

AÇIK OCAKLARDA DİNAMİTLEME SONUCU OLUŞAN TİTREŞİMLER, HAVA ŞOKLARI ve YERLEŞİM BÖLGELERİNDE ALINACAK ÖNLEMLER

Metin Özdoğan(*)

Lağım sonucu oluşan titreşim ve hava şokları özellikle açık maden işletmelerine yakın yerlerde oturan halkın çeşitli şikayetlerine neden olur.

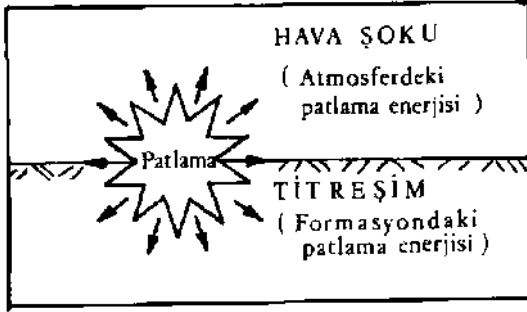
Bu sarsıntı ve hava şoklarını, hem yakın binaları tahribattan korumak hem de halkın şikayetlerini azaltmak bakımından kontrol altında tutmak gerekir.

Bu sarsıntı ve şoklara eğilimin diğer bir nedeni de, bunların İş görmeden boşa giden patlama enerjisini temsil etmeleri ndendir. Boşa giden patlama enerjisi malzemeyi gevşetme işinde kullanılmayan enerji demektir.

Bu yazıda titreşim ve şoklar konusunda kısa kuramsal bilgi verilmekte; konuyla ilgili çeşitli çalış-

malar aktarılmakta; arazi gözlemlerinin ve deneysel çalışmaların ışığı altında bazı pratik formüller geliştirilmekte ve alınabilecek Önlemler sayılabilmektedir.

Aslında, daha sağlıklı tedbirler alınabilmesi için bu konuda uzman teknik elemanların değerlendirilmesi ve titreşim genliği, hava şoku ses seviyesi, vb. gibi verileri tespit edebilecek Özel aygıtlara gerektirir.



Şekil 1: Dinamitleme sonucu oluşan titreşim ve hava şoku.

Dinamitleme sonucunda çok büyük bir patlama enerjisi oluşur (Şekil 1). Bu enerji hem şok, hem de gaz basıncı şeklinde açığa çıkar ve çevresindeki malzemeyi gevşetir.

Bu da, ortamda, patlama noktasından itibaren dış doğru bütün yönlere yayılan bir basınç dalgası doğurur.

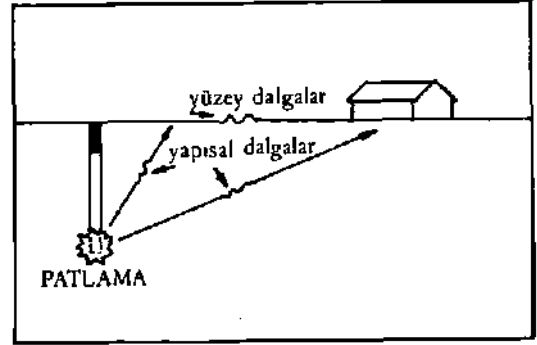
Şayet patlama enerjisini taşıyan bu basınç dalgası atmosferde ilerliyorsa hava şoku, katman içinden ya da arazi yüzeyinden yayılıyorsa dinamitleme titreşimi adını alır.

2. DİNAMİTLEMEDEN DOĞAN TİTREŞİMLER

2.1. Kısa Kuramsal Bilgi

Şekil 2'de görüldüğü gibi patlama sonucunda yer katmanları içinde deliğin hemen çevresinde basınç dalgaları oluşur. Basınç dalgaları yayılmaya başlar, patlama noktasından uzaklaştıkça duruş (sta-

bilileye) ulaşır ve sismik dalga adı verilen dalga cinsine dönüşür. Sismik dalgaya titreşim dalgası adı verilebilir.



Şekil 2: Titreşim dalgaları (sismik dalgalar)

Sismik dalga ilerlemesinin iki türü vardır. Yer katmanlarından yayılan titreşim dalgasına yapısal dalga, yer yüzeyinden ilerleyen titreşim dalgasına ise yüzeysel dalga denir.

Kayaçlar, aslında, birbirine çimento maddesiyle bağlanmış çok küçük parçacıklardan oluşurlar. Bu bağlayıcı maddede çok az miktarda da olsa bir elastiklik vardır. Titreşim sırasında bu küçük parçacıkların basınç dalgasının ilerlemesi sırasında yerlerinden oynatılması veya devrindirilmesi olayıdır. Yerinden oynatılan bu parçacıklar bağlayıcı maddenin elastik özelliğinden titreşim salınımı (osilasyon) hareketine başlarlar. Salınım sönünce bu parçacıklar da eski konumlarına dönerler. Dinamitleme titreşimi dökümlerinin esas hareket eden parçacıkların salınım şiddetinin ölçülüp tespit edilmesidir.

Bu ölçümler duyarlı titreşim-ölçer (sismograf) aygıtları yardımıyla yapılır. Bu aygıtlarla yapılan kayıtlara titreşim kayıtları (sismografı) denir.

