

Agrega Üretiminde Kırma-Eleme ve Taşın Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Önemi

Importance of Crushing and Screening Methods and Physico-mechanic Properties of Rocks in the Aggregate Production

Adil HALİLİ

Kancataş Ins Mad Tahh San Ltd Şti İşletme Müdürü Gebze, Kocaeli

ÖZET: Kırma-eleme tesislerinde verimlilik ve kalitenin en uygun şartlarda sağlanabilmesi için kırma-eleme tesislerinin dizaynı, kırıcı, elek ve konveyör bant seçimi, kırılacak malzemenin jeolojik, teknolojik, jeomekanik ve yapısal özellikleri dikkate alınarak yapılmalıdır. Ayrıca ocaktan kırıcıya gelen malzeme homojen değilse ve kullanılan formasyon jeolojik süreç içerisinde farklı yapısal hareketler etkisi ile kırıklı ve çatlaklı yüzeyler ihtiva ediyorsa, malzemede bu süreksizlikler boyunca ezilme, bozulma, ayrışma ve alterasyon etkisi ile sütü, killi ve demir oksitli zonlar oluşur. Bu özellikler kırmataş üretimini, kalitesini, çalışma düzeni ve kapasitesini olumsuz etkiler. Kaliteli ve kübik malzeme üretimi için taşın yapısal özellikleri ile birlikte taşın kırılma şekli de önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kırma-Eleme Tesisleri, Jeolojik Süreksizlikler, Primer (Çeneli) **Kırıcılar**, Sekonder (Rotorlu) **Kırıcılar**, Tersiyer (Dik milli) **Kırıcılar**

ABSTRACT: In order to obtain productivity and quality in the aggregate production, geological, geomechanical, technological and structural properties of the rock materials in the quarries should be taken into consideration in the design of crushing screening factories and the choice of machinery required. If the rock material running through the crusher is not homogeneous and the formation from which is obtained has some cracks and fissures due to various tectonic deformations in the geological record, it may contain silty, clayey and iron-oxidized zones formed as a result of milonitisation, alteration and weathering along such discontinuities. If these discontinuities are abundant (i.e. present in the rocks over a certain extent), not only may they reduce the quality of the aggregate, but also result in a negative effect on the capacity of the aggregate mining in the quarries as a whole. In the production of a good quality cubic shaped aggregate, the mode of crushing is important as much as the structural properties of the rock material.

Keywords : Crushing-Screening factories, Structural discontinuities, Primary (Jaw) Crushers, Secondary (Rotary) Crushers, Tertiary (with vertical axes) Crushers

1. GİRİŞ

Kırma-eleme tesisleri maden sektöründe üretilen cevherlerin işlenmesi, inşaat sektöründe kırmataş üretimi, (asfalt, beton, yol malzemesi vs.) için kullanılan elektro-mekanik tesislerdir.

Malzeme üretiminde kalite ve maliyet dengesinin sağlanabilmesi için gerekli bilgi ve tecrübenin oluşumu hiçte kolay değildir. Zira çok farklı meslek disiplinlerinin (maden, inşaat, jeoloji, makina, elektrik ve elektronik, işletme, iktisat vs.) bir ekip halinde, koordineli bir şekilde çalışmaları gerekmektedir. Böyle bir geniş yelpazeli bilgi birikiminin oluşması da doğal olarak zordur. Ancak en uygun kırma-eleme teknolojisini yakalayabilmek için çok nadir de olsa özverili çalışan işletmeler görmek mümkündür.

Taşocaklarından çıkarılan malzeme genellikle üç farklı kırma işlemine tabi tutulur. Primer, sekonder ve tersiyer olarak adlandırılan bu kırma sistemleri sonucunda malzeme nihai eleklerden geçirilerek istenilen boyutlarda sınıflandırılarak kırmataş (agrega) üretiminin son aşaması tamamlanmış olur.

2. KIRMA-ELEME TEKNOLOJİSİ

Kırmataş üretimi 4 ana aşamada gerçekleşir. Bu üretim aşamasındaki maliyet oranlarının analizi, kırma eleme'nin ne denli önemli olduğunu göstermektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Taşocaklarında Malzeme Üretim Aşamaları

Üretim Aşamaları	Maliyet Oranları
1. Delme- Patlatma	% 18-21
2. Gevşetme, Ufalama ve Yükleme	% 15-17
3. Taşıma	% 14- 16
4. Kırma - Eleme	% 46 - 53

2.1. Primer Kırıcılar

Primer kırıcılar; primer çeneli kırıcılar ve primer rotorlu kırıcılar olarak iki çeşittir.

