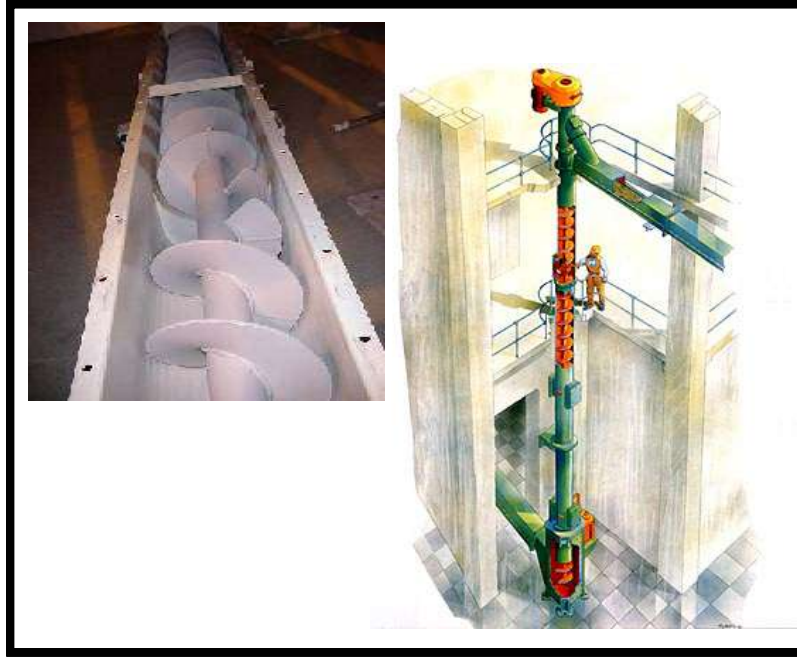


BÖLÜM 8.

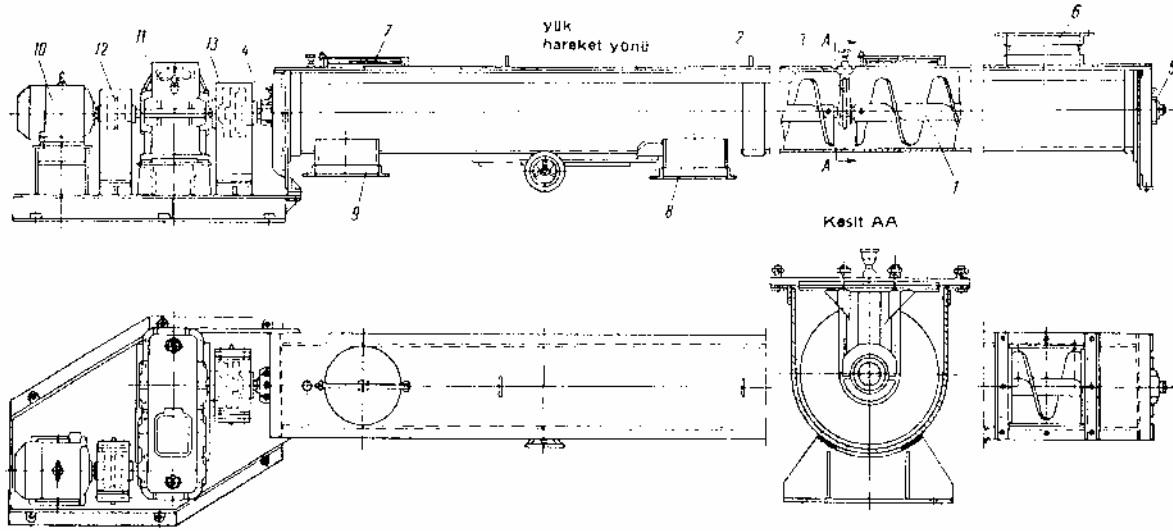
HELEZON KONVEYÖRLER



8.1. GİRİŞ

Vidalı, spiral ya da helezon konveyör adıyla anılan taşıyıcılarda, rulolu ve titreşimli konveyörler gibi bükülebilir bir çekme elemanının bulunmamasıyla, yukarda tanımlanan konveyör türlerinden ayrılır. Helezon konveyör (Şekil 8.1), genellikle bir tekne içinde dönen mile takılmış helezon ile bu mili hareket ettiren bir çalıştırma biriminden meydana gelir. Mil döndükçe malzeme, helisin (kanatların) aksenel etkisiyle, konveyöre beslenir. Mil ve helezon, U biçimindeki tekneye yataklanmış olan milin çevresinde dönerler. Taşınacak malzeme konveyöre bir veya fazla sayıda besleme olduğundan doldurulur. Malzemenin tekne boyunca kayma ilkesi, dönmesine engel olunan bir somunun içindeki vida döndükçe yaptığı öteleme hareketinin benzeridir. Yük, malzemenin ağırlığı ve tekne duvarları ile arasındaki sürtünme

nedeniyle, vida (helezon) ile birlikte dönemez. Böylece, öteleme hareketi yapan malzeme, teknenin öbür ucundan veya teknenin altına açılmış deliklerden boşaltılır. Boşaltma olukları bu deliklerin altına yerleştirilirler. Ara boşaltma delikleri ise kapaklı olup bu noktalarda boşaltma yapmak istendiğinde açılırlar.



