	25	8.5		50	27	56	19.0	
23	12.5	26	9.0		52	28	58	19.5	
24	13.0	27			54	29	60	21.0	
25	13.5	28	9.5		56	30	63		
26	14.0	29	10.0		58	31	65	22.0	
27	15.0	30	10.5		60	32	67	22.5	
28		31		1.3	¹⁾ Halatın yivden çıkmaması için $h \geq 0.375 \cdot d$ ²⁾ r ₂ değeri $h \leq 0.4 \cdot d$ kadar				
29	16.0	33	11.0						
30		34	11.5						

Tambur boyu

Tam kaldırma halinde tambura iki taraftan sarılan halatın uzunluğu;

$$2 \cdot L = 2 \cdot i_p \cdot h$$

Burada i_p , 4-halatlı ikiz palanganın tahvil oranı, h ise kaldırma yüksekliğidir. Tamburun boyu, üzerine sarılan halatın uzunluğuna bağlıdır. $2L$ boyundaki bir halat⁸ D çaplı tambura $2n$ sarım sayısı ile sarılacağına göre,

$$2n = \frac{2L}{\pi \cdot D}$$

dir. Buna ilaveten yükün en alt durumunda halat ucu bağlantısının emniyetli olması için 2 ile 3 arasında fazla sarım alınır. Bu durumda toplam sarım sayısı,

$$2n = \frac{2L}{\pi \cdot D} + (2 \div 3)$$

dır.

Tambur uzunluğu toplam sarım sayısının s yiv adımı ile çarpılması ve buna kanca bloğunun e genişlinin eklenmesi ile bulunur.

$$L_y = 2n \cdot s + e$$

⁸ Çift yivli tambur kullanıldığında halatın sağ ve sol yivlere eşit miktarda sarılacağından hesaplarda çift sarım sayısı ($2n$) için sarılacak halat boyu da $2L$ olarak alınmıştır.

Cidar kalınlığı

Tamburda oluşan zorlanmalara karşı tambur cidarının yeterince kalın olması gerekir. Bu zorlanmalar,

- dönme momentinin yarattığı burulma,
- boşalan halatın çekmesiyle oluşan eğilme,
- halat sarımı sonucunda tamburun daralmasıyla oluşan basma ve eğilme,

dir. Bu zorlanmalara göre halatın sarılma yerinde yapılacak hesaplamalar

$$\text{basma gerilmesi } \sigma_b = 0.5 \cdot \frac{S}{h \cdot s}$$

$$\text{eğilme gerilmesi : } \sigma_e = 0.96 \cdot S \cdot \sqrt[4]{\frac{1}{D^2 \cdot h^6}}$$

GG 18 malzemesinden yapılan döküm tamburların σ_{em} değeri 20 ila 25 N/mm² arasında alınabilir. Fe 37 çeliğinden kaynaklı konstrüksiyon olarak yapılan tamburlar için σ_{em} değeri 50 N/mm² alınır. Hafif işletme şartlarında % 25 daha fazla, ağır işletme şartlarında ise % 20 daha düşük değerler alınmalıdır.

Döküm tamburların cidar kalınlığı genellikle halat çapı kadar alınır.

$$h = d$$

Kaynakla imal edilmiş tamburlarda işlenmemiş tambur borusunun kalınlığı, x işlenme payı olmak üzere,

$$k = \left(h + \frac{d}{2} \right) - a + x$$

dir. Burada h cidar kalınlığı 0.6 d kadar alınabilir. x değeri ise tambur çapına bağlı olarak Tablo-16'da verilmiştir.

Tablo-16 x işlenme değerleri

Tambur çapı D[mm]	≤ 500	500 - 1000	1000 - 1500
işlenme payı x [mm]	2	3	4

Tambur flanşları

Halat tamburlarının her iki tarafına flanş konulmalıdır. Bu flanşların yükseklikleri en üst halat katından 1.5 d kadar fazla olmalıdır. Böylece halatın tambur dışına kayması önlenir. Döküm tamburlarda flanş kalınlığı, tambur cidar kalınlığı kadar alınabilir.

$$w \cong h$$

Kaynaklı tambur konstrüksiyonlarında ise saçtan kesilen flanş, halatın yan çekimi nedeniyle levha olarak eğilmeye zorlanmasını giderici olmalıdır. Flanşın eğilme gerilmesi,

$$\sigma_e = 1.44 \cdot \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{D_g}{D} \right) \frac{H}{w^2}$$

olarak bulunur. Burada H halat çekiminin yatay bileşeni olup, halat çekme kuvvetinin % 10 kadardır. D_g göbek çapıdır. Eğilme gerilmesinin emniyet değeri 100 N/mm² alınabilir. Ernst tarafından w flanş cidar kalınlığı,

$$w \geq 3.8 \cdot \sqrt{S \cdot \left(1 - 0.67 \frac{D_g}{D} \right)}$$

ile bulunur.

Tel Halat Bağlanması

Tespit noktasında tel halatın çekme kuvveti

$$S' = \frac{S_{\max}}{e^{\mu \cdot \alpha}}$$

Halat ile tambur yivi arasındaki sürtünme katsayısı $\mu = 0,12$ ve halat fazla sarım açısı α alındığında, 2 adet M20'lik vida ile elde edilen baskı kuvveti

$$2 \cdot N = 2 \cdot 300 \cdot d^2 \text{ daN}$$

Bu kuvvetle elde edilen kama - tel halat ve tel halat - tambur yivi arasındaki sürtünme kuvvetleri yazılacak olursa;

$$2 \cdot W = (2 \cdot \mu) \cdot (2 \cdot N) \text{ daN}$$

Halat ucunun tespitindeki emniyet katsayısı;

$$v = \frac{2 \cdot W}{S'}$$

Dişlinin Tambura Tespiti

Dişli 6 adet M24 cıvata ile tambur flanşına bağlanmıştır. Cıvataların kesmeye zorlanmaması için karşılıklı ikisi üzerine kesme bileziği geçirilmiştir. Bu iki bilezikte tambur, flanş ve dişli delikleri arasında toleranslı geçme mevcuttur. Kesme bilezikleri DIN 15082 normundan kullanılan metrik vida çapına göre seçilir

Kesme bileziğinin kesmeye kontrolü;

$$\tau = \frac{K}{F} \leq \tau_{\text{em}}$$

Tambur devir momenti :

$$M_t = 2 \cdot S_{\max} \cdot \frac{D}{2 \cdot \eta_{\text{tambur}}} \text{ daNcm}$$

İki bileziği kesmeye zorlayan kuvvet :

$$K = 2 \cdot \frac{M_t}{D/2}$$

$$\text{Kesit alanı : } F = \frac{\pi \cdot (d^2 - d_1^2)}{4}$$

St 60 dan imal edilen bileziğin $\tau_{\text{em}} = 400$ ila 600 daN/cm^2 alındığından emniyetlidir.

ZİNCİRLER

Zincirler, çelik tel halatlara nazaran yük kaldırma elemanı olarak daha nadir kaldırma makinalarında kullanılır. Darbelere ve aşırı yüklere karşı hassas olmaları kullanıma imkanlarını sınırlandırmıştır. Zincirler yük sarma ve tutma zincirleri dışında; küçük vinç ve palangalarda kullanılır. Ayrıca tahrik zinciri olarak ve sürekli taşıyıcılarda çeki elemanı olarak da kullanılır. Zincirler *yuvarlak halkalı* ve *mafsallı zincir* olmak üzere iki tiptedir.

8.1. ZİNCİRLERİN TEL HALATLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Zincirler ile yerini günümüzde alan çelik tel halatlar arasında yapı ve kullanım yeri açısından bazı farklar vardır. Bunlar kullanımlarını ve konstrüksiyonda seçimlerini doğrudan etkilemektedir. Başlıca farklar şunlardır :

- Zincirler darbelere ve aşırı yüke karşı hassastır. Halatlardan daha az elastiktir. İşletme esnasında bu nedenle ani kopmalar görülebilir.
- Zincirler gürültülü çalışır ve küçük hızlarda çalışabilir.

- c) Tel halatlara nazaran 5-10 kat daha ağırdır. Tel halatlar zincirlere göre daha ucuzdur.
- d) Zincirler tel halatlardan daha fazla sarılmaya elverişli olduğundan, küçük çaplı dişli veya makara üzerinden çalıştırılabilir. Daha toplu konstrüksiyon imkanı verir.
- e) Zincir toza, neme, korozyona karşı dayanıklıdır.
- f) Zincirler yüksek sıcaklığa tel halatlardan daha çok dayanır.

8.2. YUVARLAK HALKALI ZİNCİRLER

Yuvarlak halkalı zincirler, yuvarlak çelik çubuktan yapıldıkları için kısaca yuvarlak halkalı zincir olarak anılırlar. DIN 685 normunda yuvarlak halkalı zincirler *kalibreli* ve *kalibresiz* olmak üzere temelde iki kısma ayrılırlar. Zincirler U - formuna getirilmiş dairesel kesitli çubukların elektrik ark kaynağı ile, halkaların büyük olması halinde çelik döküm ile imal edilir.

Kalibreli Zincirler

Halka şeklindeki dairesel kesitli zincir elemanlarının (baklaların) her biri tam ölçülerine göre toleranslı olarak imal edilmiş zincire kalibreli zincir denir. Kalibreli zincirler bu sayede zincir makaraları üzerinde çalışabilirler. Bu nedenle yük zinciri, tahrik zinciri veya ceraskal⁹da el zinciri olarak kullanılır. Kalibreli zincirler DIN 5684 normunda kalitesine göre (5,6,8) verilmiştir.

Kalibresiz Zincirler

Kalibresiz zincir ise halkaları tam ölçülerinde imal edilmediğinden sadece yük bağlama elemanı olarak kullanılır. Zincir ek yerleri el kaynağı ile yapılabilir. Kalibresiz zincirler DIN 5687 normunda kalitesine göre (5,6,8) verilmiştir.

Halkalı zincirlerin birkaç baklasında kopma deneyi yapılarak, normlarda verilen minimum kopma yükünden daha büyük kopma yüküne ulaşp ulaşmadığı kontrol edilir. Ayrıca uzamasının da normda verilen değerler için olup olmadığı kontrol edilir. Zincir için müsaade edilen uzama değerleri zincirlerin kullanım yerine göre ve t adımına göre değişmektedir.

- Sapan zinciri : $\Delta L = \%8$
- Yük zinciri :
 - elle tahrik edilenler : $t = 1$ ise $\Delta L = \%5$
 $t = 11$ ise $\Delta L = \%3$
 - motorlu zincirler : $t = 1$ ise $\Delta L = \%5$
 $t = 11$ ise $\Delta L = \%5$

Her zincir bu denemelerde sonra damgalanır ve bulunan sınır yüke kadar kopmayacağı belgelenir. Bunun için düzenlenen test belgesinde bulunan işaretler ve anlamları şöyledir:

- KG - normal kalite zincir
- V - ıslah edilmiş zincir
- H - yüksek mukavemetli zincir

8.2.1. Yuvarlak Halkalı Zincir Malzemesi

Yuvarlak halkalı zincirler , normal kalitede St 35, St 52 çeliklerinden imal edilirler. Aşınmaya karşı sertleştirilir. Normal kalitede zincirlerin çekme emniyet gerilmesi 60 N/mm^2 , ıslah edilmiş zincirlerin emniyet değeri ise 80 N/mm^2 dir. Yüksek mukavemetli zincirler ise

⁹ Ceraskal, sonsuz vida mekanizmalı genellikle el zinciri ile tahrik edilen zincirli basit palangaya verilen addır.

13Mn3Al çeliğinden imal edilir ve gerilme değeri 125 N/mm^2 dir. Verilen bu değerler 1 m/s zincir çekme hızları için geçerlidir.

Şekil 8-1’de görülen yuvarlak halkalı zincirde boyutlar normlarda zincir çapı d’ye göre verilmiştir. DIN 685 normunda verilen yuvarlak halkalı zincirlerin kullanım yeri ve amacına göre sınıflandırılması ise şöyledir:

A) Kaldırma zinciri

- yük zinciri (palanga zinciri)
- sapan zinciri

B) Diğer amaçlar için zincir

- el zinciri
- konveyör zinciri (i) sürekli konveyörler için
(ii) kepçeli elevatörler için
- tahrik zinciri
- madencilikte kullanılan yüksek çekme dayanımlı zincir

C) Çapa ve Bağ Zinciri

- germeli kablo zinciri
- germesiz kablo zinciri
- askı zinciri

D) Germe Zinciri

- germe zinciri
- yapı iskelesi zinciri

Şekil 8-1 Yuvarlak halkalı zincir

8.2.2. Yuvarlak Halkalı Zincirlerin Bakımı

Yuvarlak halkalı zincir halkaları birbirine sürtünerek aşınır, bunu önlemek için gres, grafit ile yağlanmalıdır. -20°C altında veya $+100^\circ\text{C}$ üstündeki işletme sıcaklıklarında verilen faydalı yük değerlerinin altında çalıştırılmalıdır.