Primer çeneli kırıcılar gövde, sabit çene ve pitmandan (oynak çene) oluşurlar. Kırma işlemi yapılırken, pitman ileri geri hareket dengesini yaylar vasıtasıyla sağlar. Eksantrik gezmesi ve yay esneme ölçüsü ileri geri hareket mesafesini sağlar. Çeneli kırıcı malzemeyi sıkıştırarak kırdığı için üretim genellikle yapraksıdır.

Her türlü dağ ve dere malzemesinin kırılmasında kullanılan bu kırıcılar, taşın ilk kırma işlemi yaparlar ve tesisin büyüklüğüne göre kırılma boyutları ayarlanabilir. 140'lık bir kırıcının çene açıklığı 18-20 cm'dir. Ülkemizde primer kırıcı olarak genellikle primer çeneli kırıcı sistemi kullanılmaktadır. Bu kırıcılar yaklaşık 200-300 devir/dakika ile çalışır.

Primer rotorlu kırıcılar; gövde, rotor ve çarpma plakalarından oluşurlar. Rotorda sıralı bıçaklar vardır. Kapak bölümünde kırma ve çarpma astarları vardır. Gövde içi komple aşınma astarları ile kaplıdır. Bu tip kırıcılar çarptırma ve sıkıştırma ile kırma işlemi yaptığı için çeneli kırıcılara oranla daha kaliteli (kübik) üretim yaparlar. Ancak primer rotorlu kırıcı kullanımı ülkemizde pek yaygın değildir.

2.2. Sekonder Kırıcılar

Sekonder kırıcılar sekonder çeneli kırıcı, sekonder darbeli kırıcı, sekonder rotorlu kırıcı olarak üretilmektedir.

Sekonder çeneli kırıcılar yapraksı malzeme kırdığından dolayı sekonder kırıcı olarak pek tercih edilmemektedir. Bu kırıcılar primer çeneli kırıcıların aynısıdır. Fakat primer çeneli kırıcılara oranla daha yüksek bir devirde çalışırlar. Devir sayısı % 25 oranında daha fazladır.

Sekonder darbeli kırıcılar çarptırma özellikleri olduklarından dolayı kübik malzeme üretirler. Bu kırıcılar gövde ve rotordan oluşurlar. Rotor üzerine kama ve civatalarla bıçaklar monte edilir. Ön yüzünde kaburgalar vardır. Rotor bıçakları malzemeyi kaburgalara çarptırarak kırarlar. Genellikle 200-450 devir/dakika ile çalışırlar.

Sekonder rotorlu kırıcılar çarpma ve sıkıştırma özellikleri olduklarından dolayı karışık malzeme üretirler. Bu tip kırıcılar 400-600 devir/dakika ile dönerler ve primer rotorlu kırıcılarla aynı sistemde üretilirler.

2.3. Tersiyer Kırıcılar

Tersiyer kırıcılar merdaneli, çekiçli (değirmen), darbeli, konik ve düşey milli kırıcılar şeklinde dizayn edilirler.

Merdaneli kırıcılar, tamamen sıkıştırarak kırma yaparlar. Birbirine ters istikamette dönen iki tamburdan oluşurlar. Arasına aldığı malzemeyi iki tambur arasında sıkıştırarak kırma yaptığı için, üretimleri yapraksıdır ve darbeli kırıcılara kıyasla daha az toz üretirler.

Çekiçli kırıcılar, gövde ve rotordan oluşurlar. Rotorla bağlanan çok sayıdaki çekiç yüksek devir (600-1500 devir/dakika) sayesinde çarpma işlemini yaparlar. Dolayısıyla üretimler kübik ve kalitelidir. Ayrıca kireçtaşı gibi yumuşak malzemelerde kum oranını da (0-5 mm) arttırlar.

Darbeli kırıcılar, hem sekonder hem de tersiyer olarak kullanılmaktadır. Çarpıtırma özellikleri oldukları için kübik ve kaliteli malzeme üretirler.

Düşey milli kırıcılar, hem sekonder hem de tersiyer amaçlı kullanılırlar. Bu kırıcılar tamamen çarpma ile kırma yaptıkları için üretimleri kübik ve çok kalitelidir. Düşey milli kırıcılar, gövde ve düşey milde bulunan rotordan oluşurlar. Gövdenin içi komple sabit astarlarla kaplıdır. Rotorla ise bıçaklar monte edilmiş durumdadır. Kırma işlemini; hızlı devri (1000—1500 devir/dakika) sayesinde malzemeyi astarlarla ve birbirlerine çarptırarak gerçekleştirmektedir.

