

BÖLÜM 9.

RULOLU KONVEYÖRLER



9.1. GİRİŞ VE RULOLU KONVEYÖRLERİN ANA TÜRLERİ

Rulolu konveyörler; ingotlar, levhalar, döküm-potaları, rulo halindeki mallar, borular, kütükler ve sandıklar gibi parça mallan yatay ve aşağı veya yukarı doğru hafif eğimli rulolu yollar üzerinde taşımaya yararlar. Mallar, konveyör şasisi üzerine düzgün aralıklarla yerleştirilmiş rulolar üzerinde iletilirler. Taşınacak malların düzgün bir tabana, boyuna ve düz bir kaburgaya sahip olmaları gereklidir. Bu tip konveyörlerde köşeli veya silindirik mallar da taşınabilir. Yumuşak kaplardaki, düzgün olmayan Şekilli ve küçük boyutlu mallar, ancak tablalar veya sandıklar içine konarak taşınabilirler. Bu durumlarda, boş kap yükleme noktasına geri getirilir.

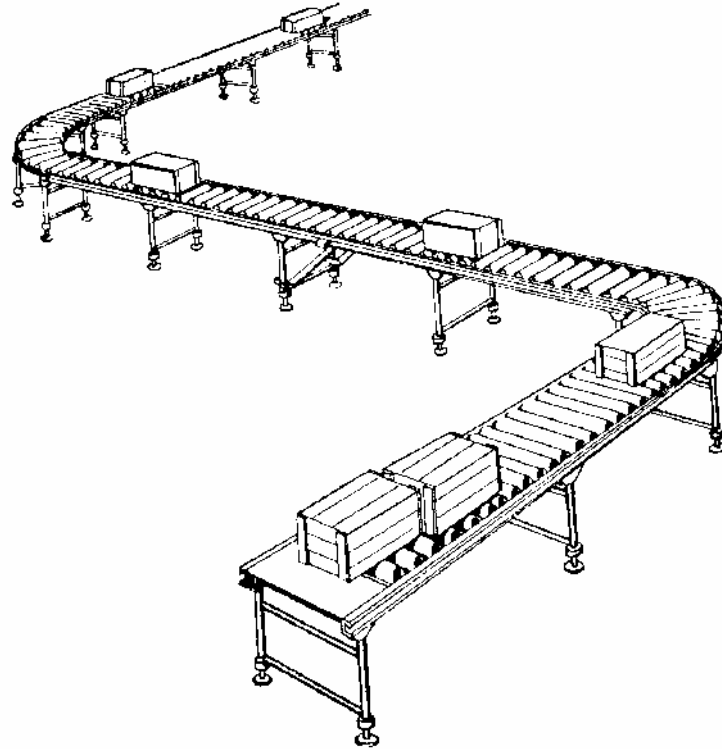
Çalışma biçimine göre rulolu konveyörler, *güç alan rulolu konveyörler* veya *avara rulolu konveyörler* diye ikiye ayrılırlar. Güç alan konveyörlerin ruloları bir motor tarafından kendi eksenleri çevresinde döndürülürler. Hareket, iletilen mala sürtünme aracılığıyla iletilir. Avara rulolu konveyörlerde ise, kuvvet doğrudan doğruya yüke uygulanır ve rulolar, konveyör yatağı boyunca öteleme hareketi yapan yükün sürtünmesiyle dönerler. Hareket ettirici kuvvet yüke belli aralıklarla yerleştirilmiş kenet, çubuk veya itme parçalı sonsuz zincir ve halat gibi elemanlar aracılığıyla aktarılır. Avara rulolu konveyörler genellikle ağırlığın düşük değerdeki sürtünme kuvvetini yenmesine yeterli hafif bir eğime sahip bulunurlar. Bunlara *ağırlık konveyörleri* de denir.

9.2. AVARA RULOLU KONVEYÖRLER

9.2.1. Avara Rulolu Konveyörlerin Konstrüksiyonları ve İşlevleri

Bir avara rulolu konveyör; (Şekil 9.1) rulolar, şasi ve sehpa veya köprüden oluşur. Basit tasarımı, hafif ve kolay imalatı bu konveyörü; mekanik atölyelerde, özellikle parçaları bir işlem noktasından diğerine ve sonunda ambara ve yükleme yerine ileten ve hat üretimi yapan dökümhanelerde geniş ölçüde kullanılan bir taşıma aracı yapmıştır.

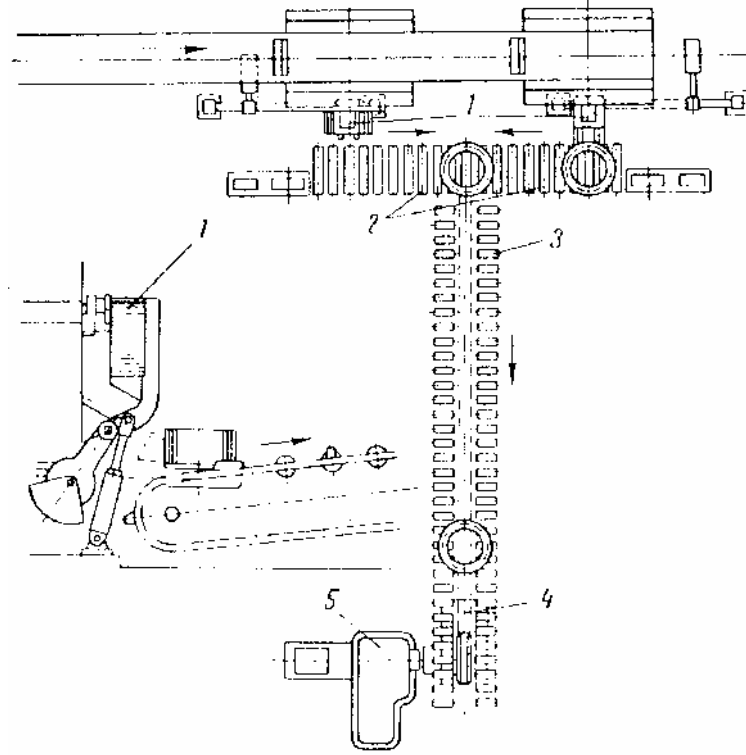
Yükün hareketini kolaylaştırmak için bu tip konveyörler % 1 – 1.5 eğimle yerleştirilirler. Bu eğim miktarı (1 [m] uzunlukta 1.5 - 3 [cm] lik düşüş) yükün, rulolar üzerinde kendi ağırlığı ile ilerlemesini sağlar.