Titreşim kayıtlarının işe yarayabilecekleri için incelenip yorumlanmaları gerekir. Titreşim şiddeti ölçümlerinde bilinmesi gereken 4 deyim vardır. Bunlar elastik dalga kuramına göre parçacıkların yer katmanlarındaki hareketleriyle ilgilidir.

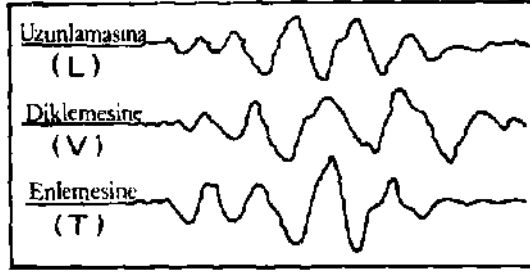
Titreşim genliği (A) • Salınım sırasında parçacığın devinme mesafesi (inç-mm)

Hız (V) - Salınım sırasında parçacığın devinme hızı; yazıcı aygıtlarla genellikle tepe hızı (maksimum hız) kaydedilir (İnç/saniye -cm/sn).

İvme (a) - Salınım sırasında parçacık hızı değişme oranı (ft/sn² -cm/sn²)

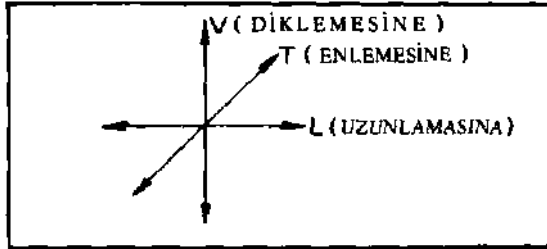
Frekans (f) - Parçacığın bir saniye içinde maruz kaldığı salınım sayısı (periyod/sn - Hertz)

Titreşimden doğan tahribat genellikle 3 ila 100 Hertz arasındaki frekanslarda oluşmaktadır.



Şekil 3: Tıdık bir titreşim kaydı (sismogram)

Şekil 3'de tipik bir titreşim kaydı görülmektedir. Titreşim kayıtları parçacıkların birbirine dik 3 boyutlu devimlerinin titreşim ölçer aygıtlarla yazılmasından oluşur.



Şekil 4: Titreşen bir parçacığın 3 boyutlu devinim).

Şekil 4, dalga ilerleme yönüne göre parçacığın uzunlamasına (L), diklemesine (V), ve enlemesine (T) devinimlerini göstermektedir.

Titreşim Ölçer aygıtlar tiplerine göre titreşen parçacıkların yer değişimini, hızını ve ivmesini yazabilirler. Titreşim şiddetinin sağlıklı bir biçimde tanımlanabilmesi ve iyi bir gözlem yapılabilmesi için parçacığın uzunlamasına, enlemesine ve diklemesine devinimlerinin kaydedilmesi gerekir; zira parçacık aslında 3 boyutlu bir ortamda devinmektedir.

2.2. Çeşitli Deneysel Yaklaşımlar:

20. yüzyılın başlarından beri dinamitlemeden doğan zararlı sarsıntıların azaltılması konusunda araştırma ve incelemeler yapılagelmektedir. Bu çalışmalar ve birikim sonucunda bugün bu konuda bazı önemli pratik sonuçlara ulaşılmış bulunmaktadır. Bu konuya özellikle iki ülke İngiltere ve Amerika önemli katkıda bulunmuşlardır. İngilizler titreşim sırasında parçacığın yer değiştirme mesafesini (titreşim genliği) Amerikalılar ise parçacık hızını çalışmalarında esas almışlardır.

2.1. İngiltere'de Yapılan Deneysel Çalışmalar

G. Morris tarafından yapılan çalışmalar İngiltere'de yapılan bütün diğer çalışmaları etkilemiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi Dr.G. Morris binaların cinsine göre aşılması gereken sınır titreşim genliği değerlerini saptamıştır.

Çizelge 1. Yapı türüne göre güvenli titreşim düzeyleri

Yapı Türü	Aşılması gereken titreşim genliği (mm)
Değerli yapılar, maden kuyuları, kötü durumdaki evler, eski uygarlıklara ait anıtlar, vb.	0.1
Toplu halde bulunan binalar.	0.2
Birbirinden ayrı bulunan binalar.	0.4
Mühendislik yapıları.	0.76

Çizelge 2. Arazi parametresi "K" değerleri

Dinamitlemenin yapıldığı oluşum	Binanın bulunduğu oluşum	K1 (metrik)	K2 (İngiliz)
Kaya	Kaya	0.57-1.15	0.05-0.10
Kaya	Kil	1.15-2.30	0.10-0.20
Kil	Kaya	1.15-2.30	0.10-0.20
Kil	Kil	2.30-3.40	0.20-0.30

2.2.2. Amerika'da yapılan deneysel çalışmalar:

Amerikalıların çalışmaları daha ziyade Amerikan Maden Bürosunun (U.S.B.M.) bu konuda yaptığı araştırmalara dayanmaktadır. Amerikan Maden Bürosunun titreşimlerle ilgili çalışmaları her ne kadar 1900 yıllarında başlamışsa da, konuya ciddi olarak eğilinmesi 1959 yıllarına rastlar. 12 yıl süren araştırma ve inceleme dönemi sonunda varılan sonuçlar 1971 yılında bir rapor halinde yayımlanmıştır.

