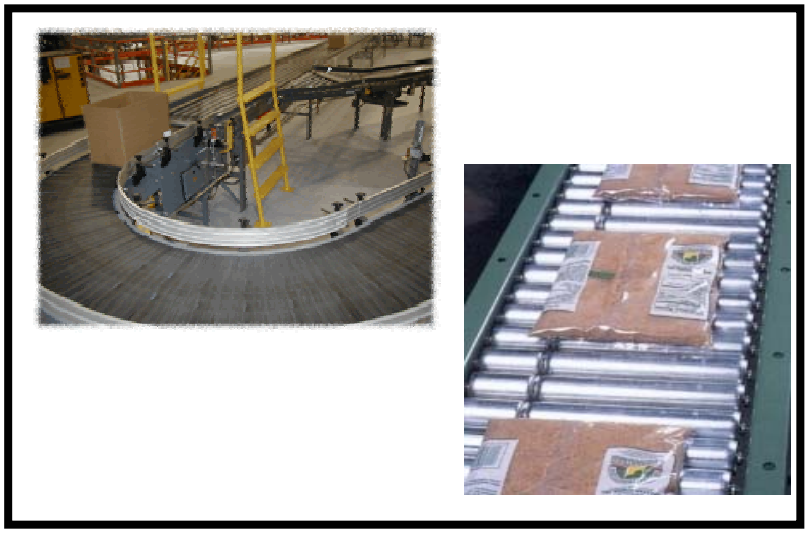
BÖLÜM 2.

SÜREKLİ TRANSPORT MAKİNALARININ SINIFLANDIRILMASI



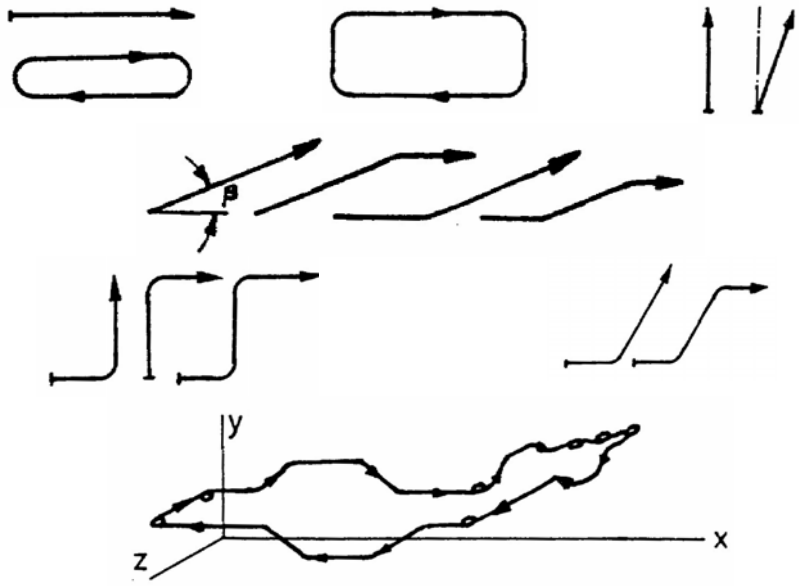
2.1. GİRİŞ

Birbirinden işletme ilkeleri, tasarım özellikleri, taşımanın araç ve doğrultusu bakımından ayrılan sürekli transport makinalarının gösterdiği büyük çeşitlilik nedeniyle, malzeme taşıma donatımının genel bir sınıflandırılmasını yapmak hemen hemen olanaksızdır. Ancak, karmaşık bir bütünü daha basit ana bölümlere ayırma yoluyla transport makinaları, ana ayırt edici niteliklerine göre sınıflandırılabilir. İşletme ilkeleri bakımından transport makinaları *kesikli* ve *sürekli* olmak üzere ikiye ayrılır. Sürekli transport makinaları, değişik türdeki sürekli taşıyıcılarını, havalı ve hidrolik iletim düzeneklerini ve iletim donatımının bir bölümünü içermektedir.

Sürekli transport makinalarına özgü nitelik, bunların yük taşıyıcı elemanlarının, yükü pratik olarak kesiksiz bir akışla ya da ard arda ve toplam debiye göre küçük miktarlarda ve kesin bir biçimde belirlenmiş bir yörünge üzerinde taşımalarıdır. Bu tarz sürekli transport sistemlerinde, birim mallar da birbirini izler biçimde iletilebilir ve yük taşıyıcı elemanları hareket halinde yüklenip boşalabilir. Taşınacak malzemenin türüne bağlı olarak makinalar, dökme yük veya birim yük sürekli taşıyıcıları ya da her iki türü taşıyan makinalar diye sınıflandırılır. Tasarım şekline göre: (a) Çekme elemanlı, (b) Çekme elemansız.

Kayışlı, paletli, kürekli, kovalı, tablalı, arabalı ve yüksek sürekli transport sistemleri ile kovalı tablalı arabalı ve kafesli yükselticiler ve yürüyen merdivenler bükülebilir çekme elemanlı makinalardır. Bükülebilir çekme elemanı makinaların hepsinde ortak olan nitelik, yükün taşıma çevrimi boyunca çekme elemanı ile birlikte hareket etmesidir. Bükülebilir çekme elemanı hareketi, hareketli yük taşıyıcı elemanlara (kayış, palet, kelepçeler) ve bunlar tarafından taşınan yüke aktarılır. Belli tasarımlarda yük sabit kılavuz yataklar üzerinde kayar. Yük taşıyıcı elemanlar, yatay ya da eğimli kesitler boyunca hareket ederler. Bu elemanlara desteklik görevini görenler, hareketli ya da sabit masuralar ya da kılavuz yataklarıdır.

Helezonlu, salınımlı ve masuralı transport sistemleri ile döner iletim boruları bir çekme elemanı olmayan ileticilerdir. Çekme elemansız bütün sürekli taşıyıcılarda yük, dönen ya da gidiş geliş hareketi yapan yük taşıyıcı elemanlardan ayrı olarak hareket eder. Sürekli transport makinaları özellikle taşımanın yönü bakımından birbirlerinden ayrılırlar. Belli türdeki sürekli iletici makinaları yükün, verilmiş bir doğrusal doğrultuda (yatay ya da hafif eğimli; düşey ya da düşey doğrultuya göre hafif eğimli) taşınmasını sağlarlar. Diğer türler ise yukarı aşağıya, eğimli, dönüşlü ve virajlı gibi çeşitli düzgünsüzlükleri bir araya toplamış olan bir hareket yörüngesine sahiptir. Bunlarla ilgili olarak; masuralı, tablalı ve diğer bazı sistemler daima yatay (ya da hafif eğimli) olarak düzenlenir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Sürekli transport makinalarının izledikleri başlıca yörüngeler

Yük tek yönde ya da yatay düzlemdeki kapalı bir eğri boyunca hareket eder. Kepçeli yükselticilerde ise hareketin doğrultusu düşey ya da düşeyle küçük bir açı yapar. Yükün birbirini izleyen yatay, düşey ya da yatay ve eğimli düzlemlerde parçaları bulunan karmaşık bir yörünge üzerinde hareket etmesi kepçeli, kürekli ve tablalı sürekli transport sistemleri ile kapalı kürekli bir çok sistem için ayırt edici özelliktir. Türleri için ayırt edici özellikte bir