Sık yüklenen zincirler 6 ayda 1 defa; az kullanılan zincirler ise yılda 1 defa muayene edilerek, görülen çatlaklar (Şekil 8-2a), aşınma (Şekil 8-2b) ve defromasyonlar (Şekil 8-2c) tespit edilmelidir. Halka kalınlığı %20 azalmış veya halka boyu %5 uzamışsa, bu zincir işletmeden alınmalıdır. Normal yükün dışında aşırı yüke maruz kalmış zincirler işten sonra

normalizasyon tavlamaına tabi tutulmalıdır. Esas zincir halkası kadar ek halkaları da kontrol edilmelidir. El halkaları sadece el zincirlerinde temper döküm olabilir.

Şekil 8-2 Zincirde meydana gelen şekil değişimleri

8.2.3. Yuvarlak Halkalı Zincirlerin Hesap Esasları

Zincirler DIN 766 normunda standartlaştırılmıştır. Buna göre:

d : nominal kalınlık (zincir kesit çapı)

b_1 : halka iç genişliği

b_2 : halka dış genişliği (dıştan dışa oval halkanın eni)

t :halka adımı

dır. DIN 5684 Kısım 1’de normal kalite yuvarlak kesitli kalibreli zincir değerlerinin bir kısmı Çizelge 8-1’de verilmiştir.

Çizelge 8-1 DIN 5684 Kısım 1’de verilen 5. Kalite Yuvarlak Halkalı Zincir Değerleri

Zincir çapı d	Adım t	Genişlik iç dış b_1 b_2		$l \times t$ uzunluğ u	Ağırlık k $\approx \text{kg/m}$	Taşıma Kabiliyeti [kg] Motorlu El ile		Dene y Yükü kN	İşletme Deney Yükü kN	Kopma Yükü kN
4	12	5	13.7	132	0.35	250	320	8	6.3	12.5
6	18	7.2	20.2	198	0.8	600	750	19	15	30
10	28	12	34	308	2.2	1600	2000	50	40	80
18	50	21.6	61.2	550	7.3	5000	6300	160	125	250

Zincirlerin gösterimi ise, örnek olarak DIN 5684 normundaki 10 mm çapında ve 50 mm adımında bir zincir,

Zincir DIN 5684 10 x 50

Yuvarlak halkalı zincirler eğilme ve çekme gerilmelerine göre zorlanırlar. Ancak hesapta eğilme gerilmeleri ihmal edilir ve çekme gerilmesine göre hesaplar yapılır.

$$\sigma = \frac{F}{2 \cdot S} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot d^2} \leq \sigma_{em} \quad (128)$$

Verilen bir F çekme kuvveti için uygun zincir çapı ise

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\sigma_{em} \cdot \pi}} = 0.8 \cdot \sqrt{\frac{F}{\sigma_{em}}} \quad (129)$$

ifadesinden hesaplanır. Zincirin diğer boyutları ise yaklaşık olarak,

$$t \approx 2.8 d \quad b_1 \approx 1.2 d \quad b_2 \approx 3.4 d$$

alınabilir.

8.2.4. Bağlama Zincirleri

Normal olarak bağlama zinciri olarak yuvarlak halkalı zincirler kullanılır. Kalibresiz zincirlerden yapılır. Uçsuz olarak yapıldıkları gibi, uçlarında askı halkaları, kanca veya zincir tırnakları da bulunur. Dökümhane gibi ortamlarda, halatlara nazaran darbelere daha hassas olmalarına rağmen ısı etkileri ve sıcaklık değişimlerine karşı daha dayanıklı olması sebebiyle tercih edilirler. Şekil 8-3'de belirtilen kullanımlarında dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır :

- a) Bağlama zincirlerinin taşıma yük değerleri belirtilmelidir.
- b) Uygun bağlama açısı seçilmelidir.
- c) Üç veya daha fazla zincir kolu olduğunda, hesapta sadece iki kolun yük taşıdığı göz önüne alınmalıdır.
- d) Uygun olmayan şartlarda tam yükleme yapılmamalıdır.
- e) Keskin kenarlı yükler için kenar koruyucusu kullanılmalıdır.
- f) Zincirler düğümlenerek kısaltılmamalı, burulma varsa açılmalıdır.
- g) Yük eğik çekilmemeli, düşey olarak kaldırılmalıdır.

Şekil 8-3 Bağlama zincirinde dikkat edilecekler

Bağlama zincirleri ile ilgili olan değerler DIN 5688 normunda verilmiştir. Bağlama zinciri olarak DIN 5687 normundan; kancalı konstrüksiyonda bulunan gözlü kanca DIN 689 normundan alınır. Kaldırılacak yükün cinsine bağlı olarak ucu kancalı veya halkalı olan zincir kolları Şekil 8-4’de görüldüğü gibi 2, 3 veya 4 kollu olarak yapılır. Bunlar kancaya asılacak daha büyük bir halkaya bağlanır.

Şekil 8-4 Bağlama zinciri tipleri

Bağlama zincirlerinin uygulama örnekleri ise Şekil 8-5’de görülmektedir.

Şekil 8-5 Bağlama zinciri uygulama örnekleri

Hesap Esasları

DIN 685 normunda verilen bağlama zinciri hesabında kuvvet Şekil 8-6'dan ,

$$F = \frac{10 \cdot G}{2 \cdot \cos \beta} \text{ [N]} \quad (130)$$

ifadesinden G kg cinsinden yük olmak üzere yazılır.

Şekil 8-6 Kuvvet durumu

8.2.5. Yuvarlak Halkalı Zincir Makaraları

Zincir makaraları kullanılan zincirin tipine göre değişmektedir. Yuvarlak halkalı zincirler de kalibreli ve kalibresiz olması halinde zincir makarası veya çarkı kullanılmaktadır.

Kalibresiz Yuvarlak Halkalı Zincir Makarası

Kalibresiz yuvarlak halkalı zincirler için dişsiz makaralar kullanılır. Bu makaralar el ile çalıştırılan kaldırma makinalarında, hareketli makara ve saptırma makarası olarak kullanılır. Makaraların yivleri işlenmeden dökümden çıktığı gibi kullanıldıklarından zincirlerin çalışmasına müsaade edilecek boşluğa sahip olmalıdır. Bu makaralara diş açılmamış sadece yivler çeşitli profillerde yapılmıştır. Zincirler dökme demirden (GG-18 veya GG-20) imal edilir. Şekil 8-7'de görülen 3 tip zincir makarası için, makara çapı,

$$D \geq 20 \cdot d \quad (131)$$

alınır. Sabit zincir makarası verimi $\eta = 0.95$ kabul edilir.

Şekil 8-7 Kalibresiz zincir makaraları

Kalibreli Yuvarlak Halkalı Zincir Makarası

Dişli makaraları veya çıkırıkları, zincirlerin tahriki için zincir dişlisi veya el zincirlerinin çekilmesi için de zincir kasnakları kullanılır. Şekil 8-8’de görüldüğü gibi kalibreli zincir çarklarının diş sayısı az alınabildiğinden boyutları küçüktür. Zincirler çarkların üzerinde yapılmış özel yivlere girer. Zincirin kolaylıkla yive yerleşip çıkabilmesi için zincir halkaları ile dişliyi $b_a \approx 1.45 b$ bulunması gerekir.

$b_i \approx (1.1 \div 1.15) b$
 $Zir_c \approx 1.2 b$ bir
 zincir bakla $a \approx 3 d$ irer,
 takip eden $s_1 \approx 0.01 D + 10$
 olmak üzere zincir halkaları
 çevresinde yatar. Yatan iki bakla
 arasında bulunan çıkıntıya *parmak* adı
 verilir. Kaldırma makinalarında kulla-
 nılan zincir makarası (dişlisi) ile ilgili
 boyutlar Şekil 8-9’da verilmiştir.

Şekil 8-8 Zincir dişlisi

Şekil 8-9 Kalibreli zincir makarası ve boyutları

Zincir dişlileri daha küçük yapıyı mümkün kıldığından zincir tamburları yerine kullanılabilir. Bu durumda yükün yanlara gezmesi önlenmiş olur. Zincirin dişli üstünden geçerken sürtünme direnciyle karşılaşması nedeniyle verimi düşüktür, bu değer $\eta = 0.93$ dür. Zincir dişlileri genellikle dökme demirden yapılır, özel hallerde çelik döküm de yapılabilir.

En küçük diş sayısı $z = 4$ alınmalıdır. Zincir dişlisinin diş sayısı mümkün olduğu kadar büyük alınır. Zincirin emniyetli bir şekilde çekilmesi için sarım açısının Şekil 8-8’de görüldüğü gibi 180° olmalıdır. Zincir giriş ve çıkışının muntazam olması için kılavuzlar kullanılır. Zincir tahrik kasnağı olarak kullanılan zincir makaralarında genellikle diş sayısı fazla ve çap büyüktür.

Zincir Dişlisi Taksimat Dairesinin Hesabı

Zincir dişlisinin D çapı, Şekil 8-10 yardımıyla zincir çapı d, zincir adımı t ve diş sayısı z bağlı olarak yazılır. Şekilden zincir dişlisinin

taksimata dairesi çapı bakla daire kesit merkezlerinden geçer. Bu durumda meydana gelen açılar:

$$\begin{aligned} \hat{A}OB &= \alpha_1 \\ \hat{B}OC &= \alpha_2 \end{aligned} \quad (132)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 = \alpha$$

Buradan AB ve BC doğruları,

Şekil 8-10 Zincir dişli taksimatı

$$\overline{AB} = \frac{t}{2} + \frac{d}{2} = \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha_1 \quad (133)$$

$$\overline{BC} = \frac{t}{2} - \frac{d}{2} = \frac{D}{2} \cdot \sin \alpha_2$$

(133) ifadesi taraf tarafa toplanırsa ve sinüs açılımı yapılsa,

$$t = \frac{D}{2} \cdot \left(2 \cdot \sin \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right) \quad (134)$$

yazılır. Ayrıca şekilden $\alpha = 180 / z$ alınırsa (134) ifadesi,

$$D \cdot \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} = \frac{t}{\sin \frac{90}{z}} \quad (135)$$

elde edilir. (133) ifadesi bu defa taraf tarafa çıkartılır ve sinüs açılımı yazılırsa,

$$d = \frac{D}{2} \cdot \left(2 \cdot \sin \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right) \quad (136)$$

yazılır. Ayrıca şekilden $\alpha = 180 / z$ alınırsa (136) ifadesi,

$$D \cdot \sin \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} = \frac{d}{\cos \frac{90}{z}} \quad (137)$$

(135) ve (137) ifadelerinin kareleri alınıp taraf tarafa toplanırsa, D çapı

$$D = \sqrt{\left(\frac{t}{\sin \frac{90}{z}} \right)^2 + \left(\frac{d}{\cos \frac{90}{z}} \right)^2} \quad (138)$$

bulunur. Diş sayısı $z \geq 6$ ve zincir çapı $d \leq 16$ alındığında dişli makara taksimat çapı

$$D = \frac{t}{\sin \frac{90}{z}} \quad (139)$$

şeklinde bulunur.

8.2.6. Zincir Tamburları

Zincir tamburları yuvarlak halkalı kalibresiz zincirler için kullanılır. Kullanma yerine göre uygun olarak düz veya yivli olabilir.

Düz tamburlar önemi az olan işlerde veya zincirin düzgün sarılması gerekmeyen yerlerde kullanılır. Diğer durumlarda yivli tamburlar kullanılır. Yiv eğimi uygun seçilmeli ve iki sarım arasında en az 2 ila 5 mm kadar boşluk bırakılmalıdır. Emniyet bakımından 1.5 ila 2

tur sarım tambur üzerinde bulunmalıdır. Şekil 8-11'de kullanılan zincir tamburları görülmektedir.

Şekil 8-11 Zincir tamburları

Tambur çapı	: $D \geq (20 \div 30) d$	
Vida şeklindeki kanal hatvesi	: $y = b + (2 \div 3)$	
Yiv genişliği	: $c \approx 1.2 d$	(140)
Cidar kalınlığı	: $s \approx 3.5 d$	
Tambur uzunluğu	: $L = n \cdot s$	
Sarım sayısı	: $n = \frac{l}{\pi \cdot D} + 2$	

Zincir tamburu malzemesi olarak GG-14 ve GG-20 olan dökme demir kullanılır. Yatak sürtünmelerinden dolayı zincir tamburunun verimi $\eta=0.95$ dir. Tamburlar tahrik dişlisine genellikle cıvatarla bağlanır ve aks üzerine birlikte serbestçe dönerler.

Zincirler tambura halatlarda olduğu gibi bir ucundan son halkası dairesel bir levha ile ve iki cıvatayla bağlanırlar. Böylece zincirin tamburdan boşalması önlenmiş olur. Şekil 8-12'de zincirin tambura tespit çeşitleri görülür. Şekil 8-12 a'da küçük çaplı zincirler için, Şekil 8-12 b'de büyük çaplı zincirler için tespit yöntemleri gösterilmiştir.

