

## RADYODEDEKTÖR CİHAZI İLE PATLATMA DELİKLERİNDEKİ SAPMA VE PRATİK DİLİM KALINLIKLARININ BELİRLENMESİ

### **Prediction of the Practical Burden and Blasthole Deviation Using Radiodetection Instruments**

Alı KAHRİMAN<sup>(\*)</sup>

**Anahtar Sözcükler:** Patlatma, Dilim Kalınlığı, Delik Hata Payı, Radyodedektör

### ÖZET

Patlatma çalışmalarında, atımın verimliliğini etkileyen unsurlardan biri de delik sapmasından kaynaklanan delik hata payıdır. Bu nedenle tasarımda mutlaka gözönünde tutulmalıdır. Aynaya dik ve paralel düzlemlerde ortaya çıkması muhtemel olan delik sapmasının tahmin edilerek şarj sırasında gerekli önlemlerin alınması, atımın başarısına büyük katkıda bulunacaktır. Bu makalede; elektromanyetik dalgaların yayılma ilkelerinden esinlenerek geliştirilen ve yaygın olarak yeraltında gömülü bulunan metal su boruları ile elektrik kablolarının izlenmesi ve yerlerinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılmakta olan radyodedektör cihazı tanıtılmakta ve patlatma deliklerindeki hatadan kaynaklanan gerçek dilim kalınlığının, aynanın her seviyesinden ölçülmesinde kullanılabilirliği incelenmektedir.

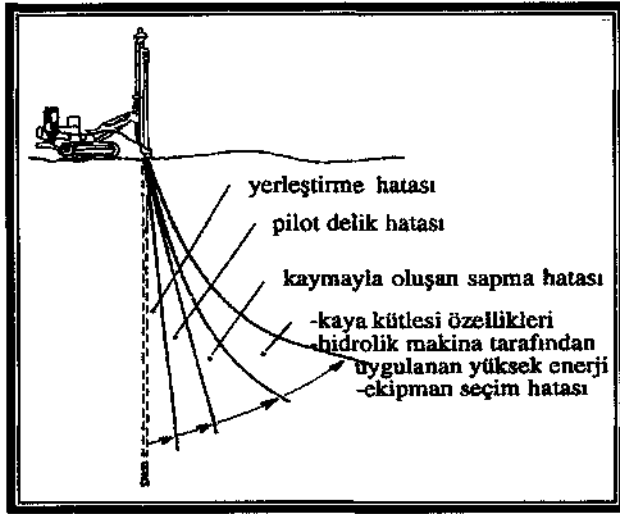
### ABSTRACT

During the bench blasting, one of the parameters affecting blast efficiency is the faulty drilling produced from the hole deviation. For this reason, it must be taken into consideration in the blast design. By predicting the blasthole deviation which is possibly occurred at perpendicular or parallel to the bench face, necessary precautions which is considered during the charging, will yield a successful blasting. In this paper, radiodetection equipment developed from the electromagnetic field propagation principle, which has been used for the purpose of locating, tracing and pinpointing of any types of buried utility line such as cables, metal pipes and drains, has been introduced and investigated whether it is possible to measure the practical burden generated from the blasthole deviation at any level of the bench.

<sup>(\*)</sup> Y. Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi,  
34850 Avcılar-İSTANBUL

## 1. GİRİŞ

Basamak patlatmasında, arzu edilen parçalanma derecesinde bir yığın elde edilmesinde etkili olan unsurlardan biri de deliklerin planlanan geometrik büyüklüklerde delinmesidir. Deliğin hassasiyetle delinmesinde hem kullanılan delik delme makinası hemde operatörün yeteneği önem taşımaktadır. Ancak, bu iki unsurun yanında, deliğin açıldığı kaya ortamı, tij eğilmesi, delik boyu ve delik çapı sapmayı etkileyen diğer değişkenlerdir (Şekil 1).



