

BÖLÜM 6.

PALETLİ KONVEYÖRLER

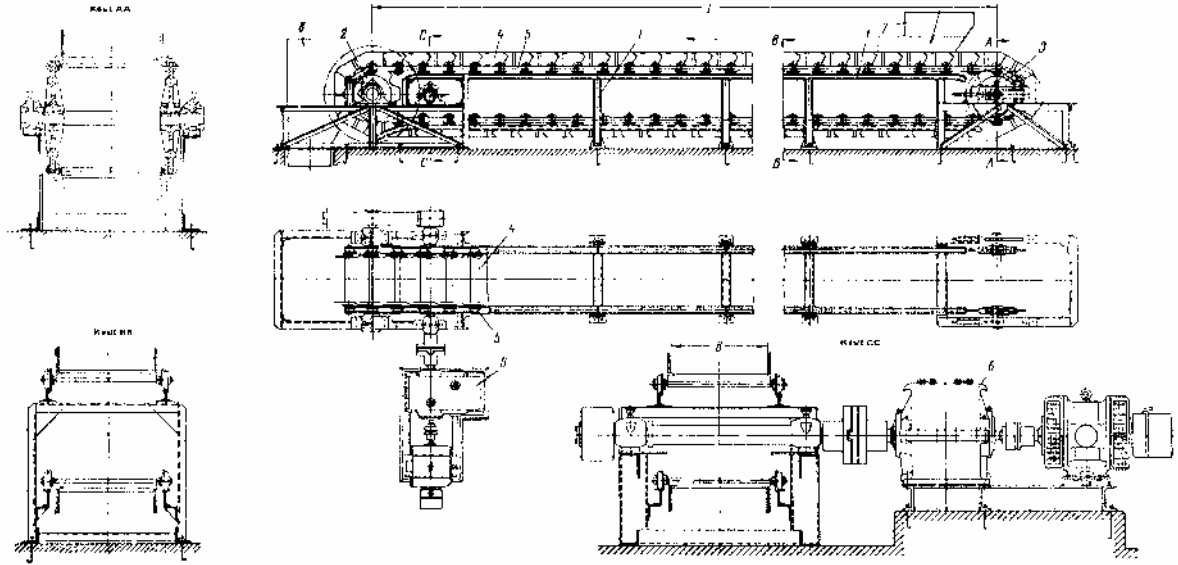


6.1. GİRİŞ

Paletli konveyörler, çeşitli dökme ve parça malların yatay ya da eğimli olarak iletilmesinde kullanılırlar. Kimya endüstrisinde, metalürjide, maden kömürü taşımasında, makina yapımında ve endüstrinin diğer dallarında geniş çapta kullanım alanları mevcuttur. Bundan başka, hat üretiminde ara malların işlem duraklarında geçmesini sağlarlar.

Paletli ya da lamalı konveyörler (Şekil 6.1) (1) şasisi, (2) döndürme dişlisi ve (3) gerdirmе dişlisi (zincir dişlileri) ile (5) çekme zincirinin tek ya da iki şeridine birden bağlanmış ve birleşme noktalarında hareketli makaralar tarafından taşınan (4) lamalarından (paletlerinden) oluşan bir palet takımından (yürüyen yatak) meydana gelir. Zincir dişlisinin dişlileriyle

kavramaya giren çekme zincirleri çifti (6) çalıştırma birimi tarafından döndürülür. Zincirler, palet takımıyla birlikte konveyörün boyuna eksenine doğrultusunda dönerler. Zinciri taşıyan makaralar, şasinin sabit kılavuz kızakları üzerinde hareket ederler. Taşınacak malzeme konveyöre, yörünge boyunca herhangi bir noktaya yerleştirilmiş bir ya da fazla sayıdaki (7) besleme teknelerinden yüklenir ve döndürme zincir dişlileri yanındaki (8) boşaltma oluğuna boşaltılır.



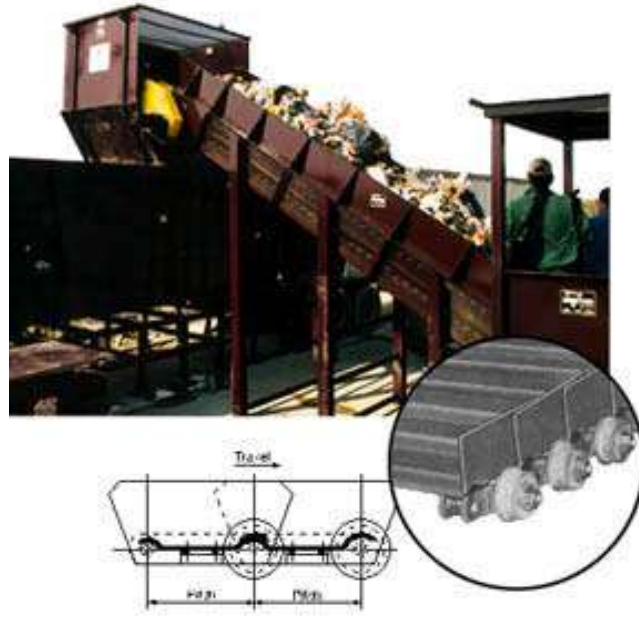
Şekil 6.1 Paletli konveyörler

Bantlı konveyörlerden ayrıldıkları nokta: Paletli konveyörlerin genellikle ağır büyük parçalı, aşındırıcı ve sıcak malzemeleri taşımakta kullanılmalarıdır. Elenmiş döküm kumu, döküm parçaları gibi malzemeler paletli konveyörler tarafında rahatlıkla taşınabilirler. Yıkama, boyama, soğutma, kurutma, tavlama su verme ya da boyutlama (tasnif) işlemleri malzemelere iletim yolu boyunca uygulanabilir. Paletli konveyörlerin alternatifleri pik döküm makineleri, yürüyen merdivenler ve düzgün olmayan profilli paletli konveyörleridir.

Paletli konveyörlerin geometrileri bantlı konveyörlerden değişik değildir, ancak bu tür konveyörlerin eğim açısı, özellikle paletler enine perdelerle donatılmış ve yataydan düşeye Geçiş küçük bir eğrilik yarıçapı ile gerçekleştirilmişse 45° veya daha fazla olabilir.

Flanşlı ya da flanşsız olarak imal edilebilirler. Flanşlı, derin ve kutu tipi paletler 4-10 mm arasında saçtan preste basılırlar. Flanşsız paletler genellikle birim yükler içindir. Yükün flanşsız bir paletten düşmesini önlemek için, özellikle yükleme bölgesinde, ağaç ya da çelik yan levhalar (etekler) kullanılır.

Flanşsız, düz ve baklavali paletler, dökme mallar taşınacaksa, çoğunlukla sabit etek levhalarıyla donatılırlar. Flanşlı ve düz veya paletli baklavali paletler, dökme mallar ile parça mallar (örneğin sıcak parçaları) taşımak üzere tasarlanır. Flanşlı derin ve kutu tipi paletler ise yalnızca dökme mal taşıyan dik eğimli ($45^\circ - 60^\circ$) ve yüksek kapasiteli konveyörlerde kullanılır (Şekil 6.2). Çok amaçlı ve sabit paletli konveyörler standartlaştırılmışlardır ve başlıca palet tasarımına ve yörünge profilin göre sınıflandırılırlar.