Şekil 8-12 Tambura tespit çeşitleri

Zincir Kılavuzları

Zincir kılavuzları, zincirin makaradan çıkmasını önler ve dişlerin zinciri emniyetle kavramasını sağlar. Şekil 8-13'de zincir dişlisine sarılma açısını 180° de tutabilmek için kullanılan yön verici kılavuz konstrüksiyonu görülmektedir.

Şekil 8-13 Zincir yön verici konstrüksiyonu

Zincir Kilitleri

Zincir uçlarını birleştirmek için zincir kilitleri kullanılır. Yuvarlak halkalı zincirler için kullanılan bu kilitler birbirine vidalanarak bağlanan çenelerden oluşur. Zincir kilitleri kullanılacakları tahrik kasnağı ve zincir dişlisine göre seçilir. Şekil 8-14’de zincir kilidi ve temel boyutları verilmiştir.

Şekil 8-14 Zincir kilidi

8.3. ZİNCİRLİ PALANGA ÇEŞİTLERİ

Zincirli palangalarda, halkalı ve levhalı (Gall) zincirleri kullanılır. Zincirli palangaların genelde kaldırma kabiliyeti $Q \leq 35$ tondur. Çeki elemanı olarak zincirin kullanıldığı palangalar tahrik yöntemlerine göre iki ana gruba ayrılırlar;

- a) El ile çalıştırılan palangalar
 - sonsuz vidalı palanga
 - düz dişli palanga
 - diferansiyel palanga
- b) Elektrik ile çalıştırılan palangalar

El ile Çalıştırılan Palangalar

Sonsuz Vidalı Palanga

Az yer kaplamaları, fazla elemana ihtiyaç göstermemeleri ve hafif yapıda olmaları nedeniyle sonsuz vidalı palangalar yaygın olarak kullanılır. Şekil 8-15’de bir sonsuz vidalı palanga görülmektedir. Burada yük taşıma ve tahrik elemanı olarak zincir kullanılmaktadır.

Bu palangalarda sonsuz vida 1 ağızlı olduğu takdirde yükün frenlenmesine gerek yoktur. Ancak vida 2 ağızlı açıldığında otoblokaj kalkacağından ilave bir fren düzenine ihtiyaç vardır. Bu palangaların kaldırma kapasiteleri 0.5 ila 20 ton arasında, kaldırma yüksekliği ise 10 m kadardır. Büyük bir çoğunlukla tahrik elemanı ve yük elemanı olarak yuvarlak halkalı zincirlerden faydalanılır.

Şekil 8-15 de görülen palangada yük çekme elemanı yuvarlak halkalı zincir, tahrik kasnağında daha küçük çaplı kalibreli zincir kullanılır. Düşük el tahrik kuvveti, sonsuz vida mekanizması ile büyük yüklerin kaldırılmasını sağlar. Otoblokajlı olarak yapılan sistemin verimi düşüktür ($\eta = 0.55 \div 0.70$). Yükün belli bir yükseklikte durmasını sağlayan ve indirme hızını kontrol eden bir fren tertibatı bulunur. Ayrıca bir kilit-çark sistemi de bulunur.

Şekil 8-15 Sonsuz vidalı palanga

Hesap Esasları

$$\text{El kuvveti} : K = \frac{S \cdot D}{i \cdot D_k \cdot \eta} \quad (141)$$

(veya $K = 20$ ila 25 daN alınır)

$$\text{Zincir kolundaki maksimum kuvvet} : S = \frac{Q + G}{2 \cdot \eta} \quad (142)$$

G : kanca bloğu ağırlığı

η : makara verimi (0.9)

$$\text{Zincir çapı kontrolü} : \sigma = \frac{2 \cdot S}{\pi \cdot d^2} \leq \sigma_{em} \quad (143)$$

$$\text{Zincir dişlisi çapı} : D = \sqrt{\left(\frac{t}{\sin \frac{90}{z}} \right)^2 + \left(\frac{d}{\cos \frac{90}{z}} \right)^2} \quad (144)$$

$$\text{Yük momenti} : M_y = S \cdot \frac{D}{2} \quad (145)$$

$$\text{Tahrik momenti} : M_k = K \cdot \frac{D_k}{2} \quad (146)$$

$$\text{Sonsuz vida çevrim oranı} : i = \frac{S \cdot D}{K \cdot D_k \cdot \eta} = \frac{z}{g} \quad (147)$$

Düz Dişli Palanga

İki çift ya da üç çift düz dişli çark kademesi veya Şekil 8-16’da örneği görüldüğü gibi bir planet mekanizması bulunan palanga çeşididir. Bu palangada da tahrik elemanı ve yük elemanı olarak yuvarlak halkalı zincirden faydalanılır. Büyük yük değerlerinde yük elemanı

olarak Gall zincirleri kullanılmaktadır. Yapı bakımından aynı fonksiyona sahip sonsuz vidalı palangadan daha ağırdır. Kaldırma kapasiteleri 10 ton kadar, kaldırma yüksekliği ise 10 m kadardır. Palanganın verimi $\eta = 0.70$ ile 0.85 arasında alınır.

Şekil 8-16 Planet dişli mekanizmalı palanga

Diferansiyel Palanga

Az sayıda makara kullanılarak yüklerin kaldırılmasında kullanılan palanga çeşididir. Diferansiyel palangaların en tanınanı Şekil 8-17’de görülen WESTON palangasıdır. Bu palangada genellikle yuvarlak halkalı zincirler kullanılır. Yük kaldırma kapasiteleri 4 ton kadardır. Verimleri düşük olması nedeniyle kullanımda yerini sonsuz vidalı palangaya bırakmıştır.

Şekil 8-17 Weston palangası

Elektrik İle Çalıştırılan Palangalar

Elektrik ile tahrik edilen palangalarda yük (çeki) elemanı olarak halat veya yuvarlak halkalı zincir kullanılmaktadır. Yapıları elle çalıştırılan palangalar benzemekle beraber, yük elemanın bir tambur veya muhafaza toplanması, bazı modellerde kumanda kablosu da bulunmaktadır. Şekil 8-18’de görülen elektrikli palangada, elektrik motoru, dişli grubu, fren tertibatı, tambur görülmektedir.

Şekil 8-17 Zincirli elektrikli palangalar

8.4. ÇAPA ZİNCİRLERİ

Çapa zincirleri, gemilerin denizde ve gerektiğinde rıhtımda sabit konumlarını korunması için deniz dibine bırakılan çapalara takılan zincirdir. Zincirler yuvarlak halkalı olarak yapılır. *Lokmalı* ve *lokmasız* olmak üzere iki tipte bulunur. Kullanılan *bağlama kilitleri* veya *şeytan kilitleri* arasındaki mesafesi 27.5 m olan zincirlere *boy zinciri* denir. Boy zincirleri lokmalı olanlar *büyük bakla*, lokmasız olanlar *nihayet baklası* ile birbirine bağlanır. Şekil 8-16'da çapa zincirleri görülmektedir.

Şekil 8-16 Çapa zincirleri

Zincir çapları 12.5 ila 152 mm (lokmalı), 11 ila 153 mm (lokmasız) arasında değişmektedir. Bu zincirler Fe32, 22Mn5 çeliklerinden döküm veya kaynaklı birleştirme yöntemleriyle yapılmaktadır. Kaynaklı yapılarda normalleştirme tavı yapılmalıdır. Büyük bakla çapı lokmalı zincir çapının %10 daha fazlasıdır ($d_1=1.1 d$). Nihayet baklası çapı ise %20 daha fazlasıdır ($d_1=1.2 d$).

Bağlama kilidi, boy zincirlerini birbirine bağlayan ve nihayet baklasına uyum gösteren kilittir (Şekil 8-17a). Nihayet kilidi, zinciri firdöndüye bağlayan, nihayet baklasına uyum gösteren kilittir (Şekil 8-17b). Şeytan kilidi (kenter kilidi), boy zincirlerini birbirine bağlayan normal baklanın ölçülerine uyum gösteren kilittir (Şekil 8-17c).

Şekil 8-17 Çapa zinciri kilitleri

Fırdöndü, zinciri çapaya bağlayan ve çapadaki dönmenin zincire geçmesini önleyen elemandır. Şekil 8-18’de görülen fırdöndü, lokmalı ve lokmasız çapa zincirleri için aynı yapıda olup malzemesi de Fe32 veya 22Mn5 çeliğidir.

Şekil 8-18 Fırdöndü

Çapa zincirleri TS 4902 normunda verilmiştir. Zincir piyasaya arz edilirken işaretlenmelidir. İşaretler, kilitlere, zincir boylarının nihayet baklalarına okunaklı olarak ve silinmeyecek şekilde konulmalıdır. Zincir üstünde bulunması gereken bilgiler:

- zincir sınıfı (I, II, III)
- zincir çapı
- firmanın adı veya kısa adı
- standart işareti ve numarası

8.5. DURDURUCULAR (BOSALAR)

Durdurucu, geminin demir atması ve demir alması halleri dışında çapadan gelen gerilmeleri emniyetli bir şekilde karşılayarak, gemi bünyesine aktaran ayrıca çapa zincirinin ileri hareketini önleyen elemandır. Irgat vincinden ayrı olarak gemi gövdesine bağlanır. Çapa zinciri durdurucularının sınıflandırılması durdurucu mukavemetine, tipine ve kumanda yönüne göre yapılır.

Durdurucu mukavemetine göre

- A sınıfı : sınıf 3 çapa zincirinin en büyük çaptaki kopma yükünün %80’ini kaldırabilecek durdurucu.
- B sınıfı : sınıf 3 çapa zincirinin en büyük çaptaki kopma yükünün %40’ını kaldırabilecek durdurucu.

Tipine göre

- Kanallı (Yivli) tip : zincirin bir kanal üzerinde kaydığı durdurucudur. Kanal, zinciri tutmak ve kılavuzluk etmek için kullanılır. A-B sınıfı olarak yapılır (Şekil 8-19a).
- Makaralı tip : zincirin üzerinden geçebileceği uygun bir makara yerleştirilen durdurucudur.

B sınıfı olarak yapılır (Şekil 8-19b).

- Birleşik tip : kanallı ve makaralı tip durdurucunun özelliklerine sahip birleşik tiptir. A-B sınıfı

olarak yapılır (Şekil 8-19c).

Şekil 8-19 Durdurucu tipleri

Durdurucu kumanda yönüne göre

- Sağdan kumandalı : durdurucu kolunun ırgat vincinden bakıldığında sağ tarafta olan,
- Soldan kumandalı : durdurucu kolunun ırgat vincinden bakıldığında sol tarafta olan durdurucu (Şekil 8-20).

Şekil 8-20 Kumanda yönüne göre durdurucular

Durdurucunun gösterimi TS 5636 normunda uygun olarak yapılır.

Durdurucu TS 5636 A-SL-M-100-3

A : durdurucu sınıfı (A / B)
SL : kumanda yönü (SL / SĞ)
M : tipi (M / K / B)
100 : zincir çapı
3 : zincir sınıfı (1 / 2 / 3)

Durdurucu gemiye monte edildikten sonra Loyd'un temsilcisi ve gemi sahibi nezrinde, durdurucuyu imal eden veya satan firmanın yetkilisi tarafından yapılacak deneyde dizayn değerlerinin doğruluğu kontrol edilmelidir.

8.6. DEMİR İRGATLARI

Açık su ve iç su gemilerinde değişik tiplerde bulunan demir ırgatları, demir atma ve alma amacıyla kullanılan, her biri bir fren sistemiyle donatılmış yatay ve dikey bir şafta bağlı zincir tamburu (kaveleta), bir veya iki palamar kafası (fener) ile donatılmış güverte vincidir.

Palamar kafası (fener) : Eksenel yönde palamar çekme, bağlama ve vira etmede kullanılan kabestan kafasıdır. Demir ırgatında her zaman bulunmaz.

Zincir tamburu (kaveleta) : Zincir baklalarını kavrayacak şekilde biçimlendirilmiş demir ırgatı şaftından hareket alan tamburdur. En az 5 damaklı olmalıdır.

Halat tamburu : Sistemden ayrılabilir özellikte yapılmalıdır. Halat tamburu çapı $D \geq 16 d$ alınır.

Demir ırgatının çalışma yükü, kullanılan zincir çapına ve demirleme derinliğine bağlı olarak bulunur;

- Demirleme derinliği ≤ 82.5 m
 - 1. sınıf zincir için $F_1 = 37.5 d^2$
 - 2. sınıf zincir için $F_1 = 42.5 d^2$
 - 3. sınıf zincir için $F_1 = 47.5 d^2$
- Demirleme derinliği > 82.5 m
 - $F_2 = F_1 + 0.27 (D-82.5) d^2$

Demir ırgatının nominal hızı 0.15 m/s'den daha az olmamalıdır. Şekil 8-21'de gösterilen demir ırgatları şaftın gemi güvertesindeki konumunda göre sınıflandırılır.

- a) Yatay milli demir ırgatları
 - çift zincir tamburlu
 - tek zincir tamburlu
 - tek zincir tamburlu dıştan tahrikli
 - çift zincir tamburlu dıştan tahrikli
- b) Dik milli demir ırgatları

Yatay milli demir ırgatının mili gemi güvertesine paralel, dik milli demir ırgatında ise mil gemi güvertesine diktir. Demir ırgatı çalışma yükünde en az 30 dakika çalışabilmeli, düşük hızda ve aşırı yükte en az 2 dakika sürekli çalışabilmelidir. Demir ırgatında fren sistemi olarak, otomatik fren, zincir tamburu freni ve tehlike anında durdurma mekanizması kullanılır.