Şekil 8.1 Helezon konveyörler

Şekil 8.1’de görülen türde bir helezon konveyörün başlıca parçaları: (1) helezonlu mil, (2) tekne, (3) ara askı yatak, (4) ön yatak, (5) arka yatak (6) besleme oluğu, (7) gözetleme camı, (8) kapaklı ara boşaltma oluğu, (9) uç boşaltma oluğu, (10) elektrik motoru, (11) redüktör, (12) elastik kavrama ve (13) dengeleme kavraması.

Helezon konveyörler ile taşınmaya elverişli malzemelerin az sayıda olması nedeniyle, helezon konveyörlerin uygulama alanları sınırlıdır. Bu tip konveyörler büyük parçalı, kolay kırılır, aşındırıcı, sıkışabilir ve yapışkan malzemelerin taşınmasında kullanılmazlar; yalnızca, düzenli bir beslemede etkindirler. Aşırı yüklemeler, ara yataklar yakınında dar boğazlar yaratarak milin dönmesini engeller ve konveyörü durdurur.

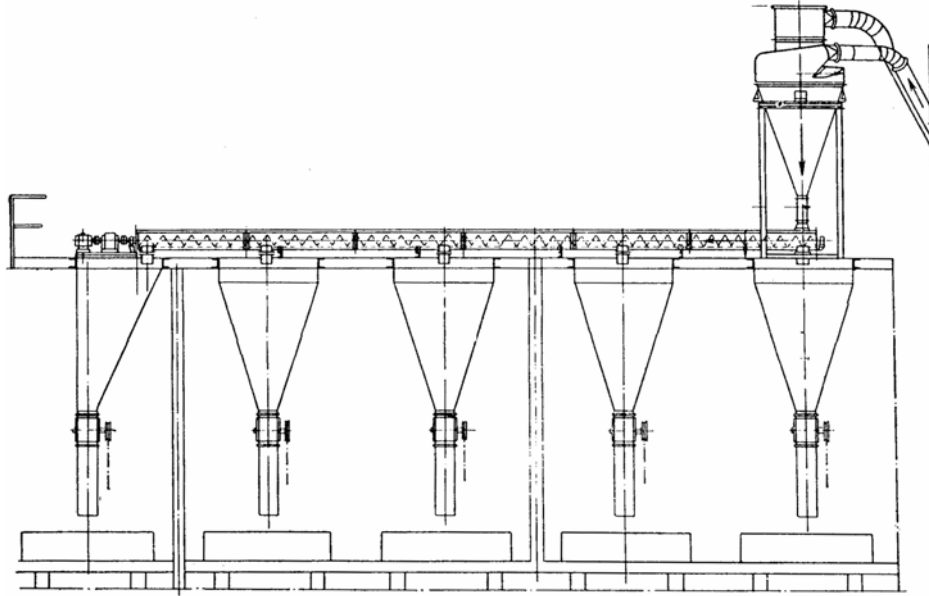
Helezon konveyörün tasarımı basit, bakımı kolay ve genişliği az olup malzemenin çeşitli noktalarda boşaltılmasına izin verir (bu özelliğin tozlu ve sıcak malzemelerle, kötü kokulu malzemeler için özel önemi vardır) ve bu durumda tekne, toz geçirmez biçimde yapılmıştır. Bu tür konveyörler, malzeme ile helezon ve tekne arasındaki sürtünmenin oluşturduğu yüksek güç tüketimi, malzemenin kırılması ve konveyör parçalarındaki önemli ölçüde aşınma nedenleriyle her zaman elverişli olmayabilir. Sonuç olarak; helezon konveyörler, alçak ve orta kapasiteler (100 [m³/saat]) ve kısa taşıma uzaklıkları için kullanılırlar. Genellikle 30 - 40 [m] ve seyrek olarak 50 - 60 [m] uzunluğunda imal edilirler.

Helezon konveyörler genellikle yatay veya hafif eğimli (10 - 20°) durumda çalışırlar. Ancak, yükü düşey veya düşeye yakın eğimde taşıyabilen özel tasarımlar da vardır. Şekil 8.2’de eğimli helezon konveyöre ait bir örnek görülmektedir.



Şekil 8.2 Eğimli helezon konveyör

Bir dökümhanenin kum hazırlama bölümünde kullanılan bir helezon konveyörün düzenlemesi Şekil 8.3’de görülmektedir. Konveyör, kendisine bir havalı taşıma sisteminin boşaltma oluğundan verilen öğütülmüş kili, karıştırıcılar üzerinde bulunan beş siloya dağıtır.



Şekil 8.3 Dökümhanenin kum hazırlama helezon konveyörü

8.2. GENEL AMAÇLI KONVEYÖRLER

8.2.1. Helezon Konveyörlerin Parçaları

Konveyör helezonu sağ-vida (alışılmış tür), sol-vida, tek, çift veya üç-helisli olabilir. Helezonun tasarımı, taşınacak malzemeye uygun biçimde seçilir. Eğer konveyör sıkıştırılamayan kuru taneli veya pudra malzemeler taşıyacaksa, kısa adımlı veya sürekli vida (Şekil 8.4a) kullanılır.



