

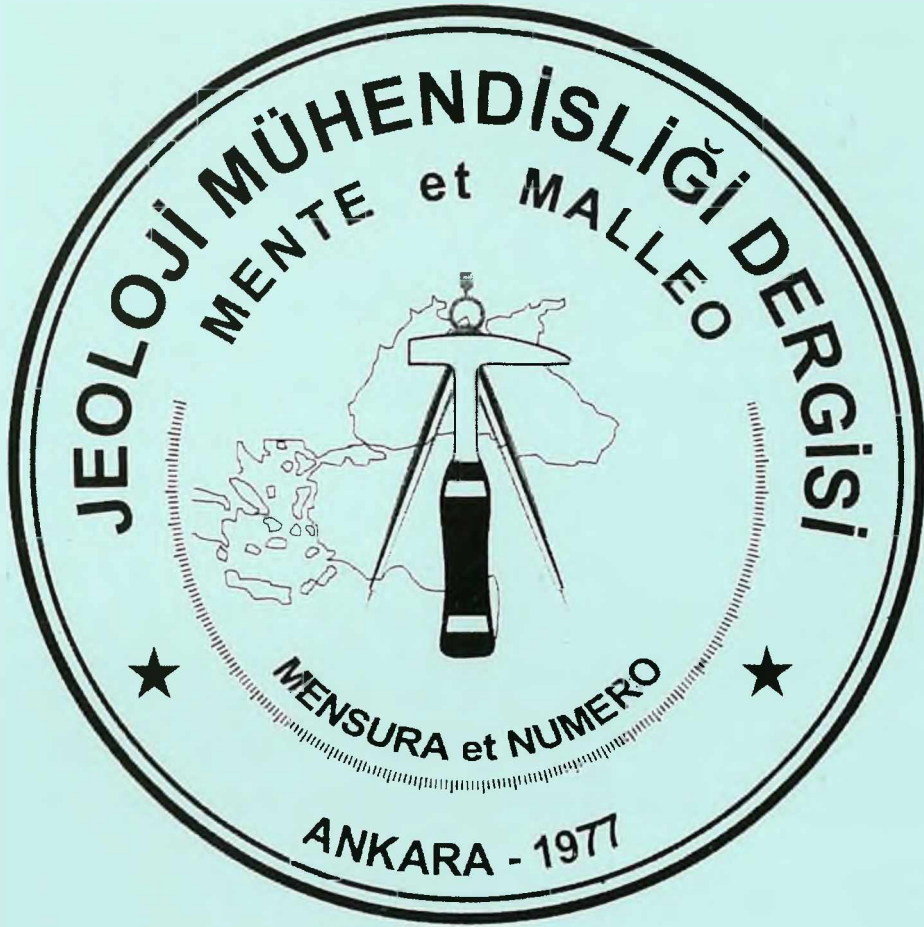
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

Geological Engineering Journal

Cilt - Volume 27

ISSN 10116-9172

Sayı - Number 2 - 2003



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

Editörler / *Editors*

Abidin TEMEL

Hacettepe Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
06532 Beytepe – Ankara
Tel: 0312 297 77 55
Fax: 0 312 299 20 34
E-Posta: atemel@hacettepe.edu.tr

Mehmet ŞENER

MTA Genel Müdürlüğü
Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
Eskişehir yolu, 06520 Ankara
Tel: 0312 2873430/1246
Fax: 0312 286 35 19
E-Posta: mesener@mta.gov.tr

Diñer ÇAĞLAN

MTA Genel Müdürlüğü
Fizibilite Etütleri Dairesi
Eskişehir yolu, 06520 Ankara
Tel: 0312 2873430/2206
Fax: 0312 286 35 19
E-Posta: dincer@mta.gov.tr

Yardımcı Editörler/*Asistant Editors*

Hüseyin YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas

Sedat TÜRKMEN

Mersin Üniversitesi-Mersin

Yıldırım GÜNGÖR

İstanbul Üniversitesi-İstanbul

Jeoloji Mühendisleri Odası

Chamber of Geological Engineers

Yönetim Kurulu/ Executive Board

Aydın ÇELEBİ / Başkan - *President*

Oktay EKİNCİ / II. Başkan- *Vice President*

İsmet CENGİZ / Genel Sekreter-*Secretary General*

Dündar ÇAĞLAN / Sayman-*Treasurer*

Ramazan DEMİRTAŞ/Yayın Üyesi-*Secretary of Publication*

Buket ECEMİŞ / Mesleki Uygulamalar Üyesi-*Professional Application Secretary*

Hatice Erbay ÇALAĞAN / Sosyal İlişkiler Üyesi-*Social Affairs Secretary*

Yayın Kurulu / *Editorial Board*

Musa ALPASLAN (Mersin Üniversitesi)

Kemal AKDAĞ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Fehmi ARIKAN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Eşref ATABEY (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Serdar BAYARI (Hacettepe Üniversitesi)

Emel BAYHAN (Hacettepe Üniversitesi)

Berk BESBELİ (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Muazzez ÇELİK (Selçuk Üniversitesi)

Yavuz ERKAN (Hacettepe Üniversitesi)

Okay EROSKAY (Kültür Üniversitesi)

Yurdal GENÇ (Hacettepe Üniversitesi)

Candan GÖKÇEĞLU (Hacettepe Üniversitesi)

Ergun GÖKTEN (Ankara Üniversitesi)

Fikret KAÇAROĞLU (Cumhuriyet Üniversitesi)

Erçin KASAPOĞLU (Hacettepe Üniversitesi)

Halil KUMSAR (Pamukkale Üniversitesi)

Mahmut MUTLU TÜRK (Süleyman Demirel Üniversitesi)

Fran NAKOMAN (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Nazmi OFLU (Cumhuriyet üniversitesi)

Ahmet SAĞIROĞLU (Fırat Üniversitesi)

Sönmez SAYILI (Ankara Üniversitesi)

Şakir ŞİMŞEK (Hacettepe Üniversitesi)

Tandoğan ENGİN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Asuman TÜRKMEÑOĞLU (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Necati TÜYSÜZ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Reşat ULUSAY (Hacettepe Üniversitesi)

Hasan YAZICIGİL (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Jeoloji Mühendisliği Dergisi Makale ve Dizin Özleri
GeoRef ve **Geobase/GeoAbstracts** Uluslararası
Indexler tarafından taranmaktadır.

Jeoloji Mühendisliği Dergisi / Geological Engineering Journal

Cilt 27
Volume

Sayı 2-2003
Number

Araştırma Makaleleri / Research Articles

3- İSKENDEROĞLU A., BİLGİN L., BAŞ .M, YAĞCI M.Ö.,
ÖZEYRANLIN., TAYMAZ Ö.

İstanbul'da Muhtemel Depremler Karşısında Çözüm Önerileri
Suggestions of Solutions for Probable Earthquakes in Istanbul Turkey

17 - UTKU M., DANIŞMAN M.A., AKYOL N., AKÇIĞ Z.

Afyon ve Çevresi'nin Depremselliği:

03 iŞubat 2002 Çay Depremi Eşşiddet Haritası ve Deprem Riski

The Seismicity of Afyon and its Surroundings:

Isoseist Map of 03 February 2002 Çay Earthquake, and Earthquake Risk Analysis

35 - ERDURAN B., TÖRK K., ÖKTÜ G.

Zonguldak ve Çevresindeki Yeraltısularının izotop Hidrolojisi incelemesi

Isotop Hydrology Investigation of Zonguldak and Province Groundwaters

47 CENGİZ t., GENÇ Y.

Domaniç (Kütahya) Bakır-Molibden Cevherleşmesinin Jeolojisi ve
Alterasyon Özellikleri

*Geology and the Alteration Features of Domaniç (Kütahya) Copper-Molybdenium
Mineralization*

76 - .REVAN M.K., GENÇ Y.

Malatya-Yeşilyurt Altınlı Florit Cevherleşmesi:

Toroslarda Paleokarst Tipi Bir Yatak

Malatya-Yeşilyurt Gold-bearing Fluorite Mineralization: A Paleokarst Type

Deposit in Eastern Taurides, Turkey

İstanbul'da Muhtemel Depremler Karşısında Çözüm Önerileri

Suggestions of Saluions for Probable Earthquakes in Istanbul, Turkey

A. İSKENDEROĞLU*, L BİLGİN*, M. BAŞ*, M.Ö. YAĞCI, N. ÖZEYRANLI*, Ö. TAYMAZ*
N. IKENISHI**, S. SEGAWA*, H. MAEDA**, O. NISHII", ¥. KOIKE**, R TAKAHASHI**, A. HAYASHI*

İBB, Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü-,

Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA)

ÖZ

1999 yılında, İzmit ve Adapazarı civarında meydana gelen iki büyük deprem, bölgede çok büyük can ve mal kayıplarına yol açmıştır. Tarihsel sürece bakıldığında birçok büyük depremin Kuzey Anadolu Fay Zonu olarak adlandırılmış olan bu fay hattı üzerinde meydana geldiği görülür.

Bu kuvvetli depremlerin merkez üslerinin,, Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde doğudan batıya doğru yeraldığını gösteren çok belirgin bulgular bulunmaktadır. Aynı zamanda Kuzey Anadolu Fay Hattının batı kenarında bulunan İstanbul'un bu depremlerden yüksek oranda etkileyeceği olasılığı da vurgulanmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti Devletinin ekonomisi üzerinde büyük pay sahibi olan sanayi ve turizm açısından gelişimini temsil eden ve bu niteliği ile merkez olan İstanbul,, dünyanın sayılı şehirlerinden bir tanesidir. Bu nedenle İstanbul'da meydana gelebilecek büyük bir deprem, hem dünya hem de ülkemiz için büyük bir felaket olacaktır.

İstanbul'u tehdit eden potansiyel deprem tehlikesi ile başa çıkabilmek için, orta ve uzun vadeli uygulamalar göz önüne alınarak; depremin etkileyeceği bölgelerin sismik afet azaltma planı,, acil kurtarma planı ve yeniden yapılanma planı hazırlanmalıdır.

İstanbul'da, afet azaltma planlaması açısından bilimsel ve teknik esaslara dayalı sismik mikrobölgeleme çalışmalarını entegre etmek ve geliştirmek, binalarda ve altyapılarda meydana gelebilecek hasar üzerine önleme/azaltma programları önermek, şehir plancılığı kapsamında afet önleme planları ile ilgili önerilerde bulunmak için çalışmalar bir an önce başlanması gerekmektedir..

Anahtar Kelimeler: Deprem., Hasar, Analizler,, Mikrobölgeleme,, Tedbirler

ABSTRACT

in 1999, two great earthquakes occurred around izmit and Adapazarı and caused tremendous damage to human lives and structures in the area. These earthquakes occurred along the North Anatolian Fault (NAF) which is one of the major structures of Anatolia, extending more than 1000 km. from east to west There are many historical earthquakes of big magnitudes along this fault line.. There is an obvious phenomena in that the hipocentres of these earthquakes are migrating from east to west along the NAF and this implies that another big earthquake may hit Istanbul at the western end of the AAF. Istanbul is one of the largest cities in the .Middle East representing, a. centre of economic, industrial, and touristic destination of modern Turkey. Therefore, if a big earthquake hits Istanbul, it will be a catastrophic national emergency In order to manage the potential earthquake disaster in Istanbul it is necessary to prepare a seismic disaster prevention/mitigation plan, emergency rescue plan and restoration /retrofitting plan of the earthquake stricken area from middle to long-term measures.*

Key words: Earthquake,. Damage, Analysis, Microzoning, Preventions..

GİRİŞ

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de, kentlerde nüfus artışı ve yapılaşmanın hızlı yoğun ve de karmaşık halde gelişmesi nedenleriyle depremler büyük can ve mal kayıpları meydana getirmektedirler.

Yurdumuz etkin bir deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır ve bu kuşak üzerinde ortalama 2-3 yılda bir yıkıcı depremler meydana gelmektedir. İstanbul yaklaşık 3000 yıllık çok eski bir yerleşim yeri olmakla birlikte özellikle 1950 den itibaren çok hızlı ve çarpık bi şekilde yapılaşmış, nüfusu da 1 milyondan 10 milyona ulaşmıştır.. Sosyal, ekonomik ve jeopolitik açıdan önemli bir merkez olan İstanbul son 40' yıl içinde yoğun göç almış ve almaya da devam, etmektedir. Dolayısıyla artan konut ve diğer altyapı ihtiyaçları nedeniyle metropolün özellikle kenarlarına doğru hızlı, yoğun ve kontrolsüz bir yapılaşma meydana gelmiştir., İstanbul ve çevresi tarih boyunca depremlerden def al arca zarar görmüştür. M.S. 32 ile 1900 yılları arasında mevcut tarihsel dönem depremlerini gösterir kataloğlara bakıldığında, istanbul ve yakın çevresinde yıkıcı büyüklükte 100'den fazla depremin meydana geldiği görülür,. Aletsel dönem olarak nitelenen 1900 yılından günümüze kadar geçen süre içinde büyüklüğü 6'dan fazla olan 20'den fazla deprem meydana gelmiştir. Bu depremler bölgeyi çeşitli şiddetlerde etkilemiştir, istanbul ve çevresinde oluşan depremler. Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi boyunca uzanan kolu üzerindeki tektonik hareketlerle ilişkilidir. Bu durum göz önüne alındığında gele-

cekte de istanbul ve yakın çevresinde büyük depremler olabileceği anlaşılmaktadır.

Doğal afetler içinde depremler verdikleri zararlar (%60) nedeniyle ön sırada yer alır.. Ülkelerin ve kentlerin depreme hazırlıklı olabilmeleri için olası depremlerin yerleri, derinlikleri, kente yakınlıkları ve kentin zemin durumu dikkate alınarak yapılacak çok yönlü çalışmalar ve çeşitli organizasyonlarla ortaya konmalıdır.,

Depremi önlemek ve deprem, oluş zamanını önceden kestirmek teknolojinin bugün eriştiği düzeyde imkansız olduğundan, can ve mal kayıplarını önlemek için yapılması gerekenler üzerinde durulmalıdır., Deprem riskini azaltmak amacıyla ülke ve kentler bazında bir eylem planı ortaya konmalıdır. Bu kapsamda deprem hasar senaryoları hazırlanarak,, riski azaltıcı önlemler alınmalı ve her kademedeki yöneticinin elinde bulunan uygulaması veya uyması gereken kurallar yeniden düzenlenmelidir.,

İstanbul Büyükşehir Belediyesi 27 ilçe alanı ile 3 ek ilçenin bulunduğu (Büyükçekirnece, Silivri: ve Çatalca) yapılaşmış alanlardan oluşmaktadır (Şekil 1).

Bu meyanda, İstanbul şehri ve çevresi için sismik afet önleme/azaltma planının temelini oluşturabilecek sismik mikrobölgeleme haritalarını derlemek, depreme dayanıklı şehirleşme için yapı inşaatı tavsiyelerinde bulunmak ve ilgili planlama teknikleri hakkında, etkin-teknik aktarımlar gereklidir. İstanbul metropol, alanı için ayrıntıda şu çalışmalar yapılması elzemdir;

1) İstanbul'da yürütülmekte olan afet önleme/azaltma planlamasının teknik temeli

olan sismik mikrobölgeleme çalışmalarının tamamlanması ve geliştirilmesi;

2) Bölgelerde yapılan detaylı sismik mikrobölgeleme çalışması ve bina dayanıklılık değerlendirmesine dayanarak, bina ve altyapıların hasarlarını şehir kapsamında önleme/azaltma programı tavsiye edilmesi;

3) Arazi kullanım planı ve depreme dayanıklılık kuralları, v.b. de dahil, İstanbul şehir planlamasında göz önünde bulundurulacak afet önleme yollarının tavsiyesi;

4) Çalışma süresince planlama tekniklerinin teknolojilerinin Türk tarafı personele aktarılması.

Deprem Afet Yönetimi İçin İdari

Yapılanma

Afet önleme kavramı ve arazi kullanımı imar kanununda yer almalıdır. Meydana gelebilecek bir depremde oluşacak hasarların en aza indirgenmesi için Afet ile ilişkili Yasalar afet öncesi her türlü hasar azaltma konularını içermelidir.. Acil Yardım. Yönetmeliği sivil toplum, örgütlerini ve afet bilgilendirmeleri ile ilgili halkla ilişkileri kapsamalıdır. Afet önleme konularında yalnızca İstanbul'u kapsayacak Özel Kanunlar hazırlanmalıdır.. Olası bir felaket durumunda, ilçelere ve Mahallelere, ilk birkaç gün bağımsız müdahale yapabilmeleri için destek ve yetki verilmelidir,. Acil Yönetim. Merkezi çalışanlarını,, üyelerini ve birbiri ile ilişkili görevleri revize etmeli ve yeniden yapılandırılmalıdır, Ayrıca İlçe Kaymakamları ve İlçe Belediye Başkanları arasındaki bağlar güçlendirilmeli, Mahalle sakinlerinin ve gönüllülerin de dahil olacağı organizasyonlar oluşturulmalı, hasar hesaplamalarının sonuçları halka açıklanmalı ve Acil. Yöne-

tim Merkezi ile Afet Koordinasyon Merkezi "nde toplanan afet önleme konusunda ki veriler kaynak olarak kullanılmalıdır.

Öncelikle Kamu binalarının ve donatıların depreme karşı güçlendirilmesi ele alınmalıdır.., İnşaatların denetlenmesi işinin özelleştirilmesi etkili olacaktır. Eğitimcilerin sayısını arttırmak için eğitimlerin düzenlenmesi ve halka verilen, eğitimin daha verimli olabilmesi için mevcut eğitim süresinin azaltılması faydalıdır.., Hasar incelemeleri için profesyonel mühendislerden yararlanılması, afet yönetiminde halkla ilişkiler alanında kitle iletişiminden, yararlanılması ve uluslararası yardımların kabulü ile ilgili hazırlıkların yapılması gerekmektedir.,

Afet Yönetimi için Sivil Toplum

Örgütleri

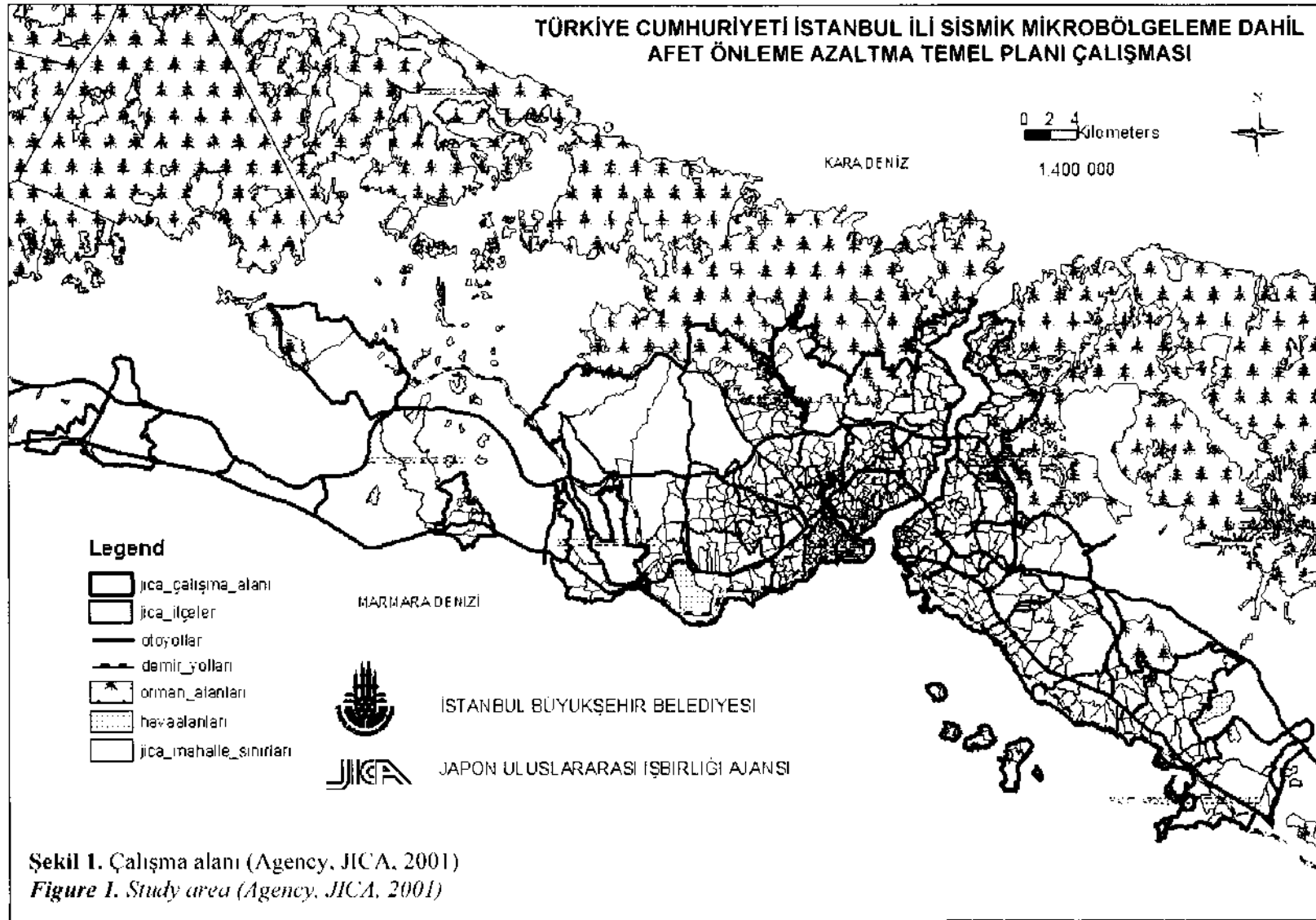
İstanbul'da bulunan Sivil Toplum Örgütleri, özellikle de Kadıköy Belediyesi, afet yönetim organizasyonları açısından incelenmiştir.. Aşağıda belirtilen farklı yapılarda ki organizasyonlar için çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Kâr gütmeyen kuruluşlar için basitleştirilmiş yasal yapı,

Yalnızca Afet Yönetim Hizmetleri ile ilgili çalışan. Sivil Toplum Örgütlerinin uygun kaynak kullanımı ve yapılarının devamlılığı sağlanmalı,

Devlet. Yetkilileri ve sivil toplum, örgütleri arasında görev ve sorumluluk, dağılımı yapılmalı.

Sivil Toplum Örgütlerinin en önemli rollerinden biri de halkı binaların takviye edilmesi ve güçlendirilmesi konusunda motive etmektir.



Afet Yönetimi ve Hazırlıkları **Konusunda** Toplum Bilinci ve Eğitimi

İstanbul'da olabilecek Deprem, felaketi konusunda, toplumun bilinci ve eğitimi değerlendirilmiş ve aşağıdaki aktiviteler önerilmiştir.

Toplum, seviyesinde tehlike ve risk değerlendirmeleri ile ilgili bilgi,, afet haritaları,

Toplumda duyarlılığı oluşturmak açısından Medya kullanımı.

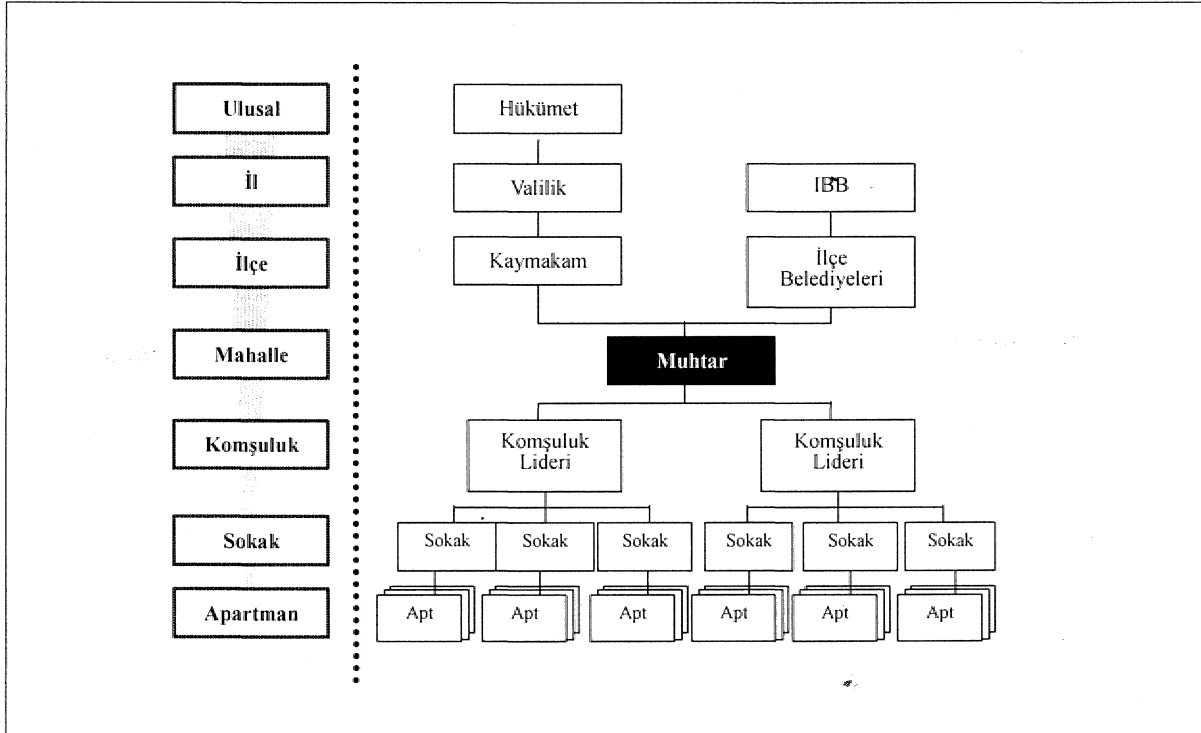
Vatandaş ölçeğinde katılımcı planlama süreci.

Komşuluk ünitelerinde kişilerin günlük, aktiviteler için toplanabilecekleri, alanlar,,

Topluluk seviyesinde afet hasarını azaltmak için gerekli ekipmanlar (afet hasarını topluluk seviyesinde azaltmak için gerekli ekipmanlar),

Binaların güçlendirilmesi ve takviyesi konusunda toplum inisiyatifine dayalı, teşvik ve uygulamalar,

Mahallelerde seçimle göreve gelen kişi olan muhtar (Şekil. 2), valilik ve ilçe belediyeleri açısından merkez görevli olmalıdır.



Şekil 2. Muhtarın merkez olarak düşünüldüğü organizasyon yapısı

Figure 2. Organisational structure of network with the Muhtar as a hub

DEPREM ANALİZİ

Deprem. Senaryosu

İlgili kıyımlar/araştırmacılar¹ ile yapılan, görüşmelere ve yakın, zamanda Kuzey Anadolu Fay hattı üzerine yapılmış çok miktardaki araştırma çalışmalarına dayalı olarak, afet önleme planlaması için uygun hasar hesaplamalarını gerçekleştirmek, üzere dört (4) deprem senaryosu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Bu deprem senaryoları Marmara Denizinde Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerindedir ve her bir depremin farklılığı kırılan fay uzunluğuna göre işlenmiştir.

Zemin Hareketi

Fay modellerine dayalı olarak, en. 'yüksek ivme, en yüksek hız ve ivme tepki spektrumu, 17.08.1999 İzmît depreminde gözlemlenen verileri de açıklayan, seçilmiş deneysel azaltım formülleri ile hesaplanmıştır, Zemin büyütmesi her sınıflandırma için, yüzeyden S Om (AVS30) derinliğe kadar ortalama S 'dalga hızlarına göre sınıflandırılmış ve zemin sınıflarının her biri için zemin büyütmesi hesaplanmıştır., Yüzeydeki en yüksek zemin ivmesi (PGA), en yüksek zemin hızı (PGV) ve ivme tepki spektrumu (Sa) değerlerini bulmak için büyütme faktörü çarpılmıştır,

Çizelge 1. Deprem Senaryoları ve PGA aralığının Parametreleri

Table 1. Parameters of scénario earthquake

	Model A	Model B	Model C	Model D
Uzunluk (km)	119	108	174	37
Moment Magnitude (Mw)	7.5	7.4	7.7	6.9
Dib aç (derece)	90	90	90	90
Üst kenarın derinliği (km)	0	0	0	0
Tür/tip/çeşit	Doğrultu Atımlı	Doğrultu Atımlı	Doğrultu Atımlı	Normal

Sıvılaşma Potansiyelinin Değerlendirilmesi

Çalışmada F_L ve PL yöntemlerinin bileşimi kullanılmıştır., Yapay Dolgu ve Kuvaterner çökelleri değerlendirmenin amacıdır., Modelleme için deprem analizinde kullanılan 500 m. hücre sistemi hazırlanmıştır.,

"Çok Yüksek (Model C)" olarak değerlendirilen ve 40 ha. dan. daha geniş bir alanı içine alan ilçeler: Kttçükçekmece, Eyüp, Avcılar ve Beyoğlu.

Eğim Stabilesinin Değerlendirilmesi

Her bir SOM'lik hücrenin eğim stabilités!, Bilge ve Siyahi'nin (1998), en yüksek zemin ivme değerini ve zemin kuvvetini değerlendirmeye aldığı, denklemi kullanılarak, hesaplanmıştır. Daha sonra, 500 m'lik hücre sisteminde, stabilité, .hücrenin değeri olarak alınmıştır.

Sonuçlar her ilçede değerlendirilmiştir., Büyükkçekmece, Adalar ve Avcılar ilçelerinde "Yüksek Riskli" ve "Çok Yüksek Riskli"⁵ bölgeler ilçenin toplam *alam oranında, önemli bir yüzde taşımaktadır., Bahçelievle, Bakırköy, Güngören, Çatalca ve Silivri ilçelerinde stabil olmayan bazı bölgeler mevcuttur.

HASARLARIN VE AĞIR YARALI İLE KAYIPLARIN HESAPLANMASI

Binalar *

Bina envanterinin veri tabanı 2000 yılında mahalle bazında yapılan bina sayımı sonuçlarından toplanarak hazırlanmıştır. Her tip bina için "Ağır", "Orta" ve "Az" hasarlı olabilirlik durumu hesaplanmıştır (Şekil 3). Sonucu yansıtan bina hasarları aşağıdaki özet tabloda gösterilmektedir (Çizelge 2).

Can Kaybı ve Ağır Yaralılar

Türkiye'de meydana gelmiş tarihsel depremlerin sonuçlarına dayalı olarak bina hasarları ve ölüm değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Ağır yaralı sayısını hesaplamak için ölü sayısı ve ağır yaralı sayısı arasındaki deneysel ilişki adapte edilmiştir (Şekil 4). Aşağı tabloda sonuçların özeti gösterilmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Model A ve Model C'ye Göre "Ağır", "Orta" ve "Az" hasarlı binaların toplam, sayı ve yüzdeleri

Table 2. Number of heavily, heavily+moderately and heavily+partly according to model A and model C

	Ağır	Ağır+ Orta	Ağır+ Orta+ Az
Model A	51000 (7.1%)	114000 (16.0%)	252000 (35.0%)
	216,000 hane halkı	503,000 hane halkı	1,160,000 hane halkı
Model C	59000 (8.2%)	128000 (18.0%)	300000 (38.0%)
	268,000 hane halkı	601,000 hane halkı	1,300,000 hane halkı

(Not: Izmit Depreminde "Ağır" hasarlı binalarda ki hane halkı sayısı yaklaşık 77.000'dir).

Çizelge 3. Model A ve Model Ü'ye Göre Toplam Ölü ve Ağır Yaralı Sayısı ve Yüzdeleri

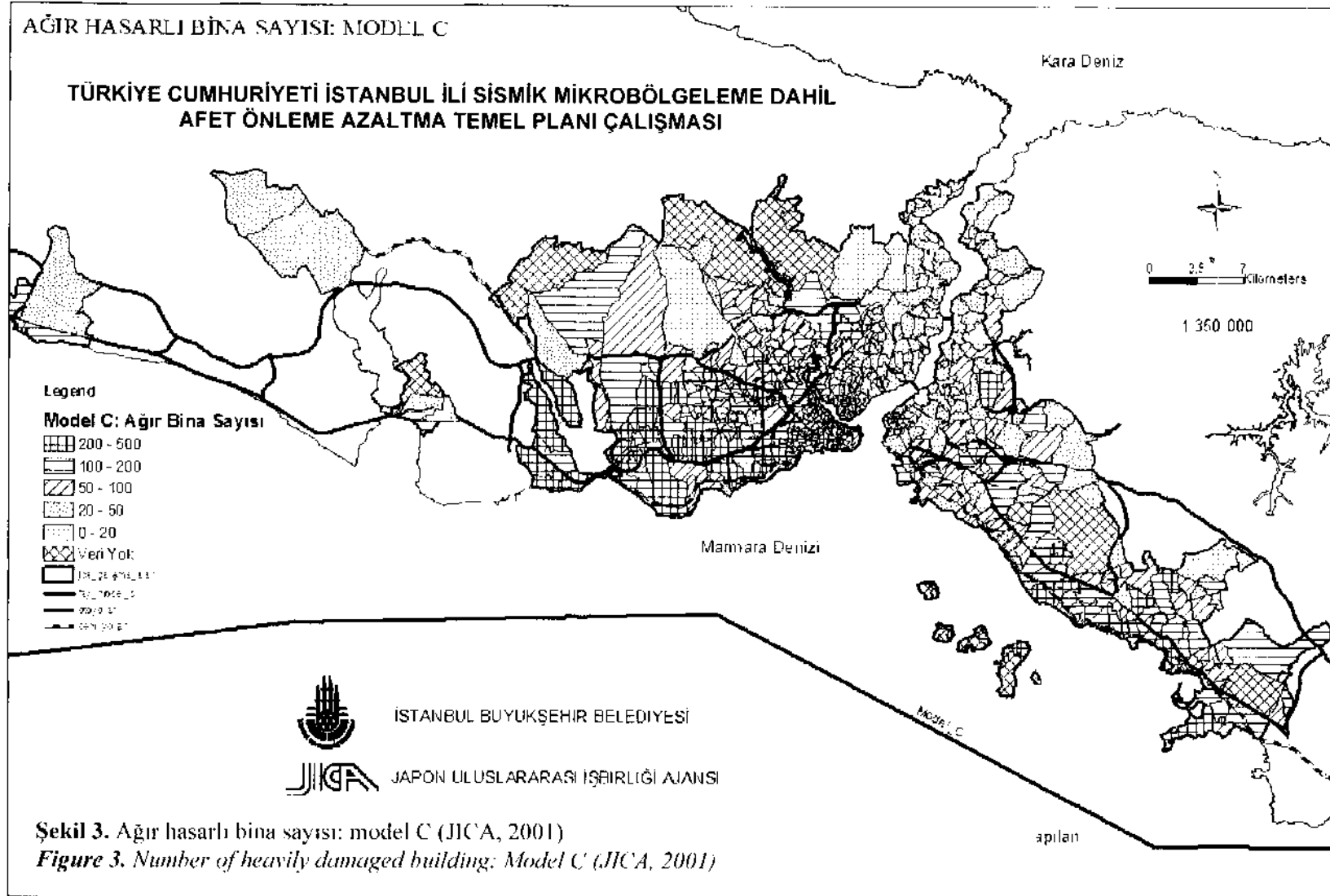
Table 3. Nuber of death and severely insured according to model A and model C

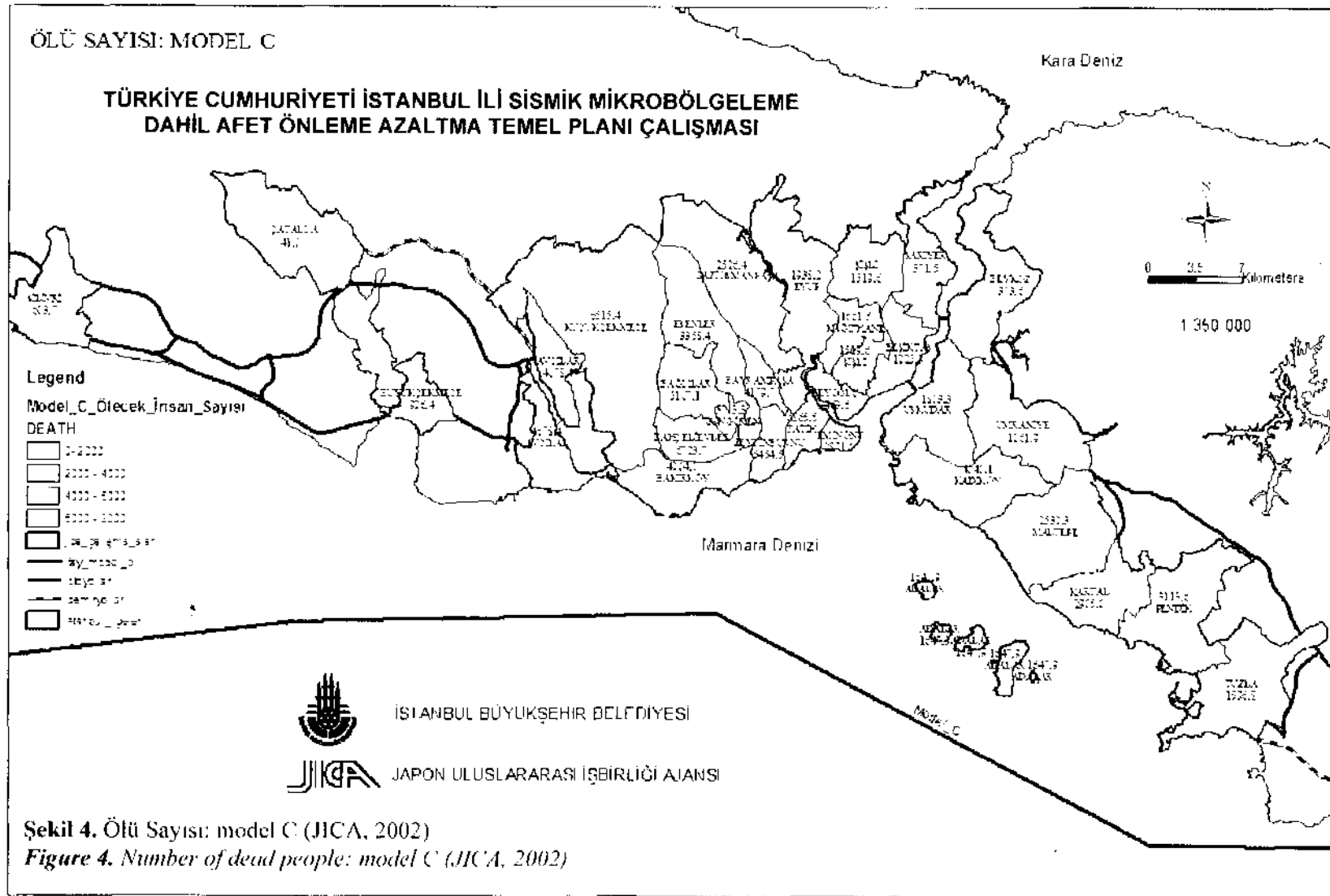
	Ölü	Ağır Yaralı
Model A	73000 (0.8%)	120000 (1.4%)
Model C	87000 (1.0%)	135000 (1.5%)

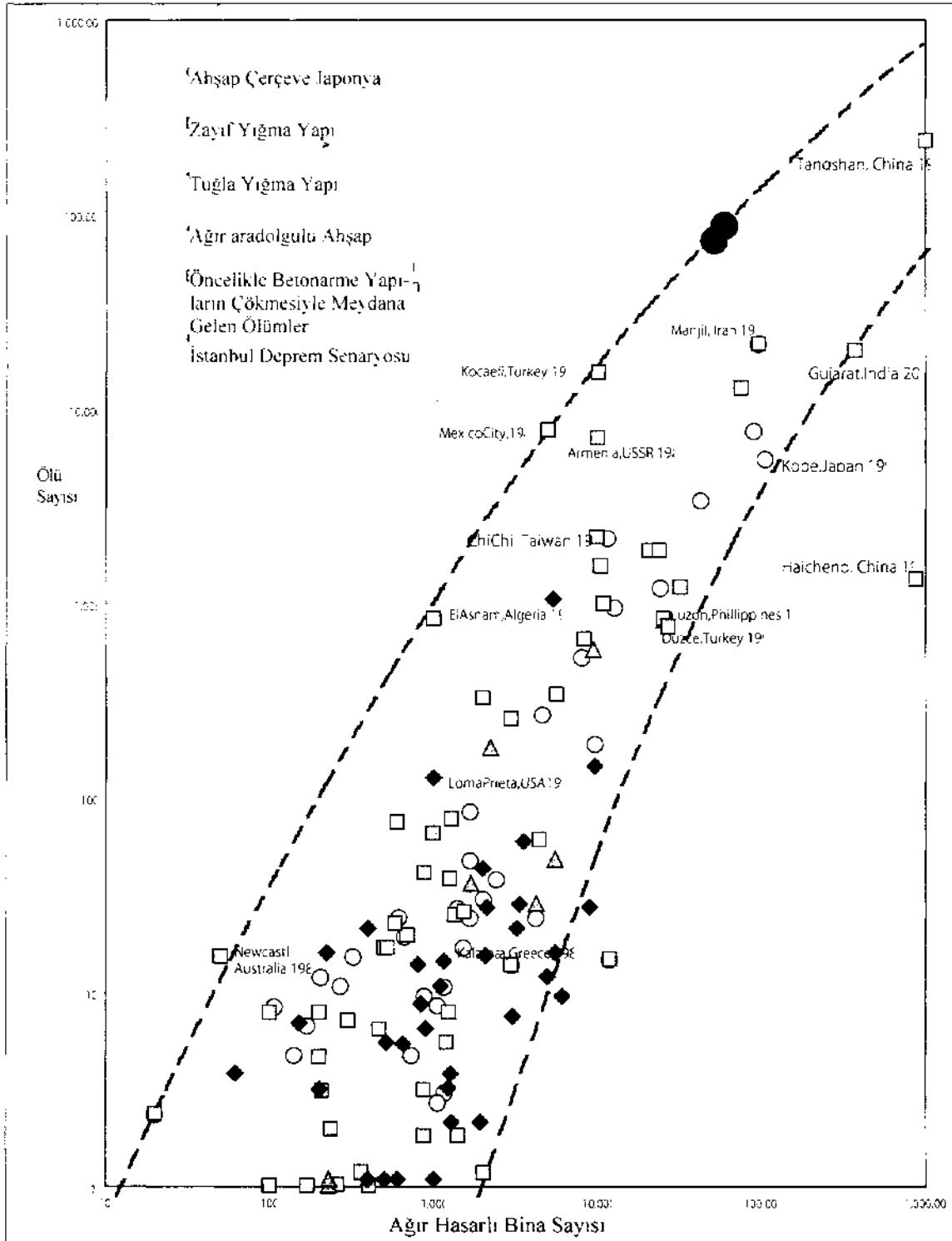
(Not: İzmit depreminde ortaya çıkan ölü sayısı yaklaşık 17.000'dir).

İstanbul'da Meydana gelen. Sismik Hasarlarla Diğer Ülkelerin Karşılaştırılması.

Coburn ve Spence (1992) bütün dünyada meydana gelen, depremler için bina. hasarları ve can kaybı ile yaralı sayısı arasındaki ilişkileri toparlamışlardır. İstanbul için hesaplanmış hasar oranları bu bilgiler ile karşılaştırılmıştır (Şekil 5),







Şekil 5. Tarihte yaşanmış depremlerde meydana gelen can kaybı ve bina hasarları arasındaki ilişkiler (Coburn ve Spence 1992'den alınmıştır).

Figure 5. Relationship between number of dead and heavily damaged buildings in past earthquakes (Retouched to Coburn and Spence 1992).

