

TAŞOCAĞINDA SÖKÜLEBİLİRLİK, MAKİNE SEÇİMİ VE TUZLULUĞUN JEOFİZİKLE BELİRLENMESİ; Darıca

RIPPIBILITY, CUTTABILITY, MACHINE SELECTION AND SALINITY DETECTION BY USING GEOPHYSICAL TECHNICS, IN DARICA ROCK QUARRY, TURKEY

Prof.Dr. Ahmet ERCAN*

ÖZET

Kocaeli, Darıca taşocağında tuzluluk, kaya niteliği ve sınıflandırması ve buradan sökücü makina seçimini yapmak için birleşik jeofizik araştırmalar yapılmıştır. Jeofizik araştırmalar; 24 kanallı sismik aygıt (S) ile P ve S evrelerini alarak kırılma ve yansıma biçiminde, elektrik açılım (E) ve elektromanyetik (EM) frekans dalgeleri formasyon ayrımlılığı, yeraltı yapısı, yeraltısuyu ve tuzlusu derinliğini belirlemek için ölçülmüştür. Arazide en yüksek hızlar 2500 ile 3000 m/sn arasında olduğundan D455 türü dev sökücü uygun makina olacaktır. Her ne kadar D355A dev sökücüde uygun olsa da, bu makina kır ve kır4 killi ve silisli kireçtaşında zorlanabilir. O nedenle, yeni geliştirilmiş ve sıkışma basıncı 2000 kg/cm², Vp sismik hızı 3500-4000 m/sn olan kayalarda bile kolayca çalışan, karpit başlıklı yeni uzay teknolojisinin Darıcada kullanılması uygun görülmektedir

ABSTRACT

Geophysical studies for salinity, rock quality and classification determination have been investigated to lead to machine selection to rip the rock, in Darıca quarry, Kocaeli. Integrated geophysical methods have been carried out as seismic (S) reflection and refraction, at 42 stations with P and S wave measurements, to search for elasticity parameters and for rippibility. Electric (E) and electromagnetic (EM) soundings were ran for formation discrimination, subsurface structure groundwater, and saline water depth at sparsely distributed 15 stations. Induced (IP) and Natural Polarization (NP) technics were conducted to locate saline water intrusions in cracks and faults. The geophysical, geological and geomechanical studies showed that D 455 giant npper is most suitable for excavation. The high values of seismic velocities changing between 2500 to 3000 m/sec show that the D 355A npper may work inefficiently in kır clayey and kır4 silicified limestone. The high values of compressive strength and seismic velocities strongly emphasize that other mechanical excavators such as road headers and continuous surface miners with high tech cutters should also be considered in Darıca quarry.

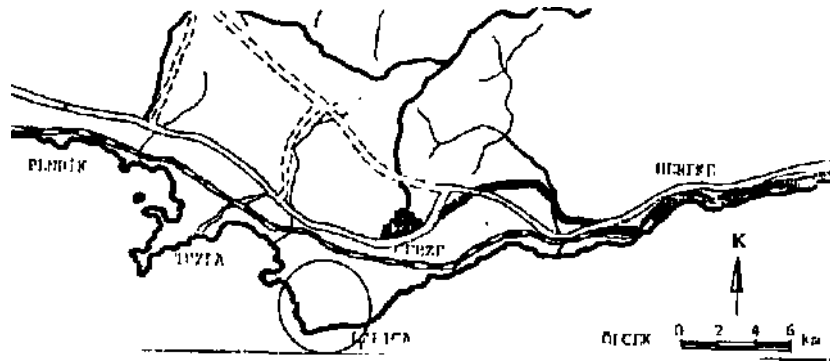
* İTÜ, Maden Fakültesi, Jeofizik Mub. Bölümü, Ayazağa-İstanbul
YERALTI ARAMACILIK Lmt. SporCad., Acun Sk, No 9/2 Besiklas-İstanbul. Tel: 0(212)137-7719/20 Fa*- 259-4580

GİRİŞ

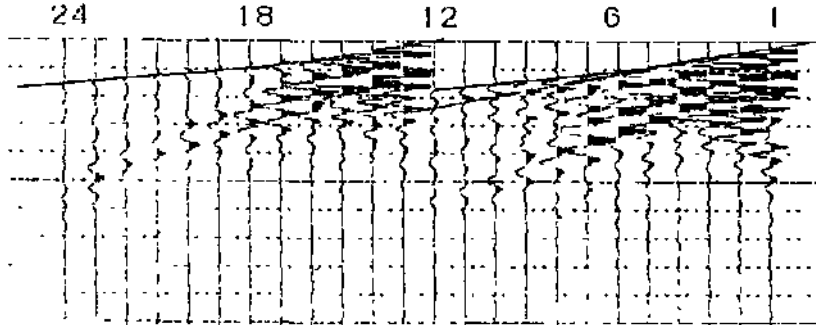
Taşocağı, Kocaeli, Gebze ilçesi, Danca Yelkenkaya Burnu dolayındadır. Alanın kuzeyinde Bayramoğlu, batısında Tuzla koyu, güneyinde izmit Körfezi girişi, doğusunda Darıca yeraltı (Görüntü 1). Bu alandaki Taşocağı, çimento üretiminde kullanılmaktadır. Ancak, yerleşim özellikle arazinin kuzey sınırına kadar sokulmuştur. Dinamit patlatma ile sökülme konutları rahatsız ettiğinden, sökülme ya da kesme-kemirme biçiminde bir taşocağı işletmeciliğine dönüştürme tasarlanmıştır. Batı ve güneyden denizle çevrelenen alanda işletmenin deniz düzeyi altına inmesi hedeflidir. Ancak, bu düzey altında karşılaşılabilecek hem yeraltısuyu ve hem de kaya içinde 200 ppm den çok tuzluluk, hem işletmeyi zorlayacak ve hemde çimento niteliğini bozacaktır. Bu amaçla yapılan jeofizik araştırmanın amacı, sökülebilirliği ve buna göre makina seçimini ve tuzlanma kuşaklarını, derinliklerini ve boyutlarını belirlemektir. Çimento niteliğini bozan kaya tuzluluğu ve tuzlanma kuşaklarını, derinliklerini ve boyutlarını belirlemektir. Bu amaçla 5 tane jeofizik yöntem; Sismik Kırılma, Elektromanyetik, Elektrik, Yapay Polarizasyon ve Doğal Polarizasyon uygulanmıştır.

Sismik ölçüler tüm alana her birimi simgeleyecek biçimde serpilmiştir. Ancak elektrik delgi Ölçüleri daha seyrek olarak Batı Ocaklarında deniz kıyısı ile doğudaki dinamit deposu arasında dağıtılmıştır (Görüntü 1.2). Doğru Akım Elektrik Özdirenç ölçümlerinde Schlumberger dizilim $r= 300$ ve 500 m. açılımla kullanılmıştır. Ölçülerde sayısal özdirenç aygıtı kullanılmıştır (Görüntü 2 ve 3). Kırık yerleri ve tuzluluğu belirlemek üzere B doğrultusu boyunca sürdürülen jeofizik kaydırma ölçüleri kuzey-güney yönünde 25 m. aralarla 44 noktada ayrı derinlik düzeylerini tarayacak biçimde alınmıştır. (Görüntü 4)

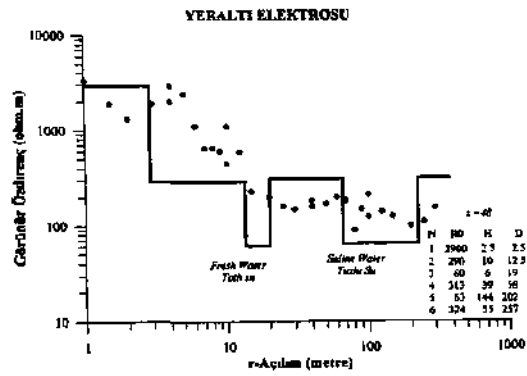
Yapay Uçlaşma (İP) yöntemine dipol-dipol dizilimi ile $a= 25$. $dx= 25$, $f= 0.3$, $F= 3$ hz, $n= 1,2,3,4$ düzeyleri için $I= 60-300$ mA kullanarak alınmıştır. Doğal Uçlaşma (SP) yöntemi 5 noktada bir sekmeli olarak $dx= 25$ metre aralarla kuzeyden güneye alınmıştır. Yüzey yükseltmeleri nedeniyle topoğrafik düzeltme yapılmıştır (Görüntü 4). Elektromanyetik ölçüler APEX Maxmin I aygıtı ile $r= 25$ ve 50 m açılımlı Slingram düzeni ile boyuna ölçümle 25 metre aralarla alınmıştır. (Tx verici ve Rx alıcısı HLOOP yatay aynı düzlemli düzende tutulmuştur. Delgilerde $f= 110, 220, 440, 880, 1760, 3520, 7040, 14080, 28160, 56320$ hz frekansları ve kaydırma ölçülerinde $f= 440$ ve 1760 hz frekansları kullanılmıştır). Sismik ölçüler OYO McSEİS- 170 IFP 24 kanallı sinyal biriktirmeli aygıtla, sismik kırılma ve sismik yansıma biçiminde alınmıştır. Kullanılan 14 hz egemen frekanslı P ve S dalgası gelişini algılayıcı jeofonlar, 5 metre aralarla ortadaki kaynağın sağ ve soluna bir doğrultu boyunca serilmiştir. Serimde $1-12$ kanalları o noktadaki yüzey biçimine göre kuzey ya da doğuda, $12-24$ kanalları güney ya da batıda konumlandırılmıştır (Görüntü 2). Kaynak olarak 12 kg ağırlıklı balyoz ve dinamit patlatılmıştır. S- dalgası için 2 metre uzunluğunda üzerine araç çıkan kalas kullanılmıştır. Süzgeçlerde kesme frekansları, alçak 5 ile 30 . yüksek 1000 hz özdeş çıkışlarda zaman ölçesi 20 m.san/çizgi alınmıştır.



