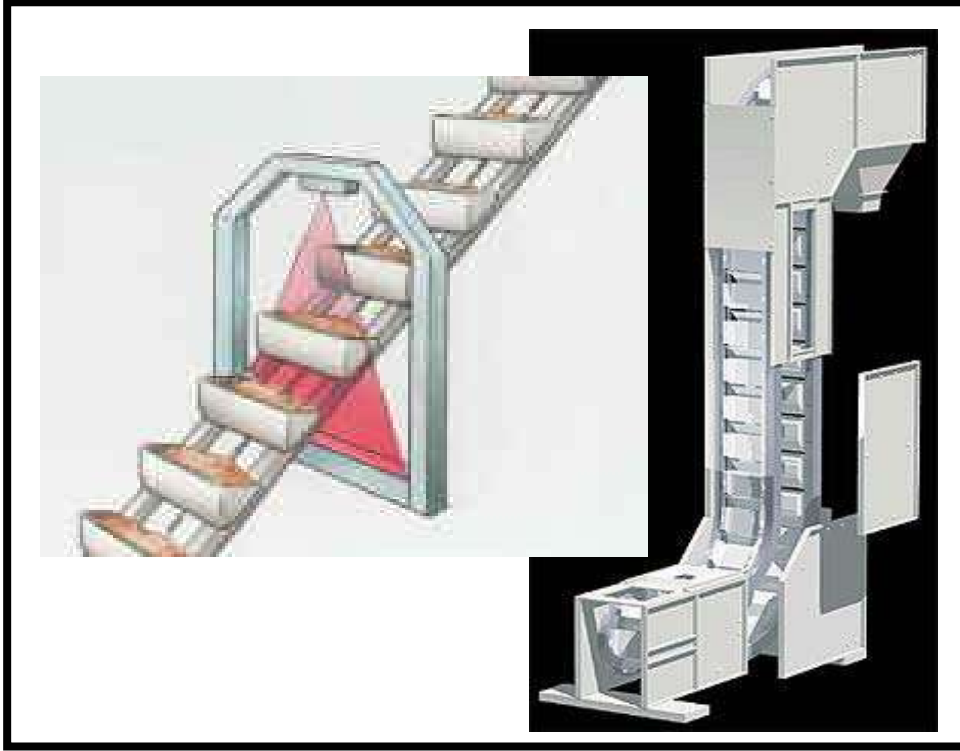


BÖLÜM 7.

ELEVATÖRLER

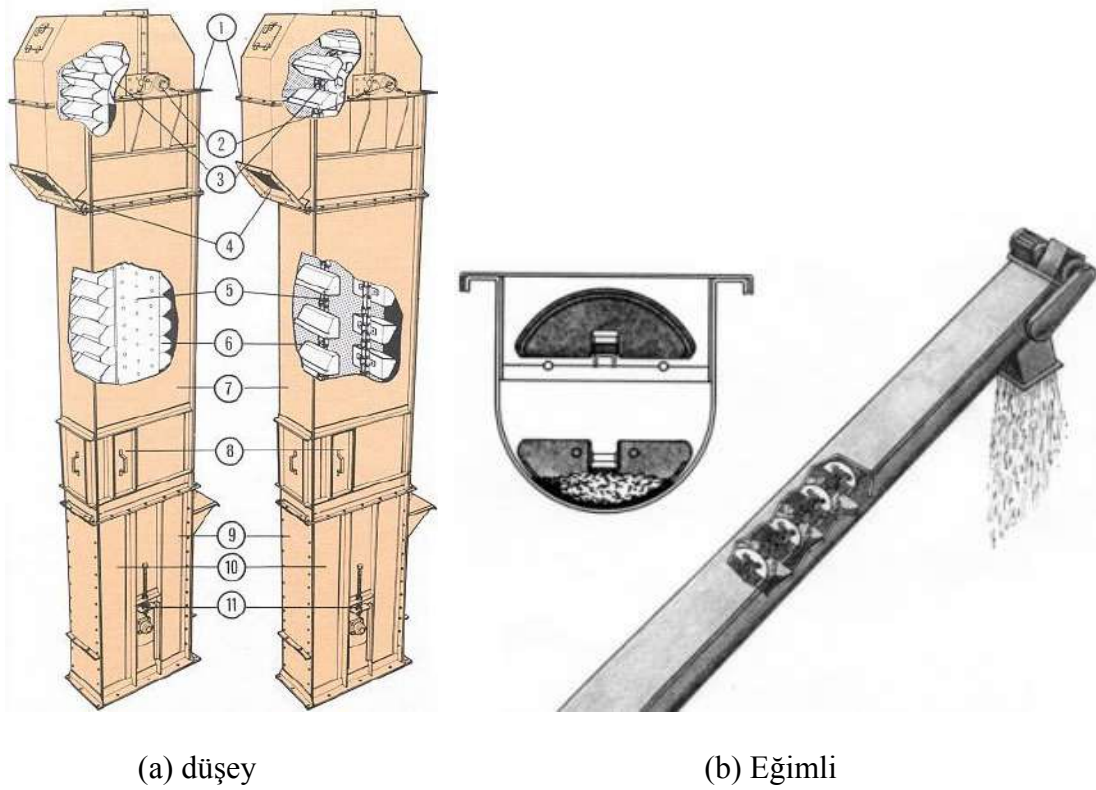


7.1. GİRİŞ

Yükselticiler (elevatörler), dökme ve birim yükleri düşey veya dik eğimli (yataydan 70° den fazla) doğrultuda yükseltmek amacıyla kullanılırlar. Yükseltilecek malzemenin yapısı, yükselticinin tasarımında önemli bir rol oynar. Dökme malzeme için çeşitli türlerde kepçeli yükselticiler, birim yükler için de kefeli ve döner tablalı yükselticiler kullanılır.

7.2. KEPÇELİ ELEVATÖRLER

Yükselticiler düşey (Şekil 7.1a) veya eğimli (Şekil 7.1b) olabildikleri gibi kayış veya tek ya da çift sıra zincir kullanabilirler. Besleme ve boşaltma yöntemlerine bağlı olarak yüksek hızlı santrifüj veya alçak hızlı ağırlıklı boşaltma uygulanır.



Şekil 7.1 Kepçeli elevatörler

Bir kepçeli yükseltici şu parçalardan meydana gelir: sonsuz çekme elemanı, buna sağlamca bağlanmış kepçeleri (1), çekme elemanının çevrelerinde döndüğü üst (döndürme) ve alt (gerdirme) kasnakları (çekme elemanının türüne bağlı olarak zincir dişlileri de olabilirler). Yükselticinin hareketli parçası ve döndürme düzeneği üst bölümü (kafa), ara bölmeleri (7) ve alt bölümünden (9) oluşan kapalı bir saç muhafazası içerisinde alınmıştır. Muhafazanın ara bölmeleri, yükselticinin her iki şeridini (gidiş ve dönüş) içine alabildiği gibi her şerit ayrı bir muhafaza içinde de olabilir.

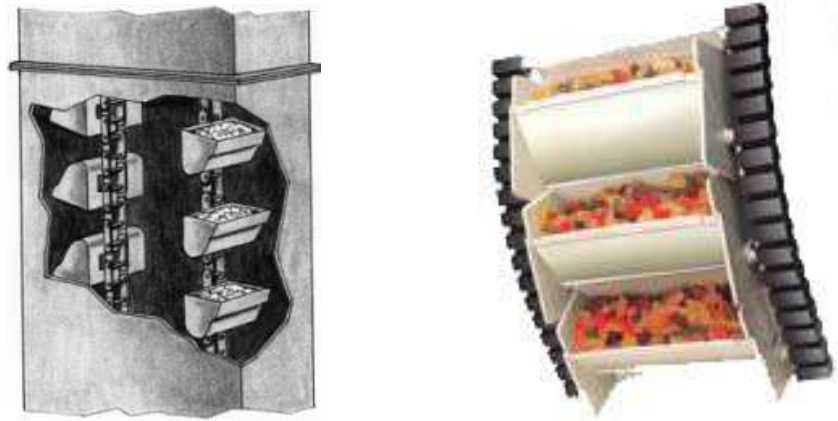
Personel delikleri (8), çalışma sırasında yükselticinin belli aşamalarda denetlenmesini sağlarlar. Kepçeli çekme elemanı (3) hareketini çalıştırma biriminden alır ve gerdirme düzeneği tarafından önceden gergin duruma getirilmiştir. Dökme malzeme yükselticinin alt ucundaki (tabandaki) besleme olduğundan ve kepçelerin kazıma etkisinden yararlanılarak yüklenir, üst kasnağa (zincir dişlisine) kadar yükseltilir ve burada boşaltma oluşuna dökülür. Çalıştırma birimi hareketli parçanın geri hareketini önleyen tutma frenini içerir, Yükseltici muhafazasında kılavuzları vardır.

