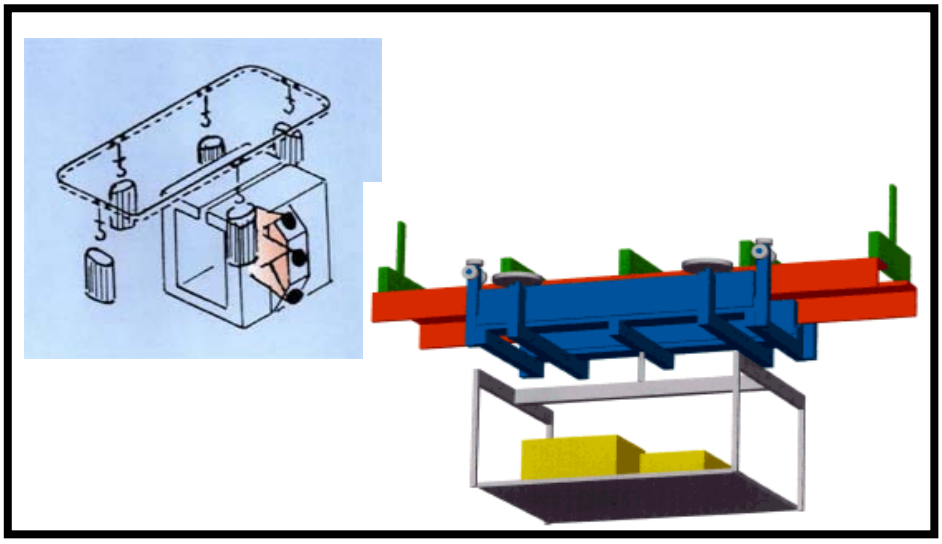
BÖLÜM 13.

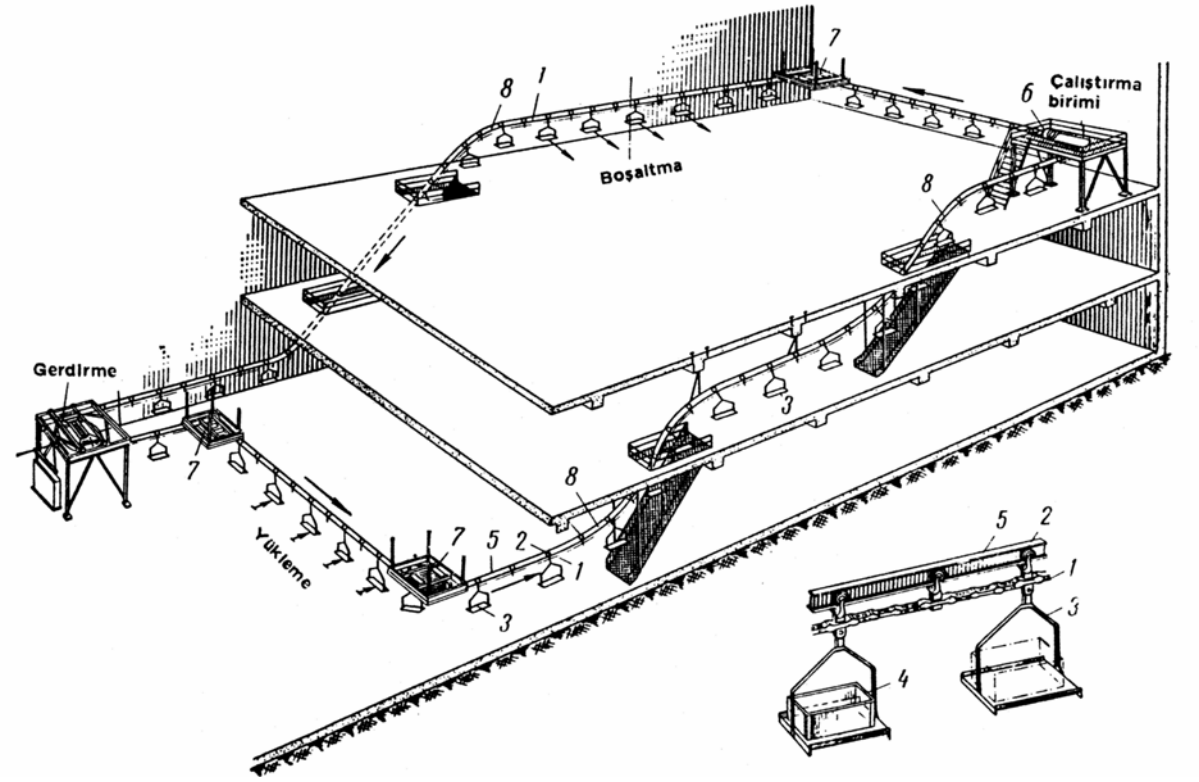
ASKILI KONVEYÖRLER



13.1. GİRİŞ

Yüksek veya askılı tür yük taşıyıcı konveyörler (Şekil 13.1) bir sonsuz çekme elemanı (1), askı düzenekleri (2), bunlara asılı taşıyıcılar (3) ve (4) yükünden meydana gelirler. Askılar, kapalı bir eğri çizen (5) yüksek rayı boyunca hareket ederler. Ray, binanın yapı elemanlarına asılmış olup uygun yerlerde yerden de desteklenir.

Çekme elemanı (iki eğimli veya iki düzlemli türden özel zincir, bazı durumlarda da çelik tel halat), iki düzlemde bükülebilir ve konveyörün yukarı-aşağı ve köşelerde hareket etmesini mümkün kılar. Yani konveyör, iki düzlemde ve her yönde dönemeçlere sahip olabilir. Çekme elemanı, hareketini (6) çalıştırıcısından alır. Çekme elemanı, yatay düzlemdeki dönemeçleri hareketli makaralarla ya da (7) zincir dişlileri veya makara takımlarıyla; düşey dönemeçleri ise kılavuzlanmış (8) eğrisel rayları üzerinde geçer.



Şekil 13.1 Askılı konveyörler

Taşıyıcılar, yol boyunca yüklenir ve boşaltılırlar. Bu işlem, konveyör boyunca bir veya daha çok noktada elle ya da çeşitli türde otomatik düzeneklerle yapılır. Konveyörün kapalı eğri biçimindeki yörüngesi, malzemelerin pratik olarak bütün konveyör boyunca taşınmasına izin verir.

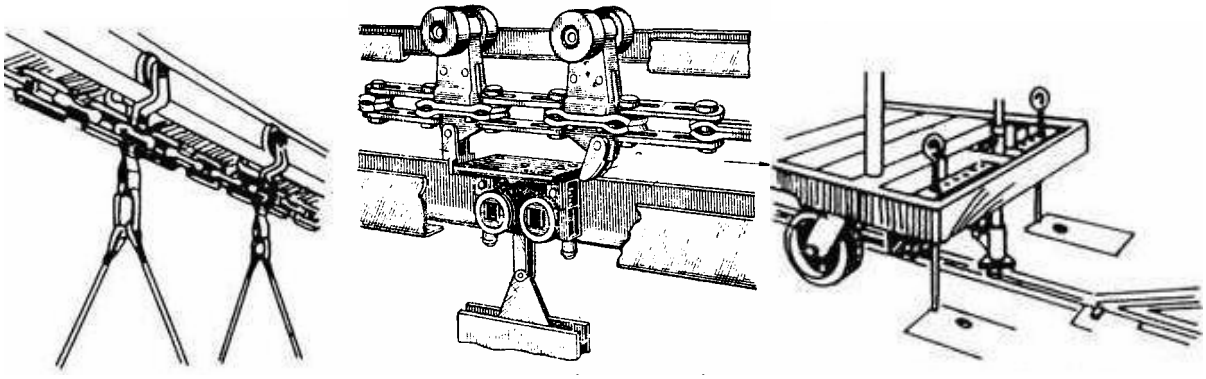
Askılı konveyörler; taslak parçalar, yarı mamuller, parça ve bütünlenmiş mallar ve ambalajlı maddeler gibi birim malların atölye içi ve atölyeler arası sürekli ve seyrek olarak da kesikli olarak taşınmasında; ambalajlı dökme malların taşınmasında; ayrıca, makina yapımı, besin, tekstil, lastik ve yapı malzemesi gibi üretim dallarını da içine alan çeşitli süreç içi taşımalarda kullanılırlar.

Taşınan maddeler değişik yapıda, biçimde, boyutlarda ve ağırlıkta olabilirler. Kum püskürtme, derilerin salamura yapılması, yüzey kaplama, boyama ve kurutma işlemleri, ısıl işlemler ve benzeri işlemler yolda, malzeme iletimi sırasında malzemelere uygulanabilirler.

Askılı konveyörlerin üstünlükleri şöyle sıralanabilir: Düzgün olmayan bir yörünge izlerler, yön değiştirmelere yatkındırlar; büyük taşıma uzaklıklarına sahip olabilirler; ray genellikle tavan elemanlarına tutturulduğundan ve yükleme-boşaltma olmayan yerlerdeki yüksek engeller kolayca aşılabildiğinden yerden ekonomi sağlarlar; güç tüketimi düşük seviyededir.

Yükün taşınma yöntemine göre, askılı konveyörler aşağıdaki türlere ayrılırlar:

- Ana tür, yük taşıyıcı konveyör (Şekil 13.2a); askılar ve yük taşıyıcılar sürekli olarak çekme elemanına bağlıdırlar.
- Arabalı konveyör (Şekil 13.2b); yük taşıyıcısı ile çekme elemanı birbirlerine bağlı değildirler. Ancak, yük taşıyıcısı, askı makaraları ile çekme elemanına bağlı olan çenesi aracıyla itilerek ek rayı üzerinde yürütülür.
- Yük çekici konveyör (Şekil 13.2c); askı makaraları, özel kancası aracıyla yük taşıma arabalarının kolunu iterek yükleri döşeme üzerinde yürütürler.



(a) **(b)** **(c)**

Şekil 13.2 Askılı konveyör türleri

Askılı konveyörler zincirle ve tel halatla çekilirler. Bunlar arasında yatay düzlemdeki bir yörüngeyi izleyen yatay konveyörler ile çeşitli düzlemlerde dönemeçleri olan profil konveyörleri ayırt edilir. Çalıştırma biçimine göre konveyörler, tek motorlu ve çok motorlu konveyörler olarak ayrılırlar. Ayrılabilir zincirler kullanan askılı konveyörlerin ana parametreleri standartlaştırılmıştır.

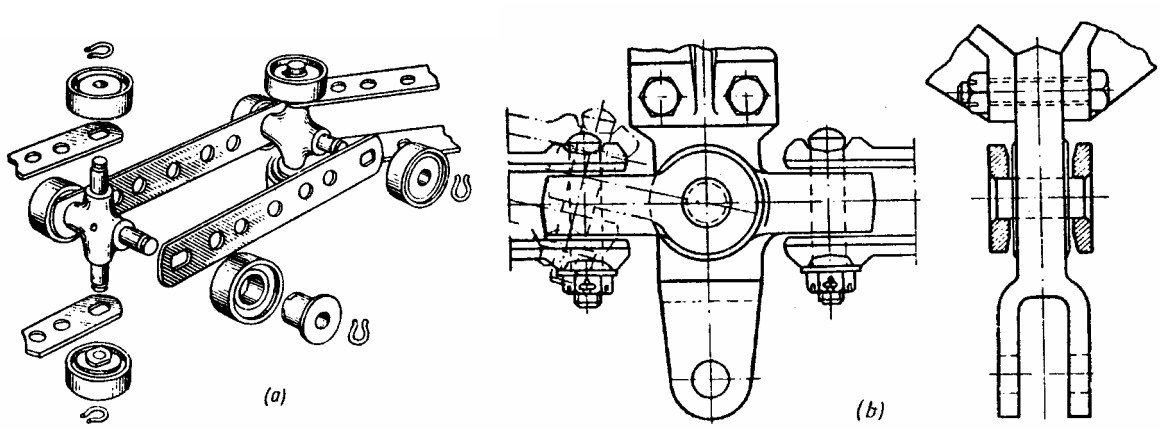
13.2. ASKILI KONVEYÖRLERİN PARÇALARI

Askılı konveyörlerde değişik türdeki normal çekme zincirleri ve çelik halatlar çekme elemanı olarak yatay düzlemde yer alan, düşey dönemeçleri bulunmayan konveyörlerde kullanılırlar.

Düzgün olmayan profilli konveyörler ise iki düzlemde bükülebilir çekme elemanlarını gerektirirler: Ayrılabilir zincirler, yuvarlak çelik çubuktan yapılmış yuvarlak-baklalı zincirler, değişik tasarımlarda özel lamelli baklalı ve çift baklalı zincirler ve ayrıca çelik halatlar bu isteği karşılarlar.