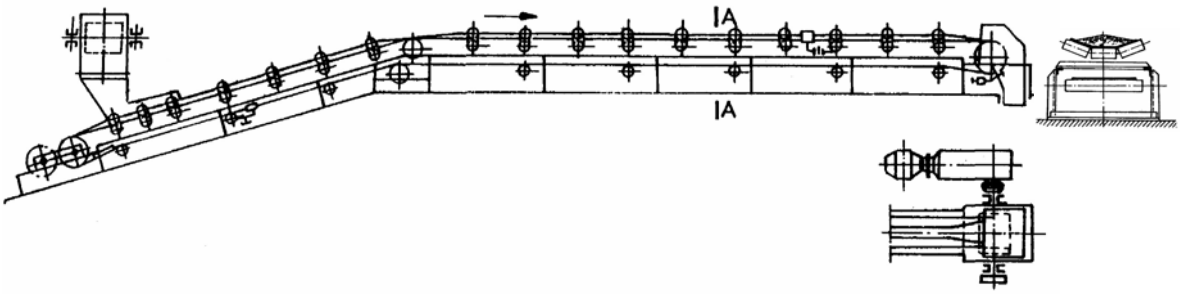
hareket yönüne sahip diğer bir sürekli transport makinaları kümesinde ise hareketin ters yönde yapılmasına izin verecek bazı değişiklikler yapılmıştır. Örneğin helezon ileticiler genellikle yatay ya da hafifçe eğimli olarak tasarlandıkları halde, yükü düşey olarak kaldırmak için değişikliğe uğratılabilirler. Yüklerin önceden kesin olarak belirlenmiş bir yörünge üzerinde taşıyan, çok düzlemli bir yük taşımasını gerçekleştiren sürekli transport makinalarının bu niteliği, özellikle onların otomatik olarak çalışmasına ve yükleme boşaltma süreçlerinin otomasyonuna olanak sağlar.

2.2. BANTLI TRANSPORT MAKİNALARI

a) Çalışma şekli

Yük genellikle üst şeritte gider ve alt şerit boş olarak dönüşü sağlar. Tahrik tamburu hareketini tahrik biriminden alır, gönderilecek mal makinanın üstüne kurulmuş bir ya da fazla sayıda yükleme haznesinden bant üzerine yüklenir. Bant tarafından taşınan yük, baş tamburu üzerinde boşaltma oluğuna ya da taşıyıcı boyunca herhangi bir noktaya yerleştirilmiş, özel boşaltma düzenlerine boşaltılır. Bant temizleyici de banda yapışan malzemeleri sıyırır. Bir bantlı transport makinasını oluşturan bölümler Şekil 2.2'de görülmekte olup, ana elemanları şunlardır :

- Şase
- Tahrik grubu
- Gerdirme tamburu
- Sonsuz bant
- Bant üst taşıyıcı rulolar
- Alt taşıyıcı rulolar
- Tahrik tamburu
- Yükleme haznesi
- Boşaltma oluğu
- Bant temizleyicisi



Şekil 2.2 Bantlı konveyör

b) Kullanıldığı yerler

Bantlı konveyörler geniş bir yelpaze içine giren birim yükleri ve dökme malzemeleri, yatay ya da hafifçe eğimli yörüngeler boyunca taşımakta ya da hat birimlerinde, hafif ara ürünleri bir işlemden diğerine iletmekte kullanılırlar. Dökümhanedeki taşıma işlemlerini mekanikleştirmede, kuvvet santralinde yük taşıma gibi işlemler için kullanılırlar.

c) Avantajları

- Yüksek kapasite
- Büyük uzaklıklara yük taşıma
- Basit tasarım ve oldukça düşük öz ağırlık
- Güvenilir işletme ve uygun çalıştırma,

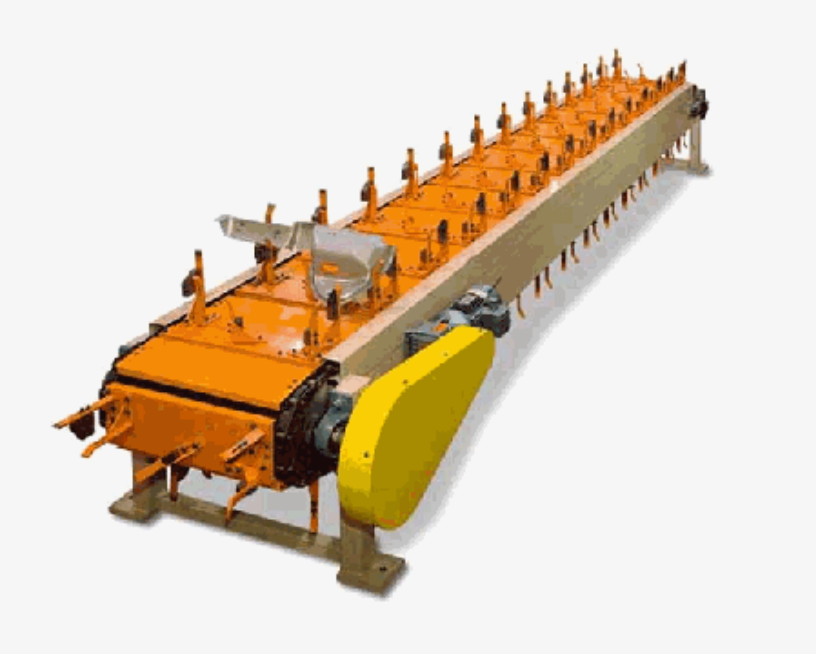
gibi özellikler, dünya çapında en çok kullanılan sürekli transport makinası konumuna getirmiştir.

2.3. PALETLİ TRANSPORT MAKİNALARI

a) Çalışma şekli

Zincir dişlisinin dişlileriyle kavramaya giren çekme zincirleri çifti, tahrik birimi tarafından döndürülür. Zincirler palet takımıyla birlikte taşıyıcının boyuna ekseni doğrultusunda dönerler. Götürülecek malzeme taşıyıcıya, yörünge boyunca herhangi bir noktaya yerleştirilmiş bir ya da fazla sayıda besleme teknelerinden yüklenir ve tahrik zinciri dişlileri yanındaki boşaltma oluğuna boşaltılır (Şekil 2.3). Paletli Transport makinasının bölümleri şunlardır:

- Şase
- Tahrik dişlisi
- Gerdirme dişlisi
- Lamalardan oluşan bir palet takımı
- Çekme zinciri
- Tahrik birimi
- Besleme tekneleri
- Boşaltma oluğu



Şekil 2.3 Paletli sürekli transport makinası

b) Kullandığı yerler

Paletli transport makinaları, çeşitli dökme ve parça malların yatay ya da eğimli olarak taşınmasında kullanılır. Kimya endüstrisinde, metalürjide maden, kömür taşımasında vb. yerlerde kullanılır. Bantlı konveyörlerden ayrıldıkları nokta, bunların genellikle ağır büyük parçalı, aşındırıcı ve sıcak malzemeleri taşımakta kullanılmalarıdır. Yıkama, boyama, soğutma ve kutuma gibi işlemler yol boyunca malzemelere uygulanabilir.

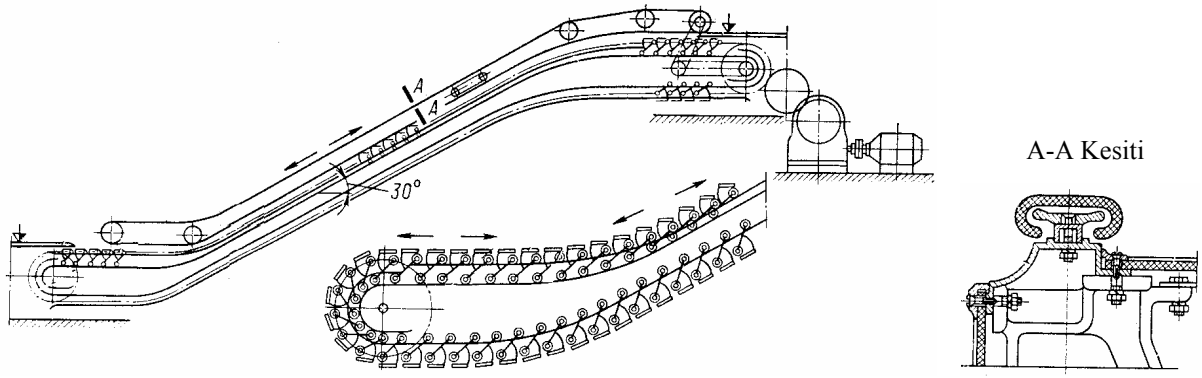
c) Avantajlar
- Ağır, büyük parçalı ve sıcak malzemeleri taşıyabilirler
- Bantlı konveyörlere nazaran daha geniş ve karmaşık hareket yörüngeleri izleyebilirler
- Daha dik eğimli ve bir doğrultudan öbürüne daha küçük dönme yarıçaplı eğrilerle geçişler sağlayabilirler
- Yüksek haznelerden beslenebilirler.