KENTSEL HASAR GÖREBİLİRLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Başlıca Kamu Binaları/Tesisleri (Donatılar)

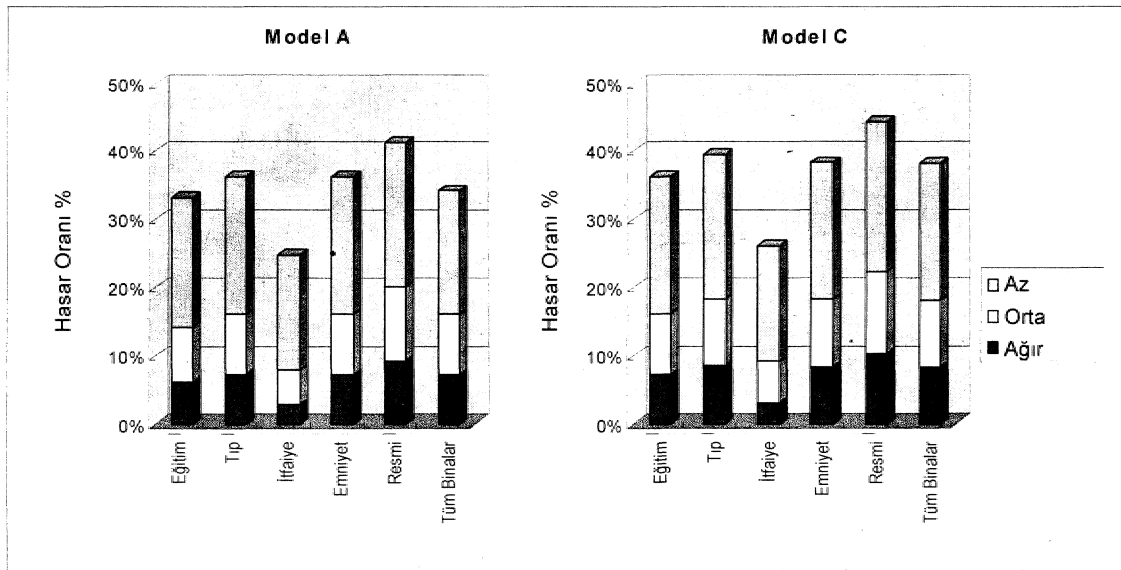
Kamu Binaları/Tesisleri ile ilgili hasar hesaplamaları yapılmıştır. Bunlar:

- 1) Eğitim Tesisleri: İlköğretim ve liseler,
- 2) Tıbbi Tesisler: Hastane ve Poliklinikler,
- 3) İtfaiye Tesisleri: İtfaiye istasyonları,

4) Emniyet tesisleri: İlçe emniyet. Polis ve Jandarma,

5) Resmi Binalar: Bakanlık, Valilik, ve Belediye

İstanbul'da ki itfaiye tesisleri hariç başlıca kamu tesislerinin hasar görme oranı İstanbul'da mevcut diğer binalar kadar yüksektir, itfaiye tesislerinin hasar görme oranı diğer binalarınkinden daha düşüktür. Ancak bu itfaiye tesislerinin diğer binalardan daha sağlam olduğu anlamına gelmez (Şekil 6)..



Şekil 6. Başlıca Kamu Tesislerinin Hasar Göstergesi (JICA, 2002).

Figure 6. Damage of major public Facilities (JICA, 2002).

Yangın.

Depremin hemen ardından,, ocaklara, ısınma sistemine, elektrik kaçağına, kısa devreye ve benzer sebeplere dayalı yangınlar başlar., İtfaiyenin yangın olan bölgelere ulaşabilmesi ise enkaz yüzünden kapanan

ya da hasar gören yollardan dolayı çok geç ve yavaş olur. Ancak,, ahşap binaların mahallelerin tümünde kapladığı alan %10'dan daha azdır, bu da yangının yayılma ve felakete dönüşme olasılığının düşük olduğunu gösterir.

Altyapı

Su boru hatları, kanalizasyon boru hatları, kilometrelerce uzunluktaki doğal gaz boru hatlarında bulunan doğal gazın yangına etkisi, gaz servis kutuları ve elektrik kablolarında meydana gelebilecek hasar aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır (Çizelge 4, Çizelge 5, Çizelge 6, Çizelge 7)..

Çizelge 4, Şehir Suyu Hatlarında ki Hasarlar
Table 4., *Damage of water pipeline*

	Boru uzunluğu (km)	Hasar Noktaları
Model A	7.568	1.400
Model C	7.568	1.600

Çizelge 5. Kanalizasyon Hatlarındaki Hasar
Table 5., *Damage of sewerage pipeline*

	Boru uzunluğu (km)	Hasar Noktaları
Model A	6,174	1,200
Model C	6,174	1,300

(642 mahallen in 208'den veri temin edilememiştir)

Çizelge 6. Doğal Gaz Hatları ve Servis Kutularındaki Hasar

Table 6., *Damage of gas pipeline and service box*

	Boru uzunluğu (km)	Hasar Noktaları	Servis Kutusu Sayısı	Hasarlı Kutu	%
Model A	4,670	11	185000	25000	(%14)
Model C	4,670	13	185000	29000	(%16)

Çizelge 7. Tablo Elektrik Hatlarında ki Hasar

Table 7. *Damage of electricity cable*

	Kablo Uzunluğu (km)			Hasarlı Kablo Uzunluğu (km)				
	Yer Altı??	Yer Üstü??	Toplam	Yer Altı??	Yer Üstü ??	Toplam		
Model A	14,500	18,500	33000	280	(1.9%)	540	(2.9%)	820 (2.5%)
Model C	14,500	18,500	33000	360	(2.5%)	710	(3.8%)	1080 (3.3%)

Köprüler

Katayama (1975) yöntemi kullanılarak 480 köprü üzerinde yıkılma ihtimali ile ilgili değerlendirme yapılmıştır. Yıkılma ihtimali bulunan köprü sayısı aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. köprülerde Hasar Hesaplanması
Table 8. *Estimated number of damage of bridges*

	Yıkılma Olasılığı Yüksek	Yıkılma Olasılığı Orta	Yıkılma Olasılığı Az
Model A	18	3	459
Model C	20	4	456

Yol ve Trafik

Deprem, felaketi **gözönünde** bulundurularak, hasar görece köprülerin ve yolların, tüm yol ağını nasıl etkileyeceği değerlendirilmiştir.

Tahmin edilen bina hasar sonuçlarına dayanarak,, binalardan düşecek enkazların kapatacağı **yollar** da hesaplanmış ve değerlendirilmiştir., Yapılan değerlendirmenin sonucuna, göre köprülerin depreme karşı **güçlendirilmesi** ve gelecekte yapılması planlanan yolların, önceliklerinin kademelelendirilmesi incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

İskele ve Limanlar

Acil. durumlarda limanların çeşitli işlevleri yüklenmesi beklenmektedir. Depreme dayanıklı performans **oluşturulması ve güçlendirilmesi** için yöntem, afet önleme üssü olarak **fonksiyonları, ve** limanlar arasında işbirliği sistemi **önerilmiştir**. Bunlara **ek** olarak afet önleme üssünün ve barınma amaçlı yeşil alanların bakımı görüşülmüş ve önerilerde **bulunulmuştur**.

HASAR GÖREBİLİR KENTSEL YAPI VE BİNALARIN' GÜÇLENDİRİLMESİ İÇİN ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER'

İstanbul'da ki Kentsel Yapı ve Binaların Hasar Görebilirlik Analizi

Kentin, deprem afetine karşı hasar görebilirliği, mevcut istatistiksel verilerden hareketle bina ve kentsel yapının hasar görebilirlik analizinden yapılmıştır. İyileştirme konuları ve bölgeleri tanımlanmış ve bina ve kentsel, yapının hasar görebilirliği sonuçları içinde birleştirilmiştir,.. Analiz prosedürleri iş akış şemasında gösterilmiştir.

Analizin sonucu olarak kentsel, hasar görebilirlik için aşağıda, belirtilen dört kategori tanımlanmıştır;

a- problemlili mahalle,, hem bina. hem de kentsel yapıda ki riskli durumlar için stratejik iyileştirme tedbirlerinin tanıtılması,

b- problemlili mahalle, hasar görebilecek bina yapısı için stratejik İyileştirme tedbirlerinin tanıtılması,

c- problemlili mahalle, hasar görebilecek kentsel, yapı için stratejik İyileştirme tedbirlerinin tanıtılması,,

d- kentsel yapıda ve binalarda risk ve ciddi durumun olmadığı mahalle.

Hasar Görebilirliği olan Kentsel Yapının ve Binaların Güçlendirilmesine Yönelik Öneriler

Hasar görebilirliği olan. kentsel yapının iyileştirilmesi konusunda dar yol ağlarının genişletilebilmesi, acil durum.. operasyonlarını yürütebilmek ve tahliye alanları oluşturabilmek amacıyla yeni park ve açık alanların yapılması için arazi elde edilebilirliğini belirlemek mutlak suretle gerekmektedir..

Kentsel yeniden yapılanma/dönüşüm, arazi temininin çok güç olduğu ve büyük bir sorun olan mahallelerde uygulanmalıdır. Her mahalledeki arazi elde edilebilirliği yapılaşmış alan oranı ve ortalama taban alanı katsayısına dayalı olarak değerlendirilmiştir..

Belirlenmiş arkeolojik ve tarihi sit alanlarının da güçlendirilmesi ve mevcut kent. ve bina yapılarının iyileştirilmesi doğrultusunda güçlendirme tedbirleri alınması gerekmektedir..

Bu yüzden öncelikle özel mülkiyete ait binalar için ön. sismik dirençli yapı teşhisi önerilmiştir. Bu teşhis sonucuna dayalı olarak, takviye ya. da güçlendirme gibi gerekli tedbirler tartışılmalıdır.. Binaların güçlendirilmesini ve yeniden inşasını desteklemek ve arttırmak için teşvik edici koşullar hazırlanmalıdır. Depreme dayanıklı kentsel ve bina yapılarının gerçekleştirilebilmesi için vergi azaltılması,, düşük ödemeli deprem sigorta oranı, uzun ve düşük, ödemeli kredi, vb. teşvikler tartışılmalı ve hazırlanmalıdır,. Aşağıdaki şekil önerilen, tedbirleri, içeren değerlendirme haritasını göstermektedir.

Acil Durum Yönetimi Hazırlık.IarıM.1.11 İrdelenmesi

Deprem felaketine karşı yapılan mevcut hazırlıkların iyileştirilmesi kapsamında Acil durum yönetimi için aşağıda belirtilen hususlar gözden geçirilmelidir.,

- 1) Acil yol ağı
- 2) Tahliye
- 3) Nazım, plan ve imar planı
- 4) Acil müdahale faaliyetleri
- 5) Acil yol ağındaki enkazın kaldırılması

- 6) Kurtarma operasyonu
- 7) İlk yardım ve tıbbi bakımı
- 8) İtfaiye
- 9) Su ve yiyecek stoğu
- 10) Çadır kentler
- 11) Geçici iskan
- 12) Mezarlık
- 13) Altyapının rehabilitesi
- 14) Enkaz kaldırımı

DEPREM ZARARLARINI AZALTMAK İÇİN ÖNERİLEN TEDBİRLER

Deprem zararlarını azaltmak için gerekli olan tedbirler, temelde projeden yola çıkarak, kısa, orta ve uzun vadeli bakış açılarıyla ortaya konmuştur. Kısa vadeli tedbirler en kısa zamanda hayata geçirilip uygulamaya sokulmalıdır, orta ve uzun vadeli tedbirler ise 5 ile 10 yıl ya da daha uzun vadelerde gerçekleştirilmelidir. Kısa vadeli tedbirlerde önemli kamu tesislerinin ve olası bir deprem durumunda işlevlerini yerine getirebilmesi açısından altyapının güçlendirilmesi yer almaktadır,.. Orta ve uzun vadeli tedbirler ise, yapısal olmayan önerileri kapsamaktadır. Kentsel Yapının iyileştirilmesi için gerekli görülen yöntembilimin temel kavramları; nüfusun yoğun olduğu bölgelerin yeniden yapılanması ve dar yol ağının genişletilmesi ya da deprem felaketini önleme amaçlı olarak İstanbul'un arazi kullanım gereği, mevcut arazinin daha çok açık alan sağlamak amacıyla gözden geçirilmesidir. Büyük çaplı deprem felaketlerinde akıcı ve çabuk müdahalelerde bulunmayı" sağlayan afet yöne-

timi için kurumsal sistemlerin düzenlenmesi de önemli tedbirler arasındadır.

Kısa-Vadeli Tedbirler

Aşağıda belirtilen maddeler kısa vadede uygulanması önerilen tedbirleri içermektedir (uygulamaya, konulması önerilen)

- Hastanelerin güçlendirilmesi,
- Okul binalarının güçlendirilmesi,
- Kamu tesisleri ve resmi binaların güçlendirilmesi,
- Köprülerin güçlendirilmesi,,
- Limanların güçlendirilmesi,
- Altyapının güçlendirilmesi,
- Afet yönetim merkezinin inşaaası,
- Toplumda Afet önleme ile ilgili bilincin, artırılması için kampanyalar hazırlamak,

Orta ve Uzun vadeli Tedbirler

Aşağıda belirtilen maddeler orta ve uzun vadede uygulanması önerilen tedbirleri içermektedir,

- Deprem Afetini Önlemeye Yönelik Master Plan,
- Depreme Dayanıklı Kent hedef - alınarak kentsel dönüşümün formüle edilmesi,
- Mevcut binaların depreme dayanıklılığını ortaya koymak için araştırma teşviki,
- Depreme dayanıklı konut için kredi sisteminin kurulması,
- Afet Yönetimi hususunda kurumsal sistemin geliştirilmesi,
- Heyelan tehlikesine açık yamaçlardaki gecekondular için tahliye,

TEŞEKKÜR

Yazarlar bu makalenin, hazırlanmasında desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen İstanbul Büyükşehir Belediyesi Başkan dâ^m nı şmanlarından Prof. Dr. O. Metin İikışık, Prof.Dr.Fazh Y.Oktay ve Doç.Dr.Recep H. Eren'e teşekkür ederler,.

Değınilen Belgeler

Bilge G., ve Siyahi, 1998, Deprem Etkisindeki Normal Konsolide Zemin Şevlerinde Yarı-Statik Stabilité Analizi,, İMO Teknik Dergi, Yazı 112, 1525-1552.

Coburn, A. W. and R.J.S. Spence, 1992, Earthquake Protection, John Wiley.

Agency (JICA), (2001), The Study on A Disaster Prevantion/Mitigation Basic Plan in Istanbul, including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, Progress Report 1.

(JICA), (2001), The Study on A Disaster Prevantion/Mitigation Basic Plan in Istanbul including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, Field Report (Volume 1:Main Report:).

(JICA),, (2002), The Study on A Disaster Prevantion/Mitigation Basic Plan in Istanbul including Seismic Microzonation in the Republic of Turkey, Interim Report.,

Afyon ve Çevresi'nin Depremselliği: 03 Şubat 2002 Çay Depremi Eşşiddet Haritası ve Deprem Riski

The Seismicity of Afyon and Ms Surroundings:

Isoseist Map of 03 February 2002 Çay Earthquake, and Earthquake Risk Analysis

Mehmet UTKU, M. Ali DANIŞMAN, Nihal AKYOL, Zafer AKÇIĞ

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar Kampusu, 35160, Buca-İZMİR

ÖZ

Türkiye için doğal afetlerin başında gelen deprem, 03.02.2002 tarihinde yerel saatle 09:11:28'de, Afyon ili çevresinde (Çay, Sultandağı, Bolvadin ve Çobanlar) büyük can ve mal kayıplarına neden oldu. Afyon ve Çevresi, yakın tektonik sistemlerin yönlendirdiği deprem rejimine göre, bu güne kadar en az 4.0 büyüklüktü ($M > 4.0$) 252 deprem, yaşadı. Batı Anadolu'da etkin olan Gediz graben, sistemi, Dinar Fay sistemi ile Afyon'un güneydoğusundan kuzeybatısına doğru uzanan Akşehir Fay sistemi ve Emirdağ! Fay sistemlerinin etkisinde kalan Afyon ve civarı,, ~5 ayda bir, en az. 4.0 büyüklüğünde bir deprem üreten aktif bir tektonik sistemin içinde yer almaktadır.. Bu özelliğiyle, 6.0 büyüklüğündeki bir depremi 30 yılda %78, 7.0 büyüklüğündeki bir depremi ise aynı sürede %35 yaşama olasılığı vardır. Kayıtlara göre, bu bölgede yaşanan en büyük deprem 1931 yılında. 7.0 büyüklüğündedir.. Günümüze: kadar, en > 6.0 büyüklüklü 8 depremin meydana, geldiği Afyon ve Çevresi, **birinci** derece **deprem** belgesi, olarak, tanımlanır.

Bu çalışma ile elde edilen eşşiddet haritasından, arazi gözlemlerinden ve art sarsıntı dış merkez dağılımlarının yönelimlerinden,, **03.02.2002** tarihli depremin (09:11:28; $M < 6.0$, $M_w = 6.5$), **Âfcetir Fay Zonu'nun** bir **ürünü** olduğu ve Çay (Afyon) Depremi adıyla anılması gerektiği anlaşılmaktadır. Bölgedeki aktif faylara bağlı olarak yüzeylenen jeotermal akışkanların çokluğu ve bölgenin yeraltı suyu yönünden, zengin tortul ve gevşek çökellerden oluşmuş olması, hatalı ve denetimsiz yapı üretimi, olası depremlerdeki hasarı artırıcı en önemli etkenlerdir.

Anahtar Sözcükler: Eşşiddet haritası, makrosismik gözlem,, deprem riski, büyüklük-frekans ilişkisi, aşılma olasılığı, dönüş periyodu, Akşehir Fay Zonu,, graben.

ABSTRACT

Earthquake is the most important natural disaster in Turkey. The earthquake which struck Afyon on 03 February 2002 at 09:11:28am (local time) caused great losses in human life and property in Afyon and its surroundings (Çay, Sultandağı, Bolvadin, Çobanlar). According to the earthquake regime triggered by the tectonics of the region, 252 earthquakes with a magnitude of 4.0 and greater have struck. Afyon and its surroundings 'which are under the effect of the Gediz graben, Dinar, Akşehir, and Emirdağ fault systems exist within an active tectonic system leading to earthquakes with a magnitude of 4.0 and greater once in 5 months.

With this characteristic, the occurrence probabilities of earthquakes in 30 years with a magnitude of 6.0 and 7.0 are 78% and 35% respectively. The greatest earthquake recorded in this area was in 1931 with a magnitude of 7.0. In terms of the Earthquake Zoning Map of Turkey, Afyon and its surroundings, where 8 earthquakes of a magnitude of 6.0 have occurred so far, are termed as first order earthquake province.

In this study, firstly, using macroseismic observations and distributions of aftershocks, the isoseist map of the earthquake region for 03 February 2002 event is made. Secondly, the location of the origin of 03 February 2002 (09:11:28am, $M_d=6.0$, $M_w=6.5$) Earthquake is estimated. In this effect, it can be concluded that this event is a result of Akşehir Fault Zone and it is essential to name it as Çay (Afyon) Earthquake. Abundance of geothermal fluids sampled with respect to active faults in the region, sediments and altered deposits containing abundant underground water, and the construction of faulty and uncontrolled buildings are the main factors increasing the damage, hazard in earthquakes..

Key words: Isoseist map, macroseismic observation, earthquake risk, magnitude-frequency relation, exceedance probability, return period, Akşehir Fault Zone, graben

GİRİŞ

Batı Anadolu Graben sistemi ile Orta Anadolu Ova rejimi arasındaki geçiş bölgesinde (Şengör vd., 1985) bulunan Afyon ve Çevresi'nde, son yıllardaki depremlere 03.02.2002 tarihinde bir yenisi daha eklendi. 01 Ekim. 1995 ($M_b=6.0$) Dinar depremi sonrası, bölgedeki en büyük yersarsıntısı olan 03 Şubat 2002 (09:11:28; $M_d=6.0$, $M_w=6.5$) depremi,, Afyon il merkezinin güneydoğusunda yer alan Çay., Sultandağı, Bolvadin ilçe merkezleriyle, Eber, Maltepe, Kadıköy, Çobanlar gibi yerleşim alanlarında can ve mal kayıplarına neden olmuş doğal bir olaydır. Depremin gündüz saatine rastlaması, oluşabilecek daha büyük zararları önleyici nedenlerdendir.

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden oluşan bir ekip, 05.02:2002 günü deprem bölgesine giderek arazide makrosismik gözlemler yapmış ve elde edilen bilgilerden, deprem bölgesine ait eşşiddet haritası hazırlanmıştır. Arazi göz-

lemleri sırasında, doğrultuları birbirinden farklı olan 3 yüzey kırığına rastlandı. Bu kırıklardan birisi Çay ilçesinde diğer ikisi ise Maltepe ve Kadıköy yerleşim alanlarındadır.. Yüzey kırıklarında çok net atımlar belirlenmemektedir... Sadece,, Çay ilçe merkezinin Sultandağları eteklerinde izlenen, kırık hatında 16-25 cm görünür düşey atım ile Maltepe yerleşim alanında 10 em görünür düşey atım ölçülmüştür. Bu ölçümlerde, zeminin yumuşak ve karia kaplı olması, çalışmaların olumsuz etkenleridir (Akçığ vd., 2002).

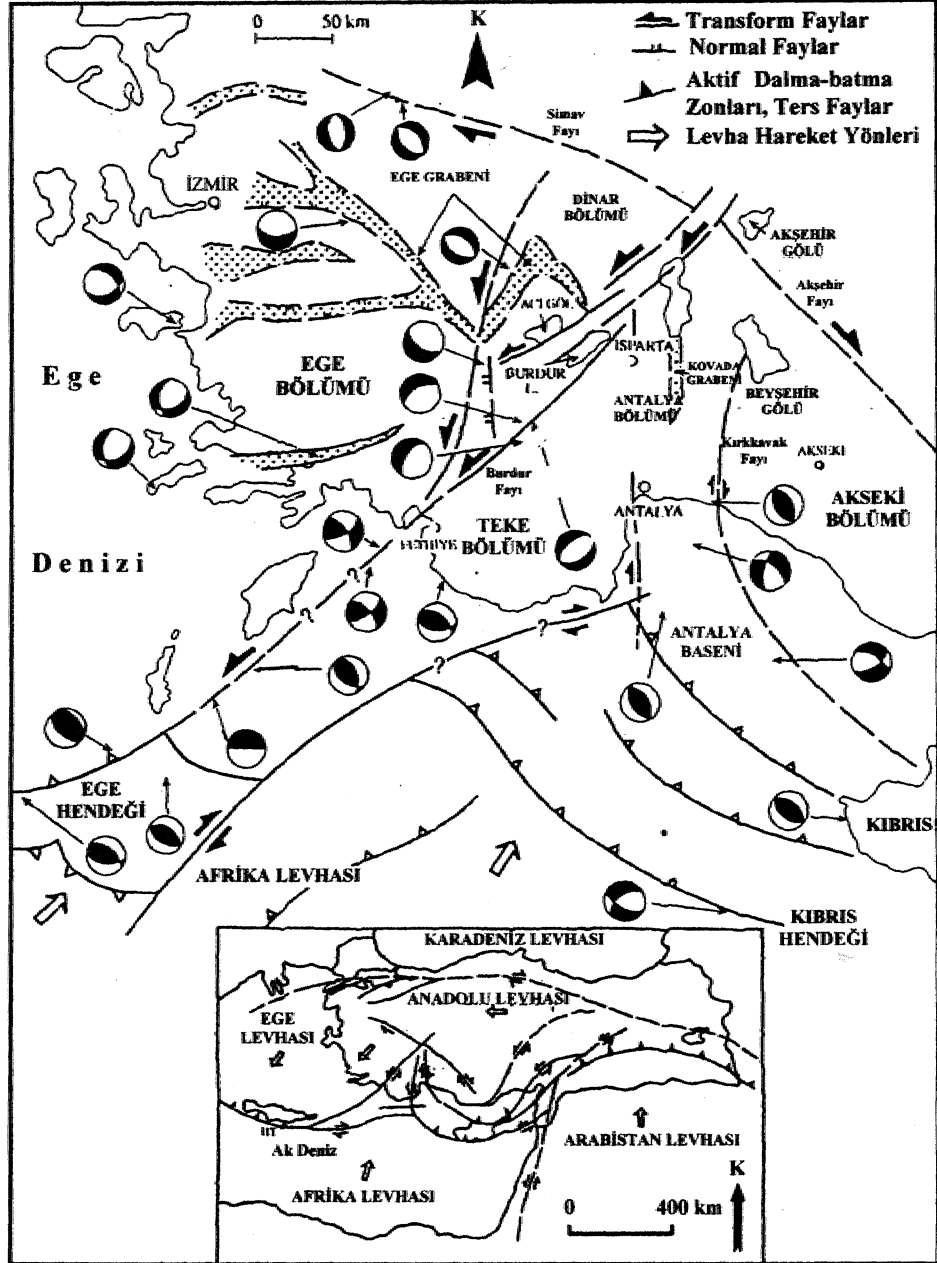
Depremin bu bölgede, 43 can 'kaybına, 300'ün üzerinde yaralıya,, 1000'in üzerinde tam ve yan hasarlı yapıların söz konusu olduğu büyük mal kayıplarına sebebiyet verdiği, yerinde yapılan gözlemlerden anlaşılmaktadır. Aynı gözlemlerden,, en çok hasarın, zemin sorunlarından, dolayısıyla, yanlış yer seçimlerinden, hatalı ve denetimsiz yapı üretimlerinden kaynaklandığı, bölge halkının yaşam şekli ve gelir düzeyinin de bu sonuçta belirleyici olduğu ortaya çıkmaktadır.(Akçığ vd, 2002),..

AFYON ve ÇEVRESİ'nin JEOLojİSİ ve TEKTONİĞİ

Ketin (1966)% Anadolu'nun, tektonik bir-
İkleri sınıflamasına göre Anatolidler içinde

yer alan Afyon Bölgesi, Analolidlerin güneyinde Toridlerin sınırındadır. Bölgede, eğim alımlı normal fay karakteristiği baskın olup, kırık zonlan genelde KD-GB¹ ve KB-GD doğrultulu, Neojen sonu ve/veya sonrası yaşlıdır (Yağmurlu ve diğ., 1997; Şekil-1). Sıcak su kaynak ve kaplıcaları yönünden oldukça zengin olan bölgede; Paleozoyik yaşlı kuvarsit, kalkışist, kristalize kireçtaşı,, ve kalkışistler ile Neojen konglomera, kumtaşı, kireçtaşı kaya birimleri ve yöredeki türn fay zonlan rezervuar kaya niteliğindedir (Erişen ve diğ., 1996).

.Keller (1983)'e göre bir kıtaçı volkanizma olan Afyon volkanizması, geç Tersiyerde Arap-Plakası ile Anadolu levhasının, birbirleriyle çarpışması ve Arap-Afrika



Şekil-1. Güneybatı. Anadolu ve yakın çevresinin ana tektonik birimleri (Yağmurlu ve diğ., 1997'den düzenlenmiştir.,).

¹ Yönler; K (kuzey), G (güney), B (batı) ve D (doğu) sembollerleriyle gösterilmektedir.

Figure-1 The major tectonics of southwest Anatolian and its near-surroundings (modified from Yağmurlu et al J997).,

levhasının Anadolu levhası, altına dalması sonucu gelişen, Akdeniz kıvrım kuşağını takip eden Neojen yaşlı volkanizmanın ürünleridir., Öztürk ve Öztürk (1989); Geç Kretase'den sonra Batı Anadolu'nun K-G sıkışması sonucu, kabuk kalınlaşması olduğu ve bu nedenle kısmi ergimeye uğrayarak, olası K-G ve/veya D-B yönlü açılma çatlakları boyunca geç Miyosen-Pliyosen bazındaki volkanizmayı oluşturduğu sonucuna varmışlardır. Batı Anadolu'nun K-G sıkışmasını takip eden evrede meydana gelen D-B doğrultulardaki faylanmalara bağlı olarak volkanik kayalar yüzeye ulaşmışlardır (Çevikbaş ve diğ., 1988).

Besang ve diğ. (1977), Afyon volkanitlerinin yaşını 8-14 milyon yıl olarak vermişlerdir. Ayrıca Toros kuşağındaki maksimum sıkışma, ile meydana gelen hareket periyodunun batı Anadolu'daki andezitik volkanizmanın genel periyodu, ile aynı yaşta olduğunu savunmakta ve Afyon volkanizmasının da bu zaman dilimi içerisinde oluştuğunu belirtmektedirler.

Tatlı (1973), geniş bir alanı kaplayan Paleozoyik metamorfik şist, kalker ve şistleri içeren Devoniyen ve Penno-Karbonifer kayaları, Afyon Bölgesinde "Afyon Paleozoyik Grubu" olarak tanımlamaktadır., Bölgenin Alpin Orojenezinden oldukça etkilendiğini., ancak Hersiniyen örojenezine ait olabilecek kıvrımlar saptadığını kaydetmektedir. Alt sınırı gözlenemeyen Afyon Paleozoyik Grubu; üstte,, Neojen sedimentleri ve tülilerle sınırlanmakta olup, Afyon Bölgesinde özellikle Sultan dağlarında geniş alanlar kaplamaktadır (Sun, 1979),

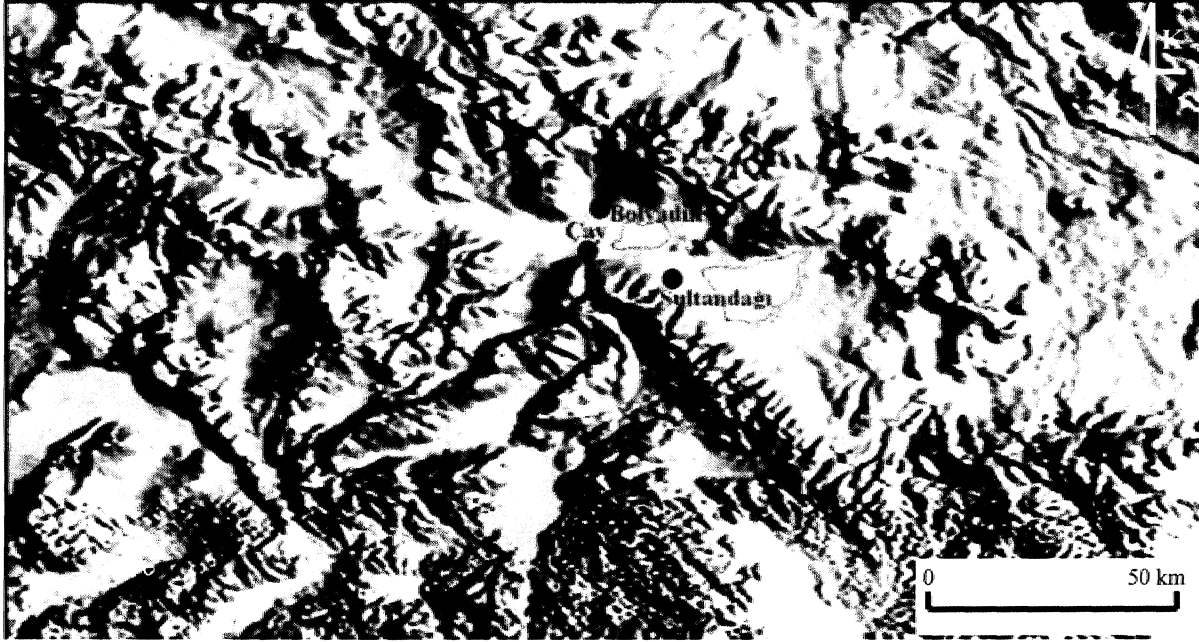
Bölgedeki en yaşlı jeolojik birim, epizonal rejyonel metamorfizmaya uğramış,,

grovak serilerinden oluşan şist ve bu şistlerin üzerine, yer yer şistlerle ara geçiş gösteren,, kalker ve mermerlerdir. Colin (1955), şistlerin Devoniyen yaşlı olduğunu ve bu yaşın da metamorfizmadan daha sonra olduğunu, belirtmektedir. Bölgede; Mesozoyik sonunda Tersiyer başında,, tektonik bir yükselme olduğu ve volkanik faaliyetlerin bu hareketler sırasında geliştiği düşünülmektedir.

03 Şubat 2002 depremini yaratan Sultan dağı fay zonu ve Sultandağı silsilesi,, ana özelliklerini Orta Eosen" de sıkıştırma tektonik fazı ile kazanmıştır., Silsilenin kuzey yamacı, üst üste binmiş tektonik dilimlerin, yığılmasından oluşmuştur. Daha sonra, olasılıkla Oligosen-Erken Miyosen'de etkili olmuş olan, K-G yönlü bir sıkışma fazı KD-GB ve KB-GD eşlenik makaslama kırıklarının gelişmesine yol açmıştır. Üst Miyosen-Pliyosen havzaları, egemen olan bir genişleme tektoniği sürecinde,, zayıflık düzlemleri oluşturan, söz konusu makaslama kırıkları boyunca, meydana gelen çökmeler ile gelişmiştir. Sultandağı silsilesinin kuzeydoğusundaki ovalık kesim de benzer bir mekanizma ile çökerek gelişmiştir (Arpat ve diğ., 2002). Yeni arazi gözlemleri ile yeni sismik verilere göre bölgeye damgasını vuran Akşehir-Afyon grabeninin güneybatı kenarını sınırlayan fayın, aktif bir açılma tektoniğini karakterize eden verev atını bir normal fay olduğu kanıtlanmıştır (Koçyiğit ve Özacar, 2003). Geç Miyosen-Pliyosen'de yeniden etkinlik kazanmış nitelikteki,, bu tür faylar bölgede yaygındır. Bu kökene sahip faylar, silsilenin iç kesimlerinde bile görülmektedir. Şekil-2'de verilen topografik rölyef haritasında da bu doğrusal yapılar açık bir şekilde görülmektedir. Bu fayların pek çoğu, Kuvaterner'de etkinliğini yitirmiştir. Ancak,

Sultaedağı silsilesinin, kuzeydoğu yamacı boyunca yer almakta olan üçgen-yüzeyle bu

fayların, bir bölümünün Kuvaterner'de de etkin olmuş olduklarını göstermektedir.



Şekil-2. 03 Şubat 2002 (09:11:28, $M_d=6.0$ KANDİLLİ, $M_w=6.5$ USGS) depremine ait dışmerkez ve çevresinin uzay görüntüsü <http://www.koeri.boun.edu.tr>.

Figure-2. The space image of epicenter and its surroundings concerning the 03 February 2002 (09:11:28, $M_d=6.0$ KANDİLLİ, $M_w=6.5$ USGS) earthquake <http://www.koeri.boun.edu.tr>.

Afyon ve Çevresi'nin Deprem Özellikleri

Bir deprem, ülkesi olan Türkiye, 03 Şubat 2002 tarihinde yerel saatle 09¹¹'de Afyon'da kendisini bir kez daha tanıdı. Sonunda 43 ölü, 320 yaralı ve 5000'in üzerinde yapı hasarı içeren, önemli mal kayıpları bırakan orta büyüklükte bir depremdi. Değişik yöntemlere göre büyüklüğü 6.0 ile 6.5 arasında hesaplanan ve düşey hareketin egemen, olduğu, 03 Şubat 2002 Çay depremi ($M_d=6.0$, $M_w=6.5$) idi bu olayın adı. Aynı gün bu ana şoku, yerel saatle 11²⁶, 13³⁹ ve 13⁵⁴'de, büyüklükleri (M_d) sırasıyla 5.3, 5.1, 5.0' olan üç art sarsıntı ve /00'ü aşkın diğer art sarsıntılar izledi. Şekil-3, söz konusu ana şok ile 03.02.2002-05.02.2002 tarihleri arasındaki art sarsıntı-

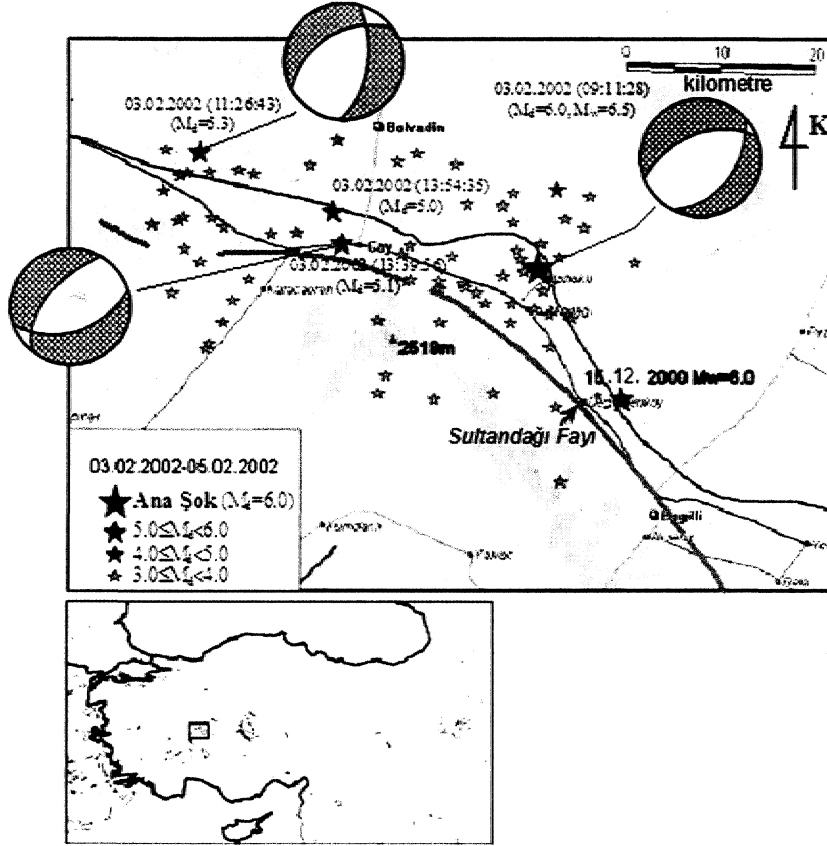
ların merkezüstleri (episantr) dağılımını gösterir... 12 Mart 2002 tarihi itibarıyla en az 4.0 büyüklüklü ($M \geq 4.0$) art sarsıntılarının sayısı ise 8'e ulaştı. Oluşum sırasına göre bunlar (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Veri Bankası'ndan):

- 01.03.2002 (13:47:55, $M_d=4.2$),
- 21.02.2002 (20:39:53, $M_d=4.2$),
- 21.02.2002 (20:04:06, $M_d=4.2$),
- 17.02.2002 (08:23:23, $M_d=4.1$),
- 03.02.2002 (16:40:55, $M_d=4.1$),
- 03.02.2002 (13:54:35, $M_d=5.0$),
- 03.02.2002 (13:39:56, $M < 5.1$),
- 03.02.2002 (11:26:43, $M_d=5.3$).

Yani, 03 Şubat 2002 09:11:28'de bozulan bu bölgedeki Yeraltı düzeni, jeolojik zaman ola-

rak çok-çok kısa süreli olan fakat sosyal yaşam olarak uzun denilebilecek bir zaman sürecindeki kalıcı düzenini., halen almaya çalış-

yor.. Yer'in heterojen oluşunun bir sonucu olan bu durum, her deprem sonrasındaki. Yer davranışının doğal bir gereğidir..



Şekil-3.03 Şubat 2002 Çay depremi (09:11:28, $M_d=6.0, M_w=6.5$) ve art sarsıntılarının dış merkez (episanfir) dağılım haritası* (<http://Annv.koeri.boun.edu.tr>)' den değiştirilerek hazırlanmıştır. Fay düzlemi çözümleri USGS çözümleridir. Mekanizma diyagramlarındaki koyu bölgeler sıkışma, açık bölgeler genişleme bölgeleri olup Wulf alt yarımküre çizimleridir.

Figure-3. Distribution of epicenter of the main shock and aftershocks of the 03 February 2002 (09:11:28, $M_w=6.0, M_d=6.5$) earthquake (modified from <http://annv.koeri.boun.edu.tr>). Fault plane solutions is the from USGS.. Dark quadrants in the mechanism diagrams correspond to the compressional areas in the free surface., The representations are lower hemisphere,, equal-area projections on the focal sphere.

Afyon ve Çevresi'nin Sismo tektoniği

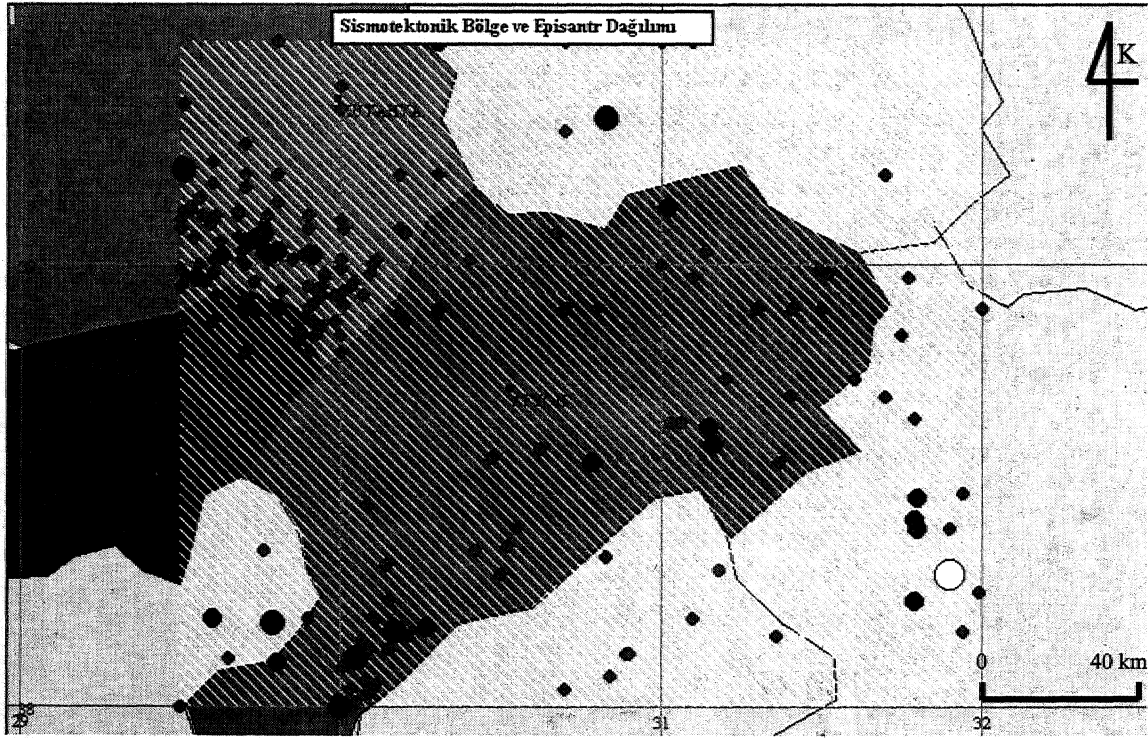
Bölgenin sismotektoniğini, 03.02.2002 (09:11:28) depremi rejimi yönünden bakacak olursak, gerek anaşok gerekse art: sarsıntılarının fay düzlemi çözümlerinden, bu rejimle gelişen yeni kırık doğrultusunun Sultandağı Fayı'nın bilinen doğrultusu ile pek uyumlu olmadığı görülür. Çünkü, USGS tarafından verilen fay yönelim parametreleri; 03.02.2002 (09:11:28) anaşoku için $\theta_1=53^\circ$, $\theta_2=39^\circ$, $A_1=406702=254^\circ$, $\theta_2=53^\circ$, $\theta_2=-78^\circ$ olarak, 03.02..2002 (11:26:43) art sarsıntısı için $\theta_1=236^\circ$, $\theta_2=45^\circ$, $X_1=-58702=15^\circ$, $\theta_2=53^\circ$, $X_2=-118^\circ$ olarak, 03.02.2002 (13:39:56) art sarsıntısı için $\theta_1=76^\circ$, $S_1=43^\circ$,

$JL_1=-70^\circ / \theta_2=229^\circ$, $\theta_2=50^\circ$, $X_2=-108^\circ$ olarak verilmektedir. θ_1 , fay doğrultunu; θ_2 , fay düzleminin eğimini; X , kayma açısını gösterir. Söz konusu çözümlere ait mekanizma diyagramları Şekil-3'de verilmektedir. Bu diyagramlardan anlaşılmaktadır ki Sultandağı Fayı'nın tek bir kırık olmayıp bir zon olabileceği kuvvetle muhtemeldir. Bir başka deyişle bu, KD-GB ve DKD-BGB yönelimli normal, faylanmalar İçeren bir zondur. Anaşok ile ilgili USGS tarafından verilen çözümlerin içinde de anılan doğrultular vardır.