Arazi gözlemleri patlayıcı madde miktarı, patlama noktasının yapıya uzaklığı ve uzunlamasına titreşim genliği (amplitud) arasında aşağıdaki bağıntının varlığını göstermektedir.

$$A = \frac{AVL}{D}$$

A= Maksimum genlik (mm; inç)

E= Gecikme periyodu başına düşen maksimum patlayıcı madde miktarı (kg; lb)

D= Patlama noktasıyla ölçümün yapıldığı yer arasındaki uzaklık (m; ft)

K= Arazi parametresi (K1; K2)

Formülü kullanırken bütün birimlerin ya metrik ya da İngiliz ölçü birimleri cinsinden olmasına dikkat edilmelidir. Formül 150 metre ve daha uzak mesafeler için geçerlidir.

Amerikan Maden Bürosunca önerilen yöntem parçacık hızını temel alır. Bu yöntem bütün dünyada benimsenmekte; en etkin ve en çağdaş yaklaşım olarak kabul edilmektedir.

Pratik amaçlar için parçacık hızı aşağıdaki formülden hesaplanabilir.

$$V = 2\sqrt{FA}$$

V=Parçacık hızı (cm/sn; inç/sn)

F=Frekans (hertz)

A=Genlik (amplitud) (mm; inç)

Parçacık hızının patlayıcı madde miktarı ve mesafe ile bağıntısını gösteren şu formül de Amerikan Maden Bürosu tarafından verilmektedir.

$$V = K \left(\frac{D}{E} \right)^{-B}$$

V= Parçacık hızı (cm/sn ; inç/sn)

D=Ateşleme noktasıyla titreşim kayıt istasyonu arasındaki mesafe (m ; ft)

E=Gecikme periyodu başına düşen maksimum patlayıcı madde miktarı (kg ; lb)

K=Dinamitlenen yerin elastik özelliklerine bağlı bir arazi parametresi

E—Dinamitlenen yerin elastik özelliklerine bağlı diğer bir arazi parametresi.

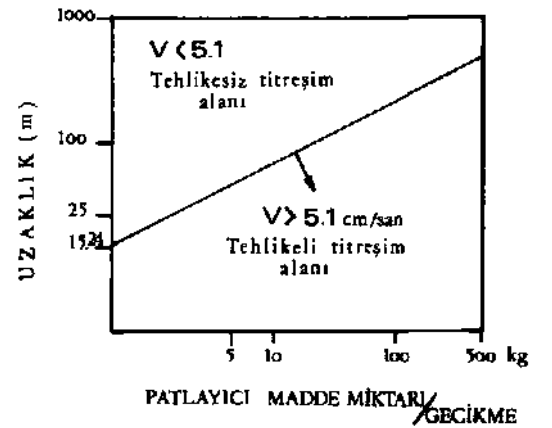
Bu formülün de kullanılmasında bütün birimlerin ya metrik ya da İngiliz ölçü sistemi cinsinden olmasına dikkat etmelidir. K ve B değişmezleri (sabitler) arazide yapılacak bir dizi aygıtlı ölçüm sonunda tespit edilirler. Şayet bu sabitleri ölçme olanağımız yoksa emniyetli mesafe oranı, Ds, dediğimiz şu ampirik yaklaşımdan yararlanabiliriz;

$$D < \frac{D}{VE} > 23 \quad D, \frac{D}{VE} > 50$$

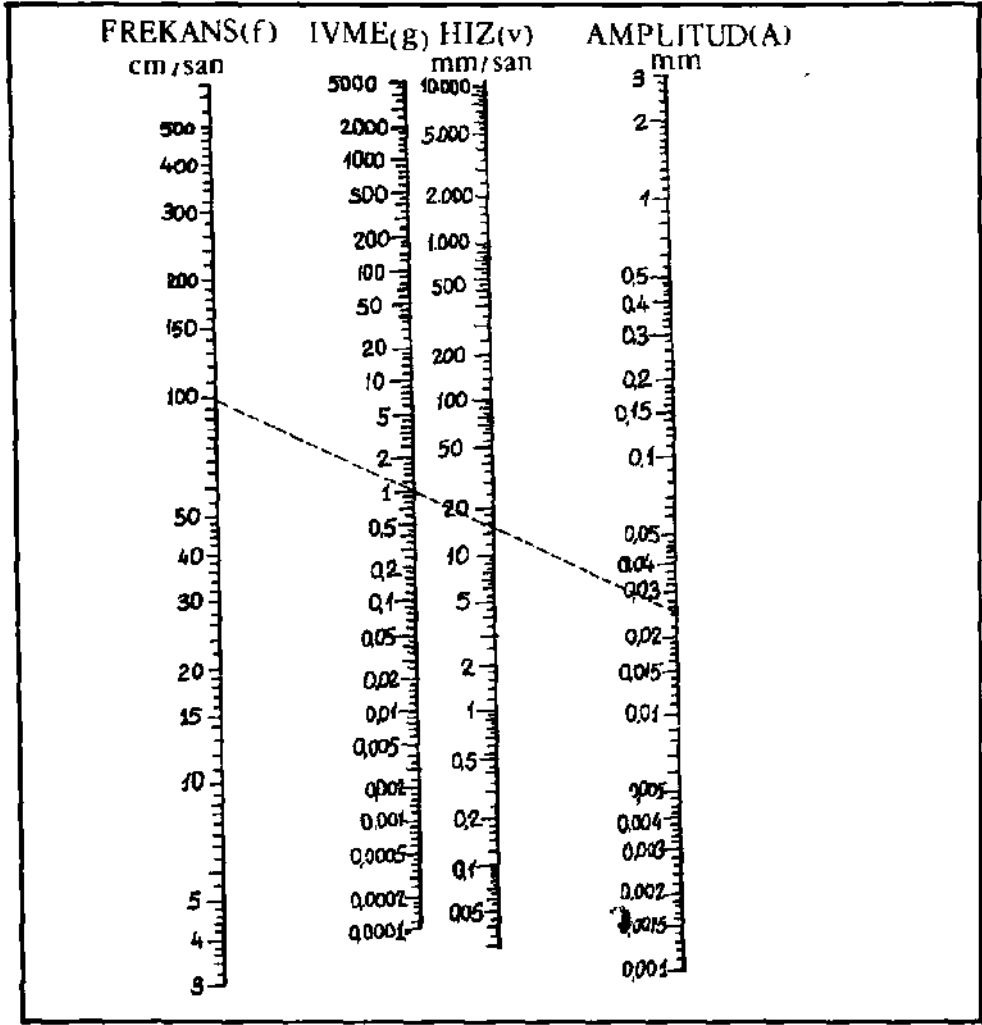
(Metrik sistemde)