Şekil 1. Delik sapma nedenleri (Du Mouza ve Aler, 1995).

jm / yerleştirme hatası  
!!\ / pilot delik hatası  
"iftV /  
! \A\ \C / kaymayla oluşan sapma hatası  
X XS\K /  
j1 1 V\ / \ s -kaya kütlesi özellikleri  
! 1 \ X ^\* -hidrolik makina tarafından  
j1 1 \ \* N. x''''öygulanan yüksek enerji  
! 1 \ \ ^ ^ -ekipman seçim hatası

Şekil 1. Delik sapma nedenleri (Du Mouza ve Aler, 1995).

Tüm bu unsurların etkisiyle, büyük bir hassasiyetle yapılan patlatma tasarımlarının uygulanmasında, ne kadar itina gösterilirse gösterilsin patlatma deliğinin teorik hesaplamalara uygun olarak delinmesi mümkün olmamaktadır. Gerek aynaya dik gerekse aynaya paralel düzlemde meydana gelebilecek delik sapmasının sonucunda da dilim kalınlığı ve delikler arası mesafede öngörülenden farklılıklar meydana gelebilmektedir. Delik hata payı dikkate alınmadan düzensiz dilim kalınlıkları ve şarjlarla yapılan atımların sonucunda ise arzu edilmeyen niteliklerde bir

Konunun önemi bilindiğinden, çeşitli araştırmacılar, yaptıkları çalışmalarda pratik dilim kalınlığının belirlenmesinde dikkate alınacak delik hata payının tahmini üzerinde durmuşlar ve bir takım ampirik yaklaşımlar geliştirmişlerdir. Bu kapsamda, Langefors ve Kihlström, (1979) tarafından, delik hata payı tahmini için basamak yüksekliğinin (K) fonksiyonu olarak önerilen ilişki (Eşitlik 1) yaygın kabul görmüştür. Benzer şekilde delik uzunluğunu (H) esas alan Tamrock (1984) yaklaşımı (Eşitlik 2) ile delik çapı (d) ve uzunluğunu dikkate alan Olofsson (1988) yaklaşımı (Eşitlik 3) uzun süreli tecrübelerden elde edilen ve delik hata payı tahmininde sıkça başvurulan başlıca eşitliklerdir.

$$E = 0,03 \times K + 0,05 \quad (1)$$

$$E = 0,03 \times H + 0,1 \quad (2)$$

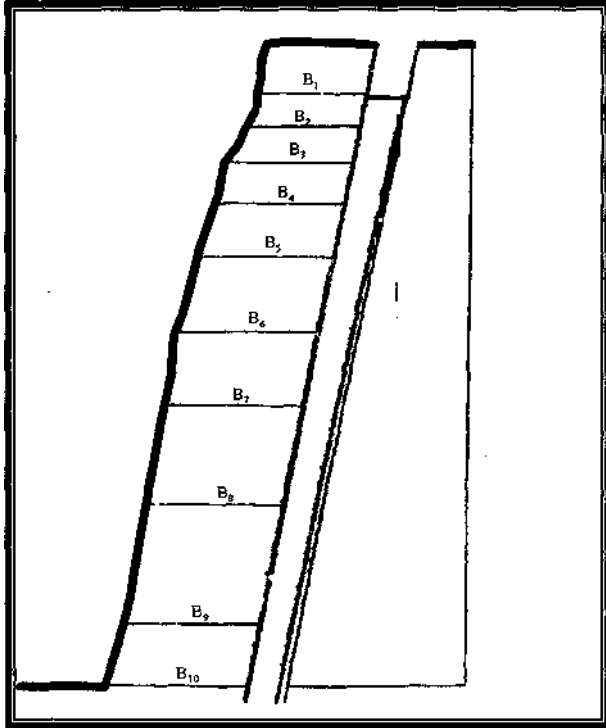
$$E = (d/1000) + 0,03 \times H \quad (3)$$

Yapılan patlatma tasarımlarında, ampirik olarak geliştirilen bu yaklaşımlardan hareketle bulunan delik hata payı, teorik olarak hesaplanan dilim kalınlığından ( $B_{max}$ ) çıkarılarak Pratik dilim kalınlığı (B) elde edilmektedir ( $B = B_{max} - E$ ). Bu şekilde elde edilen pratik dilim kalınlığı ve ona dayalı hesaplamalarla yapılan atımlarla başarılı sonuçlara ulaşmaya çalışılmaktadır.

