

KAVACIK (Beykoz-İstanbul) DOLAYININ JEOLJİSİ VE TAŞ OCAĞI PATLAMALARININ ÇEVRE BİNALARA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet AKARTUNA - Osman YILMAZ - Semih ULAKOĞLU
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Tayfun EVERGEN
İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ: İstanbul İli Beykoz İlçesine bağlı Kavacık mahallesinin, civarda bulunan taş ocağı patlatmalarından ne derece etkilendiği araştırılan bu incelemede; adı geçen inceleme alanının Paleozoyik'e ilişkin Alt, Orta, Üst Devoniyen çökelleri ile Senozoyik'e ilişkin Pliyosen ve Holosen sedimanlarından oluştuğu gözlenmiştir. Bu formasyonlardan, Devoniyen yaşlı olanları kireçtaşı, grovak ve şeyllerden, Pliyosen yaşındaki ise, çakıllı kumlu killi gevşek sedimanlardan, Holosene ait olanı da alüvyondan oluşmaktadır. Paleozoyik yaşlı formasyonları yer yer andezit ve diyabaz daykları kesmektedir. Bu formasyonlar üzerinde bulunan Kavacık mahalleleri binalarının, taş ocağı merkezinden 230 metre dışında kalanlarının düzenli ve kontrollü patlatmalardan etkileneceği, aksi halde 230 metre yarıçaplı alan içinde kalan binaların düzensiz, kontrolsüz yapılacak patlatmalardan hasar ve zarar görülebileceği anlaşılmaktadır.

ABSTRACT: In this study, it is investigated to which degree, Kavacık, district of Beykoz in Istanbul, had been effected by the explosions of the quarry center; it is observed that the investigated area, which is stated before, consists of Lower, Middle, Upper Devonian deposits that are related to Paleozoic, and Pliocene and Holocene Sediments which are belonged to Senozoic. When we consider these formations, we see that Devonian aged ones consist of limestone, graywacke, shale. On the other hand, Pliocene aged ones consist of pebble, sand, clay, disjoint sediments and Holocene aged ones consist of alluvium. Besides Paleozoic aged formations are cut by andesite and diabase dykes at some places. It is understood that the buildings in Kavacık, which are overlined on these formations and 230 meters away out of the quarry center, are't effected by the regular and controlled explosions. Other wise the buildings, which are in the area with a radius of 230 meters could be damaged by the irregular and uncontrolled explosions.

1— GİRİŞ

Bu çalışma, 24 Mart 1989 tarihinde, İşveren STFA-IGL/JV ile İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi arasında imzalanan protokol gereğince 1989 Mart-Mayıs döneminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, STFA-IGL/JV Kınalı-Sakarya Otoyolu Müteahhitliği Konsorsiyumu tarafından 1986 Ağustos ayından itibaren işletilen Kavacık Taş Ocağındaki patlatmaların yakın çevredeki binalara etkisini belirlemektir.

1.1. COĞRAFİK DURUM

İnceleme alanı, İstanbul ili Beykoz ilçesine bağlı Kavacık mevki ve yakın çevresidir (Şek. 1). İstanbul Boğazının Batı yakasında yer alan Anadoluhisarı doğusunda bulunan bu alan tatlı meyilli bir topografya sunar.

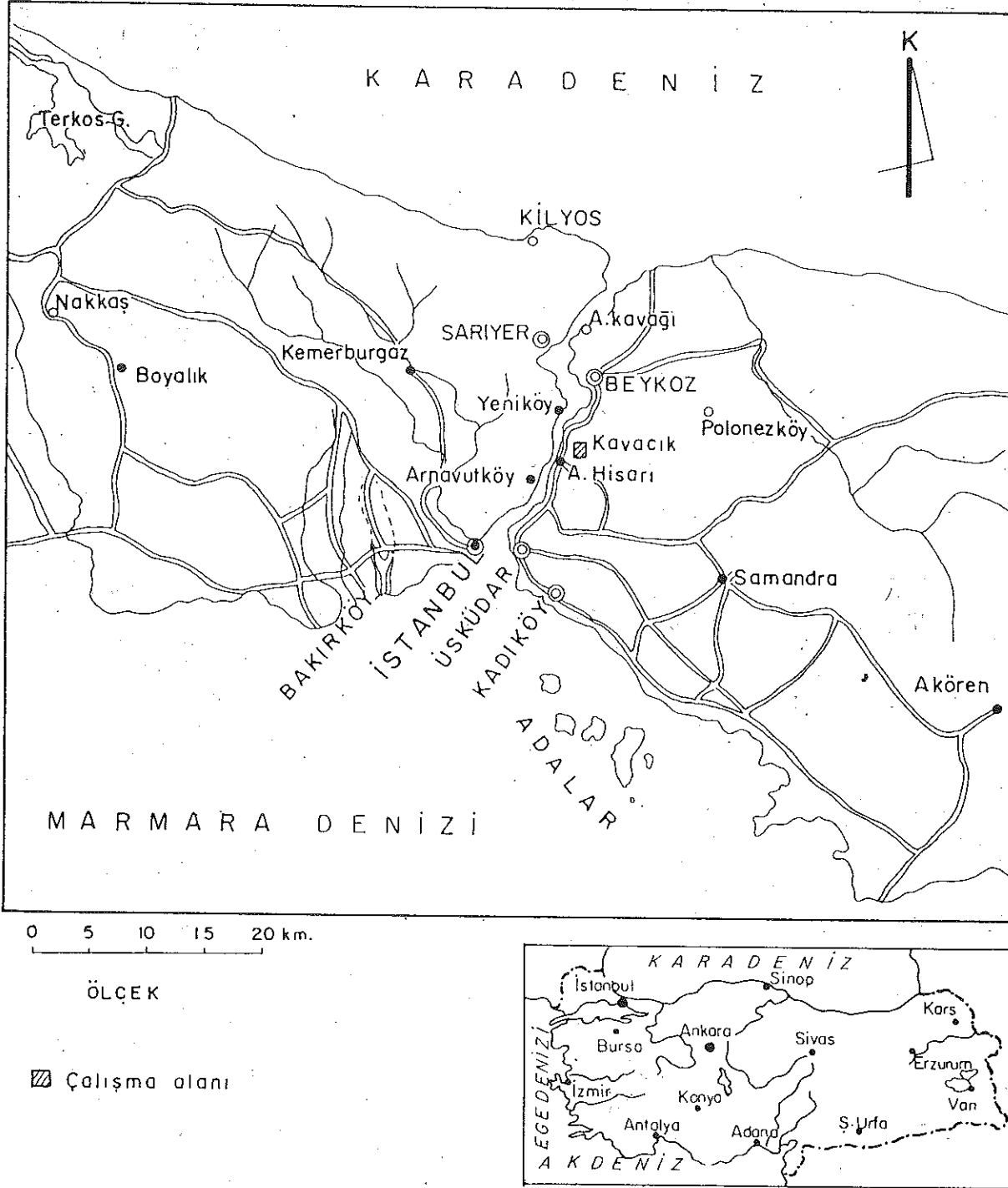
Morfoloji, litolojik birimlerin aşınma dayanımına ve yapıya bağlı olarak gelişmiştir. Orta yükseklikteki tepeleri, yer yer orta derinlikteki dereler kesmektedir.

Ancak bu dereler içerisinde geniş ve yayvan bir vadiye sahip olanı, Göksu derenin kuzeydoğu koludur. Bu kolun yukarı ucunda, kireçtaşı ocakları bulunmaktadır (Ek. 1).

Araştırma sahası Karadeniz'in kuzey rüzgârına açık olup, kışları yağışlı ve soğuk, yazları kurak ve serin geçmektedir. Yağışlar en fazla Aralık ayındadır. En kurak aylar ise Temmuz-Ağustos ayları olarak görülmektedir. En soğuk ay ortalaması 5,4°C ile Ocak, en sıcak ay ortalaması ise 22°C ile Ağustos aylarıdır.

Bitki örtüsü ise; yerleşim alanlarının dışındaki yerler maki ve fundalıklardan oluşmaktadır. Yerleşim alanlarında süs ve meyve ağaçları göze çarpmaktadır.

