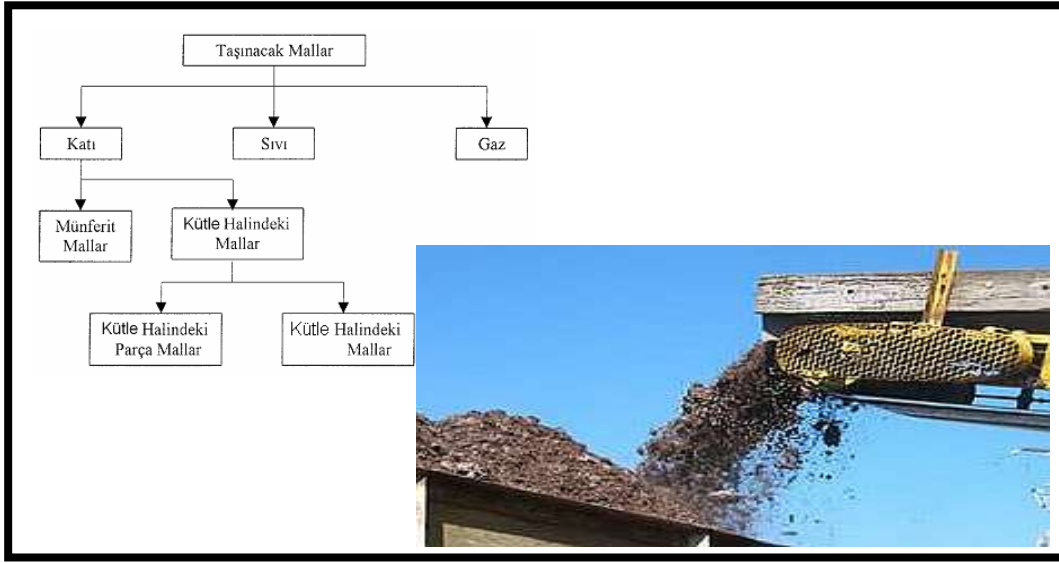


BÖLÜM 1.

YÜKLERİN SINIFLANDIRILMASI



1.1. GİRİŞ

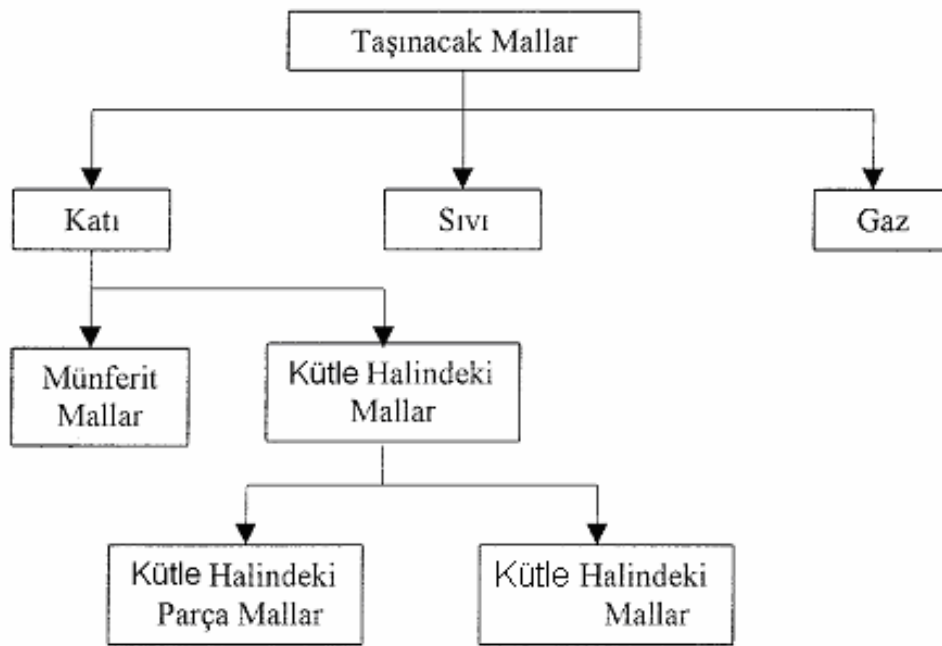
Malzeme taşıması, endüstriyel ekonomide önemli bir rol oynar. Bir malzeme, mal veya ürünün bir yerden bir başka yere taşınmasına *endüstriyel taşıma* denir. Endüstriyel taşıma, dış ve iç taşıma diye iki bölüme ayrılır.

