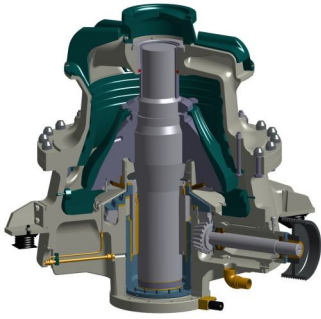


KIRMA-ELEME ve TAŞIMA MAKİNALARI

SEMİNER NOTLARI



25.12.2014

ANKARA

ÖZGEÇMİŞ

Yusuf ARMAN

Makina Mühendisi

1979 yılında Çorum/Ortaköy’de doğdu. İlk ve orta öğrenimini Ankara/Altındağ’da tamamladıktan sonra 1998 yılında girdiği Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü’nden 2003 yılında mezun oldu. Öğrencilik yıllarında MMO öğrenci üye komisyonlarında görev alarak, 2001 yılında düzenlenen Öğrenci üye Kurultayında Hatay Temsilciliği adına konuşmacı olarak katıldı. 2008 yılında MMO Ankara Şubesi adına çeşitli Peryodik Kontrollerde görev aldı.

Endüstriyel tesislerin projelendirilmesi, imalatı ve montajı gibi alanlarda çalıştı. Maden makinaları, maden tesisleri ve endüstriyel tesislerin modernizasyonu/optimizasyonu konularında çalışmaya devam etmektedir. İş deneyimleri;

1. TSA Mühendislik A.Ş. Ankara (Proje Mühendisi/ Şantiye Şefi 2004-2006)
 - 1.1. Şetat Madencilik A.Ş. Bursa/ Orhaneli 50 Tph Kapasiteli Olivin Kıрма-Eleme Ve Mikronize Eleme Tesisi Kurulumu (2004)
 - 1.2. Demir Export A.Ş. BAE/Fujairah 500 Tph Kapasiteli Gabro Kıрма Eleme Tesisi Kurulumu (2005)
 - 1.3. Gecopham Suriye/ Der Zor 40 Tph Kapasiteli Tuz Fabrikası Aplikasyonu ve Kurulumu (2006)
 - 1.4. Akdağlar Madencilik A.Ş. 500 Tph Kapasiteli Agregalı Kıрма-Eleme Tesisi Kurulumu (2006)
2. Demir Export A.Ş. BAE/ Wadi Asfını Agregalı Kıрма-Eleme Tesisleri (Tesis Yöneticisi -2007)
3. Norma Mühendislik Ltd. Şti. Ankara Proje Ofisi (Proje Müdürü-2008)
4. Birlik Makina A.Ş. Ankara Proje Ofisi (Mekanik Proje Sorumlusu 2008-2010)
 - 4.1. Park Teknik A.Ş. Afşin/Elbistan 16 Km Kömür Ve Kül Konveyör Hatları Kurulumu (2009)
 - 4.2. Kardemir A.Ş. Kok Fabrikaları Konveyör Hatları Modernizasyonu (2009)
 - 4.3. Eren Enerji A.Ş. Çatalağzı Temik Santrali Liman-Santral Arası Konveyör Hatları Kurulumu (2010)
 - 4.4. Kardemir A.Ş. Yeni Sinter Fabrikası Konveyör Hatları Kurulumu (2010)
5. Yıldızlar Holding A.Ş. Ankara (Yatırım Tesis Müdürü 2011-2012)
 - 5.1. Yıldız Bakır A.Ş. Kurşun/Çinko/Altın Tesisi Kurulumu
 - 5.2. Nesko A.Ş. Şebinkarahisar Tesisi Bakır Flotasyon Ünitesi Kurulumu
 - 5.3. Nesko A.Ş. Akdağmadeni Tesisi Öğütme Ünitesi Kurulumu
 - 5.4. Nesko A.Ş. Şebinkarahisar Tesisi Öğütme Ünitesi Ve Kıрма Eleme Tesisi Modernizasyonu
 - 5.5. Nesko A.Ş. Şebinkarahisar Tesisi Arıtma Tesisi Kurulumu
6. Demir Export A.Ş. (Proje Yöneticisi 2012-Halen)

- 6.1.** Divriği Purunsur Demir İşletmesi 500 Tph Demir Cevheri Zenginleştirme Tesisi Kurulumu (2012)
- 6.2.** Çetinkaya Demir İşletmesi 350 Tph Demir Kırma-Eleme Tesisi Modernizasyonu (2013)
- 6.3.** Bakırtepe Altın Madeni Tesis Kurulumu (2013- Devam Ediyor)
- 6.4.** Divriği Purunsur Demir İşletmesi Izgara Tesisi Kurulumu (2013)
- 6.5.** Taşlıtepe Demir İşletmesi 500 Tph Demir Cevheri Zenginleştirme Tesisi Kurulumu (2014)
- 6.6.** Soma Doğu Eynez Yeraltı Kömür İşletmesi Yerüstü Transfer Tesisleri Kurulumu (2014- Devam ediyor)

İÇİNDEKİLER

1. AMAÇ VE KAPSAM	5
2. TERMİNOLOJİ	5
3. KIRMA-ELEME TESİS TEKNOLOJİSİ.....	9
Çizelge. Taş ocaklarında Maliyet Dağılımı	10
3.1. TESİS TASARIMI	10
3.2. TESİS AKIM ŞEMALARI	11
4. KIRMA-ELEME MAKİNALARI	14
4.1. BUNKERLER	14
4.1.1. ANA BESLEME BUNKERLERİ.....	15
4.1.2. ARA BUNKERLER	15
4.1.3. ÜRÜN BUNKERLERİ (Silolar).....	15
4.2. BESLEYİCİLER	15
4.2.1. TİTREŞİMLİ BESLEYİCİLER	15
4.2.2. VARGEL BESLEYİCİLER	16
4.2.3. APRON BESLEYİCİLER (PALETLİ BESLEYİCİ)	16
4.2.4. VİBRO BESLEYİCİLER.....	16
4.2.5. BANTLI BESLEYİCİLER	16
4.3. KIRICILAR.....	17
4.3.1. ÇENELİ KIRICILAR.....	17
4.3.2. DARBELİ KIRICILAR	20
4.3.3. DİK MİLLİ KIRICILAR.....	22
4.3.4. TERSİYER KIRICILAR.....	24
4.3.5. KONİK KIRICILAR	25
4.4. ELEKLER.....	31
4.4.1. ELEK ALANININ HESAPLANMASI ve TİTREŞİM MEKANİZMALARI	33
4.4.2. ELEK TİPLERİ.....	36
5. TAŞIMA MAKİNALARI (KONVEYÖRLER)	37
5.1. BANTLI KONVEYÖRLER	38
5.1.1. BANTLI KONVEYOR DİZAYNI	40
5.1.2. DİZAYN FAKTÖRLERİ.....	41

5.1.3.	BANTLI KONVEYORLERDE TAHRİK SİSTEMİ	49
5.1.4.	KONVEYOR MAKARALARI.....	53
5.1.5.	KONVEYOR BANDI SEÇİMİ.....	53
5.2.	ZİNCİRLİ KONVEYÖRLER	56
5.2.1.	ZİNCİR-PALET TİPLERİ.....	57
5.2.2.	TAHRİK ÜNİTELERİ.....	58
5.2.3.	ZİNCİRLİ KONVEYÖRÜN KURULMASI VE İŞLETİLMESİ	58
5.3.	HELEZONLAR	59
5.3.1.	HELEZON KONVEYÖRÜN YAPISI.....	60
5.3.2.	HELEZON KONVEYORUN KAPASİTE HESABI.....	61
5.3.3.	HELEZON KONVEYÖRÜN GÜÇ HESABI	62
5.3.4.	HELEZON KONVEYORUN KANAT AÇINIM HESABI.....	63
5.4.	KOVALI ELEVATÖRLER.....	64
6.	KAYNAKLAR:.....	69

1. AMAÇ VE KAPSAM

Ülkemizde, sanayinin ve kentleşmenin ilerlemesi ile ortaya çıkan çeşitli ihtiyaçların giderilmesi adına yürütülen inşaat faaliyetleri ve maden yapılarının gelişmesi ile Kırma-Elleme Tesisleri ve ilgili ekipmanların kullanımı önem kazanmıştır. Maalesef bu konu, meslektaşlarımız tarafından çok iyi bilinmemekle birlikte terminolojide bazı yanlış bilinenler ve uygulama hataları vardır. Bu seminer ile meslektaşlarımıza Kırma-Elleme Teknolojisi hakkında güncel bilgiler ile terminoloji ve uygulama yanlışlıkları konusunda genel bilgilendirme yapılması amaçlanmıştır.

Kırma-Elleme ve taşıma makinaları, genel çalışma prensipleri, seçim kriterleri ve uygulamalarında dikkate edilmesi gereken hususlarda genel bilgiler verilecektir.

2. TERMİNOLOJİ

KAYAÇ:

- ✓ Yerkabuğunu teşkil eden, herhangi bir şekilde birbirleriyle bağlantılı, büyük kütsel ve oldukça muntazam, sağlam iç yapısı bulunan, bir veya birkaç mineralin bünyesinde sistemli bir şekilde dağılımı sağlanmış ve her zaman isbatı mümkün olmayan bir bütünlük arzeden oluşum.
- ✓ Genel olarak cevher veya kömürden başka yerkabuğunu oluşturan madde topluluğu
- ✓ Taş. Kayaçlar genellikle oluşumlarında etkili olan sürelerle ilgili olarak başlıca üç sınıfa ayrılır. Bunlar a) Magma olarak adlandırılan erimiş maddenin katılaşması ile oluşan kirkayaçlar. b) Daha önceden var olan kayaçlardan ayrılan parçalardan ya da eriyiklerden çökelen maddelerden oluşan tortul kayaçlar. c) Kirkayaçların ve tortul kayaçların mineral bileşimlerinin, dokularının ve iç yapılarının çeşitli koşullar yüzünden değişmesi ile oluşan başkalaşım kayaçları.

Bu üç sınıfa giren kayaçlar ayrıca, en başta kimyasal, mineralojik ve yapısal özellikleri olmak üzere değişik etkenlere bağlı olarak çok sayıda alt gruba ve tipe ayrılır.

TÜVENAN: Ocaktan tesise beslenen ham cevher veya işlenmemiş malzeme.

MOSTRA: Yeryüzünde bir madenin açığa çıkmış ve çıplak göz ile görülen kısmı, yani maden yatağının yüzeyi ile yeryüzünün ara kesiti.

KAPASİTE:

- ✓ İş makinalarının birim zamanda yapabilecekleri işi gösteren ölçü. m^3/h , m/h , cm/dk gibi.
- ✓ Bir tesisten birim zamanda (saat, gün, ay, yıl) üretilebilecek maksimum miktar (t, m^3 , vb.)

AÇIK İŞLETME: Maden üzerindeki örtü tabakasını almak ve bu suretle maden kitlesini istihsal edebilecek bir duruma getirmek amacıyla uygulanan bir maden ocağı işletme sistemi. Açık ocak.

AÇIK İŞLETME METODU:

Yeryüzüne mostra vermiş veya nispeten ince bir örtü tabakası ile kaplı bulunan madenin en az zayıfla, emniyetli ve yeraltı işletme metoduna nazaran daha ekonomik olarak çıkarılması için uygulanan sistem. Genel olarak açık işletme metodları; normal açık işletme, —> Plaser işletmesi (kuru veya sulu) ve kapalı işletme ile irtibatlı olan —> Müşterek işletme metodları şeklinde ayrılabilir. Maden yatağı, damar şeklinde ise bu yatağın yeryüzüne yakın kısımları, yatay tabaka halinde veya büyük kitle halinde ise dekapaj/maden oranı müsait olduğu takdirde maden yatağının tamamı bu sistem uygulanarak işletilebilir. Açık işletme metodu, uygulamada esas örtü tabakasının kaldırılmasından sonra madenin kazılıp yüklenmesi ve taşınmasıdır.

Açık işletme metodu örtü tabakası ve maden yatağı basamak şeklinde yatay dilimlere bölünerek ve örtü tabakasının yapısına göre patlayıcı madde kullanarak veya kullanmadan gevşetme ve kazı yapmak; kazı, yükleme, taşıma ve dökme aracı olarak da ekskavatör-kamyon-dökücü, ekskavatör-demiryolu-dökücü, ekskavatör-bant-dökücü vb. araçlar kullanılmak suretiyle uygulanır.

KAPALI İŞLETME: Yeraltında bulunan maden kitesini (yatağını) istihsal edebilecek duruma getirmek amacıyla uygulanan maden ocağı işletme sistemi. Kapalı ocak

İŞ İNDEKSİ (Wi) (Work Index):

Malzemenin/cevherin boyut indirgemesi için harcanan enerjiyi ifade eden bir parametredir. Bond yaklaşımı gibi bazı deneyler sonucunda elde edilmiştir. Herbir malzeme/cevher için yapılan deneylerde aşağıda verilen formül ile iş indeksi hesaplanabilir.

$$Wi=1.1 \frac{44.5}{P_c^{0.23} G^{0.02} (10/(P))^{1/2} - 10/(F)^{1/2}}$$

Wi : Bond iş indeksi (kWr ')

Pc : Test eleği elek açıklığı (um)

G : Bond öğütülebilirlik katsayısı

F : Beslemenin %80 ninin geçtiği elek açıklığı (um)

P : Son üç öğütme evresinde elde edilen elek altı ürünün % 80 ninin geçtiği elek açıklığı (um)

İş Endeksinin Kullanılmasına Ait ÖRNEK PROBLEM:

Açık işletme olarak çalışan bir ocaktan elde edilen manyetit cevherinin ocaktan çıktığı haliyle (tüvenan olarak) %80'i 250 mm elekten geçmektedir. Bu cevher ağız açıklığı 100 mm olan birinci kademe bir kırıcıda (birincil kırıcı, primer kırıcı) kırılmak isteniyor. 100 mm ağız açıklığı ile kırmadan elde edilen ürünün %80'inin 85mm lik elekten geçtiği tesbit edilmiştir.

Bu cevherden saatte 230 ton kırabilecek kırıcının gücü ne olmalıdır?

Manyetitin iş indeksi =11,02 kWsaat/ton (tablodan)

ÇÖZÜM:

1 ton cevher için güç sarfiyatı;

$$w = 10 \cdot w_i \left(\frac{1}{\sqrt{85000}} - \frac{1}{\sqrt{250000}} \right)$$

$$w = 10 \cdot 11,02 \left(\frac{1}{\sqrt{85000}} - \frac{1}{\sqrt{250000}} \right)$$

$$=0,157 \text{ kWh/ton}$$

Saatte 230 ton kırılacağına göre;

$$\text{Kırıcının harcayacağı güç} = 230 \times 0,157 \text{ kWh}$$

$$=36,11 \text{ kWh bulunur.}$$

Motor gücü, %25 emniyet payı koyularak 45 kW gücünde bir motor seçilmelidir.

AŞINDIRICILIK İNDEKSİ (Ai) (Abrassiveness Index) :

Kayaçların aşındırıcılıkların belirlenmesine yönelik bir çok deney yöntemi önerilmiş olmasına rağmen kabul görmüş deney yöntemi oldukça az sayıdadır. Son yıllarda Cerchar aşınma indeks (CAI) deneyi bir projede keskinin aşınmalarının ve keski değişim maliyetlerinin doğru tahmin edilmesinde ekonomik öneminden dolayı dikkate değer bir önem kazanmıştır . Cerchar aşındırıcılık indeksi ile ifade edilen kayaç aşındırıcılığının kayacın kuvars içeriği ve sertlik ölçütü ile doğru orantılı olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, McFeat-Smith & Fowell,kayacın kuvars içeriğinin, kesici uç tüketimi açısından kayaç aşındırıcılığını tek başına ifade edemeyeceğini bildirmiştir. Kumtaşlarında galeri açma makinaları ile yapılan kazılarda, kesici uçtüketiminin kuvars içeriğinden çok çimentolaşma derecesi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Johson & Fowell (1986) yerinde yaptıkları ölçmelerle keski sarfiyatının, kayaçların Cerchar aşınma indckleriyle (CAI) doğrudan ilişki içersinde olduğunu göstermişlerdir.

Al-Ameen & Waller (1979), yaptıkları çalışmada, az miktarda aşındırıcı mineraller içeren yüksek dayanımlı bazı kayaçların yüksek aşındırıcılık indeksine sahip olabildiklerini belirlemişlerdir. Diğer taraftan, çok yüksek aşındırıcı mineral içeriğine sahip olan bazı düşük dayanımlı kayaçların, düşük aşındırıcılık indeksine sahip olabildikleri de görülmüştür. Araştırmacılar, kayaçların aşındırıcı mineral içeriklerinin ve çimentolaşma özelliklerinin, Cerchar aşındırıcılık indeksi üzerinde birlikte bir etkisinin söz konusu olduğunu bildirmişlerdir.

Cerchar aşınma indeks deneyi ; 160 kg/mm çekme dayanımı olan 90° tepe açılı konik bir uç 7 kg bastırma kuvveti ile gayri muntazam örnek üzerinde yaklaşık bir saniye sürede 1 cm çekilmekle ve uçta oluşan aşındırma yüzeyi kayaç örneğinin aşındırıcılığını vermektedir. Konik uç, En 24-25 çeliğinden 610 ± 5 Vickers sertliğinde olmalıdır. Konik uç mikroskop altında incelenerek ucun yüzey çapındaki aşınması 1/10 mm hassasiyetinde Ölçülür. Her 1/10 mm'ye karşılık gelen aşınma değeri 1 Cerchar

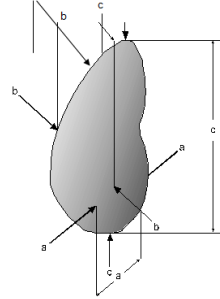
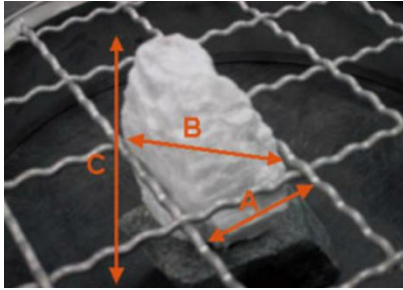
aşınma indeksi değeri olarak belirlenir. Belirlenen aşınma miktarı, kayacın Cerchar aşındırıcılığı olarak kabul edilir.

Cerchar aşınma indeksi değeri 0 dan 6 arasında değişmektedir. Çizelge’de Cerchar aşınma indeksine göre aşındırıcılık sınıflaması verilmiştir.

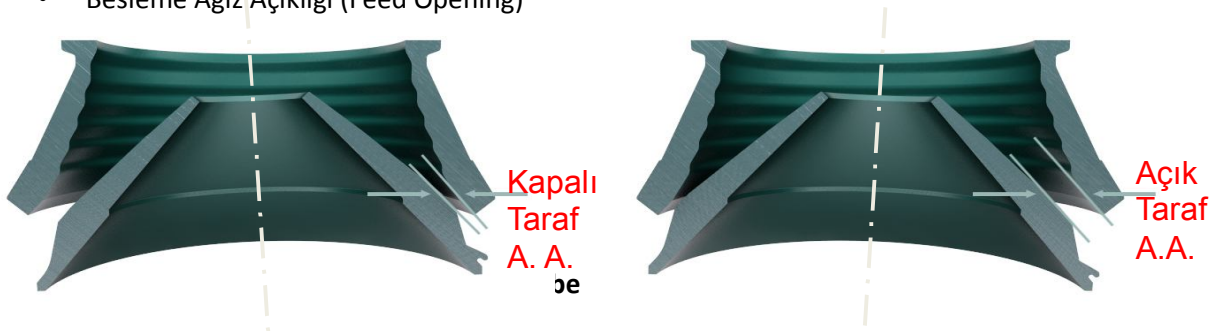
CAI	Sınıfı
<0.5	çok az aşındırıcı
0.5- 1,0	hafif aşındırıcı
1.0-2,0	aşındırıcı
2.0-4.0	çok aşındırıcı
>4.0	oldukça aşındırıcı

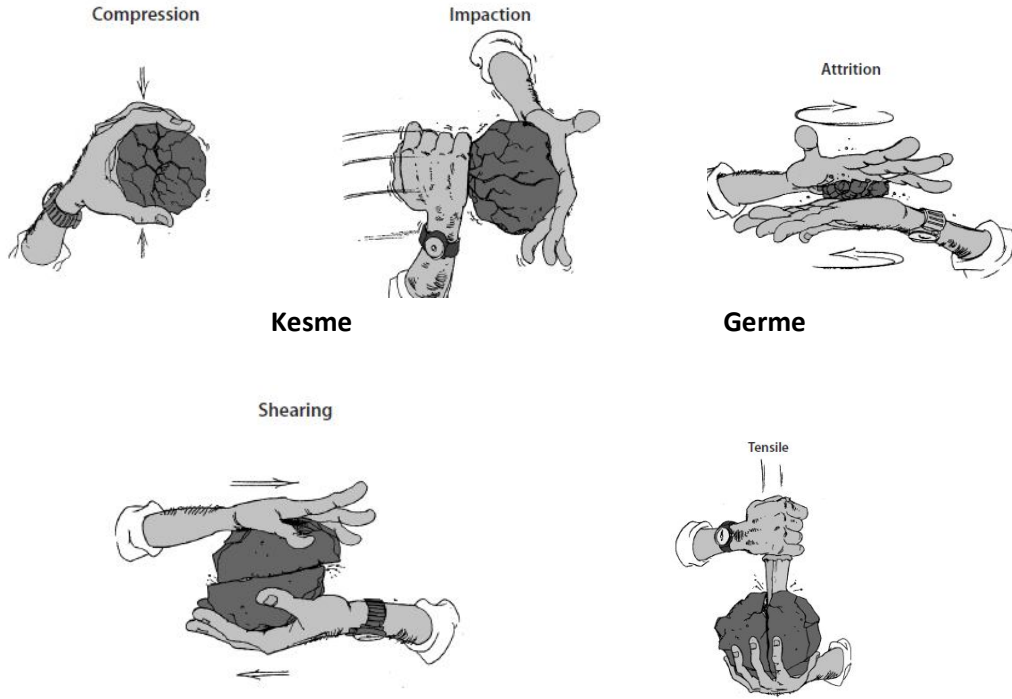
MALZEME BOYUTLARI:

- A: Kalınlık (En Küçük Ölçü)
- B: Genişlik
- C: Boy (En Büyük Ölçü) $A < B < C$
- Kübisite: Agrega ürünleri için kullanılır bir terim olup, ürünün yuvarlaklığını ifade etmektedir.
 - Çubuksuluk (Elongation) Endeksi
 - Yapraksılık (Flakiness) Endeksi
 - $b/a < 1.6$ (EN 933 – 3)
 - $c/a < 3$ (DIN)



- Çıkış Ağız Açıklığı:
 - Kapalı Taraf Ağız Açıklığı (Closed Side Setting)
 - Açık Taraf Ağız Açıklığı (Open Side Setting)
- Besleme Ağız Açıklığı (Feed Opening)





SIKIŞTIRMA	DARBE
Çeneli Kırıcılar	Yatay Milli Kırıcılar
Gyrotory Kırıcılar	Dik Milli Kırıcılar
Konik Kırıcılar	Çekiçli Kırıcılar

3. KIRMA-ELEME TESİS TEKNOLOJİSİ

Kırma Eleme Tesisleri'nde verimlilik ve kalitenin en uygun şartlarda sağlanabilmesi için, kırma eleme tesislerinin projelendirilmesi, makine ve ekipman seçimi, kırılacak malzemenin jeolojik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak dizayn edilmeli ve uzman kişilerce üretimi ile montajı yapılmalıdır.

Kırma Eleme Tesisleri, maden sektöründe üretilen cevherlerin işlenmesi ve inşaat sektöründe kırma taş üretimi (asfalt, beton, yol malzemesi vs.) için kullanılan tesislerdir. Malzeme üretiminde kalite ve maliyet dengesinin sağlanabilmesi için gerekli bilgi ve tecrübenin oluşumu kolay değildir. Zira çok farklı meslek disiplinlerinin (maden, inşaat, jeoloji, makine, elektrik ve elektronik, işletme, iktisat vs.) bir ekip halinde ve koordineli bir şekilde çalışmaları gerekmektedir.

İnşaat sektörünün ihtiyacını yerine getirmek için Taş ocaklarından delme-patlatma ve/veya direkt kazıcı yükeleyicilerle çıkarılarak tesise getirilen malzeme genellikle üç farklı kırma işlemine tabi tutulurlar. Primer (birincil), sekonder (ikincil) ve tersiyer (üçüncül) olarak adlandırılan bu kırma

süreçleri sonucunda, malzeme eleklerden geçirilerek istenilen boyutlarda sınıflandırılır ve kırma taş (agrega) üretiminin son aşaması tamamlanmış olur. Bundan sonra yapılacak işlem, inşaat yapısının durumuna göre yol ise asfalt plentlerine, betonarme yapılar ise beton santrallerine gönderilerek işletilir.