(İngiliz sisteminde)

Sayırsız arazi uygulaması bu oranın pratikte güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.



Şekil 5: Gecikme periyodu başına düşen patlayıcı madde miktarı ile emniyetli mesafe arasındaki bağıntı.



Şekil 6: Frekans, ivme, titreşim hızı ve genliği arasındaki ilişki.

Amerikan Maden Bürosunun zararlı titreşimlerin önlenmesi konusunda vardığı pratik sonuçlar özet olarak şöyledir:

- Titreşimin yapılara vereceği zararı kestirmede alınabilecek en iyi kriter parçacık hızıdır.
- Parçacık hızı 5,1 cm/sn (2 inç/sn)den küçükse titreşimin yapılara zarar verme olasılığı çok azdır. Şayet bu hız 5,1 cm/sn'den büyükse titreşimin binarlarda tahribat yapma olasılığı artar.
- Dinamitleme sonucunda oluşan titreşimlerin git-tikçe çoğalan (kümülatif) bir özellik göstermemesi için ateşleme sırasında gecikme periyodunun en az S milisaniye (0,008 sn) olması gerekir.

2.2.3. Dinamitlemeden Doğan Titreşimlerin Azaltılması İçin Alınacak Pratik Önlemler

Yukarıda incelediğimiz çatışmaların ışığı altında aşağıdaki önlemler önerilmektedir.

- Gecikmeli elektrik kapsül kullanılmalıdır. Kapsüllerin periyotları arasındaki gecikme 8 milisaniye daha fazla olmalıdır, aksi takdirde titreşimler kümülatif olarak büyüyecektir.
- Gecikme periyodu başına düşen maksimum patlayıcı madde miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmalıdır.

$$D_s = \frac{D}{\sqrt{E}} \Rightarrow E = \frac{D^2}{D_s^2}$$

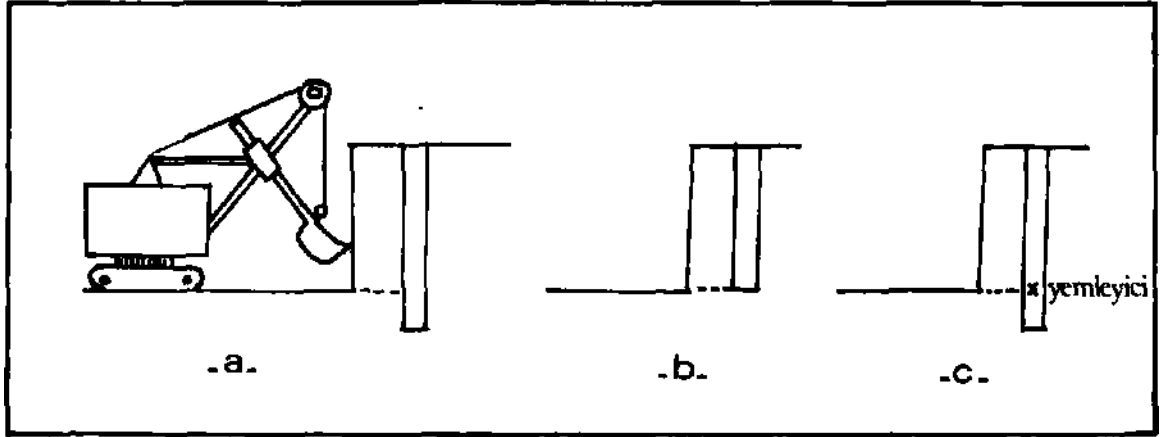
$$D_s \geq 23 \quad ; \quad D_s \geq 50$$

$$E \text{ (kg)} = \frac{D^2 \text{ (cm)}}{(23)^2} \quad ; \quad E \text{ (lb)} = \frac{D^2 \text{ (ft)}}{(50)^2}$$

— Yeterli sayıda serbest yüzeyin bulunmadığı alanlarda yapılan dinamitlemelerde, enerjinin tümü araziye gevşetmede kullanılamaz ve titreşime dönüşür; böyle durumlarda gecikme periyodu başına hesaplanan patlayıcı madde miktarı, E, düşürülmelidir.