Afyon ve Çevresi'ni., $38.00^\circ-39.50^\circ K$ enlemleri ve $29.50^\circ-32.00^\circ D$ boylamlarının

sınırladığı bir coğrafik bölge olarak tanımlamak, Afyon şehir merkezini ve yakın ilçelerini tehdidi altında bulunduran yakın tektonik sistemlerin etkisini göz önüne almak demektir. Bunlar; Gediz Çöküntü sistemi, Dinar¹ Fay sistemi ve Akşehir Fay (Koçyiğit, 1984; Koçyiğit ve diğ., 2000) sistemidir. Şekil-4, bu kırık güzergâhlarını, tarihsel (1900 yılı öncesi) ve aletsel dönem. (1900-2001) depremlerinin dışmerkez (episantr) kümelenmeleri olarak, göstermektedir. Yaklaşık 200 milyon yıl (Jura) öncesinden günümüze kadar değişen yaşlardaki malzemeyle oluşmuş olan bu bölge, Türkiye tektoniğini meydana getiren bileşenlerden olan Batı Anadolu

Çöküntü sistemi ile Orta Anadolu Ova rejiminin, karşı karşıya geldiği bir konumdadır.. Yani, bir *geçiş* bölgesinde bulunmaktadır., Akşehir Fay Zonu,, bu bölgedeki tektonizmayı yönlendiren önemli mekanizmalardan biridir (Koçyiğit, 1984; Koçyiğit ve diğ., 2000). BKB-DGD yada DKD-BGB uzanımlı bu sistem, toplam 420 km uzunluğunda olup Konya-Balıkesir (Savaştepe) arasında uzanır., Bu zonda meydana gelen en son depremlerin. (15 Aralık 2000., 03 Şubat 2002) fay düzlemi çözümleri ve arazi gözlemleri, bir genişleme rejiminin, delilleri olan normal faylanma bileşeni baskın kırılmalarla meydana geldiklerini gösterir..



Şekil-4. Afyon ve Çevresi depremlerinin ($M \geq 4.0$) 1875(daha öncesinde veri yok !)-31.12.2001 tarihleri arasındaki dışmerkez (episantr) dağılım haritası. Sarı noktalar en az 7.0, kırmızı noktalar en az 6.0, mavi noktalar en az 5.0, mor noktalar en az 4.0 büyüklüklü depremleri gösterir. Taralı bölge inceleme alanını belirtir.

Figure-4. Epicentral distribution of Afyon and its surroundings for earthquakes with magnitude least 4.0 in period 1875-31.12.2001. Hatched area illustrates the region of interest. Yellow, red, blue and purple solid circles shows the earthquakes with magnitude least 7.0, 6.0, 5.0 and 4.0, respectively. Dark squares are the city centers.

Afyon ve Çevresi'nin Deprem. Riski

Amaliz Yöntemi

Tarihsel depremler gibi yalnız şiddet değeri bilinen depremlerin büyüklük değerleri. Utku ve Özyalın (2001, 2002) tarafından önerilen.

$$M_s = 1.324 + 0.602 I_o \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanır. M_s yüzey dalgası büyüdüğünü, I_o hasar merkezindeki şiddeti gösterir., *Türkiye büyüklük-şiddet denklemi olan (1) denklemi, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem. Araştırma Enstitüsü veri bankasının 1900-2000 yılları arasındaki en az 5.0 (M_s) büyüklükle ve makrosismik gözlemleri de yapılmış Türkiye depremlerine dayanır.*

Bir bölge için deprem bilgisiyle bölgenin tektonizmasını ilişkilendirmede kullanılan bulgulardan biri *büyüklik-frekans* ilişkisidir. İncelenen sismotektonik bölge için bu ilişki kurulurken, ilk olarak. Gutenberg ve Richter (1942., 1944) tarafından önerilen,

$$\log N = a - bM \quad (2)$$

denklemi kullanılır.. N deprem oluş sayısını, M deprem *büyükliğini* gösterir, a ve b sabitlerdir., Deprem oluş sayısı (N) en az M ($>M$) büyüklüktü yıllık sayıyı ifade eder.

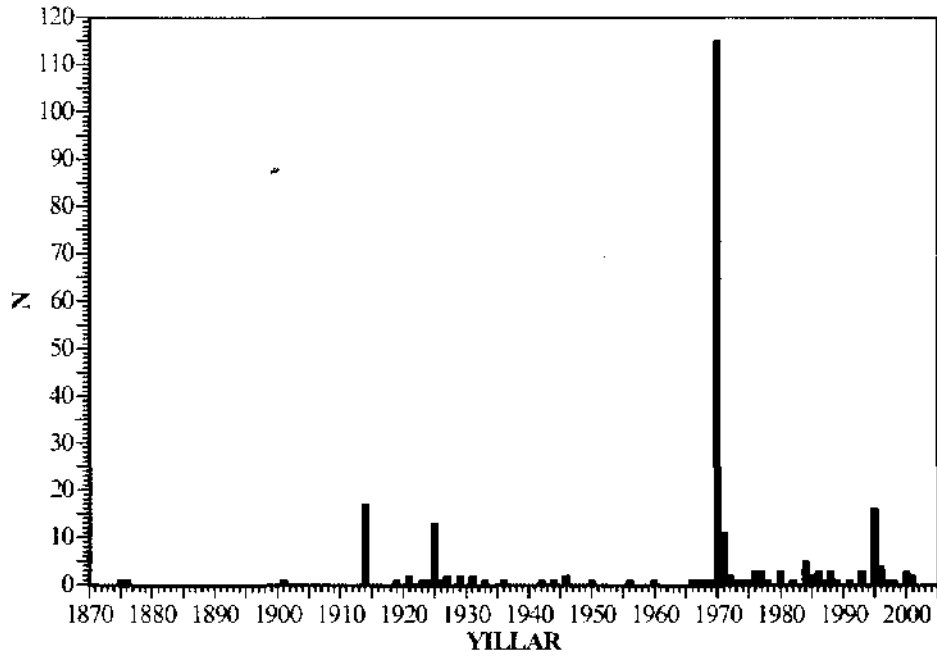
Risk analizi bir dizi olasılık hesaplamalarından oluşur., Analizi yapılan gözlemsel veri dağılımının istatistik anlamı için,

$G(M) = \exp[-a \cdot \exp(-\beta \cdot M)]$, $M > 0$ * (3) denklemiyle tanımlanan 1. tip Gumbel uç değerler dağılımı kullanılır (Gumbel, 1958). a ve β Gumbel regresyon katsayılarıdır.

Deprem Risk Analizi

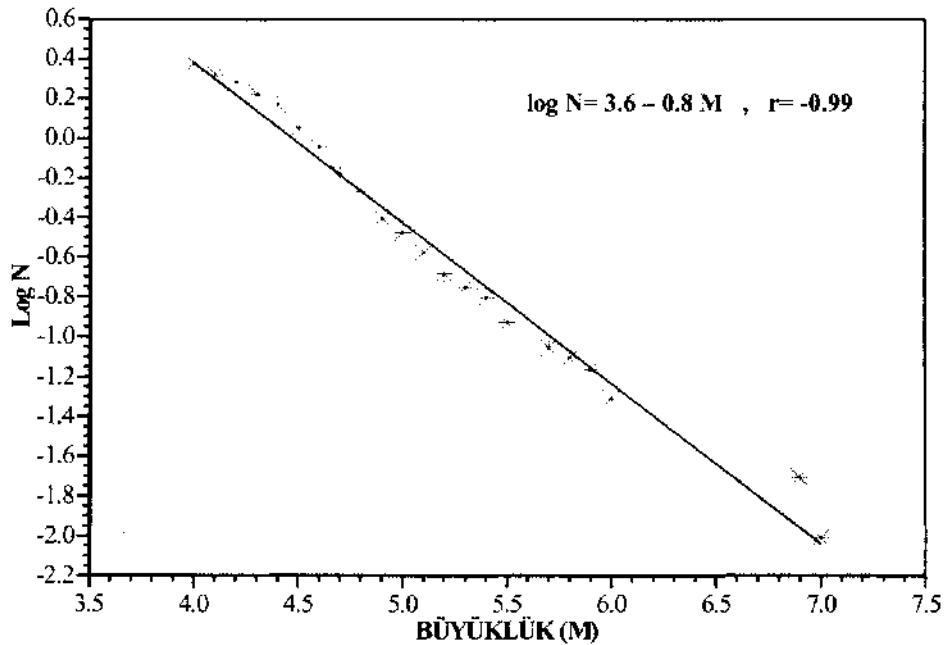
Deprem risk analizindeki *deprem verisine* dayalı tüm analiz ve değerlendirmeler, *Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü*, 'nün veri bankasının, en az 4.0 büyüklüklü ($M > 4.0$) deprem verisine dayanmaktadır. Buna göre sözkonusu coğrafik sınırlar içinde, ancak 1875'den itibaren depremlerle ilişki kurulabilmektedir. Bir başka deyişle bölge ile ilgili tarihsel deprem kaydı pek kıttır. Bunlar 1875 ve 1876 yıllarındaki IX şiddetli (-6.9 büyüklüklü²) depremlerdir... En az 6.0 büyüklüklü aletsel dönem depremleri ise 1914 ($M=6.0$), 1931 ($M=7.0$), 1933 ($M=6.0$), 1970 ($M=6.0$), 1995 ($M=6.0$), 2000' ($M_w=6.0$) yıllarında gerçekleşmiştir¹., Böylece, sismolojinin elindeki kayıtlarda 03 Şubat 2002 (09¹¹, $M_d=6.0$ KANDİLLİ, $M_w=6.5$ USGS) depremine kadar en az 6.0 büyüklüklü., 8 depremin olduğu anlaşılmaktadır., Tüm bu süreçte (127 yıl) bu bölgede meydana gelen en az 4.0 büyüklüklü deprem sayısı 2.52'dir., Şekil-5, tarihsel ve aletsel dönem için. bölgedeki deprem oluş sayısının yıllara göre değişimini gösterir, Sözkonusu verinin hemen-hemen tamamını aletsel dönem yani 1900-2001 yılları arası oluşturmaktadır. En yüksek aktivite 1970 yılında 115 depremle gerçekleşmiştir. Bunu., 1914'deki 17., 1995'deki 16, 1925'deki 13 ve 1971'deki 11 depremlik sismik etkinlikler izlemektedir. Şekil-6,7,8 ise sırasıyla bölgedeki büyüklük-frekans ilişkisini., bölgede meydana gelebilecek muhtemel depremlerin belli sürelerdeki aşılma olasılıklarını ve dönüş periyotlarını verir.

² Türkiye *büyüklik-şiddet* denkleminde hesaplanan büyüklüktür (Utku ve Özyalın; 2001, 2002).



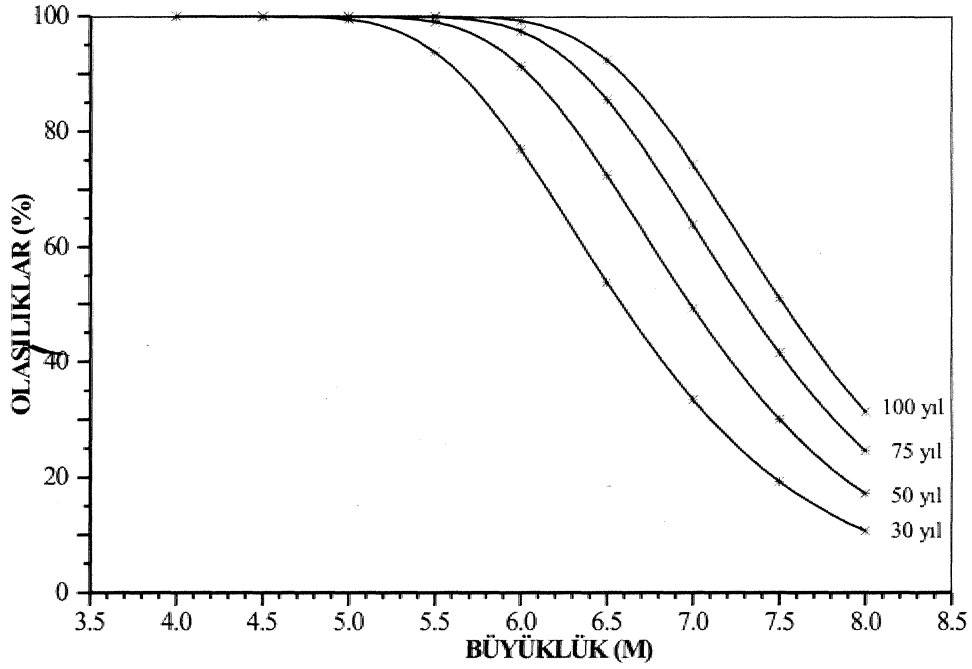
Şekil-5. Afyon ve Çevresi depremlerinin ($M \geq 4.0$) 1875(daha öncesinde veri yok!)-31.12.2001 periyodunda, yıllara göre oluş sayıları. N deprem oluş sayılarıdır.

Figure-5. Distribution of the occurrence numbers versus the years concerning earthquakes ($M \geq 4.0$) occurred in the period 1875-31.12.2001 for Afyon and its surroundings. N is the number of earthquakes $\geq M$.



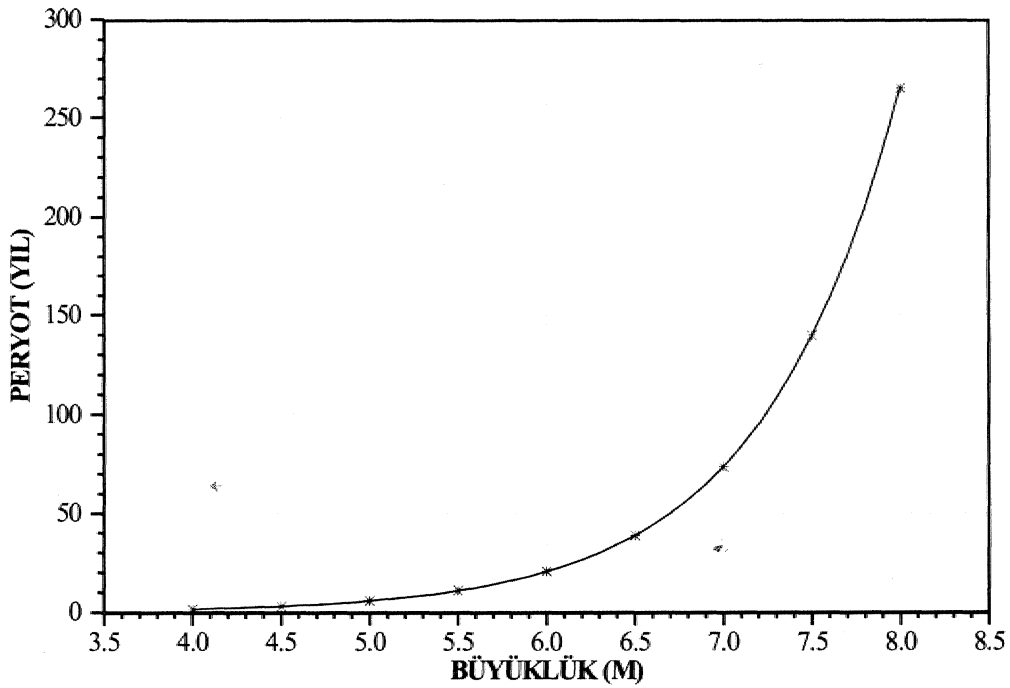
Şekil-6. Afyon ve Çevresi için büyüklük-frekans ilişkisi. N deprem oluş sayısını, M deprem büyüklüğünü, r ilişki katsayısını gösterir.

Figure-6. Magnitude-frequency relation for Afyon and its surroundings. N shows the number of events $\geq M$. M is magnitude. r indicates the correlation coefficient.



Şekil-7. Afyon ve Çevresi için olası deprem büyüklüklerinin belli sürelerdeki (30, 50, 75, 100 yıl) aşılma olasılıklarının değişimi.

Figure-7. The exceedance probabilities of the probable magnitudes in Afyon and its surroundings for building lifetimes of years 30, 50, 75 and 100.



Şekil-8. Afyon ve Çevresi için olası deprem büyüklüklerinin dönüş periyotları değişimi.

Figure-8. Return periods of the probable magnitudes for Afyon and its surroundings.

Tüm bu değerlendirmelerin ışığında, Afyon ve çevresi'ni karakterize eden depremsellik özellikleri şöyledir:

1. Afyon ve çevresi'nde eji ÖZ 4,0 büyüklüklü depremlere göre oluş peryodu ~5 ay"dır.
2. Şekil-6'deki *büyüklik-frekans* ilişkisinden ($\log N = 3.6 - 0.8 M$, $r = -0.99$), Afyon ve çevresi'nin deprem, yönünden hem aktif hem de .hasar riski **yüksek** bir bölge olduğu görülmektedir.
3. Şekil-7'den, 6.0 büyüklüğündeki bir depremin 30 yıllık sürede gerçekleşme olasılığı %78, *50 yıllık hır sürede %90* civarındadır. 7.0 büyüklüğü için bu değerler sırasıyla aynı süreler için %35 ve %,50 olarak hesaplanmaktadır.
4. Şekil-8'den, 6.0 büyüklüğündeki bir depremin 20 yılda bir tekrarlayabileceği,, 7.0 büyüklüğündeki bir depremin tekrarlanma süresinin ise 72 yıl ..olduğu, görülmektedir.
5. *100 yılda*, bu bölgede meydana gelebilecek maksimum büyüklük 7,3 olarak hesaplanmaktadır.
- 6., Sözkonusu koordinatlarla tanımlı olan Afyon ve Çevresi,, *Deprem Bölgeleri Haritası* 'nda I. ve II. derece deprem, bölgesi. olarak yer almakla beraber, en son. 03 Şubat 2002 (09:11:28, $M_w = 6.5$) aktivite rejiminde de görüldüğü gibi Akşehir Fay Zonu'nun deprem, etkinliğinin önemli tehdidi altındadır.,

Bu anlamda bölge 7.0-7.3 arasmda. depremler yaşayabilecek, bir deprem potansiyeline sahiptir., Özellikle yerleşim alanlarının ve nüfusun büyük bir bölümünün, gevşek

sulu tortullardan oluşan •yerlerde bulunması,, Afyon ve Çevresi için bir deprem, sırasında zemin **büyütmesi faktörünün önemli** olduğu bir bölge karakteri sergilemektedir. Dolayısıyla bölgede yer ivmesi $0,2^{TM}1,5g$ arasında değişebilecektir (Ercan, 2000). Yer salınım peryodu ise 0.2-3.0 sn arasında beklenmelidir (Ercan, 2000),

03 ŞUBAT 2002 DEPREMİ

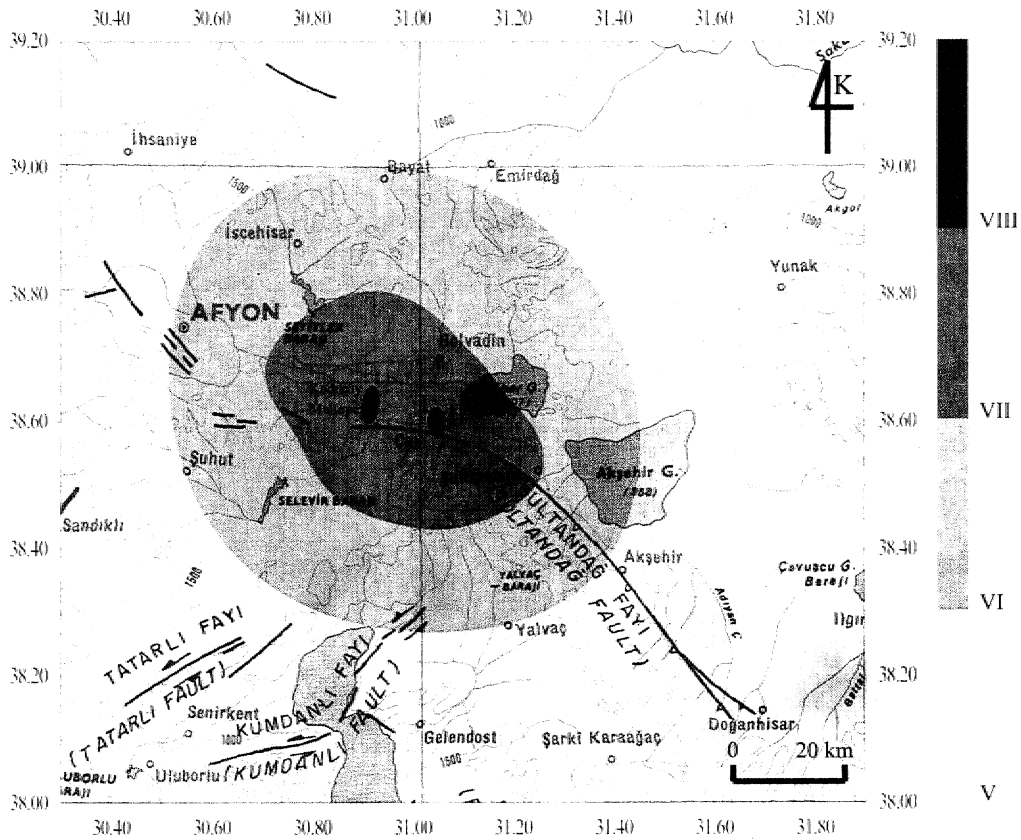
Afyon ili sınırları içinde 03 Şubat 2002 tarihinde yerel saat ile 09¹¹'de meydana gelen deprem, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından, $M_d = 6.0$ büyüklüğünde ve merkezüssü Eber Gölü. güneyi olarak kamuoyuna açıklandı., USGS tarafından da büyüklüğü. $M_w = 6J$ olarak verilen bu. depremin ağır hasar yaptığı,, görsel medyanın ilk haberleri arasında geçildi. Ana şokun ardından, aynı gün büyüklükleri $M_d = 5.3(11^{26})$, $M_d = 5.1(13^{39})$ ve $M_d = 5.0(13^{34})$ olan 3 orta büyüklükte ve pek çoğu da küçük art sarsıntılar oluştu, Ana şok ve art: sarsıntılarının dışmerkez dağılımları Şekil-3'de görülmektedir.

Makrosismik Gözlemler

DEÜ Mühendislik Fakültesi. îeofizik Mühendisliği Bölümü araştırma ekibi, 05/02/2002 tarihi sabahı deprem, bölgesinde idi. Bölgedeki çalışmalarını 2 günde tamamlayan ekip tarafından yapılan makrosismik gözlemler sırasında,, en yüksek hasarın Çay .. ilçesi, ile Eber, Maltepe ve Kadıköy yerleşimlerinde olduğu, Sultandağı ve Bolvadin ilçelerinde de yer-yer önemli hasarların yaşandığı görüldü. Sözkonusu makrosismik gözlemlerden, Medvedev-Sponheur-Karnik (MSK) şiddet cetveline göre hazırlanan ve bölgenin

aktif tektoniği (Şaroğlu ve diğ., 1992) ile birleştirilen eşşiddet haritası, Şekil-9 ve Şekil-10'da verilmektedir. Eşşiddet haritalarındaki VIII şiddetindeki bölgeler (Şekil-9, Şekil-10), Şekil-3'deki mekanizma diyagramlarıyla uyumludur. Çay ilçesinde Sanayi Sitesi ile Konut Yapı Kooperatifi, yüksek hasarın en önemli saha bulguları idi. Resim-1,2 Konut yapı Kooperatifi inşaatını, Resim-3 Bolvadin Çarşı Camii, Resim-4 Konut Yapı Kooperatifi inşaatındaki *imalât hatasını* sergileyen hasar görüntülerini sergilemektedir. Çay, Maltepe ve Kadıköy'de izlenen yüzey kırık-

ları ise depremdeki mekanizmanın önemli delilleri olarak izlendi. Bunlardan Çay ilçesinde görülen yüzey kırığının, (38,59°K, 31.03°D) koordinatında K70D doğrultusunda olduğu saptandı (Şekil-10., K1 noktası), Çay kırığındaki bu yönelim, ana şokun fay düzlemi çözümleriyle iyi bir uyum göstermektedir. Bu kırığın değişik noktalarında 16-25 cm arasında düşey atımlar ölçüldü. Maltepe ve Kadıköy yerleşimlerinde bulunan kırıklar¹ üzerindeki K2 ve K3 noktalarında da sırasıyla. K1 OD ve K25D doğrultulan saptandı (Şekil-10).



"Şekil-9. Afyon ve Çevresinin 03 Şubat 2002 deprem rejimindeki eşşiddet haritası (MSK)/* ile gösterilen I ve II noktaları, sırasıyla, Konut Yapı Kooperatifi ve Çay Sanayi Sitesi'nin bulunduğu yerlerdir. Aktif tektonik, Şaroğlu ve diğ.(1992)Mendir.

Figure-9. The isoseist map (MSK) of Afyon and its surroundings in the 03 February 2002 earthquake regime., The I and II locations marked with * shows the Building Cooperative and the industries site of Çay., respectively. Active tectonics are from Şaroğlu et al. (1992).,



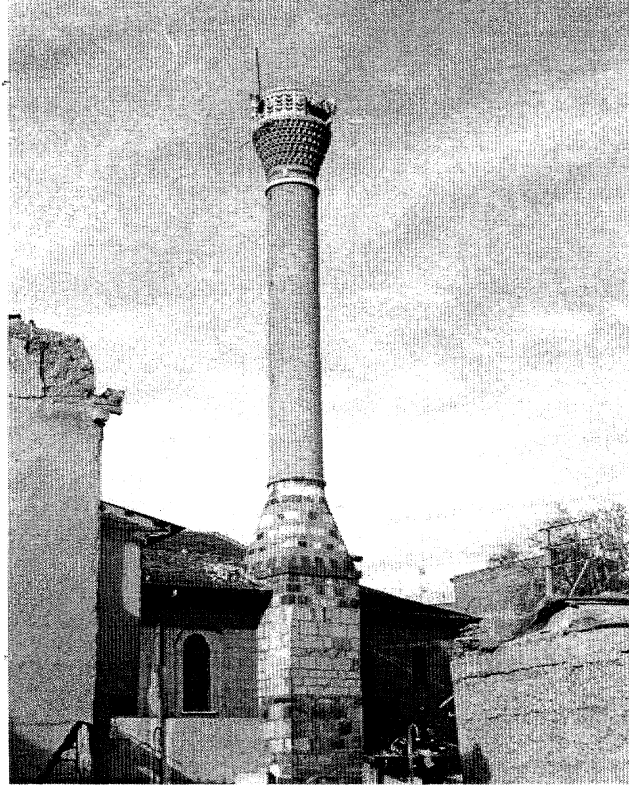
Resim-1. Konut Yapı Kooperatifi inşaatından hasar görüntüsü.

Photo-1. A damage view from construction of Building Cooperative after the 03 February 2002 Çay Earthquake:



Resim-2. Konut Yapı Kooperatifi inşaatından hasar görüntüsü.. 3 katı yerine çökmüş bir bina...

Photo-2. A damage view front construction of Building Cooperative. The building collapsed towards underground the 3 stories during the 03 February 2002 Çay Earthquake.



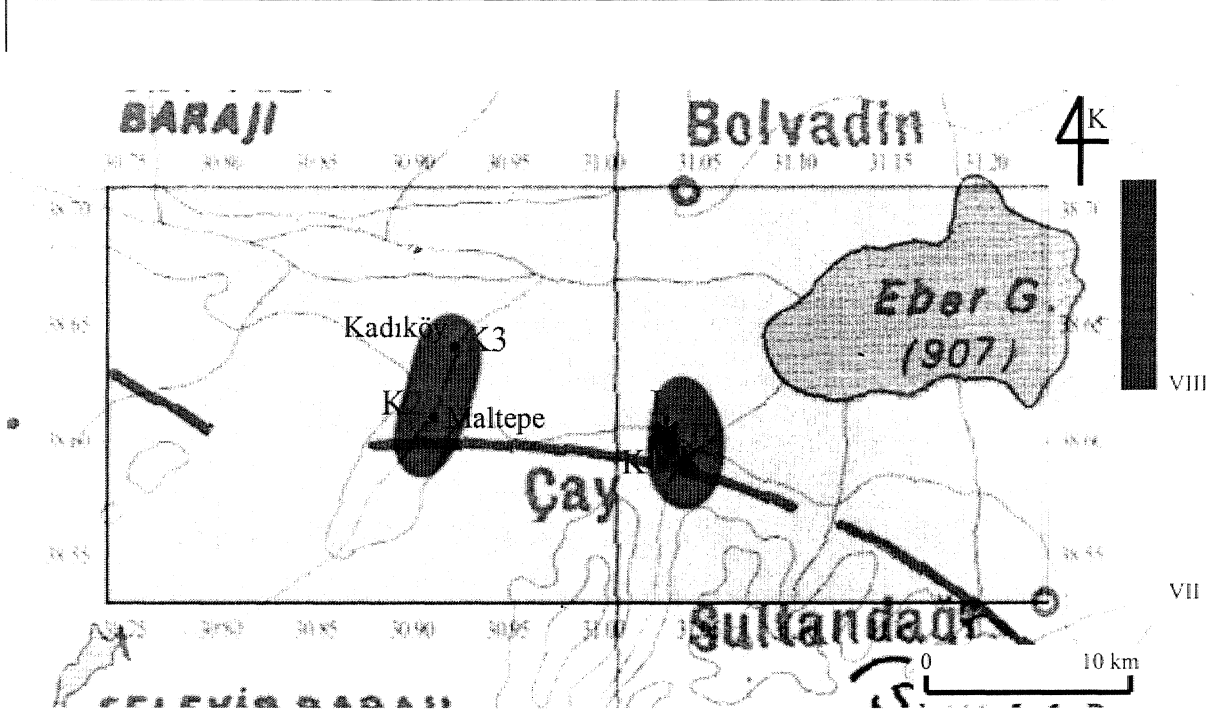
Resim-3. 03 Şubat 2002 Çay depremi sonrası Bolvadin Çarşı Camii *nden hasar görüntüsü.

Photo-3. A damage view from Bolvadin Çarşı Mosque after the 03 February 2002 Çay Earthquake.



Resim-4. Konut Yapı Kooperatifi inşaatı odaki imalât hatası görüntüsü.

Photo-4, A view of structure production error front Building Cooperative,,



Şekil-10. Çay ve yakın çevresinin 03 Şubat 2002 deprem rejimindeki eşsiddet haritası (MSK). K1, K2, K3 yüzey kırıklarının gözlemlendiği noktalar. * ile gösterilen I ve II noktaları, sırasıyla, Konut Yapı Kooperatifi ve Çay Sanayi Sitesi'nin bulunduğu yerlerdir. Aktif tektonik, Şaroğlu ve diğ. (1992)'dendir.

*Figure-10. The isoseist map (MSK) of Çay and its surroundings in the 03 February 2002 earthquake régime. K1, K2 and K3 are the locations of the surface ruptures. The I and II locations marked with * shows the Building Cooperative and the industries site of Çay, respectively. Active tectonics are from Şaroğlu et al. (1992).*

SONUÇ ve ÖNERİLER

1. Makrosismik gözlemler, fay düzlemi çözümleri ve art. sarsıntılarının dışmerkez dağılımlarının ışığında,, 03 Şubat 2002 tarihinde yerel saat ile 09:11:28'de meydana gelen deprem ($M_w=6.5$) ve izleyen rejim., Akşehir Fay Zonu tarafından, üretilmiştir. Dolayısıyla, bu değerlendirmelere göre 03 Şubat 2002 (09:11:28, $M_w=6,5$) depremi, Çay (Afyon) Depremi olarak adlandırılır.,
2. En az 4.0 büyüklüklü depremlere göre bölgedeki deprem, oluş periyodu 5 ay" dır.
3. 5,5 büyüklüklü bir depremin yinelenme periyodu .12 yıl, gerçekleşme olasılığı 30 yılda %94 olarak hesaplanmaktadır (Şe-

kit-7,8).. 5.5 büyüklüğü, yöredeki yapılaşma sorunlarından dolayı bölge için hasar yapıcı deprem sınıfındandır. Dolayısıyla,, Afyon ve çevresi 5.5 büyüklüğüne her an hazır olmalıdır.

4. 7.0 büyüklüklü bir depremin yinelenme periyodu 72 yıl, 30 yıldaki gerçekleşme olasılığı %33 olarak hesaplanmaktadır (Şekil-7,,8).
- 5; 100' yılda bu bölgede meydana gelebilecek, maksimum, büyüklük 7.3 olarak hesaplanmaktadır.
6. Bölge aktiftir ve gelecekte de değişik, büyüklükte depremler yine olacaktır (Şekil-6).

- 7., Depremler sonrası karşılaşılan maddî ve manevî zararların, en önemli nedenleri; yanlış yer seçimi,, hatalı ve denetimsiz yapılaşmadır.,
8. Özellikle Çay Sanayi Bölgesi'nde ve Yeşilçay Konut Yapı **Kooperatifinde** görülen hasarlar, gerek ihale yasasındaki kaliteyi artırmaya yönelik iyileştirmelerin ve gerekse " zemine yönelik **Jeofizik-Jeolojik** araştırmaların vazgeçilemez olduklarının birer göstergesidir.
9. Özellikle tortul ve yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu alanlarda çok katlı yapılar için mutlaka zemin, projesi koşulu getirilmelidir. Bu konuda Yerel yönetimlere büyük sorumluluklar¹ düşmektedir.
10. Yapılardaki teknik sorumlu mühendisler/teknik elemanlar, yapıların *ekonomik ömürlerince* güvenliklerinden sorumlu tutulmalıdır.
11. Her il, ilçe ve gerekirse beldelerde Jeoloji Mühendisleri, Jeofizik Mühendisleri,, İnşaat Mühendisleri, Şehir Plânlamacıları ve Çevre Mühendisleri gibi teknik elemanların, ve gerekli diğer sivil toplum örgütlerinin katılımı ile Doğal Afet Kurulları oluşturulmalı ve işlevselliği sağlanmalıdır.,
12. Bir Ulusal Deprem **Ağı** ile Yerbilimle ilgili ülke çapındaki tüm kuruluşların güçleri birleştirilerek, plânlı stratejilerle, istenen sonuca daha çabuk ulaşma olanağı yaratılmalıdır.
13. Yerleşime yeni açılması düşünülen alanlarda, *mikro belgeleme* çalışmaları uy-

gun kurumlar tarafından *mutlaka*: yapılmalıdır.

- 14.. Olası depremlere hazırlanmak, ve kayıpları azaltmak amacıyla, tehlikeli yapıların, yıkılması ve bu amaçlı kamulaştırmalar için *yerel yönetimlere tam yetki* verilmiştir.
- 15.. Halka deprem bilimci kazandırmada kit- le iletişim araçları *etkin* olarak kullanılmalıdır.

Değinen Belgeler

- Akçığ, Z., Utku, M., Danışman, MA., Akyol, N., (2002), 03 Şubat 2002 Afyon-Çay Depremi Makrosismik Raporu, *Dokuz Eylül Üniversitesi*, 15 sayfa,, Izmir.
- Arpat, E., Aktar, M., Berece, E., Karabulut, H., Komut, T. ve Örgülü, G., (2002), 3 Şubat 2002 Sultandağı Depremi ön raporu. *Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Jeofizik Ânabilim Dalı*, İstanbul.
- Besang, C, Eckhardt, F.J., Harre, W. Freuzer, H. ve Muller, P., (1977), Radiometrische Altersbestimmungen aus dem Jungtentiär der Türki, *Geol J.*, 25, 139-167..
- Colin,, H.,(1955), Jeolojik Harita İzahnameleri (Afyonkarahisar 72/2 ve 72/4 paftaları), *MTA*, Rapor No: 2244, Ankara..
- Çevikbaş, A., Ercan, T. ve Metin,, S., (1988), Geology and Regional Distribution of Neogene Volcanics between Aiyon-Şuhut, *Jour. Pure and Appl Sei.*, METU, Ankara, 21/1-3, 479-499..
- Ercan, A., (2000), Türkiye Deprem Bölgelendirme Haritası, *Atlas Dergisi*, Sayı: 86, Mayıs-2000, No: 2000/5, Sayfa; 146-147,

- Erişen, EL, Akkuş, L, Uygur, K. ve Koçak, A., (1996), Türkiye Jeotermal Envanteri,, MTA, Ankara, p.480..
- Gumbel, E, J. (1958), Statistics „of Extrem.es., Columbia University Press, USA.,
- Gutenberg, B. ve Richter, C, F. (1942), Earthquake Magnitude., Intensity, Energy and Acceleration, *Bull SeismoL Soc Ant*, Vol. 32, No. 3, 163-191.,
- Gutenberg, B. ve Richter, C, F. (1944), Frequency of earthquakes in California, *Bull SeismoL Soc, Am.*, Vol., 34, 185-188.,
- Kandilli Rasathanesi ve Deprem. Araştırma Enstitüsü Veri Bankası, <http://www.koeri.boiiin.edu.tr>, Boğaziçi Üniversitesi İstanbul.
- Keller, J., (1983), Potassic Lavas in the Orogenic Volcanism of the Mediterranean Area, *Jour, Volcanology and Geothermal Research*, 18,, 321-335.
- Ketin, İ., (1966), Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, *MTA Dergisi*, 53, Ankara,
- Koçyiğit, A., (1984).. Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim., *Türkiye Jeo. Kur., Bulk*, 27, 1-16.
- Koçyiğit, A. ve Özacar, A.A., (2003), Extensional Neotectonic Regime through the NE Edge of the Outer İsparta Angle, SW Turkey: New Field and Seismic Data, *Turkish J. Earth ScL*, Vol.,12, No.,1, pp.67-90.
- Koçyiğit, A., Ünay,, E, ve Saraç, G., (2000), Episodic graben formation and extensional neotectonic regime in west Central Anatolia and the İsparta Angle; a case study in the Akşehir-Afyon Graben, Turkey,, In: Bozkurt, E., Winchester,, J.A., Piper, J.A.D. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and surrounding Area*, *Geol Soc. Spec: Publ*, 173,, 285-301.
- Öztürk, E.M, ve Öztük, Z., (1989), Balçıkhisar-Karadilli (Afyon)- Dereköy (İsparta) Dolayının Jeolojisi Raporu, (*yayınlanmamış*), MTA, 282-286, Ankara,
- Sun,, S., (1979), Gazlıgöl (Afyon) Yöresinin Jeoloji İncelemesi, Bitirme Projesi, *Ege Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi., Jeoloji Mühendisliği*, 22 sayfa, İzmir..
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, L, (1992), Türkiye Diri Fay Haritası, *Maden Tetkik Arama, Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., and Şaroğlu, F., (1985), Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, Strike-Slip Deformation Basin Formation and sedimentation, *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Spec. Publ.,No.37,pp.227-264.
- Tatlı, S., (1973), Afyon, Gazlıgöl-Susuz Alanının Jeolojisi ve Jeotermal Enerji olanakları, MTA, Rapor no: 2900, Ankara.
- USGS (United States Geological Survey), <http://neic.usgs.gov>
- Utku, M., ve Özyalın, Ş., (2001), Yeni Q100: Deprem Risk Analizi Bilgisayar Yazılımı, //,, İzmir ve Çevresi'nin Deprem-Jeoteknik Sempozyumu (JEOTEKNIK-III), CD-ROM,, 5 sayfa, 12-14 Kasım 2001, İzmir.
- Utku, M., ve Özyalın, Ş., (2002), Teknolojik Anlamıyla Q100: Deprem Risk Analizi Bilgisayar Yazılımı, *Bilgi Teknolojileri Kongresi*, CD-ROM (8 sayfa), Bildiri Özetleri, sayfa 151-155,, 06-08 Mayıs 2002, Pam.ukk.ale Üniversitesi, Denizli
- Yağmurlu, F., Savaşçın,, M.Y. ve Ergün, M., (1997), Relation of Alkaline Volcanism and Active Tectonism within the Evolution of İsparta Angle, SW-Turkey,, *J. Geol*, 105,, 717-728.

Zonguldak ve Çevresindeki Yeraltısularının İzotop Hidrolojisi İncelemesi *Isotop Hydrology Investigation of Zonguldak and Province Groundwaters*

Barbaros ERDURAN*, Koray TÖRK", Gfirkan ÖKTÜ*

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi 06520, Ankara

*MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi 06520, Ankara

ÖZ-

Zonguldak, ve çevresinde Türkiye'nin en önemli taşkömürü yatakları yer almaktadır. Westfaliyen (Karbonifer) de oluşmuş bu kömürlü seviyeler, altta Viziyen (Karbonifer) yaşlı karsifk kireçtaşlan, üste ise yine karstik özellikte olan Apsiyen - Barremiyen (Kretase) yaşlı .kireçtaşlan ile çevrilidir,

Bölgede yürütülen karst hidrojeolojisine yönelik çalışmanın bir parçası olan izotop hidrolojisi,, Zonguldak kömür madeni sahalarında kömürlü birimlerle jeolojik olarak dokanak halinde bulunan karstik kireçtaşlanının yeraltısuyu açısından ilişkilerinin araştırılmasına yönelik yapılmıştır.

Yüzey ve yeraltısularından 1994-1995 yıllarında izotop analizi amacıyla örnekleme çalışmaları yürütülmüştür. Toplanan örneklerde Döteryum (^2H), Oksijen -18 (**18O**) ve Tritiyum (^3H) analizleri yapılmıştır..

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile beslenme kotu-alani, suların kökeni ve sistemdeki geçiş süreleri konularında saptamalar yapılmıştır. Suların denizel kökenli yağışlardan beslendiği, beslenmenin 400-500 metre kot aralığından olduğu ve ayrıca suların sığ ve derin dolaşım olmak üzere iki farklı dolaşım, sistemine sahip oldukları belirlenmiştir. Kömür madeni galerilerine gelen yeraltısularının geçiş süresinin kısa olduğu ve mevsimsel yağışlardan beslendiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: İzotop, Zonguldak, Yeraltısuyu, Taş kömürü

ABSTRACT

The most important coal area of Turkey is situated in Zonguldak and province. The coal series occurred during Westfalien (Carboniferous) are lower-bounded by Visean aged karstic limestones and upper-bounded by Aptian-Barremian aged karstic limestones..

The isotope hydrology, which consists one of the studies dealt with karst hydrogeology, was held to determine the groundwater relations between the karstic limestones adjacent to the coal layers located in the Zonguldak coal mine areas.

Environmental isotope samples were collected in the basin during 1994 - 1995 period, from the surface and groundwaters. Deuterium (^2H), Oxigene -18. (^{18}O) and Tritium (^3H) analysis were carried out on the samples,.

Recharge elevation, water origin and transit time of the groundwater system were determined with the evaluation of the analysis results. Waters encountered in the area are of marine originated rainfall, recharging at an elevation of 400-500 meters and consisting of shallow and deep circulation systems. Groundwater intruding the coal mine galleries, have a short flow period and are recharged from recent precipitations.

Key words: Isotope, Zonguldak Groundwater,, Hardcoal

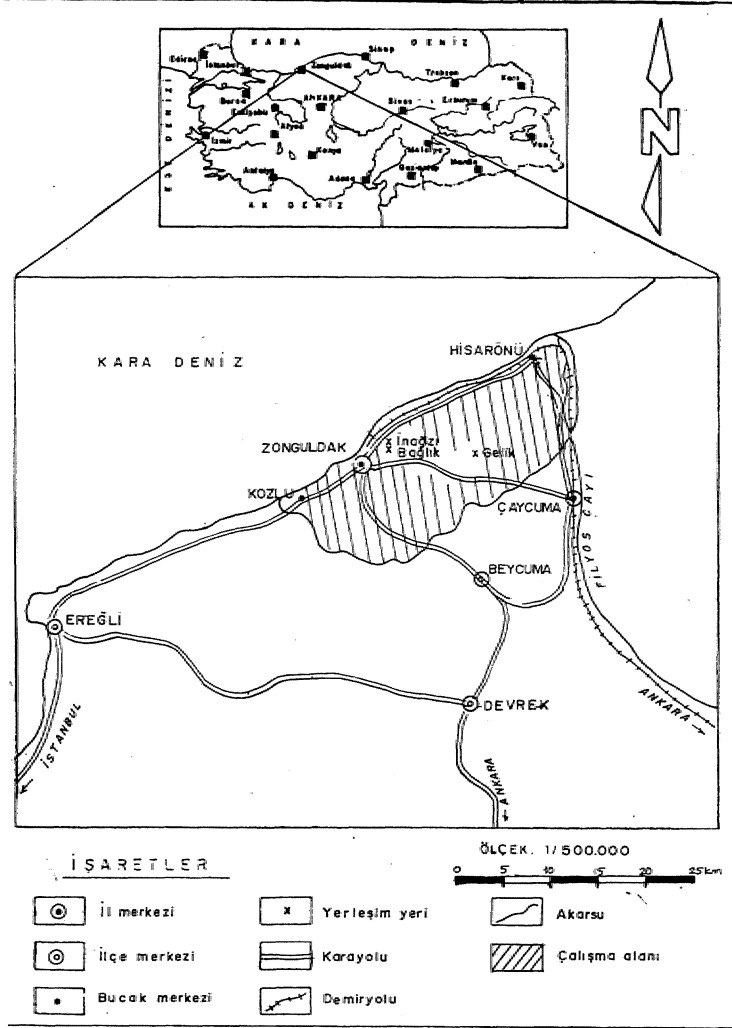
GİRİŞ

Zonguldak ve çevresinde Türkiye'nin en önemli taşkömürü, yatakları yer almaktadır. Karbonifer'in Westfaliyen, katında oluşmuş bu kömürlü seviyelerin altında yine Karbonifer'in Viziyen katında oluşmuş dolomitik kireçtaşları ile, üzerinde Kretase'nin Apsiyen ve Barramiyen katlarında oluşmuş karstik kireçtaşları bulunmaktadır. Bu karstik kireç-

taşlarının içerdiği yeraltısularının kömür işletmeleri sırasında açılacak, galerilere gelme olasılıkları bulunmaktadır. Dolayısıyla yer altı işletmeciliğini bu şekilde tehdit eden hidrojeolojik olayların önceden bilinmesi ve soruna uygun çözüm yollarının bulunması ve kömür üretiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesine katkıda bulunmak, çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Sahaya Ait Genel Bilgiler

İnceleme alanı coğrafik olarak Türkiye'nin kuzeyinde Batı Karadeniz bölgesinde yer alır.