Maden sektöründe ise yine maden ocağından çıkarılan delme-patlatma ve/veya direkt kazıcı yükeleyicilerle çıkarılarak tesise getirilen cevher; proses şekline uygun olarak primer, sekonder ve/veya tersiyerden kırılarak boyut küçültmesi yapılır. Her bir kırıcı dan sonra genellikle elek ile ayrıştırma sağlanarak bir sonra kırma işlemi gerçekleştirecek makinanın kapasitesinin daha küçük olması, böylece daha ekonomik makina/ekipman kullanımı gerçekleştirilir. Kırma-eleme sonrası proses tekniğine uygun olarak boyut indirilmesi yapılmış olan cevher varsa öğütme için değirmenlere gönderilerek maden prosesinde aşama kaydedilmiş olur.

Kırma-Eleme makinalarının önemini görmek için kırma taş ürtimine bakılabilir. Kırma taş üretimi, 4 (dört) ana aşamada gerçekleşir. Bu üretim aşamasındaki maliyet oranlarının analizi, kırma eleme, dolayısı ile doğru tesis tasarımların anlamının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Çizelge 1).

		Maliyet Oranları
1.	Delme – Patlatma	% 18 – 21
2.	Gevşetme, Ufalama ve Yükleme	% 15 – 17
3.	Taşıma / Nakliye	% 14 – 16
4.	Kırma – Eleme – Yıkama	% 46 – 53

Çizelge. Taş ocaklarında Maliyet Dağılımı

3.1. TESİS TASARIMI

Kırma eleme tesislerinde en önemli parametrelerden biri, taşın sertlik derecesi ve katman kalınlığıdır. Sert ve kırılğan (rijit) taşlarda kırıcı açıklığını arttırmak mümkündür. Taşın ince ve orta katmanlı (özellikle tortul kayalarda) oluşu, kırılan malzemenin yassılık endeksini olumsuz etkiler. Bu da malzemenin yapraksı olmasına yardımcı olur.

Kırma eleme tesislerinde üretimin sağlıklı olabilme şartlarından biri de, işlenecek taşın tesise uygun halde çıkarılmasıdır. Yani delme ve patlatmanın primer kırıcı açıklığına uygun ve sağlıklı yapılmasıdır.

Çalışma esnasında kırma eleme ünitelerinden, taşıma ve yüklemeden çıkan toz, tesislerinin elektrik elektronik sistemlerine, makina parkına ve çevreye zarar vermektedir. Bu gibi zararları minimize etmek için kırma eleme tesislerine kuru ve ıslak filtrasyon sistemi (toz indirgeme sistemleri) kurulmalıdır. Ayrıca şantiye sahası ve yollar sulama arazözleri ile sulanmalıdır. Elektrik ve elektronik sistemler (pano ve otomasyon bölümleri) imkanlar ölçüsünde tozlu ortamlardan uzak tutulmalıdır. Verimliliğin artması için çalışma disiplini ve prensiplerini ilke edinmiş, yetişmiş ve kalifiye elemanlar kullanılmalıdır.

Kırma eleme tesislerinde kırıcı makine (primer, sekonder, tersiyer kırıcılar), elek ve konveyör seçimi, tesis ve oluk dizaynı, konveyör yüksekliği ve eğimi, elek ve kırıcı kapasitesi (üretim kapasitesi), besleyici titreşimi, motor devirleri vs. ile taşın jeolojik yapısı ve kimyasal özellikleri göz önünde tutularak yapılmalıdır.

Kırma taş (agrega) kalitesini etkileyen parametrelerin başında, taşın kırılma şekli (sıkıştırarak kırma, çarptırılarak kırma) ile ocak malzemesinin yapısal ve fiziksel özellikleri gelir. Bu özellikler laboratuvar ortamında ve belirli uluslararası atandartlarla yapılan testler sonucunda belirlenir (sertlik ve kırılabilirlik indeksi). Bu değerlere göre makina seçimi yapılmalıdır.

Kaliteli ve kübik malzeme üretimi için çarptırma özellikli (malzemeyi astarlara ve birbirine çarptıran) darbeli kırıcıların kullanılması daha uygun sonuçlar vermektedir. Kırma tesislerindeki kırıcıların palet ve astarlarının (primer, sekonder ve tersiyer kırıcılardaki) dökümündeki kimyasal karışım (krom ya da mangan oranı), malzemenin/cevherin kimyasal analizine ve makinenin çalışma ortamının durumuna göre ayarlanmalıdır. Böylece palet ve astarlardaki aşınma minimize edilir.

Kireçtaşı, kumtaşı, granit, bazalt vb. farklı kayalar için, aynı özellikte kırıcı aksam ve aksesuarları kullanılmamalıdır. Kalker için üretilen kırıcının dökümleri ve bazalt için üretilen kırıcının döküm ve aksamları farklıdır. İmalatçı firmaların taşın özelliklerine uygun aksamlar geliştirmeleri, kırma eleme tesislerinin kalite ve verimliliğini arttırarak üretim maliyetini düşürecektir.

3.2. TESİS AKIM ŞEMALARI

Endüstriyel tesislerin çalışma prensiplerini gösteren şemalardır. Akım şemaları, proses tekniğini açıklayan işletmecinin anahtarıdır. Genellikle yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda işlenecek malzemenin, jeolojik yapısının bilinmesi ile ortaya çıkar. Bu durumda işlenecek malzemeye yapılacak işlemler sırası, kapasiteleri ile makina/ekipmanın seçimi sağlanmış olur. Akım şeması oluşturulurken, işlenecek malzemenin/cevherin;

- ✓ Kil ve miktarının
- ✓ Besleme tane boyunun
- ✓ Kırılganlığının
- ✓ Aşındırıcılığının doğru tespit edilmesi gerekmektedir.

Akım şemalarında,

- Beslenen Malzeme cinsi ve miktarı
- Bunker hacimsel kapasiteleri
- Her bir ekipmanın işleme sırası ve çıkış bilgisi
- Her bir ekipmanın kapasitesi bulunmalıdır.

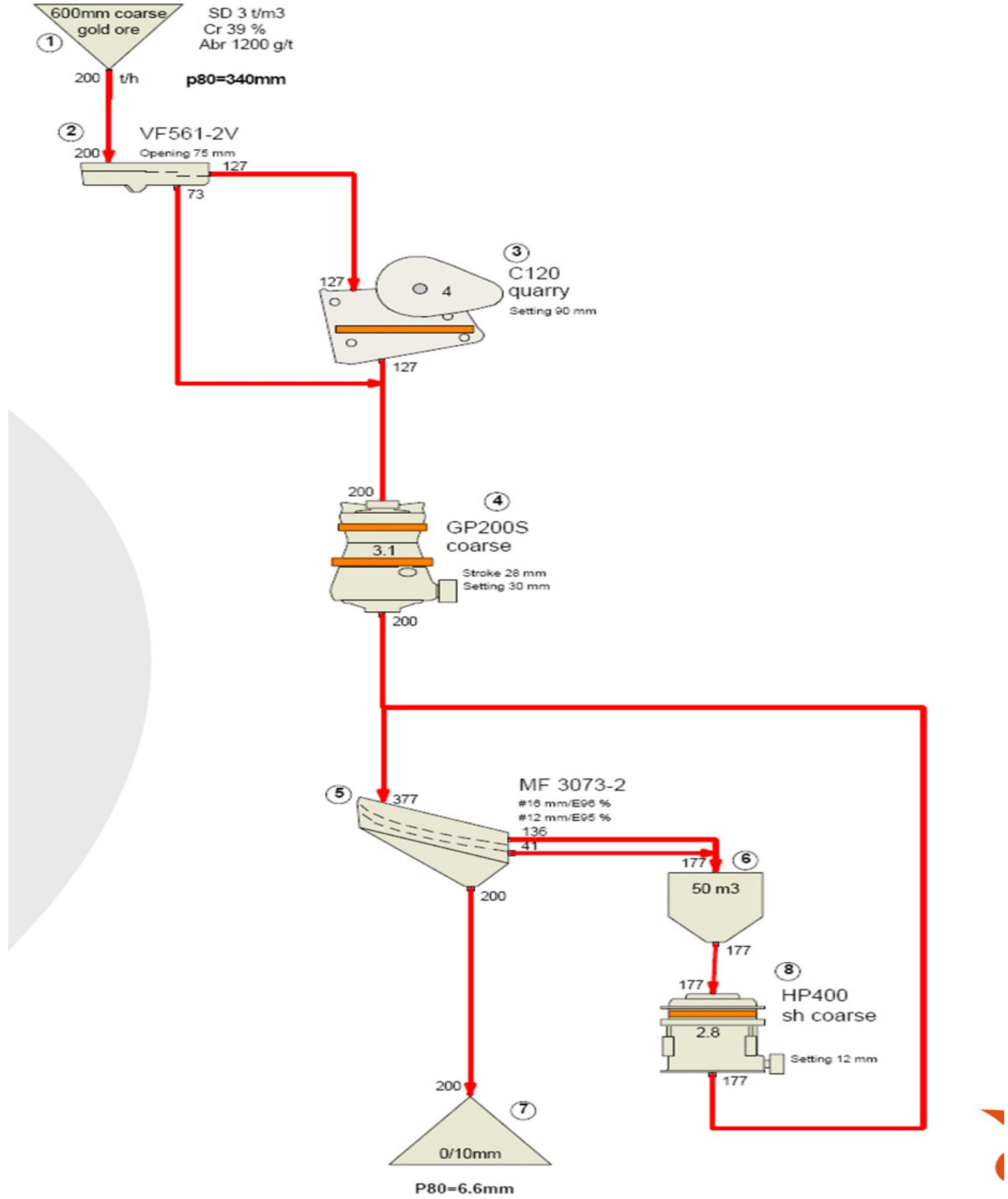
Akım şemaları oluşturulurken aşağıda sıralananların bilinmesi gerekmektedir:

BESLEME

- Cevher Tipi
 - ✓ Yoğunluk: Kapasite
 - ✓ Kırılabilirlik: Kapasite
 - ✓ Aşındırıcılık: Kırıcı Tipi
- Besleme Kapasitesi: Kapasite
- Nem Miktarı: Proses
- Kil Miktarı: Proses

ÜRÜN

- İstenen Ürünler: Elek Kat Sayısı
- İstenen Ürün Boyutları: Kapasite
- Ürün Spesifikasyonları
 - ✓ Gradasyon: Kırıcı Ayarları
 - ✓ Kübise: Yerleşim, Kapasite, Kırıcı Tip
- Ürünlerin dağılımı: Kapasite



Yukarıda örnek bir akım şeması verilmiştir. Tek ürün amacına uygun olarak hazırlanan akım şemasından her bir ekipmana ait kapasite bilgileri ve ekipman seçimleri kolay ve anlaşılır bir şekilde görülmektedir.

İnşaat sektörü için çıkarılacak ürünleri (0-5mm / 5-12mm / 12-18mm / roadbase / subbase / armour) üretmek üzere tasarlanan Kırma eleme tesislerinin maksimum kapasitesi ve ürünlerin kalitesi, kuru ve temiz malzeme/cevher ortamı için dizayn edilmiştir. Yani kuru ve temiz taş, kırıcılar için ideal bir çalışma malzemesidir. Eğer ocaktan gelen malzeme/cevher homojen değilse ve kullanılan formasyon jeolojik süreç içerisinde farklı yapısal hareketler etkisi ile kırıklı ve çatlaklı yüzeyler ihtiva ediyorsa, malzemedeki bu süreksizlikler boyunca ezilme, bozulma, ayrışma ve alterasyon etkisi ile silisli, killi ve demir oksitli zonlar oluşur. Bu zonlar sağlam taşla iç içe bulunduğu için malzemenin yapısı ve rengini olumsuz etkiler. Özellikle yağmurlu havalarda ve/veya yeraltı su seviyesi altında çalışıldığı zaman bu etkileşim daha da artar. Bu gibi ocaklarda kırıcıya gelen malzeme kuru ise ayrışmış, bozulmuş ve topraklı malzeme kırıcıya gelmeden önce besleyici ızgaralarından elenerek kolaylıkla sistemden uzaklaştırılır. Fakat malzeme ıslak ve nemli ise bypass işlemi tam anlamı ile yapılamaz; sıvanmak, yapışmak ve topaklanmak suretiyle bozuk malzemenin bir kısmı üretim sistemine girerek hem nihai ürünlerin kalitesini olumsuz etkiler; hem de bunker vb. primer haznedeki besleyici kenarlarına yapışır ve malzemenin kırıcıya akışını yavaşlatarak üretim kapasitesini olumsuz etkiler. Ayrıca ıslak ve temizlenmemiş malzeme, oluk ve elek (özellikle taş tozu eleklerinde) tıkanmalarına neden olur. Bunların temizlenmesi de ayrıca zaman ve iş kaybıdır.

Yağışlı havalarda sulu ve ıslak malzeme kırmanın başka bir olumsuz etkisi de konveyör bantların kayma ve patinaj yapmasına neden olmasıdır. Sulu ve ıslak malzeme kırmanın diğer bir olumsuz yanı, sekonder ve tersiyer kırıcı bıçaklarının suyun etkisi ile daha kolay ve çabuk aşınmasıdır. Eleklerin ıslak ve rutubetli malzemeyi iyi eleyemeyeceğinden, bilhassa 0-5mm'nin gözlerini sıvayacağından 5-12mm ve hatta 12-18mm bile tozlu çıkar. Ayrıca yağışlı havalar ocak içi artık malzemesinin artmasına da neden olur. Başka bir deyişle normal hava şartlarında kırılabilir malzemenin bir kısmı hafriyat malzemesi olarak ocaktan uzaklaştırılır. Bu da üretim maliyetinin artmasına neden olur. Ocak içi makinelerinin sağlıklı bir ortamda çalışabilmeleri için ocak içi suyu kontrollü olarak tahliye edilmelidir. Suyun bir kısmının; yolları sulamakta, toz bastırma sisteminde, ayrıca zaman zaman kirli malzemenin ocak içinde yıkanarak kırılmasında kullanılarak daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi mümkündür. Böylece hem malzemedeki kirlilik oranı, hem de kırma elemeden çıkan toz oranı en aza indirilmiş olur.

4. KIRMA-ELEME MAKİNALARI

4.1. BUNKERLER

Endüstriyel tesis içerisinde malzeme/cevher stoklanması amacıyla kullanılan geçici depolama hazeneleridir. Genellikle çelik konstrüktif imal edilirler. Prizmatik veya silindirik olabilen bunker, düzgün akış sağlamak veya kırıcı/elek kapasiteleri arasında regülasyonu sağlamak üzere kullanılırlar. Aşınan yüzeylerin korunması için aşınma plakaları ile kaplanırlar.

Bunker altında mutlaka bir çıkarıcı bulunur. Bunker üst kısmı hesaplanan kapasiteyi karşılamak üzere boyutlandırılırken, bunker alt kısmı, malzenin/cevherin akmasına engel veya tıkanmasına

neden olmayacak açılarda, çıkarıcının besleme ağzına uygun olarak daralarak boyutlandırılırlar. Tıkanmalar karşı, basınçlı hava patlaçları, vibro motorlar eğimli yüzeylerde teçhiz edilebilir.

Tesis içerisindeki konumuna göre; 3 kısımda incelenebilir:

4.1.1. ANA BESLEME BUNKERLERİ

Ocaktan gelen malzemenin/cevherin boşaltıldığı ilk haznedir. Besleyicinin kapasitesine bağlı olarak boyutları değişir. Genellikle dikdörtgen prizmatik yapıda, çelik konstrüksiyon olarak imal edilirler. Besleyici ile tamasta olan yüzey boyunca aşınma plakalarının döşenmiş olması, bunker ömrünü arttırır.

4.1.2. ARA BUNKERLER

Tesis içerisinde, ekipmanlar arasında oluşabilecek kapasite farklarını kompanze etmek için veya düzgün beslemenin gerekli olduğu makinalarla (konik kırıcı vs.) birlikte kullanılırlar. Genellikle ara bunker altında, vibro veya bantlı besleyici bulunur. Devir ayarlı olan bu besleyicilerle ilgili ekipmana düzgün besleme yapılabilir. Kare veya dairesel kesitli, çelik konstrüksiyon olarak imal edilirler. İç yüzeylerinde özellikle eğimli yüzeylerde aşınma plakaları kaplanır. Dış taraftan eğimli yüzeylerde malzeme yapışmasını ve tıkanmayı önleyici vibromotor veya patlaçlar kullanılabilir.

4.1.3. ÜRÜN BUNKERLERİ (Silolar)

Tesis nihai veya ara ürünlerinin kamyonlara yüklenmesinde ara stok olarak kullanılan haznelerdir. Silo altlarında kamyon yüklemelerde kullanılan bunker kapakları bulunur. Bunker kapakları hidrolik veya pneumatik pistonlarla, tek parçalı olarak bir yana veya 2 parçalı olarak her iki yana açılabilirler. Böylece silo içerisindeki malzemenin/cevherin boşalmasını sağlar. Kare veya dairesel kesitli, çelik konstrüksiyon olarak imal edilirler. İç yüzeylerinde özellikle eğimli yüzeylerde aşınma plakaları kaplanır. Dış taraftan eğimli yüzeylerde malzeme yapışmasını ve tıkanmayı önleyici vibromotor veya patlaçlar kullanılabilir.

4.2. BESLEYİCİLER

Besleyiciler, iri ve ince malzeme beslemesi olmak üzere iki ayrı amaca yönelik imal edilmektedirler. İri malzeme için olan besleyiciler lineer titreşimli, vargel ve apron besleyiciler; ince malzeme için üretilen besleyiciler ise vibro ve bantlı besleyici tipleridir. Besleyicilerin üzerine, iri kayaları ayıklamak amacıyla ızgara monte edilebilmekte, istendiği takdirde ızgara hidrolik devirme sistemiyle teçhiz edilebilmektedir.

4.2.1. TİTREŞİMLİ BESLEYİCİLER

Primer kırıcılara kaya vb. iri malzeme beslemekte kullanılırlar. Titreşimli besleyiciler dayanıklı gövdeye sahiptirler. İçine boşaltılan tuvenan malzemenin darbesini kaldırabilecek dayanıklı hazneye ve şaseye sahiptirler. Titreşimli Besleyicilerin üzerinde kullanılan Bunkerlerin hazneleri 10 metreküpten 50 metreküpe kadar çıkabilir.

Titreşim gövdesi yeterli sayıda olan helezon yay ile çok sağlam bir şase üzerine oturur. Genellikle kuru ve yapışkan olmayan malzemelerin beslenmesinde kullanılırlar. Titreşim, tek veya çift

vibromotor veya eksantrik milin yüksek devirlerde döndürülmesi ile oluşan dengesiz kütlelerin, yaylar üzerinde belirli periyotlarda zıplaması ile sağlanır. Titreşim lineerdir.

Titreşimli besleyiciler çok az bakım ihtiyacı, çok az işletme masrafı, basit tahrik sistemi ve yüksek kapasiteye sahiptirler. Islak ve yapışkan olmayan malzeme beslemesinde kullanılırlar.

4.2.2. VARGEL BESLEYİCİLER

Vargel besleyiciler, dairesel hareketin doğrusal harekete çeviren krank-biyel kolu mekanizması ile besleyici tablasına beslenen malzemenin ilerletilmesi esasına dayanır. Besleyici tablası üzerinde sürekli hareket olacağından aşınma plakaları ile kaplanmalıdır. Tahrik sistemi, bazı imalatçılar tarafından hidrolik pistonlar ile yapılmış olup pistonlu tiplerde ciddi bir otomasyon sistemine ihtiyaç vardır. Nemli ve yapışkan malzeme/cevher için kullanılır. Üzerine gelen yükün değişkenliği nedeniyle krank-biyel kolunda kırılmalara veya hidrolik sistemde arızalara neden olabilir. Pahalı ve zahmetli ekipmanlardır. Ancak yatık makineler olması nedeniyle dar alanda tercih edilebilirler.

4.2.3. APRON BESLEYİCİLER (PALETLİ BESLEYİCİ)

Primer kırıcılara, malzeme beslenmesinde, en zor şartlarda kullanılabilen ağır hizmet tipi besleyicilerdir. Paletli makinelerde kullanılan yürüyüş takımının, düşük devirli bir planet redüktör veya paralel miller ya da ayna mahrutili sandık redüktör ile tahrik edilir. Tahrik mili, çift taraflı tahrik dişlisi merkezinden bağlıdır. Tahrik dişlisi dönüşü ile, palet zincirlerini dolayısı ile paletleri yürüterek, Apron besleyici üzerindeki malzemeyi/cevheri götürür. Palet, yüksek manganlı döküm olduğundan aşınması zordur. Dolayısı ile en zor şartlarda kullanılırlar. Apron Besleyici altında, Palet dönüşünde üzerine yapışan malzemelerin döküntülerini toplayan temizleme konveyörü bulunabilir. Palet dönüş çapının büyüklüğü ve temizleme konveyörü ile birlikte yüksek alan ihtiyacı vardır. Bu nedenle yüksek kapasiteli (400 TPH ve üzeri) tesislerde tercih edilir.

4.2.4. VİBRO BESLEYİCİLER

Ara ürün bunkerleri altında kullanılan, yeterli sayıda helezon yay üzerine oturtulmuş tavalı besleyicilerdir. Vibro besleyiciler genellikle frekans konverterli vibro motorlar ile tahrik edilirler ve devir ayarlaması bu frekans konverterler yardımı ile elektriksel olarak yapılır. Besleyici tavası aşınmalar karşı aşınma plakaları ile kaplanır. Besleyici Kapasitesini etkileyen en önemli faktör, boyut ve vibromotorlardır. İstenen kapastenin alınmadığı durumlarda tava eğimi artırılarak kapasite artışı sağlanabilir, ancak bu işlem yapılırken, tava üzerinde malzemenin duracağı eğimin aşılması gerekir.

4.2.5. BANTLI BESLEYİCİLER

Ara ürün bunkerleri altında kullanılan, konveyör bantlı besleyicilerdir. Bant lastiğinin dönüşü tamburu çeviren düşük devirli yüksek torklu redüktör ile sağlanır. Redüktör devri, yine, frekans konverte yardımı ile değiştirilebilir. Bantlı besleyicide olası yırtılmalar veya üzerindeki yükün azaltılması için besleyici ile bunker arasına iğneli veya doğrusal kapaklı klape konulmaz. Besleme kapasite, besleyici genişliği ve hızına bağlıdır. Konik kırıcı gibi düzenli beslemenin şart olduğu makinelerle birlikte kullanılırlar.

4.3. KIRICILAR

Kırma, boyut küçültme işleminin ilk aşamasıdır. Malzemenin/Cevherin içerdiği farklı minerallerin birini diğerinden serbest hale getirmek, prosese uygun boyut ya da yüzey alanı veya kullanım amacına uygun boyut sağlamak amacı ile yapılmaktadır. Kırmada uygulanan kuvvetler; darbe, sıkıştırma veya ezme, kesme ve sürtünme kuvvetleridir.

Kırma işlemi için kullanılan makinalar, kırıcı olarak adlandırılır. Tanelere baskı, darbe ve kesme kuvveti uygulayarak onları daha küçük tane boyutlarına indiren mekanik araçlardır. Kırma makinaları özellikle ürün özellikleri, makina maliyetleri ve enerji kullanımı gibi dizayn özellikleri açısından bir gelişim içindedir. Bu nedenle çok çeşitli şekil, yapı ve boyutlarda makinalar, kırma-eleme ve cevher hazırlama işlemlerinde kullanılmaktadır.

Kırma 2000-5 mm arasındaki tane boyutlarına uygulanmaktadır. 200-10 cm arasında yapılan kırmaya iri kırma; 100-5 mm arasında yapılan kırmaya ise ince kırma olarak adlandırılır. Çeneli, konik, darbeli ve çekiçli kırıcılar kırma-eleme ve cevher hazırlama tesislerinde en yaygın olarak kullanılan kırıcı tipleridir.