Arazide ulaşım fevkalade iyi durumda olup, genellikle ana yollar asfalt, tali yollar ise stabilize kaplamadır. Ayrıca yapılmakta olan yeni inşaatlara ulaşan yollar şimdilik toprak yol durumundadır.



Şekil 1: Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası.

1.2. YAPILAN ARASTIRMALAR

İlk aşamada, Kavacık Taş Ocağı ve yakın çevresinin bölgesel jeolojik konumu belirlenmiştir. Daha sonra, 1/5000 ölçekli İSTANBUL-C-III-15 topografya haritasının 2.25 km²'lik kesiminin ayrıntılı jeolojik haritası yapılmıştır (Ek. I).

1/3000 ölçekli krokide (Şek. 4), 40 binanın konumları işaretlendikten sonra, hasar durumları ile ilgili anketleri yapılmıştır (Akartuna ve dig., 1989).

Bina zeminlerindeki jeolojik gözlem ve bulgular sayesinde, 1/5000 ölçekli jeoloji haritasının nihai kontrolü yapılmış, Kavacık Taş Ocağı ve yakın çevresinin ayrıntılı jeoloji haritası ortaya çıkarılmıştır (Ek. I).

Kavacık Taş Ocağına ait, 1986 Ağustos ayından 1989 Nisan ayına kadar tutulan resmi patlayıcı madde kayıtları incelenmiş (Akartuna ve dig., 1989), ocakta açılan deliklerin geometrisi, delik patlayıcı madde şarjları ve ateşleme devre tanzimleri hakkında, yerinde, bilgiler derlenmiştir.

2. KAVACIK TAŞ OCAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN JEOLJISI

2.1. STRATİGRAFI

Araştırma alanında mevcut formasyonlar Paleozoik ve Senozoyik yaşlı kayalara ilişkin olup, genellikle Paleozoik temel ve üzerindeki Senozoyik örtüden ibarettir. Bu formasyonlar çeşitli kayalardan oluşur. Arazideki konumlarına göre alttan üste doğru birimlerin özellikleri aşağıda sıralanmaktadır.

İstinye Formasyonu:

Temeli oluşturan bu formasyon koyu gri veya mavimsi kalsit damarlı kireçtaşından oluşmaktadır. İnceleme alanında temeli görülmeyen İstinye formasyonu üste doğru Kartal formasyonuna uyumlu olarak geçmektedir. Bu formasyon PAECKELMANN (1938), BAYKAL-KAYA (1963) ve ÖNALAN (1981) tarafından incelenmiş olup, "İstinye Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Eski ve yeni taşocağı çevresinde Göksü deresinin kuzeydoğu kolu vadisinde mostra veren bu kireçtaşı birimi, 0.1 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon kalınlığı yaklaşık 100 metre dolayındadır. Oldukça kalın tabakalı, koyu renkli bu kireçtaşı birimi; yer yer karstik erimeli, çatlaklı ve çatlakları kalsit dolgululu olup, kompakt bir özelliğe sahiptir.

Petrografik analizinden anlaşıldığı üzere; İstinye formasyonu kireçtaşı, sparitik bir doku sunmaktadır. Oldukça homojen kimyasal ve mineralojik bir bileşime sahip olan birim, yer yer opak mineraller ve bir miktar kil ile bi-

tüm içermektedir. Şelf ortamında çökeldiği anlaşılan formasyonun yaşı Alt Devoniyendir.

Kartal Formasyonu:

Kartal formasyonu, kahverenginin tonlarında, daha çok şeyl litolojisi ve bu litoloji ile yer yer ardalanan grovaklardan oluşur. Birim, temelindeki İstinye formasyonu ile ve üstündeki Tuzla formasyonu ile (yumru kireçtaşı) uyumlu bir konumdadır. Formasyon PAECKELMANN (1938), HASS (1968), KAYA (1973) ve ÖNALAN (1981) gibi araştırmacılar tarafından incelenmiş olup, "Kartal Formasyonu" olarak adlandırılmıştır.

Sahada geniş bir alana yayılmış olan grovak-şeyl ardalanması yaklaşık 1.75 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyonun yaklaşık kalınlığı 400 metre olarak hesap edilmiştir. Orta kalınlıkta tabakalanma gösteren birimin, ayrılmış kesimleri sarımsı, açık kahverenkli taze kesimleri ise koyu yeşimsi gri ve koyu kahverenkli görülmektedir. Çok eklemli ve kırıklı olan bu formasyonun tektonizmadan fazla etkilendiği anlaşılmaktadır. Birim yer yer kalsit damarları ile kesilmiş olup, masif kesimlerinde formasyonun daha sağlam bir görünüm sunduğu görülür. Ayrışmaya çok elverişli olan litoloji üzerinde 1-2 metreye varan bir toprak örtüsü oluşmuştur.

Petrografik incelemelere göre; şeyller, başta silt-kil bileşeni olmak üzere katışık mineral olarak da opak mineral, serisit, kaolinize feldspat, kuvars ve demiroksitleri içermektedir. Grovaklar ise, kum-kil başta olmak üzere kuvars kaolinize feldspat, serisit, klorit ve demiroksitleri kapsar.

Kartal formasyonunun tipik şelf ortamında çökeldiği anlaşılmaktadır. Birimin yaşı Orta Devoniyendir.

Tuzla Formasyonu (Büyükada Fm.)

Tuzla formasyonu, koyu gri-gri renkli ince yumru kireçtaşları ile temsil olunur.

Formasyon, altındaki Kartal formasyonu (Grovak-Şeyl) ile ve üstündeki Trakya formasyonu (Kumtaşı-Şeyl-Kireçtaşı) uyumlu bir konumdadır. Birim daha önceleri PAECKELMANN (1938), ABDÜSSELAMOĞLU (1963), KAYA (1973) ve ÖNALAN (1981) tarafından incelenerek "Tuzla Formasyonu" (Büyükada Fm.) olarak adlandırılmıştır.

Çalışma sahasında dar bir alanda görülen birim, yaklaşık 0,06 km²'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Formasyon kalınlığı 100 metre olarak alınmıştır. Orta kalınlıkta ve düzenli bir tabakalanması vardır. Koyu gri-gri renklerde görülen bu kireçtaşı birimi genellikle 3-5 cm.'lik ufak kireçtaşı yumruları ile bunlar arasındaki kil ara katkılardan (veya bandlarından) oluşmuştur. Defor-

masyonlar ile tabakalanmayı kesen kaya klivajları gelişmiştir. Oldukça sert, dayanımlı sağlam bir litoloji sunar. Yumrulu kireçtaşı birimi yer yer kalsit damarları ile kesilmektedir.

Petrografik analizinde kayanın mikritik (ince) bir dokuya sahip olduğu, yumruların oldukça homojen $CaCO_3$ 'tan, ara katkıların ise karbonatlı kilden oluştuğu ve bu ara katkı bandları içinde az miktarda silt ve demiroksitleri ile bir miktar bitümün bulunduğu görülmüştür. Formasyonda aşınmalardan daha çok killi seviyelerin etkilendiği, bu seviyelerin yer yer eriyerek boşluklar oluşturduğu da gözlenir. Kıta yamacı ortamında çökeldiği anlaşılan birimin yaşı Üst Devoniyendir.

Andezit ve Diyabaz

Araştırma arazisinde geniş alanlar içinde yer alan Paleozoyik formasyonlarını zaman zaman dayk (damar)'lar şeklinde kesen, andezit ve diyabaz volkanizmaları mevcuttur. Bu damarların kırıklar boyunca yerleştiği anlaşılmaktadır.

Taze yüzeyleri yeşil, koyu yeşil renklerde görülen bu damar kayaçları, çoğunun ayrılmış olması nedeniyle koyu sarımsı renkleri sunar. Andezitler makrokristalin veya porfirik dokulu olmakla beraber daha geniş damar zonlarında yüzylemektedir. Andezit damarları genellikle eski kırıkları (fayları) dolgulamış olup, kalınlıklarının 1/2 metre ile 25 metre arasında değiştiği gözlenir. Diyabazlar ise daha çok 10 cm. ile 100 cm.'yi geçmeyen dayk (damar)'lar şeklinde olduğu ve genç kırıklar (eklem takımları) arasına yerleştiği görülmektedir. Diğer bir gözlem de Diyabaz damarlarının bazen Andezit volkanitlerini kesmiş olmasıdır.

