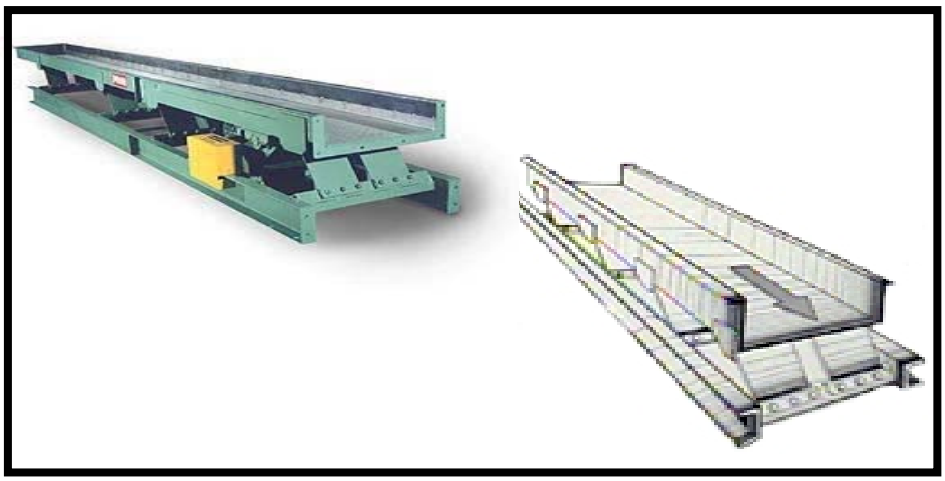
# BÖLÜM 10.

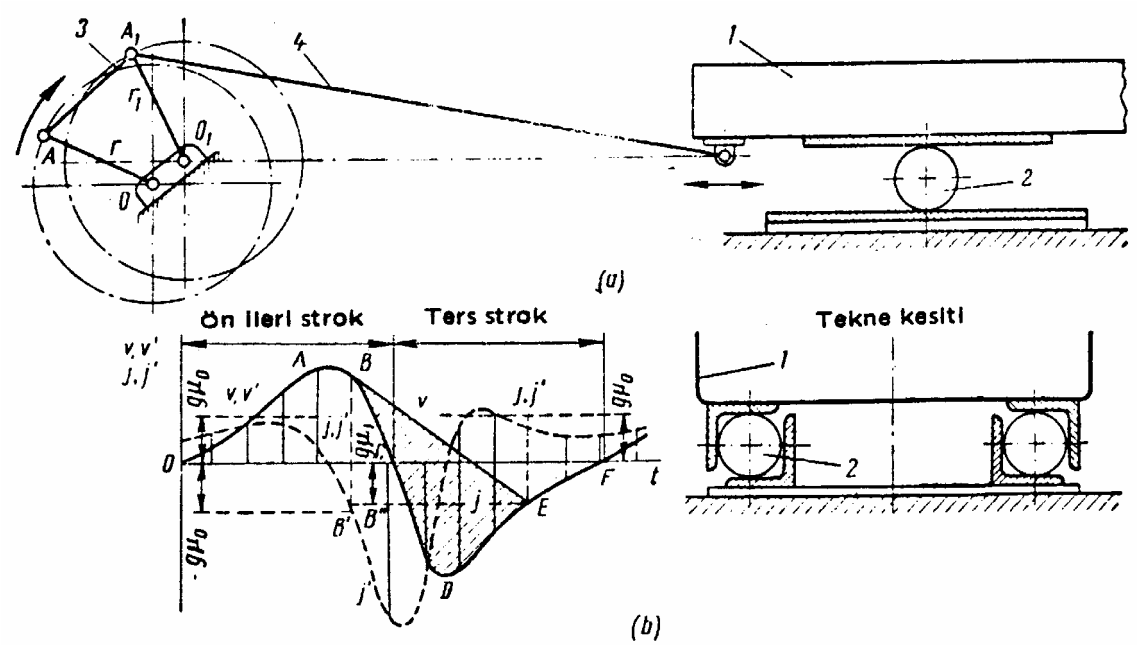
# SALINIMLI VE TİTREŞİMLİ KONVEYÖRLER



## 10.1. GİRİŞ

Bir salınımlı konveyör (Şekil 10.1) başlıca şu parçalardan meydana gelir: (1) tekne, (2) çubuk, makara veya bilyalı destekleri ya da tekne için askı düzeni, (3) döndürme sistemi ve tekne ile sistemi birbirince bağlıyan (4) krank mekanizması.

Döndürme sistemi tekneye gidiş geliş hareketi verir. Tekne gidip geldikçe, malzeme istenen noktada ona doldurulur. Malzeme, sürtünme yoluyla tekneden kinetik enerji alır ve teknenin her stokunda bir taşıma hareketi yapar. Böylece, yük boşaltma ucuna doğru adım adım ilerler.

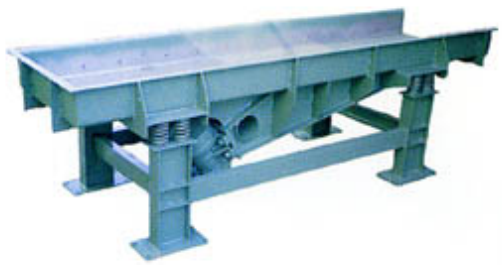



**Şekil 10.1** Salınımlı konveyörün şematik ve kinematik diyagramı

Yükün ileri doğru hareketi, ancak gidip gelen teknenin malzeme üzerinde doğurduğu sürtünme kuvvetleri, teknenin ileri hareketinde daha yüksek olduğu zaman mümkündür. Bu, bir ya da iki yolla gerçekleştirilebilir:

- Tekne, uzun ekseni doğrultusunda (bilya ve rulo destekler için Şekil 10.1a), üzerindeki yük basıncı sabit kalacak, ancak kinematik kuvvetler ileri ve geri hareketler için farklı olacak biçimde hareket eder (Şekil 10.2a). Bu durum; sürtünme kuvvetini, teknenin ileri geri stoklarında değişik olmasına neden olur.
- Tekne düşey düzlemde, konveyörün boyuna ekseni ile çakışmayan bir parabolik yörünge boyunca hareket edecek biçimde yapılır (Şekil 10.2b). Kinematik kuvvetler, her iki yöndeki hareket için eşit iken tekne üzerindeki yük basıncı ve dolayısıyla sürtünme kuvvetlerinin yük üzerindeki etkisi ileri-geri stroklar için değişik olur.

(a)



(b)

**Şekil 10.2** Salınımlı konveyör çeşitleri

Boyuna bileşen yükün bir doğrultudaki hareketini kolaylaştırılıp öbür doğrultudaki hareketini engellediğinden; tekneye bir eğim verilerek yük, tek doğrultuda hareket ettirilir. Ancak,

eğimli konveyörler yatay olanlardan daha seyrek kullanılırlar. Böylece tekne yörüngesinin boyuna eksenle çakışıp çakışmadığına bağlı olarak; salınımlı konveyörler, tekne üzerindeki yük basıncı *sabit* ya da *değişken* diye ayrılır.

