



İNŞAAT PROJELERİNDE PİROTEKNİK KAYA KIRICI KAZI İŞLEMLERİ HAKKINDA



1. Açıkta Yapılan Kazılar

Açıkta yapılan kazıları 4 ana başlık altında inceleyebiliriz Bunlar;

- Serbest Kazılar
- Temel Kazıları
- Hendek Kazıları
- Ocak ve Malzeme Sahalarında Yapılan Kazılar

1.1. Serbest Kazılar

Kazı sahasının en düşük (sıfır) kotu üzerinde her cins zeminde, her çeşit kazıcı kullanarak, patlatmalı veya patlatmasız, elle veya makine ile zeminin kazılması serbest kazı olarak değerlendirilecektir. Bina temel ve sanat yapılarında sıfır kotu üzerindeki kazılar, barajlarda talveg kotu üzerindeki sıyırma, temizlik ve şekil verme kazıları veya galeri giriş-çıkış ağızlarındaki kazılar, yol kazıları, isale hattı veya kanal sıyırma ve platform kazıları serbest kazı olarak tanımlanmaktadır.

1.2. Temel Kazıları

“0” kotu altında 1 metreden daha geniş olarak yapılacak kazılar, temel kazısı olarak değerlendirilmektedir. Bina temel ve sanat yapılarındaki sıfır kotu altındaki kazılar, barajlarda talveg kotu altındaki temek ve katof kazıları, dolusavak düşü havuzu sıfır kotu altında kalan kısmı, 1 metreden daha geniş boru ve açık kanal hendekleri, yeraltı kazısı, şaft kazıları temel kazısı olarak değerlendirilmektedir.

1.3. Hendek Kazısı

Serbest kazı kotunun altında 1 metreden dar olarak yapılan kazılar, hendek kazısı olarak değerlendirilmektedir.

1.4. Ocak ve Malzeme Sahalarında Yapılan Kazılar

Ocak ve malzeme sahalarında maden üretimi amaçlanarak yapılan kazılardır.

2. Kaya Zemin Kazıları

Kaya zemin kazısı, kamalama, patlatma veya diğer herhangi bir şekilde gevşetilmeden yerinden sökülemeyen bütün sağlam kayaları, sağlam kaya parçalarını, bloklarını ihtiva eder.

ANFO+Dinamit türünde patlatma yapılmadan önce, kazı yapılacak alanın topografik ölçümü alınır ve proje alanı haritalanır. Kazı alanı dışında kalan malzemenin örselenmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır. Temel kazısı proje kotuna yaklaşıncaya, patlatma deliklerinin derinlikleri ve her delikte kullanılacak patlayıcı miktarı giderek azaltılmalıdır. Beton yapıların oturacağı nihai kaya yüzeylerinin patlatma ile örselenmemesi ve zarar görmemesi için bu kısımlarda deliklere doldurulacak patlayıcı miktarı daha az olmalı (patlayıcı yükü azaltılmalı) ve kazı manivela, matkap, kesiciler veya diğer uygun aletlerle tamamlanmalıdır.

Piroteknik kaya kırıcı kullanılarak yapılan zemin kazıları, ürünlerin ANFO+Dinamit'e göre daha kontrollü ve daha etkili kullanılabilmesi nedenleri ile beton yapıların oturacağı nihai zeminde kayanın örselenme ve zarar görme ihtimalleri çok azdır.

İnşaat projelerinde yapılacak kaya zemin kazı çalışmaları bazı durumlarda yerleşim yerlerine, mühendislik yapılarına, korunan alanlara yakınlık sebepleri ile ANFO+Dinamit patlatmalarına çevresel etkiler açısından uygun olmamaktadır. Bu sebeple ANFO+dinamit atımları yerine hidrolik kırıcılar kullanılmakta ve hidrolik kırıcılar ile yapılan kazı çalışmaları hem zaman hem maliyet yönlerinden projeleri olumsuz olarak etkilemektedir. Yukarıda belirtilen sebepler neticesinde inşaat projelerinde



temel kazısı iş ve işlemlerinde piroteknik kaya kırıcıların kullanılması proje yapım sürelerini ve maliyetlerini düşürmesi nedenleri göz önünde bulundurulduğunda önem kazanmaktadır.