Çalışmalar Zonguldak ve yakın dolayım kapsayacak şekilde toplam 312 .km² İrk bir alanda yürütülmüştür (Şekil. 1). Bölgenin en önemli yükselteleri Asartepe (847m), Kızılıkkıran Tepe (845 m), Yayla Tepe (676 m), Kurtkapanı Tepe (704 m) ve Göldağ (771 m) du.

İnceleme alanında karst kaynaklarından beslenen dereler dışında sürekli akıma sahip akarsu bulunmamaktadır. Bölgede Karadeniz'e özgü bol yağışlı iklim tipi hüküm sürer. Zonguldak meteoroloji istasyonunda ölçülen yıllık ortalama yağış 1220 mm dolayındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 13.4 °C dir. Aylık ortalamalar, soğuk aylarda (Ocak ve Şubat) 6 °C, sıcak aylarda (Temmuz ve Ağustos) 21.6°C dolayında bulunmaktadır. Hakim rüzgar yönü kuzey-kuzey batı olup en yüksek hız 2,3 m/s dir.,

Şekil 1. İnceleme alanının yer buldurular haritası

Figure 1. Site location map for the exploration area.

JEOLOJİ

İnceleme alanında Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında değişik litoloji birimleri yer almaktadır (Şekil 2). Bunlardan aşağıda kısaca bahsedilecektir.

Paleozoyik

Hamzafakih, Kokaksu, Alacağzı, Kozlu ve Karadon Formasyonları ile temsil edilir. Hamzafakih Formasyonu kuvarsit ve mikro konglomera litolojisi ile havzanın temelini oluşturur. Üzerine kalınlığı 1000 metreyi geçen dolomitik kireçtaşlarından oluşan Kokaksu Formasyonu gelir., Ortamda karasalaşına sürecinin ilk belirtilerini gösteren kumlaşı, kıltaşı, silttaşı araldanmasmdan oluşan istif Alacağzı Formasyonu olarak adlandırılır. Zonguldak taşkömürü havzasının işletilebilir nitelikte 20 adet kömür daman içeren, kıltaşı, silttaşı, kumtaşı, konglomera,, kömür araldanmasmdan oluşan Kozlu Formasyonunun kalınlığı 800-850 m arasında değişmektedir... Fasiyes özellikleri bakımından Kozlu Formasyonunun devamı niteliğindeki istif havzada Karadon formasyonu adı verilmektedir (Yergök vd., 1987a)...

Mesozoyik

inceleme alanındaki Mesozoyik* Alt-Üst Kretase ile temsil edilmiştir., Alt Kretase'deki kireçtaşı filiş çökeliimini,, Üst Kretase'deki volkanizmanm ürünü kayalar Özerler. Zonguldak Formasyonu Karboniferi diskordan olarak örten karstik kireçtaşlarından oluşur. Formasyon karstik özellikler gösteren mağaralar dolinler ve su yutanlardan oluşur. Bunun üzerine kıltaşı, kumlu ve killi kireçtaşı litolojisi ile İncüvez Formasyonu gelir. Kapuz formasyonu yine karstik kireçtaşları ile temsil edilir ve ileri derecede karstlaşmıştır. Bu birim üzerine

filiş çökeliimini karakterize eden kayalarla birlikte Üst Kretasede volkanizmanm ürünü kayalar örter (Yergök vd., 1987a),

Senozoyik

Yahyalar Formasyonu ve alüvyon ile temsil edilir. Yahyalar Formasyonu'nda hakim litoloji killi kireçtaşıdır. Alüvyon genelde çökelleme için uygun koşulların olduğu düzlüklerde silt boyutundan çakıl boyutuna kadar olan malzemenin depolanmasıyla oluşur (Yergök vd., 1987b).

Yapısal Jeoloji ve Paleocoğrafik Evrim

Zonguldak taşkömürü havzası günümüze kadar Hersiniyen ve Alpin olmak üzere başlıca iki büyük, orojenezin etkisi altında kalmıştır. Paleozoyik formasyonlarda birincil deformasyonu, Kretase öncesinin en büyük orojenik hareketi olan Hersiniyen orojenezini oluşturmuştur. Kretase oluşumlarının çökeli minden sonra ise Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı formasyonlar, Alpin orojenezinin etkisiyle ikinci bir deformasyona uğramışlar¹ ve güncel görünümümüz kazanmışlardır, İnceleme alanında jeolojik zaman içerisinde meydana gelen bu orojenik hareketler kayaçların kıvrılmalanna ve kırılmalarına neden olmuş,, genellikle Karadeniz'in kıyı çizgisine paralel doğu-bah doğrultulu tektonik yapılar oluşmuştur (Şengör vd., 1981).

Havzada Viziyen sonunda, deniz çekilmeye başlamış, sığlaşma karasal ortama uygun hale gelmiştir., Namuriyen'de karasal çökelleme sonucu bitkiler bollaşmış, kömür damarları olunmuştur., Delta ortamını karakterize eden.. akarsu sistemlerinin ege men olduğu ve bu akarsuların taşkın evrelerinde gelişen bataklıklarda bitki gelişimi sonucu yine kömür damarları meydana gelmiştir. Bu sırada kömür damarları içeren Kozlu

ve Karadon Formasyonları çökelmiştir. Westfaliyen sonlarına doğru havzanın batısı yükselerek kara haline gelmiş ve aşınma dönemi başlamıştır. Bölge Alt Kretase'den itibaren deniz istilasına uğramış bu deniz bir-

kaç kez geri çekilip ilerlemesini sürdürmüştür., Üst Kretase üzerine gelen Paleosen yaşlı Yahyalar Formasyonu, güney alanlarındaki Neotetisin kapanması sırasında meydana gelen ara havzaların ürünüdür.,

ZAMAN	DEVİR	KAT	KALINLIK (m)	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR			
SENZOYİK	TERİSİYER		10-60	QAl		ALÜVYON			
MESOZOYİK	KRETASE	PALEOSEN	50-180	Ty		YAHYALAR FM	Killi kireçtaşı		
		MEASRİCH-TİYEN	80-250	Kra		ALAPLI FM	Marn, kiltası, silttaşı, killi kç.		
		TURONİYEN	KAMPANİYEN	100-600	Krkz		KAZPINAR FM	Andezit, tüf, marn	
				50-200	Kri		İKSE FM	Killi kireçtaşı, kumtaşı, marn, tüfit	
				100-200	Krd		DİNLENCE FM	Aglomera, tüf, marn, kumtaşı	
				350	Krb		BAŞKÖY FM	Marn, killi kç., kumtaşı	
				0-500	Krg		GÖKÇETEPE FM	Eksfoliasyonlu kumtaşı, kiltası, mikrokonglomera	
				250	Krc		CEMALLER FM	Kumtaşı, kiltası, silttaşı, konglomera	
		SENOMANIYEN	0-400	Krt		TASMACA FM	Marn, kumtaşı, kiltası		
		ALBİYEN	500	Krs		SAPCA FM	Glokonili kumtaşı, kiltası, marn		
			70	Krh		HİMMETOĞLU FM	Kumtaşı, kiltası		
		APSIYEN	250	Krv		VELİBEY FM	Kumtaşı		
			700	Krk		KIRIMSA FM	Kumtaşı, karbonatlı kumtaşı, kiltası, killi kç.		
			250-375	JKrk		KAPUZ FM	Kireçtaşı		
			50-150	JKri		İNCÜVEZ FM	Kumtaşı, konglomera, kiltası, kumlu kireçtaşı		
		BARREMİYEN	350	JKrz		ZONGULDAK FM	Kireçtaşı, kumtaşı, kiltası, kumlu kireçtaşı		
		PALEOZOYİK	KARBONİFER	WESTFALIYEN	350-350	Kka		KARADON FM	Konglomera, kumtaşı, kiltası, silttaşı, kömür
					100-200	Kk		KOZLU FM	Konglomera, kumtaşı, kiltası, silttaşı, kömür
NAMURİYEN	300/04700-			Ka		ALACAAĞZI FM	Kumtaşı, kiltası, silttaşı, kömür		
VİZİYEN	1500			Dkk		KOKAKSU FM	Dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı		
SİLÜR				Sh		HAMZAFAKILI	Kuarsit, mikrokonglomera		

Şekil 2. İnceleme alanındaki stratigrafi dikme kesiti (Özler vd., 1992)

Figure 2. Stratigraphical section of the exploration area (Özler et al., 1992)

HİDROJEOLOJİ

İnceleme alanında bulunan birimler su taşıma özelliklerine göre geçirimli ve geçirimsiz birimler olmak üzere sınıflandırılmışlardır (Öktü, vd., 1996).

Geçirimsiz Birimler

Çalışma sahasının orta kesimlerinde geniş bir alanda yüzeylenen Paleozoyik yaşlı killi siltli kömürlü birimler geçirimsizdir. Bunun Ayanında Üst Barremiyen-Alt Apsiyen yaşlı İncüvez Formasyonu da geçirimsiz özelliktedir., Üst Kretase yaşlı Fliş karakterinde kumtaşı, kiltası, marn, silttaşı şeklinde çökelen birimlerinde yapılan saha gözlemleri ile geçirimsiz özellikte olduğu, saptanmıştır.,

Geçirimli Birimler

İnceleme: alanında karstlaşmış üç birim bulunmaktadır., Bunlar;

- Viziyen yaşlı dolomitik kireçtaşları,
- Barremiyen yaşlı alt seviyeleri dolomitik kireçtaşları,
- Apsiyen yaşlı kireçtaşlarıdır.

Yukarda bahsedilen her üç birimde inceleme alanının geçirimli ve aynı zamanda akifer özellikteki birimleridir. Bu kayaçların karşılaşmasına neden olan olayların başında tektonizma ve litolojik yapı gelmektedir¹., Bu birimlerde görülen karstik yapılar genellikle fay ve kırıkların kesiştikleri ve litolojinin değiştiği noktalarda gelişmiştir. Aşağıda bu birimler hakkında kısaca bilgi verilecektir (Erduran, 1997).

- Viziyen yaşlı dolomitik kireçtaşları

İnceleme alanının güneyinde doğu-batı yönünde uzanım gösteren sparitlik ve

dolomitik dokudaki kireçtaşları iyi derecede karstlaşmış durumdadır. Tektonik hatlara ve dokusal özelliklere bağlı olarak karstlaşmanın geliştiği Viziyen kireçtaşlarından, ortalama verdileri 50 l/s olan kaynak boşalıkları belirlenmiştir. Birim yüzeyinde önemli karstik yapılar gelişmiştir. Kokaksu Formasyonunda paleokarstlaşma oldukça önemlidir. Viziyen sonunda başlayan karstlaşma süreci ile oluşan paleokarstik çukurluklarda boksit oluşumlarının gözlenmesi bunun göstergesidir.

- Barremiyen yaşlı alt seviyeleri dolomitik kireçtaşları

Dolomitik ve kumlu kireçtaşı şeklinde arazide gözlenen bu birim Karbonifer yaşlı kömürlü birimlerle sınır oluşturması açısından oldukça önemlidir.. Arazide orta derecede karstlaşmış olarak gözlemlenen bu birimin yüzeyde boşalımı gözlenmez., Galerilere gelen suyun büyük bir bölümünde bu birim içerisinden gelmektedir. Sondaj! kuyularından alman jeofizik loglarında Barremiyen kireçtaşlarından Karbonifer'e giriş zonlarında önemli boşluk ve çatlak anomalileri elde edilmiştir.

- Apsiyen yaşlı kireçtaşları

Yer yer masif görünümlü yer yer de tabakalı olarak gözlenen birim havzada bulunan kireçtaşları arasında en yoğun karstlaşmayı göstermektedir., Bunun en önemli nedeni kireçtaşlarının oldukça saf bir dokuya sahip olmasıdır. Kızılelma mağarası-Cumayanı karst "kaynağı sistemi bu birimde gelişmiş en önemli karstik yapıdır.,

Yukarda bahsedilen bu üç birim dışında, bu çalışmanın amacı açısından bir öneme sahip olmayan alüvyon da hidrojeolojik açıdan geçirimli sayılabilecek birimlerdendir.

Su Kimyası Çalışmaları

İnceleme alanında karstik akiferlerin hidrojeokimyasal karakterlerinin incelenmesi amacıyla su noktalarını tümünde yerinde ölçüm yapılmış, analiz için örnekler alınmış, suların fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 1) r örneklerde oluşabilecek kimyasal reaksiyonların durdurulabilmesi amacıyla Standart methods'da belirtilen koruyucu maddeler kullanılmıştır (APHA-AWWA-WPCF, 1981). İnceleme

alanında bulunan suların kalsiyum-magnezyumlu, karbonat-bikarbonatlı tipik karst suları oldukları görülür. Karstik kireçtaşlarından boşalan suların büyük çoğunluğunun kalsiyum-magnezyum karbonatlı olması doğaldır. GeIik-260 ve Çatalağzı-360 kotlarından alınan örneklerdeki magnezyum içeriğinin farklı değerlerde olması derinlik ile ilgilidir. Bunun yamsıra Apsiyen yaşlı kireçtaşlarından çıkan sularda oldukça düşük magnezyum değeri görülmektedir.

Çizelge 1. İnceleme alanında 1994 yılı yağışlı dönem, alınan su örneklerindeki laboratuvar analizleri (değerler mg/l cinsindedir)

Table 1 Hydrochemical analysis of samples collected during the imi season, 1994, in the study area.

Lokasyon No	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺²	K ⁺¹	HCO ₃ ⁻¹	CO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻¹	pH	EC (µs/cm)
2	65	8	3	0,5	195	9	9	8	7,5	212
6	80	5	6	0,8	214	9	20	10	7,8	259
7	63	3	6	0,8	177	9	14	15	7,8	219
8	110	6	13		207	9	38	22	8,1	309
15	85	5	8	0,6	244	9	11	11	7,7	261
24	68	8	5	0,6	195	9	9	9	8,1	210
27	56	3	5	0,8	159	9	9	9	8,1	195
32	350	100	9	2	176	9	1200	10	7,6	1315
33	98	20	4	0,8	195	9	125	9	7,8	376
51a	95	36	85	2,4	305	9	50	166	7,7	907
51b	92	35	82	2,5	299	9	114	147	7,8	703
52	78	26	30	2,4	281	9	120	10	7,9	434
53	2	1	550	2,3	1318	30	4	1,4	8,6	1371

Karstik Taban Aldfer (KTA)

Viziyeo yaşlı karstik karbonatlı kayaçlarla oluşturduğu. KTA'yı boşaltan başlıca kaynaklar Büyük mağara dere ve Kokaksu kaynağıdır. Kaynak başında yapılan sıcaklık ölçümlerinde değerin 15,3 °C dolayında olduğu ve yıl içinde fazla bir değişim göster-

mediği saptanmıştır. Küçük hazneli akiferleri boşaltan kaynak sularının sıcaklık değerlerinin, yağışın hızla iletilmesinden dolayı daha düzensiz bir değişim gösterdikleri bilinmektedir.

Çözünmüş madde miktarının bir göstergesi olan elektriksel iletkenlik değeri ortala-

ma 400 ps/cm olarak ölçülmüştür. Yağışlı dönemlerde yağışın katkısıyla 370 ps/cm'ye kadar düşen elektriksel iletgenlik değeri kurak dönem sonlarında en yüksek değeri 410 jjs/cm'ye ulaşmaktadır. Bu durum kurak dönemlerde yağışın kesilmesi, öte yandan, buharlaşmanın artmasıyla ilgilidir. Beslenme alanında sodyum ve potasyum kaynağı olabilecek litolojiler olmadığından sudaki sodyum ve potasyum içeriği oldukça düşüktür.

Karstik Alt Akifer (KAA)

Paleozoyik kömürlü birimlerinin hemen üzerinde yer alan ve galerilere gelebilecek potansiyel su miktarı açısından büyük önemi olan Barremiyen yaşlı karstik kireçtaşlarının yüzeyden boşalımı gözlenmektedir. Gelik -260 ve Çatalağzı -360 lokasyonlarında yapılan, ölçümlerde kurak ve yağışlı dönemlerde, Gelik-260 için 14°C, Çatalağzı-360 için 20°C dolayında değişmeyen sıcaklık değerlerinin saptanması,, aynı birim içerisinden çıkan her iki boşalımın nisbeten büyük bir akiferi temsil ettiğinin göstergesidir. Yine her iki lokasyonda yapılan elektriksel iletgenlik ölçümlerinde Gelik -260 için 830 ps/cm, Çatalağzı için 1200 jjs/cm yağışlı ve kurak, dönemlerde değişmeyen değerler aldığı görülmüştür.

Karstik Üst Akifer (KÜA)

Apsiyen yaşlı karstik kireçtaşlarını boşaltan Cumayanı karst kaynağının çıkışında yapılan ölçümlerde,, kurak ve yağışlı dönemlerdeki sıcaklık değerinin 8 C ile 14 C arasında değişim göstermesi birimin nispeten daha küçük hazneli akiferden beslendi-

ğini doğrulamaktadır. Elektriksel iletgenlik 210-360 Mıs/cm arasında değişmektedir... Kaynağın doğal olarak kalsiyum ve magnezyum içeriği yüksektir.,

ÇEVRESEL İZOTOP ANALİZLERİ

Hidrodinamik yapının aydınlatılması amacıyla yüzey ve yer altında belirlenen 15 lokasyondan izotop örneği alınmıştır. Yağışlı ve kurak, dönem alınan su örneklerinde tiryum, oksijen-18 ve döteryum analizleri yapılmıştır. Analizler DSİ Ankara Esenboğa'da bulunan izotop laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sahasından alınan su örneklerinde izotop değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

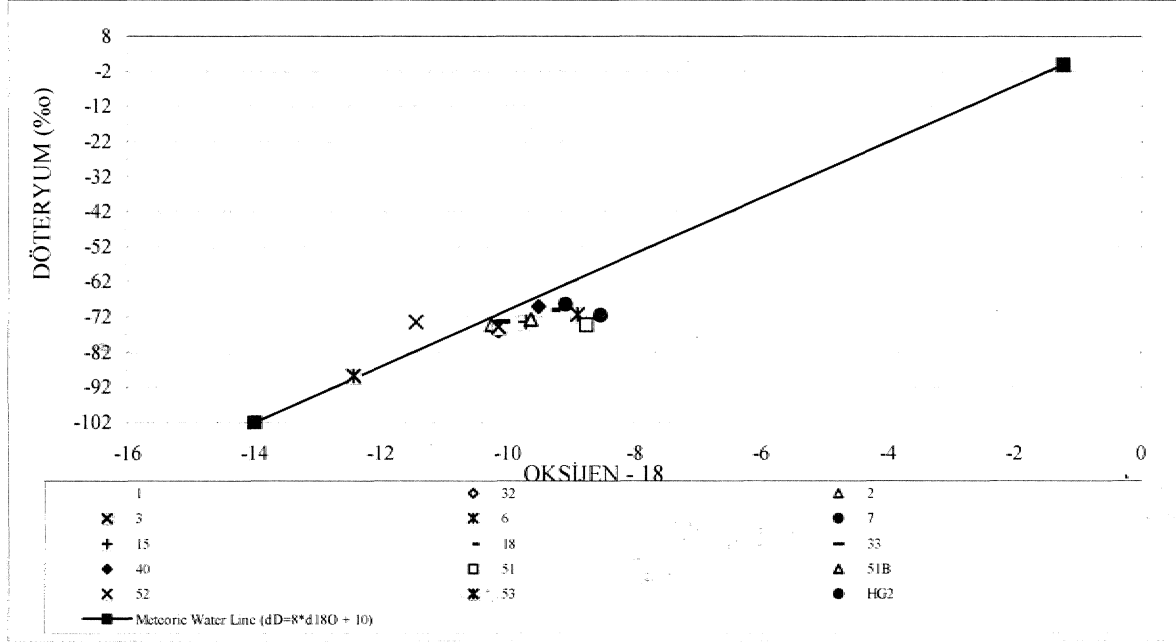
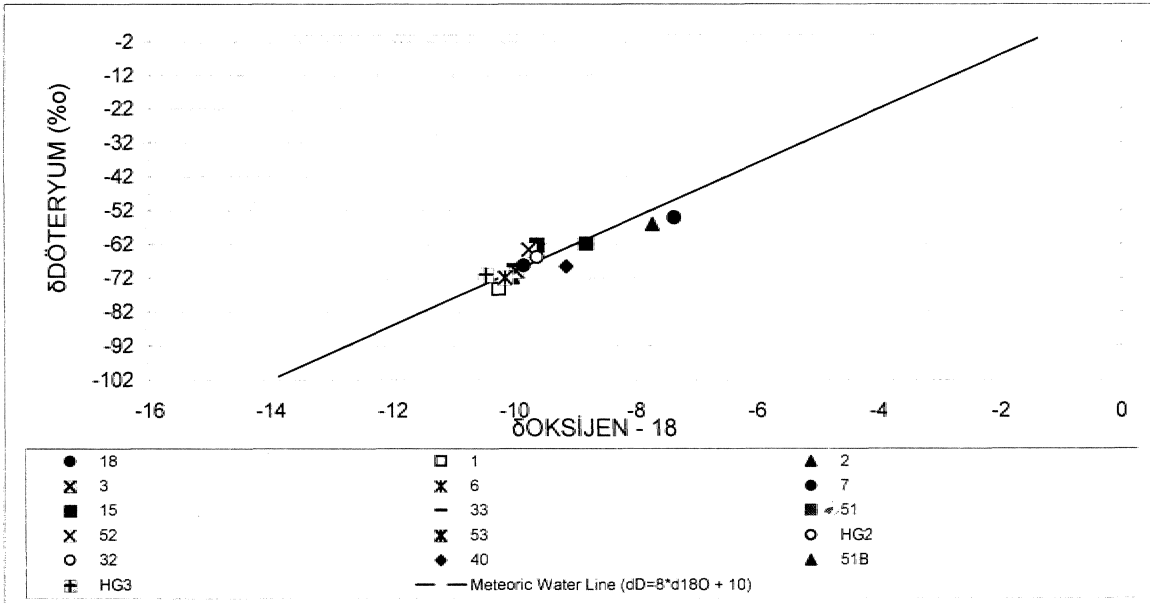
Duraylı izotoplardan döteryum ve oksijen-18 den suların olası beslenme yüksekliklerinin saptanmasında, tiryum'dan ise bağıl yaş ve geçiş sürelerinin belirlenmesi amacıyla yararlanılmıştır.

Yağışlardan alınan su örneklerinde duraylı izotoplardan oksijen-18 ve döteryum içerikleri arasında dünya yağışlarını temsil eden ilişkinin $\hat{O}D = 8 \times 8^{18}O + 10$ olduğu bilinmektedir (Yurtsever, 1978). Zonguldak ve dolayında gerçekleşen yağışların duraylı izotop içerikleri ile Dünya Meteorik Doğru J(DMD) arasındaki ilişki şekil 3 ve şekil 4 de gösterilmiştir. Duraylı izotop içeriklerinin, bağıl konumları kurak dönem için $SD = 8 \times 8^{18}O + 5$ doğrusu üzerine düşüklerini göstermektedir. Yağışlı dönem, izotop içeriklerinin bağıl konumları ise DMD üzerinde yer almaktadır.,

Çizelge 2., İnceleme alanındaki so. noktalarından alınan örneklerdeki izotop analizi sonuçları

Table 2. Isotope analysis *resuhs of the samples collected from the study area*

KURAK DÖNEM				
Lokasyon No	Lokasyon Adı	Oksijen-18	Döteryum	Tritiyum
1	Alman Pınarı 660m	-10,48	-79,2	14,4
2	Büyük Mağara Pınarı 320m	-10,26	-74,18	17,2
3	Aydındere 248m	-10,15	-74,72	20,6
6	Cumayanı Mağara P 32m	-8,9	-71,33	17,1
7	Cumayanı Pınarı 20 m	-9,09	-68,33	17,6
15	Kurtköy Kuyu Ağızı	-9,72	-73,53	16,9
18	Yukarı Dere 120m	-9,29	-69,89	20,4
32	Kokasu Ilıca 50m	-10,15	-76,1	2,4
33	Kokaksu 50m	-10,09	-73,35	12,4
40	Kılıçmahalle 110m	-9,52	-69,12	17,9
51	Çatalağızı -360	-8,76	-74,26	15,6
51B	Çatalağızı sıfır pas -360m	-9,64	-72,68	15,5
52	Gelik -260m	-11,45	-73,51	17,9
53	Yeni Gelik Kuyu -620m	-12,44	-88,73	1,8
HG2	Kuyu 300m	-8,54	-71,51	15
HG3	Kuyu 199m			
	Yağış(Zonguldak) 136m			
YAĞIŞLI DÖNEM				
Lokasyon No	Lokasyon Adı	Oksijen-18	Döteryum	Tritiyum
1	Alman Pınarı 660m	-10,25	-75,09	14,2
2	Büyük Mağara Pınarı 320m	-10,02	-71,54	15,2
3	Aydındere 248m	-9,97	-69,65	13,2
6	Cumayanı Mağara P 32m	-10,15	-71,71	11,4
7	Cumayanı Pınarı 20 m	-9,84	-68,21	14
15	Kurtköy Kuyu Ağızı	-9,63	-62,01	18,8
18	Yukarı Dere 120m	-7,36	-54	17
32	Kokasu Ilıca 50m	-9,62	-65,64	1,7
33	Kokaksu 50m	-10	-68,19	9,7
40	Kılıçmahalle 110m	-9,14	-68,39	12,8
51	Çatalağızı -360	-8,81	-61,8	10,6
51B	Çatalağızı sıfır pas -360m	-7,72	-55,83	11
52	Gelik -260m	-9,76	-63,45	13,6
53	Yeni Gelik Kuyu -620m			
HG2	Kuyu 300m			
HG3	Kuyu 199m	-10,46	-70,81	10,1
	Yağış(Zonguldak) 136m		-56,18	12,5

Şekil 3. Kurak dönem $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisiFigure 3. Dry Season $\delta^{18}\text{O}$ - δD graph.Şekil 4. Yağışlı dönem $\delta^{18}\text{O}$ - δD ilişkisiFigure 4. Wet Season $\delta^{18}\text{O}$ - δD graph.

Duraylı izotoplardan döteryum ve oksijen-18 arasındaki ilişki belli yağış rejimleri için zaman içinde değişmez. BE nedenle, örneklerdeki döteryum fazlası değerleri kullanılarak farklı yağış rejimlerinin etkisi belirlenebilir. Döteryum fazlası, $D_f = 8D - 8x8^{18}O$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelge 3'de Eylül-Ekim 1994 ve Nisan 1995 döteryum fazlası değerleri verilmiştir. Döteryum fazlasının yüksek değerler aldığı noktalarda denizel, kökenli yağışların görülmesine karşılık düşük değerler daha çok karasal kökenli yağışları temsil etmektedir (Kehinde, 1993). Ortalama değerler ise her iki kökenli yağışlardan beslenme ile ilgili olduğunu göstermektedir,

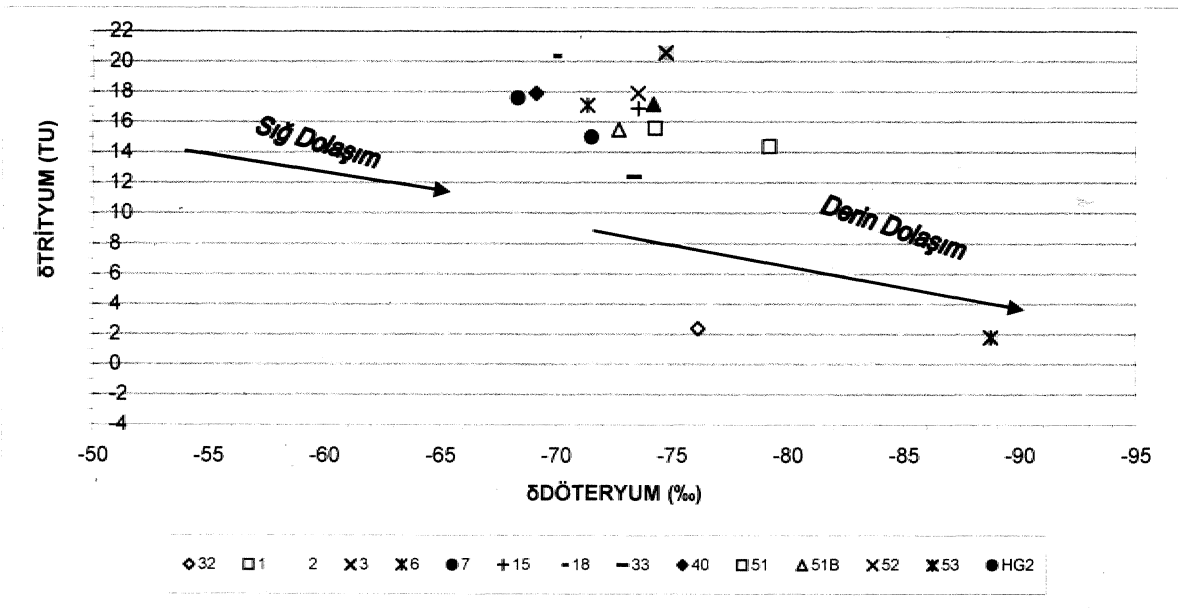
Oksijen-18 ve döteryum içerikleri, alındığında inceleme alanında bulunan suların ortalama beslenme yüksekliklerinin 400-500 metre arasında değiştiği söylenebilir.

Çizelge 3. İnceleme alanındaki döteryum fazlası değerleri

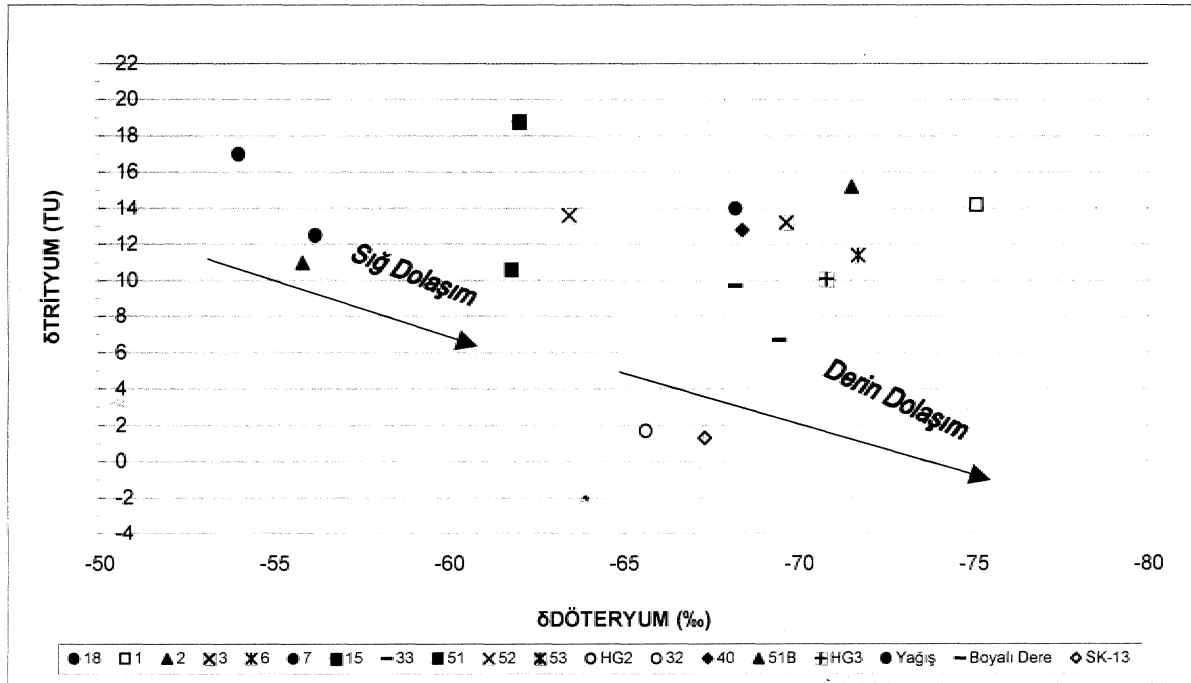
Table i. Deuterium excess in the study area

Eylül – Ekim 1994	D_f	Nisan 1995	D_f
1	4,6	1	6,91
2	7,9	2	8,62
3	6,48	3	10,11
6	-0,13	6	9,49
7	4,39	7	10,51
15	4,23	15	15,03
18	4,43	18	5,12
32	5,1	32	11,32
33	7,37	33	11,81
40	7,04	40	4,73
51	-4,81	51	8,68
51B	-4,44	51B	5,93
52	18,09	52	14,87
53	10,79	HG3	12,87
HG2	3,19	YAĞIŞ	10,7

Şekil 5 ve Şekil 6'da döteryum-trityum ilişkisi görülmektedir. Bölgesel yeraltısuyu sistemi gözönüne alındığında 32 ve 53 numaralı lokasyonlardan alınan örnekler dışında kalan sular sığ dolaşımdan gelen sulardır, 32 ve 53 nolu örneklerdeki sular ise derin dolaşımdan gelen sulardır.



Şekil 5. Kurak dönem δD - T ilişkisi
Figure 5. Dry Season δD - T graph.



Şekil 6. Yağışlı dönem δD - T ilişkisi

Figure 6. Wet season δD - T graph

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma alanında Paleozoyik' ten Kuvaterner'e kadar değişen yaşlarda litolojik birimler mevcuttur, Bunlardan. Paleozoyik yaşlı kömürlü birimler,, Üst Barremiyen-Alt Apsiyen yaşlı İncüvez Formasyonu ve Üst Kretase yaşlı fliş geçirimsiz, Paleozoyik yaşlı dolomitik kireçtaşları, Barremiyen-Apsiyen yaşlı kireçtaşları ile Kuvaterner Alüvyon geçirimli özelliğindedir.

Viziyen yaşlı dolomitik kireçtaşları ile Apsiyen yaşlı kireçtaşları ileri derecede karsüaşmış, Barremiyen kireçtaşları ise orta derecede karstlaşmış durumdadır.

izotop analizleri ile bölgede bulunan sular bölgesel yer altı suyu sistemide göz önüne alınarak sığ ve derin dolaşım olarak ayırtlanmıştır. Sığ dolaşıma giren sular doğal

olarak, güncel sulardır. Buna göre 32 ve 53 nolu lokasyonlardaki sular havzanın derin dolaşımına giren sulardır,.

Aydındere 1 ve Gelik yeraltı lokasyonlarının izotopik kompozisyonları benzerlik göstermektedir. Cumayam mağara kaynağı ile Cumayam kaynağının izotopik kompozisyonları da aynı şekilde benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla bu noktaların hidrojeolojik olarak aynı sisteme dahil oldukları görülmektedir. Diğer noktaların izotopik kompozisyonları arasında belirgin bir benzerlik sajrtaanamıştır.

Bölgesel meteorik su hattının belirlenmesi amacıyla değişik peryotlarda izotop örnekleri alınmalıdır. Bu olay bölgede bundan sonra yapılacak izotop çalışmalarında sağlıklı yorum yapma açısından oldukça gereklidir.

Değınlenen Belgeler

- Aydın, M., 1990, Zonguldak Ulus Sahaları MTA ve TPAO Kuyularından Geçen Jeolojik Kesitler, TPAO, Çıkara
- APH A-A W W A-WPCF, 1981, Standart: Methods For The Examination Of Water And Wastewater (15th ED.): American Public Health Association, Washington, USA, 1134 p.,
- Erduxan, B., 1997, Zonguldak — Bağlık - İnağzı - Göbü - Kazköy Kömür Sahalarının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi., Yük. Müh. Tezi, H.Ü., Müh. Fak., Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara (yayınlanmamış)
- Kekinde., M .O., 1993., Preliminary Isotopic Studies In The Bida Basin, Central Nigeria, Environmental Geology, Volume 22, Washington, USA, 21.2 - 217 p.
- Oktu, G., Erduran, B., Kır, N., Alkılıç, Ç., Kök- lü, Z., Nazik, L., Bircan, A., Törk, K., Mengi, H., özel. E., Tunçperçinel, S., Tuncay, I., Erdoğan, R., 1996, Zonguldak - Bağlık - İnağzı - Göbü - Kazköy Kö- mür Sahalarının Hidrojeoloji Etüdü Final Raporu, MTA, Ankara (Yayınlanmamış)
- Özler, t., Yaver, Y., Kır, N., Canca, N., Tongal, O., Bakan, Z., 1992, Değirmenağzı ile Göbü Arasında Kalan Alanın Jeolojisi ve Kömür Varlığı, MTA, Derleme No:9599, Ankara (Yayınlanmamış)
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Ketin, t., 1981, Remnants Of A Pre-late Jurassic Ocean In Northern Turkey: Fragments Of Permian-Triassic Paleo-Thetys, Geological Society Of American Bulletin, Part I, Volume 99, 599 - 609 p.
- Yergök, Ä.F., Akman, İL, İplikçi, E., Karabalık, N., Keskin, İ., Mengi, H., Umut, M, Ar- mağan, F., Erdoğan, K., Kaymakçı, M., Çetinkaya, A., 1987a., Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi I, MTA, Derleme No:8273, Ankara (Yayınlanmamış)
- Yergök, A.F., Akman, Ü., Tekin, F., Karabalık, M, Arbaş, A., Akat, U., Armağan, F., Er- doğan, K., Kaymakçı, H., 1987a, Batı Ka- radeniz Bölgesinin Jeolojisi II, MTA, Derleme No:8848, Ankara (Yayınlanma- mış)
- Yurtsever, Y., 1978, .Environmental Isotopes As A Tool In Hydrogeological Investigations Of Southern Karst Regions Of Turkey, Proceedings Of A International Seminar On Karst Hydrogeology, Antalya, Turkey

Domaniç (Kütahya) Bakır-Molibden Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Alterasyon Özellikleri

Geology and the Alteration Features of Domaniç (Kütahya) Copper-Molybdenium Mineralization

İsmet CENGİZ*, Yurdal GENÇ**

MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesi, 06520, Ankara

Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Beytepe, 06532, Ankara

OZ

Bu çalışmada; Domaniç (KÜTAHYA) bakır-molibden yatağının oluşumunu ortaya çıkarabilmek amacıyla ile, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 1992-1993 yılları arasında yapılan arama, sondajlarının karat örnekleri incelenerek; cevherleşmenin alterasyon özellikleri araştırılmıştır.

Yapılan sondajlardan alınan karot örneklerinde; derinlik ve damar olmak üzere iki farklı kayaç türü tanımlanmıştır. Derinlik kayaçları eşit taneli ve porfirik dokuda gözlenmektedir. Eşit taneli derinlik, kayaçları; tonalit, granodiyorit, kuvars-diyorit ve granittir. Porfirik dokulu derinlik kayaları ise, tonalit porfir, kuvars-diyorit porfir, granodiyorit porfir, diyorit porfir ve granit porfir olarak tanımlanmıştır. Damar kayaçları ise apiftir.

Yukarıdaki kayaç türlerinden aplit dışındaki kayaçlar cevherleşme ile ilişkili olup alterasyona maruz kalmışlardır. Cevherleşmeye eşlik eden bu kayaçlarda alterasyon sonucu oluşan mineral birlikteliklerine göre, dört farklı tip alterasyon belirlenmiştir. Bunlar; 1-biyotit-kuvars, 2-serizit-kuvars, 3-kuvars-kil-klorit, 4-klorit-epidot-kuvars alterasyonu olup, sondajlarda tekrarlanmalı olarak gözlenmiştir.

İnceleme alanındaki cevherleşme; mineralojisi, tipi, yankayaç ilişkisi ve yankayaç alterasyonlan özellikleri ile "Porfir tip bakır-molibden" yataklara, benzer özellikler göstermektedir.

Diğer taraftan sondajların ilk metrelerinde yaygın olarak limonitleşme, hematitleşme ve killeşme şeklinde ortaya çıkan ve yüzey sularının etkisi ile oluşmuş yüzeysel alterasyon'da gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Alterasyon,, Bakır, Molibden, Kütahya, Cevherleşme

ABSTRACT

Within the framework of this study, alteration features of the ore deposit, host rock alteration of copper-molybdenium mineralization located around Domaniç (KÜTAHYA) have been studied by examination of drilling cores that were recovered by MTA during 1992-1993.

Two different rock types, namely plutonic and subvolcanic, are distinguished within the study area, Plutonic rocks show as granular and porphyritic textures. The plutonic rocks which have granular texture are tonalite, granodiorite, quartz-diorite and granite, The other plutonic rocks with porphyritic texture are tonalite porphyry, quartz-diorite porphyry, granodiorite porphyry diorite porphyry and granite porphyry, Subvolcanic rock is aplite.

The rocks except aplite in the study area are altered and mineralized Four different alteration types are distinguished in the rocks associated with mineralization. On the basis of alteration minerals.. These are (1) biotite-quartz, (2) sericite-quartz, (3) quartz-clay-chlorite and (4) chlorite-epidote-quartz alteration types which exhibit an alternating pattern in the cores, Furthermore, a secondary alteration that is exhibited in the first meters of the drillings is amorphization, Hydrothermalization and argillization that has been formed by surface waters are also observed.

Key words; Alteration, Copper, Molybdenum. Kütahya, Ore deposition

GİRİŞ

İnceleme alanı, Domaniç (Kütahya) ve inegöl (Bursa) ilçeleri arasında yer almakta olup 1/25000 ölçekli 1-22 b.2 paftasında yaklaşık 40 km²lik bir alan kapsamaktadır (Şekil 1).

İnceleme alanı ve yakın yöresinde jeoloji ve maden aramaya yönelik öncel çalışmalar çok eski yıllara dayanmaktadır. Molly (1955) tarafından altın aramalarına yönelik olarak inegöl yöresinde yapılan ilk çalışmayı, inegöl güneyinde bulunan Mesruriye köyü yakınlarında skarn tipi Cu-Pb-Zn cevherleşmesini vurgulayan Kaaden (1955) takip etmiştir.

Bu ilk çalışmaları takiben çalışma sahası ve yakın yöresinin genel jeoloji anlamında Bürküt (1966), Özkoçak (1969), Ataman (1972 ve 1973), Çöteli (1970 ve 1972), Öztunah (1973), Bingöl, v.d. (1982), Okay (1984), Ercan ve Törkecan (1984), maden yatakları özelinde ise; Erdem (1975), Middelear (1975), Middeleaar ve Visser (1975), Yavuz (1975), Kara ve Pehlivan (1983), Taşkın (1983 a ve b), Demiray

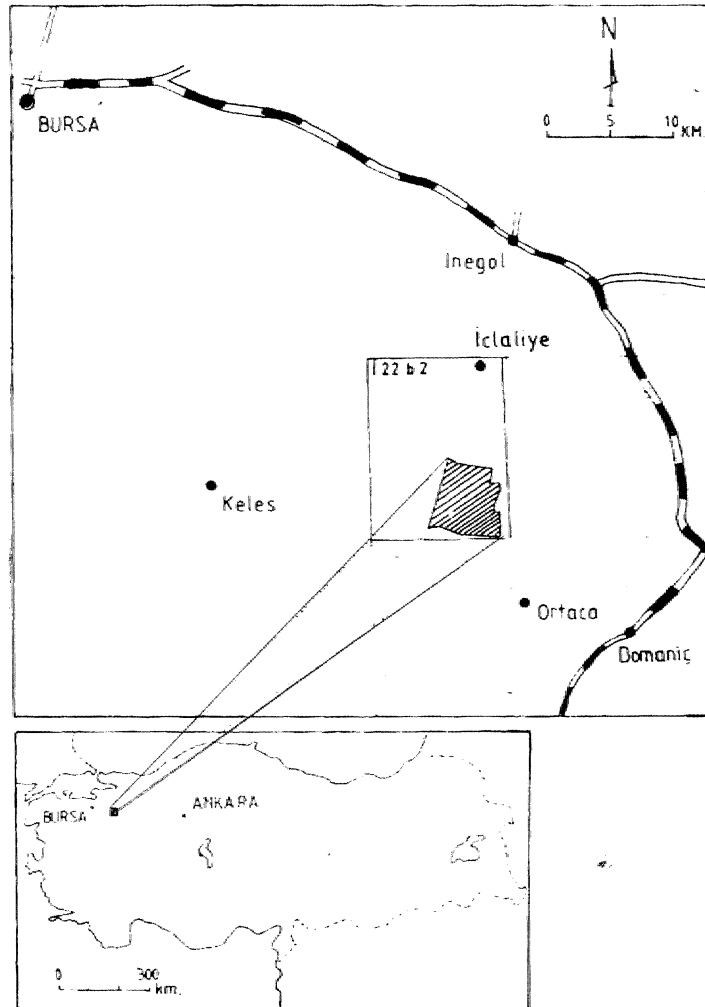
(1984), Arısoy (19-85), Pehlivan ve Orbay (1987), Pehlivan (1987), Yıldırım ve Çelebi (1991), Taşkın ve Bulut, (1992) gibi çok çeşitli araştırmalar- yapılmıştır.