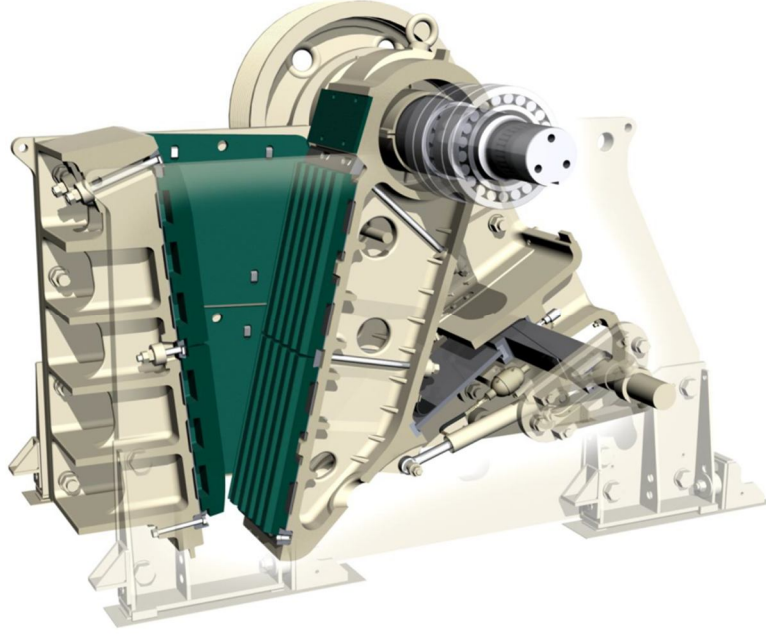
Sektörde en fazla kullanılan kırıcılar şunlardır:

4.3.1. ÇENELİ KIRICILAR

Sertliği ve aşındırıcılığı ne olursa olsun, her çeşit malzemeyi kırmak üzere dizayn edilmiş, primer ve/veya sekonder kırıcılardır. Malzemeyi sabit ve hareketli çene arasında hareketli çenenin eliptik hareketi vasıtasıyla sıkıştırıp patlatarak kıran kırıcılardır. Malzeme/cevher besleyici ile üstten beslenir. Eksantirik döner tahrik şaftı, malzemeyi sabit bir çene ile ezmek için hareketli çeneyi çalkalar. Çeneli kırıcılar bir motor tarafından hareket kayış-kasnak ile tahrik edilir. Agregatör ve mineral işleme endüstrisinde geniş kullanım alanları vardır. Hidrolik sistem yardımıyla yapılan ayarları, yüksek performansları ve verimlilikleri ile primer kırıcıların en çok tercih edilen primer kırıcılardır.

İstenen ürün boyutunu tek bir kırıcı kullanarak oluşturmak çok zordur. Primer çeneli kırıcılar, sekonder çeneli kırıcı olarak da kullanılabilirler. Sekonder kırıcıların besleme ağız açıklığı primer kırıcılara göre daha küçüktür. Kesintisiz ve sürekli besleme yapılması için ağız açıklığı, işlenecek malzemeye göre seçilmelidir ve ondan daha büyük olmalıdır.

Primer çeneli kırıcılar 3-5 kat oranında boyut küçültebilirler. Yani 400 mm besleme girişi olan bir çeneli kırıcı, 5 kat küçültme oranı ile ortalama 80 mm'ye kadar malzeme boyutunu indirgeyebilirler.



Şekil 1: Çeneli Kırıcı kesit Görünümü

Çeneli Kırıcının Parçaları :

1- SABİT GÖVDE: Kaynaklı olarak imal edilmiş saç konstrüksiyondan sabit çene altlığı ve ayar bloğu altlığı yeterli kalınlıkta saç malzemeden kutu konstrüksiyon halinde imal edilerek rijit bir yapı elde edilmiştir. Çelik döküm yan yataklarının alt kepleri gövdeye kaynak edilmiştir.

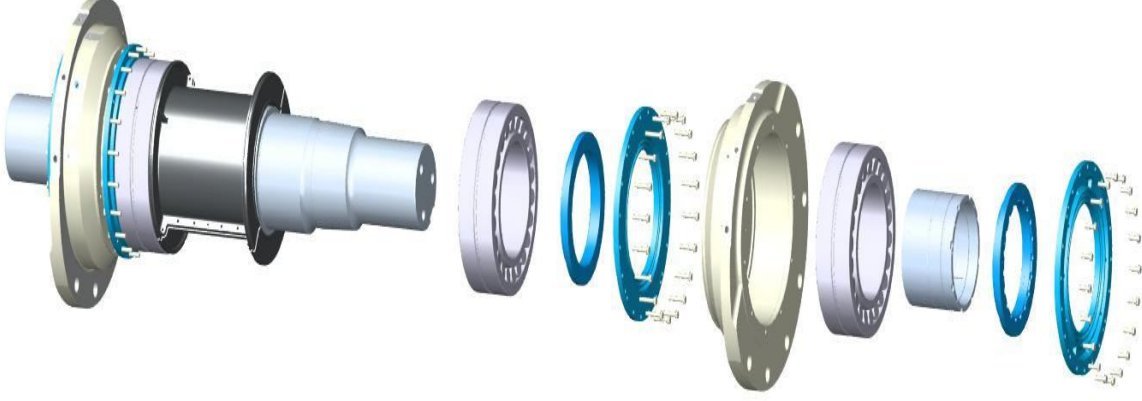
2- HAREKETLİ ÇENE BLOKU (PİTMAN): Hareketli çene bloku mono blok olarak çelik dökümden imal edilmiştir. Blok darbeli şekilde ağır işletme şartlarında çalıştığı için bu şartların gerektirdiği profil ve konstrüksiyonda imal edilmiştir. Hareketli çene pitmana çektirme civataları ve konik sıkırtma parçaları ile sıkırtılmıştır.

3- KIRICI ÇENELER VE ASTARLAR: Kırıcı çene ve astarlar, Mn veya Krom alaşımlı çelik dökümden imal edilmiştir. Çene ve astarlar ters yüz çevirerek kullanılabilir şekilde dizayn edilmiş olup, bir tarafının aşınması neticesi çevrilerek kullanılabilir.

4- VOLANLAR: Pik dökümden imal edilmiş olup eksantrik mile kamalı konik geçme ile tesbit edilmiştir.

5- EKSANTRİK MİL GRUBU: Eksantrik mil grubu, eksantrik mil rulmanlı yataklar ve labirent keçelerden ibarettir. Eksantrik mil krom-molibden alaşımlı darbelere mukavim dövme çelikten imal edilmiş rulman yerleri istenen toleranslarda taşlanmıştır. Rulmanlar oynak masuralı (Self aligning) ağır

hizmet tipi rulmanlardır. Labirent kapaklar çelik dökümden imal edilmiştir.



Şekil 2: Eksantrik Şaft Ve Yatak Grubu

6- GERGİ TERTİBATI: Pitman gergi tertibatı gergi çubuğu, gergi lastik takozu kepi ve sıkma somunlarından ibaret olup, gerdirme yaylı bir tertibat yerine daha kullanışlı olduğu tecrübe ile sabit olan lastik takoz kullanılmıştır.

7- ÇENE AYAR TERTİBATI: Çene ayarı için ayar bloku ve ayar levhaları kullanılmıştır. Bu şekilde daha basit daha kullanışlı ve uzun ömürlü bir ayar sistemi elde edilmiş olmaktadır. Çene ayarı mevcut muhtelif kalınlıktaki ayar plakaları vasıtasıyla temin edilmektedir.

8- DESTEK PLAKASI (TOGGLE PLATE): Çene arasına düşecek herhangi bir parçanın (demir gibi) çeneyi tahrip etmemesi için, aşırı zorlanma durumunda kırılarak sigorta vazifesi görmesi için destek plakası tecrübe sonucu uygun kalınlıkta GG 18 pik dökümden imal edilmiştir. Gerek gövde ve gerekse pitman üzerinde üzerinde gövde ve pitmanın aşınmasını önlemek için demonte edilebilir destek plaka yuvaları mevcut olup aşındığı zaman kolayca değiştirilebilir.

9- YAĞLAMA: Gerek pitman yatakları ve gerekse yan yataklar gres tabancası ile yağlanacak şekilde gresörlüklerle teçhiz edilmiştir.

En Çok Kullanılan Çeneli Kırıcıların Yerli Tipleri :

* **K.03 – 90 lık Çeneli Kırıcı (90lık Çene)** : Kalker taşında 150-170 ton/saat kapasite ile, Bazalt taşında ise 100-120 ton/saat kapasite ile çalışır.

90'lık Çeneli Kırıcı, 900mm x 650mm ölçülerindedir ve 75kw motor ile çalışır.

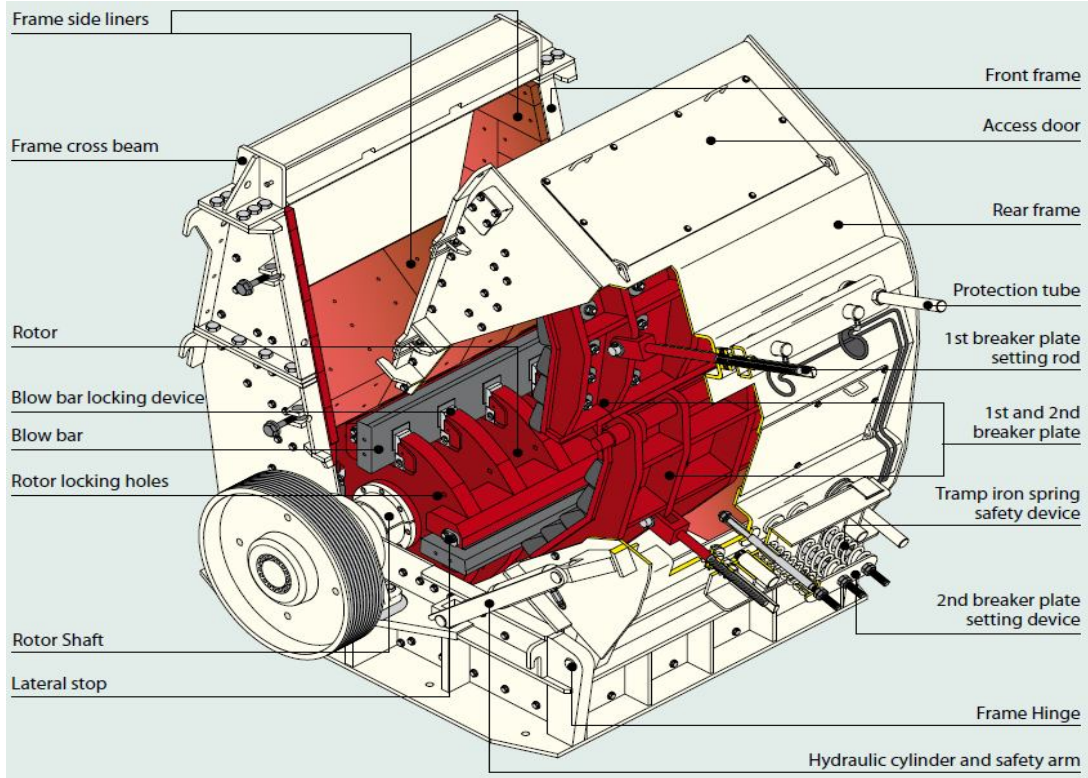
* **K.07 – 110 luk Çeneli Kırıcı (110luk Çene)** : Kalker taşında 250-300 ton/saat kapasite ile, Bazalt taşında ise 175-225 ton/saat kapasite ile çalışır.

110'luk Çeneli Kırıcı, 1100mm x 850mm ölçülerindedir ve 132kw motor ile çalışır.

4.3.2. DARBELİ KIRICILAR

Darbeli kırıcıların kırma prensibinde ezme veya sıkıştırma işlemi bulunmadığından çıkan taşlar **kübik** yapıdadır. Darbeli kırıcıda kırılmış taşlar ile başka tip bir kırıcıda kırılmış taşlar arasındaki fark açıkça görülmektedir. Yapılan araştırmalar, kübik malzemenin karayollarında %50 daha fazla aşınmaya dayanıklı olduğunu ve betonda da dayanımı arttırdığını ortaya koymuştur. Kırılmış taşlar, ortalama aynı kübik yapıdadır ve üzerinde gerilimli, zayıf veya çatlamış noktalar bulunmamaktadır. Kübik malzeme, köşeli ve yüzeyi pürüzlü olduğundan bağlayıcı özelliği fazladır. Darbeli kırıcıda genellikle, yüksek redüksiyon oranı elde etmek için rotor hızını arttırmak yerine elek üzerinde kalan malzemeyi, kırıcıya geri dönüş yaptırmak tercih edilmektedir. Böylece üründe aşırı toz malzeme çıkması ve kırıcı ünitelerin fazla aşınması önlenmiş olur.

Darbeli kırıcılarda kırma oranı 9 kata kadar boyut indirgeyebilir. Yani 400 mm malzeme beslenen darbeli kırıcılar 45mm ye kadar boyut indirgeyebilir.



Şekil 3: Darbely Kırıcı Kesit görünüşü

4.3.2.1. PRİMER DARBELİ KIRICILAR

Kırma hızı çok yüksek olup birinci kırıcı olarak kullanılır. Özellikle Kalker türü, yumuşak taşlar için kullanılır. Orta sertlikteki ve silis oranı düşük olan malzemelerde yüksek kapasite ile çalışan, küçültme ve kübik oranı çok yüksek rotorlu kırıcılardır. Büyük ebatlı taşların kırılmasında kullanılırlar.

Birincil kırıcı (Primer) olarak çeneli kırıcılara kıyasla daha yüksek oranda ince malzeme çıkışı sağlayabilmektedir. Bu sayede sekonder kırıcının yükünü hafifletebilmekte veya sekonder kırıcıya gerek kalmaksızın istenen tane boyutunda malzeme çıkışı sağlamaktadırlar.

Dayanıklılığı ve makine ömrünü arttırmak için, rotor özel çelik dökümden, paletler ve kırma plakaları ise özel alaşımly yüksek manganly çelikten üretilmiştir.

Kırıcı gövdesi iki parçadan oluşmakta ve hidrolik sistemle açılabilir. Bu sayede, aşınan parçalara çok daha rahat ulaşılabilir, aşınan parçaların değişimi ve makinenin bakımları kolaylıkla yapılabilir.

Primer Darbeli Kırıcıların Genel Özellikleri :

- ✓ Sağlam Gövde Yapısı
- ✓ Yüksek küçültme gücü
- ✓ Yüksek kırma devri ile kübik ürün elde etme
- ✓ Yüksek güvenilirlik, performans ve verimlilik
- ✓ Değişebilen Komple Alaşımly İç Astar Tasarımı
- ✓ Hidrolik Ayar Üniteleri
- ✓ Kolay çalıştırma, tamir ve bakım
- ✓ Düşük işletme maliyeti

4.3.2.2. SEKONDER DARBELİ KIRICILAR

Sekonder Konvansiyonel tip Darbeli Kırıcılar, genellikle çeneli kırıcı tarafından kırılmış malzemeyi, asfalt veya beton agregası iriliğine kolaylıkla indiren ve 0-25 mm ebatlarında malzeme çıkışı sağlayan sekonder tip kırıcılardır. Bu kırıcılardaki kırma işlemi rotor üzerindeki vurucu paletlerin taş çarpması ve kırıcı tavanını oluşturan kırıcı çubuklara savurması ile defalarca tekrarlanır.

Malzeme zayıf noktasından kırıldığından, sağlam ve kübik görünüşlü bir ürün elde edilir. Yüksek kapasiteleri ve küçültme oranları, kübik şekilli agrega üretimleri ve düşük ilk yatırım maliyetleri ile kalker gibi orta sertlikte aşındırıcılıktaki ocak malzemesi için en uygun sekonder kırıcılardır.

Kübikser / Sekonder Darbeli Kırıcının Parçaları :

Kırıcı gövdesi çelik sactan kaynak konstrüksiyon olarak imal edilmiştir. Gövde üzerinde çubuklar ve yan duvarlar yüksek manganly dökümden imal edilmiş olup, değiştirilmesi kolaylıkla sağlanabilmektedir. Ayrıca, malzeme iriliğini ayarlamak için konulan ayar çubuğu, rotor bakımı ve tıkanmaları gidermek amacıyla geniş ve menteşeli kapak mevcuttur.



Şekil 4: Sekonder Darbeli Kırıcı İç yapısı

GÖVDE : Kırıcı gövdesi, üst gövde ve alt gövde olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. SDK tipi kırıcılarda üst gövde tavanı, çevrilebilir özellikteki kırıcı çubuklarla kaplanmıştır. Alt gövdede ise bütün duvarlar astarlarla takviye edilmiştir. Kırıcı çubuklar ve astarlar aşınmaya dayanıklı manganlı çelik alaşımdan olup, gövde saclarına dıştan fiberli somunlarla bağlanmıştır.

ROTOR : Kaliteli çelikten işlenmiş mil üzerine çelik döküm diskler yerleştirilmiştir. Bu disklere aşınmaya dayanıklı manganlı çelik dökümden vurucu paletler kamalarla bağlanmıştır. Paletler aşındığında kolayca çıkarılarak ters çevrilebilir.

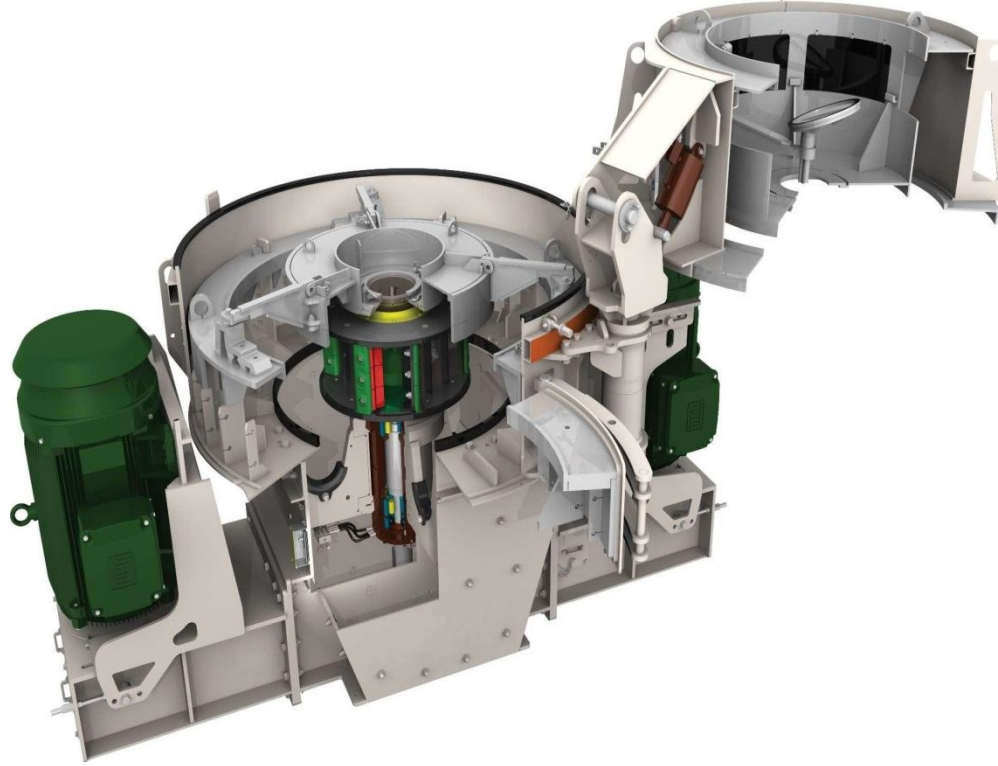
YATAKLAR : Rotor mili, gövdenin dışında kendi kendini eksenleyebilen oynak makaralı rulmanlarla yataklanmıştır. Rulmanlar toza karşı özel labirent tip keçelerle korunmuştur.

Kübikser / Sekonder Darbeli Kırıcıların Genel Özellikleri :

- ✓ Palet ve kırıcı çubukların zamanla aşındığı hallerde bile sürekli kübik malzeme sağlaması
- ✓ Diğer kırıcılara oranla küçültme oranının fazlalığı
- ✓ Beslenen malzemenin yaklaşık %70'ini mıcır iriliğine küçültebilmesi
- ✓ Sağlam Gövde Yapısı
- ✓ Daha az enerji ile yüksek verimlilik
- ✓ Kolay çalıştırma, tamir ve bakım
- ✓ Düşük işletme maliyeti

4.3.3. DİK MİLLİ KIRICILAR

Dik Milli Kırıcı; kum ocakları, taş ocakları, hazır beton ve mandencilik sektöründe kullanılabilen, avantajları ve maliyetleri düşük olan kırıcılardan biridir. Tersiyer kırıcılara alternatif olarak üretilen, orta irilikteki bazalt, granit gibi sert veya aşındırıcı her türlü malzemeyi kırarak 0-5 mm kum elde etmek için kullanılan, kum oranı ve kübiklik oranı yüksek kırıcılardır.



Şekil 5: Dik Milli Kırıcı İç yapısı

Kırma işlemi, kırıcının besleme haznesiyle beslenen malzemenin, yüksek devirle dönen rotor vasıtasıyla, yüksek hızla kırma haznesindeki taş astara fırlatması ile gerçekleşir. Kırıcının taşı taşı çarpıtılarak kırma işleminin gerçekleşmesi nedeni ile yedek parça sarfiyatı oldukça düşüktür.

Dik Milli Kırıcıların Başlıca Kullanım Alanları :

- ✓ Dere malzemesinde kullanılan doğal taşların kırılmasında,
- ✓ Değirmende işlenecek malzemelerin boyutlarını küçültmek için, daha ufak boyutlu malzeme oranını maksimum seviyeye getirerek çimento malzemesinin kırılması işleminde,
- ✓ Kalker, bazalt ve dolomit ocaklarında kübik malzeme istenmesi durumunda,
- ✓ Beton asfalt üretiminde kullanılmak üzere kum, mıcır ve çakıl üretiminde,
- ✓ Yol asfalt yapılarında kullanılan ince taneli ürünleri de içeren malzemelerin üretiminde,
- ✓ Sıvı çeliğe karbon oranını yükseltmek için püskürtme yöntemi ile ilave edilen kok kömürünün boyutlarını küçültmek için kullanılırlar.

Dik Milli Kırıcıların Standart Özellikleri :

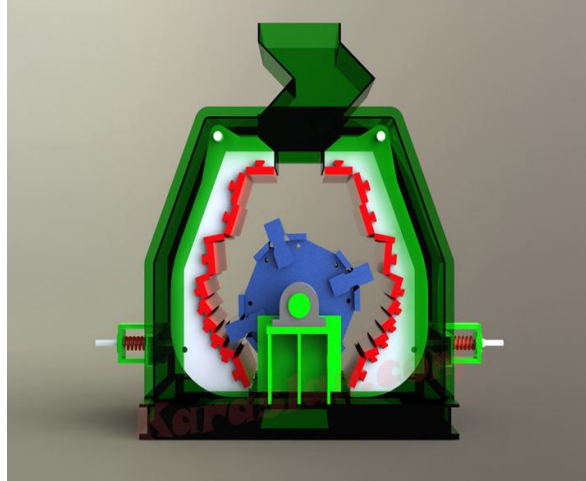
- ✓ Elektrik motorlu hidrolik ünite (Kayış giydirme ve üst gövde için)

- ✓ Bakım platformu (galvanizli ızgara ve basamaklar)
- ✓ İki ayrı hız için tahrik kasnağı (1400 d/dk – 1600 d/dk)
- ✓ Bakım vinci

4.3.4. TERSİYER KIRICILAR

Darbeli kırıcılardan olan tersiyer kırıcı, mandencilik, inşaat, taş ocaklığı alanlarında, özellikle yüksek kapasiteli tesislerde kullanılmaktadır. Tersiyer kırıcılar, dik milli kırıcılara alternatif olarak üretilmektedir ve orta sertlikteki malzemelerde 0-5 mm malzeme (kum) elde etmekte kullanılırlar.

70 mm'ye kadar malzeme beslenebilmesi, dik milli kırıcılardan ayrılan başlıca özelliğidir. Yüksek hızda çift taraflı dönen rotorun malzemeyi pandüllere çarpması işlemi ile kırma işlemi gerçekleşir. Ayarlanabilir çıkış ağız açıklığı sayesinde istenilen ebatta ürün alınabilir.



Şekil 7: Tersiyer Kırıcı Kesit Görünüşü

Özel tasarım çarpma plakaları ve rotor hızının yüksek olması sayesinde aşınmalar düşük, toz veya kum elde etme oranı yüksektir. Tam açılır hidrolik kapaklar kullanıldığından bakımı çok kolay yapılır. İlk yatırım maliyeti oldukça düşüktür.

