

# Cevher Hazırlamada Mobil Kırma-Eleme Teknolojileri Uygulamaları

## *Mobile Crushing & Screening Applications in Mineral Processing*

A. Kızılay

*Yoltaş Yol Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul*

**ÖZET** Cevher hazırlamada kullanılan kırma-eleme tesisleri genelde sabit olarak kurulmakta, kırılacak malzeme kamyonlarla veya konveyör bantlarla bu tesise beslenmekte ve işlenmektedir. Yaygın olarak yapılan bu uygulama, bazı durumlarda ihtiyaçları, teknik veya ekonomik açıdan tam olarak karşılayamamaktadır. Cevher hazırlama makineleri sektörü, bu gerçekten hareketle, kırma ve eleme makinelerini mobil olarak üretmeye başlamıştır. İlk dönemde, kırma ve eleme makineleri basit, genelde tek akslı ve lastik tekerlekli çelik şaseler üzerine yerleştirilmiştir. Bu şekilde üretilen makinelerin tesisin kurulacağı yere taşınması bir nebze kolaylaşmış, ancak bunlar daha sonra işletme sırasında adeta bir sabit tesise dönüşmüştür. Yapılan AR-GE çalışmaları ve teknik geliştirmeler sonucunda, cevher hazırlama sektöründe yeni bir dönem açan gerçek anlamda mobil üniteler üretilerek kullanıcıların hizmetine sunulmuştur

Bu çalışmanın amacı, üretici teknik bilgileri ve uzun yıllara dayanan pratik saha çalışmaları deneyimi ışığında, alışlagelmiş sabit kırma-eleme uygulamalarına oranla daha az bilinen mobil kırma-eleme uygulamalarını sektör temsilcilerine aktarmak; mobil kırma-eleme ünitelerinin sağladığı avantajları, mobil ünite tipleri, bunlarda kullanılan kırıcı tipleri ve pratik saha uygulamalarında elde edilmiş veriler ile ilgili bilgi vermektir. Sonuç olarak, geliştirilmiş tasarım ve modern teknoloji ile üretilen, ses ve egzoz gazı emisyonu, alınan teknolojik önlemlerle asgariye indirilen mobil ünitelerin kullanımı, uygulama kolaylığı, ekonomi ve çevre bilinci açılarından sabit tesislere oranla çeşitli avantajlar sağlamaktadır.

**ABSTRACT** Generally, crushing & screening plants for mineral processing are build up as stationary plants. Lorries or belt conveyors are used the feed the material to be processed. This common application cannot fulfill the technical or economical requirements in all cases. Due to this fact, the producers of mineral processing machinery started to design and construct mobile units. At the beginning the crushing and screening machines were installed on wheeled simple chassis. This was useful for the easy transportation of the equipment to the job site, but later on they were used like an stationary equipment. After R&D efforts and technical improvements completely mobile crushing, screening and crushing & screening units are developed and offered for users.

The aim of this study is to share the technical data of producers and the gained long-term site experience related to mobile crushing & screening technologies with professional colleagues; to provide information about the advantages of mobile crushing & screening units, the types of mobile units, the crushers used on the mobile units and data of practical site applications. As a result, modern mobile units with reduced sound and dust emission on a minimum level can be a practical, economical and environment-friendly solution in comparison with stationary plants.

## 1 GİRİŞ

Cevher hazırlamada kullanılan kırma-eleme tesisleri genelde sabit olarak kurulmakta, kırılacak malzeme kamyonlarla veya konveyör bantlarla bu tesise beslenmekte ve işlenmektedir. Yaygın olarak yapılan bu uygulama, bazı durumlarda ihtiyaçları, teknik veya ekonomik açıdan tam olarak karşılayamamaktadır. Cevher hazırlama makineleri sektörü, bu gerçekten hareketle, kırma ve eleme makinelerini mobil olarak üretmeye başlamıştır. İlk dönemde, kırma ve eleme makineleri basit, genelde tek akslı ve lastik tekerlekli çelik şaseler üzerine yerleştirilmiştir. Bu şekilde üretilen makinelerin tesisin kurulacağı yere taşınması bir nebze kolaylaşmış, ancak bunlar daha sonra işletme sırasında adeta bir sabit tesise dönüşmüştür.