(a)



(b)



(c)



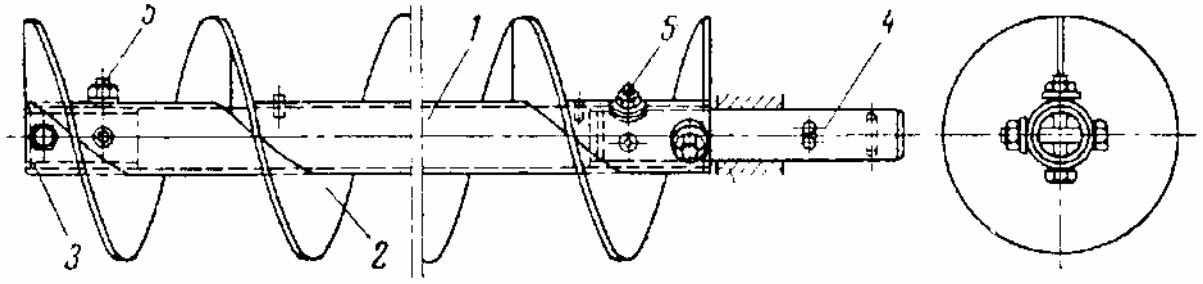
(d)

Şekil 8.4 Helezon türleri

Kütleli ve yapışkan malzemeler için kordela (ribbon) helis (Şekil 8.4b) uygulanır. Sıkıştırılabilir malzemeler için pervane kanatlı (Şekil 8.4c) veya kesik kanatlı (Şekil 8.4d) helisler elverişlidir. Pala ve kesik kanatlı helezon konveyörler, iki veya daha çok sayıda incelik derecesinde olan bir malzemenin benzer amaçlar için parçalanması, dövülmesi ve eş yapı (homojen) duruma getirilmesinde bir araç olarak kullanılırlar.

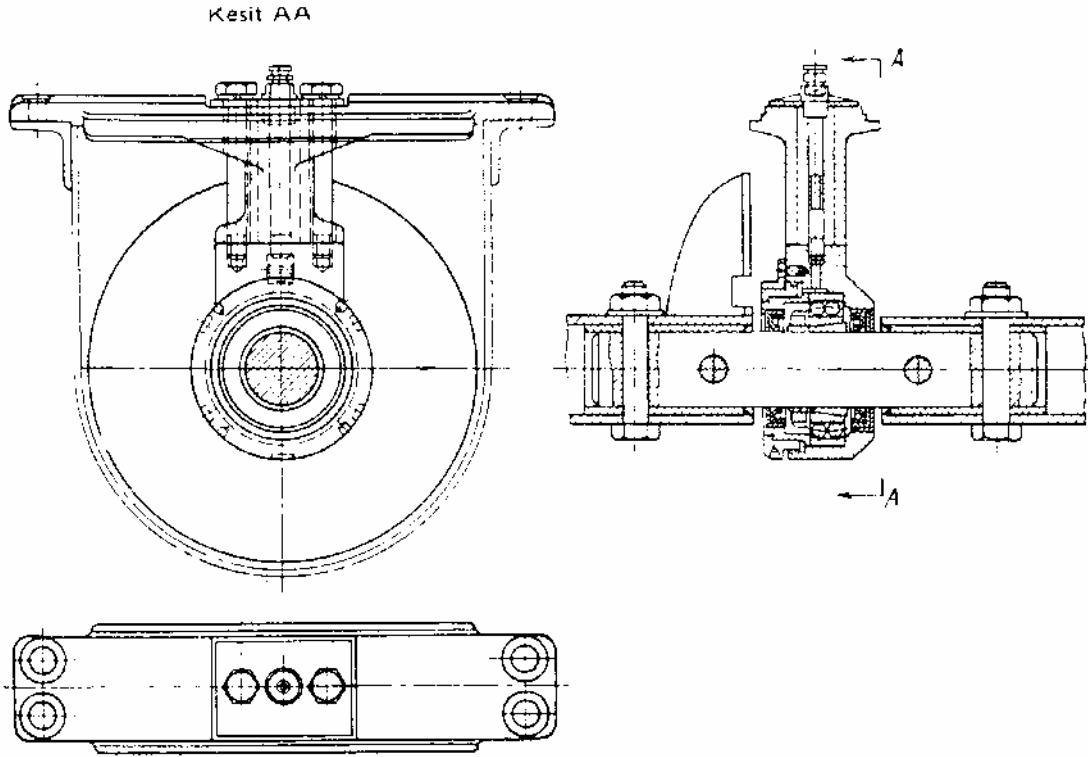
Helezon, genellikle preste basılmış 4 - 8 [mm] kalınlığındaki çelik sac bölümlerden yapılır. Bölümler mile kaynakla, birbirlerine ise kaynakla veya perçinle birleştirilirler. Bazı durumlarda helezon, soğuk çekilmiş eksiz tek bir şerit olabilir. Helezon ayrıca, mille birlikte dökülmüş ya da mile geçirilmiş borulu döküm dilimlerden oluşabilir.