Konik kırıcılar, sekonder ve tersiyer olarak kullanılırlar. Bu kırıcılar sert ve aşındırıcı malzemeleri kırmak için geliştirilmiştir. Kendi eksenini etrafında (100-1500 devir/dakika) dönerek malzemeyi ezme ve darbe etkisiyle kırarlar.

Kırma ve eleme tesislerindeki üretim kapasitesinin sağlıklı olabilmesi için kırıcılar arasındaki kırma dengesi sağlanmalıdır. Yani sekonder kırıcının deşarj aralığı primer kırıcının deşarj aralığına göre ayarlanmalıdır. Tersiyer kırıcının deşarj aralığı ise sekonder kırıcının deşarj aralığına ve ayrıca eleğin en üst elek ebadına uygun olarak ayarlanmalıdır. Örneğin; 140'lık bir kırma-eleme tesisinin primer açıklığı 18 cm iken sekonder açıklığı 6 cm, tersiyer açıklığı 2,5 cm olmalıdır. Böylece tesise verilen malzemenin tesis içinde fazla kalması

engellenmiş olur. Bu da üretimin sağlıklı ve verimli olmasını sağlar.

2.4. Elekler

Kırma işleminden sonra en önemli parametre elek sistemidir. Primer kırıcıdan çıkan malzeme ön elek dediğimiz ağır hizmet eleğinden (ızgaralı ön elek) geçirilir. Böylece primer kırıcıdan çıkan malzemenin istenilen ebadının (30-40 mm'den ufak olan parçalarının) sekonder kırıcıya girmeden ayırıcı eleğe (nihai elek) gitmesi sağlanır veya nihai ürünün temiz ve kaliteli olması için bu malzeme yol malzemesi veya ikinci kalite ürün olarak sistem dışına çıkartılır. Bu sistem taş tozu oranının (0-5 mm) düşmesine ve agregaya (kırmataş) üretiminin artmasına yardımcı olur.

Sekonder ve tersiyer kırıcılardan çıkan malzemenin ayırma işlemi nihai eleklerle yapılır. Bu elekler 3 veya 4 katlı olup meyilli ve yatay elek şeklindedir. Devirleri dakikada 500 ile 1500 olan bu eleklerin titreşim sistemleri ileri-geri ve yukarı-aşağıdır.

2.5. Konveyör Bantlar

Ocaktan kamyonlarla gelen malzeme bunkere boşaltılır. Bunkerdeki malzeme ızgaralı titreşimli besleyici vasıtasıyla baypass oluğu ve primer kırıcıya aktarılır. Baypass oluğundan akan malzeme taşıyıcı bant (konveyör bant) ile stabilize malzemesi veya atık malzeme (Baypass) olarak kırma-eleme sisteminden uzaklaştırılır.

Kırma-eleme sistemi içerisinde malzemenin taşınma işlemi (primer kırıcıdan ön elek ve sekonder kırıcıya, buradan nihai elek ve tersiyer kırıcıya ve en son stok alanına) farklı boyutlardaki konveyör bantları ile yapılmaktadır.

Konveyör bantlar şase üzerine yerleştirilmiş alt ve üst taşıyıcı makaralarla çalışırlar. Kafa ve kuyruk bölümlerde bulunan tamburlar hareket mekanizmasını sağlarlar. Konveyör bantların sağa ve sola kaymaması için yan bölmelerde istikamet makaraları vardır. Ayrıca kapalı maden işletmelerinde zincirli konveyörlerde kullanılmaktadır.

3. KIRMA-ELEMEYİ ETKİLEYEN PARAMETRELER

Kırma-eleme tesislerinin maksimum kapasitesi ve ürünlerin kalitesi kuru ve temiz taş ortamı için dizayn edilmiştir. Yani kuru ve temiz taş, kırıcılar için ideal bir çalışma malzemesidir.

Eğer ocaktan gelen taş homojen değilse ve kullanılan formasyon jeolojik süreç içerisinde farklı yapısal hareketler etkisi ile kırıklı ve çatlaklı yüzeyler ihtiva ediyorsa malzemede bu süreksizlikler boyunca ezilme, bozulma, ayrışma ve alterasyon etkisi ile si İtli, killi ve demir oksitli zonlar oluşur. Bu zonlar sağlam taşla iç içe bulunduğu için malzemenin yapısı ve rengini olumsuz etkiler (Erguvanlı 1946). 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 baypass işlemi tam anlamı ile yapılamaz; sıvanmak, yapışmak ve topraklanmak suretiyle bozuk malzemenin bir kısmı üretim sistemine girerek hem nihai ürünlerin kalitesini olumsuz etkiler; hem de bunkerdeki 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 (Halili ve Gözübol 1999).

