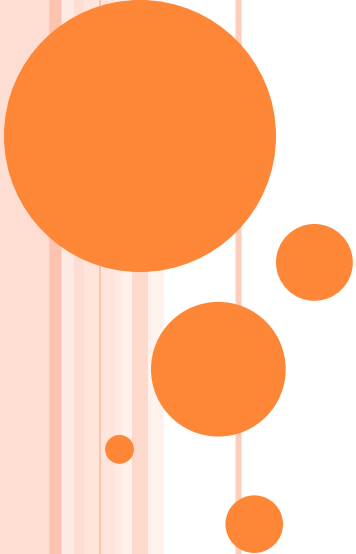




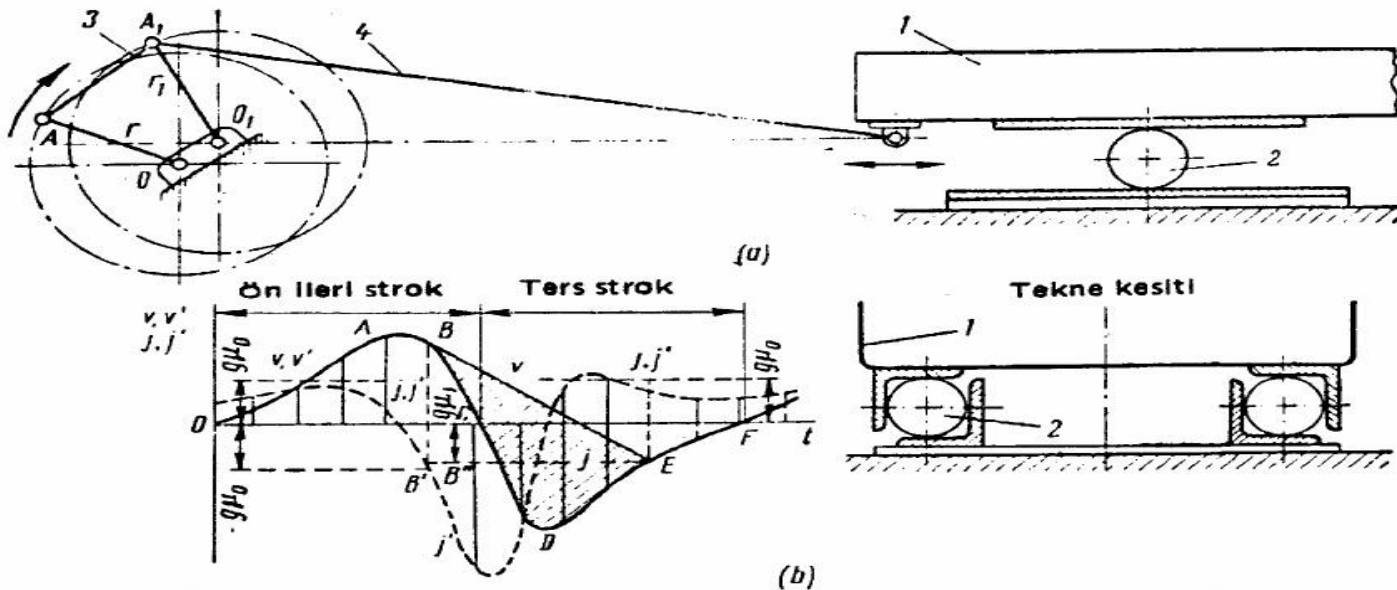
# **SALINIMLI VE TİTREŞİMLİ KONVEYÖRLER**

**Ebubekir ARSLAN**  
**Cafer DANERİ**

# SALINIMLI VE TİTREŞİMLİ KONVEYÖRLER

Bir salınlı konveyör başlıca şu parçalardan meydana gelir: (1) tekne, (2) çubuk, makara veya bilyeli destekler ya da tekne için askı düzeni, (3) döndürme sistemi ve tekne ile sistemi birbirince bağlayan (4) krank mekanizması.