d) Sakıncalar
- Palet takımının ve zincirlerin önemli orandaki ağırlıkları
- Karmaşık yapı
- Yüksek maliyet
- Çok mafsallılık

2.4. YÜRÜYEN MERDİVENLER

a) Çalışma Şekli
Merdiven, yörüngesi taşıyıcı iki çekme zincirine tutturulmuş basamaklardan oluşur. Her basamak dört makara üzerine dayanır. Bunlardan ikisi ana makaralar olup mil aracılığıyla bağlanmıştır. Diğer ikisi yardımcı makaralardır. Makara çiftlerinden her birinin değişik ölçüde kılavuz yatakları vardır. Eğri kılavuz kızaklar, basamak üst düzeylerini yüklü şeritte daima yatay durumda tutarlar. Lamelli baklalı ve burçlu makaralı zincirler merdivenin çekme zincirleri olarak kullanılır. Tasarımda önemli bir nokta dış bakla lamel uçları yapısıdır ki bunlar zincirin bir yönde bükülmesine izin verirler. Yürüyen merdivenlerde redüktörlü çalıştırma birimleri kullanılır. Güvenlik gereksinimleri tam anlamıyla karşılamak üzere çalıştırma birimi yüksek dayanım ve aşınmaya kolay takılabilir bakım ve onarıma elverişli olmalıdır. İmdat freni önemlidir.

Bir yürüyen merdiven, basamakları hareketli merdiven şeklinde bir taşıyıcıdır (Şekil 2.4). İnsanlar aşağı ya da yukarı olmak üzere değişik iki düzey arasında taşımaya yarar. Bir yürüyen merdiven aşağıdaki parçalardan meydana gelir:
- Basamaklı palet takımı
- Çekme zinciri
- Tahrik zincir dişlisi
- Gerdirme zincir dişlisi
- Tahrik birimi
- Düzeç sahanlıklar
- Yan levhalar
- Tırabzan

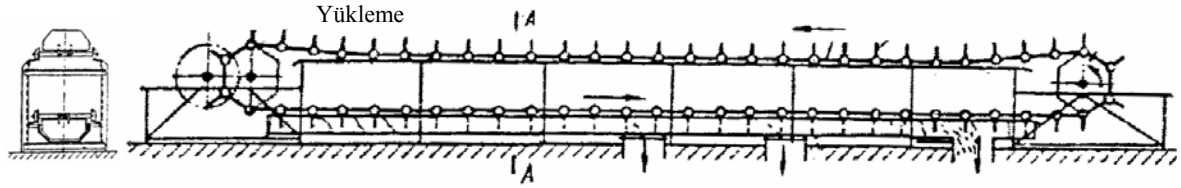


Şekil 2.4 Yürüyen merdiven

2.5. KÜREKLİ TRANSPORT MAKİNALARI

a) Çalışma şekli
Götürülecek malzeme, taşıyıcının dolu şeridinin herhangi bir noktasından tekneye yüklenir ve kürekler tarafından oluk boyunca iletilir. Boşaltmada da teknedeki deliklerden ve herhangi bir nokta yapılabilir. İleticinin alt ve üst şeritlerinin ikisi birden yüklü şerit olarak kullanılabilir ve gerektiğinde, aynı anda zıt yönde malzeme taşınabilir. Çekme elemanı olarak bir ya da iki zincir ve bazı durumlarda halat kullanılabilir (Şekil 2.5). Kürekli transport makinaları aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır:

- Açık tekne
- Çekme elemanı
- Enine küreyiciler
- Tahrik bölümü
- Gergi kasnağı



Şekil 2.5 Kürekli sürekli transport makinası

b) Kullanıldıkları yerler
Kürekli transport makinaları çeşitli pudra, tane ve serbest akışlı dökme malzemeyi taşımakta kullanılır. Kırılgan, nemli yapışkan ve benzeri malzemeler kullanılmasına uygun değildir. Daha çok kömür ocakları gibi cevher zenginleştirme birimlerinde kullanılırlar. Odun kağıt hamur gibi kütle halinde gelen parça malların taşınmasında özel halatlı diskli transport makinaları kullanılır.
c) Avantajları

- Tasarımda basitlik
- Yapının dayanıklılığı
- Yükün alt ve üst şeritlerde gönderme
- Kolay yükleme ve boşaltma

d) Sakıncaları

- Taşıma sırasında malzemenin kırılması ve parçalanması
- Yükleme teknesinde ve hareketli parçalardaki hızlı aşınma
- Yüksek güç tüketimi

2.6. V-KEPÇELİ TRANSPORT MAKİNALARI

a) Çalışma şekli
Yatay bölümlerde açık tekne boyunca hareket eden kepçeler, zincirlerin yürüyen makaraları tarafından taşınır. Dökme malzeme ileticiye, ileticinin alt yatay bölümündeki herhangi bir noktasına yerleştirilmiş besleyici aracıyla yüklenir ve tekne boyunca, kazıma görevi yapan kepçeler tarafından kürünür. Kepçeler, makinanın alt bölümünün sonundaki dönemece vardıkları zaman otomatik olarak malzemeyle dolarlar ve bu malzemeyi düşey bölümde taşıyarak üst yatay bölümdeki tekneye boşaltırlar. Burada da malzeme, boş kepçeler tarafından kürünür. Malzeme, üst yatay bölümün herhangi bir noktasında delikten kürekli

transport makinaları gibi boşaltılabilir. Ayrıca bu delikler kapaklarla kapatılır. Bu tip sistemlerde, çekme elemanı iki lamelli-baklalı ve burçlu-makaralı tip zincirlerdir (Şekil 2.6). Bir V- kepçeli transport makinasının ana elemanları şunlardır:

- Açık yükleme tekneleri
- Madeni destek
- Muhafaza boruları
- Sonsuz zincir
- V- biçimli kepçeler
- Zincir dişlisi
- Tahrik dişlisi
- Gerdirme dişlisi

Şekil 2.6 V-Kepçeli sürekli transport makinası

b) Avantajları

- Yüklerin yeniden taşımayı gerektirmeden yatay ve düşey yörüngelerde iletmesi
- Boşaltma alanının tüm boyunca istenen noktalara yükün boşaltılmasını ve dağıtılmasını mümkün kılması

c) Sakıncaları

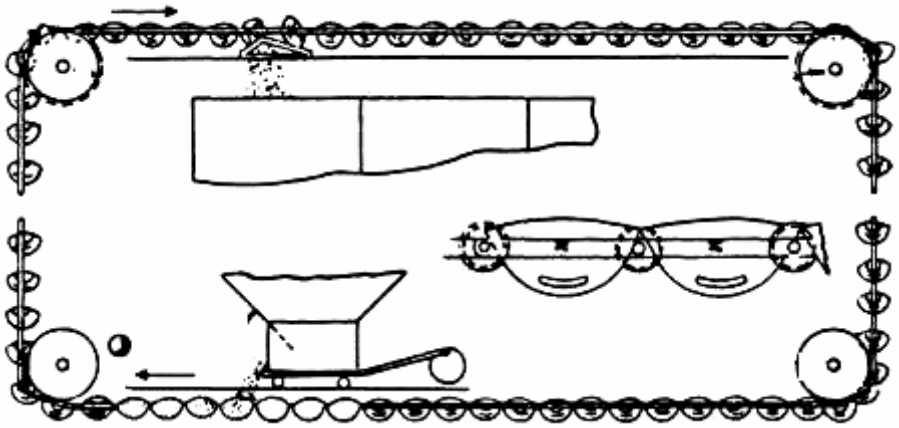
- Taşınan malzemenin kırılması
- Teknede aşırı aşınma
- Yüksek güç tüketimi
- Yükleme için bir besleyiciye gereksinim duyması