Gerek andezit gerekse diyabaz damarları, kesmiş oldukları yan (komşu) kayaçları, sıcak dokunumlarıyla kontakt metamorfizmaya (değme başkalaşımı) uğratmışlardır.

Yapılan petrografik incelemelerde andezitin, porfirik dokulu, kristalin bir yapıya sahip olduğu, kristal tanelerinin orta büyüklükte (1 mm ile 5 mm) ve mikrokristalin bir hamur içinde dağılmış bir şekilde olduğu gözükür. Diyabazın ise, mikrokristalin bir dokuya sahip olduğu, kristallerin hamur içinde ince çubuklar şeklinde (intersertal) bulunduğu görülür. Her iki volkanik damar kayacı da mineralojik bileşeni olarak başta Plajiolklas olmak üzere Hornblend, Klorit ve az miktarda Kuvars katışıkları içerir.

Andezit ve diyabazların, bölgedeki Üst Kretase volkanizması ile ilgili olarak, araştırma alanına yerleştiği anlaşılmaktadır.

Belgrad Formasyonu:

Bu formasyon, arazide tepelerin üst kesimlerinde,

kendinden daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Kızıl ve sarı renklerin tonlarında görülen birim, genellikle Paleozoyik formasyonları üzerine yatay örtüler şeklinde gelmiştir. Birim daha önceleri PAECKELMANN (1938), BAYKAL-KAYA (1963) ve EROSKAY (1978) tarafından incelenerek "Belgrad Formasyonu" olarak adlandırılmıştır.

Formasyon, tutturulmamış, blok, çakıl, kum, mil ve kil bileşenlerinden oluşmuştur. Litolojik elemanlar temelindeki Paleozoyik formasyonlardan türeyen kırıntılar olup, bunların kökeni; ortokuvarsit, arkoz, şeyl, grovak, çört ve kireçtaşı kaynak kayalarındır.

Çalışma alanı içerisinde tepelerde yatay örtüler şeklinde bulunan tabii dolgu niteliğindeki bu birimin yüzeylediği alan, yaklaşık 0,04 km²'dir. Formasyon kalınlığı ise, 1 metre ile 20 metre arasında değişmektedir. Tabakalanma arzetsmeyen formasyon karasal bir ortamı yansıtır. Birimin yaşı Pliyosendir.

Alüvyon

Harita alanında Göksu deresinin KD kolunun vadisinde yer alan birim, kendinden eski ve özellikle Paleozoyik grovak-şeyl ile kireçtaşı birimleri üzerinde uyumsuz olarak bulunur.

Çakıl, kum, mil ve kil'den oluşan birim, pekişmiş gevşek bir litolojik topluluğu karakterize eder. Bu topluluğu oluşturan bileşenler, Göksu deresinin yatağı boyunca bulunan temel kayalardan kaynaklanan; daha çok kireçtaşı, ortokuvarsit, şeyl, grovak gibi kayalardan türemiştir.

Formasyon kalınlığı 1 metre ile 10 metre arasında değişim gösterir.

Karasal Akarsu çökeli olan Alüvyonun yaşı Kuaternerdir.

Toprak Örtüsü

İnceleme alanında yerli kayalar üzerinde, ayrışma ürünü olarak, altındaki litolojiye göre gelişen "Toprak Örtüsü" en genç birim olup, sahada 0,5 metre ile 3 metre arasında değişen bir kalınlıktadır.

Kırmızı, koyu sarı ve açık kahve renklerde gözükken birim; gevşek, tutturulmamış; çakıl, kum, silt ve kil'den oluşur. Bunlara ek olarak bitkisel artıkları da katışık olarak içermektedir.

Arazide çok geniş bir alanda (yaklaşık 1.5 km²) yayılım gösteren toprak örtüsü birimi, daha çok grovak-şeyl üzerinde gelişmiştir. Yaşı Kuaterner olarak belirlenmiştir.

2.2. YAPISAL JEOLJİ

Çalışma alanı içerisinde önemli boyutlarda herhangi bir faya rastlanılmamakla beraber, arazinin çok kırıklı

ve kıvrımlı olduğu bir gerçektir. Haritaya alınamayacak kadar mikro boyutlu faylar ile eklem sistemlerinin ve kıvrımların yoğun oluşu sahadaki birimlerin deformasyonlarını açıkça göstermektedir.

Kıvrım sistemleri genelde; kireçtaşlarında geniş dalgalı, grovak-şeyl biriminde ise sık dalgalı olarak gelişmiş olup, kıvrım eksenlerinin özellikle KD-GB doğrultularında olduğu görülür.

Kırık sistemlerinde ise mikro faylarla eklem takımının, kireçtaşlarında daha büyük boyutlarda, grovak-şeyl biriminde ise, daha ufak boyutlarda geliştiği anlaşılmaktadır. Kırık sistemlerinin özellikle KB-GD ve D-B doğrultularında yoğunlaştığı görülmektedir.

Bölge kıvrım ve kırık sistemlerinin Hersiniyen Orojenezi ile vücut bulduğu, Alpin orojenezi ile de şekillendiği anlaşılmaktadır.

2.3. DEPREMSELLİK

İnceleme alanı "II. derece deprem bölgesi" içinde yer almaktadır. Bölge, "Kuzey Anadolu Fayı" zonunun kuzeyinde bulunduğundan bu zon üzerindeki deprem odaklarından zaman zaman etkilenmektedir. Dolayısıyla "Tabii Dolgu Zeminler" ile "Yığılma Dolgu Zeminler" üzerinde yer alan yapılar, depremden, yerli kaya zeminler üzerindeki yapılardan daha fazla etkilenmişlerdir. 1869 tarihinden bu güne kadar geçen zaman sürecinde, İstanbul ili ve yakın çevresinde meydana gelen deprem Magnitüd (Ms) ve Şiddet (Io)'leri Richter ve Mercalli-Cancani ölçüleri içinde "Orta Derecelerde" görülmüştür. Diğer bir anlatımla bu tarihler arasında geçmiş olan depremlerin Magnitüdü (Ms) (Richter ölçeğine göre); 4,3 ile 6,7 arasında, şiddetleri (Io) ise; 6 ile 8 arasında olmuştur. Bu depremlerin büyük bir çoğunluğunun, Marmara denizi güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fayının bu kesimindeki merkez üstlerinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Buna göre İstanbul ili ve yakın çevresini içine alan dar bir sahanın Deprem Riski ve Yapı Ömrü (1869-1968 yılları arasında) ortalama değerleri aşağıda bir tablo ile belirtilmiştir. Bu tabloda (R)= yıllık riski, (Ms)= Richter magnitüdü, (Td)= Yapı ekonomik ömrü ve (Tr)= Deprem tekrarlama periyodunu ifade etmektedir (Çizelge 1).

Bu tablodaki ortalama değerler; İstanbul ve yakın dolayında 99 yıl içinde meydana gelmiş en şiddetli depremler gözönüne alınarak hesaplanmıştır. Buradan anlaşılabileceği üzere, örneğin ekonomik ömrü 50 yıl olan bir yapının maruz kalabileceği deprem magnitüdünün Ms= 5,57 veya daha fazla olması ihtimali R= % 15'dir. Bu depremin kendisini tekrarlama periyodu ise Tr= 308 yıldır. Aynı şekilde 30 yıllık bir ekonomik ömrü olan yapının da tekrarlama periyodu 185 yıldır.

Yapılan istatistiklere göre, İstanbul ve yakın çevresinde son 30 yıl içinde meydana gelmiş olan depremlerin magnitüdüleri (Ms) maksimum (5.5), şiddetleri (Io) ise maksimum VI derecelerde olduğu görülmektedir. Bahsi geçen tarihler (1959-1989) arasında İstanbul yakın çevresinde oluşan depremlerin en önemlileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Yukarıda belirtilen değer ve istatistiklere bakılarak son otuz yıl içinde (1959-1989) İstanbul ve çevresini etkileyen depremlerin magnitüdüleri Ms=5.5'den şiddetleri ise Io=VI'dan yukarıda olmadığı görülmektedir.