Şekil 6.2 Eğimli paletli konveyör

6.2. PALETLİ KONVEYÖRLERİN AVANTAJLARI ve SAKINCALARI

Paletli konveyörler aşağıdaki üstünlükleri sahiptirler:

- Ağır, büyük parçalı ve sıcak malzemeleri taşıyabilirler.
- 2000 [t/saat] ve daha yukarı kapasitelerde (özellikle etek levhaları takıldığı zaman) imal edilebilirler.
- Paletli konveyörler merkezleri arasındaki uzun bir açıklığa izin veren uzun çekme zinciri olarak kullanılabilirler.
- Yüksek haznelere beslenebilirler.
- Bantlı konveyörlere göre daha geniş ve karmaşık hareket yörüngelerinin izleyebilirler.
- Daha dik eğimli ve bir doğrultudan öbürüne daha küçük dönme yarıçaplı eğrilerle geçişler sağlayabilirler.

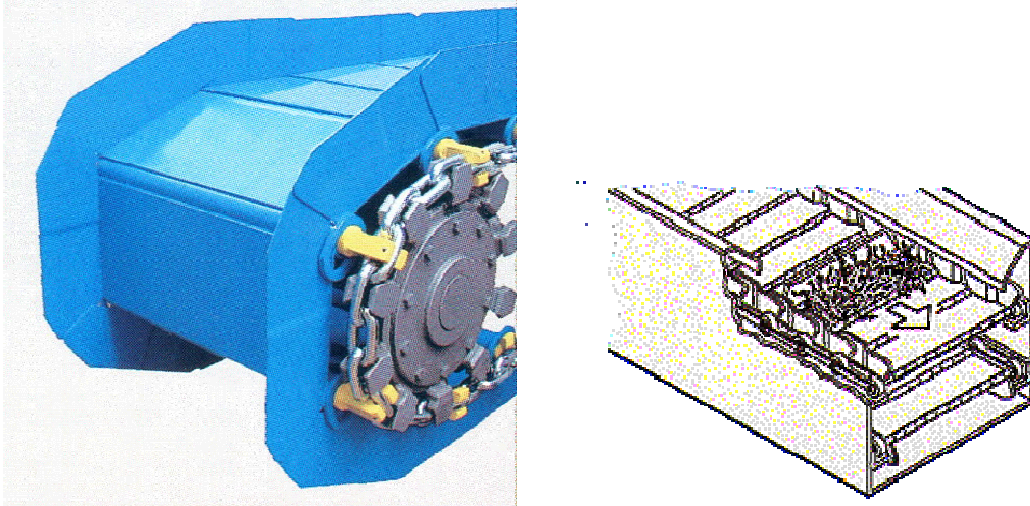
Paletli konveyörler aşağıdaki sakıncalar sahiptirler:

- Palet takımının ve zincirlerin önemli orandaki ağırlıkları.
- Karmaşık yapı ve yüksek maliyet.
- Konveyörün verimli bir çalışma yapabilmesi için sürekli bakımı gerektiren çok sayıdaki mafsallı birleşme yerleri.

6.3. PALETLİ KONVEYÖRÜN KONSTRÜKSİYONU

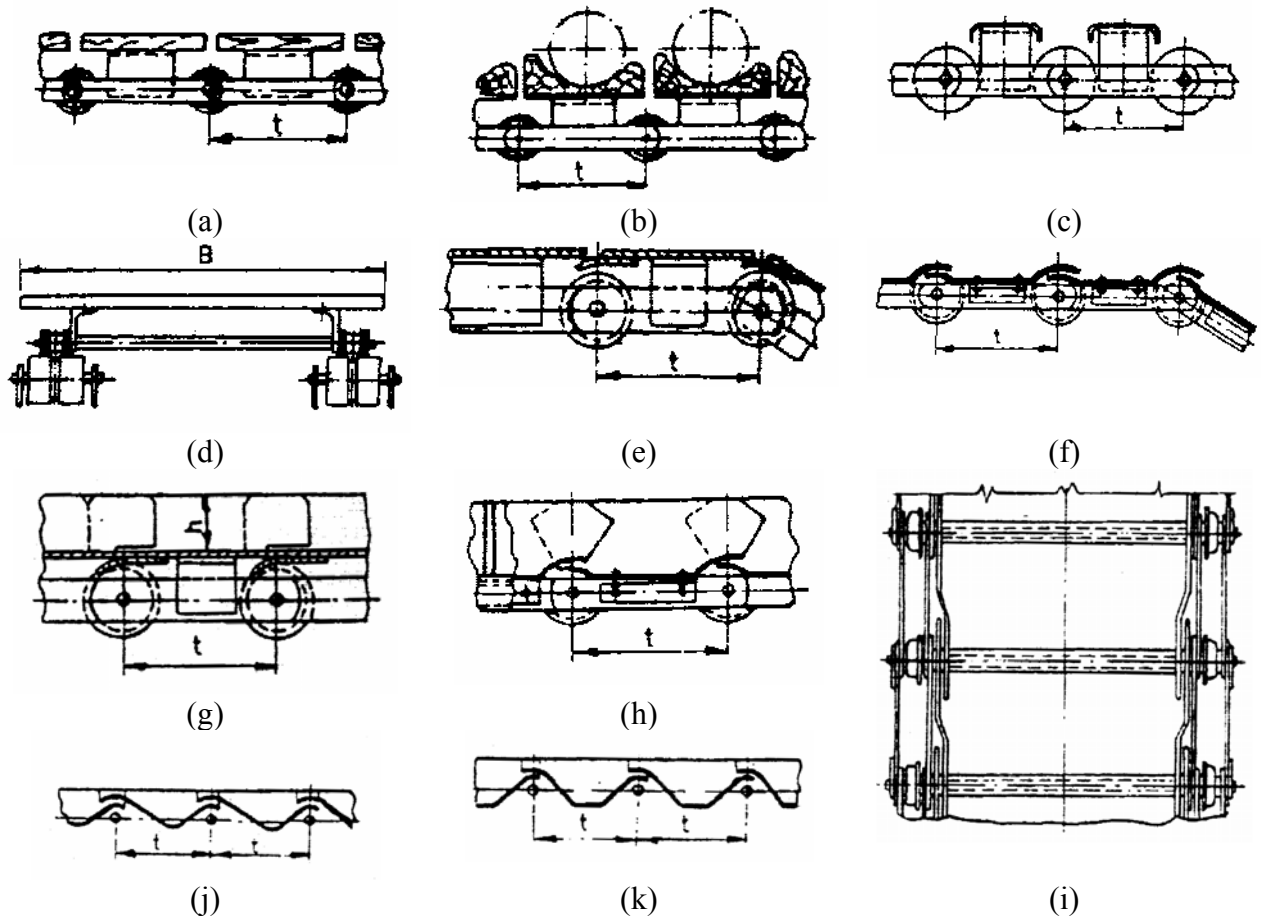
6.3.1. Çekme elemanı

Paletli konveyörler genellikle her biri bir tarafta bulunan iki tane lamelli baklalı ve burçlu makaralı zincirle ve daha seyrek olarak da tek zincirle (yalnız 400 mm genişliğe kadar olan hafif konveyörlerde) donatılmışlardır. Hafif ve yavaş hızlı konveyörlerde, bazı durumlarda daha ucuz olan burçsuz zincirler kullanılır. Paletli konveyörler, çok seyrek olarak lamelli baklalı ve burçlu (makarasız) ya da burçlu makaralı ve ayrılabilir zincirlerle donatılırlar. Zincirin t adımı (Şekil 6.3) 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500 ve 630 mm olur.