- Gecikme periyodu başına düşen patlayıcı madde miktarını düşürünce daha küçük çaplı ve daha kısa delikler kullanmak; uzun deliklerde aynı delik içinde dikey gecikme uygulamak ve sıkılama malzemesi boyunu değiştirmek gibi değişiklikler yapmak gerekebilir.

— Gücü daha zayıf patlayıcı maddeler kullanılmalıdır.



Şekil 7: Delik boyunun titreşime etkisi.

— Tabanın sert kalmasını önlemek için delikler genellikle normal basamak boyundan biraz daha derin delinirler (Şekil 7a). Bu tür delikler patlatıldığında titreşim oluştururlar. Dinamitleme deliklerinin bu kısımları mümkün olduğu kadar kısa tutulmalı veya delik, basamak boyunu geçmeyecek şekilde delinmelidir (Şekil 7b). Deliği basamak boyundan daha derine delmek zorunluğuna varsa, o kez dinamitleme sırasında yemleyici deliğin tam dibine değil makina oturma düzlemi seviyesine koyulmalıdır! (Şekil 7c).

3. G.L.I. TUNÇBILEK AÇIK OCAKLARINDA TİTREŞİM KONTROL ÇALIŞMALARI

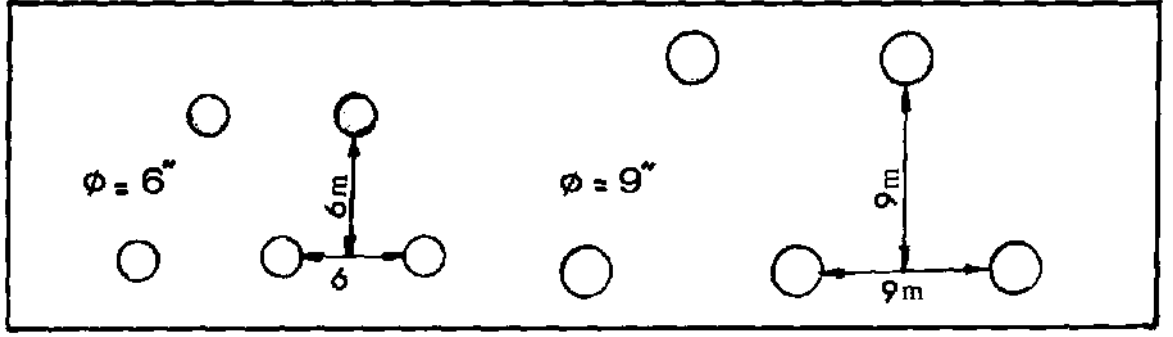
Tunçbilek açık ocaklarında ana patlayıcı madde olarak amonyum nitrat-mazot karışımı, yemleyici olarak sudan etkilenmez bir dinamit olan M.K.E. Gom dinamiti ve gecikme periyotları 30 milisaniye olan M.K.E. gecikmeli elektrik kapsülü kullanılmaktadır. 1977 yılı verilerine göre birim patlayıcı madde sarfiyatları çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.

G.L.I. Tunçbilek Açık Ocaklarında Birim Patlayıcı Madde Sarfiyatları (1977 yılı)

NH ₄ NO ₃	0.182 kg/m ³
Gom 125 mm Ø	0.0087 kg/m ³
Gom 25 mm Ø	0.0013 kg/m ³
Gecikmeli Elektrik Kapsül	0.001 Adet/m ³
Mazot	0.0109 kg/m ³

Tunçbilek açık ocaklarında 6 inçlik ve 9 inçlik olmak üzere iki çeşit delik makinası kullanılmaktadır. Delikler arası, 6 inçlik deliklerde 6 m., 9 inçlik deliklerde ise 9 m'dir. Delik düzenleri ise şaş-beş tabir edilen aşırı malzeme cinstendir (Şekil 8).

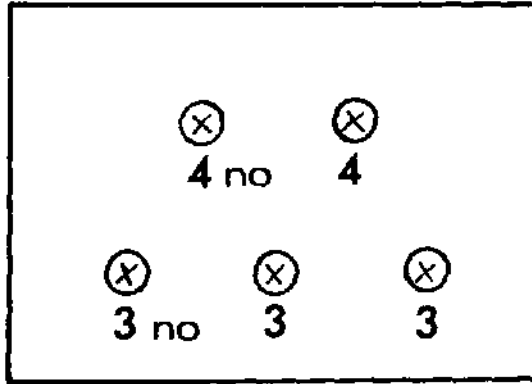


Şekil 8: 6 ve 9 inçlik deliklerde delikler arası mesafeler ve delik düzenleri.