Diğer patlatma parametreleri üzerinde gerekli iterasyonlar yapılarak arzu edilen niteliklerde bir yığın elde edildiğinde, tasarımlar kesinleştirilmektedir. Ancak, teorik olarak hesaplara katılsa da pratikte öngörülenin dışında karşılaşılan delik sapmaları kaçınılmaz olduğundan, arzu edilen sonuçlara ulaşamamakta veya oldukça yüksek maliyetlerle ulaşılmaktadır. Bu nedenle, Şekil 2'deki gibi sonuçlanan bir patlatma deliği için dilim kalınlığını, her seviyede pratik bir ekipman vasıtasıyla ölçmek ve tasarımda bunun sonuçlarını dikkate alarak deliğin şarjında gerekli düzeltmeler yapmak, atımın başarısını

ve kontrolünü oldukça önemli boyutta olumlu yönde etkileyecektir.

Elektromanyetik dalga yayılma ilkelerinden hareketle geliştirilmiş bulunan, günümüzde yaygın olarak gömülü kablo ve boru hatlarının tesbitinde kullanılan radyodedektör ekipmanı, pratik dilim kalınlığının her seviyeden ölçülmesine izin vermesi dolayısıyla özellikle orta ve büyük kapasiteli işletmeler için önem arz etmektedir.



Şekil 2. Değişken dilim kalınlığının ölçümü (Du Mouza ve Aler, 1995).

## 2. RADYODEDEKTÖR CİHAZI VE UYGULAMA ŞEKLİ

### 2.1. Radyodedektör Ekipmanı ve Özellikleri

Radyodedektör cihazı, esas olarak, şehircilik ve belediyecilik ile ilgili altyapı çalışmalarının kontrollü bir şekilde sürdürülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Halen tüm Dünya'da, toprağa gömülü metal ve metal olmayan boruları,

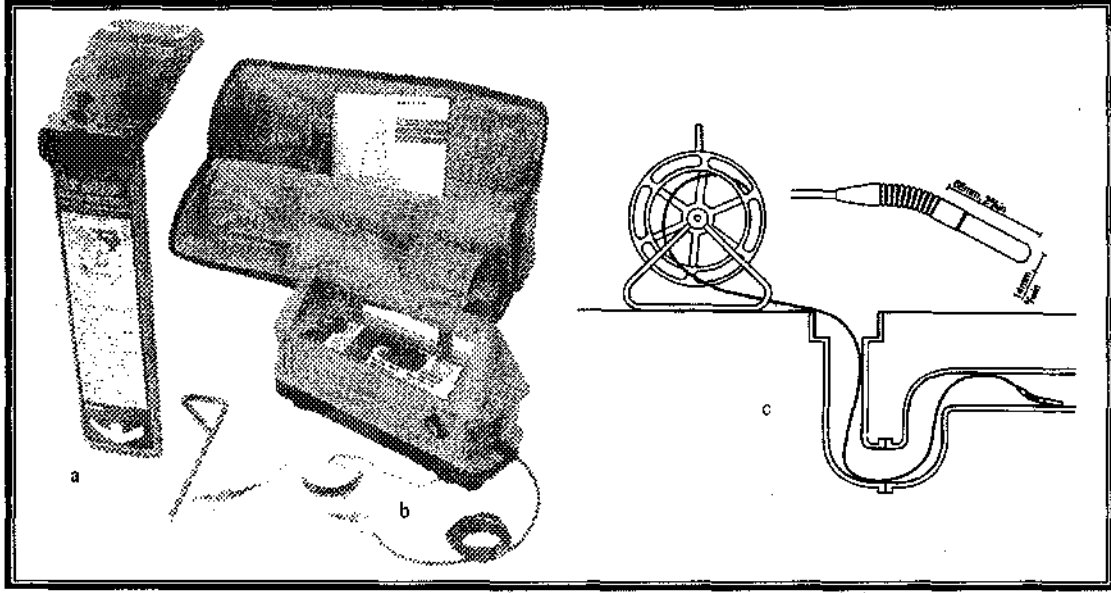
elektrik kablolarını, telefon hatlarını, su ve kanalizasyon şebekelerini ve bu sistemlerdeki hat kopuklukları ile kaçakları tespit etmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Standart ekipmanı Şekil 3'te görülen elektromanyetik sinyal esaslı yöntemle çalışan bu ekipman, son yıllarda ülkemizdeki bazı belediye ve inşaat şirketleri tarafından da benzer amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır.