Salınımlı konveyörler genellikle kısa uzaklıklar veya orta taşıma kapasitelerinde kullanırlar. Başlıca üstünlükleri basitlikleridir. Konveyörün kendisi, herhangi bir mekanik parçası olmayan bir teknedir. Yalnızca çalıştırma birimi karmaşıktır ve bakım ister. Salınımlı konveyörler yüksek sıcaklıklara ısıtılmış yükleri taşımaya elverişlidirler ve yük teknenin, herhangi bir noktasından kapaklar aracılığıyla boşaltılabilir. Yapışkan malzemelerin taşınmasında ise kullanılmazlar.

Salınımlı konveyörlerin güç tüketimi, bantlı ve helezon konveyörlerden birkaç kez daha büyüktür. Yükün mekanik etkilerle parçalanması bakımından bu konveyörler, bantlı ve helezon konveyör türlerinin arasında sayılırlar. Salınımlı ve titreşimli konveyörlerin belli türlerinin başlıca zayıf yanları gürültülü oluşlarıdır.

Taşıyıcı yapıların, daima maruz kalacakları darbeli yüklere göre tasarlanmaları gerekir. Dinamik yükleri dengeleyerek taşıyıcı yapı üzerindeki ters etkisini önemli ölçüde azaltmak mümkündür.

## 10.2. TEKNE ÜZERİNDE SABİT YÜK BASINÇLI KONVEYÖRLER

Bu tür konveyörler için kullanılan döndürücülere ilişkin bir şema Şekil 10.1a'da görülmektedir. Mekanizması, dört mafsallı bir çubuk sisteminden oluşur. *OA* krankı, bir elektrik motoru tarafından düzgün olarak değişir. *AA* mafsalı yardımıyla birinci kranka bağlanmış olan ikinci $O_1A_1$ krankı ise düzgün olmayan bir hızla döner ve (4) çubuğu aracıyla titreşimli gidiş-geliş hareketin, (2) bilye ya da masura destekleri üzerine yerleştirilmiş (2) teknesine iletir. Tekne, uzun (boyuna) ekseni boyunca hareket eder.

Yatay teknenin hareketinin bir kinematik şeması Şekil 10.1b'de verilmiştir. Tekne hareketinin *t* çevrim zamanı *x* ekseninde; *v'* hızı ve *j* ivmesi ise *y* ekseni üzerinde gösterilmiştir. Teknenin *v'* hızı *OABCDE* çizgisi ile gösterilmektedir. *OC* periyodu ileri hareketi, *CF* ise geri hareketi temsil etmektedir.

Tekne artan bir hızla hareket ederken ivme artıdır (*OA* bölümü), fakat hız *A* da maksimum değerine vardığında sıfıra döner. Bu noktadan sonra hız azalmaya başlayarak *C* noktasında sıfır olur. Daha sonra eksi olur ve *D* noktasına kadar mutlak değeri artar. İvme bütün bu periyot boyunca eksi kalır ve hız eğrisinin yatayla en büyük eğimini yaptığı anda maksimum değerine varır. *D* noktasından itibaren hız mutlak değerce azalır (değeri eksidir), ivme de tekrar artı değer kazanır.

Bir yükün yatay bir konveyör boyunca hareketini incelenirse. Eğer *G* yükün tekne üzerindeki basıncı (ağırlığı), $\mu_o$ yük ile tekne arsındaki statik sürtünme katsayısı ise yük ile tekne arasındaki sürtünme kuvveti,

$$F_{\max} = G\mu_o \qquad (10.1)$$

dir. Teknenin yük ile birlikte hareketleri sırasında, yüke ilettiği maksimum ivme ise

$$j_{\max} = \frac{F_{\max}}{m} = \frac{G\mu_o g}{G} = \mu_o g \qquad (10.2)$$

dir. Burada $g$, yerçekimi ivmesi [m/s$^2$] dir.

Denklem (10.2), yük ve teknenin birlikte hareket etmeleri için, $j \leq g\ \mu_o$ olması gerektiğini gösterir. Buradan tekne ivmesinde, yukarıdaki değerin üzerinde bir kazanç olduğu zaman yükün kayacağı anlaşılır.

$y$ ekseninin artı ve eksi bölümlerinde $g\ \mu_o$ değeri ivme ölçeği ile işaretlendiğinde; *OB* periyodu için, tekne ivmesinin $g\ \mu_o$ dan küçük olduğu görülür (Şekil 10.1b). Bu durum, tekne ve yükün birlikte hareket ettiklerini ve *OB* eğrisinin teknenin $v'$ hızını değil fakat yükün $v$ hızını da temsil ettiğini gösterir. *B'* noktasında teknenin $j'$ ivmesinin değeri negatif olup mutlak değer bakımından $g\ \mu_o$ değerini aşar. Böylece yük tekneden kopar ve biriken kuvvetin etkisiyle bağımsız harekete zorlandığı için tekneyle aralarında bir aralık meydana getirir. Bu periyot süresince negatif değerli sabit bir $G\ \mu_1$ sürtünme kuvveti, yükle tekne arasına etki yapar. Burada $\mu_1$, kinetik kayma sürtünmesi katsayısıdır. Bundan dolayı yükün ivmesi

$$j = -\frac{G\mu_o g}{G} = -g\mu_1 = sbt \qquad (10.3)$$

olacaktır. Diyagramda yük hızı *BE* eğik çizgisiyle temsil edilir. *E* noktasında tekne ile yükün hızları birbirine eşit olur ve bu andaki tekne ivmesinin değeri $g\ \mu_o$ dan daha düşük olur ve tekne ile yükün birlikte hareketi yenilenir.

v - t diyagramında *BDE* alanı, yükün tekneye göre bağıl hareketi temsil eder. Bu alanı önceden saptanmış ölçekte ve planimetre ile ölçerek yükün tam bir çevrimdeki $s$ yer değiştirmesini [m] ve ortalama işletme hızı

$$v_{ort} = \frac{sn}{60} \qquad \text{[m/s]} \qquad (10.4)$$

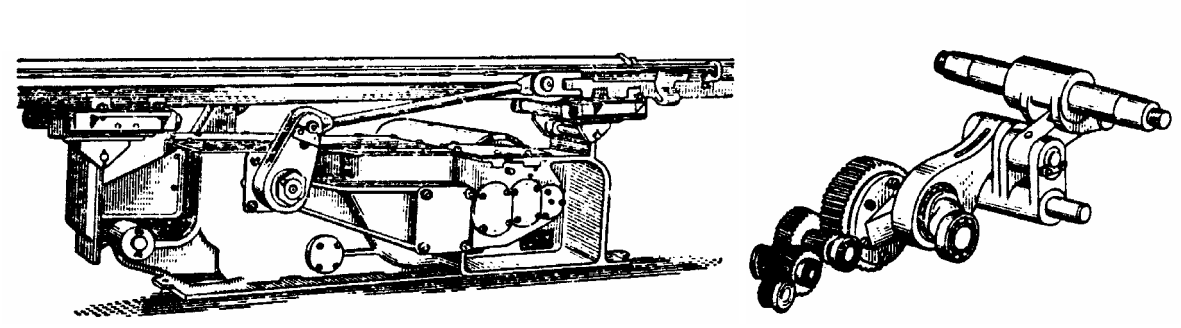
olarak hesaplanır. Burada; $n$, teknenin dakikada salınım çevrimi sayısıdır.