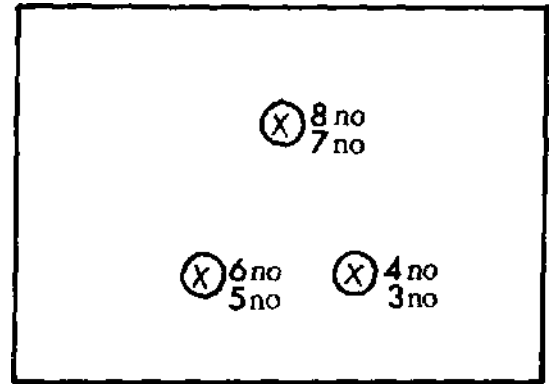
G.L.İ. Tunçbilek bölgesindeki mevcut bütün ocaklar yerleşim merkezlerine, köylere ve sanayi tesislerine çok yakın mesafelerde bulunmaktadır. Sözgelimi Demirbilek panosu Demirbilek köyüne 700 m., Kuşpınar panosu aynı köye 2000 m., 5 no'lu, pano Güragaç köyüne 1700 m. Açıkocak atelye ve yazıhanelerine 1000 m, S0D-S0B pano termik santrale 250 m. Lawara 350 m., Yeraltı atelye ve bürolarına 300 m, 7A, pano Yeraltı bürolarına 1000 m, G.L.İ. memur lojmanlarına 400 m, Beke panosu Beke köyüne 400 m, Beke Eleme tesisine 1000 m uzaklıkta bulunmaktadırlar.

Ayrıca 50D-50B ve 7A panoları altında yeraltı nakliyat galerileri (yolları) vb. bulunmaktadır.

Delme ve patlatma işlemleri zaman zaman yöre sakinlerinin şikayetlerine neden olmakta ve bazen binalarda duvar çatlakları vb. oluşturmaktadır. Dinamitlemeden doğan sarsıntıları azaltmak konusunda Tunçbilek açık ocaklarında şu önlemler alınmaktadır: Olanaklar elverdiği ölçüde 2,3 veya 4 delikten oluşan büyük gruplar halinde ateşleme yapılmakta ve grup içinde yatay gecikme uygulanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9: 3 ve 4 No. gecikmeli elektrik kapsüllerle yapılan bir yatay gecikme.



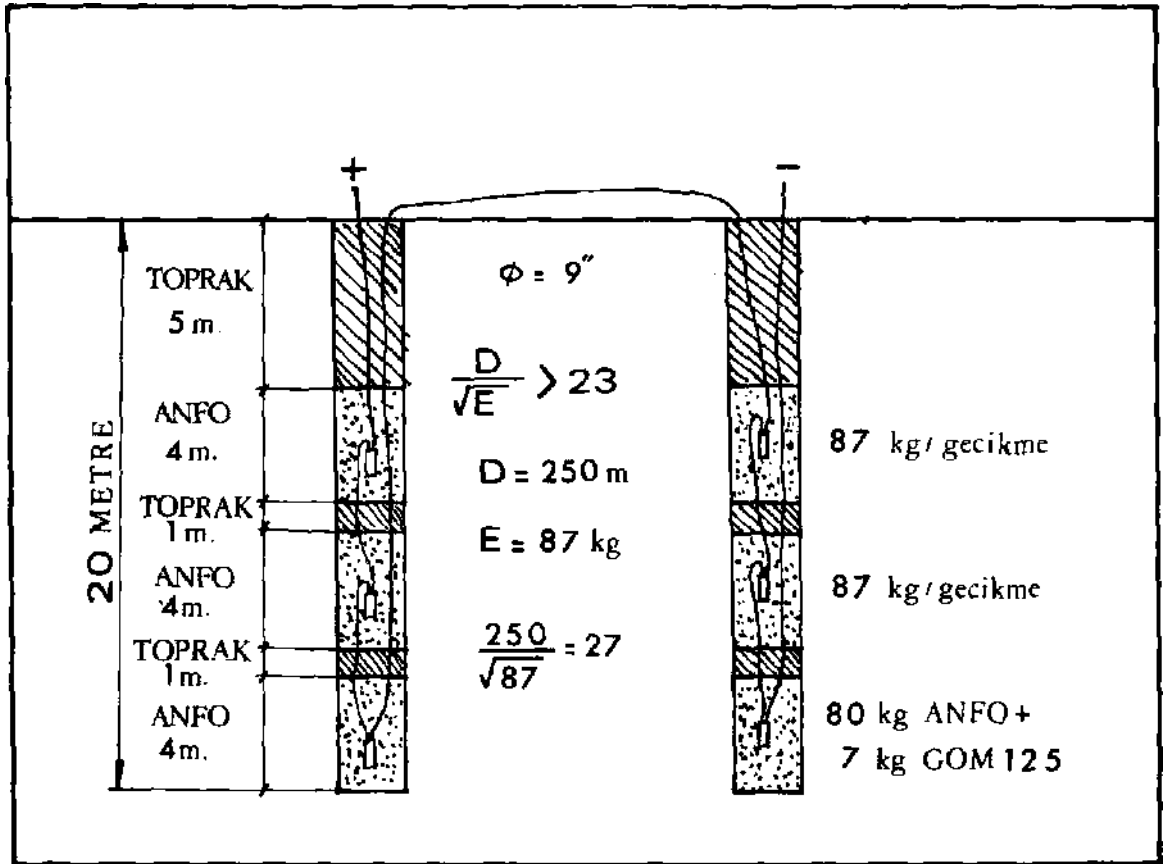
Şekil 10: üçlü bir grup içinde uygulanan dikey gecikme.