3. Yapılacak Kazı Çalışmalarında Piroteknik Kaya Kırıcının Hidrolik Kırıcılara Göre Avantajları

İnşaat temel kazılarında yerleşim yerleri gibi çevresel etkilerden olumsuz etkilenecek unsurlar bulunduğu durumlarda genel olarak hidrolik kırıcılar kullanılmaktadır. Ancak hidrolik kırıcılar, piroteknik kaya kırıcılarla kıyaslandığında ciddi zaman kaybı yaratmakta ve maliyetleri yine çok ciddi oranlarda arttırmaktadır. Örneğin 100.000 m³'lük bir kazı alanını hidrolik kırıcı kullanılarak çalışıldığında maliyetler yaklaşık 280.000 dolar iken aynı hacimde bir kazı işini piroteknik kaya kırıcılar kullanılarak 195.000 dolar gibi bir maliyetle proje gerçekleştirilebilmektedir. Aşağıdaki tabloda piroteknik kaya kırıcı ve hidrolik kırıcı metreküp kazı başına birim maliyeti tablosu verilmiştir. Tabloya göre Autostem Piroteknik Kaya Kırıcı Kartuş m³ başına hidrolik kırıcıya göre 0,83 \$ daha az maliyetli olup, bu az maliyete ek olarak zamandan da ciddi tasarruf sağlamaktadır.

Tablo 1. Piroteknik kaya kırıcı ve hidrolik kırıcı metreküp başına birim maliyeti tablosu

Yöntem	Birim metreküp maliyeti (\$/m ³)
Hidrolik Kırıcı	2,79 \$/m ³
Autostem Piroteknik Kaya Kırıcı	1,96 \$/m ³

Piroteknik kaya kırıcıların kontrollü kullanılabilir ürünler olması nedenleri ile yapılacak atımlar istenilen parçalanma miktarına uygun olacak şekilde planlanabilmekte, bu durumda istenildiği zaman atım sonucu kazısı yapılacak kütle istenilen şev yüzeyinden ya da temel yüzeyinden sökülerek olduğu haliyle bırakılacak, istenildiği zaman ise kazısı yapılacak kütle istenilen şev yüzeyinden ya da temel yüzeyinden sökülerek yüksek parçalanma etkisi ile olduğu gibi aşağıya indirilebilmektedir.



Atım Öncesi

Atım Sonrası



4. Piroteknik Kaya Kırıcının ANFO+Dinamit Atımlarına Göre Avantajları

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü'nün 2018 yılında hazırlamış olduğu "Patlatma Tasarımları ve Patlatma Kaynaklı Çevresel Etkiler Kılavuzu"nda ANFO+Dinamit atımları için Olofsson Yöntemi ile hesaplama yapılması gerektiği belirtilmiş ve ÇED izinlerinde bu yöntem kullanılarak patlayıcı madde hesaplarının yapılması ve patlayıcı madde izinlerinin bu yöntemle verilmesi istenmiştir.



Yine aynı kılavuzda patlatma kaynaklı yer titreşimi tahmin formülleri, hava şoku tahmin formülleri ve taş savrulması formülleri verilmiştir. ÇED izinleri sürecinde Bakanlığa sunulacak ÇED Raporları ve Proje Tanıtım Dosyalarında bu formüllerin kullanılması gerektiği belirtilmiş ve bu formüllere göre çevresel etkileri olumsuz olan projelerin ÇED izni alamamaları veya mevcut ÇED izinlerinin mevzuata uygun şekilde düşebilmesi söz konusu olmaktadır. Örneğin Taş Savrulması hesaplamalarında kullanılan Lundberg ve arkadaşlarının geliştirdiği formüle göre yapılan hesaplamalarda, ANFO+Dinamit atımlarında taş savrulması için gerekli minimum güvenlik mesafesinin 600 metre olduğu ve bu 600 metre çap içerisinde herhangi bir alıcı ortam (yerleşim yeri, korunan alan vb.) bulunması halinde ÇED izinlerinde patlayıcı kaynaklı sıkıntılar çıkabilmesi söz konusu olmaktadır. Aşağıda söz konusu kılavuzun ilgili bölümü örnek olarak verilmiştir.

1-) Literatürde sık kullanılan basit bir formül Lundberg ve arkadaşları tarafından 1975 yılında geliştirilmiş olup, bu formülün orijinal hali aşağıda verilmiştir.

$$L_{\max}=260 \times d^{2/3}$$

Bu formülde;

$L_{\max}$ = en kötü durumda taşların savrulabileceği uzaklık olup metre birimi ile ifade edilir.

d=delik çapı olup, Lundborg formülüne imperyal ölçü birimi inç birimi ile yerleştirilir.

Örnek: d= 3,5 inç (89 mm) ise $L_{\max}=260 d^{2/3} = 260.(3,5)^{0,667}=260 \times 2,30=599,6 \text{ m} \approx 600 \text{ m}$ bulunur.