Buna göre Kavacık mahallesindeki evlerin B tipi ve C tipi yapılar (*) olduğu gözönüne alındığında, bu yapıların pek çoğunun son otuz yıldan önce inşa edilmedikleri bilindiğinden, buradaki sözkonusu binaların depremlerden önemli hasarlar görmediği ve önemli derecede etkilanmemiş olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 1: İstanbul için Deprem Risk, Magnitüd ve Yapı Ömrü Değerleri (1869-1968).

Yapı Cinsi	R %	Tr Ms	Td			
			1 Yıl	30 Yıl	50 Yıl	100 Yıl
Normal Yapılar	15	5.57	6.1	185	308	615
	10	5.92	9.5	285	475	950
Önemli Yapılar	5	6.49	19.5	585	975	1950
	2	7.23	49.5	1485	2475	4950
	1	7.78	99.5	2985	4975	9950

(*): B tipi yapı — Yığılma binalar
C tipi yapı — Betonarme binalar

Çizelge 2: İstanbul ve yakın çevresinde son 30 yıl içinde meydana gelmiş olan en önemli depremlerin Magnitüd ve Şiddet verileri.

Tarih	Enlem-Boylam	Magnitüd (M_s)	Şiddet (I_0)
02.04.1959	40.50 - 29.41	4.6	V
26.09.1959	40.91 - 27.54	5.4	VI
12.06.1960	42.36 - 28.32	4.5	V
29.03.1963	40.29 - 26.15	5.1	VI
24.09.1963	40.08 - 28.90	4.8	V
20.10.1964	40.00 - 28.60	4.8	V
15.12.1964	40.02 - 28.79	4.6	V
28.08.1966	40.33 - 27.40	5.5	VI
04.04.1967	40.32 - 26.20	4.5	V
18.03.1968	40.83 - 30.53	4.5	V
05.03.1969	40.06 - 27.56	4.7	V
24.12.1969	40.50 - 28.40	4.5	V
30.03.1970	39.43 - 29.40	4.8	V
01.05.1971	40.90 - 27.99	4.6	V
17.03.1975	40.48 - 26.08	5.3	VI
21.05.1976	39.28 - 29.16	4.5	V
23.03.1977	39.63 - 28.65	4.6	V
15.06.1978	40.79 - 27.68	4.6	V
01.02.1983	40.17 - 28.95	5	VI
21.10.1983	40.32 - 29.37	5	VI
28.10.1984	40.06 - 29.35	5	VI

3. KAVACIK TAŞ OCAĞI PATLATMALARI VE ETKİLERİ

1989 Nisan ayı itibarıyla geometrisi, 1/5000 ölçekli jeoloji haritasında gösterilen Kavacık Taş Ocağı istihsal alanının (Ek I) değişik kesimlerinde, (Akartuna ve diğ., 1989) belirtilen tarihteki patlatmalar ve bu patlatmalar- da kullanılan jelatinit, ANFO, infilaklı fitil miktarları ile röle sayılarına ait resmi kayıtlar verilmektedir. Burada belirtilen toplam patlayıcı madde miktarları düzey ve taban delikleri ile patarlama işlemi için açılan deliklerde kullanılmaktadır.

3.1. TAŞ OCAĞINDA UYGULANAN DELİK DELME VE ATEŞLEME SİSTEMİ

İstihsal alanındaki basamak üzerinden delinen düşey delikler ile basamak dibine yakın kesimlerden tabana doğru belirli bir eğimde delinen taban delikleri hakkındaki karakteristik bilgiler şunlardır:

DÜŞEY DELİKLER

Delik Geometrisi

- Delik çapı: 65 mm (2 1/2 inç)
- Delik boyu: 12-15 m
- Basamak yüksekliği: 10-12 m
- Basamak eğim açısı: yaklaşık 80°
- Delik-şev yüzeyi arası mesafe: 2.3-3 m

- Delikler arası mesafe: 2.3-3 m
- Delik sırası sayısı: 1-4 adet

Delik Patlayıcı Madde Şarjı ANFO Şarjı

- 1 m deliğe şarj edilebilecek ANFO miktarı: yaklaşık 3 kg.
- Bir delikteki ANFO miktarı: 25-30 kg.
- Bir delikteki ANFO şarjı boyu: 8-10 m
- Delikteki sıkılama boyu: 2-3 m
- ANFO, delik dibine yerleştirilen jelatinit dinamit lokumlarının üzerine şarj edilmektedir.

Jelatinit Şarjı

- Jelatinit dinamit lokum çapı: 5 cm
- Jelatinit dinamit lokum boyu: 50 cm
- Jelatinit dinamit lokum ağırlığı: Yaklaşık 1 kg
- Bir delikteki jelatinit lokum sayısı: 4 adet
- Bir delikteki jelatinit miktarı: 4 kg
- İnfilaklı fitil dipteki jelatinit lokumuna takılmaktadır.

İnfilaklı Fitil Bağlantısı

- İnfilaklı fitil türü: Seicord-10
- İnfilaklı fitil çapı: 5 mm
- İnfilaklı fitil içindeki patlayıcı madde türü: Pentrit
- Düşey delik içindeki infilaklı fitil boyu: 12-15 m
- Ateşleme devresinde basamak üzerindeki bir düşey

deliğe isabet eden infilaklı fitil boyu: yaklaşık 5 m
İnfilaklı fitilin pentrit miktarı: 10 g/m

TABAN DELİKLERİ

Delik Geometrisi

Deliklerin basamak tabanına mesafesi: 2-4 m
Delik boyu: 3 m
Taban deliklerinin yatayla yaptığı açı: 60°—90°
Taban delikleri arası mesafe: 3-5 m

Delik Patlayıcı Madde Şarjı

ANFO Şarjı

Bir delikteki ANFO miktarı: 3 kg
Bir delikteki ANFO boyu: 1 m

Jelatinit Şarjı

Bir delikteki jelatinit lokumu sayısı: 3 adet
Bir delikteki jelatinit dinamik miktarı: 3 kg

İnfilaklı Fitil Bağlantısı

Ateşleme devresinde basamak düzlüğündeki bir taban deliğine isabet eden infilaklı fitil boyu: yaklaşık 5 m
Bir düşey delik ile taban deliği arası bağlantıda kullanılan infilaklı fitil boyu: yaklaşık 15 m.

PATAR ATMA İŞLERİ

İşletmede yapılan bir patar atma işleminden alınan değerler şunlardır.
Patar sayısı: yaklaşık 100 adet
Patar hacmi: 0.5-2 m³
Patarlamada kullanılan röle sayısı: 30 adet
Bir delikteki jelatinit miktarı: yaklaşık 1 kg
Kullanılan infilaklı fitil boyu: yaklaşık 750 m
Patarlama işleri, genel ocak ateşlemelerinden bağımsız olarak yürütülmektedir.

ATEŞLEME DEVRESİ TANZİMİ

Düşey ve taban delikleri, aralarında röle bulunan infilaklı fitil ile birbirine seri-paralel devre düzeninde bağlanmaktadır.

Rölelerde zaman aralığı 25 milisaniyedir. İnfilaklı fitil ateşlemesi uçlarında normal kapsül takılı 1.5'er metre boylarındaki iki saniyeli fitilin yakılması ile yapılmaktadır.

Bir gecikme aralığında atılan toplam dinamit miktarı hesabı

25.8.1986 - 3.4.1989 tarihleri arasındaki (Akartuna ve dig., 1989) belirtilen günlerde yapılan ocak ateşlemeleri kayıtları gözönüne alındığında:

Bir gecikme periyodu olan 25 milisaniye aralığında iki düşey delik ile bir taban deliğindeki toplam dinamitin ateşlendiği anlaşılmaktadır.

Bu durumda bir gecikme aralığında ateşlenen dinamit miktarı:

ANFO= (30+30+3) Kg=63 Kg
Jelatinit= (4+4+3) Kg = 11 Kg
İnfilaklı fitil= 0.01 Kg/m x (15+15+5+5+15+5)
m= 0,6 Kg

Toplam şarj yaklaşık 75 Kg'dır.