Şekil 6.3 Çekme elemanı zincirler

En çok kullanılan burçlu makaralı yürür makaralar, konveyörün kılavuz kızakları boyunca palet takımını ve yükü taşırlar. Makara, flanşlı ya da flanşsız olabilir, kaymalı yataklar ya da bilyalı yataklar üzerinde dönerler. Bilyalı yataklar, ağır hizmet sınıfı konveyörlerde kullanılırlar. Konveyör şasisine bağlanmış sabit makaralar ise palet takımı ile konveyörlerin burçlu, burçlu makaralı ve ayrılabilen türden olabilen zincirlerini taşırlar. Yüklü bölümde, zincir baklasının kenarları sabit makaralar üzerinde kayar (Şekil 6.4d); dönüş bölümünde (şeridinde) ise palet, bantlı konveyörlerde kayışın desteklenmesine benzer biçimde taşınır.



Şekil 6.4 Palet çeşitleri

6.3.2. Yük taşıma elemanı

Paletli konveyörlerin yük taşıyıcı elemanı palet takımı (lamalar) dır. Bu nedenle, paletlerin taşınan malzemenin yapısına uygun olarak tasarlanması gerekir. Paletler aşağıdaki ana tasarımlarda olurlar: Flanşsız, düz makaralı ya da makarasız (Şekil 6.4e); flanşlı, baklavalı (Şekil 6.4h ve Şekil 6.4i); flanşlı, derin (Şekil 6.4j ve Şekil 6.4k) ve kutu tip (sığ ya da derin). Bir düz (düzgün) palet takımı, ağaçtan (Şekil 6.4a) ya da çelik saçtan (Şekil 6.4c) yapılmış olabilir. Bazı durumlarda paletler, silindir şeklindeki yükleri tutmak için (Şekil 6.4b) takozlarla donatılmış olabilirler.

Palet takımını oluşturan lamalar cıvatalı, perçinli ya da özel açılarda kaynaklı olabilirler. Paletler, çekme zincirlerinin baklalarına bağlanırlar. Çekme zincirleri, dolu lamalarla ya da birbirinden 1 ile 3 zincir adımı arayla yerleştirilmiş olan pimlerle birbirlerine bağlanırlar. Paletin ana boyutları (Şekil 6.4e) şunlardır: B genişliği ve flanşların h ve h_{ort} (flanşlı paletlerde) yükseklikleri. Standart paletler $B = 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400$ ve 1600 mm ve $h = 100, 125, 160, 200, 250$ ve 320 mm ölçülerinde yapılırlar. Paletin B genişliği, flanşlı paletlerde flanşın iç yüzeyleri arasındaki uzaklıktır. Flanşsız paletlerde ise bu ölçü, paletin toplam genişliğidir. Baklavalı, derin ve kutu tipi paletlerde, flanş yüksekliği olarak h_{ort} alınır. h_{ort} paletin t adımı uzunluğundaki bir kesitindeki flanş alanının, t adımına bölünmesiyle elde edilen bölümdür.

6.3.3. Çalıştırma birimi

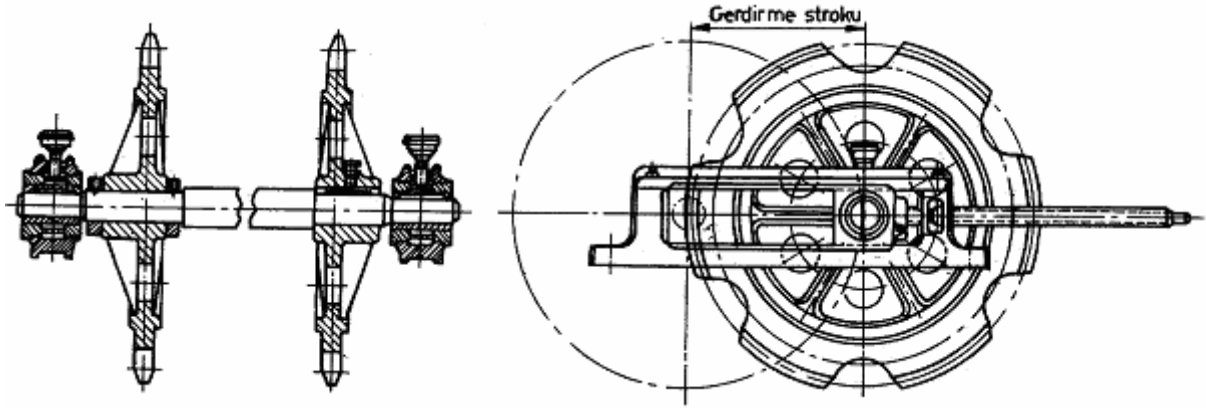
Bir konveyörün çalışma birimi döndürme zincir dişlisi (cer dişlisi), aktarma düzeni ve elektrik motorundan meydana gelir. Eğimli ya da yatay eğimli bir yörüngeye sahip konveyörler, motoru besleyen elektrik akımının ya da güç aktarma düzenindeki bir arıza olması durumunda, yüklü kayışın geri kaymasını önleyen bir frenleme düzeniyle donatılmışlardır. Frenleme düzeni, mandal kilit makara ya da selenoid türünden olabilir. Döndürme zincir dişlileri 5, 6, 7 veya 8 dişli ve çelik ya da dökme demirden olabilirler. İki yandaki zincir dişlilerin eşit çekme uygulamalarını ve merkezlenmelerini sağlamak üzere dişliler, dişleri birbirleriyle tam uyum içinde olacak biçimde döndürme miline bağlanmışlardır.

6.3.4. Güç aktarma düzeni

Genellikle, kapalı tip tek bir hız düşürücü dişli kutusunda ya da redüktörle ona ek bir dişli ya da aktarma organından oluşur. Yavaş zincir hareketi, yüksek değiştirme oranlı (60 - 200 arası) redüktörler kullanılmasını zorunlu kılar. Sonsuz bir hız değişimi isteniyorsa motorla redüktör arasına bir hız değiştirici (varyatör) yerleştirilir.

6.3.5. Gerdirme

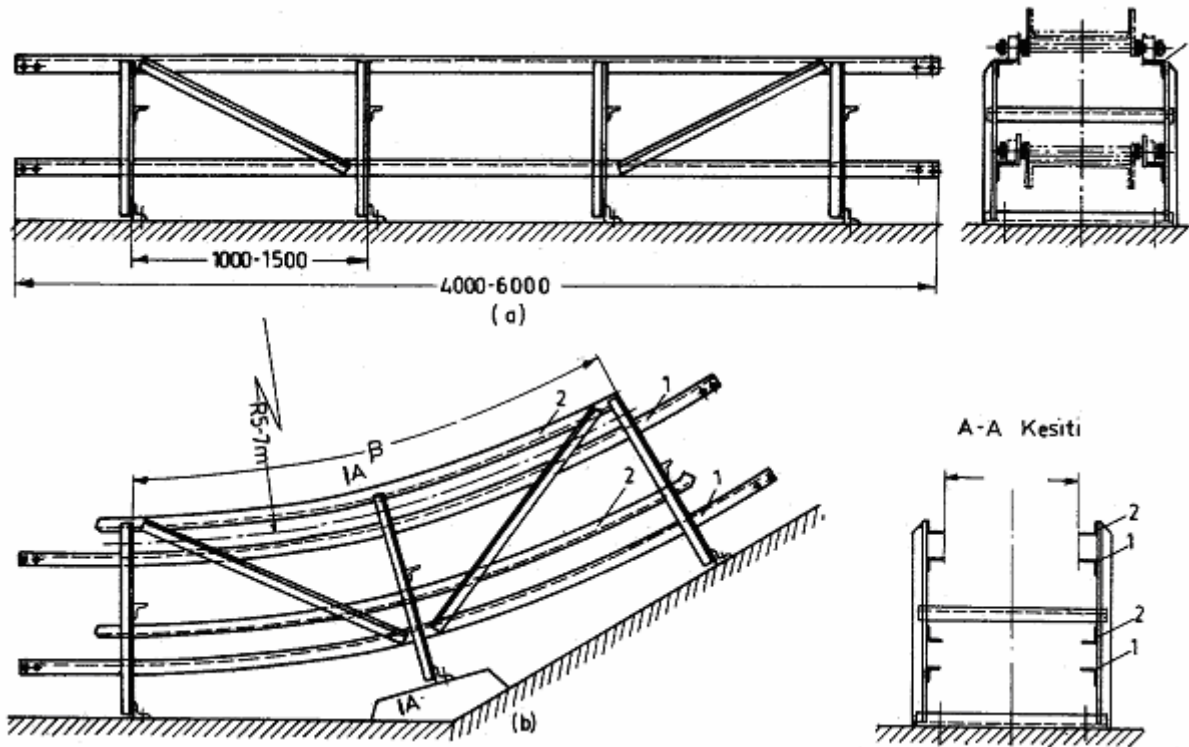
Paletli konveyörlerde, vidalı (Şekil 6.5) ya da uç zincir dişlisine takılan yaylı vidalı gerdirme düzenleri kullanılır. Gerdirme stroku, çekme zincirinin adımına ağırlık olarak bu adımın 1.6 – 2.0 katından aşağı olmamak üzere 320, 500 veya 800 mm değerlerinde seçilir. Gerdirme tamburlarından birisi kamalı, diğeri ise zincir uçlarının birleştirilmesini mümkün kılmak üzere kamalı değildir.