Yukarıda verilen öncel çalışmalardan hareketle, bu çalışmada; Domaniç (KÜTAHYA) bakır-molibden yatağının oluşumunu ortaya çıkarabilmek amacı ile, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 1992-1993 yılları arasında yapılan arama sondajlarının karot örnekleri incelenerek; cevherleşmenin alterasyon özellikleri incelenmiştir.

Bu amaç doğrultusunda lokasyon bilgileri Çizelge F de sunulan sondajlardan derlenen toplam 313 adet karot örneği arazi ve laboratuarda, makroskobik ve mikroskobik olarak tanımlanmıştır. Arazide karotların makroskobik incelenmesi sonucunda hazırlanan ayrıntılı kuyu logları özelinde litolojik değişikliklerin gözlemlendiği kesimlerden alınan mineralojik-petrografik örnekler ile cevherleşme açısından önemli görülen kesimlerden alınan cevher mineralojisi örnekleri ayrıntılı-olarak incelenmiştir.,

Sondaj No	X-Doğu	Y-Kuzey	Z-Yükseklik	Derinlik (m)
DOS-1	10934. 5	17361. 3	1548. 48	150
DOS-2	10705. 8	20525. 2	1803. 44	150
DOS-3	10981. 46	17783. 44	1563. 57	173
DOS-4	10626. 13	18075. 46	1604. 86	150
DOS-5	10783. 86	17709. 71	1562. 52	298
DOS-6	10897. 15	20680. 04	1778. 65	166
DOS-7	11117. 81	17984. 22	1569. 56	186
DOS-8	11018. 58	17558. 05	1598. 54	250

Çizelge 1. İnceleme alanındaki sondajlara ait topoğrafik bilgiler
 Table 1. Topographical knowledges of drills in the investigated area.



Şekil 1. İnceleme alanı yer buldum haritası
 Figure 1. Location map of investigated area

örneklerin seçilmesinde mineral tane boyu, renk, doku, gibi değişimler dikkate alınmıştır. Kaya ve aiterasyon tanımlamasına yönelik 170 adet ince-"kesit örneği incelenmiştir, Magmatik kayaçların tanımlanmasında Streckiesen (1967) sınıflaması kullanılmıştır.

JEOLojİ

İnceleme alanı Kuzeybatı Anadolu'da,, İnegöl-Keies (BURSA), Domaniç (KÜTAHYA) üçgeni içinde kalan,, Boğazova Granitoyit .masifinde yer alır (Şekil 2),

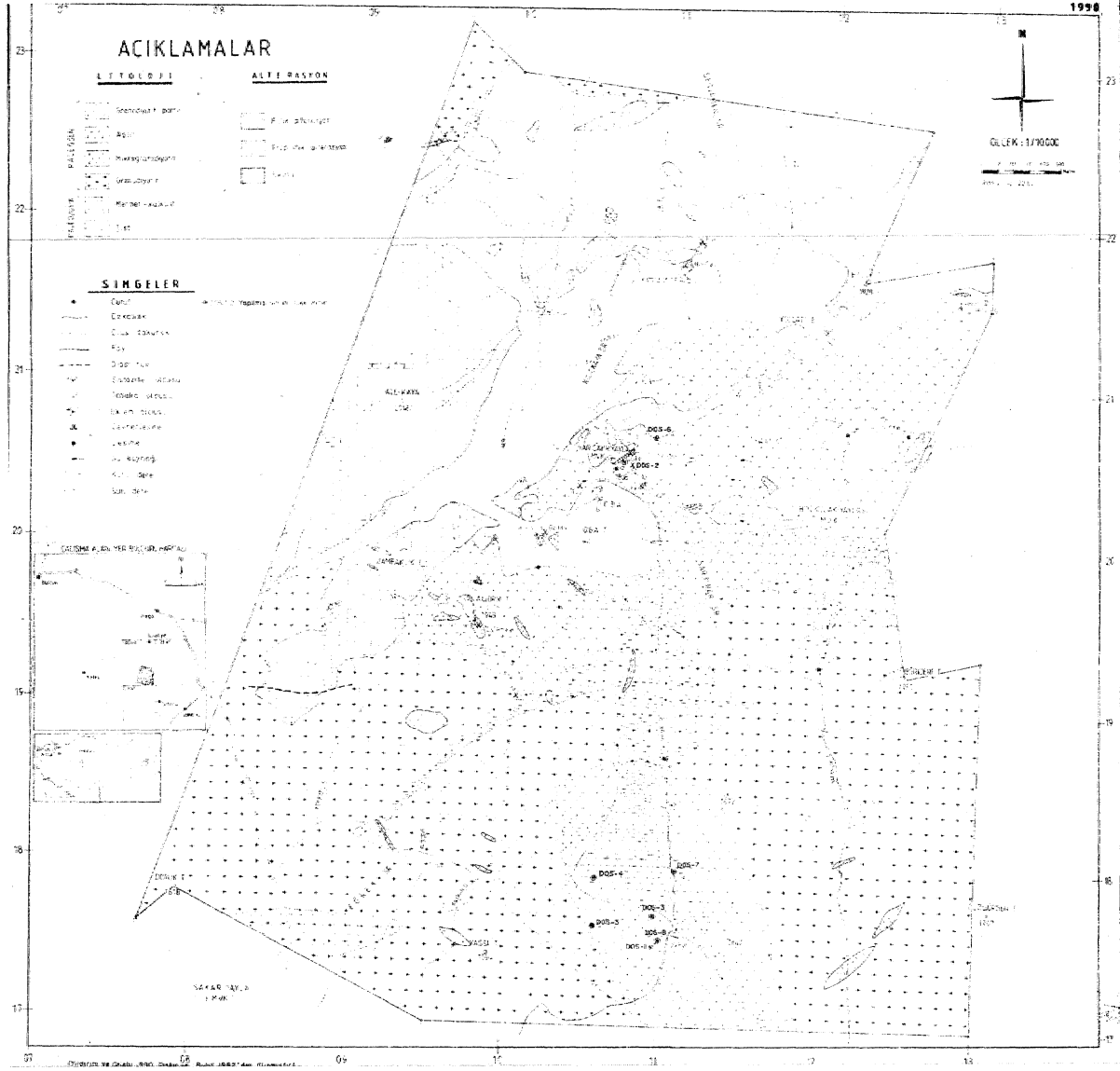
İnceleme alanında, en yaşlı kaya birimi, Paleozoyik yaşlı şistler olup,, bunların üzerinde mermerler yer almaktadır. Magmatik kayaçlar ise bu birimleri kesmektedir. Siyahımsı,, koyu gri renkli,, iyi derecede yapraklanma sergileyen (foliasyon), yatık izoklinal kıvrımlı, süt kuvars bant ve mercikleri içeren Şistler inceleme alanında,, Sançayırıyayla mevkinin kuzeyinde Obatepe, Zambaklıktepe, Allıkaya Tepe arasında ince bir bant şeklinde gözlenir (Şekil.3)... Sondajlarda .kesilmeyen bu temel kayaçlar,, Küçükayrnan (1987) gore glokofanlavsonit mineral paraj enezine sahiptir. Paleozoyik yaşlı verilen bu birim olasılıkla Üst Kratese'de bir çarpışma sonucu oluşan yüksek basınç/düşük sıcaklık gömülme metamorfizmasına uğramıştır.

Metamorfitletler üzerine gelen mermerler mavimsi açık gri ve bej renkte,, eklemlili, kırıklı ve kıvrımlı bir görünümde dirler. İnceleme alanının kuzey ve kuzey; batısında gözlenen Mermerler Allıkayatepe, Zambaklıktepe, Yolçatı ve Adel Tepe, dola-

yında zirveleri oluştururlar (Şekil 3) Granodiyorit intrüzyonlan nedeniyle ilksel konumları bozulmuş ve parçalanmışlardır. Magmatik kayaçlarla olan dokanaklan boyunca,, skarn oluşumları ve bazı yerlerde sülfite cevherleşmeleri gözlenir (Şekil 3). Küçükayman (1987), tarafından "Geyiktepe Mermerleri"₃ Pehlivan (1979),, tarafından İse "Allıkaya Mermerleri "olarak adlandırılan mermerlere, 2 ve 6 numaralı sondajlarda rastlanmıştır. 2 no lu sondajda,, 147-150 metreler arasında, 6 no"lu. sondajın ise, 12-30, 40-70, 138-166 metrelerinde bu mermerler skam zondan ile tedrici geçişli olarak gözlenmiştir... Bu geçişlerde mermerler içinde gelişmiş olan. 0,1-0.5cm genişlikteki çatlaklarda gelişmiş pirit oluşumları saptanmıştır.

İnceleme alanının % 60'ını oluşturan magmatik kayaçlar sarımsı, grimsi, beyazımsı renk ve yayvan topografyası ile arazide şist ve mermerlerden kolaylıkla ayrılırlar. En tipik olarak gözleendiği yerler,, Karanlık Dere, Katran Dere ve Sançayırıyayla mevkidir. Magmatik kayaçlar Yıldırım ve Çelebi (1991), Taşkın ve Bulut (1992) tarafından granodiyorit, mikrogranodiyorit, granodiyorit porfir ve aplit olarak, haritalanmıştır (Şekil 3).

inceleme alanındaki magmatik kayaçlar daha önceki araştırmacı lar tarafından "Boğazova (Göynükbelen) Diyorit " (Özkoçak, 1969); "Gürgenyayla (Domaniç) Granodiyorit (Ataman, 1973), "Boğazova-Domaniç Granodiyorit"¹ (Taşkın, 1983 a,, Pehlivan, 1987); "Alaçam Graniti" (Küçükayman, 1987) olarak adlandırılmıştır.



Şekil 3. Sarıçayırıyayla-Domanıç (Kütahya) Cu-Mo cevherleşmesine ait jeoloji ve alterasyoo haritası (1/10.000 ölçekli)

Figure 3. Geologic and alteration map of Sarıçayırıyayla-Domanıç (Kütahya) Cu-Mo ore deposit.

Magmatik Kayaçların Minerolojik-Petrografik özellikleri

İnceleme alanında. MTA tarafından yapılan sondajlardan alınan karat örnekleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda çalışma sahasında gözlenen magmatik kayaç-

ların derinlik ve damar kayaçları ile temsil edildikleri saptanmıştır.;

Derinlik kayaçları eşit taneli ve porfirik olmak üzere iki farklı doku göstermektedir. Eşit taneli derinlik kayaçları holokristalin taneli dokuda ve yaklaşık eşit tane boyuna sahiptirler,. Ortalama taneli boyutları 2-3

mm" dir. Ana mafik mineralleri biyotit ve hornblenddir.

Sondaj karotlarında tanımlanan porfirik dokulu derinlik kayaçlarının en büyük özellikleri mikrokristalin bir hamur içinde dağılmış olarak gözlenen 0.5-lcm boyutunda fenokristaller içermeleridir.

Sondaj karotlarında. tanımlanan damar kayaçları ise aplitler olup inceleme alanındaki derinlik kayaçlarını keser biçimde gözlenmektedir.

Eş Taneli Dokulu Derinlik Kayaçları

İnceleme alanında gözlenen eşit taneli derinlik kayaçları Yıldırım ve Çelebi (1991) tarafından granodiyorit ve mikrogranodiyorit olarak tanımlanmıştır. İnceleme alanını oluşturan magmatik kayaçların büyük çoğunluğunu, bu kayaçları oluşturmaktadır (Şekil 3).. Sahada tanımlanan eşit taneli derinlik kayaçları sondajlarda bulunma oranlarına göre, tonalit, kuvars-diyorit, granodiyorit, granit olup; bu kayaçlara ait mineralojik ve petrografik Özellikleri aşağıda belirtilmiştir. Ayrıca, çizelge 2'de derinlik kayaçlarının litoloji-derinlik ilişkileri verilmiştir.

Tonalit

Tonalitler makroskopik olarak açık yeşilimsi, gri, koyu gri renklerde olup, altere kesimleri sarımsı, beyazımsı ve yeşilimsi-gri olarak gözlenir,. Taneseli dokulu olup, tane boyu değişkendir.

Tonalitler inceleme alanında tipik olarak Topuk Dere içinde, Yassı tepenin 500 metre

doğusunda gözlenmektedir. Yıldırım ve Çelebi (1991) tarafından mikrogranodiyorit olarak adlandırılmış ve 1, 3, 5 ve 8 no lu sondajlar bu kayaçlar üzerinden yapılmıştır (Şekil 3).

Tonalitlerin gözlemlendiği sondajlar ve bu sondajlardaki dağılımı şöyledir:

Dos 1 sondajının ana litolojisi olan tonalitler, 22-25, 90-92.5 ve 143-146 metrelerde gözlenen tonalit porfirlerle geçişlidir. Tonalitler, 0-5 metreler arasında, oksidasyon etkisiyle sarımsı kırmızımsı renklerde ve toprağımsı dağılgan görünümündedir., Derine doğru daha tıkkız bir görünüm alırlar. Kalınlığı 0.1 cm olan kırık ve çatlaklarda kalsit ve klorit oluşumları gözlenir.

Tonalitler 3 nolu sondajda 0-55.5, 68-82, 141-173 metreler arasında izlenmiştir: İlk 10 metrelik kesimde tonalitler,, oksidasyondan etkilenerek değişikliğe uğramıştır., Tonalitler 3 no⁹ lu sondajda granodiyorit ve granitlerle tedrici geçişlidir,, Tonalitler kendi içinde ve bu geçişlerde 0.5->1 cm'lik kuvars, kalsit ve klorit damarcıklarıyla kesilmişlerdir. **141.** metrede granodiyorit porfire geçiş gösterir ve bu geçişlerde kuvars,, .kalsit ve klorit bileşimli, ağsallı yapı, kalınlığı 0.1 cm'lik damarcıklar gözlenir.

5 nolu sondajda" 0 -10, 20- 25, 35-77, 87-101,, 112-153, 173-220, 234-288 metreler arasında gözlenen tonalitler bu sondajda granit ile tedrici, kuvars-diyorit porfir ile keskin dokanak ilişkisine sahiptir., Porfirik dokulu. kayaçlarla olan dokanaklarında ağsallı yapı, kuvars, kalsit ve klorit damarcıkları gözlenir.

8 no'lu sondajda 155-232, 246-250 metreler arasında gözlenen tonaliyer kuvarsdiorit porfir ve tonalit porfirle geçişli olarak izlenmiştir., Tonalitlerin mineralojik bileşimi plajiyoklaz, kuvars ve daha az oranlarda ortoklazdan oluşmaktadır... Mafik mineraller biyotit ve hornblenddir. Apatit ve zirkon tali mineraller olarak gözlenirler,

Plajiyoklazlar toplam feldispatın hemen hemen tamamını oluşturmaktadır., Kayacın en önemli bileşeni olan plajiyoklazlar sönmeye açılarına göre daha çok oligoklaz- andezin bileşimindedir. Genellikle özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde gözlenirler. Zonlu yapılara sıkça rastlanır.. Plajiyoklazlar birbirine paralel ince lameller şeklindeki polisentetik ikizlenmeler göstermektedir., Plajiyoklazlarda gözlenen dönüşüm, mineralleri ise kil, serizit ve epidottur.

Kuvars plajiyoklazdan sonra en fazla bulunan açık renkli mineraldir., Öz şekilsiz kristaller halinde diğer minerallerin aralarını doldurmuş olarak veya ince taneli agregatlar halinde, kümecikler ve damarcıklar şeklinde bulunmaktadır.

Biyotit ve hornblend tonalitte gözlenen, egemen mafik minerallerdir. Biyotitler özşekilli ve yarı özşekilli levhamsı kristaller halinde gözlenir. Tane boylan değişken olup,. 1 -3mm arasında değişmektedir, tri kristalli biyotitler açık kahverengiden koyu kahveye değişen, pleokroyizma gösterirlerken ince taneliler ise yeşilimsi pleokroyizma gösterir, iri kristalli biyotitlerde kenarlarından, itibaren kloritleşmeler ve opasitleşmeler yaygındır... Kloriüleşmelere bağlı olarak gelişmiş rutil iğneciklerinin oluşturduğu kafes şekilli sagenit yapılarına rastlanır.

Hornblend düzgün prizmatik altıgen şekilleri ve baklava dilinimleriyle tipik olup, yer yer biyotit ve kuvars agregatları ile ornatılmış pseudomorflar şeklinde de gözlenir.

Tali mineral olarak apatit, zirkon, ve rutil gözlenmiştir., Apatit özşekilli ve yarı özşekilli olarak küçük kristaller şeklinde bulunur. Yüksek optik engebe ve grimsi renkleriyle plajiyoklazların içinde kapanım olarak saptanmıştır.

Zirkon özşekilli ve yarı özşekilli. olarak biyotitler içinde kapanım olarak gözlenmiştir.

Rutil. iri taneli biyotitlerin kloritleşmesi sonucu iğnemsî kristalleri ile kafes yapısı oluşturur biçimde izlenmektedir...

Granodiyorit

Makroskopik olarak tonalitlerle benzerlik gösterirler ve tonalitlerden sonra sondajlarda en fazla rastlanan derinlik kayacıdır., İnceleme alanında 4 no'lu sondaj lokasyonu, granodiyoritler üzerinden verilmiştir (Şekil 3), Bu lokasyon Yıldırım ve Çelebi (1991), Taşkın ve Bulut (1992) tarafından, mikro granodiyorit olarak tanımlanmıştır.,

Granodiyoritlerin izlendiği sondajlar ve bu sondajlardaki dağılımı şöyledir:

Granodiyoritler; 3 no'lu sondajda 55.5-58 metrelerde granit, ve tonalitle, 82-96 metrelerde tonalit ve granodiyorit porfirlerle, 103-108 metrelerde ise granodiyorit porfirlerle geçişlidir., 4 no'lu sondajda ise sadece 0-64 metre arasında izlenen, granodiyoritler, bu metreden sonra gözlenmemektedirler (Çizelge 2).

KAYA BİRİMİ	Dos-1 (m)	Dos-2 (m)	Dos-3 (m)	Dos-4 (m)	Dos-5 (m)	Dos-6(m)	Dos-7m)	Dos8(m)
Tonalit	15-22 25-90 92-143 146-150		10-55.5 62-79 141-173		0-10 20-25 35-77 87-101 112-153 173-220 234-288			155-232 246-250
Kuvars-diyorit							0-35 45-73 83-126 145-176	0-17 47-121 148-150
Granodiyorit			55.5-58 82-96 103-108	0-28 33-48 57-62				
Granit			58-62	28-33 48-57 96-108	77-87 101-112 283-295			

Çizelge 2. Eş tane dokulu derinlik kayalarına ait litoloji i -derinlik ilişkisi

Table 2. Relationship of lithology-depth of plutonic rocks which have same granule texture

Granodiyorit ile porfirik dokulu kayaların dokanaldanında kuvars, kalsit,, ve klorit bileşimli ağsal yapıli damarcıklar yoğun olarak gözlenirler. Bu geçişlerde damarcıkların kalınlıkları 1-5 cm arasındadır. Bu özellik. 4 no"lu sondajım 64. metresinde gözlenmiştir.

Mineralojik bileşimi plajiyoklaz, kuvars, ortoklaz, hornblend, biyotit olup; sfen, zirkon, apatit ve rutil tali mineraller olarak gözlenmektedir. Holokristalin taneseli dokuda gözlenen kayacın mineralleri yaklaşık 2-3mm boyutunda, ve eşit tane büyüklüğüne sahiptirler.

Plajiyoklazlar özşekilli ve yan özşekilli kristaller şeklinde olup, sönme açlarına göre genellikle albit-oligoklaz bileşimindedir. Polisentetik ikizlenmeleri yaygındır.

Granodiyoritlerde zonlu plajiyoklazlar tonaiitlere göre daha az bulunur ve yaygın olarak serizitleşmiş ve killeşmişlerdir.

Kuvarslar özşekilsiz ve diğer minerallerin, aralarını doldurmuş şekilde bulunur. Yer yer dalgalı sönme gösteren kuvarslar ortoklazlar içinde kapanımlar halinde de bulunurlar,. Tane boyutu 0.1 mm civarında olan kuvarslar biyotit,, ortoklaz ve albit kümecikleri içinde düzensiz dağılımlar şeklinde de gözlenmektedir.

Granodiyoritlerde ortoklaz miktarı tonaiitlere göre daha fazladır ve kuvars ile arasında mikro grafik dokular gözlenir,, ancak yaygın değildir,.

Ana mafik mineral hornblend olup biyotit daha az oranlarda bulunur. Hornblendler düzgün prizmatik şekiller halinde ve çoğu kez formları biyotit-kuvars; daha az olarak

albit ve ortoklazdan oluşan agregalarla ornatılmıştır.

Biyotitler iki farklı tane boyunda, olup iri taneliler özşekilli ve yan özşekli bağımsız taneler şeklinde, ince taneliler ise kümecikler halinde gözlenmiştir, tri tanelilerde yaygın opasitleşmeler ve kloritleşmeler gözlenir.

Sfen özşekilli kesitleriyle tipiktir, Kayaçta düzensiz dağılımlar olarak gözlenmiştir.

Zirkon ve apatit özşekilli ve yan özşekilli kristaller halinde diğer minerallerin içerisinde kapanım olarak gözlenmektedir...

Rutil kloritleşmiş iri taneli biyotitlerde iğnemi kristaller şeklindedir.

Kuvars diyorit

Makroskopik Özellikleri tonalilerle benzerlik gösterirler. Renkleri açık yeşilimsi gri,, koyu gri ve sarımsı gridir., Altered olmuş kesimleri beyazımsı-gri ve sarımsı renklindedir.,

Kuvars-diyoritlerin sondaj karotlarındaki makroskopik özellikleri tonalilere benzemektedir.

Dos 7 no'lu sondajda 0-35, 45-73, 83-126, 145-176 metreler arasında., Dos 8 no'lu sondajda 0-17, 47-121, 148-150 metrelerde gözlenmektedirler. Bu sondajların lokasyonlan kuvars-diyoritler üzerinden yapılmıştır (Şekil. 3). Ancak daha önceki çalışmacılar tarafından bu lokasyonların olduğu kesimler mikrogranodiyorit olarak adlandırılmıştır (Yıldırım ve Çelebi, 1991).

Kuvars-diyoritler sondajlarda genellikle kuvars-diyorit porfirlerle geçişli olarak izlenmektedir. Bu kayaçlarla olan dokanaklan keskin sınırlı olup kuvars, kalsit ve klorit bileşimi! ağsal damarcıklar içermektedirler.

Ayrıca, bu dokanaklarda ezilmeler sonucu oluşan killeşme ve yer yer de breşleşmeler gözlenir., Diğer derinlik kayaçları ile olan dokanaklan, tedrici geçişli olup kuvars miktarının azalmasıyla diyorite, kuvars miktarının artmasıyla da tonalilere geçiş gösterirler., Bu özellikler 7 no'lu sondajın 75-85., 12544.5, 177-186 metrelerinde, 8 no'lu sondajın ise 17-48, 122-152 metrelerinde gözlenmiştir (Çizelge2). Kayaç oluşturan ana mineraller bolluk sırasına göre plajiyoklaz, kuvars, ortoklaz, biyotit ve hornblenddir. Tali mineral olarak apatit, zirkon, ve rutil saptanmıştır.

Plajiyoklaz özşekilli ve yan özşekilli kristaller halinde küçük lamelli, polisentetik ikizlenmelidir. Genellikle oligoklaz ve andezin bileşimindedir ve zonlu yapılara sık rastlanır. Zonlu plajiyoklazlar kenarlarından itibaren kil minerallerine dönüşmüştür., Çekirdek kısımlarında epidot oluşumlarına da rastlanır, Plajiyoklazlar yaygın olarak serizitleşmiştir.

Kuvarslar özşekilsiz kristaller şeklinde bulunur. Diğer minerallerin arasını doldurur biçimde düzensiz dağılımlar gösterirler. Kuvars ayrıca ince taneli damarcıklar ve biyotit, albit, ortoklaz ile birlikte düzensiz kümecikler de oluşturur.

Biyotit, daha az olarak da hornblend kuvars-diyoritlerde gözlenen koyu renkli minerallerdir., Biyotitle özşekilli ve yarı özşekilli kristaller halinde iri ve ince taneli olarak saptanmıştır.. İri taneli biyotitler kahverengimsi-san, ince taneliler ise açık yeşilden koyu yeşile değişen pleokroyizmaya sahiptirler. İri taneli biyotitlerde kloritleşmeler sonucu oluşan sagenit yapıları ile kenarlarından itibaren gelişen opasitleşmeler

gözlenmiştir. Hornblendler düzgün, altıgen prizmatik şekilleri ve baklava şekli dilimleriyle kolayca tanınmaktadır., Hornblendler biyotit ve kuvars tarafından ornatılmış olarak gözlenmektedirler.

Apatit özşekilli ve yarı özşekilli olarak plajiyoklaz ve diğer mineraller içinde kapanımlar olarak bulunur. Zayıf çift kırması ve yüksek optik engebesiyle tipiktir.

Zirkon genellikle özşekilli kristaller şeklinde diğer mineraller içinde kapanımlar şeklinde bulunur.

Rutil kuvars-diyoritlerde gözlenen bir diğer tali mineral olup iri taneli biyotitlerin kloriüüşmesi sonucu oluşan iğnemsî kristaller halinde gözlenmiştir.

Granit

Sondaj karotlarında tanesî dokuda, ve ince-orta taneli, beyaz., gri, yeşil renklerde gözlenirler. Alterasyona uğrayan kesimleri ise,, sarı renklerde,

Granitler; 3 nolu sondajda 58 -62, 4 no'lu sondajda 28-33, 48 -57, 96 -108, 5 no'lu sondajda 77-87, 101-112 metreler arasında gözlenmektedir (Çizelge2). Granitler, 3 ve 4 nolu sondajlarda granodiyoritlerle, 5 nolu sondajda ise tonalitlerle geçişli olarak gözlenmektedir., Bu geçişlerde granodiyoritlerden ortoklaz miktarının artmasıyla ayrılanmıştır.

Kayacın ana bileşenleri kuvars, ortoklaz, plajiyoklazdır. Mafik mineral olarak biyotit, tali mineral olarak ise sfen, zirkon ve apatit gözlenmiştir.

Ortoklazın granitin ana feldispat mineralidir., Yarı özşekilli ve özşekilsiz kristaller halinde kuvars ile birlikte bulunmaktadır. Kuvars ile aralarında gelişmiş mikro grafik

yapılara rastlanır ve bu yapılar 4 no'lu sondajın 52-55 metreleri arasında tipik ve bol olarak gözlenmektedir., Mineralin plajiyoklazlarla oluşturduğu pertit oluşumları ise 3 no"lu sondajın 60., metresinde gözlenmektedir.,

Kuvars ortoklazdan sonra gözlenen en bol mineraldir. Kristalleri genellikle özşekilsiz taneler halinde ve diğer minerallerin aralarını doldurur biçimdedir. Bazen ortoklazların içinde kapanımlar halinde de bulunur. Yer yer dalgalı sönme gösterir. Diğer mineraller¹ ile olan sınırları düzgün, değildir.

Plajiyoklazlar kay açta ortoklazdan sonra gözlenen diğer feldispat mineralidir. Genellikle albit-oligoklaz bileşimindedir. 4 no'lu sondajın 50., metresinde küçük ve özşekilli albit damarcıkları gözlenmiştir., Kayaçta çok zayıf killeşme ve serizitleşmeler gözlenmektedir.,

Biyotit öz şekilli ve yarı özşekilli olarak bulunur. Kahverengimsî pleokroyizmasıyla tipiktir. Diğer derinlik kayaçlarında gözlenen küçük kristalli ve yeşilimsî pleokroyizmaya sahip biyotitle granitte gözlenmemiştir. Biyotitler genellikle ortoklaz ve kuvarsların sınırları boyunca bulunurlar.

Sfen eşkenar dörtgen kesitleri ile kayaçta gözlenen tali mineraldir. Yüksek optik engebesiyle tipiktir. Sfen 4 no'lu sondajın 96-109 metreleri arasında gözlenmektedir (Levha 1/a).

Zirkon kuvvetli çift kırması ve yüksek optik engebeliyle kolayca tanınabilmektedir. Kristalleri kısa prizmatik şekilde olup yer yer pleokroyik haleler gözlenmektedir. Biyotitlerin içinde kapanımlar şeklinde bulunur.

Apatite granitte gözlenen diğer bir tali mineral olup küçük ve özşekilli kristaller halindedir.,

Porfirik Dokulu Derinlik Kayaçları

inceleme' alanında tanımlanan ve porfirik doku gösteren yarı derinlik kayaçları sahada tipik olarak Karanlık Dere, Topuk Dere ve Katran Derede eşit taneli derinlik kayaçları içinde merceksel görünümlü olarak bulunmaktadır. Porfirik dokulu kayaçlar Sançayırıyla ve Zambaklık Tepe civarında ise mermerleri keser biçimde gözlenmektedirler. Daha önceki çalışmacılar tarafından

(Yıldırım ve Çelebi, 1991) porfirik dokulu kayaçlar genel olarak granodiyorit porfir olarak lanmıştır (Şekil 3).

En belirgin özellikleri 0.5-1 cm'ye varan plajiyoklaz, kuvars, ortoklaz, hornblend ve biyotit fenokristalleri içermeleridir.,

Mineralojik bileşimlerine göre tonalit porfir, granodiyorit porfir, kuvars-diyorit porfir, granit porfir ve diyorit porfir olmak üzere 5 farklı birim ayırtlanmıştır (Çizelge 3). Ayrıca tanımlanan bir diğer damar kayacı da aplit olup porfirik doku göstermezler.

	Dos1 (m)	Dos2 (m)	Dos3 (m)	Dos4 (m)	Dos5 (m)	Dos6(m)	Dos7(m)	Dos8(m)
Kuvars diyorit porfir		84-92 122-135	-	83-96 108-116	10-20 25-34 153-173 220-234	71-136	72-82 126-145 173-186	150-155
Tonalit porfir	22-25 90-92.5 143-146	0-47 57-70 72-84 100-122						232-246
Granodiyorit porfir			96-103 108-141	64-83 116-125 139-150				
Granit porfir				125-139				
Diyorit porfir								17-47 121-148

Çizelge 3. Porfirik dokulu derinlik kayaçlarına ait litoloji-derinlik ilişkisi

Table 3. Relationship of lithology-depth of plutonic rocks which have porphyric texture

Tonalit porfir

Makroskopik olarak koyu yeşilimsi, siyahımsı ve gri renklerde gözlenirler. Alterasyon sonucu renkleri beyazımsı, sarımsı-yeşil ve gri de olabilmektedir; Sondaj katotlarında derinlik kayaçlarından dokanak ilişkileri ve porfirik görünümüyle kolaylıkla ayrılmaktadır. Tonalit porfirler 1 no'lu sondaj da 22-25, 90-93,145-147; 2 no'lu sondaj

da 0-47,, 57-70, 72-84, 100-122; 8 no'lu sondajda ise 232-246 metreler arasında gözlenmektedir. Tonalit-porfirler 1 ve 8 no'lu sondajlarda tonalitlerle dokanak ilişkili olup dokanaklar killeşmiş, silisleşmiş ve serizitleşmiştir. Bu dokanaklar kalınlıkları 0,1-1 cm kalınlıktaki kuvars, kalsit ve klorit bileşimli damarcıklar tarafından kesilmişlerdir,;

Tonalit-porfirler 2 no'lu. sondajda ise skam zonlarıyla geçişlidir' ve bu geçişlerde kuvars, kalsit ve klorit bileşimli damarcıkların oluşturduğu ağsal yapılar gözlenmektedir.

Tonalit porfirlerin mineralojik bileşimi plajiyoklaz, kuvars, ortoklaz biyotit ve hornblend den oluşmaktadır. Apatit, zirkon ve rutil kayaçta tali mineraller olarak gözlenmektedir,

Tonalit porfirlerin mikroskop altında en belirgin özellikleri 0,5-1 cm'ye ulaşan plajiyoklaz, kuvars, biyotit ve daha az olarak ta ortoklaz ve hornblend fenokristallerinin yine aynı minerallerden oluşmuş bir hamur içerisinde dağılmış olmasıdır..

Plaj iyoklaz fenokristalleri genellikle öz şekilli ve yarı özşekilli olup' zonlu yapıda "gözlenirler (Levha 1/b). Daha az olarak albit ikizlenmelerine sahiptir.. Zonlu yapılar kenarlarından itibaren killeşmiş, ve serizitleşmiş,, yer yer de epidot ve klorit tarafından ornatılmıştır. Çekirdek kısımları genellikle korunmuştur. Hamurdaki plaj iyoklazlar albit ikizlenmeli olup küçük prizmatik çubuklar şeklindedir..

Kuvars plajiyoklazdan sonra en bol bulunan mineraldir. Kayaç içerisinde fenokristalleri düzensiz dağılımlar şeklinde bulunur ve dalgalı sönme gösterirler. Hamurda gözlenen küçük kristalleri, damarcıklar veya hamuru oluşturan minerallerin arasını doldurur biçimde gözlenmektedir (Levha 1/c)..

Ortoklaz yarı özşekilli kristaller şeklinde kuvars ile birlikte diğer minerallerin aralarını doldurmuştur., Fenokristalleri killeşmiş ve serizitleşmiştir. Toplam, feldispat miktarının %5-10'u kadardır,

Biyotit tonalit-porfirin ana mafik minerali olup özşekilli ve yan-özşekilli fenokristalleri hamurda dağılmış şekilde gözlenmektedir,. Kahverengiden sarıya kadar değişen pleokroyizmaya sahiptir. Kenarlarından itibaren opasitleşmeler gözlenmektedir. Kloritleşme gösteren formlarında rutil iğneciklerinin oluşturduğu sagenit yapılarına rastlanmaktadır. Hamurda gözlenen biyotitler ince taneli özşekilli kristaller şeklinde,, açık yeşilden koyu yeşile değişen pleokroyizmaya sahiptir. Biyotitler kuvars ile birlikte düzensiz kümecikler ve damarcıklar halinde gözlenmektedir.

Hornblend kayaçta gözlenen, diğer mafik mineral olup fenokristalleri özşekilli düzgün altıgen formlardadır. Baklava şekilli dilimimleri ve açık yeşilden koyu yeşile değişen pleokroyizmasıyla tipiktir. Formları kuvars ve biyotit tarafından ornatılmıştır.,

Apatit küçük özşekilli prizmatik kristaller şeklindedir. Zayıf çift kırması ve yüksek optik engebesiyle kolaylıkla tanınır. Diğer minerallerin içinde kapanımlar halinde veya mineraller arasında-dağılmış olarak bulunurlar..

Zirkon genellikle biyotitin içerisinde kapanımlar olarak gözlenmektedir;., Rutil oluşumları kloritleşmiş biyotitlerde iğnemi kristaller şeklindedirler.

Kuvars-diyorit porfir

Makroskopik olarak yeşilimsi, koyu yeşilimsi, siyahımsı yeşil renklerde gözlenir. Alterasyon nedeniyle beyazımsı ve sarımsı renklerde de bulunabilmektedir, Kuvars-diyorit porfirler en yaygın olarak 2,4, 5,, 6,, 7, ve 8 no'lu sondajlarda gözlenmiştir (Çizelge 3).

2 no'lu sondajda 84-92 ve 122-135 metreler arasında izlenen kuvars-diyorit porfirler bu metrelerde tonait porfirler ve skarn zonları arasında geçişli olarak gözlenmektedir. Sondaj karotlarında bu 'geçişler renk değişikliği ile ayırt edilebilmektedir.

Kuvars-diyorit porfirler 3 no'lu sondajda 83-96 ve 108-116 metreler arasında izlenmektedir,. Granitlerle olan dokanakları oldukça nettir. Tonalit-porfirlerle tedrici geçişlidir,. Bu kayaçlarla olan dokanakları kuvars, kalsit ve klorit bileşimli 0.1 cm kalınlığındaki ağsal damarcıklarla kesilmiştir,, Silisleşme, killeşme ve serizitleşmeler nedeniyle katotlarda değişik renklerde olabilmektedir,,

5 no'lu sondajda kuvars-diyorit porfirler 10-20, 25-34,153-173, 220-234 metreler arasında* tonaitlerle geçişli olarak gözlenmiştir. 172. metrede tonaitle olan dokanağı ezilmiş, killeşmiş ve breşiktir. Aynı metrede kalınlığı 0.1 cm olan ağsal yapılu damarcıklar gözlenmektedir,,

Kuvars-diyorit porfirler 6 no'lu sondajda, 70-138 metreler arasında skarn zonuyla yanal geçişli olarak, izlenmektedir., 0-71 metreler arasında skarn-mermer aralanması şeklinde devam eden sondajım 60. metresinde mermerler içinde 0.1-0.5 cm kalınlığında kuvars damarcıkları gözlenir,. Kuvars diyorite geçişlerde bu damarların kalınlıkları 0.1 cm'ye düşer¹ ve kuvarsın yanında klorit damarcıklarına da rastlanır. Damarcık bileşenleri 90-110 metreler arasında kuvars, kalsit ve klorit olarak saptanmıştır,,

7 no'lu sondajda 72-82,126-145,173-186 metreler arasında gözlenen kuvars diyo-

rit porfirler aynı mineralojik bileşime sahip kuvars diyoritlerle, birlikte bulunurlar, Kayacın dokanakları killeşmiş ve serizitleşmiştir,. 75-82 metrelerde ağsal yapılu kuvars, kalsit ve klorit damarcıkları gözlenirken derine doğru klorit ve kalsit damarcıkları gözlenmez.

8 no'lu sondajda ise kuvars-diyorit porfirler 150-155 metrelerde izlenmiştir.

Kuvars-diyorit porfirin mineralojik bileşimi, tonait porfirlerle benzer ancak kuvars miktarı tonait porfirlerden düşüktür,. Kayaçta 0.5 cm'ye varan plajiyoklaz, daha az olarak ta biyotit, hornblend ve kuvars fenokristalleri aynı minerallerden oluşan mikrokristalin bir hamur içerisinde dağılmış olarak bulunurlar,. Apatit,, zirkon ve rutil kayaçta tali mineraller olarak, gözlenmektedirler.

Plajiyoklaz fenokristalleri genellikle özşekilli ve yarı özşekilli olup zonlu yapıda gözlenirken-daha az olarak albit ikizlenmeleri gösterirler,. Plajiyoklazlar kenarlarından itibaren killeşmiş ve serizitleşmişlerdir.

Kuvars ortoklaz ile birlikte kayaçta çok az oranlarda gözlenmektedir. Kuvars fenokristalleri hamur tarafından kemirilmiştir. Kuvars ayrıca opak mineral içerikli ve ince taneli, olarak hamuru kesen damarcıklar şeklinde de gözlenmektedirler, Hamurda gözlenen kuvarslar ise biyotitlerle birlikte çok ince kristaller halinde, diğer minerallerin aralarını doldurur biçimde gözlenmektedirler.

Biyotitler özşekilli. ve yarı özşekilli olarak düzensiz dağılmış olarak gözlenirler. Fenokristalleri opasitleşmiş ve kloritleşmiştir. Hamurda gözlenen biyotitle-

rin mikroskopik özellikleri tonalit porfirlerin hamurunda gözlenen biyotitlerle aynıdır.

Hornblend biyotit'e göre daha az olarak izlenen diğer mafik mineraldir. Özşekilli kristalleri kuvars ve biyotit tarafından ornatılmıştır.

Granodiyorit porfir

Makroskopik olarak yeşilimsi, koyu yeşilimsi ve siyahımsı gri renklerde gözlenen granodiyorit porfirlerin alterasyondan etkilenmiş kesimleri beyazımsı, sarımsı ve grimsi renklerde de olabilmektedir. Granodiyorit porfirler 3 no'lu sondajda 96-103,108-141 metreler arasında tonalitlerle, 4 no'lu sondajda ise 64-83, 116-125, 139-150 metreler arasında kuvars-diyorit porfir ve granit porfirler ile ilişkili olarak gözlenmektedir. Granodiyorit porfirler hamurdaki ortoklaz miktarının artmasıyla granitporfirlere, plajiyoklaz miktarının artmasıyla da kuvars-diyorit porfirlere yaklaşır. Genellikle 0.1 cm'lik ağsal kuvars,, kalsit ve klorit damarcıkları ile kesilmiştir.

Mineralojik bileşimi kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, hornblend ve biyotitten oluşur.. Kayaçta apatit, mtil ve zirkon tali mineraller olarak gözlenmektedir. Porfirik doku gösteren granodiyorit porfirlerin mikroskop altındaki genel görünüşleri, tane boylar 0.5 cm'ye kadar ulaşan kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend ve biyotit fenokristallerinin kuvars ve feldispattan oluşan mikrokristalin bir hamur içinde dağılmış olduğu biçimindedir.

Kuvarlar özşekilsiz fenokristaller halinde olup dalgalı sönme gösterir ve kenarları hamur tarafından yenmiş olarak gözlenmektedir.

Ortoklaz karlsbad ikizlenmeli ve genellikle killeşmiş, serizitleşmiştir., Plajiyoklazlar öz-yarıöz şekilli kristaller halinde, albit ikizlenmeli fenokristaller şeklindedir. Zonlu yapı gösteren plajiyoklazlar daha az oranlarda olup, yaygın olarak serizitleşmiş ve killeşmişlerdir. Ayrıca plajiyoklazların çekirdek kısımları ve kenar zonlan yer yer epidot klorit ve ender olarakta ortoklaz tarafından ornatılmışlardır.

Kayaçın mafik mineralleri, biyotit ve hornblendedir. Biyotitler kloritleşmiş, serizitleşmiş ve opasitleşmiştir., Fenokristallerinde sagenit yapılarına rastlanmaktadır. Hornblendler altıgen kesitleri ve çift yönde gelişmiş dilinimleri ile tipiktir., Çoğunlukla formları biyotit ve kuvars agregatları tarafından doldurulmuş olarak gözlenmektedir..

Apatit küçük özşekilli prizmatik kristaller şeklindedir. Zayıf çift kırması ve yüksek optik engebesiyle tipiktir. Diğer minerallerin içinde kapanımlar veya mineraller arasında dağılmış olarak bulunur.,

Zirkon biyotitin içerisinde kapanımlar halinde gözlenmektedir.

Rutil oluşumlarına kloritleşmiş biyotitlerde iğnemsiz kristaller şeklinde rastlanmaktadır.

Diyorit-porfir

Makroskopik olarak, koyu yeşil, siyahımsı yeşil, renklerde. Diyorit porfir sadece 8 no'lu sondajda gözlenir. Bu sondajda 17-47 ve 121-148 metreleri arasında diyoritporfirin kuvars-diyorit ile olan dokanakları kuvars,, kalsit, klorit bileşiminde, 0.5 cm'den küçük kalınlıklara sahip ağsal damarcıklı olarak gözlenmektedir.,

Kayacın mineralojik bileşim plajiyoklaz, hornblend, biyotit ile çok az oranlarda bulunan, ortoklaz ve kuvarstan oluşmaktadır. Porfirik doku gösteren kayaç mikroskop altındaki genel görünümüleri 0.5 cm ye varan plaj iyoklaz, hornblend, biyotit fenokristallerinin, yine aynı minerallerin oluşturduğu mikrokristal in hamur iç inde düzensiz dağılmış olarak gözlenmesidir. Diyorit porfirlerin, kuvars miktarı % 5 "den küçük olup ortoklaz ise nadir olarak gözlenmektedir.. Plajiyoklaz fenokristalleri kenarlardan itibaren killeşmiş ve serizitleşmişlerdir. Kayacın mafik mineraleri serizit, klorit, kuvars ve opak mineralerden oluşan agregatlar tarafından ornatılmış pseudomorflar şeklinde gözlenmektedir.