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

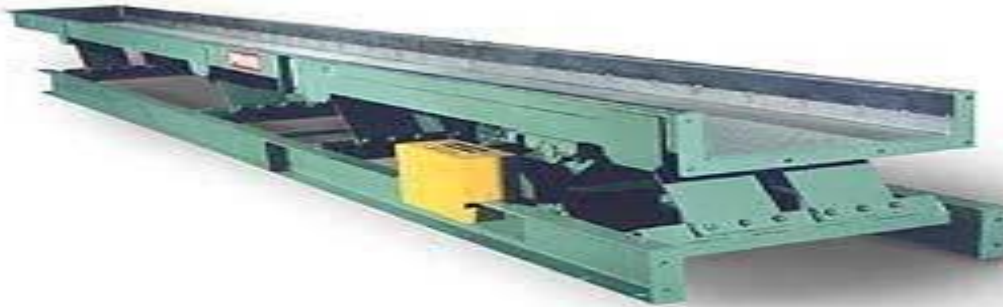


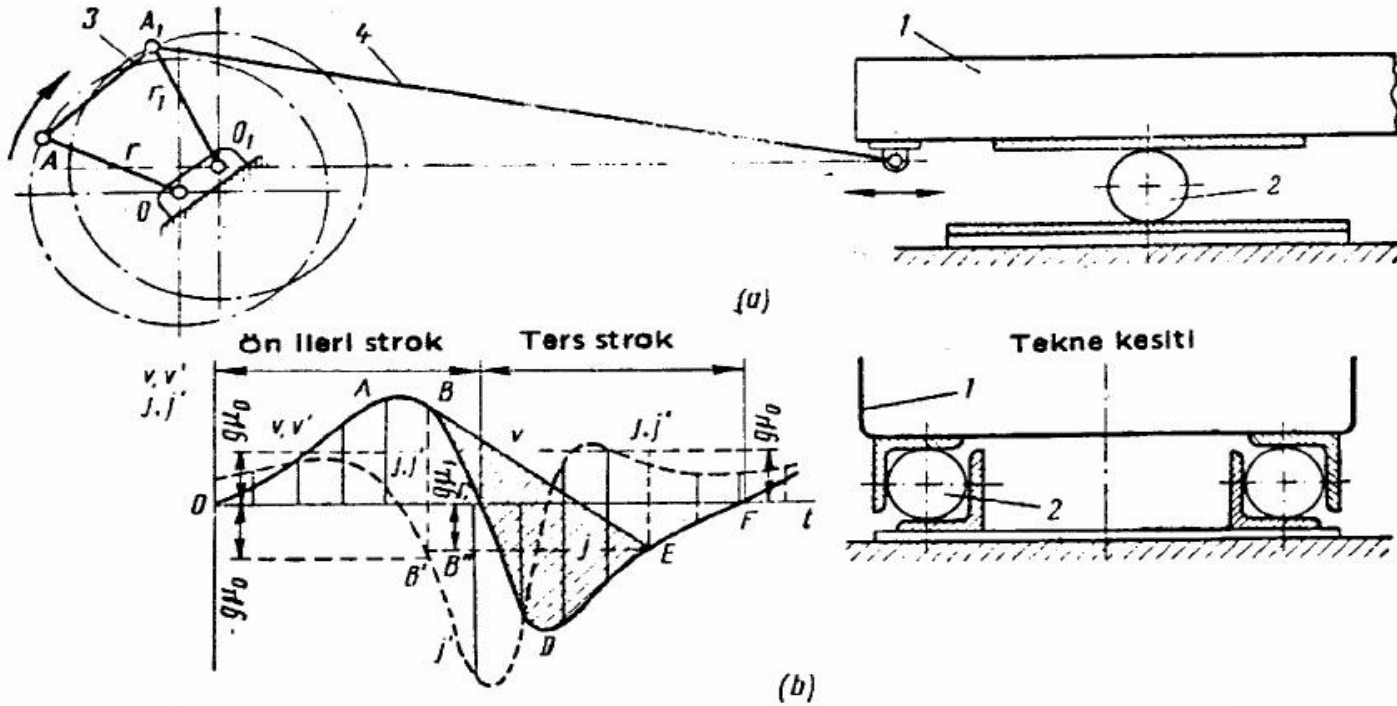
Şekil 10.1 Salınlı konveyörün şematik ve kinematik diyagramı

- Yükün ileri doğru hareketi, ancak gidip gelen teknenin malzeme üzerinde doğurduğu sürtünme kuvvetleri, teknenin ileri hareketinden daha yüksek olduğu zaman mümkündür. Bu, bir ya da iki yolla gerçekleştirilebilir:
- • Tekne, uzun eksenini doğrultusunda üzerindeki yük basıncı sabit kalacak, ancak kinematik kuvvetler ileri ve geri hareketler için farklı olacak biçimde hareket eder. Bu durum; sürtünme kuvvetini, teknenin ileri geri stroklarında değişik olmasına neden olur.
- • Tekne düşey düzlemde, konveyörün boyuna eksenini 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.



- 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; salınlı konveyörler, tekne üzerindeki yük basıncı *sabit* ya da *değişken* diye ayrılır.
- Salınlı konveyörler genellikle kısa uzaklıklar veya orta taşıma kapasitelerinde kullanılırlar. Başlıca üstünlükleri basitlikleridir. Konveyörün kendisi, herhangi bir mekanik parçası olmayan bir teknedir. Yalnızca çalıştırma birimi karmaşıktır ve bakım ister. Salınlı konveyörler yüksek sıcaklıklara ısıtılmış yükleri taşımaya elverişlidirler ve yük teknenin, herhangi bir noktasından kapaklar aracılığıyla boşaltılabilir. Yapışkan malzemelerin taşınmasında ise kullanılmazlar.
- Salınlı 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. Salınlı 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.

