



ENVIROMENTAL PROBLEMS OF THE MINING OPERATIONS DUE TO THE GEOLOGICAL STRUCTURE: BUILDING DAMAGE

O. ŞAN & İ. NUHOĞLU

* Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Kütahya, Türkiye
osmansan@dumlupinar.edu.tr

** Dumlupınar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,
Kütahya, Türkiye
nuhoglu@dumlupinar.edu.tr

ABSTRACT

This paper presents the environmental problems (building damage) of mining operations due to the geological structure and discussed that how can determined the previously formed such a problem.

Keywords: Tectonic, Mining, Environmental problems

TEKTONİK OLARAK HASSAS BÖLGELERDE MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN ÇEVRESEL SORUNLARI: YAPI HASARLARI

ÖZET

Bu makalede tektonik olarak hassas bölgelerde (fay'lı) yapılan madencilik faaliyetlerinin oluşturduğu çevresel sorunlar yapı hasarı yönüyle değerlendirilmiş ve bu hasarların geçmişe yönelik tespitinin nasıl yapılacağı açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tektonik, Madencilik, Çevre Sorunları

1. GİRİŞ

Madencilik faaliyetlerinin çevresel sorunları, bölgede yerleşim birimleri bulunduğu çok daha farklı boyut kazanmaktadır. Bölgede tarım toprakları istismak edilmiş dolayısıyla buna bağlı tarımsal üretimler ve hayvancılık yapılamamaktadır. Uzun yıllar süren madencilik faaliyetleri sebebiyle bölgedeki stabilite bozulmuş dolayısıyla bölgenin su kaynakları ya yok olmuş veya başka bölgelere kaymıştır. Eğer bölge tektonik açıdan hassas ise (fay'lı bölgeler) sorunlar katlanarak artacaktır. Madencilik faaliyetleri ile bozulan doğal denge stabil hale gelene kadar burada hareketlenmeler olacak ve buna bağlı yeni sorunlar ortaya çıkacaktır.

Yerleşim birimlerine yakın bölgelerde madencilik faaliyeti yapıldığında dava konusu olan en önemli sorunlardan biri yapı hasarlarıdır. İşletmemiz çevresindeki yapılarda hasar oluşmaya başladığında sürdürdüğü madencilik faaliyetleri ile ilgili bazı yenilikler yapmaktadır. Bunlar: (i) kullandığı patlayıcı miktarını azaltma, (ii) sarsıntıyı azaltıcı patlatma sistemleri kullanma ve (i) daha kaliteli nitrat kullanımı olmaktadır. Alınan bu tedbirler ile yapı hasarları azalırken, bazı bölgelerde ciddi boyutta hasar oluşmaya devam etmektedir. Bunun sebebi olarak iki konu öne çıkmaktadır, bunlar: (i) bölgenin jeolojik yapısı ve (ii) yapıların fenne uygun olarak inşa edilmemiş olması'dır.

Bu makalede tektonik olarak hassas bölgelerde (fay'lı) yapılan madencilik faaliyetlerinde uygulanan kazı yöntemleri, patlatmalarda kullanılan nitrat çeşidi ve homojen ANFO hazırlamanın etkileri açıklanmıştır. Ayrıca, işletmelerin geçmiş yıllarda fay'lı bölgelerde kazı yaptığının nasıl tespit edileceği açıklanmaktadır.

2. PATLATMA ŞİDDETİ VE YAYINIMI

Patlatmalardan kaynaklanan şok dalgaları, kayaç içersinde sismik dalgalar halinde yayılır ve enerjileri tükeninceye kadar devam ederler. Enerji sönmesinin iki nedeni vardır. (i) kaya yapısının fiziksel ve jeolojik direnci, (ii) sismik dalgaların kaynağından uzaklaştıkça daha geniş bir alana yayılarak etkilerinin azalmasıdır. Herhangi bir kayıt noktasında elde edilen dalga çeşitleri şunlardır:

- Gövde Dalgaları: Bu dalgalar (i) Uzunlamasına, (ii) Dik ve (iii) Kesmesine.
- Yüzey Dalgaları: Gövde dalgalarının herhangi bir süreksizliğe ulaşması ile oluşur.