Şekil 9.1 Avara rulolu konveyörlerin genel görünüşü

İş yeri koşulları konveyöre bir eğim verilmesine izin vermiyorsa, yükü rulolar üzerinde yürütmek için ayrı bir düzenek kullanılabilir. Şekil 9.2’de, iki rulo yolu arasında çalışan kenetli bir sonsuz zincir gösterilmektedir. Sürekli bir hadde tezgahında üretilen çelik levha ruloları (1) sarma silindiri aracılığıyla (2) kısa (enine) konveyörlerine iletilir. Buradan da çift

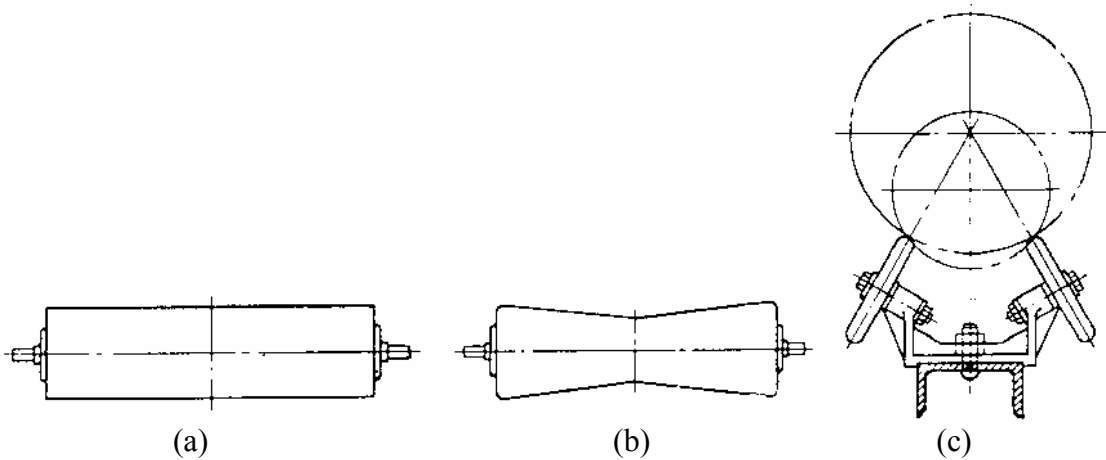
sıra rulolu ve yukarı doğru eğimli (3) konveyörüne geçerler. Bu konveyörde boyuna hareket, kenetlerle donatılmış (4) zinciri aracılığıyla sağlanır.



Şekil 9.2 Rulolu konveyör sistemi

9.2.2. Avara Rulolu Konveyörlerin Parçaları

Avara konveyörlerin silindirik ruloları genellikle çelik borulardan yapılır ve döküm veya preste basılmış flanşlarla donatılır (Şekil 9.3a). Rulolarda genel olarak bir mil ve bu milin iki başına geçirilmiş sızdırmaz bilyeli yataklar bulunur. Özel V-tipi rulolar (Şekil 9.3b); eğimli boru veya tekerlek rulolar, (Şekil 9.3c) borular ve yuvarlak çelikler gibi silindirik malları kılavuzlamaya yararlar.



Şekil 9.3 Rulolu konveyörler için rulo tipleri

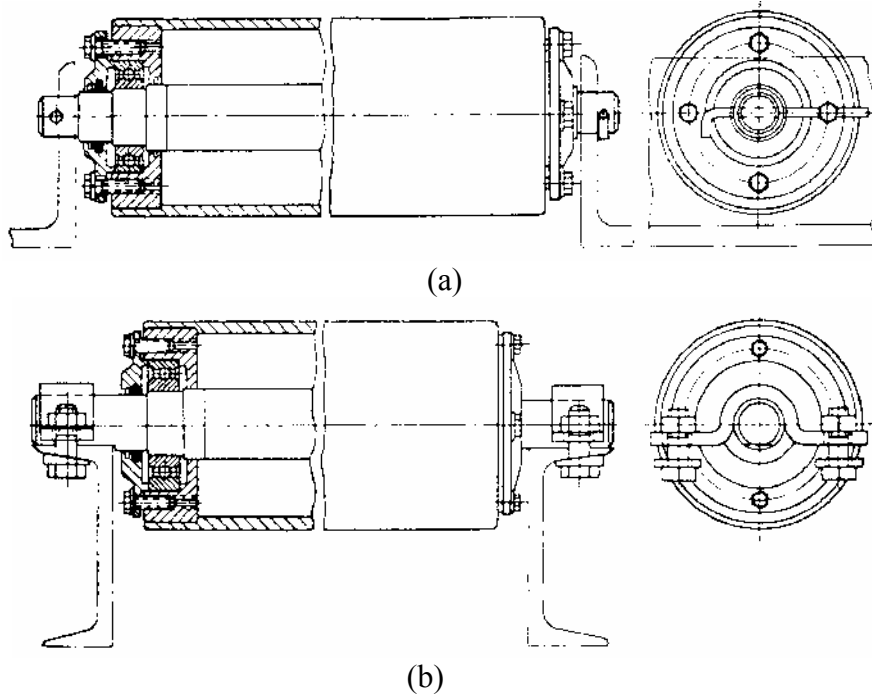
Boru ruloların yüzeyleri kaba veya işlenmiş olabilir. Yüzeyleri işlenmiş rulolar yükü düzgün bir şekilde taşırlar. Bu bakımdan, döküm kalıpları gibi sarsıntıya karşı duyarlı malların taşınmasında kullanılmaları önerilir. İşlenmemiş rulolar 65, 76, 108 ve 159 [mm] çaplarında yapılırlar. Taşınacak yük ağırlaştıkça, rulo çapları da büyütülür. Böylece, ruloların dayanımı yükseltilmiş ve harekete karşı dirençleri düşürülmüş olur. Yüzeyleri işlenmiş ruloların nitelikleri Tablo 9.1’de verilmiştir.