90'lı yılların başlarında iki Almanya'nın birleşmesi sonrasında, eski Doğu Almanya topraklarındaki genelde eski ve zararlı asbest içeren betonarme binaların yıkılmasında oluşan molozun yerinde kırılarak işlenmesi ihtiyacı, mobil kırıcıların geliştirilmesinde önemli bir katkı sağlamıştır.

Yapılan AR-GE çalışmaları ve teknik geliştirmeler sonucunda, cevher hazırlama sektöründe yeni bir dönem açan gerçek anlamda mobil kırma, eleme ve kırma-eleme üniteleri üretilerek kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Bilindiği gibi, madenlerde ve taş ocaklarında kullanılan kırma ve eleme tesisleri geniş bir alana yayılmaktadır, ayrıca ses ve toz emisyonu oldukça yüksektir. Geliştirilmiş tasarım ve modern teknoloji ile üretilen mobil kırma, eleme ve kırma-eleme üniteleri, tiplerine göre trafiğe çıkabilecek kompakt boyutlarda üretilmektedir. Ayrıca ses ve egzoz gazı emisyonu, alınan teknolojik önlemlerle asgariye indirilmiştir.

Mobil kırıcı üniteleri genelde bir şasi üzerine monte edilmiş besleme bunkerli, titreşimli besleyici, kırıcı ve ürün çıkış bandını içermektedir. Tiplerine göre, kırıcı öncesi ince veya kirli malzemeyi ayırmak için by-pass elek veya çıkış bandından sonra özellikle iri malzemenin kırıcıya geri

beslenmesini sağlayan 1 veya 2 katlı elek içeren üniteler de mevcuttur. Nihai ürün elde etmek isteniyorsa, 2 veya 3 katlı ayrı bir mobil elek ünitesi kullanılması hem ünite ağırlığı hem de eleme verimliliği açısından daha uygun ve ekonomik olacaktır.

## 2 AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, bildiri yazarının cevher hazırlama sektöründeki 20 yılı aşkın deneyimi ile alışlagelmiş sabit kırma-eleme tesislerine göre daha az bilinen mobil kırma-eleme teknolojilerine ilişkin bilgi ve deneyimlerini, sektör temsilcileri ve meslektaşları ile paylaşmaktır.

Çalışmada, ana hatları ile, mobil kırıcı, elek ve kırma-eleme ünitelerinin sağladığı avantajlar, hareket özelliğine göre mobil ünite tipleri, mobil ünitelerde genelde kullanılan kırıcı tipleri ele alınmış; ayrıca pratik saha uygulamalarından elde edilen işletmeye yönelik bilgilere yer verilmiştir.

## 3 MOBİL UYGULAMA AVANTAJI

### 3.1 İşletme içi taşımının azaltılması

Sabit tesislerde kırıcıya beslenecek iri malzemenin saha içinde taşınması, yoğun bir kamyon trafiğini gerektirmektedir. Buna bağlı olarak yüksek araç, bakım-onarım ve yakıt maliyetleri oluşmakta, yüksek insan gücü gerekmekte ve bunun doğal bir sonucu olarak kaza riski de artmaktadır. Zaman içinde doğal olarak ocak ile sabit tesis arasındaki mesafe artacağından, saha içi taşıma maliyetleri de artacaktır. Bu maliyet, çoğu zaman olağan karşılanan, dikkate alınmayan, maliyet hesaplarına dahil edilmeyen ancak ekonomik açıdan yük getiren önemli bir unsurdur. Buna karşın, saha içinde hareket eden bir mobil kırıcı örneğin bir taş ocağında ayna boyunca ilerleyerek malzemenin elde edildiği yerde en azından primer kırma işlemini gerçekleştirirse, sabit kırma-eleme

tesisine taşınacak malzeme boyutu küçülecek, iri malzemeye oranla taşıma için gerekli olan ağır tonajlı araç sefer sayısı azaltılabilecek, personel, yakıt ve araç işletme maliyetleri açısından önemli oranda bir ekonomi sağlanabilecektir.