Hali hazırda 2018 yılından önce ÇED izni alıp kapasite artışına giden projeler ve yeni ÇED izni alacak projeler yukarıda belirtilen kılavuzdaki hesaplamalara göre izin alabilecektir. Bu projelerde 600 metre mesafede yerleşim yerleri bulunması durumunda patlatma izinleri Çevresel Etki Değerlendirmesi sürecinde takılacaktır. ANFO+Dinamit atımlarına çevresel etkiler düşünüldüğünde en iyi alternatif piroteknik kaya kırıcılarıdır. ANFO+Dinamit atımlarında taş savrulması azami güvenlik mesafesi mevzuat gereği 600 metrelerde iken piroteknik kaya kırıcılarda bu güvenlik mesafesi en fazla 50 metredir. Bunun yanında ürünün kontrollü kullanım özelliği de ANFO+Dinamit'e göre öne çıkmakta, parçalanma boyutları çok daha kolay şekilde belirlenerek delik düzenleri bu doğrultuda hazırlanabilmektedir.



5. İnşaat Temel Kazıları İş ve İşlemlerinde Kullanılması Gereken Patlayıcı Maddelerin Özellikleri

İnşaat projelerinde temel kazıları yaparken gösterilen kot, eğim ve enkesitlere uygun olarak proje sınırları dahilinde yer alan her tür zemin ve kayaçların kazılması işlemleri piroteknik kaya kırıcı kullanılarak yapılabilmektedir. İnşaat temel kazısı iş ve işlemlerinde kullanılması gereken piroteknik maddelerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır;

- Piroteknik kırıcı 1.4S sınıfında olup, açıkta ve toplu halde iken patlama oluşturmayacak şekilde tasarlanmış olmalıdır. Ürün kartuşlarında mutlaka güvenlik kilidi olmalı ve böylece personel, makine ve ekipmanlara risk yaratmamalıdır.
- Kartuşlar kırma işlemlerinde yüksek verim ve uygulama maliyetlerinin ekonomik olması için kendi kendini sıkılama özelliğine sahip olmalıdır.
- Kaya kırıcı kartuşlar, kayaç üzerinde tek bir frekans aralığında enerji salınımı yapmalıdır.
- Piroteknik kırıcı kartuşlar, 5,121 j/g, paketlenmiş kartuşlar 3,800 j/g detonasyon hızından bağımsız enerji dağılımlı olmalıdır. Ürünün detonasyon hızı 340 m/sn'yi geçmemelidir. Maksimum 50 metre mesafede güvenlik riski yaratmamalıdır.
- Piroteknik kırıcı kartuşlar tozdan, zararlı gazlardan, şok etkisinden arındırılmış olmalı, nitroselüloz bileşimiyle harmanlanmış olmalıdır.
- İhtiyaca göre değiştirilebilen ateşleme sistemi Elektrikli/Şok tüplü olarak, her türlü patlatma sistemiyle entegre edilebilmelidir. Uluslararası ateşleme adaptörü ile her marka kapsülle kullanım kolaylığı olmalıdır.
- Kaya kırıcı kartuşlar standart olarak elektrikli ateşleme sistemine sahip olmalıdır. Ayrıca kibrit başları kolay temini için kartuş başına 2,12A ve 0,56 ohm direnç göstermelidir.
- Kartuşlar 30 metreye kadar suya dayanıklı olmalıdır.
- Ateşleme ile devreye giren çift taraflı sıkılama mekanizması olmalıdır. Her türlü zeminde uygulanabilir olmalıdır.
- Piroteknik kaya kırıcı malzeme CE sertifikasyonuna sahip olmalıdır.