Pimler, ara ve ana yataklar için muylu görevi yaparlar. Bu birleştirme yöntemi basittir ve az yer kaplar. Ancak, ayrı bölümleri değiştirmek güçtür. T-biçimi tasarımda ara yatak askıları, teknenin üst kapağına bağlanmışlardır. Helezon askı yataklarının bulunduğu noktalarda kesintiye uğrar. Bu nedenle, yatak kısa olmalıdır. (1) mili ve (2) helezonu, genellikle 2 - 4 [m] lik bölümler halinde yapılarak birleştirilirler; içi boş miller, içeriye yerleştirilen (3) burçları ile (4) pimleri aracıyla birleştirilirler ve (5) cıvataları yardımıyla (Şekil 8.) birleşim emniyet altına alınır.



Şekil 8.5 İçi boş millî helezon

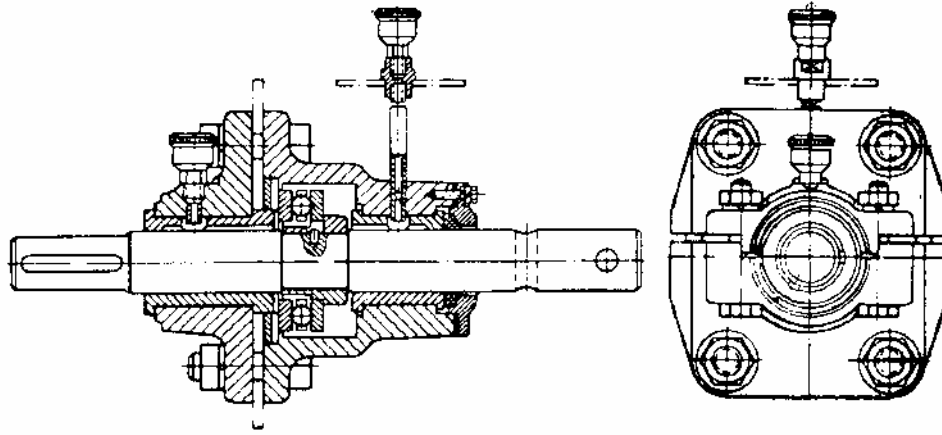
Kendi kendini merkezleyen (küresel yuvalı) ve bronz, sürtünmeye dayanıklı dökme demir, babet ya da sürtünmeye dayanıklı diğer malzemeden yapılmış ara kaymalı yataklar en çok kullanılanlardır. Direnci azaltmak için çift sıra küresel bilyeli yataklar (Şekil 8.6) kullanılabilir.



Şekil 8.6 Askılı ara yatak

Bilyeli yataklar, malzeme parçacıklarının girmesine karşı güvenilir biçimde korunmalı; ancak sızdırmazlık düzeneği, yatak yuvasını fazla büyütmemelidir. Yataklar gresle yağlamalı olup gresörler, tekne kapağının üzerindeki borulara takılmıştır.

Ana yatak genellikle konveyörün boşaltma ucuna yerleştirilir. Bu bir eksenel yatak olup konveyörün uzun eksenini boyunca etkileyen sürtünme direnci kuvvetini alır. Mile, bütün uzunluğu boyunca çekme gerilmesi etkimektedir. Bu durum, eksenel yatak konveyörün diğer ucunda olduğu zaman gözlenen eksenel basınca göre daha elverişlidir. Eksenel bilyeli yatakla birlikte kullanılan ana kaymalı yatağın yapısı Şekil 8.7’de gösterilmiştir.