Şekil 6.5 Gerdirmeye sistemi ve zincir dişli grubu

6.3.6. Konveyör şasisi

Genellikle profil çeliğinden ve kaynaklı yapı olarak hazırlanır (Şekil 6.6). Uç bölümler döndürmeyi ve gerdirmeyi kolaylaştırmak amacıyla ayrı yapırlar. Konveyörün hareketli parçalarını taşıyan ara bölümler (Şekil 6.6a) ise 4 - 6 [m] uzunluğunda ayrı madeni yapılarıdır.

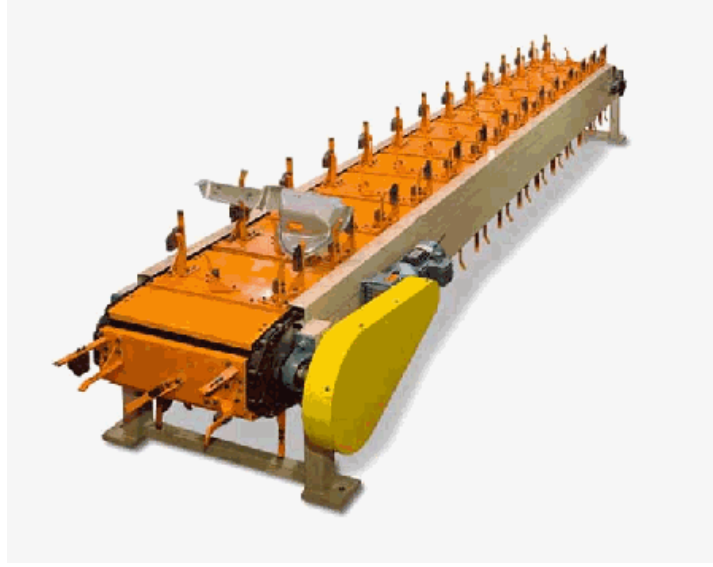


Şekil 6.6 Paletli Konveyör Şasisi

Taşıyıcı makaraların kılavuz kızakları (1) köşebent (hafif konveyörlerde) ve profil demirlerinden ya da dar ölçülü raylardan (ağır konveyörlerde) yapılır. Eğrisel bölümlerde (Şekil 6.6b) tekerlek yolu üzerindeki (2) rayları zincirlerin yukarı doğru fırlamalarını önlerler. Bütünleştirme hatlarında kullanılan konveyörlerin çeşitli tasarım biçimlerdeki koruma düzenleri, konveyörün ara bölümlerinde işletme güvenliği sağlarlar ve çalışan zincir şeridini fiziksel dokunmalara karşı kapatırlar.

6.4. ÖZEL AMAÇLI KONVEYÖRLER

Döküm makinaları, yürüyen merdivenler gibi paletli konveyörlerin diğer alternatifleri, endüstrinin değişik dallarında ve özel amaçlar için kullanılırlar. Döküm makinaları, yürüyen taşıyıcısı döküm makinalarından meydana gelen konveyörlerdir. Bunlar, birbiri arkasından yüksekteki bir potadan ergimiş madenle doldurulurlar (Şekil 6.7).



Şekil 6.7 Döküm makinasının hareketli parçaları

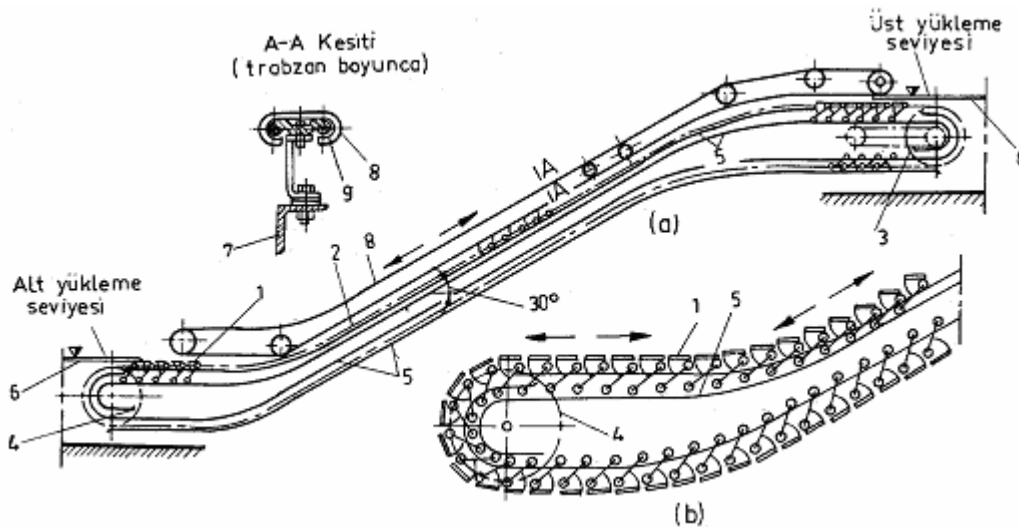
Konveyör düşük bir hızda hareket ederken sıvı maden akıtılır. Konveyörün boyu ve hızı, madenin konveyörünün sonuna varıncaya kadar katılaşmasını ve soğumasını sağlayacak biçimde seçilir. Döküm kalıpları, konveyörden ambara veya doğrudan doğruya bir demir yolu platformuna boşaltılırlar.

Bu tür makinalarda hız ayarı için çalıştırma (tahrik) birimi, bir basamaksız hız değiştirgeci ile (varyatör) donatılmıştır. Döküm makinaları, demir olmayan madenler (bakır, kalay, kurşun) ile metalürji fabrikalarında yüksek fırın bölümlerinde demir dökümü (pik) için kullanılırlar.

Bir döküm makinası, genellikle 40 - 43 [m] uzunluğunda ve paralel iki tane eğimli konveyörü içerir. Kalıplar 305 [mm] aralıklarla yerleştirilmişlerdir ve döküm 50 kg'lık külçeler halinde olur. Hız, 6 - 12 m/dak arasında alınır. Kapasite, saatte yaklaşık 120 tondur. Soğutmayı hızlandırmak için dökülmüş kalıplara su püskürtülür.