Kepçeli yükselticiler çeşitli türlerde pudra, taneli ve çimento, kum, toprak, turba, kömür, soda, refrakter, kimyasal maddeler, tahıl, un gibi parça malların taşınmasına elverişlidirler. Yapı malzemelerinin taşınmasında, kimya endüstrisi fabrikalarında, dökümhanelerde,

refrakter malzemesinin yapımında, metalürji fabrikalarında, besin endüstrisinde, un fabrikalarında ve tahıl silolarında yükselticiler kullanılırlar.

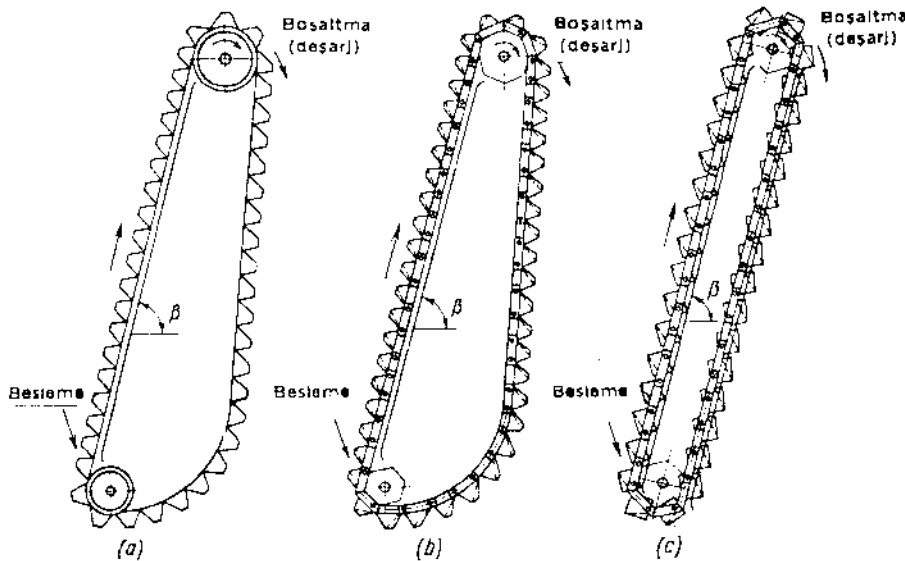
Az yer kaplaması, yükleri önemli bir yüksekliğe kaldırma yeteneği (50 metreye kadar) ve 5 ile 160 m³/saat arasında değişen kapasite yelpazesi kepçeli yükselticilerin başlıca üstünlükleridir. Bunun yanında, aşırı yüklemeye karşı duyarlılıkları ve düzgün yükleme zorunluluğu kepçeli elevatörlerin sakıncalarıdır.

Kepçeler aralıklı (Şekil 7.2a) veya sürekli (Şekil 7.2b) biçimde yerleştirilirler. Kepçelerin düzenlenmesi ile besleme ve boşaltma yöntemi, taşınan malın türüne bağlı olarak seçilir. Kayış ve kepçeli yükselticilerde kepçeler arkadan asılı; zincirli ve kepçeli yükselticilerde ise arkadan asılı ya da uçtan bağlanmış olabilirler. Uçtan bağlama yöntemi yalnızca çift zincirli elevatörlere uygulanabilir. Eğimli yükselticiler, dönüş (avara) şeridinin düzenlenmesi bakımından ayrılırlar.



(a) (b)
Şekil 7.2 Döndürme elemanı üzerinde kepçelerin düzenlenmesi

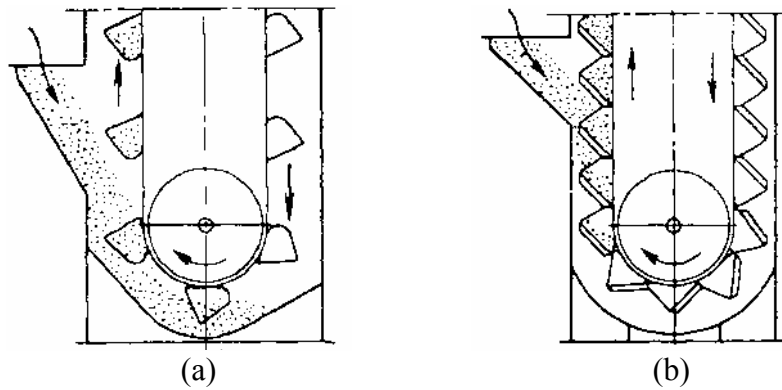
Bu şerit serbestçe sarkar (kayıslı yükselticiler, Şekil 7.3b) veya desteklenir (Şekil 7.3c, çift zincirli yükselticiler). Düşey kepçeli yükselticiler, çok daha karmaşık olan eğimli türden daha sık olarak kullanılmaktadırlar.



Şekil 7.3 Eğimli elevatörler

7.2.1. Kepçelerin Yüklenmesi ve Boşaltılması

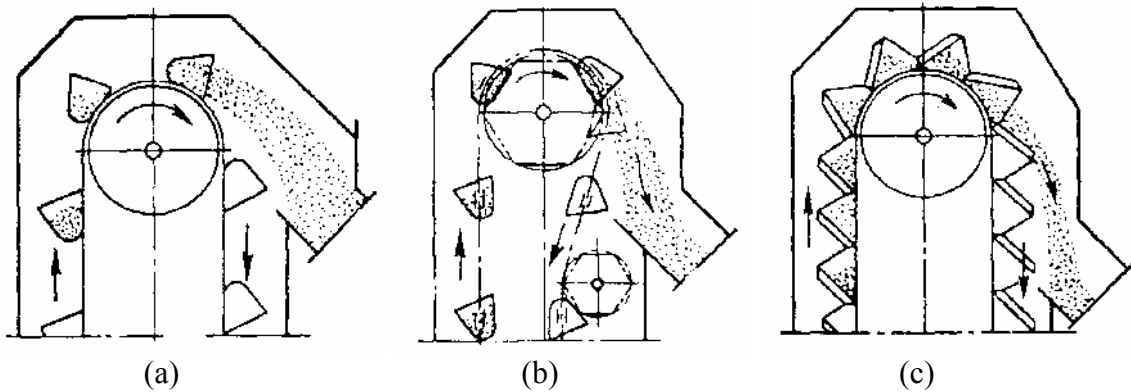
Malzeme, yükselticiye tabanda kepeçlenir (Şekil 7.4a), veya doğrudan doğruya bir besteme oluştundan verilir (Şekil 7.4b). Uygulamada genellikle bu iki yöntem birlikte kullanılır. Kayışlı ve zincirli elevatörlerin pudra veya küçük parçalı ve çoğunlukla orta aşındırıcılıkta kömür tozu, turba, çimento, toprak, kum, hızar talaşı, kırılmış kömür, fosfatlı gübreler gibi malzemeler taşıyan aralıklı kepeçleri, genellikle tabanda yükleme yöntemi ile kullanılırlar. Çünkü bu tür malzemeler, kepeçlenmeye karşı önemli bir direnç göstermezler. Bu tür malzemeler tanımlanan bu yöntemle yüklendiğinde, yükseltici 0,8-2 [m/s] arasında değişen oldukça yüksek hızlarda çalışabilir. Büyük parçalı ve çakıl, maden cevheri ve iri-parçalı kömür gibi aşındırıcı malzemeler, kepeçlenmeye karşı büyük direnç gösterirler ve bu da kepeçenin aşınmasına hatta (kayışın veya zincirin) kopmasına neden olur. Bu nedenle, büyük parçalı ve aşındırıcı malzemeler, kepeçlere doğrudan doğruya beslenirler.



Şekil 7.4 Kepçelerin doldurulması

Bu yükleme yöntemi sürekli kepeçli yükselticilerde ve yalnızca malzemelerin arasındaki boşluklardan düşmediği ve hızın 1 [m/s]'yi geçmediği durumlarda uygulanabilir. Çünkü daha yüksek hızlarda parçalar sıçarlar.