- Dış taşıma (denizyolu, havayolu, karayolu, demiryolu): Ham madde, yarı-mamul ürünler, yakıt, ana ve yardımcı maddelerin üretim tesislerine getirilmesi ve son ürünlerin ve üretim atıklarının üretim tesislerinden atılması işlerini sağlar.
- İç taşıma (krenler, krikol, asansör, bantlı konveyör): İçeriye alınmış olan malların çeşitli ambarlara ve üretim birimlerine dağıtımı, süreç içi hareketlerin sağlanması ve son ürünler ile üretim atıklarının gerekli yerlere gönderilmesi gibi işlevleri yerine getirir.

1.2. TAŞINACAK YÜKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Taşınacak mallar katı, gaz ve sıvı olarak birbirlerinden ayrılırlar. Fakat genel olarak gazların ve sıvıların paketlenmemiş şekilde borularla iletimi mümkündür. Doldurulmuş ve paketlenmiş (bidonlar, şişeler, kutular) sıvı ve gaz şeklindeki taşınacak mallar da yukarıda ifade edildiği gibi katı taşıma malları olarak kabul edilir. Malların hareket ettirilmesi ise transport tekniğini ilgilendirir (Şekil 1.1).

Münferit mallar: Parça sayısı bilinen münferit yükler, yani parça mallardır. Bunlar küçük ve büyük kütleler halinde, şekil ve ölçü yönünden birbirlerinden oldukça farklı olabilirler. Parça sayıları genel olarak oldukça azdır. Genel olarak bunlar kaldırma makinaları veya zemin üstü taşıyıcıları tarafından münferit olarak kaldırılır ve taşınır. Münferit malların kütle halindeki parça mallardan sayıca sınırlandırılmaları mümkün değildir.



Şekil 1.1 Taşınacak yüklerin sınıflandırılması

Yukarıdaki şemada verilen sınıflandırmada bir zorluk mevcuttur. Münferit mallar genellikle makinaların çelik konstrüksiyonları, araçlar, gemi bölümleri, büyük dövme veya döküm parçaları ve büyük makinalar gibi ağır parçalardır. Parça mallar genellikle küçük hacim ve boyutlarda, çok sayıda iletilen veya yeri değiştirilen mallardır. Bunların yerinin değiştirilmesinde kullanılan teknik, münferit mallardakinden oldukça farklıdır. Parça mallar, gerek sürekli ve gerekse süreksiz çalışan iletim araçlarıyla iletilirler. Parça mallar, genellikle *kütle halindeki parça malları* olarak isimlendirilmekle beraber, daha ziyade paketlenmiş veya paketlenmemiş parça mal olarak anlaşılmakta ve yer değiştirme; kepçeler, kovalar, emiciler veya kaldırıcılar ile yapılmayıp, başka çeşit tesisler veya rölatif olarak fazla miktarda insan gücü kullanılarak yapılmaktadır. Genel olarak parçalar tek olarak veya tesisin taşıma yükü ve kapasitesi izin verdiği takdirde, bir çok parça mal bir arada aynı zamanda yer değiştirir. Parça mallar yığın mallara göre daha pahalı yer değiştirme tesislerine ihtiyaç gösterir. Fıçılar, kasalar, balyalar, şişeler, torbalar, taşlar, makina parçaları, makina grupları ve tertibatları, döküm parçaları, mobilyaları, cam eşyalar parça mallardır.

Parça mallar mümkün mertebe düz ve değişmeyen üst yüzeye sahip olmalıdırlar. Bunun olmadığı durumlarda (torbalarda olduğu gibi) altlık olarak bir levha veya tabla yardımcı olabilir ve iletim makaralar veya tekerlekler yardımı ile kolaylaştırılabilir.

Yığın mallar, parça mallara karşılık daima paketlenmemiş durumdadırlar. Yığın mallar toz halindeki ve yer değiştirme esnasında yığın teşkil edebilen taneli veya çok küçük parçalı mallardır (kül, toz, kömür, un, cevher, şeker, tahıl). Doldurma, iletime ve yer değiştirme genel olarak kepçeler, kovalar, kaldırıcılar ve emcilerle yapılmaktadır. Torbalara, doldurulmuş veya herhangi bir şekilde paketlenmiş yığın mal, yer değiştirme tekniği yönünden parça maldır. Torbadaki kahve parça maldır ve aynı miktardaki paketlenmemiş olana, yani yığın mala nazaran başka çeşit yer değiştirme tesislerine ihtiyaç gösterir.