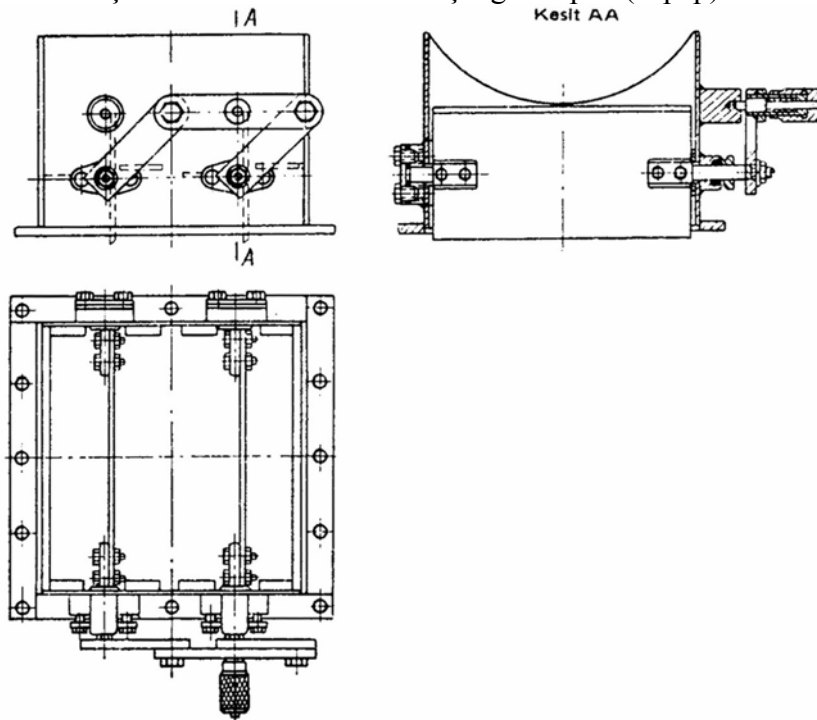


Şekil 8.7 Ön aksenal yatak

Genel amaçlı bir helezon konveyörün teknesi çelik saçtan yapılır. Tekne bölümlerinin uçlarına flanşlı köşebentler kaynakılır. Köşebentler, hem teknenin dayanımını arttırmak hem de tekne bölümlerinin birbirleriyle ve kapaklarıyla birleştirilmesini sağlarlar. Saç kalınlığı, helezon çapına ve taşınan malzemenin aşındırıcılığına bağlıdır ve genellikle 3 - 8 [mm] arasında değişir.

Teknenin silindirik kısmının iç çapı, helezon çapından biraz büyüktür. Böylece, arada belli bir aralık kalır. Helezon ve teknenin duyarlı bir biçimde yapımı ve bütünleştirilmesi, ancak helezonun kenarı ile tekne duvarı arasında uygun bir çalışma aralığı bırakıldığı zaman mümkün olur. Bu da malzemenin az kırılması ve güç tüketiminin düşük olması sonucunu verir, önerilen aralık 6 – 9.5 [mm] arasındadır. Aralık, helezon çapı ile artar. Tekne, bütün uzunluğu boyunca kaynaklı veya döküm destekler üzerine oturur.

Ara boşaltma oluklarını açma ve kapama için genellikle bir kremayer dişli ve bir krank kullanılır. Daha basit bir kapak açma mekanizması Şekil 8.8’de gösterilmektedir. Bu mekanizma, orta eksen çevresinde 90° dönen iki eşdeğer kapak (supap) dan oluşur.



Şekil 8.8 Çift kapaklı boşaltma oluğu

Sökülebilir kapak, birbirine cıvatalanan ayrı bölümlerden yapılmıştır. Teknenin basınç altında tutulmasının zorunlu olduğu durumlarda, kapakla tekne arasına lastik conta konabilir.

Helezon konveyörün çalıştırma birimi şunları içerir: Elektrik motoru, kapalı tip bir dişli ya da sonsuz vidalı redüktör, motorla redüktörü ve redüktörle konveyör milini birbirine bağlayan kavramalar.

8.2.2. Helezon Konveyörlerin Hesabı

Bir helezon konveyörün kapasitesi D helezon çapına, S vida adımına, n [d/dak] dönme hızına ve helezonun düşey kesit alanının ψ yükleme verimine bağlıdır. Sürekli helis biçimindeki (Şekil 8.3a) bir helezon konveyörün saatlik kapasitesi:

$$Q = V\gamma = 60 \frac{\pi D^2}{4} S n \psi \gamma C \quad [\text{t/saat}] \quad (8.1)$$

Burada,

V	Kapasite [m^3/saat]
γ	Malzemenin yığma ağırlığı [t/m^3]
C	Konveyörün eğimini dikkate alan bir katsayı

Tipik tasarımlarda vida adımı D değerine eşit alınır. Yavaş akışlı veya aşındırıcı malzeme için adım $0.8 D$ olarak alınır.

ψ yükleme verimi, ara yataklar civarlarında oluşabilecek dar boğaz tehlikesini önlemek amacıyla, genellikle düşük değerlerde alınır. Aşındırıcı olmayan ve serbest akan malzeme için yüksek, aşındırıcı ve yavaş akan malzeme için düşük alınır. ψ katsayısı için önerilen değerler Tablo 8.1’de verilmiştir.

Tablo 8.1 Yükleme verimi ψ

Malzeme özelliklileri	ψ
Yavaş akışlı, aşındırıcı malzemeler	0.125
Yavaş akışlı, orta derecede aşındırıcı malzemeler	0.25
Serbest akışlı, orta derecede aşındırıcı malzemeler	0.32
Serbest akışlı, aşındırıcı olmayan malzemeler	0.4

Malzemeyi yukarı doğru götüren helezon konveyörlerde ve özellikle ara yatakların kullanıldığı durumlarda, yükleme verimi çok daha düşüktür. Bu, (8.1) denklemindeki C katsayısı ile dikkate alınır ve C değerinin ortalama değeri, konveyörün yatayla yaptığı β açısına bağlıdır (Tablo 8.2).

Tablo 8.2 C katsayısı

β	0°	5°	10°	15°	20°
C	1	0.9	0.8	0.7	0.65

Helezonun dönme hızı istenen kapasiteye, helezon çapına ve taşınan malzemenin türüne bağlıdır.

Standartlarda helezonun anma çapları: $D = 100; 120; 150; 200; 250; 300; 400; 500$ ve 600 [mm] ve dönme hızlarını: $n = 9.5; 11.8; 15; 19; 23; 26; 30; 37.5; 47.5; 60; 75; 95; 118$ ve 150 [d/dak]. Bu sıralamaya ilişkin en düşük ve en yüksek hızlar Tablo 8.3'te gösterilmiştir.