Düzenegi oluşturan elemanlar ve özellikleri aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

a)Ahcı: İkiz spiral anten sistemine haiz olup yatay ve düşey pozisyonlara ayarlanabilir niteliktedir. Antenler yatay konumda iken dışardan gelen ilgisiz dalgaların karışmasını önlerken, amacına uygun en küçük bir sinyali algılayabilmekte ve aranan iletken üzerinde ise en fazla sinyali vermektedir. Alıcın'n üzerinde bulunan monitör; kullanıcıya, alınan sinyalin gücü, kablo yada borunun bulunduğu yer, derinlik ve batarya durumu gibi bilgiler sunabilir niteliktedir. Keza gelen sinyallerin özel bir kulaklık veya hoparlörle dinlenmesi de mümkün olabilmektedir. Alıcının genel olarak ayarlanabilir 4 ayrı çalışma konumu (modu) bulunmaktadır. Bunlar :

- Elektrik kabloları için 50 Hz frekanslı sinyal tespit konumu,
- Gömülü iletken yayılan çok düşük frekanslı sinyalleri tespit konumu,
- kHz frekanslı verici sinyali taşıyan kablo ve boruları tespit konumu,
- Kanal içersinde gezdirilen bir vericinin (kanal sondası) yaydığı dalgaların alındığı konumdur.

Alıcı, kullanım sırasında tam aranan yerin üzerinde iken ilgili düğmeye basılarak %5 hassasiyetle derinlik tahmini yapılabilmektedir.



Şekil 3. Radyodedektör düzeneğinin standart ekipmanı.

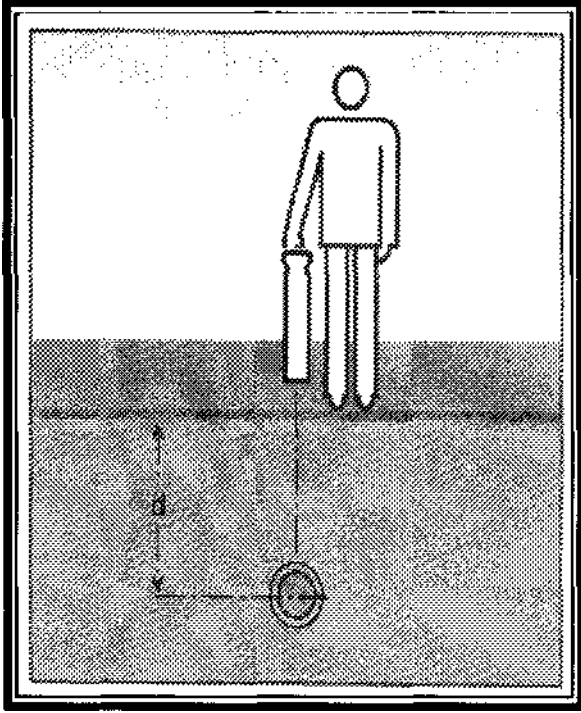
b)Verici: Sinyal kaynağı olarak kullanılan verici; indüksiyonla veya direkt elektrik akımına bağlanarak gerekli (8-33 kHz frekanslarda) sinyalleri üretmekte ve yaymaktadır. Verici aksesuarı olarak, direkt bağlantılar için uygun uzunlukta bir kordon, makaraya sarılı toprak kablosu, güçlü mıknatıslar, tutaçlar ve bir adet de yer direği bulunmaktadır. Ayrıca muhtelif hatlara sinyal göndermeyi sağlayan bir de mengene mevcuttur. Üzerinde bulunan bir hoparlördeki ses tonu değişimlerinden veya kontrol ibresindeki sapmalardan herhangi bir iletkene rastlanıp rastlanılmadığı belirlenebilmektedir.