Otomatik fren sistemi : tahrik mekanizması durdurulduğunda veya elektrik aniden kesildiğinde devreye girecek fren tertibatıdır. Fren sisteminin tutma yükü çalışma yükünün 1.3 katı kadar olmalıdır.

Zincir tamburu freni : el ile veya uzaktan kumanda edilen her bir zincir tamburunda bulunan frendir. Yük altında parçalarda deformasyon olmadan ve patinaj yapmadan çalışmalıdır.

Tehlike anında durdurma mekanizması : otomatik fren sisteminin çalışmadığı durumda aniden devreye giren mekanizmadır.

Şekil 8-21 Demir ırgatları

Demir ırgatları açık su gemileri için TS 8271, iç su gemileri için TS 8272 normundaki özelliklere uygun olmalıdır. Loyd tarafından denetlenmeli ve uygunluğu aranmalıdır. Irgatların uygun bir yerine rahatlıkla okunabilecek ve silinmeyecek şekilde işaretlenmelidir. İşaretle bulunacak bilgiler :

- demir ırgatının sınıfı, tipi, türü
- imalat numarası ve yılı
- firmanın tescilli markası veya kısa adı

- standart işareti ve numarası (TS 8271 / TS 8272)

Açık su gemileri için **100 / 3 / 45 / 82.5**
100 : zincir çapı
3 : zincir sınıfı
45 : fren tutma yükünün zincir kopma yüküne oranı % 45
82.5 : maksimum demirleme derinliği

İç su gemileri için **21 / 1 / 20 / L**
21 : lokmasız baklalı zincir çapı
1 : zincir sınıfı
20 : fren tutma yükünün zincir kopma yüküne oranı % 20
L : lokmasız baklalı zincir için ilave edilen harf

8.7. MAFSALLI (LAMELLİ) ZİNCİR

Mafsallı zincir, lamel adı verilen St 60 çeliğinden çeşitli şekillerdeki saç levhaların pimlerle (St 50) mafsallı olarak birleştirilmesinden meydana gelir. Zincir ucunun diğer bir kısma bağlanması için son lamel daha geniş yapılıdır. Yapı şekillerine göre lamelli zincirler yük zinciri ve tahrik zinciri olarak sınıflandırılır.

a) Yük zinciri

- Gall zinciri (DIN 8150)
- Fleyer zinciri (DIN 8152)
- Blok zinciri (DIN 8156 / 8157)
- Aralıklı blok zinciri (DIN 8150)

b) Tahrik zinciri

- Burçlu zincir (DIN 8164 / 8165 / 8167)
- Sürgülü zincir (DIN 8188)
- Makaralı zincir (DIN 8187 / 8188 / 8189)
- Dişli zincir (DIN 8190 / 8191)

Yük zinciri olarak kullanılan lamelli zincirler Şekil 8-22'de gösterilmiştir. Yük zincirlerinin mafsallı yüzeyleri küçük olduğundan ancak düşük hızlarda (≤ 0.6 m/s) kullanılır. Tahrik zinciri olarak kullanılan lamelli zincirler ise düzeltilmiş mafsallı yüzeyine sahip olduklarından 40 m/s hız değerine kadar kullanılabilir. Tahrik zincirleri Şekil 8-23'de gösterilmiştir.

Şekil 8-22 Yük zincirleri

Şekil 8-23 Tahrik zincirleri

8.7.1. Lamelli Zincirlerin Özellikleri

- a) Lamelli zincirde yuvarlak halkalı zincirde olduğu gibi kaynakla birleştirme olmadığından daha emniyetlidir.
- b) Lamelli zincirde, zinciri oluşturan her eleman işlenmiş olduğundan sürtünme kayıpları ve aşınma daha az olup, verimleri de yüksektir.
- c) Lamelli zincir elektrikle tahrikte 0.6 m/s hıza kadar kullanılabilir ve diş sayısı daha az dişli kullanılarak daha toplu ve küçük yapıda konstrüksiyon elde edilir.
- d) Lamelli zincirler yön değiştirme bakımından hareket kabiliyeti, yuvarlak halkalı zincire nazaran daha azdır.
- e) Lamelli zincirlerin eğik çekmeye ve pim eksenleri yönünde enine salınımlara dayanımı daha azdır. Aynı zamanda pimlerdeki yüksek yüzey basıncı nedeniyle aşınmaya maruzdur.

8.7.2. Lamelli Zincir Makara ve Dişlileri

Lamelli zincirler için kullanılan yüzeyinde uygun profiller bulunan makaraya ait bir örnek Şekil 8-24'de

görülmektedir. Bu tip makaralar genellikle Gall ve Fleyer zinciri için kullanılır. Şekil 8-24'de görülen boyutlar,

$$b_i \approx 1.5 b$$

$$D_i \approx 5 t$$

$$D_d \approx 6 t$$

Şekil 8-24 Zincir makarası

Zincir dişlileri, lamelli zincirlerin pimleri çarkın takılması suretiyle zincir hareket ettirilir. Gall zincir dişlileri el ile çalıştırılmalarında $Q \geq 10$ tonluk zincir palangalarında kullanılır. Çarklardaki diş profili dolu malzemeden oyularak elde edilir. Zincir pimlerinin serbest olarak girip çıkmasını sağlamak için diş profilleri daire yayından meydana getirilmiştir. Diş yan yüzeyi yayının merkezi bir sonraki zincir pimi merkezidir. Diş dibi çapı zincir pimi çapından daha büyük bir yarım dairedir. Zincir çarkları demir döküm GG-22, çelik döküm

GS-45 ve St 60, St 70 çeliklerinden imal edilir. Zincir dişli çarklarının çapı,

$$D = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}} \quad (148)$$

ile bulunur.

Kavisli yapılmış lameller dişliye oturtulabilir ve böylece pim ile diş tabanı arasında boşluk yaratılır. Düz lamellerde ise ilave bir eğilme zorlaması meydana gelmemesi için pim diş tabanına oturur ve lameller serbesttir. Gall zincir makaralarında verim $\eta = 0.95$ mertebesinde alınabilir. Şekil 8- 25'de düz lamelli ve kavisli yapılmış lamel için zincir dişli çarkları görülür.

Şekil 8-25 Zincir dişlileri

8.7.3. Zincir Ömrünü Uzatmak İçin Tavsiyeler

- a) Zincir çarkının diş sayısı 19 dan daha büyük seçilmelidir. Zincir ve zincir çarkının eşit oranda aşınmasını sağlamak için diş sayısı 19, 23, 29 gibi asal sayılar olması uygundur.
- b) Büyük zincir çarkının diş sayısı 120 değerini aşmamalıdır.
- c) İmkan oldukça çevrim oranı 7 değerini aşmamalıdır. En uygun değer $i = 3$ dür.
- d) Eksenler arası mesafe, zincir hatvesinin 40 katı kadar alınmalıdır.
- e) İyi bir yağlama ile zincir ömrü uzatılabilir. Yağlama yağı çalışma viskozitesi $3 \div 5 \text{ E}^\circ$ olarak seçilmelidir.

MONORAY VİNÇLER VE ÇALIŞMA PRENSİPLERİ**1. GİRİŞ**

Monoraylar fabrika yada depo gibi yerlerin yeterli dayanıma sahip tavan yada çelik konstrüksiyon kısımlarına, doğrudan yada askı elemanları yardımı ile asılı, tek bir ray veya çok dar bir yol üzerinde hareket eden, yük bağlama elemanı (kancası v.s.), halat yada zincir, tambur, dişli kutusu, yük kaldırma ve yürüme motoru gibi elemanlara da ihtiva edebilen, bir arabadan oluşan yük kaldırma ve taşıma sistemleridir. Monoraylar genelde 10 ton sınırına kadar olan yükleri kaldırıp taşıyabilirler. Ekonomik ve düşük ölü ağırlıkları olmaları nedeni ile dökümhane, depolar, otomatik depolama sistemleri, bakım atölyeleri, enerji üretim merkezleri, hafif montaj hatları vs. gibi yerlerde yaygın olarak kullanılırlar. Alttan asılı krenler 10 ton sınırına kadar olan yüklerin taşınmasına uygundur ve köprü açıklıkları en fazla 20 metre kadardır.

Alttan asılı (askılı) krenler: Monorayın bir köprü şeklinde tasarımı ve bu köprünün iki ucunda bulunan elektrik motoru tahrikli yürüme gurupları yardımı ile yukarıdan asılı iki adet I-profilli yada benzeri köprü gezme yolunun alt çıkıntısına asılarak hareket etmesi ile oluşturulan bir sistemdir. Bu sistemlerde yükü bir hacim dahilinde hareket ettirmek olanaklıdır. Alttan asılı krenler gezer köprü krenlerinde bulunan kiriş ve kolonları gerektirmez. Çalışma sahası kolonlar tarafından engellenmediği için daha verimli ve ekonomik olarak kullanılabilir. Gezer

köprülü krenlerin gerçekleştiremediği araba ve yükün birlikte krenler ve monoraylar arası aktarmayı olanaklı hale getirir.

Alttan asılı krenler ve monaray sistemler virajlar (dönüşler), makaslar ve düşey taşıma sistemleri yardımı ile birbirlerine bağlanabilir ve yükleri krenler arasında yada kren ile monoray arasında aktarabilirler. Bu ayrıcalıkları nedeni ile bunların oluşturdukları sistemler, kısa ve doğrusal bir ray ve elle hareket ettirilen arabadan oluşan basit bir sistemden, bir yada birden çok yapıyı kapsayan ve monoray, makas ve krenler ile birbirine bağlı ve düşey hareketlerinde yapılabildiği kompleks sistemlere kadar çeşitlilik arz eder.

2. MONORAYLAR VE ELEMANLARI

1. Ray yada yollar: değişik tip ve boyutlarda olup üzerinde hareket eden arabalara uygun şekilde tasarlanmış elemanlardır.
2. Taşıyıcı arabalar: Kullanım şekline göre el ile hareket ettirilen basit tipten dişli kutulusu ile birleşik elektrik motoru ile tahrik edilen karmaşık tipe kadar çeşitleri vardır.
3. Askı sistemleri: Çeşitli yükleme, destek ve çalışması koşullarına uygun tasarlanırlar.
4. Bağlantı elemanları: Sınırlı uzunlukta olan raylar (yada yollar), virajlar, makaslar, döner tablalar birbirine bağlantı elemanları ile birleştirilir.
5. Virajlar (dönüşler): Arabanın hareket doğrultusunu değiştirmek için değişik yarıçap ve açılarda viraj elemanları kullanılır.
6. Makaslar: Arabaların bir yoldan diğerine geçmesi için kullanılan elemanlardır. El, elektrik, pnömatik yada hidrolik sistemler ile ve gerekirse otomatik olarak bilgisayar yardımı ile kumanda ve kontrol edilirler.
7. Döner tablalar: Dürt yada daha fazla doğrultudaki kavşaklarda kullanılırlar ve gerekirse makaslar ile donatılırlar (makaslı döner tablalar). Makaslarda olduğu gibi el, elektrik, pnömatik yada hidrolik sistemler ile ve gerekirse otomatik olarak bilgisayar yardımı ile kumanda ve kontrol edilirler.
8. Fren tertibatı: Araba ve köprüyü hareket ettiren sürücü grubunu durdurmak için kullanılırlar. Frenler genellikle elektro-magnetler ile otomatik olarak görev yaparlar.
9. Durdurucular: Yol sonlarındaki lastik tamponlu kısımlardır ve arabanın yol sonunda yoldan çıkmasını önlerler.

10. Yükseltme / alçaltma sistemi: Araba ve yükün birlikte farklı seviyedeki yollara aktarılmasını sağlayan sistemlerdir.
11. Zincirli tahrik sistemi: Basit tasarımlı arabaların, makara gurupları tarafından klavuzlanan ve elektrik motoru ile tahrik edilen zincir yada zincirler ile, tek yada gurup halinde çekilerek hareket ettirilmesini sağlayan sistemlerdir. Bunlara zincirli konveyör de denmektedir.
12. Darbe emici kapak halkalar: Arabalar çarpıma olasılığına karşı darbe emici kapak ve halkalar ile donatılabilir.

2.1. Monoray ve Alttan Askılı Krenlerin Avantaj ve Dezavantajları:

Monoray vinçlerin kaldırma gurubu ve motorlarının standart olarak araba altına monte edilmesi ve arabanın monoray yada köprü üzerine alttan asılı olması nedeni ile kaldırma yüksekliği üzerinde ölü bir alan oluşmaktadır ve kaldırma yüksekliği verimli olarak kullanılamamaktadır. Motor ve yük kaldırma elemanlarının arabanın yan tarafına monte edilmesi ve gerekirse karşı ağırlık kullanarak arabanın dengelenmesi ile bu problem çözülebilir. Diğer bir çözüm yolu ise arabanın ankastre olarak yolun üst kısmına yerleştirilmesi düşünülebilir, fakat bu durumda yol veya köprü eğilme zorlanması ile birlikte burulma gerilmelerinin de etkisinde kalacağı için yol ya da kirişin kesiti ve ağırlığı artar. Arabalar işletme ve hacim koşullarına göre normal yapı ve kısaltılmış yapı olarak tasarlanabilir.