Patlatmadan kaynaklanan sarsıntılardan doğacak problemleri gidermek için değerlendirilmesi gereken konu, bir kaynaktan yayılan sismik dalgaların herhangi bir noktaya ulaştığında X, Y, Z eksenlerinde oluşturduğu maksimum harekettir.

Bir kaynaktan yayılan sismik dalga, herhangi bir noktada bulunan yapıya ulaştığında, yapının oturduğu kayaçta deformasyon oluşturur. Deformasyon yeteri kadar şiddetli ise yapıda hasar meydana getirir. Sarsıntının çevreye yayılmasında en önemli rolü, kayaç yapısının sönme katsayısı görmektedir. Kayaç yapıları, içersinde yol almakta olan elastik deformasyonlara direnç gösterirler. Bu direnci yoğunluk, elastik modül ve poisson oranı gibi fiziksel parametrelerin yanısıra çatlak sistemleri, yer altı suyu, mineral oryantasyonu, fay'lanmalar ve kıvrılmalar gibi jeolojik elemanlar belirler. Patlatma ile oluşturulan sarsıntılarda, kaya yapısının özelliklerine ek olarak patlatılan patlayıcı miktarı ile sarsıntının kaydedildiği noktaya olan uzaklığı önemlidir. Bu amaçla ortaya konulan bağıntı [1]:

$$V = k (R/Q^{1/2})^{-\beta} \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte; V gövde hızı (mm/sn), R ölçüm noktasının patlatma yerinden uzaklığı (m), Q patlayıcı miktarı (kg), k ve β sarsıntı limit ve sönümlenme katsayılarıdır. Bu eşitlik çoğu araştırmacılar tarafından % 50 güvenilir bulunmaktadır. Değişik literatürler incelendiğinde k ve β için bazı değerlerin verildiği görülmektedir. Ancak, doğru olan her bölge için patlatmalar yapılarak, her coğrafik yön için k ve β katsayısını belirlemektir. İşletme panolarında patlatma yapılan nokta ile hasar gören yapı arasındaki coğrafik yön üretim gereği sürekli değişmektedir. Tektonik açıdan hassas bölgelerde standart bir

örnekleme yapmanın güçlüğü ortadadır. Bazen sıradan bir patlatma jeolojik ve tektonik açıdan uygun yayılımı yakaladığında beklenmedik hasarlara yol açabilir. Bu tür bölgelerde patlatma yapılacaksa mutlaka özel önlemler alınmalıdır.

Frekans zemindeki bir parçacığın bir saniyede kaç kere sallandığını gösterir. Frekans devir/saniye veya Hertz (Hz) birimi ile ifade edilir. Patlatma yerinden uzaklaşılacağına sarsıntının özellikleri ve niteliği daha çok yer sarsıntısı dalgasının iletiği kayaç ve zemin ortamının özellikleri tarafından belirlenir. Buradan görüldüğü gibi, arazi katsayıları ve yer sarsıntısının frekansı hasar oluşumunda önemli bir faktördür. Yer sarsıntısının frekans özellikleri başlıca iki unsurdan etkilenir: (i) jeolojik ve tektonik yapı (fay'lı, kırıklı, kıvrımlı vb.) ve (ii) patlatmada verilen gecikme aralığı.