Mafsallı çalıştırma birimli konveyörlerde (Şekil 10.1) tekne salınımları oldukça yüksek (150 - 300 [mm]) ve krank hızları ise düşüktür (sırasıyla $n$ = 100 - 150 [d/dak]).

Konveyörün kapasitesi (3.7) denkleminden hesaplanır. Bir salınımlı konveyör için gerekli güçler, uygulanan kuvvetler ve güç diyagramlarının yardımıyla bulunur.

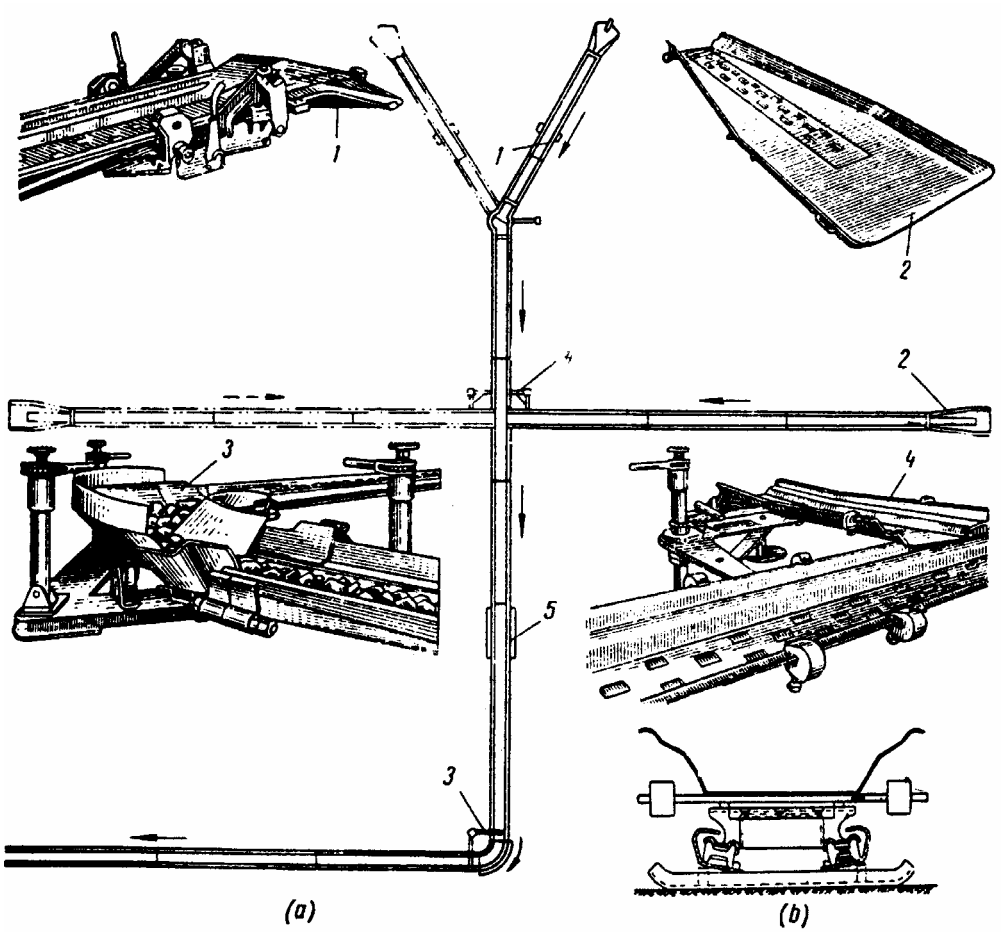
Tekne üzerinde sabit yük basınçlı konveyörler eskiden yer altı maden kömürü ocaklarında, kömürün duvar boyunca taşınmasında kullanılırlardı. Ancak, şimdi bunların yerini daha yüksek verimli kürekli konveyörler almıştır.

Bazı tasarımlarda konveyör teknesi birbirinden bağımsız hareketli ayrı bölümlerden oluşur (Şekil 10.3). Çalıştırma düzeneği, kapalı bir kutu içinde bulunur ve üç çift alın dişli ile mafsal sisteminden oluşur. Son milin uçları kutu dışına kadar uzatılmış olup bir çift dış yürek profili taşırlar ve bunlar da iki biyel aracıyla tekneye bağlanmışlardır. Bu biyeller, kutu üzerindeki bilyalı yataklı iki yan payanda içinde hareket ederler.



**Şekil 10.3** Tekne üzerinde sabit yük basınçlı salınımlı konveyörün çalıştırma düzeneği

Şekil 10.4a'da gösterilen salınımlı konveyör, birbirinden ayrı ve birbiriyle açı yapan ve köşebentlerle birleştirilmiş bölmelerden de meydana gelebilir.



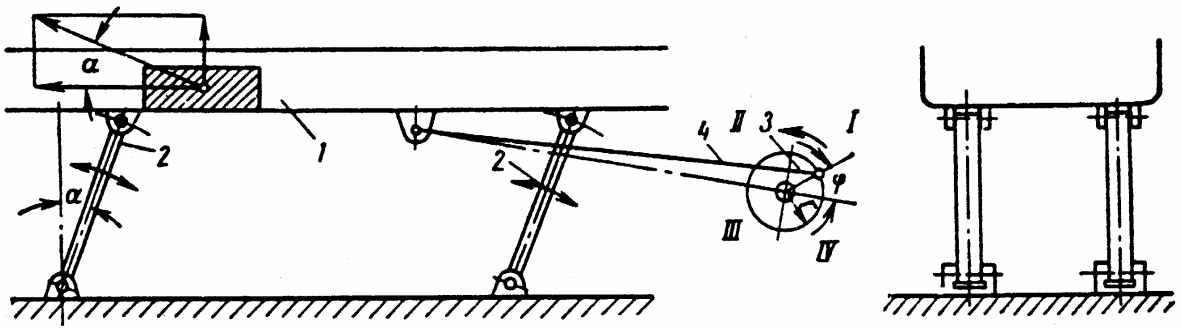

**Şekil 10.4** Salınımlı konveyör ve parçaları

Bu tür konveyör, tek bir çalıştırma birimi tarafından çalıştırılır. Konveyörün ucunu bir dip teleskop ile kepçe bölmesi yerleştirilmesi olabilir. Teknenin enine hareketini kolaylaştırmak için destekler genellikle kızaklar üzerine yerleştirilirler. Kızaklar üzerindeki makaralı bir destek Şekil 10.4b'de gösterilmiştir. Makaralarının özel biçimi, teknenin yanal yer değiştirmesine engel olur ve taşınan malzemesi ile sıkışmasını önler.