c)Dalga yayıcı (Kanal sondası): Metal olmayan boru ve kanalizasyon şebekelerinin tespiti ve harıtanması durumlarında, yüzeydeki standart verici sistemi uygun bir ekipman olmayacaktır. Bu gibi durumlar için, alıcıyla birlikte, kanal içinde hareket ettirilebilen dalga yayıcı kullanılmak durumundadır. 3-15 m derinliklerdeki kanallardaki aramalar için geliştirilen tipleri bulunmaktadır. Batarya ile çalışan 8 veya 33 kHz sinyaller yayabilen minyatür sayılabilecek boyutlara kadar su geçirmez özellikte imal edilebilmektedir. Sondanın kanal içinde hareketi, çelik kafes içinde dönebilen bir makaraya sarılı plastik ve esnek yapıdaki bir kablo ile sağlanmaktadır .

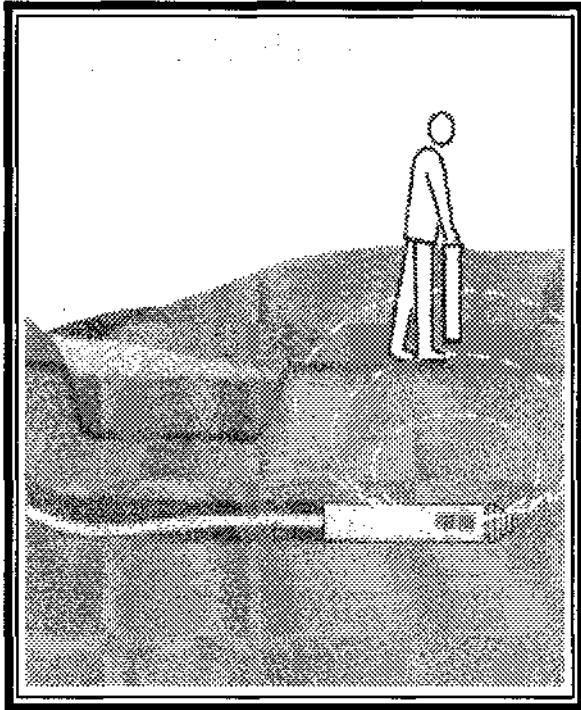
## 2.2. Radyodedektörün Uygulama Şekilleri

Yukarıda sözü edilen amaçlara hizmet etmek üzere, çeşitli tip ve modellerde cihazlar imal edilmektedir. Genel olarak Şekil 4'de gösterildiği üzere, gömülü elektrik-telefon kabloları ve metal boruların tespiti amacıyla kullanılan aletlerin, alıcı ve vericisi yüzeyde ve biraradadır. Elektromanyetik dalga yayıcısı(verici) ve uygun nitelikte antenlerle donatılmış bir alıcıdan ibaret olan cihazın, çalışma prensibi oldukça basittir. Elektromanyetik dalga yayıcı ünite, yeraltında aranan kablo veya metal boru hattına, kontrol edilebilir frekanslarda ürettiği alternatif akımı göndermekte ve alıcı üzerindeki monitör sayesinde akım taşıyan kablo yada borunun yeri ve derinliği gelen sinyallerle tespit edilmektedir.