Tersiyer Kırıcıların Genel Özellikleri :

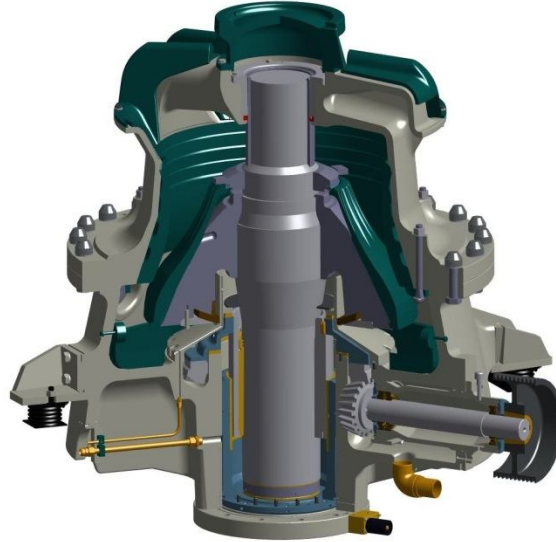
- ✓ Yüksek toz, kum oranı
- ✓ Sekonder, tersiyer ve kum makinası olarak kullanma imkanı
- ✓ Özel iç dizaynı sayesinde yüksek kapasite ve beton bazlı malzeme üretimi
- ✓ Krom veya yüksek manganlı paletler
- ✓ Isıl işlem uygulanmış dayanıklı rotor
- ✓ Hidrolik kapak açma sistemi

- ✓ Kolay ve hızlı bakım olanağı
- ✓ Kısa sürede palet değıştirme imkanı
- ✓ Düşük servis ve bakım ihtiyacı

4.3.5. KONİK KIRICILAR

Konik kırıcılar granit, bazalt ve andezit gibi sert ve aşındırıcı dere ve ocak malzemelerini kırmak için tasarlanmıştır. Sekonder ve tersiyer kırıcı olarak kullanılmaktadır. Konik kırıcıların çalışma prensibi malzemeleri sıkıştırma, kesme ve bükme etkisiyle kırmaktır. Malzemeyi sıkıştırarak kırdıkları için düşük toz ve aşınma oranları sunmaktadır.

Uzun ömürlü aşınma parçaları sayesinde kırma işlemi daha uzun ömürlü olmaktadır. Ayrıca bakım ve onarım işlemleri kırıcının üzerinde rahatlıkla yapılabildiğı için işletme maliyetleri de düşüktür.



Şekil 7: Konik Kırıcı Kesit Görünüşü

Kırma işlemi, konik yüzeyler arasında yapıldığından kırıcı da “konili kırıcı” diye de adlandırılmaktadır. Gerek boyut gerekse gerekse yapı yönünden, günümüzde çok değışik şekillerine rastlanmaktadır. Genel olarak “oynar milli” ve “sabit milli” olmak üzere iki ana tipi vardır.

A-Oynar Milli Konili Kırıcı:

Ana milin alt uzantısı ve milin taşınma şekillerine göre uzun veya kısa milli, köprüden asmalı veya alttan dayama yataklı olabilir. Dayama yatağı ek olarak hidrolik kaldırma düzeneğı de bulunabilir. Kırıcının ana yapı unsurları şunlardır;

- ✓ Gövde (alt ve üst)
- ✓ Ağız bileziğı ve köprü

- ✓ Göbek ve ana mil
- ✓ Eksantrik kovan ve konik dişli
- ✓ Tahrik düzeneği
- ✓ Konkavlar ve göbek astarları
- ✓ Kırılmış mal oluşu
- ✓ Ayar düzeneği
- ✓ Yağlama düzeneği

Gövde Yapısı: Gövde, alt ve üst olmak üzere iki bölümden oluşur. Üst bölümün iç yüzeyi konkavlarla kaplıdır. Tersine dönmüş bir kesik koni şeklindedir. Kırıcının büyüklüğüne göre, yatay ve düşey kuşaklarla güçlendirilmiştir. Dökümden veya dökme çelikten imal edilir. Çok büyük kırıcılarda, parçalı olarak yapılır ve parçalar kuvvetli ve kalın cıvatalarla birbirine eklenerek gövde meydana getirilir. Gövdenin alt bölümü, bir koruyucu ve taşıyıcı durumundadır. Kırıcının temele tutturulduğu cıvatalar, burada bulunan deliklerden geçirilir. Milin alt uzanımının içine girdiği orta kısmında eksantrik kovan ve konik dişlinin yerleştirilmesine elverişli bir yapısı vardır. Bu kısım, ana tahrik kasnağı ve mil (pinyon mili) yatağını da taşır. Üst bölme gibi, kırıcının büyüklüğüne bağlı olarak düşey ve yatay kuşaklarla güçlendirilmiş olabilir. Kırılan malın kırıcı dışına çıkmasına uygun bir oluk yapısı da bu kısmın bir parçasıdır. Gövdenin alt ve üst bölümleri, karşılıklı flanşlarından geçen cıvatalarla birbirine bağlanır.

Ağız Bileziği ve Köprü: Gövdenin üst ucu, bir ağız bileziği ile çevrilmiştir. Bilezik, göbeğin üst ucunun geçmesine uygun olan köprüyü de taşır. Malzeme kırıcıya gövde üst ağzından beslendiği için, ağız plakası bir aşınma plakası (astar) ile kaplıdır. Ağız ve köprü tekparça (yekpare) halinde yapılmış olabilir. Köprünün, giriş ağzını mümkün olduğunca az kapatması kırıcı tıkanmaları yönünden önemli olduğundan, yukarı doğru kavisli ve iki yada üç ayaklı şekildedir. Ayakların üstü, darbe ve aşınmalara karşı koruyucu plakalarla (astar) kaplıdır. Ağız bileziği astarı ve köprü ayak astarları, genellikle konkavlarla aynı malzemedir yapılır. Ayakların ortasında, yumurta şeklindeki kısım, göbek mili üst ucunun gireceği bir yapıya sahiptir. Eğer ana mil köprüden asılan tipte ise, bu kısımda ona göre bir yapı vardır. Eksantrik hareketle, mil devamlı bir salgı yapmakta olduğundan, burada küresel bir yatak yapısı göze çarpar. Aynı zamanda, aşınmaları karşılamak ve boğaz açıklığını ayarlamak için göbeğin yukarı doğru çekilmesini sağlayan bir ayar düzeneği de yine bu kısımda yer alır.

Göbek ve Ana Mil: Ana mil, dövme çelikten ve kırma hareketinden doğacak kuvvet ve şoklara dayanıklı boyuttadır. Ortası daha şişkin, iki uca doğru daha ince çaplıdır. Üst uçtan köprü ortasındaki yuvaya, alt uçtan alt gövdedeki eksantrik kovana geçer. Göbeğin kırıcı zonuna gelen kısmı, altı geniş üstü dar çaplı bir koni şeklindedir. Bu konik kısma geçen ikinci bir konik parça, üst yüzeyinde konik göbek astarlarını taşır. Göbek hareketi, eksantrik bir salgı olduğundan, göbekte alt gövde arasında iyi bir keçeleme zorunluluğu vardır. Kırma işleminden çıkacak ince parça ve tozların bir yağ devri içerisinde bulunan hareketli parçalara zarar vermesini önlemek için böyle bir keçe çok önemlidir.

Eksantrik Kovan ve Konik Dişli: Yatay eksenli bir dönüş hareketini, düşey eksenli eksantrik bir salgı halinde göbeğe ulaştırmak için, ana tahrik mili (pinyon) ucundaki konik dişli ile irtibatlı ve düşey konumda eksantrik bir kovan ve alt ucunda konik bir dişli bulunan bir parçadan ibarettir. Ana milin silindirik alt uzantısı, eksantrik kovanın içindeki yuvaya geçer.

Tahrik Düzenegi: Yatay eksenli tahrik mili, bir ucunda konik tahrik dişlisini, diğer ucunda ana tahrik kasnağını taşır. Tahrik kasnağı üzerine, V kayışlarına göre kanallar açılmıştır. Motor tahrik kasnağı ile kırıcı kasnağı arasındaki oran, kırıcı için gerekli devir sayısını elde etmeye yeterli olup, ayrıca bir redüktöre gerek kalmaz.

Konkavlar ve Göbek Astarları: Göbek ile üst gövde iç yüzeyi arasında kalan bölme kırma zonunu oluşturduğundan, kırmadan dolayı gövde aşınmasını önlemek amacıyla, iç yüzey konkav denilen astarlarla kaplıdır. Yapılacak işe ve kırılacak malzemenin özelliklerine bağlı olarak konkavların yapımında çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Döküm ve manganezli çelikten imal edilirler. Kırıcı büyüklüğüne bağlı olarak konkavlar tek bir parça veya düşey ve yatay dilimlere ayrılmış şekillerde yapılabilir. Bazı hallerde, aşınmanın az olduğu üst parçalar döküm, alt parçalar ise manganezli çelikten yapılmış olabilir. Göbek astarları da konkavlarda olduğu gibi parçalı yapılabilir. Ancak bu parçalar, yatay kesitlere ayrılmış konik halkalar şeklindedir. Bazı kırıcılarda, göbek astarlarının yüzeylerinde düşey yönde yivli bir yapıya rastlanabilir. Astarların yüzeylere tutturulmasında uygun yapıda girinti ve çıkıntılardan yararlanıldığı gibi, astar ile taşıyıcı gövde arasına sert çinko akıtmakla tam bir bağlantı sağlanmış olur. Göbek astarları, göbeğin konik kısmına tam olarak oturacak şekilde yapılır. Astar geçirildikten sonra, üst taraftan bir somunla, ana mil üzerindeki yivlere sıkılır. Göbek astar ve konkav yapıları, düz ya da kavisli yüzeyli olabilir. Kavisli şekilde olanlara "çan tipi" astarlar da denilmektedir. Düz tiplerde kavrama açısı sabit olmakla beraber, çan tipi astarlarda-aynen çeneli kırıcıdaki kavisli çene plakalarında olduğu gibi- kavrama açısı, ağızdan boğaza doğru değişebilir. Parçalı astar yapısı, aşınmanın az olduğu seviyede daha seyrek, çok olduğu yerlerde daha sık astar değişimini mümkün kılar. Böylece, sadece bir kısmın fazla aşınması nedeniyle bütün astarları değiştirmek zorunluluğu önlenmiş olur. Bu yapı aynı zamanda, kırıcı boğaz açıklığı ayarında da kolaylık sağlar. Konkavlardan sadece alt kısımdakileri değiştirmekle, boğaz açıklığı bir nebze de olsa ayarlanmış olur.

Kırılmış Mal Oluşu: Konkavların çevresi boyunca, gövdenin alt bölümüne akan kırılmış malın kırıcıdan alınmasında iki farklı yol takip edilmektedir. Alt gövdede bulunan yeterince eğimli bir yüzey üzerinden kayan kırılmış malzeme, kırıcı dışına uzanan bir oluktan alınabilir. Bazı büyük kırıcılarda, tek bir çıkış oluğu yerine, karşılıklı olarak konmuş iki çıkış oluğu bulunabilir. Malzemenin ıslak ve kaymasının zor olduğu durumlarda, çıkış oluğunun tıkanabileceği ve böylelikle kırma işleminin aksayabileceği unutulmamalıdır. Çift oluk kullanılması halinde, alt gövde yüksekliği azalır ve dolayısıyla kırıcı boyu ve kırıcı mil boyuda daha küçülmüş olur. Buna karşılık, iki ayrı oluktan mal alınması gerekebileceği unutulmamalıdır. Bazı kırıcılarda ise ayrıca bir mal çıkış oluğu bulunmaz. Kırılan malzeme, çevre boyunca alt gövdeye iner ve oradan da kırıcıyı terk eder. Bu yapı şeklinde temelden

itibaren kırıcı boyu mümkün minimum yükseklikte tutulabildiğinden, ana mil boyu da minimuma indirilmiş olur. Kırılmış malzeme, buradan konveyör bant v.b. şekilde alınarak sonraki aşamaya gönderilir.

Ayar Düzenegi: Konili kırıcılarda boğaz (çıkış) açıklığı ayarı, göbeği konkavlara doğru kaldırmak veya indirmekle yapılır. Bu ayar, aşınmaları karşılayabilecek yeterlikte olup, ciddi boğaz açıklığı ayarı için konkavların değiştirilmesi gerekir. Kırıcının yapısına göre, göbek kaldırma hareketi mekanik veya hidrolik olabilir. Mekanik kaldırmada, ana milin üst ucundaki tablalı somunun tablasına yerleştirilmiş ayar civatalarını sıkmak veya gevşetmek yoluyla göbekte gereken ayar yapılmış olur. Hidrolik ayar tiplerinde, göbek bütünü ile bir dayama yatak tarafından taşınır ve bu yatağın altındaki pistonu basınçlı yağ beslemek veya yağı boşaltmak suretiyle gerekli ayar yapılır.

Yağlama Düzenegi: Bu tip kırıcılar için yağlama, büyük önem taşır. Yağ pompası ya ana milin alt ucunda bağlı veya kırıcıdan ayrıdır. Yağ tankından, yağ pompası vasıtasıyla alınan yağ, kırıcının tepesinde, pompa tesirinden kurtularak aşağıya doğru sızar. Sızma sırasında yağlama işini gören yağ, tekrar yağ tankına döner.

Kırma Hareketi: Konik kırıcının yapısına göre göbek alt ucunun girdiği eksantrik yuvasında ve üst ucunun girdiği köprü ortasındaki yuvasında kendi eksenini etrafında serbestçe dönebilecek durumdadır. Konik tahrik dişlisinden eksantrik kovan tahrik dişlisine gelen dönüş hareketi, eksantrik kovanın içindeki yuvaya geçmiş ana milin alt ucunda eksantrik bir salgı doğurur. Bu salgı, göbeğin daha yukarı seviyelerine çıkıldıkça, genlik yönünden küçülür. Böylece, kırıcı ağızında küçük, boğazına doğru daha büyük bir salgı genliği elde edilmiş olur. Göbek, salgı sırasında, bir tarafından konkavlara doğru yaklaşırken, bu kenarın çap olarak karşısında bulunan kenarından konkavlardan uzaklaşır. Hareketin her anında, konkavlara doğru bir yaklaşma ve karşılığında konkavlardan uzaklaşma söz konusudur. Yaklaşan kısımda kırma, uzaklaşan kısım da ise –boğazın açılması nedeniyle- boşalma olur. Konili kırıcılarda kırma ve boşalma sürekli işlemlerdir. Bu yönden, çeneli kırıcılara nazaran daha dengeli bir hareket yapısına sahiptirler. Açıklanan hareket özelliği, bu tip kırıcıyı, en büyük parçaya en küçük, en küçük parçaya en büyük hareket yapan kırıcılar sınıfına sokar.

Kırma Zonu: Konkavlar ile göbek arasında kalan bölgeye “kırma zonu” denir. Konkavların ve göbeğin konik yapıları nedeniyle bu zon da iki koni arasında kalan bir boşluk şeklindedir. Kırıcının ağız açıklığı, kavrama açısı ve boğaz açıklığı çeneli kırıcılarda olduğu gibi açıklanabilir. Kırıcı, giriş ağızındaki konkav ve göbek çapları ile tanımlanır. Konili kırıcılarda kavrama açısı 210-240 arasındadır. Büyük kırıcılarda ve kavisli yapı kullanıldıktan sonra 270-300 ye kadar çıkabildiğine rastlanabilir.

Kırıcıya verilecek en büyük parça boyutu, çeneli kırıcılarda belirtildiği gibi, ağız açıklığının %80-90'ı kadardır.

Kırcı Ayarları

1-Boğaz Açıklığı Ayarı: Yapıya göre, ya ayar civataları veya hidrolik sistemle göbeği konkavlara doğru kaldırıp indirmekle yapılır. Bu ayar, sınırlı olup, aşınmaları karşılayacak yeterlidir. Daha ciddi ayarlar için konkavların değiştirilmesi gerekir.

2-Salgı Genliği: Konili kırcılarda, çenelilere kıyasla daha düşük genlikte salgı kullanılır. Salgı genliği ayarı, eksantrik kovanı değiştirmekle mümkündür. Büyüklerde, küçüklere kıyasla daha büyük salgı genlikleri kullanılır. Ayrıca kırılacak malzeme yumuşak ise büyük, sert ve kırılğan ise küçük genlikler kullanılır

3-Hız: Çok değişiktir. Çenelilere oranla hız artışı ile daha az şok ve vibrasyon artışı olur ve tıkanma eğilimi önlenir. Hız, salgı genliği, küçültme oranı, kapasite ve güç sarfı birbirleri ile yakından ilgilidir. Küçük kırcılarda 700 d/d'ya ulaşan hız, büyüklerde 175 d/d'ya kadar düşebilir. Konili kırcılar, çenelilere oranla daha yüksek hızlarda çalıştırılabilirler. Hız ayarı, motor ve kırcı kasnak oranları ile yapılır. Hız artımı, güç artımını da gerektirir. Bu kırcılar, boş iken tam yükün yaklaşık % 30'unu çekerler. Bu oran çeneli kırcılardan daha düşüktür.

Boyut Küçültme Oranı (BKO): Boyut küçültme oranının 3-11 arasında değişebildiği, ortalama değerin 6 civarında olduğu ve daha çoğunlukta 6-9 arasında bir boyut küçültme oranı ile çalıştırıldıkları endüstriyel uygulamalardan bilinmektedir.

Kapasite: Çeneli kırcılarda bahsedildiği gibi, kırcı kapasitesi cevhere, kırcı yapısına ve tesis dizaynına bağlı birçok değişkenden etkilenmektedir. Kırcıların teorik kapasiteleri, kırcıyı üreten firmaların kataloglarından ve bu kataloglardaki kapasite grafiklerinden öğrenilebilir. Kırcı seçimi yaparken, teorik kapasitenin, işletme kapasitesinden fazla seçilmesi yararlı olacaktır.

B-Sabit Milli Konik Kırcı:

Bu tip kırcının özelliği, göbeğin geçtiği ana milin sabit oluşu ve göbeğin bu sabit mil etrafında eksantrik bir salgı yapısıdır. Salgının genliği, göbeğin çeşitli seviyelerinde hep aynı kalmaktadır.

Kırcının ana yapı unsurları:

- ✓ Gövde
- ✓ Ağız bileziği ve köprü
- ✓ Göbek ve ana mil
- ✓ Eksantrik kovan ve konik dişli
- ✓ Flanşlı kovan
- ✓ Tahrik tertibatı
- ✓ Konkavlar ve astarlar
- ✓ Ayar düzeneği

✓ Yağlama düzeneği

Şeklinde özetlenebilir. “Oynar milli konik kırıcılar” konusunda gövde, ağız bileziği ve köprü, konkavlar ve astarlar gibi aksama ait yapı ve malzeme özellikleri hakkında bilgi verildiği için burada ayrıca tekrar edilmeyecek, sadece farklı olan bölümlerden bahsedilecektir.

Göbek ve Ana Mil: Uçları konikleştirilmiş ve sıkıyı sağlamak amacıyla dişler açılmış, kalın çaplı ve civatayı andıran ana mil, kırma sırasında hiçbir hareket yapmaz. Üst ucu, köprü ortasındaki yuvasına geçtikten sonra, konik kısmında bu konikliğe uyar bir parça bulunur ve bu parça en üstteki pul ve çift somunla, hareket etmeyecek şekilde iyice sıkıştırılır. Gövde alt kısmındaki yuvaya giren alt ucunda da aynı şekilde bir düzenek vardır. Böylece mil, sanki kırıcının ekseninden geçen ve alt ve üst uçlarından iyice sıkıştırılmış bir civatayı andırır. Uç kısımları dışındaki orta bölmesinde milin tamamen silindirik olan kısmına eksantrik kovan geçer. Bunun üzerine de sıra ile tablalı kovan ve göbek konisi geçer. Tablalı kovan, tabla alt yüzeyi boyunca gövdedeki düz bir yüzey üzerine oturur ve salgı sırasında bu yüzey üzerinde kayar. Bu nedenle, bu iki yüzey arasında yağlama vardır. Tabla üst yüzeyine, uygun aralıkla konulmuş ayar civatalarının başları dayanır. Bu civataları sıkıya getirmek veya gevşetmekle göbek konisi konkavlara doğru kaldırılıp indirilebilir.

Yatay tahrik milinin üzerine yerleştirilen bir konik dişli, yağ pompasını çalıştıran mile bağlı konik dişli ile irtibatlıdır. Böylece, kırıcı çalıştığı zaman, yağ pompası da çalışmış olur. Yağ devri ayrı olarak da yapılabilir. Yatay milin iç ucundaki konik dişli, eksantrik kovan alt ucundaki konik dişli ile irtibatlıdır. Böylece yatay eksenindeki bir dönüş hareketi, düşey ekseninde bir dönüş ve bu da eksantrik kovan yoluyla göbeğe eksantrik salgı halinde ulaşır. Motor ve kırıcı kasnakları arasındaki oran, kırıcı için yeterli redüksiyonu sağlar. İyi bir yağlama ve toza karşı korunma, bu kırıcılar için de büyük önem taşımaktadır.

Kırma Hareketi: Diğer konili kırıcılardan esas farkı, kırmayı doğuran harekettir. Bu hareket göbek boyunca genlik olarak sabit kaldığından, büyük ve küçük parçalara eşit genlikte bir hareket yapan tiptendir. Hareketin kalan özellikleri, diğer konili kırıcılardaki gibi süreklilik gösteren tiptendir.

Kırıcı Ayarları

1-Boğaz Açıklığı Ayarı: Flanşlı kovan flanşına basan ayar civataları sıkılıp gevşetilerek, göbek konkavlara doğru kaldırılıp indirilerek boğaz açıklığı ayarı yapılabilir. Bu ayar ancak aşınmaları karşılayacak kadardır. Ciddi ayarlar için konkavların değiştirilmesi gerekir.

2- Salgı Genliği Ayarı: Eksantrik kovana değiştirmekle mümkün olmaktadır. Büyük kırıcılarda, küçüklere kıyasla daha büyük salgı genliği kullanılır.

3-Hız: Oynar milli konili kırıcılarda olduğu gibi, motor kasnağı ve kırıcı tahrik kasnağının çap oranlarına bağlıdır. Bu oran değiştirilerek, hız da değiştirilebilir. Hız arttıkça gerekli güç de artar.

4.4. ELEKLER

Eleme, kırılmış malzemeyi boyutlarına göre ayırma işlemidir. Kurulan tüm kırma eleme tesislerinde mutlaka bir eleğe ihtiyaç vardır. İhtiyaca göre birçok ebatla elek bulunmaktadır.

Eleme işi, ayrıştırmadan çok sermedir. Bütün tanecikler aynı miktarda enerji ile hareketlendirilirler, ancak ağırlıkları ve boyutları farklı olduğundan daha küçük tanecikler daha hızlı elek altına geçerler. Serme ayrıştırma için zorunlu bir önkoşuldur; en ince taneciklerden kısa sürede kurtulmak için elek paneli üzerinde hemen serme oluşumu sağlanmalıdır. Geriye kalan daha kaba elekaltı taneciklerde mümkün olan en uzun elek boyutu kullanılarak aşağıya geçirilir.



Eleme için;

- Malzeme eleğin üstüne ilk temas ettiğinde tamamen karışmıştır
- Küçük taneciklerin elek altına geçmesi için elek panelinin yüzeyine temas etmesi gereklidir.
- Bir yayılma oluşumu gereklidir, buna serilme denir.
- Serilme aşağıdaki işlevlerin oluşması sonucu gerçekleşir :
 - ✓ Malzemenin dağılması (bölünme) ve akış hızı.
 - ✓ (Elek Parametreleri : hız, strok G-kuvveti, eğim)

YATAK DERİNLİĞİ : YD

Teorik olarak, elek paneli üzerine serilen malzeme kalınlığı (Yatak derinliği olarak adlandırılır) sadece eleğin boşaltma sonunda hesaplanabilir.

$$F1 \times Q0$$

$$YD = \text{-----}$$

$$F2 \times V \times \text{Genişlik} \times \text{Malzeme yoğunluğu}$$

- ✓ Q0 beslenen malzeme içinde eleküstü tanecik miktarı (ton/saat)

- ✓ V elek boyunca seyahat eden taneciklerin ortalama hızı (m/saat)
- ✓ Genişlik eleğin genişliği (m)
- ✓ Malzeme yoğunluğu(t/m³)
- ✓ F1 ve F2 elek makinası ile ilgili özel bazı faktör çarpanlar

Yatak derinliği değeri üzerine bazı temel kurallar :

- ✓ Yatak derinliği, çok kalın olursa serme (yayıma) sağlanamaz ve küçük tanecikler bir üst fraksiyona karışır.
- ✓ Yatak derinliği çok ince olursa (panel üzerinde yeteri kadar mlz. yok) tanecikler elek paneli üzerinde uçarlar ve aşağı geçme olasılığı çok düşük olur.

Eleme, kuru veya ıslak yapılabilmektedir. Kuru eleme göreceli olarak daha ucuz ve en çok kullanılan bir yöntem olmasına rağmen zaman zaman ıslak (su ile) eleme ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Su ile eleminin nedenleri:

- ✓ Elenecek malz. nin nem oranının yüksek olması
- ✓ Nehir yada denizden çıkan mlz.
- ✓ Malzemenin kirli olması
- ✓ İnce malzemenin Ayıklanması ihtiyacı (temizleme eleği)



Şekil 8: Islak Eleme

Eleğe beslenen malzeme ile birlikte, çok yüksek oranda su verilerek ince taneciklerin temizlenmesi, ayrıştırılması sağlanır. Elek üzerinde uygun yerlere yerleştirilen boru tesisatı ve su püskürtücüleri şelale ve su bendi etkisi yapar. Böylece elek altı tanecikler elek paneli göz açıklığından aşağı yönlendirilir.