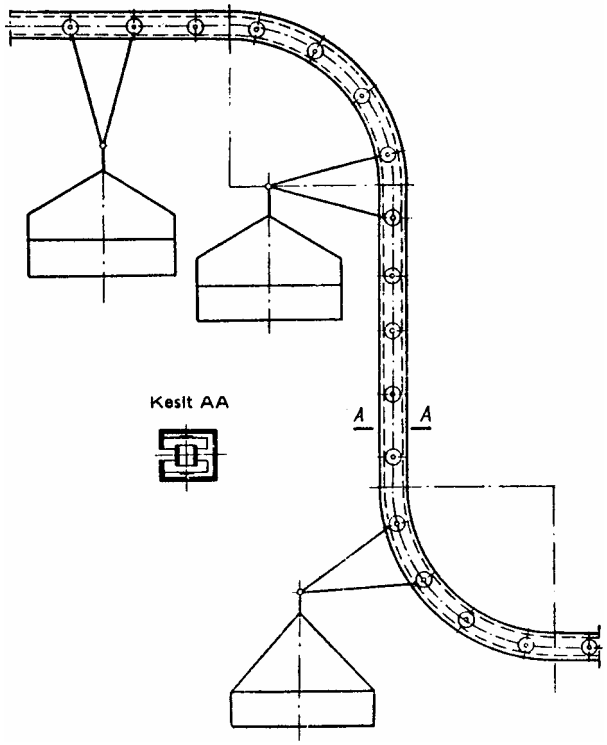
Ayrılabilir baklalı zincirler en elverişli çekme elemanı olup en geniş uygulama alanını bulurlar. Hafif hizmet konveyörlerinde, özellikle düşey düzlemdeki küçük eğrilik yarıçapları için, genel olarak kaynaklı zincirler kullanılır; özel lamelli-baklalı zincirler, normal zincirlerden ayrılırlar. Bunlarda pimle burç arasında büyük bir boşluk ve burçla dış bakla lamelleri arasında yine büyük bir boşluk vardır. Bu durum baklaların, bakla eksenine dik düzleme göre $\varphi \approx 2{,}5°$ lik dönme yapmasına izin verir. Bu zincirler, ayrılabilir zincirlere göre çok daha ağır ve pahalı olduklarından nadiren kullanılırlar.

Düşey dönemeçlerin eğrilik yarıçapını küçültmek için, değişik tasarımlarda çift baklalı zincirler uygulamaya sokulmuştur. Çift baklalı zincirler iki ana kümede toplanır: Gerçek çift baklalı zincir (düşey ve yatay baklalı zincir, Şekil 13.3a) ve askı sistemine özel mafsallarla bağlanmış tek düzlemli baklaları olan zincirler. Mafsallı askı düzeneklerinin eksenleri, bakla eksenlerine diktir (Şekil 13.3b) ve bu durum, zincir baklalarının, iki askı düzeneği arasında birbirlerine göre, büyük açılı (45°) dönmeler yapmalarını ve zincirlerin 1 – 1.5 [m] yarıçapa kadar düşey dönemeçleri geçmesini sağlar.



Şekil 13.3 Özel çift baklalı zincirler

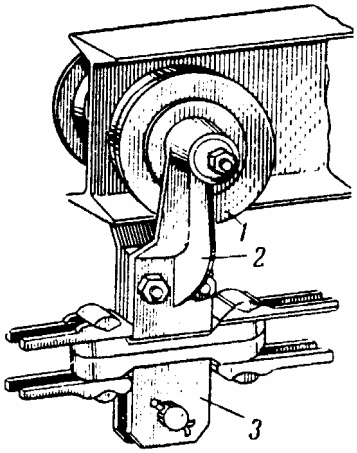
Konveyörün ayrıca, üzerinde standart çift baklalı zincir ve rijit üçgenler şeklindeki mafsallı taşıyıcıların hareket ettiği küçük eğrilik yarıçaplı (1.2 [m] kadar) düşey dönemeçleri de olabilir (Şekil 13.4).



Şekil 13.4 Askılı konveyörlerin düşey bölümü

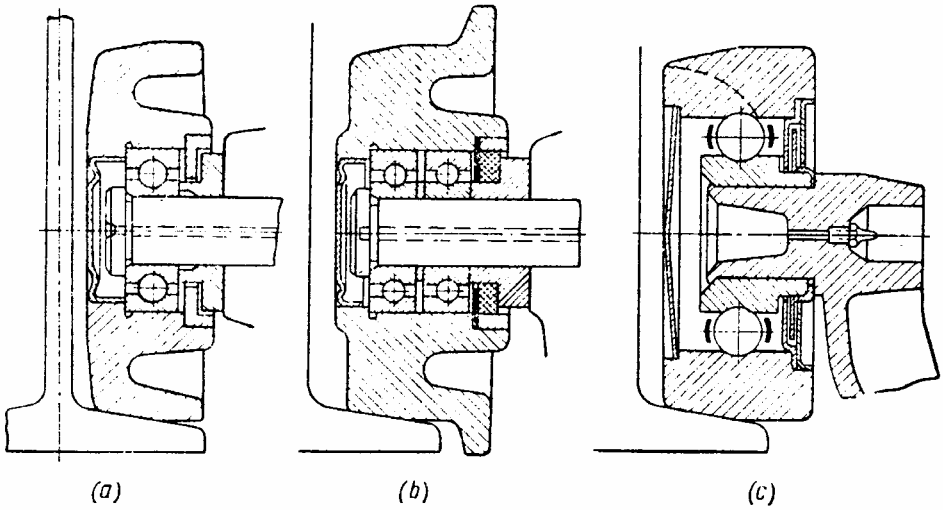
Askılı konveyörlerde çekme elemanı olarak bazen çelik halatlar da kullanılır. Bunların çapı 12.5 - 13 [mm] olup, 0.5 - 1 [mm] lik çelik tellerden örülmüşlerdir (yapı 6x19 = 114 tel).

Ana türden bir konveyörün askı düzeneği (Şekil 13.5), (1) tekerlekleri ve bunların milleri ile yatakları; tekerlek millerinin içinde yataklandığı (2) destekleri ve zincirle yük taşıyıcısını birbirine bağlayan (3) çatalından oluşur. Askı düzeneği yük taşıyıcısını ve yükü taşır ve yüksek ray boyunca hareket ettirir ya da zinciri taşıyarak onun taşıyıcı makaralar arasındaki aşırı sarkmalarını önler.



Şekil 13.5 Konveyör askı düzeneği

Askı tekerlekleri demir veya çelik döküm ya da preste basılmış çelikten yapılırlar. Çalışma yüzeyinin sertleştirilmesi tekerlek ömrünü arttırır. Tekerlek baskı yüzeyinin profili, ray profiline uygun Şekilde yapılır. Askı bir I kirişi üzerinde gidiyorsa bu yüzeyler konikleştirilmiş, hareket bir köşebent veya lama üzerinde ise silindiriktir. Konik yan yüzeyli tekerlekte yuvarlanma sürtünmesi büyümekle birlikte, askının eğimli I kirişi flanşı üzerindeki stabilitesi nedeniyle istenen bir çözümdür. Bazı durumlarda tekerlek yüzeyi taşıyıcı makara bölümde silindirik ve baskı bölgesinde koniktir (Şekil 13.6a). Böyle bir yapı, yuvarlanma yüzeyindeki yarıçap farklarını azaltarak yuvarlanma sürtünmesini azaltır. I kirişleri üzerinde giden tümüyle silindirik yan yüzeyli tekerleklerde tekerlek milleri, kiriş flanşına paralel (eğimli) olarak yerleştirilirler. Bu sonuncu tür desteklerin ve koruyucu rayların yapımı düşey dönemeçlerde güçlük gösterdiğinden seyrek olarak kullanılır.



Şekil 13.6 Askı tekerlekleri yatağı ve koruyucu keçe düzenekleri

Askı tekerlekleri flanşlı veya flanşsız yapılırlar. Genellikle flanşsız olan tercih edilir. Tekerlek yataklama sistemi, yatak ve koruyucu keçenin standart boyutlarına bağlı olarak değişik tasarımlarda olabilir. Hesaplanan yüke ve hizmet türüne en uygun tasarım uygulanmalıdır.

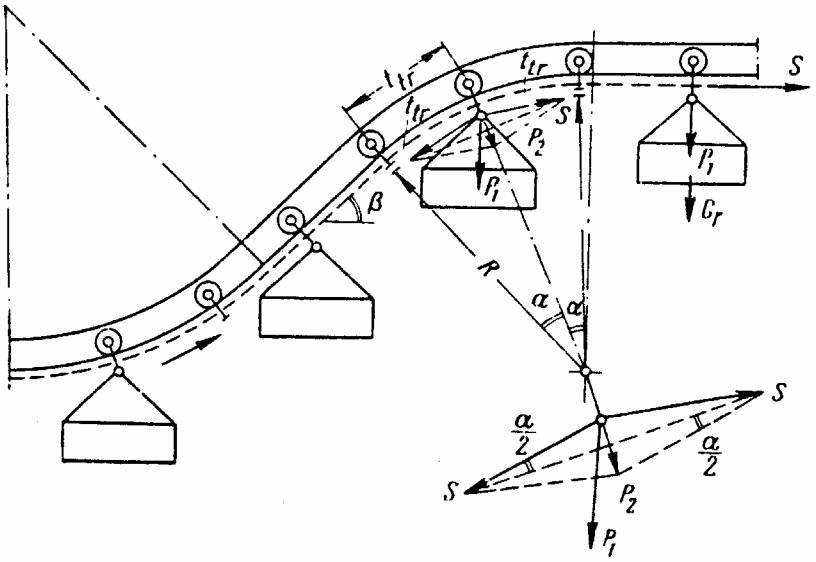
Askı tekerleklerinde kullanılan yataklar; standart tek veya çift sıra bilyalı yataklar (Şekil 13.6a), konik masuralı yataklar (ağır tip), silindirik rulolu ya da bilyalı basit yataklar (Şekil 13.6b) (hafîf-hizmet ve yüksek sıcaklıklarda) ve plastik burç yataklar.

Yataklar, mil göbeklerine takılmış gresörler aracıyla ya da değişik tasarımlardaki yağdanlıklarla otomatik olarak yağlanırlar; otomatik yağlama tercih edilir. Temper döküm veya kalıpta çelik dökümden yapılan destekler, sağlamlıkla mukavemeti ve düşük öz ağırlığı birleştirme zorundadırlar.

Zincir, baklaların arasına sokulmuş ve zincire doğrudan doğruya veya ek bir mafsalla civatalanmış özel bir kelepçe aracıyla raya bağlanmıştır.

Raya gelen tasarım ve emniyet yükleri; konveyörün yatay P_1 bölümündeki ray yükü asılı yükün, taşıyıcının, rayın ve destekler arasındaki çekme elemanının ağırlığından meydana gelir. Çekme elemanı düşey bir dönemecin üst tarafından geçerken çekme elemanının S gerginliği, ray üzerinde ek bir yük doğurur (Şekil 13.7). Bunun değeri (13.1) ifadesi ile yaklaşık olarak hesaplanabilir:

$$P_2 \approx 2S \sin\frac{\alpha}{2} \approx \frac{t_{tr}}{R} S \qquad (13.1)$$



Şekil 13.7 Düşey dönemeçlerde raya etkiyen yükler

P_2 yükü, çekme elemanı üzerindeki gerginliğin en yüksek olduğu (çalıştırma birimine yakın) noktalarda maksimum değerini alır.

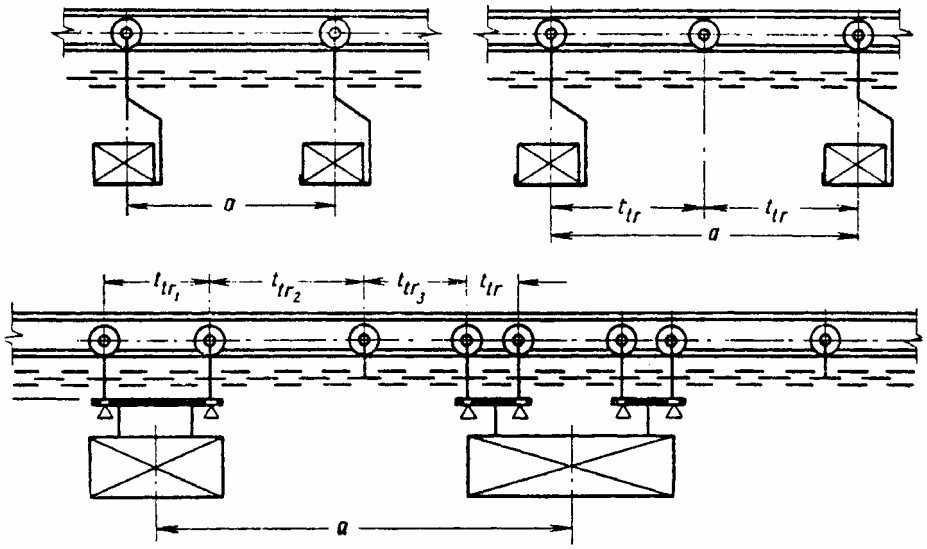
P_3 yükü, P_1 düşey kuvvetinin momenti tarafından yaratılır (Şekil 13.7) ve rayı devirmeye çalışır. P_3 ihmal edilebilir bir kuvvettir ve toplam yükün hesabında dikkate alınmayabilir.

Küçük α açılı ayrılabilir ve lamelli baklalı zincirler için ray üzerindeki maksimum toplam yük, pratik bakımdan kabul edilebilir bir hata ile, (13.2) denkleminden hesap edilebilir.

$$P_{\max} \approx S_{\max} \frac{t_{tr}}{R} + P_1 \cos\frac{\beta}{2} \qquad (13.2)$$

(13.2) formülünden belirlenen yük; ray tekerleği, ekseni ve yan desteği için tasarım yüküdür. Pratikte kullanılan rayların tasarım yükleri 100 - 800 [kg] arasındadır. Ray üzerindeki yük, P_1 den P_{max} a kadar değişen değişken bir büyüklük olduğundan, askı düzeneğinin yatakları, konveyör hızı ve ortam sıcaklığını dikkate alan bir eşdeğer yüke göre hesaplanır. Yataklar üzerindeki eşdeğer yük, konveyör yörüngesinin ayrı bölümlerindeki her yük bileşeninin şiddetinin ve etki süresinin bir fonksiyonu olarak belirlenir. Taşıyıcının faydalı emniyet yükü, yani askıya gelen yükün izin verilebilir maksimum ağırlığı; konveyörün yörüngesine, çekme elemanının gerginliğine ve düşey dönemeçlerdeki izin verilebilir maksimum ek yükün değerine bağlıdır ve her konveyör için bağımsız olarak hesaplanır. Taşıyıcının emniyet yükü kabul edilen ya da gerekli tasarım yükü ile maksimum ek yüklerin farkı olarak (13.2) formülünden elde edilebilir. Ancak hız ve çalışma koşullarına göre düzeltme yapılmalıdır.