3. TEKTONİK AÇIDAN HASSAS BÖLGELERDE MADENCİLİK FAALİYETLERİ

Yapılarda hasar meydana gelme olasılığı, patlatmanın oluşturduğu uyarıcı dalganın frekansı ile söz konusu yapıların doğal (özyapısal) frekansının birbirleri ile olan ilişkisine bağlıdır. Patlatmalarda en kritik durum zemindeki uyarıcı dalganın frekansının bina özyapısal frekansına eşit veya ondan biraz büyük olduğunda meydana gelir. Bu durumda bina rezonansa girer ve zemindeki uyarıcı dalga geçip gittiği halde bina sarsılmaya devam eder. Zemindeki uyarıcı dalganın genliği yeterli düzeyde olmasa bile rezonans halindeki binanın bu genliği birkaç kez arttırması sonucu bina yinede hasarlanabilir. Yapının rezonansa sokulmasında bir diğer etken faktör normal şok dalgaları biter bitmez büyük genlikli, düşük frekanslı ikinci bir dalganın yapıları vurmasıdır. Bu olay bölgenin fay'lı olan jeolojik yapısından kaynaklanmaktadır. Fay aynalarının yüzeyleri, yansımaya bağlı olarak kendilerine çarpan şok dalgalarını düşük frekanslı dalgalara dönüştürmektedir. Düşük frekanslı olan bu dalga formları yüksek genlikleri sebebiyle binaları rezonansa sokarak yapılarda hasar meydana getirmektedir.

Tektonik açıdan hassas bölgelerde düşük dereceli sarsıntılar dahi burada yayılım göstererek çevredeki yerleşim birimlerine zarar verebilir. Dolayısıyla bu bölgelerde yapılacak madencilik faaliyetleri aşağıdaki önlemleri almayı gerektirir:

1. Alt kotlara inildikçe sarsıntının fay'lı yapılar ile uzak noktalara taşınabileceği ve buradaki yapılarda hasar oluşturabileceğini dikkate alarak: (i) patlatmalarda sarsıntıyı azaltıcı sistemler kullanılmalıdır (düşey ve yatay gecikme birlikte verilmeli), (ii) daha kaliteli nitrat seçilmelidir ve (iii) patlayıcı miktarı düşürülmelidir.
2. Killi (killi marn) formasyonlarda delik aralıkları daraltılarak malzemenin öne itilmesine dikkat edilmelidir. Killi zonlarda delik aralıkları büyük seçildiğinde patlatma büyük oranda vibrasyona dönüşmektedir.
3. Topuk altı delgi payı vermeden kazı yapılmalıdır. Topuk altı delgi payı patlatma sonrası sarsıntıyı arttırmaktadır, özellikle fay'lı bölgelerde topuk altı delgi yapılmadan kazı yapılması daha uygundur. Ege Linyitleri İşletmesi'nde (ELİ) bu konuda bir uygulama başlatılmıştır, bu işletme son yıllarda bölgedeki yerleşim birimlerine hasar vermemek amacıyla topuk altına delik delme işleminden tamamen vazgeçmiştir. Bu sistem kazı ekipmanlarındaki halat sisteminin daha erken eskimesine sebep olmaktadır, maliyetine rağmen ELİ çalışmalarında bu uygulamayı sürdürmektedir.

4. İşletmenin pasa döküm sahası seçiminde son derece özen gösterilmelidir. Bölge jeolojik açıdan hassas bir konumda olabilir, fay'lı bölgeler döküm sahası olarak seçilmemelidir (bu konuda fizibilite çalışmaları mutlaka yapılmalıdır).

Pasa harmanlarında milyonlarca ton basınç oluşturulduğu unutulmamalıdır. Bu konuda bir örnek verilecek olursa Garp Linyitleri İşletmesi'nin (GLİ) bir yıllık dekapaj çalışması her yıl bir Atatürk Barajı hafriyatı kadardır. Eğer bölgede fay'lar bulunuyorsa, bu fay'larda zaman içerisinde hareketlenme kaçınılmazdır. Bu hareketlenmeye bölgedeki madencilik faaliyeti dışındaki sarsıntılar da (doğal depremler gibi) yardımcı olabilir. Bölgede yapılan dinamit atımları ise harman basınçları ile birlikte fay'da hareketlenmeyi doğrudan etkileyecektir. Diğer bir deyimle, fay üzerine yükleme yapıldığında stabilitesini daha kolay kaybeder ve fay'da hareketlenme daha kısa sürede meydana gelir.