Islak eleme işletim maliyetlerini artırması, su temini gerektirmesi ve elek altı malzemenin susuzlandırmadan stoklanamaması sebebiyle zorunlu durumlar dışında tercih edilmemektedir. Buna

ilave olarak suyun aşındırma etkisi ile bütün tesis ve makinalar zaman içinde olumsuz etkilenebilmektedir.

4.4.1. ELEK ALANININ HESAPLANMASI ve TİTREŞİM MEKANİZMALARI

Elekte, eleme yüzey alanlarının belirlenmesi aşağıdaki formülle hesaplanır. Bu formülde çıkan yüzey alanına uygun olarak elek boyutlandırması ve kat adedi belirlenir.

Q x Emniyet faktörü

- Formül : $S = \frac{Q \times \text{Emniyet faktörü}}{A \times B \times D \times E \times F \times d \times G \times H \times I \times J \times K \times \text{Eğim} \times \text{Özel Faktör}}$

A x B x D x E x F x d x G x H x I x J x K x Eğim x Özel Faktör

Q	= Elek altına geçen mlz. kapasitesi(ton/saat)	
A	= Temel kapasite (m ³ /saat/m ²)	
B	= eleküstü malz. İle ilgili korelasyon katsayısı %	
D	= geçen malzemenin yarısının % sel oranı ile ilgili korelasyon katsayısı	
E	= Islak eleme korelasyon katsayısı	
F	= elek kat sayısı korelasyon katsayısı	
d	= malzeme yığın yoğunluğu	
G	= açık alan faktörü	
H	= elek paneli şekil faktörü	
I	= nem faktörü	
J	= tanecik şekil faktörü	Eğim = elek tipi faktörü
K	= efektif eleme alanı faktörü	Özel faktör = sonuç düzeltme faktörü

Elekler istenilen ürün çeşidi ve ebadına göre, yukarıdaki formüle göre ihtiyacı karşılayabilecek boyuttaki elek, **2 – 3 veya 4 katlı** olabilir.

Eleklerde, Titreşim gövdesi yeterli sayıda helezon yay ile ana şaseye oturur. Beslenen malzeme, eleğin arka yüzeyine temas eder etmez, ön tarafa doğru hızlandırılır ve bu da elek yüzeyindeki malzeme yüksekliğinin hızla azalarak elek yüzeyine homojen bir şekilde dağılmasını sağlar. Bu sırada ince malzemenin büyük bir kısmının ilk bir metre içerisinde hızla alta geçmesini

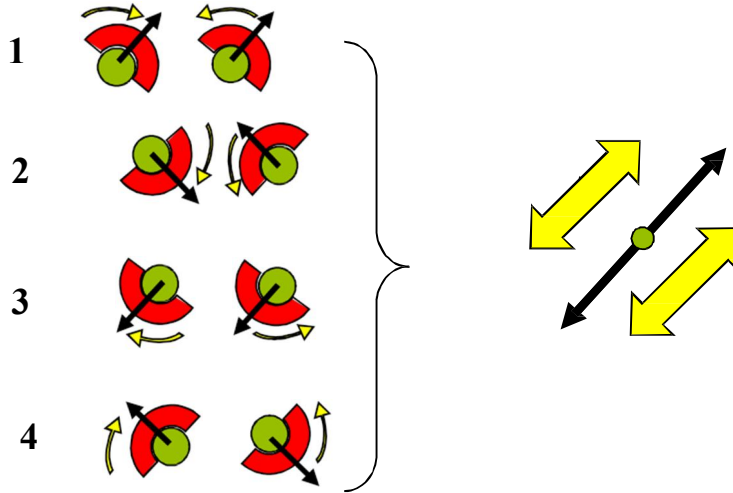
sağlar, böylece eleğin en yüklü olan bu bölgesinin yükü, hızla dağıtılmış ve dengelenmiş olur. Bundan sonra elek yüzeyine dağıtılmış kalan malzeme, yavaşlatılarak etkin bir şekilde elenir.

Motorların gücünü eleğe aktaran V-kayışlarında, eksantrik mil ağırlıklarında ve kardan şaftında tam korumalı muhafazalar kullanılmış olup, montajı / demontajı kolay yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Raf aralıkları, elekte bulunan tellerin veya panellerin kolay değiştirilebilmesi için yüksek tutulmuştur.

Vibrasyon sistemi, etkili elemin gerektirdiği yüksek devirlere çıkabilecek ve değişik şartlara göre kolayca ayarlanacak şekilde tasarlanmıştır. Bakım gerektiğinde arızalanan parçanın kolay ve hızlı bir şekilde değiştirilmesine imkan sağlayacak şekilde uygulanmıştır. Elek telinin veya panellerinin kolay değişimi için, elek ön oluşu istenildiği takdirde raylı tip olarak yapılmaktadır. Elek gövdesinin etrafındaki platformlar ve merdivenler sayesinde bakımı çok kolay yapılabilmektedir.

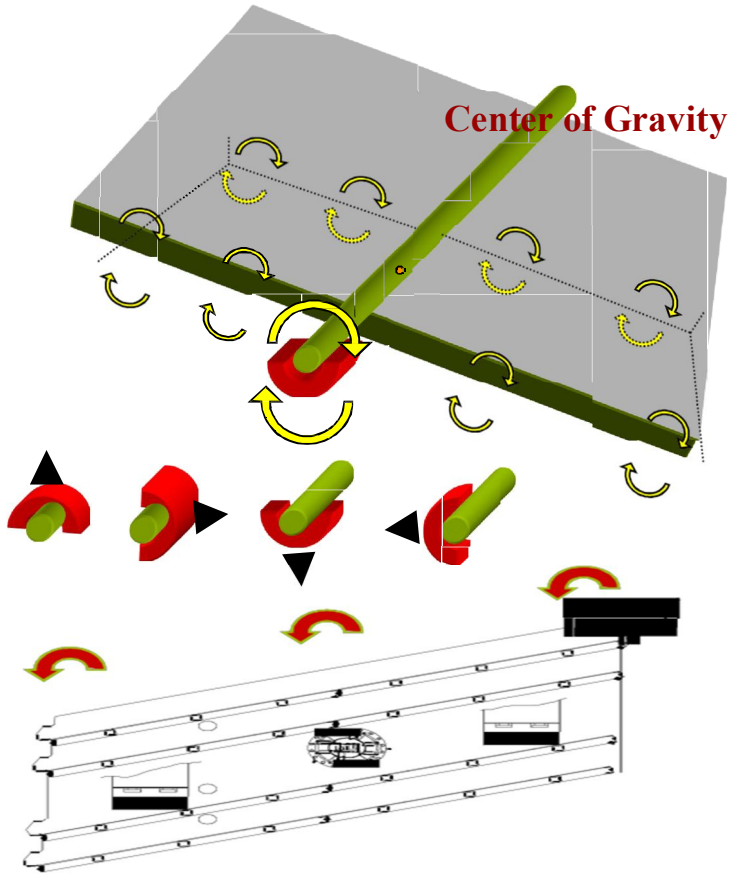
Elek titreşim mekanizması,; Doğrusal, Dairesel ve eliptik hareket eder.

Doğrusal hareketli mekanizmalarda, iki adet karşı ağırlık birbirine ters yönlerde şaftlara bağlı olarak çevrilir. Dönüşler bağımsız yada senkronize dişli grubu ile olabilir. Muz tipi eleklerde çok iyi bir kombinasyon oluşturur. Susuzlandırma eleklerinde geniş kapsamlı olarak kullanılır. Besleyici ve Ağır Hizmet Tipi ayırıcılarda (yüksek darbe) kullanılır.



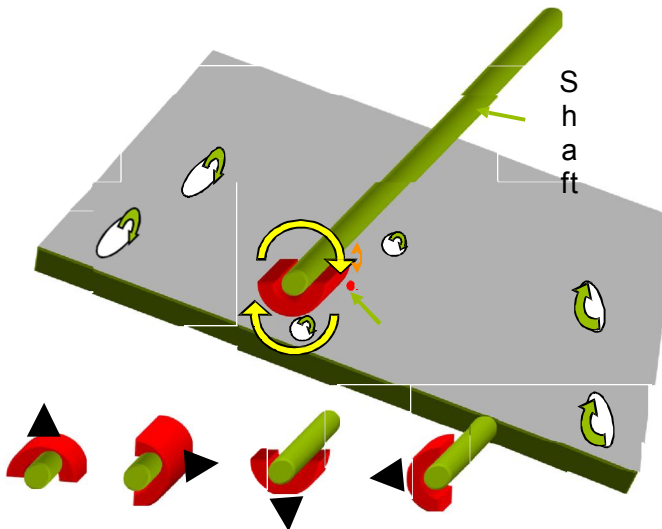
Şekil 9: Doğrusal hareket yapan titreşim mekanizması

Dairesel hareketli mekanizmalarda, tek karşı ağırlık makinanın ağırlık merkezinin ortasına yerleştirilen şaft ile çevrilir. Dönüş akış yönünde yada akış yönünün tersine olabilir. En çok kullanılan güç aktarımıdır (eğimli geleneksel elekler). Çok esnek ve hemen hemen tüm uygulamalarda kullanılabilir.



Şekil 10 : Dairesel hareket yapan titreşim mekanizması

Eliptik hareketli mekanizmalarda, tek karşı ağırlık makinanın ağırlık merkezinin üst kısmına yerleştirilen şaft ile çevrilir. Dönüş akış yönünde yada akış yönünün tersine olabilir. Çok verimli güç aktarımı; yüksek kapasiteli eleklere tercih edilir. Genellikle yatay eleklere kullanılır.



Şekil 11: Eliptik hareket yapan titreşim mekanizması

4.4.2. ELEK TIPLERİ

Sektörde en çok bulunan elekler, şu şekildedir:

4.4.2.1. KONVANSİYONEL ELEKLER

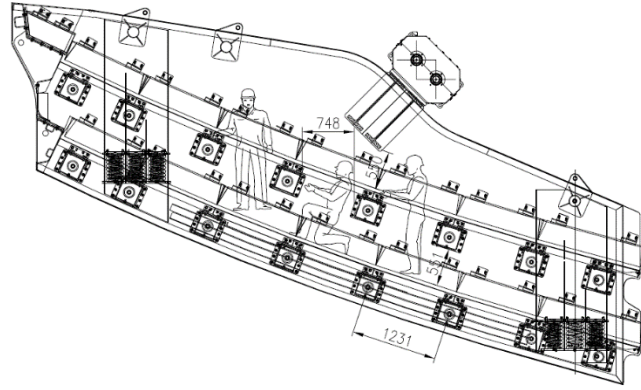
Kırma-eleme tesislerinde en fazla görülen eleklerdir. Elek titreşimi, genellikle elek gövde sacları üzerine yerleştirilmiş özel rulmanlar ile yataklamış eksantrik milin tahriği ile sağlanır. Yine yeterli sayıda ki genelde 4 grup üzerine basan 2 li veya 3 lü yay setleri üzerinde genellikle 13°-15° arasındaki gövde merkezinde bulunan eksantrik shaft elektrik motorları ile kayış-kasnak sistemi ile tahrik edilir. Elek panelleri, elek eğimi ile aynı raf üzerine dizilir. Paneller, poliüretan, kauçuk veya özel örgülü çelik St 70 telden olabilir. Beslenen malzemenin aşındırma derecesine göre sırasıyla kauçuk panel, poliüretan panel ve çelik tel kullanılır. Kauçuk panellerin darbe sönümlenme özelliği nedeniyle daha uzun ömürlü olur. Çelik elek telleri ise sert ve daha kırılğan yapıdadırlar, bu nedenle ömürleri azdır. Eleğe beslenen malzeme, nem oranı da bağlı olarak panel seçimi önem kazanmaktadır. Yapışkan malzemeler için Cr-Ni kaplamalı çelik teller tercih edilir.

4.4.2.2. IZGARALI ELEKLER

Bu tarz Elekler, gerektiğinde sisteme girmesi istenmeyen malzemeyi bypass etmek amaçlı ya da kırılan farklı boyutlardaki malzemeyi sınıflandırmak için de kullanılırlar. **Bypass Eleklere (Izgaralı Elekler)** kapasiteyi arttırmak için, Primer Kırıcı'dan sonra yeterince incelen ve sisteme girmesi istenmeyen malzemeyi by-pass ederek sekonder kırıcıya girmemesini sağlarlar. Izgaralı eleklerde, konvansiyonel eleklerde olduğu gibi ayrı bir elektrik motoru, kayış / kasnak sistemi, özel rulmanlar ile elek gövdesine yerleştirilmiş eksantrik mili, ayrıca milin her iki ucunda birer eksantrik ağırlığı bulunur ve bu sayede dairesel titreşim yaparlar.

4.4.2.3. MUZ ELEKLER

Genellikle ürün eleği olarak kullanılırlar. Yüksek kapasiteli tesislerde sıkça rastlanılan muz elekler, içerisindeki rafların farklı açılar yapması ile panel dizilişleri, kesitten bakıldığında muz şeklinde olduğundan bu şekilde adlandırılmışlardır. Elek besleme noktasındaki panel rafı, daha dik açıda olduğundan hızla, ince malzemenin alt katlara geçmesi sağlanır. Orta panel grubundan malzemenin serilmesi, son panel grubunun daha yatık açıda olması ile tamamen ayrıştırmanın sonlanması amaçlanmış ve bu şekilde raf açıları farklı açılarda tasarlanmıştır. Genellikle eliptik hareket sağlayan mekanizmalarla birlikte üstten tahrikli eleklerdir. Elek mekanizması, bir elektrik motoru yardımıyla kayış kasnak veya kardan shaft ile tahrik edilir. Titreşim mekanizması elek gövdesine optimum titreşimi sağlayacak şekilde ağırlık merkezinin üzerinde kirişler üzerine tesbit edilir. Mekanizmanın tahrik edilmesi ile, eğiminde etkisiyle beslenen malzemenin eliptik hareketler yaparak elenmesi sağlanır.



Şekil 12: Muz Elek Kesit Görünüşü

4.4.2.4. YIKAMA ELEKLERİ

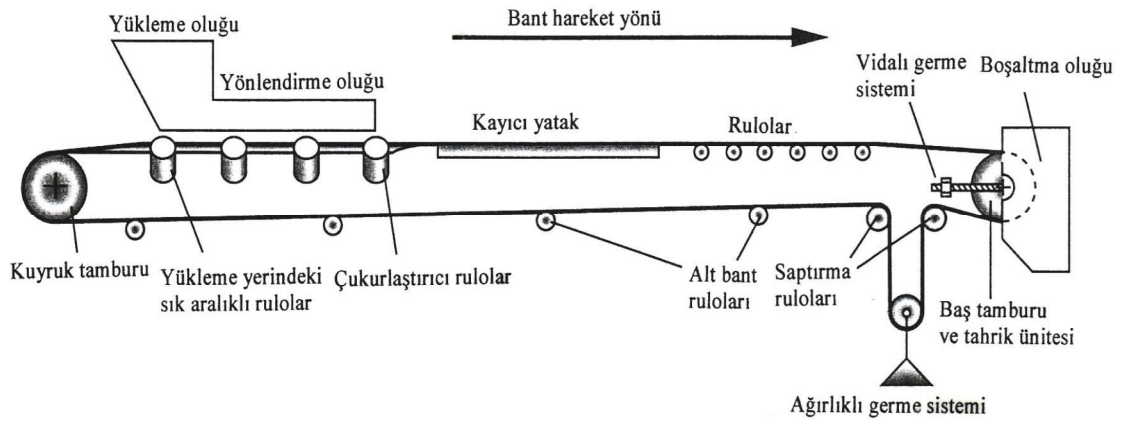
Eleme operasyonu, kuru yapılabildiği gibi ıslak olarak da yapılabilmektedir. Islak elemeye kullanılan yıkama elekleri, titreşimin etkisi ile elek panellerine serilirken, elek üzerinde bulunan fıskiyelerle tane üzerinde istenmeyen çamur veya empuritelere de ayrışması sağlanır. Bu elekler eğimli veya düz yapılabilirler. Kapasitenin fazla olmasının istendiği ancak malzemenin çok fazla kirlenmediği durumlarda genellikle eğimli eleklerde yıkama yapılabilir. Ancak, elek üzerinde malzemenin daha uzun süre fıskiye altında durarak temizlenmesi isteniyorsa düz elekler kullanılır. Yıkama Elek mekanizmaları, üstten tahrikli vibro motorlarla olabildiği gibi, konvansiyonel eleklerde olduğu gibi elektrik motoru ile kayış-kasnak veya kardan şaftlı, özel rulmanlar ile elek gövdesine yerleştirilmiş eksantrik milinin tahriği ile yay üzerinde titreşim sağlanarak eleme işlemi gerçekleştirilir.



5. TAŞIMA MAKİNALARI (KONVEYÖRLER)

Çeşitli yük ve malzeme taşınmasında kullanılan, sürekli taşıma araçlarıdır. Kullanış yerleri arasında; havayollarında bagaj taşıma, silolarda tahıl taşıma, maden ocaklarında kömür ve maden

nakletme, fabrikalarda montaj üretim hatlarında makina parçalarının iletilmesinde kullanılan sistemler sıralanabilir. Yükleme ve boşaltma noktaları arasında çalışan konveyörlerin hareketi; yer çekimi kuvveti, insan gücü, hayvan, titreşim veya motorla çalışan kayışlar, zincirler ve kablolarla sağlanır.



5.1. BANTLI KONVEYÖRLER

Yükler, bir motor tarafından hareket ettirilen kauçuk, branda, çelik veya tel örgüden yapılmış bantlar üzerinde taşınır. Motor devir sayısı, bir dişli kutusu vasıtasıyla düşürülür ve hareket,

konveyörün varış ucundaki tahrik kasnağından yapılarak, yüklerin bant vasıtasıyla çekilmeleri sağlanır. Çoğunlukla eşya depolamadaki ve bagaj taşıma sistemlerindeki konveyörler bu türdendir. Bu tip konveyörler vasıtasıyla maden cevherleri çok uzak mesafelere ucuz olarak taşınabilir. İnsan taşımada kullanılan yürüyen bantlı merdivenler de bu türe örnektir.

Eğer saatte binlerce ton yığın malzemesi aktarılacaksa bantlı konveyör kullanımı kaçınılmaz seçenektir. Bu gün maden ocaklarında, demir ve çelik fabrikalarında, termik santrallerde, cevher, kömür, kireç, sinter malzemelerinin manipülasyonunda ana taşıyıcı unsur bantlı konveyörlerdir.

Bantlı konveyörlerin tarihi çok eski değildir. İlk defa 1830 yılında ortaya çıkan bantlı konveyörler özellikle bant kalitesinin geliştirilmesi ve üçlü kılavuz makaralarının kullanılmaya başlamasından sonra tüm dünyaya hızla yayıldı. Bu gün saatte 20,000 ton (saat başı 1,000 kamyon yükü) malzeme bantlı konveyörlerle yaklaşık 50 Km. mesafeye taşınabilmektedir. Üstelik bu taşımanın maliyeti kamyon ile taşıma maliyetinden on kat daha ucuzdur.

Bantlı konveyörle taşınacak malzemeler çok fazla çeşitlilik gösterir. Çok ince taneli toz, iri taneli kömür, taş, vs.hepsi bantlı konveyör ile son derecede güvenli şekilde taşınabilir.

Bunlarda enerji, işçilik ve bakım maliyeti son derecede düşüktür. Geliştirilmiş bant kalitesi aşındırıcı, korozif malzemeleri ve sıcak malzemeleri bile taşıyabildiği için kimyasallar, aşındırıcı malzemeler, kırılğan ve gevrek malzemelerin hepsi bantlı konveyörler ile taşınabilmektedir.

Bantlı konveyörlerin bir diğer özelliği de arazi şartlarına uyum gösterme kabiliyetidir. Bu nedenle, dönerek yükselen virajlardan, dağlardan, nehirlerin üzerinden rahatça geçerek 40-50 Km yol alabilmektedirler. Kamyonlar 8% meyilli arazide zor yol alabilirken bantlı konveyörler ile 35% meyilli arazilere rahatlıkla malzeme taşınabilmektedir.

Bantlı konveyörlerde yıllık bakım masrafı yatırım maliyetinin 2% si mertebesindedir. Bu bakım masrafına bant değiştirme maliyetini de ilave etmek gerekir. Bant değiştirmenin yıllık maliyeti ise yatırım tutarının 5% si civarındadır. Aşındırıcı olmayan normal malzemelerin taşınmasında bant ömrü 15 yıl, keskin kenarlı kaya, taş vs taşınmasında ise bant ömrü 5 yıldır.

Bir konveyördeki en önemli bakım maliyeti taşınma sırasında ortaya çıkan döküntünün temizlenmesi için yapılan masraftır. Bunu önlemenin en kolay yolu dizayn aşamasında makara aralıklarının malzemeye uygun olarak doğru belirlenmesidir (Bkz Tablo 1). Döküntünün en önemli sebebi konveyör bandının makaraları arasındaki sarkma olup bu sarkma en fazla 3% civarında olmalıdır. Sarkmayı önlemek için makaralar arası boşluğu sac ile doldurma akla gelebilir. Ancak bu durumda sürtünme nedeni ile bant ömrü azalacağı gibi enerji maliyeti artacaktır. Makaralar arasını sac ile kapatmak ancak gıda sanayindeki gibi hafif fakat değerli malzemelerin taşınmasında kullanılabilir.

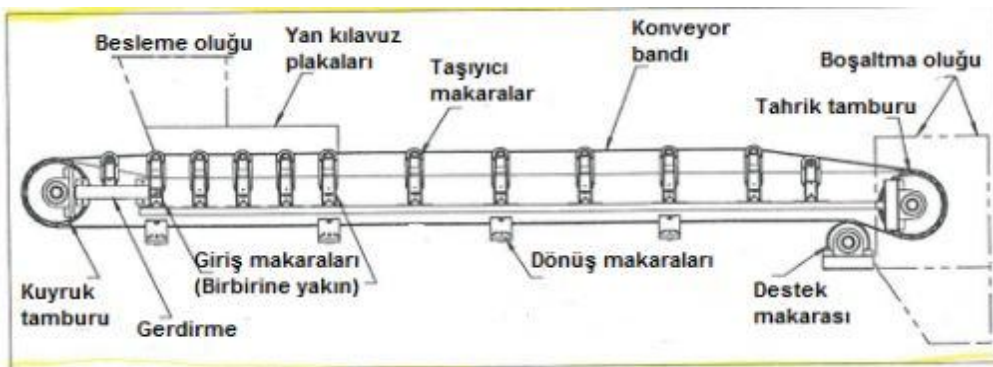
BANT GENİŞLİĞİ (mm)	(Sİ) ÜÇLÜ MAKARALAR ARASI MESAFELER (mm)						DÖNÜŞ MAKARALARI ARASI MESAFE (mm)
	TAŞINACAK MALZEME YOĞUNLUĞU (TON/M ³)						
	0,5	0,8	1,2	1,6	2,4	3,2	
450	1.600	1.500	1.500	1.500	1.350	1.350	3.000
600	1.500	1.350	1.350	1.200	1.200	1.200	3.000
750	1.500	1.350	1.350	1.200	1.200	1.200	3.000
900	1.500	1.350	1.200	1.200	1.000	1.000	3.000
1.000	1.350	1.350	1.200	1.000	900	900	3.000
1.200	1.350	1.200	1.200	1.000	900	900	3.000
1.350	1.350	1.200	1.000	1.000	900	900	3.000
1.500	1.200	1.200	1.000	900	900	900	3.000
1.800	1.200	1.000	1.000	900	750	750	2.500
2.100	1.000	1.000	900	750	750	600	2.500
2.400	1.000	1.000	900	750	600	600	2.500

TABLO 1.

Konveyörlerin dizaynı konusuna geçmeden önce özetleyecek olursak bantlı konveyörler ekonomik, güvenli ve çevreye uyumlu taşıma ekipmanlarıdır. Yatırım maliyetleri taşınacak malzeme, özel şartlar ve uygulamada ortaya çıkacak sınırlamalara bağlı olarak değiştiği için belli bir rakam verme imkanı yoktur.

5.1.1. BANTLI KONVEYOR DİZAYNI

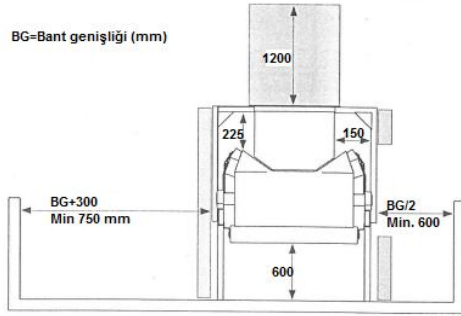
Bantlı konveyörlerdeki temel elemanlar Şekil 1 de gösterilmiştir. Değişik boy ve şekillerdeki bantlı konveyörler esas olarak bu elemanlardan müteşekkil olup konveyörün uzunluğuna bağlı olarak ara bölgelerde dikey veya yatay gerdirmeleri yer alabilir.