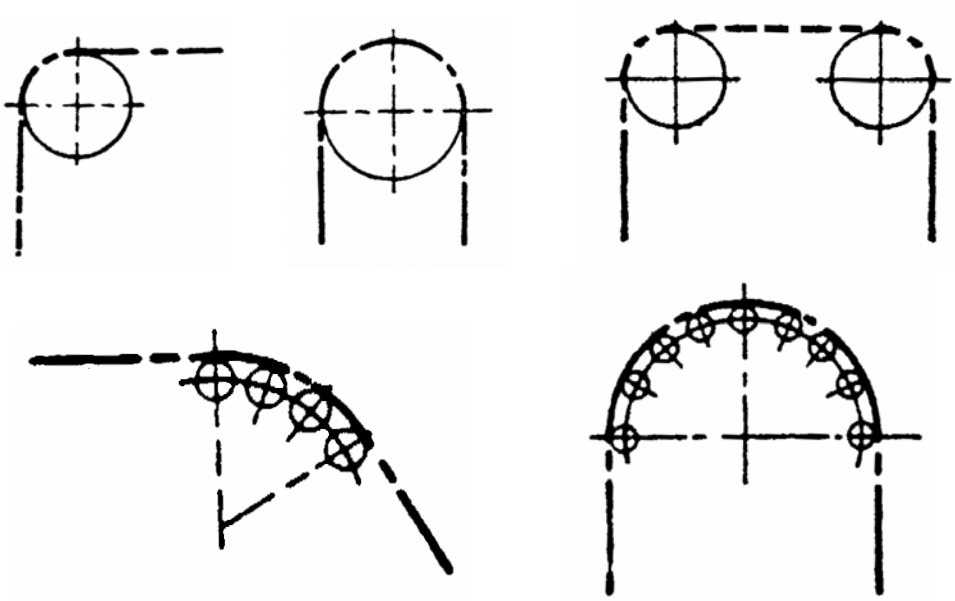
Askılar, düzgün olmayan aralıklarla da yerleştirilebilirler. Ancak bu aralıkların, iki zincir adımının katları olması zorunludur. Yük taşıyan ve taşıyıcı tekerleklerin düzenlenme biçimi Şekil 13.8'de gösterilmiştir. Eğer taşınacak yük askının emniyet yükünden fazla ise iki veya dört askı, bir yatay putrelle birleştirilmen ve yük bu putrele asılmalıdır.



Şekil 13.8 Askıların düzenlenmesi

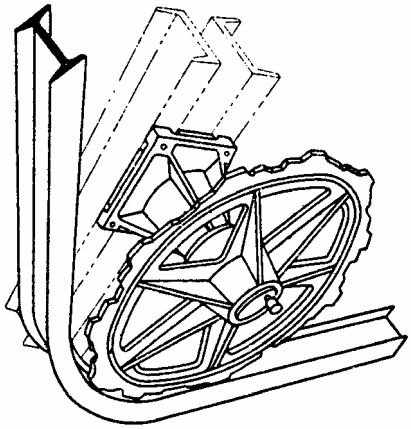
Askıların arasındaki t_{tr} aralığı, yük taşıyıcıların adımına ve düşey dönemeçlerin eğrilik yarıçaplarına bağlıdır. Küçük askı aralığı için eğrilik yarıçapı da küçük alınır. Düşey dönemeçli konveyörlerde askı aralıkları 0.8 - 1 [m] arasında değişir. Taşıyıcı adımı askı aralığından büyük olduğu zaman, yük tekerlekleri arasına taşıyıcı tekerlekler yerleştirilir. Bu tekerlekler, çekme elemanını aşırı sarkmalardan korurlar. Düşey dönemeci olmayan konveyörlerde askılar 1.2 - 1.6 [m] aralıklarla yerleştirilebilirler.

Bir zincir dişlisi veya kasnağın bulunduğu tekerlekli köşeler ya da makara takımları, yatay dönemeçlerde çekme elemanına kılavuzluk yaparlar (Şekil 13.9). Seçilen döndürme düzeni çekme elemanının türüne, gerginliğine ve eğrilik yarıçapına bağlıdır.



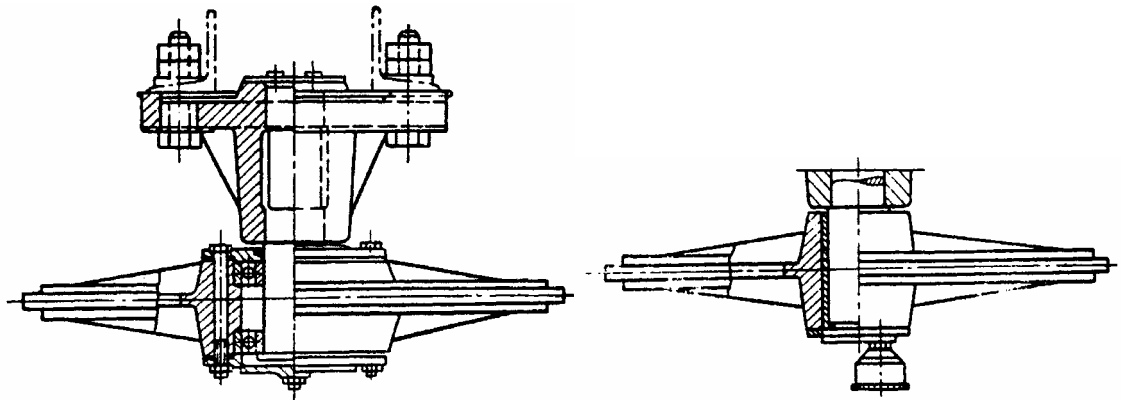
Şekil 13.9 Askılı konveyörlerin yatay dönemeçleri

Zincir dişlili tekerlekli köşe (Şekil 13.10) ayrılabilir, profilli döküm ve çift baklalı makarasız zincirlerle kullanılır. Zincir dişlisi çapı 600-1300 [mm] arasında değişir. Ayrılabilir ve lamelli baklalı, birleşim ve makaralı zincirler için düz yüzeyli döndürme kasnakları kullanılır. Kaynaklı zincirler ve halatlar için bunlarla kavramaya girmek üzere yivli kasnaklar kullanılır. Ayrılabilir zincirlerin baklalarının enine dayanımı düşüktür. Bu nedenle, bu zincirler için düz yüzeyli kasnaklar, emniyet yükünün ancak, % 60 ına kadar kullanılırlar. Ayrılabilir zincirler için bazen poligon jantlı kasnakların kullanılmasının nedeni budur. Kasnak dönerken zincir baklaları onun düz yüzeylerine basar. Döndürme kasnaklarının çapları 600 - 1300 [mm] arasında değişir ve bazı durumlarda 2000 [mm] ye kadar çıkar. Zincir dişlileri ve kasnaklar döküm veya kaynak yapı olabilirler. Büyük çaplar kaynak yapı tercih edilir.



Şekil 13.10 Zincir dişlili tekerlekli köşe

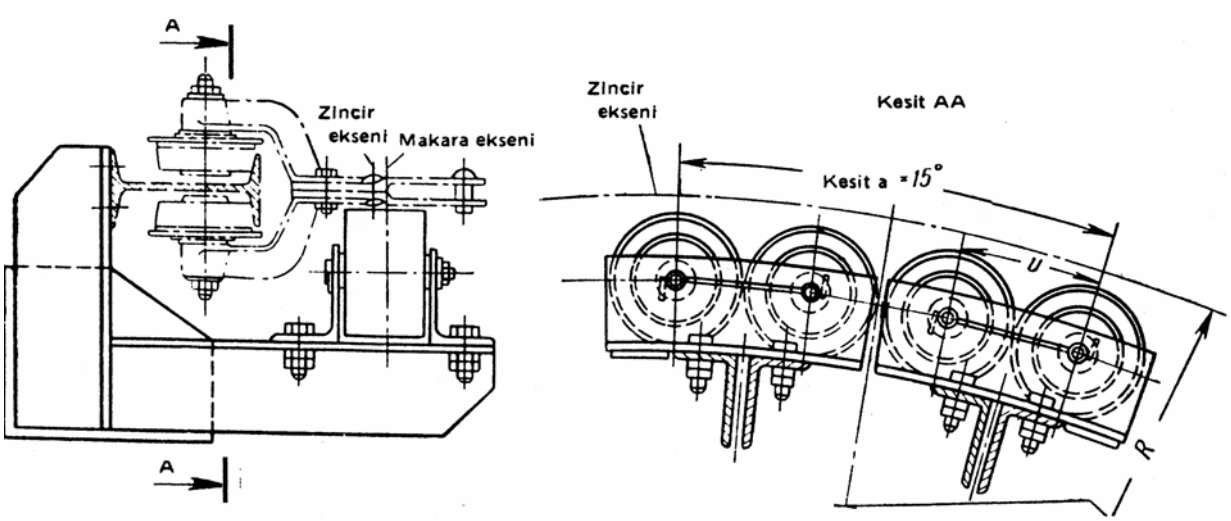
Zincir dişlili veya kasnaklı ve bilyalı yataklar üzerinde dönen bir tekerlekli köşe için taşıyıcı sistemler Şekil 13.11a'da, kaymalı yataklar üzerinde dönen için olanı ise Şekil l3.11b'de gösterilmiştir. Döndürme dişlisi destekler üzerindeki ankastre göbeklere, millere veya tavan elemanına asılı, yapıya bağlıdır.



(a) (b)

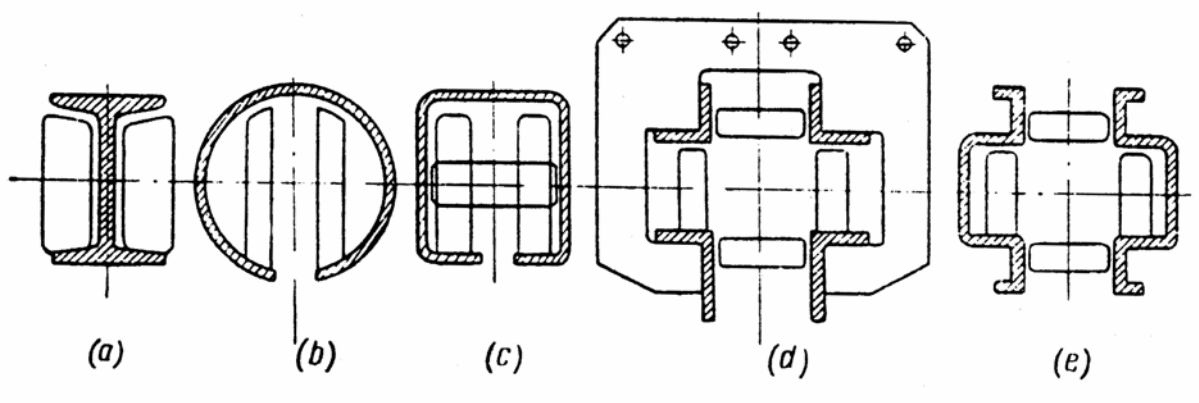
Şekil 13.11 Tekerlekli köşeler

Bir makara takımı (Şekil 13.12), bir yay meydana getiren bir takım sabit düşey makaradan oluşur. Zincir baklaları bu yay boyunca hareket eder. Makaraların milleri, destekler aracıyla konveyör rayına ya da özel bir madeni yapıya asılmış bulunan sabit bir çerçeveye (şasiye) yerleştirilmişlerdir. Her makara, çapı 80 - 140 [mm] arasında değişen iki bilyalı veya masuralı yatak üzerinde döner. Makaraların n adımı yani makaralar aralarındaki uzaklık, makara çapından 20 [mm] kadar büyüktür. Makaralar dökme demirden veya çelik borudan imal edilirler. Makara takımı, eğrilik yarıçapının küçük veya istenen dönemecin ağır zincir dişlilerini ya da kasnakları gerektirecek kadar büyük olduğu durumlarda, ayrılabilir lamelli baklalı ve birleşim zincirleriyle kullanılırlar. Makara takımı 1.0; 1.25; 1.6; 2.0 ve 2.5 [m] yarıçaplarında yapılabilirler.