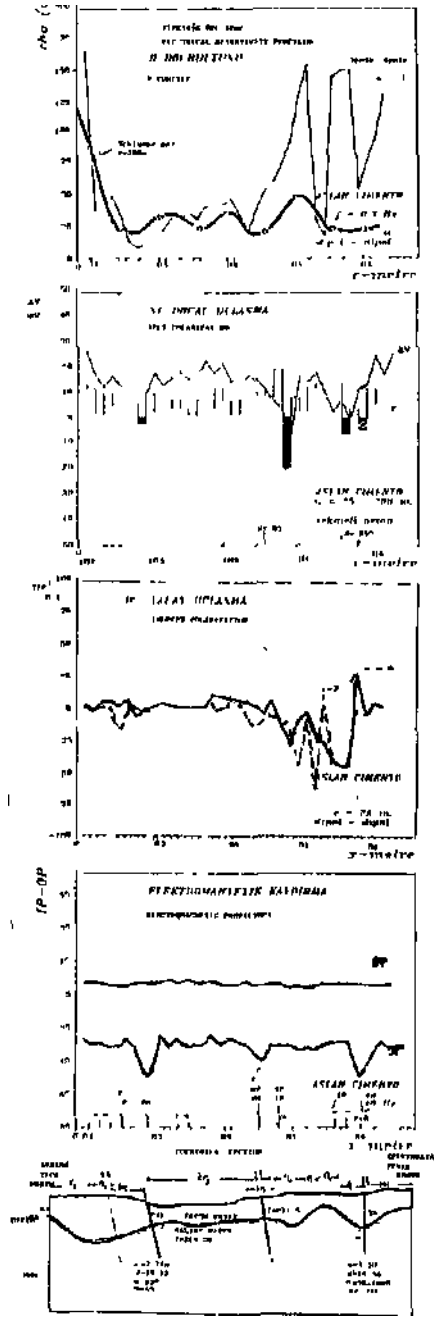
Görüntü 1. Çalışmanın sürdürüldüğü Danca Taşocagının Gebze-Kocaeli'ndeki yeri.
Figure 1. Darca rock quarry site near by Gebze-Kocaeli.



Görüntü 2. Sökülebilirlik için alınmış simgesel P ve S sismogramları.
Figure 2. Typical P and S seismograms to use in estimating of



Görüntü 3. Kocaeli-Danca Aslan Çimento B12 noktası Schlumberger delgisi.
Figure 3. Schlumberger electrical sounding at B12 station, in Danca, Kocaeli, quarry.



Goruntu 4. Tuzluluk ve kırıklık yerlerini belirlemek üzere çıkarılan bileşik jeofizik kesit.
 Figure 4. Integrated geophysical section to determine salinity along the profile B.

YERALTI YAPISAL VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

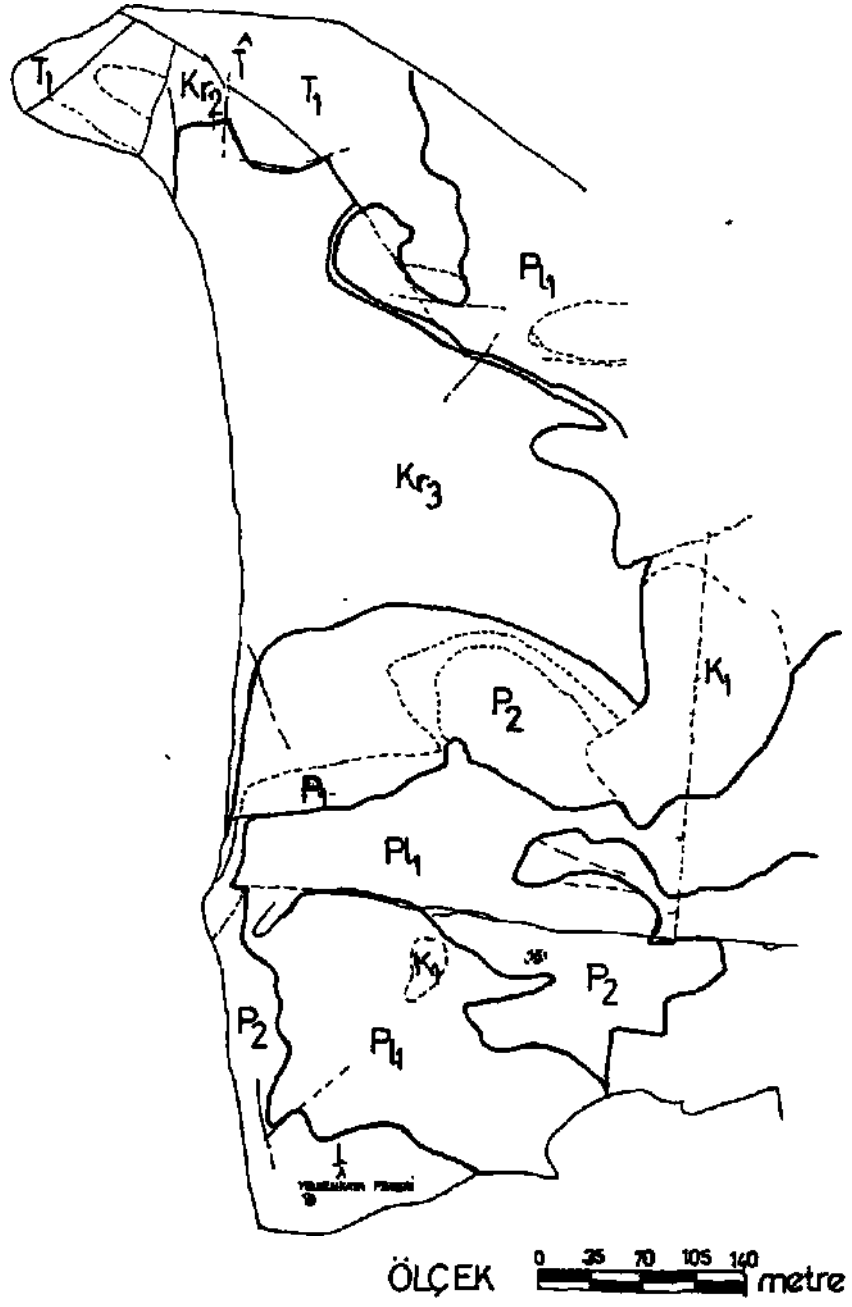
Yerin jeolojisini, kayaların fiziksel özelliklerini ve İşletilebilir taş birikimini belirlemek üzere (İTÜ, 1986) ve hidrolik değiştirenleri ve ocakta su ve tuzluluğu belirlemek üzere delme ve jeofizik kuyu loğu ve sağlam alışmaları (MTA, 1991) yapılmıştır. Bu jeofizik yapılmıştır. Bu Jeofizik alışma önceki çalışmalarla bütünlenmiş ve birlikte yorumlanmıştır.

Jeoloji. Taşocağında görülen tortul yığışım, tektonik açıdan (allokton) taşınmış ve (otokton) yerli olup, çeşitli kaya birimlerden oluşmuştur. Yerli birimler alttan üste; a- Triyas yaşlı dolomitler (ti), b- st Kretase yaşlı konglomera-kumtaşları ve killi kireçtaşları (kr1,kr2,kr3,kr4), c- Pliyosen yaşlı kırıntıları (p1) (Goruntu 5 ve 6). Taşınmış durumlu olarak da Karbonifer yaşlı çamurtaşı ve çamurtaşı aratakatmanlı kretaşlı arından oluşmuştur (kj^) (İT,1986, MTA, 1991) Mesozoyik (Tryas+Kretase) birimleri içinde gelişmiş katmanlar doğu-batı gidişil, güneye dike yakın eğimli ve yerçekimsel yırtılma kırıklarıyla yoğun biçimde parçalanmıştır. Üst Kretase Paleosen yaşlı birimler, Paleosen sonrasında biçim değişikliği sırasında kuzeyden güneye hareketle bindirme fayı ve kilipler oluşturduğu sanılmaktadır (İT,1986). Ayazma Tepe ile Yelkentepe arasındaki batı ocağında jeolojik birimler güneyden kuzeye doğru yaşlanır. Yereyde en önemli oluşum, kuzeyden güneye hareketle oluştuğu sanılan bindirme kırığı ve bu bunun arda kalan İki tane binicisidir. Genelde katman gidişleri DB, KD-GB, eğimleri ise G,GD yadır. Ayazma tepe dolayında Kuzeydeki Tryas dolomitlerinin doğrultuları K10°-80° B, eğimleri 10°-32° GB'ya doğrudur. Bu kesimdeki st Kretase konglomeraları yoğun kırılma etkisi ile K23°-58°B, 10-11« KD, 30°-36«> GB, K60°D, 33°GB eğim kazanmışlardır.

Bu aralıkta en yaygın birim olan kr killi kireçtaşları K40°-85°D gidişli ve 12°-44°GD eğimlidir. Bol kırıklı ve çatlaklı bu birimde kırıklık yerel çoğalma ve azalmalar gstern. Dolomitlerle (tj), killi kireçtaşları (10-3) arasında açılı bir uyumsuzluk dokunağı bulunur. Pliyosen kırıntılıları 15-30 kalınlıkta gevşek tortullardan oluşmuş olup açılı uyumsuz olarak yaşlı birimler üzerine oturmuştur.

Yüzeyde kırıklar genelde DB doğrultulu ve katman gidişlerine uyumludur. Ancak en yoğun kırılma ve eşitliliği Ayazma tepede gözlenmiştir. Dolomit ve konglomeralardan oluşan bu tepe sanki DB ve KG doğrultulu kırıklarla entlmiştir. Bunlardan en önemlisi gidişi K75°B, eğimi 48°-GB İle dolomitleri st Kretase birimleri ile karşı karşıya getiren kırıktır. Ayrıca, horst ve graben yapısı oluşturmuş K47°D, K70°B yonlu 85-90° eğimli u önemli kırık yeradır. K-G yönlü gerilmelerin etkisi ile Ayazma tepede atımları 1 İle 40 m. olan dört, atımları 200 metreye varabilen yedi tane, dolomitleri sınırlayan KB ve KD yönlü eşlenik çiftler biçiminde doğrultu atımlı kırıklar yeradır (MTA, 1991).

Litolojik Birimlerin imentoda Kullanılabilirliği. Çalışma alanında imento gereci olarak kullanılabilen baskın kaya kr3-killi kireçtaşıdır. İT(1986)'da Petrografik ve kimyasal bileşim zlemelerine göre Triyas dolomitleri; CO3 oranının %40±10 ile eşil değer olan enaz %75 den çok küçük olması, MgO'in %08-%25 ile eşik değer olan



Görüntü 5. Danca batı taşocagında yüzey jeolojisi (NİTA, 1991)
 Figure 5, Surface geology at Danca western quarry.