Tablo 8.3 Helezonun dönme hızları

Helezon çapı D [mm]		150	200	250	300	400	500	600
Dönme hızı n [d/dak]	Minimum	23,6	23,6	23,6	19	19	19	15
	Maksimum	150	150	118	118	95	95	75

Tablo 8.3'te verilen en yüksek dönme hızları hafif ve aşındırıcı olmayan tahıl ve çekirdekler gibi yüklere uygulanabilir. Aşındırıcı olmayan tuz gibi ağır malzemeler için bu değerler %30 azaltılmalıdır. Kül ve kum gibi ağır ve aşındırıcı malzemeler için %50 azaltma yapılmalıdır.

İstenen D helezon çapı, (8.1) denkleminde ve istenen Q [t/saat] kapasitesine bağlı olarak hesaplanır. Taşınacak malzemenin tane boyutu D helezon çapını etkiler. Bu çapın, sınıflandırılmış malzemede tane boyutunun en az 12 katı, sınıflandırılmamış malzemede ise en az 4 katı olmalıdır. Bu şekilde bulunan çap, Tablo 8.3'te gösterilen en yakın üst değere yuvarlatılır.

Bir helezon konveyörün harekete karşı toplam direnci şu dirençlerin toplamına eşittir: Malzemeye tekne arasındaki sürtünme; malzemeye helezon yüzeyi arasındaki sürtünme; ara ve uç yataklardaki sürtünme; eksenel baskı yatağındaki sürtünme; malzemenin boşluğa kaçan ve genellikle tekne duvarında sert bir kabuk oluşturan parçacıkların oluşturduğu sürtünmeden ileri gelen ek dirençler. Eğimli bir konveyörde, ağırlığa karşı ek bir güç de düşünülmelidir.

Toplam direncin yukarıda sayılan bütün elemanları ek dirençler dışarıda bırakılmak koşuluyla sürtünme katsayıları biliniyorsa, belirlenebilirler. Toplam direncin önemli bir bölümünü oluşturan ek dirençler hesapla bulunamaz. Bu nedenle, helezon konveyör uygulanmasından elde edilmiş olan w_0 toplam direnç katsayısı kullanılarak, pratik olarak bulunabilir.

(3.20) denkleminde göre, yatay konveyörün helezon milinde gerekli güç:

$$N_o = \frac{QLw_o}{367} \quad [\text{kW}] \quad (8.2)$$

dır. Yatayla β açısı yapan eğimli bir konveyörde ise gerekli güç,

$$N_o = \frac{Q}{367} (Lw_o \pm H) = \frac{QL}{367} (w_o \pm \sin \beta) \quad [\text{kW}] \quad (8.3)$$

olur. Artı işaret yukarı doğru hareket, eksi işaret aşağı doğru hareket göz önüne alınır.

Antrasit, havada kurutulmuş linyit, briket kömür ve kaya tuzu gibi malzemeler için w_0 değerinin ortalama değeri 2.5; gips, parça veya ince kuru kil, dökümhane kumu, kükürt, çimento, kül, kireç, büyük ve küçük taneli kum ve döküm kumu için $w_0 = 4$ alınır.

n [d/dak] hızı ile dönen helezon milinin taşıdığı moment,

$$M_o = \frac{102N_o}{w} = \frac{102N_o \cdot 60}{2\pi n} = 975 \frac{N_o}{n} \text{ [daNm]} \quad (8.4)$$

dır. Helezon üzerine etki yapan en yüksek eksenel kuvvet

$$P = \frac{M_o}{r \tan(\alpha + \varphi)} \quad [\text{daN}] \quad (8.5)$$

dır. Burada

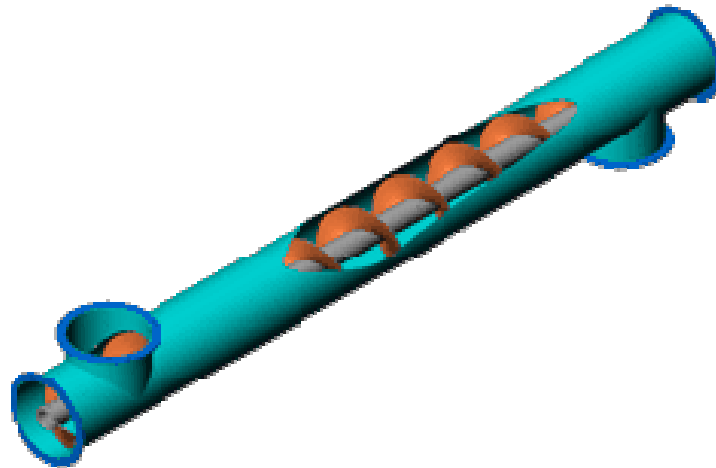
r	P kuvvetinin uygulama yarıçapı [m]; $r = (0.7 \cdots 0.8)D/2$
φ	Malzeme ile helezon yüzeyi arasındaki indirgenmiş sürtünme açısı ($\tan \varphi = \mu$)
μ	Helezon yüzeyi üzerindeki yükten ileri gelen indirgenmiş sürtünme katsayısı
α	r yarıçapı üzerindeki helis açısı

Yukarıda verilen konveyör ile eşdeğer boyutlardaki kesik kanatlı ve pala kanatlı helezon konveyörlerde, yükün daha yoğun biçimde karıştırılması nedeniyle; kapasite daha düşük ve güç tüketimi daha yüksektir.