Şekil 13.12 Makara takımı

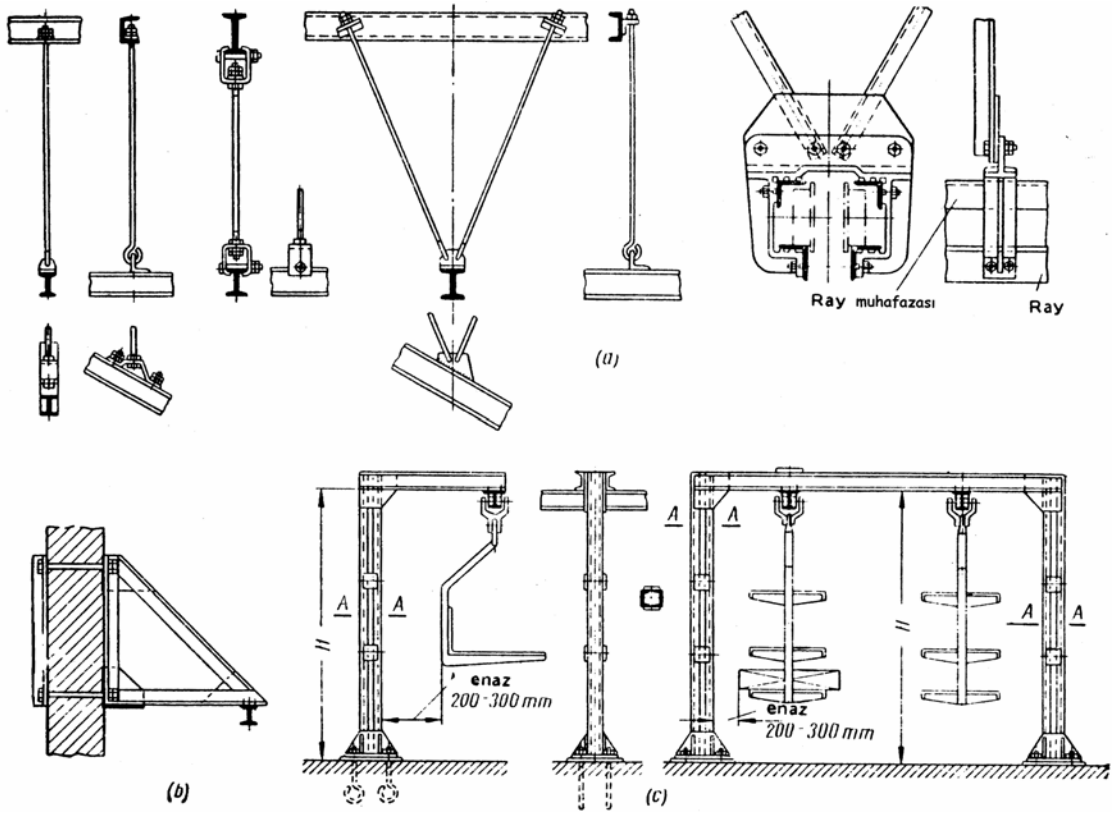
Askılı konveyör rayı veya kızağı (Şekil 13.13), monoray, I-kirişi (Şekil l3.13a); kutu kesiti (Şekil 13.13b); çift ray ya da çift köşebent (Şekil 13.13c) olabildiği gibi kutu kesitli iki eğrisel profilden de yapılabilir. Boydan boya yarıklı bir boru veya bir T profili de bu amaçla kullanılabilir. Bir monoray, çift köşebentli kızakla karşılaştırıldığında; gerek yerine kolayca yerleştirilebilmesi, gerekse sağlamlık ve üst flanşın ray muhafazası olarak kullanılması gibi üstünlüklere sahiptir.



Şekil 13.13 Askılı konveyör rayları

Monorayların sakıncası ise askı tekerlekleri yan yüzlerinin konik olması gereği ve bunların çaplarının çift T boyutuyla sınırlı olmasıdır. Sonuç olarak diğer düzeneklere göre en çok kullanılan tür monoraydır. Çift köşebent ve eğrisel profiller genellikle çift baklalı ve yuvarlak baklalı zincirler kullanan hafif yük konveyörlerinde kullanılırlar.

Askılı konveyör rayı çelik çubuklarla tavan kirişlerine (Şekil 13.14a) asılmış, duvarlara ya da kolonlara tutturulmuş konsollara bağlanmış (Şekil l3.14b) veya bina elemanlarının destek olarak kullanılması mümkün olmayan veya konveyörün alçak bir *H* seviyesinde çalışmasının istendiği durumlarda seyrek olarak özel çerçevelere (Şekil 13.14c) yüklenmiş olabilir.



Şekil 13.14 Askılı konveyör ray askıları

Aynı ray bölümlerinin bağlantısı rijit (kaynaklı ya da cıvatalı) veya teleskopik olabilir. Teleskopik olanlar sadece gerdirme düzeneğine yakın yerlerde ve değişken çalışma sıcaklıklarında kullanılır.

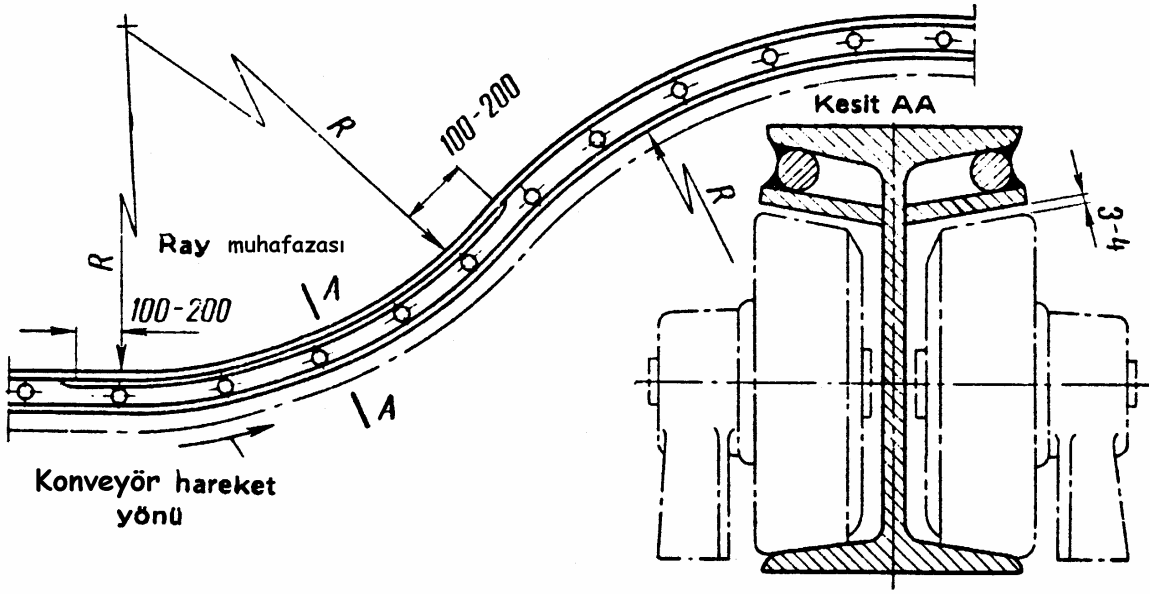
Yatay dönemeçlerde askılı konveyörün dönme açısı, döndürme dişlisinin ve çekme elemanının türüne ve boyutlarına bağlıdır. Düşey dönemeçler için ray, istenilen yarıçapa eğilir. Düşey dönemeçlerin eğrilik yarıçapı çekme elemanının türüne, adımına ve gerginliğine, rayın profiline, askı tekerleklerinin aralığına ve bunların çekme elemanına bağlanma biçimine göre ölçülendirilir.

Tablo 13.1'de ayrılabilir ve lamelli baklalı zincirlerle kullanılan askılı konveyörlerin önerilen eğrilik yarıçapları verilmiştir. Çift baklalı zincir için eğrilik yarıçapları 0.6 - 1.5 [m] arasında değişir (Şekil 13.3 ve Şekil 13.4).

Tablo 13.1 Askılı konveyör rayları için önerilen eğrilik yarıçapları

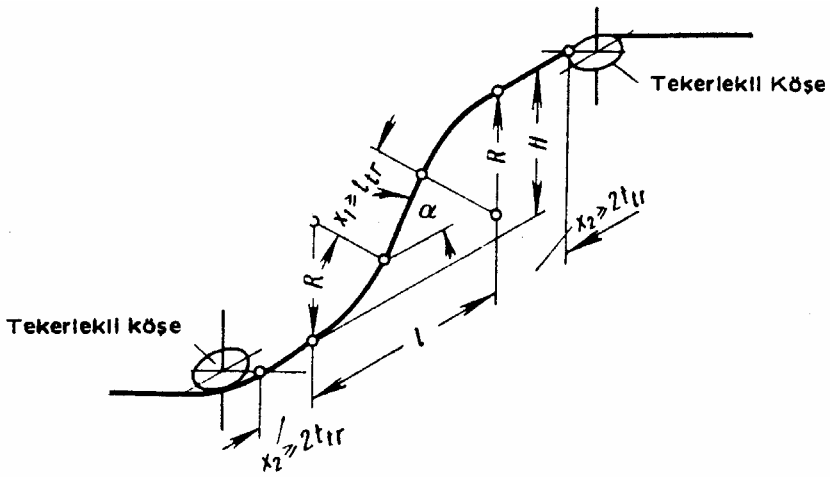
Zincir türü	Zincir adımı [mm]	Dönemeçte izin verilen değerin yüzdesi olarak zincir gerginliği								
		% 50			% 75			% 100		
		Tekerlek aralığı (zincir adımı cinsinden)								
		4t	6t	8t	4t	6t	8t	4t	6t	8t
Standart	80	2	2,5	3	2,5	3	4	3	4	5
Ayrılabilir	100	2,5	3	3,5	3	3,5	5	3,5	4,5	6
	160	3,5	4,5	7	4	5,5	8	4,5	7	9
Özel lamelli baklalı	80	3	3,5	4,5	3,5	4	5	4	5	6

Ray kılavuzları, rayın konkav düşey dönemeçlerinde çekme elemanının doğurduğu askı tekerleklerinin baskı kuvvetlerini karşılarlar (Şekil 13.15).



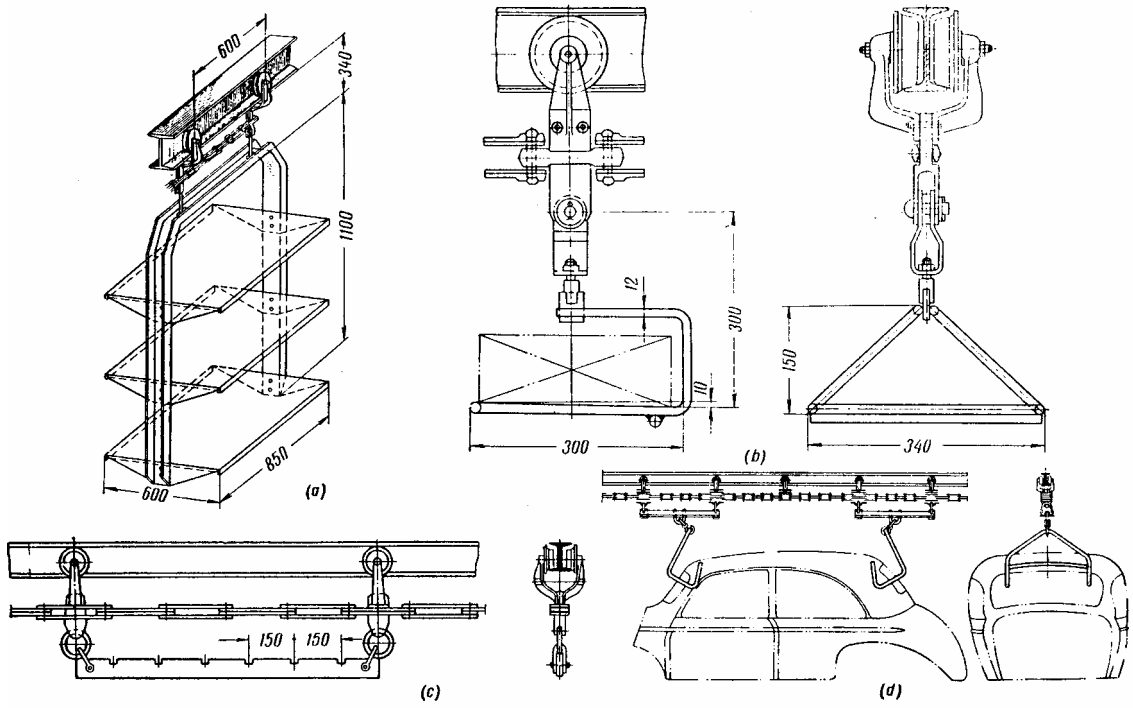
Şekil 13.15 Düşey dönemeçlerde ray kılavuzunun düzenlenmesi

Konveyör rayı eğilme gerilmesi, eğilme uzaması ve eğilme kararlılığı gibi alışılmış yapı mukavemeti değerlerine kontrol edilmelidir.
Bir yatay dönemeç düşey dönemeçle birleştiği zaman (Şekil 13.16), düz bölümlerindeki x_2 uzunluğu iki askı tekerleği aralığından t_r, x_1 uzunluğu ise bir tekerlek aralığından t_r büyük olmalıdır.



Şekil 13.16 Konveyör yolunun yatay ve düşey dönemeçlerinin birleşimi

Yük, taşıyıcıların (Şekil 13.17) üzerine yığılır veya asılır. Raf, tepsi, kanca, kepçe veya zincir yapısında olabilirler. Ayrıca, yükü yörüngenin düşey bölümlerinden geçirmek üzere özel mafsallı taşıyıcılar (Şekil 13.4) kullanılır.

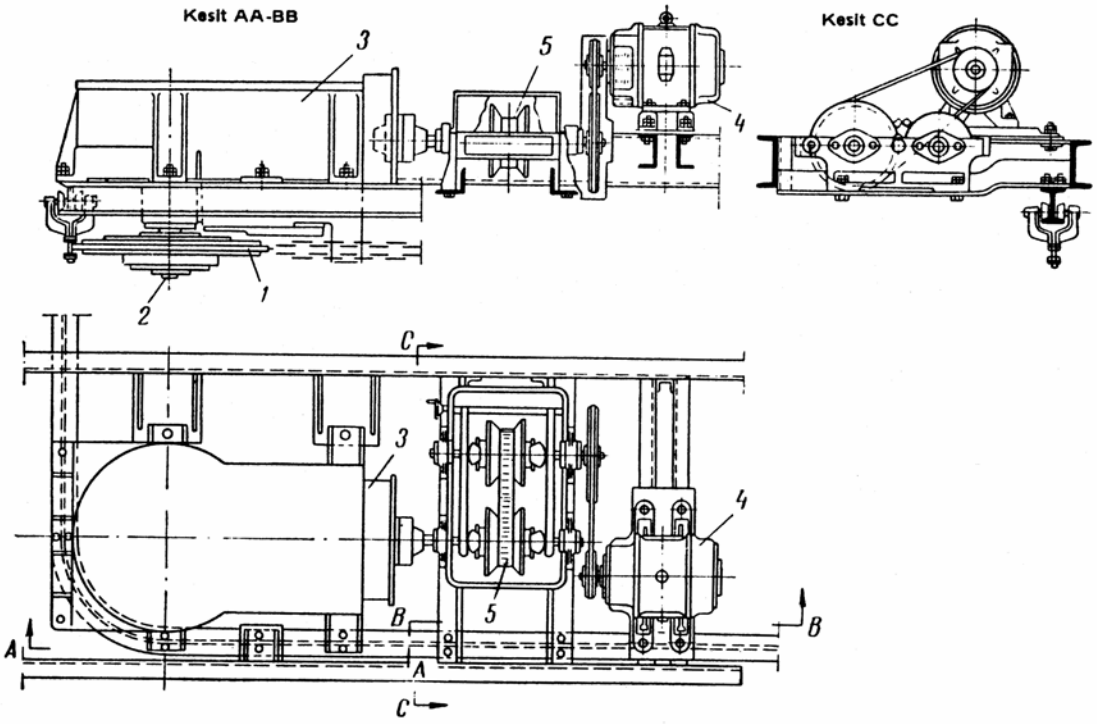


Şekil 13.17 Değişik türde taşıyıcılar

Taşıyıcılar; sağlam, basit bir tasarımda, düşük öz ağırlıklı ve yükleme-boşaltmaya yatkın olarak imal edilirler. Taşıyıcıların yükleme-boşaltması elle ya da çeşitli otomatik ve yan otomatik yöntemlerle yapılır.