2.7. MAFSALLI-KEPÇELİ TRANSPORT MAKİNALARI

a) Çalışma şekli

Mafsallı-kepçeli sürekli transport makinaları, V-kepçeli sürekli transport makinalarına benzer yörüngeler izlerler. Ayırt edici nitelik kepçelerin, burçlu ve makaralı zincirle mafsallanmasıdır. Böylece birbirine paralel olan iki yatay ve iki düşey şerit boyunca, mafsal adı verilen sabit nokta çerçevesinde serbestçe dönerler. Dökme malzeme kepçelere, ileticinin

alt yatay bölümünde yüklenir ve herhangi bir ara iletime gerek kalmadan, sistemin yatay ya da düşey bölümlerinde bu kepçeler tarafından taşınır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Mafsallı-kepçeli sürekli transport makinası

Çekme elemanı olarak mafsallı-kepçeli transport makinalarında genellikle iki tane lamelli-baklalı ve burçlu-makaralı tip zincir çekme elemanı olarak kullanılır.

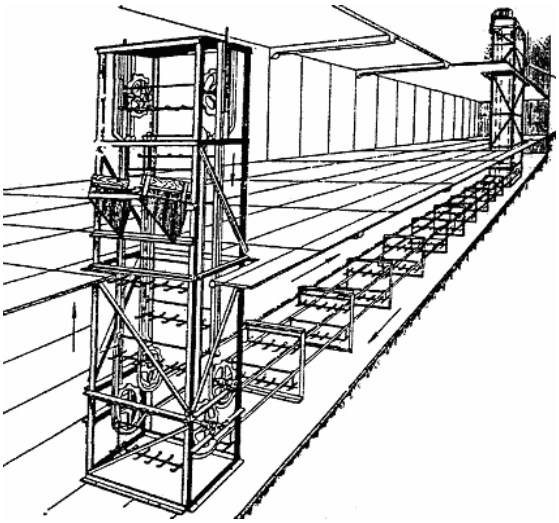
b) Kullanıldıkları yerler
Kepçeli transport makinaları çeşitli pudra, taneli ve parçalı dökme malzemelerin taşınması için tasarlanırlar ve kimya endüstrisi fabrikalarında kömür madenleri kuvvet santrallerindeki kazan stokerlerinde şehir gazı üretim birimleri gibi işlemler için kullanılır (Şekil 2.7).

c) Avantajlar
- Malzemeyi birbirini izleyen yatay ve düşey bölümlerden ve ikinci bir boşaltma yükleme olmaksızın alması
- Malzeme parçalanması ya da ufalanması olmaması

d) Sakıncalar
- Karmaşık tasarım ve işletme
- Büyük hareketli ağırlıklı parçalar
- Yüksek maliyet
- Kepçelerin yüksek taşıma hızında aşırı dönmesi

2.8. DÖNER TABLALI TRANSPORT MAKİNALARI

Döner tablalı transport makinalarının tasarımı, kepçelerin yerini zincire mafsallanmış bir dizi düz tabla biçimindeki taşıyıcıların alması istisnası ile mafsallı kepçeli transport makinalarına benzer. Bu tür ileticiler çeşitli parça malların, bir düşey düzlemde yatay ve düşey bölümler içeren karmaşık yörüngeler boyunca taşınmasına ve süreçler arasındaki hareketine çok elverişlidir. Döner tablalı transport makinaları, düşey bölümlerden elle ya da çeşitli otomatik düzeneklerde yüklenir. Döner tablalı transport makinaları yükleri katlar, koridorlar, süreç donatımları arasında yükseltmek ya da indirmekte kullanılır. Uzunlukları 100-150 m'yi geçmez. Çekme elemanı olarak iki tane lamelli baklalı ve burçlu makaralı tip zincir kullanılmaktadır. Bu elemanın yapısı, yükün yapısına yükleme ve boşaltma yöntemine uydurulmuştur. Zincirler birlikte giden flanşlı makaralarla donatılmışlardır (Şekil 2.8).



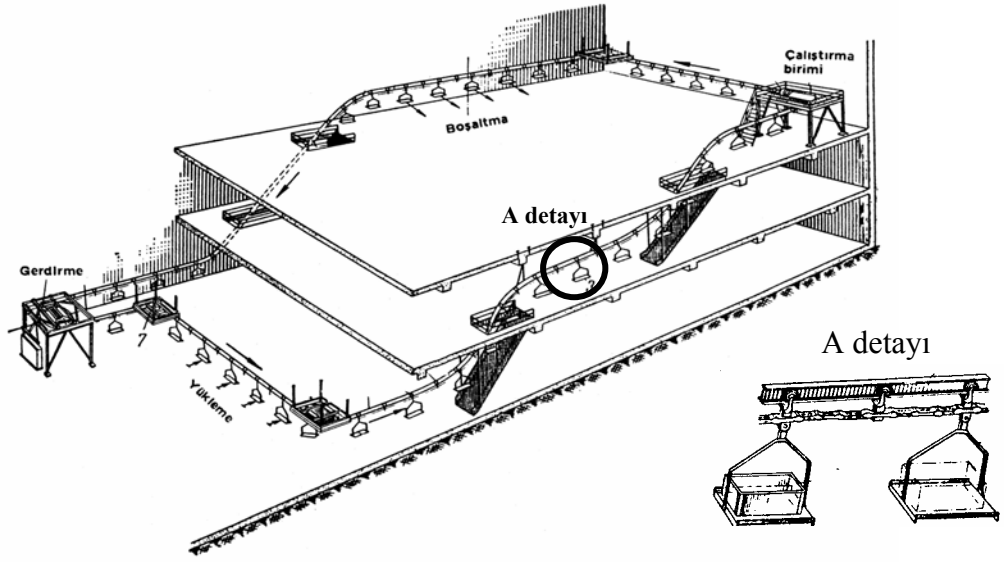
Şekil 2.8 Döner tablalı sürekli transport makinaları

2.9. YÜKSEK (ASKILI) TRANSPORT MAKİNALARI

a) Çalışma şekli

Çekme elemanı iki düzlemde bükülebilir ve ileticinin yukarı aşağıya ve köşelerden hareket etmesini mümkün kılar. Taşıyıcılar yol boyunca yüklenir ve boşaltılırlar. Bu işlem transport makinası boyunca bir ya da daha çok noktada elle ya da çeşitli türde otomatik düzeneklerle yapılır. Taşıyıcının kapalı eğri biçimindeki yörüngesi, malzemelerin pratik olarak bütün sistem boyunca taşınmasına izin verir. Yüksek transport makinaları, değişik birim malların (taslak parçalar, yarı mamuller, parça ve bütünleşmiş mallar, ambalajlı maddeler) atölye içi ve atölyeler arası sürekli taşınmasında; ambalajlı dökme malların taşınmasında ayrıca makina yapımı besin, tekstil ve yapı malzemesi gibi üretim dallarının da içine alan çeşitli süreç içi taşımalarda kullanılır (Şekil 2.9). Yüksek ya da askılı tür transport makinaları aşağıdaki elemanlardan oluşmaktadır:

- Sonsuz çekme elemanı
- Askı düzenekleri
- Asılı taşıyıcılar
- Kapalı bir eğri çizen yüksek raylar



Şekil 2.9 Yüksek (askılı) sürekli transport makinası

Yükün taşınma yöntemine göre yüksek transport makinaları aşağıdaki türlere ayrılırlar.