Tablo 9.1 Avara konveyör rulolarının özellikleri

Rulo Parametreleri	Rulo Tipi		
	Orta	Ağır	Çok Ağır
Rulo başına max. yük [kg]	600	1200	2500
Tavsiye edilen max. yük [kg]	300	600	1200
Rulo çapı [mm]	73	105	155
Yataklarda mil çapı [mm]	20	30	45
Rulo Uzunluğu [mm]	Dönen Parçaların Ağırlığı [kg]		
300	3.4	6.4	15.8
400	4.2	7.8	19.8
500	5	9.2	21.5
600	5.7	10.6	24.4
700	6.5	12	27.3
800	7.3	13.4	30.2
1000	8.8	16.3	35.9
1200	-	-	41.7

Ruloların boylan, taşınan malların genişliğine bağlı olup aynı genişlikte veya 50 - 100 [mm] fazla olarak imal edilirler.

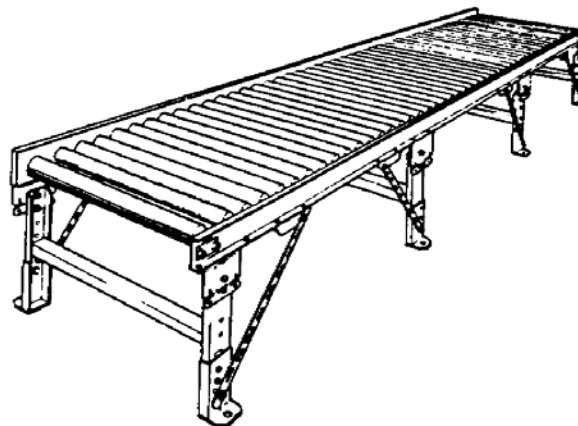
Rulolu konveyörlerin şasileri uygun çelik köşebent ya da U profilden (ağır tiplerde) yapılır (Şekil 9.4a). Rulo milleri köşebent flanşında açılan yarıktaki tutulur ve bir kilitleme pimi ile dönmeleri engellenir. Bu kilitleme pimleri yuvarlak tellerden yapılır ve üç komşu rulo milinin deliğine sokularak şasiye kenetlenirler (Şekil 9.4b).,



Şekil 9.4 Konveyör ruloları

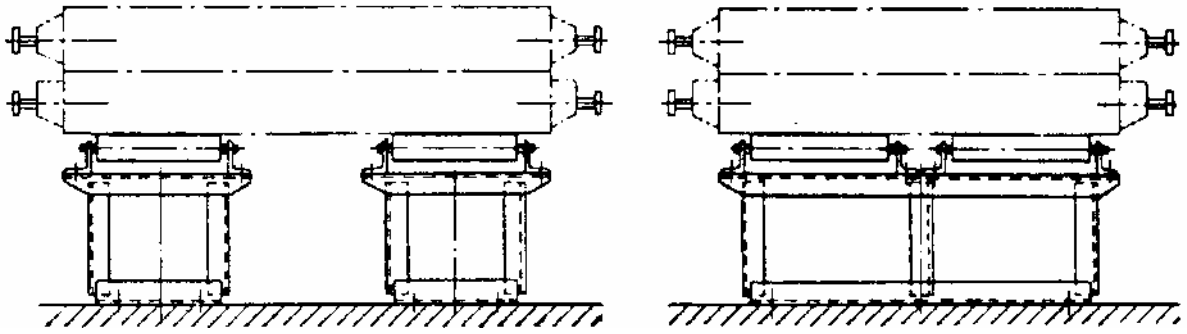
Rulo adımı, iki komşu rulo eksenleri arasındaki uzaklık olarak tanımlanır ve taşınan yükün boyuna ve ağırlığına bağlıdır. Konveyör boyunca hareket eden yük, her an en az iki rulo üzerine binmesi gerekir. Pratikte rulo adımı, yük uzunluğunun $1/3$ ü olarak alınır. Sarsıntıya dayanıklı olmayan yüklerde bu değer, yük uzunluğunun $1/4 - 1/5$ i kadardır. Rulo başına maksimum tasarım yükü, yükün $0,7$ si olarak alınır.

Sehpalar genellikle boru veya çelik profilden yapılır. Yükseklik, uygun bir taşıma yapacak biçimde, yani taşınan malın yüksekliğine ve boyutlarına bağlı olarak seçilir. Ağırlık konveyörlerinin sehpaları düzgün yükseklikte değildir; konveyöre gerekli eğimi verecek şekilde seçilmişlerdir (Şekil 9.5). Taşınabilir konveyörler çoğu kez teleskopik sehpalara sahiptirler.