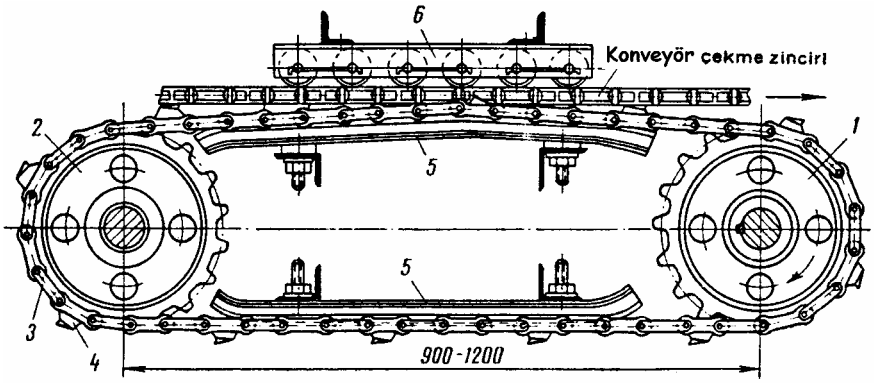
Askılı konveyörlerde iki tür çalıştırma birimi vardır: Açısal ve paletli çalıştırıcılar. Çalıştırma birimlerinin hızları sabit veya değişken olabilir. Paletli çalıştırma türünde tek bir döndürücü zincir dişlisi ve palet zinciri ya da iki döndürme dişlisi için bir ortak güç aktarma düzeneği bulunur. Askılı konveyörlerde bir hız düşürme düzeneği ile birlikte kullanılan açısal çalıştırıcılar tercih edilir. Açısal çalıştırma birimi yörüngenin 90-180° döndüğü noktalara konur ve hareket ettirici gücü bir zincir dişlisi veya bir düz tambur yardımıyla ve sürtünme yoluyla iletir.

Şekil 13.18'de görülen bir açısal çalıştırma biriminde: Döndürme dişlisi (tambur) (1), üzerine takıldığı düşey mil (2), redüktör (3) ve elektrik motoru (4). Eğer sürekli olarak değişebilen hızlar isteniyorsa bir (5) hız değiştiricisi motorla redüktör arasına yerleştirilir. Standart tasarımlardaki hız değiştirme oranı 100 - 4300 arasındadır. Döndürme muindeki moment ise, 0.3-5.3 [kW] lık bir güç çıkışı için, 10000 - 125000 [cm-daN] arasında değişir.



Şekil 13.18 Hız değiştirme düzeneği

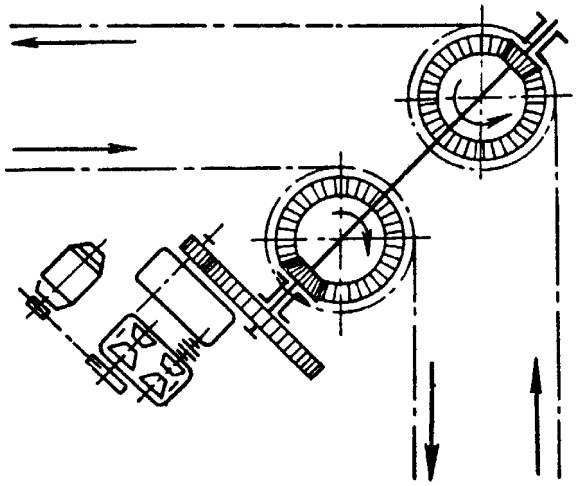
Şekil 13.19'da görülen bir paletli çalıştırma birimi; döndürme (1) ve gerdirme (2) zincir dişlileri, bunların çevresinde dönen (3) palet zinciri, zincirin (paletin) konveyör çekme elemanına takılmasını sağlayan (4) çeneleri, (5) kılavuz rayları ve (6) makara takımından meydana gelir. Çalıştırma birimi, konveyörün doğrusal bir bölümüne yerleştirilir ve çekme gücü, konveyör çekme elemanının baklaları ile kavramaya giren palet zincirinin çeneleri aracıyla konveyör çekme elemanına iletilir.



Şekil 13.19 Paletli çalıştırma birimi

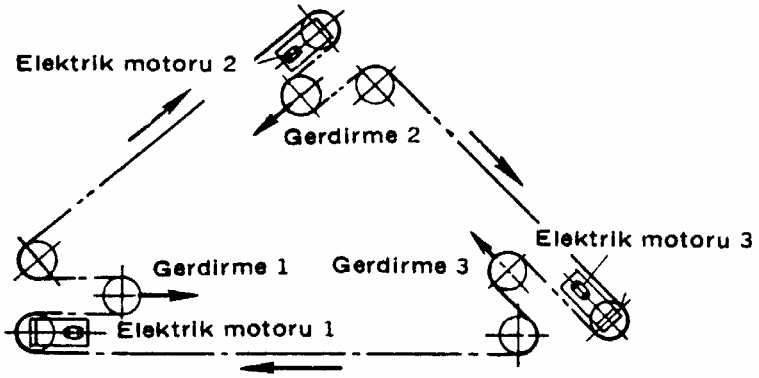
Paletli çalıştırma birimleri oldukça karmaşık oldukları ve iki zincir dişlisi ile özel palet zinciri ek bir maliyet getirdikleri için genellikle açısal çalıştırma birimleri tercih edilirler.

Hesaplanmış zincir çekme kuvvetlerinin izin verilebilir sınırlan aştığı uzun ağır hizmet konveyörlerinde, birçok çalıştırma birimi kullanılır. Böylece, toplam zincir gerginliği önemli oranda azaltılmış olur. Böyle bir konveyörde en pratik çözüm, tek bir elektrik motorundan hareket alan bir güç aktarma düzeneğinin, birçok döndürme dişlisini çalıştırmasıdır. Bu tür bir çalıştırma birimi, ancak birden fazla konveyör yolu aynı yatay düzlemde birbirlerine yakın geçiyorlarsa (Şekil 13.20) veya düşey düzlemde birbirlerinin altında iseler basit ve uygun bir tasarım olur.



Şekil 13.20 Açısal çalıştırma birimi düzeni

Bu sorun genellikle, her biri bağımsız bir motordan hareket alan birçok bağımsız çalıştırma biriminin kullanılmasıyla çözümlenir (Şekil 13.21).

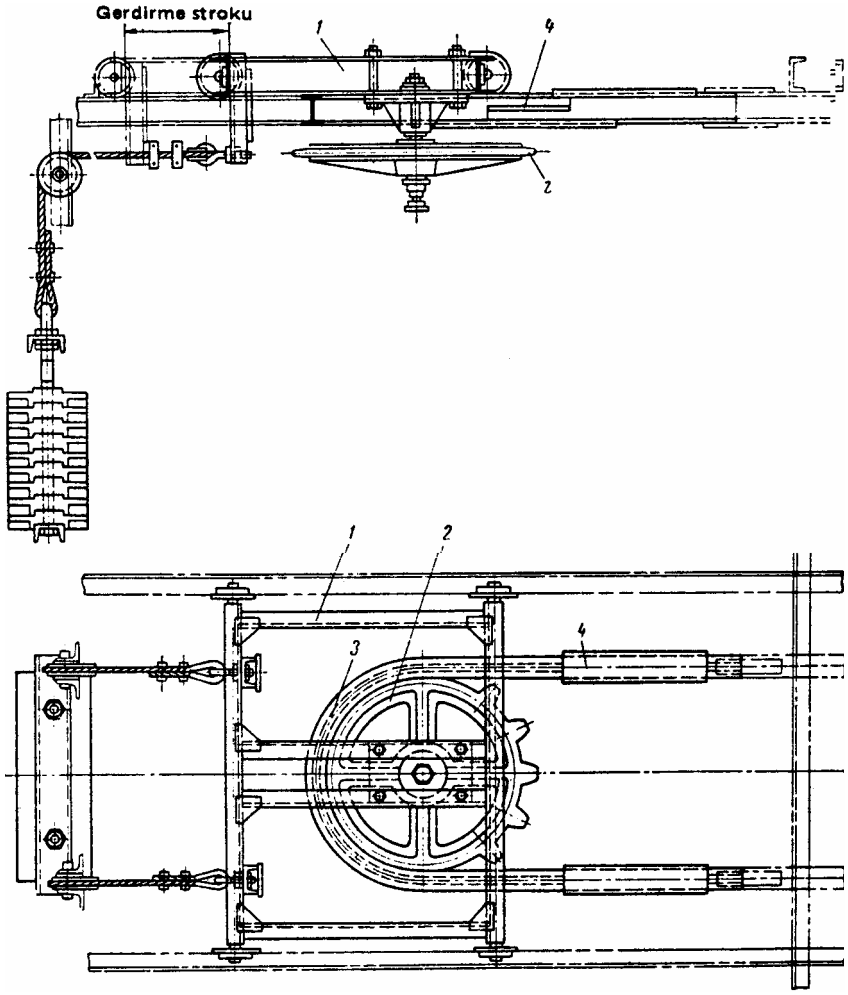


Şekil 13.21 Üç motorlu askılı konveyör düzeni

Senkron çalışma, motorların uygun güçlerde ve artan kaymalı olmasıyla ve elektriksel kilitleme ya da hidrolik kavrama düzenleriyle donatılmaları yoluyla sağlanır.

Çoklu çalıştırma düzenekleri; konveyörün büyük uzunlukta yapılmasına izin verirler, maksimum zincir gerginliğini azaltarak standart donatımın kullanılmasını sağlarlar, güç tüketimini ve taşıyıcı madeni yapının, genel olarak malzeme ve donatımın ağırlığını azaltırlar.

Askılı konveyörlerin gerdirme düzenekleri karşı ağırlıklı (Şekil 13.22) yay ve vidalı ve vidalı tip olabilirler. Böyle bir düzenek (1) hareketli arabası, (2) zincir dişlisi veya kasnağı ve (3) U dönüsünden oluşur.



Şekil 13.22 Karşı ağırlıklı gerdirme düzeni

Arabanın üzerine yerleştirildiği eğrisel ray bölümünü sabit ray bölümüne bağlayan (4) bağlayıcısı, araba hareket ederken askı tekerleklerinin bir engele rastlamadan yürüyebilmeleri için teleskopik tip olarak imal edilir. Otomatik hareketleri ve yüksek güvenilirlikleri nedeniyle karşı ağırlıklı gerdirme düzenekleri tercih edilir. Kurutma, ısıtma ve soğutma odaları gibi süreç bölümlerinden geçen konveyörlerde, sıcaklık değişmelerine bağlı olarak konveyör zincirinin boyundaki değişmeler nedeniyle karşı ağırlıklı gerdirme düzenekleri zorunluluktur. Ayrıca çalıştırma birimleri çoklu veya sürtünmeli türden olan konveyörlerde de aynı zorunluluk mevcuttur.

Askılı konveyörlerin koruma düzenleri olarak, döndürme dişlisi ya da ona en yakındaki güç aktarma düzeneği, dişliyi ve hareketli parçalan ani aşın yüklere karşı korumak amacıyla makaslamaya çalışan bir emniyet pimiyle donatılmıştır. Bu pim, zincirdeki çekme kuvveti, adsal kapasiteyi %20 - 30 oranında geçtiği zaman kesilir ve konveyörü durdurur. Taşıyıcılardan düşebilecek yüklere karşı insanları korumak için bütün düşey ve yatay bölümlerde, konveyörün altına oluk biçiminde bir muhafaza yerleştirilir ve bu muhafaza, geçitlerde ve koridorlarda yükseltilir.

Muhafaza genellikle çelik telden ya da saçtan yapılır ve konveyör rayına asılır. Çekme elemanı koptuğu zaman, düşey bölümlerde giden askılı taşıyıcıların yükle birlikte geriye gelmeleri ve malzeme ile konveyöre hasar vermeleri mümkündür. Bu tehlikeyi önlemek için, 1 [m] den uzun iniş ve çıkışlarda, özel tutucular kullanılır. Bu özel tutucular, çekme elemanı

koptuğunda aşağı doğru kaymaya engel olurlar. Bu tutucuların çalışma ilkesi konveyör yörüngesi üzerindeki yerlerine, çekme elemanının türüne ve konveyör rayının profiline bağlıdır.