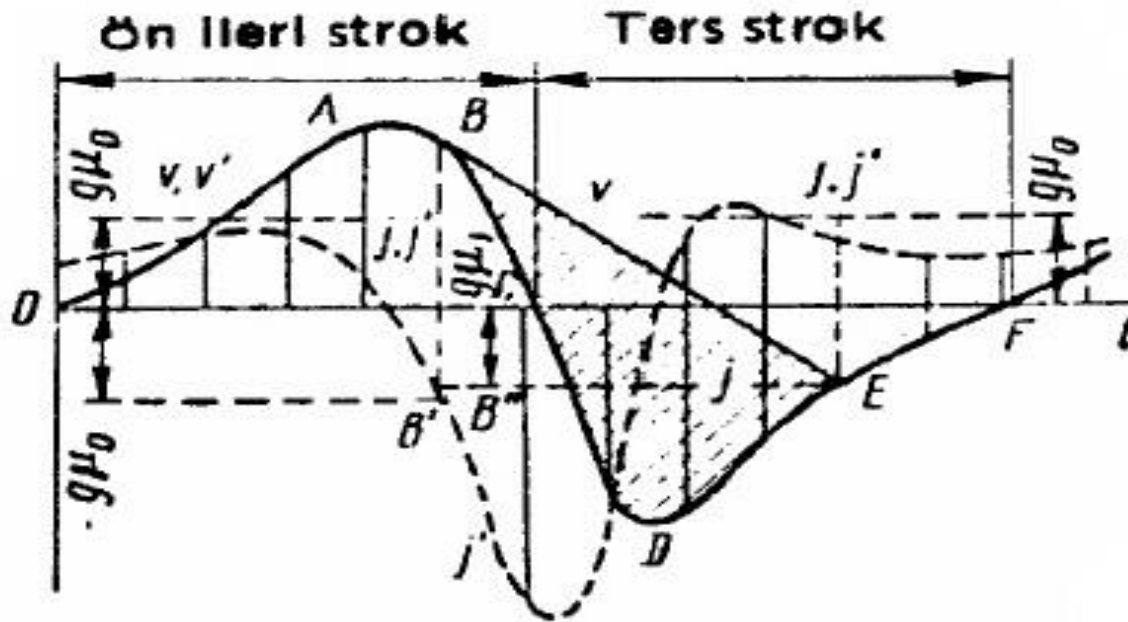




**Şekil 10.1** Salımlı konveyörün şematik ve kinematik diyagramı

Mekanizması, dört mafsallı bir çubuk sisteminden oluşur. OA krankı, bir elektrik motoru tarafından düzgün olarak döner.  $AA^1$  mafsalı yardımıyla birinci kranka bağlanmış olan ikinci  $O^1A^1$  krankı ise düzgün olmayan bir hızla döner ve (4) çubuğu aracılığıyla titreşimli gidiş-geliş hareketin, (2) bilye ya da masura destekleri üzerine yerleştirilmiş (2) teknesine iletir. Tekne, uzun (boyuna) eksen boyunca hareket eder.

- Tekne hareketinin  $t$  çevrim zamanı  $x$  ekseninde;  $v'$  hızı ve  $j$  ivmesi ise  $y$  ekseninde 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 hareketinde; ( $G$ =yükün tekne üzerindeki basıncı ağırlığı), ( $\mu^o$ =yük ile tekne arasındaki statik sürtünme katsayısı)  $F_{\max}$ =yük ile tekne arasındaki sürtünme kuvveti,  $F_{\max} = G \cdot \mu^o$  olur.
- Teknenin yük ile birlikte hareketleri sırasında, yüke ilettiği maksimum ivme ise

$$j_{\max} = \frac{F_{\max}}{m} = \frac{G \mu_o g}{G} = \mu_o g$$

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

Denklem, 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. Bu durum, tekne ve yükün birlikte hareket ettiklerini ve  $OB$  eğrisinin teknenin  $v'$  hızını değil 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 teknedan 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

$$j = -\frac{G \mu_o g}{G} = -g \mu_1 = s b t$$

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.