ÜST SİSTEM Upper System	SİSTEM System	SEMİ Series	KAY Stage	KALINLIK (m) Thickness	LİTOLOJİ Lithology	AÇIKLAMA Explanation	
SENZOZYİK Senozoic	PALEOJEN Paleogene	PALEOSEN Paleocene		22		Çakıl, kum, kıl, silt, çamur ve kiremit renli çamurtaşı. Ortalama 1-2 m kalınlığında tabakalı. <i>Pebbles, sand clay silt</i>	P1
				40		Yumurtalı, yuvarlak, köşürlü ve düzensiz, sarı, kahve renli. <i>Nodular, calcareous shell</i>	P1, P2
MESOZYİK Mesozoic	KRETASE Cretaceous	ÜST KRETASE Upper Cretaceous	MESTRİTİYEN Maastrichtian	250		Kıllı kireçtaşı, kireçtaşı ve çamurtaşı. Ortalama 1-2 m kalınlığında tabakalı. Ortalama 1-2 m kalınlığında tabakalı. Arasında ince düzeyde volturuk kökenli çamur taşı-büfit ara tabakalı. <i>Clayey limestone, limestone</i>	K3, K4
				30		Kumtaşı, çakıl, kumtaşı-konglomera. Sarı-bej renli. Orta-kısmen ince-kaba tabakalı. Yağın köyü gri kireçtaşı ve dolomit çakılı. Üstte Mollusk ve küçük parçalı bencil foraminiferli, karbonat çakılı. <i>Sandstone pebbly sandstone-conglomerate</i>	K2
				20		Konglomera kumtaşı ve çakıl. Üstte dolomit ve kireçtaşı tabakalı. Üstte çamurtaşı çakılı, üstte mollusk türü bencil foraminifer çakılı. <i>Conglomerate-sandstone</i>	K1
				200		Dolomit. Koyu gri-sarımsı kahve renli, orta-kısmen tabakalı. Çeker çoruklu, sık çatlaklı ve çatlaklar boyunca gelişmiş küçük parçalı. <i>Dolomite</i>	T1
PALEOZYİK Paleozoic	KARBONİFER Carboniferous	ORTA TRIYAS Middle Triassic		30		Kireçtaşı-Dolomitik kireçtaşı-Dolomit-çamurtaşı ardışımı. Koyu gri renli ince-orta tabakalı. Kısmen dolomit, yağın olarlarda kalsit dolguiv, fansiyon çatlaklı, taşıyla yeniden kristallenmiş yağın milonit, k. dolguiv. <i>Limestone-Dolomitic limestone-Dolomite-Mudstone</i>	K2
				7		Çamurtaşı (Grovak) koyu yeşilimsi kahve renli, ince tabakalı, kalsitli, yağın kalsit dolguivü çatlaklı. <i>Mudstone (Grovak) dark greenish brown fine bedded, calcareous, clayey calcite filled</i>	K1

Görüntü 6. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (MTA, 1991).

Figure 6. Generalized stratigraphic section of study area (MTA, 1991).

en çok %3 den daha büyük olması ve gelişi güzel dağılması nedeniyle hammadde olarak değil, ancak katkı gereci olarak, çakıltaşı ve kumtaşları; çimento gereci olarak uygun, karbonifer kireçtaşı (K_2); %88-99 CaO_3 içerdiğinden uygun, ancak çamurtaşlarından ayrılabildiği için zor olduğu belirlenmiştir. Paleosen yaşlı yoğun kireçtaşları (P2), fosfat, volkanik geçiş ve silisli kumtaşı içerdiğinden titrasyonu düşürdüğünden kullanımı yeğlenmemektedir.

Yedek (rezerve) Ana işletim gereci olan Üst Kretase krç, Kr_3 ve Kr_4 kayalarının batıdaki Yelkenkaya ocağındaki miktan, deniz düzeyi üzerinde 19.5×10^6 ton, deniz düzeyinin 15 metre altına dek 6.75×10^6 ton doğu ocaklarında ise deniz düzeyi üzerinde 18×10^6 ton, denizin 15 metre altında 5×10^6 ton olabileceği kestirilmiştir (İTÜ, 1986).

KAYA TUZLANMASI VE SU DURUMU

Su Tutma; Yüzeyle birimlerin su tutması çoğunlukla İkincil gözeneklilik, çatlak, eklem ve kırıklar ile erime boşluklarıyla sağlanmıştır. K_1 ve K_2 Karbonifer yaşlı grovaklar içinde eklem ve çatlaklar yoğun olup kaygan eklemelerin kılcal çatlakların çoğu kalsit ile doldurulmuştur. O nedenle geçirimsizdirler ve su tutmazlar. T1-Trİyas yaşlı dolomit ve dolomitik kireçtaşı içinde kırık ve çatlaklar baskındır. O nedenle bu birim içinde çatlak aracılığı ile gelen sular yoluyla erime boşlukları gelişmiştir. Oluşan bu boşluklara kil, süt gibi bozuşma ürünleri dolmuştur. O nedenle su tutabilir ve geçirebilir. Yerel olarak Darıca dolayında sığ su kuyuları açılan bu birimden yeraltı suyu üretilebilir. Kr_1 , K_2 , Üst kretase konglomera ve kumtaşları içinde silttaşları süt varlığı nedeniyle geçirimsizdir. Ancak taneli doku içerdiğinden kumtaşı-çakıllı kumtaşı düzeyleri ile konglomeralar kısmen geçirendir ve su içerebilir Kr_1 ve Kr_2 kretase konglomera birimlerinde taneler arası gözeneklilik nedeniyle su birikmesi beklenir. Ancak killi kireçtaşları (K_1) ve karbonatlı marnlarda su kısmen azdır. Ne varki, düşük elektrik öz direnç, Neutron loğu belirtisi ve hidrolojik log derinlerde bile Kr_3 'ün kırıklı, çatlaklı ve gözenekli olduğunu göstermiştir. O nedenle deniz suyu bu birim içinde karaya doğru daha çok ilerlemiştir. P1, P2 Karbonatlı marn (P1) sıkı karbonatlı marnlar (P2) içinde çatlaklar gelişmiş olmasına karşın geçirgenlikleri kil ve kalsit yataklanması nedeniyle düşüktür. Yer yer çatlaklar kalsit ile doldurulmuştur. O nedenle fazla su tutmaları beklenmez. P1, Pliyosen yaşlı çakıl, kum, silt ve killer, kil ve süt varlığı nedeniyle geçirimsizdirler ve çok az su içerebilirler.

Hidrolik Özellikler; Taş niteliğini belirlemek ve hidrojeolojik amaçlı olarak 24 ile 150 metre derinliğinde 29 kuyu açılan kuyularda yapılan sağma deneyi ve kuyu içindeki neutron ve yoğunluk loğlarına göre çatlak ve kumlu düzeyler dışında tuzlanma ile karşılaşmamıştır. Geçirgenliğin ve su tutma becerisinde düşük olması arazide bol su olmadığını göstermiştir. Hidrolik deneylerden bulunan yatak özellikleri; geçirgenlik (permeability) $K = 1.7 \times 10^{-6}$ m/sec, iletim (transmissibility), $T = 1.3 \times 10^{-4}$ m³/sec/m, su tutma özelliği $S = 0.4$ geçirgenlik özellikleri denize dik ya da koşut olmasında değinmemektedir. Beslenme konisi çapı R ise, $Q = 0.6$ lt/sec için $R = 70$, $Q = 0.3$ lt/sec için $R = 45$ m. bulunmuştur. Jacob ve Theis yöntemini kullanarak bulunan olası tuzlanma derinliği, topoğrafik yüzeyden 28 ile 65 metre derinde bulunmuştur (MTA,

1991). Batı ocağında, krç içinde 150 m ye dek açılan kuyularda ortalama su verimi $Q=0.3 \text{ İt/sn}$, durgun düzey 2 metre, dinamik (devingen) düzey 40, etkileme çapı 70 metredir. Sağım başladıktan bir süre sonra su tuzluJaşmaktadır. Ancak, batı ocaklarında -50 metreye kadar yapılacak kazılarda yeraltısuyu ile karşılaşılması beklenmemektedir.

Su Kimyası; Çalışma alanında yeraltısularının toplam mineralizasyonu 430-2600 mg/lt arasında değişmekte, olup ortalama 8500 mg/lt dolayındadır. Suların ortalama pH'ı 7.7, iletkenliği 11000 mikro Siemens suda erimiş C_0_2 miktarı 4 İle 25 mg/lt dir. Ortalama sertliği 12Fr°dir.

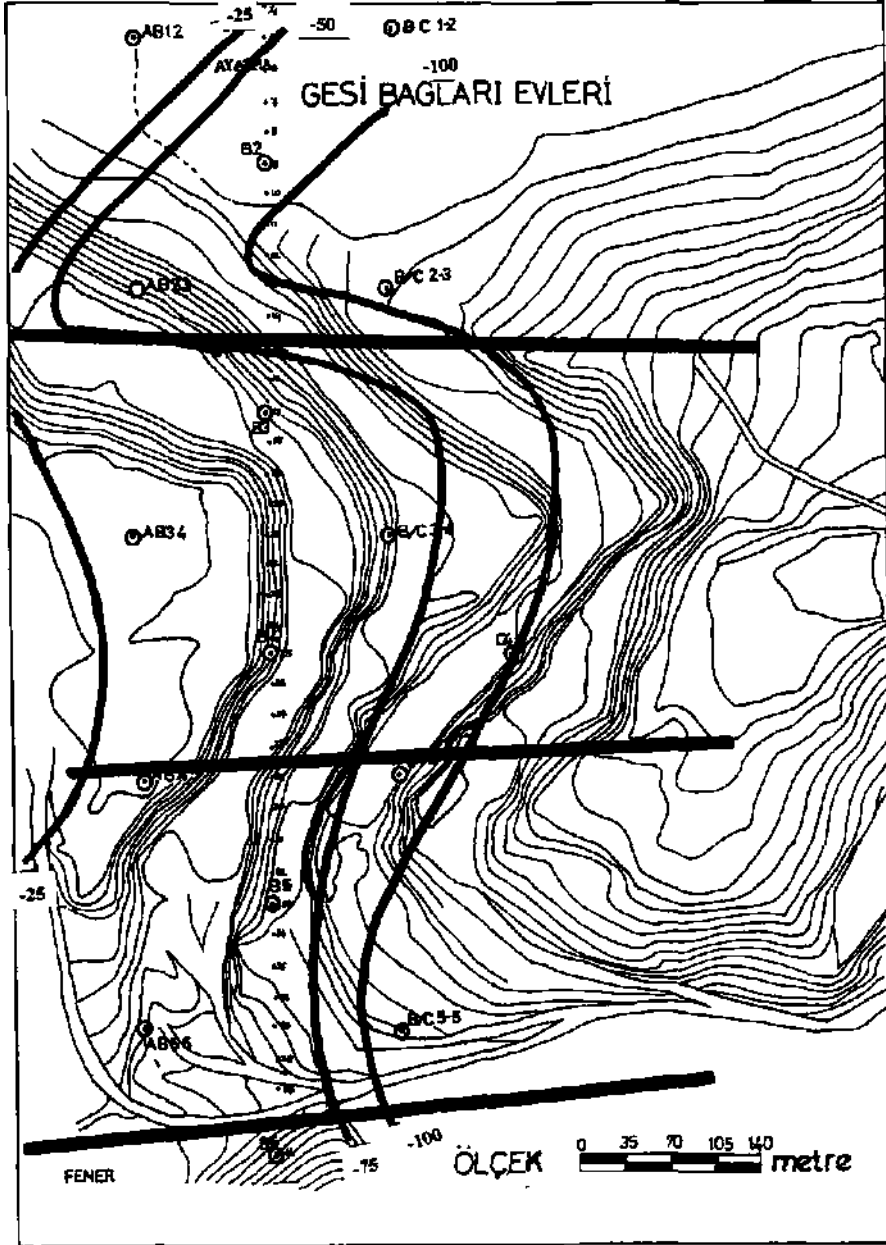
Tnzluluk;Taşocağı işletmeciliğinde, çimento için kullanılacak taş içinde 200 ppm'den çok tuz olmaması öngörülmektedir (Pierron sözlü bilgi). Kuyularda jeofizik kuyu loğu çekilmiş ve ayrıca kuyu ağzından çamur İletkenliği ölçülmüştür. Kuyular dolayında deniz suyu elektrik özdirenci $R_{ws}= 0.25-0.28 \text{ Ohm-m}$, çevrim çamurununki ise $R_m= 4 \text{ ile } 6 \text{ ohm-m}$, formasyon içindeki suyun İse $R_{wf}= 3.75-13 \text{ ohm-m}$ ölçülmüştür. Genelde killi kireçtaşı içinde kil ve silt oranı yüksek olduğundan elektrik özdirencin çok küçük olduğu Ölçülmüştür. Kırık ve çatlak yoğunluğunun büyük olduğu yerlerde Neutron density ve SP loğu büyük değerler vermiştir. Bu değerlerin bir nedende bu kırıklardan kuyuya giren tuzlu su olabilir. Genellikle jeofizik kuyu loğları krçjicilli kİreçtaşının derinde bile oldukça kırıklı olduğunu ve kil oranının arttığını göstermiştir, ki bu durum 1993'de yapılan yüzey sismik ve elektrik Ölçüleriyle iyi bir uyum göstermektedir. Hidrolik deneyler öncesi yapılan kuyu loğları ölçümlerinde salt bir kuyudaki kumlu kesim dışında kuyularda tuzlu su girişimi ile karşılaşılmasıdır. Ancak, çekim (pumping test) deneyi ile birlikte yaklaşık 15 metre derinden kuyulara tuzlu su girmeğe başlanmıştır.

