

İSTANBUL'UN JEOLJİSİ SEMPOZYUMU 5

“KENT ve JEOLJİ”

12-13-14 MAYIS 2017
Kadir Has Üniversitesi Cibali Kampüsü - İstanbul



TMMOB
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

Bildiriler Kitabı

Bildiriler Kitabı

Bildiriler Kitabı

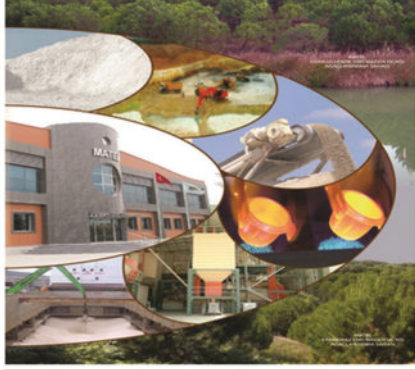
Bildiriler Kitabı

Bildiriler Kitabı

MATEL

MATEL HAMMADDE SANAYİ ve TİCARET A.Ş.

ÇEVRE ve İŞ GÜVENLİĞİ BİLİNCİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR MADENCİLİK



Esentepe Mahallesi Kasap Sokak No:15/1 34394
Şişli / İSTANBUL
TEL : 0212 370 13 60
FAX : 0212 370 13 61

www.matel.com.tr



Katkılarıyla...

İSTANBUL'UN JEOLJİSİ SEMPOZYUMU V

BİLDİRİLER KİTABI



**TMMOB
JEOLJİMÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ**

Mayıs 2017 / İSTANBUL

İSTANBUL'UN JEOLojİSİ SEMPOZYUMU V

12-13-14 MAYIS 2017

*Her hakkı saklıdır. Kaynak belirtilerek alıntı yapılabilir.
Bildiri metinlerinin içeriğinden yazarlar sorumludur.*

ISBN : 978-605-01-1025-8
Baskı Yeri : CNS Ajans
Baskı Yılı : MAYIS 2017

ÖNSÖZ

İstanbul Türkiye'nin başkenti olmamasına karşın pek çok nitelikleriyle ülkemizin merkezi konumundadır, örneğin; sanayinin, ticaretin, yetişmiş insan nüfusunun kültürel-toplumsal gelişme ve etkinliğin en yoğun olduğu kentimizdir. Yanı sıra doğal özellikleri açısından da dünyanın gıpta ettiği birçok özelliklere ve güzelliklere sahiptir. Bu nitelikleriyle de geçmişte birbirini izleyen üç en büyük imparatorluğun (Roma-Doğu Roma ve Osmanlı) başkenti olmuştur. Bu farklı nitelikleri onu çok ayrıcalıklı bir özenilen kent yaparken bir de önemli bir sorunu beraberinde taşır. Belirli aralıklarla büyük depremlere uğramış ve felaketler yaşamıştır. Bu depremlerin tarihsel kayıtlarından yaşadığı trajediler hakkında yeterince bilgi sahibiyiz. Günümüzde de son 1999 İzmit ve Düzce depremlerinden sonra Kuzey Anadolu Transform Fay zonu boyunca o bölgelerde birikmiş olan stress in boşaldığı ve şimdi bilimsel araştırmaların verilerine göre, Marmara Denizi içinde İstanbul'un güneyinde ona yakın bir yörede birikmeye başladığı bilinmektedir. Bu nedenle bilinen tüm güncel yöntemlerle yerli, yabancı ve ortak araştırma projeleriyle fay zonunun hareketliliği ayrıntılı olarak araştırılmakta ve izlenmektedir. Zamanı kesin olarak söylenemese de, birikmekte olan gücün gelecekte, en çok 30-40 yıllık bir süreç içinde, büyük (büyüklüğü 7nin üzerinde) bir fay üretilip şehri tahrip edeceği öngörülmektedir. Bu konu yer bilimciler tarafından sık sık gündeme getirilmekte ya da sürekli gündemde tutulmaya çalışılmaktadır. Amaç kenti depreme önceden hazırlama için gerekli tedbirlerin bir an önce alınmasını sağlamaktır. Yöneticileri ve halkı bu yaşamsal önemli konuda olabildiğince duyarlı olmağa ve duyarlı davranmaya hazırlamaktır. Tüm bunların bilinmesine karşın kent depreme hazır mıdır? konusu hala önümüzde büyük bir soru olarak durmaktadır.

Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi bu bilinç içinde, teması "Kent ve Jeoloji" olan bilimsel bir toplantı düzenleyerek konuyu bir kez daha ilgi odağı haline getirmeye çabalamaktadır. Doğal kaynakların yenilenemez olduğu ve sürdürülebilirlik ilkesiyle üretilip- tüketilmesi gerektiği bilincinde olan batı toplumları, Yerbilimleri ve mühendisliğinin sağladığı bilgi ve deneyim ile kentlerini planlamış, bu planlar doğrultusunda şehirlerin büyüüp/gelişmesine izin vermişlerdir. Kent Jeolojisi bilimi bu sürecin bir sonucu olarak ortaya çıkmış ve hızla ilerlemiştir. Bu konuda her yıl dünya genelinde düzenlenen bilimsel toplantılarda, kent ile ilgili tüm paydaşlar bir araya getirilerek, doğal kaynakların (su, metalik/metalik olmaya madenler, doğal yapı malzemeleri, yakıt kaynakları vb.) ve doğal süreçlerin (deprem, heyelan, volkan patlamaları vb.), kentleşmeyle paralel sürdürülebilir yönetimi için neler yapılması gerektiği tartışılmakta, sorunlara çözüm üretilmektedir. Çok disiplinli bir bilim dalı olan Kent Jeolojisinin, Ülkemizde tanınıp/gelişmesine de katkı koymak amacıyla düzenlenen İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu-5, ana temasının gereği olarak kentle ilgili olan tüm bilim dallarını (Arkeoloji, Meteoroloji, Mimarlık, Şehir ve Bölge Planlama, Jeoloji, Jeofizik, Çevre ve İnşaat mühendislikleri gibi) gündemine eklemiştir. Toplantımıza konusunda uluslararası uzmanlığı ve birikimi bilinen bilim insanları davet edilmiş olup, bu uzmanların sunumlarının ışığında konuların ayrıntılı olarak işlenmesi ve tartışılması ve buradan derlenecek bilgilerin bilim dünyasına, yöneticilere ve halka duyurularak, amaca yönelik bilincin geliştirilmesi ve gerekli tedbirlerin bir an önce alınmasını sağlamak hedeflenmiştir.

Toplantıya destek veren yöneticilere, üniversitesinin hacmini ve olanaklarını toplantının hizmetine sunan Kadir has Üniversitesi'ne, bildirileriyle farklı konulara ışık tutacak bilim insanlarına, tartışmalara katılarak değerli katkılar yapacaklarını bildiğimiz tüm katılımcılara şükranlarımızı sunarız.

Saygılarımızla.

Düzenleme kurulu adına
Prof. Dr.Yücel Yılmaz

ORGANİZASYON KOMİTESİ

Başkan:

Yücel YILMAZ

Sekreter:

Murat YILMAZ

Selman ER

Düzenleme Kurulu:

Yüksel ÖRGÜN

Sami TEYMURTAŞ

Seyfettin ATMACA

Can Akın

Şirvan AVCI

Müjgan YAĞCI

Neşe DEĞİRMENÇİ

Özgecan IRICIOĞLU

BİLİM KURULU

A.Sinan Öngen
Aral Okay
Atiye Tuğrul
Ayhan Ilgar
Bahattin Murat Demir
Cazibe Sayar
Celal Şengör
Cemal Balcı
Deniz Tümaç
Emin Demirbağ
Emin Özsoy
Engin Meriç
Ergin Arıoğlu
Erdin Bozkurt
Erdoğan Yüzer
Erol Sarı
Esen Arpat
Fazlı Yılmaz Oktay
Feyzi Polat
Fulya Yücesoy Eryılmaz
Hayrettin Koral
Hüseyin Öztürk
Hüseyin Turoğlu
İzver Özkar Öngen
Leyla Tolun
M. Namık Çağatay
M. Namık Yalçın
Mahir Vardar
Mehmet Keskin
Miktad Kadioğlu
Muhterem Demiroğlu
Murat Belivermiş

Mustafa Erdik
Naci Görür
Namık Aysal
Nejat Güven
Necdet Özgül
Nuray Tokgöz
Nurcan Meral Özel
Ömer Işık Ece
Önder Kılıç
Remzi Karagüzel
Reşat Ulusay
Sabah Yılmaz Şahin
Sami Ercan
Semih Ergintav
Serdar Akyüz
Sezai Kırıkoğlu
Süleyman Balyemez
Süleyman Dalgıç
Ş. Can Genç
Şükrü Ersoy
Timur Ustaömer
T. Ahmet Ertek
Tolga Yalçın
Turgay İşseven
Turgut Öztaş
Uğur Doğan
Ümit Özer
Vedat Ediger
Yakup Çelik
Yalçın Yüksel
Yıldırım Güngör
Yılmaz Mahmutoğlu
Zekiye Karaçık

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	11
BİLDİRİLER.....	15
<i>Antik Roma'da Kullanılmış Olan Türkiye Mermerleri</i>	
A.B Yavuz , D Attanasio, M Bruno	17
<i>Eosen ve Oligosen'de Karadeniz ile Trakya Havzası Arasındaki Bağlantı: Çatalca Boğazı</i>	
Aral I. Okay, Ercan Özcan, Aynur Hakyemez, Muzaffer Siyako, Gürsel Sunal, Andrew R.C. Kylander-Clarck	22
<i>Megakentler için Agregat Kaynak Planlamasında Mühendislik Jeolojisi Araştırmalarının Önemi</i>	
Atiye Tuğrul	25
<i>İstanbul için Güncel Düşey Hız Alanının Sentinel-1a Zaman Serileriyle Analizi</i>	
Aydın Üstün.....	28
<i>İstanbul, Pendik Bryozoali Şeyllerinde Geç Ordovisiyen : Katiyen (Asgiliyen) Brakiyopodları</i>	
Cazibe Sayar, Esra Alkan	31
<i>İstanbul'da Metro Tünellerinde Kullanılan Mekanize Kazı Makinelerinin Tarişesi, Seçimi, ve Sonuçlarının Jeoloji Açısından Önemi</i>	
Cemal Balci , Nuh Bilgin , Hanifi Çopur , Deniz Tumaç	34
<i>İstanbul'un Oligo-Miyosen Killeri Üzerinde Çöpsuyunun Etkisi</i>	
Davut Laçın, Sadık Öztoprak	41
<i>İstanbul'un Kültürel Jeolojik Öğeleri</i>	
Direnc Azaz, Yıldırım Güngör, Namık Aysal	43
<i>Anastasius Surları'nda (Uzun Duvar) Kullanılan Yapı Taşları, Kaynak Alanları ve Gömülü Sur Yapılarının GPR Radar Yöntemiyle Belirlenmesi</i>	
Direnc Azaz, Sinan Öngen, Namık Aysal, Fethi Ahmet Yüksel, Kerim Avcı	47
<i>The importance of Urban Geology for the development and conservation of large cities</i>	
Domenico Calcaterra.....	50
<i>Dynamics of the Turkish Straits System and Black Sea – Mediterranean Sea Interaction</i>	

Emin Özsoy, Murat Gündüz, Adil Sözer, Gianmaria Sannino, Ali Aydoğdu, Özgür Gürses.....	55
<i>Sismik Yöntemlerde Verilerin Rezolüsyon ve Penetrasyon Özellikleri: Marmara Denizi Örneği</i>	
Emin Demirbağ	63
<i>Kentsel Planlamada Yerbilimi Çalışmaları (İstanbul İli Örneği)</i>	
Erdoğan Yüzer, Serdar Aydoğan	68
<i>Erken Miyosen'de Marmara Denizi Bölgesinden Karadeniz'e Doğru Yönelmiş Bir Akarsu Sisteminin Çökelleri</i>	
Esen Arpat	73
<i>Karadeniz ve Hazar Denizi Ne Zaman Riftleşmeye Başladı? Erken Triyas (Resiyen), Jura ya da Kretase?</i>	
Fatih şen, Hayrettin Koral ve Irena Peytcheva	84
<i>İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliğini (Doğu Avrupa-Avalonya) Kesen Daykların U-Pb Yaşları: Reik için Alternatif İlksel Riftleşme Zamanı</i>	
Fatih şen, Hayrettin Koral ve Irena Peytcheva	87
<i>İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliğini (Doğu Avrupa-Avalonya) Kesen Dayklar ve Erken Kambriyen-Geç Triyas Tektono-Magmatik Evrimi</i>	
Fatih şen, Hayrettin Koral ve Irena Peytcheva	93
<i>Çamlıca Cami Ulaşım Tünellerinde Meydana Gelen Sorunların Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi</i>	
Feyat Taz, Ömer Ündül	101
<i>Mecidiyeköy – Mahmutbey Metro Hattının Alibeyköy Deresi Geçişinde İnşa Edilecek Viyadük-İstasyonun Zemin Koşulları ve Temel Çözümleri</i>	
Feyzi Polat, Mustafa Murteza, Gökhan Erkuş, Gökhan Aslantaş,	105
<i>İklim Değişikliği Ekosistem Etkileşimi</i>	
Levent şaylan.....	106
<i>Afetlerde Zarar Azaltma ve İyileştirme Planlaması</i>	
Mikdat Kadıoğlu	109
<i>Arkeolojik ve Jeolojik Bir Perspektiften Tarih Öncesinde İstanbul</i>	
Mehmet Özdoğan, M. Namık Yalçın.....	115
<i>Yeraltısuları Bütçesi Tartışmaları</i>	
Muhterem Demiroğlu.....	122
<i>İstanbul Deprem Master Planında Zemin Verilerine Dayalı Planlama Önerileri</i>	

Murat Balamir	134
<i>İstanbul'da Öncü Kentsel Dönüşüm Örnekleri</i>	
Murat Balamir	136
<i>İstanbul Deprem Tehlikesi Belirlemelerinin Karşılaştırılması</i>	
Mustafa Erdik, Karin Şeşetyan, Mine Betül Demircioğlu.....	137
<i>İstanbul Zonunu kesen Mafik – Ortaç Dayk Kompleksinin Jeokronolojisi, Jeokimyası, İzotop Sistematiği ve Batı Karadeniz'in evrimi açısından önemi</i>	
Namık Aysal, Mehmet Keskin, Irena Peytcheva ve Olgun Duru	138
<i>Batı Pontitlerde Orta Permiyen – Erken Triyas Plutonizması, KB Türkiye: Jeokronoloji, Jeokronoloji ve Paleo-Tetisin Evrimindeki Jeodinamik Önemi</i>	
Namık Aysal, Sabah Yılmaz Şahin, Yıldırım Güngör, Irena Peytcheva ve Sinan Öngen	141
<i>Afete-Duyarlı Planlama Süreçleri İle Yerbilimleri Verilerinin Bütünleştirilmesi: İstanbul İlçeleri Örnek Çalışmaları</i>	
Nilgün OKAY, Azime TEZER, Fatih TERZİ.	143
<i>Kuzey Marmara'da Beklenen Depremlerin Kıracağı Yer Kabuğunun, Biçimi, Dayanım ile Kırılma Davranışı</i>	
Övgün A. Ercan and Nurdan Sayin	145
<i>İstanbul Dayklarının Dayanım ve Deformasyon Özellikleri</i>	
Ömer Ündül, Buğra C. Çobanoğlu.....	148
<i>Dirençli Şehirler İçin Bütünleşik Doğal Afet Çalışmaları</i>	
Özgür Kozacı	150
<i>Marmara Bölgesindeki Deprem Tehlikesinin GPS ile Belirlenmesi</i>	
Semih Ergintav, Ziyadin Çakır, Uğur Doğan	155
<i>Geçmişten Günümüze İstanbul'daki Yapılarda Kullanılan Yöresel Yapı ve Kaplama Taşlarının Jeo-Litolojik ve Arkitektonik Özellikleri</i>	
O. Serkan Angı.....	161
<i>İstanbul'un Jeoteknik Sorunları</i>	
Süleyman Dalgıç, İbrahim Kuşku	163
<i>Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi</i>	
Süleyman Pampal, Bülent Özmen.....	169
<i>Antropojenik Jeomorfoloji ve İstanbul</i>	

T.Ahmet Ertek	187
<i>Büyükçekmece Havzası Doğusunun Hidrojeoloji İncelemesi</i>	
Türkü Altıok, Büşra Ayhan, Yağmur Güneş, Remzi Karagüzel	192
<i>Istanbul ve Dolayının Morfotektonik Gelişimi</i>	
Yücel Yılmaz.....	200

BİLDİRİLER

Antik Roma’da Kullanılmış Olan Türkiye Mermerleri

Marbles Used in Antique Roma from Turkey

A.Bahadır YAVUZ^a, Donatto ATTANASIO^b, Mathias Bruno^c

^a*D.E.Ü Engin. Faculty, Geological Engin. Dept., Izmir, Turkey*

^b*ISM-CNR, P.O.Box 10, 00016 Monterotondo Staz., Roma, Italy*

^c*Via dei Vascellari 34, 00153, Roma, Italy*

(bahadir.yavuz@deu.edu.tr)

Özet: Klasik arkeoloji literatüründe “Asia Minor” ismi ile bilinen coğrafyada yer alan Türkiye’den üretilmiş mermerlerin antik roma döneminde kullanımı bilinmektedir. Ancak bu konudaki yetersiz çalışmalar nedeniyle sadece Efes ve Afrodisias gibi önemli antik kentlerin yakınlarında bulunan antik ocaklar ile Afyon, Marmara Adası, Bilecik, Denizli ve İzmir Seferihisar yörelerinden üretilmiş olan değişik renk ve desen özelliğindeki mermerler önceki çalışmalara konu olmuştur. 2006 yılında başlayan ve halen devam eden bu çalışmada, bilinenlerin dışında Batı Anadolu’nun değişik bölgelerinde Antik Roma döneminde yaygın biçimde kullanılmış olan farklı renk ve desen özelliklerinde çok sayıda mermer türünün varlığı tespit edilmiştir. Bunlardan öne çıkanlar İznik’te saptanan ve Bigio Antico ismi ile bilinen gri mermerler, İzmir Tire Hasaıçavuşlar mevkiinde bulunan Greco Scritto ismi ile bilinen benekli beyaz mermerler, İzmir Selçuk Balevi’de saptanan ve Bigio Antico ismi ile bilinen gri-siyah mermerler, Muğla Milas’ta saptanan Afyon menekşe (Pavonazzetto) benzeri breşik karakterli renkli mermerler, İzmir Karaburun yarımadasında saptanan ve Broccatellone ismi ile bilinen renkli breşik kireçtaşları, Manisa yöresinde saptanan ve Breccia Coralline ismi ile bilinen breşik kireçtaşları ile Muğla Göktepe’de saptanan beyaz, siyah ve çift renkli (beyaz-siyah) mermer türleridir.

Abstract: It is well known that marbles from Asia Minor had been used in antique Roman period. Because of the insufficient research many important marbles used in antiquity except marbles from Ephesus, Aphrodisias, Afyon, Marmara, Bilecik, Denizli, and Seferihisar İzmir were not known in the related literature. The investigations carried out since 2006 in western Anatolian known as Asia Minor many unknown marble types used in antiquity like black marbles known *Bigio Antico* located in Iznik (ancient Nicea), black purpled white marbles known as *Greco Scritto* located in Hasaıçavuşlar Tire-İzmir, brecciaed textured colored marbles known as *pavonazzetto*-like marbles located near Milas (Milas Lilac) and near Aphrodisias, brecciated textured colored limestones known as *Broccatellone* located in the Karaburun peninsula in Izmir and known as *Breccia Corallina* located in *Manisa*, black marbles known as *bigio antico* located in Belevi-İzmir and white and black marbles located in Goktepe Muğla were discovered.

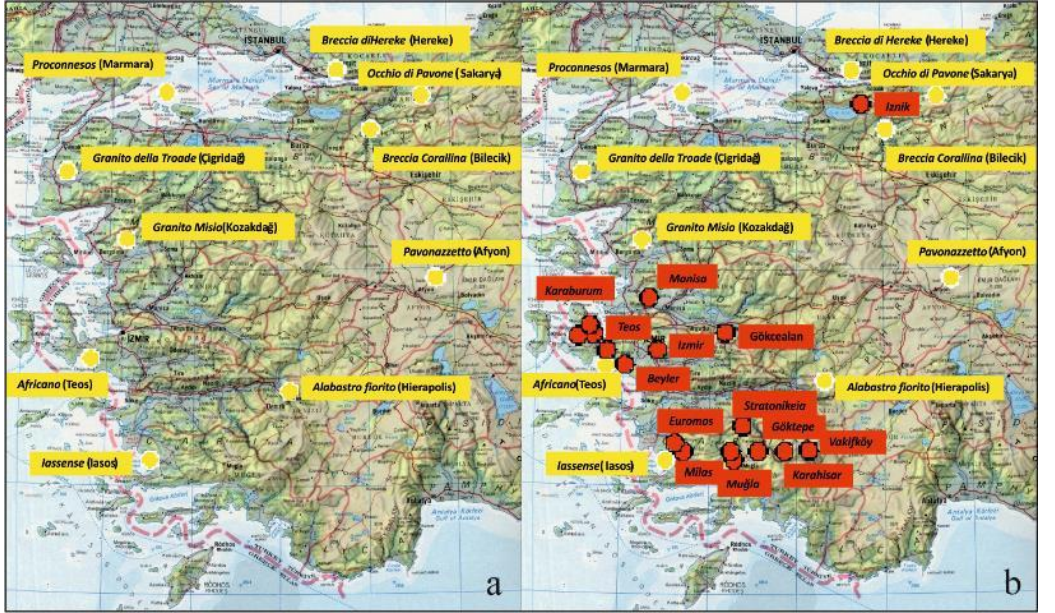
1. Giriş

Batı Anadolu, Roma İmparatorluğu'nun gerek mimari gerekse de sanatsal amaçlarla blok taş ihtiyacının karşılandığı birçok mermer ocağının bulunduğu ve halen keşfedildiği, mermer açısından zengin bir bölgedir. Bu ocakların çoğu sınırlı öneme sahiptir ve sadece yerel ya da bölgesel amaçlara hizmet etmiştir. Bir kısmından ise uzak noktalara ihraç edilen çok değerli ince kristalli beyaz ve renkli mermerler üretilmiştir. Günümüzde bu mermerlerden yapılmış değişik sanat eserleri, Batı Anadolu'da bulunan Antik Roma kentleri dışında Avrupa'da bulunan diğer Antik Roma Kentlerinde de bulunmaktadır.

2006 yılında başlayan bu çalışma öncesinde Batı Anadolu mermerlerinin antik Roma döneminde kullanımı konusunda oldukça sınırlı bir bilgi vardı. Genellikle Antik Roma kentlerinin yakınlarındaki Aphrodisias şehir ocakları, Efes Belevi vb. antik mermer ocakları ile Marmara adası ve Afyon, Bilecik, Denizli ve İzmir Seferihisar gibi önemli mermer üretim merkezlerinde yer alan antik mermer ocakları biliniyordu. Batı Anadolu'da yürütülen bu kapsamlı çalışma ile değişik renk desen ve kalitedeki çok sayıda mermer türünün üretildiği antik mermer ocaklarının yanı sıra, bu mermer türlerinin Antik Roma döneminde yaygın bir biçimde kullanıldığı belirlenmiştir (Attanassio vd., 2009, 2012, 2015, 2016; Yavuz vd., 2009, 2012)

2. Materyal ve Metod

Çalışma arazi ve laboratuvar çalışması olarak iki ayrı başlık altında yürütülmüştür. Arazi çalışmaları ile potansiyel bölgeler ve kaya birimleri içerisinde yürütülen saha çalışmaları ile Roma döneminde blok mermer kaynağı olarak kullanıldığı, ocak şevlerindeki üretim izleri ve ocak çevresinde bırakılmış yarı işlenmiş ürünler açısından, antik dönemlerde kullanıldığı konusunda hiçbir şüphe olmayan mermer ocakları tespit edilmiştir. Bu ocakların üretim şev aynalarından ve yakın çevresinden arkeometrik analizlerde kullanılmak üzere kaya numuneleri alınmıştır (Şekil 1). Bu örnekler üzerinde yürütülen arkeometrik çalışmalar ile mermerlerin rengi, dane boyutu, oksijen (^{18}O) ve karbon (^{13}C) izotop değerleri, electron paramagnetic resonance spectroscopy (EPR) ölçümleri ve iz element (Sr, Mn) değerleri saptanmıştır.



Şekil 1. Bilinen (a) ve bu çalışma kapsamında keşfedilen antik mermer ocaklarının lokasyonları (b) (Attanassio vd. 2016).

Çalışmanın ikinci aşamasında, bu mermer türlerinden üretildiği düşünülen ve Türkiye ve başta Avrupa ülkeleri olmak üzere dünyanın değişik müzelerinde sergilenen çok sayıda sanat eserinden gerekli yasal izinlerin alınması sonrası küçük kaya numuneleri alınmıştır. Bu kaya numuneleri üzerinde yürütülen arkeometrik incelemelerin sonuçları ile antik mermer ocaklarından alınmış olan mermer numunelerinin arkeometrik özellikleri istatistiksel olarak korale edilmiş ve bu sanat eserlerinin üretildiği mermer ocakları saptanmıştır.

3. Sonuç

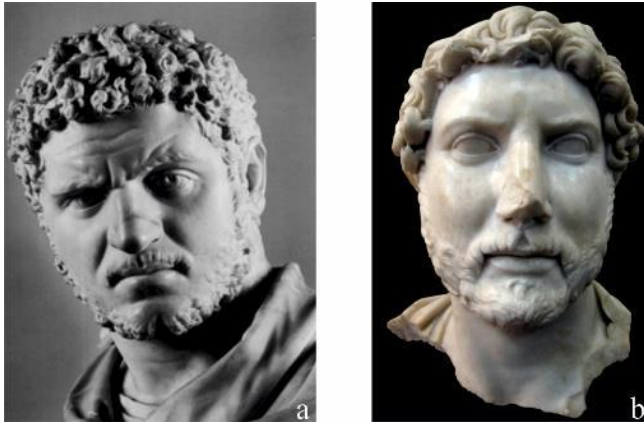
Bu çalışma sonucunda İzmir, Muğla, Bursa, Manisa, Aydın ve Denizli illerinde olmak üzere 27 ayrı bölgede irili ufaklı 100 den fazla antik mermer ocağı ve bu ocaklardan üretilmiş değişik renk ve desenli çok sayıda mermer türü ilgili literatüre kazandırılmıştır.

Yürütülen arkeometrik çalışmalar ile Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletlerinde yer alan önemli arkeoloji müzelerinde sergilenen 700 den fazla sanat eserinin, bu çalışma ile saptanan mermer ocaklarından üretilmiş olan mermer türlerinden imal edildikleri belirlenmiştir (Şekil 2). Bu çalışma öncesinde bahsedilen bu sanat eserlerinin önemli bir bölümünün Yunanistan, İtalya veya Afrika kökenli mermerlerden üretildiği düşünülmekteydi.



Şekil 2. Bu çalışma kapsamında keşfedilen Muğla Göktepe beyaz mermerlerinden üretilmiş ve değişik arkeoloji müzelerinde sergilenen sanat eserlerinden bazıları (Attanassio vd. 2016).

Bu çalışmanın diğer önemli bir bulgusu da, Roma İmparatorluğu döneminde yapılmış olan imparator büstleri üzerinde yürütülen arkeometrik analiz sonuçlarında ortaya çıkmıştır. Değişik arkeoloji müzelerinde sergilenen ve ince kristalli beyaz mermerlerden yapılmış olan toplam 163 Roma imparatoru büstünden alınan numunelerin arkeometrik özellikleri, antik dönemde önemli sanat eserlerinin üretiminde kullanılan ince kristalli ve beyaz renkli kaliteli mermer türleri olan Muğla Göktepe, Yunanistan Paros, İtalya Carrara ve Afyon beyaz mermerlerinin arkeometrik özellikleri karşılaştırılmış ve sonuç olarak bu büstlerden % 73'ünün bu çalışma kapsamında keşfedilen Muğla Göktepe beyaz mermerlerinden üretildiği saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Muğla Göktepe beyaz mermerinden üretilmiş imparator portreleri, Caracalla, Naplî, Archeologico Nazionale Müzesi (a), Hadrian, Roma Nazionale Romano Müzesi (Attanassio vd 2015, 2016)

Kaynakça

Attanasio, D., Bruno, M. and Yavuz, A. B., 2009. Quarries in the region of Aphrodisias: the black and white marbles of Göktepe (Muğla, Turkey), *Journal of Roman Archaeology*, 22, pp.312–348.

Attanasio, D., Yavuz, A.B., Bruno, M., Herrmann, J.J., Tykot, R.H. and van den Hoek, A., 2012. On the Ephesian origin of *greco scritto* marble, in *ASMOSIA 9, Interdisciplinary Studies on Ancient Stone* (Gutierrez, A., Lapuente, P., Rodà, I. eds.), Insitut Català Arqueologia Clasica, Tarragona, (pp.245-254).

Attanasio, D., Bruno, M., Prochaska, W. and Yavuz, A.B., 2015. A multi-method database of the black and white marbles of Göktepe (Aphrodisias) including isotopic, EPR, trace and petrographic data, *Archaeometry*, 57, (pp.217-245).

Attanasio, D., Yavuz, A.B., Bruno, M. 2016. White and Colored Marbles from Turkey in the Ancient Roman World. Global Stone Congress Porceeding Books. 22-25 Ekim 2015 (pp.48-66).

Yavuz, A. B., Attanasio, D., Elçi, H., Brilli, M., Bruno and M., 2009. The discovery of previously unknown ancient marble quarries in the Göktepe region of Muğla (western Turkey), *ASMOSIA 8, Leukos lithos: marbres et autres roches de la Méditerranée antique. Études interdisciplinaires* (Jockey, P. ed), Maisonneuve & Larose, Paris, (pp.93-109).

Yavuz, A.B., Bruno, M. and Attanasio, D., 2012. A New Source of *Bigio Antico* Marble: the Ancient Quarries of Iznik (Turkey), *ASMOSIA 9, Interdisciplinary Studies on Ancient Stone*(Gutierrez, A., Lapuente, P., Rodà, I., eds.), Insitut Català Arqueologia Clasica, Tarragona, (pp.255-262).

Eosen ve Oligosen’de Karadeniz ile Trakya Havzası Arasındaki Bağlantı: Çatalca Boğazı

Aral I. Okay^{a,b}, Ercan Özcan^b, Aynur Hakyemez^c, Muzaffer Siyako^d, Gürsel Sunal^b, Andrew R.C. Kylander-Clarck^e

^a *İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak 34469, İstanbul (okay@itu.edu.tr)*

^b *İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469, İstanbul*

^c *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, 06800 Ankara
^d 4 3S Kale Enerji Üretim A. Ş., Merter, İstanbul*

^e *University of California Santa Barbara, Department of Earth Sciences, Santa Barbara, CA 93106 USA,*

Özet: Eosen ve Oligosen’de Trakya havzası ile Karadeniz, Istranca Masifi ile birbirlerinden ayrılmış iki ayrı havza olarak var olmuştur. Bu zaman diliminde iki havza arasındaki bağlantı İstanbul batısındaki Çatalca Boğazı olarak isimlendirilen geniş bir koridor ile sağlanmıştır. Çatalca Boğazı, Batı Karadeniz havzasının açılımlı sırasında Geç Kretase’de yanallı fay olarak aktif olmuş Batı Karadeniz Fay zonu üzerinde yer alır. Çatalca Boğazı’nda ilk çökeltim Geç Eosen’in tabanında başlamış, ve İstanbul Paleozoyik kayaları ve Istranca metamorfizmi üzerine Soğucak Formasyonu olarak bilinen sığ denizel kireçtaşları çökmüştür. Yapılan hassas biyostratigrafik çalışmalar Soğucak Formasyonu’nun tabanının diyokronik olduğunu göstermiştir; yaş Çatalca Boğazı’nın merkezinde en alt Priaboniyen’den (SBZ18a), Boğazın kenarlarında en üst Priaboniyen’e (SBZ20) kadar değişir. Soğucak Formasyonu’nun sığ denizel kireçtaşları üzerinde ise 300-m kalınlıkta Üst Eosen – Alt Oligosen pelajik marl, tuf ve kalsitürbiditten oluşan İhsaniye Formasyonu yer alır. İhsaniye Formasyonu baskın olarak beyaz, derin denizel marllardan oluşur, ayrıca az oranlarda beyaz asitik tuf ve kalk-arenit tabakaları da içerir. Pelajik marllardaki planktonik foraminifer tayinleri ve tüflerde yapılan zirkon U-Pb analizleri, İhsaniye Formasyonu’nun Geç Eosen – Erken Oligosen’de (planktonik foraminifer zonları P16 – P19) çökeldiğini göstermiştir. İhsaniye Formasyonu’nun tabanı, Soğucak Formasyonu’nda olduğu gibi, diyokroniktir; Çatalca Boğazı’nın ortasında Geç Eosen’den, kenarlarında Erken Oligosen’e kadar değişir. Çatalca Boğazı’nda denizel sedimantasyon Erken Oligosen’in orta kesimlerinde (P19 zonu sonunda), Karadeniz çevresindeki sıkışmaya bağlı olarak, aniden sona ermiştir.

Çatalca Boğazını batıda sınırlayan, metamorfik kayalardan yapılmış Çatalca Sırtı, aynı zamanda Trakya havzasının bölgedeki doğu sınırını oluşturur. Çatalca Sırtı’nın batı kenarında büyük bir normal fay yer alır. Çatalca Fayı, batıda kalınlığı 9 km’ye varan Trakya havzasının Eosen-Oligosen çökellerini, doğuda Çatalca boğazındaki

çok daha ince Eosen-Oligosen istiflerinden ayırır. Sismik yansıma kesitleri ve kuyu verileri Oligosen’de Çatalca Fayı boyunca toplam iki kilometrelik bir atımın olduğunu göstermektedir. Çatalca Fayı’nın batısında deltaik kumtaşı, çamurtaşı ve konglomeradan oluşan yer yer tuf ve linyit seviyeleri içeren Osmancık/Danişmen formasyonlarının yaşları genellikle Erken Miyosen’e kadar uzatılmaktadır. Buna karşın Osmancık/Danişmen formasyonlarının en üst seviyelerini oluşturan Çantaköy tüflerinden yapılan zirkon U-Pb analizleri 28 Ma yaşlar vermiş, ve bu formasyonların yaşlarının Miyosen’e kadar uzanmadığı, Oligosen ortasında sedimentasyonun sona erdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Çatalca, Eosen, Oligosen, İstanbul, jeokronoloji, biyostratigrafi

Eocene – Oligocene Connection Between The Black Sea and The Thrace Basin: The Çatalca Gap

Aral I. Okay^{a,b}, Ercan Özcan^b, Aynur Hakyemez^c, Muzaffer Siyako^d, Gürsel Sunal^b, Andrew R.C. Kylander-Clarck^e

^a*Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, Maslak 34469, Istanbul, Turkey (okay@itu.edu.tr)*

^b*Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Department of Geology, Maslak 34469, Turkey, tel. 902122856162, sunal@itu.edu.tr*

^c*General Directorate of Mineral Research and Expolaration (MTA), Department of Geological Research, 06800 Ankara, Turkey, aynurhakyemez@yahoo.com*

^d*3S Kale Enerji Üretim A. Ş., Merter, Istanbul, Turkey, msiyako@gmail.com*

^e*University of California Santa Barbara, Department of Earth Sciences, Santa Barbara, CA 93106 USA*

Abstract: During the Eocene and Oligocene the Thrace and West Black Sea basins existed as distinct sedimentary depocenters separated by the Strandja arch made up of pre-Cretaceous crystalline rocks. During this interval marine connection between these basins was only through the Çatalca gap west of Istanbul. The Çatalca gap lies on the damage zone of a large Cretaceous strike-slip fault, formed during the opening of the West Black Sea basin. The first flooding of the Çatalca gap occurred at the Middle-Late Eocene transition and led to the deposition of shallow marine limestones, the Soğucak Formation, over a basement of Paleozoic sedimentary and metamorphic rocks. Precise biostratigraphy shows that the base of the limestone is strongly diachronic and ranges from the earliest Late Eocene (shallow benthic zone SBZ18A) in the center of the Çatalca gap to topmost Late Eocene (SBZ20) on its margins. The limestones are overlain by a 300-m-thick sequence of pelagic marl

with tuff and calci-turbidite beds, called as the İhsaniye Formation. Planktonic foraminifera and zircon U-Pb ages from the tuffs (31-32 Ma) indicate that the İhsaniye Formation was deposited during the Late Eocene - Early Oligocene (planktonic foraminifera zones P16 to P19). The base of the İhsaniye Formation is diachronic and ranges from the Late Eocene in the center of the Çatalca gap to Early Oligocene on its margins. Sedimentation in the Çatalca gap ended abruptly in the middle of Early Oligocene (at the end of P19) as a result of uplift caused by north-vergent thrusting on the Black Sea margin.

The Çatalca ridge made up of metamorphic rocks constitutes the boundary between the Thrace Basin and the Çatalca gap. It is bounded on its western side by a major normal fault. This Çatalca fault separates the Eocene-Oligocene clastic succession of the Thrace Basin, up to 9-km-thick, from the much thinner succession on the Çatalca gap. Seismic reflection sections and well data indicate a total Oligocene displacement of 2 km across the Çatalca Fault. Deltaic sandstone, mudstone and conglomerate with tuff and lignite beds of the Osmancık/Danişment formations constitute the surface geology west of the Çatalca fault. The age of the Osmancık/Danişment formations is usually extended into the early Miocene. However, new zircon U-Pb ages from the topmost tuff layers, the Çantaköy tuff west of the Çatalca ridge, gave middle Oligocene ages of 28 Ma indicating that the sedimentation stopped in the middle Oligocene in the Thrace Basin.

Keywords: Çatalca, Eocene, Oligocene, İstanbul, geochronology, biostratigraphy

Megakentler için Agregat Kaynak Planlamasında Mühendislik Jeolojisi Araştırmalarının Önemi

Atiye Tuğrul

*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
İstanbul, Türkiye*

(tugrul@istanbul.edu.tr)

Özet: Agregalar gibi yenilenemeyen doğal kaynakların gelecek nesiller için koruma altına alınması sürdürülebilir kalkınmanın anahtar parametrelerinden biridir. Bu bağlamda, kaynakların efektif ve sürdürülebilir yönetimi şarttır. Ülkemizde özellikle büyükşehirlerde artan arazi kullanımı baskısı nedeniyle, bu kaynak alanları sınırlandırılma tehdidi altındadır. Bu bildiri öncelikle, agrega kaynakları için bölgesel planlama ve sürdürülebilirliğin, kalkınmaya etkisi üzerinde durulmuş, yerel düzeyde agrega kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen sorunlara değinilmiş ve megakentler için yapılan agrega kaynak planlamasında mühendislik jeolojisi araştırmalarının önemine değinilmiştir. Bildiri ayrıca, agrega üretiminin birçok Avrupa ülkesinden fazla olduğu İstanbul Bölgesi örnek olarak verilmiştir. İstanbul ve çevresindeki agrega kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Megakentlerdeki agrega kaynak problemleri için günümüzde üretilen çözümlerin gelecekte de pozitif etkileri olmalıdır. Üretilen çözümlerin ne kadar sürdürülebilir olduğu, kaçınılmaz bir şekilde geleceğin nasıl gelişeceği ile ilgilidir. Bu süreçte farklı senaryoları dikkate alan öngörülere dayalı planlama önemlidir. Planlamadaki adımlar; ulusal ve bölgesel politikaların geliştirilmesi, arazi kullanım planlaması, konumsal planlama, stratejik çevresel değerlendirme, paydaşlarca incelenmesi ve revizyonu, planlama ile ilgili kararların alınması, bu kararlarla ilgili şartların oluşturulması, çevresel etki değerlendirmesi ve sahanın ayrıntılı araştırılmasıdır. Jeolojik verilerin stratejik değerlendirmesi için bölgede ayrıntılı mühendislik jeolojisi araştırmalarının yapılmasının yanı sıra, agrega kaynakları ile ilgili iyi organize edilmiş, korunan, düzenli güncelleştirilebilen, kolay ulaşılabilir, izlenebilir bir veri tabanına ihtiyaç vardır.

Agrega kaynak planlamasında mühendislik jeolojisi ve hidrojeolojik araştırma verilerinin değerlendirilmesi; kaynaklarının türlerinin, kalite ve kalite sürekliliklerinin, rezervlerinin belirlenmesi, kullanım alanlarına uygunluklarının saptanması ile kaynağın üretim yöntemi, jeolojik, hidrojeolojik, jeoteknik, çevresel ve üretimden kaynaklanan riskler ile ekonomik risklerin belirlenmesi, değerlendirilmesi, analizi, yönetimi gibi birçok konuda gereklidir. Mühendislik jeolojisi araştırma verilerinin dikkate alındığı planlama politikaları ve kararlar, kaynakların efektif ve sürdürülebilir değerlendirilmesi ile risklerin azaltılmasına neden olur. Agregat kaynak planlama ve yönetiminde diğer önemli husus; merkezi, bölgesel ve yerel yönetimler ile agrega üreticilerinin, sivil toplum kuruluşlarının,

üniversitelerin, bölge halkının ve diğer paydaşların işbirliğinde bulunmaları gerekliliğidir.

Anahtar Kelimeler: Agregat, Mühendislik Jeolojisi, İstanbul

Importance of Engineering Geological Studies in Aggregate Resource Planning For Megacities

Atiye TUĞRUL

*Istanbul University, Engineering Faculty, Department of Geological Engineering,
Istanbul, Turkey*

(tugrul@istanbul.edu.tr)

Abstract: One of key parameter of the sustainable development is the safeguarding of non-renewable resources, such as aggregates, for future generations. In this regard, effective and sustainable management of the resources is essential. With increased pressure on land use in our country, these resources are under the threat of limitation. In this paper, primarily it is pointed out the effect of planning and sustainability for aggregate resources on the sustainable development. Also, it is mentioned the important problems affecting sustainability of aggregate resources in local level and importance of engineering geological studies in aggregate resource planning for the megacities. Beside these, in this paper, İstanbul is given as an example where the aggregate production is higher than most of European countries. In order to obtain efficient and sustainable usage of aggregate resources in İstanbul and its surrounding, it is very important that region plan and program should be reviewed and for sustainable management of resources for new strategies should also be evaluated.

At the present time, for the aggregate resources problems in megacities, solutions should be yield a positive rather than negative future legacy. The sustainability of these solutions depend on how the future develops. Within this period, planning based upon foresights that considering different scenarios is important. Planning steps are; improve national and regional policies, land use planning, spatial planning, planning policies, strategic environmental assessment, review and revision by the stakeholder, planning decisions and conditions, environmental impact assessment and detailed site investigation. Besides detailed engineering geological studies within the area, well organised, well maintained, regularly updated, easily accesible, monitorable data base is needed for the strategic evaluation of the geological data. Evaluation af the engineering geological and hydrogeological data in the aggregate resource planning is needed for different subjects such as detemining type of the resources, their quality continuity and reserves, their suitability for using areas, production type, assessment, evaluation, analysis, management of geological, hydrogeological, geotechnical, environmental, production and economic risks. Planning policies and decisions that take into account engineering geological

investigation results, cause to effective and sustainable evaluation of the resources and also reduce the risks. Another important aspects in aggregate resource planning and management is the necessity of co-operation between administrators, regional and local authorities, aggregate producers, non-governmental organizatios, universities, local community and other stakeholders.

Key words: Aggregate, Engineering Geology, Istanbul

İstanbul için Güncel Düşey Hız Alanının Sentinel-1a Zaman Serileriyle Analizi

Aydın Üstün

*Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü
Umuttepe/İzmit*

(aydin.ustun@kocaeli.edu.tr)

Özet: İstanbul'un düşey yönlü güncel zemin hareketi InSAR tekniği yardımıyla incelenmektedir. Mart 2015 ve Aralık 2016 arası döneme ait 24 Sentinel-1A SAR görüntüsü kullanılarak İstanbul il sınırları genelinde InSAR zaman serisi oluşturulmuştur. Üretilen 43 interferogram, referans ve tekrar görüntü çiftleri arasındaki piksel bazlı diferansiyel yer değiştirme büyüklüklerini vermektedir. Hesaplanan değerlerin güvenilirliğinde, görüntü çiftlerinin (dik) baz uzunlukları kadar zamansal korelasyon da önemli bir rol oynar. Kullanılan görüntü çiftlerinin dik baz uzunlukları 80 m'nin altıdadır, zamansal çözünürlükleri 84 ile 624 gün arasında değişmektedir. Radarın bakış doğrultusundaki diferansiyel yer değiştirmeler, Küçük Baz Uzunluklu Altküme (SBAS) tekniğiyle analiz edilerek önce düşey büyüklüklere dönüştürülmüş ve ardından yerleşim alanları için yüksek çözünürlüklü hız alanı haritası çıkarılmıştır. Seçilen uygun bir referans noktasına göre, tanımlanmış düşey konumsal hızlar -32 ile +7 mm/yıl arasında değişmektedir. Elde edilen değerlerin istatistiksel anlamlılık düzeyi RMS değerleri cinsinden 0.2-0.9 mm/yıl arasındadır (ortalama 0.8 mm/yıl). Yer değiştirme büyüklüklerindeki saçılma (pikseldeki trende göre), kent hareketliliğinin yoğun olduğu merkezlerde görece yüksektir.

Düşey yönlü yer değiştirmelerin alansal dağılımı çalışma bölgesinin ana fay eksenini (Marmara Fayı) ve zeminin jeolojik/hidrojeolojik karakteriyle kısaca zemin sınıfıyla uyumlu görünmektedir. İnceleme alanı Marmara fayının güneyindeki sahil kıyılarından kuzeyde Karadeniz kıyılarına kadar uzanmaktadır. Beyoğlu, Fatih, Okmeydanı ve Şişli bölgesi (Trakya Formasyonu) referans alındığında, güneye doğru (Yalova-Çınarcık) -15-20 mm/yıl ve kuzeyde ise (Kumköy-Riva) -25-30 mm/yıl hız farkı göze çarpmaktadır. İstanbul yerleşim alanı içerisinde, Avcılar-Esenyurt, Ataşehir-Bostancı, Şekerpınar-Paşaköy eksenleri ile FSM köprüsünün kuzeyinde kalan kıyı bölgeleri boyunca anlamlı çökme davranışı (> 15 mm/yıl) söz konusudur. Bu bölgesel davranışlar yakın dönem jeolojik birikintilerle (Senozoik) ve kaya olmayan hidrojeolojik formasyonlarla yakın ilişki içerisinde. Avrupa yakasında, çökme davranışlarının Harami Dere ve Ayamama Deresi gibi başlıca dere yataklarını izlediği anlaşılmaktadır. Öte yandan, kuzeye doğru genişleyen ve yakın dönemde yapısal yoğunluğu artan yerleşim alanlarının (Beykoz, Zekariyaköy, Göktürk, Kemerburgaz) zemin çökmelerinden anlamlı ölçüde etkilendiği (>20 mm/yr) sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zemin çökmesi, İstanbul, SBAS-InSAR, Sentinel-1A, Zemin sınıfı

Analysis of Current Vertical Velocity Field of Istanbul by Means of Sentinel-1a Time Series

Aydın Üstün

*Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü
Umuttepe/İzmit*

(aydin.ustun@kocaeli.edu.tr)

Abstract: The current vertical displacements and land subsidence occurrences of Istanbul are investigated by means of InSAR technique. An InSAR time series has been established with the inclusion of 24 Sentinel-1A SAR images between March 2015 and December 2016. The generated 43 interferograms give differential displacements during the time period from reference to repeat scene acquisition dates. The perpendicular baseline lengths and temporal correlations of image couples act an important role on the reliability of estimated position changes of topography. The baseline length and their time resolutions of the interferograms are below 80 m and in the range of 84 and 624 days, respectively. The differential displacements in the line of sight (LOS) of the radar were reduced into vertical directions and a high resolution velocity map over urbanized area was recovered by using SBAS (Small Baseline Subset) technique. With respect to the well defined reference control point, the vertical velocities vary between -32 and +7 mm/yr. The statistical significance levels of the derived rates are from 0.2 to 0.9 mm/yr (average 0.8 mm/yr) in terms of RMS. The dispersion of the displacement values from the associated trend is relatively high in the centers where the population movement is dense.