## 10.3. TEKNE ÜZERİNDEKİ DEĞİŞKEN YÜK BASINÇLI KONVEYÖRLER

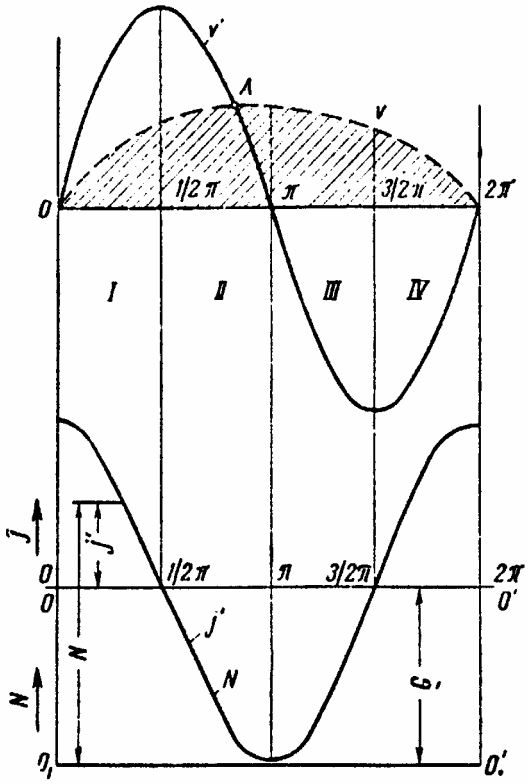
### 10.3.1. Sarsak Konveyörler

Sarsak türden bir konveyörün şeması Şekil 10.5'de verilmiştir. Eğimli yaylı ya da mafsallı (2) destek çubukları üzerine yerleştirilmiş olan (1) teknesi, çubukların taban mafsallarına göre salınım yapar. Çalıştırıcının verdiği hareket ve krank biyel aracıyla tekneye iletilir. (3) krankının yarıçapı, (4) bilyenin boyuna göre çok küçüktür. Bu nedenle, teknenin v' hız değişimi, sinüzoit sayılabilecek bir eğri gösterir. (3) krankın yan çapı, (2) destek çubuklarının boyuna nazaran da küçüktür. Bundan dolayı, teknenin hareketi virtüel olarak doğrusaldır ve yatayla yatığı açı, çubukların meydana getirdiği $\alpha$ açısına eşittir.




**Şekil 10.5** Krank–biyel çalıştırıcı salınımlı konveyörün düzenlenmesi

Bir krank-biyel çalıştırma düzenekli konveyörün salınım genliği (Şekil 10.5) 30 - 40 [mm], *n* frekansı ise 400 - 300 [çevrim/dak] civarındadır. Teknenin *v'* hızlarının diyagramı Şekil 10.5'te gösterilmiştir. Şeklin alt bölümünde, hızın ilk türevi olan *j'* ivmesini temsil eden kosinüs eğrisi görülmektedir.




**Şekil 10.6** Sarsak konveyörlerin kinematik şeması

Teknenin *j'* ivmesini yatay ve düşey bileşenlerine ayrıldığında, *G* ağırlığında bir yükün tekne üzerindeki dikey basıncını hesaplamaya yarayan $j' \sin\alpha$ düşey bileşenini elde edilir.

$$N = G + \frac{G}{g} j' \sin\alpha \qquad (10.5)$$

(10.5) denkleminin ikinci tarafı, yükün dikey basıncının değişken bileşenini (ağırlığını) ve *j* ile orantılı olan değişmelerini göz önüne alır; yani kuvvetler ölçeğinde aynı eğri ile gösterilir ve $(G\sin\alpha)/g$ ise sabit çarpandır.

*G* değeri aynı kuvvetler ölçeğinde *OO'* çizgisinin altına taşındığında, tekne üzerinde *G* ağırlığındaki bir yükün *N* normal basıncını elde etmek üzere, $O_1O'_1$ çizgisinden başlayarak aynı eğri izlenir.

Teknenin hızı ve ivmesi, yükün sıçramasını önlemek için *N* değeri hiçbir zaman sıfır olmamak üzere ayarlanmalıdır. En düşük *N* değerinde sıfıra yaklaşır. Böyle bir ayarlamanın temel koşulu:

$$G - \frac{G}{g} j'_{\max} \sin\alpha > 0 \qquad (10.6)$$

veya

$$j'_{\max} < \frac{g}{\sin\alpha} \qquad (10.7)$$

dır. Bu aşamadan sonra daima tekneden ayrı olarak hareket eden bir yükün hareketi incelenirse; yük, ileri strokun başlangıç anında,

$$N\mu_o < \frac{G}{g} j'_{\max} \cos\alpha \qquad (10.8)$$

olduğundan tekneden ayrılacaktır. Burada $\mu_o$, yükle tekne arasındaki statik kayma sürtünme katsayısıdır. (10.5) denkleminden $j'_{max}$ değerinde *N* değerini ortadan kaldırarak,

$$j'_{\max} > \frac{g\mu_o}{\cos\alpha - \mu_o \sin\alpha} \qquad (10.9)$$

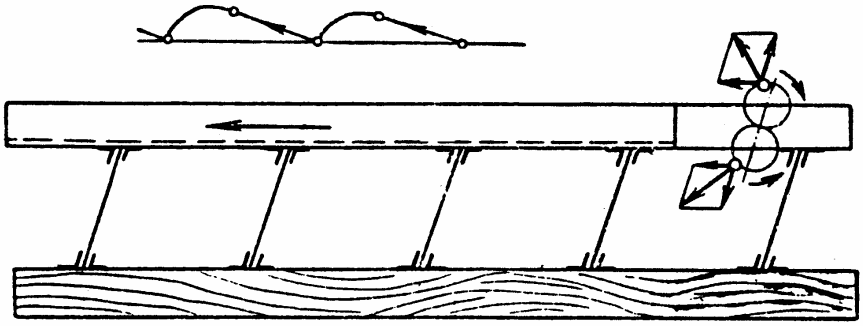
elde edilir. Bu koşul sağlandığında, yük derhal tekneden ayrılacak ve ondan ayrı olarak hareket edecektir. Yükün tekne tarafından taşınması sırasında etkiyen $N\mu_o$ sürtünme kuvveti, tekne üzerinde artan yüksek basınç nedeniyle ( $N > G$ ) oransal olarak yüksektir. Yükün *I.* dörtten birindeki (Şekil 10.5 ve Şekil 10.6), Şekil 10.6'nın üstünde gösterildiği gibi hızla artar. II. dörtte birindeki sürtünme kuvveti azalır ( $N < G$ ) ve hız daha yavaş olarak artar. *A* noktasında yükün hızı, teknenin hızına eşittir. Ancak bu noktadan başlayarak teknenin hızı, yükün hızından daha düşük olmaya başlar. Sürtünme kuvveti, yükün hareketine karşı koyar ve dolayısıyla yükün hızı düşmeye başlar. Ancak III. dörtte birinde tekne üzerindeki yük basıncı düşük olduğundan, yük ivmesinin düşmesi yavaş olur. IV. bölümde normal basınç yükselir, hız hızla düşer ve *O'* noktasında sıfır olur.

Diyagramın yükün $v$ hızını temsil eden eğri ve $x$ ekseniyle sınırlanmış alan, teknenin bir tam çevrimi boyunca yükün $S$ yörüngesine karşılıktır. Yükün ortalama hızı $v_{ort}$, bu alana göre (10.4) denkleminden hesaplanır.