Granit Porfir

Makroskopik olarak yeşilimsi **gri**, beyazımsı ve sarımsı beyazımsı ' renklerde, İnce taneli ve tıkHz bir yapıdadır, Granit sadece 4 no'lu sondajda 125-139 metreler arasında granodiyorit porfirlerle keskin dokanak ilişkili olarak gözlenmektedir., Granodiyorit porfirlere göre makroskopik olarak daha açık renkli, daha az alteredir.

Kuvars ve ortoklaz kayacın ana bileşenleridir. Biyotit ve hornblend mafik mineraler olarak gözlenmektedir. Kuvars ve ortoklazdan oluşmuş mikrokristalin hamur içinde bu minerallerin fenokristalleri düzensiz dağılmış olarak gözlenmektedir.,

Kuvars fenokristalleri özşekilsiz kristaller halinde ve kenarları hamur tarafından yenmiş olarak gözlenmektedir. Dalgalı sönme gösterirler.

ortoklaz yan özşekilli ve öz şekilsiz fenokristaller şeklinde olup, killeşmiş ve serizitleşmiştir.

Damar Kayaçlar

Aplit

Aplitler inceleme alanında tanımlanan ve porfirik doku göstermeyen damar kayacıdır. Makroskopik olarak ince taneli açık beji, kremi ve pembemsi renklerde gözlenir., inceleme alanında Koyun Pınarı, Bozkulak Yayla ve Acierik Tepe civarında gözlenmektedir. Derinlik kayaçlarını KB-GD doğraltulu olarak keserler. Genellikle merceksel görünümüldürler. (Şekil. 3). 5 no lu sondajda **288-298** metreler arasında izlenen aplit,, 7 no"lu sondajda ise 35-45 metreler arasında kuvars diyoritleri keser biçimde gözlenmektedir.,

Çok ince taneli tıkHz ve sert: görünümüldür. Ana bileşenleri kuvars ve ortoklazdır. Plajiyoklaz çok az miktarlarda gözlenmiştir, Mafik mineral olarak çok az olarak biyotit gözlenmektedir.. Kayaç oldukça taze yapıda olup alterasyondan etkilenmemiştir.

Öitoklazlar yer yer karlspat ikizlenmeli olup kuvars ile arasında mikro grafik yapılar gelişmiştir (Levha 2/a). Kuvarslar özşekilsiz taneler .halindedir.

Plajiyoklazlar çok az miktarlarda olup albit ikizlenmeli olarak gözlenmektedir.

Biyotit öz şekilli ve yarı özşekilli kristaller olarak ortoklaz ve kuvarslar aralarında ve ortoklazların içinde gözlenmektedir.,

Alterasyon ve Cevherleşme

İnceleme alanında tanımlanan magmatik kayaçlar renk, doku ve mineralojik bileşim olarak değişikliğe uğramıştır., Karotlarda renk ve mikroskop altında gözlenen ikincil mineral oluşumları ve doku değişikliği ile tanımlanan bu değişiklikler hidrotermal yan kayaç alterasyonu olarak adlandırılmıştır.

Sondaj karotlarının da yüzeysel alterasyon yüzeyden itibaren yaklaşık 10-15 m izlenen sarımsı, kırmızımsı renkli, killi, toprağımsı görünümüne olarak izlenmektedir.

Hidrotermal Yan Kayaç Alterasyonu

Mineraloj i-petrografi çalışmaları sonucunda, dönüşüm mineralleri parajenezleri göz önünde tutularak, 4 farklı hidrotermal yan kayaç alterasyonu tanımlanmıştır.

JBiyotit-kuvars alterasyonu :

Bu alterasyon sondajlarda tanımlanan granit ve aplit haricinde tüm kayaçlarda gözlenir... Ana alterasyon mineralleri biyotit ve kuvarstır. Daha az olarak ortoklaz, serizit, albit, rutil ve apatit saptanmıştır.

Alterasyon sonucu oluşmuş ikincil biyotitler ince taneli,, bazen pulsu görünümüne, özşekilli kristaller halinde gözlenir. İnce kesitte açık yeşilden koyu yeşile, kirli sarıdan koyu kahverengiye değişen renklere sahiptir.,

Birincil biyotitler ise ince kesitte öz şekilli yarı özşekilli, soluk sarımsı ve kahverengimsi renklerde olup iri kristalleri ile belirgindir (Levha. 2/b). Birincil biyotitlerde kloritleşme, serizitleşme gibi dönüşümlerin yanında kenarlarından itibaren opasitleşmeler de gözlenmektedir..

Alterasyon biyotiti üç farklı şekilde gözlenmektedir. Bunlar;

a- ikincil ince taneli kuvars, ortoklaz, albit ve opak minerallerle birlikte düzensiz kümecikler şeklinde.. Bu tür oluşumlar genellikle porfirik dokulu kayaçların hamurunda düzensiz dağılımlar şeklinde görülürler, Bu oluşumlarda biyotite ikincil kuvars her yerde eşlik etmektedir,.. Kuvarsın artış gösterdiği kümeciklerde biyotit azalır ancak,, ortoklaz ve albitte artış gözlenir (Levha

3/a),. İkincil biyotitler hamurdaki piyoklaz fenokristallerini ornatarak onların yerini almıştır. Bu ornatmalarda alterasyonun şiddetine göre plaj iyoklaz fenokristallerindeki polisentetik ikizlenmeler tanınabilmektedir (Levha 2/c). İkincil biyotit oluşumlarının yaygın ve şiddetli gözlendiği porfirik dokulu damar kay açlarının hamuru biyotitleşmeler sonucu yeşilimsi bir renk kazanmışlardır. Lowell, ve Guilbert (1970^s) bu oluşumları "biyotit boyaması" olarak tanımlamışlardır.

b- ikincil biyotitler kuvars ve opak minerallerle birlikte boşluk dolgusu ve damarcıklar şeklinde de gözlenmektedir (Levha3/b). Ayrıca ikincil biyotit kuvars ile plaj iyoklaz fenokristallerinin aralarındaki boşluklarda ve ince çatlaklarda damarcıklar şeklinde de gözlenmektedir. Damarcık şeklinde oluşmuş biyotitlerde ikincil kuvars oluşumları nispeten azdır,

e» İkincil biyotitlerin diğer bir bulunuş şekli ise kuvars ile birlikte hornblendleri ornatmasıdır. Bu ornatmalarda hornblendler tamamen veya kısmen renk ve doku değişikliğine uğramış ve fenokristalleri ikincil biyotit ve kuvarslarla, doldurulmuştur. Alterasyonun şiddetine bağlı olarak da ilksel özellikleri kristal formu, dilinim izleri korunmuş olarak tanınabilmektedir (Levha 2/b),.

Biyotit-kuvars alterasyonunda biyotitten sonra en bol bulunan alterasyon minerali kuvarstır.. İkincil kuvarsla özşekilsiz ve ince taneler halinde biyotit kümecikleri içinde dağılmış olarak veya damar/damarcık şeklinde gözlenmektedir.

Biyotit ve kuvars alterasyonunda gözlenen bir diğer alterasyon minerali ortoklazdır. Alterasyon sonucu, oluşan ortoklaz ince taneli, yarı özşekilli kristaller şeklinde olup, ikincil olarak gelişen ince taneli biyotit»

kuvars kümecikleri içerisinde gözlenmektedir., ikincil ortoklazlar birincil plajiyoklazları ve ortoklazları ornatmışlardır. Literatürde-biyotit-kuvars alterasyonuna benzerlik gösteren ve potasik zon olarak adlandırılan alterasyonlarda K-feldispat ornatması yaygın olarak izlense de inceleme alanında bu oluşumlar sınırlı olarak gözlenmektedir. İnceleme alanında biyotit-kuvars alterasyon zonunun genellikle tonalit, kuvars-diyorit ve diyorit porfirlerde gelişmiş olduğu göz önüne alınırsa bu kayaçlarında K-feldispat oranlarının düşük olması muhtemelen bu tür ornatmaların gelişimini engellemiştir.

Biyotit-kuvars alterasyonu gösteren kesimlerde ikincil albit oluşumları da izlenmektedir., Albit ikincil biyotit ve kuvars agregatlarının oluşturduğu kümecikler içinde düzensiz dağılımlar şeklindedir. Polisentetik ikizlenmeleri ile tipiktir., L, 3, 4, 5, 7 ve 8 no'lu sondajlarda gözlenen albitler 3 ve 4 no'lu sondajda damarcıklar şeklinde gözlenmiştir,

Kuvars-biyotit alterasyonunda damarcık ve düzensiz dağılımlar şeklinde kalsit ve klorit oluşumları da, gözlenir.

Kuvars-biyotit alterasyonunun gözlendiği kesimlerde serizit oluşumlarına da rastlanır., Serizit oluşumları genellikle ikincil kuvarlarla birlikte damarcıklar ve düzensiz dağılımlar şeklindedir., Hamur içinde düzensiz dağılmış serizit mineralleri genellikle biyotitleşmeyi maskeler biçimde gözlenmektedir, ikincil kuvars ve serizitten oluşan damarcıklar kuvars-biyotit alterasyonunun geliştiği porfirik dokulu damar kayaçlarında biyotitleşmiş hamuru keser biçimde gözlenmektedir. Bu ilişki serizit oluşumlarının biyotit-kuvars alterasyonundan daha genç olduğunu göstermektedir (Levha 3/c).

Apatit ve rutil kuvars-biyotit zonlarında gözlenen tali minerallerdir; İkincil biyotit ve kuvars agregatlarının oluşturduğu kümeciklerde apatite sıkça rastlanmaktadır. 5 no'lu sondajın 62. metresinde kuvars-biyotit alterasyonunda apatit damar şeklinde de gözlenmektedir (Levha 4/a). Lowell ve Guilbert (1970) apatit'in, potasik zonda hem damar, nemle öz şekilsiz üniteler halinde bulunabildiğini belirtmişlerdir.

Kuvars-biyotit alterasyonunda. opak mineraller düzensiz saçılmış halde gözlenirler.

Kuvars-biyotit alterasyonu sondajlarda kuvars-serizit alterasyonu ile aralanma gösterirler yer yer de çakışır, Meyer ve Hemley (1967) alterasyon zonlarındaki maskelenmeleri (overprinting) çok evreli porfir sokulumlarının bir sonucu olarak belirtmişlerdir.

İnce kesitlerde kuvars-biyotit alterasyonunun serizit-kuvars alterasyonu ile olan geçişlerinde opak minerallerde göreceli bir artış gözlenir

İnceleme alanında kuvars-biyotit alterasyonu olarak tanımlanan kesimler Burnham (1962), Hemley ve Jones (1964), Creasey (1966), Founder (1967) ve Lowell ve Guilbert (1968)'in tanımladıkları biyotit, K-feldispat, serizit, albit minerallerinden oluşan potasik alterasyonla benzerlikler göstermektedir.

Kuvars-biyotit alterasyonunun gözlendiği sondajlar ile bu sondajlardaki dağılımı ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

Dos-1 Sondajı:

1 no'lu sondajda kuvars-biyotit alterasyonu 15-25, 82-100, 140-150 metreler arasında tonalit porfirlerin tonalitleri kestiği alanlarda gözlenmiştir. Alterasyon mineralleri-

ri olarak biyotit ve kuvarsın yanısıra klorit, kalsit, serizit ve albit saptanmıştır.

Dos-2 Sondajı:

2 no'lu sondajın 60-70, 73-93 metreleri arasında, izlenen kuvars-biyotit alterasyonu granodiyorit porfir ve kuvars-diyorit porfirlerde gözlenmiştir. Saptanan alterasyon mineralleri biyotit, kuvars, kalsit ve klorittir.

Dos-3 Sondajı:

3 no'lu sondajda kuvars-biyotit alterasyonu 38-41, 52-58, 63-80, 95-130, 141-150, 170-176 metreler arasında tonalit, granodiyorit ve granodiyorit porfirlerde gözlenmektedir. Granodiyoritlerde ana alterasyon mineralleri olan biyotit ve kuvarsın yanında ortoklaz ornatmaları da saptanmıştır.

Dos-4 Sondajı:

Kuvars-biyotit alterasyonu no'lu sondajda 46-50, 64-78, 125-135 metreler arasında tonalit, granodiyorit ve granit, porfirlerde yaygın olarak izlenmektedir. Biyotit, kuvars, ortoklaz ve albit saptanan alterasyon mineralleridir... Daha az olarak serizit de gözlenmiştir.

Dos-5 Sondajı:

5 no'lu sondajda 10-35, 46-78, 126-140, 153-173, 182-233, 263-288 metreler arasında tonalit ve kuvars-diyorit porfirlerde gelişen kuvars-biyotit alterasyonunun saptanan mineralleri kuvars, biyotit, serizit, albit, kil, klorit ve kalsittir...

Dos-7 Sondajı:

7 no'lu sondajda 10-35, 53-73, 85-93, 115-125, 155-186 metreler arasında gözlenen kuvars-biyotit alterasyonu, kuvars diyorit ve kuvars-diyorit porfirlerde gelişmiştir. Biyotit, kuvars, serizit, kalsit, klorit ve albit saptanan alterasyon mineralleridir.

Dos-8 Sondajı:

8 no'lu sondajda 17-22, 70-74, 89-96, 113-128, 136-158, 167-233 metreler arasında yaygın olarak tonalit, kuvars diyorit ve porfirleri ile diyoritlerde gelişmiştir.

Kuvars-serizit alterasyonu :

İnceleme alanında ayırtlanan bu alterasyonun, mineralleri başlıca serizit, kuvars, kalsit, klorit ve rutil'dir

Kuvars-serizit alterasyonunun en büyük özelliği kuvars dışındaki tüm minerallerin serizite dönüşmüş olmasıdır.. Serizit İnce taneli pulsu şekillerde gözlenir (Levha 4/b),

Mafik minerallerden biyotit genellikle kloritleşmiş ve ince taneli opak mineraller içerirler. Kuvars-serizit zonu içinde çoğu kez biyotit oluşumları da gözlenir-ancak serizitleşmeye göre çok az oranlardadır.

Serizitleşmenin yanında her zaman bol bulunan mineral kuvarstır. Kuvarslar çok ince taneler şeklinde porfir dokulu kayaçların hamurunda mozaik yapılar oluştururlar..

Plajiyoklazların zonlu yapılan ve polisentetik ikizleri yoğun serizitleşmelere rağmen tanınabilmektedir (Levha4/b).

Klorit kuvars-serizit alterasyonunda her zaman karbonatlaşmalarla birlikte gözlenir; Birincil biyotitlerin kloriüeşmesi sonucunda rutil iğneciklerinin oluşturduğu kafes şekilli sagenitik yapılara sıkça rastlanır (Levha4/c). Ashley ve diğ.(1978) sagenitik yapıların klorit-karbonat zonunda oluştuğunu belirtir.

Mineral parajenezinden dolayı kuvars-serizit zonu içindeki kayaçlar serizitleşmenin etkisiyle beyazımsı renklindedir. Diğer alterasyonlarla tedrici geçişler gösteren kuvars-serizit alterasyonu özellikle sondajlarda kuvars-biyotit alterasyonu ile ardalanmah olarak gözlenmektedir.. Burnham (1962),

Meyer ve Hemley (1967) serizitik kuşağın oluşmasında meteorit suların etkin olduğunu belirtmişlerdir., Kuvars-serizit ile kuvars-biyotit alterasyon geçişlerinde opak minerallerde artış gözlenmektedir. Opak mineraller yoğun, serizitik kesimlerde daha **çok** damarcık şeklinde gözlenmektedir.

Tali mineral olarak apatit, zirkon ve sfen gözlenmiştir...

İnceleme alanında saptanan, kuvars-serizit alterasyonu Lowell ve Guibert (1968)'in tanımladıkları fillik alterasyona benzerlik göstermektedir.

2 ve 6 no'lu sondaj dışında **tüm** kuyularda gözlenen kuvars-serizit alterasyonunun gözlenen özellikleri, ve dağılımı şöyledir;

Dos-1 Sondajı:

1 no'lu sondajda 25-82, 100-140 metreler arasında tonalitlerde izlenen kuvars-serizit alterasyonunda serizit ve kuvarsın yanında kalsit, klorit, epidot ve albit saptanmıştır. Kuvars-serizit alterasyonu bu sondajda daha önce oluşan klorit -epidot alterasyonunu maskelemiş olarak gözlenmektedir.

Dos-3 Sondajı:

3 no'lu sondajda 10-38, 41-52, 58-63, 80-95, 130-141, 150-170 metreler arasında izlenen, kuvars-serizit alterasyonu tonalit, granodiyorit, granodiyorit porfir ve granitte gözlenmiştir., Bu sondaj da kuvars-serizit alterasyonu genellikle kuvars-biyotit alterasyonunu maskeler olarak gözlenmektedir. Alterasyon mineralleri kuvars, serizit, kil, kalsit, klorit,, biyotit ve ortoklazdır.

Dos-4 Sondajı:

Kuvars-serizit alterasyonu. 4 no'lu sondajda 78-91, 108-125,, 135-150 metrelerde

izlenmektedir. Granodiyorit porfir, kuvars-diyorit porfir ve granitte saptanan bu alterasyonun ana mineralleri serizit ve kuvars olup kalsit, klorit ve kil mineralleri de saptanmıştır.

Dos-5 Sondajı:

5 no'lu sondajda **0-10**, 35-53, 89-102, 112-126, 140-154, 235-263 metreler arasında yalnızca tonalitlerde gelişmiştir.

Dos-7 Sondajı:

7 no'lu sondajda 45-54, 74-84, 93-115, 125-155 metreler arasında kuvars-diyorit ve aynı kayacın porfirlerinde izlenen kuvars-serizit alterasyonu kuvars-biyotit alterasyonu olarak gözlenmektedir. Bu **tür** maskelemelerde kuvars-serizit minerallerinin, yanında her zaman biyotit minerali gözlenir, ancak serizite göre daha az oranlardadır.,

Dos-8 Sondajı:

Kuvars-serizit alterasyonu 8 no'lu sondajda 10-17, 25-70, 75-86, 96-114,, 130-135, 157-164, 232-250 metreler arasında diyorit, kuvars-diyorit, tonalit ve tonalit porfirlerde gözlenir ve kuvars-biyotit alterasyonu ile araldanmalı olarak bulunur

Sondajlarda, kuvars ve serizit ^mineralleri ile ayırdedilen alterasyon porfiri bakır-molibden yataklarında tanımlanan fillik alterasyonla benzerlik göstermektedir.

Kü-Klorit-Kuvars Alterasyonu :

Sondajı karotlarında, yoğun killeşme,, klorit, kuvars ve opak minerallerin, arttığı kesimler kil-klorit-kuvars alterasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu alterasyonun sondajlardaki izlenme oranı çok. az olup,, daha çok kuvars-biyotit alterasyonları içerisinde gözlenmiştir.,

Kil-klorit-kuvars alterasyonunda feldispatlar tamamen killeşmişlerdir. Çok ender olarak plajiyoklazların polisentetik İkizleri tanımlanabilmektedirler. Kloritleşmeler damarcık şeklinde gözlenir. Biyotitler kloritleşmiş ve opasitleşmiştir.. Opak mineraller damarcıklar şeklinde kayacı katederler. Sondajlarda, kuvars-biyotit ve kuvars-serizit alterasyon kuşakları içerisinde 10-20 metre arasında değişen zon kalınlıklarına sahiptirler.,

Sondajlarda tanımlanan, bu alterasyonun mineral parayenezi Lowell ve Guilbert: (1970) tarafından kuvars, kaolinit, montmorillonit, az oranda serizit, klorit ve löksoksen mineraleri ile tanımlanan arjilik alterasyon kuşağıyla benzerlik göstermektedir,

Kil-klorit-kuvars alterasyonu 4 no' lu sondajda 27-46, 48-57 metreler arasında tonalit ve granitlerde gözlenmektedir. Alterasyon mineralleri olarak kil, klorit, kuvars, serizit ve albit mineralleri saptanmıştır.. 48.. metrede kuvars-biyotit 57. metrede ise klorit-epidot-kalsit alterasyonu ile geçişli olarak izlenmektedir.

5 no "lu sondajda 173-184 metreler arasında tonalitlerde izlenmiştir.

Klorit-Epidot-Kalsit Alterasyonu :

Mikroskop çalışmalarında, daha çok klorit, epidot, kalsit ve kuvars minerallerinden oluşan kesimler klorit-epidot-kalsit alterasyonu olarak ayırdedilmiştir. Bu alterasyon 2 ve 6 no'lu sondajlarda tonalit ve kuvars-diyorit porfirlerde gözlenmiştir... Sondajlarda genellikle kuvars-biyotit alterasyonunu maskeleyen olarak gözlenir.

Klorit-epidot alterasyonunda mafik mineraller klorite dönüşmüştür... Biyotitler karbonat ve klorit tarafından ornatılmıştır.

Epidot ince taneler halinde ve klorit ile birlikte damarcıklar şeklinde ve kuvars-biyotit zonlarını keser biçimde gözlenir (Levha5/a). .Epidot-klorit ornatmaları plajiyoklazların kenar zonlarında da gözlenir (Levha/5b). Ashley ve diğ.(1978) bu tür şiddetli alterasyona uğramış kayalarda plajiyoklazların ornatılması sonucu, oluşan pseudomorflarının epidot ve klinozoisit içerdiklerini belirtmişlerdir.

Bu alterasyonda oluşan karbonatlaşmalar damarcık ve düzensiz dağılımlar şeklindedir. Klorit, epidot, kalsit alterasyonu kuvars-biyotit alterasyonundan hemen sonra, kuvars-serizit alterasyonundan ise önce oluşmuştur. Kloritleşmiş ve karbonatlaşmış kesimlerin serizit damarcıklarıyla kesilmesi kuvars-serizit ayrışma zonunun epidot-klorit ayrışma zonlarından daha sonra oluştuğunu göstermektedir.

Cevherleşme sonrası oluşan aplit dayklarının zayıf klorit epidot ve kalsit alterasyonu göstermeleri bu alterasyonun yerel olarak geliştiğini de gösterir.

Sondajlarda tanımlanan klorit, epidot: ve kalsit alterasyonu, Lowell ve Guilbert (1967) tarafından tanımlanan ve klorit, kalsit, epidot, adularya ve albit mineral parayenezi ile karakterize edilen propilitik alterasyonla benzerlik göstermektedir..

Klorit, epidot, kalsit alterasyonunun sondajlardaki dağılımı şöyledir;

Dos-2 Sondajı:

20-47, 58-61, 101-135 metreler arasında tonalit porfir ve kuvars-diyorit porfirlerde gözlenmektedirler.

Dos-4 Sondajı:

4 no'lu sondajda 57-64, 91-108 metreler arasında tonalit, granit ve kuvars-diyorit porfirlerde gelişmiştir.

Dos-5 Sondajı:

5 no'lu sondajda 73-89, 102-112 metreler arasında granitte izlenirler.

Dos-6 Sondajı:

70-137 metrelerde skarn zonları ile geçişli olarak gözlenmektedir.

Yüzeysel Alterasyon

Çalışma alanında yapılan sondajların, ilk metrelerinde sarımsı, kırmızımsı renklerde ve dağınık topraklımsı özellikler gösteren kesimler daha çok yüzeysel suların etkisiyle oluşmuştur. Bu zon oksitlenme zonu olarak ayırtlanmıştır.

Yüzeysel alterasyon piritin yüzey sularıyla bozunması sonucu oluşmuştur. Krauskopf (1967) ikincil alterasyonda silikat minerallerinin duraylılığını, oluşan çözeltilerin **pH**'ı ile açıklamaktadır... Sondajlarda tamamen limonitize olarak izlenen bu zon orijinal kayaya ait killeşmiş ve silisleşmiş parçacıklar içerir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonucunda Domanıç (Kütahya) bakır-molibden cevherleşmesi jeolojik ve alterasyon açısından incelenerek aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

İnceleme alanında MTA tarafından yapılan sondajların karodan ayrıntılı olarak incelenmiş ve sondajlarda kesilen magmatik kayalar tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar sonucunda derinlik ve damar olmak üzere iki farklı kayaç birimi saptanmıştır., Derinlik kayaçları eşit taneli ve porfirik dokuda, olup., açık renkliden koyu renkliye doğru; granit, granodiyorit, tonalit ve kuvars diyorit olarak porfirik dokulu kayaçlar' ise; granit., granodiyorit, tonalit., kuvars diyorit ve diyo-

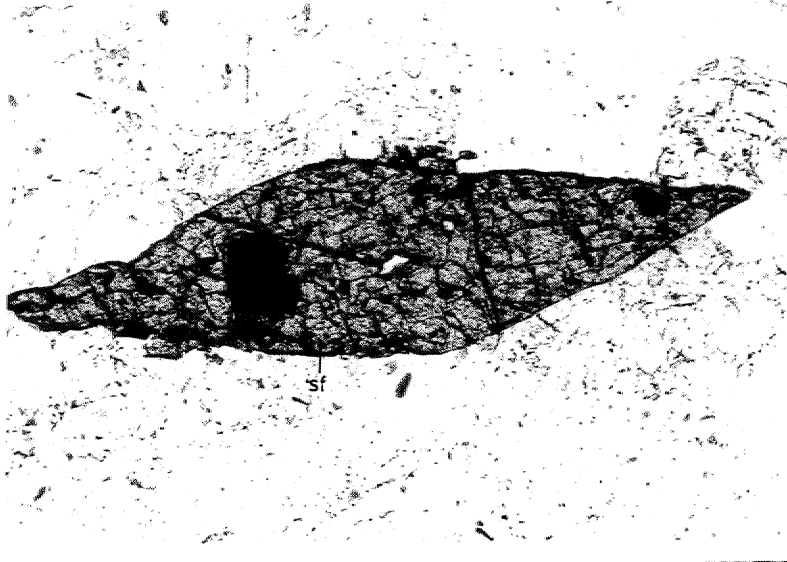
rit porfir olarak ayırtlanmıştır. Cevherleşme ve aberasyondan etkilenmeyen aplitler ise cevherleşmeden sonra oluşmuş damar kayalar olup en genç birimdir.

Magmatik kayalarda saptanan malik mineral homblend ve biyotittir.

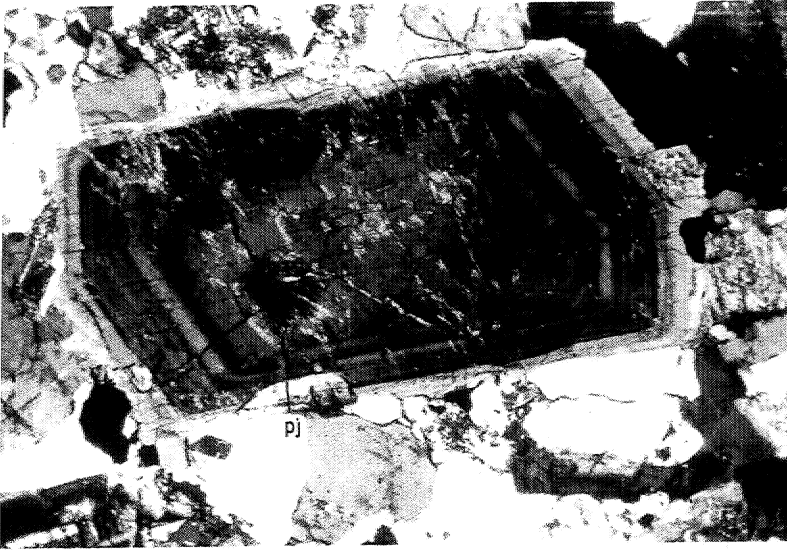
Sondajlarda hidrotermal ve yüzeysel olmak üzere iki farklı yan kayaç alterasyonu tanımlanmıştır., Hidrotermal yan kayaç alterasyonu olarak tanımlanan alterasyonların mineral parajenezleri ve oluşum sırası kuvars-biyotit, klorit-epidot-kalsit, kuvars-serizit ve kil-klorit- kuvars dır. Bu alterasyon mineral parajenezleri porfiri bakır-molibden yataklarında kuşaklar şeklinde gelişen potasik-fillik-arj ilik ve propilitik alterasyonlarla benzer özellikler göstermektedir. Ancak alterasyonlar porfirik dokulu derinlik kayalarıyla sınırlı kalmakta ve genel olarak porfiri bakır yataklarında gözlenen alterasyon geometrisine uymamaktadır.,

Alterasyon kuşaklarının birbirleri, üzerine' çakışması, birbirlerini maskelemeleri, (overprinting) ve ardalarına göstermeleri sahada gelişen çok evreli magmatik sokulumların bir sonucudur.,

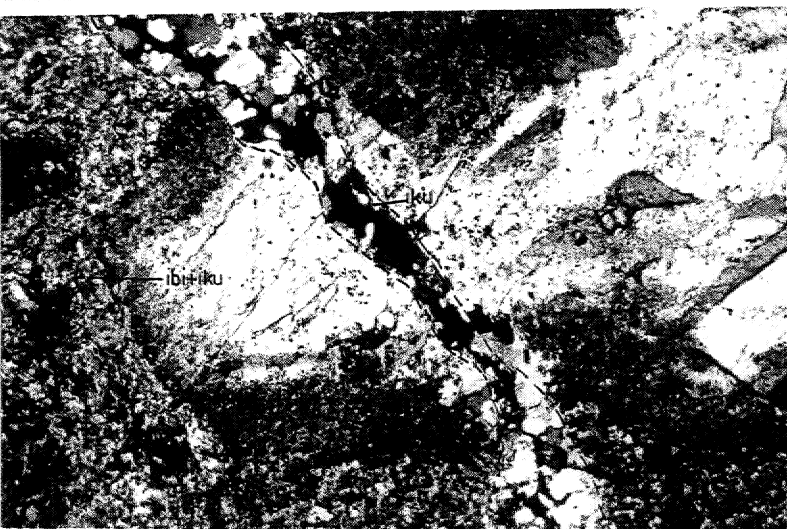
İnceleme alanında tanımlanan granitlerin, alterasyon ve cevherleşmeden daha az etkilenmiş olması ve bunların damar kayaları olan aplitlerin cevherleşme sonrası oluştuğu düşünüldüğünde, Domanıç Cu-Mo cevherleşmesinin yan kayacı olan magmatik kayaların muhtemelen bazik bir magmanın fraksiyonel kristallenmesi ile oluştuğu söylenebilir... Derinlik kayalarının sondajlardaki düşey dağılımlarında gözlenen tedrici geçişler bu görüşü destekler gözükmektedir



a



b

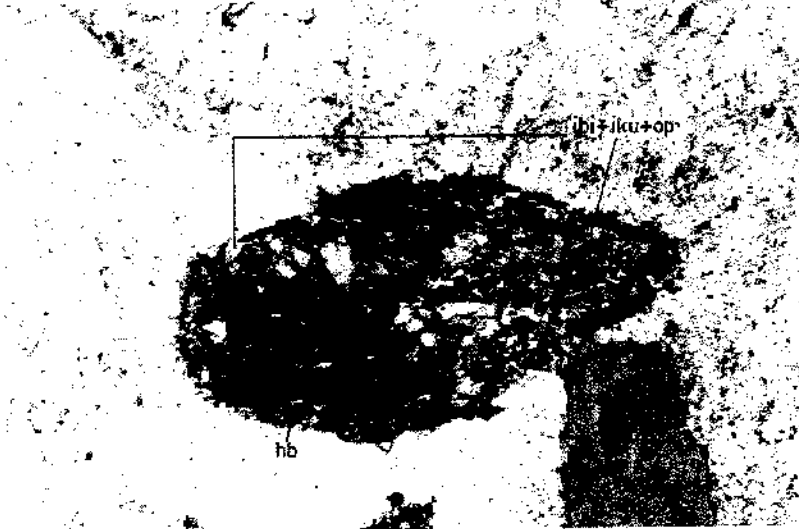


c

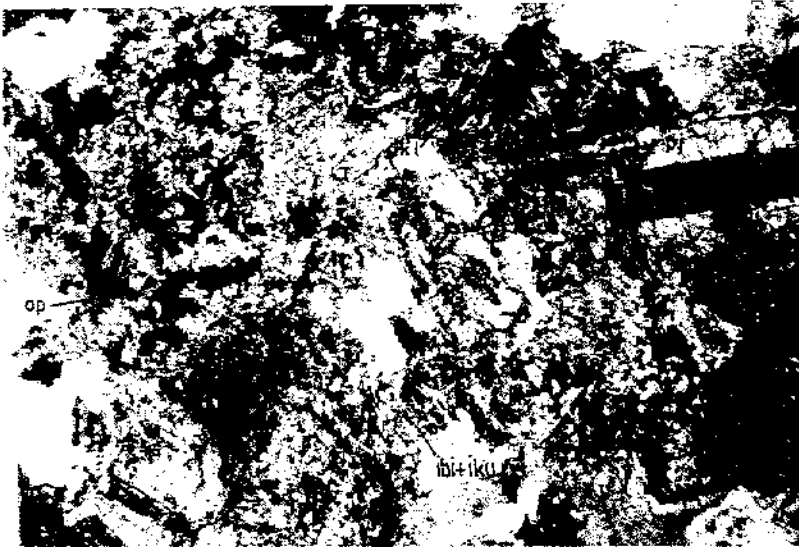
Levha 1



a

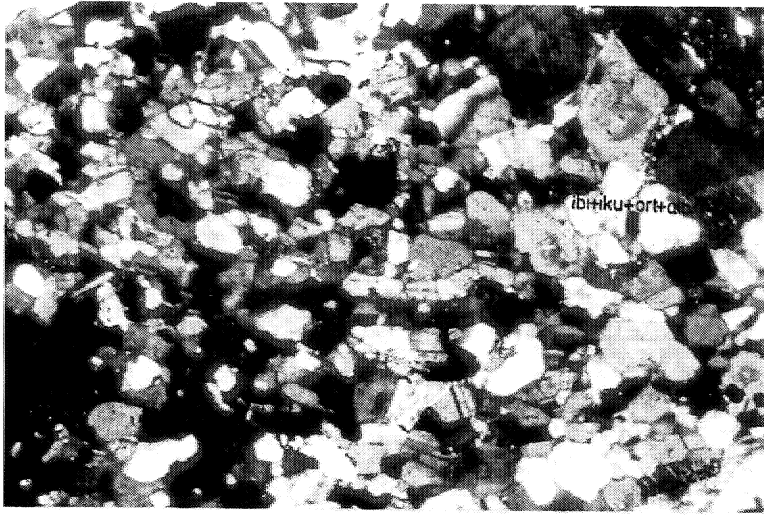


b

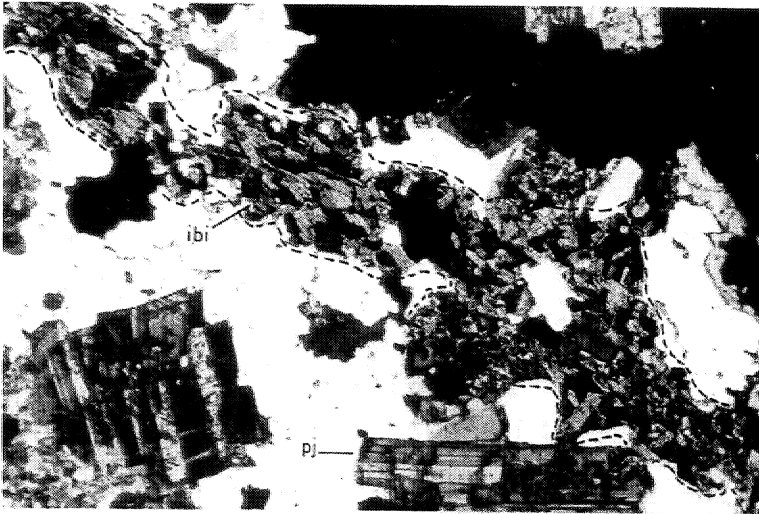


c

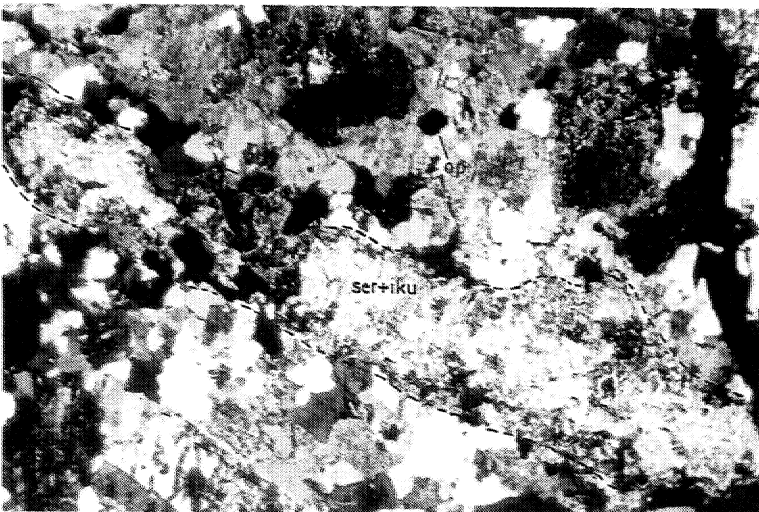
Levha 2



a



b

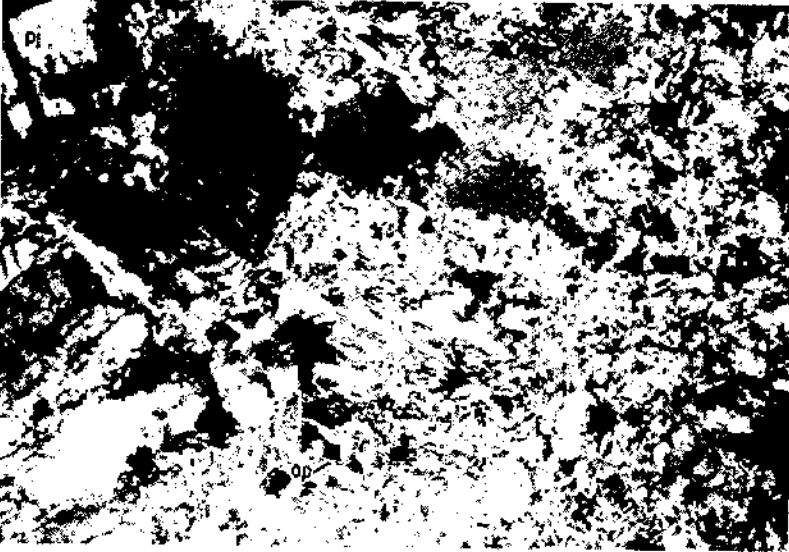


c

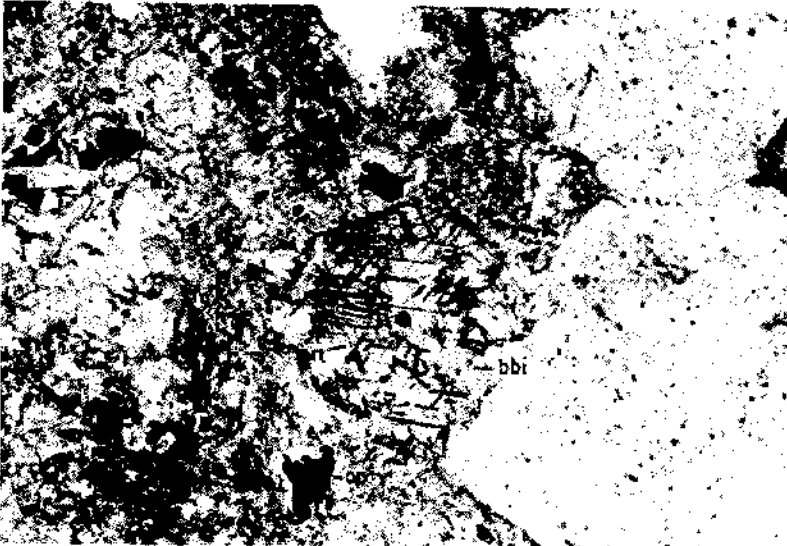
Levha 3



a

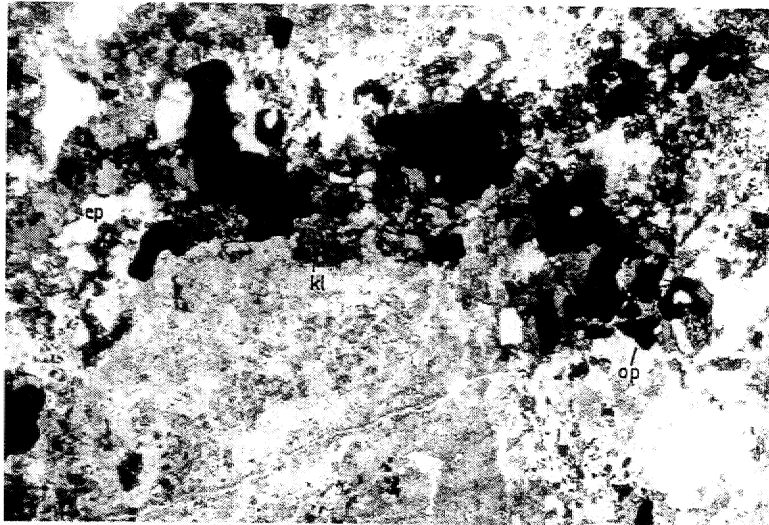


b



c

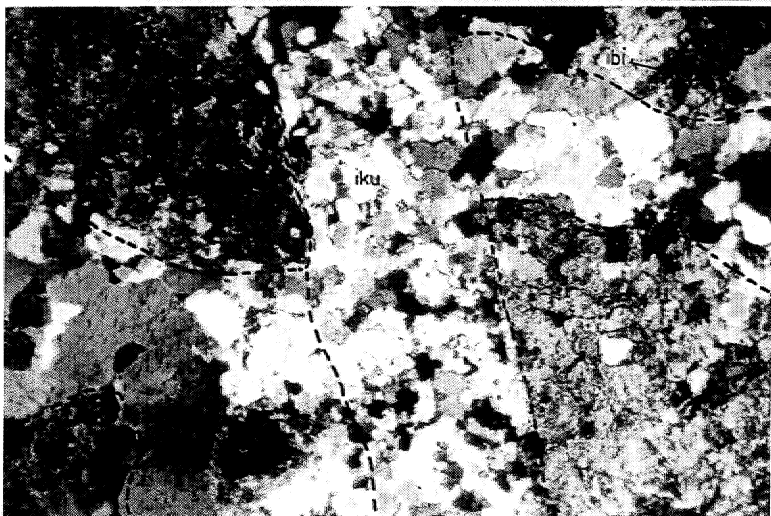
Levha 4



a



b



c

Levha 5

Değınilen Belgeler

- Arısoy, H., (1985), Bursa-inegöl-Sütlükdere Zn-Cu-Pb cevherleşmesi jeoloji raporu (KAVAP-VIII): MTA Der.Rap.No: 7669,
- Ashley, P. M., BMington, W. G., Graham, R.L., Meale, R.C., (1978) Geology of the coalstoun porphyry copper prospect, southeast queensland, Australia: Econ. Geol. Vol. 73,, pp.945-965.
- Ataman,, G., (1972), Orhaneli granodiyoriti kütesinin radyometrik. yaşı: TJK Bülteni, 15/2.
- Ataman, G., (1973), Gürgenyayla (Domaniç) granodiyoritik kütesinin radyometrik yaşı: TJK Bülteni,, 16/1.
- Bingöl, E., Delaloye, M., Ataman, G., (1982), Granitic intrusions in western Anatolia. : A contribution to the geodynamic study of this area: Econ. Geol Helv. 75/2,
- Burnham, C. W., (1962),, Faciès and types of hydrothermal alteration: Econ.GeoL, v.57, 768-784.
- Btrrküt, Y., (1.966), Kuzeybatı Anadoluda yer alan plutonların mukayeseli jenetik etüdü: Doktora tezi, İTÜ Maden Fak,
- Creasey,, SX.,, (1966), Geology of the San Manuel area, Final Country, Arizona; U.S. Geolol. Survey Prof. P471, 64p.
- Çöteii, Ö.R., (1970), Hayriye ve Saadet köyleri civarındaki Cu-Pb-Zn zuhurları 1/10.000 ölçekli detay etüd raporu: MTA Der. Rap. No.. 4548.
- Çötelî, Ö.,R.,, (1972), Bursa vilayeti - İnegöl kazası - Çarkderesi civarındaki. Cu-Zn zuhurunun 1/10.000 ölçekli detay etüd raporu. : MTA Der. No. 5102,
- Demiray, B.,, (1984), Bursa-tnegöl, Saadetköy Mo-Cu cevherleşmesi jeoloji raporu (KAVAP-VII): MTA Der.Rap.No. 7638.
- Ercan,, T., ve Türkecan, A., (1984),, Batı Anadolu-Ege adaları-Yunanistan ve Bulgari stan'daki plutonların gözden geçirilişi: Kettin Sımpozyumu, TJK Yayını..
- Erdeni, E .,, (1975), Ortaca - Dereçarşamba (. Kütahya ili- Domaniç ilçesi) dolayının maden jeolojisi ve İ22 - b2, b3,, 123 - a4, J23 -a2 ,b1 paftalarının prospeksiyon raporu: MTA Der.. Rap. No., 5442, ANKARA
- Förnier, R.O., (1967), Syngenetic formation and subsequent alteration of the porphyry copper deposit near Ely, Nevada: Econ., Geol, v.62,p.57-81, 207-227.
- Hemley, J.J., ve Jones, W.R., (1964), Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasis on hydrogen metasomatism: Econ. Geol; 59, 538 - 569.,
- Kaaden, G. V.,, (1955),, Mesruriye (İnegöl) köyü güneyindeki .kontakt yataklar hakkında not: MTA DenRap.No:2494.
- Kara, A., ve Pehlivan, A N., (1983), Bursa - Keleş - Gelemiş,Mo-Cu-Zn cevherleşmesi jeoloji raporu,, (KAVAP VI): MTA Der..R.ap.No:7651,
- Krauskopf, K .B.,, (1967), Introduction to geochemistry : McGraw Hill, New York, p,721.
- Küçükayman, A.,, (1987),, Bozüyük - Tavşanlı - Kütahya arasının jeolojisi: MTA Der.Rap.TMo: (8356)...
- Lovrell, J.D., ve Guilbert, J. M., (1970), Lateral and Vertical alteration mineralization zoning in porphyry (ore deposits; Econ.GeoL; 65,, 373-408.
- Meyer, c.,, ve Hemley, JX., (1967), Wall rock alteration, Barnes, H.L., ed.; Geochemistry of hydrothermal ore deposits: Holt Rinehart and Winston, New York, 166-235.