The spatial distribution of land subsidence seems to be consistent with the main fault system (Marmara) and the geological/hydrological formations (i.e. soil type) of the study area that covers the south shorelines of Marmara Sea to the Black Sea in the north. When taken into consideration of the region of Beyoğlu, Şişli, Fatih, Okmeydanı (Trakya Formasyonu) as reference, one can see the velocity differences of -15-20 mm/yr towards the south (Yalova-Çınarcık) and of -25-30 mm/yr in the north (Kumköy-Riva). Within the urbanized area of Istanbul Avcılar-Esenyurt, Ataşehir-Bostancı, Şekerpınar-Paşaköy axes and the Bosphorus shores from the FSM Bridge to the north have notable subsidence occurrences (> 15 mm/yr). The regional patterns are strongly correlated with the sections of the last geological era (The Cenozoic) and hydrogeological formations. In the European side, the subsidence mainly follows the river beds and their surrounding areas such as Harami

Dere and Ayamama Dere. On the other hand, it has been figured out that the new residential areas (Beykoz, Zekeriyaköy, Göktürk, Kemerburgaz) expanding to the north in the both sides of the Bosphorus are exposed to the significant land subsidence (>20 mm/yr).

Keywords: Land subsidence, Istanbul, SBAS-InSAR, Sentinel-1A, Soil classification

İstanbul, Pendik Bryozoali Şeylerinde Geç Ordovisiyen : Katiyen (Asgiliyen) Brakiyopodlari

Cazibe Sayar^a, Esra Alkan^b

^a*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İTÜ Maden Fakültesi*

^b*Üzümlü Sok. No:3/4 İstinye-Sarıyer, İstanbul*

(cazibesayar@gmail.com)

Özet: İstanbul ve Kocaeli bölgesinde geniş alanlar kaplayan klastik çökeller, “Arkoz Serisi: Kurtköy Formasyonu” (2000-3000m) içerisinde fosil ve fosilli seviyelere rastlanmamıştır. Bunların üzerinde uyumlu, Aydos Formasyonu: “Alt Kuvarsitler : Çamlıca Kuvarsitleri” (10-300 m) ve daha üstte “Laminalı Şeyller” yer alır. Bu birime Paeckelmann (1938) tarafından “Grovaq Horizonu” adı verilerek, Jediniyen (Lokoviyen) yaşında gösterilmiştir; Önalın (1981), bu kayalara, Alt Landoveriye yaşlı “Gözdağ Formasyonu” adını vermiştir. Yoğun kuvarsitlerin (Aydos Formasyonu) üzerindeki “Laminalı Şeyller” (150 m) içinden, istifte ilk bulunan en yaşlı fosilli düzey, Orta Ordovisiyen (Darriviliyen - Sandbiyen)’i belirten “Conularia”lı “Çengelköy Oolitik Şamoziti”dir (1960, 1964). Pendik’in 1.5 km kuzeyinde, Pendik-Doloyoba yolu üzerinde, Laminalı Şeyllerin daha yukarı düzeylerini oluşturan “Pendik Bryozoa’lı Şeylleri ve Kireçtaşları” (50m) gözlenmiştir. Paeckelmann’ın (1938), Dicranopora sp., Reteaporina sp. gibi bryozoa cinslerinin bulunduğunu kaydettiği “Bryozoalı Şeyl ve Kireçtaşları” içinden aşağıda belirtilen brakiyopodlardan; Strophomena sp., Christiania sp., Sowerbyites aff. hibernicus, Leptestiina prantli, Anisopleurella tricostellata, Kullervo albida, Skenidioides aff. elongatus, Sulevorthis (Orthambonites) calligramma, Sulevorthis (Orthambonites) humilidorsatus, Glyptorthis aff. maritima, Hesperorthis cf. craigensis, Ptychopleurella cf. separata, Nicolella actoniae, Onniella aff. bancrofti, Howellites aff. libeniensis, Drabovia vappo, Hirnantia transgradiens, Saukrodictya hibernica, Saukrodictya cf. porosa türleri ile ostrakodlardan; Piretella bithynia, Eochilina (Eochilina) paeckelmanni, Klimphores anatolica gibi yeni türler tayin edilmiştir (Sayar, 1982, 1984; Sayar & Schallreuter, 1989). Bu fosiller, “Pendik Bryozoa’lı Şeyller ve Kireçtaşları”nın Geç Ordovisiyen : Katiyen (Asgiliyen) yaşında olduğunu gösterir. İncelenen fosil topluluğunun “Batı Avrupa -Avalonia - Baltık Bölgesi”ni temsil ettiği, Leptestiina, Howellites, Drabovia, Saukrodictya gibi Bohemia tipi, soğuk Akdeniz bölgesi örneklerini de içerdiği görülmektedir. “Bryozoalı Şeyl ve Kireçtaşları”nda belirlenen ve egemen olan Orthid türlerine göre incelenen fosilli düzey “Sulevorthis (Orthambonites) calligramma - Nicollella actoniae Zonu” olarak adlanmıştır (Sayar, 1984). Bryozoalı Şeyllerde, fosiller iç ve dış kalıplar halinde, kavkı süsleri ve kavkı iç yapıları fazla örselenmemiş, sürüklenmemiş, morfolojik ve anatomik yapıları korunabilmiştir. Fosiller ufak boylu, ince kavkıdır, topluluk brakiyopod, bryozoa, ostrakod ve krinoidlerden

oluşur, ancak tuzlu ve hareketli denizi tercih eden “Rugosa mercanlar” ve “Stromatoporoidler”e rastlanmaması, çökeltme ortamının hareketli olmadığını, normal tuzlulukta derin şelf olduğunu işaret eder. Bölgedeki “Klastik Temel istif” yukarı düzeylere doğru, ince elemanlı siltli, killi, silisli kayalardan oluşur, bu kırıntılı kayalarda ilk karbonat çökeltiminin “Bryozoalı Şeyl ve Kireçtaşları” seviyesinde başladığı görülmektedir. Bu durum bölgede karbonat depolanmasının ve soğuk denizin ısınmasının Geç Ordovisiyen : Katiyen zaman döneminde başladığını işaret eder. Global olarak da deniz suyunun ısınması ve karbonat çökeltiminin başlamasının Orta Katiyen’de olduğu kaydedilmiştir. (Webby, 1984; Fortey&Cocks, 2005).

Anahtar Kelimeler: Brakiyopod, “Bryozoalı Şeyl – Kireçtaşı”, Katiyen, Ostrakod.

Late Ordovician : Katian (Ashgill) Brachiopods From Pendik Bryozoan Shales, İstanbul

Cazibe Sayar^a, Esra Alkan^b

^a*Geology Engineering Dept., İTÜ Mining Faculty*

^b*Üzümlü Sok. No:3/4 İstinye-Sarıyer, İstanbul*

(cazibesayar@gmail.com)

Abstract: In the thick clastic sedimentary basement rocks, called Arkose Series: Kurtköy Formation (2000-3000m) which occupy a large area in İstanbul and Kocaeli (Bithynia) Region, have not been found yet any fossil and fossiliferous levels. The Aydos Formation : Lower Quartzite: Çamlıca Quartzite (10-300m) conformably overbedded these rocks and over them “Laminated Shales” (150m) are succeeded. This unit was named and recorded as the “Greywake Horizon”, in Gedinian (Lochkovian) aged by Paeckelmann (1938); and showed as Lower Llandovery aged “Gözdağ Formation”, by Önalın (1981). The first oldest fossiliferous level is the “Çengelköy Oolithic Shamosites” contain Middle Ordovician (Darriwilian - Sandbian) Conulariids, in the lower part of Laminated Shales just over the Aydos Formation (1960, 1964). The “Pendik Bryozoan Shales and Limestones”(50m), have been observed in the area on Pendik - Doloyoba road, as the upper part of Laminated Shales, at the 1.5 km north of Pendik, İstanbul. Paeckelmann (1938) has mentioned Dicranopora sp. and Reteporina sp. as the bryozoan genus from these rocks. In the “Bryozoan Shales and Limestones”, the following brachiopods were identified : Strophomena sp., Christiania sp., Sowerbyites aff. hibernicus, Leptestiina prantli, Anisopleurella tricostellata, Kullervo albida, Skenidioides aff. elongatus, Sulevorthis (Orthambonites) calligramma, Sulevorthis (Orthambonites) humilidorsatus, Glyptorthis aff. maritima, Hesperorthis cf. craigenis, Ptychopleurella cf. separata, Nicolella actoniae, Onniella aff. bancrofti, Howellites aff. libeniensis, Drabovia vappo, Hirnantia transgradiens, Saukrodictya hibernica,

Saukrodictya cf. porosa, with new species of ostracods as, Piretella bithynia, Eochilina (Eochilina) paeckelmanni, Klimphores anatolica (Sayar, 1982, 1984; Sayar & Schallreuter, 1989). These fossils indicate “Pendik Bryozoan Shales and Limestones” sedimented during the Late Ordovician: Katian (Ashgillian) time. This fossil community represents the “Western Europe-Avalonia-Baltic region”, the specimens Leptestiina, Howellites, Drabovia, Saukrodictya are Bohemian types, cooler Mediterranean Region. This fossiliferous level was named by indicative and rich Orthid species as the “Sulevorthis (Orthambonites) calligramma - Nicollella actoniae Zone” collected from the “Bryozoan Shales and Limestones” (Sayar, 1984). Brachiopod fossils generally were external and internal moulds, shell ornaments and internal features undisturbed, so, the morphologic and anatomic characteristics were good preserved, shells were thin and small. The fauna composed of brachiopods, bryozoan, ostracods and crinoids but the “Rugosa Corals” and “Stromatoporoids” were not observed, it prefer more salty and wavy seas. This indicate that the sedimentary environment was normal salty and deep shelf. In the region the rough clastic sequences are finer grained towards the upper parts as the silty, clayey and silicious successions. The beginning, first carbonate sedimentation in this clastic successions is “Bryozoan Shales and Limestones” levels. This carbonate depositions, show the being warmer of the sea water during Late Ordovician : Katian time. The global records demonstrate that, the beginning of carbonate sedimentations started in the Middle Katian (Webby, 1984; Fortey&Cocks, 2005).

Keywords: Brachiopod, Bryozoan Shale – Limestone, Katian, Ostracod.

İstanbul'da Metro Tünellerinde Kullanılan Mekanize Kazı Makinelerinin Tarihçesi, Seçimi, ve Sonuçlarının Jeoloji Açısından Önemi

History, Selection and Importance of Results for Geology of Mechanical Excavation Machines Used in Istanbul Metro Tunnels

Cemal BALCI^a, Nuh BİLGİN^a, Hanifi ÇOPUR^a, Deniz TUMAÇ^a

*^a İTÜ Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Ayazağa Kampüsü 34469 Maslak-İstanbul
(cemalb@itu.edu.tr)*

Özet: Türkiye’de özellikle İstanbul’da metro, atıksu, ve su taşıma tünelleri mekanize kazı makineleri ile kazılmaktadır. Bu tünellerde kullanılan mekanize kazı makineleri; tam cepheli tünel açma makinesi (TBM), kollu galeri açma makinesi ve hidrolik kırıcılar olarak sınıflandırılabilir. Hızlı ve emniyetli kazı için mekanize sistemler kaçınılmaz olmaktadır. Yerleşim yerlerinde zorunlu durumların dışında patlayıcı madde kullanımına izin verilmemesi mekanize kazıyı zorunlu kılmaktadır. Bu makineler kazılacak formasyonun jeolojik ve jeoteknik özelliklerine göre seçilmez ise kazı ekonomik olmaktan çıkabilmektedir. Bu amaçla çok iyi hazırlanmış bir jeolojik harita, laboratuvar kazı, kaya ve zemin mekaniği deneyleri bu makinelerin seçimi, performans tahmini için çok önemlidir. Bu çalışmada İstanbul’da kullanılan mekanize kazı makineleri tanıtılacak, seçimi ve performans tahmini hakkında bilgi örnekler verilecek ve sonuçları jeoloji açısından irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Mekanize kazı, tünel açma makinesi, performans tahmini

Abstract: Metro, sewerage and water tunnels are excavated by using mechanical excavation in Turkey especially in Istanbul. Mechanical excavation machines used in these tunnels can be classified as tunnel boring machines (TBM), roadheaders and hydraulic impact hammers. Mechanical excavation systems are unavoidable for rapid and safe excavation. The increasing restrictions on applications of the drill and blast method in urbanized areas force using mechanized excavation systems. If the mechanical excavation machines are not selected properly regarding geological formation and geotechnical properties the excavation may become uneconomic. Well prepared geological map, laboratory rock cutting and rock, soil mechanics tests are very crucial for the selection and performance prediction of the mechanical excavators. In this study, selection and performance prediction parameters for mechanical excavators are used in Istanbul will be introduced and some examples from the projects will be given with typical emphasizes on geology.

Key Words: Mechanical excavation, tunnel boring machine, performance prediction

1.GİRİŞ

Hızlı, ekonomik ve verimli tünel açmanın en temel unsurunun tünel açma makinelerinin ve mekanize sistemlerin bilinçli seçilmesi ve kullanılmasının olduğu artık herkes tarafından kabul edilmektedir. Bunun yanında makine, tünel jeolojisi ve hat boyundaki kayaç formasyonlarının jeoteknik ve kazılabilirlik özelliklerine göre seçilmezse, uygulama ekonomik olmanın çok ötesine çıkmakta ve makinenin tünelden çıkarılması ve kazı işlemlerine klasik yöntemle devam etmekten başka çare kalmamaktadır [1].

İstanbul'da 19. yüzyılın ilk çeyreğine kadar ulaşım yaya olarak, at ve arabaları ile gerçekleşmiştir. Karaköy ile Beyoğlu arasında çalışan 573 m uzunluğundaki ve dünyanın en eski ikinci metrosu olan Tünel, Fransız mühendis Eugene Henri Gavand'ın projesidir. Ülkemizde metro tüneli işleri 1990 yılına kadar bir duraklama devresine girmiş ancak bu tarihten sonra aniden hızlanmış ve günümüzde dünyanın en fazla özellikle mekanize tünel açılan kent konumuna yükselmiştir. 1992 yılında Taksim-4.Levent metro tünelinin kazılarına Tefken, Garanti-Koza/Enka/Doğuş Ortak girişimi tarafından başlanmıştır. Bu hattın devamı olarak 4.Levent-Atatürk Oto Sanayi Sitesi metro tüneli 2002 yılında başlamış ve 2008 yılında bitirilmiştir. Tünel açma makineleri ile özellikle İstanbul'da çok zorlu jeolojik koşullar altında tüneller açılmış , Marmaray, Boğaz Karayolu gibi mega projeler başarılı ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

2. MEKANİZE KAZI MAKİNELERİ

Madencilik sektöründe genel olarak üretim ve hazırlık aşamalarında, inşaat sektöründe ise özellikle farklı amaçlar için açılan tünellerin kazısında kullanılan mekanize kazıcıların geliştirilmesi için teknolojinin kullanılması ne kadar önemli ise, bu ekipmanların uygulamada kullanılmasında karşılaşılabilecek sorunların önceden kestirilmesi ve uygun kazıcının seçilmesinde teknolojinin kullanılması da bir o kadar önemlidir. Çünkü yüksek bütçeli teknolojik çalışmalarla geliştirilen bu kazıcı ekipmanlar eğer kazılacak formasyona göre uygun olarak seçilmezse milyonlarca liralık zararlarla karşılaşılabilecektir. İşte tüm bu sorunların önüne geçilmesi için hem formasyon tanımlamasının iyi bir şekilde yapılması ve kayaçların kazılabilirlik özelliklerinin araştırılması hem de kullanılacak ekipmanın uygunluğunun belirlenmesi gerekmektedir.

Maden ve inşaat sektöründe kullanılan mekanize kazı makineleri Tablo 1'de görüldüğü gibi sınıflandırılmıştır [2].

2.1. Tünel Açma Makineleri



Şekil 1. Boğaz Karayolu Geçişinde Kullanılan Tam Cepheli Tünel Açma Makinesi

Tam cepheli tünel açma (TBM) makinelerinin çapları açılacak tünelin çapı kadardır ve kama ve disk keskiyle donatılmışlardır. İlk yatırımlarının fazla oluşu seçimlerinin çok titiz yapılmasını gerektirir. Her tür formasyonda kazı yapabilecek tipleri geliştirilmiştir. Makineden faydalanma oranları genelde % 35-50 civarındadır. Çıkan pası makinenin döner kafasındaki boşluklar vasıtasıyla makinenin içersinden, makinenin arkasındaki vagon, bant veya kamyonlara iletilir. Jeolojik süreksizliklerin durumu TBM'lerin şiltli veya şiltsiz kullanılmasını etkileyen en önemli faktördür.

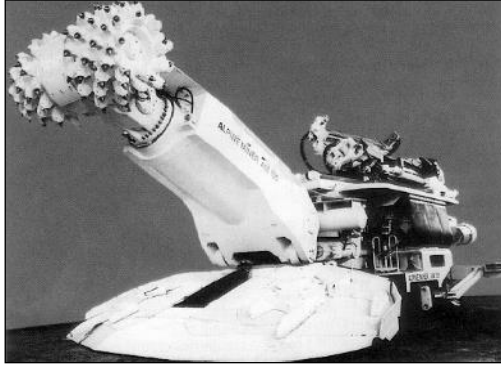
Özellikle İstanbul'da bulunan Trakya Formasyonunda kullanılan şiltsiz makineler büyük problemler çıkartmaktadır, buna en tipik örnek Baltımanı'ndaki uygulamadır [3]. Jeolojik süreksizlikler devamlı göçüklere neden olmuş ve makine sökülüp dışarı çıkarılmak zorunda kalmıştır. Sert kaya makinelerinin performans tahminleri ve optimum şartlarda çalıştırılması için laboratuvarında yapılacak tam boyutlu kesme deneyleri kaçınılmaz olmaktadır. Bu deneylerde büyük kaya blokları tam boyutlu disklerle kesilmekte, değişik kesme derinliklerinde ve disk aralıklarında, spesifik enerji değerleri ve diske gelen üç yöndeki kuvvetler kaydedilebilmektedir. Bu değerlerden operatörün uygulayacağı optimum baskı kuvveti ve günlük ilerlemeler hesap edilebilmektedir. Optimum kesme şartları aynı zamanda keski sarfiyatını da sağlamaktadır. Keski sarfiyatı kazı ekonomisini belirleyen önemli faktörlerdendir. Keski sarfiyatını ise büyük bir doğrulukla Cerchar aşındırıcılık deneyinden hesaplamak mümkün olmaktadır. Tuzla- Dragos Tünelinde yapılan çalışmalar buna en güzel örneği teşkil etmektedir. Tam cepheli tünel açma makinesine tipik bir örnek Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Tünel Kazı Makinelerinin Sınıflandırılması [2].

Kazı Aynası	Mekanik Yapı	Uygun Jeolojik ve Jeoteknik Koşullar
Açık TBM'ler (Open TBMs)	Altın Destekli Bir Çift Pabuçlu – Önden Motorlu – TBM'ler (Main Beam)	Çok Sert, Aşındırıcı, Masif veya Az Kırıklı Çatlaklı Kaya Koşulları, Kuru veya Az Su Geliri Olan Koşullar, RMR = 80 - 100
	Altın Desteksiz (Askıda) Bir Çift Pabuçlu – Önden Motorlu – TBM'ler (Open Gripper)	
	İki Çift Pabuçlu – Arkadan Motorlu – TBM'ler (Kelly Beam)	
Şiltli TBM'ler (Shielded TBMs)	Şiltli Sert Kaya TBM'leri	Kırıklı Çatlaklı, Bloklu ve Kuru veya Az Su Geliri Olan Kaya Koşulları, RMR = 30 - 80
		Kırıklı Çatlaklı, Bloklu ve Kuru veya Az Su Geliri Olan Kaya Koşulları, Orta Derece Sıkışan Killer
Tam Cepheli Kazı Makineleri (Full-Face)		Yeraltı Suyunun Fazla Olduğu Çakıl, İri ve Orta Taneli Kum Formasyon Koşulları (Permeabilite Katsayısı < 10 ⁻⁷ m/s), RMR = 0 - 30
	Şiltli Yumuşak Zemin TBM'leri (Ayna Basınçlı)	Yeraltı Suyunun Fazla Olduğu İnce Taneli Kum, Kil ve Silt Formasyon Koşulları (Permeabilite Katsayısı > 10 ⁻⁷ m/s), RMR = 0 – 30

Kısmi Cepheli Kazı Makineleri (Part-Face)	Kollu Kazı Makineleri (Roadheader)	Açık	Şiltli	Hava Basınçlı TBM'ler (Compressed Air Balance)	Yeraltı Suyunun Fazla Olduğu Stabil Kumlu Formasyon Koşulları (Permeability < 10 ⁻⁴ m/s)		
				Kombine TBM'ler (Mixshield)		Her Türlü Yumuşak Zemin ve Sert Kaya Koşulları, RMR = 0 - 100	
				Özel TBM'ler (Kesici Kafasız, Çoklu Kesici Kafalı TBM'ler)			Jeolojik ve Jeoteknik Koşullara Göre Özel İmalat Makineler
					Basınç Dayanımı 60-80 MPa'ın Altında, Az Aşındırıcı (CAI < 1-1,5), Masif Kaya Koşulları, Su Geliri Olmayan veya Az Olan Koşullar		
					Basınç Dayanımı 100-120 MPa'ın Altında, Orta Aşındırıcı (CAI < 2-2,5) Masif Kaya Koşulları, Su Geliri Olmayan veya Az Olan Koşullar		
	Hidrolik Kırıcı (Impact Hammer)		Şiltli		Basınç Dayanımı 100 MPa'ın Altında Olan Çok Kırıklı Çatlaklı Kaya Koşulları, Stabil Yumuşak Zemin Koşulları, Su Geliri Olmayan veya Az Olan Koşullar		
	Kepçeli Ekskavatör (Backhoe)		Açık	Ağır, Orta Ağır, Hafif			
			Şiltli		Stabil Yumuşak Zemin Koşulları, Su Geliri Olmayan veya Az Olan Koşullar		
			Açık				

2.2. Kollu Galeri Açma Makineleri



Şekil 2. Tipik Bir Roadheader (Voest Alpine)

Kollu galeri açma makineleri (Roadheader'lar) ilk olarak 1950'lerde maden galerilerinin açılması için geliştirilmiş ve daha sonra inşaat sektörüne hızla girmiştir [4]. Bu makineler paletler üzerinde hareket etmekte, arına dik veya paralel hareket eden kesici kollar arını tarayarak kazı yapmaktadır. Çıkan pasa ise makinenin altında bulunan kollar ile toplanmakta ve pasa nakil araçlarına taşınmaktadır. Makinenin arkasında bulunan erektörler vasıtası ile de gerekli olan iksa yerleştirme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Kazı, pasa nakli ve tahkimat işlemleri birbirlerinden bağımsız yapılabildikleri için , bu yöntemle açılan tünel ve galerilerdeki ilerleme hızları delme ve patlatma yöntemiyle karşılaştırıldığında çok daha hızlı olabilmektedir. Tipik bir roadheader Şekil 2'de verilmiştir

2.3. Hidrolik Kırıcılar



Şekil 3. Tipik Bir Hidrolik Kırıcı

Hidrolik kırıcılar 1960'lerden günümüze kadar hem madencilik hem de inşaat sektöründe kazı amaçlı kullanılmaktadır. Çalışma prensibi, aşağı yukarı hareket eden bir piston ile kırıcı bir uca darbe etkisi vererek kayacı kırma esasına dayanır. Darbe etkisi kazı verimini arttırıcı bir rol oynar. İlk yatırım maliyetleri diğer kazıcı makinelere göre daha düşüktür. Basınç dayanımları 100 MPa'a kadar olan, özellikle kırıklı çatlaklı formasyonlarda verimli olarak kazı yapabilirler. Kullanılan ekskavatör ağırlığı ile kırıcı gücü arasında, makine stabilitesi açısından uygun bir denge olmalıdır. Hidrolik kırıcılar ile İstanbul'da yaklaşık 11 km tünel başarı ile sürülmüştür. Şekil 3'te tipik bir hidrolik kırıcı görülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Bilgin, N., Balci, C., Çopur, H., (2007). İstanbul'daki tünel projeleri ve makine performansının etkileyen jeolojik ve jeoteknik faktörler, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu III, İTÜ Süleyman Demirel Kültür Merkezi, İstanbul.
- [2] Bilgin, N., Çopur, H., Balci, C., (2014). Mechanical Excavation in Mining and Civil Industries, 388, CRC Press, ISBN 9781466584747 - CAT# K19055.
- [3] Bilgin, N., Çopur, H., Balci, C., (2016). TBM Excavation in Difficult Ground Conditions: Case Studies from Turkey, 354, ISBN: 978-3-433-03150-6.
- [4] Bilgin, N., Balci, C., Çopur, H., (2005). Tünel Açma Makinalarının Seçimi, Tasarım İlkeleri ve Performans Tahmin Yöntemleri, II. İş Makinaları Sempozyumu ve Sergisi - TMMOB Makina Mühendisleri Odası, İstanbul.

İstanbul'un Oligo-Miyosen Killeri Üzerinde Çöpsuyunun Etkisi

Influence of leachate on the Oligo-Miocene Istanbul Clays

Davut Laçın^a, Sadık Öztoprak^b

^aİstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul
davut@istanbul.edu.tr

^bİstanbul Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul
oztoprak@istanbul.edu.tr

Özet: İstanbul ve çevresinde önemli oranda Oligo-Miyosen killeri bulunmaktadır. Yeni çöp depolama alanı bu killeri üzerinde olduğu gibi, kil şiltesi de bu killerden teşkil edilmiştir. Smektit içerdiği için şişme ve şev stabilitesi sorunları çıkaran bu killeri, mevcut çöp depolama sahasının kil bariyerinde de kullanılmaktadır. Buna rağmen İstanbul killerinin yapısı ve mineralojisi hakkındaki yayınlar yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada, biri Miyosen yaşlı ve diğer ikisi ise Oligo-Miyosen yaşlı üç adet İstanbul kilinin 30, 180 ve 360 gün süreyle düşük gerilme altında, laboratuvar sıcaklığında, çöpsuyuna maruz kalması durumunda mineral içeriğinin, kimyasal bileşiminin nasıl etkileneceği ve yapısının nasıl değişeceği araştırılmıştır. Mineral değişikliklerini belirlemek için XRD analizleri, killerin yapısının nasıl değiştiği ise ESEM görüntü analizleri ile belirlenmiştir. Çöpsuyunun, illit/smektit karışık katmanlı kil minerali bileşimli bu killerde 1 ay içerisinde önemli derecede mineral parçalanması meydana getirdiği belirlenmiştir. İllitlerin smektitlerden ayrılmasını takiben smektit-illit mineral dönüşümünün gerçekleştiği gözlenmiştir. Kinetik hesaplamalar, karışık katmanlı İstanbul killerinin ilk 1 ayda yaklaşık 2 kcal gibi çok düşük bir enerji ile mineral parçalanması gösterdiğini, sonraki 11 ayda yaklaşık 5 kcal'lik bir aktivasyon enerjisine ulaştığını ortaya koymuştur. Mineralojik ve dokusal değişimler ile kinetik enerji değerleri bu killerin kil bariyer olarak kullanılmasının şüpheli olacağı sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Abstract: It is considerably located Oligo-Miocene clays in İstanbul and its vicinity. The new landfill is on this clays and clay liner has been also formed from this clays. Since it contains smectite minerals, it produces swelling and slope stability problems and is also used in the clay barrier of the existing landfill storage area. Nevertheless, the publications about the structure and mineralogy of İstanbul's clay are scarcely. In this study, it was investigated how mineral content and the chemical composition of one Miocene and another two Oligo-Miocene aged three number İstanbul clay exchanged in case exposed to leachate under low stress, laboratory temperature and for 30, 180 and 360 days. It was determined by XRD analyzes for determining

mineral changes and ESEM image analysis how the structure of the clays changed. It has been determined that the leachate is considerably mineral breakdown for 1 month in clays of illite / smectite mixed layered clay mineral composition. It has been observed that the smectite-illite mineral transformation takes place following the separation of illites from smectites. Kinetic calculations have shown that the mixed-layered Istanbul clays shows the mineral degradation with a very low energy of about 2 kcal in the first month, reaching an activation energy of about 5 kcal in the next 11 months. Mineralogical and textural changes and kinetic energy values have revealed the conclusion that the use of these clays as clay barriers is questionable.

İstanbul'un Kültürel Jeolojik Öğeleri

Direnç Azaz^a, Yıldırım Güngör^a, Namık Aysal^a

*^a Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye
(direnc@istanbul.edu.tr)*

Özet: İstanbul Kültürel jeolojik öğeler açısından oldukça ilginç oluşumlara ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle jeoloji insan ilişkisinin en güzel örneklerinden olan Yarımburgaz ve İnceğiz mağaraları dünya ölçeğinde büyük öneme sahip jeositlerdir. Bu iki örneğin dışında; Prekambriyen yaşlı granitleri, Paleozoyik yaşlı kayalar, surları, ibadethaneleri ile Roma, Bizans ve Osmanlı döneminde İstanbul'un su sorununun çözmek için yapmış olan su yapıları İstanbul il sınırları içinde kalan jeolojik miras öğeleridir.

Yaklaşık 400 bin yıllık insan yaşam izlerini barındıran, Başakşehir ilçesi sınırları içindeki Yarımburgaz mağarası ve Çatalca'nın İnceğiz köyünde yer alan İnceğiz mağarası Eosen yaşlı Kırklareli kireçtaşı içerisinde yer alır. Her iki mağarada ilk aşınma, yer altı suları aracılığıyla meydana gelmiş daha sonra ise insanlar tarafından şekillendirilmiştir. Yarımburgaz mağarasında Alt Paleolitik yerleşiminden itibaren Osmanlı dönemine kadar farklı yerleşimler gözlenmiştir. Yapılan çalışmalarda mağarada çeşitli dönemlerde yaşayan insanların bıraktıkları birçok hayvan kemiğine rastlanmıştır. Bu bulgular o dönemdeki fauna hakkında önemli bilgiler vermektedir. İnceğiz mağaraları ise yine aynı birim içinde açılmış olan tek mağara içinde dört kattan oluşmaktadır. Ancak mağaraların konumu ve kolay ulaşılması nedeniyle eski yaşam izlerine pek rastlanmamıştır. Yarımburgaz mağarasına göre daha yeni olduğu açıktır.

Prekambriyen yaşlı granitler, Çatalca'da Şeytan deresinde yüzeylenmektedir ve Kadomiyen orojenezine (Yaklaşık 540 milyon yıl) karşılık gelmektedir. İstanbul'un hemen yakınındaki en yaşlı birimler ve horst sistemi kenarında barındırdığı resifal kireçtaşları ile bir resif ortamının gözler önüne serildiği bol mercan fosilli eşsiz jeolojik oluşumlardır. İstanbul Paleozoyik istifi de Ordovisyen'den başlayıp Karbonifer'e kadar çökelen kırıntılı birimler ve karbonatlı istiflerden oluşur. Barındırdığı fosil içerikleri ve jeolojik yapıları ile önemli jeositler barındırır.

İstanbul'daki diğer önemli kültür mirasları uzun ve görkemli surlardır. Bilinen en önemli sur (Theodoisius) dışında çok fazla bilinmeyen diğer bir sur yapısı Anastasius surlarıdır. Surlar İstanbul'un batısında, Karadeniz'den Marmara'ya kadar geniş bir alanda 53 kilometre boyunca inşa edilmiştir. Roma İmparatorluğunun önemli sur yapılarından birisidir. MS. 507-512 yılları arasında Bulgar akınlarını durdurmak ve şehrin su kaynaklarını koruma altına almak için yapılmıştır. Anastasius surlarının yapımında ağırlıklı olarak bölgedeki taş kaynakları kullanılmıştır. Sonraları, sur yapımında kullanılan kesme taş bloklar bölgedeki yeni

binaların yapımında yapı taşı olarak kullanılmış ve duvarın büyük bir bölümü tahrip olmuştur.

Roma, Bizans ve Osmanlı döneminde büyüyen şehrin artan ihtiyaçlarını karşılayacak pek çok su yapısı inşa edilmiştir. Bunlardan en çarpıcı olanları şüphesiz devasa gerdanlara benzetilen Su Kemerleri'dir. İstanbul'un çevresinden şehrin içine su getirmek için kullanılmıştır. Su kemerleri bu sisteminin anıtsal yapıları olmakla beraber sularını aldıkları bentler, havuzlar ve bunları taşıyıp dağıtan maksemeler, su terazileri çeşmeler ve sarnıçlar dan oluşan büyük bir temin sisteminin parçalarıdır. Belgrad ormanlarının içinde 6 adet Bent bulunmaktadır. İlki 1620 de yapılmış 1839 da genel bir bakımdan geçmiştir. İşlevlerinin yanı sıra günümüzde rekreasyon amaçlı gezilere mekan olan bentlerin ve su kemerlerinin mimari özellikleri de bunda etkilidir.

Ayasofya, Süleymaniye, Sultan Ahmet, Kariye müzesi, Zeyrek vb. ibadet yerleri; cami ve kiliseler İstanbul'daki tarihi eserlerin öne çıkanlarındandır. Büyük çoğunluğu "*Küfeki Taşı*" olarak tanınan Bakırköy Formasyonunun kireçtaşlarından yapılmıştır. Tarihi yapılarda dekor taşı olarak kullanılan Gebze rudistli kireçtaşı ve Hereke pudingi gibi yakın çevredeki ocaklardan da kaynak sağlanmıştır. Günümüzde tarihi eserlerde yapılan restorasyon ve konservasyon çalışmalarında kaynak sorunuyla karşı karşıya kalmaktadır. Kaynak alanlar hızla büyüyen şehirlerin altında kalmakta. İstanbul yakın çevresindeki bilinen ocaklar eğer koruma altına alınmaz ise Bakırköy Kireçtaşı ocağının tamamen şehrin altında kalması benzeri durumlar yaşanacaktır.

Yaşayan bir şehrin artan ihtiyaçları sürdürülebilir kalkınmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu bildiride sürdürülebilirlik süreci de tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kültürel Jeoloji, İstanbul surları, Su yapıları, Yapı taşları, Sürdürülebilir Kalkınma

İstanbul's Cultural Geological Elements

Direnç Azaz^a, Yıldırım Güngör^a, Namık Aysal^a

*^a Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye
(direnc@istanbul.edu.tr)*

Abstract: İstanbul It hosts quite interesting formations in terms of cultural geological items. Yarımburgaz and İnceğiz caves, which are among the most beautiful examples of geology- human relations in particular, are geosites with great importance on the world scale. Apart from these two examples; Precambrian aged granites, Palaeozoic rocks, historical walls and places of worship, and the water structures that were built to solve the water problem in İstanbul during the Roman, Byzantine and Ottoman periods are the geological heritage items within the city limits of İstanbul.

The Yarımburgaz cave within the borders of Başakşehir district and İncegiz cave located in İnceğiz village of Çatalca which contains about four hundred thousand years of human life traces are located within the Eocene aged Kırklareli limestone. In both caves, the first erosion has taken place through underground waters and has been shaped by humans later. From the Lower Paleolithic settlement to the Ottoman period, different settlements were observed in the Yarımburgaz cave. In the studies done, many animal bones were found that left behind the peoples who have lived in various periods in the cave. These findings provide important information about fauna at that time. Incegiz caverns were opened in the same unit and four floor are formed in the single cave. However, because of the location and easy access of the caves, the traces of old life were rarely seen. It is obvious that it is younger than the Yarımburgaz cave.

Precambrian aged granites are exposed at the base of the Devil creek in Çatalca and correspond to the Kadamian orogeny (about 540 million years). The oldest units in the immediate vicinity of İstanbul and the horst system are the unique geological formations with abundant coral fossils that reveal the reef environment with the reefal limestones. The Paleozoic sequence of İstanbul consists of clastic units and carbonated deposits starting from Ordovician to Carboniferous. It contains important geosites with its fossil contents and geological structures.

Other important cultural heritages in İstanbul are long and splendid walls. Apart from the most famous wall (known as Theodoisius), another wall structure which is not known much is the walls of Anastasius. The walls were built in the west of İstanbul, 53 kilometers length from an area of Black Sea to Marmara. It is one of the important walls of the Roman Empire. It was built between 507-512 AD to stop the Bulgarian invasions and to protect the city's water resources. In the construction of the walls of Anastasius, stone resources in the local region were mainly used. Later, the cut stone blocks used in the construction of the fortification were used as building blocks in

the construction of the new local buildings in the district and as a result, a large part of the wall was destroyed.

During the Roman, Byzantine and Ottoman periods, many water structures were built to meet the growing needs of the growing city. The most striking of these is, of course, the Aqueducts, which are likened to gigantic necklaces. It was used to bring water into the city from around Istanbul. Aqueducts are monumental structures of this system and they are part of a large supply system consisting of floods, pools, and basins that carry and distribute water, water fountains, fountains and cisterns. There are 6 dams in Belgrade forests. First of them made in 1620 and All of them have undergone general maintenance in 1839. In addition to its functions, the architectural characteristics of the dams and aqueducts, the places are today's trips for recreational purposes are also influential.

Hagia Sophia, Suleymaniye, Sultan Ahmed, Kariye Museum, Zeyrek etc. places of worship; Mosques and churches are prominent figures of historical monuments in Istanbul. The great majority is made of limestones of the Bakırköy Formation, known as Küfeki Stone. Sources have also been provided from nearby quarries such as Gebze rusty limestone and Hereke pudding, which are used as decorative stones in historical buildings. Today, restoration and conservation work in historical monuments is facing resource problems. Resource areas remain under the fast-growing cities. If the known quarries in the vicinity of Istanbul are not taken under protection, there will be similar situations where the Bakırköy Limestone quarry is completely remain under the city.

The growing needs of a living city demonstrate the importance of sustainable development. Sustainability process will also be discussed in this report.

Keywords: *Cultural Geology, Istanbul Walls, Water Structures, Building Stones, Sustainable Development*

Anastasius Surları'nda (Uzun Duvar) Kullanılan Yapı Taşları, Kaynak Alanları ve Gömülü Sur Yapılarının GPR Radar Yöntemiyle Belirlenmesi

Direnç Azaz^a, Sinan Öngen^a, Namık Aysal^a, Fethi Ahmet Yüksel^b, Kerim Avcı^c

^a Jeoloji Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

^b Jeofizik Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye

^c Geometrik Mühendislik, Halkalı-Küçükçekmece-İstanbul

(direnc@istanbul.edu.tr)

Özet: Roma'lı mühendisler imparatorluk sınırları içinde büyük surlar inşa etmişlerdir (Britanya Adası'nda Hadrianus, Romanya'da Traianus ve Konstantinopolis'te Theodosius). Roma İmparatorluğunun önemli sur yapılarından birisi de MS. 507–512 yılları arasında Bulgar akınlarını durdurmak ve şehrin su kaynaklarını koruma altına almak için yaptıkları ve “Uzun Duvar” olarak bilinen Anastasius surlarıdır. Anastasius surları; İstanbul'un batısında, Karadeniz'den (Çatalca - Karacaköy) Marmara'ya (Silivri) kadar geniş bir alanda 53 kilometre boyunca inşa edilmiştir. Ancak Bizans kaynaklarına göre şehri koruması için acele olarak inşa edilen bu sur, batıdan gelen akınlara karşı zayıf kalmış ve kısa zamanda önemini yitirmiştir.

Anastasius surlarının yapımında ağırlıklı olarak bölgedeki taş kaynakları kullanılmıştır. Duvarın sağlam kalan kısımlarında, öncelikle Karadeniz'e yakın kesimlerde yapılan saha gözlemlerinde dolgu duvarın dış ve iç kaplama blokları ağırlıklı olarak Eosen yaşlı Soğucak Formasyonuna ait nummulesli kireçtaşları ile daha az oranda, duvarın temel kısmında Danişment Formasyonuna ait sağlam kumtaşları kullanılmıştır. Duvarın merkez kısmı ise bölgedeki tüm formasyonlardan devşirilen moloz taş parçaları ve harç ile doldurulmuştur. Bu taşlar arasında Mahya Şistlerine ait fillat ve şistler, Şermat Kuvarsiti ve İhsaniye Metagraniti kullanılmıştır. Sahada yapılan çalışmalar sırasında sur yapımında kullanılan taşların çıkarılmış olabileceği ocak yerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Duvar Istranca Masifinin metamorfik kayalarının bulunduğu alanlarda doğrudan kayalar üzerine oturmasına karşılık, Eosen ve sonrası sedimanter kayaların bulunduğu alanlarda derin temeller ile alt seviyelere oturtulmuştur.

Sonraları, sur yapımında kullanılan kesme taş bloklar bölgedeki binaların yapımında yapı taşı olarak kullanılmış ve neticede duvarın büyük bir bölümü tahrip olmuştur. Sur'un en iyi korunmuş Dervişkapı mevkiinde sur kalınlığı 3 metreden biraz fazla ve yüksekliği ise 5 metrenin üzerindedir. Saha çalışmalarında Uzun Sur'un Karacaköy - Kurfalı - Fenerköy arasındaki bölümü işlenerek haritalanmıştır. Sur'un harap olmuş ve kaybolmuş bölümlerinin belirlenmesi amacıyla GPR radar yöntemi kullanılmıştır. GPR radar ölçümleri ile Sur'un gömülü kısımları ve temel derinlikleri

ile kaybolmuş kısımların devamlılıkları belirlenmiş ve haritalanmıştır. Sonuç olarak İstanbul'un önemli bir tarih ve kültür mirasının harap olmuş ve kaybolmuş kısımları hakkında önemli bulgulara ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anastasius duvarı, Uzun Duvar, yapı taşları, GPR Radar, Bizans

Determination of Construction Stones, Resource Areas, and Buried Wall Structures Used in Defensive Wall of Anastasius (Long Wall) by GPR Radar Methods

Direnc Azaz^a, Sinan Öngen^a, Namık Aysal^a, Fethi Ahmet Yüksel^b, Kerim Avcı^c

^a *Geology Engineering, İstanbul University, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye*

^b *Geophysical Engineering, İstanbul University, 34320, Avcılar, İstanbul, Türkiye*

^c *Geometrik Engineering, Halkalı-Küçükçekmece-İstanbul*

(direnc@istanbul.edu.tr)

Abstract: Roman engineers built large walls within the borders of the empire (Hadrian in the British Isles, Traian in Romania and Theodosius in Constantinople). One of the important walls of the Roman Empire is the wall of Anastasius, known as the "Long Wall", which was built between 507-512 AD to stop the Bulgarian raids and protect the city's water resources. The walls of Anastasius; To the west of Istanbul, a large area from the Black Sea (Çatalca - Karacaköy) to the Marmara Sea (Silivri), it is 53 kilometers long. According to Byzantine sources, this fortification wall, was built in a rush as a for city protection, has been weak against the incoming raids from the west and quickly lost its significance.

In the construction of the walls of Anastasius, stone resources in the local region were mainly used. In the sturdy remaining parts of the wall, first and foremost, in the field observations made near the Black Sea, the outer and inner covering blocks of the filler wall were mainly used with nummulitic limestones belonging to the Eocene aged Soğucak Formation and to a lesser extent strong sandstones used at the base of the wall belonging to the Danişment Formation. The central part of the wall was filled together with rubble pieces collected from all the formations in the region and mortar. Among these stones were used Şermat Quartzite, İhsaniye Metagranite

and the phyllites and schists of Mahya Schists. During the work carried out in the field, it was tried to determine the locations of the quarries where the stones used in the wall construction could have been supplied from. Some parts of the wall were built directly on rocks in the areas of the metamorphic rocks of the Istranca Massif, whereas the Eocene and later sedimentary rocks were located at lower levels with deep bases.

Later, the cut stone blocks used in the construction of the fortification were used as building blocks in the construction of the local buildings in the district and as a result, a large part of the wall was destroyed. In fortification's best preserved Dervişkapı district, the thickness of the wall is slightly more than 3 meters and the height is over 5 meters. During field work, the section between long walls' Karacaköy - Kurfalı and Fenerköy was worked and mapped. GPR radar method was used to determine the ruined and lost parts of wall. With the GPR radar measurements, the buried parts of wall and the basic depths and the continuity of lost parts was determined and mapped. As a result, important findings have been reached about the ruined and lost parts of Istanbul's important historical and cultural heritage.

Keywords: Anastasius, Construction stones, GPR Radar

The importance of Urban Geology for the development and conservation of large cities

Domenico Calcaterra

Department of Earth Sciences, Environment and Resources, Federico II University of Napoli, Italy

Abstract: The role played by Urban Geology in managing present-day large cities is highlighted through an overview of both direct personal experiences of the author and of studies conducted in some well-known metropolises worldwide. The geology of built environment is treated regarding some specific topics, such as the subsoil geological-geotechnical model reconstruction, the preservation of geomaterials, the implementation of planning tools for areas exposed to actual or potential natural threats such as landslides. Some final remarks are then provided, emphasizing the importance of making nowadays citizens truly aware of the geological environment they live in.

Introduction

Ever since the dawn of time, foundation and development of human settlements have been directly or indirectly controlled by geological factors. Availability of fresh water and good building geomaterials, fertility of soils, ground and slope stability have always been considered of paramount importance in the choice of a place where to establish a community. Babylon, Uruk, Lalibela, Priene are just a few examples of ancient cities which, over the last 4.000 years at least, benefitted from favourable geoenvironmental aspects.

When human settlements became larger and permanent, villages and small towns turned to be true “cities”, while an eventual demographic growth and territorial expansion caused the birth of large cities, in recent decades turned into “megacities”.

Such increasing demographic pressure resulted in an inevitable expansion of urban centres and, more generally, in an increase in land use demand, which, in turn, caused unprecedented problems of urban planning, especially for peri-urban areas. These latter progressively move towards marginal lands such as flood-prone areas and hillslopes, otherwise unsuitable for development. Such critical conditions are further aggravated when the urbanisation of unfavourable land occurs in blatant disregards of laws; to this regard, known cases worldwide come from several countries, where slums and squatter settlements have occupied unsafe hillslopes (e.g., the Brazilian “favelas” – Fig. 1).

Following the 20th century explosion of urban areas, new disciplines, deriving from pre-existing consolidated ones, developed and grew in importance: this was the case of the Urban Geology, an expression probably first proposed by McGill in 1964. In the broadest terms, Urban Geology is the geology of the built environment. More in detail, and according to Culshaw and Price (2011) Urban

Geology can be termed as “the study of the interaction of human and natural processes with the geological environment in urbanized areas, and the resulting impacts, and the provision of the necessary geo-information to enable sustainable development, regeneration and conservation”. Accordingly, as unanimously acknowledged, it can be stated that Urban Geology has a close relationship with environmental and engineering geology at least.

On this occasion, the role played by Urban Geology in managing present-day large cities is highlighted through an overview of both direct personal experiences of the author and of studies conducted in some well-known metropolises worldwide.