Taşınacak yükün türü ile fiziksel ve mekanik özellikleri, bir sürekli transport makinasının ve onun ana bölümlerinin türünü belirlemekte ve tasarım ilkelerini saptamakta ana etkindir. Fabrika içi taşımada; yükler, birim yükler ve dökme yükler diye iki bölüme ayrılırlar. Birim yükler genellikle sayı ile anılan parça malları makina parçaları, döküm kalıpları, daralı malları (kutular, sandıklar, fiçiler, kaplar) ve ayrıca kütle halindeki taşınan az çok büyük boyutlu ve belli biçimlerdeki diğer malları (ingotlar, döküm kalıpları, yapı blokları, haddelenmiş kırımlar, kütükler) kapsar.

Birim yükler dıştan-dışa ölçüleriyle, biçimleriyle, parça ağırlıklarıyla, dikerek ya da asarak taşımaya uygunluklarıyla ve eğer varsa özel nitelikleriyle belirtilirler. Bu özel nitelikler arasında sıcaklık, patlayıcılık, yanıcılık ve kırılabilirlik gibi özellikler sayılabilir. Dökme yükler ise tepeleme doldurulan taneli ve pudra halinde çeşitli malları içerir (maden cevheri, kömür, pudra, döküm kumu, hızar talaşı, çimento).

Dökme yükler parça-boyutu (ayrı parçaların boyutlarına göre dağılımı), yığma ağırlığı ve özgül ağırlık, nem miktarı, parçaların hareketliliği, şev açısı ve aşındırıcılık gibi fiziksel mekanik özelliklerine göre nitelendirilebilir.

1.3. TAŞINACAK MALLARIN ÖZELLİKLERİ

Taşınacak malların özellikleri, transport tesisin değerlerinin yapım durumuna ve tesisin çeşitli parçalarını belirler. Bu özellikler aşağıda görüldüğü gibi sıralanabilir:

Parça mallar için:

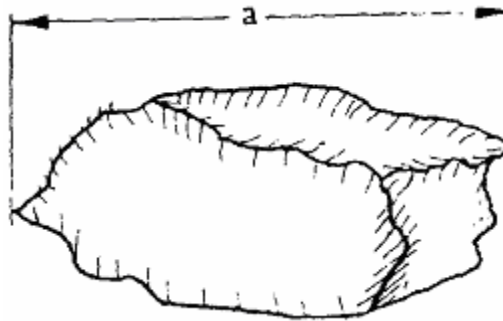
- Kütle
- Şekil ve ölçüler
- Kaplamanın çeşidi
- Oturma yüzeyinin yapısı
- Sıcaklık
- Fiziksel ve kimyasal nitelikler
- Mal ile iletim malı arasındaki sürtünme
- Sertlik ve kırılabilirlik

Yığın mallar için;

- Yığın yoğunluğu
- Tane büyüklüğü
- Yığın açısı
- Nem
- Sıcaklık
- Korozyon
- Çarpmalara karşı hassasiyet
- İnsan sağlığına etkisi

1.3.1. Tane Büyüklüğü

Bir malzemenin tane büyüklüğü denilince malzemeyi oluşturan tane veya parçaların büyüklükleri ve bu tanelerin büyüklüklerine göre yüzde miktarları anlaşılır. Parça büyüklüğü bunker açıklığı, bant ve oluk gibi ana boyutların tayininde rol oynadığından; proje safhasında bilinmesi gerekir. Yığından alınmış belli bir kütledeki parçacıkların boyutlarına göre niceliksel dağılımına yükün *granülometrik yapısı* ya da *parça boyutu* denir. Parçacıkların boyutu çizgisel olarak milimetre birimi ile belirlenir. En büyük çizgisel boyut olan (a) köşegenin uzunluğu parçacığın boyutunu verir. Sürekli transport makinası ile yardımcı donatımının tasarımı için gerekli parametrelerden bir bölümünü bu parça boyutu niteliği belirler (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Dökme yük parçacığının boyutları

Parça boyutu 0.1 mm'den büyük parçacıklar içeren malzemelerin parça boyutunu belirlemek için bu malzemeler arka arkaya farklı ölçülerdeki eleklerden geçirilirler. 0.1 mm'den küçük parçacıklı dökme malzemelerin granülometrik yapısı ise farklı boyutta parçacıkların su ya da havadaki çökme hızlarının farklı oluşuna dayanan özel bir yöntemle belirtilir. Bu dökme malzeme, yapısındaki parçacıkların düzgünlüğüne göre, boyutlandırılmış veya boyutlandırılmamış olarak ikiye ayrılır. İçindeki en büyük parçacık boyutunun $a_{\max}$ en küçük parçacık boyutuna $a_{\min}$ oranı 2.5'den büyükse malzeme *boyutlandırılmamış*; eğer bu oran 2.5'den küçükse malzeme *boyutlandırılmış malzeme* olarak adlandırılır. Boyutlandırılmış malzemelerde ortalama parça büyüklüğü:

$$a' = \frac{a_{\max} + a_{\min}}{2} \quad (1.1)$$

Bir malzemeden alınan numunede, $0.8a_{\max}$ ile $a_{\max}$ arasındaki boyutlardaki bir bölüme ait malzemelerin ağırlığı numunenin toplam ağırlığının %10'unu geçerse; $a_{\max}$ parça boyutu bu malzemeye ait maksimum parça boyutu olarak kabul edilir ve $a' = a_{\max}$ alınır. Ancak bu

bölümün numunenin toplam ağırlığının %10'undan az ise bu kez $0.8a_{\max}$ değeri en büyük parça boyutu olarak alınır $a' = 0.8 a_{\max}$ olur. Parça büyüklüğüne göre malzemelerin adlandırılması Tablo 1.1'de görülmektedir.

Tablo 1.1 Dökme malların parça boyutları

Malzeme Cinsi	Parça Büyüklüğü, a [mm]
İri parçalı	> 160
Orta parçalı	$60 - 160$
Küçük parçalı	$10 - 60$
Taneli	$0.5 - 10$
Tozlu	< 0.5

1.3.2. Yığın Özgül Ağırlığı

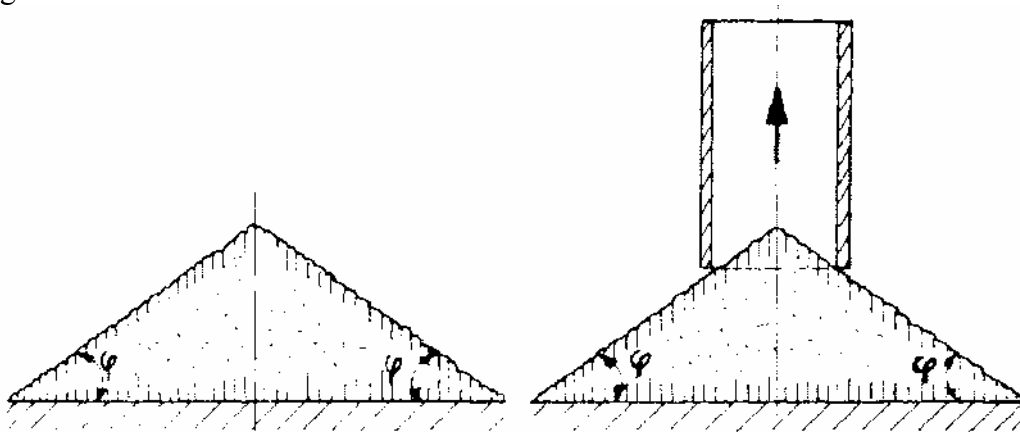
Birim hacmi dolduran yığma malzemenin ağırlığına *yığma özgül ağırlık* denir. Yığma malzeme sıkıştırılınca özgül ağırlığı artar, malzemenin cinsine göre bu artma miktarı %5 – 52 arasındadır. Kapasite ve güç tayininde ve bunker cidarlarına gelen yüklerin tayininde yığma özgül ağırlığın bilinmesi gerekir. Dökme malların yığın yoğunluğuna göre gruplandırılması ve her gruba ait örnekler Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2 Dökme malların yığın yoğunluğuna göre gruplandırılması

Tanım	Yığma özgül ağırlık [t/m^3]	Örnek
Hafif	< 0.6	Ağaç talaşı, Turba, Kok
Orta ağır	$0.6 - 1.1$	Buğday, Taşkömürü, Cüruf
Ağır	$1.0 - 2.0$	Kum, Kireç taşı
Çok ağır	> 2.0	Demir cevheri, Kurşun cevheri

1.3.3. Malzemenin Şev Açısı

Düz bir yüzey üzerine dökülen gevşek bir malzeme bir koni oluşturur, bu koni yüzeyinin yatayla yapmış olduğu açıya *tabii şev açısı* veya *iç sürtünme açısı* denir. Şev açısı malzemeyi oluşturan malzemelerin birbiri üzerinde kayma kabiliyeti ile ilgilidir. Tabii şev açısı Şekil 1.2'de görülmektedir.



Şekil 1.3 Şev açısı

Kayma kabiliyeti ne kadar çoksa bu açı o kadar küçük olacaktır. Şev açısının bilinmesi oluk ve bunker dizaynında önemlidir. Dökme malzemeler ve özellikleri Tablo 1.3'de verilmektedir.