Bu tür bir konveyörün teknesi $v'$ hızıyla basit harmonik hareket diyagramına uygun hareket (Şekil 10.6) yaptığı zaman, yük de $v$ hızıyla hareket eder. Tekne üzerindeki $N$ alternatif yük basıncı, teknenin taşıma hareketi ile $v$ hızını belirler. Yükün hareket yönü, teknenin mafsallı ayakların eğilme yönüdür. Yükü karşıt yöne doğru hareket ettirmek için mafsallı ayaklar diğer tarafa eğilirler.

### 10.3.2. Titreşimli Konveyörler

Titreşimli konveyörler, tasarım ve işletme görevleri bakımından sarsak konveyörlerden ayrılırlar (Şekil 10.7). Sarsak konveyörlerde, yük taşıyıcı elemanların hareketi çalıştırma düzeneğinin kinematiğince belirlenir. Titreşimli konveyörlerde ise bu hareket; titreşen kütlelerin ağırlığına, yaylanma mafsallarının karakteristiklerine, uyarma (ikaz) kuvvetinin ve dirençlerin değerine bağlıdır.



**Şekil 10.7** Titreşimli konveyör

Bir titreşimli konveyör boyunca hareket eden yük, periyodik olarak sıçrar. Yüksek hızlı modern tasarımlarda yük, konveyörün büyük bir bölümünde taşıyıcıya dokunmadan hareket eder. Şekil 10.6'da gösterildiği gibi istenen yönde, bir seri mikro aralıklarla hareket eder. Bu durum taşıma gücünde ekonomi sağlar, yük taşıyıcıdaki aşınmayı önemsiz kılar ve taşınan malzemedeki frenlemeyi küçük değerlere düşürür.

Genliği $A$ ve frekansı $n$ olan ve aşağıdaki denklemlere uygun doğrusal öteleme titreşimleri yapan bir titreşimli konveyörde, malzeme tabakasının yük taşıyıcı eleman boyunca hareketi incelenirse:

$$\begin{aligned} x' &= A\cos 2\pi nt \\ v' &= -A2\pi n\sin 2\pi nt \\ j' &= -A(2\pi n)^2\cos 2\pi nt \end{aligned} \qquad (10.10)$$

Teknenin hareket ivmesinin düşey bileşeni, yerçekimi ivmesiyle orantılı bir değere eşit olduğu zaman yük yukarıya doğru fırlatılır ve tekne ile teması kesilir. Bu durum bir başka yoldan da ifade edilebilir:

$$j'\sin\alpha = A(2\pi n)^2\sin\alpha\cos 2\pi nt_o = \eta g \qquad (10.11)$$

dir. Burada

$\alpha$ Titreşim açısı (titreşim düzlemi ile taşıma doğrultusu arasındaki açı)

$\eta$ Taşınan yükün türüne bağlı olan sıçrama katsayısı ( $\eta > 1$ )

Yükün bir parabolik yörünge boyunca sıçrama yaptığı an

$$t_o = \frac{1}{2\pi n}\cos\left(\frac{\eta}{L}\right) \tag{10.12}$$

ile ifade edilir. $L = A(2\pi n)^2 \sin\alpha / g$ dir ve (10.11) denkleminden belirlenir. Yükün yukarıya doğru fırlatıldığı $t_o$ anındaki hızı, yük taşıyıcının $v_o = A2\pi n \cos\alpha \sin 2\pi n t_o$ hızına eşit olduğundan ve yük, serbest hareketi sırasında yalnızca yer çekimi kuvvetinin etkisinde bulunduğundan; yükün taşıyıcı üzerine düştüğü $t_f$ anını ve serbest hareketinde izlediği yörünge belirlenebilir. Yük yere indikten sonra taşıyıcı ile birlikte ve taşıyıcının hızı ile hareket eder. Yükün taşıma bölümünün tümü boyunca ortalama hızı

$$v = \frac{gp^2}{2kn\tan\alpha} \text{ [m/s]} \tag{10.13}$$

şeklinde yazılabilir. Burada,

$p$ Yükün ve yük taşıyıcı elemanın titreşim periyodu ile birlikte serbest hareket periyodunun çokluğu belirten boyutsuz parametre

$k$ Yük hareketinin, yük taşıyıcı elemanın titreşim periyodu ile birlikte tam çevrim sayısının çokluğunu belirten sayı ($k$, $p$ değerine en yakın tam sayıdır)

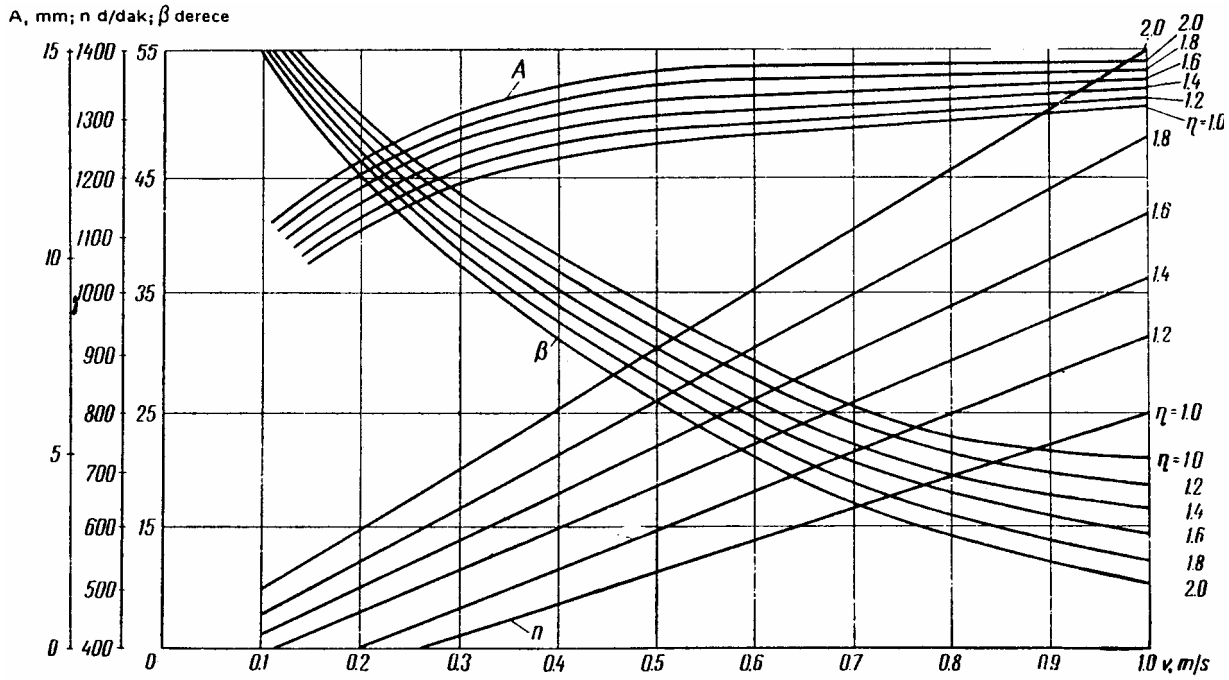
Titreşimli taşımanın koşulunu belirten p boyutsuz parametresi ile titreşen konveyörün işletme koşullarına bağlı olan $L$ boyutsuz parametresi arasındaki bağ

$$L = \eta\sqrt{\left(\frac{2\pi^2 p^2 + \cos 2\pi p - 1}{2\pi p - \sin 2\pi p}\right)^2 + 1} \tag{10.14}$$

ile ifade edilir. (10.13) denklemi, işletme koşullarını belirleyen $A$, $n$ ve $\alpha$ ana parametrelerinin değişik birleşimlerinin titreşimle iletim için gerekli hızı sağladıklarını göstermektedir. Titreşimli konveyörler tasarlanırken bu parametrelerin değerleri makina parçaları en az dinamik yüklemelerin etkisinde kalacak Şekilde seçilmelidir.