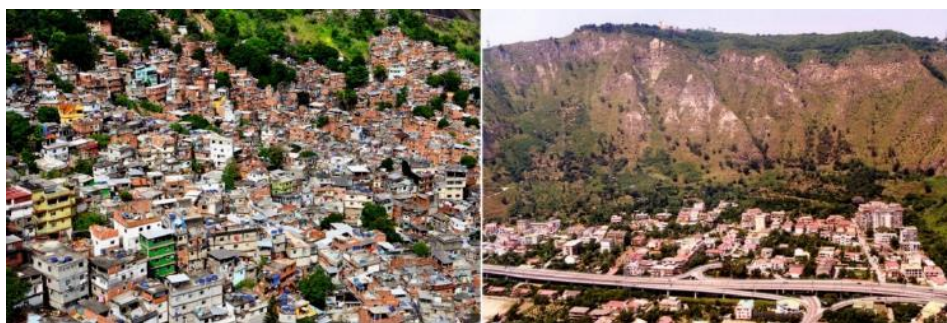


Fig. 1 – High-density urban settlements in Rio de Janeiro, Brazil (left) and Napoli, Italy (right).

Materials and methods

A few years ago, the American Association of Environmental & Engineering Geologists launched a worldwide initiative, whose name is “Geology of the Cities of the World”, whose purpose is “to convey background information useful for discovering and highlighting geological issues unique to a city, including its metropolitan area” (<http://www.aegweb.org/?page=GeologyCities>). The potential contributors to this project should follow a paper template, whose sections can be considered a comprehensive list of Urban Geology main topics for a given city. The chapters are as follows: geologic setting, geotechnical characteristics, materials of construction, geologic constraints, resource recovery, seismicity of the city, environmental concerns, major engineered structures, use of underground space, geologic parameters attendant to socio-political conditions.

Following this trail, very similar to that proposed by Leggett (1973) in his milestone book on Geology and Cities, the case-study of Napoli, Italy, represents a useful example of how geological resources and constraints can since long time condition the foundation and evolution of an urban agglomerate.

Napoli, even if not a megacity (only 1.000.000 of inhabitants within city proper, more than 3.000.000 in the metropolitan area), has one of the densest population in Europe (Fig. 1): its average value is of about 8.200 inhabitants per km², with some of its boroughs reaching peak values of more than 20.000. The city was founded in the 7th century B.C. by the Greeks along a bay located between two active

volcanic districts, the Mt. Somma-Vesuvius to the east and the Phlegrean Fields to the west.

Its first citizens soon started to use the weak rock constituting the local bedrock, the Neapolitan Yellow Tuff (NYT), extracting it from underground quarries; however, older examples of interplay between local geology and man can be found in some Eneolithic Age tombs, dated to about 4.500 years ago.

Because of the demand not only for building materials, but also for underground spaces (catacombs, conduits, aqueducts, cisterns), several hundreds of underground cavities are present in the urban area, which, from time to time, have had adverse effects on man-made structures, such as settlements or sinkholes. At the same time, the underground city represents one of the main tourist attractions, being visited each year by thousands of people fascinated by its myths and history, spanning from Greek times to World War Two.

Landslides too have had a significant impact on the territorial evolution and safety of Napoli since far historical times. In fact, the earliest evidence related to a slope instability was found in the ancient centre of the city, where the Imperial age (1st century A.D.) market is partly buried, 7 m below the present-day ground level, under a chaotic deposit ascribed to a flood occurred at the end of 5th century. Nowadays, thanks to an accurate archival and bibliographic research carried out in the last 20 years, more than 1.300 mass movements have been inventoried throughout the city territory, where falls and topples detached from NYT and surficial slides involving the post-NYT loose pyroclastic deposits are the most frequent types. Accordingly, a considerable part of the city is exposed to a very high landslide hazard.

If the knowledge of the geological setting of Napoli is an issue of interest since at least the end of the 19th century, its geomechanical characterization became crucial in more recent times only. Although not yet arranged in a publicly available geodatabase, not less than 1.000 boreholes and a number of associated site investigations have been collected in the last 20 years, which allowed to achieve a reasonably good insight of the main physico-mechanical properties of the main volcanoclastic terrains present in the subsoil of Napoli.

The large availability of good geomaterials both in the subsoil and in the immediate surroundings of Napoli, made possible the realization through the centuries of an extensive architectural heritage made up of stone buildings and monuments. The already mentioned NYT, along with Piperno, Campanian Ignimbrite, lavas from both Phlegrean Fields and Somma-Vesuvius, represent the unmistakable imprint of the city, and especially of its ancient centre. After centuries of exposure to natural and anthropogenic weathering factors, the building stones of Napoli, prevalingly represented by macroporous weak rocks, are nowadays affected by extensive decay phenomena, which, in turn, require suitable countermeasures to prevent their further weathering. To this respect, studies are currently carried out to better understand the durability of the volcanic tuffs typical of Napoli and their behavior after consolidation and protection treatments.

A further reason which makes Napoli a city of interest from an engineering-geological standpoint is due to its emerging metro system, worldwide known for the so-called “Art Stations”. Although the groundbreaking ceremony took place in 1976,

this system is still incomplete, being both Lines 1 and 6 under construction. The main reasons of such huge delay in the subway network completion are given by the discovery of major archaeological findings and by geological problems. As for the latter, it is worth to mention that the Napoli subway is one of the deepest (down to ca. -50 m) and steepest (up to 5,5%) in the world; moreover, long stretches of tunnels required deep excavations in coarse-grained soils below the water table, with a consequent, extensive use of artificial ground freezing,

Conclusions

Urban Geology is a discipline stemmed from Engineering Geology, whose modern foundations have been laid in the early 60's, and nowadays is actively taught in several faculties of Sciences and Engineering all over the world.

However, engineering geologists still have a long way to go as to get an effective awareness of the crucial importance of Urban Geology for the development and conservation of large cities. As already observed by Culshaw & Price (2011), "engineering geologists have been less successful at convincing city managers that geo-information and knowledge is important enough for the city authorities to invest long-term in supporting the maintenance of the knowledge base".

A similar need arises with respect to citizens, which should be more informed about major geological issues of the urban environment they live in. This is obviously essential when dealing with the possible natural hazards which pose a threat to vulnerable urban areas, thus increasing overall public resilience, but it is vital also to show how urban landscape can turn into a great opportunity to learn many aspects of geology, such as building stones or underground spaces.

References

- Culshaw M.G., Price S.J. (2011) - The 2010 Hans Cloos lecture: The contribution of urban geology to the development, regeneration and conservation of cities. *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 70, 333–376.
- Di Martire D., De Rosa M., Pesce V., Santangelo M.A., Calcaterra D. (2012) - Landslide hazard and land management in high-density urban areas of Campania region, Italy. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 905–926.
- Gisotti G. (2016) - The foundation of cities. Carocci Editore, 559 pp.. (in Italian)
- Leggett R.F. (1973) - *Cities and Geology*. McGraw-Hill, 592 pp..
- Marker B.R. (2009) - Geology of megacities and urban areas. In Culshaw M.G., Reeves H.J., Jefferson I., Spink, T.W. (eds.), *Engineering Geology for tomorrow's cities*. Engineering Geology Special Publications, 22, 33–48, Geological Society, London.
- McGill J.T. (1964) – Growing importance of Urban Geology. Geological Survey Circular 487, 4 pp..
- Morra V., Calcaterra D., Cappelletti P., Colella A., Fedele L., de' Gennaro R., Langella A., Mercurio M., de' Gennaro M. (2010) - Urban geology: relationships between geological setting and architectural heritage of the Neapolitan area. In: Beltrando M., Peccerillo A., Mattei M., Conticelli S., Doglioni C. (eds.) *The Geology of Italy*, Journal of the Virtual Explorer, 36, paper 26.

- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014) - World urbanization prospects: the 2014 revision, Highlights. Publication ST/ESA/SER.A/352, United Nations, 27 pp..
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2016) - The World's Cities in 2016 – Data Booklet. Publication ST/ESA/SER.A/392, United Nations, 26 pp..

Dynamics of the Turkish Straits System and Black Sea – Mediterranean Sea Interaction_s

Emin Özsoy^{1,2}, Murat Gündüz³, Adil Sözer^{2,4}, Gianmaria Sannino⁵, Ali Aydoğdu^{2,6}, Özgür Gürses^{2,7}

¹*Istanbul Technical University, Eurasia Institute of Earth Sciences, İstanbul*

²*Middle East Technical University, Institute of Marine Sciences, Erdemli, Mersin*

³*Dokuz Eylül University, Institute of Marine Sciences and Technology, İzmir*

⁴*Ordu University, Fatsa Faculty of Marine Sciences, Ordu*

⁵*Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Rome, Italy*

⁶*Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, Bologna, Italy*

⁷*Alfred Wegener Institute, Bremerhaven, Germany*

Abstract: The Turkish Straits System (TSS) is a complex dynamical system providing transport of water, mass, heat and materials between the Aegean and Black Seas. The behavior of this system is a sum of the individual dynamics of the Bosphorus and Dardanelles Straits and the Marmara Sea; however, it is significantly different from the individual responses of the system elements. The dynamics of the TSS displays a nonlinear response with multi-scale system behavior. The results of past studies are presented along with system properties.

Keywords: Turkish Straits System, Bosphorus, Dardanelles, Marmara Sea, hydrodynamics, modeling, exchange flow.

1. Introduction

The Turkish Straits System (TSS, Fig. 1) consists of the Sea of Marmara (surface area 11,500 km²) connected with the Aegean and Black Seas respectively through the Dardanelles (length 75 km, minimum width 1.3 km) and Bosphorus (length 35 km, minimum width 0.7 km) Straits. The Marmara Sea has three elongated depressions (max. depth 1350 m) interconnected by sills (depth ~600 m) with adjoining continental shelf regions on the north and south sides.



Figure 1: Location and bottom topography of the Turkish Straits System (TSS) with Dardanelles and Bosphorus Straits, Marmara Sea and the imaginary site of Canal İstanbul.

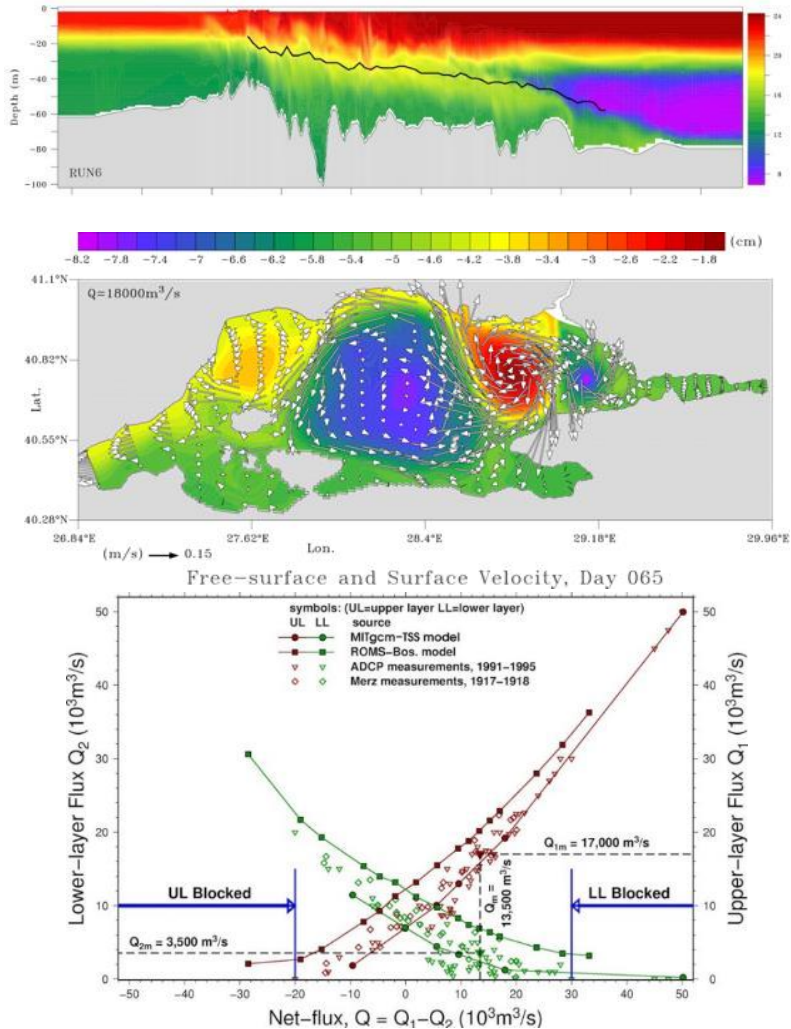
The Dardanelles channel has its narrowest section at Nara Pass. A deep channel of 75 m depth first runs through the Strait, later to join the western depression of Marmara Sea. The Bosphorus has a complex junction area in the south formed by the Sarayburnu headland, the Golden Horn and a bottom sill, joining the narrowest (700 m) and deepest (110 m) section at the Bebek-Kandilli section, and later continuing to the Black Sea. While the maximum depth at the exit is 75m, a sill of 60 m depth occurs inside the shallow cut canyon first extending northeast and later swinging to the northwest across the Black Sea shelf.

Short reviews on the TSS and its role in coupling between the Mediterranean and Black Sea have been provided by experimental studies of Ünlüata et al. (1990), Latif et al., (1991), Beşiktepe et al., (1993, 1994), Özsoy et al. (1995, 1996, 1998, 2001), Gregg et al. (1999), Gregg and Özsoy (1999, 2002), Jarosz et al. (2011a,b, 2012, 2013), Book et al. (2014) Dorrell et al. (2016), Özsoy and Altıok (2016a,b), as well as various modeling works by Oğuz and Sur (1989), Oğuz et al. (1990), Staschuk and Hutter (2001), Oğuz (2005), Kanarska and Maderich (2008), Demyshev and Dovgaya (2007), Ilicak et al. (2009), Chiggiato et al. (2011), Demyshev et al. (2012), Sözer (2013), Gündüz and Özsoy (2015), Gündüz (2016), Gürses et al. (2016), Sözer and Özsoy (2017a,b), Sannino et al. (2017) and Aydoğdu et al. (2017a,b) have revealed complex dynamics of the TSS with multiple time-scales of motion ranging from inertial, diurnal, several days to seasonal and inter-annual periods influenced by the adjacent basins.

2. Flow through the TSS

The sill north of the Bosphorus and the contraction in the southern Bosphorus stand out as the main geometrical constrictions in the path of the flow where a *maximal exchange* regime of hydraulic controls is found, as predicted by the theory of Farmer

and Armi (1986), while a sub-maximal regime of hydraulic control occurs in the Dardanelles Strait (Sözer and Özsoy, 2017a,b). The near surface flow from the Black Sea to the Aegean Sea and the return flow below can be idealized as a two-layer exchange flow, the features of which are determined by the non-linear dynamics of the system driven by water fluxes, stratification and weather conditions in the basins, stratified turbulent mixing in the straits and basins, topography and particularly by the hydraulic controls established in the straits (Fig. 2).



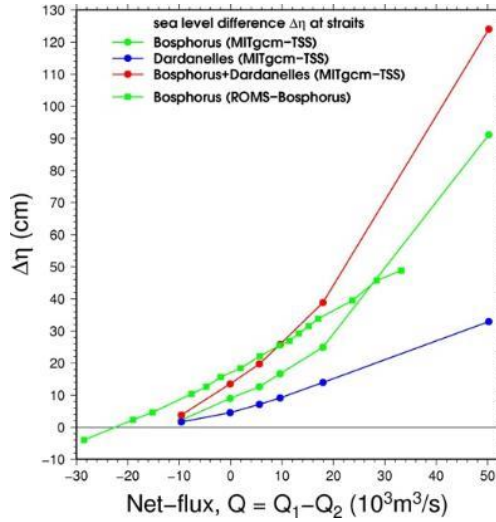


Figure 2. Typical temperature (colours) section and velocity-zero line (black) across the Bosphorus (top left); the surface circulation (vectors) and sea surface height (colours) in the Marmara Sea (top right); variation of upper and lower layer fluxes as a function of net flux (lower left) based on observations, Bosphorus - ROMS - Sözer and Özsoy (2017) and TSS - MITgcm - Sannino et al. (2017) model results; sea level difference across the Bosphorus and Dardanelles Straits (lower right) after the same models.

Comparing results the two different models (Fig.2), the interface thickness in the straits and sea-level differences were found to better represented by the TSS model, because of the better accounting of the coupling effects between straits and basins of the TSS. Compared to the stand-alone Bosphorus model, the coupled TSS model also had a remarkably more nonlinear response with increasing net flux, which also appeared to better represent blocking effects. The multi-scale response of the TSS also became evident, with the straits response set up in a day, while the basin evolved.

3. Canal İstanbul

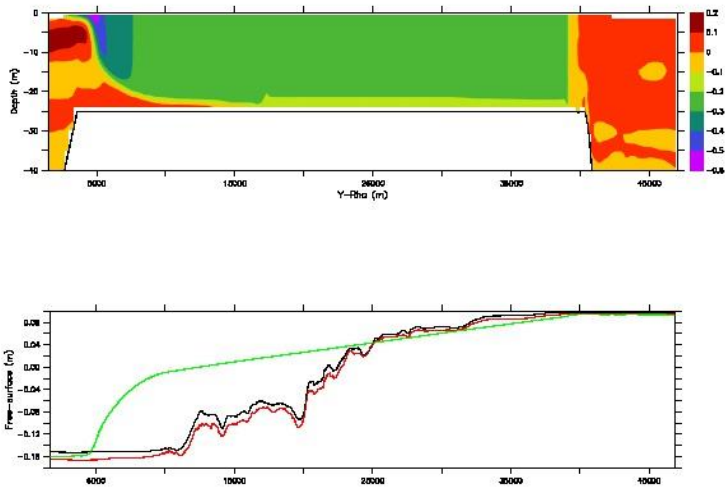


Figure 3. Canal İstanbul along-channel velocity (left) and sea-level variations (right) compared at Canal İstanbul (green) and along the Bosphorus Strait with (black) and without (red) the existence of the imaginary Canal İstanbul.

Although the ‘crazy project’ for Canal İstanbul does not exist in substance, we have made the first simple tests to show its possible influence on the inter-basin exchange between the Black Sea and the Mediterranean (Sözer and Özsoy, 2017b). The results show important modifications that could occur on climate time-scales, which are the main concerns raised on the future health and conservation of natural systems. The net flux from the Black Sea to the Mediterranean Sea is expected to be appreciably modified, with corresponding changes in the exchange fluxes of the upper and lower layers, even in the simplest case we have considered. These are bound to change the rates of transport of materials including heat, salt, pollutants between the different basins and primarily threaten the TSS region feeding back to the neighboring seas.

4. Discussion and Conclusions

The first attempts of model predictions supported by observations to elevate the level of understanding the complex dynamics of the water circulation in the TSS have confirmed expected nonlinear, multi-scale response characteristics which could only be revealed by high resolution coupled modeling. The results emphasize the role of coupling between adjoining seas, assigning specialized roles to the stratified turbulent exchange subject to nonlinear hydraulic constraints and localized mixing

and dissipation mechanisms at the elongated, narrow straits. Further details can be found in the references, expected to continue addressing additional complexities of forced, time dependent response, so far not investigated at the same level of complexity.

References:

- Aydoğdu, A., Özsoy, E., Gürses, Ö., Pınardi, N., Danabaşoğlu, G., and A. Karspeck (2017a). Numerical Simulations of the Turkish Straits System for the 2008-2013 Period Part I: Model Setup and Validation (submitted for publication).
- Aydoğdu, A. Pınardi, N., Danabaşoğlu, G., Özsoy, E., Karspeck, A. and Ö. Gürses (2017b). Numerical Simulations of the Turkish Straits System for the 2008-2013 Period Part II: Inter-annual Variability in Circulation and Dynamics (submitted for publication).
- Beşiktepe, Ş., Özsoy, E. and Ü. Ünlüata (1993). Filling of the Marmara Sea by the Dardanelles Lower Layer Inflow, *Deep-Sea Res.*, **40**, 1815-1838,
- Beşiktepe, Ş., Sur, H. İ., Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T. and Ü. Ünlüata (1994), The Circulation and Hydrography of the Marmara Sea, *Prog. Oceanogr.*, **34**, 285-334.
- Book, J. W., Ewa Jarosz, E., Chiggiato, J. and Ş. Beşiktepe (2014). The oceanic response of the Turkish Straits System to an extreme drop in atmospheric pressure, *J. Geophys. Res.*, **119**, 3629–3644.
- Demyshv S. G. and S. V. Dovgaya (2007). Numerical Experiment Aimed At Modeling the Hydrophysical Fields in the Sea Of Marmara with regard for Bosphorus and Dardanelles, *Physical Oceanography*, **17** (3), 141-153.
- Chiggiato, J., Jarosz, E., Book, J. W., Dykes, J., Torrisi, L., Poulain, P.-M., Gerin, R., Horstmann, J. and Ş. Beşiktepe, (2011). Dynamics of the circulation in the Sea of Marmara: numerical modeling experiments and observations from the Turkish straits system experiment, *Ocean Dynam.*, **62** (1), 139-159.
- Demyshv, S. G., Dovgaya, S. V. and V. A. Ivanov (2012). Numerical modeling of the influence of exchange through the Bosphorus and Dardanelles Straits on the hydrophysical fields of the Marmara Sea, *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, **48**(4), 418-426.
- Dorrell, R. M., Peakall, J., Sumner, E. J., Parsons, D. R., Darby, S. E. Wynn, R. B., Özsoy, E. and D. Tezcan (2016). Flow dynamics and mixing processes in hydraulic jump arrays: implications for channel-lobe transition zones, *Marine Geology*, **381**, 181-193.
- Farmer, D. M. and L. Armi (1986). Maximal two-layer exchange over a sill and through the combination of a sill and contraction with barotropic flow, *J. Fluid Mech.*, **164**, 53-76.
- Gregg M. C., E. Özsoy and M. A. Latif (1999). Quasi-Steady Exchange Flow in the Bosphorus, *Geophys. Res. Lett.*, **26**, 83-86.
- Gregg M. C. and E. Özsoy (1999). Mixing on the Black Sea Shelf North of the Bosphorus, *Geophys. Res. Lett.*, **26**, 1869-1872.
- Gregg, M. C. and E. Özsoy (2002). Flow, Water Mass Changes and Hydraulics in the Bosphorus, *J. Geophys. Res.*, **107**(C3), 10.1029/2000JC000485.

- Gündüz, M. and E. Özsoy (2015). Blocking of the Upper Layer Flow in the Dardanelles Strait and its Influence on Fish Catches, *J. Black Sea / Mediterranean Environment*, **21**(3), 250-263.
- Gündüz, M. (2016): Possible recovery site of four non-recovered bodies lost in the Marmara Sea by using an ocean circulation model, *Australian Journal of Forensic Sciences*, DOI: 10.1080/00450618.2016.1138320
- Gürses, Ö., Aydoğdu, A., Pınardi, N. and E. Özsoy (2016). A Finite Element Modeling Study of the Turkish Straits System, in Özsoy, E. et al. (editors), *The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*, Turkish Marine Research Foundation (TÜDAV) Publication #42.
- Ilıcak, M., Özgökmen, T. M., Özsoy, E. and P. F. Fischer (2009). Non-hydrostatic Modeling of Exchange Flows Across Complex Geometries, *Ocean Modeling*, **29**:159–175.
- Jarosz, E., W. J. Teague, J. W. Book, and Ş. Beşiktepe (2011a). On flow variability in the Bosphorus Strait, *J. Geophys. Res.*, **116**, C08038, doi:10.1029/2010JC006861.
- Jarosz, E., W. J. Teague, J. W. Book, and Ş. Beşiktepe (2011b). Observed volume fluxes in the Bosphorus Strait, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L21608, doi:10.1029/2011GL049557.
- Jarosz, E., W. J. Teague, J. W. Book, and Ş. T. Beşiktepe (2012). Observations on the characteristics of the exchange flow in the Dardanelles Strait, *J. Geophys. Res.*, **117**, C11012, doi:10.1029/2012JC008348.
- Jarosz, E., W. J. Teague, J. W. Book, and S. T. Besiktepe (2013). Observed volume fluxes and mixing in the Dardanelles Strait, *J. Geophys. Res. Oceans*, **118**, 5007–5021, doi:10.1002/jgrc.20396.
- Kanarska, Y. and V. Maderich (2008). Modelling of seasonal exchange flows through the Dardanelles Strait, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **79**, 449–458.
- Latif, M. A., Özsoy, E., Oğuz, T. and Ünlüata, Ü. (1991). Observations of the Mediterranean inflow into the Black Sea, *Deep-Sea Res.*, **38** (Suppl. 2), 711–723.
- Marsili, L. F. (1681). *Osservazioni Intorno al Bosforo Tracio overo Canale di Constantinopoli*, Rappresentate in Lettera alla Sacra Real Maestá Cristina Regina di Svezia da Luigi Ferdinando Marsigli. Nicoló Angelo Tinassi, Roma.
- Oğuz, T. and H. İ. Sur (1989). A two-layer model of water exchange through the Dardanelles Strait, *Oceanology Acta*, **12**, 23-31.
- Oğuz, T., Özsoy, E., Latif, M. A., Sur, H. İ. and Ünlüata Ü. (1990). Modelling of Hydraulically Controlled Exchange Flow in the Bosphorus Strait, *Journal of Physical Oceanography*, **20**, 945-965.
- Oğuz, T. (2005). Hydraulic adjustment of the Bosphorus exchange flow, *Geophys. Res. Letters*, **32**, L06604, doi:10.1029/2005GL022353.
- Özsoy, E., M. A. Latif, S. Tuğrul, and Ü. Ünlüata (1995). Exchanges with the Mediterranean, Fluxes and Boundary Mixing Processes in the Black Sea, In: F. Briand, (editor), *Mediterranean Tributary Seas*, Bulletin de l'Institut Océanographique, Monaco, Special Number 15, CIESM Science Series No. 1, Monaco p. 1-25.
- Özsoy, E., M. A. Latif, H. İ. Sur and Y. Goryachkin (1996). A Review of the Exchange Flow Regimes and Mixing in the Bosphorus Strait, in: F. Briand, (editor),

- Mediterranean Tributary Seas*, Bulletin de l'Institut Océanographique, Monaco, Special Number 17, CIESM Science Series No. 2, Monaco.
- Özsoy, E., Latif, M. A., Beşiktepe, S., Çetin, N., Gregg, N., Belokopytov, V., Goryachkin, Y. and V. Diaconu (1998). The Bosphorus Strait: Exchange Fluxes, Currents and Sea-Level Changes, in: L. Ivanov and T. Oğuz (editors), *Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea*, NATO Science Series 2: Environmental Security **47**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, vol. 1, 367 pp + vol. 2, 385 pp.
- Özsoy, E., Di Iorio, D., Gregg, M. C., and J. O. Backhaus (2001). Mixing in the Bosphorus Strait and the Black Sea Continental Shelf: Observations and a Model of the Dense Water Outflow, *J. Mar. Syst.*, **31**:99-135.
- Özsoy, E. and H. Altiok (2016a). A Review of Hydrography of the Turkish Straits System, in Özsoy, E. et al. (editors), *The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*, Turkish Marine Research Foundation (TÜDAV) Publication #42.
- Özsoy, E. and H. Altiok (2016b). A Review of Water Fluxes across the Turkish Straits System, in Özsoy E. et al. (editors), *The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*, Turkish Marine Research Foundation (TÜDAV) Publication #42.
- Sannino, G., Sözer, A. and E. Özsoy (2017). A High-Resolution Modeling Study of the Turkish Straits System, *Ocean Dynamics*, DOI 10.1007/s10236-017-1039-2.
- Sözer, A. (2013). *Numerical Modeling of the Bosphorus Exchange Flow Dynamics*, Ph.D. thesis, Institute of Marine Sciences, Middle East Technical University, Erdemli, Mersin, Turkey.
- Sözer, A. and E. Özsoy (2017a). Modeling of the Bosphorus Exchange Flow Dynamics, *Ocean Dynamics*, 23pp., DOI 10.1007/s10236-016-1026-z.
- Sözer, A. and E. Özsoy (2017b). Water Exchange through Canal İstanbul and Bosphorus Strait, *Mediterranean Marine Science*, DOI: 10.12681/mms.1877.
- Staschuk N. and K. Hutter (2001). Modelling of water exchange through the Strait of the Dardanelles. *Cont. Shelf Res.*, 21:1361–1382.
- Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A., and E. Özsoy, (1990). On the Physical Oceanography of the Turkish Straits, in: *The Physical Oceanography of Sea Straits*, L. J. Pratt (editor), NATO/ASI Series, Kluwer, Dordrecht, 25-60.

Sismik Yöntemlerde Verilerin Rezolüsyon ve Penetrasyon Özellikleri: Marmara Denizi Örneği

Resolution and Penetration Properties of the Seismic Data: Marmara Sea Example

Emin Demirbağ

*İTÜ Maden Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Maslak 34469 İstanbul
(demirbag@itu.edu.tr)*

Özet: Marmara Denizi'nde yapılan sismik çalışmaların tamamına bakıldığında sığ penetrasyonlu/yüksek rezolüsyonlu veri türünden derin penetrasyonlu/düşük rezolüsyonlu veri türüne kadar geniş bir veri yelpazesi olduğu görülür. Yerkabuğunun farklı derinliklerinden farklı detaylarda bilgi taşıyabilen bu veri grupları tabakalanma özelliklerinden, derinlerdeki ana fay sistemlerine kadar uzanabilecek geniş bir aralıkta araştırma yapma imkanı sağlarlar. Bu bildiride sismik verilerin rezolüsyon ve penetrasyon kabiliyetleri Marmara Denizinde toplanan mevcut veriler örnek alınarak sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, Sismik Yöntemler, Rezolüsyon, Penetrasyon

Abstract: Seismic studies carried out in the Marmara Sea provided a wide range of seismic data with properties of shallow penetration/high resolution to deep penetration/low resolution. These sort of data sets from different depths and properties provide a good database for investigating the subsurface layering and fault systems from shallow to greater depths in the earth crust. In this presentation, resolution and penetration abilities of the seismic data will be discussed in terms of available Marmara Sea seismic data.

Key Words: Marmara Sea, Seismic Methods, Resolution, Penetration

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapılan çalışmalarla Marmara Denizinde aktif fayların sığ ve derinlerdeki özelliklerinin (türleri ve dağılımları) ortaya çıkartılması yönünde önemli adımlar atılmıştır. Özellikle MTA Sismik-1 gemisi ile 1997 yılında başlayan yansına sismiği çalışmaları daha sonraki yıllarda yine MTA Sismik-1 gemisi ile ulusal projeler kapsamında ve Le Suroit ve Le Nadir gemileri ile uluslararası projeler kapsamında yansına sismiği ve multi-beam batimetrik veri toplamak suretiyle geliştirilmiş ve önemli bir veri bankası oluşturulmuştur. Le Suroit gemisi sığ

derinlikleri (deniz tabanından itibaren ilk birkaç yüz metre), MTA Sismik-1 gemisi siğ-orta derinlikleri (deniz tabanından itibaren ilk birkaç km), Le Nadir gemisi ise Moho'ya kadar olan derinliklerde yansıma sismiği verileri sağlamıştır. Yansıma sismiği verilerinin yanısıra, Le Suroit gemisi ile multi-beam batimetrik veriler ve dipten çekmeli yansıma sismiği (pasisar) verileri toplanmıştır. Bütün bu veriler deniz tabanından Moho derinliğine kadar olan bir ölçekte, Marmara Denizi'nin üç büyük çukurluğu ve bunları ayıran sırtlar üzerinde alınmışlardır.

Denizlerde aktif fayların haritalanmasında kullanılan yegane yöntemlerden biri yansıma sismiğidir. Bu yöntem kullanılarak, TÜBİTAK Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Araştırma Programı kapsamında 1997 yılından itibaren Marmara Denizi'nin Orta Basen kesiminde toplanan tek-kanallı ve çok-kanallı sismik yansıma verileri, pasisar verileri ve multi-beam batimetrik verileri kullanılarak deniz tabanında gözlenen yüzey deformasyonlarından itibaren derinlere doğru yapısal unsurların derinlik boyutunda detaylı incelenmesi sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Sismik verilerin niteliğini belirleyen başlıca özellikler, kaynak ve kayıt parametreleri ile atış-alcı geometrisidir. Bu özelliklerin yanısıra verilerin çözünürlük (rezolüsyon) ve derinlik erişimi (penetrasyon) gibi özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Verilerin gerek sınıflandırılmasında gerekse yorumlanmasında rezolüsyon ve penetrasyon önemli kavramlar olduğu için bu bölümde öncelikle sismik verilerde rezolüsyon ve penetrasyon derinliği kavramları tanımlanacaktır.

2.1. Rezolüsyon

Jeofiziğin diğer tüm yöntemlerinde olduğu gibi, sismik yöntemlerde de verinin rezolüsyon anlamında sınırlarının bilinmesi büyük önem taşır. Yeraltı ile ilgili sağlıklı bilgi edinebilme ve yorum yapabilme aşamasında, verinin sahip olduğu ayrımlılık özelliğinin göz önünde bulundurulması, doğru jeolojik yaklaşımların sağlanabilmesinin ön koşuludur. Düşey ve yanal rezolüsyon olarak iki başlık altında incelenebilecek ayrımlılık parametresi her iki durumda da spektral bant genişliğine bağlıdır ve yer altında iki noktanın birbirlerinden ayırt edilebilme ölçüsüdür.

2.1.1. Düşey Rezolüsyon

Düşey rezolüsyon, mevcut veri yardımıyla ayırt edilebilecek en ince tabaka kalınlığını tarifler. Bu kavram tabaka kalınlığı ve sismik dalgacığın dalga boyu ile ilişkili olarak tanımlanabilir. Sismik dalganın baskın dalga boyu λ , ortamın P-dalgası yayını hızı V ve baskın frekans f olmak üzere,

$$\lambda = \frac{V}{f}$$

eşitliği ile tanımlanır [1]. Derinlere doğru, yüksek frekansların hızlı soğurulması nedeniyle, düşey rezolüsyon derinlikle birlikte azalır. Sismik dalga boyu $\lambda/2$ 'den daha ince tabakaların ayrılmılığı güçleşirken, $\lambda/4$ 'ten daha ince olanların ise ayrımı ise mümkün değildir.

2.1.2. Yatay Rezolüsyon

Yeraltında yatay konumda yanyana durmakta olan iki noktanın, birbirlerinden ayırt edilebilme ölçüsüdür. Küresel dalga cephesinin yatay bir düzleme çarpması sonucu kapladığı dairesel alanın yarıçapıyla ilişkili olan Fresnel Zonu, yatay rezolüsyonun bir ölçüsüdür. Fresnel Zonu'nun yarıçapı r , aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanabilir [1]. Denklemden, V ara yüzeye kadar olan P-dalgası yayılım hızını, f baskın frekansı ve t_0 'da düşey gidiş-geliş zamanını göstermektedir.

$$r = \frac{V}{2} \sqrt{\frac{t_0}{f}}$$

Eşitlikten görüldüğü üzere, Fresnel Zonu'nun yarıçapı, tabakadaki dalga yayılım hızı ve düşey gidiş geliş zamanının karekökü ile doğru orantılı iken, baskın frekansının karekökü ile ters orantılıdır.

2.2. Mevcut Verilerin Rezolüsyon Kıyaslamaları

Üretilen sinyalin baskın frekans değeri arttıkça Fresnel Zonu'nun yarıçapı azalacak ve bu sayede yatay rezolüsyon artmış olacaktır. Tablo 1'de, bu çalışmada kullanılan verilere ait, 1500 m/s su hızı ve 1250 m deniz tabanı derinliği için hesaplanan, yaklaşık düşey ve yatay rezolüsyon değerleri verilmiştir. Bu değerler Marmara Denizinde bulunan havzalar için tipik değerler olup, deniz tabanından itibaren derinlere doğru giderek büyüyeceği, diğer bir deyişle rezolüsyonun azalacağı, dikkate alınmalıdır.

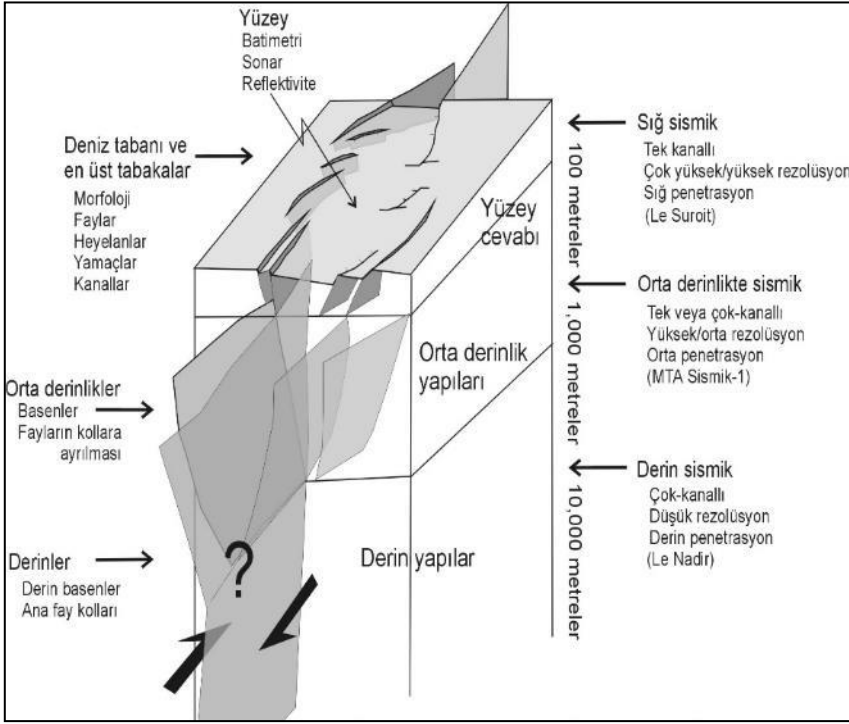
Tablo 1. Veri gruplarının baskın frekans, Fresnel zonu yarıçapı ve düşey rezolüsyon değerleri.

Veri Grubu	Baskın Frekans (Hz)	Fresnel Zonu (m)	Düşey Rezolüsyon (m)
<i>Le Suroit</i> pasisar sismik verileri	~ 500	~ 50	< 1
<i>Le Suroit</i> yüzey sismik verileri	~ 400	~ 50	~ 1
<i>MTA Sismik-1</i> sismik verileri	~ 25	~ 200	~ 15

<i>Le Nadir</i> sismik verileri	~ 17	~ 250	~ 22
---------------------------------	------	-------	------

2.3. Veri Gruplarının Aydınlatacağı Yapısal Unsurlar

Marmara Denizi'nde yapılan sismik/akustik çalışmaların tamamına bakıldığında sığ penetrasyonlu/yüksek rezolüsyonlu veri türünden derin penetrasyonlu/düşük rezolüsyonlu veri türüne kadar veri yelpazesi olduğu görülür. Yer kabuğunun farklı derinliklerinden farklı detaylarda bilgi taşıyabilen bu veri grupları tabakalanma özelliklerinden, derinlerdeki ana fay sistemlerine kadar uzanabilecek geniş bir aralıkta araştırma yapma imkanı sağlarlar. Toplanan batimetrik ve sismik verilerin özellikleri dikkate alınarak, bu veri gruplarının aydınlatabileceği yapısal unsurlar ve penetrasyon derinlikleri şematik olarak Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Yapısal unsurlar ve penetrasyon derinlikleri şematik gösterimi.

3. SİSMİK VERİLERİN YORUMLAMA İLKELERİ

İyi bir yorumlama için yansıma sinyallerinin oluşturduğu yansıma seviyelerinin/kesilmelerinin sismik kesitler üzerinde doğru bir şekilde tanımlanması gerekmektedir. Bu nedenle, sismik kesitler üzerinde sinyal ve gürültünün ayırt edilmesi, yansıma şekillenmelerinin ve kesilmelerinin yapısal veya stratigrafik nedenlerden dolayı sonuçlandıklarına karar vermek bazı ilkelere dikkat edilmesine ve sistematik bir yol takip edilmesine bağlıdır. Bu şekilde, yorumlama yanlışları en az düzeye indirilebilir ve sismik kesitten gerçeğe en yakın jeolojik bilgiler elde edilebilir.

Stratigrafik açıdan değerlendirildiğinde, sismik kesitler bir yansıma seviyesi veya yansıma paketi, yansıma genişliğinin büyüklüğü, polaritesi, yansıma sıklığı, devamlı olması, ve diğer yansıma paketleri ile olan sınır ilişkisi anlamında yorumlanırlar. Yansımaların bu tür özelliklerinin incelenmesi ile kayaçların fiziksel özelliklerine, dağılım alanlarına, çökelme ortamlarına ve oluşum kökenlerine ait değerli bilgiler elde edilebilir. Sismik kesitlerin bu şekilde kullanılıp ortama ait litolojik ve stratigrafik modelleri oluşturmak sismik stratigrafik yorumlamanın esas amacıdır. Yapısal açıdan değerlendirildiklerinde, yapısal unsur elemanları olan faylar ve deforme olmuş tabakaların sismik kesitlerde tanımlanması ve fay-kıvrım sistemlerinin haritalanması esas amaçtır. Yeraltının düşey bir kesitini gösteren sismik kesitlerde, fayların sadece eğim atımlarının doğrudan belirlenebilmesi imkanı vardır. Saf eğim atımlı fayların tanımlanabilmesi için sismik hat doğrultusu faya dik veya dike yakın olmalıdır. Öte yandan doğrultu atımlı fayların sismik kesitlerde tanımlanabilmesi biraz daha güçtür ve detaylı batimetri gibi sismik veriler dışındaki verilerinde yardımıyla olabilir. Faylar sismik kesitlerde: (i) yansıma seviyelerinin aniden kesilmeleri, (ii) yansıma özellikleri farklı iki yansıma paketinin karşılıklı gelmeleri ve (iii) saçılmaların izlenmesi şeklindeki ayrı ayrı anomalilerin hepsi veya herhangi birinin vasıtası ile belirlenirler.

3. SONUÇLAR

Bu sunu kapsamında Marmara Denizi, Orta Marmara Havzası örneğinde, farklı derinliklerde bulunan yapısal unsurlarının belirlenmesi ve bunların güncel tektonikle olan ilişkilerinin araştırılması adına, multi-beam batimetri ile sığ, orta ve derin penetrasyonlu sismik veri gruplarının birlikte kullanım şekli takdim edilmiştir. Multi-beam batimetri verileri ve sığ sismik verilerle elde edilen bilgiler birlikte ilk derinlik seviyesine (deniz tabanına) ait yapısal unsurlar hakkında bilgi tabanı oluştururken, çok-kanallı sismik yansıma verileri kullanılarak orta derinliklerden sismojenik derinliklere doğru derin yapısal unsurlar hakkında bilgi tabanı oluşturulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz, Ö., (1987). Seismic Data Processing. Investigations in Geophysics vol no: 2, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK.

Kentsel Planlamada Yerbilimi Çalışmaları (İstanbul İli Örneği)

Erdoğan YÜZER^a, Serdar AYDOĞAN^b

^aİTÜ Jeoloji Müh. Böl

^bEMAY Mühendislik-Müşavirlik A.Ş. Üsküdar

(erdoganyuzer@gmail.com)

GİRİŞ

İnsanların güvenli, sağlıklı, yaşanabilir bir çevre isteği yaşadığı ortama ve doğaya karşı duyarlılığı giderek artırmıştır. Bu amaç doğrultusunda gerçekleştirilen “**Kentsel Planlama**” çalışmalarının hedefi, nüfus artışlarından ve hareketlerinden kaynaklanarak, gereksinme duyulan yeni yaşam alanlarının oluşturulması ve/veya var olan yaşam alanlarının günün koşullarına göre düzenlenerek ve iyileştirilmesidir. Yerbilimi kökenli veri ve bilgilerle desteklenerek, ortak yaşam dengelerini korumayı amaçlayan planlama yaklaşımları, sürdürülebilir kent yaşamı için yapılması gereken zorunlu çalışmalardır.

“**Planlama kavramı**”, kamu yararı içeren bir eylem olarak en önemli süreçlerden biri olup, toplumların içinde yaşadıkları sistemi, yaşam kalitesini, üretim düzeyini daha ileriye ve daha iyiye ulaştırmayı hedefleyen bir araçtır. Başka bir deyişle “**Planlama**”, belirli bir dönemde, belirli sosyo-ekonomik amaçlara ulaşabilmek için, önceden belirlenmiş araçları kullanarak bu işle görevlendirilmiş organlar tarafından belirli bir bölgede yürütülen faaliyetlerin tümü olarak da tanımlanabilir.

Kent planlaması için yapılan araştırmalarda, kentin bölgesi ve ülkesi içindeki coğrafi konumu, jeomorfolojisi, iklimi, jeolojik yapısı, depremselliği, orman, toprak, su ve diğer yeraltı kaynakları, tarihsel gelişimi, eski yapıları, varsa yürürlükteki kent planı, nüfus özellikleri, eğitim, sağlık, yeşil alan vb. gibi kentin ekonomik yapısı, toplumsal ve teknik donanımı, ulaşım ve iletişim durumu ile bunların gelecekteki öngörüsü göz önüne alınmaktadır.

Kent planlaması çalışmalarında sağlıklı ve güvenli **yer seçimi** ve bunlarla ilgili **ilkeler**'in doğru ve uygulanabilir olması çağdaş kentleşmelerin vazgeçilmez koşullarından birisidir. Kentleşme hareketlerinde yer seçimi ile ilgili aşağıdaki eşikler göz önüne alınmaktadır.

- **Fiziksel eşikler**
- **Teknolojik eşikler**
- **Yapısal eşikler**
- **Siyasi eşikler**

Teknolojik ve yapısal eşikler ülke ekonomisi ile doğrudan ilişkili olup, **fiziksel eşikler** ise hem ülke ekonomisi ile hem de **doğal çevre** ile ilişkilidir. Son yıllarda kent planlaması çalışmalarında bilimsel ilkelerin yaygın olarak kullanılması ve benimsenmesi ülkemizde uzun yıllar ihmal edilen **yerbilimleri** disiplinlerini kentleşmenin vazgeçilmez bir ögesi olarak ortaya çıkarmıştır.

Çoğu kez yerbilimi denince ilk akla gelen jeoloji bilim dalı, genel jeoloji, stratigrafi, paleontoloji, tektonik, mineraloji-petrografi, maden yatakları, mühendislik jeolojisi alt bilim dallarını içermektedir. Çeşitli mühendislik işlerinin planlama ve uygulamadaki değişik aşamalarında yürütülen '**Mühendislik Jeolojisi**' çalışmaları kentsel planlamanın en önemli öğelerinden birisidir.

Kentsel planlamalardaki **doğru yer seçimi** ile **Sürdürülebilir** ve **Sağlıklı** bir kentleşme amaçlanmaktadır. Bu çalışmalarda **doğal afetlerden korunma** ilkesinin gerçekleşmesi için yapılacak yerbilimi çalışmalarının kapsamı ve niteliği çok önemlidir.

Yapılan planlarda başarılı sonuçlar elde edilebilmesi için, seçilen alanlarda heyelan, su taşkını, çığ, deprem gibi doğal **Afet Riski** taşıyan alanların belirlenmesinde ortamın, özellikle morfoloji, litoloji, ayrışma, erime, şişme, oturma, sıvılaşma, süreksizlikler, özellikle **Aktif Faylar** gibi doğal çevreyi tanımlayan **jeolojik-jeoteknik** niteliklerinin ve davranışlarının iyi bilinmesi gereklidir.

Kentleşme ile ilgili imar planlama sürecinde "**jeoloji çalışmaları**" genel olarak iki aşamada yürütülmektedir. İlk aşamada, **imar planlarına esas olacak verilerin** toplanması, derlenerek değerlendirilmesi yapılır. İkinci aşamada ise uygulama kararlarının yaşama geçirilmesi sırasında ortaya çıkacak yapılaşmalarda **bina tasarımı** için gerekli olan **zemin-temel-yapı etkileşimini** ortaya koyacak olan "**jeoloji-zemin**" ilişkisi açıklanır.

Jeoloji Çalışmaları

Bu çalışmaların amacı, imar planı yapılacak alanların **jeolojik yönden planlamayı etkileyebilecek sakıncalarının** bulunup bulunmadığını, arazilerin planlanabilirliğini ve yerleşilebilirliğini ortaya koymaktır.