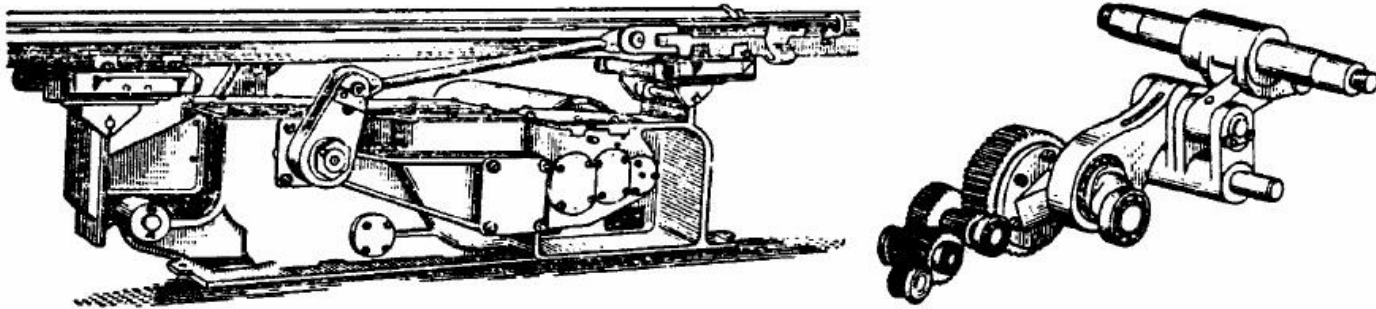




- v - t diyagramında *BDE* alanı, yükün tekneye göre bağıl hareketini temsil eder. Bu alanı önceden saptanmış ölçekte ve planimetre ile ölçerek yükün tam bir çevrimdeki *s* yer değiştirmesini ve ortalama işletme hızı

$$v_{ort} = \frac{sn}{60} \quad [\text{m/s}]$$

- olarak hesaplanır. Burada; *n*, teknenin dakikada salınım çevrimi sayısıdır.
- Mafsallı çalıştırma birimli konveyörlerde tekne salınımları oldukça yüksek (150 -300 [mm]) ve krank hızları ise düşüktür (sırasıyla *n* = 100 - 150 [d/dak]).
- Konveyörün kapasitesi, 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.



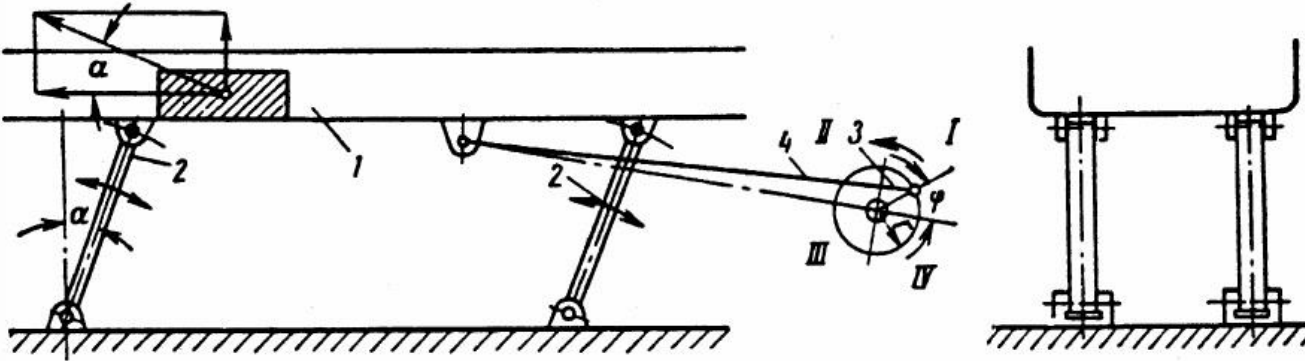
Şekil 10.3 Tekne üzerinde sabit yük basınçlı salınlı konveyörün çalıştırma düzeneği



# TEKNE ÜZERİNDEKİ DEĞİŞKEN YÜK BASINÇLI KONVEYÖRLER

## ○ Sarsak Konveyörler

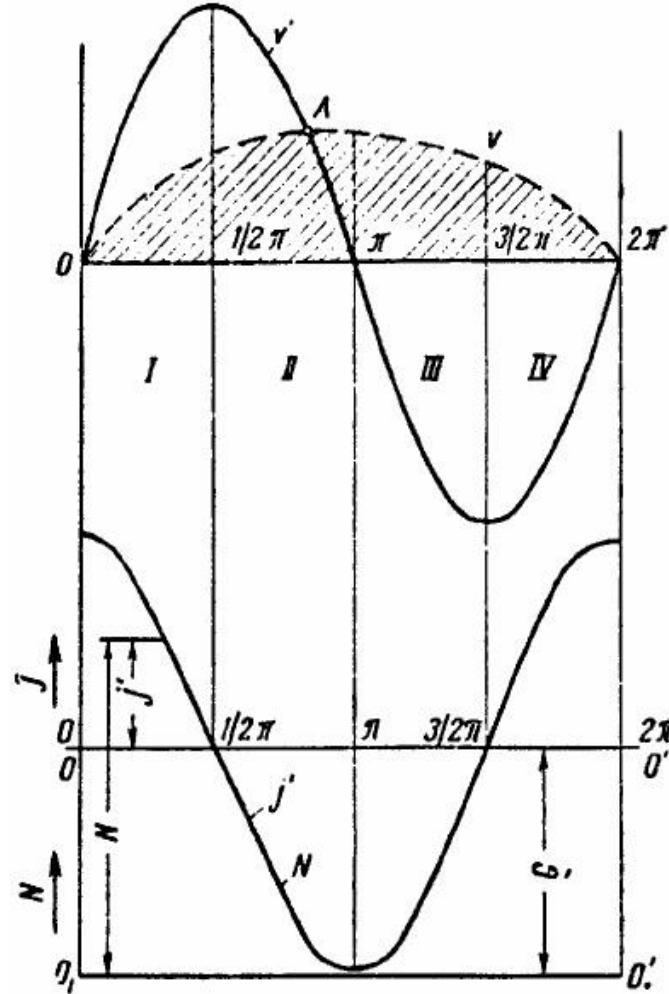
- Sarsak türden bir konveyörün şeması Şekil 10.5'de verilmiştir. Eğimli yaylı ya da mafsallı (2) destek çubukları üzerine yerleştirilmiş olan (1) teknesi, çubukların taban mafsallarına göre salınım yapar. Çalıştırıcının verdiği hareket ve krank biyel aracıyla tekneye iletilir. (3) krankının yarıçapı,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