- Yük taşıyıcı transport makinaları
- Arabalı transport makinaları
- Yük çekici transport makinaları

Yüksek transport makinaları zincirle ve tel halatla çekilirler. Bunlar arasında yatay düzlemdeki bir yörüngeyi izleyen yatay sistemler ile çeşitli düzlemlerde dönemeçleri olan düşey sistemler de vardır.

b) Avantajlar

- Düzgün olmayan bir yörünge izleyebilmesi
- Yön değiştirmelere yatkın olması
- Yerden ekonomi sağlaması
- Düşük güç tüketimi

2.10. KEPÇELİ, KEFELİ VE DÖNER TEPSİLİ YÜKSELTİCİLER

Yükselticiler (elevatörler) dökme ve birim yükleri düşey ya da dik eğimli doğrultuda yükseltmeye yararlar. Yükseltilecek malzemenin yapısı, yükselticinin tasarımında önemli bir rol oynar. Dökme malzeme için çeşitli türlerde kepçeli yükselticiler kullanılır.

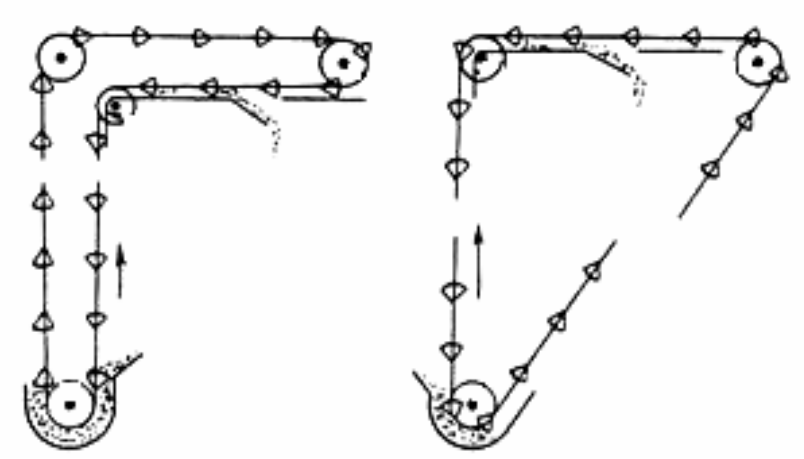
a) Kepçeli Yükselticiler

Kepçeli yükselticiler çeşitli türlerde pudra, taneli ve parça malların (çimento, kum, toprak, torba, kömür, soda, refrakter, kimyasal maddeler, tahıl) taşınmasına elverişlidir. Yapı malzemelerinin taşınmasında, kimya endüstri fabrikalarında, metalürji fabrikalarında, besin endüstrisinde ve un fabrikalarında yalnızca yükselticiler kullanılır (Şekil 2.10). Bir kepçeli yükseltici aşağıdaki elemanlardan oluşur:

- Sonsuz çekme elemanı
- Kepçeler
- Üst kasnak
- Alt kasnak
- Üst bölümü
- Ara bölmeleri
- Tahrik ünitesi
- Germe tertibatı
- Fren sistemi
- Kılavuzlama sistemi

Alt bölümünden oluşan kapalı bir saç muhafazası içerisine alınmıştır. Muhafazanın ara bölmeleri yükselticinin her iki şeridini içine alabildiği gibi her şerit ayrı bir muhafaza içinde olabilir. Gözetleme delikleri, çalışma sırasında yükselticinin belli yüksekliklerde denetlenmesini sağlar.

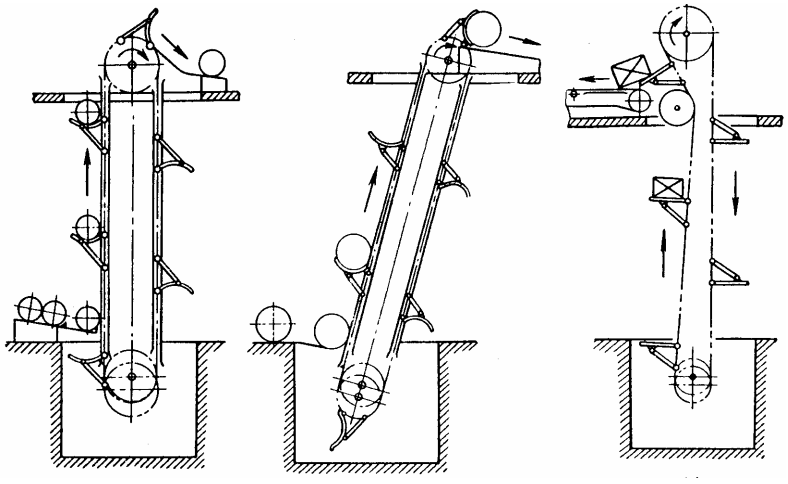
Az yer kaplaması, yüklerin önemli bir yüksekliğe kaldırma yeteneği ve 5 m^3'den 160 m^3'e kadar değişen kapasite yelpazesi kepçeli yükselticilerin başlıca üstünlükleridir. Aşırı yüklemeye karşı duyarlılıkları ve düzgün yükleme zorunluluğu, bu tarz yükleyicilerin zayıf taraflarını oluşturur.



Şekil 2.10 Kepçeli yükselticiler

b) Kefeli Yükselticiler (Elevatörler)

Kefeli yükselticiler düşey ya da eğimli olabilirler. Bunlarda alt ve üst zincir dişlileri çevresinde dönen iki sonsuz zincir vardır. Yüke uygun biçim verilmiş olan yük taşıyıcılar belli aralıklarda bu zincirlere civatalanmışlardır. Taşıyıcıların yükleme ve boşaltması elle ya da otomatik olarak yapılır. Silindirik yüklerin eğik düzlemde yuvarlanabilmeleri, ızgaralı bir masadan yine ızgaralı kefeye ya da rafa aktarılmaları ve bunun tersi işlemin kolayca yapılabilmesi nedeniyle otomatik yükleme ve boşaltmaya çok elverişlidirler (Şekil 2.11). Yükler genellikle döndürme elemanının üst zincir dişlisinden ayrıldığı noktada boşaltılırlar. Bazı tasarımlarda, taşıyıcıyı eğmek ve yükü yükselen şeritte boşaltmak için saptırma zincir dişlisi kullanılır. Taşıyıcılar, yüke uygun olmak üzere düz ya da eğrisel kefeler biçiminde olabilirler. Bazı durumlarda, boşaltmayı kolaylaştıran deviricilerle donatılırlar. Bu deviriciler taşıyıcının yükselen şeridi boyunca herhangi bir noktasında boşaltılmasına izin verirler ve bunlara, boşaltma noktalarına yerleştirilmiş kulaklarla kumanda edilir. Deviriciler yay etkisiyle ilk durumlarına dönerler.



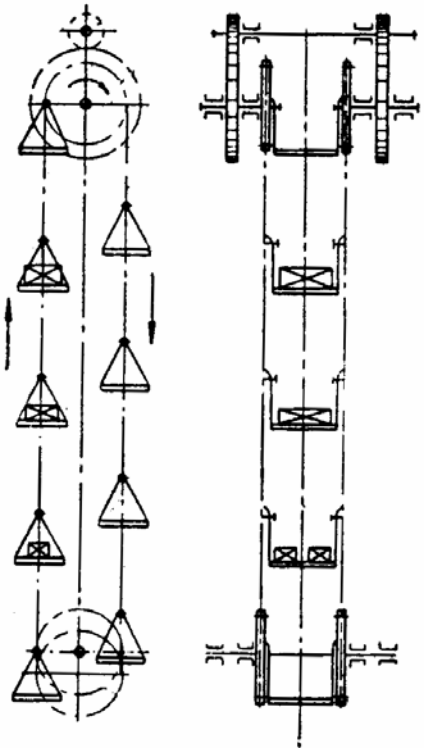
Şekil 2.11 Kefeli yükselticiler

Kefeli yükselticilerin döndürme elemanları olarak lamelli-baklalı, burçlu ve burçlu pernolu zincirler; bazı durumlarda ise tümüyle döküm zincirler kullanılır. Kefeli yükleyicilerle döner-tablalı yükselticiler arasındaki temel ayrılık; kefeli yükselticilerde yük taşıyıcılara rijit olarak bağlanmış, döner-tablalı yükselticilerde ise zincire mafsallı ve ekseni çevresinde serbestçe

dönen tablalar olmasıdır. Bu yapı yükün inen şerit boyunca herhangi bir noktada boşaltılmasını mümkün kılar.