1977 yılında dekapajın başlanan 50D -SOB pano yeni yapılan termik santral a, lawara ve yazıhanelere 200 - 300 m. gibi çok yakın bir mesafede bulunmaktadır. Gerek bu tesislerdeki duyarlı aygıtların, gerekse termik santral bacalarının dinamitlemenin zararlı etkilerinden korunması gerekmektedir. Dragline diliminin gevşetilir hazırlanması için 15-20 m arasında değişen uzun deliklerin patlatılması durumu vardır. Delik başına düşen 250 kg. civarındaki patlayıcı madde ciddi sarsıntılar oluşturacak bir miktardır. Bu sorunun emniyetli bir biçimde çözümü için literatür araştırması yapılmış ve Amerikan Maden Bürosu'nun önerdiği dikey gecikme yönteminin ve emniyetli mesafe ampirik formülünün,

$$\frac{D}{N/E} > 23 \quad \text{uygulanmasına karar verilmiştir.}$$

Yapılan denemeler umulduğundan daha iyi sonuç vermiş; ne termik santraldan, ne yeraltından ne de lawara gibi öteki tesislerden hiç bir şikayet gelmemiştir. Oysa, 2-A panoya komşu pano olan 9A panosunda 1973 yılında dragline dilimlerinde geleneksel gecikme yöntemiyle yapılan atılımlar büyük şikayetlere yol açmış ve çok sarsıntı oluşturmuştu.

Yapılan bu yeni uygulamaya ait örnekler aşağıdaki şekillerde şematik olarak verilmiştir.



Sekil 11 : G.L.I. Tunçbilek Bölgesi Açıköçakların da zararlı sarsıntılarının önlenmesi için kullanılan dikey gecikme uygulaması.

4. DİNAMİTLEMEDEN DOĞAN HAVA ŞOKLARI

4.1. Tanımlar ve Kısa Kuramsal Bilgi

Hava şoku atmosferde ses dalgalarına benzer bir biçimde yayılan basınç dalgalarıdır.

Hava şokunun insan kulağınca işitilebilen gürültü diyoruz; işitilebilen hava şokunun frekansı 20 Hz (hertz) in üstündedir. Frekansı 20 Hz'den düşük olan hava şokları ise aşırı basınç adını alır; bunlar insan kulağı tarafından duyulmazlar. Aşırı basınç atmosferik basıncın üzerinde olan bir basınçtır. Aşırı basınç kg/cm^2 PSI veya desibel (db) cinsinden ölçülüp kaydedilebilir, PSI'yi desibel e çevirmek için aşağıdaki formül kullanılır.

$$db=20 \log \frac{P}{P_0}$$

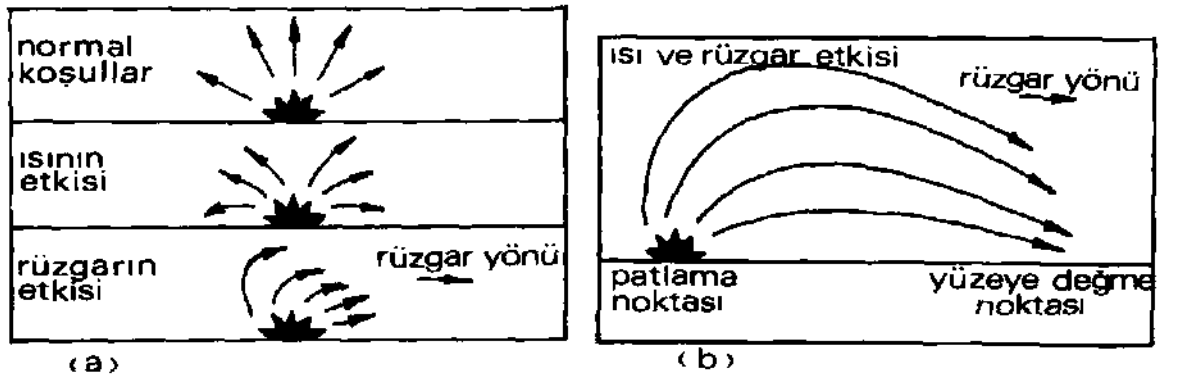
db=aşırı basınç (desibel)

P=aşırı basınç (PSİ)

$$P_0 = 3 \times 10^{-9} \text{ (PSİ)}$$

Aşırı basıncın değeri $0,005 \text{ kg/cm}^2$ - $0,14 \text{ kg/cm}^2$ arasında ise camları kırılabilir; $0,007 \text{ kg/cm}^2$ de gevşek takılmış camları çatlatabilir; $0,003 \text{ kg/cm}^2$ basınçta ise açık pencereleri kapatabilir.

Hava şoku dalgasının havada yayılması ses dalgalarının yayılmasına benzer. (Şekil 12 a). Rüzgar hızı ve yönü, ist farklılıkları, havanın nemi gibi faktörler, ses dalgasının hızını etkilediği gibi hava şoku dalgasını da etkilerler (Şekil 12 b). Sözelimi, 3000 m yükseklikte ses hızı 18 m/sn'ye kadar düşmektedir, zira yükseklik arttıkça ısı azalmaktadır.



Şekil 12: Asmbasmç dalgalarının havada yayılması ve hava koşullarından etkilenmesi.

4.2. Hava Şoklarının Yapılar ve İnsanlar Üstüne Etkileri

Binaların hava şokuna karşı en duyarlı kısımları pencereleridir. Duvarlarda veya sıvalarda ancak şiddetli hava şokları çatlaklar oluşturabilir. Normal dinamitleme ve atmosferik koşullarda hava şoklarının yapısal tahribat yapma ihtimali pek yoktur.

Hava şoklarının genellikle şu iki etkisi vardır; Pencereleri sarsar ve sesi insanı korkutur.