Metal olmayan boru yada beton kanalların izlenmesi, bunlardaki tıkanıklık ve çöküntülerin tespiti amacıyla dönük olarak geliştirilen dedektör tiplerinin genel uygulama biçimi ise Şekil 5'te ifade edilmiştir. Şekil 5'ten de anlaşılacağı gibi, yüzeyde bulunan alıcı, uygun nitelikli bir kablo aracılığıyla kanal içerisinde gezdirilebilen kanal sondası olarak ifade edilen dalga vericiden gelen sinyalleri yorumlamakta, sonda'nın yeri ve derinliği konusunda monitöründe belirli hassasiyetlerde (%5-10) sayısal sonuçlar vermektedir.



Şekil 4. Gömülü kablo ve metal boruların aranması.



Şekil 5. Metal olmayan su ve kanalizasyon borularının aranması.

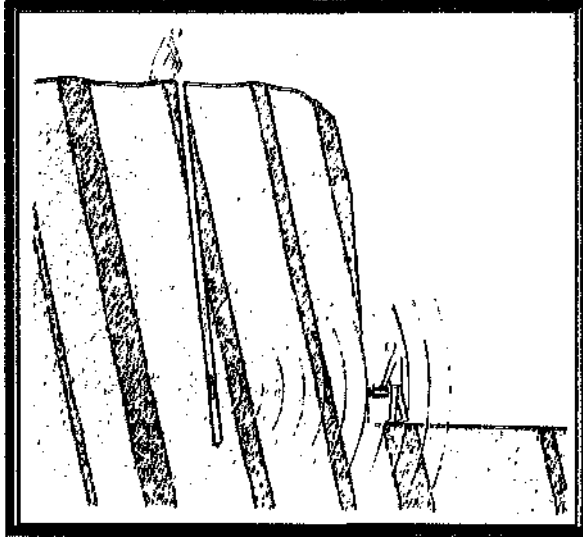
### 3. RADYODEDEKTÖR İLE PATLATMA DELİKLERİNİN İZLENMESİ

Patlatma tasarımında, delik hata paylarının belirlenerek pratik dilim kalınlıklarının gerçekçi olarak tespiti, atımın başarısı için büyük önem arz etmektedir. Basamak patlatmasında, patlatma deliği ile basamak aynası, mantıksal olarak düşey konumdaki bir kanal uygulaması gibi düşünülebilir. Bu takdirde de alıcı ve kanal sondasından oluşan set halindeki bir radyodedektör düzeneğinden rahatlıkla yararlanılabilir (Demirci, 1995).

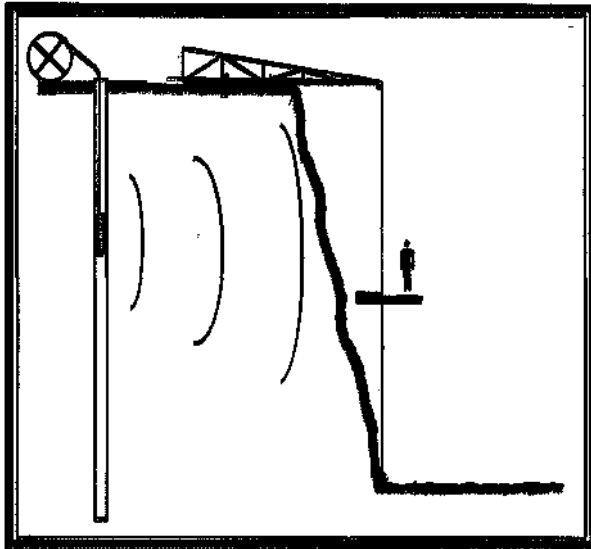
Özellikle dilim kalınlıklarının, basamak dibinde sistematik bir biçimde ölçülmesi, hatta delik taban paylarının benzer şekilde ölçülmesi, çok çabuk, kolay ve minimum maliyetle gerçekleştirilebilecek uygulamalar olacaktır. Bu uygulamada; Şekil 6'da görüldüğü üzere, basamak üzerindeki makaradan sarkıtılan bir dalga yayıcının, delik içinde basamak taban seviyesinde veya delik dibinden göndereceği sinyaller; basamak şevi dibinde gezdirilen bir alıcı tarafından rahatlıkla (mesafe sınırı aşılmadığından) algılanabilecektir. Özelliklerine ve kapasitesine bağlı olarak dalga yayıcının, delik içinde muhtelif seviyelerde iken basamak tabanındaki alıcı tarafından tespiti mümkün olursa, tüm deliğin kolaylıkla izlenebilmesi ve dilim kalınlıkları ile delik sapmasının ölçülmesi söz konusu olabilecektir. Bununla birlikte, sonda, delik içinde muhtelif seviyelerde iken; basamak üstündeki kontrollü bir makaradan sarkıtılan hareketli bir merdivene emniyet kemeri ile tutunmuş bir operatörün taşıdığı alıcı vasıtasıyla da tüm deliğin, istenen seviyelerden kontrol edilmesi ve gerçek dilim kalınlıkları ile yatay ve düşey düzlemlerdeki delik sapmalarının, biraz daha zor ve zaman alıcı olsa da ölçülmesi mümkün olabilecektir (Şekil 7).