c) Döner Tablalı Yükselticiler

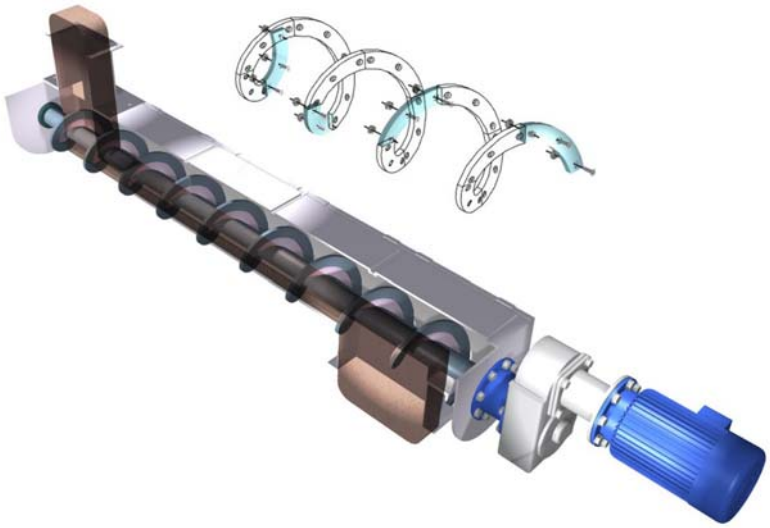
Döner tablalı yükselticiler, döner tablalı transport makinalarından yalnızca yörünge profili bakımından ayrılırlar: Yükselticiler yükleri yalnızca düşey olarak taşırlar; oysa sürekli transport makinaları onları birbiri arkasından gelen düşey ve yatay bölümlerde taşırlar. Döner tablalı yükselticilerde yük alındıktan sonra, tabla otomatik olarak ilk konumuna döner. Boşaltma noktasında bir kumanda işareti tablayı döndürür ve inen tepsi tarafından kendi üzerine bırakılan yükü bırakır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Döner tablalı yükseltici

2.11. HELEZON (VİDALI) TRANSPORT MAKİNALARI

Vidalı, spiral ya da helezon transport makinaları adıyla anılan taşıyıcı masuralı ve titreşimli transport makinaları gibi bükülebilir bir çekme elemanının bulunmamasıyla yukarıda tanımlanan sürekli transport makinaları türlerinden ayrıdırlar. Helezon transport makinaları, genellikle bir tekne içinde dönen mile takılmış helezon ile bu mile hareket ettiren bir çalışma biriminden meydana gelir (Şekil 2.13). Mil döndükçe malzeme helisin eksenel etkisiyle, transport makinasına beslenir. Mil ve helezon U biçimindeki tekneye yataklanmış olan milin çevresinde dönerler. Taşınacak malzeme sisteme bir ya da daha fazla besleme olduğundan doldurulur. Malzemenin tekne boyunca kayma ilkesi, dönmesine engel olunan bir somun içindeki vida döndükçe yaptığı öteleme hareketinin benzeridir. Yük malzemenin ağırlığı ve tekne duvarları ile arasındaki sürtünme nedeniyle, vida ile birlikte dönemez. Böylece öteleme hareketi yapan malzeme, teknenin öbür ucunda ya da teknenin altına açılmış deliklerden boşaltılır. Boşaltma olukları bu teknenin altına yerleştirilirler. Ara boşaltma delikleri ise kapaklı olup bu noktada boşaltma yapmak istendiğinde açılır.



Şekil 2.13 Helezon (vidalı) sürekli transport makinaları

Helezon transport makinaları ile taşınmaya elverişli malzemelerin az sayıda olması nedeniyle, uygulama alanları sınırlıdır. Bu tip taşıyıcılar 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 transport makinasını durdurur. Helezon transport makinalarının tasarımı basit, bakımı kolay ve genişliği az olup malzemenin çeşitli noktalarda boşaltılmasına izin verir (bunun tozlu ve sıcak malzemelerle kötü kokulu malzemeler için özel önemi vardır) ve bu durumda tekne, toz geçirmez biçimde yapılmıştır. Bu tür transport makinaları, malzeme ile helezon ve tekne arasındaki sürtünmenin doğurduğu yüksek güç tüketimi, malzemenin kırılmasına ve taşıyıcının parçalarındaki önemli ölçüde aşınma nedeniyle her zaman elverişli olmayabilir. Sonuç olarak helezon transport makinaları, alçak ve orta kapasiteler ve taşıma uzaklıkları için kullanılırlar. Genellikle 30-40 m ve seyrek olarak 50-60 m uzunluğunda yapılırlar.

2.12. MASURALI TRANSPORT MAKİNALARI

Masuralı transport makinaları, parça malları (ingotlar, levhalar, döküm parçalar, rulo halindeki mallar, borular kütükler, sandıklar) yatay ve aşağı ya da yukarı doğru hafif eğimli masuralı yollar üzerinde iletmeye yararlar. Mallar, iletici şasesi üzerine düzgün aralıklarla yerleştirilmiş masuralar üzerinde taşınırlar. Taşınacak malların düzgün bir tabana ya da altta, boyuna düz bir kaburgaya sahip olmaları gerekir. Bu tarz transport makinalarında köşeli ve silindirik mallar da taşınabilir. Yumuşak kaplardaki, düzgün olmayan şekilli ve küçük boyutlu mallar, ancak tablalar ve sandıklar içine konarak taşınabilirler. Bu durumlarda, boş kap yükleme noktasına geri getirilir. Çalışma biçimine göre masuralı transport makinaları, *güç alan* ve *avara* olarak ikiye ayrılır. Güç alan transport makinaları, masuralı motor tarafından kendi eksenleri çevresinde döndürülürler. Hareket, iletilen mala sürtünme aracılığıyla iletilir. Avara masuralı transport makinalarında ise, kuvvet doğrudan doğruya yüke uygulanır ve masuralar, iletici yatağı boyunca öteleme hareketi yapan yükün sürtünmesiyle dönerler. hareket ettirici kuvvet yüke, belli aralıklarla yerleştirilmiş kenet, çubuk ya da sonsuz parçalı zincir, halat gibi elemanlar aracılığıyla aktarılır. Avara masuralı transport makinaları, genellikle ağırlığın düşük değerdeki sürtünme kuvvetini yenmesine yeterli hafif bir eğime sahip bulunurlar. Bunlara *ağırlık transport makinaları* da denir.

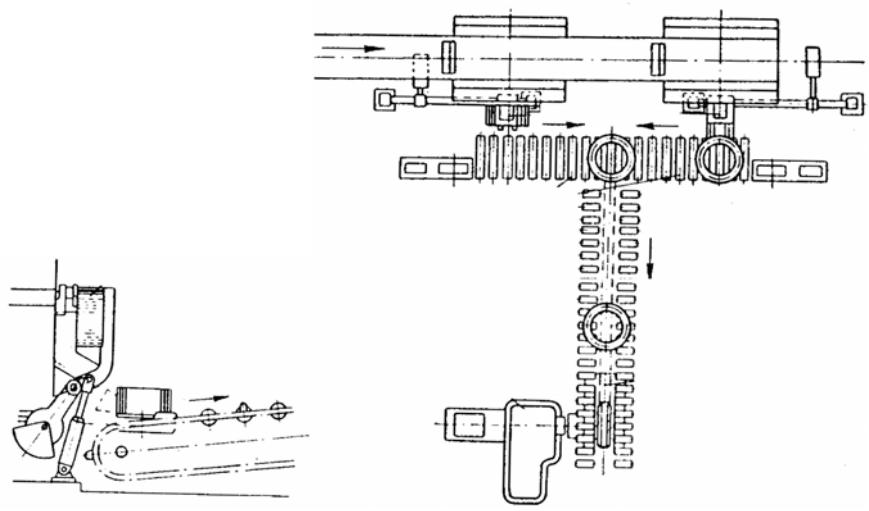
a) Avara Masuralı Transport Makinaları

Bir avara masuralı transport makinası; masuralar, şasi ve sehpa ya da köprüden oluşur. Basit tasarımı, hafif ve kolay imalatı bu ileticiyi, mekanik atölyelerde özellikle parçaları bir işlem noktasından diğerine ve sonunda ambara, yükleme yerine gönderen ve hat üretimi yapan dökümhanelerde en geniş ölçüde kullanılan bir taşıma aracı yapılmıştır (Şekil 2.14). Yükün hareketini kolaylaştırmak için bu tip transport makinaları % 1-1,5 eğimli yerleştirilirler. %1,5-3'lük bir eğim (1m uzunlukta 1,5-3 cm'lik düşüş) yükün, masuralar üzerinde kendi ağırlığı ile yürümesini sağlar.