Bu amaçla yapılan çalışmalarda,

- **Doğal Kaynakların** saptanması ve bunların işletilmesinden, doğan ve doğabilecek **koruma-kullanma dengesini** oluşturacak sorunlar,
- İnsan eli ile doğaya yapılan/yapılacak **denetimsiz teknik girişim**'e bağlı sorunlar,
- Doğal afetlerin gözardı edilmesi sonucunda gelişebilecek **yerleşim sorunları** ve
- Kirlenici ve zararlı **atıkların depolanması**'na ilişkin sorunlar, üzerinde durulmalıdır.

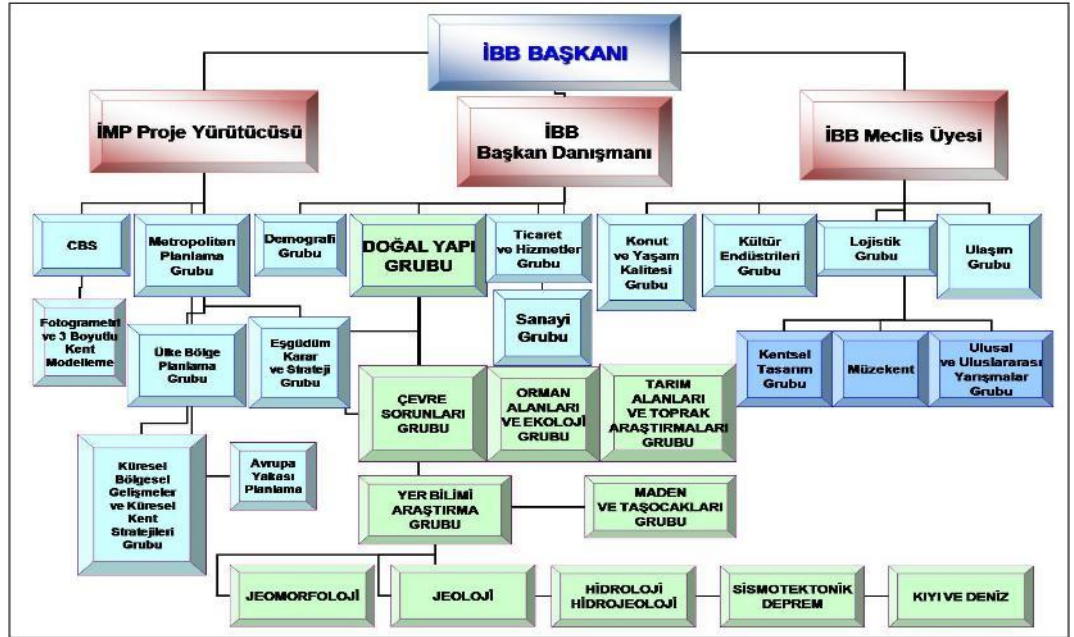
İSTANBUL İLİ ÇEVRE DÜZENİ PLANI (1/100.000) ve NAZIM İMAR PLANI (1/25.000) HAZIRLANMASI SÜRECİNDEKİ YERBİLİMİ ÇALIŞMALARI ÖRNEĞİ

İstanbul ve yakın çevresi, ekonomik işleyişin ve iş çevrelerinin siyasal karar mekanizmaları üzerinde kurduğu baskılar sonucu ortaya çıkan çarpık bir kentleşme sürecini yaşamaktadır. Bu kapsamda yeraltı ve yerüstü kaynaklarının korunması, atık depolama alanlarının, taşkın tehlikesi bulunan dereelerin, heyelan alanlarının belirlenmesi, depremler sonucu meydana gelebilecek hasarların azaltılmasına yönelik geniş kapsamlı çalışmaların yapılması, çarpık kentleşmenin ürünü olan görsel kirliliğin önlenmesi gibi kentsel planlama amaçlı benzeri çalışmalarda

Yer bilimleri ile ilgili veri ve bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. 5400 km²' lik bir alanı kaplayan İstanbul ili, sadece coğrafi konumu dikkate alındığında, küresel çekim merkezlerinden birisi olup ve uluslararası alanda önemli bir metropol olmaya aday kenttir. İstanbul' ile ilgili başta su, orman, tarım, maden, olmak üzere; yaşamın devamlılığı için gerek duyulan tüm doğal kaynakların optimal kullanımı esastır.

1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni ve 1/25.000 ölçekli Nazım İmar Planlarının hazırlanmasına temel olacak çok disiplinli bilimsel çalışmaların yapılması ve bu çalışmalar sonunda planın, planlama ve şehircilik ilkelerine uygun bir içerikte hazırlanması amacı ile 2004 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesinde, çok sayıda bilim insanının ve uzmanın çalışmasına olanak sağlayan İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi (IMP) kurulmuştur. IMP bünyesinde, İstanbul gibi bir metropolün karşılıklı etkileşim içinde olması kaçınılmaz görülen ülke ve bölge ölçeğindeki gelişmeler de dikkate alınarak, sektörlerle göre içinde Yer bilimleri ve Yeraltı Kaynaklarının da bulunduğu 15 çalışma grubu oluşturulmuştur (Şekil 1).

2006 – 2006 sürecinde ise aynı bilim kadrosu tarafından kentin anayasası olarak kabul edilen Çevre Düzeni Planı'nın ortaya koyduğu ilkeler doğrultusunda, 1/25.000 ölçekli İstanbul Nazım İmar Planı tamamlanmıştır.



Şekil 1: İstanbul Metropolitan Planlama Merkezinin (IMP) Yapısal Şeması

Çalışma grupları içinde başta Metropolitan Planlama olmak üzere diğer grupların gereksinme duyduğu 'Altlık' niteliğindeki bilgilerinin derlendiği 'Doğal Yapı' grubu bulunmaktadır. (Şekil 2). Bu çalışma grubunda yer bilimlerinin yanı sıra, Orman, Tarım Toprakları, Yeraltı Kaynakları ve Çevre alt disiplinleri kurgulanmıştır. Bu gruplardaki çalışmalarda toplanan veriler, belirlenen matrislerde

bilgiye çevrilerek, önce **Ara Sentez**, daha sonra da **Doğal Yapı Sentezi**'ne dönüştürülmüştür.

Planlama çalışmalarına “**altık**” oluşturmak için yerbilimleri kapsamında üretilen bilgi ve belgelerle;

- Uygulama sırasında yapılacak değerlendirmelere baz oluşturacak ayrıntılı genel jeoloji ve jeomorfoloji bilgilerini içeren harita ve kesitlerle doğal yapı açıklanmış,
- Canlı yaşamının en temel gereksinimi olan yerüstü ve yer altı su kaynaklarının potansiyeli ve sağlık amaçlı koruma-kullanma ilkeleri belirlenmiş,
- Marmara bölgesini, özellikle İstanbul'u tehdit eden Marmara Denizi içindeki aktif fay kuşakları ve bunların doğuracağı deprem, tsunami, ve heyelan tehlikelerinin boyutları ortaya konmuş.
- İstanbul il sınırı içindeki doğal kaynakların (endüstriyel ve enerji hammaddeleri, yapı malzemeleri) rezervleri ve üretim bilgileri derlenmiş,
- Yukarıda açıklanan tüm yerbilimi verilerinin birlikte değerlendirilmesi ile İstanbul il sınırları içinde kalan bölgenin, yerbilimleri açısından “**Yerleşime Uygunluk**” ve “**Arazi Kullanımı**” na ilişkin görüş ve öneriler geliştirilmiştir.

SONUÇLAR

Envanter ağırlıklı araştırmaları kapsayan ve yer yer arazide denetlenen, yerbilimi gözlemlerine dayalı bu çalışmalar sonucunda Afet İşleri Genel Müdürlüğüne geçerli olan ölçütlere göre, **Yerleşime Uygunluk Değerlendirmeleri** yapılmıştır. Buna göre; il alanının % 81'ini oluşturan 4311 km² lik alan **Ayrıntılı Jeoteknik Etüd** yapıldıktan sonra değerlendirilebilecek (**AJE**) alanları, % 6'sını oluşturan 325 km² lik alan, ancak **Alınacak Önlemlerden Sonra Yerleşilebilecek Alanlar (ÖA)**, %11'ini oluşturan göl ve dere koruma alanlarındaki 592 km² lik alan, **Yerleşim Yasaklı Alanlar (YYA)**, % 2 dolayındaki 95 km² alan da, yerbilimleri açısından yüksek risk taşıyan **Yerleşime Uygun Olmayan Alanlar (YUOA)** olarak belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

BİMTAŞ A.Ş., 2007. İstanbul Büyükşehir Alanı ve Çevresinde; Tarım Sektörünün Gelişim Sürecinin Mekânsal Boyutu ile Birlikte İncelenmesi ve Araştırılması, Bu Sektörün Geleceğe Dönük Gelişime Eğilim ve Potansiyellerinin Belirlenmesi, Planlamaya Dönük Gelişme Stratejileri ve Modellerinin Tanımlanması Konularına Yönelik Analitik Etüd İşİ.

Ergen, Y.B., 1998. *Yerleşmelerin Bölge ve Kent Ölçeğinde Planlamada Yer Seçimi İlkeleri İle Yerel Yönetimlerin Uygulama Sorunları Kentleşme ve Jeoloji Sempozyumu*, 19-20 Kasım 1998, 27-34 s., İstanbul.

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2006.** İstanbul Metropoliten Planlama Çevre Düzeni Planı (2006). İstanbul.
- İstanbul Jeolojisi Sempozyumu, (2003).** *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi*, İstanbul.
- Karakuş, K., 2009.** Kent Planlaması ve Jeoloji, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını*, Mo:104, Ankara.
- Keleş, R., 2006.** *Kentleşme Politikası*, İmge Kitabevi, 9.Baskı, 780 s., Ankara.
- Kışlalıoğlu, M., Berkes, F., 1994.** *Ekoloji ve Çevre Bilimleri*, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Özgül, N. v.d, 2006.** İstanbul İli Temel Jeolojik Özellikleri. İBB, Planlama ve İmar Daire Başkanlığı, Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü. İstanbul.
- Şengör, A.M.C.,-Çağatay, M. N., Sakınç, M., Görür, N., 2002.** The geology of the Specific Area of the Bosphorus Tunnel. Avrasya JV. İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Şennazlı, N., v.d., 2007.** *Ulaşımında Yeraltı Kazıları II. Sempozyumu*. 15-17 Kasım 2007, İstanbul.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2001-2003.** İstanbul Avrupa Yakası Güneyi ve Kuzeyi 1/5.000 Ölçekli İmar Planı Esas Jeoloji-Jeoteknik Etüd Raporları. İBB Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, İstanbul.
- Yuzer, E., Eriş, İ., Bakır, A., Aydoğan, S., 2007.** İstanbul'un Heyelanları, *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu III*, JMO, İstanbul.
- Yuzer, E., Eriş, İ., Bakır, A., Aydoğan, S., Küçükmehtemoğlu, M., 2007.** Water Resources of Metropolitan City of Istanbul And Their Protection. International Workshop The Importance of Ecological Belts Surrounding Metropolitan Cities. İstanbul.
- Yuzer, E., Eriş, İ., Bakır, A., Aydoğan, S., 2008.** Bölgesel ve Kentsel Planlamada Yerbilimi Çalışmalarının Önemi, *Eroskay Uygulamalı Jeoloji Kollokyumu*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Yuzer, E., Eriş, İ., Bakır, A., 2009.** Türk-Kore Ortak Girişimi (TKJV) Kazlıçeşme-Göztepe Karayolu Güzergahı ve Dolayında Yapılmış Olan Jeolojik-Jeoteknik Araştırmaların Ön Değerlendirme Raporu. İstanbul.

Erken Miyosen’de Marmara Denizi Bölgesinden Karadeniz’e Doğru Yönelmiş Bir Akarsu Sisteminin Çökelleri

The Sediments of an Early Miocene River System Developed From the Marmara Sea Area Toward the Black Sea

Esen Arpat

Geomar Mühendislik Ltd Ş.

(esenarpat@gmail.com)

Öz: İstanbul ilinin büyük bir bölümünde, genç dereler ile parçalanmış bir yontukdüzün varlığı dikkati çekmektedir. Genelde Trakya-Kocaeli pennepleni olarak adlandırılmakta olan bu yontukdüzün üzerinde, onu oluşturmuş olan akarsulara ait çakıllı, siltli, killi çökeller de yer yer korunmuştur. Bu akarsu ağının örgülü-yatak düzeninde olduğu, düzenli akarsular değil, mevsimsel sellenmelerin ana özellik olduğu anlaşılmaktadır. Yeterli ve güvenilir verilere dayanılarak, bu sistemin Erken Miyosen, belki de kısmen Orta Miyosen döneminde, günümüzdeki Marmara denizi bölgesinde var olan yüksek bir alandan kuzeye doğru bir pediplen olarak gelişmiş olduğu söylenebilir. Bazı bölgelerde Geç Oligosen yaştaki Danişmen Üyesi ile uyumlu olduğu yanılısına yol açacak bir konumda olsa da, söz konusu akarsu çökelleri Erken Miyosen’den daha yaşlı tüm birimlerin üzerinde belirgin bir uyumsuzluk ile yer almaktadır. Marmara denizi bölgesindeki yüksek alan Orta Miyosen’in ikinci yarısından başlayarak bir genişleme tektoniği alanında kalmış, genişleme ve çökme Pliyosen’de hızlanmıştır. Bilindiği üzere, Marmara denizine batıdan komşu olan Işıklar dağı (Ganos dağı) yüksek alanının Kuzey Anadolu Fayı’na bağlı bir sıkıştırmanın ürünü olduğu yönünde yaygın bir görüş vardır. Bu görüşün, Işıklar dağının, Marmara çöküntüsü kapsamında çökmüş olan yüksek alanın, bu çökme dışında kalmış batı devamı olabileceği göz önüne alınarak, tartışılması gerekmektedir. Tartışılması gerek diğer önemli bir konu ise yontukdüzün çökel örtüsü (Kıraç Üyesi) ile Çekmece Formasyonu’nun çakıl ve kum-egemen Çukurçeşme Üyesi’nin ayırımına özen gösterilmesinin gerekliliğidir. Çünkü bu iki kaya-stratigrafi birimi birbirlerinden çok farklı tektonik dönemlerin ve çok farklı çökme ortamlarının ürünleridir.

Anahtar Kelimeler: Trakya-Kocaeli pennepleni, Kıraç Üyesi, Çukurçeşme Üyesi, Marmara çukurluğu

Abstract: An erosional surface deeply dissected by young valleys attract attention in a large part of the province of İstanbul. The gravely and silty-clayey sediments deposited by the streams responsible of the above mentioned erosional surface -so called Trakya-Kocaeli peneplain- are protected in places. The stream system responsible of this intensive erosion was formed of braided rivers, rather than rivers having well defined channels. Based on sufficient and reliable data, it can be said that this system had been developed as a pediplain extended from the foot of a high area existing in the present Marmara sea region in the Early Miocene and, perhaps, partly during the Middle Miocene. Although it is misleading that in some places the deposits of that stream system seem to be conformable with the Late Oligocene Danişmen Unit, a noticeable disconformity exists between them. An extensional tectonic regime, starting from the second half of Middle Miocene, dominated in an area comprising also the high area of the Marmara Sea region. The extension and the related collapse accelerated in Pliocene. As it is known, there is a widespread view that the high area of the Işıklar Mountain (Ganos Mountain), which is adjacent to the Sea of Marmara from the west, is a byproduct of the movements along the North Anatolian Fault. This view needs to be discussed, considering that the high area of the Işıklar mountain may be the western continuation of the collapsed Marmara high area. Another important issue to be discussed is the necessity of taking care of the distinction between the sedimentary cover (Kıraç Member) of the pediplain and the pebble and sand-dominated Çukurçeşme Member of the Çekmece Formation. This is because the two lithostratigraphic units are products of very different tectonic regimes and of very different sedimentary environments.

Keywords: Thracian-Kocaeli peneplain, Kıraç Member, Çukurçeşme Member, Marmara trough

1.GİRİŞ

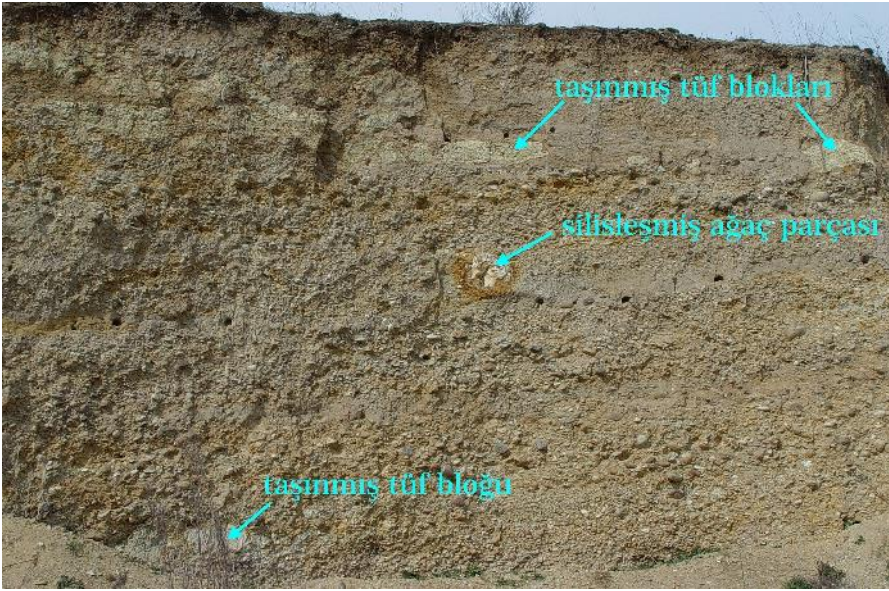
İstanbul il alanında, gerek Avrupa, gerekse Anadolu yakasında, Karadeniz'e doğru düşük eğime sahip göreceli yüksek düzlükler dikkati çekmektedir. Günümüzde dereler ile yarılmış olan bu düzlüğe ait sırtlarda çakıltaşı ve milin egemen olduğu tipik akarsu çökelleri yer yer korunmuştur. İstanbul il sınırları içinde bu çökellerin en yaygın yüzeylemelerine ilin batı sınırına doğru, güneyde Çantaköy ile Karadeniz kıyısındaki Yalıköy, Karaburun arasında kalan alanda rastlanmaktadır. O bölgedeki çok sayıdaki ocakta bu çökellerden kum ve çakıl üretimi için yararlanılmaktadır. İlde, Avrupa yakasında, yapılaşmanın yoğun olduğu kesimlerde ise bu çökellerin yüzeylemeleri Büyükçekmece ile Küçükçekmece arasındaki bölgede geniş alan kaplamaktadır. Bu çökeller, daha kuzeyde ise Belgrat ormanı alanında yaygındır. Anadolu yakasında ise, özellikle, Ömerli barajı ve Karadeniz kıyısındaki Riva ve Şile arasındaki üçgen alan ile kabaca sınırlandırılabilir bir bölgede yüzeylemektedirler. Bu üçgen bölge aynı zamanda, Karadeniz'e doğru düşük eğimli düzlüğün en iyi korunmuş kesimini oluşturmaktadır. Bu düşük eğimli düzlük, sahayı kesen yolların uygun yerlerinden gözlenebildiği gibi, topoğrafya haritalarında ve uydu görüntülerinde de belirgindir. Bu bölgede söz konusu akarsu çökellerin yanı sıra düzlük üzerinde yer yer korunmuş, yerinde günlenme ürünü, kalın kil düzeyleri

de vardır. Yüksek alümina içeren bu killer refrakter özellikleri nedeniyle bölgede, çok sayıdaki ocakta işletilmektedir. Bu killer, söz konusu düzlüğün özellikle volkanik kayalar üzerinde gelişmiş olduğu yerlerde bulunmaktadır. Söz konusu bu düşük eğimli düzlük Avrupa yakasında, Paleozoyik, Mezozoyik ve Oligosen yaşta çok çeşitli kayaç gurupları üzerinde yer almaktadır. Gerek sahip olduğu düzlemsel aşınım yüzeyi, gerek yer yer gelişmiş yerinde günlenme ürünü kalıntı çökelleri, gerekse geniş alana yayılmış akarsu sistemine ait çökelleri ile bu düzlük tipik bir yontukdüz özelliği taşımaktadır. Ardel[1] söz konusu aşınma düzlüğüne ilk değinenin Cvijic[2] olduğunu belirtmektedir. Cvijic'in 'Trakya-Kocaeli aşınma yüzeyi' olarak adlandırdığı bu aşınma yüzeyi ilerleyen yıllarda 'Trakya-Kocaeli penepleni' olarak anılmaya başlanmıştır. Bu ad günümüzde de genel kabul görmektedir. Ancak çeşitli çalışmalarda bölgede birden fazla aşınım düzlemi bulunduğu yönünde yaklaşımların olduğu görülmektedir. Bazı çalışmacılar, bu nedenle birden fazla aşınım düzlemi bulunduran bir plato terimini kullanmaktadırlar. Bu konuda toplu bilgi Özşahin ve Ekinci[3]'de yer almaktadır. Aslında, söz konusu yontukdüzün oluşum süreci ve zamanı Marmara denizi bölgesinin son 30 milyon yıllık jeolojik gelişimini kurgulamak için anahtar veriler taşımaktadır. Bu konu bu yazıda öz olarak ele alınmaktadır.

2.ELDEKİ VERİLER

İstanbul'da günümüzde bir yoğun yerleşim alanı özelliği kazanmış olan Beylikdüzü ve oradan Hadımköy'e doğru uzanan sırt söz konusu akarsu çökellerini incelemek için elverişli yüzeylemelere sahiptir. Yoğun heyelanlar bulunduran bu bölgede, özellikle heyelanlı alanların düzlüğe komşu sınırlarını oluşturan heyelan geridikliklerinde akarsu çökellerini süreklilik gösteren yüzeylemelerde incelemek olanağı vardır. Bu yüzeylemeler 110 ile 180m arasında değişen yüksekliklerde yer almaktadır. Bu değişkenlik yontukdüzün faylarla parçalanması sonucunda oluşmuş olup bu konu yazının ilerleyen bölümünde ele alınmaktadır. Yükseklerdeki bu yüzeylemelerin yanı sıra bölgede, heyelanlarla kayarak deniz kıyısına kadar inmiş akarsu çökellerine de rastlanmaktadır. Silivri'nin kuzeyinde Çantaköy ile Karadeniz kıyısı arasındaki bölgede akarsu çökellerinden kum ve çakıl üretilen ocaklarda, geç alındıkça sürekli yinelenen ocak aynalarında bu çökelleri biriktirmiş olan akarsuların özellikleri hakkında bilgi taşıyan çökel yapıları ayrıntılı olarak incelenebilmektedir. Belgrat ormanı alanında yol ve dere yarmalarında yüzeyleyen akarsu çökelleri ise Chaput[4] tarafından 'Belgrat Ormanı Depoları', bazen de 'Belgrat Ormanı Çakılları' adı altında incelenmiştir. Daha kuzeyde Kilyos'un batısındaki ocaklarda ve yapımı sırasında 3. Köprü bağlantı yolunun yarmalarında söz konusu akarsu çökellerinin özellikleri büyük yüzeylemelerde incelenebilmiştir. Daha batıda, şu sırada 3. Havalimanı'nın yapılmaya çalışıldığı bölgede çalışmalara başlanmadan önce o bölgede var olan açık kömür işletmelerinin çok sayıdaki büyük ocaklarının örtü kayasını çoğu zaman söz konusu akarsu çökelleri oluşturmuştur. Şu sırada havalimanı çalışma bölgesinin dışında, doğuda kalan ocaklarda bu örtüye ait özellikler incelenebilmektedir. Kilyos ile Sarıyer arasındaki sırtlarda eski kömür ocaklarında, yol yarmalarında, daha güneyde Maslak sırtlarında derin inşaat, tünel kazılarında da akarsu çökellerini inceleme fırsatı doğmaktadır. Yukarıda ana

çizgileri ile tanımlanmış bu bölgelerden Çerkezköy'ün güneydoğusunda yer alan Beyciler-Sinekli sahası dışında kalan yerlerde, çok iyi yuvarlanmış çakılların kil ve siltten oluşan bir hamur içinde dağılık olarak buldukları düzeylerle, killi silt merceklerinin düzensiz karışımı egemen çökel türünü oluşturmaktadır (Şekil 1). Yoğun su dolaşımı ve oksitlenme sonucu, ince gercin çok az olduğu yerler dışında, genel renk kızılımsı sarıdır. Bu çökellerin belirgin bir özelliği de, Marmara kıyısına yakın kesimlerde daha sık ve iri olmak üzere, silisleşmiş ağaç parçaları bulundurmalarıdır (Şekil 1). Gürpınar'da Marmara denizi kıyısında bulunan yaklaşık 1m³ boyutunda bir silisleşmiş ağaç parçası kıyı boyunca yapılmış dolgu sırasında ortadan kaybolmuş, büyük olasılıkla dolgu işlemi sırasında dolgunun tabanına itilmiştir. Söz konusu akarsu çökellerinde Karadeniz kıyısına yakın kesimlerde de silisleşmiş ağaç parçalarına seyrek olarak rastlanmakta ise de, bu parçalar ufaktır ve köşeleri de oldukça yuvarlanmıştır. Çakılların büyük bir bölümü kuvars veya çörttür, mermer azınlıktadır. Marmara denizine yaklaştıkça radyolarit, gabro ve serpantin gibi ofiyolitli karışığa ait çakıllar da yer yer bol olarak görülmektedir. Bazı bölgelerdeki çakılların ve daha seyrek olarak da silisleşmiş ağaç parçalarının üzeri göreceli kalın çöl verniği ile kaplıdır. Çakıllarda binme yapıları ender olarak görülmektedir. Binnelerin olduğu yerlerde akış kuzeyli yönlerdedir.



Şekil 1. Akarsu Çökellerinin Genel Görünümü

Yontukdüzün üzerinde yer yer korunmuş olan akarsu çökelleri genelde, killi silt hamur içinde dağılmış iyi yuvarlanmış çakıl düzeyleri ve bunların arasında yer alan killi silt merceklerinden oluşmaktadır. Marmara denizi kıyısına yakın kesimlerde daha sık olarak ve özellikle alt kesimlerinde çeşitli büyüklüklerde tuf blokları taşımaktadırlar. Diğer belirgin bir özellik ise irili ufaklı silisleşmiş ağaç parçalarının varlığıdır.

3. VERİLERİN YORUMU

3.1. Akarsu ortamının özellikleri

Çökellerin yukarıdaki bölümde özetlenmiş olan özellikleri ve yüzeylemelerin dağılım düzeni düzenli bir akarsu sisteminden çok, mevsimsel güçlü sellenmelerin yer aldığı örgülü bir akarsu sistemini işaret etmektedir. Yatak çökeli niteliğindeki oluşumlar süreklilik göstermeyip yerel mercerler şeklinde korunmuşlardır. Silt ve kil ile yoğunlaşmış sular büyük tuf kütlelerini, çok iri blokları sürükleyebilmiştir.

3.2. Kaynak bölgesinin konumu ve özellikleri

Akış yönü hakkında bilgi verebilecek çakıl bindirmeleri ender ise de, görülebildikleri yerlerde güney yönlerden kuzey yönlerine doğru bir akışı göstermektedirler. Çapraz katmanlı oyu-dolgu yapıları da benzer yönü işaret etmektedir. Yüzeylemelerin dağılımı yanal yönde kabaca birbirine koşut çok sayıda sellenme bölgesinin varlığını göstermektedir. Bazı yüzeylemelerde sıkça görülen çöl vernikli çakıllar yağışların seyrek olduğu ve çoğun sıcak olan bir kaynak ortamının varlığına işaret etmektedir. Killi-siltli hamur içinde bulunan vernikli çakılların verniklerinin kazanmadan kalmış olmasını da değerlendirmek gerekmektedir. Bu durumda, vernikli çakılların aşınmadan taşınabildikleri bir ortamı, yani, bir akarsuyun taban yükünü değil de, bu çakılların asılı olarak taşınabildikleri yüksek yoğunluklu akışları düşünmek gerekmektedir. Çakıl ve ağaç parçalarının vernik ile kaplanması için uzun sürelerin gerekli olduğu göz önüne alınırsa, akarsuların sık sık yer değiştirdiği, bazı kesimlerde çakılların, belki de binlerce yıl hareketsiz kaldıkları söylenebilir. Yukarıda sayılan özelliklerin tümü göz önüne alındığında, söz konusu kaynak ortamının o dönemde günümüzdeki Marmara denizi bölgesinde yer alan dağlık bir alanın kuzey yamacında gelişmiş bir dağeteği (pediment) özelliği taşıdığı anlaşılmaktadır. Özellikle, Marmara denizi kıyısına yakın kesimlerde yer yer bol miktarda ofiyolitik karışığa ait çakılların varlığı da kaynak bölgesinin güneyli konumunu kesinleştirmektedir. Çünkü, kuzey kesimlerde bu tür çakılların türeyebilecekleri kayaçlar bulunmamaktadır.

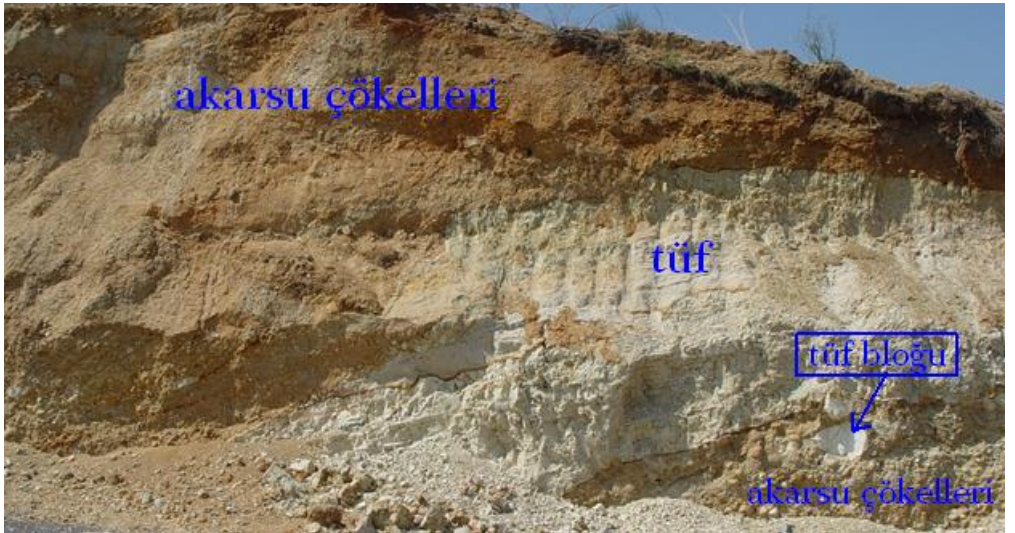
Beyciler-Sinekli bölgesindeki ocaklarda işlenen, silt ve kil içeriği yer yer çok düşük olan, kuvars kumlarının ise yakın batıdaki Istranca masifinin granit ve gnayslarından türemiş olma olasılıkları yüksektir. Onları taşıyan akarsuların güneyden gelen akıntılarının bölgesinde enerjilerini kaybetmeleri sonucunda, Istranca kaynaklı kum ve çakılların akarsuların kavuşma bölgelerinde çökelmiş oldukları söylenebilir.

3.3. Tuf ve silisleşmiş ağaç parçalarının kökeni

Söz konusu akarsu çökellerinin, özellikle taban kesimlerinde irili ufaklı tuf bloklarının, bazı kesimlerde ise görülebilen uzunlukları onlarca metreyi bulan tuf kütlelerinin varlığı dikkati çekmektedir (Şekil 2). Kavaklı deresinin ağzının yakın doğusundaki kıyı yarlarında ise bu bloklar çakıllı düzeyler ile tüflerin ara katmanlı

görünmelerine yol açacak büyüklükte ve konumdadır. İstanbul ili alanında Avrupa yakasında yaygın yüzeylemelere sahip olan Oligosen yaştaki Danişmen Formasyonu içinde, farklı stratigrafik düzeylerde çok sayıda tuf katmanı bulunmaktadır. Bu tüfler genelde beyaz renkli olup riyolitik bileşimdedirler. Danişmen Formasyonu'na ait olup, Küçükçekmece ile Büyükçekmece gölleri arasındaki bölgede Gürpınar Üyesi olarak adlandırılan, kil bakımından zengin istifin içinde de çok sayıda tuf katmanı vardır. Akarsu çökelleri bölgede, aşınma sonucu bazı yerlerde doğrudan tuf düzeylerinin üzerinde gelişmiştir. Bu özelliklerdeki bölgelerde akarsu çökelleri içinde tuf blokları yaygındır.

Söz konusu akarsu çökellerinin içinde yer yer yaygın olarak görülen silisleşmiş ağaç parçaları için de, akarsu sistemi için düşünülen kaynak bölgesi göz önüne alındığında, felsik tüflerin dışında bir aday bulunmamaktadır. Bu tüflerin yüksek silika içerikleri ve bazı bölgelerde, örneğin Büyükçekmece körfezinin güneydoğu köşesinde olduğu gibi, göreceli yüksek ısıya işaret eden zeolit damarları taşımaları da silisleşme için uygun koşullar sağlamaktadır. Silika bakımından zengin kalın tüfler ile birdenbire örtülen sulak bölgelerdeki ağaç topluluklarının, var olması durumunda yüksek ısının da etkisi ile oldukça kısa bir sürede silisleşebildikleri bilinmektedir. Sellenme nitelikli akarsuların tüfleri parçalayarak aşındırdığı, tüflerin içindeki silisleşmiş ağaçların da parçalara bölünerek uzaklara taşınabildikleri anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Akarsu Çökellerinin Tabanında Tuf Blokları

Söz konusu akarsu çökellerinin içinde, özellikle taban kesimlerinde pek çok yerde çeşitli boyutlarda tuf bloklarına rastlanmaktadır. Yukarıdaki fotoğraf Beylikdüzü Kavaklı mahallesinde bir yol yarmasındaki (40 58 15,53-28 37 59,17 koordinatına sahip yarma) ilişkileri göstermektedir.

3.4. Yontukdüzün ve akarsu çökellerinin yaşı

Yukarıdaki bölümde ana çizgileri ile belirtildiği üzere söz konusu akarsu çökelleri güneye doğru gerileyen bir dağeteği önünde bir düşük eğimli düzlüğün oluşması kapsamında gelişmiştir. Bu özelliği ile söz konusu yontukdüzün bir peneylenden çok pediplen olarak geliştiği anlaşılmaktadır. Bu yontukdüz Geç Oligosen yaşta olduğu bilinen Danişmen Formasyonu'da etkilemiş olduğu için, hiç değilse Erken Miyosen yaşta olmalıdır. Ustaömer[5] Büyükçekmece Beylikdüzü bölgesinde tüflerden ayıkladığı zirkon taneleri üzerinde yaptığı yaş tayinlerinde 25,37 \pm 0,21; 25,26 \pm 0,2; 24,35 \pm 0,2 ve 22,38 \pm 0,15 yaşlarını saptamıştır. Bunlardan 22,38 \pm 0,15 lik yaş Şekil 2 de görülmekte olan büyük tuf kütesinden alınmış olup akarsu çökellerinin bundan daha genç olduklarını belirtmektedir. Yani yontukdüz ve onun akarsu çökelleri Erken Miyosen veya daha genç olmalıdır. 25 milyonluk yaşlar düzenli Danişmen Formasyonu istifi içindeki tuf katmanlarından alınmıştır. 24,35 \pm 0,2 yaşı ise Kavaklı deresi ağzının yakın doğusundaki kıyı yarından alınmıştır. Orada, akarsu çökelleri içinde yer alan tuf kütesinin büyük ölçekli bir kayma ile yerleşmiş olduğunu gösteren, ancak tüflerin akarsu çökelleri ile yaşıt gibi algılanmasına yol açacak bir konumun gerçekleşmiş olduğuna işaret eden gözlemler yapılabilmektedir.

Söz konusu akarsu çökelleri Özgül[6] tarafından İstanbul Formasyonu'nun Kıraç Üyesi olarak adlandırılmıştır. Kıraç Üyesi Geç Miyosen yaştaki Çekmece Formasyonuna ait birimler ile uyumsuz olarak örtülmektedirler. Bu durumda, yontukdüzün oluşumu Erken ve Orta Miyosen ile sınırlı bir zaman diliminde meydana gelmiş olmalıdır. Öte yandan Geç Miyosen'de gelişmeye başlayan Marmara çukurluğu kökten bir ortam değişimine ve sıkıştırma fazından genişleme fazına geçen bir tektonik sürece karşılık geldiğinden yontukdüz oluşumu sürecinin Orta Miyosen'e uzanmamış olma olasılığının yüksek olduğu söylenebilir.

4.TARTIŞMA

Marmara denizi ile Karadeniz arasında yontukdüzlerin varlığına pek çok araştırmacı dikkati çekmiş, ancak bu yazıda ele alınan yontukdüzün oluşum zamanı konusunda görüş birliği sağlanamamıştır. Yılmaz vd.[7] Oligosen'den Miyosen sonuna, Chaput[4] Miyosen, Arpat[8] Miyosen, Arpat ve Şentürk[9] Erken-Orta Miyosen, Arpat ve Şentürk[10] Erken Miyosen, Emre vd.[11] Erken-Orta Miyosen, Özşahin ve Ekinci[3] Geç Miyosen, Ardel[2] Pliyosen-Kuvaterner yaşlarını önermişlerdir. Özşahin ve Ekinci'nin çalışmasında Üst Miyosen-Pliyosen yaşını önermiş olan diğer araştırmalar ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Çalışmaya konu olan yontukdüzü çok sayıdaki araştırmacı ana çizgileri ile tanımlamış ise de Arpat[8], Arpat ve Şentürk[9], Arpat ve Şentürk[10], Özgül[6] dışında, bu yontukdüzün oluşumunun ve yer yer korunmuş olan çökel örtüsünün güney kökenli olabileceği konusunda bir görüş belirtilmemiştir. Oysa Erken

Miyosen ve bir ölçüde de Orta Miyosen sırasında güneyde, yani günümüzde Marmara denizinin bulunduğu bölgede kuzeye göre yüksek bir alanın bulunuyor olması bölgenin tektonik gelişmesini doğru anlayabilmek bakımından çok önemlidir. Geç Eosen-Oligosen havzasının sınırlarının Marmara'nın güneyine taşmamış olması o dönemde de Marmara bölgesinde göreceli bir yüksek alanın bulunduğunu göstermektedir. Trakya Oligosen havzasının güney kesimlerindeki çökellerde gereç taşınmasının güneyli yönlerden olduğunu gösteren yapıların varlığı da güneyde yüksek bir alanın varlığını zorunlu kılmaktadır. Bu yüksek alan Oligosen sonunda, Ege bölgesinin orta ve kuzey kesimleri ile birlikte Marmara bölgesini etkilemiş olan sıkıştırma rejimi döneminde daha da yükselmiş olmalıdır. Korudağ, Işıklar dağı (Ganos dağı) yükselimleri, Trakya Oligosen havzasının blok sınırlarına rastlayan kesimlerde, örneğin Uzunköprü kömür havzalarındaki bakışsız kıvrımlar, yer yer devrilmeler bu sıkıştırmanın ürünüdür. Bu sıkıştırma fazında meydana gelmiş olup kuzey Ege ve Marmara bölgelerinde günümüzdeki morfolojiyi de büyük ölçüde etkilemiş olan diğer tektonik öge söz konusu bu geniş alanda görülen kuzeydoğu-güneybatı ve bunun eşleniği olarak kuzeybatı-güneydoğu yönlü makaslama kırıklarıdır. Bu kırıkların bazılarında kuzey-güney sıkıştırmaya uygun düzende, yer yer yüzlerce metreyi bulan sağ-yanal ve sol-yanal atımlar gelişmiştir. Yeterli kanıt bulunamamış olmasına karşın daha büyük atımların meydana gelmiş olmasından kuşkulandırılabilecek yerler de vardır. Yanal-atım gelişmiş olsun olmasın, bu makaslama kırıkları çok belirgin zayıflık kuşakları oluşturarak yontukdüzü kesen genç akarsuların, bu arada İstanbul ve Çanakkale boğazlarının zigzaglı vadilerini biçimlendirmişlerdir. Marmara çöküntüsünün belirgin çukurluklarının sınırları da söz konusu bu zayıflık doğrultularını yansıtmaktadır. Marmara denizi bölgesini Geç Miyosen'de etkisi almış olan genişleme tektoniği ve buna bağlı olarak gelişen normal eğim-atımlı fayların Marmara denizindeki çukurlukların sınırlarının, bazı yerlerde, bu genel doğrultulardan bir ölçüde sapmasına yol açmış olduğu söylenebilir.

Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ise Marmara çukurluğuna son birkaç yüzbin yıl önce, biraz daha düşük bir olasılıkla, en erken olarak da Erken Pleyistosen'de girmiştir. Marmara çöküntüsündeki çukurlukları KAF ile bağlantılı çek-ayır, çiçek yapısı veya bunların karışımı şeklinde yorumlamaların günümüzde de büyük ölçüde sürmekte olduğu görülmektedir. Bu konudaki ayrıntılar konumuzun dışında kalmaktadır. Ancak, Işıklar dağı yükselimini KAF ile ilişkilendirerek, onu doğrultu-atıma engel olduğu için yerel olarak sıkışan ve bunun sonucunda bindirme mekanizmasıyla yükselen bir kütle olarak yorumlayan görüşü öz olarak ele almak yararlı olacaktır. İlk olarak Dewey ve Şengör[12] tarafından önerilen, Okay vd.[13] tarafından ayrıntılı bir çalışmaya dayandırılan, Şengör vd.[14]'lerinin KAF ile ilgili çeşitli görüşleri eleştirel bir yaklaşım ile ele aldıkları çalışmalarında da benimsenmiş olan bu yaklaşım KAF ile ilgilenen çok sayıda başka araştırmacı tarafından da paylaşılmıştır. Oysa, yukarıda çeşitli yerlerde önerilmiş olduğu üzere Erken Miyosen ve belki, kısmen de Orta Miyosen'de Marmara denizi bölgesinde bir yüksek alanın varlığı kaçınılmazdır. Bu nedenle Işıklar yükseltisini de bunun devamı olarak değerlendirmek doğal gözükmektedir. Dağın Marmara'ya bakan dik yamacı ile

kesilen sırtlar üzerindeki akarsu kapmalarının nitelikleri de bu görüşü desteklemektedir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

“Trakya-Kocaeli penepeni” olarak bilinen aşınım düzlüğünün Erken Miyosen döneminde oluştuğunu ve günümüzdeki Marmara denizi bölgesindeki yüksek bir alanın kuzeye bakan yamacının eteğinde gelişen dağeteği düzlüğü(pediment)nden türediğini gösteren güçlü veriler vardır. Bu pedimentin sürekli aşınarak geriye doğru gerilemesine bağlı olarak yontukdüz geniş bir alana yayılmıştır. Bu özelliği ile, bu aşınım düzlüğünün bir penependen çok, pediplen olarak adlandırılmasının daha doğru olacağı söylenebilir. Söz konusu aşınım düzlüğü üzerinde, düzlüğü oluşturmaktan sorumlu akarsuların bıraktığı iyi yuvarlanmış çakıl ve silt-kil karışımından oluşan akarsu çökelleri Marmara denizinin kıyısından Karadeniz kıyısına kadar geniş bir alanda yüzeylemektedir. Marmara'nın batısındaki Korudağ ve Işıklar dağlarının, temelde Marmara denizi bölgesindeki varlığını Erken Miyosen'de de sürdürmüş olan yüksek alanın batıya devamı olarak değerlendirilmeleri, çeşitli seçenekler arasında belirgin olarak ön plana çıkmaktadır. Marmara denizi alanının Geç Miyosen'de başlayarak Pliyosen'de güçlenen çökme süreci Işıklar dağının Marmara denizi kıyısında ani ve yüksek dikliklerle sonuçlanmasına yol açmıştır. Yaygın bir şekilde KAF'a bağlı bir yerel sıkışma yükselimi olarak değerlendirilmekte olan bu dağlık alanın, farklı bir yaklaşım ile ve ayrıntılı olarak ele alınması Marmara denizinin oluşumunu daha iyi anlayabilmek bakımından da önemlidir.

Dağeteği düzlüğü geriledikçe türeyen ve öndeki pediplenin üzerinde biriken çökeller (Kıraç Üyesi) günümüzde yüksek düzlüklerde ve vadiler arasında kalmış olan sırtların üzerinde görülmektedir. Vadilerle ayrılmış sırtlar üzerindeki çökellerin, genç akarsular ile kazılmadan önce günümüzdeki bu vadilerin yer aldığı kesimleri de kaplamış oldukları düşünülebilir. Ancak, bu çökellerin gelişmekte olan yontukdüzün göreceli alçak yerlerinde çökmiş olmaları, pediplenin genç akarsular ile yarılmaya başladığı süreçte geçirimli, dolayısıyla aşınmaya karşı daha dirençli özellikleri nedeniyle de rölyef terslenmesi sonucunda günümüzdeki sırtların oluşumuna yol açmış olma olasılıkları göz ardı edilemez. Söz konusu yontukdüz ve onu kaplayan akarsu çökelleri Marmara denizine yakın yerlerde Geç Miyosen-Pliyosen yaşta Çekmece Formasyonu'nun çökelleri ile örtülüdür. Sığ bir acısu ortamının ürünü olan bu formasyonda, en üst kesimlerin dışında çeşitli büyüklüklerde kum, kumul ve ender olarak da çakıl mercekleri bulunmaktadır. Çakıllı, kumlu düzeylerin Çekmece Formasyonu'nun taban kesiminde, bazı yerlerde, gelişmiş olanları birimin ilk tanımlandığı yerle ilintili olarak Çukurçeşme Üyesi adıyla anılmaktadır. Sınırlı yayılım alanına sahip olan Çukurçeşme Üyesi'ne göre çok geniş alanlarda yüzeylemekte olan Kıraç Üyesi'ne ait kırıntılı akarsu çökelleri de, çoğu zaman, özensiz yaklaşımlarla ele alınarak Çukurçeşme Üyesi olarak değerlendirilmektedir. Oysa, bu iki kaya stratigrafi birimi çok farklı tektonik dönemlerin ve çok farklı çökme ortamlarının ürünleridir. Buna bağlı olarak da birbirinden farklı zemin davranışları göstermektedirler. Çekmece Formasyonu

içindeki kumlu merccekler, konumlarına bağılı olarak deprem sırasında yüksek gözenek basıncı oluşumuna, bunun sonucunda da deprem dalgalarında önemli genlik büyütmelerine yol açmaktadırlar. Örneğin 1999 Kocaeli depreminde Avcılar'da yüksek hasar oluşumundan sorumludurlar. Öte yandan Kıraç Üyesi, Oligosen istifinin killi düzeyleri üzerinde yer aldığı yerlerde kil istifine büyük miktarlarda su taşıdığı için, o bölgelerdeki heyelanların başlıca sorumluları arasında bulunmaktadır. Dolayısıyla saha uygulamalarında bu iki farklı birimin tanınması ve bilinen bu özelliklerinin değerlendirilmesi özel önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ardel, A.,(1957). Trakya'nın jeomorfolojisi. Türk Coğrafya Dergisi, 17, 152-157
2. Cvijic, J., (1908). Grundlinien der Geographie und Geologie von Macedonien und alte Serbien, Pet. Mitt. Ergzug. 162
3. Özşahin, E. ve Ekinci, D., (2013). İstanbul'un Anadolu yakasının jeomorfolojik özelliklerinin ana çizgileri. Coğrafya dergisi, 27, 14-37
4. Chaput, E., (1936). Voyages d'études géologiques et géomorphogéniques en Turquie. 312, Memoires de L'Institut Français d'Archéologie de Stamboul, II.
5. Ustaömer, T., (2014). Büyükçekmece-Gürpınar-Kavaklı alanındaki tuf seviyelerinden ayıklanan zirkon kristallerinin bütünleşik Lu-Hf ve U-Pb izotop sistematiği. Yayınlanmamış rapor.
6. Özgül, N., (2011). İstanbul il alanının jeolojisi. 89, İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü yayını
7. Yılmaz, Y., Gökaşan, E. ve Erbay, E., (2010). Morphotectonic development of the Marmara Region. Tectonophysics, 488, 51-79
8. Arpat, E., (1999). Büyükçekmece ve Küçükçekmece (İstanbul) heyelanlarının genel özellikleri ve yarattıkları başlıca sorunlar. 52. Jeoloji kurultayı, bildiriler, 17-23
9. Arpat, E. ve Şentürk, K., (2000). Marmara denizinin gelişimi. Marmara denizi 2000 sempozyumu, bildiriler, 231-237
10. Arpat, E. ve Şentürk, K., (2003). İstanbul yöresinin, Orta Eosen'den bu yana, jeolojik gelişiminin ana çizgileri. İstanbul'un jeolojisi sempozyumu, 39-48
11. Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M. ve Ünay, E.,(1998). Doğu Marmara bölgesinin Neojen ve Kuvaternerdeki evrimi, MTA Dergisi 120, 233-258
12. Dewey JF. and Şengör, AMC., (1979). Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continium tectonics in a convergent zone. Geol. Soc. Am. Bull, 90, 84-92.
13. Okay, I.A., Tüysüz, O. ve Kaya, Ş., (2004). From tranpression to transtension: *in* morphology and structure around a bend on the North Anatolian Fault in the Marmara region. Tectonophysics, 391, 259-282

14. Őenr, A.M.C., Tysz, O., İmren, C., Sakınç, M., Eyidoğan, H., Grr, N., Le Pichon, X., and Rangin, C., (2005). The North Anatolian Fault. A new look: Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 33, 37-112
15. Özgül, N.,(2005). İstanbul İl Alanının Genel Jeoloji zellikleri. İst. Büyükşehir B. Planlama ve İmar Daire BaŐk., yayımlanmamıŐ rapor

Karadeniz ve Hazar Denizi Ne Zaman Riftleşmeye Başladı? Erken Triyas (Resiyen), Jura ya da Kretase?