Tuzlanmanın Karaya Doğru Gelişimi. Jeofizik (elektrik + polarizasyon + elektromanyetik) ölçülerin yorumundan batıdaki denizden doğudaki PK3 kuyusuna kadar seyrek aralıkla çalışılan batı ocakları bölgesinde eşit tuzlanma derinlik kuşaklarının denize koşut ve yaklaşık KG doğrultusunda uzandığı belirlenmiştir. Elektrik dalgilerden belirlenen tuzlu-tatlı su dokunağı derinliği -10 ile -150 metre arasında değişmektedir. En sığ olduğu yer 10 m. İle kuzey batıdaki Ayazma Tepeyi oluşturan Üst Kretase taban konglomeraları ve Triyas dolomitleri içindedir. Bu kesimde tuzlanmanın artışının başlıca nedeni; konglomera ve dolomitlerin taneler arası ve erime boşlukları ile kazanmış oldukları gözenekliğin yamsıra KG ve KD-GB, ve DB doğrultulu kırıklarla kesilerek deniz ile kara arasında kazandırmış oldukları su yollarıdır (Görüntü 3, 4, 7). B Doğrultusu boyunca Doğal Uçlaşma (SP), Yapay Uçlaşma (İP), Elektrik Özdİrenç (R), Elektromanyetik ölçümlerin birleşik yorumu, hangi kırıkların tuzluluk baskını altında olduğunu açıkça göstermiştir (Görüntü 4). Dİpole-Dipole dizilimi ile $n=3$, $a=25 \text{ m}$, $f= 0.3 \text{ Hz}$ İçin ROA(x) görünür elektrik özdirenc değeri 10 İle 70 ohm-m arasında değişmiştir. Elektrik Özdİrenç eğrisindeki değişimler formasyon özdİrençlerine uyumlu olarak işaret vermiştir. En yüksek ROA ve sismik hız kuzeydeki Tnyas dolomit (Tj) ve Kretase kireçli marn (silekqli) (Kr4) üzerinde elde edilmiştir (Görüntü 8). Göreceli olarak çatlaklı ve çatlakları nemli yer yer tuzlu sulu olan Kretase killi kireçtaşı (Krç) ve Paleosen karbonatlı marn (P) üzerinde iletkenlik işaretleri elde edilmiştir. Kuzeyden 150 ve 520 ve 820'ci metrelerde Krç un Krç ve Kr4 ile dokunagında EM nin de iletkenlik işareti vermesi, bu dokunaklarda çatlaklar arası su

yataklaşması olabileceğini ve bunun tuzlu olabileceğini göstermiştir. Tuzlanma olduğu sanılan bu süreksizlikler yer kırığı ya da çatlak yoğunluğu ya da gözenekliğin büyük olduğu kuşaklar olabilir. Bunların eğimi 150 m'de 82°, 520 m'de 78°, 820 inci m'de 90 ile 100 derece güneye doğrudur. Triyas dolamağında tuzlanma derinliği 22 metre dolayında iken Paleosen P1-P2 dokunağında 54 metreye dek düştüğü anlaşılmaktadır. Kuzey batıdaki Triyas dolomitleri içinde tuzlanma derinlik düşümü (gradient) %25 (14°) açı ile -150 metre derinliğe denizden x= 770 m'de ulaşmaktadır. Ancak, ocakların yer aldığı kesimde tuzlanmanın karaya doğru ilerlemesi daha fazla olup, kıydan -150 m.ye x= 910 metre uzaklıkta ulaşmaktadır. Killi kireçtaşında tuzlanma kamasının eğimi kıyı-PK1 1 kuyu arasında %6 (3 4°) iken PK1 1-PK3 kuyuları arasında eğimini arttırarak %25 (14°) ye ulaşmaktadır. Bunun nedenleri Dolomitlerle, killi kireçtaşları arasındaki geçirgenlik ve gözeneklik ayrılıklarıdır. Dolomitler geçirgenlik genellikle kırıklarla sağlanırken, killi kireçtaşlarında birim içindeki çatlak ve eklemelerin önemli etken olduğunu göstermektedir. Nitekim killi kireçtaşları içinde açılmış P1, PK 12, PK 13 PK17 kuyuları, bu kesimde killi kireçtaşlarının derinde bile bol çatlaklı ve kırıklı olduğunu göstermiştir (MTA, 1991). Ancak killi kireçtaşı içinde iki ayrı ilerleme hızı gözlenmiştir. Bunlardan biri kıyı ile PK11 kuyusu arasında %6, PK11-PK3 arasında %25 dir. Bunun nedeni killi kireçtaşları içinde çatlak ve gözeneklik oranını PK1'in doğusunda artışı olabilir. Dolomit ve killi kireçtaşı arasında tuzlanma giriş hızını etkileyen ana etmen B3-AB23 arasından geçen DB doğrultulu süreksizliktir Bu süreksizlik, en güzel İşaretlerini hem tuzlanma haritasında ve hemde elektromanyetik kaydırma eğrilerinde belirgin işaretlerle göstermektedir, buna göre diğer önemli tuzlanma kuşağı B6 noktası kuzeyinde DB doğrultusunda batı ocağına giden yol ile çakışmaktadır. Deniz-sarıç arasındaki bu süreksizlik, ayrıca jeolojik haritada da bir kırık olarak gösterilmiştir (ITÜJ985, MTA,1991). Tuzlanma haritası üzerinde içinde tuzlu su taşıdığı sanılan bu süreksizlikler, kalın doğrularla, tuzlanma giriş yöneyleri oklarla ve eğimleri % değeri ile gösterilmiştir (Görüntü 7). Güneyde İzmit körfezinden doğru karaya tuzluluk gelişmediği anlaşılmıştır. Bunun nedeni katmanların güneye (körfeze) doğru eğimli olması ve Fener-Fabrika dolayında doğu ocağında bir tanesi dışında, kırıkların DB doğrultuları olup, KG doğrultulu olmamasıdır. O nedenle tatlı su üretimi kuyularının doğuda açılması önerilir. Kuyu derinliklerinde %25'lik tuzluluk kaması eğimi göz önünde bulundurulmalıdır. Tuzlanmanın en yoğun görüldüğü yerler DB doğrultulu kırık kuşaklardan dolayı olup, kırıklardan uzaklaştıkça tuzlanma oranı düşmektedir. Batı ocaklarında sığ su alınabilecek ortalama derinlik -30 ±10 m. dolayındadır. Ancak jeofizik ve sondajlardan da anlaşıldığı üzere su miktarı sınırlı 0.1-0.2 lt/sn olup kısra yakındır. Tatlı sular derinde ve ancak Darıca yakasında doğuda olabilir.

TAŞOCAĞINDA KAYALARIN SÖKÜLEBİLİRLİĞİ

Darıca taşocağında bulunan kayaların sökülebilirliğini, en yaygın olarak kullanılan Singh, Denby, Eğretli, Weaver. Baüey, Caterpillar ölçütlerine göre sınıflandırmak üzere kaya mühendislik özellikleri cetveli çıkarılmıştır (Bilgin, 1989; Yüzer ve Vardar, 1986; Ulusoy, 1989; Lencner, 1992 a,b,; Er;an, 1994). Bu cetvelde kaya ve taşların jeolojik (litolojik-tektonik-petrografik), jeomekanik (σ_c - tek eksenli sıkışma dayanımı, σ_t - tek eksenli çekme dayanımı, a - Nokta yükleme indisi), jeofizik (V_p - sıkışma dalgası hızı, V_s - kesme dalgası hızı, dinamik esneklik modülleri (E, a, k,G), elektrik özdirenç özellikleri dökülmüştür.



Görüntü 7. Jeofizikten bulunan, deniz suyunun karaya doğru baskınlaştığı derinlikleri ve olası kırıklar. Kalın kontur üzerindeki sayılar tuzlanma derinliği, düz çizgiler kırıklar, ince çizgiler yüzey yükselteleri, B1, B2, B3... jeofizik ölçü noktalarıdır

Figure 7. Salinity invasion depth and possible fault lines in the quarry.