Boşaltma (santrifüj) (Şekil 7.5a), ağırlıklı (Şekil 7.5b) veya yönlendirilmiş (Şekil 7.5c) türlerden birinden olabilir. Birinci türde malzeme, kepeğin tepe dişlisi (veya kasnağı) çevresinde dönmelerinden doğan santrifüj kuvvet etkisinde boşalır ve doğrudan doğruya üst muhafaza bölümündeki boşaltma oluğuna düşer. Tepe dişlisinin (kasnağın) çapına uygun hız seçilerek ve üst muhafaza bölümündeki boşaltma oluğu ayarlanarak malzemenin saçılması önlenir.



Şekil 7.5 Kepçelerin boşaltılması

Santrifüj boşaltma (Şekil 7.5a), serbest akışlı pudra, taneli veya küçük parçalı malzeme taşıyan kepçeleri aralıklı olarak yerleştirilmiş yüksek hızlı elevatörlerde (çoğunlukla bantlı, seyrek olarak zincirli) kullanılır. Santrifüj boşaltmalı genel amaçlı elevatörlerin kepçe hızı genellikle 1 - 2 [m/s] alınır.

Yüksek hızlı elevatörlerde kepçe aralıkları, bir kepçeden boşaltılan malzeme önceki kepçeye çarpmayacak şekilde belirlenir.

Ağırlıkla boşaltmalı elevatörlerde (Şekil 7.5b) malzeme, kepçeler ters dönerken ağırlığıyla boşaltılır. Bu tür boşaltma yavaş akışlı pudra, nemli, ince pullu ve yaş malzemeler için (kömür tozu, tebeşir, çeşitli kimyasal maddeler, yaş kül ve hızar talaşı) kullanılır.

Düşey elevatörlerde yük, tepe zincir dişlisinden geçtikten sonra kepçeyi boşaltma oluşunun üstünde baş-aşağı getiren zincirin iki şeridi arasındaki boşlukta ve ağırlıkla boşalır (Şekil 7.5b). Eğimli elevatörlerde ağırlıkla boşaltma, elevatörün eğik durumuyla sağlanır. Bu tür boşaltma, kepçe hızının 0.6 – 0.8 [m/s] arasında bulunduğu yavaş hızlı kepçeli elevatörlerde uygulanır.

Yönlendirilmiş ağırlıklı boşaltma (Şekil 7.5c), düşey ve eğimli kepçeli elevatörlerde (kayıslı veya zincirli) kullanılır. Çekme elemanı tepe kasnağının (zincir dişlisinin) çevresinde dönerken her kepçe bir öncekinin önüne boşalır, böylece malzemenin ana boşaltma oluşuna akıtılması için bir kılavuz görevi yapar. Bu tür boşaltma, kepçe hızları 0.4 – 0.8 [m/s] arasında değişen yavaş hızlı elevatörlerde uygulanır. Sürekli boşaltmalı elevatörler başlıca ağır, iri parçalı, aşındırıcı ve çakıl, cevher, cüruf ve iri parçalı kömür gibi orta derecede aşındırıcı malzemelerin ve ayrıca kırılarak daha küçük boyutlara indirilen turba, odun kömürü ve kok gibi ufalanabilir malzemelerin taşınmasında kullanılırlar.

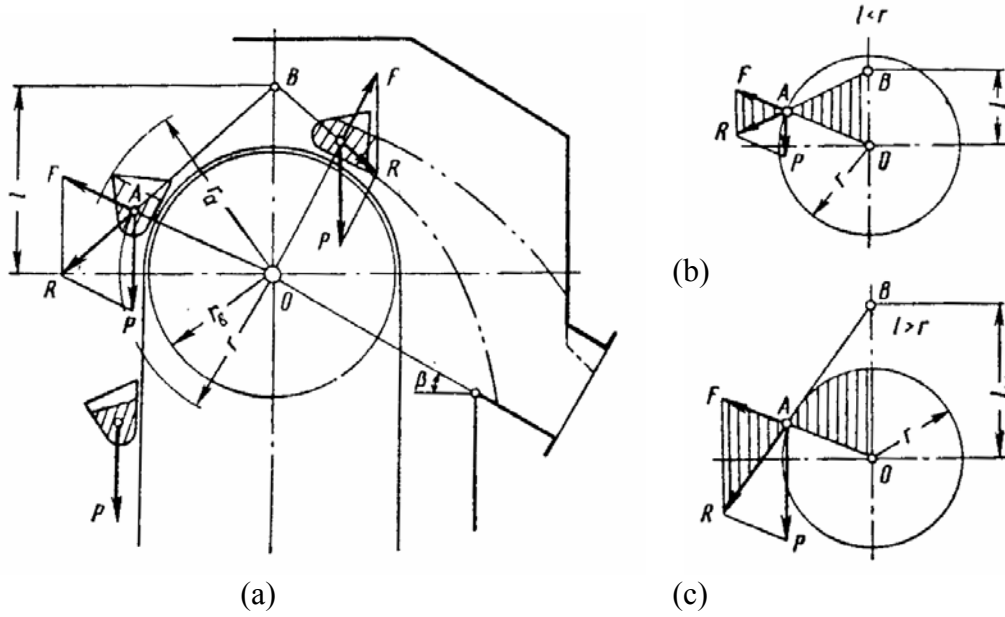
Bir dolu kepçenin yükselen şeritte ve tepe kasnağındaki hareketi Şekil 7.6'da incelenmektedir. Kepçe tepe kasnağına varmadan önce, düzgün hızla doğrusal bir yörünge boyunca ilerler ve yük üzerinde etkiyen tek kuvvet ağırlıktır: $P = mg$. Kepçe tepe kasnağı çevresinde-dönmeye başladığında, santrifüj kuvvet:

$$F = m \frac{v^2}{r} \quad (7.1)$$

bu ağırlığa eklenir. Burada

m	Kepçe içindeki yükün kütlesi
v	Kepçe içindeki yükün hızı [m/s]
r	Dönme yarıçapı, yükün A ağırlık merkezinin kasnağın O merkezine uzaklığı [mm]
g	Ağırlık kuvvetinin ivmesi [m/s ²]

Bu iki kuvvetin R bileşkesi, kepçe döndükçe yön ve şiddetini değiştirir. Bununla birlikte, eğer R vektörü kasnak merkezinden geçen düşey çizgiyi kesinceye kadar uzatılırsa, kepçenin bütün konumları için bir ve aynı B noktası (noktasına kutup) elde edilir.



Şekil 7.6 Kutup uzaklığının belirlenmesi

ABO ve AFR benzer üçgenlerinden:

$$\frac{l}{r} = \frac{P}{F} = \frac{mg}{m \frac{v^2}{r}} \quad (7.2)$$

Buradan kutup uzaklığı:

$$l = g \frac{r^2}{v^2} = sbt \quad (7.3)$$

bulunur. (7.3) denkleminde $v = \frac{\pi n}{30}$ koyarak ve mil hızı n d/dak olarak alınarak,

$$l = \frac{gr^2 30^2}{\pi^2 r^2 n^2} = \frac{895}{n^2} \quad [\text{m}] \quad (7.4)$$

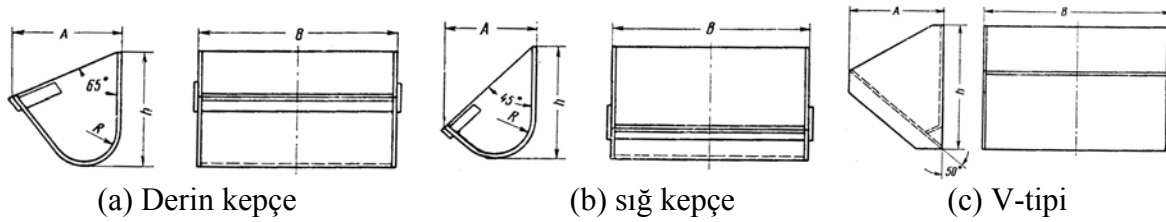
bulunur. Buradan, kutup uzaklığının değerinin yalnızca kasnağın (ya da zincir dişlisinin) devir sayısına bağlı olduğu sonucu çıkartılır. Milin n dönme hızı arttıkça l kutupsal uzaklığı azalır ve santrifüj kuvvetin değeri, ağırlık kuvvetine göre artar. Mil hızı düştüğü zaman, ağırlık kuvvetinin değeri, santrifüj kuvvete göre artar ve l uzaklığı daha büyük bir değer alır.