Bu durumda yerinde kırılmış malzemenin teknik açıdan makul uzunlukta ve ihtiyaca göre modüler olarak birbiri ardına eklenecek sabit veya mobil konveyör bantlarla sekonder ve tersiyer kırmanın yapılacağı yere taşınması da söz konusu olabilir.

Bir diğer alternatif de, ikinci bir mobil kırıcı kullanılarak, sekonder hatta tersiyer kırma işleminin de malzemenin elde edildiği yerde yapılması olabilir.

### 3.2 Hızlı kurulum ve işletmeye alma

Sabit kırma-eleme tesislerinin kurulması genelde uzun zaman ve önemli oranda insan gücü gerektiren bir işlemdir. Modern mobil kırıcı, eleme ve kırma-eleme üniteleri, birkaç saat gibi çok kısa bir sürede kurularak işletmeye hazır hale getirilebilir. Kurulum ve işletmeye alma için eğitimli bir iki kişi yeterlidir.

Aynı husus, iş bitiminde ünitenin toplanarak nakliyyeye hazır duruma getirilmesi için de geçerlidir. Mobil üniteler kısa bir süre içinde toplanarak nakledilmeye hazır duruma getirilerek bir başka sahaya kolaylıkla taşınabilir, birkaç saat gibi çok kısa bir süre içinde tekrar kurularak işletmeye alınabilir.

Kurulum sırasında temel, yükleme rampası, elektrik tesisatı v.b. yapımı uzun süren ve maliyetli altyapı işleri gerekmez. Bu nedenle tesisin ileride sökülmesi ve başka yere taşınması durumunda da geride görüntü kirliliği yaratacak tesis aksamı kalmaz.

### 3.3 Çalışma yerine yakın kullanım

Hızlı kurulum ve işletmeye alma özelliği ile mobil üniteler, karayolu, demiryolu, tünel ve benzeri sürekli ilerleyen yapı projelerinde de mobil kırma-eleme teknolojisi ile önemli oranda ekonomi

sağlanabilir; proje ilerledikçe, güncel çalışma yerine yakın bir taş ocağında mobil üniteler kullanılarak malzeme taşıma maliyetleri aşağı çekilebilir.

Mobil ünitelerin sağlayacağı bir diğer önemli avantaj da, günümüzde özellikle büyük kentlerde yoğun bir şekilde gündemde olan ve gün geçtikçe daha da önem kazanacak olan kentsel dönüşüm projelerinde kullanıma uygunluktur. Mobil üniteler, kolay taşınabilirlik ve hızlı kurulum özellikleri ile doğrudan yıkım yerinde kullanılarak beton ve betonarme molozlarının geri dönüşümüne olacak sağlamaktadırlar. Kompakt yapıları; düşük ses ve egzoz gazı emisyonu; uygulanan gelişmiş toz bastırma sistemleri ile yerleşim alanlarında da kullanıma uygundur.

## 4 MOBİL ÜNİTE TİPLERİ

### 4.1 Hareket özelliğine göre tipler

Mobil üniteler, hareket özelliklerine göre üç tipe ayrılır.

#### 4.1.1 Lastik tekerlekli üniteler

Lastik tekerlekli üniteler, bir veya birden fazla dingil üzerindeki çelik şasi üzerine monte edilmiş ünitelerdir. Özellikle mobil kırıcıların ilk dönemlerinde üretilmişlerdir. Kendinden tahrikli olmayan bu tür üniteler, gerektiği zaman bir çekici tarafından çekilerek nakledilebilir. Genelde kırıcının kullanım yerine taşınmasını kolaylaştıran bir uygulama olarak kullanılmış olup, bu tip üniteler daha sonra kullanım sırasında adeta sabit bir tesis haline dönüşmüştür ve mobil özelliklerini kaybetmişlerdir.

Dünyadaki önde gelen üretici firmalar, uzunca bir süredir hareket kabiliyeti nispeten kısıtlı olan lastik tekerlekli üniteleri üretmemektedir.