13.3. ASKILI KONVEYÖRLERİN HESAP ESASLARI

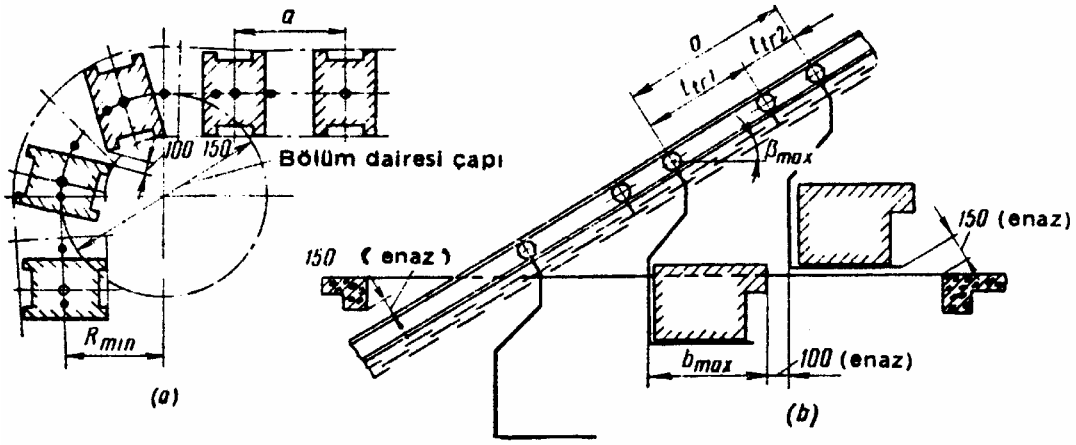
Askılı konveyörlerin hesabında öncelikle konveyörün yörüngesi, taşınan yükün ağırlığı ve boyutları, taşıma kapasitesi ve konveyörün çalışma koşullarının bilinmesi gerekmektedir.

Konveyörün ana parametreleri: Z [parça/saat], hız v [m/s], tekerlek ve yük aralığı a [m], taşıyıcı başına taşınan birim yük sayısı z [parça] kendi aralarında bağıntılıdırlar (denklemler (3.17) ve (3.18)).

Minimum tekerlek aralığı, yükün ana boyutları tarafından belirlenir. Minimum tekerlek aralığı; b_{max} uzunluğundaki en uzun yük, en küçük R_{min} yarıçaplı yatay dönemeçlerde (Şekil l3.23a) ve β_{max} eğimli düşey dönemeçlerde bir sonraki yüke dokunmayacak Şekilde seçilmelidir. Düşey dönemeçte bu koşul,

$$a\cos\beta_{\max} \geq b_{\max} + 0{,}1 \text{ m} \qquad (13.3)$$

denklemini sağlar.



Şekil 13.23 Taşıyıcıların düzenlenmesi

Konveyör hızı yükün ağırlığına, istenen taşıma kapasitesine ve yükleme-boşaltma yöntemlerine bağlı olarak 0.05 – 0.35 [m/s] arasında değişir. Teknolojik, yani süreç aşamalarının yolda yapıldığı konveyörlerin hızı, işlemin çevrimine ya da iletilen mal için gerekli soğutma veya kurutma gibi işlemlerin zamanına bağlıdır.

Askılı konveyörlerin zincir çekme kuvveti, çekme elemanlı diğer konveyörlerdeki gibi hesaplanır. Konveyörün uygun çalışması için S_o gerginliği en az 50 - 100 [daN] alınmalıdır. Gerginliğin en az olduğu nokta, konveyörün aşağı doğru eğimli bölümünde en yüklü bölgeyi izleyen yer veya yatay konveyörlerde zincirin zincir dişlisinden ayrıldığı noktadır. Konveyörün her metre uzunluğu başına gelen hesaplanmış ağırlıklar, boş ve yüklü şeritler için sırasıyla q_o ve $q_ı$ ise; bu değerler

$$q_o = \frac{G_{ta}}{a} + \frac{G_{tr}}{t_{tr}} + q_z \text{ [kg/m]} \quad \text{ve} \qquad (13.4)$$

$$q_1 = q_o + \frac{G}{a} \text{ [kg/m]} \qquad (13.5)$$

ile hesaplanır. Burada

G_{ta}	Taşıyıcının öz ağırlığı [kg]
G_{tr}	Tekerleklerin öz ağırlığı [kg]
a	Taşıyıcılar arasındaki açıklık [m]
t_{tr}	Tekerlekler arasındaki açıklık [m]
q_z	Zincirin ağırlığı [kg/m]
G	Taşıyıcı üzerindeki faydalı yük [kg]

Hesaplanmış yükler çekme elemanının standart boyuna ve tekerlek ve taşıyıcı tasarımına bağlıdır. Çekme elemanının tasarımı, konveyörün S_{max} gerginliğine göre seçilir.

$$S_{\max} \cong S_o K_1 + w'\left(q_1 L_y + q_o L_a\right)\left(1 + AK_y\right) + \left(q_y - q_o\right)\left(H_2 - H_1\right) \qquad (13.6)$$

Burada

K_y	Konveyör yörüngesi üzerindeki yerel dirençlerin toplamı $K_y = \varphi^x \xi^y \lambda^m$
w'	Doğrusal bölümlerdeki direnç katsayısı
φ	Düşey dönemeçteki eğrisel direnç katsayısı
ξ	Yatay dönemeçteki, zincir dişlisi veya kasnaktaki direnç katsayısı
λ	Makara takımındaki direnç katsayısı
x	Düşey dönemeçlerin sayısı
y	Zincir dişlili yatay tekerlekli köşelerin sayısı
m	Konveyör yörüngesindeki makara takımlarının sayısı
q_o	(13.4) denkleminden hesaplanan birim ağırlık [kg/m]
q_y	(13.5) denkleminden hesaplanan birim ağırlık [kg/m]
L_y	Konveyörün yüklü şeridinin yatay izdüşümü [m]
L_a	Konveyörün yüksüz şeridinin yatay izdüşümü [m]
H_1	Konveyör yörüngesinin yükleme noktasındaki yüksekliği [m]
H_2	Konveyör yörüngesinin boşaltma noktasındaki yüksekliği [m]
S_o	Çekme elemanının minimum gerginliği
A	Dönemeçler ile dönüşlerin sayısına ve bunların yörünge üzerindeki düzenlenmesine bağlı katsayı. (A = 0.5 - 0.35)

Maksimum gerginliğin kesin hesabı için, konveyör yörüngesinin ayrı bölümlerindeki ardaşık dirençler toplanır. Yatay ve eğrisel bölümler için

$$S_r = S_{r-1} + w'q'L_y, \qquad (13.7)$$

dişli veya kasnak gibi tekerlekli köşeler için

$$S_r = \xi S_{r-1}, \qquad (13.8)$$

makara takımları için

$$S_r = \lambda S_{r-1} \qquad (13.9)$$

ve düşey dönemeçler için

$$S_r = \varphi\left(\varphi S_{r-1} + w'q'L_y \pm q'H\right). \qquad (13.10)$$

Burada

S_r	Göz önüne alınan bölümün sonundaki gerilme [kg]
S_{r-1}	Göz önüne alınan bölümün başlangıcındaki gerilme [kg]
q'	Birim yayılı yük [kg/m] (yüklü şerit için $q' = q_y$; yüksüz şerit için $q' = q_o$) (denklemler (13.4) ve (13.5))
L_y	Yörüngenin yatay izdüşümünün uzunluğu [m]
H	Bölümün başlangıcı ile sonu arasındaki yükseklik farkı [m]

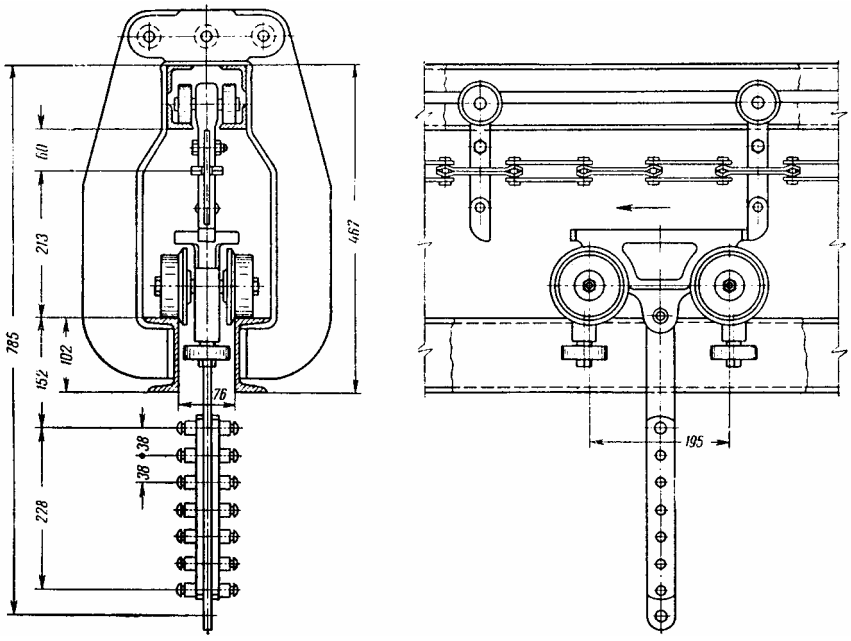
(13.10) denkleminde son terimin işareti yukarıya doğru hareket için artı; aşağıya doğru hareket için eksi alınır.

(13.6) ve (13.10) denklemleri, ana yük taşıyıcı türe (Şekil 13.2a) uyarlar. Diğer tür konveyörler için hesaplar aynı biçimde yapılır, yalnızca konveyörün ve taşıyıcıların (ya da yüklü tekerleklerin) hareketli parçalarının dirençleri, (3.37) denkleminde ifade edildiği Şekilde ayrı olarak hesaplanır.

Döndürme zincir dişlisindeki çekme kuvveti ve gerekli motor gücü, maksimum hız ve yük için, (3.48) ve (3.49) denklemlerinden belirlenir. Artan kalkış momenti nedeniyle, 1 [kW] gücün altındaki elektrik motorları kullanılmamalıdır.

13.4. ÇİFT RAYLI ASKILI KONVEYÖRLER

Yükün itildiği ya da çift raylı konveyörler ile yük taşıyıcı veya monoray konveyörler arasındaki fark: Monoray konveyörlerde, yük taşıma tekerleklerinin (1) çekme zincirine sabitleştirilmiş olması; çift raylı konveyörlerde ise zincirin, yükü iletmekle birlikte, ona tespit edilmemiş bulunmasıdır (Şekil 13.2b ve Şekil 13.24).



Şekil 13.24 Çift raylı konveyörlerin hareketli parçası ve ray düzeneği

Yük tekerleği (2), (3) yük taşıyıcısıyla birlikte, ayrı bir (4) alçak rayı üzerinde hareket eder ve çekme zincirine bağlı (5) çenesi tarafından itilir. Zincir ise (6) taşıma tekerlekleri aracıyla (7) üst zincir rayına asılır. Konveyörün itme çeneli çekme zinciri, yük rayının üst tarafında doğrudan doğruya hareket eder ve yük tekerlerini hareket ettirirse, yük rayına güç verilmiştir denir. Bu duruma *canlı hat* ismi de verilir. Eğer yük tekerlekleri bu ray üzerinde elle itiliyor veya % 3-4 lük bir eğimde ağırlıkla hareket ediyorlarsa ya da özel bir düzenek yardımıyla harekete geçiriliyorlarsa buna güç almayan veya *ölü hat* denir.

Otomatik, bazen elle kumandalı şalterler yükün canlı hattan ölü hatta alınmasını ya da bu işlemin tersini sağlarlar. İtme çeneleri çekme zincirine (ya da tekerleklere) tek yönlü bir menteşe ile bağlanmışlardır. Bu menteşeler (5) itme çenesinin, yalnız zincirin hareketi yönünde bükülmesini ve (8) tutma çenesinin ise buna zıt yönde sabit kalmasını sağlarlar (Şekil 13.2). Bu düzenleme, yük tekerleğinin harekete geçirilmesini mümkün kılar ve aşağı doğru eğimlerde tekerleğin kaçmasını önler. Bazı durumlarda, itme çeneleri zincire rijit olarak bağlanmışlardır; tekerlekler üzerindeki tutma çeneleri ile menteşelidir.