Fatih Şen^a, Hayrettin Koral^a ve Irena Peytcheva^b

^aJeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, Avcılar, 34320, İstanbul

^bJeokimya ve Petroloji Ana Bilim Dalı, Bulgar Yer Bilimleri Akademisi, 1113, Sofya
(senfatih81@gmail.com)

Özet: Karadeniz ve Hazar Denizi'nin jeolojik tarihçesi yüzyıldan fazla bir süredir Yerbilimlerinin en önemli konuları arasında yerini almaktadır. Bu konuya ilk değinen 1893 tarihli 'On the origin state of the Black Sea basin in the Pliocene epoch' isimli yayını ile Rus yerbilimci Nicolai Ivanovich Andrusov'dır. N.I. Andrusov, Karadeniz kıyı şeridinden elde ettiği verilerine dayanarak Karadeniz'in Neojen-Kuvaterner döneminde kıta içinde gelişmiş graben yapısı şeklinde oluştuğunu yerbilimleri kayıtlarına geçirmiştir. 20. yüzyılın son yarısında geliştirilen levha tektoniği prensibi temelinde Karadeniz ve Hazar Denizi ile ilgili farklı görüşler ortaya atılmıştır. Bunlardan en kabul görenleri sıralanırsa: a) Erken Jura sırasında Paleo-Tetis okyanusunun, Lavrasya'nın altına dalmaya başlamasıyla kuzey alanda, Karadeniz ve Hazar Denizi orta Jura, üst Jura ve üst Kretase dönemleri olmak üzere birbirini izleyen üç fazlı yay-ardı havza olarak; b) Orta Jura başında Paleo-Tetis okyanusunun, Lavrasya'nın altına dalmaya başlamasıyla kuzey alanda Karadeniz orta Jura sonu-geç Jura başında yay-ardı havza olarak; c) Kretase döneminde, Neo-Tetis okyanusu'nun Pontid magmatik yayı boyunca kuzeye dalması ve kuzey alanda yay-ardı havza olarak açılmaya başlaması yada d) Geç Triyas döneminde Paleo-Tetis okyanusunun güneye doğru dalmasıyla yay önünde kalan bir artık deniz durumuna gelmesi en yaygın görüşler olarak kabul edilmiştir. Yapılan son çalışmalarda, Sünnice ve Almacık dağlarından elde edilen veriler Paleo-Tetis'in (İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği-İZTB- ile Sakarya'nın çarpışması) Noriyan'de (geç Triyas) kapandığı ve Kretase yaşlı kabul edilen İzmir-Ankara-Erzincan Süturunun erken-orta Jura olduğu ileri sürülmüştür.

Bu çalışma kapsamında İZTB'nin Proterozoik yaşlı temel kayalarını ve geç Ediakaran-geç Paleozoik yaşlı sedimanter örtü birimlerini Sünnice dağlarında, Düzce'de, İstanbul'da farklı yönlerde kesen Resiyen sonrası yaşlı daykların 1/1000 ölçeğinde haritaları yapılmış, kinematik verileri, ana-iz elementleri ve U-Pb (zirkon) yaşları elde edilmiştir. Buna göre, İstanbul'da K40⁰D yönlü bazalt daykların 193.6±27 my, K10⁰D yönlü lamprofir daykların 174.1±2.3 my, K20⁰D yönlü lamprofir daykların 110.9±1.3 my, D-B yönlü bazalt daykların 86.5±1.90 my, K85⁰D yönlü bazalt daykların 67.0±0.80 my, K75⁰D yönlü dasit daykların 66.2±0.74 my, K80⁰B yönlü bazaltik andezit daykların 62.0±0.79-59.2±0.57 my yaş aralıklarını temsil ettikleri saptanmıştır. Düzce'de K70⁰B yönlü andezit dayklar ise

89.2±0.63 my yaşlı bulunmuştur. Sünnice dağlarında K70⁰D yönlü andezit dayklar 72.2±0.50 my, ve K20⁰B yönlü bazaltik andezit dayklar 50.5±0.63 my yaşlı olarak tespit edilmiştir. Jeokimyasal verilere göre, tüm dayk tipleri levha-içi alanlara iz düşmektedir. Sünnice dağlarında ve Düzce'de bulunan Resiyen öncesi-sonrası dayklardan elde edilen tektono-termal yaşlar sırasıyla 206-202 my ve 37-33 my aralığındadır. Elde edilen veriler ile önceki çalışmalar birleştirildiğinde, Karadeniz-Hazar Denizi havzası, Paleo-Tetis'in kuzeye Lavrasya'nın altına doğru yitimiyle, kıta-içinde Resiyen-Kalloviyen'de yay-ardı riftleşme fazı, Kalloviyen-Bartoniyen'de riftleşme sonrası fazı olarak iki safhada açılmıştır. Kalloviyen'de gerçekleşen trans-extensional rejim iki safhayı birbirinden ayırmaktadır. Bartoniyen-Priyaboniyen (37-33 my) dönemi Karadeniz-Hazar Denizi'nin genişlemesinin sonlandığı dönemdir.

Anahtar Kelimeler:İZTB, Karadeniz, Hazar Denizi, Dayklar, U-Pb (zirkon) yaşları

When Did Rifting Begin in The Black Sea and Caspian Sea? Late Triassic (Rhaetian), Jurassic or Cretaceous?

Fatih Şen^a, Hayrettin Koral^a and Irena Peytcheva^b

^a*Department of Geology Engineering, İstanbul University, Avcılar, 34320, İstanbul*

^b*Department of Geochemistry and Petrology, Bulgarian Academy of Sciences, 1113, Sofia*

(senfatih81@gmail.com)

Abstract: Geological history of the Black Sea and Caspian Sea is one of the topics of importance in Earth Sciences over a century. First person who dealt with this question was Nicolai Ivanovich Andrusov in 1893 with his article titled 'On the origin state of the Black Sea basin in the Pliocene epoch'. He bases his data on the Black Sea coastline and suggests that the Black Sea has a graben structure developed during the Neogene-Quaternary epoch. Since the initiation of the Plate Tectonics concept, different models for explanation have been proposed. The most accepted ones are a) the Black Sea and Caspian Sea were formed with the initiation of the Paleo-Tethys subduction under *Laurasia* in early Jurassic towards north as a back-arc basin in three phases in middle Jurassic, late Jurassic and late Cretaceous; b) during late middle Jurassic-late Jurassic forming as a back-arc basin with the initiation of the Paleo-Tethys subduction under *Laurasia* in middle Jurassic; c) as opening of a back-arc basin with the Neo-Tethys subduction under the Pontide

Magmatic Arc towards north during the Cretaceous, or d) as a remnant basin in the fore-arc setting with the initiation of Paleo-Tethys subduction towards south during the Triassic. In recent studies, data obtained from the Sünnice and Almacık, the Paleo-Tethys was closed during Norian (late Triassic) with the collision of the Istanbul-Zonguldak Tectonic Unit-IZTB- to the Sakarya continent and the timing of the İzmir-Ankara-Erzincan suture is early-middle Jurassic instead of Cretaceous.

In our studies on the İZTB, post-Rhaetian dykes were mapped in 1/1000 scale, kinematic data gathered, U-Pb (zircon) ages, and chemical major and trace element analyses performed in the Proterozoic age basement rocks, the late Ediacaran-late Paleozoic sedimentary cover sequences in the following areas such as the Sünnice mountains, the Düzce and the İstanbul. U-Pb (zircon) dating in İstanbul indicate that basalt dykes with N40⁰E orientation have age of 193.6±27 my, lamprophyre dykes with N10⁰E orientation have age of 174.1±2.3 my, lamprophyre dykes with N20⁰E orientation have age of 110.9±1.3 my, basalt dykes with E-W trending have an age of 86.5±1.90 my, basalt dykes in N85⁰orientation have age of 67.0±0.80 my, dacite dykes with N75⁰E trending have age of 66.2±0.74 my, basaltic andesite dykes with N80⁰W orientation have age of 62.0±0.79-59.2±0.57 my. In Düzce, N70⁰W trending andesite dykes have age of 89.2±0.63 my. In the Sünnice mountains, N70⁰E oriented andesite dykes have age of 72.2±0.50 my, and N20⁰W oriented basaltic andesite dykes have an age of 50.5±0.63 my. Geochemical data indicate that all dyke types represent an intra-plate tectonic setting. Pre- and post-Rhaetian dykes from the Sünnice mountains and Düzce yield tectono-thermal ages of 206-202 my and 37-33 my, respectively. In view of our data and previous work, it is suggested that the Black Sea-Caspian Sea basin was formed with the subduction of the Paleo-Tethys Ocean towards North beneath the *Laurasia* during a back-arc rifting phase in Rhaetian-Callovian and the Callovian-Bartonian represented a post-rifting phase. The Callovian trans-extensional phase separates the two phases. The Bartonian-Priabonian (37-33 my) may have represented the end of the extensional phase.

Keywords: *İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit, Black Sea, Caspian Sea, Dykes, U-Pb (zircon) ages*

İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliğini (Doğu Avrupa-Avalonya) Kesen Daykların U-Pb Yaşları: Reik için Alternatif İlksel Riftleşme Zamanı

Fatih Şen^a, Hayrettin Koral^a ve Irena Peytcheva^b

^a*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, Avcılar, 34320, İstanbul*

^b*Jeokimya ve Petroloji Ana Bilim Dalı, Bulgar Yer Bilimleri Akademisi, 1113, Sofya
(senfatih81@gmail.com)*

Özet: Yunan mitolojisindeki Iapetus'un (Atlas'ın babası) kız kardeşi Rhea'dan ismini alan Reik okyanusu, Gondvana ve Lavrensiya arasında uzanan Paleozoik çağın en önemli okyanuslarından biri olduğu düşünölmektedir. Bu okyanusun tektonik gelişimini üç aşamada açıklamak mümkündür. (a) İlk olarak, Avalonya-Karolina-Ganderia'nın Gondvana'nın kuzey kenarından Kambriyen'de (540-490 my) riftleşmesi sonucunda Reik'in oluşmaya başladığı bütün dünya tarafından, oy birliği ile, kabul görmektedir. (b) Riftleşme süreci sonrası, Reik okyanusu, okyanus sırtı gelişimi ile geç Kambriyen-erken Ordovisyen'de (490-475 my) açılmaya başlayarak gelişimini sürdürmüştür. (c) Son evrede, geç Devoniyen-Karbonifer'de (360-298 my) Gondvana ve Lavrasya'nın çarpışması sonucunda meydana gelen Ouachita-Apalaş-Variskan orojenezisi ile okyanusun kapanma fazı gerçekleşmiş, Pangea'nın büyük bir kısmı oluşmuş ve ~10.000 km uzunluğunda Orta Amerika'dan (Meksika) Doğu Avrupa'ya (Türkiye) uzanan bir kenet kuşağı gelişmiştir. Atlantik okyanusunun geç Triyas-erken Jura döneminde açılmaya başlamasıyla birlikte Avalonya parçalanarak Batı Avalonya-Karolina-Ganderia Kuzey Amerika'da, Doğu Avalonya ise Orta-Doğu Avrupa'da kalmıştır.

Son yıllarda Doğu Avalonya'nın bir parçası olarak kabul edilen İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'ndeki Ordovisyen-Karbonifer yaşlı karasal kıvrıntılılar ile başlayıp platform çökellerine kadar devam eden stratigrafik olarak kesintili Paleozoik istif, Reik okyanusunun sedimanter kayaçları olarak tanımlanmıştır. Reik okyanusunun sedimanter kayaçları İstanbul, Çamdağ, Düzce, Bolu, Zonguldak ve Karedere'de, bu okyanusun yapısal temeli ise Armutlu yarımadasında, Sünnice dağlarında ve Araç-Karadere-Zirze'de ortaya çıkmaktadır. Sünnice dağlarında yer alan bu temel, Demirci para-gneysleri (henüz yaşı verisi yok) olarak adlandırılan migmatitik kuvars-feldispatik gneysler ile temsil edilen yüksek dereceli metamorfikler ve Yellice meta-volkanikleri (U-Pb yaşı 1782±130-1055.6 my) olarak tanımlanan az oranda meta-riyolitler ile birlikte meta-andezitler ve meta-sedimanter kayalarından oluşan düşük dereceli metamorfiklerden oluşur. Bu kayaları, Tüllikirış graniti (U-Pb yaşı 576±6 my) ve Kapıkaya graniti (U-Pb yaşı 565.3±1.9 my) kesmektedir. Üzerleyen Paleozoik istifin akarsu-alüvyal yelpaze ortamında çökelmiş ince-kaba kıvrıntılıları (Kurtköy formasyonu, çakıltası ara katkılı arkozik kumtaşı-silttaşı-şeyl ardalanması, k>3000 m) temel kayalarıyla tektonik dokanaklıdır ve kıvrıntılı

birimlerin stratigrafik olarak altında denizel ya da gösel sedimanter kayaçlar (Kocatöngel formasyonu, türbiditik kumtaşı-şeyl araldanması, $k=2200$ m) yer alır.

Kocatöngel ve Kurtköy formasyonlarının denizel ya da gösel ve alüvyal-akarsu çökelleri, herhangi bir fosil verisi olmaksızın iki nedenden ötürü erken-orta Ordovisyen olarak kabul edilmiştir: (a) alüvyal-akarsu kırıntılı kayaçlar üst yaşlı Dariviliyen olan plaj çökelleri (Aydos Formasyonu) tarafından uyumlu olarak örtülmüştür, (b) küçük boyutlu granit ve dayklar (U-Pb yaşı 590 ± 5 - 576 ± 9 - 568 ± 11 my) tarafından kesilen yüksek dereceli meta-sedimanter kayaçlar Karadere'de üst yaşlı Tremadosiyen olan ve akarsu-plaj ortamını yansıtan ince-taneli akarsu çökellerinin ($k=340$ m) fosilli tabakaları tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

Lisansüstü çalışmalar sırasında, Sünnice dağlarında, Düzce'de ve İstanbul metropolünün Anadolu yakasında kıvrımlanmış üç farklı dayk tipi 1/1000 ölçeğinde haritalanmıştır. Sünnice dağlarında, Kapıkaya granitini kesen kıvrımlanmış dasit dayklarının kıvrım eksenini K740D 760KD; Düzce'de, Kurtköy formasyonunu kesen kıvrımlanmış diyoritik diyabaz dayklarının kıvrım eksenini K740D 810KD; İstanbul'da, Kurtköy formasyonunu kesen kıvrımlanmış andezit dayklarının kıvrım eksenini K500D 640KD olarak tespit edilmiştir. Jeokimyasal verilere göre, yitim bileşeni içeren kıvrımlanmış dasit daykları, levha-içi volkanik zon; yitim bileşeni içeren kıvrımlanmış diyoritik diyabaz daykları ile yitim bileşeni ve levha-içi bileşeni taşıyan kıvrımlanmış andezit daykları, aktif kıta kenarı ve levha-içi volkanik zon alanlarına iz düşmüştür. Elde edilen U-Pb yaşlarına göre, kıvrımlanmış dasit dayklarının kristalizasyon yaşı 556 ± 3.6 my, kıvrımlanmış diyoritik diyabaz dayklarının kristalizasyon yaşı 552.4 ± 3.0 my, kıvrımlanmış andezit dayklarının kristalizasyon yaşı 549.0 ± 3.9 my olarak tespit edilmiştir.

Dayklardan elde edilen saha ve analitik veriler, erken-orta Ordovisyen olarak kabul edilen Kocatöngel ve Kurtköy formasyonlarının sedimantasyon yaşlarının 552-549 my'dan daha yaşlı olduğunu ve karasal istifin alt seviyelerinin sedimantasyon yaşının önceki çalışmalarda Kadomiyen orojenezi ile ilişkilendirilen Kapıkaya graniti ile eş yaşlı olduğunu (sin-tektonik), bu daykların kıta ile ilintili bir rift ortamında sokulduklarını; bu dayklardan elde edilen 527-525 my tektono-termal yaşlar ise, orta Kambriyen-Ordovisyen aralığında Armutlu ve Sünnice'deki temel kayaları kesen granitlerin ve daykların Kaledoniyen orojenezinin ilk safhası, başka bir ifade ile, Baltika ile Avalonya'nın bir parçası olan İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği arasında uzanan Iapetus'un bir kolu durumundaki Tersseyre-Tornquist denizinin/okyanusunun ilk kapanma safhası ile ilişkilidir. Sonuçta, bu dayklar bu süreç içerisinde kıvrımlanmış olmalıdır.

İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'ndeki Reik okyanusu ile ilişkili denizel ya da gösel ve alüvyal-akarsu çökelleri ile ilgili önerdiğimiz model şu şekildedir: Kadomiyen orojenezinin son safhası sırasında geç Neo-proterozoik yaşlı yay boyunca Iapetus okyanusu Gondvana'nın kuzey kenarının altına dalarken çeşitli boyutlardaki granitler ve dayklar İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'nin temel kayalarını Armutlu'da (U-Pb yaşı 591.9 ± 5.1 - 569 ± 2.0 my), Sünnice'de (U-Pb yaşı

576±6 my) ve Araç-Karadere-Zirze'de (U-Pb yaşı 590±5 - 576±9 - 568 ±11 my) kesmiştir. Türbiditik kumtaşı-şeyl araldanmasından oluşan Kocatöngel formasyonu Iapetus'tan kalan artık denizi temsil eden yay önünde volkanik yay boyunca Kadomiyen orojenezinin son safhasında ökelmeye başlamıştır. Çakıltası ara katkılı arkozik kumtaşı-silttaşı-şeyl araldanmasından oluşan alüvyal-akarsu ince-kaba kırıntılı Kurtköy formasyonun alt ve orta tabakaları geç Neo-proterozoik yaşı yay boyunca çekirdek kompleks ilişkili yay ardı havzanın karasal ortamlarında ökelmiştir. Reik'in açılma evresi sırasında, Araç-Karadere-Zirze parçası ökel eksikliği nedeniyle (paleo-horst) yay içinde kalmıştır. Geç Ediakaran-Kambriyen aralığında, paleo-horst graben içindeki blok faylanmalarla zaman içerisinde düştüğünden sedimantasyon bu parça üzerinde Tremadosiyen'de başlamıştır (k=340 m, temel kayaların üstündeki Kurtköy formasyonu). İZTB'nin geç Ediakaran-Kambriyen sırasında yüksek enlemlerde (>600G) olması uzun süreli sedimantasyon tarihçesini açıklayabilmektedir. Meksika'daki Amazonya kökenli Oaxaquie birliğini kesen ~550 my yaşı mafik dayklar ile Fas Anti-Atlas kuşağındaki geç Ediakaran-erken Kambriyen volkanizması Avalonya'nın Gondvana'dan riftleşmesiyle ilişkilidir. Ayrıca, erken Kambriyen'de Kuzey Amerika'daki Avalonya ile Gondvana arasındaki farklı fauna verileri, Kambriyen'de Avalonya'nın bağımsız bir kıta olduğunu göstermektedir. Bu veriler çalışmamızdan elde edilen verilerle birleştirildiğinde, Avalonya'nın Gondvana'dan ayrılmaya başlaması, Reik'in ilk riftleşmesinin, orta-geç Kambriyen yerine geç Ediakaran'da olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği, Reik okyanusu, Avalonya, kıvrımlanmış dayklar, U-Pb zirkon yaşlandırılması

U-Pb Ages Of Dykes Cross-Cutting The İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit (Eastern Europe-Avalonia): Alternative Initial Rifting Time For The Rheic

Fatih Şen^a, Hayrettin Koral^a and Irena Peytcheva^b

^aDepartment of Geology Engineering, İstanbul University, Avcılar, 34320, İstanbul

^bDepartment of Geochemistry and Petrology, Bulgarian Academy of Sciences, 1113, Sofia

(senfatih81@gmail.com)

Abstract: Termed as Rhea, the sister of Iapetus (the father of Atlas) in the ancient Greek mythology, the Rheic ocean laid between Laurentia and Gondwana has been thought as one of the most significant oceans of the Paleozoic era. It is possible to explain its tectonic evolution in three phases. (a) Firstly, all over the world it is with unanimity accepted that initial rifting of the Rheic occurred as a result of separation of Avalonia-Carolina-Ganderia from northern margin of Gondwana and took place during the middle to late Cambrian (540 to 490 ma). (b) Following the rifting phase, the Rheic ocean began to open by developing oceanic ridge during late Cambrian to early Ordovician (490 to 475 ma). (c) Finally, the closure phase of the ocean occurred during the late Devonian to Carboniferous (360 to 298 ma) as a result of collision between Gondwana and Laurasia to form the greater part of the Pangaea with occurrence of the Ouachita-Appalachian-Variscan orogenies whose suture prolongs ~10.000 km from Middle America (Mexico) to Eastern Europe (Turkey). With opening of the Atlantic Ocean during late Triassic to early Jurassic, Western Avalonia-Carolina-Ganderia was located in North-Middle America and Eastern Avalonia located in Central-East Europe.

Paleozoic sequence in the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit accepted a part of Eastern Avalonia in recent years are described as depositional rocks of the Rheic, ranging from terrestrial deposits to platform rocks with Ordovician to Carboniferous in ages, and are present in İstanbul, Çamdağ, Düzce, Bolu, Zonguldak and Karadere regions. Structurally basement rocks of the Rheic are exposed in the Armutlu peninsula, Araç-Karadere-Zirze and the Sünnice mountains as high-grade metamorphic sequences represented by migmatitic quartzo-feldspathic gneisses termed the Demirci para-gneisses (age yet unknown) and low-grade meta-volcanics containing meta-andesites with minor meta-rhyolites and meta-sedimentary rocks entitled the Yellice meta-volcanics (U-Pb age of 1055.6 to 1782±130 ma). They were intruded by voluminous granitoids named the Tüllükiriş granite (U-Pb age of 576±6 ma) and the Kapıkaya granite (U-Pb age of 565.3±1.9 ma). Tectonically overlain terrestrial deposits of the Paleozoic are represented by fluvial-alluvial fine-coarse grained clastics (Kurtköy formation, arkosic sandstone-siltstone-shale with

conglomerate; $t > 3000$ m) that conformably overlies lacustrine or marine deposits (Kocatöngel formation, turbiditic sandstone-shale intercalation; $t = 2200$ m).

Depositional ages of the lacustrine or marine and fluvial-alluvial deposits are, by consensus, accepted as the early-middle Ordovician without any fossil data for two reasons: (a) the fluvial -alluvial deposits are conformably overlain by the beach deposits (Aydos formation) which have an upper age of Darriwillian, (b) in the Karadere, the basement unit made up of high-grade meta-deposits is intruded by the granitic bodies-dykes (U-Pb age of 590 ± 5 - 576 ± 9 - 568 ± 11 ma) and is unconformably overlain by the fossiliferous strata of fluvial fine-grained deposits ($t = 340$ m) representing a fluvial-beach setting that have an upper age of Tremadocian.

In this study, as a part of master and PhD thesis, three types of folded dykes were mapped in 1/1000 scale in the Sünnice mountains, north of Bolu, in the Düzce area and in the Anatolian side of the İstanbul metropolitan city. Fold axis of the dacite dykes crosscutting the Kapıkaya granite is N740E with a plunge of 760NE in the Sünnice mountains; fold axis of the dioritic diabase dykes cross-cutting the Kurtköy formation is N740E with a plunge of 810NE in the Düzce area; and fold axis of the andesite dykes crosscutting the Kurtköy formation is N500E with a plunge of 6410NE in the İstanbul. According to geochemical data, folded dacite dykes that have subduction signatures are in within plate volcanic zone, the folded dioritic diabase dyke with a subduction signature and the folded andesite dykes with a subduction zone and within plate signature are in both active continental margin and within plate volcanic zone. According to the U-Pb ages (zircon), the crystallization ages of the folded dacite dykes are of 556.7 ± 3.6 ma, the folded dioritic diabase dykes have age of 552.4 ± 3.0 ma, and the folded andesite dykes have age of 549.0 ± 3.9 ma.

Field and analytical data indicate that early-middle Ordovician assumed depositional ages of the Kocatöngel and Kurtköy formations are older than 552 to 549 ma; the lower depositional age of the terrestrial deposits ought to be coeval with syn-tectonic magmatic body named for the Kapıkaya granite that was defined as product of the Cadomian orogeny in previous studies. These dykes are intruded into host rocks in a rift tectonic setting along active continental margin, and several small magmatic bodies-dykes of middle Cambrian to Ordovician, crosscutting the basement rocks in the Armutlu and Sünnice areas demonstrate the initial phase of the Caledonian orogeny-the initial closure phase of the Tersseyre-Tornquist sea/ocean, a branch of Iapetus, laid between Baltica and İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit, a part of Avalonia, based on tectono-thermal ages of 527 to 525 ma. Finally, these dykes ought to be folded during this period.

We suggest a model for lacustrine/marine and fluvial-alluvial deposits related to the Rheic in the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit is that while Iapetus oceanic lithosphere began to subduct to beneath the northern part of Gondwana along late Neo-proterozoic arc during the final phase of the Cadomian orogeny linked to magmatic bodies (U-Pb age of 591.9 ± 5.1 - 569 ± 2.0 ma) in the Armutlu peninsula,

(U-Pb age of 576 ± 6 ma) in the Sünnice mountains and (U-Pb age of 590 ± 5 - 576 ± 9 - 568 ± 11 ma) in the Araç-Karadere-Zirze. The Kocatöngel formation consisting of turbiditic sandstone-shale intercalation may have been deposited in the fore-arc representing closure of sea, remainder from Iapetus, at these periods along an volcanic arc. While the lower and middle strata of the Kurtköy Formation referring to fluvial fine-course grained deposits that consist of arkosic sandstone-siltstone-shale with conglomerate may have been deposited in core complex structure under the sway of a back-arc setting along late Neo-proterozoic Cadomian suture. The Karadere-Zirze-Araç fragments (palaeo-horst) were located in intra-arc due to lack of deposits during the initial extension of the Rheic. The palaeo-horst was, in the course of time, fallen down by block faulting within graben during late Ediacaran to Cambrian, and deposition was eventually began on the these fragments in Tremadocian ($t=340$ m, Kurtköy Formation above the basement rocks). That the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit, a part of Avalonia, was at high palaeo-latitudes ($>600S$) during late Ediacaran-Cambrian explain long-term depositional history. Additionally, in Mexico the Oaxaquie terrane was intruded by several ~ 550 ma aged mafic dykes related to plume and in Morocco Anti-Atlas margin late Ediacaran-early Cambrian volcanism thought to rifting of Avalonia micro-continent from Gondwana, and distinct faunal data between Avalonia and Gondwana in early Cambrian in the North America indicate that Avalonia was an independent continent or island during this period. The initial rifting of the Rheic, on the other hand, separation of Avalonia from northern margin of Gondwana began during late Ediacaran instead of early/middle to late Cambrian.

Keywords: İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit, Rheic Ocean, Avalonia, folded dykes, U-Pb zircon dating

İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliğini (Doğu Avrupa-Avalonya) Kesen Dayklar ve Erken Kambriyen-Geç Triyas Tektono-Magmatik Evrimi

Fatih Şen^a, Hayrettin Koral^a ve Irena Peytcheva^b

^a*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, Avcılar, 34320, İstanbul*

^b*Jeokimya ve Petroloji Ana Bilim Dalı, Bulgar Yer Bilimleri Akademisi, 1113, Sofya
(senfatih81@gmail.com)*

Özet: KB Anadolu'da bulunan İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği (İZTB), geç Ediakaran sırasında geç Neo-proterozoik yayı boyunca Gondvana'dan ayrılan Avalonya'nın bir parçası olarak kabul edilmiştir. Bu birliğin temel kayaların yüzlekleri (a) Armutlu'da, kuvars-feldispatik gnays-amfibolit serisi, (b) Sünnice'de, Demirci para-gnaysları (yaş verisi yok) olarak adlandırılan migmatitik kuvars-feldispatik gnayslar ve Yellice meta-vulkanikleri (U-Pb yaşı $1782\pm 130-1055.6$ my) olarak tanımlanan meta-sedimanter ara-katkılı meta-vulkanikler, (c) Araç-Karadere-Zirze'de meta-sedimanter kayaçlar (yaş verisi yok) olarak ortaya çıkmaktadır. Kadomiyen orojenezinin son safhasıyla ilişkili pek çok magmatikler bu alanlardaki temel kayaları kesmiştir (a, U-Pb yaşı $591.9\pm 5.1 - 569\pm 2.0$ my; b, Tüllükiriş graniti - U-Pb yaşı 576 ± 6 my; c, U-Pb yaşı $590\pm 5 - 576\pm 9 - 568\pm 11$ my). Ayrıca, Sünnice dağlarında Reik'in ilk riftleşmesiyle ilişkili sin-tekonik Kapıkaya granitinin (565.3 ± 1.9 my) yüzlekleri vardır.

Bu birliğin Reik'e ait kayaları İstanbul ve güney Çamdağ'da İstanbul birliği, kuzey Çamdağ, Düzce, Bolu, Zonguldak-Amasra, Karadere-Zirze-Araç'ta ise Zonguldak birliği olarak adlandırılmıştır. İstanbul birliği akarsu-alüvyal kıvrıntılıları (Kurtköy formasyonu, geç Ediakaran-erken Ordovisyen), plaj çökelleri (erken-orta Ordovisyen), kıta sahanlığı çökelleri (Gözdağ formasyonu, orta Ordovisyen-erken-orta Silüryen; Dolayoba formasyonu, geç Silüryen; İstinye formasyonu, geç Silüryen-erken Devoniyen; Kartal formasyonu, erken-orta Devoniyen; Büyükkada formasyonunun alt tabakaları, orta Devoniyen), kıta yamacı çökelleri (Büyükkada formasyonu, geç Devoniyen; Baltalimanı formasyonu, geç Devoniyen-erken Karbonifer) ve ön-ülke çökelleri (Trakya formasyonu, erken Karbonifer) ile temsil edilmektedir. Zonguldak birliği ise akarsu-alüvyal kıvrıntılıları (Kurtköy formasyonu, geç Ediakaran-erken Ordovisyen), plaj çökelleri (erken-orta Ordovisyen), kıta sahanlığı çökelleri (Fındıklı formasyonu, orta Ordovisyen-geç Silüryen), karasal-sığ denizel çökelleri (Ferizli formasyonu, erken-orta Devoniyen), sığ denizel çökelleri (Yılanlı formasyonu, orta Devoniyen-erken Karbonifer) ve gölsel-bataklık-akarsu-alüvyal çökelleri (Madendere formasyonu, erken-geç Karbonifer) olarak tanımlanmıştır. Avalonya'ya ait bu kayaları Balçık-Sancaktepe graniti (U-Pb yaşları

257.3±1.5-253.7±1.75 my) kesmiştir ve Kocaeli Permo-Triyas istifi bu kayaları uyumsuzlukla örtmüştür.

2009-2016 yılları arasında yapılan lisansüstü çalışmaların bir parçası olarak İstanbul mega-şehrinin Anadolu yakasında, Düzce'de ve Bolu'da 1/1000 ölçeğinde İZTB'ne sokulum yapan daykların buldukları alanların haritaları oluşturulmuştur. Yönleri belirlenen dayk-sillerin ana-iz elementleri ve U-Pb (zirkon) yaşları belirlenmiştir. Buna göre, küçük ölçekli magmatik sokulumlar dört gruba ayrılmıştır. (a) Bolu'da Demirci para-gneysleri kesen yitim bileşenli K85⁰D yönlü (kısmen kıvrımlanmış) dasit daykları (U-Pb yaşı 485.7±3.6 my) ve K15⁰B yönlü dasit daykları (U-Pb yaşı 443.0±5.4 my) çarpışma ile ilişkili, İstanbul'da Aydos formasyonunu kesen yitim bileşenli K50⁰B yönlü bazaltik andezit daykları (U-Pb yaşı 445.9±5.4 my) volkanik yay ile ilişkilidir; (b) İstanbul'da Kurtköy formasyonunu kesen yitim bileşenli K-G yönlü diyabaz daykları-silleri (U-Pb yaşı 379.4±2.3 my) riftleşme ile ilişkili, Düzce'de Yılanlı formasyonunun kireçtaşı-şeyl tabakalarını kesen yitim bileşenli K15⁰D yönlü bazaltik andezit daykları (U-Pb yaşı 318.0±16 my) ve Bolu'da Demirci para-gneysleri kesen yitim bileşenli K5⁰D yönlü bazaltik andezit daykları (U-Pb yaşı 301.0±1.6 my) volkanik yay ile ilişkilidir; (c) Bolu' a Yellice meta-volkaniklerini kesen yitim bileşenli N40⁰-50⁰D yönlü bazalt daykları (U-Pb yaşı 268.2±2.4 my) volkanik yay ile ilişkili, Demirci para-gneysleri kesen yitim bileşenli K75⁰D yönlü granit daykları-silleri (U-Pb yaşı 262.0±1.4 my) ve yitim bileşenli K80⁰B yönlü andezit daykları (U-Pb yaşı 261.4±1.7 my) volkanik yay ile ilişkilidir; (d) Bolu'da Kapıkaya granitini kesen yitim ve levha-içi bileşen taşıyan K80⁰D yönlü andezit daykları (U-Pb yaşı 252.7±3.4 my), Demirci para-gneyslerini kesen yitim bileşenli K50⁰D yönlü andezit daykları (U-Pb yaşı 250.5±1.4 my) ve İstanbul'da Dolayoba formasyonunu kesen levha-içi bileşen taşıyan K50⁰D yönlü andezit daykları (U-Pb yaşı 248.7±1.1 my) riftleşme ile ilişkilidir.

İZTB'ni kesen dayk-sillerin yeni U-Pb (zirkon) yaşları, erken Paleozoik - erken Mesozoik çağında bu tektonik birimde çeşitli tektono-magmatik evrelerin gerçekleştiğini göstermektedir. Eski çalışmalar ile elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde, İZTB'nin Gondvana'nın kuzey kenar zonundan geç Neoproterozoik yayı boyunca geç Ediakaran'da ayrılmaya başladıktan, Reik'in riftleşmesinden sonra, Paleozoik öncesi dayklardan elde edilen 527-525 my tektono-termal yaşlar temelinde, bu tektonik birliğin Baltika ile Avalonya arasında uzanan İapetus'un kolu Tersseyre-Tornquist denizinin/okyanusunun ilk kapanma süreci etkisine girdiğini göstermektedir. Armutlu ve Sünnice'deki temel kayalar, orta Kambriyen-Ordovisyen aralığında, Tersseyre-Tornquist denizinin ilk kapanma fazı-Kaledoniyen orojenezinin birinci fazı-ile ilişkili bir takım granit ve dayklar tarafından kesilmiştir. K85⁰D yönlü (kısmen kıvrımlanmış) dasit daykları (U-Pb yaşı 485.7±3.6 my) da bu sürecin bir parçasıdır. Kapanma süreci devamında, Armutlu ve Sünnice'deki temel kayalar ve İstanbul birliğindeki karasal kırıntılılar ve plaj çöelleri, geç Ordovisyen-erken Silüryen aralığında, Tersseyre-Tornquist denizinin son kapanma fazı-Kaledoniyen orojenezinin ikinci fazı-ile ilişkili bir takım granit ve

dayklar tarafından kesilmiştir. Bu zaman aralığında Avalonya ile Baltika arasındaki deniz kapanmış ve iki mikro-kıta çarpışmıştır. $K50^0B$ yönlü bazaltik andezit daykları (U-Pb yaşı 445.9 ± 5.4 my), $K15^0B$ yönlü dasit daykları (U-Pb yaşı 443.0 ± 5.4 my) ile İstanbul birliğinde (İB), kıta sahanlığı-lagün ortamında çökelmiş Gözdağ formasyonun kumtaşı-kireçtaşı tabakalarındaki felsik lavlar ve tüfler, bu sürecin bir parçasıdır. Avalonya ile Baltika arasındaki “soft docking” olarak adlandırılan bu çarpışmanın ve İZTB'nin Avalonya'nın bir parçası olduğunun en açık kanıtı sahadaki istifsel özellikler ve elde edilen analitik sonuçlardır. Bu çarpışma olayından sonra, İZTB-Baltika, geç Silüryen-erken Devoniyen aralığında- Kaledoniyen orojenezinin son fazında-Lavrensiya ile çarpışarak Lavrasya'yı oluşturmuştur. Çarpışma sonucunda, İZTB saatin tersi yönünde rotasyona (örn., 31^0) maruz kalmış, bu zaman aralığında blok olarak yükselmiştir. İstanbul birliği çökeltme ortamının erken-orta Devoniyen aralığında kıta sahanlığından kıta yamacına dönüşümü oldukça yavaş olmuştur ve Reik okyanusu orta Devoniyen sonunda tekrar genişlemeye devam etmiştir. Zonguldak Birliği (ZB) çökeltme ortamında çarpışmaya bağlı olarak erken-orta Devoniyen aralığında bariyerler oluşarak açık okyanus ile bağlantısı sınırlanmış günümüz dünyasında Atlantik okyanusuna bağlı Baltik denizi gibi Reik okyanusuna bağlı bir iç denize dönüşmüştür. Bu çarpışmanın kanıtları ise şunlardır: İstanbul birliğindeki kıta sahanlığı ortamında çökelmiş şelf çökelleri (İstinye Formasyonu) içindeki intra-klastik tabakaların varlığı, Zonguldak birliğindeki sığ denizel çökellerinin (Ferizli Formasyonu) alt tabakalarının karasal olması ve her iki birlikte saptanan Devoniyen öncesi dayklardan elde edilen 419-411 my tektono-termal yaşlardır. Bu tektonik hareketlilikten sonra, erken-orta Devoniyen aralığında Zonguldak birliği ve İstanbul birliğinin karasal kırıntılıları ile bu iki birliğin temel kayaları Baltika'ya ait kratonlar (Sarmatia) ile yan yana gelmiştir ve geç Devoniyen'in başında Baltika'da Ukrayna kalkanı ile Voronezh masifi arasındaki Pripyat-Dnieper-Donets-Karpinsky alakojeni intra-kratonik olarak riftleşmeye başlamıştır. Reik okyanusunun genişlemesini temsil eden İstanbul birliğindeki kıta yamacı kayaları haricindeki İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'nin bu kayaları bu tektono-magmatik olaydan etkilenmiştir. İstanbul birliğindeki karasal kırıntılıları (Kurtköy formasyonu) kesen K-G yönlü diyabaz dayk-silleri (U-Pb yaşı 379.4 ± 2.3 my), Zonguldak birliğindeki Yılanlı formasyonun kireçtaşı-şeyl tabakalarından elde edilen 607-381 my yaşlı kırıntılı zirkonlar ve Yılanlı formasyonunun geç Devoniyen-erken Karbonifer yaşlı tabakalarının içindeki tefralar bu tektono-magmatik olayın bir parçasını oluşturur. Ayrıca, bu alakojenin riftleşme öncesi birimleriyle Yılanlı formasyonunun alt tabakalarına ait birimlerin benzer-aynı litolojiye sahip olmaları, Zonguldak birliğindeki iç deniz ile Baltika kratonları arasındaki kıta-içi denizin dar bir su yolu ile bağlantılı olabileceğini göstermektedir.

Orta-Doğu Avrupa'da geç Devoniyen-erken Karbonifer aralığında Reik okyanusu Gondvana ile Lavrasya'nın çarpışması sonucunda meydana gelen Variskan orojenezi ile kapanmaya başlamış ve Pangea'nın büyük bir bölümü oluşmuştur. İstanbul birliğinde Reik okyanusu, erken Karbonifer döneminde, ön-ülke sedimanter kayalarının (Trakya formasyonu) çökmesiyle kapanma sürecine girerken,

Zonguldak birliğinde iç denizin kapanma süreci erken-geç Karbonifer aralığında uzun süreli olmuştur, göl-bataklık-akarsu, akarsu-alüvyal yelpaze çökelleri (Madendere formasyonu) ile iç deniz tamamen kapanmıştır. K15⁰D yönlü bazaltik andezit daykları (U-Pb yaşı 318.0±16 my) ile K5⁰D yönlü bazaltik andezit daykları (U-Pb yaşı 301.0±1.6 my) Variskan Orojenezinin son safhasının bir parçasıdır. Orta-Doğu Avrupa'da Variskan orojenezi tamamlandıktan sonra, Doğu Avrupa'nın doğusunda Reik okyanusundan arta kalan Paleo-Tetis okyanusu Permiyen-geç Triyas aralığında kapanma sürecine girmiştir. Buna ek olarak, İstanbul birliği erken Karbonifer'den geç Permiyen'e kadar paleo-horst (paleo-dağ), Zonguldak birliği ise geç Karbonifer'den geç Permiyen'e kadar paleo-horst (paleo-dağ) konumunda kalmıştır. Hersiniyen orojenezinin ilk fazını temsil eden erken-geç Permiyen sırasında Sakarya zonu (Paleo-Tetis) İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'nin altına dalmaya başlamıştır. Bu tektonik olayın ilk ve son ürünleri K40⁰-50⁰D yönlü bazalt daykları (U-Pb yaşı 268.2±2.4 my) ve K80⁰B yönlü andezit dayklarıdır (U-Pb yaşı 261.4±1.7 my). Aynı süreç içerisinde, Sünnice dağlarında yüzlekleri olan Çele mafik kompleksi ile Bolu'nun güneybatısında bulunan Almacık bloku, dalma-batma zonu boyunca Sakarya'nın temelindeki alt kabukta meydana gelmiştir. Bu magmatik olayın ürünleri, kökeni Sakarya zonunun alt kabuğunda oluşan K75⁰D yönlü granit daykları (U-Pb yaşı 262.0±1.4 my) ile bu zonun üst kabuğunda oluşan granit silleridir (U-Pb yaşı 262.0±19 my, önceki çalışmalardan). Böylelikle, Pangea'nın tüm parçaları tamamlanmıştır. Hersiniyen orojenezinin ilk aşamasını takiben, İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği üzerinde Kocaeli Permo-Triyas istifi Paleo-Tetis kenedi boyunca intra-kratonik yay-ardı havza olarak açılmaya başlamıştır ve aynı süreç içerisinde bu yay boyunca gelişen yay önünde Küre ve Karakaya kompleksinin yığışım prizmaları eklenmeye başlanmıştır. İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği'nde bu riftleşmenin ilk ürünü sin-tektonik Balçık-Sancaktepe granitidir (U-Pb yaşı 257.3±1.5-253.7±1.75 my; önceki çalışmalarda Paleo-Tetis'in kapanma fazı ile ilişkilendirilmiştir), son ürünleri ise K80⁰D yönlü andezit daykları (U-Pb yaşı 252.7±3.4 my) ile K50⁰D yönlü andezit dayklarıdır (U-Pb yaşı 250.5±1.4 - 248.7±1.1 my). Bu süreçlerden sonra, kıta-içi denizi temsil eden Kocaeli Permo-Triyas istifi ile birlikte Resiyen öncesi oluşmuş dayklardan elde edilen 242-222 my tektono-termal yaşlar temelinde, Paleo-Tetis, orta-geç Triyas döneminde tamamen kapanmıştır. Bu tektono-termal olay ise Hersiniyen orojenezinin son fazını (ya da Kimmer orojenezini ?) temsil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul-Zonguldak Tektonik Birliği, Kaledoniyen orojenezi, Pripyat-Dnieper-Donets-Karpinsky alakojeni, Variskan orojenezi, Hersiniyen orojenezi

Dykes Cross-Cutting İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit (Eastern Europe-Avalonia) And Early

Cambrian to Late Triassic Tectono-Magmatic Evolution

Fatih Şen^a, Hayrettin Koral^a and Irena Peytcheva^b

^aDepartment of Geology Engineering, İstanbul University, Avcılar, 34320, İstanbul

^bDepartment of Geochemistry and Petrology, Bulgarian Academy of Sciences, 1113, Sofia

(senfatih81@gmail.com)

Abstract: The İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit (İZTU) located in NW Anatolia is accepted as a part of Avalonia separated from Gondwana during late Ediacaran along Neo-proterozoic suture. The basement rocks of this unit outcrop in (a) the Armutlu peninsula, the basement is made up of quartzo-feldspathic gneiss-amphibolite sequence; (b) the Sünnice mountains, the basement consists of migmatitic quartzo-feldspathic gneisses (Demirci para-gneisses; age unknown) and meta-volcanics with meta-sedimentary rocks (Yellice meta-volcanics; U-Pb age of 1055.6 to 1782±130 ma); (c) the Araç-Karadere-Zirze area, the basement is made up of high-grade meta-deposits. Several magmatic bodies linked to the final phase of the Cadomian orogeny crop out (a, U-Pb age of 591.9±5.1 - 569±2.0 ma; b, Tüllikiriş granite - U-Pb of 576±6 ma; c, U-Pb age of 590±5 - 576±9 - 568 ±11 ma) in these basement rocks. Besides, the syn-extensional Kapıkaya granite (U-Pb age of 565.3±1.9 ma) associated with the initial rifting phase of the Rheic outcrops in the Sünnice mountains.