- Middelear, W. V., (1975), Domaniç (Kütahya-Türkiye) civarındaki sokulumun güney sınırında bulunan maden yatakları ve kontak-metasomatik oluşumların araştırılması hakkında ön rapor: MTA Der. Rap. No. 1522.,
- Middelear, W. V., ve Visser, W., (1975), Kütahya-Domaniç bölgesindeki mineralizasyon hakkında rapor: MTA Der. Rap. No, 1521.
- Molly, E. J., (1955), İnegöl bölgesinde bulunan altın hakkında notlar ..(Bursa vilayeti): MTA Der. Rap. No, 2332..
- Okay, A. i., (1984), Kuzeybatı Anadolu'da yer alan metamorfik kuşaklar; Ketin Simpozyumu, TJK Yayın..
- Özkoçak, O., (1969), Bursa - Orhaneli çevresinin jeolojisi : Doktora Tezi
- Öztunalı, Ö., (1973), Uludağ ve Eğriöz masiflerinin petrolojileri ve jeokronojileri: İÜFF Monografileri, No, 23.
- Pehlivan, A. N., (1979), Uludağ (Bursa)-Orhaneli-Keles-inegöl yörelerinde granit kenar zonlarındaki (W,Mo,Pb,Zn,Cu) mineralizasyonları ön raporu: MTA Der. Rap. No., 1621.
- Pehlivan, A. N., ve Ofbay, S., (1987), Kütahya-Domaniç-Bilecik Cu-Pb-Zn-Mo cevherleşmesi jeoloji-jeokimya raporu (KAVAP IX): MTA Der. Rap., No, 2054.
- Pehlivan, A. N., (1987), Bursa-inegöl-Keles-örhaneli çevresinin genel jeokimya raporu (KAVAP I): MTA Der. Rap., No. 21.35.
- Streckeisen, A., (1967), Classification and Nomenclature of Igneous rocks: N. Jb. Miner. Abts., 107, p. 144-240
- Taşkın, L., (1983 a), Bursa-inegöl yöresi Boğazova ve Domaniç granodiyorit masifleriyle ilgili W-Mo-Pb-Zn-Cu cevherleşmelerine ait jeoloji raporu (KAVAP-V): MTA Der. Rap. No. 7675.,
- Taşkın, L., (1983 b), Bursa-inegöl yöresi Çatalçamtepe Cu-Pb cevherleşmesi ve Aşağıgürnyayla Cu cevherleşmesine ait jeokimya-jeoloji raporu (KAVAP-V) : MTA Der. Rap. No: 7666..
- Taşkın, L., ve Bulut, M., (1992), Kütahya-Domaniç-Topukdere-Sarıçayırıyla Co-Mo cevherleşmesi jeoloji raporu. MTA Der. Rap. No. 9373
- Yavuz, H., (1975), Kütahya ili Domaniç ilçesi Dereçarşamba yöresi Pb-Zn cevherleşmesi etüdü., MTA Der. Rap. No. 348.
- Yıldırım, S., ve Çelebi, A., (1991), Domaniç (Kütahya)-inegöl (Bursa) AR. 4485 8 No'lu MTA Ruhsat sahası Topukdere-Sarıçayırıyla çevresi porfirli bakır yatağı ön etüd raporu. MTA Der. Rap. No, 93.27..

Malatya-Yeşilyurt Altınlı Florit Cevherleşmesi: Toroslarda Paleokarst Tipi Bir Yatak

*Malatya-Yeşilyurt Gold-Bearing Fluorite Mineralization: A Paleokarst Type
Deposit in Eastern Taurides, "Turkey*

M. Kemal REVAN * ve Yurdal GENÇ **

MTA Gemi Müdürlüğü, Maden EtM Dairesi, 06520, Ankara

*** Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, Ankara*

Öz

Malatya-Yeşilyurt altın h-florit cevherleşmesi, Malatya Metamorfitlelerine ait Devoniyen (?)-Karbonifer yaşlı, mermerler ile bunların üzerinde diskordans olarak bulunan Permiyen yaşlı şistlerin dokanakları boyunca gözlenir.. Diskordans düzlemini takip eden yaklaşık 12 km uzunluğunda bir zon boyunca kesikli olarak izlenen cevherleşmelerin, kalınlığı. 1 m ile 30 m. arasında değişmektedir. Cevherli zonun litolojik bileşimi konglomeratik breşir. Breş parçaları şist, kristalize kireçtaşı, çört ve florit bileşimindedir. Matriks ise başlıca mikrokristalin kuvars, florit ve limonitten oluşur. Cevherli zon, yüksek silis içeriği (> 50%) ve sertliği nedeniyle çevre kayalara göre farklı bir morfoloji sunar, Cevherler iki farklı morfolojik şekil gösterirler ; (1) uyumsuzluk düzlemine yaklaşık paralel yatay konumlu kütleler ; (2) kırık ve boşluk dolguları, şeklindeki derine doğru daralan konik kütleler.. Cevherli zonun altın içeriği değişkendir. Florit içerikli breşik yapının gözleendiği grafitik organik madde içeren kesimlerde altın içeriği maksimum değerlere (12,5 g/t) ulaşır. Florit ve organik madde içermeyen breşik yapının az olduğu kesimlerde ise altın içeriği daha az olup minimum değerlere (100 ppb) düşer. Jeolojik konumu, yapı-doku özellikleri ve mineralojik bileşimi açısından Malatya-Yeşilyurt altınlı-florit cevherleşmesinin diskordans düzlemlerine bağlı paleokarstik bir yatak olduğu ve bölgede. Geç Eosenden beri devam eden karşılaşma süreçleriyle oluştuğu düşünülmektedir, Cevherli zonun üst kesimlerinde yer alan killi,, kırıntılı ve karbonatlı kayalar, altınlı-florit cevherleşmesi için. en olası kaynak olarak gözükmektedir. Cevheri oluşturan bileşenlerin (flor, altın, silis vd.) bu kaynak kayalardan gravite kontrollü olarak derinlere doğru, hareket eden meteorik çözeltiler tarafından zenginleşme ortamına taşındığı düşünülmektedir. Malatya-Yeşilyurt altınlı-florit cevherleşmesi, Doğu Toroslarda oluşumu, karstlaşma. süreçlerine bağlı olduğu ve yaygın diskordans düzlemleri tarafından kontrol edildiği ifade edilen ilk cevheri eşmedir. Konumu ve yayılımı dikkate alındığında, bu tür cevherleşmeler açısından Doğu Toros Kuşağının önemli olabileceği düşünülmektedir.,

Anahtar Kelimeler : Doğu Toroslar, Malatya-Yeşilyurt, Florit, Paleokarst, Diskordans Düzlemi, Silika-Kabuk

Abstract

The gold-bearing fluorite mineralizations are observed along the contacts between Devonian(?)-Carboniferous crystallized limestone of Malatya metamorphics and Permian schists, which unconformably overlie the former. The thickness of mineralization varies from 1 m to 30 m and the ore bearing zone may attain up to 10 km lengths along the unconformity surfaces. The lithological composition of the ore bearing zone is represented by conglomerate/breccia. The matrix: of breccia is mainly composed of quartz, fluorite and limonite, The rock and ore fragments within the breccia are crystallized limestone, schist, chert and fluorite. Due to its high silica content, ore bearing zone

present a different kind of morphology compared to surrounding rocks. Two different morphological features are present (1) **unconformity-concordant**, flat-lying and more or less tabular bodies (2) conical bodies **extending** downwards in the form of karstic cavity-fillings and they become narrower as they extend downwards.. The gold content of ore-bearing zone is highly variable.. The gold contents of the breccia ore containing graphitic organic material, reach up to 12,5 ppm. However, when there is no breccia texture and fluorite, the gold content gets much lower and decreases down to 100 ppb. In terms of geological position, structural-textural features, and mineral content, the Malatya-Yeşilyurt gold-bearing fluorite mineralization is a paleokarst type deposit formed on the **unconformity** surfaces and believed to have been formed by karstification process that has continued in the region since Late Eocene. Units consisting clay, sand and carbonate, which is overlying ore-bearing zone are favored as the most likely source of gold-bearing fluorite mineralization.. It is assumed that the components that formed the mineralization have been carried to the enriching environment by means of solutions that move deep down under gravity control. Meanwhile, gold-bearing fluorite mineralization is the first ever known mineralization its formation is based on karstification process at the Eastern Taurus Belt and whose distribution is controlled by the **unconformity** surfaces. Hence when its geological position and extension are concerned, this type of mineralization seems to be extremely important to form a basis for further exploration studies in the Eastern Taurus Orogenic Belt.

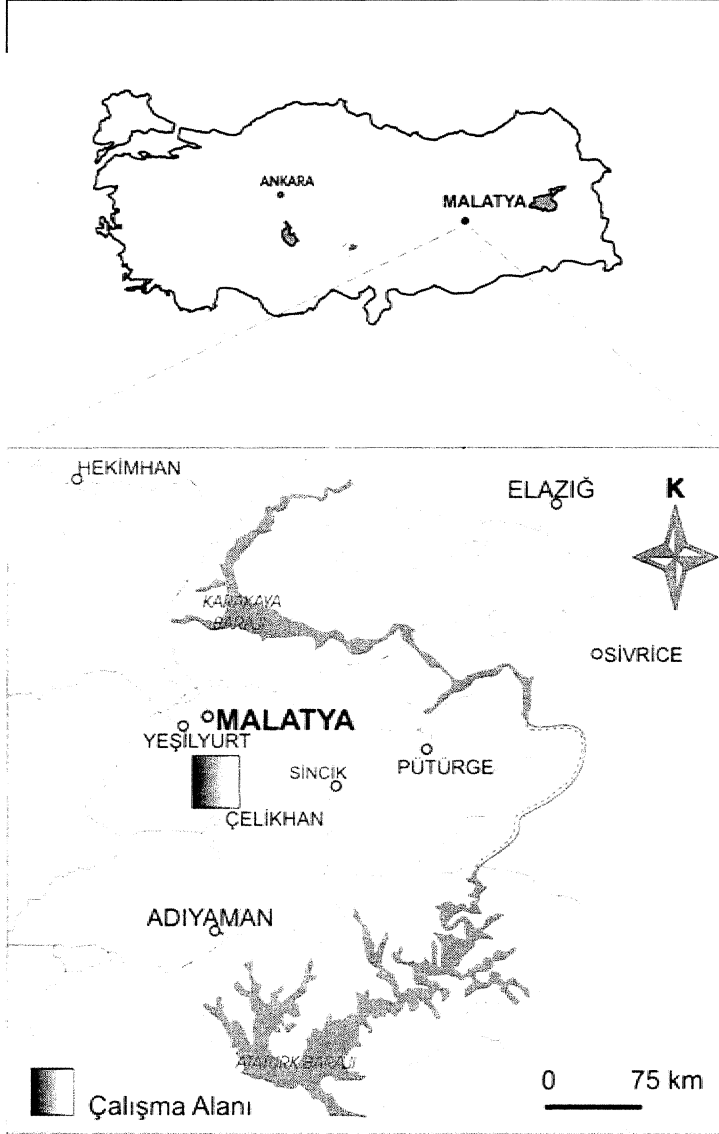
Key words : Eastern Taurus,- Malatya-Yeşilyurt, Fluorite, Paleokarst, Discordance,, Siliceous-crust

GİRİŞ

Malatya-Yeşilyurt. airtınlı-florit cevherleşmesi., Doğu Toroslarda, Malatya İli'ne bağlı Yeşilyurt, ilçesinin, yaklaşık 25 km güneyinde yer alır (Şekil, 1), Çalışma alanı, 1/25 000 ölçekli Malatya L40 Cİ-L40 c4 paftaları içerisinde, Çat barajı göl alanı çevresinde, yaklaşık 110 kırt lik bir alanı kapsamaktadır.

Bölgedeki airtınlı-florit cevherleşmesi,, Torid kuşağındaki diskordans düzlemleri üzerinde karstik oluşum süreçlerine bağlı olarak geliştiği düşünülen ve bu özellikte bölgede ilk kez tanımlanan yeni bir florit yatak tipidir (Revan, 2003; Revan ve diğ., 2003), Söz konusu, cevherleşme Şaşmaz ve diğ., (1999) tarafından bindirme zonlarma bağlı hidrotermal kökenli bir oluşum olarak tanımlanmış ve yüksek altın içeriğine değinilmemiştir. Karbonatlara, bağlı Pöhrenk (Çiçekdağı-KırşMr) (Genç, 2001; Genç ve diğ., 2003) ve Ovacık (Tavşanlı-Kütahya) (Özgenç, 1981) gibi birkaç florit yatağı dışında, Türkiye'de bilinen florit yataklarının çoğun-

luğunun magmatik kayalara bağlı damar (Kırşehir, Yozgat, ve Eskişehir yöresi yatakları) ve skarn (Keban vb., yataklar) tipi oluşumlar olduğu göz önüne alındığında bu cevherleşmenin oluşum ortamı, geometrisi, yayılımı ve içeriğinin araştırılması yeni yatakların aranması açısından önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı,, söz konusu cevherleşmenin yaydım, geometri ve yapı-doku özelliklerinin belirlenerek oluşum, süreçlerinin açıklanmasıdır. Bu amaçla florit cevherleşmelerini içeren bölgenin 1/25 000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve çalışma alanının litostratigrafi istifi belirlenmiştir. Ayrıca,, dokusal, mineralojik ve kimyasal araştırmalar için toplam 135 adet yüzey kayaç örneği alınmış, 67 adet parlatma ve ince kesit incelenerek yatağın "mineralojik bileşimi ve mikro yapı-doku özellikleri araştırılmıştır. Diğer taraftan 31 adet cevher örneği altın, gümüş, arsen ve antimuan başta olmak üzere bakır, kurşun ve çinko içeriklerinin belirlenmesi amacıyla analiz edilmiştir.



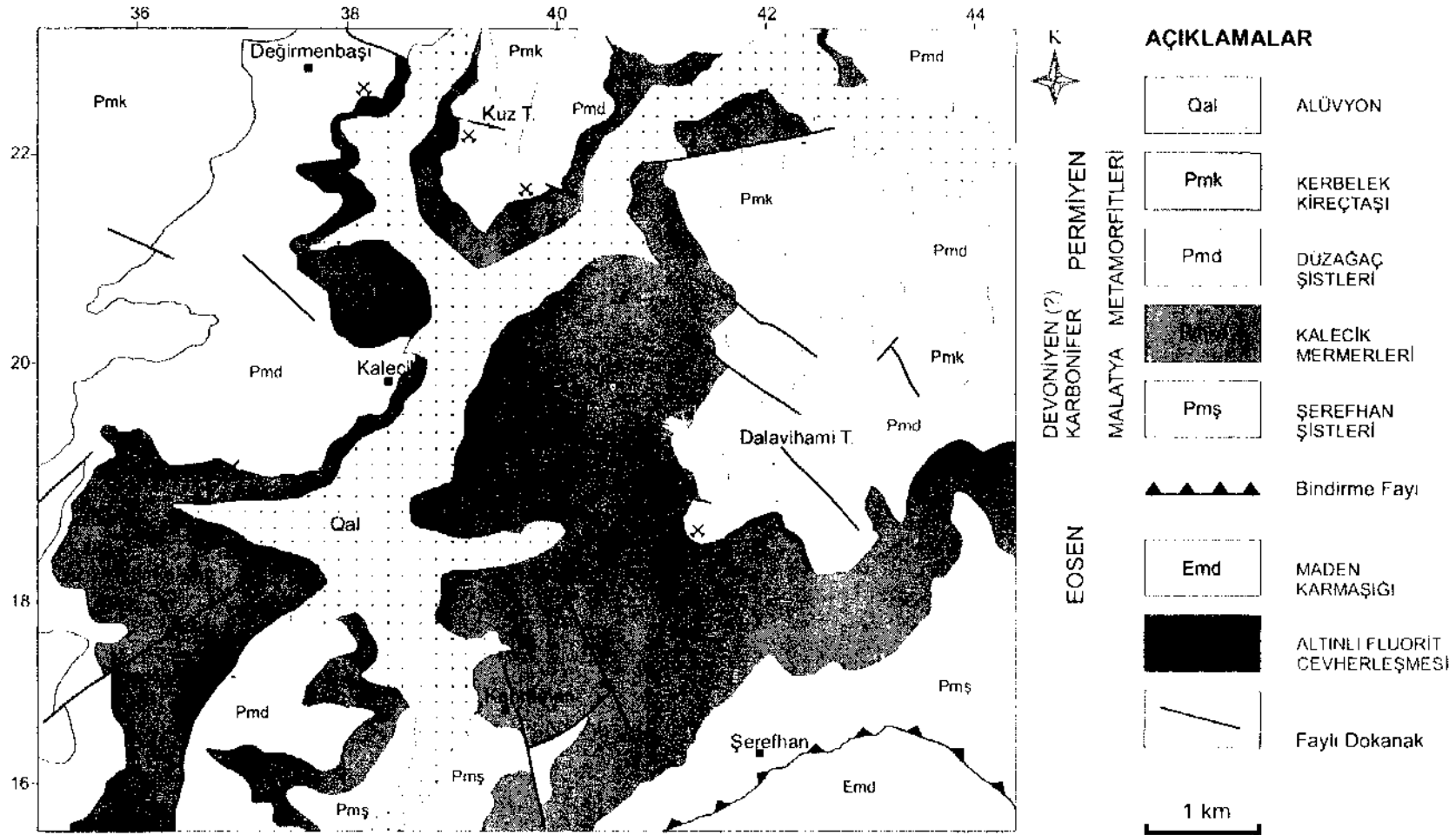
Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.


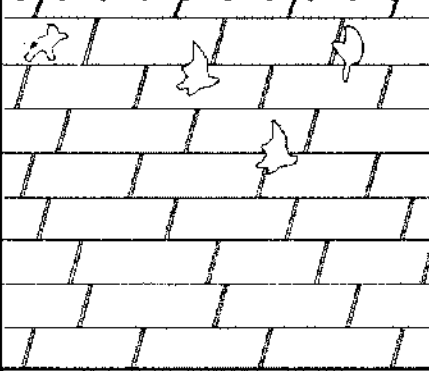
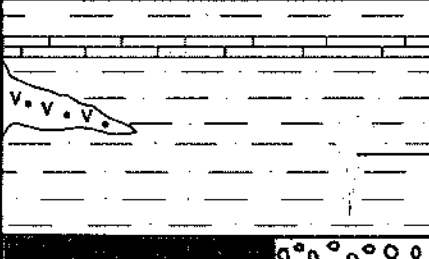
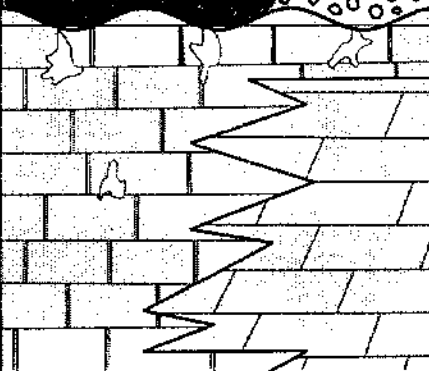
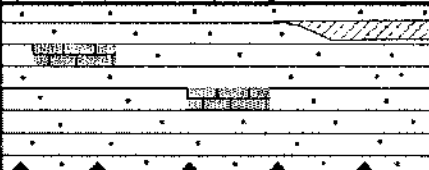
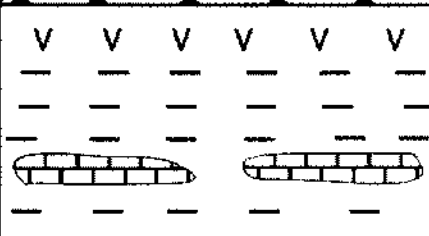
ÇALIŞMA ALANININ JEOLOJİSİ

Malatya-Yeşilyurt altınli-florit cevherleşmesi, Doğu Toros Orojenik Kuşağının orta kesimlerinde yer alır. Çalışma alanı ve içerisinde bulunduğu bölgede yaygın olarak gözlenen Malatya metamorfileri, Yazgan, (1983) tarafından Malatya'nın kuzeyindeki Keban metamorfilerinin güneydeki uzantıları olarak ele alınmıştır. Asutay ve Türoğlu (1986) ile Yılmaz ve diğerleri (1992)'nin Keban (Elazığ) bölgesinde oluşturdukları stratigrafik dizilimin birimleri gerek litoloji, gerek birbirleri ile olan ilişkileri bakımından çalışma alanımızda gözlenen birimlere benzerlik-

75 km = 1:250000 * Çalışma alanının yer bulduru haritası, Figure 1. Location map of the study area. lerini dikkat çekicidir. Keban metamorfileri, değişik yazarlara (Özgül, 1976; Kipman, 1981; Asutay ve Turan, 1986) göre Permo-Karboniferden başlayıp Triyas'a kadar uzanan bir zaman aralığında oluşmuş platform tipi kıtasal şelf çekelleridir. Florit cevherleşmelerinin bulunduğu bölgede Paleozoyik yaşlı Malatya metamorfileri ve Tersiyer yaşlı Maden karmaşığına ait kayalar yer alır. (Şekil 2). Cevherleşmeleri içeren Malatya metamorfileri alttan üstte doğru Şerefljan şistleri, Kalecik mermerleri, Düzağaç şistleri ve Kербelék Mreçtaşları olmak üzere 4 ayrı birimden oluşmaktadır (Şekil 3).



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.
Figure 2. Geological map of the study area.

Üst Sistem	Sistem	Sıra	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR	
	KUVATERNER	Qu		Yamaç Molozu, Alüvyon	
PALEOZOYİK	PERMIYEN	KERBELEK KIREÇTAŞI	Pmk		İnce-Orta Katmanlı Karstik Boşluklu Kristalize Kireçtaşı
		DUZAGAÇ ŞİSTLERİ	Pmd		Metabazit ve Kristalize Kireçtaşı Katkılı Kalkşist, Mikaşist, Kloritşist ↳ Silis kütlesi
	DEVONİYEN (?) - KARBONİFER	KALEÇİK MERMERLERİ	Pmka		Altınlı-Fluorit Cevherleşmesi Metakonglomera Orta-Kalın Katmanlı Karstik Boşluklu Mermer
		ŞEREFHAN ŞİSTLERİ	Pmş		Fe Cevherleşmesi Mermer Katkılı Granat-Muskovit-Biyotit-KuvarsŞist
SENOZOYİK	TERSİYER	MADEN KARMAŞIĞI	Emd		Tektonik Dokanak Spilit Çamurtaşı Kireçtaşı

Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kolon kesiti.

Figure 3. Generalized tectono-stratigraphic columnar section of the study area.

Şerefhan Şistleri: Stratigrafik olarak Malatya Metamorfitlerinin en alt seviyelerini oluşturan birim çalışma alanının güneyinde yer alan Koltik Köyü" nün doğu kesimlerinde ve Şerefhan Köyü kuzeyinde bir zon boyunca gözlenir. Perinçek (1978) çalışmalarında bu birini, için "Alt Metamorfitler" adını kullanırken Gözübol ve Önal (1986), birimi "'Pınarbaşı Formasyonu" olarak isimlendirmiştir. Birim, kirli beyaz, açık yeşil, sarımsı boz renkli, sert-çok sert, köşeli kırıklı, çoğunlukla iyi yapraklanmak klorit-muskovit-kuvars şist, kloritoyid şist ve granat-kloritoyid şist'lerden oluşur. Şistoziteye uyumlu ince kuvars damarları içerir, Birimin üst seviyelerinde, özellikle üstteki mermerlere geçiş zonlarında ekonomik olmayan metamorfik demir oluşumları mevcuttur. Birim, Asutay (1985)'in Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda ortaya koyduğu Keban Metamorfitlerinin temelini oluşturan "Alt Şist Üyesi" ile denestirilebilir.

Kalecik .. Mermerleri: Malatya Metamorfitlerinin en alt seviyeleri, üzerine geçişli olarak gelen birim çalışma alanında geniş yayılım sunar, Perinçek (1978), bu mermerleri Malatya Metamorfitlerinde "Üst Metamorfitler" olarak adlandırdığı birim içerisindeki siyah kristalize kireçtaşı seviyeleri olarak yorumlamıştır. Birim, siyah, koyu renkli, sert-çok sert,, köşeli kırıklı,, kalsit damarlı, karstik boşluklu, orta-kalın katmanlanmalı mermerler, dolomitik kireçtaşı ve yer yer kristalize kireçtaşlarından oluşur. Birimin alt seviyeleri, siyah renkli dolomitik kristalize, üst seviyeleri ise koyu

gri renkli, yer yer şist ara katkılı ve bitümlü kristalize kireçtaşları şeklindedir. Birim, içerisindeki karstik boşluklar birimin üst seviyelerinde yaygın olup, kırıklar boyunca daha fazla gelişmiştir., Alt dokanağı, Şerefhan Şistleri ile uyumlu olan birimin çalışma alanı içerisindeki kalınlığı yaklaşık 500-600 m'dir.. Gözübol ve Önal (1986), daha geniş bir alanda yapmış olduğu çalışmada "'Kalecik Kireçtaşları"' olarak isimlendirdiği birim, içerisinde derlediği fosil kapsamına göre birimin yaşını Permo-Karbonifer olarak belirlemiştir. Birim, Asutay (1985)'in Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda ortaya koyduğu, Keban Metamorfitlerinin temelini oluşturan "Alt Şist"' üyesinin üzerine gelen Keban Mermerleri ile denestirilebilir,

Düzağaç Şistleri: Başlıca, metakonglomera, kalkşist, kloritşist, mikaşist ve fillitlerden. oluşan birim içerisinde yaygın kristalize kireçtaşı mercikleri ve nadiren de metabazit ara katkıları gözlenir.. Birim, sarı, sarımsı kahverengi,, yeşilimsi sarı renkli, ince orta katmanlı, kıvrımlı,, köşeli kırıklı, yapraklanmak, kalsit damarlı, klorit şist,, muskovit şist, serisit-kuvars şist, kalkşist ve klorit fillit'lerden oluşmuştur.. Kalecik Mermerleri üzerine uyumsuzluk ile gelen birim metakonglomera düzeyi ile başlar. Kısa mesafelerde kamalanır biçimde uzanım, sunan metakonglomera, çakıl olarak köşeli, boylanmasız kireçtaşı parçaları içerir.. Düzağaç Şistlerinin kalınlığı yaklaşık 450 m dir., Şistlerin içerisindeki metabazit arakatki ise koyu yeşil, renkli, mafik mineralli, yaklaşık 15 m kalınlıkta, 60 m uzunluğunda bir kütle şek-

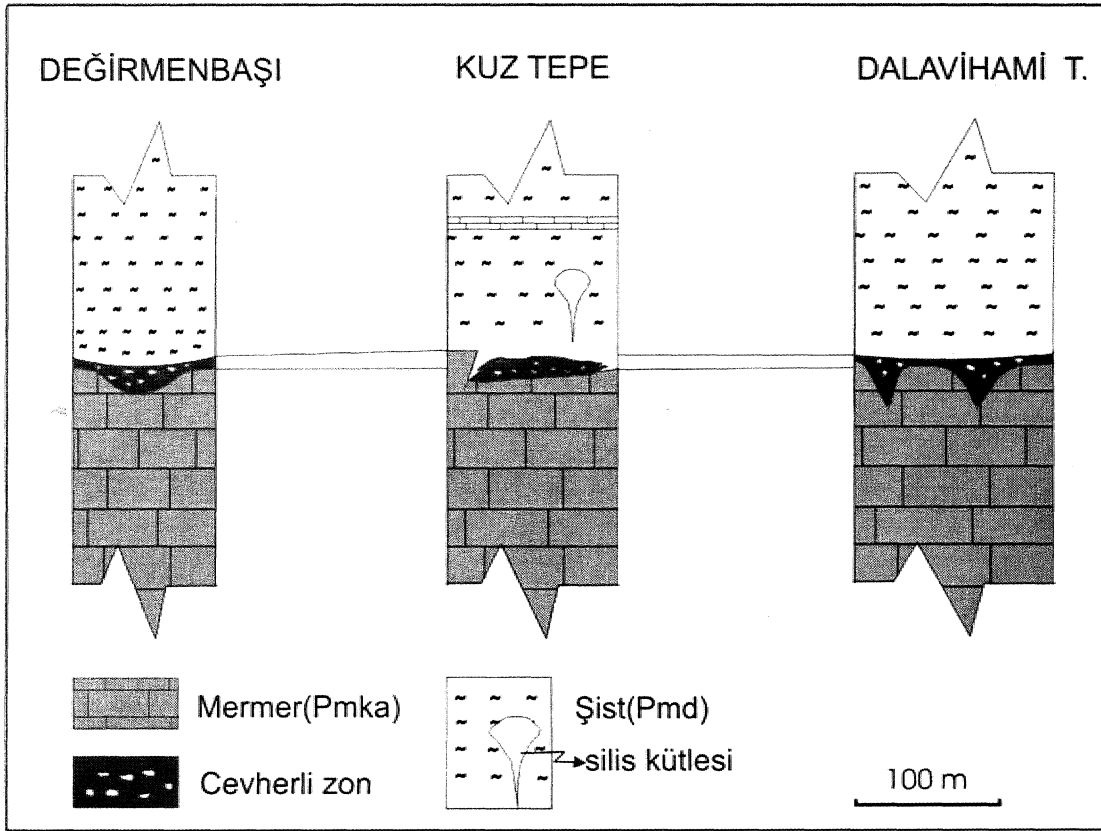
ündedir. Birim, Asutay (1985)" in Keban civarında yapmış olduğu çalışmalarda ortaya koyduğu, Keban Metamorfitleininin "Üst Şist Üyesi" ve aynı yörede çalışma yapmış olan Kipman (1981)' m "Düşük metamorfizmalı metakonglomera-kalkfillit Formasyonu" ile deneştirilebilir,.

Kerbelek Kireçtaşları: Çalışma alanı içerisinde, Malatya Metamorfitlelerinin stratigrafik olarak, en ist seviyelerini oluşturan birim, **gri**, siyahımsı, sert: köşeli kırıklı, orta-kalın katmanlı, alt seviyeler masif, üst seviyeler tabakalı, kalsit damarlı kristalize kireçtaşlarından oluşur. Birimin üst seviyelerinde geniş alanlarda erime boşlukları, su yutan, dolin vb. karst şekilleri yaygınca izlenmektedir, Birimin alt dokanağı, Düzağaç Şistleri ile uyumludur ve çalışma alanı içerisindeki kalınlığı yaklaşık **450 m** dir., Birime ait ince kesitlerde çok kötü korunmuş fosiller (bol miktarda makrofosil ve muhtemel rekristalize Mlzzia kesitleri)- ve bölgenin genel paleocoğrafik konumuna göre, bu kireçtaşlarının Üst Permiyen yaşlı olduğu düşünülmektedir (T. Güvenç, 2003, sözlü görüşme).

CEVHERLEŞME

Malatya-Yeşilyurt altınlı-florit cevherleşmesi, Malatya MetamorfMerine ait Devoniyen(?)-Karbonifer yaşlı Kalecik Mermerleri ile Permiyen yaşlı Düzağaç Şistleri arasındaki diskordans düzlemi boyunca gözlenmektedir. Cevherli zon, Değirmenbaşı köyünden başlayıp GD doğrultusu boyunca Dalavihami Tepe'ye doğru uzanan yaklaşık

12 km uzunluğunda bir zon içinde kesikli olarak izlenir., Cevherleşmenin en iyi gözlemlendiği yerler, Değirmenbaşı çevresi, Kuz Tepe batısı ve Dalavihami Tepe güneybatısıdır. Kuz Tepe' nin güneyi ile Dalavihami Tepe" nin güneyinde yer alan mostralar ise asıl cevherleşme bölgelerine göre, zonun cevher içermeyen kesimlerini oluşturur., 5 m ile 30 m arasında, değişen kalınlığa sahip cevherli zon, koyu gri-siyah renkli,, genel karakteri silisli, breşik ve limonitik yapıdadır. Boyutları 1 ile 10 cm arasında değişen breş parçaları çoğunlukla şist ve kristalize kireçtaşı bileşimindedir ve yönlenme göstermezler. Matriks ise başlıca, mikrokristalin kuvars, limonit ve florit'ten oluşur. Bu minerallere az miktarlarda yer yer kalsit, barit ve Mİ mineralleri de eşlik eder. Kuvars içeriğinin 50% den fazla olması cevherli zona silisleşmiş kayaç görünümü verir.. Floritlerin cevherli zon içerisindeki dağılımı homojen değildir.. Genelde matriks olarak gözlenen floritlerin breş parçaları olarak gözlemlendiği kesimler de mevcuttur.. Mor renkli floritlere yer yer beyaz renkli floritler de eşlik eder. Literatür verilerine göre cevherli zemin ortalama florit tenora % 30-65 arasında değişmektedir (Şaşmaz ve **dig.**, 1999),, Değirmenbaşı,, Kuz Tepe ve Dalavihami Tepe olmak üzere üç ayrı lokasyonda mostraları veren altınlı-florit cevherleşmeleri,, birbirlerinin devamı niteliğinde olup, makro ve mikro özellikler açısından benzerlikler sunar. Önemli cevherleşme lokasyonlarının stratigrafik istifindeki konumları şematik olarak Şekil 4' de gösterilmektedir.,



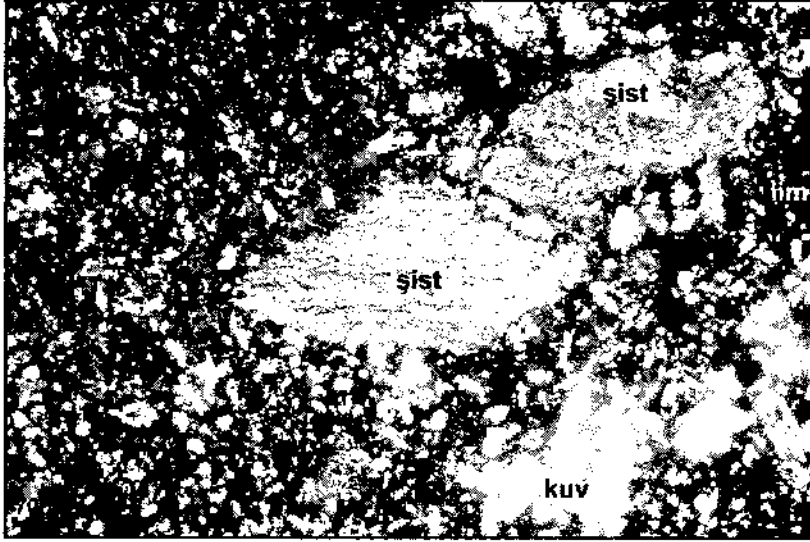
Şekil 4. Cevherli zonun konumunun şematik gösterimi.

Figure 4. Schematic illustration of mineralization zone.

Değirmenbaşı Cevherleşmesi

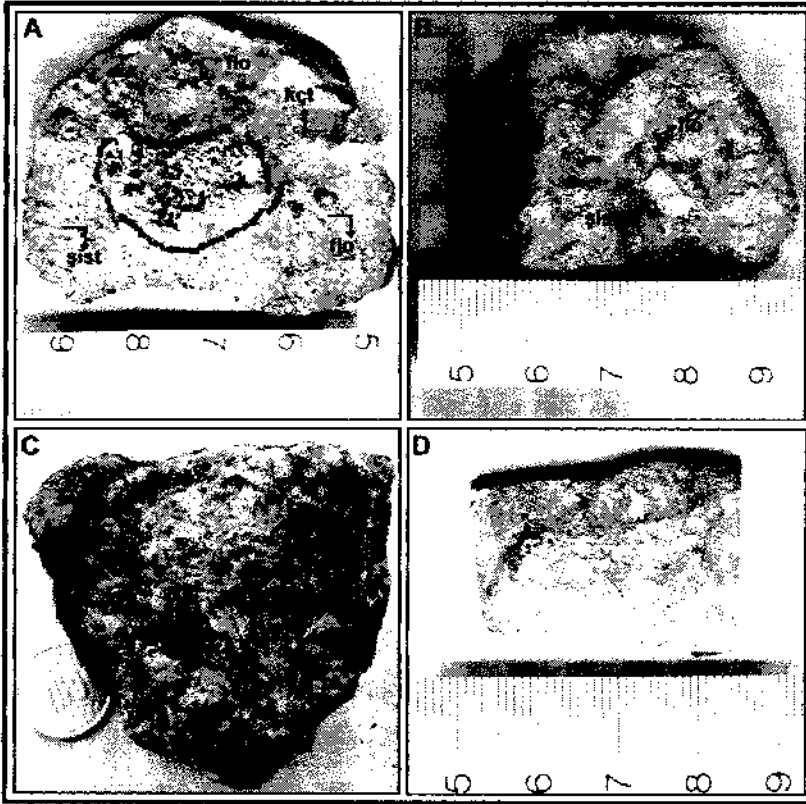
Cevher mostrası, Kalecik Mermerleri ile Düzağaç Şistlerinin dokanakları boyunca gözlenir. Yaklaşık olarak 8 m kalınlıkta, 40 m uzunluktadır ve yanal olarak takip edilemez. Tabandaki karbonatlarda oluşmuş mercer şeklinde çökme boşlukları (yaklaşık 3 m derinlikte) doldurur bir morfoloji gösteren cevher zonu, sarımsı kahve renkli ve genel karakteri breşik, limonitik ve silislidir. Breşik çakılları, şist, kristalize kireçtaşı ve florit parçalarından, matriks ise kuvars ve limonitten oluşur (Şekil 5) ve bunlara yer yer kalsit, kil mineralleri ve hematit eşlik eder. Bu

zondaki floritler daha çok breşik parçaları, görünümündedir (Şekil 6 A, B), Floritlerin tane boyutları birkaç mm ile birkaç cm arasında değişir. Zonun alt seviyeleri florit ve limonit açısından daha zengin ve daha breşiktir. Üst seviyelere doğru florit azalmakta, daha az limonitik ve breşik seviye hakim olmaktadır. Öpak mineral olarak, limonit, rutil, pirit ve eser miktarda altın izlenir. Değirmenbaşı cevherleşmesi,* diğer cevherleşme bölgelerine göre daha yumuşak bir morfolojiye sahiptir ve limonitleşme bu bölgede daha yaygındır.



Şekil 5. Değirmenbaşı cevherleşmesine ait mikroskobik görünüm. Kuvars (kuv) ve limonit (lim) matrisi içerisinde şist ve ince karbonat parçaları.

Figure 5. Microscopic view of the sample taken from Değirmenbaşı mineralization. Schist and fine carbonate fragments in Quartz and limonite matrix.



Şekil 6. Cevherli zona ait farklı florit cevher örnekleri.

Figure 6. The different fluorite ore samples from mineralization zone.

A, B, Silisli, limonitli matrisi içerisinde florit (flo), şist ve kristalize kireçtaşı (kçt) parçaları (Değirmenbaşı cevherleşmesi).

A, B, Fluorite (flo), schist and crystallized limestone fragments in siliceous, limonite matrix.

C, Organik maddece zengin seviyelerde masif floritler (Dalavihami Tepe cevherleşmesi).

C, Massive fluorite in organic material rich zone (Dalavihami Tepe mineralization).

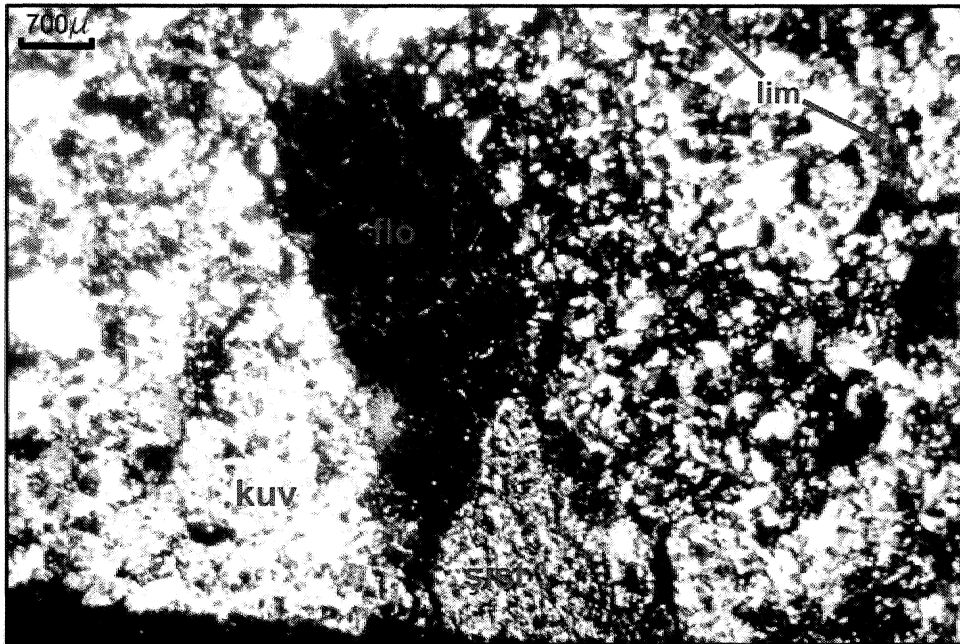
D, Breşik matrisi içerisinde florit bantları (Dalavihami Tepe cevherleşmesi).

D, Fluorite bands in brecciated matrix.