Mil; M_o momentinden doğan burulma, P kuvvetinden doğan basma, öz ağırlıktan doğan yataklar arasındaki eğilme, helezon yüzeyi ile helezon kenarına etkiyen kuvvetin dikey (enine) bileşeni ve dönüşlerin merkezkaç oluşundan meydana gelen kuvvetin bu kesitteki eksenel bileşeni gibi birleşik yüklerin etkisi altındadır. Bütün bu bileşenler duyarlı bir şekilde belirlenemeyeceğinden elemanların mukavemetinin hesaplanması, M_o ve P ye göre yapılan tahminlerle basitleştirilmiştir.

8.2.3. Helezon Konveyör Hesap Örneği

Yatay bir helezon konveyör, döküm kumunu (yığma ağırlığı $\gamma = 1,65 \text{ [t/m}^3\text{]})$ taşımak üzere tasarlanmıştır. İstenen kapasite $Q = 35 \text{ [t/saat]}$ ve taşıma uzaklığı $L = 20 \text{ [m]}$ dir (Şekil 8.9).



Şekil 8.9 Yatay helezon konveyörü

8.2.3.1. Konveyörün ana parametreleri

Malzemenin ağır ve aşındırıcı olduğu varsayımından; tekne yükleme verimi $\psi = 0,125$ ve helezon adımı $S = 0.8 D$ kabul edilebilir. Aynı zamanda, mil hızı da düşük seçilecektir, yani $n = 37,5$ [d/dak] seçilir. İki çift alın dişlili bir redüktör bu amaca uygundur. (8.1) denkleminde $S = 0.8 D$ koyarak,

$$D = 3 \sqrt{\frac{4Q}{60\pi 0.8n\psi\gamma C}} = 3 \sqrt{\frac{4 \cdot 35}{60 \cdot 3.14 \cdot 0.8 \cdot 37.5 \cdot 0.125 \cdot 1.65 \cdot 1}} = 0.495 \approx 0.5 \quad [\text{m}]$$

bulunur.

8.2.3.2. Gerekli güç

Döküm kumu için harekete karşı direnç katsayısı $w_o = 4$ olduğundan ve İki çift alın dişlili redüktörün verimini $\eta_d = 0.9$ olarak alınırsa helezon milinde gerekli gücü (8.2) denkleminde aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$N_o = \frac{QLw_o}{367 \cdot \eta_d} = \frac{35 \cdot 20 \cdot 4}{367 \cdot 0.9} = 8.5 \quad [\text{kW}]$$

bulunur. Elektrik motorunun, helezon miline ilettiği moment (8.4) denkleminde elde edilir:

$$M_o = 975 \frac{N_o}{n} = 975 \frac{8.5/0.9}{37.5} = 200 \quad [\text{daNm}]$$

8.2.3.3. Yük iletim hızı

İletim hızı $S = 0.8 D$ kabulüyle,

$$v = \frac{Sn}{60} = \frac{0.8 \cdot 0.5 \cdot 37.5}{60} = 0.25 \quad [\text{m/s}]$$

şeklinde hesaplanır.

8.2.3.4. Konveyörün uzunluğu boyunca metre başına yük miktarı

(3.1) denkleminde hesaplanır.

$$q = \frac{Q}{3.6v} = \frac{35}{3.6 \cdot 0.25} = 38.8 \quad [\text{kg/m}]$$

8.2.3.5. Helezon boyunca eksenel kuvvet

Döküm kumu için tekne içindeki sürtünme katsayısı $\mu' = 0.85$ alınırsa, denklem (3.36) kullanılarak,

$$P = qL\mu' = 38.8 \cdot 20 \cdot 0.85 = 660 \quad [\text{daN}]$$

dır. Aynı sonuç (8.5) denkleminin kullanılmasıyla da elde edilir.