Outcrops of the İZTU belonging to the Rheic in İstanbul and southern Çamdağ areas are termed to the İstanbul terrane. Those in northern Çamdağ, Düzce, Bolu, Zonguldak-Amasra, Karadere-Zirze-Araç entitled are called the Zonguldak terrane. The İstanbul terrane is represented by fluvial-alluvial clastics (Kurtköy Formation, late Ediacaran to early Ordovician), beach deposits (Aydos formation, early to middle Ordovician), continental shelf deposits (Gözdağ formation, middle Ordovician to early-middle Silurian; Dolayoba formation, late Silurian; İstinye formation, late Silurian to early Devonian; Kartal formation, early to middle Devonian; the lower part of the Büyükkada formation, middle Devonian), continental slope deposits (Büyükkada formation, late Devonian; Baltalimanı formation, late Devonian to early Carboniferous) and foreland deposits (Trakya formation, early Carboniferous). Stratigraphy of the Zonguldak terrane is described as fluvial-alluvial clastics (Kurtköy formation, late Ediacaran to early Ordovician), beach deposits (Aydos formation, early to middle Ordovician), continental shelf deposits (Findıklı formation, middle Ordovician to late Silurian), terrestrial to shallow marine deposits (Ferizli formation, early to middle Devonian), shallow marine deposits (Yılanlı formation, middle Devonian to early Carboniferous) and lacustrine-bog-fluvial-alluvial deposits (Madendere formation, early to late

Carboniferous). These units belonging to Avalonia were intruded by the Balçık-Sancaktepe granite (U-Pb age of 257.3 ± 1.5 - 253.7 ± 1.75 ma) and unconformably covered by the Kocaeli Permo-Triassic sequence.

Maps of 1/1000-scale were prepared as parts of master and PhD theses between 2009 and 2016 in seven different areas including the Anatolian part of İstanbul mega-city, Düzce and Bolu. Their orientations, major-trace element and U-Pb ages (zircon) of dykes-sills were determined. Small magmatic intrusions are divided into four groups. (a) N85°E trending (partly folded) dacite dykes (U-Pb age of 485.7 ± 3.6 ma) and N15°W trending dacite dykes (U-Pb age of 443.0 ± 5.4 ma) cross-cutting the Demirci para-gneisses in Bolu have subduction signature representing a collisional tectono-magmatic setting; N50°W trending basaltic andesite dykes (U-Pb age of 445.9 ± 4.0 ma) cross-cutting the Aydos formation in İstanbul have subduction signature related to a volcanic arc tectonic setting; (b) N-S trending diabase dykes-sills (U-Pb age of 379.4 ± 2.3 ma) cross-cutting the Kurtköy formation in İstanbul have a subduction component representing a rift tectonic regime, N15°E trending basaltic andesite dykes (U-Pb age of 318.0 ± 16 ma) cross-cutting the limestone-shale strata of the Yılanlı formation in Düzce and N5°E trending basaltic andesite dykes (U-Pb age of 301.0 ± 1.6 ma) cross-cutting the Demirci para-gneisses in Bolu have subduction component relevant to a volcanic arc; (c) N40°-50°E trending basalt dykes (U-Pb age of 268.2 ± 2.4 ma) cross-cutting the Yellice meta-volcanics, N75°E trending granite dykes-sills (U-Pb age of 262.0 ± 1.4 ma) and N80°W trending andesite dykes (U-Pb age of 261.4 ± 1.7 ma) crosscutting the Demirci para-gneisses in Bolu have subduction signature linked to a magmatic-volcanic arc setting; (d) Kapıkaya granite was intruded by N80°E trending andesite dykes (U-Pb age of 252.7 ± 3.4 ma) with subduction and within plate signature related to a rift setting; N50°E trending andesite dykes (U-Pb age of 250.5 ± 1.4 ma) crosscutting the Demirci para-gneisses in Bolu have subduction component representing a rift setting and N50°E trending andesite dykes (U-Pb age of 248.7 ± 1.1 ma) cross-cutting the Dolayoba formation in İstanbul have within plate signature linked to a rift setting.

New U-Pb ages (zircon) from dykes-sills cross-cutting the İZTU demonstrate several tectono-magmatic phases during early Paleozoic to early Mesozoic era. Everything into our data and other findings in previous studies, after the İZTU began separation from northern margin of Gondwana, on the other hand, initial rifting of the Rheic, during late Ediacaran along Neo-proterozoic suture, based on tectono-thermal ages of 527 to 525 ma obtained from pre-Paleozoic dykes (556 to 549 ma) it entered to be influenced in process of the initial closure phase of the Tersseyre-Tornquist sea, a branch of Iapetus, laid between Baltica and Avalonia. During middle Cambrian to Ordovician, the basement rocks in Armutlu and the Sünnice are intruded by a number of small magmatic bodies-dykes related to this tectono-magmatic events-the first phase of the Caledonian orogeny, a part of N85°E trending (partly folded) dacite dykes (U-Pb age of 485.7 ± 3.6 ma). Following closure processes, during late Ordovician to early Silurian, both the basement rocks in Armutlu, the Sünnice and

beach deposits in İstanbul terrane are intruded by several magmatic bodies-dykes linked to the final closure phase of the Tersseyre-Tornquist sea-the second phase of the Caledonian orogeny, a part of N50°E trending basaltic andesite dykes (U-Pb age of 445.9±4.0 ma), N15°E trending dacite dykes (U-Pb age of 443.0±5.4 ma), and these ages are also in agreement with felsic lavas and tuffs connected to this tectono-magmatic events within the sandstone-limestone strata of the lagoonal-continental shelf deposits (Gözdağ formation) in İstanbul terrane. It is the most obvious evidence that Avalonia collided with Baltica named for 'soft docking' and the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit is a part Avalonia. After soft docking event, the İZTU-Baltica collided with Laurentia to form Laurussia during late Silurian to early Devonian related to the final phase of the Caledonian orogeny. As a result of collision, İZTU took place anticlockwise rotation (e.g., 31°), it uplifted throughout this time interval and during early to middle Devonian the İstanbul terrane was slowly developed transition setting from continental shelf to slope phase to expanding Rheic when by forming barriers the Zonguldak terrane was turned into a epeiric sea connected with Rheic, such as Baltic sea attached to Atlantic ocean in the actual earth. This collision is the most clearest proofs as existence of intra-clastic strata in the shelf deposits (İstinye formation) in the İstanbul terrane, presence of terrestrial deposits in lower strata of the shallow marine deposits (Ferizli formation) in the Zonguldak terrane and tectono-thermal ages of 419 to 411 ma yielded from pre-Devonian dykes in both terrane. Following this tectonic movements, terrestrial deposits in the İstanbul terrane and the Zonguldak terrane with both their basement rocks were located alongside cratons (Sarmatia) belonging to Baltica during early to late Devonian and Pripyat-Dnieper-Donets-Karpinsky aulacogen started to intra-cratonic rifting between Ukrainian shield and Voronezh massif in Baltica in the beginning of the late Devonian. Mentioned rocks of the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit, except for offshore deposits in the İstanbul terrane due to ongoing to widen Rheic, were affected from this tectono-magmatic events, a part of N-S trending diabase dykes-sills (U-Pb age of 379.4±2.3 ma) cross-cutting the terrestrial deposits (Kurtköy formation) in the İstanbul terrane, detrital zircon ages of 758 to 381 ma yielded from shale-limestone strata of the Yılanlı formation and tephtras within late Devonian to early Carboniferous aged strata of it in the Zonguldak terrane. Furthermore, that pre-rifting deposits of this aulacogen and the lower strata of the Yılanlı formation are the same lithology demonstrate that in the Zonguldak terrane epeiric sea connected to epi-cratonic sea among cratons of Baltica with narrow sea way.

In Central-Eastern Europe during late Devonian to early Carboniferous the Rheic ocean began to closure process as a result of collision between Gondwana and Laurussia to be greater part of Pangaea with formation of the Variscan orogeny. While the Rheic ocean in the İstanbul terrane commence to closure term representing foreland deposits (Trakya formation) during early Carboniferous, epeiric sea in the Zonguldak terrane prolong throughout early to late Carboniferous representing lacustrine-bog-fluvial-alluvial deposits (Madendere formation). N15°E trending

basaltic andesite dykes (U-Pb age of 318.0 ± 16 ma) and $N50^{\circ}E$ trending basaltic andesite dykes (U-Pb age of 301.0 ± 1.6 ma) are part of the final phase of the Variscan orogeny. After the Variscan orogeny completed in Central-Eastern Europe, Palaeo-Tethys, in the eastern part of Eastern Europe remainder of the Rheic, began to closure phase during Permian to late Triassic. Additionally, the İstanbul terrane of the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit was palaeo-horst throughout early Carboniferous to late Permian and the Zonguldak terrane was also palaeo-horst during late Carboniferous to late Permian. Sakarya zone (Palaeo-Tethys) began to subduct to beneath the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit during early to late Permian representing the initial phase of the Hercynian orogeny. The initial and final products of this tectonic events are $N40^{\circ}-50^{\circ}E$ trending basalt dykes (U-Pb age of 268.2 ± 2.4 ma) and $N80^{\circ}W$ trending andesite dykes (U-Pb age of 261.4 ± 1.7 ma). At the same time, in the Sünnice Çele mafic complex and in the southern of Bolu Almacık block occurred in lower crustal basement of the Sakarya along subduction zone. These products of magmatic event are $N75^{\circ}E$ trending granite dykes (U-Pb age of 262.0 ± 1.4 ma) forming in the lower crust and granite sills (U-Pb age of 262.0 ± 19 ma from previous studies) in the upper crust of the basement of the Sakarya zone. And finally, all parts of Pangaea were completed. Following the initial phase of the Hercynian orogeny, the Kocaeli Permo-Triassic sequence began to rifting in intra-cratonic back-arc setting on the İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit and Küre and Karakaya complex proceed to attach to accretionary prism in fore-arc setting along the Palaeo-Tethys suture. The first magmatic product of the rifting is syn-extensional Balçık-Sancaktepe granite (U-Pb age of $257.3 \pm 1.5 - 253.7 \pm 1.75$ ma) accepted as the product of the subduction related to the Palaeo-Tethys. The second products of the rifting are $N80^{\circ}E$ trending andesite dykes (U-Pb age of 252.7 ± 3.4 ma) and $N50^{\circ}E$ trending andesite (U-Pb age of $250.5 \pm 1.4 - 248.7 \pm 1.1$ ma). After all, the Palaeo-Tethys with the Kocaeli Permo-Triassic sequence representing epi-continental sea was completely closed during middle to late Triassic based on tectono-thermal ages of 242 to 222 ma representing the final phase of the Hercynian orogeny (or Cimmerian orogeny?).

Keywords: İstanbul-Zonguldak Tectonic Unit, Caledonian Orogeny, Pripyat-Dnieper-Donets-Karpinsky Aulacogen, Variscan Orogeny, Hercynian Orogeny

Çamlıca Cami Ulaşım Tünellerinde Meydana Gelen Sorunların Mühendislik Jeolojisi Açısından Değerlendirilmesi

Feyat Taz^a, Ömer Ündül^b

^aİstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Vezneciler – İstanbul

^bİstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar – İstanbul

(oundul@istanbul.edu.tr)

Özet: İstanbul'un artan nüfusuna bağlı olarak, pekçok mühendislik yapısı çeşitli ihtiyaçların karşılanmasını sağlamak üzere inşa edilmektedir. Bu mühendislik yapılarından bir tanesi olan yeraltı yapıları, İstanbul'un çeşitli yerlerinde yapılmakta ve halihazırda planlanmaktadır. Çamlıca Cami ulaşım tünelleri, yapımı devam eden Çamlıca camisine ulaşımın sağlanması ve bölgedeki trafiğin rahatlaması için kazılmaktadır. Bu tüneller İstanbul Paleozoyik istifinde yer alan Kurtköy, Aydos ve Gözdağ formasyonuna ait kaya birimleri içerisinde açılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Çamlıca Cami Ulaşım Tünellerinin T2 kolu (km:0+795-1+066) ile Yaklaşım Tünelindeki (km:0+275-0+308) kazı ve destek çalışmaları ile meydana gelen jeo-mühendislik sorunlar değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tünel çalışmaları sırasında, özellikle kazı-destek sistemlerinin yer yer yetersiz kalması nedeniyle farklı kazı-destek sistemleri uygulanmış ve bu yeni destek sistemlerinin de uygun duraylılık koşullarını sağlayamadığı bölgeler olduğu tespit edilmiştir. Tünel kazı-destek çalışmaları sırasında aşırı sökülme, tünel içerisine doğru gelişen deformasyonlar ve su girişlerinin temel sorunlar olduğu belirlenmiştir. Tünel ilerleme hızına ve maliyetine etki eden bu sorunların değerlendirilmesinde, önceki çalışmalar, bölgenin genel jeolojik özellikleri, tünel kazısı sırasında karşılaşılan birimlerin kaya özellikleri ile kaya kütle özellikleri, kazı ve destek uygulamaları ve güncel tünel içi gözlemler birlikte kullanılarak, iki boyutlu, sonlu elemanlar yöntemi (Phase2D yazılımı) yardımıyla sayısal analizler Genelleştirilmiş Hoek-Brown yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Sayısal analizler yardımıyla, aynalara ait elastik-plastik zon sınırı ve kalınlığı belirlenmiş, sınır kaya kütle koşulları tariflenmiştir. Ayrıca çalışılan tünel kesimlerinin jeolojik enine kesit modeli güncellenmiş ve meydana gelen aşırı sökümlerin jeolojik ve jeo-mühendislik özellikleri tariflenmiştir.

İstanbul'daki kaya birimlerinin farklı boyutlarda kırıklı ve kıvrımlı olduğu çeşitli seviyelerde de ayrılmaya uğradığı bilinmektedir. Çalışılan tünel kesimi için ise, meydana gelen mühendislik jeolojisi kökenli sorunların başlıca kaynaklarının, ön çalışmalarda belirlenen kaya birimleri ve kaya kütle özellikleri ile çalışma sırasında karşılaşılan kaya birimleri ve kaya kütle özelliklerinin tünel ilerleme kısımlarında

farklı metrelerde karşılaştırılması, ön çalışmalarda belirtilmeyen bazı farklı kaya birimlerinin tünel içinde karşılaştırılması (Örneğin Gözdağ formasyonu) ve kaya ortamındaki özellikle ezik zonlar ile kaya kütlelerinin ayrışma koşullarının beklenenden daha olumsuz koşullar sağlaması şeklinde özetlenebilir. Tüm bu koşullar beklenmeyen ve istenmeyen mühendislik jeolojisi kökenli sorunları yaratmaktadır.

Bu bağlamda, yapılan ölçümler, gözlemler ve sayısal analizlere göre en yüksek şekil değiştirmelerin yaşanabileceği plastik zonlar ileri derecede-tamamen ayrılmış, GSI değeri 20'nin altında olan kumtaşı-kiltaşı ardalı seviyelerde beklenmelidir. Ayrıca tünelde sıkça gözlenen arkoz birimleri için 13Gpa'dan düşük elastik modüllü ve orta derecede ayrışmadan daha yüksek ayrışma seviyeleri olan ve GSI değeri 50'nin altında olan kaya kütlelerinde 2.5-3m'lik plastik zonların gelişebileceği ortaya konmuştur.

Tüm bunlara ek olarak, tünel içinde gözlenen Gözdağ formasyonu ile Kurtköy formasyonunun sınırı hazırlanan jeolojik modele göre Çamlıca Bindirmesine ait düzlem olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çamlıca Cami Ulaşım Tünelleri, İstanbul Paleozoyik istif, mühendislik jeolojisi, sayısal analiz.

Evaluation of The Problems in Çamlıca Cami Tunnels from The View of Engineering Geology

Feyat Taz^a, Ömer Ündül^b

^aİstanbul University, Institute of Science

^bİstanbul University, Geological Engineering Dept. Avcılar – İstanbul
(oundul@istanbul.edu.tr)

Abstract: Many engineering applications are being built in İstanbul to provide any kind of need due to the increase in population of İstanbul. Underground structures as one of these engineering structures are being constructed and being planned to be constructed in different parts of İstanbul. Çamlıca Mosque transportation tunnels are excavating to allow the mobility for the Çamlıca mosque and to relax the traffic load in the area. These tunnels are excavated in Kurtköy, Aydos and Gözdağ formations of İstanbul Paleozoic sequence.

Within this study the excavation and support studies in T2 tunnel (km:0+795-1+066) and approach tunnels (km:0+275-0+308) of Çamlıca Mosque transportation tunnels and the geo-engineering problems were evaluated. During tunnelling, different excavation - support systems were utilized due to the inadequacy of the applied excavation – support systems. Even in these new excavation – support systems in some localities overbreaks were observed. During tunnelling the main problems were encountered as overbreaks, deformations and water leakage. The evaluation of these budget and time consuming problems previous studies, geological features of the site, the rock and rock mass properties of the rocks along the tunnel route, recent observations during tunnelling were encountered together utilizing finite element analysis in 2D (Phase2D) based on Generalized Hoek-Brown criterion. With the help of numerical models the boundaries between elastic and plastic zones, thicknesses and boundary rock mass conditions were obtained.

The rock unit in İstanbul are known to be fractured at various scales, folded and weathered at varying grades. The engineering geological problems encountered at the studied excavation stages can be summarized as the difference of rock mass boundaries and their rock mass characteristics given in preliminary studies than the actual state, the existence of some rock units which were not mentioned in preliminary studies (e.g. Gözdağ formation) and unfavourable behaviour of sheared zones and partially weathered zones than expected. All these situations generate the unexpected and unwanted engineering geological problems.

In this sense, the measurements, observations and numerical studies suggest that, the deepest plastic zones should be expected in highly and completely weathered sandstone-claystone sequence with a GSI below 20. Besides, tunnel sections composed of arkosic sandstones having Elastic modulus of below 13GPa, moderately to highly weathered, and a GSI value below 50 approximately a plastic zone between 2,5-3m should be expected.

Keywords: Çamlıca Cami Transportation Tunnels, İstanbul Paleozoic sequence, engineering geology, numerical analysis

Mecidiyeköy – Mahmutbey Metro Hattının Alibeyköy Deresi Geçişinde İnşa Edilecek Viyadük-İstasyonun Zemin Koşulları ve Temel Çözümleri

Feyzi Polat¹, Mustafa Murteza², Gökhan Erkuş³, Gökhan Aslantaş⁴

¹Artson Geoteknik, İstanbul

²İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Raylı Sistemler Müdürlüğü, İstanbul

³Gülermak-Kolin-Kalyon Metro Yapım Ortaklığı, İstanbul

⁴Gülermak-Kolin-Kalyon Metro Yapım Ortaklığı, İstanbul

(feyzipolat@artsonmuhendislik.com)

Özet: Mecidiyeköy – Mahmutbey Metro Hattının, Kağıthane ve Alibeyköy dere tabanları, tünellerin planlandığı seviyeye göre daha alçakta kalmaları nedeniyle, dere geçişleri viyadük şeklinde planlanmıştır. Söz konusu viyadük geçişler; aynı zamanda istasyon olarak tasarlanmışlardır. Dere geçişlerinin kalın ve yumuşak halic çökelleri ile dolu olduğunun bilinmesi nedeniyle viyadüklerin inşa edileceği hatta kapsamlı jeolojik – jeoteknik incelemeler yapılmıştır. Bu makalede Mecidiyeköy – Mahmutbey Metro Hattının Alibeyköy dere geçişinde (yaklaşık Km: 10+082.925 - Km: 10+518.125 arası) inşa edilen viyadük-istasyonun ayaklarına yönelik olarak yapılan jeolojik – jeoteknik araştırmalar ve bu araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre viyadük ayakları için uygulanan derin temel çözümü konu edilmiştir.

Yapılan jeolojik-jeoteknik çalışmalar sonucunda metro hattının Alibeyköy Deresi geçişinde kalınlığı 50m ye ulaşan genç (Kuvaterner) çökeller olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu çökeller yumuşak (henüz konsolide olmamış), tamamen suya doygun, yer yer kumlu ara seviyeler bulunduran kil, siltli kil ve killi siltlerden kurulu olup yaygın şekilde gastropod kavkıları ve çürümüş bitki kalıntıları içerir. Metro hattının dere geçişinde inşa edilecek viyadük-istasyona ait kenar ayaklar, ayak alanlarında kaya biriminin yüzeyde yer alması nedeniyle yüzeysel temellere, orta ayakların ise ayak alanlarında kaya birimi üzerinde bulunan yumuşak çökeller dolayısı ile baret şeklindeki derin temellere taşıtılması planlanmış ve bu doğrultuda uygulama yapılmıştır.

Anahtar Sözcükler: metro hattı, Alibeyköy Deresi, viyadük-istasyon, baret temel

Soil Condition And Foundation Solutions Of The Viadukt-Station To Be Constructed At The Alibeyköy Stream Passage Of The Mecidiyeköy – Mahmutbey Subway Line

Feyzi Polat¹, Mustafa Murteza², Gökhan Erkuş³, Gökhan Aslantaş⁴,

¹Artson Geoteknik, Istanbul

²İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Raylı Sistemler M d rl g , Istanbul

³G lermak-Kolin-Kalyon Metro Yapım Ortaklığı, Istanbul

⁴G lermak-Kolin-Kalyon Metro Yapım Ortaklığı, Istanbul

(feyzipolat@artsonmuhendslik.com)

Abstract: *The Kağıthane and Alibeyköy Valley passage of the Mecidiyeköy – Mahmutbey Subway Line are planned as a viadukt-station due to the level difference between subwayline and mentioned valleys plain. Since it is known that the stream passages of subway line are filled with thick and soft estuary sediments, comprehensive geological - geotechnical investigations have been done. In this article, geological-geotechnical investigations conducted at site and the deep foundation solutions applied to the viadukt-station (about Km: 10 + 082,925 - Km: 10 + 518,125) of the Alibeykoy valley are argued.*

According to geological studies, it is determined that the subway line cut soft (Quaternary) sediments reaching a thickness of 50m at the Alibeyköy valley crossing. The soft sediments are composed of clay, silty clay and clayey silt with somewhat sandy intermediate levels and commonly include gastropod shells and rotten plant remains. The abutment of the viadukt-station are planned as a shallow mat foundation due to the rock on the surface, while piers 2, 3, 4, 5, 6 and 7 are planned to be carried by deep foundation (barretta) due to the soft sediments located in the piers areas.

Keywords: subway line, Alibeyköy Deresi, viyadukt-station, barrette foundation

İklim Değişikliği Ekosistem Etkileşimi

Levent ŞAYLAN

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji
Mühendisliği Bölümü
(saylan@itu.edu.tr)*

Özet: Artan küresel ısınma, atmosferdeki sera gazları ve bununla ilişkili olarak bu gazların atmosfer ile yeryüzü arasındaki değişimlerinin araştırılmasını gerekli kılmıştır. Bu nedenle atmosfere salınan veya atmosferden alınan (yutak) sera gazlarının miktarlarının, yersel ve zamansal değişimlerinin belirlenmesi araştırmacıların odak noktası olmuştur.

Atmosferdeki sera gazları (GHG) içinde, CO₂, CH₄ ve N₂O özellikle sanayileşmenin başlangıcından itibaren önemli bir artış eğilimindedir ve bu gazların konsantrasyonlarının artmasına neden olan kaynakların düzenlenmesi ile salımının azaltılması için ülkeler arasında kararlar alınmaktadır. Amaç, özellikle fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan emisyonun azaltılması ve atmosferdeki GHG birikiminin düşürülmesidir. Arazi kullanımındaki değişimler de, atmosfer ve karasal ekosistemler arasındaki karbon döngüsünü de etkilemektedir. Amaç, emisyonları azaltırken, diğer yandan karbon yutak potansiyelinin artmasıdır.

İklim değişikliğine neden olan ana faktörlerden biri ve en önemlisi antropojenik kaynaklı emisyonlardır. Bu emisyonlar ve arazi kullanımında değişikliğe neden olan faaliyetler, günümüzde atmosferdeki sera gazı konsantrasyonunun artmasına neden olan ana sebeplerdir.

Toprak, karasal ekosistemlerde, en önemli sera gazı deposudur. Ayrıca bitkiler ve hayvanlar diğer önemli emisyon ve yutak kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır. Yerkürede en fazla karbon okyanusların derinliklerindedir ve bunun atmosfere geçiş süresi uzun yıllar almaktadır. Tarım alanları ve orman alanları atmosfere sera gazı veren ve atmosferden sera gazı alan (yutak) bir özelliğe sahiptir. Ancak şehirler, fosil yakıt tüketiminden kaynaklanan atmosfere sera gazı emisyonları ile küresel ısınmaya ve dolayısıyla iklim değişikliğine olumsuz etkide bulunmaktadır. Toprak işleme faaliyetlerinin topraktan karbon salınımlarına etkide bulunduğu bilinmektedir. Günümüzde şehirlerimizden, su, tarım, orman, toprak gibi yüzeylerden, kaynaklanan sera gazı değişimi uluslararası kabul gören yöntem ve teknoloji ile belirlenmeli, modellenmeli ve sürekli izlenmelidir. Böylece ülkemizde, değişen ve değiştirilen iklimin, ekosistemin hangi faktörlerinden etkilenebileceği ve gelecekte nasıl değişebileceği ile ilgili daha sağlıklı değerlendirmeler yapabiliriz.

Bu çalışmada, atmosfer ile biyosfer arasındaki sera gazı değişimi ile ilgili ülkemizde yaptığımız uygulamalı araştırma çalışmalarımızdan bazı örnekler ve gelecekte bu alanda yapılması gerekenler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Sera Gazı Değişimi, Karbon Bütçesi

Interaction Between Climate Change And Ecosystem

Levent ŞAYLAN

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji
Mühendisliği Bölümü
(saylan@itu.edu.tr)*

Abstract: Due to the increasing global warming, greenhouse gases and their associated changes between the atmosphere and the earth have become necessary. Therefore, it has been the focus of researchers to determine the spatial and temporal changes of quantities released and captured greenhouse gases.

In the atmosphere, greenhouse gases (GHG), CO₂, CH₄ and N₂O tend to increase significantly, especially from the beginning of the industrialization, and decisions have been taken between countries to regulate the sources of these gases to increase and to reduce emissions. The aim is to reduce emissions from energy use (especially fossil fuel consumption) and to reduce the GHG accumulation in the atmosphere. Changes in land use also affect the carbon cycle between atmosphere and terrestrial ecosystems. One of the requirements in practice is to increase the carbon sink potential while reducing emissions.

One of the main and most important factors that cause climate change is anthropogenic emissions. These emissions and changes in land use are the main reasons of increase of atmospheric greenhouse gas concentrations at the present time.

Soil is the most important greenhouse gas storage in terrestrial ecosystems. In addition, plants and animals are confronted as other important source and sinks of emissions. The highest carbon capture in the world is at the depths of the ocean, and it takes many years to pass through the atmosphere. Agricultural and forest areas has a feature sinking the greenhouse gases. However, cities have a negative impact on global warming and therefore climate change due to atmospheric greenhouse gas

emissions from fossil fuel consumption. It is known that soil treatment activities have an effect on carbon emissions from the soil. The exchange of greenhouse gases should be determined, modeled and continuously monitored by internationally accepted methods and technologies on the surfaces such as water, agriculture, forest and soil. Through this way, we can make better assessments of climate about how it has been changing and has forced to change and also how the ecosystems have been changed and affected in the future in our country.

In this study, some examples from our applied research studies on the exchange of greenhouse gases between the atmosphere and the biosphere in our country and what to do in the future will be presented.

Keywords: Climate change, Greenhouse gas exchange, Carbon budget.

Afetlerde Zarar Azaltma ve İyileştirme Planlaması

Disaster Mitigation and Recovery Planning

Mikdat Kadioğlu

İstanbul Teknik Üniversitesi Maslak, İstanbul, kadioğlu@itu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada afet öncesi risk ve zarar azaltma ve afet sonrası iyileştirme için benzer bir formatta hazırlanması gereken afet zarar azaltma ve iyileştirme planlamasının temel ilkeleri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet Yönetimi, Zarar Azaltma, Afet İyileştirmesi, Planlama

Abstract: In this study, the basic principles of disaster mitigation and remediation planning, which should be prepared in a similar format for post-disaster risk reduction and mitigation and post-disaster recovery, are discussed.

Keywords: Disaster Management, Mitigation, Disaster Recovery, Planning

1. GİRİŞ

Afetlere güvenli bir düzene ulaşmak için belli başlı iki temel yol vardır. Birincisi; afet olmadan önce yerleşim biriminde (afetlerde zarar görme ihtimali olan bölgede) yapılan risk azaltma uygulamalarıdır. İkincisi ise; afet sonrasında afetten zarar görmüş olan yerleşim biriminde ‘iyileştirme’ ve ‘yenilenme’ çalışmalarıdır. Bununla beraber afet risk yönetiminde yapılacak olan sistematik çalışmalar ile afetlerin neden olabileceği olumsuz etkilerini en baştan önlemek, afet sonrası iyileştirme çalışmalarını önemli ölçüde azaltmak afet yönetimin temel hedefidir. Çünkü iyileştirme çalışmaları ne kadar başarılı olursa olsun asla afette oluşacak olan can ve mal kayıplarını yerine koyamaz.

Bu noktada ortaya çıkan ‘**Afet Yönetimi**’ kavramı her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerinin tümünü kapsar. Diğer bir deyişle, günümüzde afet yönetimi her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerinin tümüdür.

Afetler ile ortaya çıkan acil duruma ilişkin görevlerin (arama ve kurtarma çalışmaları, geçici barınma, sağlık ve günlük ihtiyaçların karşılanması vb.) yerine getirilmesinden sonra, sıra yerel toplulukların ve bireylerin elden geldiğince ivedilikle tafet öncesi yaşam koşullarına kavuşturulmasına gelmektedir. Bu önceki durumlarından daha güvenli bir ‘düzene dönüş’ süresinin mümkün olduğunca

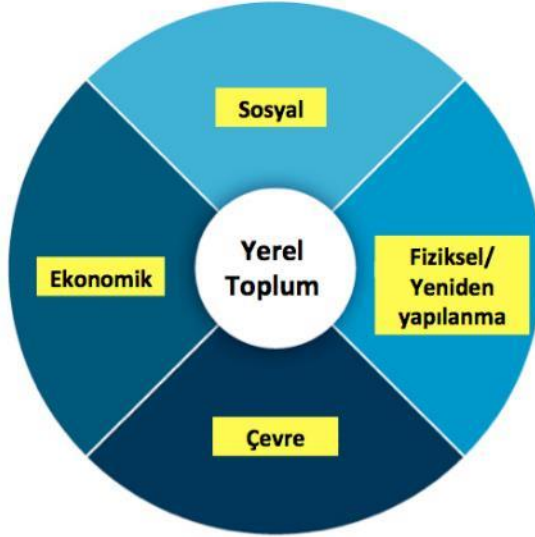
kısıtlanması iyileştirme çalışmalarının başlıca çabasıdır.

Afetlerde yapılacak olan bu tür çalışmalar değişik idari birimler ve yerel idareler arasında karşılıklı ve yakın iş birliği ve eşgüdümü şart koşmaktadır. Bunun için de havzalarda afete maruz kalacak iller arasında havza koordinatör valisi gibi operasyonda eş güdümlü ve sevk idare sağlayacak bir yönetime ihtiyaç vardır.

Afet risk azaltma ve iyileştirme, sadece afet ya da acil durum sonrası enkazın kaldırılması, oluşan kirliliğin temizlenmesi ile sınırlı değildir. Risk azaltma ve iyileştirme, tüm insani ve fiziksel bileşenlerin yapılandırmak için gerekli tüm adımları kapsayan bir süreçtir. Bu nedenlerden dolayı belli başlı zarar azaltma ve iyileştirme çalışmaları sosyal, çevresel, ekonomik, fiziksel ve bunlara bağlı olarak yapılması gereken çalışmaların tümünü kapsar.

2. FONKSİYONEL RİSK AZALTMA VE İYİLEŞTİRME HİZMET GRUPLARI

Şuana kadar afetlerdeki uygulamalardan ve literatürden de görüleceği üzere bütün bu kurum ve kuruluşların görev ve sorumlulukları Sosyal, Ekonomik, Çevre, Fiziksel/Yeniden Yapılandırma başlıkları gibi kümeler altındaki hizmet gruplarında toplanabilir (Şekil 1).



Şekil 1. Yerel toplum odaklı risk azaltma ve iyileştirme çalışmalarının yürütülmesi için kurulması gereken en temel fonksiyonel iyileştirme çalışma grupları.

Bu kapsamda Orman ve Su İşleri Bakanlığına (OSİB) önerilerin taşkın risk azaltma ve iyileştirme çalışmalarının yürütülmesi için fonksiyonel hizmet grupları Şekil 2’de örnek olarak verilmiştir.



Şekil 2. OSİB başkanlığında kurulması önerilen çok amaçlı taşkın risk azaltma ve iyileştirme hizmet grupları.

3. AFET ZARARLARINI AZATMA PLANLAMASI

Zarar azaltma orta ve uzun vadede insanlar, mal ve mülkler üzerinde afetlerin oluşturacağı zararları önlemek veya azaltmak için afet öncesi alınan her türlü tedbiri içermektedir (Kadıoğlu, vd. 2003; Sözen, 1999; Türkoğlu vd., 2002; Yiğiter, 2005). Zarar Azaltma Planlaması ise riskten sakınmak, uzak durmak, riski azaltmak veya riski tamamen ortadan kaldırmak amacıyla şehirselleşen alanlarda yapılan gelişmiş planlama yaklaşımlarını içerir. Bunun için takip edilmesi gereken adımlar şunlardır:

1. TARİHİ AFETLER VE ÖNDEĞERLENDİRME

2. TEHLİKE HARİTALARI

3. RİSK HARİTALARI

- 3.1 Tehlike Verileri
- 3.2 Maruz Kalma Verileri

4. RİSK ANALİZİ YÖNTEMİ

- 4.1 Etkilenen Nüfus Değerlendirmesi
- 4.2 Binalara, İçeriklerine ve Diğer Arazi Kullanım Hasarları
- 4.3 *Beklenen Yıllık Ortalama Etkiler*
- 4.4 Stratejik Yapıların ve Altyapının Hasar Değerlendirmesi
- 4.5 Farklı Senaryo Etkileri ile Risk Haritalarının Üretimi

5. SONUÇLAR

- 5.1 Etkilenecek olan Nüfus
- 5.2 Binalar ve Diğer Arazi Kullanımlarında Afet Zararı
- 5.3. Beklenen Yıllık Ortalama Etkiler
- 5.4. Stratejik Yapılar ve Altyapı
- 5.5. Afet Risk Haritaları

6. AFET RİSK YÖNETİMİ HAKKINDA VARILAN SONUÇLAR

- 6.1 Tahmin Edilen Etkilerin Özeti
 - 6.1.1. Sağlık
 - 6.1.2. Çevre
 - 6.1.3. Kültürel Miras .
 - 6.1.4. Ekonomi

7. MÜDAHALE KAPASİTE ANALİZİ

- 7.1. Koruma ve Erken Uyarı
- 7.2. Tahliye Yolları ve Toplu Barınma
- 7.3. Acil Durum Müdahale Tesisleri
- 7.4. Atık Yönetimi

8. RİSK ANALİZİ

- 8.1. Tehlike Profilleri
- 8.2. Riskli Alanları Önceliklendirme

4. AFET İYİLEŞTİRME PLANLAMASI

İyileştirme çalışmaları müdahale anındaki ön iyileştirme ile başlar, orta ve uzun vadeli iyileştirme çalışmaları olarak devam eder. Bazı araştırmacılar bu evreye yeniden inşa evresini de dâhil etmekte ve bu evreyi afetten etkilenen toplulukların ihtiyaçlarının en az afet öncesindeki veya mümkünse daha ileri bir düzeyde karşılanana kadar devam etmesini öngörmektedir.

Bazı araştırmacılar iyileştirme evresine, yeniden inşa evresini dâhil etmekte ve yeniden yapılanma çalışmalarının afetten etkilenen toplulukların durumunu afet öncesindeki daha ileri bir düzeyde karşılanana kadar devam etmesini öngörmektedir. Bu nedenle, afetten etkilenen veya zarar gören tüm insan aktivitelerinin afetten önceki düzeyden daha ileri bir düzeyde karşılanabilmesi, bu safhada yapılacak faaliyetlerin ana hedefidir. Bunun için Tablo 1'deki ilke ve prensiplere göre hareket edilmelidir.

Tablo 1. Yeniden inşada uygulanması gereken temel ilke ve prensipler.

KORU	DİKKAT ET	FIRSATI DEĞERLENDİR
<ul style="list-style-type: none">▪ Tarım alanları▪ Su havzaları▪ Ormanlar▪ Kıyılar▪ Tarihi ve kültürel varlıklar	<ul style="list-style-type: none">▪ Sosyo-Kültürel özellikler▪ Ekonomi▪ Trendler▪ Yeni Riskler▪ SEÇTİK kriterleri	<ul style="list-style-type: none">▪ Zarar ve riski azaltmak▪ Yeşil alan yaratmak▪ Trafığı iyileştirmek▪ Yaşam kalitesini artırmak▪ Sürdürülebilir kalkınma

Afet İyileştirme Planları muhtemel bir afet sonrası geniş çaptaki iyileştirme faaliyetlerini desteklemek için çeşitli kaynakların önceliklendirilmesini ve ilgili kurumların koordine edilmesini kapsar. Özetle, iyileştirme faaliyetleri 3 aşamada gerçekleşir.

Aşama 1 - Ön iyileştirme safhası: Afettn hemen sonraki iyileştirmenin erken safhası, acil müdahale faaliyetleri ve ön iyileştirme operasyonlarından oluşur. Bu, Afet İyileştirme Planının uygulanması ve ilgili kurum ve kuruluşlarının kendi iyileştirme stratejilerinin geliştirilmesi aşamasıdır. Bu aşamanın tamamlanmasını takiben iyileştirme çabaları orta ve uzun vadeli iyileştirme ve yeniden yapılandırma hedeflerine odaklanılır.

Aşama 2- İyileştirme ve yeniden yapılanma safhası: İkinci aşama afetten etkilenen bölgeleri iyileştirip yeniden yapılandırmak için kaynak ve hizmetlerin dağıtımını ve fonksiyonel faaliyetlerin ele alınmasını içerir. Bu aşama aynı zamanda iyileştirme faaliyetlerinin gözlenmesini ve gerektiğinde fonksiyonel iyileştirme planının iyileştirme çabalarının dinamik doğası ile uygun hale getirilmesi için düzenlenmesini içerir. Bu aşama esnasında afet bölgesinin gelecekteki afet risklerine dayanıklılığını arttırmak için girişimler ve stratejiler geliştirilip uygulanır.

Aşama 3- Düzene geçiş: safhası: Plan dahilindeki iyileştirme çalışmalarının son aşaması önemli ve öncelikli iyileştirme görevlerinin tamamlanması, doğru düzene geçiş ve bundan sonraki iyileştirme sorumluluklarının yerel yönetimlere ve ilgili kurumlara devredilmesidir.

5. SONUÇ

Afet zarar azaltma ve İyileştirme planın amacı, yerel yönetimin veya işletmenin tüm güç ve kaynaklarını afetten önce planlayarak, afetin meydana gelmesi halinde afet bölgesine en hızlı şekilde ulaşılması ile en etkin iyileştirme çalışmalarının yapılmasını sağlamak, zarar azaltma ve iyileştirme teşkilatının kuruluş ve görevlerini düzenlemektir. Böylece afet zarar azaltma ve iyileştirme safhasında

yapılacak faaliyetlerin ana hedefi, afete uğramış toplulukların toplumsal, fiziksel, çevresel ve ekonomik alanlardaki hayati aktivitelerinin zaman içerisinde geliştirilerek devamını sağlamak ve sonuçta etkilenen insanlar için afet öncesinden daha güvenli ve gelişmiş bir yaşam çevresi oluşturmaktır.

KAYNAKLAR

- Kadioğlu, M., İ. Helvacioğlu, İ., Okay, N., Tezer, A., Trabzon, L., Türkoğlu, H., Ünal, Y. S., Yiğiter, R. (2003) Okullar İçin Afet Yönetimi Ve Acil Yardım Planı Kılavuzu, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press, İstanbul.
- Sözen S., Piroğlu, F., (1999) Afet Yöneticileri için Zarar Azaltma Yöntemleri, İTÜ Afet Yönetim Merkezi Yayınları, İTÜ Press, İstanbul.
- Türkoğlu, H., Tezer, A., Yiğiter, R. (2002), Şehir Planlama ve Zarar Azaltma Yöntemleri, Kentlerin Depreme Hazırlanması Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Mimarlar Odası İstanbul Şubesi 8-9 Şubat 2002, İTÜ Taşkışla, İstanbul, s.94-106.
- Yiğiter, R.G., 2005: Kentsel Yerleşmeleri Afetlere Hazırlama Odaklı Kent Planlaması ve Zarar Azaltma; Kadioğlu M. ve Özdamar, E., eds, “Genel Afet Yönetimi Temel İlkeleri” içinde, JICA Yayınlar No: 1, Ankara.

Arkeolojik ve Jeolojik Bir Perspektiften Tarih Öncesinde İstanbul

Istanbul in Prehistory from an Archaeological and Geological Perspective

Mehmet Özdoğan^a, M. Namık Yalçın^b

^{a)} Prof. Dr. (em), İstanbul Üniversitesi, Prehistorya Anabilim Dalı, Lâleli-İstanbul

^{b)} Prof. Dr. (em), İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar-İstanbul

(mny@istanbul.edu.tr)

Özet: İstanbul Avrupa-Avrasya-Akdeniz-Ortadoğu bölgeleri için bir kavşak noktası olmanın yanı sıra, çok uzun tarihi boyunca tampon bölge, kültür köprüsü veya merkez olma rollerini de üstlenmiştir. Bu nedenle geçmişinin öğrenilmesi sadece İstanbul için değil, çok geniş bir coğrafya için önem taşımaktadır. 1.8 Milyon yıllık bir geçmişin öğrenilmesi söz konusu olduğundan, arkeolojinin yanı sıra Kuvaterner jeolojisi ve jeomorfolojisinin de bu uzun tarihin aydınlatılması sürecine katılmaları bir zorunluluktur.

Bu bildiri İstanbul ve yakın çevresindeki tarihöncesi dönemlerin izleri arkeolojik ve jeolojik bir bakış açısıyla değerlendirilecektir. Bu bağlamda ağırlıklı olarak Yarımburgaz, Pendik, Fikirtepe, Yenikapı kazılarının bulgularının ışığında Paleolitik, Mesolitik, Neolitik, Kalkolitik, Tunç ve İlk Demir Çağı kültürleri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, tarihöncesi, arkeoloji, jeoloji

Abstract: Istanbul was not only a meeting point of the regions Europe, Eurasia, Mediterranean and Middle East, it also acted as a cultural bridge, cultural center and as a buffer zone. Therefore, its history is important not only for Istanbul, but for a broader region. As a long period of 1.8 million years has to be enlightened, incorporation of geology and geomorphology to archaeology is a must.

In this presentation the prehistory of the Istanbul area will be briefly evaluated from an archaeological and geological perspective. The cultures of Paleolithic, Mesolithic, Neolithic, Chalcolithic, Bronze and Early Iron ages have been addressed mainly with the help of findings from Yarımburgaz, Pendik, Fikirtepe, Yenikapı excavations.

Keywords: Istanbul, prehistory, archaeology, geology

1. GİRİŞ

İstanbul Avrupa-Avrasya-Akdeniz-Ortadoğu bölgeleri için bir kavşak noktası olmanın yanı sıra, çok uzun tarihi boyunca tampon bölge, kültür köprüsü veya merkez olma rollerini de üstlenmiştir. Bu nedenle geçmişinin öğrenilmesi sadece İstanbul için değil, çok geniş bir coğrafya için önem taşımaktadır. İlk insanların

3. TARİH ÖNCESİ DÖNEMLERDEN ÖRNEKLER

3.1. Paleolitik Dönem

Küçük Çekmece Sazlıdere vadisi boyunca mostra veren Eosen yaşlı kireçtaşları içersinde karstlaşma sonucu oluşmuş Yarımburgaz Mağarası, kullanılma tarihi Alt Paleolitik'e kadar (M.Ö. 600 000 yıl) uzanan, İstanbul'da günümüze kadar saptanabilmiş en eski barınaktır. Yarımburgaz Mağarası konumu nedeniyle çekiciliğini Bizans dönemine kadar korumuştur. Değişik dönemlerde yapılan kazı çalışmalarıyla arada bazı kesintilerle Alt Paleolitik'ten (M.Ö. 600 000 yıl) Kalkolitik'e (M.Ö. 5000) uzanan bir arkeolojik dolgu açığa çıkartılmıştır. Arkeolojik açıdan ayrıntılı olarak değerlendirilmiş bu dolguların büyük bir kısmı, özellikle Yukarı Mağara'daki dolgular, jeolojik olarak henüz ele alınmamıştır [3,4]. Kazı çalışmaları sırasında burayı ziyaret eden yer bilimciler tarafından Yukarı Mağara'daki bazı düzeylerde denizel kuşların bulunduğu belirtilmişse de, kapsamlı ve ayrıntılı bir çalışma henüz yapılmamıştır. Tarihöncesinde Paleolitik dönem insanları tarafından kullanıldığı kesin olarak saptanmış olan İstanbul'un bu en eski barınağının ve buradaki dolguların jeolojik olarak da değerlendirilmesi tamamlanmalıdır. Bunun sonucunda hem yakın jeolojik tarihçe hem de o dönemin çevre koşulları hakkında yeni bilgilere ulaşılabilecektir.

Alt Paleolitik dönemin en eski evrelerinin belirgin alet türü Olduvan türü olarak da bilinen, dere yataklarından toplanmış değişik litolojilere ait iri çakıllardan biçimlendirilmiş çaytaşı aletlerdir. Homo erectus'un tipik aleti olan çaytaşı aletler bir milyon yıl gibi uzun bir süre, yaklaşık 300 000 yıl öncelerine kadar kullanılmıştır. Bunların en iyi örnekleri Gümüşdere, Eskice Sırtı'nda bulunmuştur. Bunu izleyen, H.erectus'un ikinci yayılımını temsil eden, yaklaşık 200 000-120 000 öncelerine tarihlenen iki yüzeyli daha gelişkin aletler ise Dudullu'dan bilinmektedir (Şekil 1). İstanbul'da Belgrad formasyonu olarak bilinen ve çok çeşitli litolojilerin değişik boyutlardaki akarsu çakıllarından oluşan birimin de çaytaşı aletler için kullanılmış olması mümkündür. Belgrad formasyonu'nun özellikle Avrupa yakasında geniş alanlar kaplıyor oluşu bunu desteklemektedir.

Şile-Ağva ve Ağaçlı yörelerinde bulunmuş olan ve insanın üçüncü göç evresine (Neandertal'lerin gidişi ve dönüşü; M.Ö. 120 000 – 60 000) ait aletler ise sileksit türü malzeme ve daha geliştirilmiş bir dilgileme teknolojisi kullanılarak imal edilmişlerdir. Sileksitlerin kaynak alanlarının belirlenmesi amacıyla yapılabilecek çalışmalar, o dönemdeki kültürel hareketliliğin boyutları hakkında önemli bilgilere ulaşılmasını sağlayacaktır.

İstanbul yöresinde (yerleri) Dördüncü göç evresine ait bulgular daha çok Orta Paleolitik sonları ile Üst Paleolitik başları dönemine (M.Ö. 60 000-30 000) aittir. Homo sapiens alet yapımında yine dilgilenebilir özelliklere sahip silisçe zengin kayaları ve sileksiti kullanmıştır. Aletlerin kullanım amaçlarına göre şekillendirilmiş olması dikkat çekicidir.

3.2. Mesolitik Dönem

Mesolitik dönem (M.Ö. 12 000-6800) önemli bulguların bulunduğu Ağaçlı yöresinden "Ağaçlı Kültürü" olarak adlandırılmıştır. Daha çok kıyı bölgelerinde

balıkçılık ve avcılık yaparak yaşamlarını sürdüren bu insanlara ait taş aletler Karadeniz kıyılarındaki kumullarda ve daha seyrek olarak Doğu Marmara kıyılarında bulunmaktadır. Kötü şehirleşme sonucu giderek ortadan kalkan kumullarda kumul hareketlerinin sistematığıne yönelik araştırma çalışmalarının ışığında düzenli bir izlemeyle yeni bulgulara ulaşılması mümkün olacaktır.