$l < r_b$ olduğu zaman ve kutup noktası kasnak çemberinin içine düşüyorsa (Şekil 7.6b), santrifüj kuvvetin ağırlık kuvvetinden önemli ölçüde büyük bir değerde olduğunu ve kepçe içindeki bütün yük parçacıklarının kepçe dış duvarlarına doğru hareket ettiklerini; yani boşaltmanın santrifüj türden olduğu kanıtlanmıştır. $l > r_a$ olduğu zaman ve kutup noktası kepçelerin dış kenarlarından geçen çemberin dışında kalıyorsa (Şekil 7.6c), ağırlık kuvveti santrifüj kuvvetten büyüktür ve kepçeler ağırlıkla boşalırlar. $r_b < l \leq r_a$ ise boşaltma hem santrifüj hem de ağırlıklıdır.

Kepçeden atılan parçacık, yükseltici üst muhafazası içinde bir parabol çizer ve boşaltma oluğuna düşer. Oluğun (şütün) üst ağzının O merkezine göre durumu, malzemenin saçılmasını ve aşırı parçalanmasını ve tozumasını önlemek üzere ayarlanmalıdır. Boşaltma oluğunun durumu, genellikle boşaltma açısı, yani yatayla boşaltma oluğunun başlangıcını kasnak (zincir dişlisi) merkezine birleştiren doğru arasındaki açı tarafından belirlenir. Santrifüj ağırlıklı boşaltmalı elevatörler için $\beta = 30 \dots 45^\circ$ dir. Alçak değer kuru, yüksek değer ıslak yüklere uygulanır.

7.2.2. Kepçeli Elevatörlerin Parçaları

Kepçeli elevatörlerde kullanılan kepçeler üç türdür: Derin (Şekil 7.7a), yuvarlak dipli, sığ (Şekil 7.7b) ve V-tipi (Şekil 7.7c).



Şekil 7.7 Kepçe türleri

Kepçeler türleri, ana geometrik boyutları (B genişliği, A izdüşümü ve h yüksekliği) ve kapasiteleri ile belirlenirler.

Derin kepçelerin ön ağzı 65° lik bir açıda kesilmiş ve böylece önemli bir derinlik sağlanmıştır. Bu kepçeler kuru ve serbest akışlı toprak, kum, tahıl ve ince kömür gibi dökme malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Derin kepçelerde genişlik 135 - 450 [mm], yükseklik 101 - 240 [mm] ve kapasite 0.75 – 14.5 [litre] arasında değişir.

Sığ tür kepçelerin ön ağzı 45° lik bir açı ile kesilmiştir; bu nedenle kepçe sığdır. Bu kepçeler nemli, sıkışabilir ve yavaş akışlı dökme malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Kepçenin alçak dudağı ve sığlığı, malzemenin boşaltılmasını kolaylaştırır. Sığ kepçelerde genişlik 160 - 450 [mm], yükseklik 100 - 285 [mm] ve kapasite 0.65 - 15 [litre] arasında değişir.

Derin ve sığ kepçelerin tabanları boşaltmayı kolaylaştırmak amacıyla silindirik yapılıdır. Bu kepçeler yalnız kepçeleri aralıklı dizilmiş elevatörlerde kullanılırlar. Kepçeler arasındaki a uzaklığı 300, 400, 500 ve 600 [mm] dir.

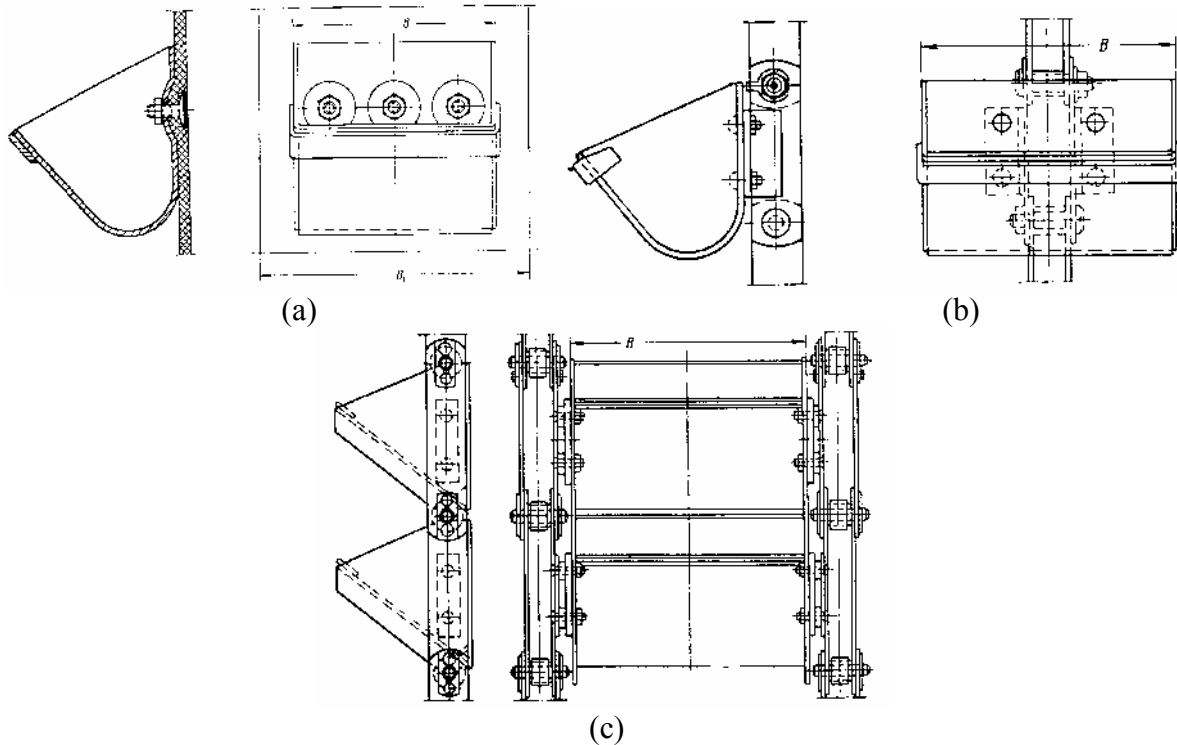
V-kepçeler yalnızca sürekli boşaltmak elevatörlerde ve ağır, kütleli ve aşındırıcı malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Bunlarda genişlik 160-900 [mm], yükseklik 155 - 620 [mm] ve kapasite 1.5 - 130 [litre] arasında değişir. Kepçe aralığı 160, 200, 250, 320, 400, 500 ve 630 [mm] dir.

Derin ve sığ kepçeler preste basılma, 2 - 6 [mm] lik çelik saçtan kaynak yapım veya dökme demir ya da dövme çelik olarak yapılırlar. V-kepçeler kaynak yapım veya preste basılma olabilirler. Aşındırıcı malzeme için kullanılacak kepçelerde çabuk aşınmayı önlemek üzere, dudaklar sertleştirilir.

Kepçeli elevatörlerde çekme elemanı olarak bir bant veya zincir kullanılır. Kauçuk kaplanmış dokuma bantlar, bantlı konveyörlerdekine eşdeğerdedirler. Kepçeler banda özel düz kafalı civatalarla (Şekil 7.8a) civatalanmışlardır. Civatanın kafası, kepçe arka duvarındaki bir oyuga girmiştir. Bunun amacı; bant, tepe kasmağı üzerinden geçerken civata kafasının kasmağı zarar vermesini önlemektir. Bandın B_1 genişliği, kepçenin B genişliğinden 35 - 40 [mm] fazla olmalıdır. Bandın kat sayısı ise (genellikle dörtten az olmamak üzere) gerekli bant dayanımına bağlı olarak hesaplanan bant çekme kuvvetine göre belirlenir. Kayışın hesabı bantlı konveyörlerde ki gibidir. Ancak, bu durumda bandın civata delikleri nedeniyle zayıfladığı dikkate alınmalıdır. Bant genişliği $B_1 = 150, 200, 250, 300, 400$ ve 500 [mm] dir. Elevatörlerde, çelik telli bantlar da kullanılır.