$$D = \frac{A(2\pi n)^2}{g}$$

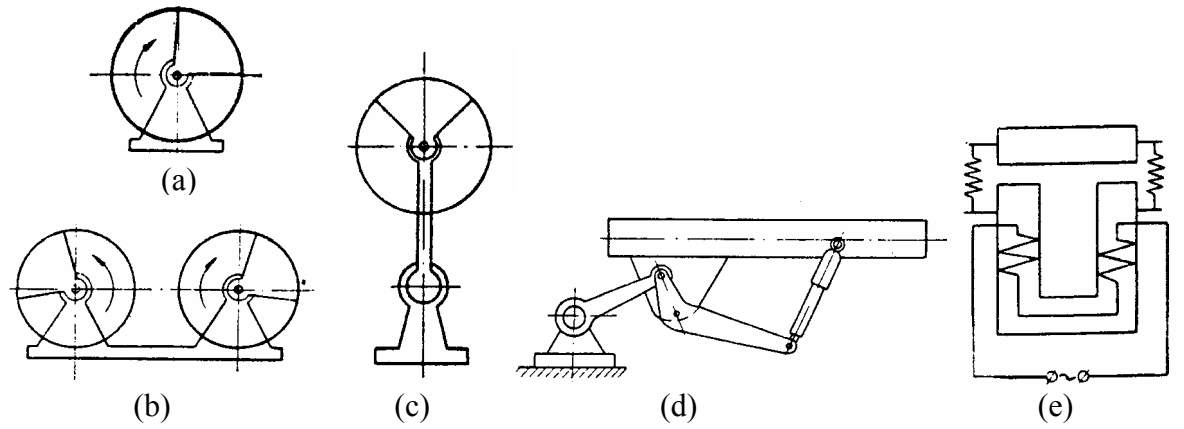
minimum olmalıdır. Titreşimli konveyörlerin optimum işletme koşullarını veren $A$, $n$, $\alpha$ değerleri Şekil 10.8'de gösterilmiştir. Çeşitli malzemelerin 0,1-1,0 [m/s] hızlar arasındaki titreşimle taşımadaki eğrileri Şekil 10.8'de görülmektedir. $\eta$ katsayısının büyük değerleri, taşınması güç malzemeler ve oldukça kalın tabakalar için kullanılır. Bir kılavuz olarak η'nın aşağıdaki değerleri verilmiştir: Büyük parçalı malzemeler için 1.1 – 1.2; taneli malzemeler için 1.3 – 1.4; çimento gibi dağılan malzemeler için 1.5 - 1.6. Alt sınır değerler, tabaka kalınlığı 200 - 250 [mm] yi geçmeyen yüklerin taşınmasında kullanılır.




**Şekil 10.8** Titreşimli konveyörler için optimum parametreler

Bir titreşimli konveyör en basit biçimde bir yük taşıyıcı eleman, çalıştırma birimi ve geri gelme bağlantılarından meydana gelir. Ayrıca atalet kuvvetlerini dengelemek ve titreşimi yalıtmak amacıyla ek kütleler de kullanılırlar. Reaktif kütleleri ve darbe yutucuları içeren titreşim yalıtıcı düzenekler de kullanılır. Çalıştırmanın türüne bağlı olarak titreşimli konveyörler atalet (reaksiyon-türü), merkezkaç ve elektro-manyetik türden düzenlere ayrılırlar.

Atalet türünde çalıştırma sistemi ile titreşimli konveyörlerde titreşim kuvveti, bir ya da fazla sayıdaki dengelenmemiş kütlenin dönmesiyle yaratılır. En basit vibratör türü, bir dönel uyarma kuvveti yaratan (Şekil 10.9a) bu dengelenmemiş türdür. Kendiliğinden dengeli (Şekil 10.9b) ve sarkaç türü (Şekil 10.9c) vibratörler, belli bir yönde bir uyarma (ikaz) kuvveti yarattıklarından, daha sıkça kullanılırlar.




**Şekil 10.9** Vibratörlerin şeması

Merkezkaç vibratörlerde bir krank mekanizması, pozitif mafsallama yoluyla titreşim kuvveti doğurur. İlk hareketi kolaylaştırmak üzere merkezkaç vibratörler bir geri getirme yayı veya damperle donatılmışlardır.

Elektromanyetik konveyör armatürü, elektromanyet ve geri getirme düzeninden (Şekil 10.9e) oluşur. Elektromanyetik vibratördeki titreşim kuvveti, armatürün elektromanyet tarafından tekrarlanan çekilmesinden doğar.

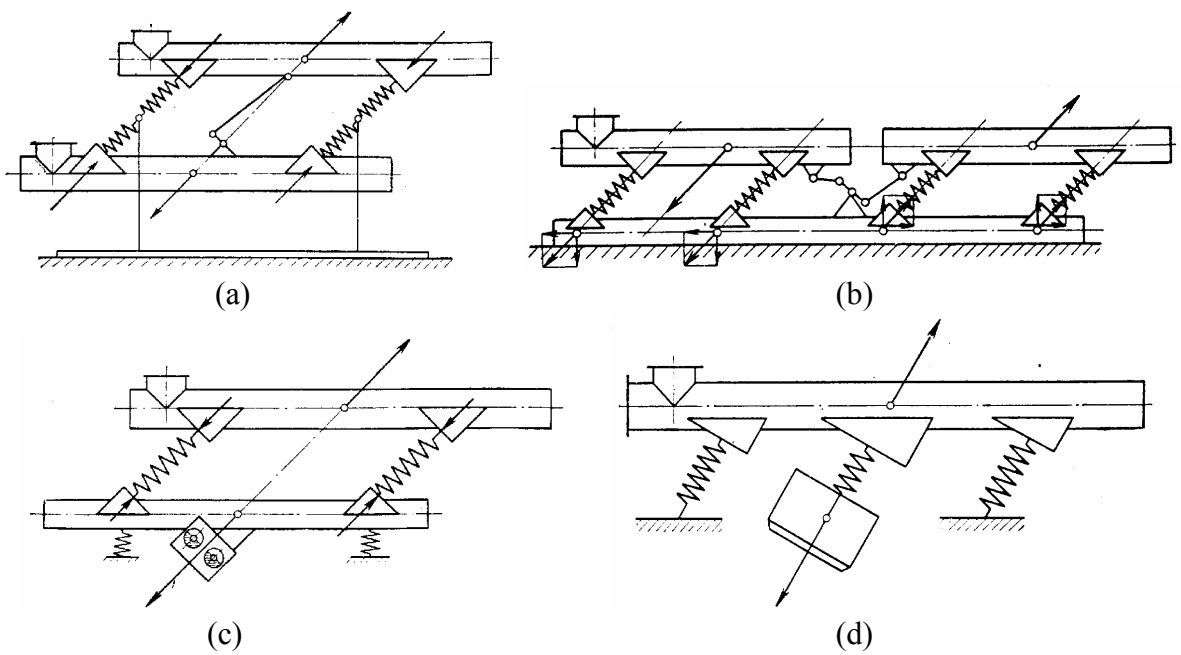
Armatür, geri getirme sisteminin etkisinde ilk durumuna döner. Elektromanyet alternatif akımla beslendiği zaman, vibratör çift frekansla titreşir. Titreşim frekansını azaltmak için elektromanyet doğru akımla beslenir. Uyarma için de doğru akım kullanılabilir. Modern titreşimli götürücüler bir ya da iki yükte çalışırlar: Rezonans ya da rezonans üstü noktada.