ŞEKİL 1

Konveyörlerin her iki yanında boydan boya yürüme yolları bulunur. Yürüme yollarının genişliği

bir tarafta en az bant genişliği (BG) kadar diğer tarafta ise bant genişliğinin en az yarısı kadar olmalıdır (Bkz.Şekil 2). Konveyörlerde taşıma makaraları kesit olarak Şekil 3 deki gibi farklı dizilişlerde dir.



Şekil 2: Kuyruk tamburu bölgesi



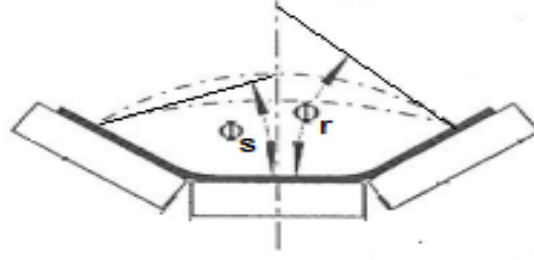
ŞEKİL 3

Bantlı konveyörler birbirlerine aktarma yaparak da taşıma işlemini yerine getirebilirler. Ancak her aktarma sistemde ilave yükseklik nedeni ile daha fazla enerji, dökme noktalarında bantlarda daha fazla aşınma ve tozuma nedeni ile mümkün olduğunca kaçınılması gerekir. Kısa konveyörlerde yeterli mesafe yoksa dönüşler için aktarma yapılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkar.

5.1.2. DİZAYN FAKTÖRLERİ

TAŞINACAK MALZEME: Taşınacak malzemenin analizi dizayn öncesi titizlikle gerçekleştirilmesi gereken bir diğer önemli husustur. Bu nedenle dizayna geçmeden önce taşınacak malzemenin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Taşınacak malzemenin temel karakterisik özellikleri şunlardır.

- ✓ **YIĞIN YOĞUNLUĞU:** Yığın yoğunluğu malzemenin yoğunluğu demek değildir. Eğer malzeme tane yapısının şekli nedeni ile malzeme içinde bölgesel boşluklar oluşturuyorsa yığın yoğunluğu malzeme yoğunluğundan her zaman daha az olur. Malzeme taşınmaya başladıktan bir müddet sonra sarsıntı ve vibrasyon nedeni ile malzeme kendi içinde iyice yerleşir ve bu nedenle bant üzerindeki yığın yoğunluğu 10-15% civarında artar.
- ✓ **YIĞIN AÇISI (ANGLE OF REPOSE) :** Bu açı malzeme yerçekimi etkisinde bir yere boşaltıldığında zemin ile yaptığı açıdır. Bu açığı Türkiyede şev açısı da denilir (Bkz. Şekil 4).



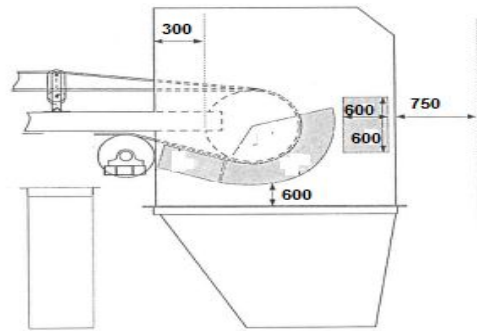
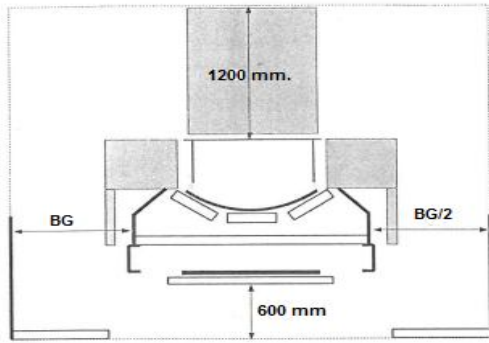
ŞEKİL 4: Φ_s : Yığın açısı, Φ_r : Taşınma açısı

- ✓ **TAŞINMA AÇISI (ANGLE OF SURCHARGE)** : Malzemenin bant üzerinde hareket halinde iken zemin ile yaptığı açıdır. Malzeme konveyörde hareket etmeye başlarken taşınma açısı yığın açısına eşittir. Ancak hareketten sonra sarsıntı nedeniyle bu açı azalarak taşınma açısı ortaya çıkar. Taşınma açısı yığın açısından 5-15° daha azdır. (Bkz. Şekil 4)
- ✓ **TANE BÜYÜKLÜĞÜ**: Yığın içindeki tane büyüklüklerinin ortalamasıdır. Herhangi bir tanenin büyüklüğü ise tanenin sahip olduğu en büyük ölçüdür. Yığılma malzemeler normalde tane büyüklüğüne göre tasnif edilirler. Tasnif edilmiş yığılma malzemesinde en büyük tane en küçük tanenin 2.5 katından daha fazla olamaz. Malzeme tane büyüklüğüne göre yığın aşağıdaki gibi tasnif edilir.
 - Tane büyüklüğü 160 mm den büyük ise : İri parçalı yığın
 - Tane büyüklüğü 160- 60 mm arasında ise Orta parçalı yığın
 - Tane büyüklüğü 60-10 mm arasında ise Küçük parçalı yığın
 - Tane büyüklüğü 10-0.5 mm arasında ise Taneli yığın
 - Tane büyüklüğü 0.5 mm den küçükse Tozlu yığın
- ✓ **AKIŞKANLIK**: Malzemenin tane büyüklüğü, şekli, yüzey pürüzlülüğü, nem oranı, içindeki ince taneli malzemenin iri tanelere oranı akışkanlığı etkileyen faktörlerdir.
- ✓ **TOPAKLAŞMA** (Birbirine tutunarak grup oluşturma)
- ✓ **YAPIŞKANLIK** : Genellikle malzeme içeriğinde kil miktarı ve nem ile doğrudan ilintilidir.
- ✓ **SÜRTÜNME KATSAYISI**: Taşınacak malzemenin bant üzerinde ve döküş oluklarındaki davranışını belirleyen en önemli faktörler, malzemenin nem oranı ve tane büyüklüğünün yığın içindeki dağılımıdır. Malzeme içinde homojen bir nem oranı ve tane büyüklüğü dağılımı yoksa montaj sonrası konveyörlerde hiç beklenmeyen kapasite düşüklüğü, aşırı döküntü, malzeme yapışması ortaya çıkar. Bütün bunlar uzun bakım duruşlarına neden olur ve işletme, bakım maliyetlerini olumsuz etkiler.

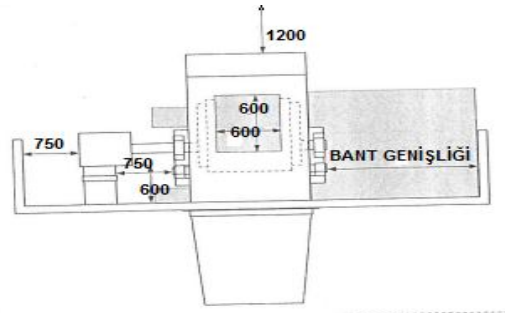
Taşınacak malzeme tozuması fazla olan veya korrozif veya patlayıcı bir malzeme ise böyle malzemelerin taşınmasında konveyör açısı, bant hızı, makaraların açısı, bant sarkma miktarı, bant gergi miktarı, sistemden gelen vibrasyon son derece önem kazanır. Çünkü özellikle konveyör bandı makaralar üzerinden geçerken taşıdığı malzemeye aktaracağı sarsıntının malzemeyi nasıl etkileyeceği çok önemli olup dizayn aşamasında bu etkilere yönelik tedbirler alınmalıdır. Örnek: Eğer Kükürt gibi sürtünmeden ötürü statik elektrik üreten bir malzeme taşınacaksa döküş oluklarının elektriği yalıtacak plastik veya alüminyum malzeme ile kaplanması gerekir.

KONVEYOR TAŞIMA BÖLGESİ: Dizayna geçilmeden önce dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husus konveyörün nereye kurulacağıdır. Eğer konveyör arazide kurulacak ise yağmur, kar, rüzgar ve sıcaklık faktörlerin mutlaka göz önünde bulundurulması ve hesapların ona göre yapılmasıdır.

KONVEYORLERDE TEMİN EDİLMESİ GEREKEN AÇIKLIKLAR: Bu gereklilik konveyör dizaynında önemli sınırlamalar getiren ve imalat maliyetini arttıran bir husustur. Konveyörlerde temin edilemesi gereken açıklıklar Şekil 2, 5,6 ve 7 de belirtilmiştir. Konveyörlerin her iki yanında temizlik ve bakım işleri için mutlaka boydan boya yürüyüş yolları ve yeterli bakım alanları temin edilmelidir.



Şekil 5: Yükleme bölgesi makaraları kesit Şekil 6: Boşaltma tamburu yan görünüş



Şekil 7: Boşaltma tamburu ön görünüş

KAPASİTE

Kapasitenin belirlenmesi konveyör dizaynında en önemli işlerdir. Zira gelecekte ortaya çıkabilecek ihtiyaçları da göz önüne alınarak kapasite doğru tespit edilmediğinde sonradan bant hızını arttırarak veya sonradan bant genişliğini arttırarak kapasiteyi arttırmaya kalkmak maliyeti büyük revizyonlar gerektirir. Bu nedenle kapasiteyi belirleyen üç faktör (yoğunluk, bant genişliği ve hız) çok dikkatli seçilmelidir.

İster bir boru içinde akan sıvı olsun, isterse bant üzerinde taşınan malzeme olsun kapasitenin formülü aynıdır. Yani;

$$\text{KAPASİTE} = \text{Yoğunluk} \times \text{Akış hızı} \times \text{Kesit alanıdır.}$$

$$Q(\text{Ton/Saat}) = \rho(\text{Ton/ M}^3) * V(\text{M/Sn}) * A(\text{M}^2) * 3600$$

YOĞUNLUK

Kapasite hesaplarında dikkate alınan yoğunluk, yığın yoğunluğudur. Yığın yoğunluğu bu konuda hazırlanmış tablolardan temin edilebilir. Yığın yoğunlukları için TABLO 2 de verilen YOĞUNLUK TABLOSU 'su kullanılabilir.

Ancak kabaca tasnif etmek gerekirse yığın yoğunlukları

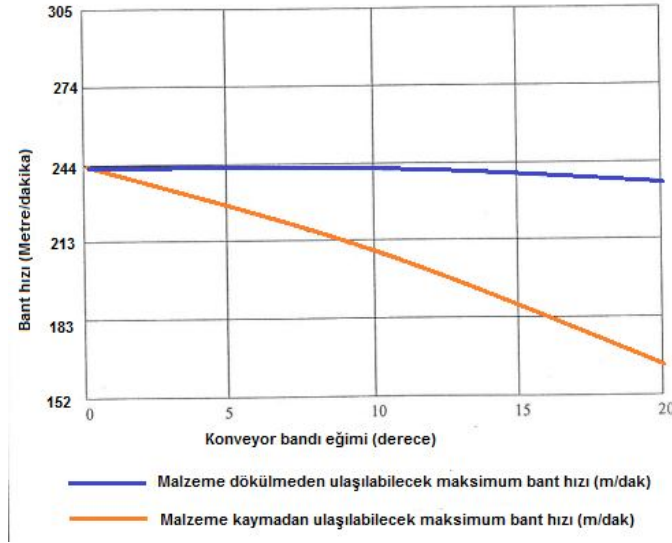
- ✓ 2(Ton/ M³) den fazla ise Çok Ağır (Cevher, Kobalt madeni vs.)
- ✓ 2-1,1 (Ton/ M³) arasında ise Ağır (Kum, Kireç taşı, Çimento vs.)
- ✓ 1,1-0,6 (Ton/ M³) arasında ise orta ağır (Buğday, Kömür vs.)

0,6 (Ton/ M³) den az ise hafif (Tahta talaşı vs.) Olarak sınıflandırılabilir.

TAŞINACAK MALZEME	BANT HIZI (Metre/dakika)	BANT GENİŞİĞİ (mm)
Tane yapılı veya akışkan malzemeler	120	450
	180	600-750
	240	900-1000
	300	1200-2400
	360	2700-3000
Kömür, Islak kil, Yumuşak cevher, Toprak, İnce kırılmış taş	180	450
	240	600-900
	300	1000-1500
	360	1800-2400
	420	2700-3000
Ağır ve sert malzemeler Keskin kenarlı cevher İri taneli kırılmış taş	120	450
	180	600-900
	240	1000-1500
	300	1800-2400
	360	2700-3000
Dökümhane kumu Elekaltı kum	100	Tüm genişlikler
Aşındırıcı olmayan malzemeler	60	Tüm genişlikler
Silo veya bunkerlerden beslenen İnce taneli, aşındırıcı olmayan veya az aşındırıcı malzemeler	15-30	Tüm genişlikler
Linyit kömürü, yapışkan kıvamlı çamur	150-200	Tüm genişlikler
Kömürle üretim yapan termik santrallerdeki bantlı konveyörler	150	Tüm genişlikler

TABLO 2

AKIŞ HIZI : Batlı konveyör hızı malzemenin transfer esnasında dökülmesini, eğer konveyör eğimli ise bant üzerinde geri kaymasını önlemek için uygulanacak hızdır. Grafik 1 de belli konveyör eğimlerinde malzemenin geri kaymadan veya dökülmeden taşınabilmesi için uygulanabilecek maksimum bant hızları grafik olarak gösterilmiştir.



Grafik 1: Konveyör açısına göre bant hızı

Eğimli konveyörlerde döküntüyü ve malzeme kaymasını önlemek için bant hızının aşağıdaki formüllerden elde edilecek kayma ve dökülme hızlarından daha düşük tutulması gerekir.

Malzemenin kaymaya başlayacağı hız V_{kayma} (m/dak)

$$V_{kayma} = 60 \times \sqrt{\frac{S_i}{2\pi^2 \times Y_s} \left(g \left(\cos(\theta_{belt}) - \frac{1}{\mu_e} \sin(\theta_{belt}) \right) + \frac{\sigma_0}{\rho \times h} \right)}$$

Malzemenin dökülmeye başlayacağı hız $V_{dökülme}$ (m/dak)

$$V_{dökülme} = 60 \times \sqrt{\frac{S_i}{2\pi^2 \times Y_s} \left(g \times \cos(\theta_{belt}) + \frac{\sigma_0}{\rho \times h} \right)}$$

Malzeme eşdeğer yüksekliği h (m)

$$h(m) = \left[b_{wmc} \times \sin(\beta) + \frac{(b_c + 2 \times b_{wmc} \times \cos(\beta)) \times \tan(\Phi_s)}{6} \right] \left[\frac{1}{12} \right]$$

Yan taşıyıcı makara üstündeki konveyör bandının malzemeye temas boyu

$$b_{wmc}(m) = 0.2595 \cdot BW - 0.026$$

Orta taşıyıcı makara üstündeki konveyör bandının malzemeye temas boyu

$$b_c(m) = 0.371 \cdot BW$$

AKIŞ HIZI FORMÜLLERİNDE

$S(m)$: Taşıyıcı makaralar arası mesafe (Bkz.Tablo 1)

Y_s : Bant sarkma oranı (boyutsuz)

$g (m/sn^2)$: Yerçekimi ivmesi

$\theta_{bet}(radyan)$: Konveyör bandı eğimi

$\rho(Kg/m^3)$: Yığın yoğunluğu

μ : Malzeme ile bant arasındaki sürtünme katsayısı

$\sigma_0(Kg/m^2)$: Malzeme ile bant arasında yapışma dayanımı

$BW (m)$: Bant genişliği

$\beta(derece)$: Makara açısı

$\Phi_s(derece)$: Taşınma açısı (Surcharge angle)

Konveyör hızlarının belirlenmesinde ana unsur taşınacak malzemenin niteliği ve bant genişliğidir. Malzemeye göre seçilmesi gereken bant hızları Tablo 2 de verilmiştir. Ancak konveyör hızının yüksek seçilmesi bant genişliği ve bant gergi kuvvetin daha düşük tutulmasına imkan verir. Böylece konveyördeki en önemli yatırım ve bakım masrafı olan konveyör bandı maliyetinden tasarruf edilmiş olur. Bu nedenle konveyör hızları aşağıda belirtilen koşullar elveriyorsa Tablo 1 de belirtilen hızlardan 50% daha yüksek seçilebilir.

Yüksek hızlarda bantlı konveyör kullanımı aşağıdaki koşullarda elverişlidir.

- ✓ Konveyör uzunluğu 1500 metreden fazla ise
- ✓ Besleme ve boşaltma noktalarında malzeme aynı yön ve hızlarda banda aktarılıyorsa
- ✓ Malzeme topak veya parça büyüklüğü küçükse
- ✓ Bandın gergi değerleri doğru uygulanmışsa

Yüksek bant hızları daha dar bant kullanımını sağlayarak ekonomi sağlar, ancak aşağıdaki dezavantajları da doğurur. Bunlar;

- ✓ Bandın aşınması artar
- ✓ Malzeme tane büyüklüğü dağılımındaki homojenlik bozulur (degradation)
- ✓ Hava direnci artar
- ✓ Taşıyıcı makaralarda darbeler artar
- ✓ Yükleme boşaltma noktalarındaki bakım maliyeti artar.
- ✓ Konveyör elemanlarının ömrü azalır.

Bazı malzemelerin bantlı konveyörler ile taşınmasında ise bant hızı mümkün olduğunca düşük tutulur. Bunlar;

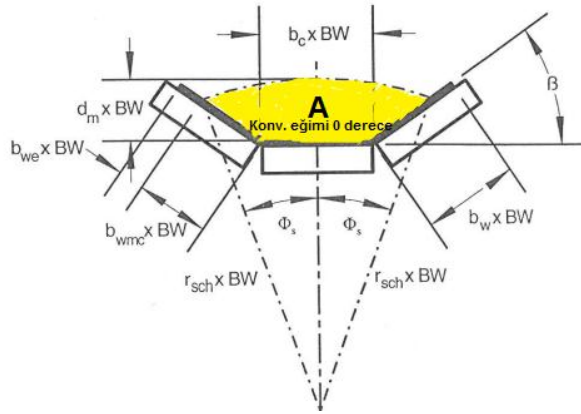
- ✓ Toz halindeki malzemeler (özellikle yükleme boşaltma noktalarında tozumu azaltmak

için)

- ✓ Kırılgan malzemeler
- ✓ Ağır, keskin kenarlı malzemeler
- ✓ Tehlikeli malzemelerin taşınmasında

KESİT ALANI: Yatay bir konveyör üzerindeki malzeme kesit alanı A konveyöre dik olarak alınan kesit alanına eşittir. Ancak konveyör yere paralel değilse bu kesit alanı konveyör eğiminin derecesine göre artar. Bu artış malzemenin dökülmesi ve kayması sonucunu doğurur. Bu nedenle eğimli konveyörlerde malzeme kesit alanının yere paralel taşıma yapan konveyör kesit alanından (Bkz. Şekil 9) daha az tutulması gerekir. Böylece hareket halindeki konveyörün üzerindeki malzeme genişliğinin ve taşınma açısının hareketin getirdiği dinamik kuvvetler nedeni ile değişmesi önlenmiş olur.

Eğimli konveyör kesit alanının bulmak için eğimli konveyör taşınma açısı yatay konveyör taşınma açısının kosinüsü ile çarpılarak eğimli konveyör malzeme kesit alanı bulunmuş olur. Bu şekilde elde edilen alandan ötürü konveyör kapasitesi en fazla 3% oranında azalır.



Şekil 9. Yatay Konveyör malzeme Kesit Alanı

KESİT ALANININ BULUNMASI: Normalde konveyör firmaları ürettikleri konveyörlerde bant genişliği ve yan makaraların yatay ile yaptığı açıya göre eğimi olmayan (0 derece meyilli) konveyörlerde taşınacak malzeme kesit alanlarını tablo olarak kapasiteler ile birlikte vermektedirler. Ancak bu kesit alanının formülünün bilinmesinde fayda vardır.

ÜÇLÜ TAŞIMA MAKARASI OLAN BİR KONVEYÖRDEKİ KESİT ALANININ FORMÜLÜ

$$A = A_b + A_s$$

$$A_b = [0.371 \times BW + 0.25 + (0.2595 \times BW + 1.025) \times \cos\beta] \times [(0.2595 \times BW - 1.025) \times \sin\beta]$$

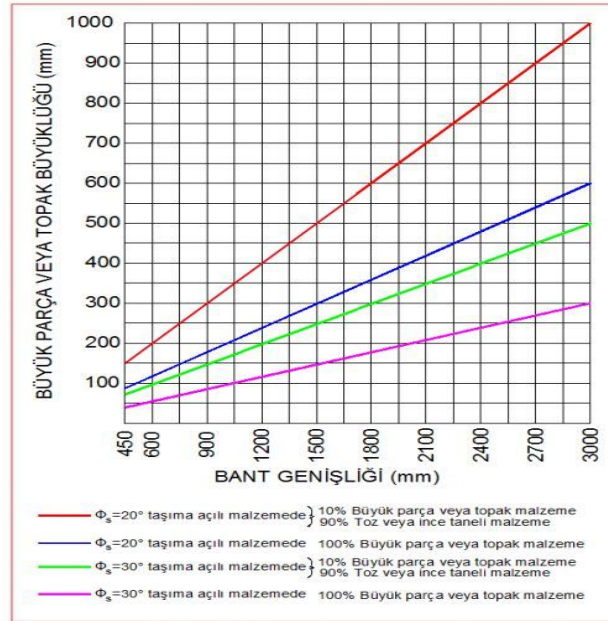
$$A_s = \left(\frac{0.1855 \times BW + 0.125 + (0.2595 \times BW - 1.025) \times \cos(\beta)}{\sin(\Phi_s)} \right)^2 \times \left(\frac{\pi \times \Phi_s}{180} - \frac{\sin(2\Phi_s)}{2} \right)$$

A : Toplam kesit alanı (Bkz. Şekil 9)

A_b : Trapez alan miktarı

A_s : Dairesel alan miktarı

BANT GENİŞLİĞİ (BW): Yukarıda formülü verilen kesit alanı esas olarak bant genişliğine bağlıdır. Bant genişliği taşınacak malzeme deki en büyük parçanın veya topak halde bulunan malzemenin içindeki ince malzemeye olan oranı ile birlikte malzemenin yığın açısına bağlı olarak değişir. Grafik 2 de belirtilen parametrelere bağlı olarak bant genişliğini tespit edebilirsiniz. Konveyör bantları piyasada her istenilen genişlikte bulunmaz. Bunlar sadece belli genişlik aralıkları ile temin edilebilmektedirler. Konveyör bantları piyasada aşınmaya, yağa, ısıya, aleve dayanıklı olarak TSE547 veya DIN22102 standartlarında üretilmektedir.



Grafik 2: Parça büyüklüğüne göre bant genişliği seçimi

5.1.3. BANTLI KONVEYORLERDE TAHRİK SİSTEMİ

Konveyör bandının hareket edebilmesi için tahrik tamburu tarafından hareket yönünde çekilmesi gerekir. Bu kuvvet tahrik tamburuna her iki yönde uygulanan kuvvetlerin farkı kadar olmalıdır, Bu farkın ne kadar olması gerektiğinin hesabı konveyörlerde birçok etkin faktör olması nedeni ile biraz karmaşık olup üç farklı model uygulanmaktadır. Bunlar;

- ✓ Temel uygulama modeli (en yaygın ve en basit model)
- ✓ Standart konveyörler için uygulanan model
- ✓ Ünlversal model (en hasas ve doğru hesap modeli)

Aşağıda verilen model en yaygın kullanılan Temel uygulama modeli olup sonucu en fazla 10 % fazla bir farkla vermekle birlikte çoğu bantlı konveyöre uygulanabilecek en basit modeldir. Ancak bu model tüm konveyörler için uygulanamaz. Bu modelin uygulanabileceği konveyörler aşağıda belirtilen sınırlar içinde olmalıdır.

- ✓ Konveyör boyu 250 metreden az olmalı
- ✓ Konveyöre sadece tek noktadan malzeme yükleniyor olmalı.
- ✓ Konveyör eğimli olabilir ancak kamburlu veya çukurlu olmamalı.
- ✓ Kullanılacak bant karkaslı tekstil tipinde olmalı
- ✓ Konveyör makaraları düz veya makara boyları birbirine eşit üçlü makara olmalı.
- ✓ Tek tahrik noktası bulunmalı.
- ✓ Ağırlıklı gergi tamburu tek noktada olmalı.
- ✓ Maksimum bant gergi miktarı $T_2=55$ KN değerini geçmemeli (5,500 Kgf)

Dizayn edilecek konveyörler yukarıda belirtilen kriterlerin dışında ise CEMA Belt Conveyors For Bulk Materials. Ch 6. kısmında verilen diğer uygulanabilir hesap modellerine başvurulmalıdır.