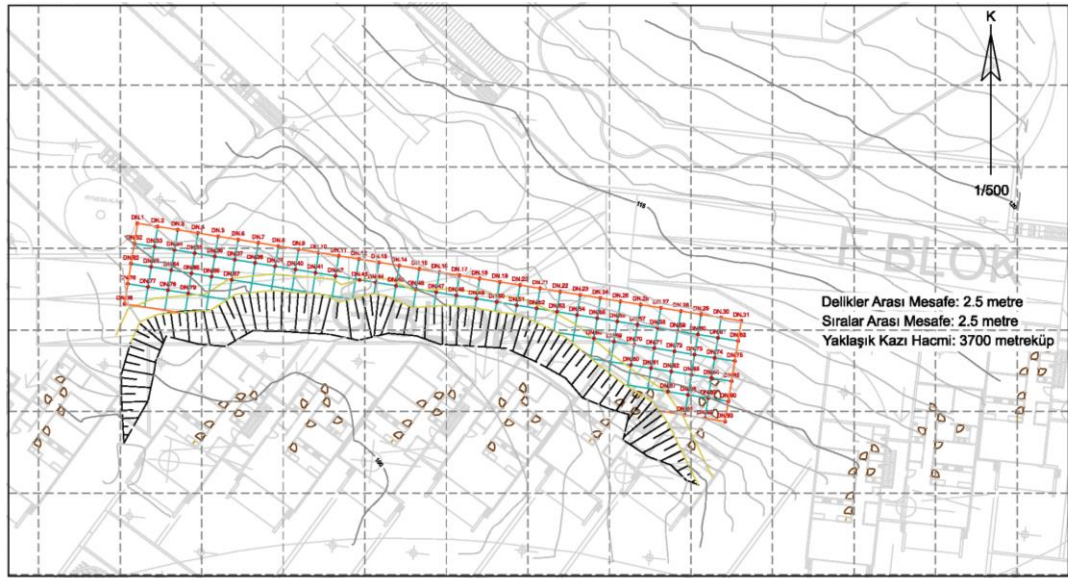
6. İnşaat Temel Kazısı Projelerinde Piroteknik Kaya Kırıcı Kullanımı Aşamaları

6.1. Planlama ve Projelendirme

Sahada kullanılacak kartuş tipi, kartuşlar için delik çapları, kartuş delik aralıkları, kartuş delik derinliği, atım sayısı, kazı termin planları ve kazı hacim hesaplamaları yapılarak sahada piroteknik kaya kırıcı kullanılarak kazı planlanacaktır.

6.1.1. Sahanın halihazır haritası ve 3 boyutlu modellerinin hazırlanması

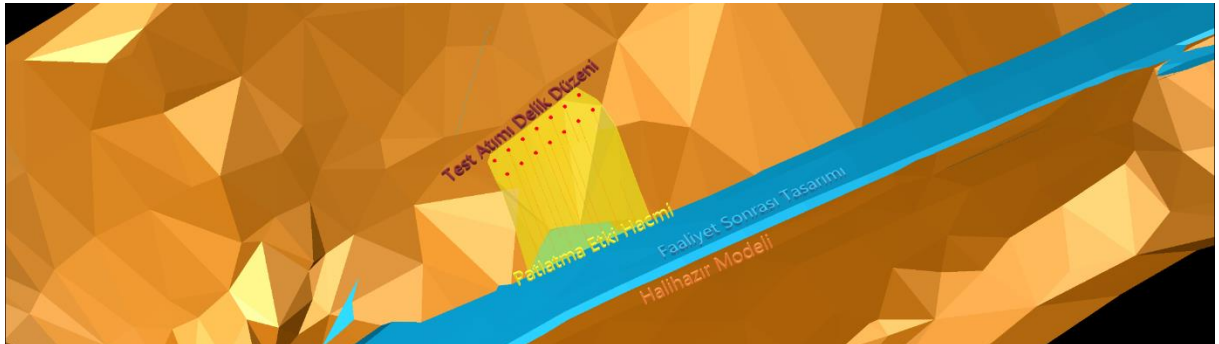
Proje sahasının mevcutta var ise halihazır verileri kullanarak yok ise sahada ölçüm yapılarak, mevcut durumun 2 ve 3 boyutlu bilgisayar ortamlarına taşınması iş ve işlemleridir. Sahanın mevcut durumunu bilmek en ekonomik kazı planını yapmamızı sağlayacaktır.



Şekil 1. Sahanın halihazır verisi üzerinden planlanan kazı alanlarının belirlenmesine dair örnek bir çizim

6.1.2. Eğer gerekir ise test atımı planlanması

Sahada eğer gerek duyuluyor ise mevcut veriler kullanılarak test atımı planlanır.