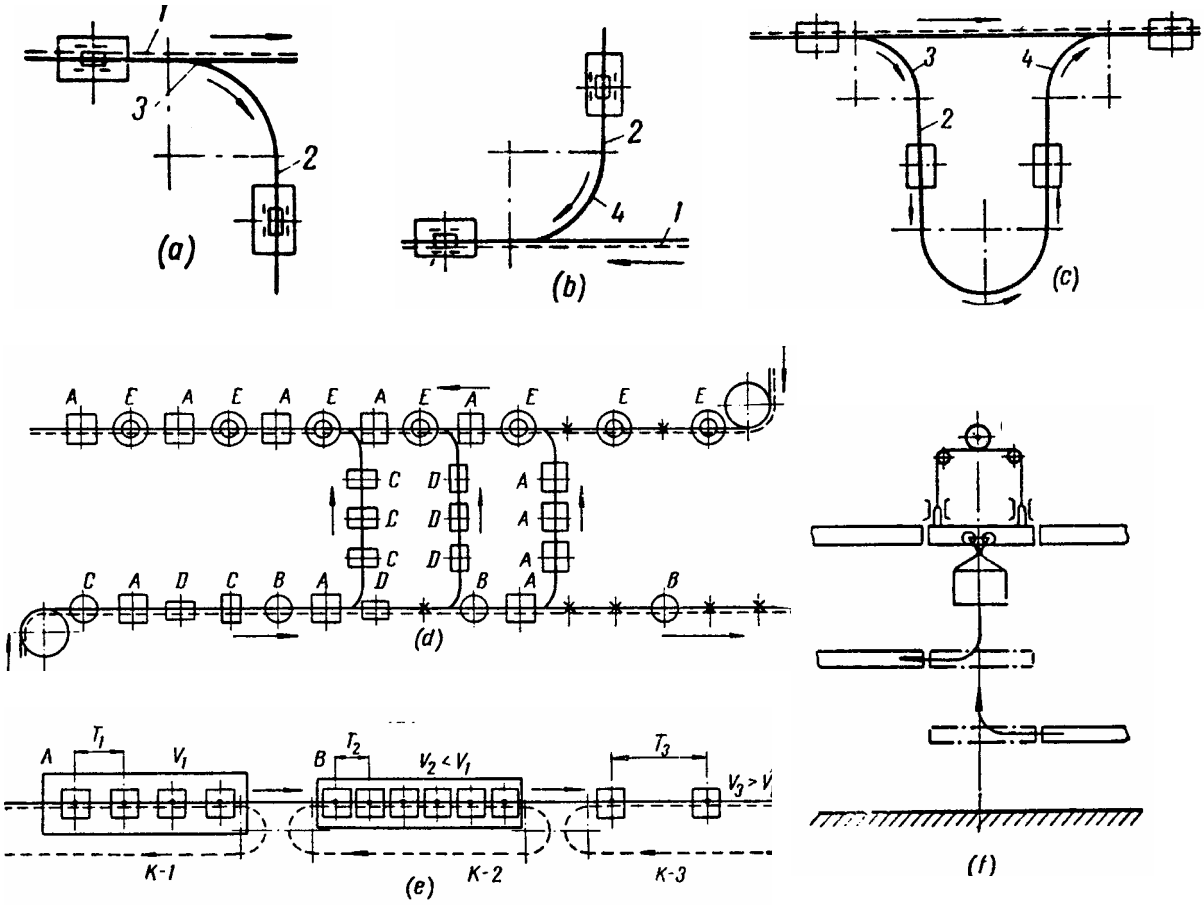
Konveyör zinciri çevrimini sürdürürken canlı veya ölü hat üzerindeki yük tekerleğini durduracak özel düzenekler vardır.

Zincir ve yük rayları adıyla iki ayrı ray çeşidi kullanılması; yük taşıma tekerleklerinin konveyör zincirine sabit olarak bağlı olmayıp ona bağlanıp çözülebilmeleri ve böylece tekerleklerin istenildiğinde durdurulup istenildiğinde diğer raylara gönderilebilmesi gibi özel tasarım biçimleri; değişik zamanlamalı çeşitli taşıma ve süreç sistemlerinin, tam otomatik tek bir sistemde birleştirilmesi için birçok olasılıklar göstermektedir.

Otomatik seçici konveyörler makina yapım ve lastik üretim fabrikalarında, elektroteknik ve radyo teknik işletmelere, tüketim mallan üreten yerlerde ve seri imalat yapan diğer endüstri dallarında yaygın bir biçimde kullanılmaktadırlar.

Çift raylı konveyörler, çok amaçlı konveyörler olup; yükün başka yolla iletimini gerektirmeden, aşağıdaki işlemleri yapabilirler:

- Yük tekerleklerini, ana konveyörün (1) canlı hattından ikinci derecede bir raya canlı ya da ölü (2) yan hattına geçirir (Şekil 13.25a) ve (3) iletim ya da (4) dönüş makasına geri getirir (Şekil 13.25b). Bu olasılık, muayene veya kusurlu parçaların onarılması gibi değişik zamanlamalı süreçlerin konveyör üzerinde yapılmasını; çeşitli yüklerin taşıyıcılar üzerinde ayırımı, ön seçimi ve ara canlı hatta depolanması işlemlerinin yapılmasını mümkün kılar (Şekil 13.25d).
- Yük tekerleklerinin bir canlı hattan, değişik hızlı ve değişik tekerlek aralıklı diğer hatta otomatik olarak iletilmesini sağlar.
- Yük tekerleklerinin düşey düzlemdeki (Şekil 13.25f) dönemeçlerde, değişik düzeçlere iletilmesini gerçekleştirir.
- Konveyör tarafından taşman yüklerin otomatik olarak tartılması ve sayımı mümkün olur.



Şekil 13.25 Yük itme türünde bir konveyörün değişik çalışma durumları

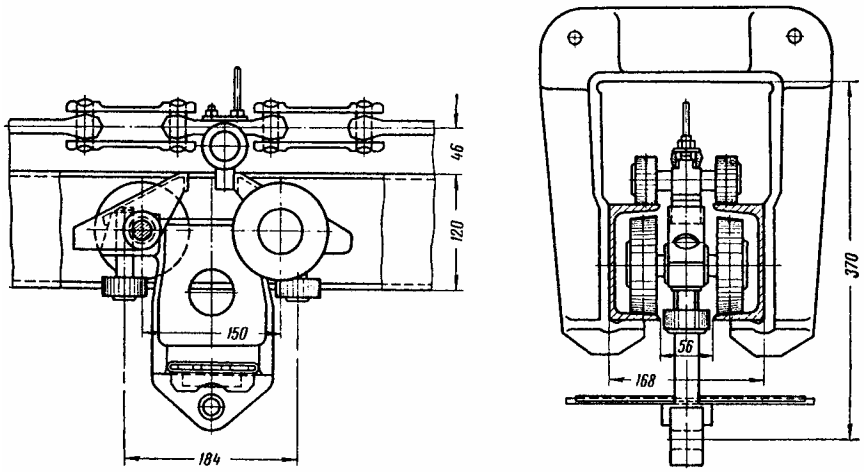
Yük tekerlekleri, raylar, makaslar ve özel düzenekler bakımından çift raylı konveyörlerin elemanları, tek raylı olanlardan değişik değildirler.

Yük askıları, dört tekerlekli ve iki veya dört kılavuz makaralı bir çelik çerçeveden oluşurlar. Tekerleklerin milleri, bu çerçeveye (şasiye) rijit olarak yataklanmışlar ya da her tekerlek çiftine yatay düzlemde belli bir hareketlilik sağlayacak biçimde, mafsallanmışlardır. Kılavuz makaralar, askıyı yük rayı boyunca yönlendirirler ve makaralara geçmesini sağlarlar. Bir askı takımının yük kaldırma kapasitesi, yani bir askı takımının taşıdığı etkin yük, onun ana parametresidir. Bu kapasite 10 - 1250 [kg] arasında değişir.

Zincir rayı hadde köşebentleri ile (Şekil 13.24) yapma profil veya çift T demirinden oluşur. Çift T demiri, 500 [kg] ve daha yüksek yükler için hazırlanmış ağır hizmet askıları için kullanılır. Yük rayı da çift köşebent, kutu kesitli yapma ya da daha çok kullanılan çift U profilinden oluşur. U profilinden oluşması durumunda, askı U profilleri üzerinde ya da onların arasında ilerler.

Hafif ve orta hizmet türü çift raylı askılı konveyörler sanayide başarı ile kullanılmaktadır (Şekil 13.26). Bu tip konveyörlerin zincir ve yük rayları, bir çift U demirinden ya da yapma kutu kesitlerinden meydana gelmişlerdir. Zincir askıları U demirinin üst flanşının üst yüzeyinde, yük askıları ise U demirinin alt flanşının iç yüzeyinde hareket ederler. Rayın bu

biçimdeki bir optimal tasarımı, malzemeden ekonomi sağlar ve konveyör yüksekliği sayesinde maliyetini düşürür.

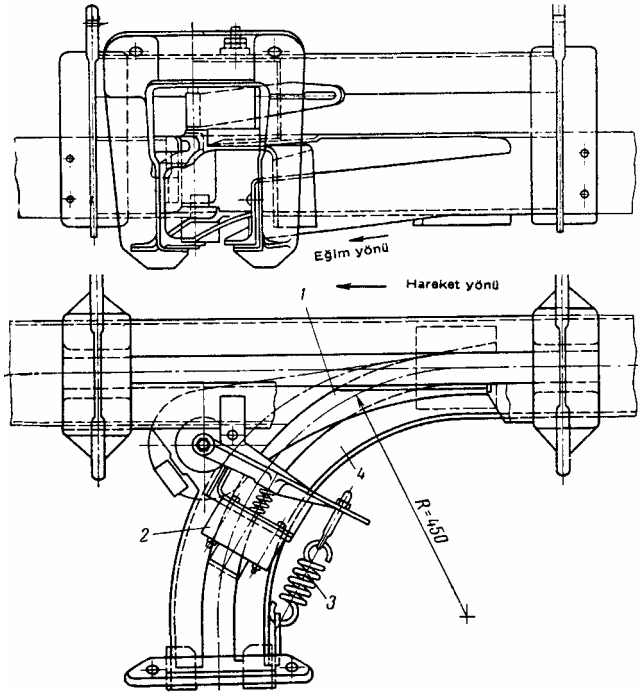


Şekil 13.26 Monoray konveyörün hareketli parçası ve ray bölümü

Şekil 13.27'de görülen eğrisel ray bölümü (iletim makası), bir elektro-manyet ya da basınçlı hava silindiri yardımıyla otomatik olarak devreye girer ve bir yay etkisiyle de ilk durumuna gelir. Yükün ve askının makas aracıyla ana hattan yan hatlara geçirilmesi; eğer yan hatta hafif bir aşağı doğru eğim varsa ağırlıkla olur, eğim yoksa özel itme düzenekleri kullanılır.

Dönüş makasının dili (ucu), askı tekerleğinin kılavuz makaraları aracıyla ana raya birleşir ve askı makarası yardımcı hattan ana hatta, konveyör zinciri üzerindeki serbest iticinin çalıştırdığı özel düzenekler tarafından otomatik olarak kumanda edilen mekanizmalar yardımıyla geçirilir.

Önceden seçmeli ya da otomatik yollamalı adıyla tanınan ve askıları ve yükleri otomatik olarak değişik yanlara ileten konveyörlere, uzaktan ya da yerel olarak kumanda edilebilir. Önceden belirlenmiş bir programa göre gerçekleştirilen uzaktan kumanda, atölyenin veya deponun içindeki bir merkezi kumanda tablosundan yapılır.



Şekil 13.27 Yük itmeli konveyörün çekilir makası

Yerel olarak kumanda edilen bir otomatik önceden seçmeli götürme düzeni, genellikle bir adres kutusu, seçicili ya da duyarlı bir ölçücü, otomatik bir adres yerleştiricisi ve bir adres silici, yani yeni bir adresi yazmadan önce elemanları nötr duruma getiren bir düzeneği içerir. Adres kutusu, yük taşıyan askıya takılır ve üzerindeki adres operatör tarafından ya da otomatik ve butonlu kumandalı bir adresleme düzeneği ile kaydedilir. Ölçücü, yük rayının üzerine ve yan makastan önce yerleştirilir. Ölçücü, geçerken kutudaki adresi okur ve ray makasına, bu adrese karşılık olan kumanda darbesini gönderir.

Ölçücü; mekanik, elektrik veya elektromekanik türleri gibi kontaklı veya fotoelektrik türü gibi kontaksız olabilir. En basit biçimiyle bir elektromekanik seçmeli konveyör düzeni, şu Şekilde yapar: düşey (9) yük çubuğuna geçirilmiş bulunan ve taşıyıcının askı tekerleklerine takılmasını sağlayan (10) çivileri (Şekil 13.24), otomatik bir kurucu tarafından sağa veya sola alınır ya da orta durumda bırakılır. Taşıyıcı ve yük çubuğu ölçücü üzerinden geçerken, ölçücüde bulunan belli sayıdaki limit şalterlerinin kollarına yük çubuğu üzerinde bunlara karşılık olan çiviler tarafından etki edilir. Böylece ilgili limit şalterleri enerji alarak ray makarasını çalıştırırlar.
Çivilerin yük çubuğu üzerinde ve buna karşılık olarak limit şalteri kollarının ölçücü üzerinde sıralanmasıyla her askının ve yükün yörüngesi önceden sıkı sıkıya belirlenebilir. Bir kurmada, dört ile on iki arasında değişen toplam çivi sayısının genellikle iki ya da üçü yer alır. Bu da 6 ile 220 arasında adresin kurulmasına izin verir.