4. PATLAMALARDA KULLANILAN AMONYUM NİTRAT KALİTESİ

ANFO Prill-Poroz Amonyum Nitrat (Prill-TAN) yerine düşük kaliteli teknik amonyum nitrat'ın (TAN) patlatmalarda kullanılması halinde aşağıdaki olumsuzluklarla karşılaşmaktadır:

1. TAN daha ince tanelidir, Prill-TAN'da görülen akıcı özellik bu patlayıcıda yoktur, özellikle mazotla karıştırıldıktan sonra deliklerde iyi bir sıkılama yapılamamaktadır. Bu ise patlatmanın gücünü azaltmaktadır. Düşük güçte gerçekleşen patlatmalarda enerji kayaları kırma yerine, vibrasyon etkisi gösteren sismik enerjiye dönüşmektedir. Bunun sonucunda patlatma ile meydana gelen sarsıntı daha fazla olmaktadır.
2. TAN havada bulunan nem'den etkilenerek topaklanmaktadır, daha sonra ise bu yapı sertleşmektedir. ANFO hazırlamadan önce bu topaklar ağaç tokmaklarla dağıtılmaya çalışılmaktadır, böylece henüz sertleşmemiş topaklar kısmen dağıtılabilmektedir. Bu şekilde bir malzemenin homojen yapılı ANFO hazırlama imkanı yoktur, ayrıca hazırlanan ANFO'nun deliklere sıkılanması da sağlıklı olmamaktadır. Malzemenin bu özellikleri istenen şiddette bir patlatmayı imkansız hale getirmektedir.
3. TAN'ın mazot emme oranı düşüktür. TAN'a katılan mazot, nitrat tanelerinin yüzeyine adsorbe olmaktadır, Prill-TAN ise mazotu gözenekli yapısından dolayı bünyesine emmektedir. Dolayısıyla TAN ile arzu edilen özelliklerde ANFO hazırlamak mümkün değildir, bu ise doğrudan patlatma gücünü azaltmaktadır.
4. Prill-TAN'a göre TAN'ın özgül ağırlığı % 20 oranında daha fazladır. İşletmede deliklerde kullanılacak ANFO miktarı ağırlığa göre tespit edildiğinden, TAN ile hazırlanan ANFO delikte daha az yer kaplamakta, bu ise sıkılama boyunu arttırmaktadır. Bunun sonucunda işletmede planlanan delik geometrisi bozulmakta ve patlatma verimi düşmektedir.

Buradan görüldüğü gibi, kullanılan patlayıcının patlatmada sağlayacağı verim, bu malzemenin kalitesi olarak tanımlanabilecek fiziksel ve mekanik özellikleri tarafından belirlenir. Dolayısıyla tektonik açıdan hassas bölgelerde, özellikle madencilik faaliyetleri yerleşim yerlerine de yakın ise burada yapılacak patlatmalarda, kullanılacak patlayıcının

kalitesine son derece önem verilmesi gerekmektedir. Bilindiği gibi, patlatma sonucunda ortaya çıkan enerji kaya birimlerine şok ve gaz enerjisi olarak yansır. Güçleri düşük patlayıcılar kullanıldığında, örneğin kaliteli olmayan teknik amonyum nitrat kullanılması, ayrıca iyi yapılmayan sıkılama sonucunda, çalışma enerjisine bağlı olarak şok enerjisinin düşmesine sebep olur, bu ise sert ve orta sert kayalarda enerjinin büyük bölümünü sismik enerjiye dönüştürür. Sismik enerji ise vibrasyon etkisi meydana getirerek patlatma sonucunda oluşan sarsıntıyı artırır. Düşük kaliteli patlayıcılar kullanıldığında karışımlarına ne kadar özen gösterilirse gösterilsin orta sert ve sert formasyonlarda oluşacak enerjinin büyük bölümü boşa gidecektir. Halbuki daha güçlü patlayıcılarla yapılacak patlatmalarda oluşacak enerjinin büyük bölümü kayayı kırmaya harcanacaktır.