Uyarma kuvvetinin frekansı, konveyörün frekansı ile çalıştığı zaman rezonans vardır denir. Rezonans anında, titreşen kütlelerin atalet kuvvetleri geri getirme sisteminin geri getirme kuvveti ile dengelenir. Bu olay konveyör üzerindeki dinamik yükleri kaldırır ve yenilmesi gerekli tek kuvvet olarak sisteme etkiyen dirençler kalır. Rezonanslı titreşimli konveyörler genellikle rezonans noktasının üstünde çalışan titreşimli konveyörlerden daha az güç harcarlar. Rezonans konveyörlerinin başlıca sakıncası, yük taşıyıcı elemanın genliğinin özellikle besleme akımının düzgün olmadığı zamanlarda azalmasıdır, bu durum da güvenilmez işletme sonucunu doğurur. Geri getirme mafsal sistemi rijit olduğundan, rezonans konveyörleri taşıyıcı yapı üzerinde önemli dinamik yükler doğururlar. Bu nedenle bu türlerin özel bir titreşim yalıtımıyla donatılmaları gerekmektedir. Bu da genellikle karmaşık bir tasarım sonucunu verir. Düzgün bir besleme ile orta kapasitede çalışan ağır titreşimli konveyörlerde genellikle rezonans koşulları uygulanır.

Rezonans noktasının üstünde çalışan konveyörlerde uyarma kuvvetinin frekansı, konveyörün titreşimlerinin 2 - 3 katının üstündedir. Geri getirme mafsallarının rijitliği düşük olduğundan; taşıyıcı yapıya etki eden dinamik yükler önemsizdir. Titreşim yalıtımına gerek yoktur ve bundan dolayı tasarım basittir.

Bu tip konveyörlerin en önemli üstünlüğü, uygulanan yüksek gücü faydalı işe çevirme yeteneğidir. Ancak titreşim kütlelerinin atalet kuvvetleri dengelenmemiş olduğundan, çalıştırma düzeneği yüksek dinamik yüklere maruzdur. Bu da çalışma ömrünü azaltır ve çalışma biriminin kinematik çiftindeki sürtünmeyi yenmek için yüksek güç harcanmasına neden olur. Rezonans noktasının üstünde çalışan titreşimli konveyörler genellikle değişken yüklerde kullanılırlar. Bugün kullanılan başlıca titreşimli götürücüler Şekil 10.10'da gösterilmiştir.

Merkezkaç çalıştırma birimli titreşimli konveyörler arasında en çok kullanılanlar, rezonansa dengelenmiş olanlardır. Bu tip konveyörlerde birbiri üzerine yerleştirilmiş iki yük taşıyıcı eleman vardır (Şekil 10.10a). yük taşıyıcı elemanlar birbirlerine yaylarla veya lastik ve madenden yapılmış geri getirme mafsallarıyla ve oynak yerlerinde lastik bulunan bağlama çubuklarıyla bağlanmışlardır. Titreşen sistemin tümü, bağlama çubuğunun ortasına yerleştirilmiş bir lastik conta yardımıyla taşıyıcı yapı üzerine tutturulur. Bu conta titreşim sırasında sabit kaldığından, dinamik yükler taşıyıcı yapıya geçmezler. Genellikle çalıştırma biriminin merkezkaç mili bir yük taşıyıcıya, bağlama çubuğu ise diğerine tespit edilmiştir.

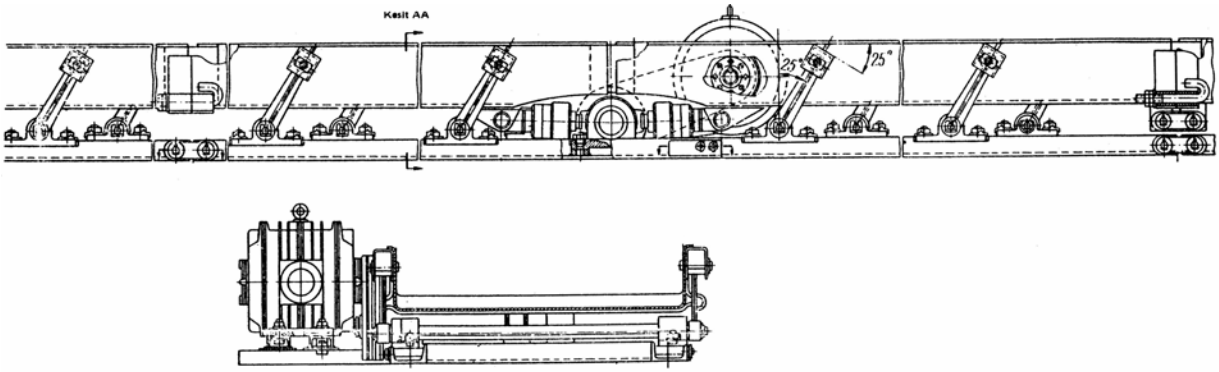



**Şekil 10.10** Titreşimli konveyörlerin prensip şemaları

Şekil 10.10b'de gösterilen yapısal şema, derli toplu tasarımlı konveyörler için kullanılır. Şemada gösterildiği gibi, konveyörün yük taşıyıcı elemanları tek bir yatay düzlemde bulunurlar ve karşı fazda, titreşim hareketine girerler. Atalet türü bir çalıştırma düzeneği ile donatılmış titreşimli konveyörler genellikle Şekil 10.10c'de görülen şemaya uygun olarak imal edilirler. Konveyör, damper ile birlikte titreşimi yalıtan geri getirme elemanları yardımıyla taşıyıcı yapı üzerine yerleştirilmiş bir yük taşıyıcı elemandan oluşur. Vibratörler, taşıyıcı yapı veya yük taşıyıcı eleman üzerine yerleştirilmişlerdir.