Elevatörlerde kullanılan zincirler genellikle lamelli baklalı burçlu ve burçlu makaralı zincirler olup zincir adımı $t = 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500$ ve 630 [mm] dir. Kaynaklı yuvarlak baklalı, dökme birleşim ve ayrılabilir baklalı zincirler daha seyrek kullanılırlar. Dönüş şeridi desteklenen eğimli elevatörlerde lamelli baklalı ve burçlu makaralı zincirler kullanılır.

Kepçeler, zincire köşebentlerle veya özel biçimdeki bakla levhalarına civatalanarak veya perçinle bağlanırlar. 16 - 200 [mm] genişlikteki kepçeler için, kepçenin arka duvarının merkezine bağlanan (Şekil 7.8b) tek zincir; 320 - 630 [mm] genişlikteki kepçeler için kepçelerin arka (Şekil 7.8b) veya yan duvarlarına (Şekil 7.8c) civatalanmış çift zincir kullanılır.

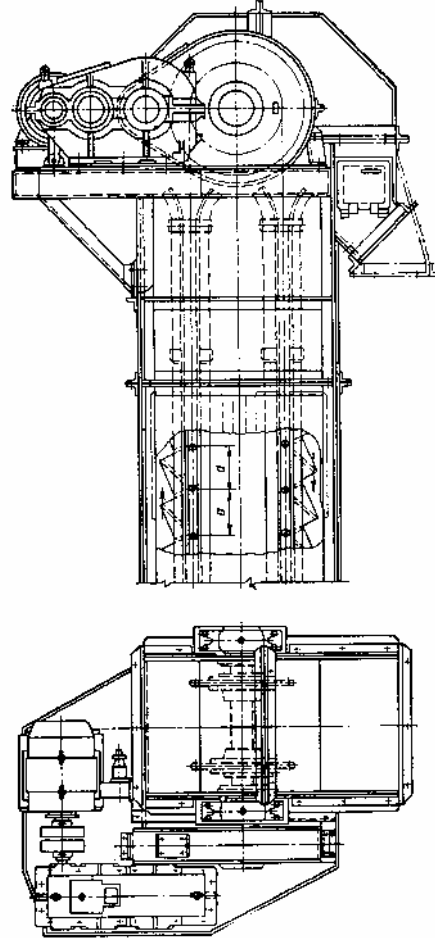


Şekil 7.8 Kepçelerin bağlanması

Bir döndürme elemanının (bant ya da zincir) seçimi istenen elevatör kapasitesine, kaldırma yüksekliğine ve taşınan malzemenin türüne bağlıdır. Kauçuklu bir dokuma bant, kepçeleri çok sıkı olmayan bir biçimde tutar ve bu nedenle, bir zincirden çok daha az bir çekme kuvveti uygular. Buna karşılık, daha yüksek bir hızla hareket edebilir ve aşındırıcı malzemeleri taşıırken zincirden daha az aşınır. Yukarıda sayılan bu gerekçelerden ötürü ilke olarak pudra ve

küçük parçalı ve düşük yığılma ağırlıklı malzemelerin orta kaldırma yüksekliklerine (25-40 [m]) ve yüksek hızla taşınmasında bant kullanılır. Bantlı elevatörlerde malzeme, alt bölüme (tabana) verilir ve buradan kepçelenerek alınır. Zincirler çoğunlukla, ağır kütleli malzemeleri büyük elevatörlere ve yüksek kapasite ile (160 [m³/saat]) çıkarmakta kullanılırlar. Ayrıca zincirler, kauçuklu bir dokuma banda zarar verebilecek sıcak ve diğer tür malzemelerin taşınmasında kullanılırlar.

Elevatörlerin çalıştırma birimi (Şekil 7.9) genellikle tek gövdeli motor redüktör biçiminde olup elevatörün üst bölümünde yer alır. Bantlı bir elevatörün döndüren kasnağının çapı, kayış kat sayısına (*i* kayışın kat sayısı olmak üzere normal olarak 125 - 150 *i*) bağlı olup genellikle 400, 500, 630, 800, 1000 ve 1250 [mm] değerinde alınır. Zincirli elevatörlerin zincir dişlisinin diş sayısı 4.75 – 75.5 [d/dak] arasındaki hızlarda 6, 8, 10, 12, 13, 14, 16 ve 20 alınır.

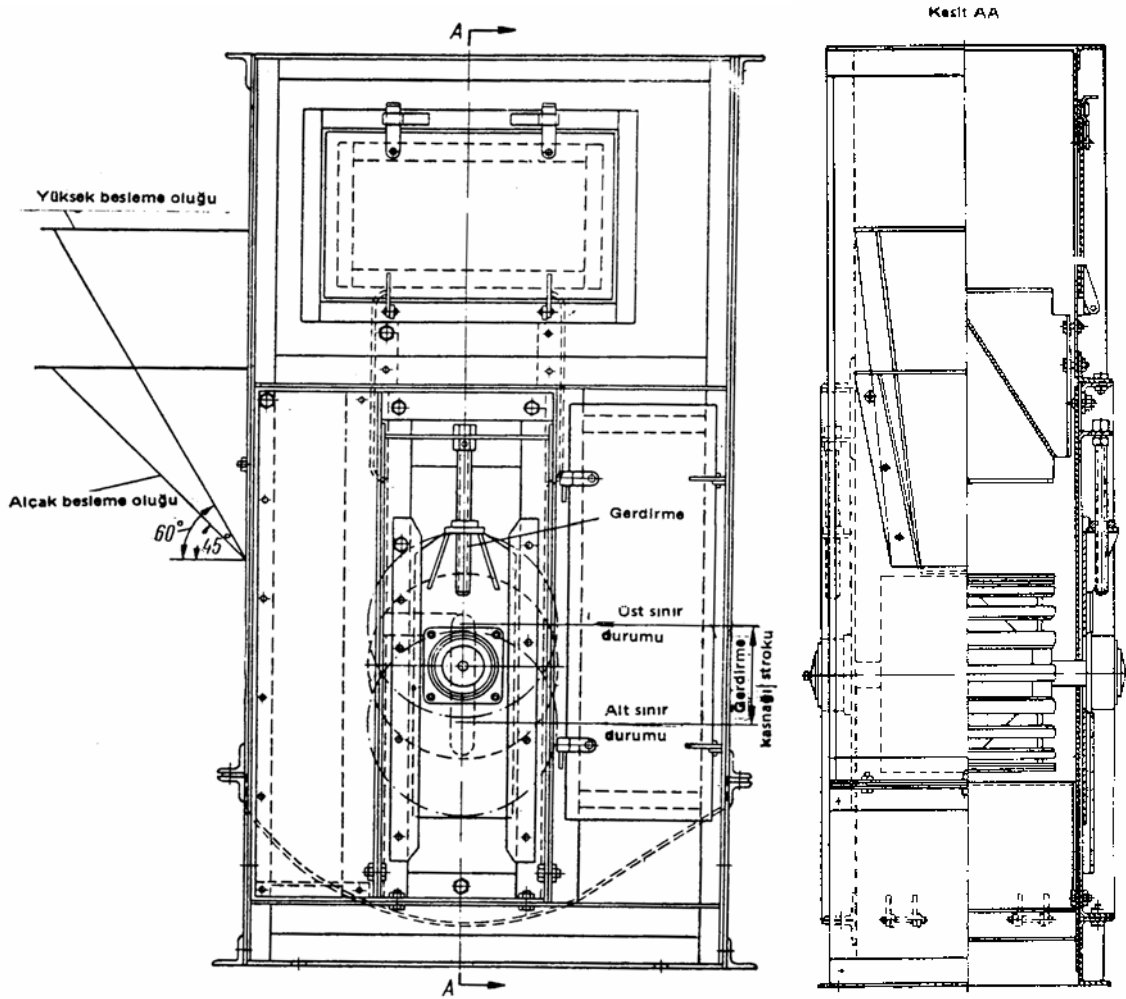


Şekil 7.9 Çift zincirli sürekli kepçeli elevatörün üst bölümü ve çalıştırma birimi

Elevatör durduğu zaman hareketli parçanın ve kepçelerin tehlikeli geri dönüşlerini önlemek amacıyla, çalıştırma birimine freni eklenmiştir. Bu gürültüsüz çalışan bir kilit mandal, döndüren kasnağın (ya da zincir dişlisinin) miline takılmış bir genişleme makarası veya elektrik motoruyla redüktör giriş mili arasındaki elastik kavramaya bağlanmış bir santrifüj mandal durdurucu olabilir. Ağır elevatörlerde solenoid fren kullanılabilir. Elevatörün üst tekne bölümünde bakım ve onarımlar için personel delikleri bulunur.