Şekil 2.14 Avara masuralı (rulolu) transport sistemleri

b) Güç Alan Masuralı Transport Makinaları

Bu tip transport makinalarının avara masuralı transport makinalarından farkı, masuraların motor ve aktarma organları aracılığıyla döndürülmesidir. Güç alan masuralı transport makinaları en çok haddehanelerde kullanılırlar. Bitmemiş malı haddelere beslemek ya da haddelerden makaslara, testerelere soğutma ve düzeltme makinalarına ve bitmiş malları ambarlara götürmek gibi işleri yaparlar. Bu tarz transport makinaları süreç ya da taşıma işlemleri için kullanılırlar. Süreç işlemleri için kullanılanlar doğrudan doğruya hadde tezgahının önüne yerleştirilmişlerdir ve iş parçasının haddeler arasına taşıma işlemlerini yaparlar. Taşıma işlemleri için kullanılanlar ise malı atölye içinde taşırlar (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Güç alan masuralı transport sistemleri

2.13. SALINIMLI VE TİTREŞİMLİ TRANSPORT MAKİNALARI

Bir salınımlı transport makinası aşağıda verilen parçalardan meydana gelir:

- Tekne
- Çubuk, makara ya da tekne için askı düzeni
- Tahrik grubu
- Krank-biyel 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 strokunda bir çalışma hareketi yapar. Böylece, yük boşaltma ucuna doğru adım adım ilerler (Şekil 2.16). Yükün ileri doğru hareketi, ancak gidip-gelen teknenin malzeme üzerinde doğurduğu sürtünme kuvvetleri, teknenin ileri geri hareketinde daha yüksek olduğu zaman mümkündür. Bu bir ya da iki yolla gerçekleştirilebilir:

- Tekne, uzun ekseni doğrultusunda bilya ve masura destekler için üzerindeki yük basıncı sabit kalacak, ancak kinetik kuvvetler ileri ve geri hareketler için farklı olacak biçimde hareket eder. Bu durum, sürtünme kuvvetinin, teknenin ileri ve geri stroklarında değişik olmasına neden olur.
- Tekne düşey düzlemde, transport makinasının boyuna ekseni ile çakışmayan bir parabolik yörünge boyunca hareket edecek biçimde yapılır. Kinematik kuvvetler, her iki yöndeki hareketler için eşit iken tekne üzerindeki yük basıncı ve dolayısıyla sürtünme kuvvetlerinin yük üzerindeki etkisi ileri ve geri stroklar için değişik olur.

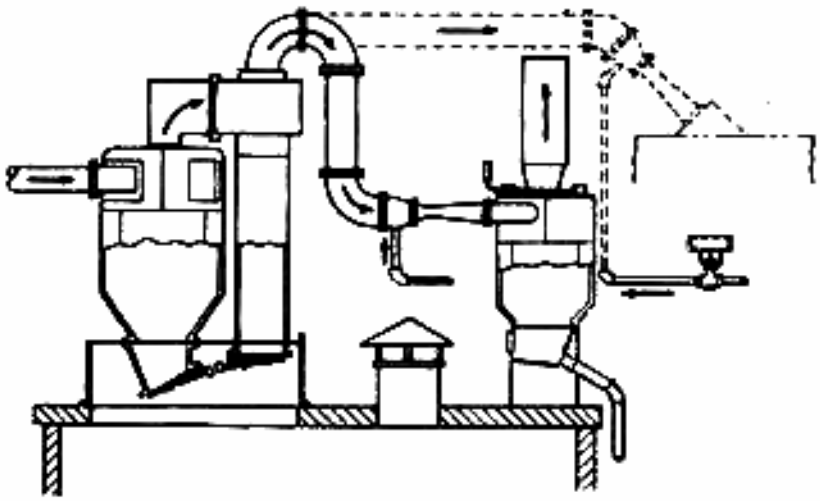
Şekil 2.16. Salınımlı transport makinası

Tekneye bir eğim verilerek (boyuna bileşen yükün bir doğrultudaki hareketini kolaylaştırıp öbür doğrultudaki hareketi engellediğinden) yük tek doğrultuda hareket ettirilir. Bununla birlikte eğimli transport makinaları, yatay olanlardan daha seyrek kullanılırlar. Böylece tekne yörüngesinin boyuna eksenle çakışıp çakışmadığına bağlı olarak Salınımlı transport makinaları, tekne üzerindeki yük basıncı sabit ya da değişken diye ayrılırlar.

Salınımlı transport makinaları genellikle kısa uzaklıklar için ve alçak ya da orta iletim kapasitelerinde kullanılırlar. Bunların başlıca üstünlükleri basitlikleridir. Taşıyıcının kendisi, herhangi bir mekanik parçası olmayan bir teknedir. Yalnızca çalıştırma birimi karmaşık olup bakım ister. Salınımlı transport makinaları yüksek sıcaklıklara ısıtılmış yükleri taşımaya elverişlidir ve yük teknenin, herhangi bir noktasından kapaklar aracılığıyla boşaltılabilir. Yapışkan malzemelerin iletilmesinde kullanılmazlar. Salınımlı transport makinalarının güç tüketimi, bantlı ve helezonlu konveyörlerden birkaç kez daha büyüktür. Yükün mekanik etkilerle parçalanması bakımından bu tip transport makinaları, yukarıda sayılan iki türün arasında yer alırlar. Salınımlı ve titreşimli transport makinalarının başlıca zayıf yanları gürültülü oluşlarıdır. Taşıyıcı yapıların, daima maruz kalacakları darbeli yüklere tasarlanmaları gerekir. Dinamik yükleri dengeleyerek bunların taşıyıcı yapı üzerindeki ters etkisini önemli ölçüde azaltmak mümkündür.