Monoray hatları bağımsız çalışabilen elektrik motoru tahrikli arabalar ve birbirine bağlanabilen monoray hatları, makas döner tabla ve dikey hareket sistemleri nedeni ile yüklerin geniş bir bölgede taşımalarına elverişlidir. Ayrıca havai konveyörlerde olduğu gibi kapalı hat şeklinde düzenlenmeleri gerekli değildir.

2.2. Monorayların ve Alttan Asılı Krenlerin Tasarım ve Seçimlerinde Dikkate

Alınacak Noktalar :

Kapalı alanların tavan ya da çatısına yakın düzeylerde çalışacak malzeme taşıma sistemleri yapının yüksekliğini etkiler. Bu durum yapının hacmi ile birlikte inşaat maliyeti gibi ilk yatırım (sabit) giderleri ile ve ısıtma aydınlatma, havalandırma vs. şeklindeki işletme

(değişken) giderlerinin seviyesini de etkiler. Yapı ne kadar büyük olursa bu giderler artar. Yapının yüksekliği hesaplanır iken yükün kaldırılması gereken en fazla yükseklik ve kullanılan sistemin ölü yüksekliği de dikkate alınır. Yapının taşıyıcı elemanları, çatı, tavan, zemin gibi kısımlarının mukavemet ve malzeme hesabı için de sistemin yük taşıması durumunda yapının çeşitli kısımlarına uygulayacağı en büyük zorlama değerleri dikkate alınmalıdır. Kaldırma ve taşıma sistemine ait ölü yükseklik ve en büyük zorlama değerinin olabildiği kadar düşük değerlerde tutulması ile yapının ilk yatırım ve işletme giderlerinde önemli miktarlara ulaşan tasarruf sağlanır. Bu anlamda işletmedeki malzemelerin taşınma şeklinin yapının projelendirilmesi aşamasında tasarlanması ve taşıma sistemini sağlayacak kişi ve kurumlara da bu safhada danışılması çok önemlidir.

Genel olarak bir krenin veya taşıma sisteminin tasarlanması ve seçiminde dikkate alınacak diğer önemli noktalar aşağıda verilmektedir.

- Kaldırma hızı
- Araba hızı
- Köprü Yürüme hızı
- Mekanizma gurubu
- Kumanda ve kontrol sistemi
- Çelik konstrüksiyonun sınıfı

2.3. Mekanizma Gurubu

Yük kaldırma gurubu elektro frenli elektrik motoru ile tahrik edilen tambur üzerine sarılan bir tel halat veya zincir ile yükü tutmaya yarayan bir elemandan (genellikle bir kanca) oluşmaktadır. Zincirler 1 tona kadar olan yüklerin taşınması, halatlar ise 20 tona kadar olan yüklerin taşınması için uygundur. Halat kaldırma yüksekliği 80 m olabilmesine karşın zincir kaldırma yüksekliği genelde 3m kadardır. Kaldırma hızı halat için 4 ile 40 m/dak arasında, zincir için kaldırma hızı ise 2 ile 20 m/dak arasındadır. Yükün yumuşak olarak indirilebilmesi için hassas bir kaldırma gurubu gerekir. Bu neden ile düzgün çalışan elektrik motor ve ara dişli sistemi kullanılır. Az hacim kaplaması için motor tambur içine yerleştirebilir.

2.4. Elektrik Enerjisinin İletimi

Araba yürütme motorunun, tamburun ve köprü yürütme motorunun hareketi için gerekli elektrik enerjisi izoleli kablolar veya çıplak baralar yardımı ile ana şebekeden sağlanır. Buna göre iki temel elektrik enerji iletim sistemi tasarlanabilir.

i. Esnek Kablolü Sistem:

Arabanın hareket hattı kısa ise esnek ve izoleli bir elektrik kablosu hat boyunca çekilmiş olan bir tel üzerinde ki halkalar yada makaralardan sarkıtılarak döşenir. Bu kablo araba yada köprü hareket edince açılarak yada toplanarak hareketi takip eder, Şekil A ve Şekil B.

ii. Çıplak Baralı Sistem:

Bu sistemde baralar hareketin olduğu hatta paralel olarak döşenir. Baraların döşendiği hat boyunca sabitlendiği kısımlar, elektrik kaçaklarını önlemek üzere izole elemanları ile donatılır. Elektrik motorlarının terminalleri hareket halinde dahide elektrik akımını taşıyacak kömür, fırça vs. gibi uygun sistemler ile donatılır ve baralara temas ettirilir Şekil C

2.5. Kaldırma Gurubunu Seçilmesi:

Kaldırma gurubu (vinç) seçimi için aşağıdaki teknik veriler dikkate alınmalıdır:

- Maksimum yük (kg).
- Kaldırma yüksekliği (m).
- Kaldırma ve indirme hareketleri sırasında kancanın kursu.
- Kaldırma gurubu (elektropalanga) tipi; ayaklı, monoray standart (normal) veya kısa tip, çift kirişli gezer köprü arabası.
- Yükleme tipi.
- Operasyon adedi.
- Günlük çalışma saati.

Bu veriler belirlendikten sonra kaldırma gurubunu seçimi yapılır. Bu seçim **yük dağılım arlığı** ve **çalışma saati grubuna** bağlıdır.

Yük dağılım aralığının belirlenmesi : Verilen tabloyu kullanarak aşağıda açıklanan ***hafif, orta, ağır, çok ağır*** yük dağılım aralığından hangisinin geçerli olduğu belirlenir.

Hafif : Genellikle çok hafif yük kaldırması ve çok nadir olarak da maksimum ağırlıkta yük kaldırılması durumu.

Orta : Genellikle hafif yük kaldırılması, oldukça sık olarak da maksimum ağırlıkta yük kaldırılması durumu.

Ağır : Genellikle orta ağırlıkta yük kaldırılması, sık sık maksimum ağırlıkta yük kaldırılması durumu.

Çok Ağır : Genellikle maksimum ya da maksimuma yakın ağırlıkta yük kaldırılması durumu.

—

Çalışma saati grubu: Günlük operasyon zamanı (Z) aşağıdaki formüle göre belirlenir.

$$Z = 2 \times H \times O \times \text{Ç} / 60 \times V$$

Burada;

Z = Çalışma saati grubu (operasyon zamanı grubu), yani saat olarak
günlük çalışma süresi (saat / gün)

H = Ortalama kanca hareket mesafesi (m)

O = Saateki operasyon adedi (adet / saat)

Ç = Günlük çalışma süresi, yani saat olarak iş günü süresi (saat)

V = Kaldırma hızı (m/dak)

Örnek Problem:

Kaldırma kapasitesi: 5000 kg.

Kaldırma yüksekliği: 3m.

Kaldırma hızı: 5m/dak.

Hassas hız isteniyor.

Yük naklediliyor.

Monoray arabası ölü yükseklik olmaması için kısa olacak.

Yukarıdaki özellik ve çalışma koşullarına uygun monoray arabasını (mekanizma grubunu) seçiniz.

Çözüm:

Çalışma saati grubu (Operasyon zaman grubu):

$$Z = 2 \times 3 \times 20 \times 8 / 60 \times 5$$

$$Z = 3.2 \text{ saat /gün}$$

Yük dağılım aralığı:

Yükleme grubu, hafif seçilebilir.

Sonuç:

Mekanizma Grubunun (monoray arabası, vinç) belirlenmesi :

Hafif yükleme grubu ve 3.2 saat/gün çalışma mekanizma grubunun **1Am** olması gerektiğini gösteriyor. Mekanizma grubu seçim tablosunun **1Am** kolonundan seçim yaparız. Örnekte hassas hızlı, monoray üzerinde gezen ve kısa tip araba istendiği için **AS 3012-20 4/1 Li** tipi bir mekanizma grubu (elektropalanga) seçilmiştir.

2.6. Elektrik Motorları ve Mekanizma Grupları:

Alternatif Akımlı ve Fren Motortoru ve Redüktör Grupları

Bu grupların elektrik motorları alternatif akımla çalışır ve değişik özellikteki dişli kutuları üzerine monte edilerek mekanizma gruplarını tahrik etmek için kullanılırlar.

Sincap kafesli fren motoru:

- Büyük döndürme momentli.
- Düşük ağırlıklı.
- Hızlı kalkış.
- Yüksek açma kapama sayısı.

Bilezikli fren motoru:

- Çok fazla açma kapama yapabilir.
- Büyük kütleleri yumuşak ivmeledirebilir.
- Kalkış ve frenlemeleri elektrik olarak kumanda edilebilir.

Hassas hız tahrik grubu:

- Pozisyonlandırma için ideal tahrik grubu.
- Büyük devir sayısı kademeleri için tasarlanmıştır.

- Ana ve hassas hız motorları arasında 500 : 1 'e kadar devir oranı olanaklıdır.
- Hassas hız devir sayısı yükten bağımsız olarak sağlanabilir.
- Kesin durdurma sayesinde otomatik pozisyonlandırmada yüksek tekrarlama hassasiyeti.
- Yapısındaki mekanik fren sayesinde yüksek emniyet.

2 ve 3 kademeli alın redüktör:

- Harmonik olarak kademelendirilmiş devir düşürme.
- Tüm dişliler helisel olarak işlenmiş olup son derece sessiz çalışır.
- Redüktör miller iki yandan da yataklanmıştır.

Yassı redüktör:

- Son derece basit ve hızlı monte edilebilir.
- Dış boyutları minimum olarak tasarlanmıştır.
- Redüktör 3 kademelidir giriş ve ara kademedede dişler helisel olarak işlenmiştir, sesiz çalışır.
- Konik dişlili (ayna mahruti) redüktör olarakta sağlanabilir.

Sonsuz vidalı redüktör:

- Çok az yer kaplar.
- Uygun devir adedi oranlarında imal edilebilirler.
- Çok sessiz çalışırlar.

Doğru Akım motorları ve Redüktör Grupları:

Bu tip grupların dişli kutuları yukarıda belirtilen alternatif akımlı ve fren notortorlu Gruplardaki dişli kutuları gibidir fakat elektrik motorları doğru akımlı olup aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Hassas ve otomatik olarak hız değiştirmeye uygun motorlardır.
- Hızları Kademesiz olarak ayarlanabilir.
- İvmeleri düşüktür.
- Fren sistemi monte edilebilir.
- Tamamen kapalıdır.
- Soğutma fanı ile soğutulurlar.

- Fren sistemi eletromagnetik olarak geri çekilen yay baskılı olarak tasarlanmıştır ve konik yada lamelli fren olarak sağlanabilir.
- Takometre monte edilerek devir sayısı kontrol edilebilir.

SÜRTÜNMELİ TAHİRİK

Döndürülen bir kasnak veya tambur üzerine sarılı bulunan halatın bir kolunu çekerken diğer taraftan boşaltır. Böylece sağlanan bir kaldırma ve çekme işlemi kasnakla halat arasındaki sürtünme bağından yararlanılarak elde edilir. Bu bağın oluşması için sarılan halat kollarına bir ön germe kuvveti uygulanmalıdır.

Kabestan (capstan) kafaları ve ırgat vinçleri sürtünmeli tahrik yöntemiyle çalışan kaldırma makinalarıdır. Ayrıca asansör ve teleferik gibi taşıyıcılar tel halatları, sürtünmeden faydalanarak tahrik kasnaklarıyla hareket ettirirler. Kaldırma makinalarında çok uzun halatların büyük yivli tambura bir kat olarak sarılması yerine, tahrik kasnaklarından geçirilen halat daha sonra toplama tamburuna çok katlı olarak sarılır. Böylece uzun halatlar yivsiz küçük tamburlara çok katlı olarak sarılabilir.

Sürtünmeli tahrik mekanizmalarında konstrüksiyon yalnız yüke bağlı olup, kaldırma yüksekliğinden (çekme yolundan) bağımsızdır ve seri fabrikasyona uygundur. Buna karşılık yük iletim, sürtünme katsayısı ile sınırlıdır.

7.1. SÜRTÜNME KABİLİYETİ

Sürtünmeli tahrik mekanizmasında Şekil 7-1’de görüldüğü gibi çekilen halat S_2 , boşalan halat kolu S_1 ile verilirse,

$$\frac{S_1}{S_2} \leq e^{\mu \cdot \alpha} \quad (94)$$

bağıntısı yazılır. Bu bağıntı EYTELWEIN BAĞINTISI olarak bilinir. Burada α sarım açısı, μ sürtünme katsayısıdır.