#### 4.1.2 Paletli üniteler

Son aşamada mobil üniteler, diğer iş makinelerinde yaygın olarak kullanılan paletler üzerinde üretilmeye başlamıştır. Bu

gelişme, gerçek anlamda bir hareketliliği de beraberinde getirmiştir. Bu uygulama, ünitelerin ağırlığını ve maliyetini arttırmakla birlikte, üniteye entegre jeneratörlü tahrik sistemi, uygulama hızı ve kolaylığı sağlamıştır. Günümüzde ağırlıklı olarak bu tip mobil üniteler üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu ünitelerin ağırlıkları, tiplerine göre 10-15 tondan başlamakta, özel uygulamalarda ise 80-90 tona ulaşabilmektedir. Yaygın kullanılan tipler 30-40 ton ağırlığındadır. Kapasiteleri ise 50-500 ton/saat aralığındadır.

#### **4.1.3 Yarı mobil üniteler**

Yarı mobil üniteler mobil çelik şasi üzerine monte edilmiş ünitelerdir. Tahrik ve yürüyüş aksamı olmadığından bir vinç yardımı ile kamyonu yüklenerek kullanım yerine taşınırlar. Bu nedenle, saha içinde fazla hareket gerektirmeyen uygulamalar için düşük maliyetli ekonomik bir çözüm oluştururlar.

### **4.2 Tahrik özelliğine göre tipler**

Mobil ünite üzerindeki kırıcıların tahriki üç şekilde gerçekleşmektedir.

#### **4.2.1 Doğrudan tahrik**

Bu sistemde ünite üzerindeki jeneratör doğrudan kırıcıya bağlıdır. Sistemin avantajı, basit olmasıdır, ancak stabilite, ömür ve işletme maliyet açısından dezavantajlıdır.

#### **4.2.2 Dizel-hidrolik tahrik**

Bu sistemde ünite üzerinde ünite için elektrik üreten bir jeneratör bulunur. Jeneratörün ürettiği mekanik enerji hidrolik olarak kırıcıya aktarılır. Bu aktarım bir tork çevirici veya hidrostatik şanzıman ile gerçekleşir. Sistemin verimliliği %65-75 civarındadır. Avantajı, kırıcı devrinin kolay ayarlanabilirliği olmakla birlikte, işletme maliyeti ve güvenilirlik açısından dezavantajlıdır. Ayrıca bu tip sistemlerde şebeke elektriğine başlanma olanağı da

yoktur. Bu husus, işletme maliyetini arttıran bir unsurdur.

#### **4.2.3 Dizel-elektrikli tahrik**

Bu sistemde de ünite için elektrik üreten bir jeneratör mevcuttur. Jeneratörün ürettiği elektrik, kırıcıya kayış-kasnak sistemi ile bağlı olan elektrik motorunu besler. Verimlilik %75-85 civarındadır. Basit, stabil, güvenilir, fazla arıza çıkartmayan bir sistemdir. Dezavantajı, kırıcı devir sayısını değiştirmek için kasnak değişikliği veya özellikle büyük güçteki motorlarda maliyeti yüksek olan frekans konvertörü gerektirmesidir. İlk yatırım maliyeti, yukarıdaki diğer iki sisteme oranla biraz daha yüksek olmakla uzun vadede diğer sistemlere göre işletme maliyeti daha düşüktür. 300-330 ton/saat kapasiteli kırıcı bir ünite 2.000 çalışma saatinde sağlanan yakıt tasarrufu, doğrudan tahrikli sisteme göre yaklaşık %50, dizel-hidrolik tahrikli sisteme göre % 70 dir. Bu sistemin bir önemli avantajı da, kullanılacak bir ek pano üzerinden elektrik şebekesine bağlanma olanağıdır.

### **4.3 Kullanılan kırıcıya göre tipler**

Prensip olarak mobil kırma, eleme ve kırma-eleme ünitelerinde cevher hazırlamada kullanılan her tip kırıcı kullanılabilir. Ancak günümüzde yaygın olarak kullanılan üç kırıcı tipi aşağıda belirtilmiştir.

#### **4.3.1 Çeneli kırıcı**

Çeneli kırıcılar primer kırıcı olarak ön kırma işlemine uygundur. İşletme maliyeti düşük, kullanımı kolay olan bu tip kırıcılardan elde edilen ürün genelde nihai kullanıma uygun olmayıp, ayrıca sekonder ve gerekirse bir sonraki aşamada tersiyer kırıcılarda kırılarak nihai ürün haline getirilir.