3.3. Neolitik Dönem

Uygarlık tarihinde en önemli değişimin yaşandığı ve günümüz uygarlığının temellerinin atıldığı Neolitik Dönem (M.Ö. 6.600 – 4.700) İstanbul bölgesinde en iyi araştırılmış tarihöncesi dönemdir. Yeni bir yaşam biçimi ve yeni bir beslenme şeklinin ortaya çıktığı bu dönemde doğal çevrenin toplumların kültürlerine olan etkisi de çok daha belirleyici olmaya başlamıştır. Başta su kaynakları olmak üzere birçok çevresel parametre yerleşme yeri seçimini etkilediğinden ve aletlerin yanı sıra günlük yaşamda pek çok eşya için de doğal malzemeler kullanıldığından, bu döneme ait arkeolojik çalışmalara yer bilimlerinin katkısı vazgeçilmez olmaya başlamıştır. Fikirtepe, Pendik, İç Erenköy, Tuzla, Yarımburgaz ve Yenikapı İstanbul'daki Neolitik yerleşmelerin bulunduğu alanlardır (Şekil 1).

Bunlardan Fikirtepe, Neolitik dönemin bu bölgedeki kültürlerine adını veren ve araştırma kazısı yapılarak incelenmiş tek yerleşimdir. Kurbağalı Dere vadisinin sol sahilindeki tepe üzerinde kurulmuştur. O dönemde vadinin iç kesimlerine kadar bir büyük koy şeklinde sokulan deniz ve ona dökülen bir akarsuyun varlığı bu yerin seçiminde en büyük rolü oynamış olmalıdır. Kazılarda ortaya çıkartılan deniz ve tatlı su balıklarına ait kılçıklar, yer seçiminde temel tercihin bu konum olduğunu göstermektedir. Tatlı su balıklarının bir göl ortamını gerektiren büyüklükte oluşu, koyun hiç değilse bir kısmının o dönemde bir lagün gölü haline gelmiş olabileceğine işaret etmektedir. Günümüz Çekmece göllerindeki gibi bir oluşum bu kıyının morfolojik özellikleri gözetildiğinde olasıdır ve foraminifer topluluklarına dayalı olarak da lagüner evrelerin bulunduğu öne sürülmüştür [5,6].

Yarımburgaz Neolitik yerleşmesi de konumu açısından Fikirtepe yerleşmesiyle benzerlidir. Küçük Çekmece lagünü ve ona dökülen Sazlı Dere ile çok uzakta olmayan Marmara Denizi, tüm tarih öncesi dönemlerde olduğu gibi Neolitik'de de, Yarımburgaz Mağarası'nın barınma ve yerleşme için tercih edilen bir yer olmasının nedenidir.

Pendik Neolitik yerleşmesi ise farklı bir jeomorfolojik konuma sahiptir. Köy, o dönemde bugüne göre biraz daha güneyde bulunan Marmara Denizi kıyısına az eğimli olarak uzanan bir sırtta, Pliyosen çökellerinin oluşturduğu bir düzlükte ve en önemlisi bir tatlı su kaynağının hemen yanında kurulmuştur. Bu su kaynağı varlığını bir Bizans ayazması olarak çok yakın bir tarihe kadar sürdürmüştür. Pendik Ayazma Türkiye'nin ilk saptanan neolitik yerleşimidir. 1906 yılında demiryolu hattının inşası sırasında bulunmuştur. Daha önce sınırlı kazı çalışmaları yapılmış ise de, en kapsamlı çalışma Marmaray inşaatı nedeniyle de 2013-2014 yıllarındaki kurtarma kazısı olmuştur. Yerleşim, oldukça ince (1-3 m) olan Belgrad formasyonu üzerinde gelişmiş bitkisel toprak üzerinde yer alır. Kulübeler ya bitkisel toprak veya bu kaldırılarak, çakıllı Belgrad formasyonu üzerine kurulmuştur. Yerleşmenin üstünde de ikinci bir toprak oluşumu bulunmaktadır. Paleozoyik yaşlı erimeli kireçtaşlarıyla

temsil edilen bir birim (İstinye formasyonu) tüm bu birimlerin temelini teşkil etmektedir.

Yenikapı, kurtarma kazısı yapılarak İstanbul'da keşfedilmiş en son Neolitik yerleşmedir. Bu yerleşim Holosen yaşlı bir çökel istifi tarafından doğal olarak örtülmüş olmasına rağmen, örtü tabakalarındaki Bizans dönemine ait arkeolojik buluntular nedeniyle yapılan kazı çalışmaları sonucunda tesadüfen keşfedilmiştir. Son buzul döneminin günümüzden 19 000 yıl önce sona ermesiyle küresel ölçekte bir deniz seviyesi yükselmesi yaşanmıştır. O dönemde bir göl olan Marmara'da da su seviyesi, 15 000 yıl öncesindeki -70 m'lerden başlayarak, günümüzdeki ± 0 m'ye (bugünkü deniz seviyesi) kadar yükselmiştir. Yükselen deniz, yaşamlarını yaklaşık 8500 yıl öncesinden başlayarak Yenikapı'da -6.10 m deki o günkü bir akarsu düzlüğünde sürdüren Neolitik dönem insanlarının yaşam alanlarını günümüzden yaklaşık 6800 yıl öncesinden başlayarak istila etmeye başlamıştır [7,8]. Başlıca Bizans dönemi liman buluntularını içeren Holosen denizel istifi, bu denizde çökelen istiftir. İstifin en üst kesimindeki yapay dolgu ile altındaki akarsu çökelleri ise, Lykos (Bayrampaşa) Deresi ağzındaki ve Bizans tarafından liman olarak kullanılan koyun dolması ve kıyının ötelenmesi sonucunda oluşmuşlardır. Holosen yaşlı denizel istifin tabanında Miyosen yaşlı Güngören formasyonu yer alırsa da, kazı alanının doğusunda Neolitik dönem insanları tarafından yoğun olarak kullanılmış bir sulak alan (bataklık) ve bunun günümüzden önce 11 500-7000 yıllarına tarihlenen [9] çökelleri de açığa çıkartılmıştır. Oksijençe çok fakir bir ortamda oluşmuş bataklık çökelleri o döneme ait ve özellikle tahtadan ve organik maddelerden oluşan tüm malzemenin (kürek, ok, yay, figürin, mezar tahtaları, kulübe parçaları, tahıl taneleri, ağaç kökleri, bütün başaklar, vb.) olağanüstü bir şekilde korunarak, günümüze kadar ulaşmalarını sağlamıştır. Bu sayede Neolitik döneme ait tüm dünyada ender bulunan bir kültür zenginliğine kavuşulmuştur. Olasılıkla yağışlı bir günde bataklığın kenarındaki yumuşak zeminde bırakılmış ayak izlerinin, taşan Bayrampaşa deresinin taşıdığı ince kumla hızla örtülmesi sonucunda da, yüzlerce Neolitik insan ayak izi 8000 yıl sonra gün ışığına çıkmıştır.

Fikirtepe yerleşmelerinin tümünde (Pendik, Yenikapı, Yarımburgaz) buluntu topluluğu İç Anadolu'dan gelen çiftçilerin bölgede bulunan Ağaçalı kültürü ile kaynaştığını, bölgeye özgü bir kültürün ortaya çıktığını göstermiştir. Anadolu'dan gelen tarım ve hayvancılık, Ağaçalı kültürünün balıkçı-avcı geleneği ile birleşip karma bir ekonomik model ortaya çıkartmıştır, Bu yerleşim düzeni, mimari ve ölü gömme adetlerine de yansımıştır. Fikirtepe kültürünün gelişimi en açık bir şekilde Yarımburgaz ile Yenikapı kazılarında izlenmiştir

Çok disiplinli olarak sürdürülen Yenikapı kurtarma kazısı, tarihöncesi dönemlerden tarihi çağlara kadar bölgenin kültürel sürecini, çevre ve iklim koşullarındaki değişimleri, değişen deniz seviyesi düzlemlerini, sismo-tektonik süreçleri bir bütünlük içinde değerlendirmeye olanak sağlayan somut veriler sağlamıştır. Değişen deniz düzlemi ve kıyı topoğrafyası, bu bölgedeki tüm eko-sistemin ve kültürel yaşamın zamana bağlı olarak hızlı değişimler göstermesinin nedeni olarak ne çıkmıştır. Bu olgu Marmara Bölgesindeki kıyıya yakın diğer Neolitik yerleşmeleri de etkilemiştir.

3.4. Kalkolitik Dönem

Bu dönem hakkında İstanbul'da yakın zamana kadar olan bulgular, 1926 yılında İngilizler tarafından Sultanahmet Hipodrom'da yapılan sondaj türü kazıda bulunan az sayıdaki ve kesin tarihi tam bilinmeyen çömlekler ile Yenikapı kazılarında bulunmuş olan M.Ö. 5200-4800 yıllarına tarihlenen Toptepe Kültürüne ait parçalardır. Yenikapı kazısında da az sayıdaki Toptepe türü malzemenin bulunmuş olması, deniz ilerledikçe Neolitik yerleşimin hemen gerideki yüksek alanda bir süre daha devam etmiş olduğunu düşündürmektedir [10].

3.5. İlk Tunç Çağı

Anadolu'da devlet ve imparatorlukların oluşumunu temsil eden bu dönemle (M.Ö.3 000 ve 2 000 yılları) ilgili bilgilerimiz İstanbul bölgesinde yok denecek kadar azdır. Tek bulundu Moda Koyu'nda denizden çıkan bir kaç M.Ö. 3.bin yıl çömleği ile Selimpaşa'da, hiç kazısı yapılmamış olan İlk Tunç Çağı yerleşimidir.

3.6. Orta-Son Tunç Çağı

İstanbul ve çevresinde bu döneme ait herhangi bir bulgu henüz saptanamamıştır.

3.7. İlk Demir Çağı

Tarihöncesinin bölgedeki son evresi olan İlk Demir Çağı da İstanbul çevresinde hiç araştırılmamıştır, Eldeki tek bulgu Arkeoloji Müzesi temel sondajında bulunmuş olan bir kaç çömlek parçası ile sınırlıdır.

4. SONUÇLAR

İstanbul gibi bir dünya kentinin tarih öncesiyle ilgili bilgilerimiz burada özetlenenler ile sınırlıdır. Bunun başlıca nedeni bugüne kadar açığa çıkartılabilen arkeolojik bulguların yetersizliğidir. Kentte bilimsel amaçlı yapılan kazı sadece bir tanedir. Diğerlerinin tümü kurtarma kazısıdır. Buna karşın, hızlı kentleşme ve dönüşüm arkeolojik verileri hızla yok etmektedir. Bu nedenle geçmişin öğrenilmesi ve korunması ile günün gerekleri arasındaki hassas dengeye özen gösterilmesi gereklidir. Koruma ve çağdaş yaşam birbirlerinin uzlaşmaz karşıtları olarak görüldüğünde, arkeolojik kalıntılar kenti rahatsız eder ve kent bilincinin oluşturulmasına katkıda bulunmaz. Arkeolojik kalıntıların; kenti rahatsız etmek yerine, kent ile bütünleşerek korunduğunda kenti zenginleştiren bir miras olduğu anlayışı yerleşmeden kent arkeolojisi, kent içinde kazı yapmaktan öteye gidemeyecektir. Kent arkeolojisinin ön koşulu bunun gerekli olduğuna inanmaktır. Bu anlayış yerleştiğinde, İstanbul'un geçmişi hakkında bugün bildiklerimizden çok daha fazla şey öğreneceğimiz kesindir.

5. KAYNAKLAR

[1] Özdoğan, M., 2008, İstanbul'un Tarih Öncesine Bakış. Aktüel Arkeoloji, 8, 74-84.

- [2] Özdoğan, M., 2016, İstanbul'un Tarihi Yarımada Dışı Coğrafyasında Göz Arđ Edilen Tarihöncesi Kùltürler. *Mimar.İst*, 16, 57, 18-22.
- [3] Howell. F. C., Arsebük G., Kuhn S. L., 1996, The Middle Pleistocene Lithic Assemblage from Yarımburgaz Cave, Turkey. In: *Paléorient*, 1996, vol. 22, n°1. pp. 31-49;doi : 0.3406/paleo.1996.4625.
- [4] Farrand, W.R.and McMahon J.P., 1997, History of Sedimentary Infilling of Yarımburgaz Cave, Turkey. *Geoarchaeology*, 12, 6, 537-565.
- [5] Meriç, E., Oktay, F.Y., Sakınç, M., Gülen, D., Ediger, V.Ş., Meriç, N., Özdoğan, M., 1991, Kuşdili (Kadıköy-İstanbul) Kuvaterner'inin sedimenter jeolojisi ve paleoekolojisi. *C.Ü. Müh. Fak. Dergisi, A, Yerbilimleri*, 8,1, 83-91.
- [6] Meriç, E., Avşar, N., Çetin, O., 1996, Kuşdili (Kadıköy-İstanbul) Kuvaterner Stratigrafisi Hakkında Yeni Görüşler. *ÇÜ Yerbilimleri (Geosound)*, 29, 151-159.
- [7] Algan, O., Yalçın, M.N., Özdoğan, M.,Yılmaz, İ., Sarı, E., Kırıcı-Elmas, E., Ongan, D., Bulkan Yeşiladalı, Ö., Yılmaz, Y., Karamut, İ., 2009, A short note on the geo-archeological significance of the ancient Theodosius harbour (Istanbul,Turkey): *Quaternary Research*, 72, 457-461, doi:1.1016/j.yqres.2009.09.001.
- [8] Algan, O., Yalçın, M.N., Özdoğan, M., Yılmaz, Y., Sarı, E., Kırıcı-Elmas, E., Yılmaz, İ., Bulkan, Ö., Ongan, D., Gazioğlu, C., Nazik, A., Polat, M.İ., Meriç, E., 2011, Holocene coastal change in the ancient harbour of Yenikapı-Istanbul and its impact on cultural history. *Quaternary Research*, 76, 1, 30-45
- [9] Yalçın, M.N., Bulkan, Ö., Algan, O., Konak, A., 2015, A Holocene aged swamp area in Yenikapı-Istanbul and it's relation with the neighboring Neolithic settlement. *Ancient Near Eastern Studies, Supplement Serie V*. 47, p. 31-46, ISBN: 978-90-429-3062-9.
- [10] Özdoğan, M., Miyake, Y. ve Özbaşaran-Dede, N., 1991, An Interim Report on the Excavations at Yarımburgaz and Toptepe in Eastern Thrace. *Anatolica*, XVII: 59-121.

Yeraltıları Bütçesi Tartışmaları

Muhterem Demiroğlu

*İTÜ Maden Fakóltesi Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak-İstanbul
(demiroğlum@itu.edu.tr)*

Özet: Yeraltıları bilançosu, belirli bir zaman aralığında dengede olduğu kabul edilen herhangi bir akifere giren ve çıkan suyun depolanmadaki değişimi de dikkate alarak, eşit olması prensibine dayanır. Yenilenebilir bir kaynak olan yeraltıları denge koşulları çok uzun vadelerde gerçekleştiği için yüzeysuları bilançolarından oldukça karmaşıktır. Yüzeysuları bilançoları doğrudan güncel beslenme ve boşalımla ilişkiliyken yeraltılarında derin dolaşımı hatta farklı iklim koşullarında sisteme giren değişik yaşlardaki sular da etkindir ve bu ilişkiyi karmaşık hale getirir. 1950’li yıllara kadar sürdürülebilir yeraltısı yönetimi, yeraltısı çekimi doğal beslenimi aşmamalıdır kabulü ile yapılmıştır ve DSİ tarafından hala yeraltısı işletme sahaları izinleri aynı yaklaşımla verilmektedir. 1980’li yıllardan sonra bu yaklaşımın efsane olduğu ilan edilmiş, boşalım ve beslenimden alıkonan suların hesaplanması giderek beslenimi gözardı eden bir yaklaşımı getirmiştir. Gerçek ise sürdürülebilir yeraltıları çekiminde doğal beslenimin yanında boşalımdan alıkonan ve beslenme artışlarını dikkate alan yaklaşımdır. Modelleme çalışmalarıyla da desteklenen ve yeraltısı bilançosunu efsane ilan eden yaklaşımda ihmal edilen ayrıntı ise hesaplanan dönemde beslenme miktarının çok uzun vadede depolanan su miktarına kıyaslandığında göz ardı edilebileceğidir. Sürdürülebilir yeraltıları çekiminde kuyu yerleri boşalımdan alıkonan ve beslenme artışlarını dikkate alan yaklaşımla seçilmelidir. Her sene çekilen yeraltısı miktarıyla yıllık beslenme miktarı arasında uzun süreli bir denge kurulması ve boşalımdan alıkonan su miktarı uzun süreli çevre etkisi dikkate alınarak belirlenmelidir.

Bu çalışma ile tartışmalar değerlendirilerek, yeraltıları bütçesinin sürdürülebilir su yönetiminde önemi vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler; Akifer, Yeraltıları bilançosu, Beslenme, Boşalım

ABSTRACT: The groundwater balance is based on the principle that the water entering and leaving any aquifer considered to be equal over a certain time interval, taking into account the change in the storage. Groundwater, a renewable resource, is quite complicated in its balances, as the equilibrium conditions take place in very long periods. Surface waters are directly related to current recharge and discharge, while circulating groundwater is in a different age and even in different climatic conditions in the system and complicate this relationship. Sustainable groundwater management until the 1950s was made with the understanding that the groundwater withdrawal should not exceed the natural recharge and the permission for groundwater withdrawal, is still given by DSİ with the same approach. Since the 1980s, this approach has been declared legendary, and the calculation of water retained from discharge and recharge has come to an approach that ignores the

recharge. The truth is an approach that takes into account the decreased discharge and increased recharge in addition to recharge. The neglected detail in this approach, supported by modeling studies, declares that the legend of the groundwater budget is the amount of recharge in the calculated period that can be ignored when it is compared to the amount of groundwater stored for a very long time. For a sustainable groundwater development, the well locations should be selected with an approach that takes into account the increased recharge and decreased discharge. The rate of groundwater removal should be defined by the long-term balance between recharge and discharge, and the capture rate from discharge must be defined by taking into account the long-term environmental impacts.

With this study, discussions were evaluated and the importance of the groundwater budget were emphasised in sustainable groundwater management.

Key words; Groundwater budget, recharge, discharge

GİRİŞ

Akifer olarak adlandırılan, yeraltısuyunu boşluk ya da kırık çatlaklarında depolama ve iletebilme özelliğinde olan kayaçlar ayrı ayrı su kütlelerini oluştururlar. Sular yağışla, hareket halindeki su kütesine sürekli eklenir (beslenir) ve sürekli ayrılır (boşalır). Yeraltı suyunun beslenimi yağıştan (yağmur, kar, çığ vb.) yüzeysularından, komşu Akifelerden, sulamadan dönen sulardan, suni beslenmeden ve şebeke kayıplarından eklenen sularla gerçekleşir (Alley vd. 1999, Dumlu 2005, Aksever 2012). Yeraltı suyu boşalımı ise buharlaşma-terleme, komşu Akifelere sızma, akarsulara boşalım, kuyu, drenaj, kanal vb yollarla yapılan yapay çekimler şeklindedir.

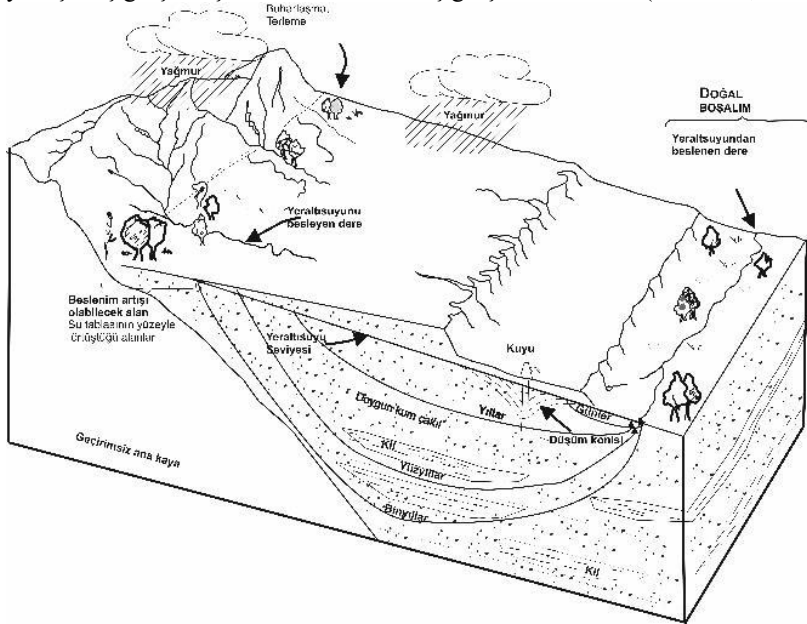
Akiflere giren, çıkan ve depolanan toplam su miktarının korunması sürdürülebilir su yönetimi gerekliliğidir. Depolardaki tüm giriş, çıkışlar ve değişikliklerle ilgili geleceğide kapsayan hesaplamalar, yeraltısuyu bütçesi olarak adlandırılır. Belirli bir zaman aralığında dengede olduğu kabul edilen herhangi bir akifere giren ve çıkan su depolanmadaki değişimi de dikkate alarak, eşit kabul edilir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Doğal koşullar altında bir yeraltısuyu sistemine giren ve çıkan olası su kaynakları

Beslenme	Boşalım
Yağıştan doymamış zon boyunca süzülen beslenme	Dereleler, göller, sulak alanlar, tuzlu su kütleleri (koylar, haliçler veya okyanuslar) ve kaynaklarla boşalım

Akarsular, göller ve sulak alanlardan gelen sularla beslenme	Yeraltısularının buharlaşma terleme ile boşalımı
Komşu havzalardan gelen beslenme	Komsu havzalara boşalım

Yenilenebilir bir kaynak olan yeraltısuları denge koşulları çok uzun vadelerde gerçekleştiği için yüzeysuları bilançolarından oldukça karmaşıktır. Yüzeysuları bilançoları doğrudan güncel beslenme ve boşalımla ilişkiliyken yeraltısularında derin dolaşım hatta farklı iklim koşullarında sisteme giren değişik yaşlardaki sular da etkindir ve bu ilişkiyi karmaşık hale getirir (Şekil 1). Aynı akifer sisteminde 50 % yavaş akış gerçekleşirken 50 % hızlı akış gerçekleşmektedir (Atkinson, 1977)



Şekil 1. Kuyularla çekim yapılan bir akiferde beslenme boşalım ilişkisi (Theis, 1940 değiştirilmiştir.)

Şekil 1 de Theis, 1940 tarafından oluşturulan sık dolaşım serbest akifere derin dolaşım ilave edilmiştir. Burada görüldüğü gibi güncel ve yaşlı sular derede taban akışı oluşturmaktadır. Yıllık beslenme ve boşalımlar dengede olacağı düşünülemez. Ölçülenden çok daha uzun vadede dengeden söz edilebilir.

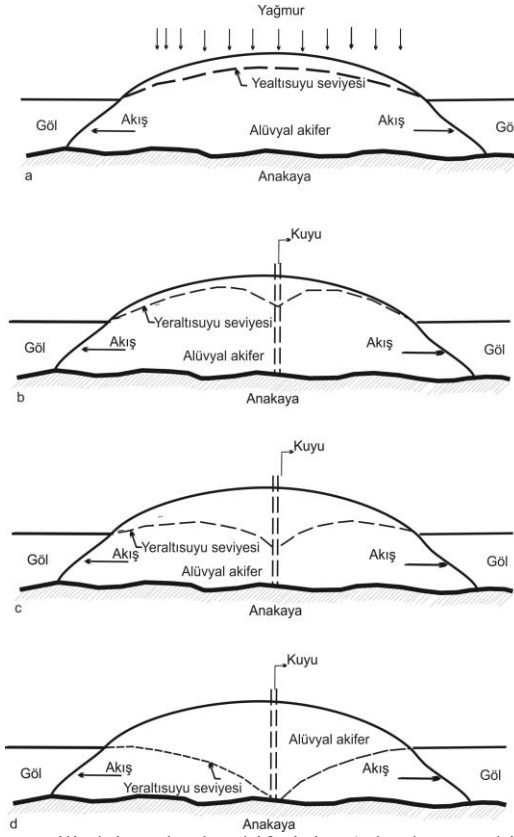
Bazı hidrojeologlar, bir yeraltı suyu sisteminde, insanlar suyu kullanmaya başlamadan önceki doğal koşulları dengede varsayıp tüketime uygun su miktarını (veya emniyetli verim) hesaplamaktadır. Dengedeki sistemde, yeraltı suyu çekimi doğal beslenimi aşmıyorsa "güvenli" olarak kabul edilir ((Muller ve Price, 1979, Alley vd., 1999). 1950' li yıllara kadar sürdürülebilir yeraltı suyu yönetimi, yeraltı suyu çekimi doğal beslenimi aşmamalıdır kabulü ile yapılmıştır. DSİ tarafından hala yeraltı suyu işletme sahaları izinleri aynı yaklaşımla verilmektedir.

1940 da ilk olarak Theis maddenin korunumu yasası ile bu yaklaşımın hatalı olduğunu ve bir akiferden pompajla çekilen suyun mutlaka bir yerlerden eksilme demek olduğunu vurgulamıştır (Şekil 1). Kuyu yeri seçimlerinde depolanan suyun çekilmemesi için 1.Akifere daha fazla suyun girmesini sağlamak amacıyla yeraltısuyu seviyesinin yüzeye yakın olduğu alanların seçilmesi (arttırılan beslenim), 2.Boşalma yakın alanlarda açılarak sistemden daha az suyun kaçması (azaltılan boşalım) sağlanmasının önemini belirtmiştir. Ancak 1980 li yıllardan sonra, boşalım ve beslenimden alıkonan suların hesaplanması giderek beslenimi gözardı eden bir yaklaşımı getirmiştir. Sürdürülebilir bir yeraltısuyu gelişimi için rezervden yapılan çekim hızı sıfır olmalı ve pompaj, arttırılan beslenim ve/veya azaltılan boşalma denk olmalıdır (Bredehoeft, 1982, Yazıcıgil 2006). Ancak beslenim veya boşalımdan alıkonan sularla akiferde yeni dengenin oluşması ve rezervden çekimin durması için çoğu zaman çok uzun yıllar gerekmektedir (Şekil 2). Beslenimi dikkate almayan bir yaklaşımla yapılan çekimler, ya da buharlaşmadan ve boşalımdan alıkonandan fazla çekim yapılan akiferler yeniden kazanılmayacak kadar tüketilmiş olabilir. Nitekim Bredehoeft ve Durbin, 2009 da, yeraltısuyu yönetiminde, boşalımdan alıkonandan fazla pompaja izin verilirse akiferin yeni denge koşullarına ulaşmadan tükenebileceği ifade edilmiştir.

Bredehoeft, 1997 tarafından beslenimin önemsizliğini hidrojeolojik modellerle gösteren yaklaşıma paralel Tufan 2007 Bakırköy havzasını modellemiş, kuyulardan yapay beslenme yapıldığında doğal beslenimin ihmal edilmesi durumunda yeraltısuyu seviyesinin önemsenmeyecek kadar küçük bir fark yarattığı belirlenmiştir. Modelleme çalışmalarıyla da desteklenen ve yeraltısuyu bilançosunu efsane ilan eden yaklaşımda ihmal edilen ayrıntı ise hesaplanan dönemde beslenim miktarının çok uzun vadede depolanan su miktarına kıyaslandığında göz ardı edilebileceğidir. Bu çalışma ile tartışmalar değerlendirilerek, yeraltısuları bütçesi ve emniyetli çekimde dikkat edilmesi gereken hususlar belirlenmeye çalışılmış, sürdürülebilir su yönetiminde su bilançosunun önemi vurgulanmıştır.

SU BİLANÇOSU TARTIŞMALARI

Yeraltısuyu bütçesini efsane ilan eden ve beslenimin bilinmesi, sürdürülebilir bir yeraltısuyu gelişiminin belirlenmesinde önemlidir görüşü doğru değildir diyen Bredehoeft vd. 1982, Bredehoeft 1997, Bredehoeft 2002, tarafından verilen dairesel ada örneği şekil 2 de görülmektedir.



Şekil 2. Göllerle çevrili dairesel ada akiferinin a) başlangıçtaki hali b) kuyularla yeraltı suyu çekimi c) Yeraltı suyu seviyesinin göl seviyesine inmesi d) Gölün akiferi beslemesi

(Bredehoeft 2002)

Doğal şartlarda yani yeraltı suyu kullanılmaya başlanmadan önce dengeli akım koşullarında doğal beslenme (Ro) doğal boşalığa (Do) eşittir (Şekil 2 a).

$$R_o - D_o = 0 \quad (1)$$

Sistemden su çekilmeye başlanmasından sonra aşağıdaki ifadeye dönüşür (Şekil 2b,c)

$$(R_o + \Delta R_o) - (D_o + \Delta D_o) - Q + dV/dt = 0 \quad (2)$$

ΔR_o = Beslenimdeki değişim

ΔD_o = Boşalımdaki değişim

Q = Toplam çekim

dV/dt = Depolanan su miktarındaki değişim

ve (2) no'lu denklemlerden

$$\Delta R_o - \Delta D_o - Q + dV/dt = 0 \quad (3) \text{ elde edilir.}$$

Beslenimdeki artış, boşalımdan alıkonan sularla dengeye ulaşan akiferdeki değişim rezervden eksilen sudur (Şekil 2d).

$\Delta R_o - \Delta D_o - Q = dV/dt$ Sürdürülebilir yeraltısuyu üretimi için rezervdeki değişimin 0 olması istenir.

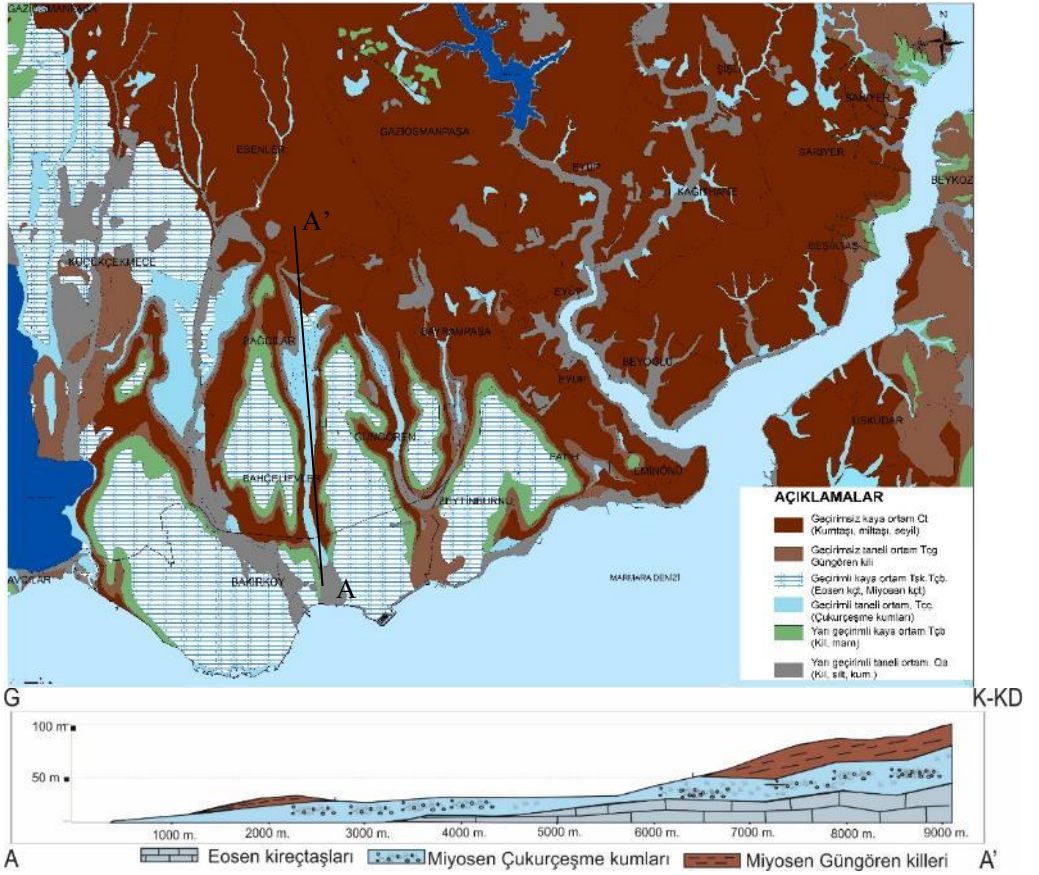
$$dV/dt = 0$$

Bu durumda $\Delta R_o - \Delta D_o - Q = 0$ ve $\Delta R_o - \Delta D_o = Q$ olur.

Çoğu zaman akiferlerde beslenme artışı gerçekleştirilemediği için yeraltısuyu bilançosu

$\Delta D_o = Q$ olur. Yani pompajla çekilen su, boşalımdan alıkonan sulardır diyen Bredehoeft 1997, 2002, hidrojeolojik modellerle akiferin iletkenliğine bağlı olarak çok uzun yıllar sonra buharlaşmadan alıkonan sularla yeniden dengeli hale geldiği gösterilmektedir. Ancak doğada, dairesel ada örneğinde olduğu gibi akiferlerin dengeli akım koşulları sağlanmamıştır. Matematiksel modeller, gerçek hidrojeolojik sistemin belirli varsayımlar ile sadeleştirilerek matematiksel fonksiyon ve eşitlikler ile ifadesidir. Gerçek sistem (doğa) son derece karmaşık bir yapıya sahiptir ve günümüzde doğal süreçleri tüm yönleri ile matematiksel eşitlikler ile ifade etmek mümkün değildir. Bu nedenle sistemin ilgilendiğimiz süreçlerini öne çıkaran, diğer süreçleri ise arka plana iten ya da yok sayan sadeleştirmelere gerek duyulmaktadır. Bu nedenle aynı sistemin birden fazla model ile ifadesi mümkündür (Tezcan 1993, 2002). Her akiferin koşulları farklıdır. Farklı yıllarda hatta farklı iklim koşullarında sisteme giren değişik yaşlardaki sular boşalmakta ve akiferin özelliklerine ve zamana bağlı dengeler gelişmektedir. Fosil suların depolandığı akiferlerde bu denge hiç bir zaman gerçekleşmeyecektir. Yani $R_o - D_o = 0$ (1) teorik olarak sıfırdır. Dairesel ada örneğinde olduğu gibi modeller, sınır koşulları kesin olarak belirlenmiş sistemleri temsil eder. Kalibrasyon yapılan dönemlerde model ve modellenen akifer sisteminin benzer tepkileri verdiği hesaplanırsa da bölgesel değişimlerden ne ölçüde etkileneceğini hesaplamak oldukça karmaşık olduğu için sonraki yıllarda hiç beklenmeyen sonuçlarla karşılaşmak mümkündür. Özellikle yeraltısuyu modelleme çalışmaları; yerine getiremediği hayali vaatleri çoğu zamanda test edilemeyen, kendi kendini destekleyen sanayi haline gelmiştir (Voss 2011). Modellerin kalibrasyonu ve sonuçlarının başarısının kontrolü ancak etkin yeraltısuları izleme programları ve ağlarının oluşturulması ve mesleki denetimle gerçekleştirilebilir.

Beslenimin önemsizliğini hidrojeolojik modellerle gösteren yaklaşıma paralel Tufan 2007 Bakırköy havzasını modellemiş, kuyulardan yapay beslenme yapıldığında doğal beslenimin ihmal edilmesi durumunda yeraltısuyu seviyesinin sadece 0,0007 m gibi önemsenmeyecek kadar küçük bir fark yarattığı belirlenmiştir. İstanbul'un batısında Bakırköy ilçe sınırları içerisinde yer alan Bakırköy havzasının mevcut durumunu ve son 45 yıl içinde göstermiş olduğu değişimleri gösteren 3 Boyut (3B) modeli oluşturulmuştur. Yaklaşık 15 km² alanı kaplayan Akifer (Üst Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu) gri, grimsi beyaz, kirli beyaz, omurgalı fosilli kum ve çakıllardan oluşmuştur. Altta Eosen yaşlı yerel boşluklu Kırklareli kireçtaşı ve üstüne dereceli geçiş ile gelen yaşlı kil ve marn (Üst Miyosen Güngören Formasyonu) ile sınırlı basınçlı bir akiferdir (Şekil 3).



Şekil 3. Halic Küçükçekmece arası hidrojeoloji haritası (Özgül 2006, Öztaş 2007 den değiştirilerek hazırlanmıştır.)

Akifer, GMS (Groundwater Modeling System) isimli program ile modellenmiştir. Günümüz koşullarında kuru olan çalışma alanının yeraltısuyu modeli 1981 yılı ölçümlerinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Model oluşturulduktan sonra, akiferin eski haline getirilebilmesi için gerekli beslenme miktarı, 1981 yılından günümüze kadar olan süredeki değişimi için yapılmış olan çekim miktarı ve beslenmenin bu değişimler üzerindeki etkisi, oluşturulan farklı simülasyonlarla ortaya konulmuştur. 1960 yılında akiferin tamamının yeraltı suyu ile dolu olduğu ve yer altı su seviyesinin -10 m ile +0,3 m arasında değiştiği bilinmektedir. 1981 yılından 1960 yılındaki duruma yeniden gelebilmek için Akiflerin ne kadar beslenmesi gerektiği birinci simülasyonda denenmiştir. Günümüzde kuyulardaki su seviyesi 120-130 m civarındadır, bu da Çukurçesme akiferinin tamamen kuru olduğunu göstermektedir. 1981 yılından bugünkü duruma gelirken akiferden ne kadar su çekimi yapıldığı ikinci simülasyonda belirlenmiştir.

Üçüncü simülasyonda, birinci simülasyonda olduğu gibi su seviyesini 1981 yılındakinden 1960 yılındaki seviyeye getirebilmek için kuyularda yapılan su basımı işlemi sırasında, doğal beslenme ihmal edilerek beslenmenin ne derece etkili olduğunu ortaya konulmuştur. Kuyulardan besleme yapıldığında doğal beslenimin ihmal edilmesi durumunda yeraltısuyu seviyesinin sadece 0,0007 m gibi önemsenmeyecek kadar küçük bir fark yarattığı gösterilmiştir. Burada göz ardı edilen gerçeklik ise, Bakırköy havzasında 1960'lı yıllara kadar ne kadar sürede depolandığı bilinmeyen yeraltısuyunun 50 yılda oluşturulan $41 \cdot 10^6$ m³ eksilmeyle yıllık beslenme miktarı kıyaslandığında doğal olarak etkisi ihmal edilecek kadar azdır. Modelleme çalışmalarıyla da desteklenen ve yeraltısuyu bilançosunu efsane ilan eden yaklaşımda ihmal edilen ayrıntı ise hesaplanan dönemdeki beslenme miktarının çok uzun vadede depolanan su miktarına kıyaslandığında göz ardı edilebileceğidir.

Zhou Y. 2009 oluşturduğu hipotetik modelle ve iki ayrı senaryoyla konuya açıklık getirmeye çalışmıştır. Alansal beslenimi 30 250 m³/yıl olan kuzey ve güneyden geçirimsiz, doğu ve batıdan drenaj ve dere ile sınırlandırılmış iletkenliği 20 m/gün özgül verimi 0.25 olan bir serbest akifer oluşturulmuştur. Doymun kalınlığı 60 metre olan akifer 100 m de dere, 95 m. de drenajla boşalmaktadır. Çekim başlamadan önceki akifer bütçesi çizelge 2 de verilmiştir. Yani beslenme boşalma eşittir.

Çizelge 2. Normal şartlarda yeraltısuyu bütçesi (Zhou Y., 2009)

Beslenme	Alansal beslenme	30250	100 %
Boşalma	Toplam	30250	100 %
	Dere	12968	43 %
	Drenaj	17282	57%

Başlangıçta toplam boşalmanın 43% ü dere, 57 % si ise drenajla gerçekleşmektedir. 1. Senaryoda merkezde dairesel olarak yerleştirilen 12 adet kuyu ile beslenimin 79 % u çekilmeye başlanmıştır. Yeraltısuyu seviyesi hızla düşmüş ve dereyle ve drenajla boşalma azalmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. 1. Senaryo beslenimden az çekimle oluşan bütçe (Zhou Y., 2009)

Beslenme	Alansal beslenme	30250	100 %
Boşalma	Toplam	30250	100 %
	Çekim	24000	79 %
	Dere	1099	4 %
	Drenaj	5151	17%

Çizelge 3 de sunulan çekim sürdürülebilir çekim olup dereye ve drenaja boşalıda ciddi azalmalar olmuştur ve bunun ekolojik dengeye etkileri bu çekimin emniyetini belirleyecektir. 2. Senaryo ile beslenimin üstünde çekim gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4)

Çizelge 4. 2. Senaryo, beslenimden fazla çekimle oluşan bütçe (Zhou Y., 2009)

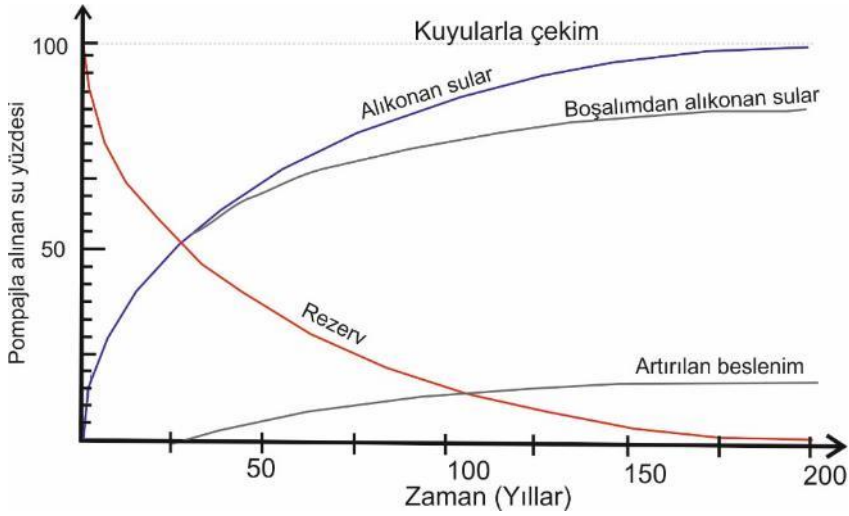
Beslenim	Alansal beslenim	30250	84 %
	Dereden beslenim	5750	16 %
	Toplam	36000	100 %
Boşalım	Toplam	36000	100 %
	Çekim	36000	79 %
	Dere	0	0 %
	Drenaj	0	0 %

Dereye boşalım 13 yıl sonra tamamen durmuş drenajla boşalımda 26 yıl sonra tükenmiştir. Daha sonra kuyular dere etrafına yerleştirilerek sonuçlarda önemsenmeyecek kadar az değişimin olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada ihmal edilen en önemli parametre ise buharlaşmadır ve yeraltısuyu seviyesinin yüzeyle örtüştüğü alanlarda buharlaşmadan kapılan su miktarının sisteme etkisidir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Theis 1950 öncesinde toplumsal bilince yerleşen beslenim ve boşalmanın dengede olduğu ve doğal beslenim kadar ya da doğal beslenimin 70 % i kadar pompaj yapıldığı zaman doğal dengenin korunacağı doğru değildir. Pompajla çekilen su mutlaka bir yerlerden eksilme demektir. Pompaj suyunun kaynağı, (1) yeraltısuyu sistemine giren daha fazla su (artan beslenim), (2) sistemden çıkan suyun alıkonması (boşalmanın azalması), (3) sistemde depolanan suyun tüketilmesi veya bu üçünün birleşimidir (Theis, 1950, Alley vd. 1999, Bredehoeft, 1982, Yazıcıgil 2006, Henriksen, HJ ve Refsgaard, JC. 2013).

Beslenimi dikkate almayıp sadece boşalımı dikkate alan yaklaşımda aynı şekilde doğru değildir. Yıllık beslenimler, çok uzun yıllarda depolanan ve boşalan sularla kıyaslandığında önemsiz görülebilir. Nitekim Devlin ve Sophocleous, 2005 sürdürülebilir pompajla sürdürülebilir yeraltısuyu yönetimini birbirinden ayırarak beslenimin sürdürülebilirliğin bir fonksiyonu olduğu ve sürdürülebilir pompa oranlarının beslenim bilinmeden tahmin edilebileceği gerçeğine rağmen sürdürülebilir yeraltısuyu yönetiminde beslenimin bilinmesinin önemli olduğunu göstermişlerdir. Doğal koşullar altında, yeraltı suyu sistemleri uzun vadeli ortalama beslenimin uzun vadeli ortalama boşalımı eşit olduğu dinamik denge koşullarına sahiptir. Bir akiferden yeraltı suyunun pompalanması her zaman yeraltısuyu seviyelerinin azalmasına neden olacaktır. Bu, beslenim artırılmasına ve boşalımdan suların alıkonmasını sağlayacaktır. Pompalama oranı toplam beslenimden daha büyük olduğunda, yeraltısuyu seviyeleri sürekli olarak düşecek ve yeraltısuyu eninde sonunda tükenecektir (Aeschbach-Hertig ve Gleeson, 2012).



Şekil 4. Doğal şartlarında bir akiferden yeraltısuyu çekimi başladığında ne olur? (Bjerre, 2012).

Şekil 4. de "kapılan suların" önemi gösterilmektedir. $t = 0$ anında sabit bir yeraltı suyu çekimi başlatılır. Bu, akiferin varolan dengesini etkiler. Yeraltısuyu beslenimi zamanla artar. Boşalma (nehir akışı) azaltılır. Yeraltısuyu rezervi azalır. Başlangıç döneminde, çekim rezervi azalır, ancak daha sonra yeni denge oluşur. Belli bir aşamada beslenim artışı ve boşalımdan alıkonan sularla rezervden tüketim durabilir. Var olan sistemden dengeli akım koşulları yakalanıncaya kadar ki bu (birçok fosil akifer sistemleri için geçerli değildir, bir kısmında da kısa sürede gerçekleşebilir) rezervden tüketilen suların geri dönüşümü çoğu zamanda mümkün olmamaktadır. Sürdürülebilirlik açısından bakıldığında boşalımdan alıkonan sular, derelerin, kaynakların kurumasına, kıyı ekosistemlerinin ve sulak alanların kaybedilmesine neden olabileceği için öncelikle bugünkü çekim miktarlarının etkilerinin uzun vadede ne olacağını hesaplanması gerekmektedir.

Dumlu 2005, emniyetli çekimin su kalitesini bozmadan en uygun düşümlerle bir dinamik seviye belirlenmesi olduğunu ifade etmiştir. Bu seviye, yağışın uzun yıllar ortalamasına eşit olduğu bir sürenin sonunda değişmemişse, emniyetli çekim olarak dikkate alınabileceğini savunmuştur. Emniyetli çekimin, her akifer için o akiferin hidrodinamik özelliklerine göre uzun süreli gözlemler sonucu belirlenebileceğini vurgulamıştır.