Şekil 7-1 Sürtünmeli tahrik

Eytelwein Bağıntısının Elde Edilmesi

Sürtünmeli tahrik sisteminde düşey doğrultudaki kuvvetler Şekil 7-2’deki gibi ele alınırsa, $\Sigma F_y = 0$

$$dN - S \cdot \sin \frac{d\phi}{2} - (S + dS) \cdot \sin \frac{d\phi}{2} = 0 \quad (95)$$

$$dN = S \cdot \sin \frac{d\phi}{2} + (S + dS) \cdot \sin \frac{d\phi}{2}$$

$d\phi$ açısı çok küçük alındığından $\sin \frac{d\phi}{2} \approx \frac{d\phi}{2}$ yazılırsa,

$$dN = 2 \cdot S \cdot \frac{d\phi}{2} + dS \cdot \frac{d\phi}{2} \quad (96)$$

olur. Ayrıca $dS \cdot \frac{d\phi}{2}$ terimi birinci terime nazaran çok küçük olacağından ihmal edilir.

$$dN \leq S \cdot d\varphi \quad (97)$$

Yatay kuvvetlerin dengesi yazılacak olursa,
 $\Sigma F_x = 0$

$$\mu \cdot dN + S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} - (S + dS) \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} = 0 \quad (98)$$

$$\mu \cdot dN = (S + dS) \cdot \cos \frac{d\varphi}{2} - S \cdot \cos \frac{d\varphi}{2}$$

$d\varphi$ açısı çok küçük alındığından $\cos \frac{d\varphi}{2} \approx 1$ yazılırsa,

Şekil 7-2 Kuvvet durumu

$$\mu \cdot dN = dS \quad (99)$$

(97) ve (99) ifadelerinden ,

$$\frac{dS}{S} \leq \mu \cdot d\varphi \quad (100)$$

yazılabilir ve her iki tarafın integrali alındığında,

$$\ln \frac{S_1}{S_2} \leq \mu \cdot \alpha \quad \text{veya} \quad \frac{S_1}{S_2} \leq e^{\mu \cdot \alpha} \quad (101)$$

sonucu bulunur.

Tahrik Kabiliyeti

Sürtünmeli tahrik mekanizmasının tahrik kabiliyetinin değerlendirilmesinde çevre kuvveti kullanılır. Bu durumda çevre kuvveti,

$$U = S_1 - S_2 \quad (102)$$

$S_1 = S_2 \cdot e^{\mu \cdot \alpha}$ alınır,

$$U = S_2 \cdot (e^{\mu \cdot \alpha} - 1) = S_1 \cdot (e^{\mu \cdot \alpha} - 1) / e^{\mu \cdot \alpha} \quad (103)$$

elde edilir.

Tahrik kabiliyeti üç kritik hal için ele alınır;

a) $S_1 / S_2 = e^{\mu \cdot \alpha}$ bağıntısında sarılan halat ile kasnak arasındaki sürtünme katsayısı $\mu = 0$ alınır, $S_1 = S_2$ dir. Çevre kuvveti bu halde $U = 0$ olacağından, kasnak dönse dahi halat durur,

kayma olur.

b) $S_1 / S_2 > e^{\mu \cdot \alpha}$ olması halinde ise, kasnak dönse dahi halat hareket etmez.

c) $S_1 / S_2 \leq e^{\mu \cdot \alpha}$ halinde ancak kasnak döndüğünde halat hareketi görülür.

Tahrik Kabiliyetinin Arttırılması

Tahrik kabiliyetini arttırmanın temel iki yöntemi vardır;

1- Sürtünme katsayısının arttırılması:

- yiv formunun değiştirilmesi,
- özel malzemelerle yivlerin kaplanması,
- halat-kasnak arasındaki baskı kuvvetinin arttırılması.

2- Sarım açısının arttırılması:

- saptırma makarası kullanılması,
- çift tahrik kasnağı kullanılması.

Yiv Şekillerinin Sürtünme Katsayısına Etkisi

Tahrik kabiliyetini arttırmanın bir yolu da kasnak yiv şekillerini değiştirerek, sürtünme katsayısını büyütmeektir. Bunun için 3 farklı yiv profili kullanılır. Dökme demir malzemesinden yapılmış bir yüzey ile çelik tel halat çifti arasındaki sürtünme katsayısı $\mu_o = 0.09$ dur.

Kama Yiv

Şekil 7-3’de görülen kama yiv profilinde profil açısı γ , 25 ila 45 ° arasındadır. Bu durumda sürtünme katsayısı;

$$\mu = \frac{\mu_o}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad (104)$$

Şekil 7-3 Kama yiv

Maksimum halat çekme kuvveti S_{max} , halat çapı d , kasnak çapı D olmak üzere yiv yüzey basıncı;

$$p_{max} = \frac{S_{max}}{d \cdot D} \cdot \frac{1}{\sin \frac{\gamma}{2}} \quad (105)$$

Alttan Oyuk Yiv

Şekil 7-4’de görülen alttan oyuk yiv profilinde β açısı, 70 ila 120° arasındadır. Bu durumda sürtünme katsayısı;

$$\mu = 4 \cdot \mu_o \cdot \frac{1 - \sin \beta / 2}{\pi - \beta - \sin \beta} \quad (106)$$

dir.

Maksimum halat çekme kuvveti S_{max} , halat çapı d , kasnak çapı D olmak üzere yiv yüzey basıncı;

$$p_{max} = \frac{2 \cdot S_{max}}{d \cdot D} \cdot \frac{4 \cdot \cos \beta / 2}{\pi - \beta - \sin \beta} \quad (107)$$

Şekil 7-4 Alttan oyuk yiv

Yuvarlak Yiv

Yarım daire şeklindeki yiv Şekil 7-5’de de görüldüğü gibi alttan oyuk yivin bir özel halidir ve $\beta = 0^\circ$ dir. Bu durumda sürtünme katsayısı;

$$\mu = \frac{4 \cdot \mu_o}{\pi} \quad (108)$$

Yiv yüzey basıncı;

$$p_{max} = \frac{2 \cdot S_{max}}{d \cdot D} \cdot \frac{4}{\pi} \quad (109)$$

dir.

Şekil 7-5 Yuvarlak yiv

Yivli tahrik kasnakları (veya tamburları) düz tamburlardan daha büyük tahrik kabiliyetine sahiptir. En büyük tahrik kabiliyeti kama yivlerde sağlanır. Kama yivlerin

mahsuru ise halatın zamanla kama yüzeyini aşındırması ve bunun sonucu sıkıştırma etkisinin ve sürtünme katsayısının azalmasıdır. Alttan oyuk yivlerde, tahrik kabiliyeti kama yivden daha düşük olmakla beraber daima aynı kalmaktadır. Çünkü halatın yive oturma durumu yivin fazla aşınmasında dahi değişmez.

Sonuç olarak;

- a) Tahrik kabiliyeti bakımından kama yiv en iyi, yuvarlak yiv en zayıf olanıdır.
- b) Aşınma bakımından kama yiv en fazla, yuvarlak yiv ise orta, alttan oyuk yiv en az aşınır.

Çift Kasnak Kullanarak Sürtünme Kabiliyetini Arttırma

Tahrik kabiliyetinin yetersiz kaldığı durumlarda sarım açısını arttırarak, bu eksikliği gidermek mümkündür. Bunun için birden fazla tahrik kasnağı kullanılır. Şekil 7-6 (a)'da görülen kasnaklarla sarım açısı $\alpha = 2 \pi$ elde edilir. Bu kasnaklarda alttan oyuk yiv veya kama yiv kullanılmıştır. Şekil 7-6 (b)'de ise aynı sarım açısını (2π) veren, iki kasnağın aynı pinyon tarafından tahrik edilen sistem görülür. Şekil 7-6 (c)'de ise iki kasnak birbirine dişli çarklarla bağlıdır. Daha büyük sarım açısı elde edilir ancak halat zıt yönde eğilmektedir.

Şekil 7-6 Çift kasnak tertipleri

Daha büyük tahrik kabiliyetinin istendiği hallerde, Şekil 7-7'de görülen birbirine paralel yivli kasnaklar kullanılır. Bu kasnakların ikisi de tahrik edilir. Çok uzun halat boyu olan krenlerde bu sistemler kullanılır. Kasnaktan geçen halat ise bir toplama tamburuna sarılır.

Şekil 7-7 Büyük tahrik kabiliyeti sunan tertip

7.2. KABESTAN KAFASI (CAPSTAN)

Kabestanlar, gemileri yanaştırmak, küçük tekneleri kızağa çekmek, demiryolu vagonlarının manevrası gibi işlerde kullanılır. Halatın bir ucu taşıta (yüke) bağlanır, dönmekte olan kabestan kafasına birkaç defa sarıldıktan sonra serbest ucundan çekilerek halat kafaya bastırılır böylece oluşan halat-kafa arasındaki sürtünmenin etkisiyle kabestan çalışır. Şekil 7-8’de kabestan kafasına ait bir örnek görülmektedir.

Kabestan kafası ile halatın yana kayması önlenmiş olur. Sürtünmeli tahrik tamburlarında halatın tambur eksenine dik ve paralel hareketine karşılık, kabestan kafasının eğri profilinden dolayı halat bir miktar aksenel hareketten sonra geri gelir. Kafa eğim açısı, sürtünme açısını aşınca halat geriye kayar ($\alpha \leq \rho$). Kafanın çevresel hızı, el çekmesi nedeniyle ≤ 30 m/dak, çekilen halatın uzunluğu ≤ 100 m olmalıdır. Eğer halat daha uzunsa, çekilen halat bir toplama tamburuna sarılır. El ile çekilen kabestan halatları kendir halat olmalıdır. Bu durumda sürtünme katsayısı $\mu = 0.25 \div 0.30$ dur. Toplama tamburlu kabestanlarda ise tel halatlar kullanılır ve sürtünme katsayısı $\mu = 0.15$ dir.

Şekil 7-8 Kabestan kafası

Normal kabestanlar 100 ila 5000 daN çekme kuvvetleri için uygundur. Ağır yüklerde, harekete geçişteki atalet kuvvetleri dikkat alınmalıdır. Bunun

için iki kademeli kabestan kafaları kullanılır. Başlangıçta düşük hızda yüksek çekme kuvveti sağlamak için halat küçük çaplı kafaya sarılır, daha sonra çekme hızını arttırmak için büyük çaplı kafaya halat aktarılır. Şekil 7-9’da iki kademeli kabestan kafası görülür.

Şekil 7-9 İki kademeli kabestan kafası

Kabestan Vinci

Kabestan vinci Şekil 7-10’da da görüldüğü gibi bir kabestan kafası, sonsuz vida dişli transmisyonu, elektrik motorundan oluşmaktadır. Kabestan vinci hesabında,

Kabestan kafası çapı (D):

$$\begin{aligned} \text{tel halat için} & : D \geq 20 \cdot d \\ \text{kendir halat için} & : D \geq 10 \cdot d \end{aligned} \quad (110)$$

El çekme kuvveti (S_2): $S_2 = S_1 / e^{\mu \cdot \alpha}$

$$\text{Motor gücü (N)} : \quad N = \frac{(S_1 - S_2) \cdot v}{102 \cdot \eta} \text{ [kW]} \quad (111)$$

($\eta = 0.35 \div 0.60$)

$$\text{Çevrim oranı (i)} : \quad i = \frac{n_{\text{motor}}}{n_{\text{kafa}}} ; \quad n_{\text{kafa}} = \frac{v}{\pi \cdot (D + d)} \quad (112)$$

Şekil 7-10 Kabestan vinci

2.1. ELYAF HALATLAR

Elyaf halatlar, mukavemetleri tel halatlara oranla düşük olduğu için kullanım alanları oldukça sınırlı olan halat tipleridir. Elyaf halatlar, bu halatların yapımında kullanılan elyafa göre başlıca iki gruba ayrılır.

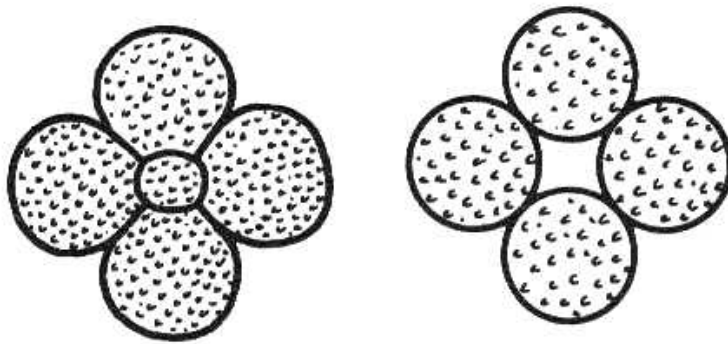
- a) Bitkisel elyafli halatlar
- b) Sentetik elyafli halatlar

Bitkisel Elyafli Halatlar

Kendir, sisal, manila bitkisinde elde edilen elyaflarla yapılan halatlardır. Pamuk esaslı elyaf halatlara nadiren rastlanır. Bu halatlar rutubete karşı fazla duyarlıdır. Genellikle yüklerin tespiti, bağlanması gibi amaçlar için kullanılırlar. Düğüm atmaya, el ile çalışmaya uygunluk göstermeleri avantajlarıdır.

Çeşitli etkilerden dolayı özel bakıma ihtiyaç duyarlar. Rutubete karşı karbolin emdirilir veya katranlanırlar. Ancak bu işlemler halatın mukavemetini %10 azaltır.