Jeolojik ve Fiziksel Özellikler

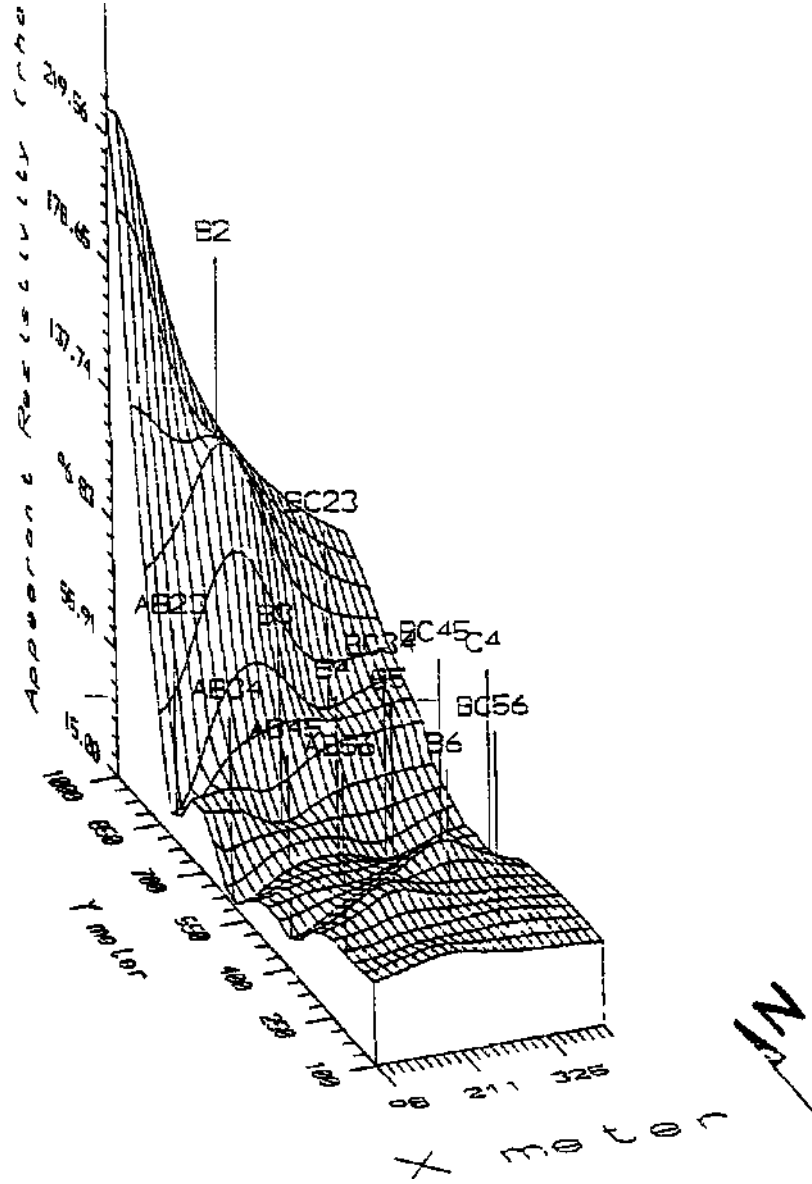
Ayrışma; Kayadaki ayrışmanın iki kökeni vardır. Biri hava-su etkisi ile doğal diğeri sarsımlarla yapaydır. Kayalar üzerine yer yer gelen Pliyosen ayrışık birimlerinin kalınlığı 10 ile 30 metre arasındadır. Ayrışmanın derecesi çoğunlukla çatlak ve eklem yoğunluğuna, petrografik özelliğine, katmanlaşma ve dilimlenme doğrultularına aşınma özelliğine bağlı olarak değişmektedir. En yaygın olarak yer alan killi kireçtaşının (krçv ayrışık bölümünün kalmığı 5 metre dolayındadır, krç'ün ortalama hızı $V_p = 2400$ m/sn olduğundan (Görüntü 9)'a göre oldukça az ayrışmış birim olarak sınıflandırılır. kr4 sileksh kireçli mam ve t\ dolomitik kireçtaşı içinde ayndır. Alanda, ayrışmaya en uygun birim $V_{pj} = 762$, $V_{p2} = 1916$ m/sn ile P2 Paleosen sıkı kireçli marn ve $V_{pj} = 595$, $V_{p2} = 2500$ m/sn ile kj-karbonifer yaşlı kireçtaşı ve k2- çamurtaşı-kumtaşıdır. Özellikle çamurtaşı içinde bozuşma derinliği 30 ile 50 metreye dek varabilir.

Çatlak Dolgusu. Kayanın çatlaklı olması ve çatlakların hangi tür dolgu ile kapatılmış olması sökülebilirliği etkiler, krç killi ve kr4-silekli kireçtaşında çatlaklar vardır, ancak doigusuzdur. t\ dolomitleri oldukça eklemli ve çatlaklı yer yer kırıklarla çentilmiştir. Bu süreksizlikler boyunca erime ve erime boşlukları gelişmiştir. Bu tür boşluklar bozuşma ürünleri ile doldurulmuştur. kj-k2 karbonifer kireçtaşları ve kumtaşları çatlaklı ve damarlıdır. Bu tür boşluklar genellikle kalsit ve volkanitlerle doldurulmuştur.

Sertlik. Mohr sertlik sınıfına göre kaya sertliği 2.5 ile 3.5 arasında değişmektedir. En sert 3-3.5 ile t1-dolomit ile kty-silekli karbonatlı marn'dır. 10-3- killi kireçtaşı ise 2.5-3 tür. Bunların her biri kırılğandır. k2-de ise yapraklanma izlenir.

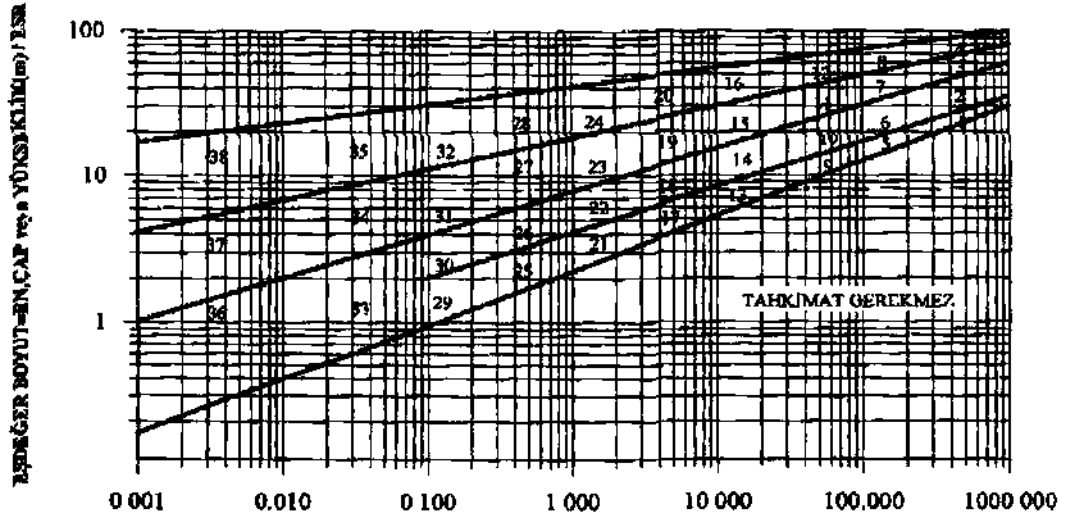
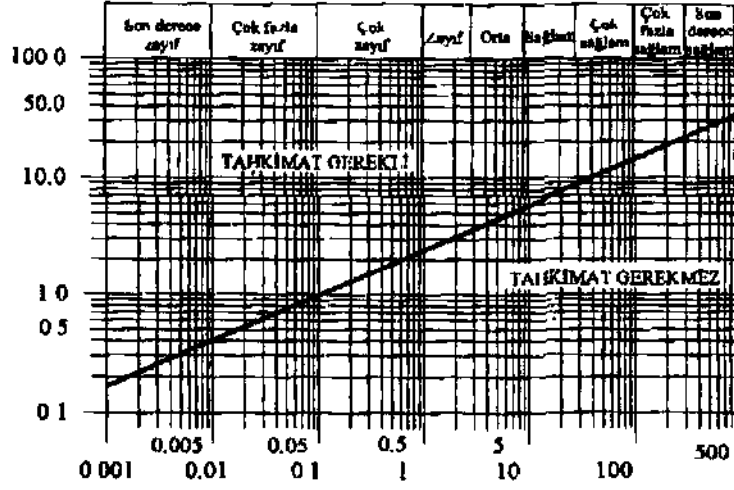
Dilimlenme. Katmanlaşma ve dilimlenme kaya çok sert olsa bile sökülebilirliği olumlu etkileyebilir. Kimi durumlarda çok sert ancak ince katmanlı olmuş olması, sökülemez diye sınıflanan kayanın sökülebilirliğini sağlar. k2 çamurtaşları yapraklanma ve kayrak özelliği gösterir. Oldukça ince katmanlıdır, kj -karbonifer kireçtaşları da ince katmanlıdır, tj-dolomitleri orta-kalın koşut katmanlıdır. Ancak katmanlaşma düzlemleri çoğunlukla seçilemez. O nedenle tj-içindeki katmanlaşma sökülebilirliği iğe yardımcı olamaz. En yaygın olarak işletilen kr3-killi kireçtaşı ve kr4-silekli karbonatlı marn İnce-çok ince katmanlıdır ve yer yer yapraklanma dilimlenme gösterir. Ardışık olarak kil ve tüfit katmanlaşmada gösterdiğinden, bu yapısı ile makinalı söküme uygunluk içerir. Çakılları dolomit ve kireçtaşı dolgusu kalsit olduğundan söküme zorluğu içerebilir. Pj ve P2 yumrulu ve sıkı kireçli marn kalın katmanlıdır. Yer yer kil ve kumtaşı katmanlıkları içermesi sökülmeyi kolaylaştırabilir.

Gözenektik. Gözenekliliğin artması ile söküme kolaylaşır. En gözenekli birim 10-4, %11, olup bunu %8 ile kr-konglomera-kumtaşı, %6 ±1 ile 10-3 killi kireçtaşı izler. Dolomitin taneler arası gözenekliliği %8 gibi çok düşüktür. Ancak yer yer küçük erime boşlukları içermesi sökülebilirliği yerel olarak kolaylaştırabilir.



Goruntu 8 Uç boyutlu yeraltı görünür elektrik öz direnç görünüşü. Düşey eksen RO A (Ohm-m) Düşük olan yerler kırıklann uzanımını göstermektedir

Figure 8 3D subsurface geoelectncal view at the quarry Vertical axis is apparent resistivity - ROA (Ohm-m)



Görüntü 9. Kayaçta ayınma derecesinin V_p hızına göre sınıflandırma çizelgesi.
 Figure 9. Estimation of decomposition degree from V_p seismic compressional velocity.

Jeomekanik Özellikler

Kaya dayanımı özellikleri nokta yükleme tek eksenli basınç dayanımı G_c ve çekme direnci σ_t deneyleri olarak araziden alınan taş örnekleri üzerinde yapılmıştır (Döküm 1).