Kuz Tepe cevherleşmesi

Kuz Tepe' nin batısındaki cevherli zon, Kalecik Mermerleri ile Düzağaç Şistlerinin dokanakları boyunca gözlenir... Cevher most-rası yaklaşık 13 m kalınlıkla,, 100 m uzunluktadır ve yanal olarak takip edilemez. Zonun geometrik yapısı, mermerler ile şistlerin arasındaki uyumsuzluk düzlemine yaklaşık paralel,, yataya yakın bir kütle şeklindedir ve yanlara doğru, kamalanarak incelen merceksi bir görünüm sunar,. Koyu gri, siyahımsı mor renkli olan zonun, genel karakteri,, breşik, silisli ve limonitik olup, silisli bir kabuk görünümündedir ve çıkıntılı bir rölyef oluşturmaktadır. Breş çakılları, şist ve kristalize kireçtaşı parçalarından,, matriks ise kuvars, limonit ve floritten (Şekil 7) oluşur ve bunlara kalsit, kil mineralleri ve az miktarda organik

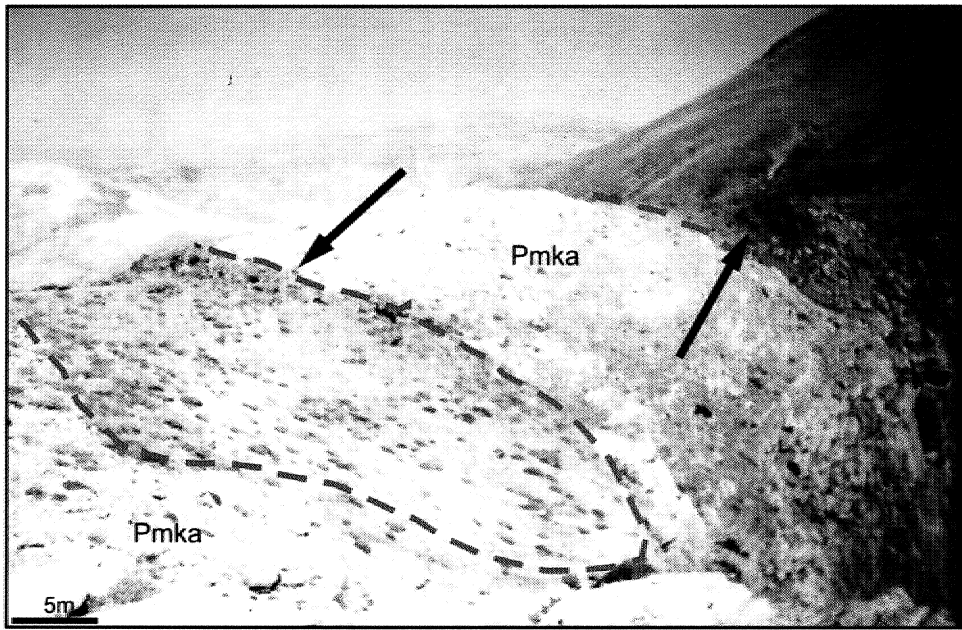
madde eşlik eder. Zonun temelindeki bitümlü mermerlerin üst kesimindeki kılcal çatlaklar silislidir., İri çakıllı,, silisli,, limonitik breşik seviyeler ile başlayan "zona floritler eşlik eder. Üst seviyelere doğru, floritler saçınımlar şeklinde olup floritlere karbonatların ve organik maddelerin eşlik ettiği gözlenir. En üst kesimlerde,, florit gözlenmemekle beraber silisli bir matriksten oluşan daha az breşik ve limonitik bir seviye mevcuttur. Kuz Tepe' nin batısındaki cevherli zon, yanal olarak inceler,, yaklaşık 5 m kalınlığa düşerek kesilir ve Kuz Tepe' nin güneyinde yer alan, bu. zonun devamı niteliğinde, yoğun silisli ve daha az; breşik zona geçilir,, Kuz Tepe' nin güneyindeki bu zon ilksel bileşimini yitirmiş silisleşmiş kayac görünümündedir.



Şekil 7. Kuvars (kuv) ve limonit (lim) matriks içerisinde florit (flo) ve şist parçaları.
Figure 7. Florite and skisi fragments in quartz (kuv) and limonite (lim) matrix.

Dalavihami Tepe cevherleşmesi

Dalavihami Tepe'nin hemen güneybatısında yer alan cevherleşme, Kalecik Mermerleri ile Düzağaç Şistleri arasındaki dokanaklar boyunca gözlenir. Mostranın uzunluğu 200 metre, kalınlığı ise yaklaşık 30 metredir. Bu lokasyondaki cevherleşme, Kuz Tepe ve Değirmenbaşı çevresindeki cevherleşme bölgelerine göre daha yoğun ve yaygındır. Cevherli zon, tabandaki mermerlerin kırık sistemi ile kontrol edilecek şekilde diskordans düzlemine yaklaşık dik, kırık ve boşluk, dolgusu biçiminde geometrik yapılar sunar. Söz konusu kırık ve boşluklar, yüzeyde geniş (yaklaşık 15-20 metre), derinlere (mermerlerin içine) doğru daralıp kapanan huni benzeri geometrik şekiller sunarlar (Şekil 8). Zon, siyahımsı mor renkli, genel karakteri, silisli ve breşikdir. Sertliği nedeniyle yer yer çıkıntılı jölyef vermektedir. Breş çakılları, şistlerden ve kristalize kireçtaşı,, matriks ise kuvars, florit ve yer yer limonit ve organik malzemeden oluşur (Şekil 6, C, D) Diğer florit lokasyonlarına göre daha geniş mostraya sahip bu florit mostrasının tabanındaki mermerlere yakın kesimleri florit açısından daha zengindir, üst kısımlara doğru florit azalıp kaybolmakta ve daha az breşik, limonitik silisli bir seviye hakim olmaktadır. Bu lokasyondaki cevher mostrası yer yer silisleşmiş şist kalıntıları içerir. Opak mineral olarak, limonit, mitil, pirit, grafit, arsenopirit, pisilomelan ve altın içerir. Altın, 1 ile 20 jı arasında değişen tane boyutunda olup, kuvars ve floritler içerisinde yer alır. Cevher mostrası yanal olarak incelenerek 5-6 m kalınlığa düşer ve Dalavihami Tepe'nin hemen güneyinde, bu zonun devamı niteliğinde, daha az breşik, silisli, makroskobik olarak florit içermeyen zona geçilir.,



Şekil 8. Dalavihami Tepe'de kırık ve boşluk dolgusu şeklinde cevher kütleleri (Pmka: Kalecik Mermerleri).

Figure 8* A view from Dalavihami Tepe, ore bodies in the form of karstic cavity filling.

Altınlı-florit cevherleşmelerinin metal içeriği

Değiraienbaşı cevherleşmesinden alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre (Çizelge 1), ortalama altın değerleri 350 ppb, arşen değerleri ise **800 ppm'dir**. Kuz Tepe batısındaki cevherleşme, ortalama olarak **900 ppb altın ve 2200 ppm arseo** içerir. Kuz Tepe'nin hemen güneyindeki **makroskobik** olarak florit seçilemeyen silisli kesimlerden alınan **kayaç** örneklerinin analizi sonucunda,, ortalama olarak **200 ppb altın ve 400 ppm arşen**

değerleri elde edilmiştir. Cevherleşmenin yoğun olarak izlendiği **Dalavihami Tepe'nin** güneybatı kesimindeki cevherli **zonda** altın içeriğinin zonun organik maddece zengin kesimlerinde daha yüksek, **olduğu ve 12,5 g/t 'a kadar çıktığı görülür**. Bu zondaki arşen değerleri **33000 ppm'e**, gümüş değerleri ise **69 ppm'e** kadar çıkar. Dalavihami Tepe'nin hemen güneyinde,, **makroskobik olarak florit** seçilemeyen silisli **zonların** ise ortalama altın değerleri **100 ppb**, arşen içerikleri ise **150 ppm'** dir.,

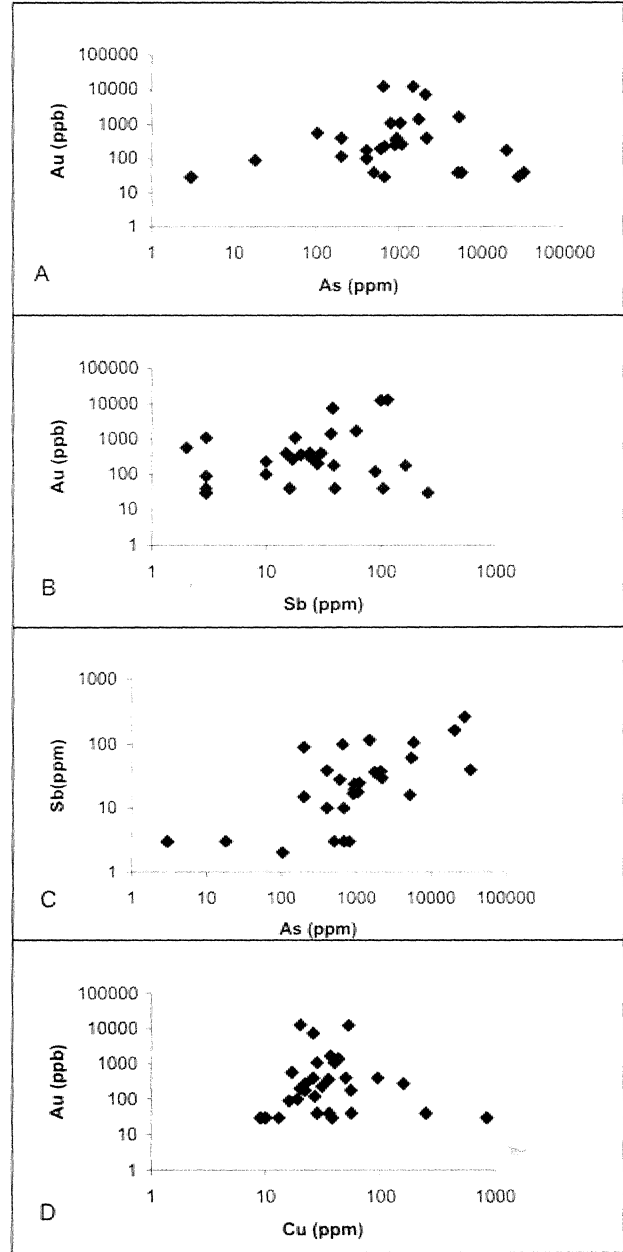
Örnek No	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Sb (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
4	<40	<1	<10	<10	13	51	56
5	<40	<1	<10	<10	19	49	11
6	260	1,3	900	17	22	51	50
7	<40	40	5189	16	36	37	126
8	12500	69	1486	115	20	319	10
16	400	<1	944	24	26	73	38
17	100	1,6	406	<10	19	166	114
18	180	1,3	405	39	22	408	77
1029	350	1,7	935	20	35	375	760
1030	230	1,4	670	<10	31	920	5000
1031	1420	<1	1730	37	43	169	93
1024	1660	<1	5400	61	37	92	454
1025	400	<1	2180	30	95	327	803
1027	570	<1	103	<10	17	82	85
1084	1110	1,1	800	<10	28	44	32
1086	<40	2,4	28000	260	38	75	1340
1100	90	<1	18	<10	16	12	28
1101	<40	<1	<10	<10	850	22	43
1102	<40	<1	<10	<10	10	11	10
1103	200	<1	600	28	20	<10	89
1113	400	<1	200	15	50	13	28
1114	120	<1	200	90	27	23	28
1115	<40	<1	700	<10	10	13	45
650	<40	1	500	<10	250	10	53
651	12400	56	650	100	53	41	12
652	7500	28	2095	38	26	170	39
653	<40	<1	33000	40	56	110	78
654	<40	1	5772	105	28	80	40
655	1100	3	1040	18	40	41	70
656	270	1	1095	25	160	22	20
657	18	2	20350	165	55	100	158

< işareti dedeksiyon limitinin altındaki değerleri gösterir
< below the detection limit

Çizelge 1. Cevherli zona ait örneklerin Au,, Ag, As, Sb, Cu, Pb and Zn içerikleri.

Table h The Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb and Zn contents of ore samples

Sonuç olarak,, altın değerlerinin cevherleşmelerdeki genel dağılımı incelendiğinde, breşik yapının gözleendiği,, florit içerikli silisli kesimlerde (Dalavihami Tepe güneybatısı, KEZ Tepe batısı ve Değimienbaşı çevresinde) altın içeriği artmaktadır. Organik maddece zengin seviyelerde (Dalavihami Tepe güneybatısı) altın içeriği daha da artarak (12,5 g/t) maksimum değerlere ulaşmaktadır., Breşik yapının az olduğu, florit içermeyen silisli kesimlerde (Kuz Tepe güneyi ve Dalavihami Tepe güneyinde) ise altın içeriği minimum (100 ppb ve altı) değerlere düşer. Bu analiz sonuçları her bir cevherleşme içinde veya cevher z.o.u.nun genelinde yanal ve düşey yönlerde altın içeriği açısından sistematik bir değişimin olmadığını ifade etmektedir.. Yatakta altın dağılımını kontrol eden en önemli etmenler organik madde içeriği ve breşik yapının varlığıdır. Arsen değerlerinin genel dağılımı incelendiğinde, altının dağılımına benzer bir yönelim gösterir., En yüksek değerleri (33000 ppm), Dalavihami Tepe güneybatısındaki altın içeriklerinin yüksek olduğu organik maddece zengin cevherli zonlarda vermektedir., Gümüş değerleri, çalışma alanının genelinde dedeksiyon limiti olan 1 ppm' in altında olmasına karşın altın içeriği zengin seviyelerde maksimum (69 ppm) değerlere ulaşır.. Diğer metallerin (Pb, Zn, Cu) dağılımında herhangi bir düzen saptanamamıştır., Cevherleşmede metallerin dağılımları çok düzensiz olup, altın içerikleriyle (As ve Ag dışında), diğer metallerin dağılımları arasında bir korelasyon gözlenmemiştir (Şekil 9).



Şekil 9: Cevherli z.o.u örnekleri metal içerikleri değişim diyagramları.

Figure 9: Variation diagrams for metal content of ore samples.

- A) Altın (Au)-Arsen (As) değişim diyagramı.
 A) Variation diagram of Gold (Au) versus Arsenic (As)
 B) Altın (Au)-Antimuan (Sb) değişim diyagramı.
 B) Variation diagram of Gold (Au) versus antimony (Sb).
 C) Antimuan (Sb)-Arsen (As) değişim diyagramı.
 C) Variation diagram of antimony (Sb) versus Arsenic (As)
 D) Altın (Au)-Bakır (Cu) değişim diyagramı.
 D) Variation diagram of Gold (Au) versus Copper (Cu)

SONUÇ VE YOMUM

Malatya-Yeşilyurt: altınlı florit cevherleşmesinin oluşumuna ışık tutabilecek jeolojik, yapısal-dokusal ve mineralojik veriler- şu şekilde sıralanabilir;

- Cevherleşmeler litolojik kontrollü olup hep Kalecik Mermerleri ile bunların üzerine gelen Düzağaç Şistleri dokanaklarında yer almaktadır. Bu iki birimin ilişkisi tektonik değil stratigrafiktir ve şistler bir diskordans düzlemiyle mermerler üzerinde bulunmaktadır. Bu diskordans düzlemleri çok kalın olmayan (3-5 m) yer yer mercekler şeklinde ortaya çıkan metakonglomeralar tarafından, belirlenmektedir. Kalecik Mermerleri ile Düzağaç Şistleri arasındaki diskordans düzlemi sadece çalışma alanında değil Toroslardan İran'a kadar uzanan bölgede (Güvenç, 1981) gözlenmektedir. Güvenç (1981)" e göre konglomera, demiroksit ve lateritik oluşumlar tarafından temsil edilen bu diskordans Karbonifer sonu Permiyen başındaki karasal etkileri ifade etmektedir.
- Çalışma alanında metamorfik birimler güneşe doğru, bir bindirme düzlemiyle Eosen yaşlı Maden Karmaşığı üzerine itilmişlerdir (Şekil 2). Ne bu bindirme düzleminde,, ne de metamorfikleri (mermer ve şistleri) kesen genç fay düzlemlerine bağlı bir alterasyon ve florit cevherleşmesi gözlenmemiştir.
- Şist—mermer dokanağında yatay kesiti elipsoidi andıran 15-20 m. kısa ekseni ve 40-50 m uzun ekseni olan, düşey yönde

alttaki, menilerin içine doğru daralan huni şekilli veya mermerin içine doğru kalınlaşan merceğimsi yataklarına tipleri,, karstik ortamlarda gözlenen "düden breşi (sinkhole breccia)" ve karbonatların çözünmesiyle oluşan çözünme ve çökme breşlerinin (dissolution breccia) geometrileriyle (Sangster, 1988 ; Wright, 1982) son derece uyuşmaktadır. Cevherin breşik yapısında herhangi bir yönlennin gözlenmemesi, bir milonitik yapının bulunmaması., klastların kaotik yapısı ve heterojen boyutları, linionitii, silisli ve floritli matriksi cevher breşlerinin bir tektonik breş olmadığını, karstik ortamlarda gözlenen diskordans düzleminin altındaki kireçtaşların çözünmesi sonucu oluşan çözünme ve çökme breşleri olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca çört ve floritlerin hem matriksi oluşturmaları hem de matriks içinde klastlar şeklinde bulunmaları cevher oluşumunun mermerlerin çözünüp breşleşmesiyle eş zamanlı olduğunu ve cevher oluşurken de çözünme breşlerinin oluşumunun devam ettiğini ifade etmektedir. Değirmenbaşı cevherleşmelerinde üstteki şistlerin aşağıya cevher zonuna doğru çökme yapıları içermesi alttaki mermerlerdeki çözünmelere bağlı gelişen çökme olayları ile ilgili olmalıdır. Ayrıca Kuz Tepe cevherleşmesinin üst kesimlerinde şistler içerisindeki düşey yönde gelişmiş, üstte yaklaşık küresel derine doğru incelen masif cevher içermeyen silis kütlelerinin de (Şekil 3 ve 4) "düden (sinkhole)" lerle ilişkili kimyasal silis çökelimleri olduğu düşünülmektedir...

Ayrıca cevherlerin hem alttaki mermer hem de onun üzerine gelen şist parçaları içermesi cevher oluşumunun içinde bulunduğu kayaçların metamorfizmasından daha sonra olduğunu ifade etmektedir.

- Cevher oluşum, sıcaklığı hakkında elimizde henüz yeterli sıvı kapanım verileri olmamasına rağmen matriksi oluşturan kuvars, kalsedon ve floritin mikro yapı-dokuları, şist ve mermerlerde herhangi bir yüksek sıcaklık alterasyonu gözlenmemesi bu cevherleşmelerin son derece düşük sıcaklıklarda yüzeye yakın koşullarda oluşmuş olması gerektiğini ifade etmektedir. Ayrıca lüminolitik matriks bu cevherleşmelerin oksijen açısından son derece zengin yüzeye yakın oluşum ortamını desteklemektedir..

Yukarıda sıralanan ve önceki bölümlerde verilen jeolojik, yapısal-dokusal özellikler, yatakları tipi ve mineral içeriği açısından Malatya-Yeşilyurt altınlı florit cevherleşmesi literatürde verilen, "silika-kabuk" tipi (Rodeghiero ve diğ., 1996 ; Brigo ve diğ., 2001) ve paleokarstik florit yataklarıyla (Genç, 2001 ; Genç ve diğ., 2002, 2003) eşdeğer özellikler sunmaktadır. Bu nedenle bu cevherleşme paleokarstik süreçlerle oluşmuş bir yatak olarak kabul edilmiştir.

Yatağın oluşum, yaşını verebilecek radyometrik verilerin eksikliğine rağmen yapısal-dokusal veriler bir oluşum yaş aralığı verebilmemize olanak sağlamaktadır. Cevherleşmelerinin içinde üstteki şistlerin parçalarının bulunması bu cevherleşmelerin metamorfizmadan daha sonra oluştuğunu

kanıtlamaktadır., Malatya Metamorfizmasının metamorfizma yaşı olarak literatürde Senoniyen (Yazgan, 1983), Jura-Alt Kretase aralığı (Kipman, 1976 ; Perinçek, 1978) verilmektedir. Bu durumda Yazgan (1983)' in metamorfizma yaşı verilerine göre cevher oluşumu Kretase (Senoniyen)'den daha genç olmalıdır., Diğer taraftan Şengör ve Yılmaz (1981)' a göre Geç Eosen-Erken Miyosen yaş aralığında Türkiye orojenik kuşağı kuzey güney yönlü sıkışmaya devam etmiş ve Malatya-Keban Metamorfizmaları Bitlis-Pütürge Metamorfizmalarından bağımsız bir dilim halinde ayrılarak yükselmiştir. Bölgedeki karstlaşma ve karstlaşmaya bağlı cevher oluşumu da büyük bir olasılıkla bu yükselmeye başlamış olmalıdır.. Aynı araştırmacılar Doğu Anadolu'daki yükselmelerin Arabistan ve Avrasya çarpışmasına bağlı olarak Orta-Geç Miyosende de devam ettiğini belirtirler. Bu yükselmelere bağlı olarak Ekmekçi, (2003) Doğu Anadolu'da Geç Miyosen ve Pliyosen'de karstlaşmanın etkin bir şekilde devam ettiğini ve yer altı (subsurface) drenajının çok iyi geliştiğini ifade etmektedir. Bu verilerin ışığında, cevherleşmenin oluşum yaş aralığı belirli, bir hata payıyla «Geç Eosen» Pliyosen olarak kabul edilebilir.

Cevherlerin diskordans düzleminin hemen altında ve şist-mermer dokularları boyunca yerleşmesinin üç nedeni olabilir. Birincisi, şistlerin üstte geçirimsiz bir tabaka oluşturmaları ve çözeltilere kapan görevi görmesi, ikincisi ise diskordans düzlemi ve buradaki konglomeraların meteorit çözeltiler için uygun geçiş ortamları sağlamasıdır. Üçüncü bir neden, ise diskordans düzlemi

altındaki mermerlerin bu çözeltilerle kolaylıkla reaksiyona girerek cevherleşmelere uygun depolama alanları oluşturmalarıdır. Bu koşullarda silis, flor ve altın içeren asidik meteorik çözeltiler mermerler ile reaksiyona girerek mermerlerde çökme yapılarının oluşmasına neden olmakta ve buralarda pH değişimlerine bağlı olarak kuvars ve florit çökelişi gerçekleşmektedir¹ (Zuffardi, 1976). Cevherleşmeyi oluşturan meteorik çözeltilerin içerdiği silis, flor ve altının kaynağına işaret edebilecek elimizde henüz somut bir veri bulunmamasına rağmen literatür verilerine göre bu elementleri sağlayabilecek en olası kaynaklar diskordans düzlemi üzerindeki şist ve mermerler gözükmektedir. Zira literatür verilerine göre en fazla flor içeren kayaçlar kiltaşları (600 ppm), şeyller (950 ppm), granitoid (1205-1940 ppm) ve siyenitoidlerdir (1770 ppm) (Allmann ve Koritnig, 1969)., Bu verilere göre kiltaşları ve şeyller, granit ve siyenitlerden sonra, en fazla flor içeren kayaçlardır. Bu kayaçlar aynı zamanda bünyelerinde yüksek oranlarda altın ve SiO₂ de içerirler. Şeyller ortalama 3.9 ppb altın (Allman ve Crocket,, 1974) ve % 59 SiO₂ içerirler (Liebau ve diğ., 1969). Şistler ise 9 ppb 'ye ulaşan altın (Allman ve Crocket, 1974) ve % 65'e varan SiO₂ (Liebau ve diğ., 1969) içeriğine sahiptir. Bu kayaçlardan granit ve siyenitler yatağın yakın civarında bulunmamaktadır. Florca zengin ve florit zenginleşmelerini içeren en yakın granit ve siyenitler (Üst Kretase yaşlı) kuzeyde Keban civarındadır (yaklaşık 100 km). Bu ise oldukça uzak bir olası kaynak olarak gözükmektedir. Bu durumda silis, flor

ve altın için olası kaynak olarak diskordans düzleminin üzerindeki kökenleri killi, kumlu, karbonatlı (kiltası, şeyi, karbonat) kayaçlar olan ve silis, flor ve altın içeriklerinin literatürde bu tür kayaçlar için verilen ortalama değerler arasında olduğu düşünülen Düzağaç Şistleri ve Kerbelek Kireçtaşları gözükmektedir.

Killi kayaçlar içinde flor,, killerin yüzeylerinde adsorbe edilerek zenginleşebilmektedir. Kil yüzeylerine ve adsorbe edilen flor kolaylıkla OH " iyonlarıyla yer değiştirerek çözeltilere geçebilmektedir (Allmann ve Koritnig, 1969). Yukarıda sıralanan nedenlerden ötürü florit cevherleşmesinin yakın civarındaki şist ve karbonatlar olası flor, silis ve altın kaynağı olarak düşünülebilir.. Ayrıca Malatya. Metaniorfitlerinde gözlenen yaygın karstik yapılar, meteorik çözeltiler-metamorfik kayaç etkileşiminin çok yaygın olduğunu kanıtlamaktadır. Bu nedenle meteorik çözeltilerin bu kayaçlar içerisinden geçerken bünyelerindeki flor, silis ve altını çözerken zenginleşme bölgelerine taşıdığı düşünülmektedir.,

Sonuç olarak,, Malatya-Yeşilyurt altınlı florit cevherleşmesi Doğu Teraslarda oluşumu paleokarstlaşma süreçlerine bağlı olan ve yayılımı Karbonifer-Permian diskordans düzlemi tarafından kontrol edilen stratabound karakterde bir cevherleşmedir. Yatağın bu özellikleri dikkate alındığında benzer cevherleşmelerin aranması açısından Doğu Toros Kuşağının önemli potansiyel sahalar olduğu düşünülmektedir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar., bu araştırmanın arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki katkı ve destekleri için Sayın Dr. Özcan DUMANLILAR ve MTA Genel Müdüğü Maden Etüd Dairesi Yetkililerine teşekkür ederler.

Değınilen Belgeler

- Allmann, R., and Koritnig, S., 1969., Fluorine. In: Handbook of Geochemistry. Wedepohl, K. H., (eds), vol., H/1, p. 9-B-1 to 1-A-1.
- Allmann, R., and Crocket, X H., 1974, Gold., In : Handbook of Geochemistry. Wedepohl, K. H. (eds), vol. H/4, p. 79-A-1 to 80-A-2.
- Asutay, HJ., 1985, Baskil çevresinin jeolojik ve petrografik incelenmesi., A.Ü.F.F. Müh. Fak. Doktora tezi. (yayımlanmamış), 156, Ankara.
- Asutay, HJ., ve Turan, M., 1986, Doğu Toroslar Keban-Baskil (Elazığ) dolaylarının jeolojisi. MTA Gen. MikL Jeol. Etüd. Dağ. Rapor Arşivi.,
- Brigo, L., Gamana, G., Rodeghiero, F. and Potenza, R., 2001, Carbonate-hosted siliceous crust type mineralization of Carnic Alps (Italy-Austria). Ore Geology Reviews 17 (2001) p. 199-204.
- Ekmekçi, M., 2003, Review of Turkish karst with emphasis on tectonic and paleogeographic controls, Acta Carsologica, vol. 31(3) (inprint)
- Genç, Y., 2001., Pöhrenk (Çiçekdağı-Kırşehir) Fiorit Yatağı : Sedimanter Kayaçlara Bağlı Fiorit Yataklarının Orta Anadolu" dan Bir Örnek. 54. T.J.K. 740 Mayıs 2001 Ankara, Proceeding No 54-52.
- Genç, Y., Vennemann, T. W. ve Satır, M.,2002, Sedimanlara bağlı Pöhrenk (Çiçekdağı-Kırşehir) fiorit yatağının kökenine ilişkin hidrojen, oksijen ve karbon izotop verileri., 55. T. J. K. B. Bildiri Özleri Kitabı, 11-15 Mart 2002, s. 104..
- Genç, Y., Vennemann, T., W., and Satır, M, 2003, Carbon, oxygen and hydrogen isotope evidence for the origin, of the seeliment hosted Pöhrenk (Çiçekdağı-Kırşehir-Central Anatolia) fluorite deposit, Turkey.. In : Eliopoulos, D,G. Et.al.(edits.). Mineral Exploration and Sustainable Development., Proceedings of the seventh biennial SGA Meeting, Athen, Greece, 24-28 August 2003., vol. 2, p. 871-874.
- Gözübol, A. M. ve Qnal, ML, 1986, Çat Barajı İsat Tünelinin Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekanığı İncelemesi, ve Malatya Çelikhan Alanının Jeolojisi.. TÜBİTAK Projesi, TABG-647.
- Güvenç, T., 1981, Tetisin Permiyen ve Triyas Stratigrafisi ve Paleocoğrafyası. HÜ Yerbilimleri Eüst. Yayınları, sayı 7, 27-42.
- Kıpman, E., 1976, Kebanın jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi. Doçentlik tezi, İst. Üniv., Fen. Fak. Mineraloji ve Petroloji Kürsüsü.
- Kipman, E., 1981, Kebanın jeolojisi ve Keban şariyaji. İst Üniv. Yerbilimleri Derg., 1, 1-2, 75-81, İstanbul,
- Liebau., F., Condie, K. C. and Siever, R., 1969, Silicon In : Handbook of Geochemistry. Wedepohl, K. H., (eds), vol. II/1, p. 14-A-1 to 14-II-3.
- Özgenç, 1., 1981, Ovacık (Tavşanlı-KUtahya) fluorit yatağının jeolojisi, Jeoloji Mühendisliği. Dergisi, 43, s. 5-14.

- Özgül, M., 1976, Toroslann bazı temel jeolojik özellikleri, Türkiye Jeo. Kur., Bill.,, 19, 1, s. 65-78, Ankara.,
- Perinçek, D.,, 1978, Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman İli) alanının jeolojisi ve petrol olanaklarının araştırılması. Doktora tezi, İstanbul Univ. Fen Fak. Tatbiki Jeol Kürsüsü 212 s. İstanbul.,
- Revan, M. K., 2003,, Malatya-Yeşilyurt altınlı-fluorit cevherleşmesinin oluşumu ve kökeni Yük., Lis. Tez., Hacettepe Univ., Jeo. Müh. Böl., Ankara, 71 s. (yayımlanmamış).
- Revan, M. K., Genç, Y. ve Dumanlılar,, Ö., 2003, Malatya-Yeşilyurt: Altınlı Florit Cevherleşmeleri,, 56. Türkiye Jeo. Kur., Bil. Özleri, s. 118.
- Rodeghiero, F., Fanlo, I., Subias, L., Yuste,, A., Fernandez-Nieto, C. and Brigo, L., 1996,, Sulfide-fluorite-barjte-bearing siliceous crusts related to unconformity surfaces of different ages in Pyrenees and Alps : a new model in carbonate-hosted deposits ?, Acta Geologica Hispanica. v. 30, p. 69-81.
- Sangster, D. F., 1988, Breccia-hosted lead-zinc deposits in carbonate rock. In : M, P. James, P.Q, Choquette. Paleokarst. Springer-Verlag. New York, Berlin, Heidelberg, 102-116.,
- Şaşmaz, A.,, Önal, A., ve Önal, M., 1999, Çelikhan (Adıyaman) fluorit cevherleşmeleri ve bunların NTE jeokimyası.. 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyum. Bildirileri, s. 378-387, İzmir.
- Şengör, C. ve Yılmaz, Y.,, 1981, Tethtan evolution of Turkey. A plate tectonic approach ; Tectonophysics, v. 75, 181-241.
- Wright, V., P., 1982, The recognition and interpretation of paleokarst : Two example from, the Lower Carboniferous of South Wales.. Journal of sedimentary petrology, vol. 52, No. 1, pp. 83-94.
- Yazgan, E., 1983, A. geotravers between The Arabian platform and the Munzur nappes.. Int. Synip, Geol. Taurus belt, 26-29 Sept., Guide book for excursion V... 17p. MTA Ankara.
- Yılmaz, A.,, Ünlü, T., ve Sayılı, S., 1992, Keban kurşun-çinko cevherleşmesinin kökenine bir yaklaşım : Ön Çalışma. MTA Dergisi, sayı 114, 47-71.
- Zuffardi, P., 1976, Karsts and. Economie Mineral Deposits. İn : Handbook of Strata-bound and stratiform ore deposits.. Wolf, K.H. (eds), vol. 3,, Elsevier,, Amsterdam. pp. 176-213.,



JEOLOJİ
MÜHENDİSLİĞİ
DERGİSİ

YAYIM AMAÇLARI VE KURALLARI, YAYINA KABUL İLKELERİ

AMAÇ

- * İlin ile Yerküre arasındaki ilişkilerde işkii bilgi ve deitAimlen daha güüüli e daha lahat hü aşdm ortamı sağlanmak doğultununda. doğal ye\re\i gö\eleterek insanın lu/iKtülL sunina\ı anayla\an .Teoloji Mühendisliği iKseğinin 21111111k yıvıntdaki 11111111 ve önanimi daha etkin bir şekilde \ansıtılmak.
- « bu akuda ulusal \t uhlaraıası gelişmeleri İtölüj Mühendislerinin bilgisiiK sunmak.
- * konu ile doğrudan doknlı etkinliklerde bulunan bilim adanılan. araştırmacılar. mühuidislr ve diğer ingula\ıcılar arasındaki bilgi ve dene\im iLtiMiniüi güçkndü eek ve hızlandıaaık kola\ uis\kbi\en. geniş kanlımlı bir tatı>ma ortamı sağlamak \c\ania olanağı \atmak
- TürLne'nim: sos\al w ekonomik kalkınmasını \akından ilgilendiren JULIÖLİL ilivkü sorunların daha dkm çö\ümü-nü sağlamak açısından hüyük ÖLLEHİ İaşı\anı kutumlaraıası işbirliğinin başlatılmasına katkıda bulunmak.
- Tunkçenin \toloji müKıdNığı alanında hilm dili nlaak geliştirilmesini ve \abanu sö\cük\kludui anndınlmasını ö/emdmek

gibi amaçlara sahiptir.

KAPSAM VE NİTELİK

./D.LCÜ. NİÖİL\ DİMİİ DE*WV.. ulusal ve ulusUraıası plattoraıda \tibilimldimim u\oukma^a dönük akıllan ik ilgili çalışmalar \apan herkesin kalkılmaına açıklıtır. Bu çıktıç\ede

- ^ insanın \aşamim \tkık^en\ jeolojik ^ue^lu ik mühendislik \apılan \c hunlora ili\şkin snrular ve çö\ümler
- * / .Loiojik keiMidkldiüi MüiElimi ve tkoionmik değertlendimesi
- ^ Doğal u \apa\ kıllelıcılı\ \v-kosisteine etkilei
- ^ Jeolojik anıtların koiunt^i
- S Jiolojik snıunların çö\ümüit: katkıda bulunan ata/i ve laboratu\ar \öntem ve tekniklerinm \leti\ii ilin LSI

ile ilgili kuramsal ve uygulamalı ^alışmdlılr kapsaman ünimler, \a\ın Kuzulunun değertlendiniicsinden L>eçtikten sonra Jeoloji Mühuidisliği Delgisinde \a\ınlanır.

Jeolojinin mğulama alanıama işkii her türlü çalışma Jeoloji Mühendisliği Delgisinin \a\ın amaçlatma u\ gun dur Bununla birlikte. valışma\ konu olan sorunun kullanılan teknik nt olursa olsun. bilimsel \ünlemlerle de alınması ve Jeok^inin mğulama alanlarına dışkın olmadı atanan kmel mi klikler atasında olacaktır. Çalışmanın daha öne t lükç^e \a\ınlanmamı> olması gerekmektedir. .Loloj Mühendi*lel Dugisi İLde be\$. tır \a/ı \a\ınlaumaktadır;

- 1- FİE^TİREİ İNCTIEMF (Re\üw Paper): tditöilerin da\efi üzetüie ve\ a bilgisi dahilinde ha/ırlanaa jeoloji mühendis\ iğim İKI hangi bir alanında halen kullanılmakta olan teknik. ünitem e e \aklaşımın nünümüz teknolojik gelişim-Lri ve kendi duveyimleli işğında iucele\eni, bu açıdan öneriler geliştiren \a\ıladıı. İazı u/uuluçü konu\ a bağılı olarak değışebil>. Yd\ın kutulu nicelemesi zotunuluğu \oktur.
- 2- AR4ŞTIRMA >L\K.VL.FSİ (Rısearch :Vrtickj: Ö\gün bir çalışmanın sunulduğu \a\ıdır. kuramsal lunel. \eterh miktar ve nitelikte veri\ e dayalı bulgu ve sonuçlam \a\ınttı-

lamla değerküdüüldüğü bölümler içenneldir. hâzımın toplam u/unluğı bKüü sö\cük eş.değertim iLl JMD sa\ıfastı aşmamalıdır. Ln a/ iki \a\ın kutulu üyesi tarafından incelendikten sonra \a\ınlanıı.

- 1- İFKNİK "NOT (Tıclnical Note): Herhangi bu süreç ve\ a tekniğı. kuramsal temel. ^etçili veni. ve aMintlı değertlendirme\ e dadanmadan sunan \c amacı bu süreç ^e\ a teknikleri kullanabilecek yebilmeilere diüMirmek olan özgün \a-zıdır. \a\ımın u/unluğı 5(Kin sö\cük eşdeğertini 1\ İ\ID İa\ıası) aşmamalıdır. Fı a/ iki \a\ıMıi kurulu üyesi tarafından me elendikten sonra \a\ınlanıı.
- 4- \RA!5>riRM\ \y\| (Research Note): Henüz tamamlanmamış. eksik veni. ve bulgukıta \üze\sel değertlendime-lue daıalı kendi içinde tutarlı. ö\gün dene\sel, uygulamah ve\ a kuramsal araştınnalaim önsonuçlarının ve\ a hulgalarının sunulduğu \azıdır. Am&\. oku\ucu\ a güncel bir Lonu-ya ilişkin hir çalışmanın ön bulgu ve sonuçlarını duyutarak konu üzerinde tartışma ÖI tamı \aralmak, konunun gelişme-sine başka araştınnatılar İll katkılaım \ağlamaktır. \azı u/unluğn ÖOHJ stveik eşdeğertim iL JMD sa\ılaçif aşmamalıdır. İin a/ iki \d\m kurulu üyesi taıatından incelendikten sonra \a\ımidim.
- 5- GÖRİ'S-\ ORI \Ae\ AM TL AR (View, C'omeıent and Reply): Dergide \ayınlanan \dzüm hakkında her türlü gö-niş, yoğun e bunlara ilişkin yanıtlan içerir. Lditölerin u\gün gördüğü uzunlukla \a\ınlıllı.

VAZILARCV DĞERLENDİRİLAİEŞİ VE YAYINA KABUL İLKELERİ

./fOhJ?i MI HhMİSLh.İİ İ*ERİ*RS*. Editörlüğüne: 2 satur arınla 12 punto harflerle vozunum ve 3 mişim h aimée ulaşan %a\lar. öncelikle içerik, sunum, \a\ım kuralları. \d. \önkiden tditötlük tarafından incelenil ve daha snıra değertlendü\ilmek üzere en az iki \a\ım kurulu üyesine gönderilir. \a\ın Kurulu üe\çftmdeü gelecek görüşler doğultusunda ya\ınn doğudan. az ve\ a önemli ölçüde düzeltilmesi koşuluyla yaMılanmasına ve\ a reddine E dırlölkçe katar verilir ve sonuç \azat:Ura bildirilir.

\a\ın Kutulu içdelerinin böbin\le çelişen görüş bildirmeleri durumunda t:di forluğun bir katarı varabilmesi için \azı, üçüncü bir \ayın kumlu nışesine gönderilir. \ayın kurulu üyeleri gerekli görürlet se \a\ıları düzeltilmiş haııple tekiat gömip değertlendirilebilir.

\azarlar, \ayın kurulu L'yelerinin ve Editörlüğün \aptığı eleştiri, öne ve düzeltmeler arasında katılmadıkları hususlar olduğunda bunları a\ın bir sayılda gerekeçlet iy le birlikte açıklamalıdır.

Gönderilen \azılar ve İEOlji İ Vİ FE\İ\İSLİĞİ DFRİsfSfndĞ yay unlanısın veya ya\ımlannıdsın \azılara geri iade edilmez.

YAZIM DİLİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ tıde yayın dili olarak "Türkçe" ve "İngilizce...kullanılmaktadır. Derginin oldukça geniş bir yurt dışı aboneliğı ve sürümü olduğu için, Türkçe makalelerin, *kabulden, sonra "Genisletilmiş bir İngilizce Öçelr"* nin yazılması gerekmektedir. Dergide; ayrıca yazıların başlıkları, özetleri ve tüm çizelge; ve re sinil emel erin açıklamaları Türkçe ve İngilizce olarak, iki dilde birlikte verilmiştir.

Eşitlikler ve Formüller

- a) Esitliklerdeki matematiksel ifadelerin bilgisayar ortamında kullanılabilmesi için uygun olarak kullanılan uluslararası simgeler kullanılmamalıdır. Örneğin "k" yerine "k" kullanılmalıdır.
- b) Her eşitliğe eşitlik numaraları eklenmelidir. Örneğin "Eşitlik 1" şeklinde yazılmalıdır.
- c) Esitliklerde kullanılacak alfa ve beta sembollerinin şekli, eğer mümkünse, standart yazı fontlarında yazılmalıdır. Örneğin "α" yerine "alpha" kullanılmalıdır.
- d) Esitliklerdeki sembolizm açıklamaları zıtlığın hemen altındaki ilk paragrafın başında yazılmalıdır.
- e) Kaçık işaretleri ve diğer matematiksel semboller, mümkün olduğunca standart yazı fontlarında yazılmalıdır. Örneğin "∞" yerine "infinity" kullanılmalıdır.
- f) Bölme işareti olarak "÷" veya " / " kullanılmalıdır. "÷" işareti mümkün olduğunca kullanılmalıdır.
- g) Kırma işareti olarak " / " kullanılmalıdır. " / " işareti mümkün olduğunca kullanılmalıdır.
- h) İzotop numarası yazılırken izotop numarası "X" şeklinde yazılmalıdır. Örneğin "C-12" şeklinde yazılmalıdır.

Çizelgeler

- a) Yazarlar, çizelgenin boyutlarını dikkate alarak çizelgeyi uygun şekilde çizmelidir. Çizelgeyi daha küçük karakterlerle yazılmalıdır. Bu amaçla çizelgeyi tek sütuna (en fazla 5 em) veya çift sütuna (en fazla 11 em) yazılmalıdır. Çizelgeyi düzenlenmesine özen gösterilmelidir. Farklı sayfada eleştirilmemesi için çizelgenin en fazla 21 cm boyutlarında olması gerekmektedir. Özellikle katlanacak çizelgeyi kabul edilmez.
- b) Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük bir boyutla yazılmalıdır. Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır. Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır.
- c) Çizelgenin başlığı kısa ve net olmalıdır. Çizelgenin başlığı mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır. Çizelgenin başlığı mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır.
- d) Çizelgeyi kolonsal olarak yazılmalıdır. Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır. Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır.
- e) Her çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır. Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır. Çizelgeyi mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır.

Resimler (Çizim, fotoğraf ve levhalar)

- a) Değerlendirme aşamasında şekillenilen sonuçların uygun şekilde çizilmesi için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- b) Tüm çizim ve fotoğrafların şekli uygun şekilde değerlendirilmelidir. Çizim altındaki "Şekiller Dizini" başlığı altında hem Türkçe hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük italik yazılmalıdır) olarak yazılmalıdır. Yazı İngilizce olarak yazılmışsa şükül allı yazılmalıdır. Çizim önce İngilizce sonra Türkçe yazılmalıdır.
- c) Her şekil, çizim veya fotoğrafın altına gelecek biçimde sıra dışı şekillerden kaçınılmalıdır. Çizim DL 111 sahafında yazılmalıdır. Çizelgelerde varsa resimler çizim altına yazılmalıdır. Çizim altına yazılacak şekillerin boyutları yazılmalıdır.

- a) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- b) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- c) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- d) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- e) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- f) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- g) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.
- h) Çizim için uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır. Çizim normlarına uygun olarak çizim teknikleri kullanılmalıdır.

Ek İçerikler ve Dipnotlar

- a) Eklerin içeriğinin uygun şekilde değerlendirilmesi için uygun olarak değerlendirme teknikleri kullanılmalıdır. Eklerin içeriğinin uygun şekilde değerlendirilmesi için uygun olarak değerlendirme teknikleri kullanılmalıdır.
- b) Dipnotlar, mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır. Dipnotlar mümkün olduğunca küçük yazılmalıdır.

YAZILARIN GÖNDERİLMESİ

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ " " Yayın Amaç ve Kuralları " nda belirtilen ilkelere uygun olarak hazırlanmış yazılar, bin orijinal diğer ikisi fotokopi olmak üzere aşağıdaki yazışma adresine üç nüsha gönderilmelidir... Orijinal, resimler, yazının yayına kabul edilmesi durumunda küllümlük üzere yazarlar tarafından muhafaza edilmelidir.

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ EDITÖRLÜĞÜ T.M.NLO.B. Jeoloji Mühendisleri Odası

PK464. Yunuseli (i444 .\nkdia
Tel (312) 432 3ü 85 <312 ı414 3h 01
Faks İM2J 434 23 8h
F-posta me sene I i nıı ta GO\ ti

AYRI BASKILAR

Dergide yayımlanması kabul edilen yazıların ayrı baskısından on adet yazarına veya birden fazla yazarlı yazılarda, yayım için başvuru yapan yazara, olanaklar çerçevesinde ücretsiz, olarak gönderilir. Ondan fazla ayrı baskı talebinde bulunulması için yazarlar tarafından her ayrı baskı için Jeoloji Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu tarafından belirlenen ücret ödenir.