6.4.1. Yürüyen Merdiven

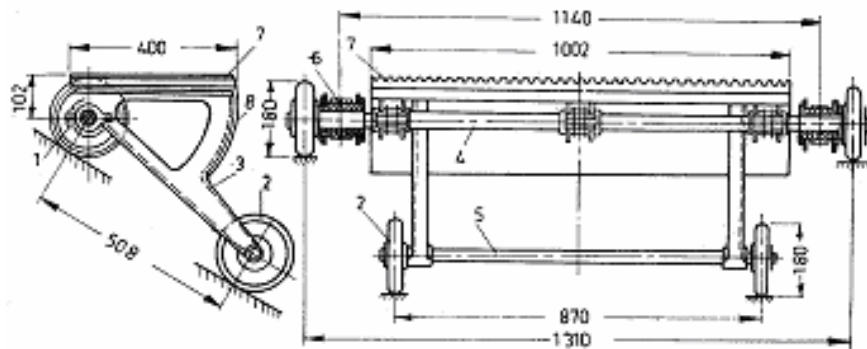
Bir yürüyen merdiven (Şekil 6.8), basamakları hareketli merdiven şeklinde bir konveyördür. İnsanları aşağı ya da yukarı olmak üzere, değişik iki düzey arasında taşımaya yarar. Bir merdiven şu parçalardan meydana gelir: Basamaklı bir palet takımı (1), iki çekme zinciri (2), döndürme zinciri dişlisi (3), gerdirmе dişlisi (4), çalıştırma birimi, madeni destek yapısı ve kılavuz kızaklar (5), düzeç sahanlıkları (6), yan levhalar (7) ve tırabzan (8).



Şekil 6.8 Yürüyen merdiven

Hareketli tırabzan, insan taşıyan yürüyen merdivenlerin birleşik bir parçasıdır. Bu tırabzanlar özel bir biçimde iki tane sonsuz kauçuk şeritten oluşurlar (Şekil 6.8a). Palet takımının yanlarında ve yolcuların dayanabilmesi için basamaklardan 0.9 - 1 [m] yükseklikte bulunurlar. Tırabzanlar palet takımıyla eş uyumlu olarak hareket ederler. Merdivenin yataydan eğimli bölüme, eğimliden yatay bölüme geçişinde de aynı özellik korunur (Şekil 6.8b).

Merdivenin yürüten taşıyıcısı, iki zincirine tutturulmuş basamaklarından oluşur. Her basamak (Şekil 6.9), dört makara üzerinde dayanır. Bunlardan ikisi ana makaralar (1) olup (4) mili aracılığıyla (6) çekme zincirlerine bağlanmışlardır. Diğer ikisi ise (2) yardımcı makaralardır. Makara çiftlerinden her birinin değişik ölçüde kılavuz yatakları vardır. Bu nedenle konveyör dört kılavuz kızak üzerinde yürür. Eğri kılavuz kızaklar, basamak üst düzelerini yüklü şeritte daima yatay durumda tutarlar.



Şekil 6.9 Merdiven basamağı

Lamelli baklalı ve burçlu makaralı adımı 1000 - 1350 [mm] arasındaki zincirler, merdivenin çekme zincirleri olarak kullanılırlar. Merdiven çekme zincirlerinin tasarımında önemli bir nokta, dış bakla lamelleri uçlarının özel yapısıdır. Bu lameller, zincirin ancak bir yönde bükülmesine izin verecek biçimde yapılırlar. Dış bakla lamellerinin uçlarının bu yapısı ve kılavuz kızaklar merdivenin katlanmasını önlerler ve yörüngeyi herhangi bir noktasında bir parça kırıldığı zaman zinciri kılavuz kızaklar üzerindeki durumunda kilitletler.

Merdiven basamağı bir madeni şasi, yivli bir taşıyıcı levha (plastik ya da ağaç çubuklar), bir destek dört makaradan meydana gelir. Makaraların çapı 100-180 [mm] arasında değişir. Gürültüsüz çalışmayı sağlamak üzere makaraların baskı çemberleri (bandaj) plastik (voloknite) dökme kauçuk ya da preslenmiş kumaştan yapılır. Makara gövdesine preste geçirilmiş kaymalı burçlar (bronz, grafitli maden, çelik) ya da bilyalı yataklar, yatak görevi görürler. Merdiven basamaklarının adımı genellikle 400 - 405 [mm] arasında ve zincir adımının tam katı olarak seçilir. Basamakların genişliği 0.9 - 1.0 [m] dolaylarındadır. Yürüyen taşıyıcının ve zincirlerin konveyörün metresi başına ağırlığı yaklaşık olarak 200 - 270 [kg/m]'dir.

Yürüyen merdivenlerde redüktörlü çalıştırma birimleri kullanılır. Güvenlik gereklerini tam anlamıyla karşılamak üzere çalıştırma birimi (aynı zamanda çekme zincirleri ve palet takımı) yüksek dayanımlı ve aşınmaya dirençli, kolay takılabilir ve bakım ve onarıma elverişli olmalıdırlar. En önemli düzeneklerden birisi de imdat frenidir.

Merdivenlerin gerdirme düzenekleri yaylı vidalı ağırlıklı ya da karşı ağırlıklı türlerde yapılırlar. Merdiven hızları 0.4 – 0.9 [m/s] arasında değişir. En çok uygulanan hız 0.75 [m/s]'dir. Taşıma kapasitesi saatte 8100 kişiye kadardır.

6.5. DOĞRUSAL OLMAYAN PALETLİ KONVEYÖRLER

Doğrusal olmayan profilli (konturlu) konveyörler, malzemeyi hem yatay hem de düşey düşey düzlemdeki dönemeçlerden geçirerek götüren karmaşık bir yapıya sahiptirler (Şekil 6.10). Özel tasarımdaki zincirler ve palet takımları konveyöre, böyle karmaşık bir yörüngeyi izleyebilmek için gerekli bükülebilirliği vermektedirler. Bu tür konveyörler çeşitli endüstri dallarında, özellikle kömürün eğrisel bir yörünge boyunca taşınması gereken kömür madenlerinde uygulama alanı bulmuştur. Bu konveyörlerin ana amacı, malzemeyi düzgün olmayan profilli bir yörünge boyunca ve ara taşımalara gerek kalmadan götürmektedir. Böylece tek bir konveyör, birçok eğrisel bölümden geçer ve fazla sayıda kullanıldığı zaman gerekecek olan malzemenin tekrar indirilip bindirilmesi işlemlerini ortadan kaldırır.



Şekil 6.10 Doğrusal olmayan paletli konveyörler

Bu konveyörlerde çekme elemanı olarak bir ya da iki özel lamelli baklalı çözünebilir türden ya da daha sık olarak, yüksek kaynaklı ve ısıtılmış çözünebilir baklalı zincirler kullanılırlar.

Palet takımı yassı madenden ya da maden ve lastik parçaların birleşiminden elde edilir ve bir düz, bir de profilli bir bölümden oluşur (Şekil 6.10). Düz kesitlerde (bölümlerde) palet takımı, çelik levhalarla birbirine bağlanmıştır. Bükülebilir profilli bölümler, konveyörün çok küçük yarıçaplı yatay dönemeçlerde (3 m'ye kadar) yapmasına izin verirler. Profillerin yukarı doğru çıkıntısı ise konveyörün yüksek eğimlerde (45° ye kadar) kullanılmasını mümkün kılar.