3.2. DİNAMİT ATEŞLEMESİ YAPILAN OCAK KE-SİMİ İLE YERLEŞİM BİRİMLERİ ARASI EMNİYETLİ MESAFE TAYİNİ

Dinamit ateşlemesi sonucu oluşan şok dalgaları havada ve ateşlenen kaya birimi içinde belirli bir hız, frekans ve genlikte yayılım göstermektedir. Bu yayılım, atım yerinden uzaklaştıkça sönümlenen hareket şeklindedir. Şok dalgalarının, çevre yerleşim birimlerine hasar verebileceği mesafe aşağıda açıklanan bağıntılara göre hesaplanmıştır. Konu ile ilgili bağıntılarda değişken olarak; bir gecikme süresinde ateşlenen dinamit miktarı, atım yeri ile çevre yerleşim birimleri arasındaki mesafe ve kayaç türlerine ait katsayılar bulunmaktadır.

HAVA ŞOKU ETKİSİ

Hava şoku aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır. (CALZIA, 1969):

Şiddetli etki zonu: $D < 5\sqrt{W}$
Orta şiddette etki zonu: $5\sqrt{W} < D < 10\sqrt{W}$ (1)
Hafif şiddette etki zonu: $10\sqrt{W} < D < 15\sqrt{W}$

Bu bağıntıda:

D: Dinamit atılan yer ile çevre yerleşim birimleri arasındaki etkili mesafe (m)

W: Bir gecikme aralığında atılan dinamit miktarı (Kg).

W: 75 Kg (bak. 3.1.) için Kavacık taş ocağı patlatmaları ile ilgili hava şoku etkileri aşağıdaki gibidir.

Şiddetli etki zonu: 0-45 m
Orta şiddette etki zonu: 45-90 m
Zayıf şiddette etki zonu: 90-130 m'dir.

KAYAÇ İÇERİSİNDE YAYILAN TİTREŞİMLERİN ÇEVRE EVLERE ETKİSİ

Devine bağıntısı (DEVINE et al, 1966):

$$V = K \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1,6} \quad (2)$$

Çizelge 3: W:165 libre alınarak hesaplanan kayaç türüne bağlı K faktörü ve mesafeye göre değişen titreşim hızı (V) değerleri.

D (mesafe)		V (inç/sn)		V(mm/sn)	
feet	m.	K		K	
		26	260	26	260
164	50	0,442	4,42	11,23	112,30
213	50	0,291	2,91	7,391	73,91
246	75	0,231	2,31	5,867	58,67
328	100	0,146	1,46	3,708	37,08
492	150	0,075	0,75	1,905	19,05
656	200	0,047	0,47	1,194	11,94
689	210	0,045	0,45	1,143	11,43
722	220	0,042	0,42	1,067	10,67
755	230	0,039	0,39	0,991	9,91
787	240	0,36	0,36	0,914	9,14
820	250	0,034	0,34	0,864	8,64
984	300	0,025	0,25	0,635	6,35
1312	400	0,016	0,16	0,406	4,06
1640	500	0,011	0,11	0,279	2,79

Çizelge 4: W: 165 libre; K: 260 alınarak değişik meafelere göre hesaplanan bina temellerindeki titreşime hızı (Vo) değerleri.

D (m)	V (mm/sn)	Vo(mm/sn)	
		1/5 V	1/2 V
50	112,30	22,46	5615
65	73,91	14,78	36,96
75	58,67	11,73	29,36
100	37,08	7,42	18,54
150	19,05	3,81	9,53
200	11,94	2,39	5,97
210	11,43	2,29	5,72
220	10,67	2,13	5,34
230	9,91	1,98	4,96
240	9,14	1,83	4,57
250	8,64	1,73	4,32
300	6,35	1,27	3,18
400	4,06	0,81	2,03
500	2,79	0,56	1,40

K: Kayaç türüne bağlı katsayı (26-260)

D: Dinamit atılan yer ile çevre yerleşim birimleri arasındaki etkili mesafe (feet)

W: Bir gecikme aralığında atılan dinamit miktarı (libre)

V: Kayaç içersinde yayılan titreşim hızı (inç/sn)

1 foot: 0,3048 m

1 libre: 0,4536 Kg

1 inç: 25,4 mm

W: 75 Kg (165 libre) dinamit ateşlemesi sonucu oluşan şok dalgaları titreşim hızının mesafeye bağlı olarak değişimi çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 5'den bir binada hasar durumunun ortaya çıkması için bina temeli titreşim hızının (V_0) en az 5 mm/sn olması gözönünde bulundurulduğunda, Kavacık taş ocağındaki bir gecikme aralığında kullanılan 75 kg'lık şarjın etki mesafesi Çizelge 3'deki verilere göre 230 metre olarak bulunmaktadır.

BİNALARDAKİ HASARLARIN TİTREŞİM GENLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Dinamit atımı sonucu oluşan titreşimlerin genliği aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmaktadır (ARMAC PRINTING COMPANY).

$$A = \frac{K \sqrt{W}}{D} \quad (3)$$

Çizelge 5: Bina temeli titreşim hızı (V_0) değerlerine bağlı olarak dinamit atımı nedeniyle hasar görülebilecek bina türleri (FORSSBLAND, 1981).

V_0 (mm/sn)	Bina türü
2	Yıkılmaya yüz tutmuş çok eski tarihi binalar
5	Sıvalı biriket, kerpiç, yığma tuğla evler.
10	Betonarme binalar.
10-40	Fabrika gibi, çok sağlam yapıda endüstriyel binalar.

Çizelge 6: Dinamit atılan kaya birimi ve bina temeli altındaki kayaç türüne bağlı olarak değişim gösteren K katsayısı asgari ve azami değerleri (ARMAC PRINTING COMPANY).

Dinamit atılan Kaya birimi	Temel altı Kayaç türü	K (Katsayısı)	
		Asgari	Azami
Kaya	Kaya	0,57	1,15
Kaya	Kil (Toprak)	1,15	2,30
Kil (Toprak)	Kaya	1,15	2,30
Kil (Toprak)	Kil (Toprak)	2,30	3,40

Bina temelindeki titreşim hızı (V_0) değerinin, kayaç içi titreşim hızının (V) 1/2 - 1/5'i kadar olduğu kabul edilmektedir (FORSSBLAND, 1981).

W: 165 libre dinamit atımı sonucu çevre bina temellerinde oluşacak titreşim hızı değerleri Çizelge 4'de verilmektedir.

Bina temellerinde oluşan titreşim hızlarına (V_0) göre binalarda ortaya çıkan etkiler Çizelge 5'de görülmektedir.

A: Dinamit atımı sonucu oluşan titreşimlerin azami genliği (mm)

W: Bir gecikme aralığında atılan dinamit miktarı (Kg)

D: Dinamit atılan yer ile çevre yerleşim birimleri arasındaki etkili mesafe (m)

K: Kayaç türüne bağlı katsayı

Genlik değerinin 0,05 mm altında olması halinde binalarda hasar görülmediği bilindiğinden (ARMAC PRINTING COMPANY), Kavacık taş ocağında;

$W=75$ kg ; $K=1,15$; $A=0,05$ mm değerleri kullanılarak (3) bağıntısından hesaplanan (D) etki mesafesi:

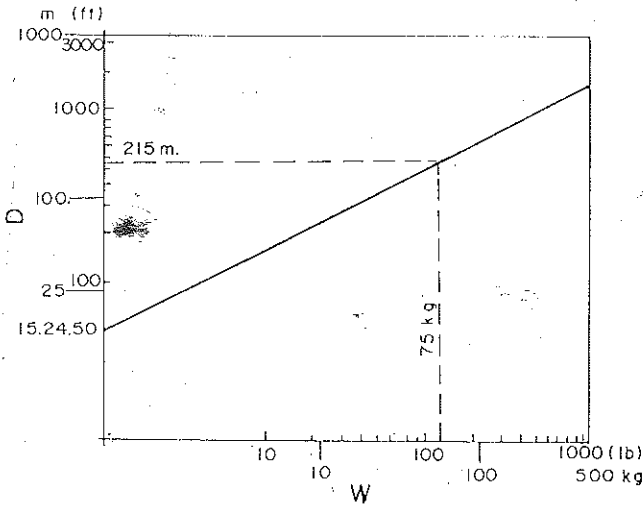
$$D = \frac{K \sqrt{W}}{A} = \frac{1,15 \sqrt{75}}{0,05} = 200 \text{ metredir.}$$

GEÇİKME ARALIĞI BAŞINA ATILAN DİNAMİT MİKTARI W (Kg-libre) İLE ETKİ MESAFESİ D (m-feet) ARASI GRAFİKSEL İLİŞKİ

ICI NOBELS EXPLOSIVES firması tarafından verilen grafikten (Şek. 2) $W=75$ kg (165 libre) dinamit atımı sonucu meydana gelen titreşimlerin etkili olabileceği mesafe değeri $D=700$ feet, 215 metre okunmuştur.