Şekil 10.5 Krank-biyel çalıştırıcı salınlı konveyörün düzenlenmesi



- Bir krank-biyel çalıştırma düzenekli konveyörün salınım genliği 30 - 40 [mm],  $n$  frekansı ise 300 - 400 [çevrim/dak] civarındadır. 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.

$$N = G + \frac{G}{g} j' \sin \alpha$$

- 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,  $O1O'1$  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 ayarlamamanın temel koşulu:

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

veya

$$j'_{\max} < \frac{g}{\sin \alpha}$$

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

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

- o olduğundan tekneden ayrılacaktır. Burada  $\mu_o$ , yük ile tekne arasındaki statik kayma sürtünme katsayısıdır.  $j'_{\max}$  değerinde  $N$  değerini ortadan kaldırarak,

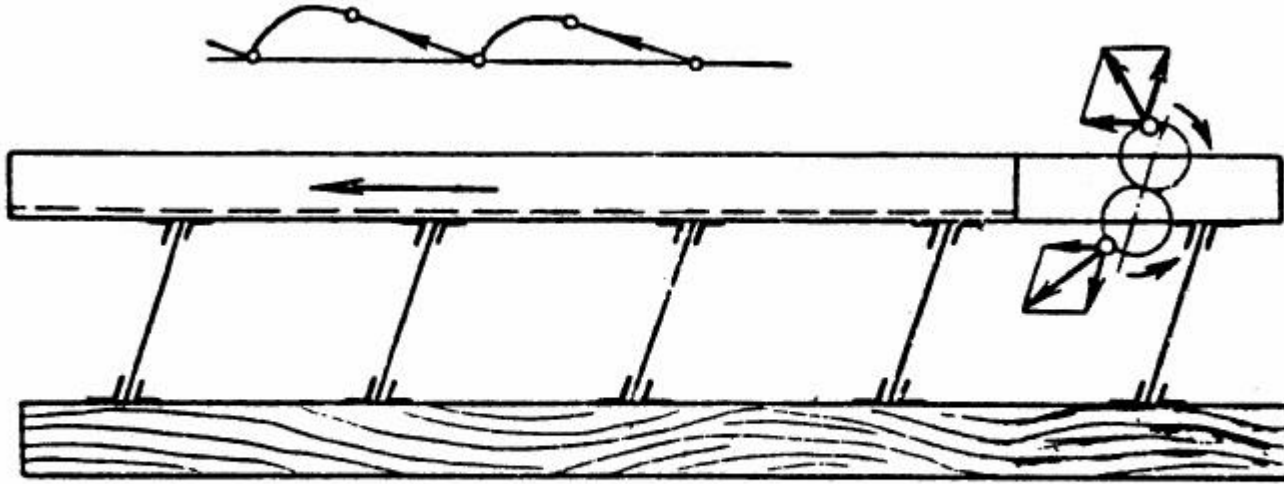
$$j'_{\max} > \frac{g\mu_o}{\cos \alpha - \mu_o \sin \alpha}$$

- o 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. bölümdeki Şekil 10.6'nın üstünde gösterildiği gibi hızla artar. II. bölümdeki 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. bölümde tekne üzerindeki yük basıncı düşük olduğundan, yük ivmesinin düşmesi yavaş olur. IV. bölümde normal basınç yükselir, hız hızla düşer ve O' noktasında sıfır olur.
- o 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.