Nokta Yükleme indisi. Oj değeri arttıkça sökülebilirliği zorlaşmaktadır. Bu değer en yüksek 94 ± 2 ile kr4 dedir. Bunu 41+1 ile krp konglomera, 35 ± 15 ile t\ - dolomit 34 ± 6 ile yumrulu kireçtaşı P1 ve 20 ile P2, ve 14 ile 20 ile krç killi kireçtaşı izler. σ_{ij} yi 24 ile çarparak σ_c - değerleri elde edilmiştir. Değerler taş örneğinin alındığı yerdeki kayanın ayrışma, petrografik ve litolojik özelliklerine bağlı olarak değişir. O nedenle iyi örnekleme yapılmayan yerlerde yanlış kanı uyandırabilir.

a_c - Tek eksenli sıkışma dayanımı, (Bilgin (1993) ve İTÜ (1985) yılı çalışmalarının birleştirilmesi olarak σ_c kg/cm² değerleri büyükten küçüğe doğru, kr4- Sileksli kireçli marn 900-2250, tj- dolomit 880-1400, 10-3- killi kireçtaşı 575-1570, kq-konglomera-kumtaşı 1000 ± 35 , Pj-yunırlu karbonatlı marn 850 ± 100 , σ_{2-51} kireçli marn 480 olarak sıralanır. Bu sıralanış gerçekte arazideki sökme zorluğunun sıralanışdır.

ot- Tek eksenli çekme dayanımı, En büyük değerlerini 77 kg/cm² ile tj-dolomit ve kr4-sileksli marn üzerinde alır. kr3-te ise 40-65 arasında yer alır. ot- büyüdükçe sökme zorlaşmaktadır.

Es-Statik Esneklik. Deneylerde taş örnekleri üzerinde yapılan deneylerle elde edilmiştir. Eksenel gerilmenin yamulmaya oranını veren Young modülü büyüdükçe sökme zorlaşmaktadır. Sırası ile bu değer dolomitte $174 \cdot 10^3$, killi kireçtaşımda $145 \pm 10 \cdot 10^3$, ^4 sileksli marn da $138 \cdot 10^3$ kg/cm² bulunmuştur (İTÜ. 1986).

Jeofizik Özellikler

Alanda malzeme yerinden oynatılmadan (in-situ) yapılan yüzeysel sismik ve elektrik ölçülere dayanılarak belirlenmiştir. Genel olarak sismik hız, esneme, ve elektrik özdirenç arttıkça sökülme zorlaşır.

Vp- Sıkıştırma Dalgası Hızı. Kayaların üst ayrışmış ve alt sıkı dokulu kesimleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Söz gelimi aynı dolomit içinde üç tane ayrı hızlı litolojik özellik gözlenmiştir ($1571. 2300 \pm 100, 4200 \pm 100$ m/sn), kr³ killi kireçtaşı içinde de üç düzey gözlenmiştir ($11751400, 2400 \pm 400, 3700 \pm 100$)dür. Bunlar formasyon içindeki ayrı fasiyesleri simgeler. Dolomit içindeki yüksek hız. kristalleşmenin çok geliştiği ve çatlak oranının düştüğü yerlerde gözlenir. kr3 te simgesel Vp hızı 2400 m/sn'den küçüktür. Ancak, yer yer kr4 ile geçiş yaptığı sileksli kısımlarında 3700 ± 100 m/sn'dek ulaşır. Birimlerin simgesel sismik hızları bulunurken ayıklama yapılmış $V_p/V_s > 1.41$ olmasına bakılmıştır. Diğer birimlerin hızları Pj için 1578 ve 2727, P2 için 762 ± 100 ile

1916±100, kr₂ için 1550150, ki için 595 ile 25001300 m/sn bulunmuştur. Üzerinden ençok ölçü alman birim N= 28 tane ile krç» dür.

Vs- **kesme dalgası hızı**. P dalgası hızına uyumlu bir değişim gösterir. Büyükten küçüğe doğru bu değerler ti dolomitte (857, 19001100, 3125 m/sn), kr4- süekslı karbonatlı marında 16481600 m/sn, krç-killi kireçtaşında (845±100, 9001150 m/sn), Pj de 1200 m/sn kj-kireçtaşında (428 ve 12501500 m/sn), P2-358160 ile 833 arasında değişir. P dalgası hızı ile yeryapısal birim türü arasında doğrusal bir ilişki otmasada, Vs hızında bu bağıllık daha çoktur. O nedenle, aynı ortam üzerinde alman kırılma eğrilerinde Vs belirtisi Vp ye göre daha çok sayıda katman gösterebilir ya da Vp ve Vs'den bulunan katman sınırları bu nedenle birbirlerine uymayabilir. Vp hızı oluşturan etmenler tanelerin karışımı ve gözenek suyunun bulk modülü İken Vs yi oluşturan tanenin boyutu, biçimi ya da sıklığından etkilenen yapısal esnekliktir. Bu nedenle, yermühendisliği bakımından S dalgaları P den daha önemlidir.

o-Poisson's Oranı. Kayanın genleşme oranıdır. Kütlede daralmanın uzamaya oranıdır. En küçük değerini 0 ile çok sıkı ve sert kayalarda en büyük değerini 0.5 ile sıvılarda alır. Deneyler göstermiştir ki kil, kum, çakıldan oluşan alüvyal, dilüvyal ya da Tersiyer çökelleninde (T Poisson oranı 0.4 ile 0.5 arasında değişir. Zeminlerde sık karşılaşılan a nın 0.46 İle 0.495 arasındaki değer alışıldır.

Vp/Vs oranı ile doğrudan ilişkilidir. Birçok kayada ençok karşılaşılan değer 0.25 tir.

$$\sigma = (1-0.5 a^2)/(1-a^2)$$
$$a = V_p/V_s$$
$$1 \text{ dyn/cm}^2 = 9.8 \cdot 10^{-5} \text{ kg/cm}^2$$

kr3'te 0.41 bulunması ince katmanlı, kil ve tüfit ardışıklı katmancıklar içermesine ve çatlak yoğunluğuna bağlanabilir, tı-dolomitte kaya sıklığına göre 0, 0.06, 0.28, Pj ve krç de sıfır, la-4'te 0.37, P2 de 0.39, karbonifer kireçtaşında (kj) 0, 0.21 değerlerini almıştır, krç, la-4 ve P2 poisson oranının 0.37-0.041 arasında çıkması kaya içinde eklem, çatlak geliştiğini göstermesi bakımından sökülebİlirlik için olumluluk içerir.

Dinamik Esneklik Değerleri (E, G ve K) Jeofizik ölçümler, sismik kırılma biçiminde sürdürülerek Vp ve Vs boyuna ve enine dalga hızları derinliğin değişkeni olarak belirlenmiştir. Deneysel olarak belirlenen 7 birim hacim ağırlığını kullanarak yeraltının çeşitli derinlikleri için Düşey Esneme (Young's), k-bulk (sıkışmazlık), G-kesme modülleri ile A. - Lamé ve o-Poisson oranları yerinde (in-situ) olarak belirlenmiştir.

$$E = 2.G (1 + \sigma) \quad G = \gamma_0 \cdot V_s^2$$

Esneklik katsayıları kayanın gerilme altında yarımlmasını yansıtır. Gerilme (basıncın) türüne göre incelenen esneklik özelliği değişir. E-Young (elastisite) modülü düşey basınç altında kayanın yarımlmasını tanımlar. Dolayısıyla E-kayaya düşey bir yük bindirme ya da kayadan düşey bir yük kaldırma, G- deprem dalgalarının yada yanıl basınç ayrılıklarından doğan yarımlmayı, k-ise jeolojik ve çevre basıncı altında kalan taneler arası ya da boşlukların sıkışmasını tanımlayan esneklik değıştirgenleridir.

$$k = E/3 (1-2\sigma)$$

Esneme değeri arttıkça sökülebilirlik azalır. Kesme ya da katılık (Shear-rigidity) modülü değeri 5 10⁶ ile 265 10⁶ kg/cm² arasında değişir. En yüksek değeri dolomitte (20,98 ve 265 10⁶), daha sonra kr4 silekste 73 10⁶ sonra sırası İle kr2 de 39 10⁶, PI de 35 10⁶, kj de 5-40 10⁶, kr3'de 21 10⁶ kg/cm² değerlerini alır. Bu durum krç'ün esneme katılığı bakımından dayanımının göreceli olarak küçük olduğunu gösterir. Bu durum sökülebilirlik İçin olumludur.

E-Young's ya da esneme modülü değeri G- Katılık (kesme)modülü İle uyum gösterir. 9 ile 531 106 kg/cm² arasında yer alır. krç de 60, kr4 202, t\ de 531 olması kr3'ün oransal olarak kr4 ve ttj'e göre çok daha kolay sökülebileceğini gösterir (Döküm 1).

RO-Elektrik Özdirenç. Kaya yapıcı mineral, petrografik Özellik, tane boyu, boşluk oranı ve doyunluk oranına bağlı olarak değişir. Bu değer Archie yasası ile tanımlanır.

$$ROA = (ROM/ROW) \cdot (\rho^n S^{-m})$$

ROA= Kütleli özdirenç, ROM = kayanın katı kısmının elektrik Özdirenci,

ROW= Kaya boşluğunu dolduran sıvının özdirenci, ρ = Gözeneklilik, S= Doygunluk, m= Tanelerin çimentolanma ve sıkışma değeri, n= Gözeneklerin türü.

Kayanın sökülmesi zorlaştıkça elektrik özdirenci büyür. O nedenle, tı-dolomitte özdirenç 270 ±30 Ohm-m, 10-4 siieksli karbonatlı marında 120±10, P2-Yoğun kireçli mamda 90 ve en yaygın işletilen krç- killi kireçtaşı 60±5 ohm-m bulunmuştur, krç de değerin düşük çıkmasının nedeni kireçtaşı içindeki kil kuşaklarıdır. Gözlemlere göre elektrik özdirence göre sökülebilirler (Döküm 2)'de tanımlanmıştır. Gözlemlere göre elektrik özdirence göre sökülebilirlik (Döküm 2)'de tanımlanmıştır. Kurtulmamadır ki RO, S doyunluk derecesine su kil varlığına da bağlıdır.

Danca Taş Ocağı İçin Sökülebilirlik Sınıfı ve Sökücü Makina Seçimi

Jeolojik, jeofizik ve jeomekanik değişirgenleri Sinh-Denby-Eğretü Weaver, Bailey ve Caterpillers ve Ercan sınıflandırma cetvellerinde kullanarak alandaki birimlerin sökülebilirlikleri tanımlanmıştır ve sökücü makine türü belirlenmiştir (Döküm 3).