LANGFORS BAĞINTISI

$$K = \frac{W}{D^{3/2}} \quad (4)$$



Şekil 2: W-D arası ilişki grafiği.

LANGFORS (1978) tarafından (4) bağıntısında:

W: Bir gecikme aralığında atılan dinamit miktarı (Kg)

D: Dinamit atılan yer ile çevre yerleşim birimleri arasındaki etkili mesafe (m)

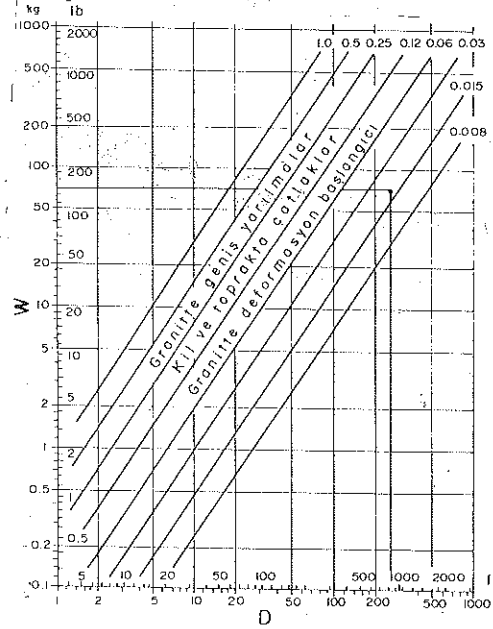
K: Kayaç türüne bağlı katsayıdır.

Şekil 3'de (4) bağıntısı ile ilgili grafik verilmiştir.

LANGFORS bağıntısı $W=75$ kg (165 libre) ve $D=230$ m değerleri için $K=0,0215$ değerini vermektedir.

$$K = \frac{75}{(230)^{3/2}} = \frac{75}{3488} = 0,0215$$

LANGFORS grafiği $K= (0,06-1,00)$ değerleri arasında en sert yapıllı kayaktan (granit) oluşan zemin ile en gevşek kayaç olan (kil-toprak) içersinde deformasyon meydana gelebileceğini öngörmektedir.



Şekil 3: Kayaç türüne bağlı olarak değişim gösteren D-W arası ilişki grafiği.

Çizelge 7'de K katsayısına bağlı olarak zeminde ve binalarda meydana gelebilecek hasar türleri verilmiştir.

Çizelge 7'den anlaşıldığı gibi, Kavacık taş ocağı ateşlemeleri ile ilgili olarak hesaplanan $K=0,0215$ katsayısı hasar sınırı değerleri dışında kalmaktadır. Kireçtaşı, grovak-şeyl, tabii dolgu ve topraklardan oluşan zeminlerde, atım yerinden 230 m mesafe dışında, ateşlemeler nedeniyle hasar meydana gelmesi teorik olarak mümkün görülmemektedir.

4. BİNA HASAR DURUMLARI

Bu çalışma kapsamında, Kavacık'ta müracaat konusu binalar için "Bina Hasar Durumu" anketi uygulanmıştır. Bu bölümde (Akartuna ve diğ., 1989)'da sunulan 46 adet anket formundan 4 adedi mükerrer ve 2 adedi de bölge dışı adres olduğundan, toplam 40 adedi değerlendirilmelere tâbi tutulmuştur (Şek. 4).

Bina Türleri

40 adet binanın yarısı tek katlı, diğer yarısı ise 2 veya daha çok katlıdır. Bunlardan 11 adedi (%27) taş dolgu, 2 adedi (% 5) beton dolgu temelli yığma bina olup, 27 adedi (% 68) ise betonarme temelli betonarme binalardır (Çizelge 8).

Çizelge 7: K katsayısı ve titreşim hızına (V) bağlı olarak zemin ve bina hasar sınırları.

K	V (mm/sn)	Zeminde ve Binalarda meydana gelebilecek hasar türleri
0,008	30	Sıva düşmeleri
0,015	50	Kırılma ihtimali mevcut değil
0,03	70	Kırılma emareleri görülmemektedir
0,06	100	İnce çatlaklar başlangıcı
0,12	150	Kırılmaların başlangıcı
0,25	225	Geniş yarılmalar
0,50	300	Tünel ve galerilerde taş düşmeleri ve göçükler
1,00	-	Kayaçlarda parçalanma

Çizelge 8: Kavacık'ta ankete konu olan binaların inşaat ve zemin özellikleri.

Bina Adedi	Bina Türü	Bina Kat Adedi	Zemin Türü	Zemin Meyil Durumu
13	Yığma	1	2: Kireçtaşı+toprağı 6: Grovak-şeyl+toprağı 5: Tabii dolgu	1: Yatay 12: Meyilli
7	Betonarme	1	3: Kireçtaşı+toprağı 5: Grovak-şeyl+toprağı	4: Yatay 23: Meyilli
20	Betonarme	≥2	3: Andezit ve toprağı 16: Tabii dolgu	

Bina Zemin Türleri

40 adet binanın 5 adedi (% 12) kireçtaşı ve toprağı, 11 adedi (% 27) grovak-şeyl ve toprağı, 3 adedi (% 8) andezit ve toprağı, 21 adedi (% 53) ise tabii dolgu zemin üzerinde inşa edilmiştir. 13 adet yığma binanın % 15'i kireçtaşı ve toprağı, % 46'sı grovak-şeyl ve toprağı, % 39'u ise tabii dolgu üzerindedir. 27 adet betonarme binadan % 11'i kireçtaşı ve toprağı, % 18'i grovak-şeyl ve toprağı, % 11'i andezit ve toprağı, % 60'ı ise tabii dolgu üzerinde bulunmaktadır.

Bu duruma göre bina hasar anketine konu olan tüm binaların yarısından fazlasına tabii dolgu üzerinde buldukları anlaşılmaktadır.