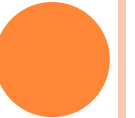


## TİTREŞİMLİ KONVEYÖRLER

- 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 taşıyıcısındaki 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 :

$$x' = A \cos 2\pi n t$$

$$v' = -A 2\pi n \sin 2\pi n t$$

$$j' = -A(2\pi n)^2 \cos 2\pi n t$$

- 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:

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

- 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

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

- Elde edilir.



$$L = A(2\pi n)^2 \sin \alpha / g \text{ dir}$$

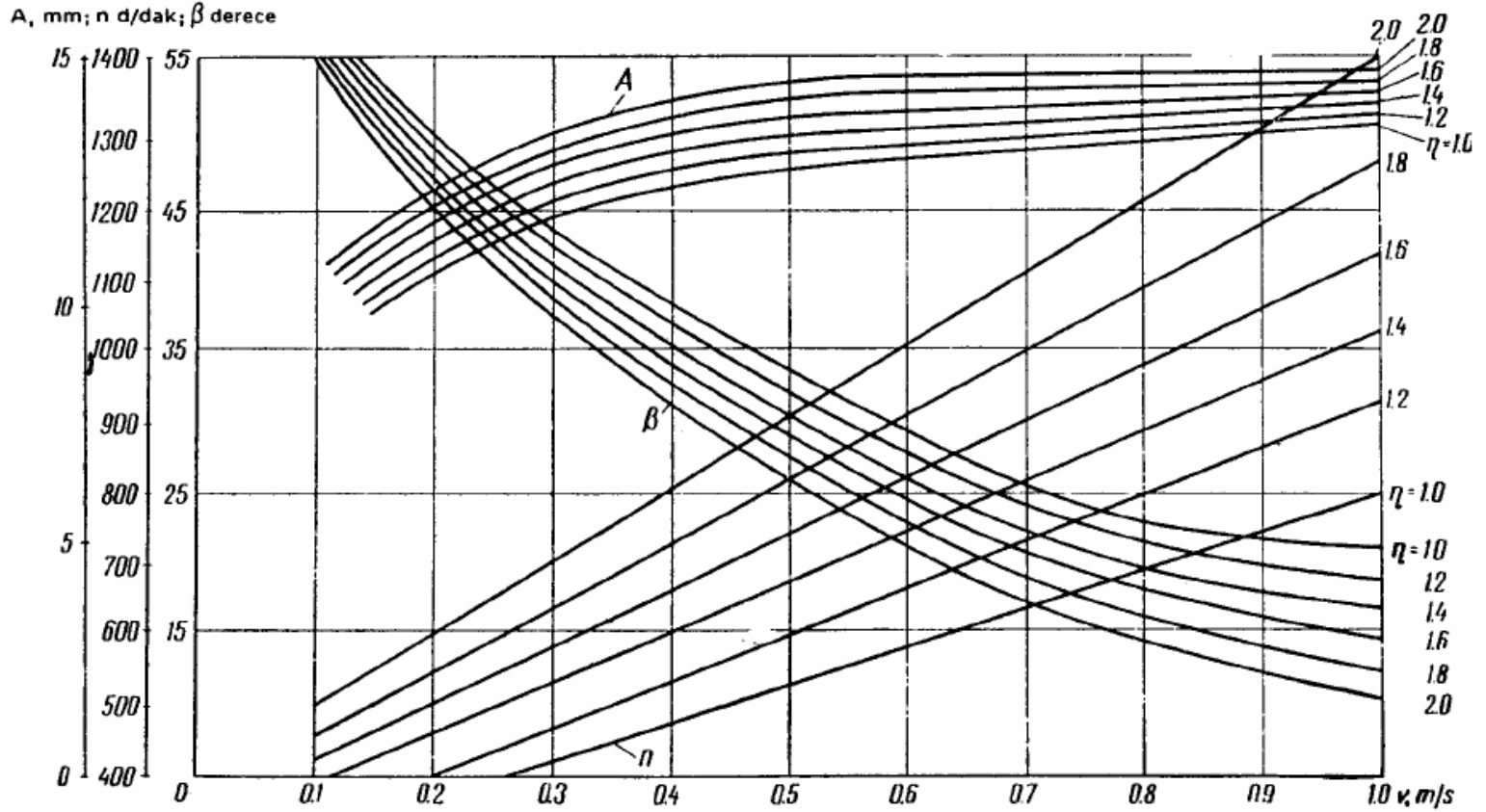
- Yükün yukarıya doğru fırlatıldığı  $t_0$  anındaki hızı, yük taşıyıcının  $v_0 = A2\pi n \cos \alpha \sin 2\pi n t_0$  . hızına eşit olduğundan ve yük, serbest hareketi sırasında yalnızca yer çekimi kuvvetinin etkisinde bulunduğu; yükün taşıyıcı üzerine düştüğü  $t_f$  anını ve serbest hareketinde izlediği yörünge belirlenebilir. Yük yere indikten sonra taşıyıcı ile birlikte ve taşıyıcının hızı ile hareket eder. Yükün taşıma bölümünün tümü boyunca ortalama hızı

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

- 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)
- $\eta$  katsayısının büyük değerleri, taşınması güç malzemeler ve oldukça kalın tabakalar için kullanılır. Bir kılavuz olarak  $\eta$ 'nin 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.