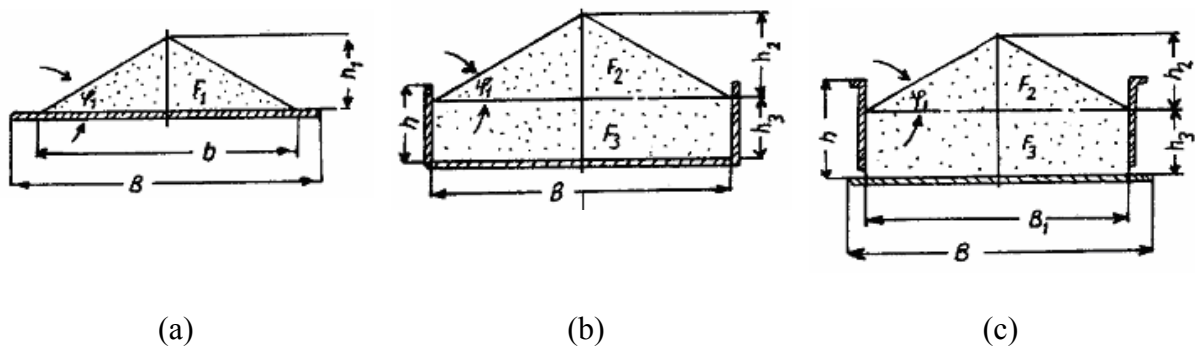
Palet takımının taşıyıcı ve kılavuz makaraları vardır. Taşıyıcı makaralar yatay, kılavuz makaralar ise dikey eksenler çevresinde dönerler. Taşıyıcı makaralar, kılavuz kızakların flanşları boyunca yürürler ve dikey yükleri taşırlar. Palet takımını genel türdeki paletli konveyörlerde olduğu gibi, yatay ve eğimli bölümlerinde ve dikey düzlemde taşırlar. Dikey dönme eksenli makaralar ise eğrisel kılavuz kızaklar üzerinde dönerler ve konveyörü yatay düzlemdeki dönemeçlerden geçirirler.

Konveyör, uç döndürme zincir dişlisine bağlanmış bir açısal çalıştırma birimi ya da konveyörün eğrisel bölümlerine yerleştirilmiş ve hareketli, zincirlerle konveyöre ileten bir palet türü birimi tarafından harekete geçirilir. Hidrolik kavramalı güç aktarma düzenekli çok motorlu çalıştırma birimleri de geniş ölçüde kullanılmaktadır.

6.6. PALETLİ KONVEYÖRLERİN HESABI

Zincirler ile palet takımının ana boyutlarını ve gerekli motor gücünü hesaplamaya yarayan ilk veriler, kayışlı konveyörlerin hesabı için gerekli olanlara eşdeğerdir.

Palet genişliğinin hesabı için; flanşsız bir paletli konveyörlerde (Şekil 6.11a) dökme yükün, düz bantlı bir konveyörde olduğu gibi bir üçgen oluşturduğu varsayılır. Ancak paletin katılığı ve düşük hızı, bantlı konveyörde olduğundan daha büyük bir φ_1 açısı ve b tabanı almamıza izin verir. Paletli konveyörlerde, φ , taşınan malzemenin statik şev açısı, B ise palet genişliği [m] olmak üzere $\varphi_1 = 0.4\varphi$ ve $b = 0.85 B$ alınır (Şekil 6.11).



Şekil 6.11 Dökme yükün enine kesiti

Flanşsız bir palet üzerinde, serbest akışlı bir malzemenin enine kesiti:

$$F_1 = \frac{bh_1}{2} C_2 = \frac{C_2 b^2 \tan \varphi_1}{4} = 0,18 C_2 B^2 \tan(0,4\varphi) \quad [\text{m}^2] \quad (6.1)$$

olur. C_2 , eğimli bir konveyörde olası bir alan küçülmesine izin veren düzeltme katsayısıdır. F_1 değeri yerine konulursa konveyör kapasitesi,

$$\begin{aligned} Q &= 3600 F_1 v \gamma = 3600 \cdot 18 \cdot B^2 C_2 v \gamma \tan(0,4\varphi) \\ &= 648 \cdot B^2 C_2 v \gamma \tan(0,4\varphi) \end{aligned} \quad [\text{t/saat}] \quad (6.2)$$

ile ifade edilebilir. Flanşsız konveyör genişliği, Tablo 6.1'den alınan C_2 katsayısı ve (6.2) ifadesinden

$$B = \sqrt{\frac{Q}{648 C_2 v \gamma \tan(0,4\varphi)}} \quad [\text{m}] \quad (6.3)$$

elde edilir.

Tablo 6.1 C_2 katsayısı

Konveyörün eğim açısı (derece)	Palet Türü	
	Flanşsız	Flanşlı
> 10	1.0	1.0
10 - 20	0.90	0.95
> 20	0.85	0.90

Flanşlı ya da sabit yan levhalı (etekli) bir palette (Şekil 6.10b ve Şekil 6.10c) serbest akışlı bir malzemenin F enine kesit alanı F_2 üçgen ve F_3 dikdörtgen alanlarının toplamına eşittir.

$$\begin{aligned} F &= F_2 + F_3 = \frac{B h_2 C_2}{2} + B h_3 \\ &= 0,25 B^2 C_2 \tan(0,4\varphi) + B h \psi \end{aligned} \quad [\text{m}^2] \quad (6.4)$$

Palet kesitinin, flanşların ya da sabit eteklerin yüksekliği tarafından belirlenen yükleme verimi $\psi = h_3 / h$ olup, genellikle 0.65 – 0.75 arasında alınır.

Flanşlı paletleri olan bir konveyörün kapasitesi ise,

$$\begin{aligned} Q_{\text{flanş}} &= 3600 F v \lambda = 3600 [0,25 B^2 C_2 \tan(0,4\varphi) + B \psi] v \gamma \\ &= 900 B v \gamma [B C_2 \tan(0,4\varphi) + 4 h \psi] \end{aligned} \quad [\text{t/saat}] \quad (6.5)$$

Büyük parçalı malların palet takımının tüm boyunca ve aynı anda ayrı yerlerden yüklenmesi durumunda, yükün palet üzerinde düzgün bir dikdörtgen tabaka oluşturduğu varsayılabilir. Bu durumda $F_2 = 0$ ve $F = B \cdot h \cdot \psi$ [m^2] ve $\psi = 0.8 - 0.85$ olur.

(6.5) ve (6.3) denklemlerinden elde edilen B palet genişliğinin, aşağıdaki bağıntıya göre, malzemenin parça boyutuna uygun olup olmadığı irdelenmelidir. Burada a , malzemenin mm olarak karakteristik en büyük parça boyutudur.

$$\text{Sınıflandırılmamış malzemelerde} \quad : B \geq 1.7 a' + 200 \text{ mm} \quad (6.6a)$$

$$\text{Sınıflandırılmış malzemelerde} \quad : B \geq 2.7 a' + 200 \text{ mm} \quad (6.6b)$$

Hesaplanan palet genişliği ve flanşların ya da yan levhaların (eteklerin) yüksekliği, yürürlükteki en yakın standart ölçülerle (üst ölçü) yuvarlatılmalıdır. Birim yükler taşımak üzere tasarlanmış bir konveyörde palet genişliği, kayışlı konveyörde olduğu gibi, bu yüklerin boyutları, konumu ve sayısına göre belirlenir.

Palet hızı genellikle ancak 0.05 – 0.63 [m/s] alınır. Bu düşük hızın nedenleri çekme elemanı olarak zincirlerin kullanılması ve halat etkisinin doğurduğu dinamik yüklerin minimumda tutulması gereklidir.