Sarsılan pencereler ve şok sesi ev sakinlerine, sanki evin her tarafı çok şiddetli bir biçimde sarsılıyorymuş izlenimini verebilir. Zaten şikayetlere de genellikle bu izlenim neden olmaktadır. Bu bakımdan hava şokunun verebileceği yapısal zararların yanı sıra bu psikolojik yönünün de gözden kaçırılmaması gerekmektedir.

4.3 Hava Şoklarını Oluşturan Etkenler

Hava şokları genellikle şu nedenlerden ötürü meydana gelmektedirler.

- Açık havada patlayıcı maddelerden, İnfalak l i fi tillerden,
- Dinamitleme sonucu deliklerden havaya kaçan yüksek basınçlı gazlardan,
- Dinamitleme deliklerinde sıkılmanın yetersiz oluşundan veya deliklerin aynaya olan mesafelerinin çok kısa olmasından,
- Çok yüksek ve cephesi çok uzun basamaklarda yapılan atımlar arazi yüzeyini hareket ettireceğinden hava şoku oluşabilir.

4.4 Hava Şoklarını Azaltmak İçin Alınacak Önlemler

- Parçacık hızı 5,1 cm/sn'yi geçmeyen dinamitlemelerde oluşan hava şoku çevreye zarar veremeyecek kadar azdır. O halde delme patlatma işlemleri o şekilde planlanmalıdır ki oluşan titreşim hızı yukarıda belirtilen sınırı geçmesin.
- Yemleyici mümkün olduğu kadar deliğin dibine veya dibe yakın bir yerine konulmalıdır; ve mutlaka gecikmeli kapsül kullanılmalıdır. İnfalakli fitilin (patlayıcı fitil) arazi yüzeyinde kalan kısımları da hava şoku oluşturur. Yemleyici deliğin yukarı kısımlarına konacak olursa bu da açıkta patlayan İnfalakli fitil gibi güçlü hava şokları doğurur.
- Deliklerin serbest aynaya olan uzaklıkları çok kısa olmamalıdır; sıkılama için yeterince pay ayrılmalıdır zira kısa sıkılama boyları da hava şoku yaratır.
- Basamak yükseklikleri mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır, böylece hava şokları yere yakın tutulmuş olur. Basamak boyunca aynaya paralel delik sıraları arasında gecikme kullanılırsa oluşacak hava şokunun kümülatif bir biçimde büyümesi önlenmiş olur.
- Şayet İnfalakli fitille ateşleme yapılacaksa, infalakli fitilin yüzeyde kalan kısımları en az 30-60 cm kalınlığında kum veya toprakla örtülmelidir.
- Hava şoklarının etkisini artıracak hava şartlarında ateşleme yapılmamalıdır,
- Hava şoku şikayetlerini azaltmanın bir diğer yolu da alınacak psikolojik önlemlerdir: Bu gibi yerlerde lağımlar günlük değil haftalık atılmalıdır. Dinamitleme zamanları gürültülü saatlere rastlatılmamalıdır. Yemek ve dinlenme saatlerinde ateşleme yapılmamalıdır. Hava şoku gürültüsünden korkmamaları için çevre sakinlerine ateşleme yapılacağı sirenle ikaz edilmelidir.

5. SONUÇ

En son araştırma ve gözlemler parçacık hızı kriterinin en sağlıklı yaklaşım olduğu ancak titreşim genliği (amplitüt) kriterine göre saptanan değerlerin de emniyet sınırı içinde olduğunu ve güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

Gerek bütün bu çalışmalar, gerekse patlayıcı madde üretimindeki gelişmeler ve delme patlatma tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde bugün değil yerleşim bölgelerine yakın yerlerde, kent içlerinde bi-

le korkusuzca dinamitleme yapılabilmektedir.

Tunçbilek'te deneysel çalışma olanakları bulunmadığından Amerikan Maden Bürosu'nca Önerilen pratik emniyet mesafesi oranı,

$$D_s = \sqrt[3]{V} > 2.3$$

kullanılmıştır. Aslında daha kritik durumlarda daha sağlıklı tedbirler alabilmek ve arazi parametrelerinin saptanması, parçacık hızlarının ölçümü, titreşim kayıtlarının yapılması için arazide deneysel çalışmalar gerekir.

Ayrıca, yapılan dinamitleme işlemlerini sürekli olarak denetim altında bulundurabilmek için çevredeki binalarda gözlem istasyonları kurulmalıdır. Bu İstasyonlarda sürekli titreşim kayıtları tutulmalı ve titreşimlerin emniyetli sınırı geçip geçmediği izlenmelidir. Titreşim-ölçer aygıtlar mevcut olmadığından Tunçbilek'te bu tür İstasyonlar kurma olanağı da bulunmamıştır. Bu titreşim gözlem istasyonlarındaki kayıtların bir yararı da ilerde doğabilecek hasar, şikayet, vb. gibi durumlarda hukuki bir dayanak teşkil etmeleridir.

KAYNAKLAR

- 1.—; Blasting Vibrations and Air Blast; U.S.A.: Atlas Power Company Publication, 1977.
- 2.—; Excavating with Explosives; U.K.: ICI Nobel's Explosives Company Publication, 1976.
- 3.—; Orhan Çakır, Kişisel görüşme.
- 4.— : Hasan özakçin, Kişisel görüşme.