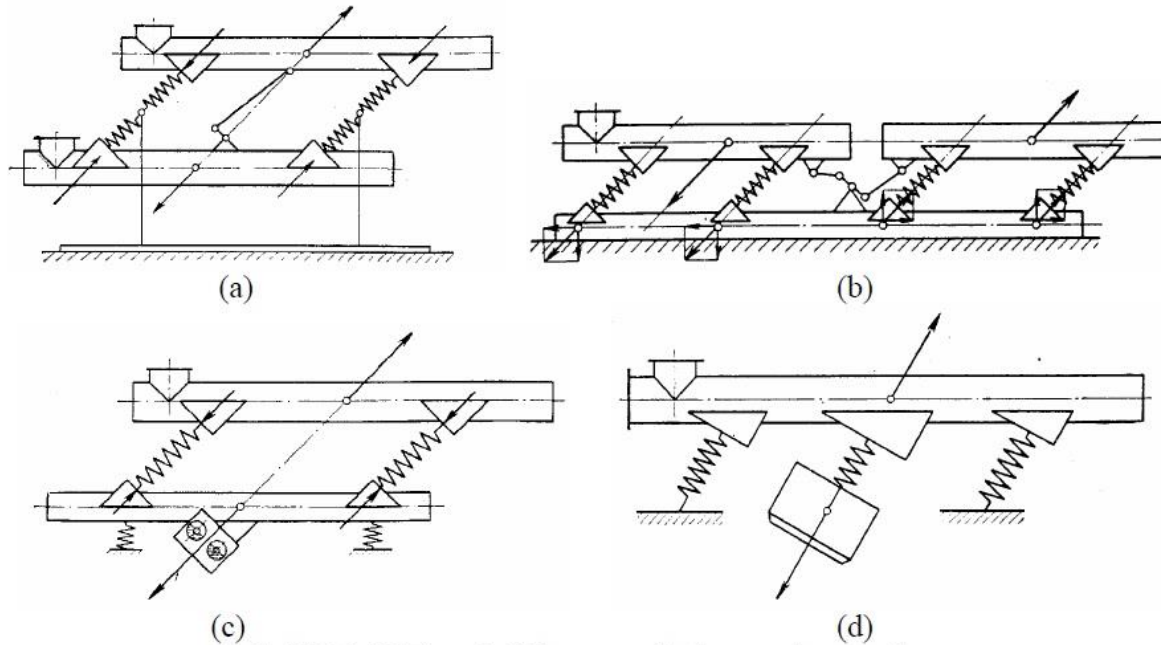




Şekil 10.8 Titreşimli konveyörler için optimum parametreler

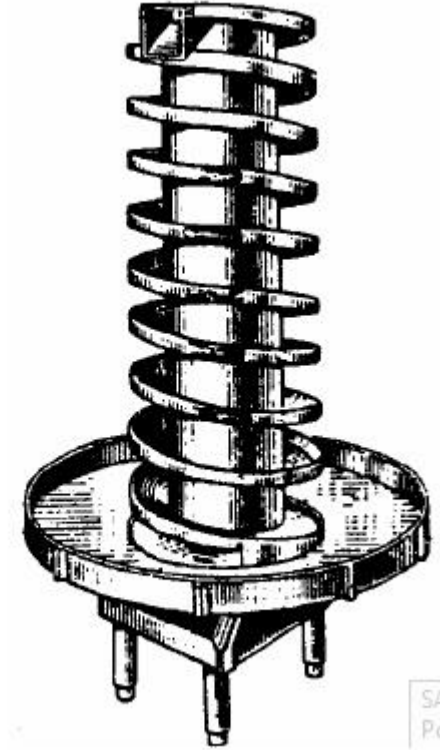
Bir titreşimli konveyör en basit biçimde bir yük taşıyıcı eleman, çalıştırma birimi ve geri gelme bağlantılarından meydana gelir. Ayrıca atalet kuvvetlerini dengelemek ve titreşimi yalıtımak amacıyla ek kütleler de kullanılırlar. Reaktif kütleleri ve darbe yutucuları içeren titreşim yalıtıcı düzenekler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

- 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
- 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

- Taşıma ve teknolojik amaçlar için kullanılan birimlerde özel yük taşıyıcı elemanlar yapılır. Bunların içinde malzeme sınıflandırılır, kurutulur veya soğutulur. Titreşimli düşey taşıma için helisel salyangozlar kullanılır.

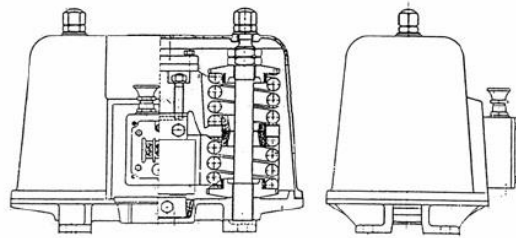


# TİTREŞİMLİ TEKNE TAHRİK SİSTEMLERİ

- 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.

## Elektromanyetik Tahrik İle Titreşimli İletim

Bir elektro-manyetik tahrik sisteminin 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.