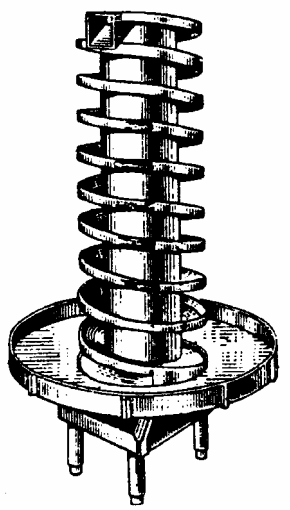
Tasarım bakımından en basit bir elektromanyetik konveyördür. Bu tarz konveyör, yapma bir geri getirme düzeneği ile elektrodinamik vibratöre bağlanmış olan bir yük taşıyıcı elemandan oluşur (Şekil 10.10d). Taşıyıcı yapıdan, bir seri amortisör yardımıyla yalıtılmıştır.

Bu, geri getirme mafsallarının reaksiyonlarının yatay bileşenlerini dengeler. Bu şemaya uygun olarak yapılmış 100 [t/saat] kapasiteli bir titreşimli götürücü Şekil 10.11'de görülmektedir. Bu konveyör, taşıyıcı şasiye bağlanmış burulma türü geri getirme elemanlarının üzerine yerleştirilmiş bir tekneli yük taşıyıcıdan oluşmaktadır. Konveyör, yük taşıyıcı elemanının altına yerleştirilmiş bir merkezkaç vibratörle çalıştırılmaktadır.




**Şekil 10.11** Burulma türü geri getirme düzeneği ve titreşimli konveyör

Titreşimli konveyörlerin yük taşıyıcı elemanları, taşınan yüke uygun olarak tekne veya boru tarzında tasarımda yapılırlar. Taşıma ve teknolojik amaçlar için kullanılan birimlerde özel yük taşıyıcı elemanlar yapılır. Bunların içinde malzeme sınıflandırılır, kurutulur veya soğutulur. Titreşimli düşey taşıma için spiral şütler (salyangozlar) kullanılır (Şekil 10.12).



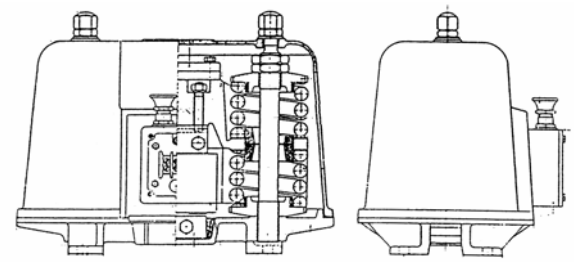
**Şekil 10.12** Titreşimli helisel salyangoz

## 10.4. TİTREŞİMLİ TEKNE TAHRİK SİSTEMLERİ

Titreşimli teknelerde sistemleri olarak elektrikli vibratörler, dengesizlik motorları veya krank biyel mekanizmaları kullanılmaktadır. Tüm ileticilerin hepsi tahrik sistemleri ne olursa olsun doğrusal harmonik titreşim meydana getirmekte olup titreşim yönü atış açısı üzerinden yataya getirilmiştir. Bu Şekilde atalet kuvvetlerine ek olarak mikro atış kuvvetleri de doğmaktadır.

### 10.4.1. Elektromanyetik Tahrik İle Titreşimli İletim

Bir elektro-manyetik vibratörün kesit şekli Şekil 10.13'de gösterilmiştir. Elektromanyetik tahrik sistemi; tekne ağırlığı, karşı ağırlık ve vibratör ile yaylar beraberce iki kütleli titreşim sistemini meydana getirmekte olup elektro-mıknatıslarla rezonans yakınında çalıştırılır. Yay olarak genellikle helisel bası yayı veya yaprak yaylar kullanılır.

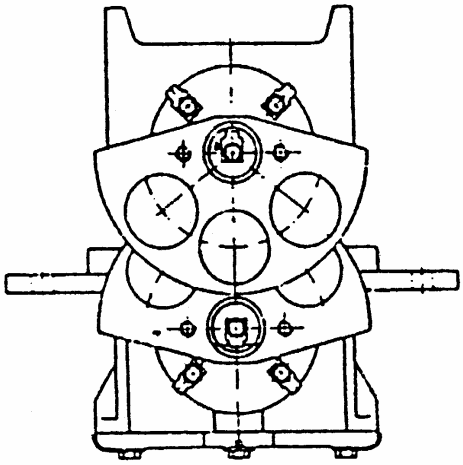


| Tip | Ağırlık kg | Faydalı yük, kg | İzin verilen elektrik akımı A | | | Tesirli güç ~ W |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 220 V | 330 V | 500 V | |
| RMA 45 | 70 | 35-60 | 9.4 | 5.4 | 4.2 | 125 |
| RMA70 | 130 | 60-90 | 17.5 | 10.0 | 7.75 | 260 |
| RMA160 | 258 | 140-190 | 29.5 | 17.0 | 13.0 | 470 |
| RMA225 | 325 | 200-250 | 29.5 | 17.0 | 13.0 | 520 |

**Şekil 10.13** Elektro-manyetik vibratör (Rhewum)

### 10.4.2. Dengesizlik Motorları

Tu tip konveyörlerde kullanılan dengesizlik motorları genellikle dört kutuplu, ender olarak da iki veya altı kutuplu asenkron motorları olup oldukça kuvvetlendirilmiş yatakları mil uçlarına yerleştirilmiş dengesizlik disklerinden meydana gelir (Şekil 10.14).

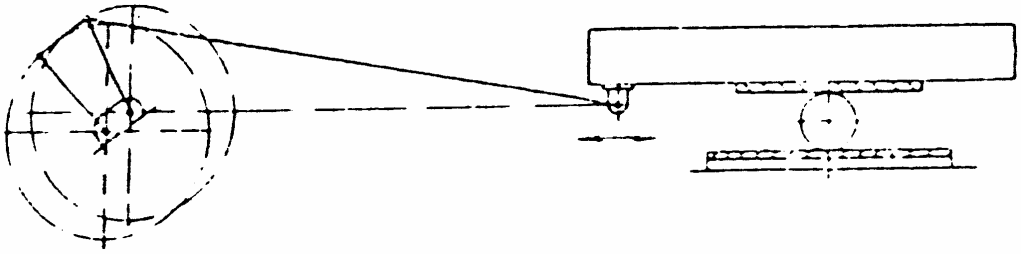


**Şekil 10.14** Dengesizlik motoru

Bir titreşimli motor elastik bir kavrama ile motora bağlanır; ya da birbirlerine ters yönde dönen iki dengesizlik motorları atış açısı tekneye doğru olacak biçimde düzenlenir.

### 10.4.3. Krank Biyel Mekanizmalı İletim

Bu titreşimli ileticiler orta ve büyük iletim güçlerinde kullanılırlar. İletim hızları oldukça yüksektir. Artan iletim hızı ile kesit azaltılabilir. Yani yüksek hızlardaki ileticiler küçük boyutlarda imal edilerek daha ekonomik olarak kullanılabilirler. İletim teknesi çok kere yaprak yaylarla veya lastik elemanlarla ağır karşı çerçeve ile bağlanır. Tahrik sistemleri gerekli olan kalkış momentine göre hesaplanır (Şekil 10.15).



**Şekil 10.15** Sarsağın şematik olarak gösterilişi