ÇEKME KUVVETİ TEMEL UYGULAMA MODELİ

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

$$\Delta T = W_m * H + 0.04 * (2 * W_b + W_m) * L$$

Bu formülde

W_m (Kg/m): 1 metre boyundaki band üzerindeki taşınacak malzeme ağırlığı

W_b (Kg/m): 1 metre boyundaki bandın ağırlığı.

H (Metre) : Malzemenin taşınacağı yükseklik

L (Metre) : Konveyörün kuyruk tamburu ile Tahrik tamburu arasındaki yatay mesafe

Hesaplanan fark gerilimi oluşturan ana unsurlar bant malzemesi ile tambur arasındaki sürtünme katsayısı ve sarma açısıdır. Bu değerlerin yeterli fark gerilimi oluşturup oluşturamayacağı aşağıdaki formüller ile hesaplanabilir.

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

$$T_1 = T_2 * 2.718^{(\Theta * \mu)}$$

$$\Delta T = T_2 * (2.718^{(\Theta * \mu)} - 1)$$

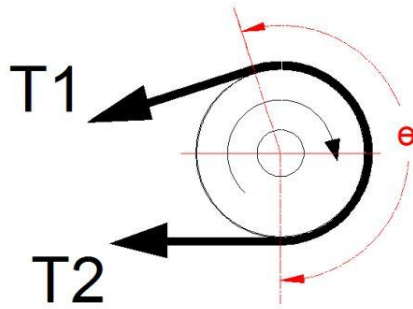
T1 : Maximum bant gerilimi

T2 : Minimum bant gerilimi

Θ (Radyan) : Bantın tamburu sarma açısı

μ : Bant ile tambur arası sürtünme katsayısı

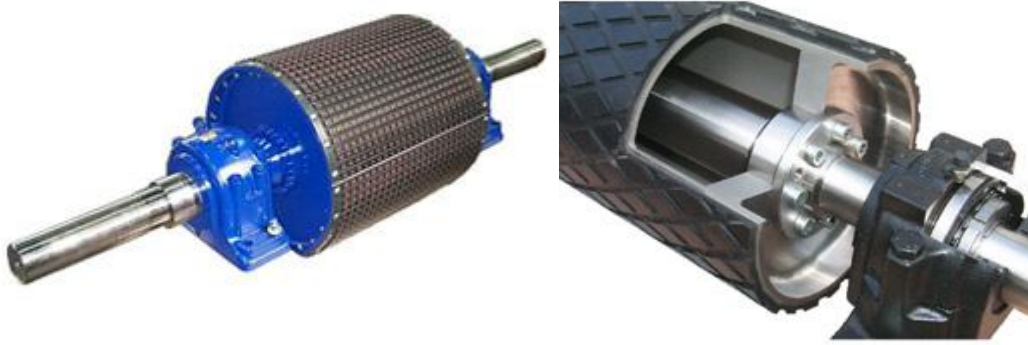
- ✓ $\mu = 0.25$ Lastik kaplama bant ile düz çelik tambur arasında
- ✓ $\mu = 0.3$ Lastik kaplama bant ile oyuklu çelik tambur arasında
- ✓ $\mu = 0.5$ Lastik kaplama bant ile PVC, Seramik veya muadil sert lastik ile kaplanmış oyuklu tambur arasında.



Şekil 10

Bir konveyörde tahrik tamburu patinaj yapıyorsa, fark gerilimi arttırmak gerekir. Bunun için öncelikle sarım açısı Θ yı büyütme en etkin yoldur. Bu amaçla tahrik tamburunun hemen altına yerleştirilen ilave tambur vasıtasıyla bant sarım açısı 260 dereceye (4.5 Radyan) kadar arttırılabilir.

Patinajı gidermek için ikinci etkin yol sürtünme katsayısını arttırmaktır. Bunu için tahrik tamburunu üzerinde oyuklar bulunan sert pvc veya seramik ile kaplamak en iyi yoldur. Özellikle ıslak çalışma şartlarında patinaj daha sık karşılaşılabilecek bir durum olduğundan tambur üzerindeki oyuklar bandın ıslaklığını (suyunu) tahliye için de etkin olur.



Şekil 11. Tahrik Tamburu Görünüşü

Sarma açısı θ ile sürtünme katsayısının yüksek seçilmesi banda uygulanacak gergi (T_2) miktarının azalmasına sebep olur. Bu ise bant ömrünün daha fazla olmasını sağlar.

Örnek : Sarma açısı $\theta=2000$ (3.5 radyan) ve sürtünme katsayısı $\mu=0.45$ olan Sert PVC kaplı tahrik tamburu ile 4 tonluk çekme kuvveti uygulanabilmesi için gergi kuvveti ne kadar olmalıdır.

Cevap:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 4000 \text{ Kg}_f$$

$$\Delta T = T_2 * (2.718^{(\theta * \mu)} - 1)$$

$$4000 = T_2 * (2.718^{(3.5 * 0.45)} - 1)$$

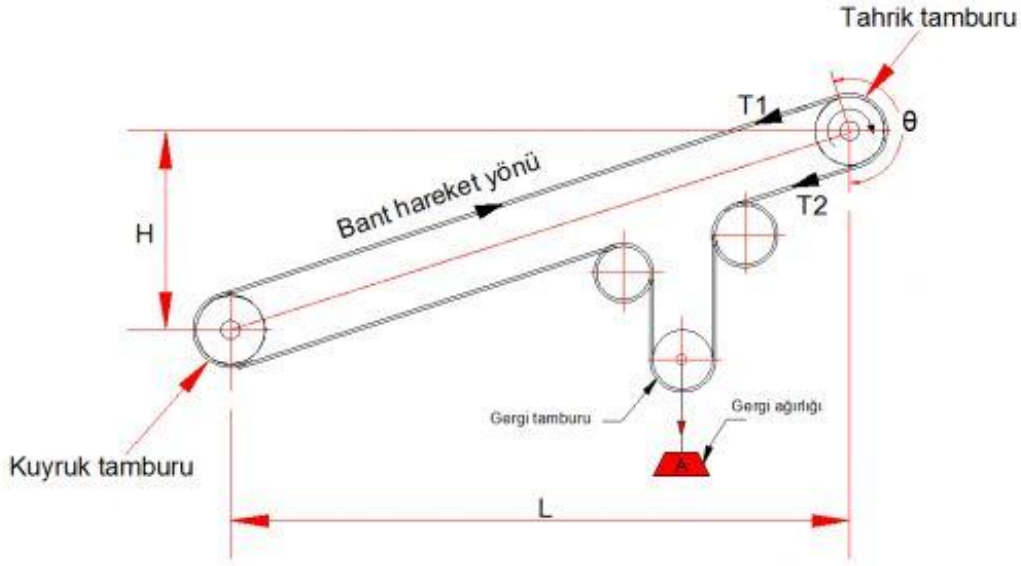
$$T_2 = 4000 / (2.718^{(3.5 * 0.45)} - 1)$$

$$T_2 = 1044 \text{ Kg}_f$$

Eğer bant sarım açısı $\theta=1800$ ve sürtünme katsayısı $\mu=0.25$ olsaydı T_2 gergi miktarı 3352 Kg değerine çıkardı (yaklaşık 3 kat)

Konveyör bandının tahrik edilmesi için gerek şart olan gergi miktarı T_2 kuyruk tamburunun çektilmesi ile sağlanabileceği gibi ara tamburların çektilmesi ile de sağlanabilir. Ancak özellikle

uzun konveyörlerde bu iş için daha çok yer çekimi ile gergi sağlayan ağırlıklı gergi tamburları (Take Up) kullanılır. (Bkz.Şekil 12)



Şekil 12.

Ağırlıklı gergi tamburları konveyör bandı için ihtiyaç duyulan gergi miktarının konveyör bandının her yerinde eşit olarak etkin olmasını sağlar. Gergi ağırlıkları bandın montajı sırasında ihtiyaç duyulan ekstra bant uzunluklarının ve gerilim altında iken bandın uzamasından kaynaklanan gevşekliklerin otomatik olarak kompanse edilmesini de sağlar.

Tambur çapı fark gerilim yaratmada etkin değildir. Ancak özellikle sarım açısı θ arttıkça bandın bükülme gerilimi artar. Bu gerilim küçük çaplarda çok daha fazla olur. Bu ise bandın daha hızlı yorulmasına ve kopmasına neden olur. Bunu önlemek için tambur çapının kullanılacak bandın kord sayısı, kaç kat olduğu ve tipi ne göre belirlenmiş tambur çaplarından büyük seçilmesi gerekir.

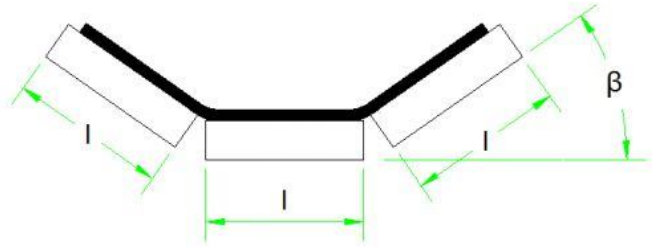
Standart bir tahrik tamburu çapı 1500 mm , genişliği ise 1650 mm ye kadar çıkabilir. Ancak bu büyüklüklerde bant hızı 4 m/sn yi geçmemelidir. Daha büyük hızlar için standart dışı özel tamburlar dizayn edilmelidir.

Tahrik tamburunun çok büyük seçilmesi durumunda bant hızı da artacağından daha büyük tahvil oranlı redüktör kullanılması mecburiyeti doğar. Bu nedenle tambur çapları maliyet açısından çok da fazla büyük seçilemez . Optimum tambur çapları konveyör bandı üreticilerinin bant tiplerine göre hazırladığı tablolardan belirlenir. Tambur boyları ise bant genişliğinden 50

mm daha uzun seçilir.

Tamburlarla ilgili bir diğer husus ise; bandın sağa-sola gezinmesini önlemek için tamburun silindirik değil bombeli olarak üretilmeleridir. Bu bombe miktarının tambur boyuna göre oranı 1 ila 0.5% arasında değişir.

5.1.4. KONVEYOR MAKARALARI



Şekil 13

Dünyada kullanılan başlıca tip Konveyör makaraları Şekil 3 te verilmiştir. Bunlar arasında en fazla kullanılan tipi düz makaralara göre daha fazla malzeme taşıma kapasitesine sahip olan üçlü taşıma makaralarıdır. (Bkz. Şekil 13)

Üçlü makaralar önceleri β açısı 20 derece olarak üretilmekte iken son zamanlarda β açısı 35° ve eşit l boyundaki makaralar ile daha yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Makaraların seçiminde etkin olan kriterler şunlardır:

- ✓ Taşınacak malzemenin niteliği
- ✓ Makaralara gelecek yük miktarı
- ✓ Rulman ömrü
- ✓ Makara çapı
- ✓ Çevresel faktörler

5.1.5. KONVEYOR BANDI SEÇİMİ

Bir konveyördeki en pahalı ve en sık değiştirilmesi gereken elemandır. Bu nedenle seçiminde son

derecede hassas davranılması gerekmektedir.

Bandın seçiminde göz önüne alınacak etkenler şunlardır:

- ✓ Taşınacak malzemenin niteliği (Yığın yoğunluğu, toprak veya parça büyüklüğü, rutubeti, içerdiği kimyasallar, sıcaklığı vs.)
- ✓ Taşıyacağı malzeme miktarı (kapasite)
- ✓ Bant genişliği
- ✓ Bant hızı,
- ✓ Makara tipi (düz, üçlü vs.)
- ✓ Tahrik sistemi (Tek nokta tahrik, çift nokta tahrik)
- ✓ Tahrik tamburu çapı
- ✓ Gergi tipi ve yerleşim lokasyonu
- ✓ Kaç noktadan malzemenin beslendiği
- ✓ Çalışacağı iklim koşulları
- ✓ Bant ucunun diğer uç ile nasıl birleşeceği
- ✓ Bant temizleyicilerin tipi



Şekil 14

Konveyör bandı genel olarak iki tip malzemeden oluşur (Bkz. Şekil14) :

- ✓ Üst, ara ve alt yüzeylerdeki kaplama
- ✓ Ortalardaki karkas

Bandın alt, üst yüzeyler ile aralardaki kaplamaların amacı karkası korumaktır. Çünkü karkas bandın tahriği için gereken maksimum gerilimleri taşıyacak ve yüklme noktalarında şoklara maruz kalacak olan

elemandır.

BANT KAPLAMASI

Önceleri tabii lastik yegane kaplama malzemesi iken, son 50 yılda sentetik lastik, polimer, elastomer ve fiber malzemelerin geliştirilmesi ile kaplamaların servis ömrü ve uygulama alanları arttırılmıştır. Gelişen teknoloji ile bant kaplamasının 17 N/mm² basınca dayanabilmesi ve kopmadan önce 400% uzanabilmesi sağlanmıştır. Genel amaçlı kaplamalar 5 ila 80 0C sıcaklığa dayanırken özel amaçla üretilmiş bant kaplamalar aleve, yağa, kimyasallara direnç gösterebilecek şekilde sağlanabilmektedir. Piyasada EPDM olarak adlandırılan kaplama malzemeleri 200 0C sıcaklığa dayanabilmektedir.

Bant kaplamaları madencilik, tarım, kağıt sanayisi gibi alanlar için genel amaçlı olarak üretildiği gibi özel amaçlara yönelik olarak da temin edilirler. Bunlar;

- ✓ Yüksek sıcaklığa dayanıklı kaplamalar (200 0C ye kadar)
- ✓ Yağa dayanıklı kaplamalar
- ✓ Gıda sanayisinde kullanılacak kaplamalar
- ✓ Aleve dayanıklı kaplamalar
- ✓ Düşük sıcaklıklarda kullanılacak kaplamalar (- 40 0C ye kadar)
- ✓ Kimyasal reaksiyonlara dayanıklı kaplamalar

BANT KARKASLARI

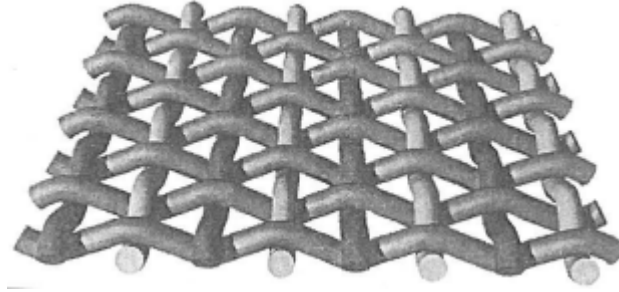
Konveyör bandında yükü taşıyan, darbeleri emen ve yırtılmayı engelleyen eleman karkastır. Karkaslar bir veya birkaç kat olup (Bkz şekil 1 örgülü polyester, naylon veya sentetik fiber den mamul olabilirler.

CEMA standartlarında konveyör bandının dayanacağı gerilim kuvveti PIW cinsinden, yani 1 inç genişliğindeki bandın lbf cinsinden dayanacağı kuvvet olarak belirtilir. 1 kat geliştirilmiş dokuma karkas 450 PIW (80 N/mm) gerilime dayanabilmektedir (1 metre genişliğinde bant için 80,000 N). Karkas kat sayısı arttıkça bu gerilim miktarı o miktarda artmaktadır. Çok daha büyük bant gerilimlerine ihtiyaç duyulan konveyörlerde ise çelik halatlar ile güçlendirilmiş karkaslar kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 15)



Şekil 15

En yaygın ve basit karkas tipi düz örgülü karkaslardır (Bkz Şek 16) . Örgülü olmayan karkaslarda ise taşıyıcı malzemeler (polyester, naylon veya sentetik fiber) ise birbirine kimyasallar ile yapıştırılmış olarak kullanılırlar.



Şekil 16

5.2. ZİNCİRLİ KONVEYÖRLER

Konveyör boyunca dolaşan bir zincir yardımıyla, yük ve malzeme taşıyan konveyörlerdir. Yüklerin doğrudan kancalarla veya kova ve kaplarla zincire asılarak taşınan tipine üstten zincirli konveyörler denir. Bunlarda yük ağırsa doğrudan zincire değil üstten döşenmiş ikinci bir ray üzerine asılarak hareket ettirilir. Otomobil fabrikalarındaki araba montaj hatlarında kullanılan, üstten zincirli kancalı konveyörler bu tipe örnektir.

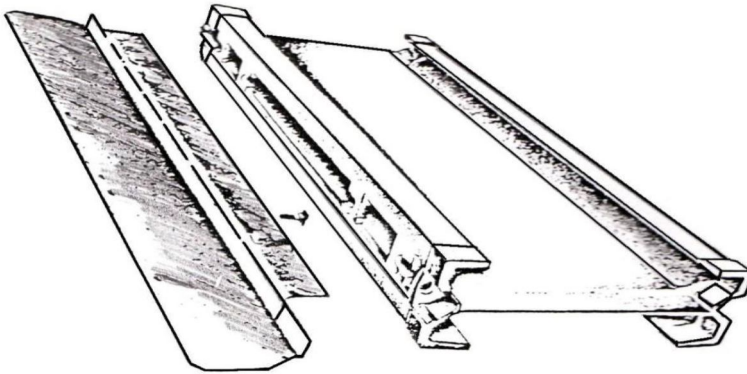
Çekici zincirli konveyörlerde ise zincir, yerdeki bir kanala yerleştirilir. İçinde yük ve malzeme bulunan arabalar kancalarla bu zincire takılıp çekilerek hareket ettirilirler. Maden ocaklarında, cevher yüklü arabaların, eğimli yerlerde yukarı doğru çekilmesi bu şekilde gerçekleştirilir.

Zincirli konveyörlerde aranacak özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- ✓ Çok büyük blokların darbe etkilerine karşı mukavim olmalı
- ✓ Kazı makinasına kılavuzluk edebilecek güçte bir yapıya sahip olmalı
- ✓ Yüksek çekme mukavemetine sahip olmalı
- ✓ Kalkan tahkimatın ilerlemesi için gereken itmeye dayanabilecek sağlamlığa ulaşmış bir profile sahip olmalı
- ✓ Yüksek taşıma kapasitesine sahip olmalı
- ✓ Uzunayaktaki engebelere kolayca uyum sağlayabilmeli
- ✓ Nakliyesi, kurulması, sökülmesi ve ayak içinde ötelenmesinin kolay olmalı

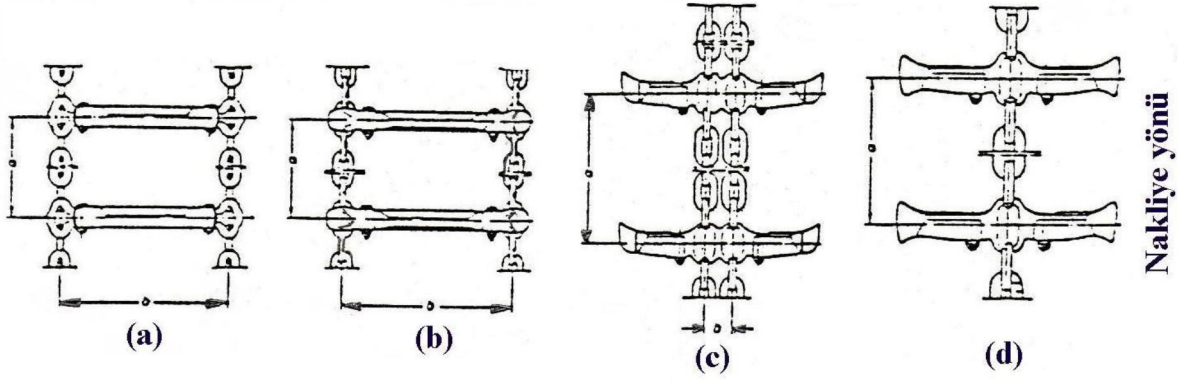
Zincirli konveyörlerin başlıca elemanları;

- ✓ Oluklar
- ✓ Zincir-Palet Takımı
- ✓ Tahrik Sistemleri



Şekil 17. Oluk ünitesi yan sacı ve kesiti

5.2.1. ZİNCİR-PALET TİPLERİ

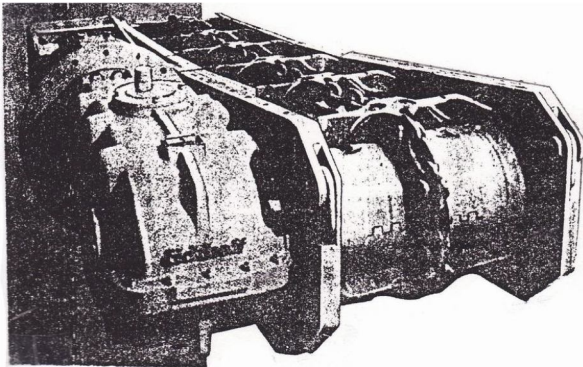


- ✓ a) kısa paletli çift zincirli
- ✓ b) uzun paletli çift zincirli
- ✓ c) ortadan çift zincirli
- ✓ d) tek zincirli

5.2.2. TAHRİK ÜNİTELERİ

Oluk zincirini hareket ettiren motor-dişli-kavrama-yol verme takımlarının tümüne "tahrik ünitesi" denilmektedir.

- ✓ Elektrikli veya pnömatik motor
- ✓ Dişli kutusu ve aktarma organları
- ✓ Tahrik ünitesinin monte edildiği şasi
- ✓ Zincir çekme dişlisi
- ✓ Yükseltme oluğu
- ✓ Eğer kullanılıyorsa kesici yükleyici kılavuzları ve hareket üniteleri



5.2.3. ZİNCİRLİ KONVEYÖRÜN KURULMASI VE İŞLETİLMESİ

- ✓ Konveyör mümkün olduğunca tek bir eksen doğrultusunda kurulmalıdır.
- ✓ Bütün civata bağlantıları eksiksiz olmalıdır.
- ✓ Konveyörün galeri kenarına en yakın yeri 20 cm olmalıdır.
- ✓ Konveyörün kurulacağı zemin mümkün olduğunca düz olmalıdır.
- ✓ Ayak dibine kurulacak tahrik şasisi takoz üzerine alınmalıdır.
- ✓ Zincirde burulma olmamalıdır.
- ✓ Oluklar üzerinde kalmış olması muhtemel takoz, direk, sarma gibi malzemeler toplanmalıdır.
- ✓ Bütün yağlanması gereken yerlerin yağlanıp yağlanmadığı kontrol edilmelidir. Redüktör kendi yağı ile dolu vaziyette olmalıdır.
- ✓ İlk hareket esnasında konveyöre boşta yol verilmelidir. Tam devrine ulaşıncaya kadar 10-20 ve 50 m aralıklarla yol verilmelidir.

5.3. HELEZONLAR

Helis biçimli bir vidanın, bir boru veya kovan içinde dönmesiyle dişleri arasındaki malzeme hareket ettirilir. Genellikle dökme yük taşırlar. Silolarda ve biçerdöverlerde tahıl taşınmasında kullanılır. Bu şekilde tahıl, aşağıdan yukarıya doğru da taşınabilir.

Helezon konveyörlerin başlıca kullanım yerleri;

- ✓ Toz toplama sistemlerinde
- ✓ Un,şeker gibi hijyenik olarak taşınması gereken gıda malzemelerinde
- ✓ Kiyasal malzemelerin taşınmasında
- ✓ Belirli oranlarda karıştırılması gereken malzemelerin aktarılmasında.
- ✓ Belirli dozajlarda besleme yapılması gereken yerlerde kullanılırlar.