2.14. HAVALI (PNÖMATİK) SÜREKLİ TRANSPORT MAKİNALARI

Pnömatik ya da havalı transport makinaları, dökme malzemeleri (ya da özel taşıyıcılar içinde birim yükleri), bir kanal içinde hareket eden hava akımıyla taşımaya yararlar. Havalı transport makinalarının hepsinde ortak olan çalışma ilkesi, hareketin hızlı bir hava akımı tarafından yüke iletilmesidir. Havalı taşıma yönteminin bir diğeri de serbest akışlı pudra ya da küçük parçalı malzemelere havalandırma yoluyla akıcılık kazandırmaktır. Bu ilkeye göre çalışan düzeneklerin içine hava kızağı denen havalandırılmış taşıma tekneleri, havalandırılmış tekneler, havalandırılmış tablalar ve malzemeyi gevşeterek yükleme teknelerinden ve silolardan boşaltılmasını sağlayan çeşitli tasarımlardaki boşaltıcılar girer (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Havalı (pnömatik) transport sistemleri

Havalı taşıma; endüstrinin bir çok dalında, inşaat işlerinde, demiryolu ve denizyolu taşımacılığında kullanılır. Ayrıca dökme malzemeleri ambarlar ve atölyeler içinde; ambardan yükleyiciye ve demiryolu vagonlarından ya da gemilerden fabrikaların silolarına ya da yükleme yerlerine taşınmasında, vagonların ve gemilerin boşaltılmasında ve basınçlı konteynerlerin boşaltılmasında kullanılırlar. Kuru ve serbest akışlı ve pudra durumundaki geniş bir malzeme dilimi havalı sistemde başarıyla taşınır.

a) Avantajlar
Malzemeler sızdırmaz borularda taşındığından ve kayıplar önlenir; bu özellikle tozlu malzemeler için bu koşul önemlidir. Yer ekonomisi ve hava borusunun istenen doğrultuda bükülebilmesi, hareketli parçaların azlığı nedeniyle az sayıda işletme personeli gereksinmesi ve taşıma prosesinin kolay otomasyonu başlıca avantajlarıdır.

b) Sakıncaları
Yüksek güç tüketimi ve aşındırıcı türden malların taşınması sırasındaki hızlı yıpranma en önemli sakıncalarıdır. Bundan başka havalı düzenekler ıslak, topaklanan ve yapışkan malzemeyi taşımaya elverişli değildir.

1) Dökme Yük Taşıyan Havalı Transport Makinaları

Boruda hava akımı meydana getirmek için gerekli basınç düşümünün yaratılma yöntemine bağlı olarak havalı transport makinaları şu bölümlere ayrılırlar: *Emme* altında çalışanlar, *basınç* altında çalışanlar ve *hem emme hem de basıncı* kullananlar. Emme altında çalışan pnömatik transport makinalarında malzemeler düşük yoğunluktaki hava içinde; basınç altında çalışanlarda basınçlı bir hava akımı içinde taşınırlar. Birleşik sistemler ise iki bölümden meydana gelirler: Kısmi vakum altında çalışan birinci bölüm ve basınçlı hava içinde çalışan ikinci bölüm. Basınçlı transport makinalarında hava yoğunluğu daha yüksek ve böylece basınç düşümü daha fazladır. Bu onları yavaş akımlı malzemelerin taşınmasında ve büyük uzaklıklara taşımada çok etkin yapar. Basınçlı transport makinaları ağır pudra ve kütleli malzemeleri taşımakta kullanılırlar. Malzeme boruya bir emme ağzı aracılığı ile girer. Atmosfer basıncının üstündeki basınçta çalışan bir sistemde boruya giriş bir hücreli besleyici ya da özel tasarımlı diferansiyel adımlı bir vidalı besleyici ve bir hücre tamburu aracılığıyla olur.

2) Havalandırılmış Dökme Malzemelerin İletilmesi İçin Donanımlar

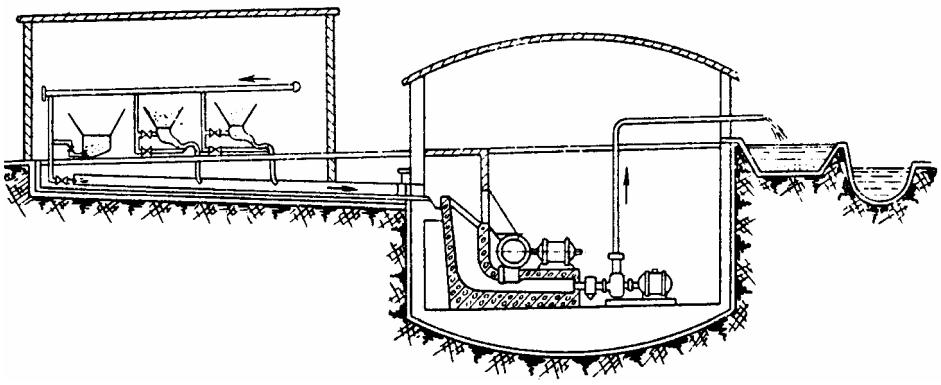
Hava kızakları, yukarıda tanıtılan havalı taşıma donanımlarının bir alt tipidir ve kuru, kolay havalandırılır pudra malzemelerin taşınmasına yarar. Havalandırılmış bir malzemenin akışkanlık kazanması olgusu nedeniyle, malzeme ancak 0,04-0,05'lik bir eğime sahip tekne içinde hareket ettirilebilir. Bir hava kızağı birbirine civatalanmış tekne bölümlerinden meydana gelir. Bu iki bölüm arasına bir gözenekli bölge yerleştirilir. Bu bölme seramik ya da yün türünden tek parça ya da karma olabilir. Tekne içindeki malzeme bölüm yüzeyi üzerinde hareket eder. Hava teknenin alt bölümünden vantilatör ile beslenir ve bölmenin bütün yüzeyine düzgün olarak dağıtılır. Hava bölmeden geçerken, bölmenin üzerindeki malzeme tabakasını havalandırılır ve akışkan durumuna getirir; sonrada tekne kapağının uzunluğu boyunca yerleştirilmiş kumaş filtrelerden çıkar.

a) Avantajları
Basit tasarım, düşük maliyet, hareketli ve aşınan parçaların yokluğu, düşük güç tüketimi, yüksek taşıma kapasitesi, küçük genel ölçüler, basit montaj ve ayarlama bu tür transport makinalarının başlıca üstünlüklerini oluşturur.

b) Sakıncaları
Teknenin zorunlu aşağı eğimi ve taşınan malzemenin yapısından gelen sınırlamalar bu türün başlıca sınırlamalarıdır. Ancak çimento, kül ve kömür tozu gibi kuru malzemeler hava kızaklarıyla verimli biçimde taşınabilirler. Bunlar, topaklanma içeren ıslak malzemeleri, tebeşir ve alçı taşı gibi sıkışan ve yapışan malzemeleri taşıyamazlar.

2.15. HİDROLİK TRANSPORT MAKİNALARI

Hidrolik taşıma, dökme malzemelerin borular ya da tekneler boyunca bir su akımı içerisinde taşınmasıdır. Malzeme ve suyun oluşturduğu karışıma genellikle *hamur* adı verilir. Basınçlı iletim düzenlerinde hamur, seviyeler arasındaki doğan farkın yarattığı basınçla ya da hidrolik düzenekler (pompalar ya da hidrolik yükselticiler) aracılığıyla tekneler içinde ise aşağı doğru eğimden doğan ağırlık akımı ile hareket eder (Şekil 2.18). Hidrolik transport makinaları endüstrinin bir çok dalında ve inşaat işlerinde kullanılırlar: Elektrik santrallerinde kül ve cüruf kazan dairesinden uzaklaştırılmasında, maden ocaklarında cevherin aynadan koparılması ve taşınmasında ve cevher zenginleştirme tesislerinde cüruf uzaklaştırma işlemlerinde.



Şekil 2.18 Hidrolik transport sistemleri

Hamurun su-yük oranındaki değişmelere ve su tüketimi ya da hızına bağlı olarak yatay bir boru hattındaki hamur şu üç yoldan biriyle iletilir: (a) borunun tabanını kaplayan bir malzeme tabakası üzerinde, (b) tabandaki sert parçalarının bir bölümünün titreşimi ve süspansiyon haldeki daha küçük parçacıkların sürekli hareketi ile veya (c) süspansiyon haldeki bütün sert parçacıkların, tüm boru kesiti boyunca hareketi ile.

Yüksek kapasite ve önemli taşıma uzunluğu, oldukça basit donatım ve genellikle düşük işletme maliyetleri ve ayrıca taşıma sırasında belli teknolojik süreçlerin uygulama olasılıkları (maden cürufların ıslatılması ve tane biçimine getirilmesi, soğutma, yıkama ve yoğunlaştırma) en önemli avantajlardır. Sistemin sakıncaları ise, kapalı işletmelerde çalışırken artan hava nemliliği, alçak dış sıcaklılarda suyun donması; suyla taşınacak malzemelerin sınırlı olması ve ayrıca yüksek su tüketimidir.