Elyaf halatlar 3, 4 veya 8 kordonlu olup, birbirlerine helis şeklinde sarılarak elde edilirler. Manila ve sisal halatlar liflerin sol yönde bükülmesi ile oluşan kordonların (demetlerin) birbiri üzerine sağ yönde sarılması ile halat meydana getirilir. Bu halatların yağlanmasında kullanılacak yağ miktarı halatın kütlesinin % 15'inden fazla olmamalıdır. 3 veya 4 kordonlu manila ve sisal halatların her bir kordonundaki en az lif sayısı, doğrusal yoğunluğu 4600 teks¹⁰ olan elyaf esas alınarak halat çapına göre hesaplanır. Çap değerleri 8 ila 96 mm arasında değişir. Üç kordonlu (kol) halatlarda, öz (çekirdek) bulunmaz, dört ya da daha çok kordonlu halatlarda aynı tip elyaftan yapılmış bir öz bulunabilir.



Şekil Bitkisel elyafli halatlar

Sekiz kordonlu manila ve sisal halatlar, ikisi sol bükülü iki kordondan ve diğer ikisi sağ bükülü iki kordondan oluşan dört çift kordonun biri diğerine takiben konması ve örülmesi ile yapılır. Kordon doğrusal yoğunluğu en az 4600 teks esas alınarak, halat çapına göre kordondaki lif sayısı hesaplanır. Çap değerleri 20 ila 96 mm arasında değişir.

Bu halatlar gemilerin babaya bağlanmasında kullanılan halatlar (palamar halatı) olarak kullanılırlar. Ayrıca yüklerin kancaya bağlanmasında, sapan yapımında da kullanılırlar. Palamar halatları genellikle 40 mm'den daha büyük çaplı halatlardır. Diğer bitkisel elyafli halatlar ve kullanım yerleri ise şöyledir :

Murnel; yaklaşık 2500 teks doğrusal yoğunluğu olan iki kordonun bükülmesiyle oluşan, genellikle katranlanmış halatlardır. Bağlama işlerinde kullanılırlar.

Savla; yaklaşık 2500 teks doğrusal yoğunluğu olan üç kordonun bükülmesiyle oluşan, genellikle katranlanmış halatlardır. Bağlama işlerinde kullanılan esnek bir halattır.

Manila Halatlar

¹⁰Teks : tekstil elyafların (liflerin) 1 g/km'ye eşit doğrusal kütle birimidir.

Sağlam ve dayanıklı tabii elyaf halatlardır ve kaldırma elemanı olarak kullanılırlar. Birçok kullanım alanı bulan manila halatların sınıflandırılması şöyledir :

1. Yat halatı : ince yapılı, yüksek kaliteli manila halatıdır. Pahalıdır, ancak dış görünüşün önemli olduğu yerlerde kullanılır.
2. Çekme halatı : yüksek sınıf manila halatıdır. I. sınıf halattan % 10-15 daha dayanıklıdır.
3. I. sınıf halat : önemli kaldırma işlerinde kullanılan yüksek kaliteli halattır.
4. II. sınıf halat : I. sınıf halat ile aynı dayanıma sahiptir, ancak dayanımını kullanımda hızla kaybeder.
5. III. sınıf halat : I. sınıf halat ile aynı dayanıma sahiptir, ancak dayanımını kullanımda II. sınıf halata nispeten çok daha hızla kaybeder.
6. Donanım halatı : düşük dayanımlı ve kısa ömürlü manila halatıdır.

Manila halatlar, kötü kullanım sonucu çürürler. Bunu önlemek için halatlar bakımını muntazam yapmak gerekir. Uzun zaman ıslak ve kir içinde çalışan halatlar soğuk su ile yıkanmalı, temizlendikten sonra düğüm ve halkaların düzelmesi için asılmalı ve kurutulmalıdır. Uzun zaman ıslak kalan halatlar kısılır ve distorsiyona (çarpılmaya) maruz kalır. Güneş ışığı manila halatların özelliklerini kötüleştirir, bu nedenle üzeri örtülmeli veya kapalı yerlerde tutulmalıdır. Yağlama sonucu halatların ömrü arttığı gibi, yumuşaması (rahat eğilmesi) de sağlar.

İlgili standartlar :

TS 3201	Halatlar - terimler
TS 2771	Halatlar - Üç ya da dört kollu, manila ve sisal - özellikler
TS 2769	Halatlar - Sekiz kollu örgülü, manila ve sisal - özellikler

Hesap Esasları

Halatlarda çekme kuvvetleri etkisi altında oluşan çekme gerilmesi diğer gerilmelerden daha etkindir. Bu nedenle mukavemet hesabı

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{em} \quad (1)$$

şeklinde yapılır.

Halatın faydalı kesit alanı (F), halatın d [mm] nominal çapıyla hesap edilen ve dairesel kesitteki boşlukların hesaba katıldığı alandır. Elyaf halatta “kesit doluluk faktörü” 2/3 alınır.

$$F = \frac{2}{3} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cong \frac{d^2}{2} \quad [\text{mm}^2] \quad (2)$$

Halatın çekme emniyet gerilmesi (σ_{em}), halatın kullanılmış olup olmamasına bağlıdır. Ayrıca halatta oluşan eğilme ve burulma tesirleri için v ile verilen bir emniyet katsayısı da göz önüne alınır. Bu değer 8 ila 10 arasındadır. Elyaf halatın kopma gerilmesi (σ_B), değeri Tablo 2-1’de verilmiştir.

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma_B}{v} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (3)$$

Tablo 2-1 Bitkisel elyafli halat için emniyet değerleri

Gerilme Durumu	Kopma gerilmesi σ_B [N/mm ²]	Emniyet faktörü v	Emniyet gerilmesi σ_{em} [N/mm ²]
Yeni	120	8	15
Kullanılmış	150	8	6.25

Buna göre seçilen bir halatın çekme kuvveti ya da taşıyabileceği maksimum yük,

$$F = A \cdot \sigma_{em} = \frac{d^2}{2} \cdot \sigma_{em} \text{ [N]} \quad (4)$$

ile bulunur. Halatın yeni veya kullanılmamış olması halleri için bu kuvvet :

Yeni halat : $F = 7.5 d^2 \text{ [N]}$

Kullanılmış halat : $F = 3.125 d^2 \text{ [N]}$

Tablo 2-2’de kopma gerilmesi 120 N/mm^2 olan bir elyaf halatın nominal çap değerine bağlı taşıyabileceği maksimum yük değerleri verilmiştir.

Tablo 2-2 Halat çapına bağlı yük durumu

Halat çapı Ø d [mm]	Maksimum yük [kg]	Halat çapı Ø d [mm]	Maksimum yük [kg]
13	130	36	1000
16	200	39	1200
18	250	46	1660
20	315	52	2100
23	420	55	2200
26	530	60	2500
29	660	80	3300
33	850	100	5100

Bitkisel elyafli halatların birlikte kullanıldıkları makara ve tambur çapları, halatın çapına bağlı olarak hesaplanır. D makara veya tambur çapı olmak üzere,

$$D \geq 10 \cdot d \text{ [mm]} \quad (5)$$

olarak hesaplanır.

ÖRNEK :

Bir yolcu gemisinin bordasına bağlı olan hareketli iskelenin ağırlığı 250 kg ’dır. Bu iskele bir elyaf halat donanımı ile hareket ettirilmektedir. Buna göre kullanılacak, halat çapını, makara ve tambur çaplarını bulunuz.

Tablo 2-2’den faydalanarak kullanılacak halat çapının $d = 18 \text{ mm}$ olduğu bulunur. Eğer istenirse (4) numaralı eşitlikten faydalanarak da aynı sonuç bulunabilir.

$$d = \sqrt{\frac{F}{7.5}} = \sqrt{\frac{2500}{7.5}} \approx 18 \text{ mm}$$

Kullanılan makara ve tambur çapı (5) numaralı eşitlikten $D \geq 10 \cdot 18 = 180 \text{ mm}$ bulunur.

Makara çapı $D = 200 \text{ mm}$

Tambur çapı ise $D = 300 \text{ mm}$ alınır.

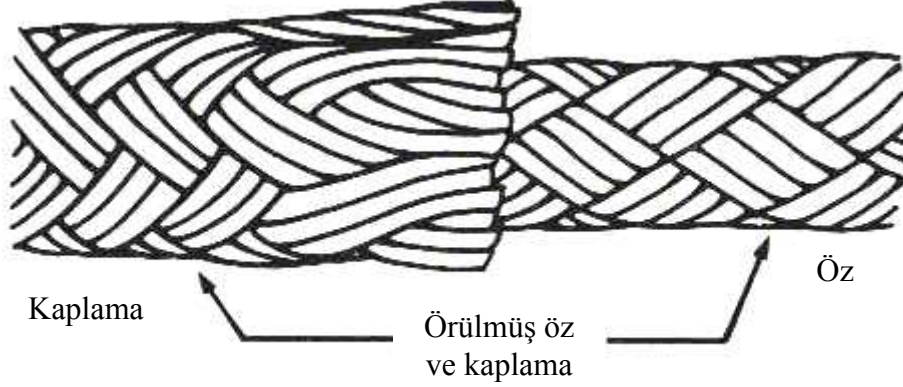
Üzerine halat sarılacak toplama tamburunun çapı makara çapından daha büyük alınarak, tamburun boyu kısaltılmış olur.

TS 2771 normunda verilen üç ya da dört kordonlu manila ve sisal halatlarının özellikleri Çizelge 2-1’de, TS 2769 normunda verilen sekiz kordonlu manila ve sisal halatlarının özellikleri Çizelge 2-2’de verilmiştir.

Sentetik Elyafli Halatlar

Sentetik elyafli halatlar, naylon ve perlon gibi suni elyaflardan yapılan halatlardır. Mukavemet bakımından diğer elyafli halatlardan üstündürler. Sentetik elyafli halatlar sahip

oldukları avantajlar nedeniyle bitkisel elyaflı halatların yerine kullanımları artmıştır. En önemli avantajları, çürümemeleri ve daha yüksek dayanım göstermeleridir. Ayrıca bu tip halatlar donmazlar ve ıslak halde kolayca eğilebilirler. Şekil 2-2’de sentetik elyaflı halatlara ait bir örnek görülmektedir.



Şekil 2-2 Sentetik elyaflı halat

Sentetik elyaflı halat, bitkisel elyaflı halatın 2.5 katı daha dayanıklıdır. Buna karşılık daha hafiftir, yorulmaya ve aşınmaya daha dirençlidir. En önemli dezavantajı ise yüksek sıcaklıkta erimesidir ve bu nedenle sürtünmenin yüksek olduğu ve aşırı ısınmanın olduğu yerlerde kullanılmamalıdır. Sentetik elyaflar dört değişik tipte bulunmaktadır.

- a) Poliamid (nylon) halat
- b) Polyester halat
- c) Polipropilen halat
- d) Polietilen halat

Poliamid (Nylon) Halat

Sentetik elyaflı halatların en çok bilinen türüdür. Poliamid esaslı olup, piyasada nylon halat adıyla bilinmektedir. Manila esaslı halatlardan daha dayanıklıdır. İyi elastikiyete sahiptir, hafiftir ve aşınmaya dirençlidir. Güneş ışığından ve hava şartlarından etkilenmez. 150 °C’a kadar olan sıcaklıklarda kullanılabilir.

Bu halatlar anma metre kütlesi 10 ila 6000 g ve anma çapı 4 ila 96 mm olan poliamid liflerden meydana gelir. Halat ve kordonlar devamlı liflerden olmalıdır. Çapı 20 mm üzerinde olan halatlarda bükümsüz polyester liflerden oluşan bir öz bulunabilir. Halat, sola sarımlı kordonların birbiri üzerine sağ yönlü sarılmasıyla elde edilir. Genellikle üç kordonlu olarak imal edilirler. TS 2772 standardında üç kollu devamlı poliamid lifli halatın özellikleri açıklanmıştır. TS 2769 normunda verilen üç kordonlu poliamid lifli halatlarının özellikleri Çizelge 2-3’de verilmiştir.

Polyester Halatlar

Nylon halatlara benzer dış görünümüne sahip olmalarına rağmen, daha az elâstikî yapıya sahiptir ve daha ağırdırlar. Islak halde iken değişime uğramazlar. Nylon halatlar ile aynı aşınma direnci gösterirler. Asitlere karşı dayanıklıdırlar.

Bu halatlar, anma metre kütlesi 14 ila 7400 g ve anma çapı 4 ila 96 mm olan polyester devamlı elyaftan yapılmış halatlardır. Anma çapı 20 mm üzerinde olan halatlarda istenildiği takdirde, polyester elyaftan yapılmış bir öz kullanılabilir. Halat sola sarımlı kordonların birbiri üzerine sağ yönde sarılmasıyla elde edilir. Genellikle üç kordonlu olarak bulunurlar.

TS 2770 normunda verilen üç kordonlu polyester lifli halatlarının özellikleri Çizelge 2-4'de verilmiştir.