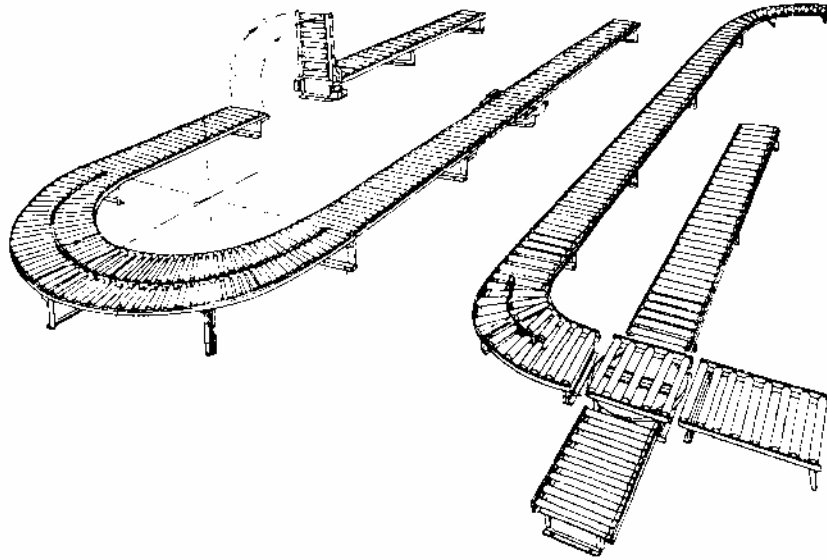
Şekil 9.5 Sehpalı rulolu konveyörler

Bunlar, konveyör şasisinin uygun eğime ayarlanmasını sağlarlar. Geniş ve ağır yükler için tek ya da çift şasili ve çift sıra rulolu konveyörler kullanılır (Şekil 9.6).



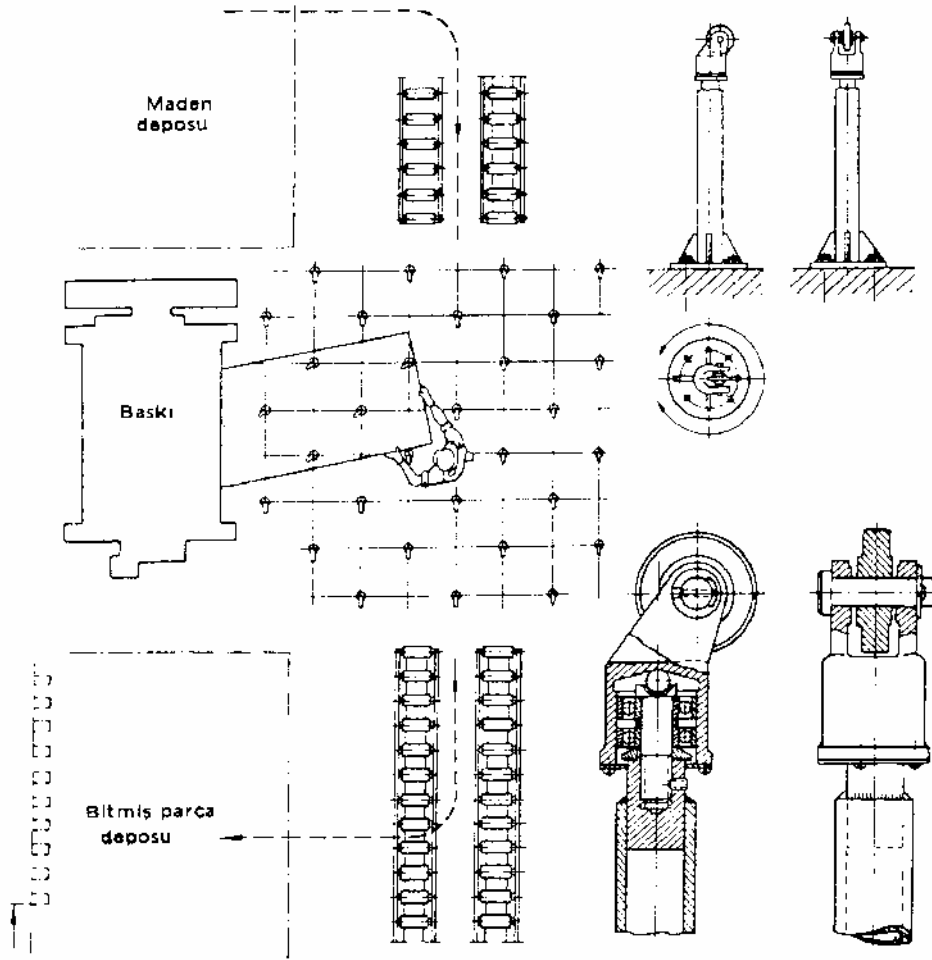
Şekil 9.6 Çift sıralı bir rulolu konveyörün enine kesiti

Konveyörlerin eğrisel bölümlerindeki rulolar radyal olarak yerleştirilirler. Yük bu bölümlerde, ruloların ek radyal kaymasının doğurduğu artan dirence karşı hareket eder. V-rulolarda bu ek sürtünmenin doğurduğu ek direnç daha azdır. Ancak, bunların imali güç ve ağır olduğundan seyrek olarak kullanılırlar. Borudan yapılmış rulolarda eğrisel bölümlerdeki ek direnci azaltmak için genellikle bu bölgelere yer alan rulolar çift sıralı yapılırlar (Şekil 9.7). Dışarıdaki rulolar içerdekilerden daha yüksek açısal hızla bir yükün altında dönerler ve bu nedenle yükün radyal kayması azalır.



Şekil 9.7 Avara rulolu konveyörler

Yükün birbiriyle açısı yapan iki masura yolundan birinden diğerine geçirilmesi için döner tablalar kullanılır (Şekil 9.7). Bir konveyör hattından geçit açmak için kaldırılabilir menteşeli bir bölüm yapılır. Yükü birçok doğrultuda hareket ettirmek gerektiğinde tekerlek makaralar kullanılır (Şekil 9.8). Bu makaralar kolaylıkla yükün doğrultusunu alırlar, ayrıca döner tabla yerine de kullanılırlar.