$$r = 0.8 \frac{D}{2} = 0.8 \frac{0.5}{2} = 0.2 \quad [\text{m}]$$

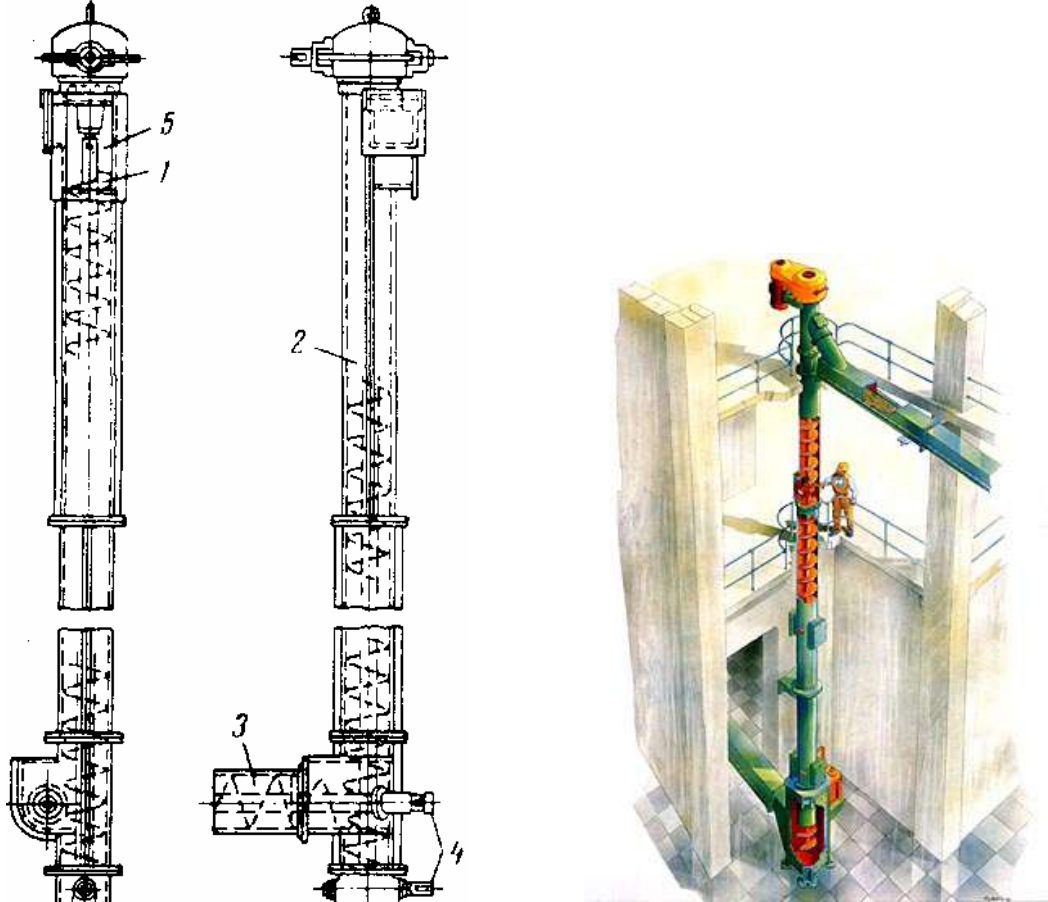
$\varphi = 38^\circ 40'$ ($\mu = 0.8$) ve $\alpha = 17^\circ 40'$ değerleri alındığında Helezon üzerine etki yapan en yüksek eksenel kuvvet

$$P = \frac{M_o}{r \tan(\alpha + \varphi)} = \frac{200}{0.2 \cdot 1.5} = 660 \quad [\text{daN}]$$

olacaktır.

8.3. DÜŞEY HELEZON KONVEYÖRLER

Bir düşey helezon konveyörün genel görünüşü Şekil 8.10'da gösterilmiştir. Konveyör, baskı yatağından asılmış (1) sürekli vidası ile (2) silindirik gövdesinden (tekne) oluşur. Ara yataklar yoktur. Konveyör, malzemeyi teknenin alt tarafına getiren kısa ve yatay (3) helezonu ile beslenir. İki helezon da aynı motordan hareket alırlar. Bir konik dişli güç aktarma düzeneği ile birbirlerine kavratılırlar. Konveyör (2) üst tekne bölümündeki (5) penceresinden boşaltılır.



Şekil 8.10 Düşey helezon konveyör

Malzeme, düşey mil boyunca şu yolla hareket eder: (3) yatay helezonunun (1) düşey helezonunun yüzeyine beslediği malzeme, bu sonuncu tarafından döndürülür. Düşey helezon yüzeyine etki eden tüm dış kuvvetlerin etkisi altında (malzeme ile gövde iç yüzeyi arasındaki santrifüj kuvvetten doğan sürtünme direnci) malzeme helezonunkinden daha küçük bir açısal hızla döner ve bu nedenle tıpkı bir somunda olduğu gibi, helezon boyunca yukarı doğru harekete zorlanır.

Düşey konveyörlerde helezon, yatay türlere göre daha yüksek bir hızda döner. Güç tüketimi de aynı şekilde yüksektir. Gerekli güç, (8.3) denkleminde $L = H$ konarak elde edilir. Pratik deneyler, bu tip konveyörlerde w_0 direnç katsayısının tahıl için 5.5 - 7.5; tuz için 6.5 - 8.3 olduğunu ve konveyör kapasitesindeki bir düşme ile arttığını göstermektedir. Tablo 8.4'te verilen değerler serbest akışlı ve aşındırıcı olmayan malzemeler için önerilir. Kurulu birimlerde, kaldırma yüksekliği genellikle sınırlı olup en yüksek 30 [m] dir.

Tablo 8.4 Düşey helezon konveyörler için değerler

Helezon çapı [mm]	Helezon hızı [d/dak]	Kapasite [m ³ /saat]
100	450	2.1
150	215 - 300	8.5 - 11.5
250	200 - 250	30 - 37
300	165 - 250	70 - 85
400	140	170