Polipropilen Halatlar

Değişik renklerden bulunabilen polipropilen elyaflardan meydana getirilen bu halat, oldukça hafiftir ve su üzerinde yüzebilir. Diğer sentetik elyaflı halatlardan daha düşük dayanıma sahiptir. Yüksek sıcaklık altında özelliklerini çok çabuk kaybettiğinden sıcak ortamlarda kullanılmaz. Asit ve alkalilere karşı dirençlidir ama güneş ışığı altında dayanımı azalır.

Bu halatlar üç kordonlu (havzer bükülü)¹¹ ve sekiz kordonlu (örgülü) olarak imal edilir. Anma çapı 18 mm'den büyük olan halatlar polipropilen içeren bir öz etrafına sarılarak da imal edilebilir.

Havzer bükülü halatlarda, sola sarılmış kordonlar birbiri üzerine sağa sarılarak meydana getirilir. Sekiz kordonlu halatlar, ikisi sola sarılmış iki kordondan ve diğer ikisi sağa sarılmış iki kordondan oluşan dört çift kordonun bir diğerini takiben konması ve örülmesi ile oluşur. TS 2765 normunda verilen polipropilen lifli halatlarının özellikleri Çizelge 2-5'de verilmiştir.

Polietilen Halatlar

Polietilen liflerden yapılan bu halatlar, diğer sentetik elyaflı halatlardan daha düşük dayanıma sahiptir. Çalışma ortamının sıcaklığının artmasıyla yumuşarlar. Nitrik asit haricindeki bütün asit ve alkalilere karşı dirençlidir.

Hesap Esasları

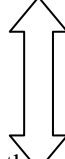
Sentetik elyaflı halatlar, bitkisel elyaflı halatlar ile aynı yöntemle hesap edilirler ve taşıyabilecekleri maksimum yük halat çapına bağlı olarak ifade edilir.

Poliamid halat	$F = 25 d^2$ [N]
Polipropilen halat	$F = 15 d^2$ [N]
Polyester halat	$F = 25 d^2$ [N]
Polietilen halat	$F = 26 d^2$ [N]

Elyaf Halatların Birbiriyle Mukayesesi

Bitkisel ve sentetik elyaflı halatlar Tablo 2-3'de sahip oldukları çeşitli özellikler ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 2-3 Elyaf halatların birbiriyle mukayesesi¹²

Halat Tipi	Kuru halde relatif kapasite [%]	Islak halde dayanım değişmesi [%]	Enerji absorblama yeteneği [%]	Yükleme tekrarında Halat performansı
Poliamid	100	- 10	100	En iyi 
Polyester	87	-	62	
Polipropilen	60	+ 5	40	

¹¹ Havzer bükülü kordon = iki ya da daha çok bükülü lifin kendi aralarında tekrar katlanarak bükümlerini içeren sisteme göre bükülmüş kordonlar.

¹² Yapılan mukayeselerde poliamid (naylon) halat esas alınmış, diğer halatlar bu halat ile mukayese edilmiştir.

Polietilen	52	+ 5	21	En kötü
Manila	37	- 5	15	
Sisal	37	- 5	13	

Çizelge 2-1 Üç ya da dört kordonlu manila ve sisal halatlarının özellikleri

Doğrusal Yoğunluk	Eksenel Çekme Kuvveti		En az kopma dayanımı						Her bir Kordondaki iplik sayısı	Yaklaşık Çevre ve Çap	
			1. sınıf		2. sınıf		3. sınıf				
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf			
[kiloteks]	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf	(en az)	[inç]	[mm]
54	0.11	11	5.88	600	5.34	545	4.73	483	3	1	8
68	0.14	14	7.6	775	6.91	705	6.22	635	4	1 1/4	10
105	0.2	20	11.5	1170	10.5	1065	9.36	955	6	1 1/2	12
140	0.29	30	15.7	1600	14.3	1450	12.6	1285	8	1 3/4	14
190	0.39	40	22.1	2250	19.9	2030	17.7	1805	11	2	16
220	0.49	50	26.5	2700	24	2440	21	2135	13	2 1/4	18
275	0.69	70	34.8	3550	31.9	3250	27.9	2845	16	2 1/2	20
330	0.78	80	41.7	4250	37.9	3660	33.4	3405	19	2 3/4	22
400	0.88	90	49.5	5050	44.8	4570	39.9	4065	23	3	24
470	1.08	110	57.9	590	52.3	5335	46.4	4725	27	3 1/4	26
532	1.18	120	66.2	6750	59.6	6095	52.2	5325	31	3 1/2	28
625	1.37	140	75.5	7700	67.3	6860	59.8	6095	36	3 3/4	30
700	1.57	160	84.8	8650	77.2	7875	67.3	6860	40	4	32
890	1.96	200	106	10800	94.6	9650	84.7	8695	51	4 1/2	36
1100	2.35	240	128	13000	118	11940	103	10415	63	5	40
1340	2.85	290	165	15800	140	14225	125	12700	77	5 1/2	44
1585	3.30	340	183	18600	165	16765	145	14735	91	6	48
1870	3.90	400	211	21500	192	19560	170	17275	107	6 1/2	52
2150	4.40	450	245	25000	220	22355	195	19815	124	7	56
2480	5.00	510	276	28100	249	25400	222	22605	142	7 1/2	60
2880	5.70	580	316	32200	285	29000	252	25700	163	8	64
3180	6.30	640	345	35200	314	32000	280	28500	183	8 1/2	68
3620	7.00	710	387	39400	351	35800	321	32700	205	9	72
4000	7.70	770	427	43500	388	39500	343	35000	228	9 1/2	76
4400	8.20	840	469	47800	427	43500	380	38700	253	10	80
5350	9.80	1000	555	56600	505	51500	459	46800	306	11	88
6400	10.80	1100	647	66000	588	60000	525	53500	364	12	96

Çizelge 2-2 Sekiz kordonlu manila ve sisal halatlarının özellikleri

Doğrusal Yoğunluk [kiloteks]	Eksenel Çekme Kuvveti kN kgf		En az kopma dayanımı						1Kordondaki iplik sayısı (en az)	Yaklaşık Çevre ve Çap	
			1. sınıf		2. sınıf		3. sınıf			[inç]	[mm]
			kN	kgf	kN	kgf	kN	kgf			
285	0.69	70	34.8	3550	31.9	3250	27.9	2845	6	2 1/2	20
395	0.88	90	49.5	5050	44.8	4570	39.9	4065	8	3	24
545	1.18	120	66.2	6750	59.8	6095	52.2	5325	11	3 1/2	28
730	1.57	160	84.8	8650	77.2	7875	67.3	6860	15	4	32

910	1.96	200	106	10800	94.6	9650	85.2	8695	19	4 1/2	36
1135	2.35	240	128	13000	118	11940	103	10415	23	5	40
1360	2.85	290	155	15800	140	14225	125	12700	28	5 1/2	44
1635	3.30	340	183	18600	165	16765	145	14735	33	6	48
1910	3.90	400	211	21500	192	19560	170	17275	39	6 1/2	52
2230	4.40	450	245	25000	220	22355	195	19815	45	7	56
2550	5.00	510	276	28100	249	25400	222	22605	52	7 1/2	60
2910	5.70	580	316	32200	285	29000	252	25700	59	8	64
3270	6.30	640	345	35200	314	32000	280	28500	66	8 1/2	68
3620	7.00	710	387	39400	351	35800	321	32700	74	9	72
4090	7.50	770	427	43500	388	39500	343	35000	83	9 1/2	76
4550	8.20	840	469	47800	427	43500	380	38700	92	10	80
5550	9.80	1000	555	56600	505	51500	459	46800	111	11	88
6400	10.80	1100	647	66000	588	60000	525	53500	132	12	96

Çizelge 2-3 Üç kordonlu poliamid halatlarının özellikleri

Doğrusal Yoğunluk [kiloteks]	Eksenel Çekme Kuvveti		En az kopma Dayanımı		10 sarım uzunluğu [mm]	Yaklaşık Çevre ve Çap	
	kN	kgf	kN	kgf		[inç]	[mm]
11	0.02	2	3.14	320	140	1/2	4
16.5	0.03	3	4.90	500	178	5/8	5
23.7	0.04	4	10	750	203	3/4	6
32	0.06	6	10	1020	229	7/8	7
42	0.08	8	13.3	1350	254	1	8
53	0.10	10	16.7	1700	267	1 1/8	9
65	0.13	13	20.4	2080	292	1 1/4	10
79	0.15	15	24.5	2500	318	1 3/8	11
94	0.18	18	29.4	3000	356	1 1/2	12
111	0.21	21	34.3	3500	381	1 5/8	13
128	0.24	25	40.2	4100	406	1 3/4	14
166	0.29	30	52	5300	457	2	16
210	0.39	40	65.7	6700	521	2 1/4	18
260	0.49	50	81.4	8300	571	2 1/2	20
315	0.59	60	98	10000	610	2 3/4	22
375	0.69	70	118	12000	686	3	24
510	0.93	95	158	15800	787	3 1/2	28
665	1.18	120	196	20000	914	4	32
840	1.47	150	244	24800	1016	4 1/2	36
1040	1.76	180	294	30000	1143	5	40
1260	2.10	215	351	35800	1270	5 1/2	44
1500	2.40	250	412	42000	1372	6	48
1750	2.90	295	479	48800	1498	6 1/2	52
2030	3.30	335	549	54000	1600	7	56
2330	3.80	385	626	63800	1727	7 1/2	60
2650	4.20	430	706	72000	1829	8	64
3360	5.30	540	802	90000	2057	9	72
4150	6.50	660	1078	110000	2286	10	80
5020	7.70	785	1284	131000	2515	11	88
5980	9.10	925	1510	154000	2743	12	96

Çizelge 2-4 Üç kordonlu polyester halatlarının özellikleri

Doğrusal Yoğunluk [kiloteks]	Eksenel Çekme Kuvveti		En az kopmaDayanımı		10 sarım uzunluğu [mm]	Yaklaşık- Çevre ve Çap	
	kN	kgf	kN	kgf		[inç]	[mm]
14.6	0.02	2	2.9	295	140	1/2	4
20	0.03	3	3.92	400	178	5/8	5
30	0.04	4	5.54	565	203	3/4	6

40	0.06	6	7.55	770	229	7/8	7
51	0.08	8	10	1020	254	1	8
66	0.10	10	12.5	1270	267	1 1/8	9
81	0.13	13	15.6	1590	292	1 1/4	10
97	0.15	15	18.8	1910	318	1 3/8	11
116	0.18	18	22.3	2270	356	1 1/2	12
135	0.21	21	26.7	2720	381	1 5/8	13
157	0.24	25	31.2	3180	406	1 3/4	14
205	0.29	30	39.8	4060	457	2	16
260	0.39	40	49.8	5080	521	2 1/4	18
320	0.49	50	62.3	6350	571	2 1/2	20
384	0.59	60	74.7	7620	610	2 3/4	22
460	0.69	70	89.6	9140	686	3	24
630	0.93	95	122	12200	787	3 1/2	28
820	1.18	120	154	15700	914	4	32
1040	1.47	150	190	19300	1016	4 1/2	36
1280	1.76	180	235	23900	1143	5	40
1550	2.10	215	279	28400	1270	5 1/2	44
1850	2.40	250	329	33500	1372	6	48
2150	2.90	295	384	39100	1498	6 1/2	52
2510	3.30	335	439	44700	1600	7	56
2880	3.80	385	489	49800	1727	7 1/2	60
3280	4.20	430	568	57900	1829	8	64
4150	5.30	540	707	72100	2057	9	72
5120	6.50	660	867	88400	2286	10	80
6140	7.70	785	1040	106000	2515	11	88
7360	9.10	925	1230	123000	2743	12	96

Çizelge 2-5 Polipropilen halatlarının özellikleri

Doğrusal Yoğunluk [kiloteks]	Eksenel Çekme Kuvveti		En az kopma Dayanımı		Yaklaşık Çevre ve Çap	
	kN	kgf	kN	kgf	[inç]	[mm]
17	0.039	4	5.39	550	3/4	6
30	0.078	8	9.41	960	1	8
65	0.18	18	19.9	2030	1 1/2	12
90	0.24	25	27.4	2790	1 3/4	14
115	0.29	30	34.3	3500	2	16
148	0.39	40	43.7	4450	2 1/4	18
180	0.49	50	52.7	5370	2 1/2	20
220	0.59	60	63.7	6500	2 3/4	22
260	0.69	70	74.5	7600	3	24
355	0.93	95	99	10100	3 1/2	28
460	1.18	120	126	12800	4	32
385	1.47	150	230	16100	4 1/2	36
720	1.76	180	158	19400	5	40
880	2.10	215	191	23400	5 1/2	44
1040	2.40	250	267	27200	6	48
1220	2.90	295	309	31500	6 1/2	52
1420	3.30	335	353	36000	7	56
1630	3.80	385	404	41200	7 1/2	60
1850	4.20	430	457	46600	8	64
2340	5.30	540	574	58500	9	72
2900	6.50	660	706	72000	10	80
3510	7.70	785	847	86400	11	88
4170	9.10	925	1000	102000	12	96