Zincir çekme kuvveti ve motor gücünün belirtilmesi için kullanılan zincirlerin türü ve parçaların boyutları, bilinen yöntemlerle yani en düşük gerginliğin bulunduğu noktadan başlayıp yörüngeyi ayrı bölümlerdeki dirençleri belirleyerek hesaplanır. Minimum gerginlik, genellikle 100 - 300 [daN] arasında alınır. Yan etek levhasız (flanşlı ve flanşsız) konveyörler için, ayrı bölümlerdeki dirençler

$$W_d = \pm(q + q_o)L \sin \beta + (q + q_o)Lw' \cos \beta \quad (6.7a)$$

$$W_d = (q + q_o)((\pm)H + Lw' \cos \beta) \quad (6.7b)$$

ve yüksüz kesitlerde,

$$W_d = L((\pm) \sin \beta + w' \cos \beta) = q_o((\pm)H + L_{yat} w') \quad (6.8)$$

ile elde edilir.

Yukarıdaki denklemlerde, paletin ve zincirlerin yürüyen her metresi başına q_o ağırlığı, şartnamelere ya da yapımcıların kataloglarında verilere göre alınır. Tasarım standartlarına göre de alınabilen bu değer, paletin genişliğine ve türüne bağlı olup, bant genişliği B [m] ve Tablo 6.2'den alınan katsayı A olmak üzere

$$q_o \approx 60B + A \text{ [kg/m]} \quad (6.9)$$

yaklaşık olarak hesaplanır.

A katsayısının, flanşsız paletler için alan değerleri, % 10 - 15 oranında küçültülür. Hafif paletler, taneli ya da düşük yığma ağırlıklı küçük parçalı malzemelerin; ağır paletler, büyük parçalı ve ağır malzemelerin taşınmasında kullanılırlar. Orta ağırlıklı paletler ise orta ağırlıkta malzemeler için kullanılırlar.

Tablo 6.2 A katsayısının değerleri

Palet türü	B [m] genişliğindeki palet için A katsayısı		
	$B = 0.4 - 0.5$	$B = 0.65 - 0.8$	$B > 0.8$
Hafif	40	50	70
Orta	60	70	100
Ağır	80	110	150

Paletin harekete karşı w' direnç katsayısı

$$w' = \frac{C(\mu d + 2k)}{D} \quad (6.10)$$

olarak bulunur veya Tablo 6.3'ten alınır.

Tablo 6.3 w' katsayısının değerleri

Konveyörün Çalışma Koşulları	Makaralar için w' katsayısı	
	Kaymalı yataklarda	Bilyalı yataklarda
Uygun	0.06 – 0.08	0.020
Orta	0.08 – 0.10	0.030
Kötü	0.10 – 0.045	0.040

w' direnç katsayısı, (6.10) denkleminde alındığı zaman sürtünme katsayısı ray üzerindeki flanşlar için $C = 1.1 - 1.2$; yağlama salmastra kayıplarını da içeren bilyalı yataklardaki indirgenmiş μ sürtünme katsayısı ise uygun çalıştırma koşullarında 0.001, orta koşullarında 0.025 ve kötü koşullarda 0.045 alınır. Kaymalı yataklarda (çelik ya da dökme demir) bu katsayılar, düzgün aralıklarla yağla yağlama durumunda sırayla 0.1; 0.15 ve 0.20; gresle yağlamada ise 0.15; 0.20 ve 0.25 dir. Makaralar için k yuvarlanma sürtünmesi katsayıları aynı işletme koşulları için sırasıyla 0.06 ; 0.08 ve 0.1 alınır.

Sabit yan etek levhali konveyörlerde dökme yük götürüldüğü zaman, yükün bu sabit levhalara karşı sürtünme direnci, yukarıda sayılan dirençler eklenmelidir. Belli bir emniyet bırakılmak koşuluyla yan levhalar üzerindeki basıncın hidrostatik kanuna göre yani doğrudan doğruya yükün yığılma ağırlığına ve etek levhalarının yüksekliğine bağlı olarak üçgen şeklinde dağıldığı varsayılabilir. Direncin değerini gerçeğe daha yakın belirlemek üzere, yan basınç için bir katsayı kullanmak gerekir.

Zincir dişlilerinin direnci (6.10) denkleminde, $K \approx 1.05 \dots 1.1$ alınarak hesaplanır. Küçük değer uygun çalışma koşulları için büyük değer ise kötü koşullar için alınır. Eğrisel kılavuz kızıaklardaki direnç (3.36) denkleminde bulunur.

Diş sayısı az olan zincir dişlisinde 0.20 [m/s]'yi geçen hızlarda, çekme zincirlerinin hesabı için (3.45) denkleminde hesaplanan ve dinamik gerilmeler içeren toplam S_{teor} kullanılmalıdır. Çekme elemanı iki elemandan oluşuyorsa zincir başına düşen teorik çekme,

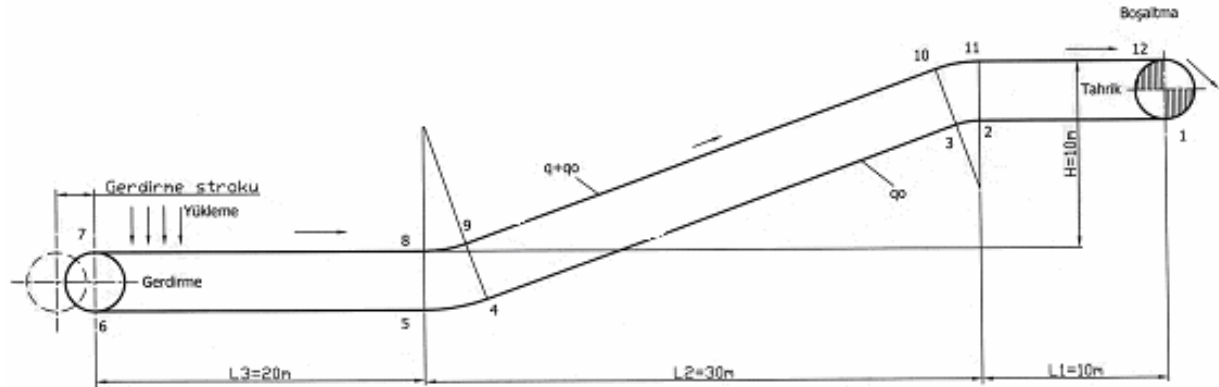
$$S'_{teor} = 1.15 \cdot S_{teor} / 2 \quad (6.11)$$

ile hesaplanmaktadır. Zincir üzerindeki düzensüz yük dağılımına izin veren katsayı 1.15 olarak alınmaktadır.. Döndüren zincir dişlisindeki çekme (3.39) denkleminde ve gerekli motor gücü ise (3.40) denkleminde hesaplanır. Kullanılacak motor gücü, bu değer %15 - 20 üstünde olmalıdır.

6.7. ÖRNEK PALETLİ KONVEYÖR HESABI

Şematik resmi Şekil 6.12'de görülen bir paletli konveyör sıcak döküm parçaları, kum temizleme yerinden hazırlama atölyesine götürmek üzere tasarlanmıştır. Döküm parçaların

çapı 600 mm, yüksekliği 250 mm ve parça ağırlığı $G=180$ kg'dır. Konveyör kapasitesi $Z=300$ parça/saat ve konveyörün düzensiz beslenmesini dikkate alan katsayı $K'=2$ alınmaktadır.