Yağışlı havalarda sulu ve ıslak malzeme kırmanın başka bir olumsuz etkisi de konveyör bantların kayma ve patinaj yapmasına neden olmasıdır. Sulu 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 0-5 mm'nin gözlerini sıvayacağından 5-12 mm ve hatta 12-18 mm bile tozlu çıkar. Ayrıca yağışlı havalar ocak içi artık malzemesinin artmasına da neden olur. Başka bir deyişle normal hava şartlarında kırılacak malzemenin bir kısmı hafriyat malzemesi olarak ocaktan uzaklaştırılır. Bu da üretim maliyetinin artmasına neden olur. Ocak içi makinalarının sağlıklı bir ortamda

çalışabilmeleri için ocak içi suyu kontrollü olarak tahliye edilmelidir. Suyun bir kısmının; yollar 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 elemenden çıkan toz oranı en aza indirilmiş olur (Halili 2000).

Kırma-eleme tesislerinde diğer bir önemli parametre taşın sertlik derecesi ve katman kalınlığıdır. Sert ve kırılğan (rijit) taşlarda kırıcı (primer) açıklığını arttırmak mümkündür. Taşın ince ve orta katmanlı (özellikle tortul kayalarda) oluşu, kırılan malzemenin yassılık endeksini olumsuz etkiler. Bu da malzemenin yapraklı 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 (Halili 2000).

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 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, yetmiş ve kalifiye elemanlar kullanılmalıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Kırma-eleme tesislerinde kırıcı makina (primer, sekonder, tersiyer kırıcılar), elek ve bant seçimi, tesis ve oluk dizaynı, bant yüksekliği ve eğimi, elek ve kırıcı kapasitesi (üretim kapasitesi), besleyici titreşimi, motor devirleri vs. taşın jeolojik, yapısal, jeomekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri göz önünde tutularak yapılmalıdır. Zira jeolojik ortama göre makina yapmak, makinaya göre taş hazırlamaktan daha kolaydır.

- Kırmataş (agrega) kalitesini etkileyen parametrelerin başında taşın kırılma (sıkıştırarak kırma, çarptırılarak kırma) ile ocak

malzemesinin litolojik, yapısal ve fiziksel özellikleri gelir.

- Kaliteli ve kübik malzeme üretimi için çarpıtma özellikli (malzemeyi astarlara ve birbirine çarpıtıran) düşey milli kırıcıların kullanılması daha uygun sonuçlar vermektedir.
- Kırma tesislerindeki kırıcı bıçaklarının (primer, sekonder ve tersiyer) dökümündeki kimyasal karışım, taşın litolojisine (mineralojik, petrografik ve kimyasal analizine) ve çalışma ortamının hidrolojik ve hidrojeolojik durumuna göre ayarlanmalıdır. Böylece bıçak ve astarlardaki aşınma minimize edilir.
- Kireçtaşı, kumtaşı, bazalt vb. gibi farklı kayalar için, aynı özellikte kırıcı aksesuarları kullanılmamalıdır. İmalatçı firmaların taşın teknolojik, kimyasal, petrografik, yapısal ve hidrojeolojik özelliklerine uygun aksesuar geliştirmeleri kırma-elemenin kalite ve verimliliğini artırarak üretim maliyetini düşürecektir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılmasında yapıcı eleştirilerinden dolayı Sayın Hüseyin İlgaz'a (Maden Müh. ve İşletmeci), Saldıray Yedikel'e (Topoğraf ve İşletmeci) teşekkür ederim.

Kaynaklar

- [1] Altınlı, Soytürk I.E., Saka N., 1970, Hereke Tavşanlı-Tepecik alanının Jeolojisi, İÜ. Fen Fak. Mecmuası, Seri B., Cilt XXXV, Sayı 1-2, sayfa 67-69.
- [2] Erguvanlı K., 1946, Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının inşaat bakımından etüdü ve civarının jeolojisi, İTÜ, 88.5.
- [3] Hahli A., Gözübol A.M., 1999, Hereke Formasyonu'nun (Gebze Kireçtaşı) Kırmataş özelliği ve kırma-eleme tesislerindeki davranışı, 2. Ulusal Kırmataş Sempozyumu TMMOB. Maden ve Jeoloji Müh. Odaları İstanbul, Sayfa- 89-97.
- [4] Halili A. 2000, Hereke Formasyonu'nun (Gebze Kireçtaşı) Delme -Patlatma açısından incelenmesi, 4. Delme-Patlatma Sempozyumu, TMMOB, Maden Müh. Odası.