Şekil 9.8 Döner kafalı tekerlek makaralar

9.2.3. Avara Rulolu Konveyörlerin Hesabı

Bir yükün, sabit eksenler çevresinde dönen masuralar üzerindeki hareketi, bir yuvarlanma hareketidir. Harekete karşı direnç, yükü rulolar arasındaki sürtünme ve bilyalı yataklardaki kayma veya yuvarlanma sürtünmesinden meydana gelir. Rulolar üzerindeki yüklere karşı direnç katsayısı

$$w' = \frac{\mu d + 2k}{D} \quad (9.1)$$

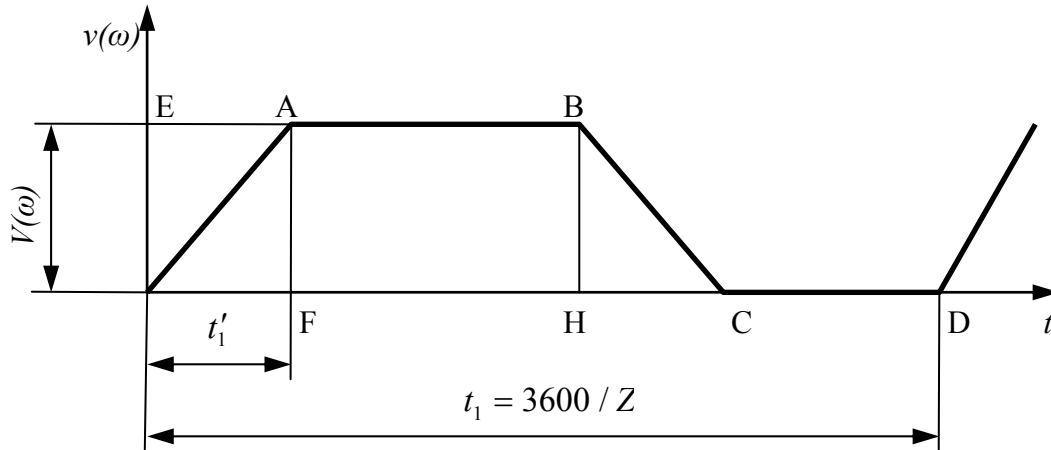
olarak ifade edilir. Burada:

μ	Rulonun D [cm] çapındaki muylusuna indirgenmiş sürtünme katsayısı
k	Rulolar üzerindeki yükün yuvarlanma sürtünme katsayısı [cm]
D	Rulo çapı [cm]

Daha sonra, yatay bir konveyörde yükü rulo yatağı (kızak) boyunca götürecek W kuvveti ile bir ağırlık konveyöründe gerekli β eğim açısını hesaplanır.

Konveyör ruloları, üzerlerinden geçen yük tarafından döndürülürler. Yük ruloyu geçer geçmez -eğer bir ikinci yük hemen arkasından onu izlemiyorsa- yataklardaki sürtünme, dönme yavaşlatacak ve ikinci yük gelinceye kadar durduracaktır.

Rulonun bu durum için çevresel ve dolayısıyla açısal hızını gösteren diyagram Şekil 9.9'da verilmiştir. t'_1 başlangıç anında, yani çevresel hızın henüz yükün öteleme hızına v varmamış bulunduğu zaman içinde (v yük öteleme hızı sabit kabul edilirse) yük, rulo üzerinde hem kayar hem de yuvarlanır.



Şekil 9.10 Avara rulolu konveyörde dönme hızı diyagramı

Üzerinde yürüyen yükün yarattığı düzgün kayma sürtünme kuvvetinin etkisi altında rulonun ivmesi, OA doğrusu ile gösterilebilir (Şekil 9.9). Bundan sonra yük masurayı sabit v çevresel hızıyla çevirmeğe başlar (AB çizgisi). Bundan sonraki evrede, yani yükün rulo üzerinden geçmesinden sonra, rulo yavaşlar (BC) ve en sonunda hareketsiz kalır. Bu hareketsizlik izleyen yükün aynı hareketi tekrarlamasına kadar sürer (CD) ve sonra çevrim yeniden başlar. Bir saatte taşınan yük sayısı Z ise çevrim süresi $t_1 = 3600 / Z$ [s] dir.

Masura üzerindeki yükün ağırlığı G' ve kinetik sürtünme katsayısı μ_o ise; rulonun hızlanması sırasında, yük ile rulo arasında doğan sürtünme kuvveti $G' \mu_o$, bu kuvvetin aldığı yol $v t'_1$ (Şekil 9.8 OFA alanı) ve yaptığı iş $G' \mu_o v t'_1$ olacaktır. Bu periyot boyunca, rulo çevresindeki herhangi bir noktanın aldığı yol $vt'_1/2$ (OFA alanı), kayma kuvvetinin yolu ise yine $vt'_1/2$ dir (OEA alanı). Buradan, yapılan işin yarısının sürtünmeyi yenmeye diğer yarısının da ruloya kinetik enerji vermeye harcanmakta olduğu anlaşılmaktadır. Bir başka deyimle; yükün yaptığı iş, rulo kinetik enerjisinin 2 katıdır ($2A$). Dönen parçalarının ağırlığı P olan (Tablo 9.1) bir rulo için:

$$A = K \frac{PV^2}{2g} \quad [\text{kgm}] \quad (9.2)$$

dir. Burada:

g Yerçekimi ivmesi [m/s^2]
 K Rulonun hareketli parçalarının tümünün çevrede olmamasını dikkate alan katsayı < 1 . Pratikte $K = 0.8 - 0.9$ arasında alınır.