Bina Zemin Meyili

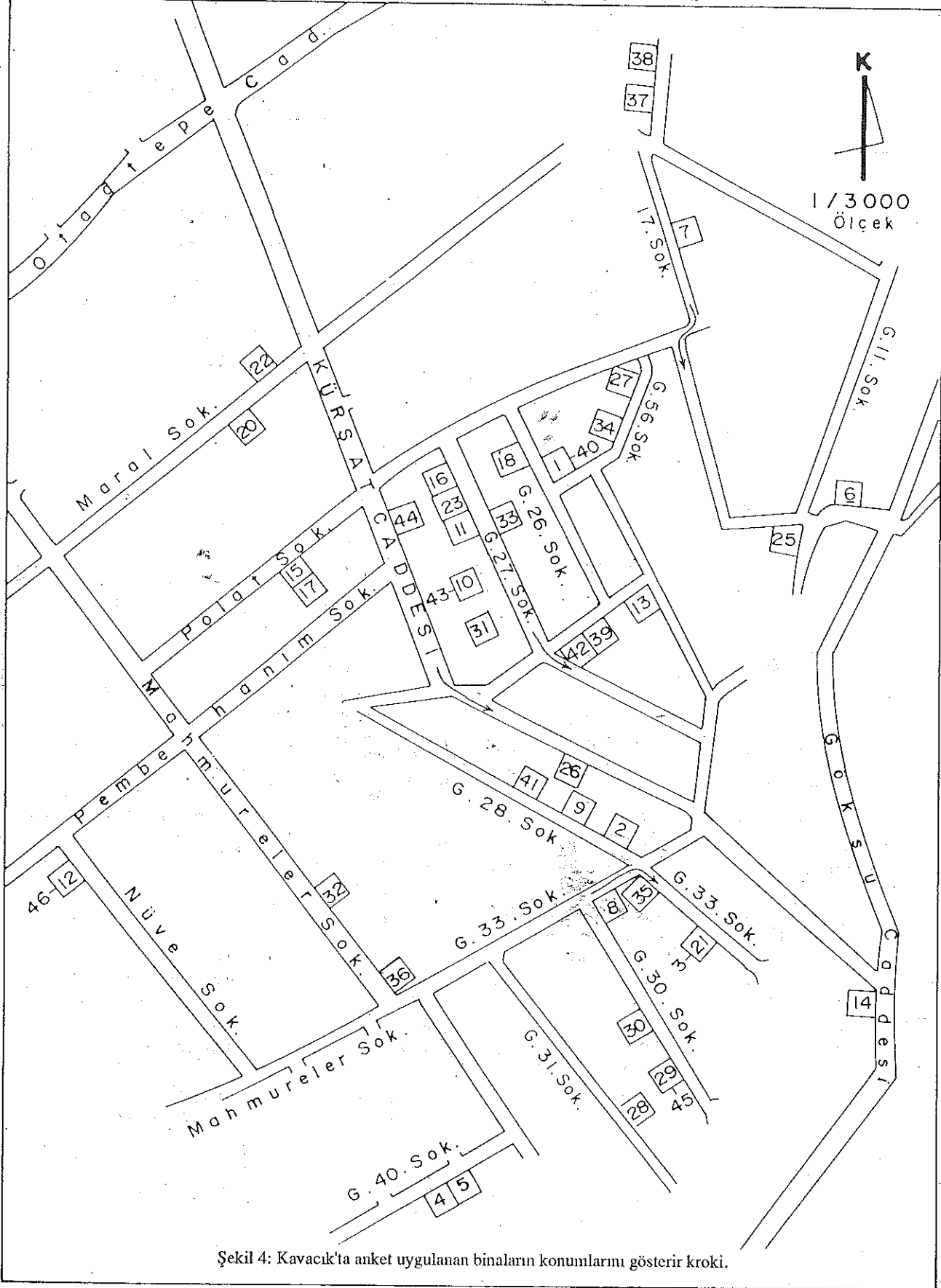
13 adet yığma binadan sadece 1 adedi ve 27 adet betonarme binadan ise sadece 4 adedi yatay zemin üzerinde inşa edilmiştir. Buna göre yığma binaların % 92'si, betonarme binaların ise % 85'i meyilli zeminde inşa edilmişlerdir.

Binaların Korunma Durumları

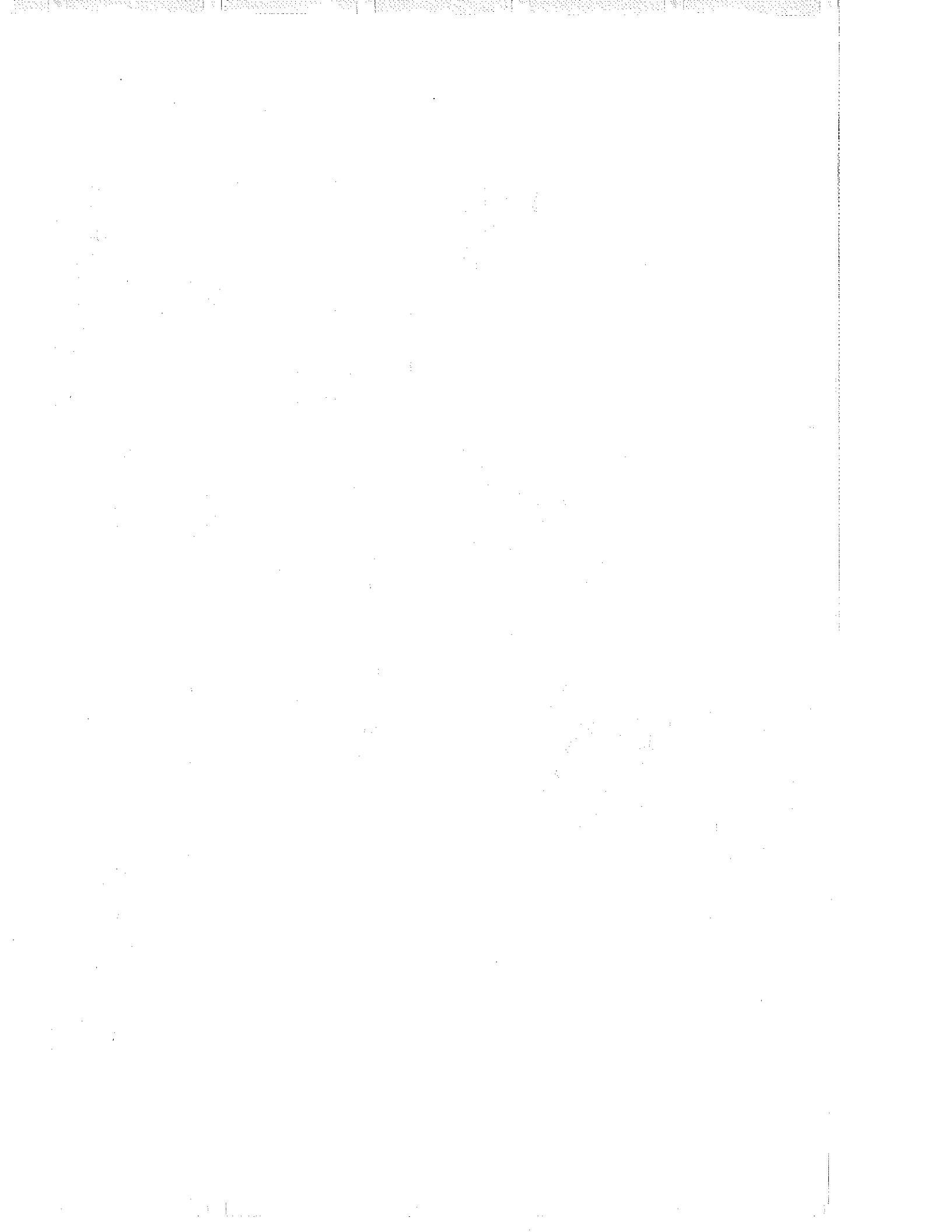
13 adet yığma binanın tümü korunmasız olup, 27 adet betonarme binadan sadece 3'ü korunmalıdır. Buna göre, toplam binaların % 92'si korunmasız durumdadır.

Binalardaki Çatlaklar

Yapılan anket sonuçlarına göre, çatlak türlerinin yığma yapıların; % 70'inde yatay çatlak, % 85'inde düşey çatlak, % 54'ünde diyagonal çatlak ve % 77'sinde ise yarılmalar mevcuttur. Betonarme binaların % 67'sinde yatay çatlak, % 70'inde düşey çatlak, % 59'unda diyagonal çatlak ve % 33'ünde ise yarılmalar bulunduğuna tesbit edilmiştir (Çizelge 9). Bu değerlendirmelere göre; bina türü ne olursa olsun, yatay düşey ve diyagonal çatlaklar hemen hemen aynı oranlarda gelişmişken, yarılmalar yığma (% 77) binalarda betonarme (% 33) binalara nazaran 2 katından daha fazla olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4: Kavacak'ta anket uygulanan binaların konumlarını gösterir kroki.



Bina - Ocak Mesafeleri

İncelemeye konu olan binaların Kavacık taş ocağı istihsal alanı sınırına olan uzaklıkları ölçüldüğünde (bak. Ek I), bunların tümünün Bölüm 3'de belirlenen, ateşlemelerden etkilenen 230 metrelik mesafeden daha büyük olduğu görülmektedir (Çizelge 10). 40 binadan 2 adedi (% 5) 230-300 m. arasında, 13 adedi (% 32) 300-400 m arasında, 13 adedi (% 32) 400-500 m arasında ve 12 adedi (% 31) ise 500 m'den daha büyük uzaklıklarda yer almaktadır.

bu binaların belirtilen tarihler arasında geçmiş olan depremlerden ($M_s=5,5$; $I_0=VI$) önemli derecede etkilenmemiş oldukları söylenebilir.