İlkel zincir gerginliği itme çenelerinin bükülmesini önlemek için, genellikle yüksek alınır ($S_o \geq$ 150 - 250 [kg]). Zincir rayının doğrusal bölümlerindeki dirençler (3.37) denkleminden ve yük ile zincir askı tekerlekleri için ayrı ayrı hesaplanır. Canlı yük hattının düşey dönemecindeki zincir gerginliği,

$$S_r = \varphi\left[\varphi S_{r-1} + \left(w'_{ztr} q_o + w'_{ytr} q_y\right) l \pm q_y h\right] \qquad (13.11)$$

dir. Burada

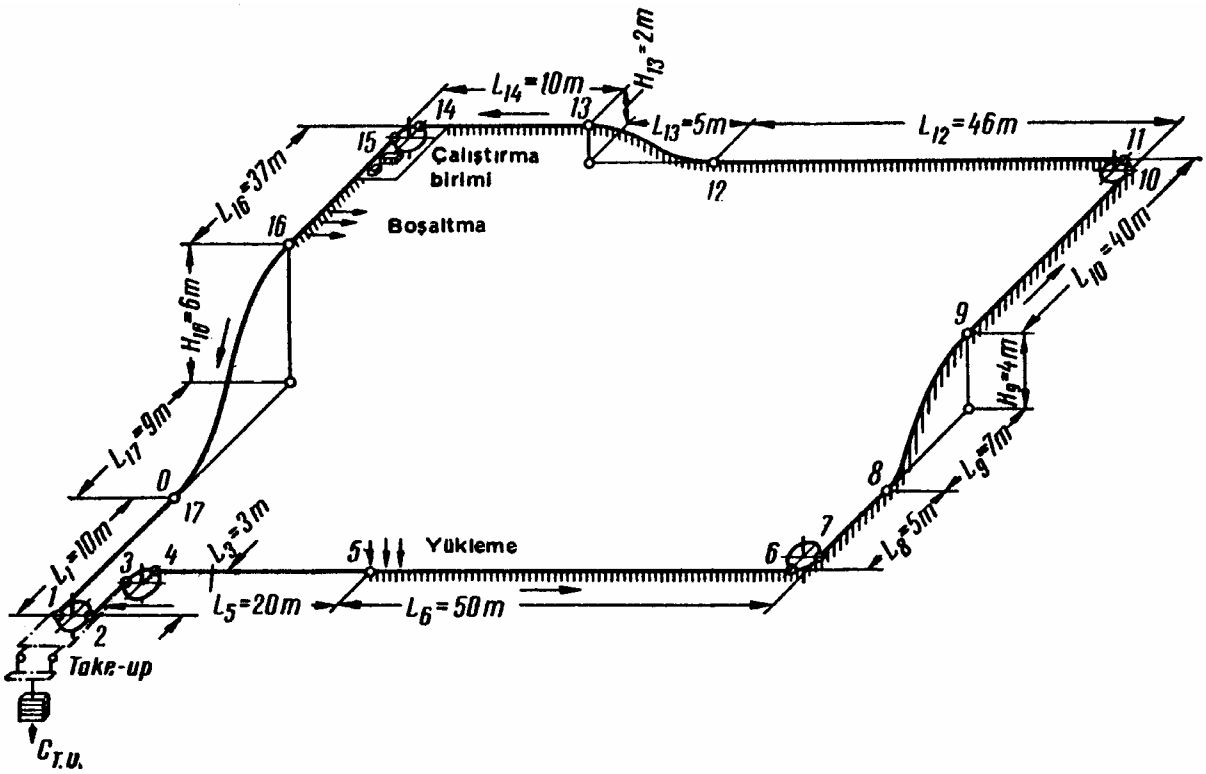
w'_{ztr} Zincir askı tekerleğinin harekete karşı direnci
w'_{ytr} Yük askı tekerleğinin harekete karşı direnci

(13.11) denkleminin son terimindeki artı işareti yukarı doğru, eksi işareti ise aşağı doğru eğimler için kullanılır.

Yukarda tanıtılan çift raylı askılı konveyörlere ek olarak, birleşim askılı konveyörler de vardır. Birleşim askılı konveyörlerde; yük, rayın bir bölümünde taşınır ve öbür bölümünde ise itilir. Ön seçmeli taşıma, yük itmeli ray bölümünde yapılır.

13.5. ASKILI KONVEYÖR HESAP ÖRNEĞİ

Yük taşıyıcı türden bir askılı konveyör, döküm parçalarını temizleme atölyesinden ısıtılmayan bir ambara taşımak üzere tasarlanacaktır. Konveyör hesaplama şeması Şekil 13.28'de verilmiştir. Döküm parçalarının ortalama ağırlığı G = 9 [kg], maksimum boyutları ise 320x200x120 [mm] dir. Konveyörün ortalama taşıma kapasitesi Z_{ort} = 1200 [parça/saat] tir; bu kapasite iki katına çıkarılabilir veya yarıya indirilebilir.



Şekil 13.28 Askılı konveyör hesap şeması

13.5.1. Konveyörün Ana Parametrelerinin Hesabı

İlk yaklaşım olarak, adımı 100 [mm] olan ayrılabilir bir zincir ile bilyeli yataklı askı tekerleklerinden oluşan bir hareketli parçayı göz önüne alınmalıdır. Döküm parçaların, konveyörün hareketi yönünde boyuna taşınmalarının uygunluğunu dikkate alarak taşıyıcı adımını a = 0.6 [m] olarak seçilir. Konveyör rayının düşey dönemeçteki maksimum eğim açısı β_{max} = 35° alınarak (13.3) denklemine göre

$$a\cos\beta_{\max} = 600 \cdot 0.819 = 491 > 380 + 100 = 480 \text{ mm}$$

Yüklerin, D = 831,7 mm çaplı zincir dişlilerini içeren tekerlekli köşelerden, birbirlerine değmeden geçebileceklerini kontrol etmek üzere bir grafik yoklama; taşıyıcılar arasındaki açıklıkların yeterli olduğunu, yani adımın doğru seçildiğini gösterir. İstenen kapasiteyi elde etmek için her taşıyıcıya iki döküm parçası koyulur, yani z = 2 alınır. Konveyörün ortalama hızı

$$v = \frac{Z_{ort}\, a}{3600 z} = \frac{1200 \cdot 0{,}6}{3600 \cdot 2} = 0.1 \text{ m/s}$$

olarak bulunur. Çalıştırma birimine, v hızını 0.05 ten 0.2 [m/s] ve iletim kapasitesini Z_{ort} saatte 600 den 2400 parçaya kadar değiştirmeye izin veren, değiştirme oranı i = 1/4 olan bir hız değiştirici yerleştirilmelidir.

13.5.2. Konveyörün Metresi Başına Ağırlıkların Hesabı

(13.4) denklemine göre boş şeritteki birim ağırlık

$$q_o = \frac{G_{ta}}{a} + \frac{G_{tr}}{t_{tr}} + q_z = \frac{6}{0.6} + \frac{6.5}{0.6} + 4.9 = 25.75 \approx 26 \text{ kg/m}$$

Taşıyıcı başına ağırlığı G_{ta} = 6 kg, tekerlekler arası açıklık $t_{tr} = a$ = 0.6 m ve öz ağırlık G_{tr} = 6,5 kg kabul edilir. Yüklü şeridin metresi başına ağırlık ise (13.5) denkleme göre

$$q_y = q_o + \frac{Gz}{a} = 26 + \frac{9 \cdot 2}{0{,}6} = 56 \text{ [kg/m]}$$

bulunur.

13.5.3. Maksimum Zincir Çekme Kuvveti Hesabının İlk Yaklaşımı

Maksimum zincir çekme kuvveti (13.6) denkleminden

$$\begin{aligned} S_{\max} &\cong S_o K_1 + w'\left(q_y L_y + q_o L_a\right)\left(1 + 0{,}35 K_y\right) + \left(q_y - q_o\right)\left(H_2 - H_1\right) \\ &= 50 \cdot 1.55 + 0.04\left(56 \cdot 200 + 26 \cdot 42\right)\left(1 + 0.35 \cdot 1.55\right) + \left(56 - 26\right)\left(8.5 - 2.5\right) = 914 \end{aligned} \text{ daN}$$

dir. Konveyör yörüngesinin profiline göre; $K_y = 1.025^6 \cdot 1.06^4 \cdot 1.07 = 1.55$ bulunur. Bu durumda uzunluklar aşağıdaki Şekilde hesaplanır.

$$L_y = L_6 + L_8 + L_9 + L_{10} + L_{12} + L_{13} + L_{14} + L_{16} = 200 \text{ m}$$

$$L_a = L_{17} + L_1 + L_3 + L_5 = 42 \text{ m}$$

$$x = 3 \cdot 2 = 6 \quad ; \quad y = 4 \quad ; \quad y_{180} = 1 \quad ; \quad H_2 = 8.5 \text{ m} \quad ; \quad H_1 = 2{,}5 \text{ m}$$

$$H = H_2 - H_1 = H_9 + H_{13} = H_{16} = 6 \text{ m}$$

Direnç katsayıları Tablo 13.2'den ve çetin çalışma koşulları göz önüne alınarak elde edilir. w' = 0.04; φ = 1.025; ξ_{90} = 1.06; ξ_{180} = 1.07 (kaymalı yataklar üzerindeki zincir dişlili tekerlekli köşe) bulunur. Hesapla elde edilen maksimum gerilme (S_{max} = 914 daN) değeri, emniyet yükü 1250 [kg] olan zincirin uygun bir seçim olduğunu göstermektedir.

Tablo 13.2 Askılı konveyörler için ortalama direnç katsayıları

Çalışma koşulları	Eğrisel lineer bölümler w'	Zincir dişlileri veya kasnaklar				Makara takımları λ			Düşey dönemeçler φ		
		Kaymalı yataklar		Rulolu yataklar							
		Dönüş açısı [derece]									
		90	180	90	180	≤30	45	60	≤25	35	45
		Direnç katsayıları									
Uygun	0,02	1,035	1,04	1,02	1,025	1,015	1,02	1,025	1,01	1,015	1,02
Orta	0,025	1,05	1,055	1,025	1,03	1,02	1,025	1,03	1,015	1,02	1,025
Çetin	0,04	1,06	1,07	1,03	1,035	1,025	1,035	1,04	1,02	1,025	1,03

13.5.4. Zincir Çekme Kuvvetinin Kesin Hesabı

Konveyörün çalıştırma birimi, yüklü şeridin en yüksek (14) noktasına (Şekil 13.28) yerleştirilir. Minimum zincir gerginliği, o noktasındaki (17) düşmeden sonra beklenir. Zincir çekme kuvvetinin hesabına, bu noktadan başlayarak zincirin hareketi yönünde devam edilir. $S_o = 50$ daN kabul edilir. Bu durumda çekme kuvvetleri aşağıdaki Şekilde hesaplanır.

$$S_1 = S_o + w' q_o L_1 = 50 + 0.04 \cdot 26 \cdot 10 = 60.4 \text{ daN}$$
$$S_2 = \xi_1 S_1 = 1.07 \cdot 60.4 = 65 \text{ daN}$$
$$S_3 = S_2 + w' q_o L_3 = 65 + 0.04 \cdot 26 \cdot 3 = 68 \text{ daN}$$
$$S_4 = \xi_3 S_3 = 1.06 \cdot 68 = 72 \text{ daN}$$
$$S_5 = S_4 + w' q_o L_5 = 72 + 0.04 \cdot 26 \cdot 20 = 93 \text{ daN}$$
$$S_6 = S_5 + w' q_y L_6 = 93 + 0.04 \cdot 56 \cdot 50 = 205 \text{ daN}$$
$$S_7 = \xi_6 S_6 = 1.06 \cdot 205 = 218 \text{ daN}$$
$$S_8 = S_7 + w' q_y L_8 = 218 + 0.04 \cdot 56 \cdot 5 = 229 \text{ daN}$$
$$S_9 = \varphi_8 \left(\varphi_8 S_8 + w' q_y L_9 + q_y H_9 \right) = 1.025 \left(1.025 \cdot 229 + 0.04 \cdot 56 \cdot 7 + 56 \cdot 4 \right) = 487 \text{ daN}$$
$$S_{10} = S_9 + w' q_y L_{10} = 487 + 0.04 \cdot 56 \cdot 40 = 576.5 \text{ daN}$$
$$S_{11} = \xi_{10} S_{10} = 1.06 \cdot 576.5 = 610 \text{ daN}$$
$$S_{12} = S_{11} + w' q_y L_{12} = 610 + 0.04 \cdot 56 \cdot 46 = 713 \text{ daN}$$
$$S_{13} = \varphi_{12} \left(\varphi_{12} S_{12} + w' q_y L_{13} + q_y H_{13} \right) = 1.02 \left(1.02 \cdot 713 + 0.04 \cdot 56 \cdot 5 + 56 * 2 \right) = 868 \text{ daN}$$
$$S_{14} = S_{13} + w' q_y L_{14} = 868 + 0.04 \cdot 56 \cdot 10 = 890 \text{ daN}$$

Maksimum gerginlik (14) noktasında (S_{14} = 890 daN) elde edilir; bu değer de yaklaşık değerden (S_{max} = 914 daN) ancak %3 farklıdır. (16) ve (15) noktalarındaki zincir gerginliğini bulmak için konveyörün hareket yönüne zıt bir yol izlenerek, yani (0) noktasından başlanarak hesap yapılır.

$$S_{17} = S_o = 50 \text{ daN}$$

$$S_{16} = \frac{1}{\varphi_{17}} \left(\frac{1}{\varphi_{17}} S_{17} - w' q_y L_{17} + q_o H_{16} \right) = \frac{1}{1.025} \left(\frac{1}{1.025} \cdot 50 - 0.04 \cdot 26 \cdot 9 + 26 * 6 \right) = 190 \text{ daN}$$

$$S_{15} = S_{16} - w' q_y L_{16} = 190 - 0.04 \cdot 56 \cdot 37 = 107 \text{ daN}$$

dir. Zincir dişlisindeki çekme

$$W_o = (S_{14} - S_{15})\xi = (890 - 107)1.06 = 830 \text{ daN}$$

$$W_o = S_{ger} - S_{gev} + W_{dön} = S_{14} - S_{15} + k'(S_{14} + S_{15}) = 890 - 107 + 0.05(890 + 107) = 833 \text{ daN}$$

dir. En yüksek hızdaki v_{max} gerekli motor gücü:

$$N = \frac{W_o v_{\max}}{102} = \frac{833 \cdot 0{,}2}{102 \cdot 0{,}6} = 2.72 \text{ kW.}$$

Kurulacak motorun gücü $N = 2.8$ [kW] olacaktır.

Karşı ağırlığın değeri

$$G_{ka} = K(S_{ger} + S_{gev} + W_T) = 1.1(60.4 + 65 + 18) \approx 159 \text{ daN}$$

dir.

13.5.5. Konveyörde Toplam Direnç Katsayısının Hesabı

Taşıma yapan şeridin toplam uzunluğu

$$L = 50 + 5 + \sqrt{7^2 + 4^2} + 40 + 46 + \sqrt{5^2 + 2^2} + 10 + 37 = 201.5 \text{ m}$$

dir. Konveyörün birim yük olarak kapasitesi

$$Q_{\max} = \frac{GZ_{\max}}{1000} = \frac{9 \cdot 2400}{1000} = 21.6 \text{ t/saat}$$

dir. Direnç katsayısı

$$w = \frac{367N - Q_{\max} H}{Q_{\max} L} = \frac{367 \cdot 2.72 - 21.6 \cdot 6}{21.6 \cdot 201.5} = 0.2$$

olarak hesaplanır.