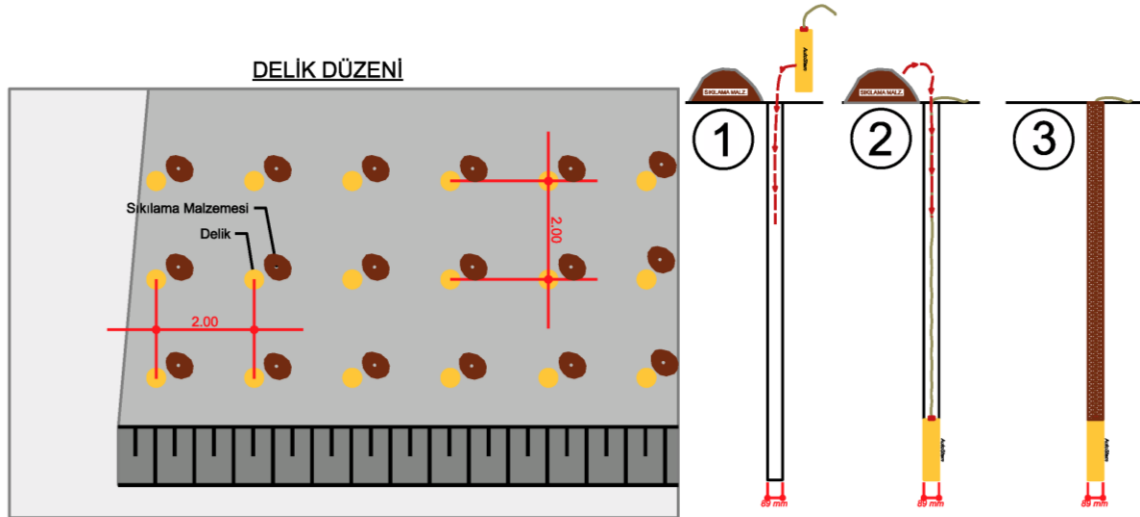
Şekil 2. Halihazır ölçüm verileri kullanılarak oluşturulmuş 3 boyutlu model üzerinden test atımı tasarımlarının yapılmasına dair bir örnek



6.1.3. Delik düzeni tasarımlarının yapılması

Hali hazır verileri ile oluşturulan 3 boyutlu model çalışmaları üzerinden; kullanılacak kartuş tipleri, kartuşlar için delik çapları, delik ve sıra aralık mesafeleri, delik derinlikleri, atım sayıları ve kullanılarak en ekonomik kartuş hesaplamaları yapılır. Yapılan bu hesaplamalar haritalandırılır, patern çizimleri yapılır.

Piroteknik Kaya Kırıcı Kartuş Uygulama Formu						
	BLAST		MATERIAL USED		NOTES	
	No		Kullanılacak Toplam Kartuş Sayısı	108	Her Kartuşun Net Ağırlığı	1,70 kg
	Date		Toplam Delik Sayısı	24	Delikler Arası Mesafe	2,00-4,00 m
	Place		Delik Boyu	10,00/13,00-15,00 m	Delik Çapı	89 mm
	Time		Serj Miktarı	1,70 kg	Sıralar Arası Mesafe	2,60-2,80 m
Weather				Maksimum Serj	—	
			* Mevcut delik sayısı bilgisine göre yaklaşık hesaplanmıştır.		Kağıt Alanı	—
BLASTER EMPLOYEE						



Şekil 3. Delik düzeni çizimleri



SOLID MODELLING OBJECT REPORT

Layer Name: hacim_pol1_kazi

Elevation Interval : 1

Object: 1

Trisolation: 1

Validated = true

Status = solid

Tasarım sonucu yapılacak atımdan kübaj hesaplamaları

Trisolation Extents

X Minimum: 589864.074 X Maximum: 589895.078

Y Minimum: 4081504.377 Y Maximum: 4081516.205

Z Minimum: 1997.050 Z Maximum: 2008.363

Volumes By Elevation

From	To	Volume	Avg. Horizontal	Area	Surface	Area	Cumulative	Volume	Cumulative	Surface	Area
1997.0	1998.0	124		124		228		124			228
1998.0	1999.0	120		120		74		244			302
1999.0	2000.0	119		119		72		363			374
2000.0	2001.0	119		119		72		482			446
2001.0	2002.0	120		120		72		602			518
2002.0	2003.0	120		120		72		722			590
2003.0	2004.0	120		120		72		842			662
2004.0	2005.0	120		120		73		962			735
2005.0	2006.0	119		119		74		1081			809
2006.0	2007.0	94		94		86		1175			895
2007.0	2008.0	37		37		98		1212			993
2008.0	2009.0	0		0		10		1212			1003
Total		1,212								1,003	

Şekil 4. Tasarım sonucu yapılacak atımdan ne kadar kazı yapılacağı kümülatif olarak detaylı hesaplanır



6.2. Sahada Deliklerin Uygun Şekilde Delinmesi

Yapılan tasarım çalışmaları sonucu ortaya çıkan delik düzeni çizimlerine uygun şekilde sahada delikler hazırlanır.



Şekil 5. Sahada delik delimi işlemleri

6.3. Atım

Daha önceden hazırlanan delikler atım günü alanında uzman ateşçiler tarafından doldurulur ve tüm güvenlik önlemleri alınarak atım gerçekleştirilir.



Şekil 6. Proje alanı atım öncesi durum



Şekil 7. Proje alanı atım esnası durum



Şekil 8. Proje alanı atım sonrası durum