Bu amaçla 3-15 m derinliklere kadar hizmet edecek şekilde imal edilmiş olan dalga yayıcıardan, amaca uygun olanları seçilmek suretiyle veya özel siparişlerle radyodedektör seti oluşturulabilmektedir. Nitekim geçmiş

yıllarda, Nobel PKB patlayıcı şirketi tarafından basamak dibinde dilim kalınlığını ölçmek amacıyla benzer bir düzenek oluşturulmuş ve Fransa'da pazariyanmaya çalışılmıştır. Bu makalenin yazarı tarafından da metal olmayan su borularının yerlerini tespit amacına yönelik olarak kullanılan standart tip cihazın, dilim kalınlıklarını belirleyecek tarzda kullanılabilirliği konusunda; çok küçük ölçekte, denem© niteliğinde bazı testler yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır.



Şekil 6, Basamak tabanı seviyesinde dilim kalınlığı ölçümü.



Sikil 7, titintn seviyeden dilim kalınlığı

#### 4 SONUÇ YE ÖNERİLER

Gerçek dilim kalınlıkları ve delik sapmalarının amprik yaklaşımlar yerine, yerinde yapılacak ölçümlere dayandırılması ve deliklerin bu ölçüler dikkate alınarak uygun nitelik ve nicelikteki patlayıcı maddelerle şarj edilmesi hususu; ekonomik, teknik ve emniyetlilik açısından atımların başarısını önemli ölçüde etkileyecek bir unsurdur. Elektromanyetik alan esaslı bir düzenek olan ve taşınması, kullanılması oldukça pratik olan radyodedektör düzeneğinin diğer yaygın kullanım alanları dışında patlatma deliklerinin izlenmesinde de kullanılabilir olması mümkün olmakla birlikte, işletmeciler yada teknik elemanlarca gereksiz bir ameliye olarak algılanması söz konusudur, yine de ekonomik ve teknik sonuçları bakımından uygun bir atımın önemini kavrayan teknik elemanlar ve akademisyenler tarafından bu amaçla kullanılacak bir ekipman olarak görülmesi ve değerlendirilmesi yakın gelecekte mümkün olabilecektir,

#### KAYNAKLAR

Demirci, A., 1995; "Kişisel Görüşmeler", C.Ü, Sivas

Du Mouza, J., Aler, J., 1995; "Delme ve Patlatma Semineri", 6-8 Aralık, Ç.Ü. Adana

Langefors, U., Kihlström, B., 1979; "The Modern Technique of Rock Blasting", Halsted Press, Stockholm, Sweden

Olofsson, O, S., 1988; "Applied Explosives Technology for Construction and Mining", Applex Press, Sweden

Radiodetection, Catalogues, "Systems, Instruments and Tools Buried Pipe and Cable Location, Monitoring and Problem Solving" Bristol, U.K.

Tamrock, 1984;"Handbook on Surface Drilling and Blasting", Painofaktorit, Finland