Elevatörlerde en çok kullanılan gerdirme düzeneği türü vidalı, yaylı ve vidalıdır. Bazı durumlarda karşı ağırlıklı gerdirme düzeneği de kullanılır. Gerdirme düzeneği kasnak (zincir

dışlısı) milinin yatakları üzerinde bulunur ve alt teknenin yan duvarlarına bağlanmıştır (Şekil 7.10). Gerdirme stoku 200 - 500 [mm] arasında değişir.



Şekil 7.10 Bantlı kepçeli elevatörlerin alt tekne bölümü ve gerdirme düzeneği

Bantlı elevatörlerin gerdirme kasnağı taşınan malzemenin kasnağa yapışmasını önlemek için, genellikle ızgara jantlı yapılıdır. Gerdirme ve döndürme kasnakları (zincir dişlileri) genellikle aynı çaplıdır. Elevatör tabanı besleme haznesini taşır. Islak yavaş akışlı malzemeler taşınırken besleme haznesi yükseğe yerleştirilir ve hazne tabanı 60° lik açıyla iner (Şekil 7.11). Kuru ve serbest akışlı malzemelerin taşınmasında ise hazne daha alçak bir düzeye yerleştirir ve tabanın yaptığı açı 45° dir. Tekne alt bölümünün yan duvarlarında bakım ve onarımlar için, kapaklı personel delikleri bulunur.

Elevatör teknesinin ara bölümleri 2-4 [mm] lik çelik saçtan yapılır. Kenarları boyunca ve uçlarda köşebent takviye çubukları kullanılır. Standart bölümler 2-2,5 [m] uzunlukta yapılırlar ve birbirlerine cıvatalarla bağlanırlar. Ara bölümler, hareketli parçayı kılavuzlamak ve aşırı salınımları önlemek için, kılavuzlarla donatılmışlardır.

7.2.3. Kepçeli Elevatörlerin Hesabı

Elevatörün türü ve kepçe biçimi, yükselticinin özelliklerine ve istenen taşıma kapasitesine bağlı olarak seçilir. Bir kepçeli elevatörün taşıma kapasitesi Q [t/saat], elevatör uzunluğunun her metresi başına gerekli kepçe kapasitesi

$$\frac{i_o}{a} = \frac{Q}{3,6v\gamma\psi} \quad [\text{l/m}] \quad (7.5)$$

dir. Burada,

- i_o Kepçe kapasitesi [litre]
 a Kepçe aralığı [m].
 Derin ve sık kepeçelerde $a = (2.5 \dots 3)h$, sürekli V-kepeçelerde $a = h$
 h Kepçe yüksekliği [m]
 v Bant veya zincir hızı [m/s]
 γ Yükün yığma ağırlığı [t/m^3]
 ψ Kepçe yükleme verimi

En çok rastlanan malzemeler için v hızları ve ψ yükleme verimleri Tablo 7.1’de verilmiştir. Standart boyutlardaki kepeçler için, elevatör uzunluğunun metresi başına kapasiteler Tablo 7.2’de verilmiştir.

Tablo 7.1 Kepçeli elevatörlerin ana parametreleri

Dökme yük özellikleri	Tipik yükler	Elevatör türü	Kepçe türü	Kepçe yükleme verimi ψ	Hız v [m/s]	
					Bant	Zincir
Pudra (öğütülmüş)	Kömür tozu	Düşük hızlı ağırlıklı boşaltma	D	0.85	-	0.6-0.8
	Çimento, alçı, fosfatlı gübre	Yüksek hızlı santrifüj boşaltma	D	0.75	1.25-1.8	-
Taneli ve küçük parçalı, orta derecede aşındırıcı	Hızır talaşı, parça kuru kil, kömür, turba	Yüksek hızlı santrifüj boşaltma	D	0.7-0.8	1.25-2.0	1.25-1.6
Taneli ve küçük parçalı, yüksek derecede aşındırıcı	Çakıl, cevher, cüruf	Düşük hızlı yönlendirilmiş ağırlıklı boşaltma	V	0.7-0.85	0.8-1.0	0.8-1.0
	Kum, kül, toprak, taş	Yüksek hızlı santrifüj boşaltma	D	0.7-0.8	1.6-1.8	-
Orta ve büyük parçalı, orta derecede aşındırıcı	Kömür	Düşük hızlı yönlendirilmiş ağırlıklı boşaltma	V	0.6-0.8	-	0.6-0.8
	Kesekler halinde turba	Yüksek hızlı santrifüj boşaltma	D	0.5-0.7	-	1.25-1.4
Orta ve büyük parçalı, yüksek derecede aşındırıcı	Kırma taş, cevher, cüruf	Düşük hızlı yönlendirilmiş ağırlıklı boşaltma	V	0.6-0.8	-	0.5-0.8
Kütleli, kırılğan, kırılarak küçük boyuta indirilmiş	Odun kömürü, kok	Düşük hızlı yönlendirilmiş ağırlıklı boşaltma	V	0.6	0.6-0.8	0.6-0.8
Cürufllu, toz ve taneli ıslak	Toprak, ıslak kum, ıslak pudra, alçı	Yüksek hızlı santrifüj boşaltma	S	0.4-0.6	1.25-1.8	1.25-1.6
	Islak kimyasal maddeler, kabartılmış turba	Düşük hızlı ağırlıklı boşaltma	S	0.4-0.6	-	0.6-0.8

Seçilen kepçelerin boyutları, en büyük parçanın a_{max} boyutuyla uyumlu olmalıdır. Kepçe izdüşümünün A değeri (Şekil 7.8) şu koşulu sağlamalıdır:

$$A \geq a_{max} m \quad (7.6)$$

Burada m katsayısı, malzeme içinde a_{max} boyutundaki parçalar ağırlıkça % 10-25 oranında ise $m = 2 - 2.5$; bu parçaların oranı % 50-100 arasında ise $m = 4.25 - 4.75$ alınır.

Çekme kuvveti elevatör yörüngesinin bölümlerindeki dirençler toplanarak hesaplanır. Elevatörün hesabında göz önüne alınması gereken özel durum, yükseltici tabanına yükleme sırasındaki kepçeleme direncidir. Bu direncin değeri ampirik olarak belirlenir. Çünkü bu direnç; taşınan malzemenin özellikleri, kepçe hızı, kepçe türü ve aralık kepçelerle taban duvarları arasındaki boşluklar, kepçelerin yükleme verimi ve kepçe yükleme yöntemi gibi bir çok etkene bağlıdır.

Tablo 7.2 Elevatör birim boyu başına kepçe kapasitesi

Kepçe genişliği B [mm]	Derin kepçeler		Sığ kepçeler		V kepçeler	
	Kepçe aralığı a [mm]	Kepçe kapasitesi i_o [l/m]	Kepçe aralığı a [mm]	Kepçe kapasitesi i_o [l/m]	Kepçe aralığı a [mm]	Kepçe kapasitesi i_o [l/m]
135	300	0.75	-	-	-	-
160	300	1.1	300	0.65	160	9.4
200	300	2.0	300	1.1	-	-
250	400	3.2	400	2.6	200	18
350	500	7.8	500	7.0	250	31.2
450	600	14.5	600	15	320	50
600	-	-	-	-	400	85
750	-	-	-	-	500	134
900	-	-	-	-	630	206

Elevatör parametrelerinin hesabında genellikle ampirik formüller kullanılır. Bu denklemler, bir yükselticide ana direnç yükün kaldırılması için gerekli güç olduğundan, gerçek değerlere yakın sonuçlar verirler. Düşey elevatörlerde, çekme elemanının en yüksek statik gerginliği S_{max} düzgün hareket için

$$S_{max} = 1.15 H(q + K_1 q_0) \quad (7.7)$$

ile yaklaşık olarak hesaplanır. Burada

- H Yükün kaldırıldığı yükseklik
- q Elevatörün metresi başına birim ağırlık [kg/m] (denklem (3.1))
- q_0 Bant veya zincirin kepçeli olarak birim ağırlığı [kg/m]
- K_1 Harekete ve döndürme elemanı ile kepçelerin üst ve alt kasnaklardaki (veya zincir dişlilerindeki) bükülmelerine karşı dirençleri ve yükün kepçeleme direncini göz önüne alan katsayı (Tablo 7.3)

Tablo 7.3 Ortalama K_1 , K_2 ve K_3 değerleri

Taşıma kapasitesi Q [t/saat]	Elevatör türü					
	Bant		Tek zincir		Çift zincir	
	Kepçe türleri (Şekil 7.8)					
	Derin ve sığ	V kepçe	Derin ve sığ	V kepçe	Derin ve sığ	V kepçe
	K_2 katsayısı					
<10	0.6	-	1.1	-	-	-
10-25	0.5	-	0.8	1.1	1.2	-
25-50	0.45	0.6	0.6	0.85	1.0	-
50-100	0.4	0.55	0.5	0.7	0.8	1.1
>100	0.35	0.5	-	-	0.6	0.9
K_1	2.5	2.0	1.5	1.25	1.5	1.25
K_3	1.6	1.1	1.3	0.8	1.3	0.8

q_o değeri; imalatçı şartnamelerinden veya tasarım verilerinden alınabilir veya aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır:

$$q_o = K_2 Q \quad (7.8)$$

Burada yer alan K_2 değerleri de Tablo 7.3'ten alınabilir.