Özet olarak, bu taşocagında bir D55 türü CAT tüm kayaçları sökebilecektir (Görüntü 10 ve 11)

GEOLOGIC FORMATION YERYAPISAL İZLENİM	POINT LOADING INDEX NOKTA YÜKLEME ÖLÇÜTÜ kg/cm ²	AXIAL STRENGTH EKSENSEL DAYANIM		GEOPHYSICAL PARAMETERS JEOFİZİK ÖZELLİKLER				ROCK CLASSIFICATION KAYA SINIFI İNDEKİMASI	
		Uniaxial Compressive Strength Yüklemeli Basınç Dayanımı kg/cm ²	Uniaxial Tensile Strength Çekme Dayanımı kg/cm ²	Seismic Velocity Sismik Hızlar		Resistivity Elektrik Özdirenci		DRENE and MILLER (1946)	ISRM
				V _p m/sec	V _s m/sec	V _p /V _s m/sec	RO (Ohm-m)		
F ₁ Pliocene Pelitic sand, silt, clay Çakıl, kum, silt, kil	-	-	-	898 ± 128 1280 ± 200 N=7	580 780	1.53 1.64	28 ± 5	Loose Çerçik	Loose Çerçik
F ₂ Eocene lacustrine calcareous silt Yavaş kıvrıklı Mera	Western Quarry Z ₀ = 160 m. Batı Ocağı 20	400	-	762 ± 100 1916 ± 200 N=6	352 ± 68 635	2.12 2.3	90	D Low Strength Az Dayanım	Moderate High Orta Çok Dayanım
F ₃ Pliocene nodular calcareous silt Yavaş kıvrıklı Mera	Western Quarry Z ₀ = 60 m. Batı Ocağı 20	480	-	1578 2727 N=1	1290	1.31	-	C Moderate Strength Orta Dayanım	Moderate High Orta Çok Dayanım
K _{1a} Cretaceous siliceous Sıcak kıvrıklı Mera	94 ± 50	3250 ± 50	-	3780 ± 200 N=4	1640 ± 500	2.2	120	A Very High Strength Çok Dayanım	Very High Çok Dayanım
K _{1a} Cretaceous clayey İlginç - İlginç Kıvrıklı - Kıvrıklı	Thick layer Kalın tabaka E. Region Z ₀ ± 1 Thin layer İnce tabaka Western Quarry Batı Ocağı Z ₀ = 15 m. 14 ± 2 Eastern Quarry Doğu Ocağı Z ₀ = 11	375 ± 25 330 ± 20 564	46-77	1175 ± 400 2400 ± 400 N=25	845 ± 100 900 ± 100 n= 8.41	1.63 2.67	68 ± 5	-	Moderate Orta Moderate Low Az Moderate Low Az
K _{1a} Cretaceous (sandstone) - silt Kıvrıklı / Çakıllı	-	-	-	1550 ± 50 N=2	1270	1.14	-	-	-
K _{1a} Cretaceous (sandstone-red siltstone) Çakıllı - kıvrıklı	Eastern Quarry Z ₀ = 15.41 ± 1 Doğu Ocağı	1800 ± 35	-	-	-	-	-	C Moderate Orta	High Yüksek
F ₁ Mid Tertiary dolomitic limestone Bölünmüş Kıvrıklı	Eastern Quarry Z ₀ = 199 25 ± 15 Doğu Ocağı	880 ± 300	-	1971 N=4 2300 N=3 4280 ± 100 N=2	857 1990 ± 100 3125	1.8 1.4 1.33	278 ± 30	C Moderate Orta	Moderate High Orta-Yüksek
Carboniferous K ₂	-	-	-	595 N=3 1580 ± 200	420 1250 ± 200	1.4 1.65	-	-	-

Döküm 1. Danca Taşocağındaki formasyonun jeolojik, jeomekanik ve jeofizik özellikleri ve bunlara göre kaya dayanım değerleri sınıflaması.
Table 1. Geological, geomachanical and geophysical properties, of rocks, and their strength classifications in relation.

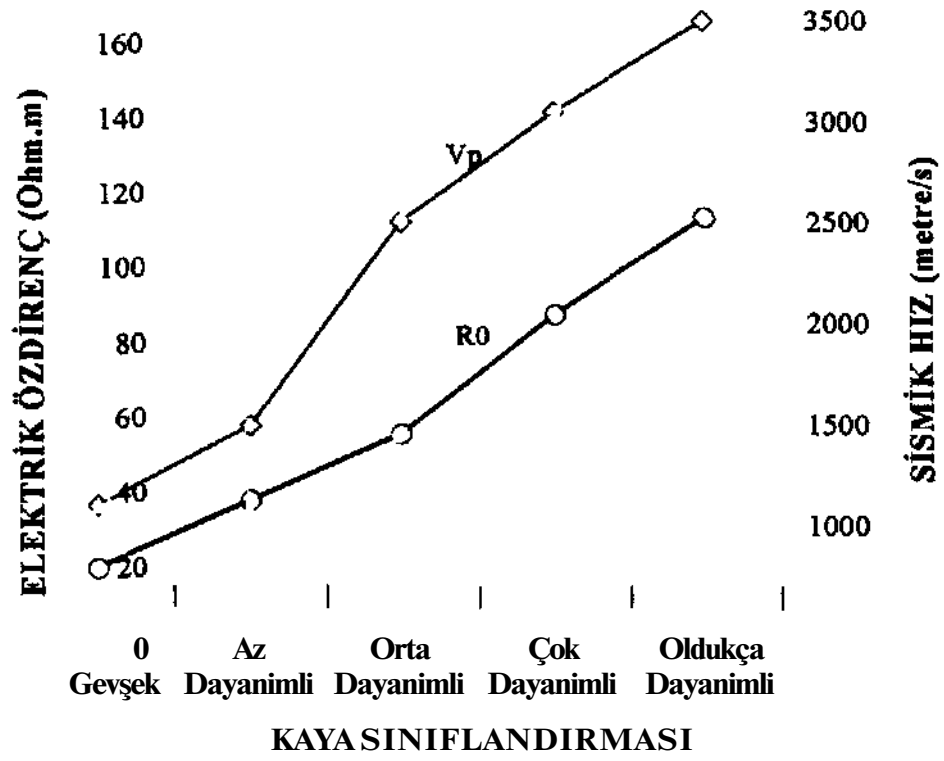
<u>RO-ELEKTRİK ÖZDİRENC (Ohm-m)</u>	<u>SOKULEBİURLİK</u>
<30	KOLAY
30-50	ORTA
50-80	ZOR
80-110	ÇOK ZOR
110-130	OLDLKÇAZOR
150>	

Döküm 2. Danca taşocagında RO elektrik öz dirence göre kayaların sökülebilirliği.
Table 2. Rippibilities of rocks in accordance with electrical resistivities - RO (Ohm-m)

- 1. Tj-Triyas Dolomit**, Caterpillar D455 kullanılarak çoğunlukla kolay-orta zorlukta sökülebilir. Yer yer sökölme zorluklar, içerir.
- 2. Kr4- Üst Kretase**, Caterpillar 455 kullanılarak çoğunlukla Sileksli karbonatlı Mam kolay-orta-zor, zorlukta sökülebilirlikte bir birimdir. Ancak ince katmanlı olması sökülebilirliği sağlanabilir.
- 3. krç- Killi kireçtaşı**, en yaygın işletilen kaya birimdir, D455 kullanılarak kolay-orta zor olarak sökülebilir. D355A sökücüsünde bu kayada çalışabilir. Weaver sınıflamasına göre D9G boyutunda 290/575 KW gücünde bir dozerde sökme işini yapabilir.
- 4. kj-Karbonifer Kireçtaşı**, kolay ile zor arasında bir sökülebilirlik içerir. D355A Cat için orta zorlukta sökölme 1 irlikte dir
- 5. Pj- Paleosen yum rolü karbonatlı**, orta ile çok zor arasında bir dağılım içerir. Mam Ancak Cat D355A gücünde bir sökücü ile orta zorlukta sökülebilir. 300 kw gücünde bir D9G'da bu kayayı sökebilir.
- 6. P2-Paleosen kalkerli marn yoğun**, kolay-orta ile zor arasında bir değişim içerir. 40-45 ton ağırlığında 250-280 kw gücünde bir D9 Cat, ya da D155A türü Cat bu kayayı sökebilir.
- 7. krj- Üst Kretase**, Cat bu kayayı sökebilir.
kr2~ Konglomera Kumtaşı, Weaver'a göre 2 ile 3 kaya sınıfı içine girer. 200 kW Orta Ağır D8 türü bir sökücü ya da D155A gücünde bir CAT ile kolayca sökülebilir.
- 8. k2~Karbonifer**, işletimde olan bir kaya değildir ve üzerine Kumtaşı, Çamurtaşısismik bir ölçü düşmemiştir.

Döküm 3: Danca Aslan Çimentodaki çeşitli kayaların aynı ölçülere göre sökülebilirlik sınıfı.

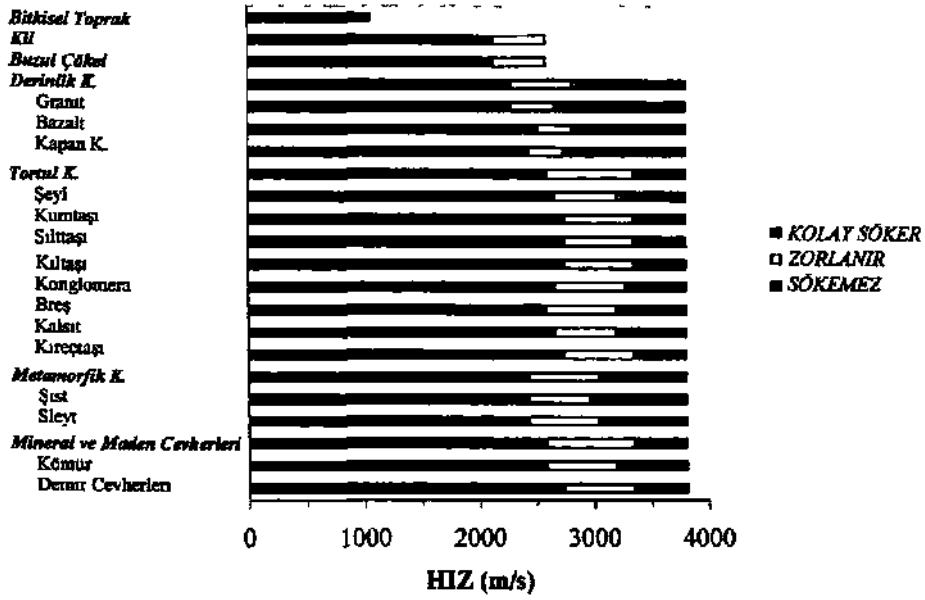
Table 3: Rippability classification of rocks, in Danca Aslan Cement quarry according to different standart.