G ağırlığındaki bir yükün rulolu konveyör üzerindeki hareketine karşı direncin tümü şu bölümlerden oluşmaktadır:

(1) Yükün rulolar üzerindeki yuvarlanmasına karşı direnç:

$$W_1 = G \frac{2k}{D} \quad (9.3)$$

(2) Rulo muylularındaki sürtünme direnci. Yük z' rulo tarafından taşınıyorsa sürtünme kuvveti:

$$W_2 = (G + pz') \frac{\mu d}{D} \quad (9.4)$$

(3) Yükün rulolar üzerinde kaymasından doğan direnç ve rulolara kinetik enerjinin aktarılması. Bir rulo için yapılan iş $2Az$ [kgm] olduğundan z rulolu bir konveyörde toplam iş $2Az$ olacaktır. L uzunluğundaki (taşıma yolu uzunluğu) bir konveyörde sürtünme kuvveti:

$$W_3 = \frac{2Az}{L} = K \frac{pzv^2}{gL} \quad (9.5)$$

Yükün hareketine karşı toplam direnç veya avara rulolu bir yatay konveyörde yükün taşınabilmesi için gerekli kuvvet:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = G \frac{2k}{D} + (G + pz') \frac{\mu d}{D} + K \frac{pzv^2}{gL} \quad (9.6)$$

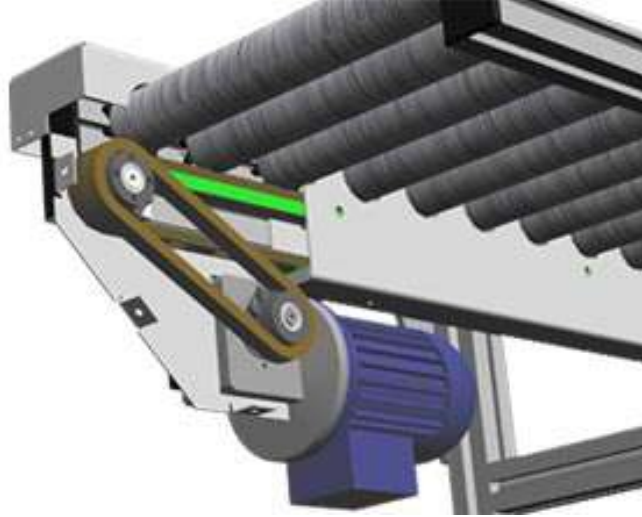
olur. (9.6) eşitliğinden, yükün hareketine karşı w direnç katsayısını (ağırlık konveyörlerinde gerekli β eğim açısının tanjantı) elde edilir.

$$w = \tan \beta = \frac{W}{G} = \frac{2k}{D} + \left(1 + \frac{1}{G} pz'\right) \frac{\mu d}{D} + K \frac{pzv^2}{gLG} \quad (9.7)$$

9.3. GÜÇ ALAN RULOLU KONVEYÖRLER

9.3.1. Güç Alan Rulolu Konveyörlerin Konstrüksiyonları ve İşlevleri

Güç alan rulolu konveyörlerin, avara rulolu konveyörlerden başlıca farkı; ruloların motor ve aktarma organları aracılığıyla döndürülmesidir (Şekil 9.10).



Şekil 9.10 Güç alan rulolu konveyör

Güç alan rulolu konveyörler en çok haddehanelerde kullanılırlar. Bitmemiş malı haddelere beslemek ya da haddelerden makaslara, testerelere, soğutma ve düzeltme makinalarına ve bitmiş malları ambarlara iletmek gibi işleri yaparlar. Bu tür konveyörler *süreç* ya da *taşıma* işlemleri için kullanılırlar. Süreç işlemleri için kullanılanlar doğrudan doğruya hadde tezgahının önüne yerleştirilmişlerdir. İş parçasını, haddeler arasında taşıma işlemlerini yaparlar. Taşıma işlemleri için kullanılanlar konveyörler ise malı atölye içinde taşırlar.

Süreç konveyörleri, hareket yönü değişen geri dönüşlü haddelerde çok sık kullanılırlar. Taşıma konveyörlerinde ise masuraların hareketi uzun bir süre için tek yönlüdür.

9.3.2. Güç Alan Rulolu Konveyörlerin Parçaları

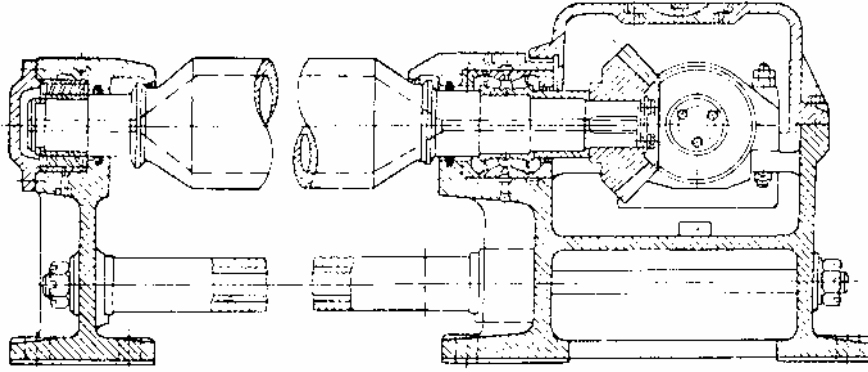
Hadde makinalarının, güç alan konveyör ruloları büyük ölçüde darbeli yüklerle ve yüksek sıcaklıklarla maruzdurlar (özellikle süreç konveyörlerinin ruloları). Bu nedenle, avara konveyörlere göre daha dayanıklı yapılmalıdırlar. Yani daha büyük çaplar ve et kalınlıkları gerekmektedir. Aynı zamanda, hareketi ve durdurmayı kolaylaştırmak için, atalet momentlerinin küçük olması istenir. Bu da çap ve et kalınlığı uygun sınırlar içinde tutulmasını gerektirir.

Yassı malzeme, kütük ve kalın levha haddelerinin süreç konveyörlerinde rulo çapı 400 - 600 [mm] ve daha fazla, taşıma konveyörlerinde ise 350 - 400 [mm] dir. Orta ve alçak düzeydeki levha malzeme haddelerinde rulo çapları 250 - 350 [mm] olarak imal edilirler.

Rulo adımı, yük en az iki rulo tarafından taşınacak ve taşınan malın ağırlığından meydana gelen sarkma en aza indirilecek biçimde ayarlanır. Bunu, güç alan rulolar arasına avara rulolar yerleştirilerek sağlamak mümkündür. Güç alan konveyörler çoklu veya bağımsız bir döndürme (tahrik) düzeniyle donatılabilirler.