Yüksek hızlı zincirli elevatörlerde en yüksek teorik S_{teor} çekme etkisi, hesaplanan statik ve dinamik çekme kuvvetlerinin toplamına eşittir. Bantlı elevatörler için en yüksek çekme kuvveti (bant gerginliği), bantın kaymasını önlemek üzere $S_{max} = S_{ger}$ eşitliğini sağlamalıdır. Zincir veya bant dayanımının hesabında en yüksek teorik çekme kuvveti alınır.

Düşey elevatörlerin döndürme milinde gerekli motor gücü (çalıştırma düzeneğindeki kayıplar ihmal edilirse), yaklaşık olarak aşağıdaki denklemden hesaplanır:

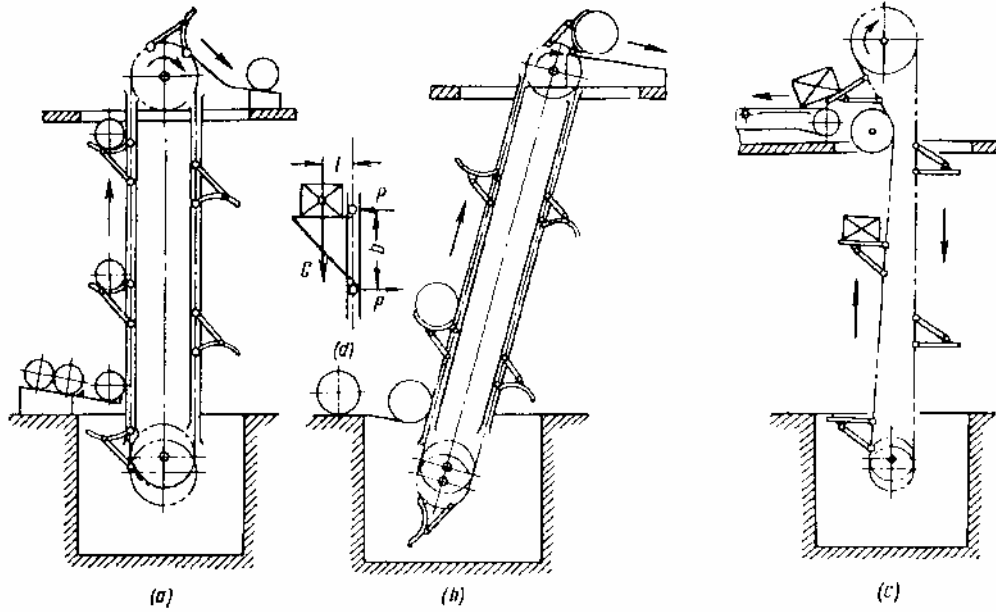
$$N_o \cong \frac{1,15QH}{367} + \frac{K_3 q_o H v}{367} = \frac{QH}{367} (1,15 + K_2 K_3 v) \quad [\text{kW}] \quad (7.9)$$

Yükü kaldırmak için tüketilen güç (1.15 değerine eşit olan emniyet katsayısını da içerir), yukarıdaki denklemin birinci bölümünden, hareketli parçanın sürtünme direnci ise ikinci bölümden belirlenir. K_3 katsayısının yaklaşık değerleri Tablo 7.3'te verilmiştir. Güç aktarma düzeneğindeki kayıplar kullanılacak motorun seçiminde hesaba katılır.

7.3. KEFELİ ELEVATÖRLER

Kefeli elevatörler birim yükleri (variller, kutular, paketler ve makina parçaları) kaldırmakta kullanılırlar.

Kefeli elevatörler (Şekil 7.11a ve c) düşey veya eğimli (Şekil 7.11b) olabilirler. Bunlarda, üst ve alt zincir dişlileri çevresinde dönen iki sonsuz zincir vardır. Yüke uygun biçim verilmiş olan yük taşıyıcılar (kefeler) belli aralıklarda bu zincirlere cıvatalanmıştır. Bazı tasarımlarda, taşıyıcıyı eğmek ve yükü yükselen şeritte boşaltmak için bir saptırma zincir dişlisi (Şekil 7.11c) kullanılır.

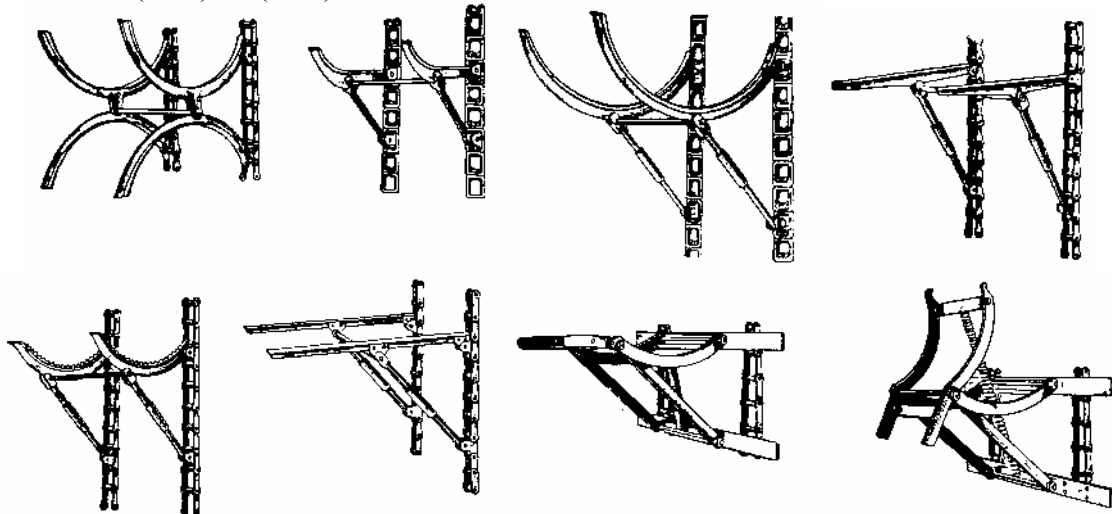


Şekil 7.11 Kefeli elevatörler

Taşıyıcıların (kefeler veya raflar) yükleme ve boşaltması elle veya otomatik olarak yapılır. Silindirik yükler, eğik bir düzlemde yuvarlanabilmeleri, ızgaralı bir masadan yine ızgaralı bir kefeye veya rafa aktarılmalrı ve bunun tersi işlemin kolayca yapılabilmesi nedenleriyle, otomatik yükleme ve boşaltmaya çok elverişlidirler. Yükler genellikle döndürme elemanının üst zincir dişlisinden ayrıldığı noktada boşaltılırlar (Şekil 7.12).

Taşıyıcılar, yüke uygun olmak üzere düz veya eğrisel kefeler biçiminde (Şekil 7.12a) olabilirler. Bazı durumlarda, boşaltmayı kolaylaştıran deviricilerle (Şekil 7.12b) donatılırlar. Bu deviriciler taşıyıcının elevatörün yükselen şeridi boyunca herhangi bir noktada boşaltılmasına izin verirler ve bunlara, boşaltma noktalarına yerleştirilmiş kulaklarla kumanda edilir. Deviriciler yay etkisiyle ilk durumlarına dönerler.