5. ANFO HAZIRLAMA YÖNTEMLERİ

ANFO hazırlanırken katkı maddelerinin oranlarının iyi ayarlanması gerekmektedir. Karışımlar için ölçekli kapların kullanılmasında büyük fayda vardır. Doğru oranlarda yapılan karışımlarda reaksiyon ısıları en üst düzeye çıkmaktadır [2]. Örnek olarak % 5.7 oranında yapılan mazot karışımı 971 Cal/gr enerji verirken, % 4 oranında yapılan mazot karışımından % 30 oranında daha az enerji alınmaktadır. Bunun sonucunda patlatma gücü düşmekte, patlatma ile oluşan sarsıntı miktarı ise artmaktadır.

ANFO'da homojen bir karışım sağlanmadığından atımlar verimsiz olmaktadır, dolayısıyla bunu gidermek için delik başına daha fazla ANFO ve yemleyici kullanılmaktadır. Bu uygulama patlatma ile meydana gelen sarsıntının şiddetini daha da arttırmaktadır.

6. YAPI HASARI BELİRLEME

Tektonik olarak hassas bölgelerde yapılan patlatmalar, eğer patlatma noktası ile yapı arasında fay gibi süreksizlikler varsa yapıyı rezonansa sokar ve hasarlandırır. Fay'lı bir bölgede yıllar süren madencilik çalışmalarında "... fay düzleminde veya yakınında hiç patlatma yapılmadı" iddiası gerçekçi olamaz, "... fay sisteminin etkisi olmuştur" iddiası ise detaylı inceleme gerektirir. Fay sisteminin sarsıntılara bağlı yapı hasarı oluşturmasını geçmişe dönük belirlemek, o tarihlerde sarsıntı ölçümünün yapılmış olması ile doğrudan mümkündür. Bu tür bilgiye ulaşmak için işletmede sistematik olarak sarsıntı ölçümlerinin yapılmış olması gerekir. Bugüne kadar ülkemizde bu tür kayıt yapan bir işletmeye rastlanmamıştır (işletmelere maliyet getirecek bu şekildeki bir uygulama ancak yasal düzenleme ile sağlanabilir). Daha önceki yıllara ait bu şekilde bir kayıt yoksa fay sisteminin yapı hasarı oluşturduğuna dair iki türlü sorgulama yapılabilir:

- (i) yapı hasarı ile ilgili şikayetler bazı dönemlerde artmıştır, bölgede yapılacak araştırmalar ile belirlenebilir,
- (ii) yapılarda hasar oluşumu sistematiktir, fay düzlemleri boyunca gelişir ve yapıda genellikle makaslama çatlağı şeklinde oluşur. Yapı hasarları ve yapı-zemin ilişkisi incelenerek ortaya konulabilir.

7. SONUÇLAR

Ülkemizde madencilik faaliyetlerinin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik önlemler işletmeler tarafından zaman içerisinde uygulamaya konulduğu görülmektedir. Alınan

tedbirlerle birlikte yapı hasarlarında azalma olmuştur. Ancak tektonik açıdan hassas bölgelerdeki yapılarda ciddi hasarlar oluşmaya devam etmektedir. Bu hasarlanmalarda jeolojik yapının etkisinin yanında yapıların fenne uygun olarak yapılmayışı da etkilidir. Bu tür hasarlanmalara bağlı hukuki süreç yapı sahipleri lehine gelişmektedir [3]. İşletmeler tektonik olarak hassas bölgelerde bulunan yapıları ya istimlak etmeli yada burada sürdüreceği madencilik faaliyetlerinin ek maliyetlerini yatırım programlarına almalıdırlar.

KAYNAKLAR

- [1] C. H. Dowding, *Blast Vibration Monitoring and Control*, Prentice- Hall, (1985), 297.
- [2] O. Patır, T. Atakuru, ve N. Çoğupluğil, *GLİ Tunçbilek Bölgesi Açık Ocaklarında Patlatma Çalışmalarının Değerlendirilmesi*, Türkiye Madencilik Bilimsel 11. Kongresi, 24-28 Nisan (1989), 137-159.
- [3] T.C. Yargıtay 4. Hukuk Dairesi 2001/7039 esas ve 2001/11741 sayılı kararı.