#### **4.3.2 Darbeli kırıcı**

Darbeli kırıcılar genelde sekonder kırıcı olarak kullanılmakla birlikte, son yıllarda

primer-sekonder kullanıma uygun, sekonder tiplere oranla daha büyük malzeme besleme olanağı sunan tipleri de geliştirilmiştir. Bu tip kırıcılarda beslenen malzeme darbe ile kırıldığından, nihai ürün olarak kullanılmaya çok uygun, kübik ürün elde edilir. İnce malzeme ihtiyacı fazla ise, işletme maliyeti ve kapasite açısından, çene aralığını kısmak yerine ayrıca tersiyer kırıcı kullanılması daha uygun olacaktır.

### 4.3.3 Konik kırıcı

Yukarıda belirtilen iki tip kırıcı kadar yaygın olmamakla birlikte özel amaçlı olarak konik kırıcılı mobil üniteler de üretilmektedir. Sekonder ve tersiyer kırıcı olarak kullanılan konik kırıcılardan elde edilen ürün de genelde nihai ürün olarak kullanıma uygundur.

## 5 PRATİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

### 5.1 150 ton/saat kapasiteli darbeli kırıcı

Üzerinde rotor çapı 1.000 mm, rotor genişliği 1.000 mm olan bir darbeli kırıcı bulunan bir ünitenin kapasitesi azami 150 ton/saat kadardır. Bu kapasite, malzeme cinsine ve istenilen nihai ürüne göre azalabilir. Üzerinde bu tip bir darbeli kırıcı, besleme bunker, titreşimli besleyici, çıkış bandı ve jeneratör bulunan paletli mobil bir ünitenin ağırlığı yaklaşık 30 tondur. Ünite uzunluğu yaklaşık 12-13 m., genişliği yaklaşık 2,60 – 3,00 m. ve yüksekliği yaklaşık 3,30-4,00 m.dir. 225 KVA'lık bir jeneratör, ünitenin tüm enerji ihtiyacını karşılayabilecektir. Dizel-hidrolik tahrik sistemli bir ünite de saatlik yakıt tüketimi 15-18 litre mertebesindedir.

### 5.2 330 ton/saat kapasiteli darbeli kırıcı

Üzerinde rotor çapı 1.300 mm, rotor genişliği 1.300 mm olan bir darbeli kırıcının kapasitesi azami 330 ton/saat kadardır. Bu kapasite, malzeme cinsine ve istenilen nihai ürüne göre azalabilir. Üzerinde bu tip bir darbeli kırıcı, besleme bunker, titreşimli besleyici, kırıcı öncesi 2

katlı by-pass elek, çıkış bandı, kırıcı sonrası 2 katlı titreşimli elek ve jeneratör bulunan paletli mobil bir ünitenin ağırlığı yaklaşık 70 tondur. Çalışma konumunda ünite uzunluğu yaklaşık 22-23 m., genişliği yaklaşık 15-16 m. ve yüksekliği yaklaşık 4,70-5,00 m.dir. Nakliye konumunda ise uzunluk 20-21 m., genişlik 3,50-3,80 m ve yükseklik 3,50-4,00 m. olmaktadır. 400 KVA'lık bir jeneratör, ünitenin tüm enerji ihtiyacını karşılayabilecektir. Dizel-hidrolik tahrik sistemli bir ünite de saatlik yakıt tüketimi 28-30 litre mertebesindedir.

## 6 SONUÇ

Son yıllarda kullanımı artan, modern teknoloji ile üretilen mobil kırma, eleme ve kırma-eleme tesisleri, alışlagelmiş sabit tesislere oranla hızlı kurulum ve işletmeye alma, değişen işletme şartlarına göre kolay ve hızlı yer değişimi, işgücü ve işletme maliyetleri açısından tasarruf sağlama avantajları getiren, çevre dostu bir çözümdür.

## KAYNAKLAR

Maschinenfabrik Liezen und Giesserei Ges.m.b.H, Liezen, Avusturya, muhtelif ürün katalogları  
SBM Mineral Processing Ges.m.b.H., Oberweis, Avusturya, Muhtelif ürün katalogları