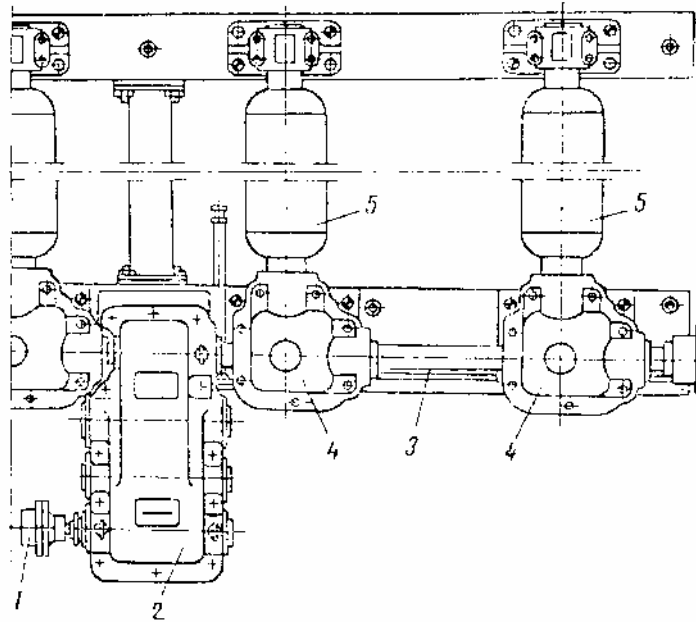
Çoklu döndürmede hareket, genellikle boyuna bir mil ile konik dişli çifti aracılığıyla rulolara aktarılır. Hafif hizmet tipi güç alan rulolu konveyörlerin ruloları hareketi rulo muylularına yerleştirilmiş zincir dişlileri üzerinde dönen bir zincirden alırlar. Çok hafif hizmet tipi konveyörlerde ise hareketin iletimi, bir döndürme kayışının sürtünmeyle harekete geçirdiği ek sürtünme ruloları aracılığıyla olur.

Bir kütük haddesine ait taşıma konveyörünün, kapalı bir döküm hücreye yerleştirilmiş konik dişli aktarma düzeni aracılığıyla döndürülen içi oyuk merdanesi Şekil 9.11’de görülmektedir. Merdane, rulo bilyalı yataklar üzerinde döner. Milin bir ucunda yivli silindirik rulolu bir yatak, diğer ucunda ise eksenel yükleri alan konik rulolu çift sıralı yatak vardır. Konveyör şasisi, yüksek dayanımlı çelik dökümdendir.



Şekil 9.11 Döndürmeli dövme merdane

Çoklu döndürmeli ağır hizmet tipi ve dövme merdaneli bir taşıma konveyörünün görünüşü Şekil 9.12’de verilmiştir. Burada (1) motor milini, (2) redüktörü, (3) boyuna mili, (4) konik dişli güç aktarmasını ve (5) merdaneleri göstermektedir.



Şekil 9.12 Çoklu tahrikli taşıma konveyörü

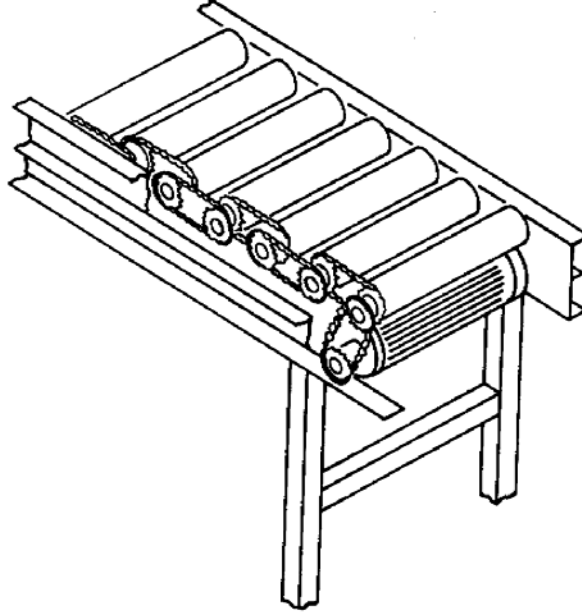
9.3.3. Güç Alan Rulolu Konveyörlerin Hesabı

9.3.3.1. Taşıma konveyörünün hesabı

Şekil 9.13’de görülen güç alan bir konveyörün ruloları, üzerlerinden bir yük geçip geçmemesine bağlı olmaksızın sürekli olarak dönerler. D çapındaki bir yüksüz rulonun dönerken karşılaştığı direnç katsayısı,

$$w'_1 = \frac{\mu d}{D} \quad \text{dir.} \quad (9.8)$$

Burada μ , d muylu φ apına indirgenmiş yatak sürtünme katsayısıdır.



Şekil 9.13 Güç alan rulolu konveyör

Q [t/saat] tasarım kapasitesinde (besleme düzensizliği dikkate alınmıyor); L metre boyunda (yatay izdüşümü L_{yat}), H [m] kaldırma yüksekliğinde, dönen parçaların her birinin ağırlığı g [kg] olan z rulodan meydana gelen ve üzerindeki yük v [m/s] hızla yürüyen bir rulolu taşıma konveyörü için gerekli motorun gücü

$$N = \left(\frac{QH}{367} + \frac{QL_{yat} w'}{367} + \frac{zpw'_1 v}{102} \right) \frac{1}{\eta_g} \quad [\text{kW}] \quad (9.9)$$

dir. Burada

- w' Taşınan G ağırlığındaki yüke karşı direnç katsayısı. Denklem (9.1)
- w'_1 Rulonun p_1 ağırlığındaki dönen parçalarına karşı direnç katsayısı. Denklem (9.8)
- η_g Döndürme mekanizmasının verimi