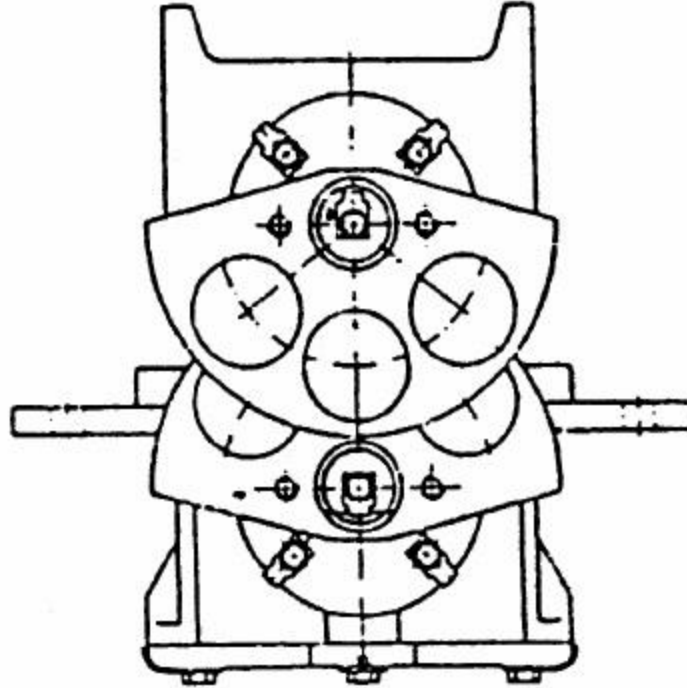


| Tip    | Ağırlık<br>kg | Faydalı<br>yük, kg | İzin verilen elektrik<br>akımı A |       |       | Tesirli<br>güç<br>~ W |
|--------|---------------|--------------------|----------------------------------|-------|-------|-----------------------|
|        |               |                    | 220 V                            | 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 Elektromanyetik sistemi (Rhewum)

## ○ 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).

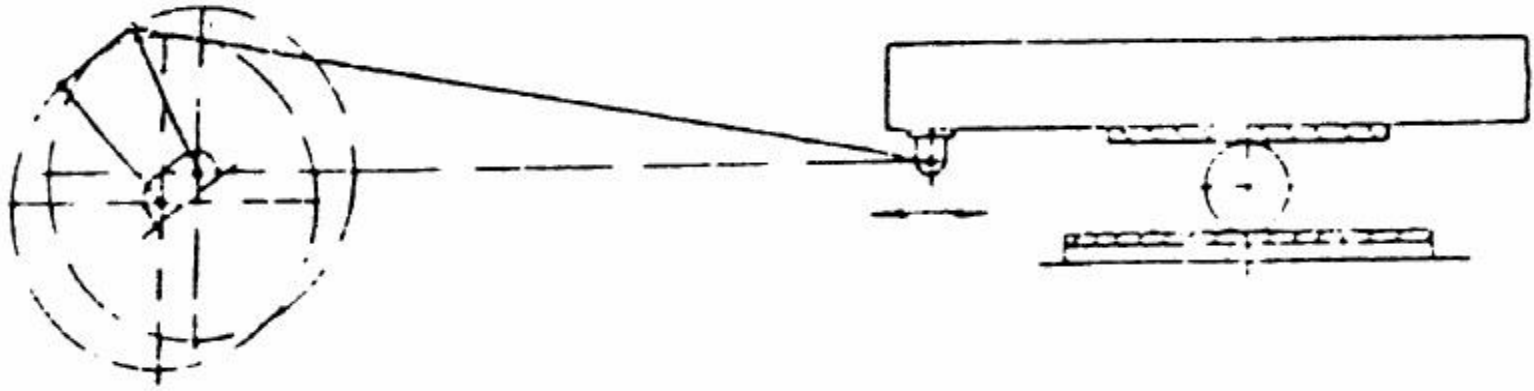


Şekil 10.14 Dengesizlik motoru

- 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.

## ○ 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



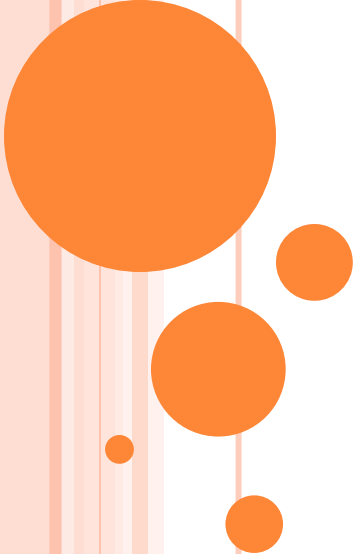


Dr İsmail GERDEMELİ  
*gerdemeli@itu.edu.tr*

- Sürekli Transport Sistemleri







**DİNLEDİĞİNİZ İÇİN  
TEŞEKKÜRLER...**