AVANTAJLARI

- ✓ Kompakt yapıdadırlar
- ✓ Modüler olarak imal edilebilirler
- ✓ Kolay monte demonte edilirler
- ✓ Yüksek sıcaklıklardaki malzemeleri aktarabilirler

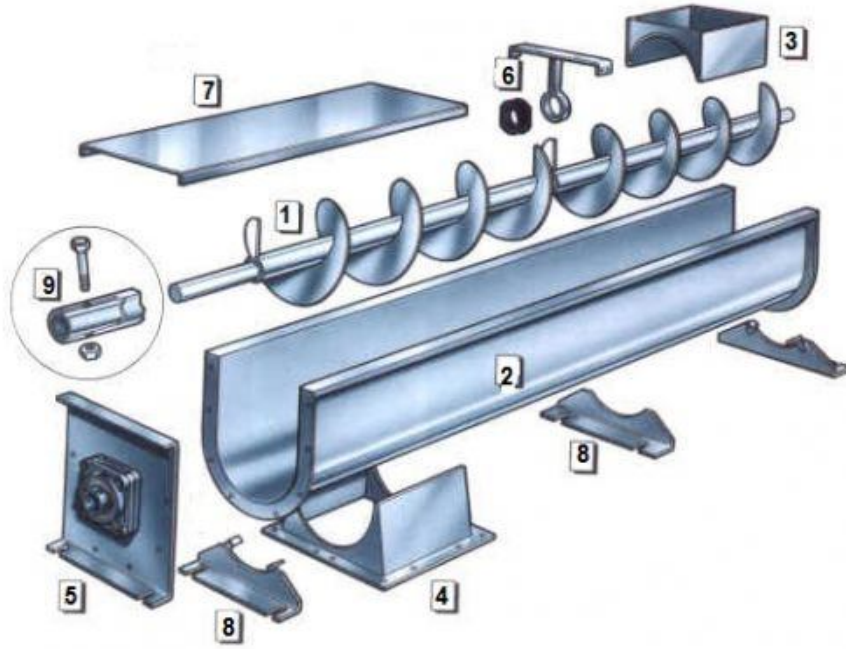
DEZAVANTAJLARI

- ✓ İri taneli ve kırılmadan aktarılması gereken malzemelerin taşınmasına uygun değildir.
- ✓ Aktarma mesafeleri sınırlıdır (Max 50 metre)
- ✓ Çok uzun mesafelerde veya doğrusal olmayan istikametlerde malzeme taşınacaksa helezon konveyörler birbirine aktarma yapılarak taşıma yapabilirler.
- ✓ Çok aşındırıcı malzemeler taşınamaz

- ✓ Enerji tüketimleri fazladır.
- ✓ Yüksek kapasitelerde taşımaya uygun değildir.

Helezonlar modüler bir yapıda olup genellikle aşağıdaki elemanlardan oluşur. Bunlar;

- ✓ Helezon
- ✓ Helezon yatağı (Çoğunlukla yatak olarak boru kullanılır)
- ✓ Giriş oluğu
- ✓ Çıkış oluğu
- ✓ Alın kapağı, yatağı
- ✓ Askı yatağı (Helezon boyu çapına göre çok uzun ise kullanılır)
- ✓ Üst kapak (Boru yataklarda gerek yoktur)
- ✓ Ayaklar
- ✓ Kaplin. salmastra vs.



Şekil 18. Helezon Konveyör yapısı

5.3.1. HELEZON KONVEYÖRÜN YAPISI

Helezon konveyörlerde ana unsur bir mile sarılı olarak taşımayı yapan helezondur. Helezon mili

baş ve sondan helezon gövdesine yataklanmıştır. Eğer helezon boyu çok uzunsa aralıklarla askı yataklarına alınması gerekir. Bir helezonda askı yataklarının bulunması verimi oldukça düşürdüğü, helezonlarda tıkanmalara neden olduğu için askı yatağı kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.

Helezonlar taşımanın özelliğine göre çok farklı yapılarda imal edilebilirler Bu farklılıklar;

- ✓ Sabit hatveli helezonlar
- ✓ Artan hatveli helezonlar
- ✓ Konik milli helezonlar
- ✓ Milsiz helezonlar (Bkz. resim)
- ✓ Çok yollu helezonlar (Bkz. resim)
- ✓ Kauçuk kanatlı helezonlar olarak tanımlanabilirler.

Eğer bir helezon konveyöre birden fazla noktadan malzeme beslemesi yapılıyorsa malzemenin sıkışmaması için Artan hatveli helezonlar kullanılmalıdır. Konveyörün hatvesi akış yönüne göre arka tarafta daha az olduğu için arkadan gelen malzemenin akış hızı düşük, ön taraflarda ise daha büyük hatve nedeni ile akış hızı yüksek olduğundan arkadan malzeme gelmeden ön taraftaki malzeme daha hızlı boşalmış olacağı için malzemenin sıkışması önlenmiş olur.

5.3.2. HELEZON KONVEYÖRÜN KAPASİTE HESABI

Taşıma kapasitesi(Ton/saat)= Özgül ağırlık(Ton/m³)* Helezon kesit alanı(m²)*Aktarma hızı(m/dak)*60

$$Q= 60 \cdot \lambda \cdot k \cdot \delta \cdot A \cdot V$$

$$Q= 60 \cdot \lambda \cdot k \cdot \delta \cdot (\pi (D_2-d_2)/ 4) \cdot (S \cdot N)$$

Helezon kapasitesini belirleyen ana faktörler helezon devri N(rpm) ve çapı (D) değerleridir.

HELEZON DEVRİ (N) SEÇİMİ

- ✓ Ağır malzemelerin taşınmasında devir 50 (rpm) i geçmemelidir.
- ✓ Hafif malzemelerin taşınmasında helezon devri 150(rpm) i geçmemelidir.
- ✓ Taşınan malzemelerin özgül ağırlığı, aşındırma özelliği, helezon çapı arttıkça helezon devri (N) daha düşük tutulmalıdır.

Yukarıdaki formüllerde kullanılan;

Q= Helezon konveyör kapasitesi (Ton/saat)

A= Helezon kesit alanı (m²)

- V= Aktarma hızı (m/dak)
 λ = Taşınacak malzeme aşındırma faktörü (Bkz.Tablo 1)
k = Konveyör zemin açısı faktörü. (Bkz.Tablo 2)
 δ = Malzemenin yoğunluğu (Ton/m³)
D= Helezonun kanadının dış çapı (metre)
d = Helezon milinin çapı (metre)
S= Helezon hatvesi (metre)
N= Helezon devri (devir/dakika)

TABLO 1.	
YÜKÜN TİPİ	λ FAKTÖRÜ
Ağır ve aşındırıcı	0.125
Ağır ve az aşındırıcı	0.25
Hafif ve az aşındırıcı	0.32
Hafif	0.4

TABLO 2.	
KONVEYÖR AÇISI	k FAKTÖRÜ
0°	1
5°	0.9
10°	0.8
15°	0.7
20°	0.6

TABLO 3.	
TAŞINAN MALZEME	μ FAKTÖRÜ
Un, testere talaşı, granül parçalar, vs.	1,2
Lifi-saçaklı mlz, soda, toz kömür, vs.	1,6
Antrasit, Kaya tuzu, kömür, vs	2,5
Kireç taşı, Kuru kil, Çamur, Çimento, Alçı, Kum	4

HELEZON ÇAPI (D) SEÇİMİ

- ✓ Taşınacak malzemenin granül büyüklüğü homojen ise Helezon çapı D en büyük granül parça büyüklüğünden 12 kat fazla olabilir.
- ✓ Taşınacak malzeme granül büyüklüğü değişken (heterojen) ise helezon çapı D en büyük granül parça büyüklüğünden sadece 4 kat büyük seçilmelidir

5.3.3. HELEZON KONVEYÖRÜN GÜÇ HESABI

Helezon konveyörün güç hesabına tesir eden bir çok faktör bulunmaktadır. Ancak en önemli faktörler aşağıda belirtilenlerdir. Bunlar;

- P1= Helezon konveyörün boş iken çalıştırılmasına yetecek güç
P2= Helezon konveyörün malzemeyi yatayda taşımaya yetecek güç
P3= Helezon konveyör eğimli ise malzemeyi yükseltmeye yetecek güç

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_1 = D \cdot L / 20$$

$$P_2 = \mu \cdot Q \cdot L / 367$$

$$P_3 = Q \cdot H / 367$$

Bu faktörlerin toplamı ile toplam güç gereksimi elde edilir.

$$P(KW) = \frac{Q \cdot ((\mu \cdot L) + H)}{367} + \frac{D \cdot L}{20}$$

P= Toplam gereken güç (KW)

D= Helezon çapı (metre)

L= Helezon boyu (metre)

H= Malzemenin kaldırılacağı dikey mesafe (m)

Q= Helezon kapasitesi (Ton/saat)

μ = Malzeme direnç katsayısı (Bkz. Tablo 3)

b: Helezon kanadının genişliği (mm)

D: Helezon dış çapı

d : Helezon mil çapı

S : Helezonun hatvesi

A: Helezonun bir kanadı açılımının dış çevresi

a : Helezonun bir kanadı açılımının iç çevresi

R: Kanat açılımı dış radyüsü

r: Kanat açılımı iç radyüsü

Ω : Kanat açılımı kenarları arasındaki açı

5.3.4. HELEZON KONVEYORUN KANAT AÇINIM HESABI

Helezon konveyör kanatlarının bir hatvelik kısmı genellikle sacdan kesilir ve mil üzerinde iki kenarı arasındaki mesafe hatve ölçüsüne gelinceye kadar çekilerek mil çevresine kaynak edilir. Mil üzerinde kaç hatve varsa o sayıda kanat kesilerek önce kaynak edilen hatve kanadının kenarına kaynak edilir ve aynı şekilde hatve boyuna çektirilerek mile helezonik şekilde kaynak edilirler.

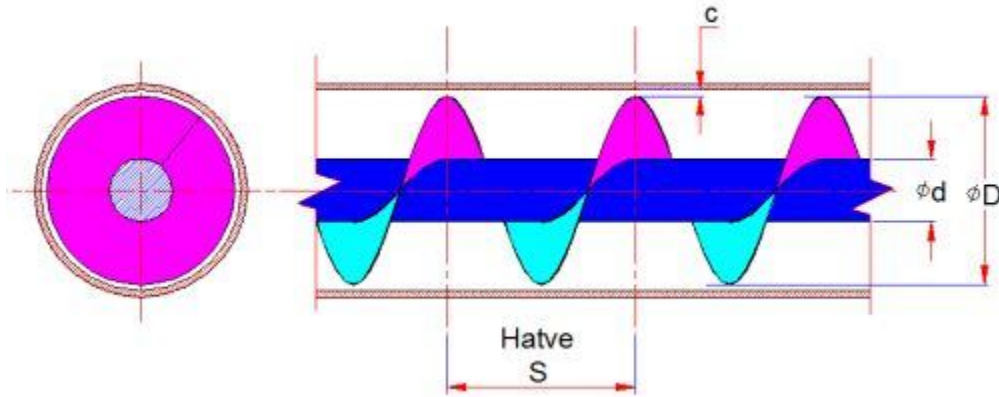
Aşağıda ölçüleri belirtilen (Bkz. Şekil 19) helezon konveyörün tek hatvelik kanat açılım formülleri

aşağıdaki gibidir.

$$b = \frac{D - d}{2} \quad A = \sqrt{D^2 \pi^2 + S^2} \quad a = \sqrt{d^2 \pi^2 + S^2}$$

$$r = \frac{b * a}{A - a} \quad R = r + b$$

$$\Omega = 360 - \frac{360 * A}{2 * \pi * R} \quad \text{veya} \quad \Omega = 360 - \frac{360 * a}{2 * \pi * r}$$



ŞEKİL 19

5.4. KOVALI ELEVATÖRLER

Elevatör, genel olarak; tahıl, un, kum, kömür vb. gibi yığın halindeki maddeleri ya da paketleri düşey veya 70°'nin üzerindeki eğimlerde taşımada kullanılan mekanizmalar olarak adlandırılır. Kovalı elevatör ise, parça malzeme naklinde kullanılan kollu ve tablalı elevatörlerden farklı olarak, taşıma işlemini kovalar vasıtasıyla gerçekleştiren elevatör çeşididir. Özellikle ağır ve yüksek miktarda dikey taşınması gereken toz ve granül gibi yığın malzemelerin taşınmasında çok kullanışlı mekanik taşıma

ekipmanlarıdır. Bu elevatörlerin kaldırma kapasiteleri ve yükseklikleri çok çeşitlidir; 3 m yüksekliğe saatte 2 tondan, 60-90 m yüksekliklere saatte 2 000 ton kapasiteye kadar değişir. Kullanılan elevatör ile taşınacak maddenin uyuşması çok önemlidir.

Un, yem, ırmık, tahıl, tohum, bakliyat fabrikaları, çimento, cam, alçı, kireç,sunta, mdf fabrikaları, eleme tesisleri ve daha birçok fabrikalarda da kovalı elevatörler kullanılmaktadır. Kovalı elevatörlerde malzeme sonsuz bir bant veya zincirden meydana gelen bir çekme elemanına bağlanmış olan kovalar içinde taşınır. Bantlı elevatörler, bantlı konveyörlerde olduğu gibi bir tambur tarafından, zincirli elevatörler ise bir zincir dişli veya tambur tarafından tahrik edilirler.

Kovalı elevatör tipleri genel olarak şunlardır:

- ✓ Zincirli tip kovalı elevatör
- ✓ Bantlı tip kovalı elevatör
- ✓ Sıcaklığa dayanıklı tip kovalı elevatör
- ✓ Gıda normlarına uygun kovalı elevatör

Elevatör kovaları plastik ve metal kovalar olmak üzere iki çeşittir;

PLASTİK KOVALAR:

PVC kovalar elevatöre ergonomik bir yapı kazandırır. Ürünlerin zedelenmeden taşınmasını sağlar. Ağırıklı olarak gıda sektöründe, un, yem ve tahıl fabrikaları ve benzerlerinde kullanılır.

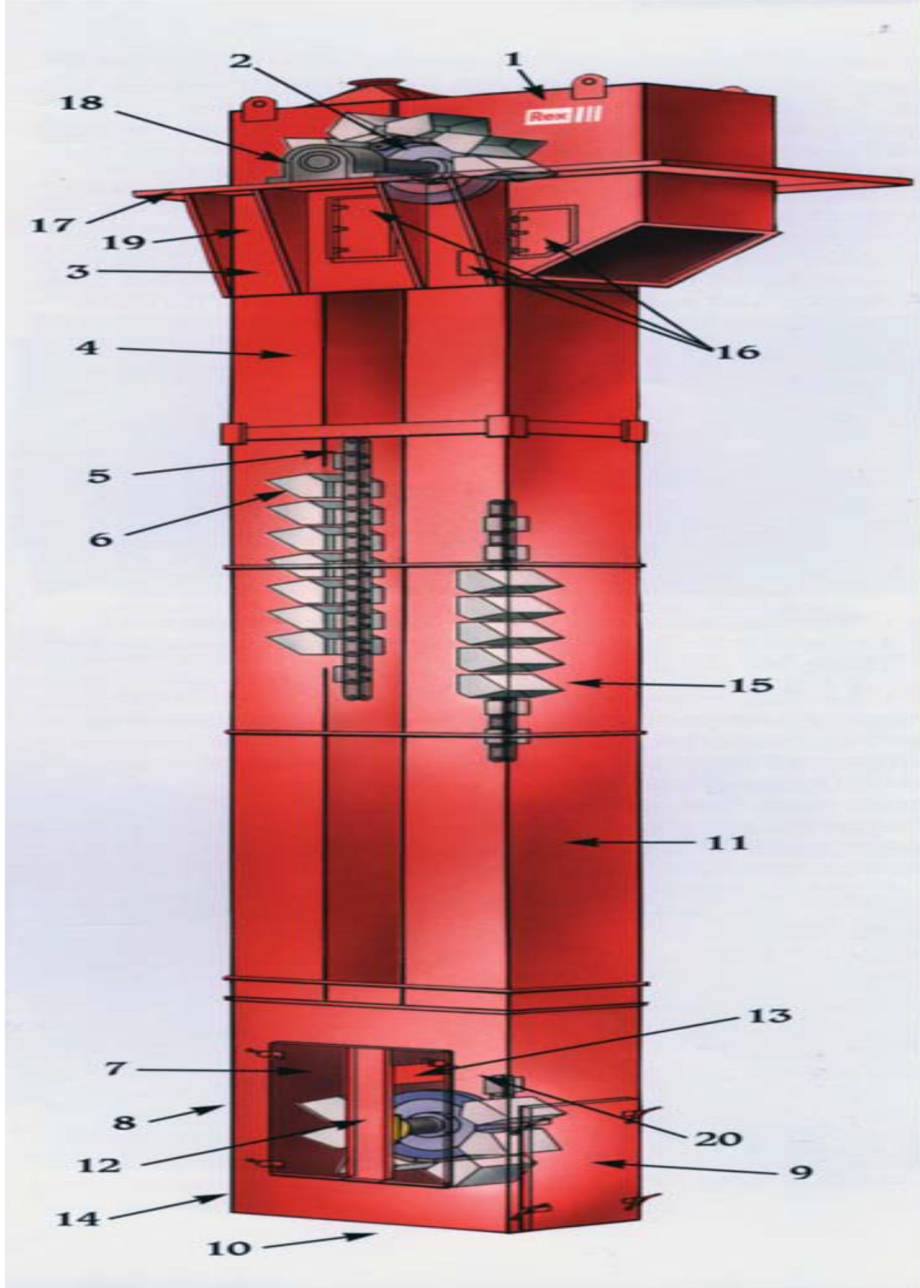
METAL KOVALAR:

Diğer kovalara göre çok daha dayanıklı ve sağlam olduğu için tercih edilir. Kum, kömür, taş, hurda, ham madde taşımak için çok idealdir. Taşınacak maddeye göre büyüklük ve derinlikleri değişir.

KOVA CİVATALARI (KOKO CİVATALARI)

Kovalı elevatörlerde kullanılan kovaların bantlara bağlanması bu amaçla üretilmiş özel civatalar ile gerçekleştirilmektedir. Sektör içinde bu tip civatalara “koko civatası” denilmektedir. Bu civataların dayanıklılığı çok önemlidir. Çünkü elevatör sistem içerisinde yer alan bir kovanın kopması bütün sistemin durmasına neden olmakta bu da üretimde ciddi kayıplara yol açmaktadır. Ayrıca gıda sektörü gibi hassas yerlerde kova ya da civata parçalarının ürüne karışması gibi olumsuz durumlar da söz konusu olabilmektedir.

KOVALI ELEVATÖRLERİN GENEL YAPISI:



1-) Boşaltma Oluğu ve Muhafazası: Çelik sacdan mamül olan oluk, yükseltilen malzmenin istenilen yere aktarılmasını sağlar, oluk önündeki flanş ile boru veya aktarma oluğuna bağlanır.

2-)Tahrik Ünitesi: Elektrik motoru ile tahrik edilen redüktöre kaplin veya kovan ile bağlı iş mili, üzerindeki tambur veya dişli ile kovaların yükselmesi sağlanır. Tahrik ünitelerinde kullanılan redüktörler, kilitleti tip olmak zorundadır. Aksi takdirde yüklü halde iken enerjinin kesilmesi durumunda yük aşağı boşalır ve temizlik zarureti doğar.

3-)Tahrik Şase (üst başlık): Tahrik ünitesini taşıyan ve çelik sacdan yapılmış, flanşlı, kaynaklı

konstrüksiyondur.

4-)Ara Gövde : Kova grubunu çevreleyen elevatör parçasıdır. Yükselen ve alçalan kovaları aynı gövde içine alan ara gövdelerde mevcuttur.

5-)Kova Zinciri: Kovaların bağlandığı dövme zincirlerdir.

6-) Kova: Malzeme taşınmasını sağlayan haznelerdir. Metal veya plastik yapılırlar.

7-) Yükleme oluğu: Malzeme transferi için elevatörün yüklendiği oluklardır.

8-) Yükleme oluğu Flanşı: Malzeme getiren makinanın boşaltma oluğu ile uyumlu, yükleme oluğuna kaynaklı flanştır.

9-)Servis kapağı: Temizleme ve bakım için kullanılan menteşeli kapaktır.

10-) Taban Plakası: Elevatörü yere sabitlemek üzere kullanılan, ankraj civatalarının bağlandığı plakadır. Kuyruk şasesine kaynaklı veya flanşlı civata bağlantılıdır.

11-) Ara Gövde: Kova grubunu çevreleyen elevatör parçasıdır. Yükselen ve alçalan kovaları aynı gövde içine alan ara gövdelerde mevcuttur.

12-) Gergi Mekanizması: Kuyruk tamburu veya avare dişlisini gerdirerek kovaların düzenli çalışmasını sağlayan, sünmeleri önleyen genellikle vidalı mekanizmalardır.

13-) Emniyet kirişi: Gergi mekanizmalarının birbirine yaklaşmasını önleyen emniyet kirişleridir.

14-) Kuyruk Şase: Kuyruk milini dolayısı ile kuruk dişlisi/tamburunu yataklayan çelik konstrüksiyon.

15-) Ara gövde Flanş contası: Ara göndeleri birbirine bağlayan flanşların arasında sızdırmazlığı sağlayan lastik contalardır.

16-) Gözlem Kapakları: Tahrik tarafında olası sıkışmalara müdahale ve gözlem için bırakılan menteşeli kapaklardır.

17-) Yatak Plakası: Tahrik tamburu/dişlisi yatakların taşıyan plakadır.

18-) Yataklar: Tahrik milinin geçtiği yuvarlanmalı yataklardır.

19-) Yatak Payandaları: Yatak plakasını destekleyen, tahrik şaseye kaynaklı plaklardır.

ÖRNEK UYGULAMA

Bir kovalı elevatör tahriki için redüktör seçimi
İşletme hakkında verilen bilgiler

İş makinası cinsi	: Kovalı elevatör
Kuvvet makinasının cinsi	: Elektrik motoru
Motor devir sayısı	: 1460 d/d
İş makinası devir sayısı niş	: 23 d/d
İş makinası için gerekli döndürme momenti Mdiş	: 9000 N.m
Günlük çalışma süresi	: 24 saat
İşletmenin bir saat içindeki duruş-kalkış sayısı	: Sürekli çalışıyor (duruş kalkış yok)
İşletmenin bir saat içindeki çalışma süresi	: 60 dakika (ED = % 100)

Redüktör motora hidrolik kavramayla, iş makinasına elastik kavramayla bağlanacaktır.

Redüktör kapalı ortamda çalışacak Çevre sıcaklığı : 20° - 25° C

Redüktör giriş devir sayısı = Motor devir sayısı : $n_1 = n_m = 1460$ d/d

Redüktör çıkış devir sayısı = İş makinası devir sayısı : $n_2 = n_iş = 23$ d/d

Bu işletme için konstrüktör tarafından uygun görülen redüktör tipleri DA3 ve DK3 modellerdir.

Hesaplanacak degerler

İs makinası için gerekli Nis gücü asagidaki formülle hesaplanır:

$$N_{iş} = M_{diş} [N.m] \cdot n_{iş} [d/d] / 9550 = 9000 \cdot 23 / 9550 = 21,7 [kw]$$

$$\text{Redüktör çevrim oranı} : i = n_1 / n_2 = 1460 / 23 = 63 / 1 \text{ olmalıdır.}$$

Emniyet katsayısı (E) hesabı

Emniyet katsayısı	E: E = fm . fis . fdk . ft formülüyle hesaplanır.
Motor faktörü	fm : Elektrik motoru ile tahrik edilen işletmede fm = 1olarak alınır.
İs makinesi faktörü	fis : Orta darbeli bir işletme cinsi olan elevatör için fis = 1,5 uygundur.
Durus - Kalkış faktörü	fdk : Sürekli çalışan, duruş kalkışa uygun işletme için fdk = 1 alınır.
Günlük çalışma süresi faktörü	ft : Günde 24 saat çalışan işletme için ft = 1,25 alınır ve böylece
	E = 1 . 1,5 . 1 . 1,25 = 1,875 bulunur

Emniyet katsayısı pratik olarak 15. sayfadaki çizelgeden de alınabilir. Elektrik motoruyla tahrik

edilen, günde 24 saat çalışan ve orta darbeli bir işletme olan elevatör için Emniyet katsayısının 15. sayfadaki çizelgede 1,9 olduğu görülmektedir.

Redüktörün tasimasi gereken güç : $N_{re} = E \cdot N_{is} = 1,9 \cdot 21,7 = 41,2$ [kw] dir.
Seçilecek redüktörün nominal gücü N_n , N_{re} gücünden büyük olmalıdır $N_n > N_{re}$

DA3 model redüktörlerin güç çizelgesinde ;
ngiris = 1460 d/d, çıkis = 23 d/d için DA3 – 560 model redüktörün taşıyabileceği nominal gücün 44 [kw] olduğu görülmektedir.
DA3 – 560 model redüktör bu işletme için uygundur.

Termik güce göre kontrol

DA3 – 560 model redüktörün termik gücü $N_t = 100$ [kw] dir. (Termik güç çizelgesinden)
 $N_t > N_{re}$ olduğundan, DA3 – 560 model redüktör soğutmaya gerek kalmadan N_{re} gücünü tasir.
DK3 – 450 model redüktörün nominal gücünün aynı çalışma şartlarında 45 [kw] olduğu çizelgede görülmektedir.
 $N_n > N_{re}$ olduğundan DK3 – 450 model de bu işletmede kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR:

- 1-) <http://www.muhendislikbilgileri.com/>
- 2-) <http://www.kirmaelemeyikamatesisi.com/>
- 3-) <http://kirmaelemeyikamatesisi.com/wp-content/uploads/2013/04/Madenlerde-nakliyat.pdf>
- 4-) <http://www.metso.com/>
- 5-) <http://www.migem.gov.tr/links/kaynakca/sozluk/sozluk>
- 6-) <http://www.dissan.com.tr/teknikbilgiler.asp?ID=30>