Konveyörün eğim açısı, daima rulolar üzerindeki yükün sürtünme açısından küçük olacaktır. Yatay bir konveyör için $H = 0$ ve $L_{yat} = L$ alındığında

$$N = \left(\frac{QLw'}{367} + \frac{zpw'_1 v}{102} \right) \frac{1}{\eta_g} \quad [\text{kW}] \quad (9.10)$$

elde edilir. Eğer yükün G ağırlığı [kg] ile saatte geçen Z parça sayısı verilmişse (9.10) eşitliği

$$N = \left(\frac{GZLw'}{367 \cdot 1000} + \frac{z p w'_1 v}{102} \right) \frac{1}{\eta_g} \quad (9.11)$$

şeklini alır. Düzgün olarak beslenen yükler arasındaki aralık,

$$t = \frac{3600}{Z} \quad [\text{s}] \quad (9.12)$$

dir. Yükün konveyör üzerinde yürüme zamanı,

$$T = \frac{L}{v} \quad [\text{s}] \quad (9.13)$$

dır. Konveyör üzerinde aynı anda yürüyen yük sayısı ise,

$$Z_o = \frac{T}{t} = \frac{ZL}{3600v} \quad [\text{parça}] \quad (9.14)$$

olur. Yatay bir konveyör için gerekli motor gücü,

$$N = \frac{(Z_o G w' + z p w'_1) v}{102 \eta_g} \quad [\text{kW}] \quad (9.15)$$

olur. Bazen saatte taşınan yük birimi sayısı $Z_o < 1$ olabilir. Bu durumda gerekli güç (9.15) denkleminde, $Z_o = 1$ alınarak hesaplanır.

Bir ruloya aktarılan maksimum moment, eğer yük aynı zamanda z_o rulo tarafından taşınıyor ve yükün ağırlığı bu masuralar üzerinde bir K_l ($K_l > 1$) düzgünsüzlük katsayısı ile dağıtılıyorsa,

$$M' = \left(\frac{K_l G w'}{z_o} + p w'_1 \right) \frac{D}{2} \quad (9.16)$$

ile hesaplanır.

9.3.3.2. Manevra yapan süreç konveyörünün hesabı

Geri dönüşlü bir levha haddesindeki süreç konveyörlerinin ruloları en yüksek hızla dönüş yönünü değiştirmek (sıcak madene mümkün olan en çabuk biçimde manevra yaptırmak) zorunda bulunduklarından, dinamik kuvvetlerden ileri gelen ek direnç hesaba katılmalıdır. Aynı zamanda, rulo çevresindeki j maksimum ivmesi de belli sınırlar içinde tutulmalıdır. Böylece sürtünmeyle hareket eden G yükünün, rulolar üzerinde kaymadan yuvarlanması sağlanmış olur. Yükle rulo arasındaki statik sürtünme katsayısı μ_o ise bu durumda,

$$G \mu_o \geq \frac{G}{g} j \quad (9.17)$$

dir. Rulo çevresindeki maksimum ivme $j_{\max} = \mu_o g$ alındığında rulonun maksimum açısal hızı

$$\varepsilon r_{\max} = \frac{2j_{\max}}{D} = \frac{2\mu_o g}{D} \quad (9.18)$$

değerini alır. Rulonun, mili üzerine yerleştirilmiş bir motorla bağımsız olarak döndürüldüğü durumda D maksimum açısal ivme $\varepsilon r_{\max}$ ise ve $D/2$ yarıçaplı her rulo üzerindeki yük kütlelerinin atalet momentini $K_1 G / z_o g$ [denklem (9.16)] olarak alırsak, motor mili üzerindeki maksimum moment:

$$M = M_{st} + M_{din} = M' + \left(J_r + J_m + \frac{K_1 G D^2}{z_o g 4} \right) \varepsilon r_{\max} \quad (9.19)$$

olarak hesaplanır. Burada

$$\begin{aligned} J_r \text{ ve } J_m & \quad \text{Rulo ve motorun atalet momentleri} \\ M_{st} = M' & \quad (9.16) \text{ denklemden hesaplanan statik moment} \end{aligned}$$

Çoklu döndürmeli bir konveyörün bütün z ruloları, aynı anda harekete geçirilirler. Rulo milindeki statik moment [Denklemler (9.15), (9.8) ve (9.1)]:

$$Mr_{st} = (Gw' + zp w'_1) \frac{D}{2} = Gk + (G + zp) \frac{\mu d}{2} \quad (9.20)$$

dir. Motor mili ile rulo arasındaki hız değiştirme oranı i ve güç aktarma dişlisinin verimi η_g ise motor milindeki statik moment,

$$M_{mst} = \frac{M_{rst}}{i \eta_g} \quad (9.21)$$

olacaktır. Atalet kuvvetlerini hesaba katan dinamik moment ise [denklem (9.19)]:

$$M_{mdin} = \left[\left(J_r Z + \frac{GD^2}{4g} \right) \varepsilon_r \frac{1}{i \eta_g} + J_m \varepsilon_m \right] C \quad (9.22)$$

dir. Burada $\varepsilon_m = i \varepsilon_r$ alınır. $C > 1$ ise güç aktarma organının kütlesini hesaba katan bir katsayıdır. Genellikle $C \approx 1$ alınmaktadır. Motor gücünün maksimum kalkış değeri onun kalkış karakteristiğine bağlıdır.

Kalkış periyodu süresince ivmenin sabit kaldığı, yani açısal ivmenin doğrusal olduğu kabul edilirse, n_m [d/dak] ile dönen bir motorun maksimum kalkış gücü, (9.21) ve (9.22) denklemlerinden hesap edilen sırasıyla M_{mst} ve M_{mdin} momente değerleri yazıldığında

$$N'_{\max} = \frac{(M_{mst} + M_{mdin}) \pi n_m}{102 * 30} \quad [\text{kW}] \quad (9.23)$$

ile hesaplanır.