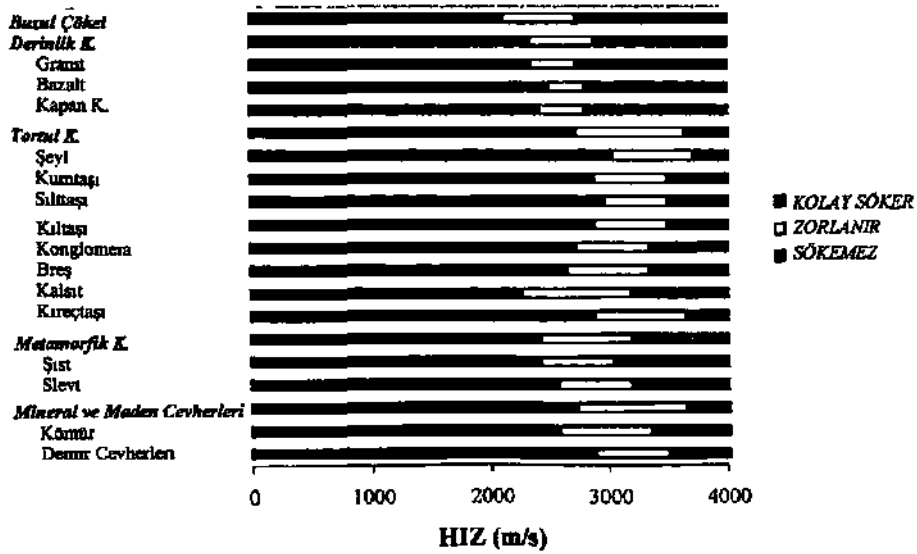
Goruntü 10. Darca taşocağında ISRM kaya sınıflan durumuna göre sismik hız V_p ve elektrik özdirenç - RO arasındaki ilişki.

Figure 10. Correlation diagram RO - resistivity, V_p -seismic Velocity and ISRM Rock

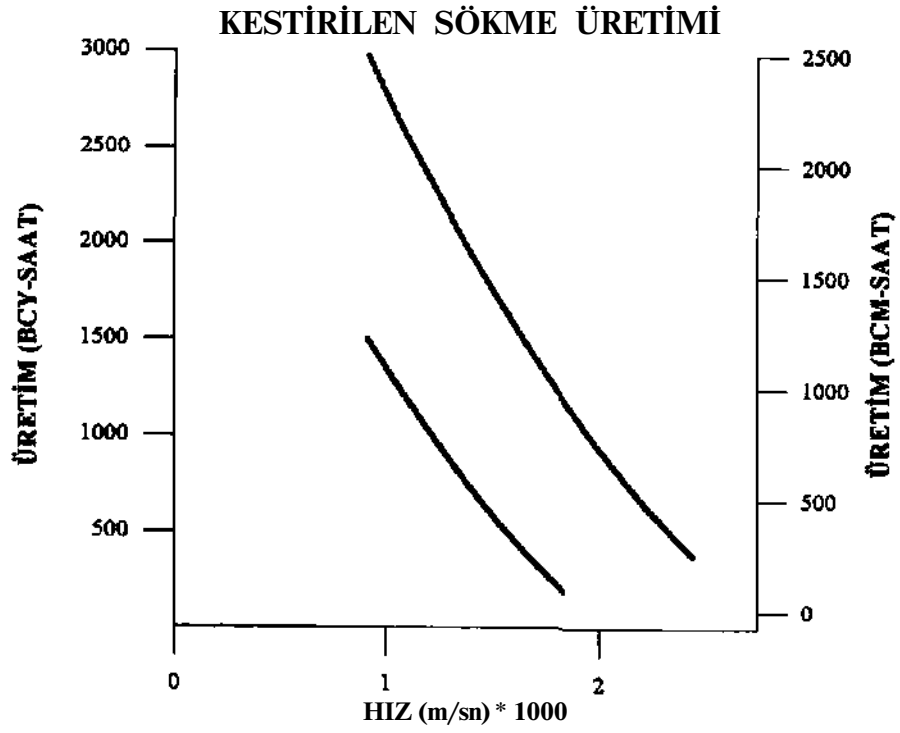
V_p Sismik Dalga Hızlarına Bağlı Olarak Sökücü Başarısı



V_s Sismik Dalga Hızlarına Bağlı Olarak D10 Sökücü Başarısı



Görüntü 11. Formasyon türü ve sismik hıza göre Caterpillar makinalarının sökme becerisi.
Figure 11. Ripper performance of Caterpillars in relation with formation type and V_p.



Görüntü 12. Sismik hıza göre sökme hızı.

Figure 12. Ripping production speed with respect to V_p .

Uzay Teknolojisi ile Kazma

Sökücü (ripper) seçenek olarak Voest Alpine işletmesi zon zamanlarda Sürekli Yüzey Kazıcı (Continuous Surface Miner) adı ile kesici-kemirici makine geliştirmiştir. Bu makina özellikle sıkıştırma direnci 800 kg/cm^2 'den ve V_p hızı 2750 m/sn 'den küçük birimler için çalışmaktadır. Ancak uzay teknolojisi ile geliştirilen küçük karpit dİskli kesci ile 2000 kg/cm^2 'lik direnci ve V_p değeri $3500\text{-}4000 \text{ m/sn}$ olan kayalar kesilebilmektedir. Bu, uzay teknolojisinin taşocağında kullanılabilir.

SONUÇLAR

Kaya sökülebilirliğini ve sökücü makina seçimini yapmak ve tuzluluk girişimini belirlemek üzere Darca taşocağında jeofizik (sismik + elektrik +elektromanyetik ve Polarizasyon) ölçümleri yapılmıştır. Arazide aynı jeolojik formasyon içinde farklı sismik hız değerleri ile karşılaşmış olması, kayacın yer yer litolojik-petrografik ve tektonik ayrımlar içerdiğini işaret etmiştir. O nedenle, makina seçimi salt jeolojik

formasyona göre değil, o formasyonun başlıca jeofizik ve jeomekanik değerlerine göre yapılmasının önemi ortaya çıkmıştır. Kayalarda ayrışma derinliğinin 5 ile 10 metre bulunması ve bu kuşakta sismik hız değerinin 1760 m/sn'den yüksek olması , ayrışmanın az olduğuna işaret etmiştir. Kayaların sismik hız değerleri $V_p = 800 \pm 200$ ile 2400 ± 400 m/sn arasında değişmektedir. Ancak özellikle Triyas dolomitleri ve kretase sileksli karbonatlı kireçtaşlarında, çok sayıda olmasada yer yer 3700+200 m/sn'e varan değerlere erişir. Ancak kr4 içinde katmanların ince dilimli olması sökülebilirliği kolaylaştırıcı bir etmendir. Kaya nitelik sınıflandırması Deer ve Miller (1966), ISRM ye göre yapılmıştır. Buna göre kr3-kıllı kireçtaşı düşük-orta nitelikte (C-D), t/-Dolomitleri ve Pj-yumrulu kireçtaşları orta (C) kty-Sileksli karbonatlı marnlar çok yüksek (A) niteliğinde, diğer birimler ise D-düşük niteliktedir. Kaya niteliği arttıkça ve sökülebilirlik zorlaştıkça, V_p ve V_s sismik hızları, elektrik özdirenç ve Poisson oranı ve esneklik değerleri artmaktadır. O nedenle jeofizik özellikleri kullanarak doğrudan doğruya makina seçimi yapılabilmektedir. Birimlerin kazandığı çatlaklık, dilimlenme, gözeneklik yüzdesi ve killi-tüfitli katman aralanmalarına göre 0 ile 0.41 arasında değişen Poisson oranları ile karşılaşılmıştır. Dinamik esneklik değerleri ise G-katılık (rigidity) modülü için 5 ile $265 \cdot 10^6$ kg/cm², E-Young's esneklik değerleri 9 ile $531 \cdot 10^6$ kg/cm² arasında değişmektedir. En esnemez değerler en katı ve sökülebilirliği en zor dolomit ve sileksli karbonatlı marn üzerinde elde edilmiştir.

Jeofizik, jeomekanik ve jeolojik bulguların birleştirilmesi sonucu, klasik bir yaklaşımla alınacak D455 türü CAT çok sınırlı alanlar dışında taş ocağındaki sökmeyi başaracaktır. Ancak, yeni geliştirilen uzay teknolojisinin sürekli yüzey kazıcı makinasına uygulaması ile V_p hızı 4000 m/sn ve sıkışma direnci 2000 kg/cm² olan kayalar bile kolayca sökülebilecek ve ne dinamik ne de rippere gerek duyulacaktır.

Jeofizik (elektrik + polarizasyon + elektromanyetik) ölçüleri yorumundan batıdaki denizden doğudaki PK3 kuyusuna kadar seyrek aralıkla çalışılan batı ocakları bölgesinde eşit tuzlanma derinlik kuşaklarının denize koşut ve yaklaşık KG doğrultusunda uzandığı belirlenmiştir. Bu aralıkta elektrik delgilerden belirlenen tuzlu-tatlı su dokunağı derinliği -10 ile -150 metre arasında değişmektedir. En sığ olduğu yer -10 m. ile kuzey batıdaki Üst Kretase taban konglomeraları ve Triyas dolomitleri içindedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın yayınlanmasında akçal ve arazide yardımlarını esirgemeyen Aslan Çimento yönetici ve görevlileri A. Türktarhan, C. Akbulut, K. Mete Okay, P. Pierron, Y. Otuk ile jeofizik ölçülerinin alınması ve indirgenmesinde yardımcı olan D. Tolu, H. Akkoyunlu, Y. Tekeci, N.A. Turan, E. Koksal, N. Öztoprak, S. Ülkü'ye teşekkürler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bilgin, N., 1989**, inşaat ve Maden Mühendisleri için Uygulamalı Kazı Mekaniği, Birsen Yayınevi.
- Ercan, A., 1994**, Rippibility, Cuttability and Machine Selection by Using Geophysical Technics in Darıca rock quarry, Turkey; Mine Planning and equipment selection, Paşa Mehmetoğlu et al. (eds), Balkema, RotterdamTp. 407-410
- İ.T.Ü. 1986**, Danca-Aslan Çimento Fabrikası civarında malzeme jeolojisi raporu. Rap. No 85/4, İ.T.Ü. Maden Fakültesi.
- Lechner, E.M. 1992**, Application of drum shearers, Mining XV Wold Congress Volume f:225-232, Madrid.
- Lechner, E.M., Moser, P., 1992**, Hear drum sheearers as untinnuaus surface miners in open pits III. Geoengeering Congress, 53-60 Torino.
- M.T.A. 1991**, The hydrogeological investigation of Asian Mehmet Factory Area, Kocaeli, Danca, M.T.A.-ANKARA
- Ulnsoy, R., 1989**, Pratik jeoteknik bilgiler, Teknomad Yayını.
- YERALTI ARAMACILIK, 1993**, Aslan Çimento Darıca taşocağının kaya niteliği. sökülebi Jirliği ve tuzluluğunun jeofizik yöntemlerle belirlenmesi. Araştırma Raporu 162 sayfa.
- Yüzer, E., Vardar, M-, 1986**, Kaya Mekaniği, İ.T.Ü. Yay. No. 11