Şekil 6.12 Paletli konveyör hesaplama şeması

6.7.1. Konveyörün ana parametreleri

Döküm parçalarının boyutlarını incelerken, genişliği $B=800$ mm, flanş yüksekliği $h=100$ mm olan ve ek takviye parçalarıyla donatılmış bir konveyörü seçilmektedir. Burç makaralı ve makaraları kaymalı yataklar üzerinde iki zincir, çekme elemanını oluşturmaktadır. Konveyörün teorik kapasitesi,

$$Z_{\max} = K' \cdot Z = 2 \cdot 300 = 600 \text{ parça/saat}$$

veya

$$Q = G \cdot Z_{\max} / 1000 = 180 \cdot 600 / 1000 = 108 \text{ t/saat}$$

dir. Döküm parçalarının çapı 0,6 m olduğundan minimum yük aralığı,

$$a = 0.6 + 0.3 = 0.9 \text{ m}$$

dir. Paletli konveyörün hızı

$$v = \frac{Z_{\max} a}{3600} = \frac{600 \cdot 0.9}{3600} = 0.15 \text{ m/s}$$

olarak hesaplanır. Konveyör hızı düşük olmakla birlikte, döküm parçalarının yolda soğuması istendiğinden uygun görülebilir.

6.7.2. Taşınan her metre başına yükler

Palet takımlarının ve zincirlerin, kendi uzunluklarının metresi başına düşen ağırlığı, (6.9) denklemine göre,

$$q_0 = 60 \cdot 0.8 + 100 = 160 \text{ kg/m}$$

dir. Büyük ağırlıklı parçaları göz önüne aldığımızda ($G=180$ kg), Tablo 6.2’da verilen $A=110$ olan ağır hizmet türü bir konveyör kabul edilir.

Paletli konveyörün metresi başına yük ağırlığı,

$$q = \frac{G}{a} = \frac{180}{0.9} = 200 \text{ kg/m}$$

olarak bulunur.

6.7.3. Çekme kuvvetinin hesabı

Şekil 6.12’de şeması görülen paletli konveyörde, 1 noktasında $q_0(l_1 + l_2)w' > H \cdot q_0$, 2 – 3 ve 4 – 5 eğrisel kıvraklarında dirençler için düzeltmeler ihmal edilir ve 5 noktasında $q_0(l_1 + l_2)w' < H \cdot q_0$ olduğu durumda en az gerginlik 1 veya 5 noktasındadır. Tablo 6.3’e göre kaymalı yataklar için kötü koşullarında, $w' = 0.13$ alındığında

$$q_0(10 + 30)0.13 < 10 \cdot q_0$$

$$5.2 \cdot q_0 < 10 \cdot q_0$$

sonucu bulunur. Bu durumda $S_{\min} = S_5$ alınmaktadır ve değeri $S_5 = 200$ daN alınmaktadır. Diğer noktadaki gerilmeler ise aşağıda görüldüğü gibi hesaplanmaktadır.

$$S_6 = S_5 + q_0 l_3 w' = 200 + 160 \cdot 20 \cdot 0.13 = 616 \text{ daN}$$

$$S_7 = K \cdot S_6 = 1.08 \cdot 616 = 666 \text{ daN}$$

$$S_8 = S_7 + (q + q_0) l_3 w' = 666 + (200 + 160) \cdot 20 \cdot 0.13 = 1602$$

$$S_9 = S_8 \cdot e^{w' \cdot \alpha} = 1602 \cdot e^{0.13 \cdot 0.3} = 1667 \text{ daN}$$

$$S_{10} = S_9 + (q + q_0)(l_2 w' + H) = 1667 + (200 + 160)(30 \cdot 0.13 + 10) = 6670 \text{ daN}$$

$$S_{11} = S_{10} \cdot e^{w' \cdot \alpha} = 6670 \cdot 1.04 = 6940 \text{ daN}$$

$$S_{12} (= S_{\max}) = S_{11} + (q + q_0) \cdot l_1 \cdot w' = 6940 + (200 + 160) \cdot 10 \cdot 0.13 = 7408 \text{ daN}$$

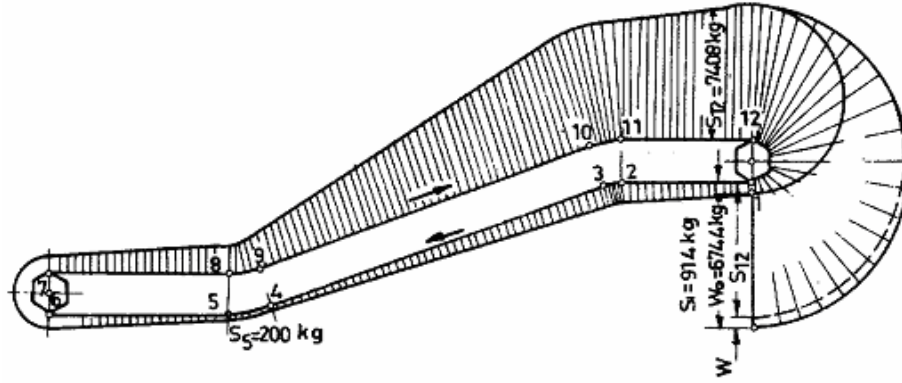
Şekil 13’de görülen konveyör sisteminde gösterilen 1 ve 4 no’lu noktaları arasındaki gerilmeler ise aşağıdaki Şekilde hesaplanır.

$$S_4 = \frac{S_5}{e^{w' \cdot \alpha}} = \frac{200}{1.04} = 193 \text{ daN}$$

$$S_3 = S_4 - q_0 \cdot l_2 \cdot w' + q_0 \cdot H = 193 - 160 \cdot 30 \cdot 0.13 + 160 \cdot 10 = 1160 \text{ daN}$$

$$S_2 = \frac{S_3}{e^{w' \cdot \alpha}} = \frac{1169}{1.04} = 1122 \text{ daN}$$

$$S_1 = S_2 - q_0 \cdot l_1 \cdot w' = 1122 - 160 \cdot 10 \cdot 0.13 = 914 \text{ daN}$$



Şekil 6.13 Paletli konveyör zincir gerginlikleri şeması

Döndürme zincir dişlisindeki çekme kuvveti, (3.38) ve (3.39) denklemlerinin yardımıyla

$$\begin{aligned} W_0 &= S_{12} - S_1 + W_{\text{cev}} = S_{12} - S_1 + (S_{12} - S_1) \cdot k \\ &= (7408 - 914)(1 + 0.03) = 6744 \text{ daN} \end{aligned}$$

olarak bulunur ve gerekli motor gücü (3.40) ifadesinden

$$N = \frac{W_0 \cdot v}{102 \cdot \eta_g} = \frac{6744 \cdot 0.15}{102 \cdot 0.7} = 14.1 \text{ kW}$$

şeklinde hesaplanır. Katalogdan paletli konveyör tahriği için 15 kW elektrik motoru seçilir.

6.7.4. Çekme zincirlerinin seçimi

Paletli konveyörde kullanılan her zincir başına teorik çekme kuvveti (6.11) ifadesinden,

$$S'_{\text{max}} = 1.15 \cdot 7408 / 2 = 4260 \text{ daN}$$

olarak bulunur.

Zincirlerin hızı düşük olduğundan dinamik gerilmeler ihmal edilebilir. Seçilen zincir, burç makaralı bir çekme zinciridir. (Tip: PBKT - 30320 - II -T , adım 320 mm, burç çapı 30 mm, dayanım sınıfı II, yüzey sertleştirilmiş bağlama elemanlı ve emniyet yükü 5000 daN)