7— Kavacık taş ocağında 25.8.1986-3.4.1989 tarihleri arasında yapılan ateşlemelerde, ateşleme devresi tanzimine göre iki düşey deliğe bir röle bağlandığı ve bir gecikme aralığında ortalama 75 Kg dinamitin patlatıldığı hesaplanmış olup, bu miktardaki şarjların dinamik atılan yerden itibaren ölçülecek 230 metre dışında kalan binalarda ateşlemeler nedeniyle hasar meydana gelmeyeceği sonucuna varılmıştır.

Çizelge 9:Kavacık'ta incelenen binalardaki çatlak türlerinin dağılım yüzdeleri.

Bina Türü	% Yatay Çatlak	% Düşey Çatlak	% Diyagonal Çatlak	% Yarıma/Ayrılma
Yığma	70	85	54	77
Betonarme	67	70	59	33

Çizelge 10: Bina-Ocak mesafelerinin uzaklık aralıklarına göre dağılımları

Bina Türü	Ocağa Uzaklık				
	0-230 m.	230-300m.	300-400m.	400-500m.	>500m.
Yığma	0	1	5	4	3
Betonarme	0	1	8	9	9

5. SONUÇLAR:

Kavacık taş ocağı patlatmalarının çevre binalara etkisinin belirlenmesini konu alan bu çalışma ile, aşağıda sıralanan şu sonuçlara varılmıştır.

1— Kavacık taş ocağı ve yakın çevresinin 1/5000 ölçekli ayrıntılı "Jeoloji Haritası" yapılmış (Ek I) olup, buna göre ankete konu olan binaların yarısının (% 47) yerli kaya üzerinde, diğer yarısının (% 53) ise tabii dolgu üzerinde bulunduğu ortaya çıkarılmıştır.

2— Jeoloji haritası yapılan çalışma alanında, herhangi bir heyelân ve önemli bir kırık (fay)'a rastlanılmamıştır.

3— İncelenen binaların zemin meyil durumuna bakıldığında, bunlardan büyük bir bölümünün (yaklaşık % 90) meyilli arazide inşa edildikleri görülmüştür.

4— Araştırma alanı içerisinde yer alan binaların yine büyük bir bölümü (% 92) korunmasızdır.

5— Ankete konu olan 40 adet binadan, 13 adedi Yığma (B tipi) ve 27 adedi ise Betonarme (C tipi)'dir.

6— Söz konusu binaların pek çoğunun son 30 yıl içerisinde (1959-1989) yapıldıkları gözönüne alındığında,

8— Titreşimlerin etkili olabileceği alanın sınırı 1/5000 ölçekli jeoloji haritasına çizilmiştir. Bir gecikme aralığında sözü edilen 75 Kg'dan fazla miktarda dinamitin patlatılması halinde etki mesafesinin yeniden hesaplanarak bulunacak değere göre hasar olabilecek alan sınırının yeniden çizilmesi gerekir.

9— Kavacık'ta yapılan "Bina Hasar Durumu" anketlerine göre, bina türü ne olursa olsun (Yığma - Betonarme) yatay, düşey ve diyagonal çatlakların hemen hemen aynı oranlarda gelişmiş oldukları, yarıma ve ayrılmaların ise yığma binalarda betonarme binalara nazaran iki katından daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

10— Kavacık'ta müracaat konusu binaların hiç birisi 230 metre ile sınırlı ocak ateşlemelerinden etkilenen alan içinde bulunmamaktadır (Ek I). Oysa, 40 binadan % 5'i 230-300 m arasında, % 32'si 300-400 m arasında, % 32'si 400-500 m arasında ve % 31'i ise 500 m'den daha fazla uzaklıklarda yer almaktadır.

Bütün bu incelemelere göre, müracaat konusu binalardaki çatlak ve yarılmaların; binaların inşaat özellikleri, zeminlerinin meyil durumları, bir bölümünün (% 53) tabii dolgu üzerinde oluşu ve ayrıca, Kavacık taş ocağındaki ateşleme devrelerinde kullanılan röle (geciktirici)'le-

rin toplam patlayıcı madde miktarına göre her zaman kontrollü olarak yerleştirilmemelerinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Abdüselamoğlu, Ş. 1963:** İstanbul Boğazi doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahadeler. M.T.A. dergi, S.60, ss.1-6, Ankara.
- Akartuna, M. 1953:** Çatalca-Karacaköy bölgesinin jeolojisi. İst. Üniv. Fen Fak. mon., S.13, İstanbul.
- Akartuna, M. 1963:** Şile şaryajının İstanbul Boğazi kuzey yakalarında devamı. M.T.A. dergi, no.61, ss.14-21, Ankara.
- Akartuna, M., Yılmaz, O. ve Ulakoğlu, S. 1989:** Kavak taş ocağı patlatmalarının çevre binalara etkisinin belirlenmesi. İ. Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü projesi, 92 s., İstanbul.
- Arıç (Sayar), C. 1955:** Haliç-Küçükçekmece gölü bölgesinin jeolojisi. İ.T.Ü. yayını, İstanbul.
- Armac Printing Company** — Explosives safe practice and storage. ICI - Nobel's explosives comp. limited, Ayrshire.
- Ayhan, E. ve Diğerleri, 1981:** Türkiye ve Dolayları Deprem Kataloğu. Boğaziçi Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- Baykal, F. ve Kaya, O. 1963:** İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel stratigrafisi. M.T.A. dergi, S.61, ss. 1-9, Ankara.
- Baykal, F. ve Kaya, O. 1966:** İstanbul Boğazi kuzey kesiminin jeolojisi. T.J.K. bülteni, C.X, S.1-2, ss.31-43, Ankara.
- Calzia, J. 1969:** Les substances explosives et leurs nuisances. Dunod éd., Paris.
- Devine, J.F., et al 1966:** Effect of charge weight on vibration levels from quarry blasting. U.S.B.M. Rpt. of Invest, 6774, 37 p.
- Eroskay, O. 1978:** Kocaeli Yarımadası güneyindeki kireçtaşlarının hidrojeolojisi ve karst parametrelerinin analizi. TÜBİTAK-TBAG-124 projesi, 113 s., Ankara.
- Forsbland, L. 1981:** Vibratory soil and rock fill compaction Dyrapac, Stockholm.
- Gündoğdu, O. ve Altınok, Y. 1986:** Bilgi İşlem Merkezi Deprem Veri Seti. İst. Üniv., İstanbul.
- Haas, W. 1968:** Das Alt-Palaeozoikum von Bithynien (Nordwest-Türkei). N.Jb. Geol. Palaont. Abh., 131-2, 178-242.
- Kaya, O. 1973:** Paleozoic of İstanbul. Ege Üniv. Fen Fak. yayın no. 40, İzmir.
- Langefors, U. 1978:** Rock blasting. Printed in Sweden by Almqvist and Wiksell, Uppsala.
- Ornard, L.L. 1971:** Blasting effects and their control in open pit mining. International conf. on stability in open pit mining, Vancouver.
- Önalın, M. 1981:** Pendik Bölgesi ile Adaların jeolojisi ve sedimentler özellikleri. İst. Üniv. Yerbilimleri Fak. doçentlik tezi (Yayınlanmamış), İstanbul.
- Paeckelmann, W. 1938:** Neue Beiträge zur Kenntnis der Geologie, Paleontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel. Abh. Preuss. Geol. Landesanst., N.F., 186, 202 p., Berlin.
- Tabban, A. 1971:** Türkiye'nin Sismisitesi. İmar ve İskân Bakanlığı yayını, Ankara.
- Tabban, A. 1980:** Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu. İmar ve İskân Bakanlığı, Ankara.
- Tabban, A. ve Gençoğlu, S. 1975:** Deprem ve Parametreleri. İmar ve İskân Bakanlığı yayını, Ankara.
- Unesco, 1976:** Country Monograph of Turkey. Intergovernmental conference on assessment and mitigation of earthquake risk. Paris, February 10-19, Ankara.