Tablo 1.3 Dökme malzemeler ve özellikleri

Malzeme	Yığma ağırlığı	Şev açısı		Statik sürtünme katsayısı		
		Din.	Sta.	Çelik	Ağaç	Lastik
Antrasit, ince, kum	0.8-0.95	27	45	0.84	0.84	-
Alçıtaşı, küçük -parçalı	1.2-1.4		40	0.78	-	0.82
Kil, kuru, küçük-parçalı	1.0-1.5	40	50	0.75	-	-
Çakıl	1.5-1.9	30	45	1.0	-	-
Toprak, kuru	1.2	30	45	1.0	-	-
Döküm kumu, sallanmış	1.25-1.3	30	45	0.71	-	0.61
Kül, kuru	0.4-0.6	40	50	0.84	1.0	-
Kireçtaşı, küçük-parçalı	1.2-1.5	30	-	0.56	0.7	-
Kok	0.36-0.53	35	50	1.0	1.0	-
Buğday unu	0.45-0.66	49	55	0.65	-	0.85
Yulaf (tane)	0.4-0.5	28	35	0.58	0.78	0.5
Hızır talaşı	0.16-0.32	-	39	0.8	-	0.65
Kum, kuru	1.4-1.65	30	45	0.8	-	0.56
Buğday	0.65-0.83	25	35	0.58	0.58	0.5
Demir cevheri	2.1-2.4	30	50	1.2	-	-
Turba, kuru, parçalı	0.33-0.41	40	45	0.75	0.8	-
Kömür, tuvenan	0.65-0.78	35	50	1.0	1.0	0.7
Çimento, kuru	1.0-1.3	35	50	0.65	-	0.64
Cüruf, antrasit	0.6-0.9	35	45	1.0	-	0.66
Kırma taş	1.8	35	45	0.63	-	0.6

1.3.4. Sürtünme Açıları

Taşıyan malzeme ile çelik, tahta, beton, lastik gibi malzeme arasındaki sürtünme katsayılarının bilinmesi, oluk dizaynı esnasında önemlidir.

$\mu_0 = \tan \rho_0$	durgun halde
$\mu = \tan \rho$	hareketli halde
μ ve μ_0	durgun ve hareketli hallerdeki sürtünme katsayıları
ρ ve ρ_0	durgun ve hareketli hallerdeki sürtünme açıları

Ayrıca aynı malzemenin nemli veya kuru oluşuna göre sürtünme açılarının önemli ölçüde değişeceği unutulmamalıdır.

1.3.5. Dökme Malın Aşındırma Etkisi

Dökme malın aşındırma etkisinden, parçaların temas etkileri taşıma elemanları yüzeylerini aşındırmaları anlaşılır. Aşındırma derecesi taşınan parçacıkların sertliğine, şekline ve boyutlarına bağlıdır. Kül, demir cevheri, kok ve çimento gibi malzemeler oldukça aşındırıcı malzemelerdir. Dökme malları, aşındırma etkisine göre, (A, B, C, D) olmak üzere dört gruba ayırmak mümkündür. A- aşındırıcı olmayan, B- az aşındırıcı, C- orta derecede aşındırıcı, D- kuvvetli aşındırıcı olarak gruplandırılmıştır. Taşıma makinaları elemanlarının hızlı aşınmalarını önlemek için, taşıma makinalarının konstrüksiyonunun uygun şekilde yapılması gerekir. Dökme malların karakteristikleri ve aşındırma grupları Tablo 1.4’de görülmektedir.

Tablo 1.4 Dökme malların karakteristikleri

Malzemeler	Aşındırma Grubu	Yoğunluk [t/m ³]	Şev açısı [Derece]	Sürtünme Katsayısı μ_{st}
Buğday unu	A	0.45 – 0.66	50 – 55	0.65
Kireç taşı (küçük parçalı)	B	1.2 – 1.5	40 – 45	0.56
Kuru kum	C	1.4 – 1.65	30 – 35	0.80
Kuru kül	D	0.4 – 0.6	40 – 50	0.84

1.3.6. Malzemelerin Diğer Özellikleri

Yukarıda sayılan özellikler dışında malzemeye ait diğer bazı özelliklerin de dizayn aşamasında bilinmesi gerekir. Bu özelliklerin başlıcaları şunlardır:

- Aşındırıcılık,
- Yapışkanlık,
- Nem miktarı,
- Kırılgenlık,
- Topaklanma kabiliyeti,
- Korozyon yapma kabiliyeti,
- Tozlanma kabiliyeti,
- Tozlarının sağlığa zararlı olması,
- Zehirli olup olmaması,
- Sıcaklık,
- Statik elektrik hasıl etmek,
- Taşıma esnasında satış değerinin azalması.