Kefeli elevatörlerin döndürme elemanları olarak lamelli baklalı, birleşim, burçlu ve burçlu pernolu zincirler, bazı durumlarda ise tümüyle döküm zincirler kullanılır. Bu yükselticiler alçak hızlı yükseltici türü olup hızlar 0,2-0,3 [m/s] arasında değişir. Kefeli elevatörlerin parametreleri (3.16) ve (3.19) denklemlerinde elde edilir.



Şekil 7.12 Kefeli elevatörlerin kefeleri

Çekme kuvveti, alışılmış yolla hesaplanır. Hesaplar yapılırken zincirin sabit kılavuz yataklar üzerindeki sürtünme kayıpları dikkate alınmalıdır. Yük, zincirden belli bir uzaklıktaki konsollar üzerinde taşındığından sabit kılavuz yataklar üzerindeki sürtünme kayıpları bu elevatörlere özeldir. Kefe üzerindeki yükün ağırlığı G [kg], kefe ve yük ağırlık merkezlerinin zincir eksenine uzaklığı l [m] ve kefenin zincire bağlandığı noktaları arasındaki uzaklığı b [m] alınarak ve zincir gerginliğinin etkisi ihmal edilerek; kefenin bağlantı noktalarında kılavuz yatak üzerindeki basınç:

$$P = \frac{Gl}{b} \quad (7.10)$$

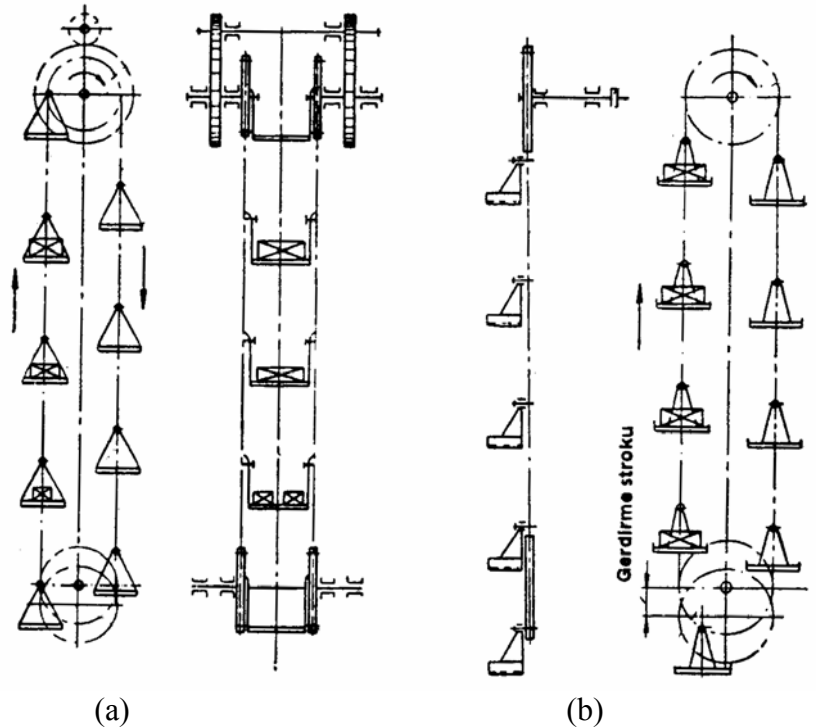
dır. Her taşıyıcı üzerindeki ek sürtünme direncinin değeri

$$W_{ek} = 2Pw' = \frac{2Gl}{b} w' \quad (7.11)$$

bulunur. Burada, w' zincirin kılavuz yataklar üzerindeki hareketine karşı direnç katsayısıdır. Eğer elevatör çekme zincirleri, hareketli makaralar ile donatılmış ise w' değeri (3.35) denklemi ile belirlenir. Zincirde hareketli makaralar bulunmuyor ve kılavuz yataklar üzerinde kayıyorsa $w' = \mu = 0.25 \dots 0.35$ alınır. Zincirin kılavuz yataklar üzerindeki sürtünme katsayısı μ ile gösterilmiştir.

7.4. DÖNER TABLALI ELEVATÖRLER

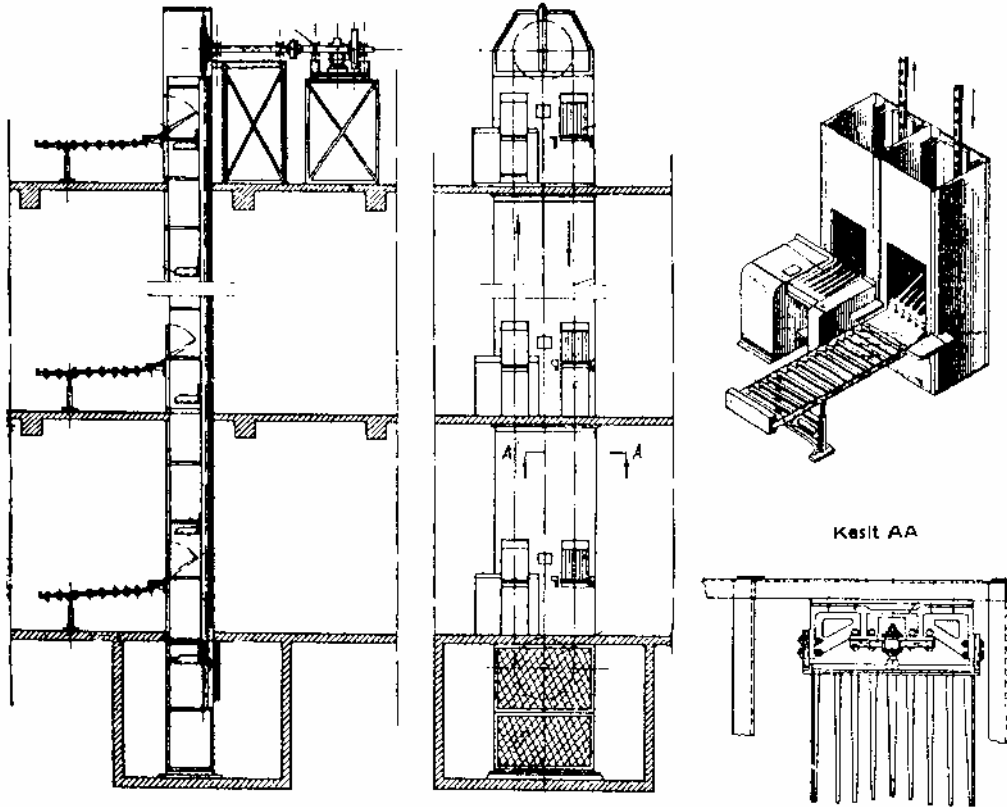
Döner tablalı elevatörler (Şekil 7.13a ve b), çeşitli birim yükleri kaldırmakta ve indirmekte kullanılırlar. Kefeli elevatörler ile döner tablalı elevatörler arasındaki ana ayrılık, kefeli yükselticilerin yük taşıyıcılara rijit olarak bağlanmış, döner tablalıların ise zincire mafsallı ve eksenini çevresinde serbestçe dönen tablalar olmasıdır. Bu yapı yükün inen şerit boyunca herhangi bir noktada boşaltılmasını mümkün kılar



Şekil 7.13 Döner tablalı elevatörler

Döner tablalı elevatörler, döner tablalı konveyörlerden yalnızca yörünge profili bakımından ayrılırlar: Elevatörler yükleri yalnızca düşey olarak taşırlar oysa konveyörler onları birbiri arkasından gelen düşey ve yatay bölümlerde taşırlar. Kitaplar gibi hafif yükler için bir döner tablalı elevatörde konsollu raflara bağlanmış tek zincir yeterli olabilir (Şekil 7.13b).

Paketlenmiş kitapların taşınmasında kullanılan tek zincirli bir tablalı elevatör Şekil 7.14’de gösterilmiştir. Her katta elektriksel olarak kontrol edilen otomatik yükleme ve boşaltma düzenekleri vardır. Düğmeye basınca yükleme düzeneğinin yüklü (ızgaralı) tablası devreye girer. Yük, inen çatallı tepsiden alınır.



Şekil 7.14 Zincirli tepsili elevatör

Yük alındıktan sonra, tabla otomatik olarak ilk durumuna döner. Boşaltma noktasında bir kumanda işareti tablayı döndürür ve inen tepsi tarafından kendi üzerine bırakılan yükü alması için devreye sokar. Yük, eğik tabladan bir masuralı konveyöre alınır ve yerine gönderilir, tabla da başlangıç konumuna geri döner.