SONUÇ

Sürdürülebilir yeraltısuları çekiminde kuyu yerleri boşalımdan alıkonan ve beslenim artışlarını dikkate alan yaklaşımla seçilmeli, her sene çekilen yeraltısuyu miktarıyla yıllık beslenim miktarı arasında uzun süreli bir denge kurulması ve bunun gözleminin sağlanabilmesi gerekmektedir. Yeraltısuyu kullanımında emniyetli verim belirlenirken 1.Yeraltısuyu seviyesi düşümlerinin olası olumsuz etkileri (Tuzlu su dalmı, çökmeler) 2. İlkel şartlarla kıyaslandığında su kalitesindeki

değişimleri 3. Boşalımdan alıkonan suların uzun vadede çevreye etkisi, dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Aeschback-Hertig, W and Gleeson, T., 2012. Regional strategies for the accelerating global problem of groundwater depletion. *Nature Geoscience* 5 (12), 853-861
- Aksever (Seyman), F., 2012, Yeraltısuyu Bilançosu Nedir?, SDUGEO (Online: w www.geo.sdu.edu.tr) ISSN 1309-6656, Cilt 3, Sayı: 1, s. 37-43.
- Atkinson, T. C. 1977, Diffuse flow and conduit flow in limestone terrain in the Mendip Hills, Somerset (Great Britain), *J. Hydrol.*, 35, 93–110, doi:10.1016/0022-1694(77)90079-8,
- Alley, W.M., T.E. Reilly, and O.L. Franke. 1999, Sustainability of ground-water resources. U.S. Geological Survey Circular 1186. Reston, Virginia: USGS.
- Bjerre, TK., 2012, Bæredygtig vandindvinding – hvad er det? ATV vintermøde
- Bredehoeft, J.D., Papadopoulos S.S., and Cooper H.H., 1982, Groundwater—The water-budget myth. In *Scientific Basis of Water-Resource Management*, 51–57. Washington, DC: National Acad
- Bredehoeft, J.D. 1997, Safe yield and the water budget myth. *Ground Water* 35, no. 6: 929.
- Bredehoeft J., Durbin T., 2009, Ground water development--the time to full capture problem, *Groundwater* 47/4 p, 506–514
- Devlin, J. F.; Sophocleous, M., 2005, The persistence of the water budget myth and its relationship to sustainability. *Hydrogeol. J.*, 13 (4), 549-554
- Dumlu O., 2005, Hidrojeolojide tartışmalı konular ve görüşler, 1. Baskı, Maden Mühendisleri Odası, İstanbul, s, 124.
- Freeze, R. A., and Cherry, J. A., 1979, *Groundwater*: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 604 p.
- Henriksen, HJ and Refsgaard, JC., 2013, Sustainable groundwater abstraction, review report file:///E:/Recharge%20ve%20emniyetli%20verim/denmark%20report_2013_30.pdf
- Lohman, S.W., R.R. Bennett, R.H. Brown, H.H. Cooper, Jr., W.J. Drescher, J.G. Ferris, A.I. Johnson, C.L. McGuinness, A.M. Piper, M.I. Rorabaugh, R.W. Stallman, and C.V. Theis. 1972. Definitions of selected ground-water terms—Revisions and conceptual refinements. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1988. Reston, Virginia: USGS
- Muller, D. A. and Price, R. D., 1979, Ground-water Availability in Texas, Estimates and Projections Through 2030: Texas Department of Water Resources Report 238, 77 p
- Özgül, N., 2006, İstanbul Jeolojisi, İBB Planlama ve İmar Dairesi Bşk. Şehir Planlama Md., İstanbul Büyükşehir Nazım İmar Planı Analitik Etüdler İşi, 98 s., İstanbul, (Yayınlanmamış Proje).

- Öztaş, T., 2008, İstanbul'un su politikası sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 78-106
- Sophocleous, M. (1997). Managing water resources systems: Why "safe yield" is not sustainable. *Ground Water*, Vol. 35, No.4, July-August, 561.
- Tezcan L., 2002. New isotopes and their uses in hydrological studies, 1. Symposium on the use of isotope techniques in national hydrology, Adana.
- Theis, C.V. 1940. The source of water derived from wells—Essential factors controlling the response of an aquifer to development. *Civil Engineering* 10: 277–280.
- Todd, D.K., 1959. *Groundwater hydrology*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 336 p
- Tufan S, 2007, Bakırköy Havzasının bilgisayar ortamında modellenmesi, İTÜ, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, Maslak
- Voss C. I., 2011, Editor's message: Groundwater modeling fantasies —part 1, adrift in the details *Hydrogeology Journal* 19: 1281–128
- Yazıcıgil, H., 2006, Sürdürülebilir ve Emniyetli Akifer Verimleri. "59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı", s.101-103.
- Zhou Y., 2009, A critical review of groundwater budget myth, safe yield and sustainability. *Journal of Hydrology* 370, 207–213

İstanbul Deprem Master Planında Zemin Verilerine Dayalı Planlama Önerileri

Murat Balamir

murat.balamir@gmail.com

Özet: İstanbul Deprem Master Planı (2003/4) çalışmalarında geliştirilen planlama önerileri, bilimsel açıdan olduğu kadar, güncel uluslararası afetler politikası açısından da öncü nitelikler taşır. Büyük ölçüde göz ardı edilmiş olan IDMP önerileri, günümüzde ve gelecekte hem akademik, hem de siyaset alanında geçerliğini korumaktadır. Planda, risklerin azaltılması amacıyla, kent bütününe özellikleri gözden kaybedilmeden, bir düzine kadar risk sektöründe örgütlenme çerçevesi ile uygulama yöntem ve projeleri geliştirilmiştir. Her risk sektöründe, zemin koşulları yanı sıra, kullanım biçimleri, topluluk kapasiteleri ve korunmasızlıklar, mekânsal ilişkiler, olası kayıp düzeylerinin belirlenmesinde başlıca etkenlerdir. Zaman programı içinde her projenin yürütücüsü, katılımcıları, bütçeleri belirlenmiş, kentsel risk azaltma çabasının yapı düzeyinde önlem alınmasını ötesinde planlı bir toplumsal girişim gerektirdiği açıklanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kentsel Sakınım; Risk Sektörleri; Katılım

Earthquake Master Plan of Istanbul

Planning Proposals Based on Geological Findings

Murat Balamir

murat.balamir@gmail.com

Abstract: Planning proposals of EMPI (2003/4) do not only inhere timeless scientific validity, but also reveal high relevance with respect to the current international disaster policy. Largely ignored by academia and political authorities, the propositions set in the Master Plan have no precedents, and represent innovative forerunners in the field of urban risk management. Risk identification is based on interrelations between land-uses, physical properties, social vulnerabilities and capacities, as well as local geological attributes. EMPI is structured on a number of ‘risk sectors’ that contain numerous sub-projects with implementation programs identifying responsible and participating parties, budgets, and timing of implementation as part of a ‘road map’. It is an imperative for urban risk mitigation to have a comprehensive planning perspective, far beyond a concern in structural safety of singular buildings.

Key Words: Urban Mitigation; Risk Sectors; Participation

İstanbul'da Öncü Kentsel Dönüşüm Örnekleri

Murat Balamir

murat.balamir@gmail.com

Özet: İstanbul Deprem Master Planı çalışmalarının bir uzantısı olarak, yüksek riskli Zeytinburnu ilçesinde, yerel topluluk örgütlenmeleri ile yapı stokunun topluca yenilenmesi önerisini sınamak üzere yapılan araştırma-geliştirme projesi (2004), güncel mevzuata göre yürütülen 'dönüşüm' uygulamalarından çok farklı bir yaklaşımın olabirliğini göstermiştir. Yerinde gerçekleştirilen sosyal, mekânsal, ekonomik araştırmalara dayanılarak geliştirilen fiziki düzenleme, örgütlenme, yapılaşma, finans, yasal düzenleme, süreç tasarımı konularındaki sınamalar, öngörülen yöntem ile İstanbul'un piyasa koşulları altında, kısa dönemler içinde büyük ölçüde deprem dirençli bir yapı stokuna kavuşabileceğini göstermişti. Bu, yürürlükteki 'dönüşüm' yasasının dayatmacı ve müdahaleci araçları ile değil, özendirici ve kolaylaştırıcı önlemlerle başarılabilir bir direnç kazanma süreci öngörüsü idi.

Anahtar Sözcükler: Kentsel Dönüşüm; Yerel Topluluk Katılımı

Earlier Propositions for Urban Resilience in Istanbul

Murat Balamir

murat.balamir@gmail.com

Abstract: A 12-month research and analysis in Zeytinburnu (2004), one of the sub-provinces of İstanbul, indicated the feasibility of an alternative approach in conducting urban renewal processes for the purposes of EQ resilience, in contrast to the legal provisions now in effect. Social, physical, economic surveys in the area proved that there were sufficient motives for the local community for self-organisation and pursuing reconstruction at aggregate levels. Measures to encourage and facilitate the processes of participation as envisaged in urban local plans would suffice for the adoption of a self-conducted urban renewal activities in the free market, in denial of the need for imposing and intruding central authority decisions.

Key Words: Urban Renewal; Community Participation

İstanbul Deprem Tehlikesi Belirlemelerinin Karşılaştırılması

Comparative Evaluation of Earthquake Hazard Assessments for İstanbul

Mustafa Erdik, Karin Şeşetyan, Mine Betül Demircioğlu

*Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
(erdik@boun.edu.tr)*

Özet: Deprem tehlikesi, hasar ve can kaybı yaratabilecek büyüklükteki bir depremden kaynaklanan yer hareketinin belli bir konum ve aşılma olasılığı için belirlenmesi olarak tanımlanır. İstanbul'da deprem tehlikesi belirlenmesine girdi sağlayacak tüm unsurlar yeterli doğruluk ve çözünürlükle bilinmekte ve İstanbul'un deprem tehlikesi çok sayıda proje ve makale kapsamında belirlenmiş bulunmaktadır. Bu belirlemelerde kullanılan: deprem kaynak modellemesi, stokastik işlem tipleri, yer hareketi tahmin denklemleri ve belirsizliklerin değerlendirilmesi farklar arz etmektedir. Bir takım çalışmalarda deprem tehlikesi ayrıştırılması, Monte-Carlo benzeşim yönteminin kullanılması ve deprem yer hareketinin mekânsal korelasyonu konularına yer verilmiş bulunmaktadır. Değişik yöntemlerin kullanıldığı bu çalışmaların karşılaştırılarak irdelenmeleri: yapı ve altyapıların depreme dayanıklı tasarımı ve deprem riskinin belirlenmesi ve sigorta primlerinin tespiti açısından önemli ve gerekli olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Deprem Tehlikesi, Probabilistik, Deterministik.

Abstract: Earthquake hazard is defined as the assessment of a ground motion intensity associated with a given probability of exceedance at a specific location. All the input parameters needed for such an assessment in İstanbul are known adequate reliability and resolution and, there exists multitude of earthquake assessment encompassed in project reports and scientific papers. Earthquake source modeling and characterization, types of stochastic process, ground motion prediction models and treatment of uncertainties considered in these studies indicate different approaches. Some studies have also considered earthquake hazard deaggregation, use of Monte-Carlo type simulations and spatial correlation of earthquake ground motion intensities. A comparative evaluation of these studies has gained importance and is needed for earthquake resistant design of structures, earthquake risk determination and earthquake insurance pricing.

Key Words: İstanbul, Earthquake Hazard, Probabilistic, Deterministic.

İstanbul Zonunu kesen Mafik – Ortaç Dayk Kompleksinin Jeokronolojisi, Jeokimyası, İzotop Sistematiği ve Batı Karadeniz’in evrimi açısından önemi

Namık AYSAL¹, Mehmet KESKİN¹, Irena PEYTCHEVA² ve Olgun DURU³

¹ *İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar – İstanbul*

² *Bulgar Bilimler Akademisi, Jeoloji Enstitüsü, Sofya – Bulgaristan*

³ *İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 34126 Vezneciler - İstanbul*

Özet: Bu çalışmada, İstanbul zonundaki mafik – ortaç bileşimli daykların yeni U-Pb zirkon yaşları, ana ve iz elementleri, mineral kimyası ve Sr-Nd izotop analizleri sunulmaktadır. Mafik dayklar kalk-alkali – alkaline lamprofir ve diyabazlarla temsil edilmektedir. Ortaç dayklar ve sub-volkanik kayalar kalk-alkalin karakterli, andezitten dasite kadar değişen bileşim sunarken intrüzif kayalar (stoklar ve küçük plutonlar) ise granodiyotiten diyorite değişen bileşimdedirler. Ortaç bileşimli dayklardan 72.49±0.79 (Üst Kretase – Campanian) – 65.44±0.93 My (Alt Paleosen – Danian) ve küçük bir granodiorite stoğundan 58.9±1.8 My U-Pb LA-ICP-MS zirkon yaşları elde edilmiştir. Mafik – ortaç bileşimli dayklar ile küçük stokların ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_(i) değerleri 0.703508 – 0.706311 arasında değişirken, ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd_(i) değerleri 0.512614 – 0.512812 arasında ve εNd_(i) değerleri 5.09 – 1.24 arasındadır. Nd_{TDM} modal yaşları 0.46 ile 0.77 Ga arasındadır.

Daykların LILE ve LREE elementleri HFSE elementlerine oranla zenginleşmiştir. Kuzeyde İstanbul Paleozoyik istifi ve Üst Kretase volkanitlerini kesen ve Üst Kretase yaşlı Kısırkaya formasyonu’nu besleyen belirgin OIB tipi karaktere sahip bir grup dayk dışında mafik – ortaç bileşimli daykların çoğu N-tipi MORB’a normalize çoklu element örümcek diyagramlarında belirgin bir yitim zonu bileşeni içerir. Bu veriler, sözkonusu iki farklı bileşimdeki daykların Üst Kretase – Paleosen döneminde iki zıt manto kaynak alanından türediklerini işaret etmektedir. Bu kaynaklar: (1) dalan okyanusal litosferden türemiş ergiyiklerce metasomatize olmuş litosferik manto, ve (2) OIB bileşimine sahip astenosferik mantodan türemiş levha-içi imzaya sahip bazik magmalar. Petrolojik modeller bu iki farklı magma serisinin magma karışımı işlemleri ile etkileşime uğramış olduğunu göstermektedir.

Amfibol minerallerinde yapılan jeotermometrik hesaplamalar 769 –953 °C ve 938 °C to 994 °C arasında sıcaklık değerleri vermektedir. Jeobarometrik hesaplamalar, kristalizasyon derinliklerinin 3.0 – 20.2 km arasında değiştiğini göstermektedir. Üst Kretase Volkanitlerini kesen daykların oksijen kısmi basınçları (logfO₂) değerleri –10.10 bar ile –13.07 bar ve İstanbul Paleozoyik istifini kesen ortaç bileşimli daykların –8.71 bar ile –10.33 bar arasındadır. H₂O_{melt} içerikleri % 4.91 – % 6.89 ve % 4.82 – % 7.51 arasındadır ve bu değerler daykların orta – sıg derinliklerde yerleştiklerini göstermektedir. İstanbul zonundaki dayk komplekslerinin Üst Kretase

– Paleosen döneminde, Karadenizin açılımı sırasında volkanik yayın riftleşmesi ile oluştuğu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karadenizin açılımı, mafik – ortaç dayk kompleksleri, petroloji, zirkon U-Pb yaşlandırma.

Geochronology, Geochemistry and Isotope Systematics Of A Mafic-Intermediate Dyke Complex in The Istanbul Zone. New Constraints on The Evolution of Black Sea in NW Turkey

Namık AYSAL¹, Mehmet KESKİN¹, Irena PEYTCHEVA² ve Olgun DURU³

¹ *İstanbul University, Faculty of Engineering, Dept. of Geological Engineering, 34320 Avcılar, İstanbul, Turkey* ² *Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria*

³ *İstanbul University, Graduate School of Science and Engineering, 34126, Vezneciler, İstanbul, Turkey*

Abstract: We report new U-Pb zircon ages, major and trace element data, mineral chemistry and Sr–Nd isotopic analyses of the mafic – intermediate dykes and intrusions in the İstanbul zone. Mafic dykes are represented by calc-alkaline to alkaline lamprophyre and diabase. Intermediate dykes and sub-volcanics are andesitic to dacitic in composition and calc-alkaline in character while intrusive rocks (stocks and small plutons) are granodioritic and dioritic in composition. New zircon U–Pb LA-ICP-MS dating yield ages from 72.49±0.79 (Upper Cretaceous - Campanian) to 65.44±0.93 Ma (Lower Paleocene – Danian) for the intermediate dykes, and 58.9±1.8 Ma (Upper Paleocene – Thanetian) for a small granodiorite stock. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr_(i) values of the mafic and intermediate dykes and small stocks span a range from 0.703508 to 0.706311, while their ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd_(i) values vary from 0.512614 to 0.512812 and εNd_(i) values from 5.09 to 1.24. Nd_{TDM} model ages range between 0.46 and 0.77 Ga.

Dykes are enriched in LILEs and LREEs relative to HFSEs. N-type MORB-normalized multi-element spidergrams of majority of the mafic and intermediate dykes display a clear subduction signature except a subset, which cut the Palaeozoic of İstanbul and upper part of the Upper Cretaceous volcanics in the north of İstanbul (i.e. feeder dykes of the Kısırkaya formation) and show a clear OIB signature indicate that the melts fed the dyke system during the Upper Cretaceous to Paleocene period were derived from two contrasting mantle sources: (1) initially a lithospheric mantle modified by subducted slab-derived melts which sourced the magmas with a clear subduction signature, and (2) followed by an asthenospheric mantle from

which basic magmas with OIB signature. Petrological models indicate interaction of these two discrete magma series via magma mixing process.

Geothermometric calculations based on the composition of amphiboles are in a range of 769 –953 °C and 938 °C to 994 °C. Geobarometric calculations indicate crystallization depths ranging in an interval between 3.0 and 20.2 km, implying a polybaric crystallization. The oxygen fugacity ($\log f_{O_2}$) values vary between –10.10 bar and –13.07 bar in the dykes cutting the Upper Cretaceous volcanics, and range from –8.71 bar to –10.33 bar in intermediate dykes cutting the İstanbul Palaeozoic unit. H_2O_{melt} contents changing between 4.91 % to 6.89 % and 4.82 % to 7.51 %, respectively implying that the dykes were emplaced at mid to shallow crustal levels. Dyke complexes of the İstanbul zone are interpreted to have been emplaced in a rifted volcanic arc margin related to the opening of the Black Sea during the Late Cretaceous - Paleocene period.

Keywords: Opening of Black Sea, mafic – intermediate dyke complexes, petrology, zircon U-Pb dating.

Batı Pontitlerde Orta Permiyen – Erken Triyas Plutonizması, KB Türkiye: Jeokronoloji, Jeokronoloji ve Paleo-Tetisin Evrimindeki Jeodinamik Önemi

Namık Aysal^a, Sabah Yılmaz Şahin^a, Yıldırım Güngör^a, Irena
Peytcheva^b ve Sinan Öngen^a

^a İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
İstanbul, Türkiye

(aysal@istanbul.edu.tr)

^bBulgar Bilimler Akademisi, Jeoloji Enstitüsü, Sofya, Bulgaristan

Özet: Permo-Triyasik magmatic kayaçlar, Ege çevresinde farklı tektonik alanlar ve kıtasal bloklarda yaygın olarak yüzeylenmektedir. İstanbul ve Istranca Zonları KB Türkiye’de Pontitlerin Batısında iki farklı kıtasal blok olarak konumlanmaktadır. Kırklareli plutonu (KG) ve Tepeceki graniti (TG) Istranca masifinin metamorfik temel kayaları içerisine, Sancaktepe graniti ise İstanbul Paleozoyik istifi içerisine yerleşmiştir. Bu çalışmada; Kırklareli plutonu (KP), Tepecik graniti (TG) ve Sancaktepe granitinin (SG) petrojenetik yorumları, yerleşme zamanı ve jeodinamik öneminin anlaşılması için yeni zirkon U-Pb yaşları, tüm-kayaç jeokimyası ve Sr-Nd izotop verilerini sunuyoruz. KG için 268.3 ± 2.1 My (Orta-Permiyen), TG için 249.4 ± 1.5 My (Erken Triyas) zirkon U-Pb yaşları bulunmuştur. SG için ise, 257.3 ± 1.5 to 253.7 ± 1.75 My (Üst Permiyen) yaşı bulunmuştur. Plutonlar yüksek-K’lu kalk-alkalin ve hafif şoşonitik, peralumine ve hafif metalumine karakter göstermektedir. Alüminyum doygunluk indeksi (ASI) değerleri 0.9 – 1.3 arasındadır ve bunlar genellikle I-tipi ve S-tipi karakter gösterirler. SG ise, İstanbul Paleozoyik birimleri içerisine sokulum yapmakta ve benzer jeokimyasal özellikleri sunmaktadır. KG, TG ve SG için $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ değerleri 0.701123 ile 0.707704 aralığındadır. Kristalizasyon yaşlarına göre $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$ değerleri 0.512052 ile 0.512431 arasında ve ϵNd değerleri -4.71 – 2.22 aralığında değişmektedir. Nd- T_{DM} model yaşları 0.91 ve 1.41 Ga’dır. Bu plütonlar LILE’ler ve LREE’ler bakımından zenginleşmiş, HFSE’ler bakımından tüketilmiş ve negatif Eu anomalisi ile birlikte zenginleşmiş manto kaynak alanından türeyen ergiyiklerin zamanla kabuksal ergiyikler tarafından değiştirildiğini göstermektedir. Eldeki yeni verilerimiz, Orta Permiyen – Erken Trias döneminde Paleo-Tetis Okyanusunun kuzeye dalımı sonucu, Kırklareli plutonunun yitim zonuyla ilişkili magmatik yay ortamında, ileri derecede kristal ayrışması gösteren Sancaktepe graniti ve Tepecik granitinin ise yay-gerisi ortamda oluşmuş olabileceklerini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Istranca ve İstanbul Zonları, U-Pb SHRIMP yaşlandırma, Paleo-Tetis Okyanusu.

Mid Permian - Early Triassic Plutonism in the Western Pontides, NW Turkey: Geochronology, Geochemistry and Geodynamic Significance for the Evolution of the Paleo-Tethys

Namık Aysal^a, Sabah Yılmaz Şahin^a, Yıldırım Güngör^a, Irena Peytcheva^b and Sinan Öngen^a

^a *İstanbul Univ., Engineering Faculty, Dept. of Geological Engineering, İstanbul, Turkey*

(aysal@istanbul.edu.tr)

^b *Bulgarian Academy of Sciences, Geological Institute, Sofia, Bulgaria*

Abstract: Permian-Triassic magmatic rocks are widely exposed in different tectonic terrains and continental blocks in the Aegean region. The İstanbul zone and Istranca (Strandja) massif are two different continental blocks, which are located in the western Pontides, in NW Turkey. Kırklareli pluton (KP) and Tepecik granite TG intruded into the metamorphic basement rocks of the Istranca massif, and Sancaktepe granite (SG) emplaced into the İstanbul Paleozoic sequence. In this study, we present new zircon U–Pb dating, whole-rock geochemistry and Sr–Nd isotopic analyses for the KP, the TG and the SG, in order to interpret their petrogenesis, time of emplacement and geodynamic implications. The emplacement ages are 268.3 ± 2.1 Ma for the KP and 249.4 ± 1.5 Ma for the TG according to their zircon U–Pb isotope analyses. Zircon U–Pb dating of the SG yielded concordant ages of 257.3 ± 1.5 Ma and 253.7 ± 1.75 Ma, respectively. They are characterized by high-K calc-alkaline to shoshonitic, mainly peraluminous and slightly metaluminous granitoids. The ASI values are between 0.9 – 1.3 and they show I- and S-type character. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ values for the KP, the TG and the SG plutons range between 0.701123 and 0.707704. $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$ ratios calculated for crystallization ages are between 0.512052 and 0.512431, and $\epsilon\text{Nd}_{(i)}$ values vary from -4.71 to 2.22. Nd- T_{DM} model ages range between 0.83 and 1.41 Ga. These plutons are enriched in LILEs and LREE and depleted in HFSEs with negative Eu anomalies, indicating that the melts were derived from an enriched mantle modified by crust derived melts. Our new data suggest that the KP was generated in a subduction-related magmatic arc, and highly fractionated SG and TG plutons were formed in a back-arc setting in response to the northward subduction of the Paleo-Tethys ocean in Mid Permian – Early Triassic period.

Key words: Istranca and İstanbul Zones, U-Pb SHRIMP dating, Paleo-Tethys Ocean.

Afete-Duyarlı Planlama Süreçleri ile Yerbilimleri Verilerinin Bütünleştirilmesi: İstanbul İlçeleri Örnek Çalışmaları

Nilgün OKAY^{1,3}, Azime TEZER^{2,3}, Fatih TERZİ²

¹İTÜ Jeoloji Müh Bölümü

²İTÜ Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

³İTÜ Afet Yönetimi Merkezi

okayn@itu.edu.tr

Özet: Son beş yıldır İstanbul'un ilçe belediyeleri tarafından desteklenen İTÜ, İstanbul Kalkınma Ajansı ve Marmara Belediyeler Birliği tarafından koordine edilen afet risk yönetimi planlaması ve geliştirilmesine yönelik dört proje yürütülmüştür. Bu çalışmalarda, geleneksel planlama anlayışı yerine doğal ve yapılaşmış çevrenin çoklu-tehlike verilerine dayalı risk değerlendirmelerinden üretilen "tehlike/riske duyarlı mekânsal planlama" yaklaşımı geliştirilmiştir. Bir planlama aracı olarak, afet risk ve zararlarının azaltılmasını amaçlayan bu yaklaşımda; yerleşkelerin afet yönetimi açısından önemli temel bileşenleri tehlikelerle ilişkilendirilerek risklerin yönetimi hedeflenmektedir. Yerbilimleri ile doğrudan ilişkili olan risk yönetimi sorunlarının çözümünde yerel, güvenilir ayrıntılı verilerin kullanılması ve değerlendirilmesi afet yönetimi açısından son derece önemlidir. Bu kapsamda öncelikle mevcut durum analizi ile, 1. aşamada İstanbul'da projelendirilen bu ilçelerin karşı karşıya bulunduğu tüm tehlikelerin belirlenmesi ve değerlendirmesi, 2. aşamada çok boyutlu ve bütünlük risk değerlendirmeleri, ve 3. aşamada, ilçe ölçeğinde yerel afet risk yönetimine yönelik mekansal strateji ve politikaları üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal tehlike, afet risk, mekansal planlama

Kuzey Marmara’da Beklenen Depremlerin Kıracağı Yer Kabuğunun, Biçimi, Dayanım ile Kırılma Davranışı

Övgün A. ERCAN1 ve Nurdan SAYIN2

1 İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl. Maslak, İstanbul.

2 İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Müh. Böl. 34320
Avcılar, İstanbul.

(ovgunaercan@gmail.com;nursayin@istanbul.edu.tr)

Özet: Kuzey Marmara’da yerkabuğunun yapısı ile davranış özellikleri (karmaşıklığı, dayanımı, baskı altında davranışı, gevrek ile esnekliği) kırılmaların işleyişini belirler. Biriken gerginliğin, kabuğun kırılma direncini yendiğinde odakta bir güre-enerji boşalımı ile birlikte depremler ortaya çıkacaktır.

Yapısı ile davranışı bakımından Kuzey Marmara kabuğu iki parçalıdır; ortada, %8-%10’u tekdüze, dayanıklı, kalın, baskıya direnme gücü 7-8 1022 erg olan, depremciksiz İstanbul bölümü. Batı’da ise, %46’lık ilk üst yarısı çoktürlü-heterojen, gevrek, kırılğan, ince, baskıya direnme gücü 4-7 1022 erg olan yoğun depremcikli Tekirdağ bölümü. O nedenle, yıkıcı depremler 130 ile 150 yılda bir olmaktadır.

İzmit’ten Düzce-Kaynaşlı’ya dek uzanan Sakarya Çukurunda ise gerginlik birikme hızı ile kırılğanlık özelliği çok yüksektir. Sakarya bölümünün ilk 15 km’si içinde kırılğanlık oranı %75’ den büyük, kırılma gücü 4,5 1022erg olup, çok kolay kırılır. O nedenle deprem yinelemeleri 7-30 yıl gibi kısa aralıdır.

Kuzey Anadolu Kırığı boyunca yerin en çok kırılmaya karşı dayanma direnci 1020 ile 1024 erg güre boyutunda olup, bu değer yer kırılmasında 10 ile 50 bar’lık basınç gerginlik düşümüne karşılık gelir.

Marmara altında ortalama yerkabuğunun gevrek ile kırılğan bölümünün toplam kalınlığı 27-30 km’dir. Bu kabuk üzerinde yaklaşık yıllık gerginlik birikmesi 1021 erg’ dir.

Kuzey Marmara Kabuğu, yüzey, üst, ayrıca alt olmak üzere üç katmandan oluşur. Yüzey katmanın kalınlığı ortalama 2-3 km iken, Tekirdağ-Ergene çukurunda 6-6,5 km’ye varır. İstanbul Boğazı önünde ise büzülmeye 4 km’ye dek kalınlaşmıştır. Tabanı başkalaşık kayalardan oluşan yüzey kabukta P ile S-dalgası hızları $V_p = 4$, $V_s = 2,2$ km/sn, yoğunluk $d = 2,5$ gr/cm³ kesme esneklik direnci $G = 160$ bin kg/cm² (bar), Poisson oranı 0,2, sıkışmazlığı $k = 210$ bin kg / cm² (bar)’dır. Bunun altındaki, deprem odaklarını yataklayan granitsel üst kabukta ise $V_p = 5,9$, $V_s = 3,5$ km/sn, kalınlık $h = 7$ km, taban derinliği 11 – 14 km, yoğunluk $d = 2,8$ gr/cm³, Poisson oranı 0,19, kesme direnci $G = 360$ bin kg/cm², sıkışmazlığı $k = 450$ bin kg/cm² (bar)’dır. En alttaki, külsü-Bazaltsal kabuğun taban derinliği 30–31 km, kalınlığı 20 km dolayındadır. Üst kesimi 400 oC sıcaklıkta iyi akışkan bağlantılı, ayrıca iletkenidir. $V_p = 5,5 - 6,7$, $V_s = 3,6$ km/sn, $d = 2,9$ gr/cm³, Poisson oranı 0,25, orta – katı, kesme

esneklik direnci $G=460$ bin kg/cm^2 , k -sıkışmazlığı 760 bin kg/cm^2 (bar)'dır. Sıkışmazlığı yüzey kabuğa göre 3,6 kat, üst kabuğa göre 1,7 kat büyüktür. Katı kabuk altındaki magma, (Moho)'nun altı, sünek, ayrıca çok sıcak, yoğun; $d = 3,25$ gr/cm^3 , $V_p = 7,78$, $V_s = 4,3$ km/sn olan katman kendi içinde basınç, ayrıca sıcaklık ayrılığı nedeniyle $0,5 - 5$ cm/yıl hızla yoğrulur. Gevşek – sıkı orta – katı olan bu katmanda Poisson oranı $\nu = 0,26$, $G = 680$ bin kg/cm^2 , k -sıkışmazlığı 1180 bin kg/cm^2 'dir.

Doğudan gelen güç ile avkulanana kabuğun Hereke ile Büyükçekmece arasındaki İstanbul altında yüzey katmanının sıkışarak 2 ile 3 km boyunda büzdüğü, üst kabuğun da büzülmesi, ayrıca kalınlaştığı görülmektedir. Ayrıca tam boğaz altında mağmanın 4 km'lik bir yükselimle boğazaltına doğru sokulduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marmara, Deprem, Yerkabuğu, Dayanım özellikleri, işleyiş, esneklik

Geo-Mechanical Behavior Of Crust, Beneath Northern Marmara Region Where The Potential Large Scale Earthquake's Nesting Epicenters

Övgün A. ERCAN¹ and Nurdan SAYIN²

¹ *Istanbul Technical University Mining Faculty. Geophysical Eng. Dept. Maslak Istanbul*

² *Istanbul University Engineering Faculty Geophysical Eng. Dept. 34320 Avcılar, Istanbul.*

(Ovgunaercan@gmail.com; nursayin@istanbul.edu.tr)

Abstract: Northern Marmara crust's structure and geo-mechanical properties such as; geological complexities, strength, behavior under pressure, brittleness and elasticity will determine focal and faulting mechanisms of the expected large earthquakes in the granitic layer. When the irregularly building up of easterly tension will attain failure strength of crust, about two earthquakes will occur successively with different level of energy discharges at two epicenters along the North Anatolian Fault (NAF) line's (NAF) uppermost branch.

Crustal layer depths, underneath of the Northern Marmara region, from surface to Moho discontinuity is as follows; brittle metamorphic rocks on the surface 2 to 6 kms, granitic layer with a high strength; 11 to 14 kms, ductile basaltic layer 26 to 32 kms and then Moho discontinuity with a liquid phase of magma.

In terms of structure and behavior characteristics, the Northern Marmara crust is defined in three parts; Sakarya, on east, İstanbul in the middle and Tekirdağ, on west. İstanbul region where there occur very limited micro-earthquakes, is about 8 to 10%

uniform, durable, thick, failure strength is about 7 to 8 1022 erg. However, at westerly Tekirdağ region experiences very dense micro-earthquake activities at focal depths of 7 to 10 kms. In this part of crust; the first upper half is about 46% heterogeneous, brittle, fragile, thin and has approximately 4 to 7 1022 ergs of failure strength. For this reason, especially destructive earthquakes occur at Tekirdağ branch at every 130 to 150 years. In the Sakarya region, on the east, which extends from İzmit Bay to Düzce-Kaynaşlı, the tension accumulation speed and brittleness properties are very high.

Within the first 15 km of the Sakarya section, the brittleness rate is as large as 75%, and the failure strength is 4.5 1022erg. Granitic layer in this part is very fragile and breaks very easily with high stress accumulation rate along the Nort Anatolian Fault. Because of these reasons, earthquake recurrence interval is as short as 7-30 years, in Sakarya province.

Uppermost stress release happens whenever failure strength of frangible granitic layer goes behind 1020 to 1024 erg, energy equivalence, which corresponds to a 10 to 50 bar stress drop. Total thickness of brittle earth's crust underlying Marmara Sea is of 27 to 30 kms. Average annual strain build up on this crust is equivalent about 1021 erg.

Geo-mechanical properties of crustal layers, from surface to Moho, beneath the Northern Marmara Crust are as follows; while average thickness of the surface metamorphic layer is 2 to 4 kms, but it gets 6.0 to 6.5 kms in Tekirdağ-Ergene basin. Metamorphic represented with body wave velocities of $V_p = 4.0$, $V_s = 2.2$ km / s, density $d = 2.5$ gr / cm³, shear modulus $G = 160 \times 10^3$ kg/cm² (bar), Poisson's ratio 0.2, and stiffness $k = 210 \times 10^3$ kg/cm² (bar).

Granitic layer, which is upper crust, with a thickness of 7 kms, beneath the metamorphic which bearing earthquake and micro-earthquake epicenters, has velocities of $V_p = 5.9$, $V_s = 3.5$ km / sec. Its bottom depth is about 11 to 14 kms, density is $d = 2.8$ gr / cm³, Poisson's ratio 0.19, shear modulus $G = 360 \times 10^3$ kg/cm², compressibility modulus is $k = 450 \times 10^3$ kg/cm² (bar).

Basaltic basement, which is lower crust, has a bottom depth of 26 to 31 kms and has a thickness of 20 kms. The upper section has a good fluid connection at 400oC temperature and it is also conductive. Its velocities are $V_p = 5.5$ to 6.7, $V_s = 3.6$ kms / sec, $d = 2.9$ gr / cm³, Poisson ratio 0.25, which indicates that basaltic layer is moderately solid, shear modulus is $G = 460 \times 10^3$ kg / cm², and k- incompressibility is 760×10^3 kg / cm² (bar).

As one can see, incompressibility of basaltic lower crust, is 3.6 times larger than surface layer and 1.7 times larger than upper crust, granite. The magma under the solid basaltic crust, (Moho), is in fluid form and is also hot, 1900 to 21000C. Its density is as high as $d = 3.25$ gr / cm³, and body wave transmissions speeds are $V_p = 7.78$, $V_s = 4.3$ kms / sec. Magma, beneath the lower crust continuously circulates at a rate of 0.5 - 5 cm / year due to pressure and temperature differences. Poisson ratio beneath the Moho is about $\nu = 0,26$, and $G = 680 \times 10^3$ kg / cm² and k- is 1180×10^3 kg / cm². These indicate that this section is also limp - tight medium - solid layer.

It is seen that the surface layer under Istanbul between Hereke and Büyükçekmece is shrunk by 2 to 3 km in length and the upper layer is shrunk and thickened because

of easterly lateral stress building up and rising up of magma, just underneath of Boğaziçi gateway, in the order of 4 kms. This is positively responsible to increase failure strength of crust against faulting by an earthquake.

Keywords: Marmara Region, Earthquake, Crustal structures, geo-mechanics, elasticity modulus, North Anatolian Fault.

İstanbul Dayklarının Dayanım ve Deformasyon Özellikleri

Ömer Ündül^a, Buğra C. Çobanoğlu^b

^aİstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar – İstanbul

^b İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Vezneciler – İstanbul
(oundul@istanbul.edu.tr)

Özet: İstanbul’da farklı amaçlar için pekçok mühendislik yapısının inşaaı artarak devam etmektedir. Ayrıca, pekçok yeraltı yapısı da planlanmaktadır. Bu yapıların önemli bir kısmı İstanbul Paleozoyik istifinde veya üzerinde inşa edilmekte ve planlanmaktadır. Bu Paleozoyik istif pekçok yerde farklı mekanik özellikler sunan dayklar tarafından kesilmektedir. İnşaat faaliyetlerinin sayısı ve boyutlarının artması daha fazla dayk ve dayk yan kaya ilişkisi ile karşılaşılmasına sebep olmaktadır. Pekçok durumda dayklar yan kayalardan daha dayanımlı ve daha az süreksizlik içermektedir. Bundan dolayı, kaya kütesinin dayanım ve deformasyon özelliklerinde ani değişimler gözlenmektedir. Sonuç olarak, bu ani davranış değişikliğine bağlı olarak pekçok mühendislik sorunu gelişmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul’daki daykların fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılarak dayanım ve deformasyon karakteristiklerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, daykların dokusal farklılıkların ortaya konması için mineralojik ve petrografik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın hedeflerine ulaşmak için ayrıca, birim ağırlıklar ve poroziteyi içeren fiziksel özellikler tanımlanmıştır. Tek eksenli sıkışma dayanımı deneyleri, çevre gerilmesiz dayanımların tespiti için yüksek hassasiyetli şekil değiştirme ölçümleri de Young Modülü ve Poisson oranlarının tespiti için kullanılmıştır. Ayrıca, Brazilyan çekme deneyleri aynı örnek grupları üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Mekanik deneylerden elde edilen sonuçlara göre çalışılan daykların tek eksenli sıkışma dayanımları 46 – 277 MPa, çatlaklanma başlangıcı gerilme seviyeleri ise 19 – 81 MPa arasında değişmektedir. Aynı kaya grubunun Brazilyan çekme dayanımları ise 5.6-19.6MPa arasındadır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde daykların mekanik özelliklerinin birlikte buldukları yankayalarına göre daha yüksek dayanım değerleri verdiği ve nispeten daha gevrek kırıldıkları ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Deformasyon özellikleri, dayk, İstanbul, mekanik özellikler

Strength and Deformation Properties of Istanbul Dykes

Ömer Ündül^a, Buğra C. Çobanoğlu^b

^a *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar – İstanbul*

^b *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Vezneciler – İstanbul
(oundul@istanbul.edu.tr)*

Abstract: Construction of varying engineering structures for different purposes are increasing in İstanbul. Besides, many subsurface structures are realized and already planned. Most of these projects are constructed on and /or within the Paleozoic sequence of İstanbul. This continuous Paleozoic sequence is interrupted by many dikes of different mechanical properties. The increase in the amount and dimension of these construction facilities lead to deal with more dikes and dike-host rock boundaries. For many cases the dikes are more competent and have less discontinuities. Thus sudden changes of strength and deformation characteristics are encountered along the boundaries of dikes and host rocks. As a consequence, many problems related to this sudden change of strength and deformation characterizes were reported.

In this study it is aimed to investigate the physical and mechanical properties of dikes of İstanbul and to evaluate their strength and deformation characteristics. Mineralogical and petrographic studies were conducted to verify the textural variations of dikes. To achieve the goals of the study physical properties including unit weights and porosities were also determined for magmatic rocks and dykes of İstanbul. Uniaxial compressive tests were carried out to determine the unconfined compressive strength including highly precise strain measurements to determine the Young's modulus and Poisson's ratios. Brazilian Tensile Strengths (BTS) were also determined for the same sample groups.

The data obtained from mechanical tests showed that the UCS for these rocks varies between 75-250MPa and crack initiation stress levels stand between 25-70MPa. The BTS values are in a range of 7-19MPa. The synthesis of results and data compiled for the mechanical properties of surrounding / host rocks suggested that the dikes and magmatic rocks exhibit considerably higher strength values and for some dikes the behavior is more brittle than the host rocks.

Keywords: Deformation characteristic, dyke, İstanbul, mechanical properties

Dirençli Şehirler İçin Bütünleşik Doğal Afet Çalışmaları

Integrated Geohazard Investigations Towards Resilient Cities

Özgür Kozacı

*Infraterra, Inc. 220 4th Street, Suite 102, Oakland, 94607 California, USA
okozaci@infraterra.com*

Özet: Doğal tehlikelere dirençli, sürdürülebilir şehirler zamanla değişen çevresel faktörler ve antropojenik taleplerin belirlenmesi ile öngörülebilir bir geleceğe yönelik planlama gerektirir. Antropojenik taleplerin nüfus artışı ve teknolojik ilerlemelere bağlı olacağı herkesçe kabul edilerek, şehir ve bölge planlama çalışmaları kapsamında ele alınmaktadır. Çevresel faktörler ise, katı yerküre ile atmosfer ve okyanus dinamikleri tarafından şekillenir. Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan jeoloji, tekrarlanma aralığı atmosfer olaylarına görece seyrek deprem gibi doğal tehlikeler dışında mühendislik projelerinin kullanım ömrü süresince sabit kabul edilir. İklim değişikliklerinin hızlanmaya başladığı günümüzde ilerleyen teknolojik gözlem kabiliyetlerimiz sayesinde katı yerküre ile atmosfer dinamiklerinin tahminimizden daha kısa süreli bir etkileşim mekanizması içinde olduğu anlaşılmaktadır. İşte bu noktada olası jeolojik tehlikelerin mühendislik uygulamaları açısından daha dinamik olduğunu göz önünde bulundurarak, özellikle İstanbul gibi kıyısız şehirlerde alt ve üst yapıların proje ömrünü dikkate alacak şekilde 30 ila 50 yıllık değişimleri kapsayacak planlama önem kazanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Bütünleşik doğal afet çalışmaları, dirençli altyapı, sürdürülebilir şehir*

Abstract: Sustainable cities resilient to natural hazards require long-term planning which accounts for changing environmental conditions and anthropogenic demands anticipated within a foreseeable future. Anthropogenic demands generally correlate with population growth and technological advances that are accounted by urban planners. Environmental factors; however, are shaped by solid earth and atmospheric processes. Geologic conditions, which constitute the main subject of this review, has been considered stable over the life of engineering projects with the exception of active hazards such as earthquakes. As the effects of climate change becomes increasingly prominent and earthsciences' observational capabilities improve the dynamic feedback mechanism between the solid earth and atmospheric events becomes more apparent than previously anticipated. Therefore it is essential to evaluate geohazards as dynamic, evolving events spanning over 30 to 50 years for engineering projects.

Key Words: *Integrated geohazard investigations, resilient infrastructure, sustainable city*

GİRİŞ

Doğal afetlere direnç; Afet meydana geldikten sonra bireyin, toplumun ya da şehrin ne hızla ve hangi seviyede toparlanabildiğiyle ölçülür [1]. Doğal afet direnci risk tahmini, afet etkilerinin azaltılması, ve değişen koşullara kısa sürede uyum sağlanıp harekete geçebilme kabiliyetleri ile orantılıdır [2, 3]. Sözü edilen bu kabiliyetler tehlikelerden korunma ve etkilere müdahale ile düzeltme aşamalarıyla ele alınabilir. Korunma; Tehlikelerden yer seçimi ile sakınmak, mühendislik tasarımı ile etkisini azaltmak ve planlı bakımlar ile sağlanabilir. Doğal afet etkilerini müdahale ile düzeltmek ise; Özkaynakları kullanarak anlık müdahaleler ve bir takvime bağlı plan dahilinde toparlanma ya da normale dönüş etkinlikleridir. Tüm bu aşamaların stratejik olarak planlanmasında yerbilimleri kritik bir rol oynar.

Bu çalışma; Amerika Birleşik Devletleri, özellikle Kaliforniya [4] ve Oregon Eyaletleri'nde [5] tercih edilen güncel çalışmaları ve yönelimleri sentezleyip deprem tehlikesi altında bulunan İstanbul ve civarı için bütünlük jeolojik tehlike analizlerinin sürdürülebilir ve dirençli kentsel uygulama imkanlarını irdelemektedir.

BÜTÜNLEŞİK DOĞAL TEHLİKE ÇALIŞMALARI

Deprem, yüzey faylanması, depreme bağlı kuvvetli yer sarsıntısı, zemin sıvılaşması, heyelan, zemin oturması, yanal yayılma, geniş jeomorfolojik yüzeylerin eğimlenmesi gibi doğal tehlikeler; Jeoloji mühendislerince bölgesel ve detaylı jeolojik ve jeomorfolojik haritalamalar, jeofizik yöntemler, fay kazıları, sondajlar, ve araştırma çukurları kullanılarak araştırılır [6]. Zengin tarihi geçmişe sahip Anadolu gibi coğrafyalarda arkeolojik yapı kalıntıları ve tarihi kayıtlar da arkeojeolojik yöntemler ile değerlendirilir. Tespit edilen doğal tehlikenin yeri ve boyutlarının yanısıra tekrarlanma aralığının tespiti mühendislik çalışmaları açısından, özellikle olasılıksal yaklaşımlarda, son derece önemlidir. Radyokarbon (C^{14}), kozmojenik (Be^{10} , Cl^{36}), optik tetiklenmiş ışımaya (OSL) ve uranyum (U) serisi yaşlandırma yöntemleri en sık kullanılan yöntemlerdir. Bunların yanısıra yerel koşullara bağlı olarak ağaç halkaları da kullanılabilir [6, 7].

Araştırma için seçilecek yöntemler doğal koşulların barındırdığı imkanlara ve incelenen konunun ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde, mümkünse birden fazla yöntemi kapsayacak biçimde olmalıdır. Yukarıda sözü geçen tüm yöntemlerin kendine has kuvvetli ve zayıf yönleri bulunur. Genel olarak verinin çözünürlüğü kapsadığı alanla ters orantılıdır. Örneğin bir sismik yansıma çalışmasında çok geniş alanlar hakkında hızla bilgi toplanabilirken jeolojik ortamın gerçek özellikleri hakkında ancak tahmin yürütülebilir. Sondaj çalışmaları ise, dar bir alan hakkında bilgi sağlanmasına karşın fiziksel örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri yapma olanağı sağlaması nedeniyle yüksek çözünürlüklü bilgi sağlar. Sondaj, jeofizik ve yüksek çözünürlüklü topoğrafik verilerin entegre edilerek bir arada irdelenmesi ise;

Hem yorumlama çözünürlüğünü her bir veri grubunun tek tek sağlayabileceğinden yukarı çeker hem de verilerin toplanma yöntemine bağlı olan bilinmezlik paylarını azaltma imkanı sunar.

Mühendislik projelerinin güvenli yapılması yer koşullarına bağlı bilginin miktar ve kalitesine bağlıdır. Yerbilimlerinin doğasında olan bilinmezlik oranı, öngörülebilir bir gelecekte hiçbir zaman pratik olarak sıfırlanamayacaktır. Bu hem ekonomik hem de pratik nedenlerden dolayı mümkün değildir. Mühendislik disiplinlerinin geliştirdiği bir önlem güvenlik katsayısı uygulamasıdır. Projenin riski ve zemin koşulları hakkındaki bilgi seviyemize göre, yönetmeliklerin imkan tanıdığı sınırlar içinde bir güvenlik katsayısı uygulanarak projenin öngörülen koşullardan daha kuvvetli tasarım ve inşası fikrine dayanır. Ancak yerel koşullardan bağımsız seçilmiş bir güvenlik katsayısının yapıyı güvenli seviyeye çekeceği garantisizdir. Dolayısı ile bilinmezlik paylarını ekonomik koşullar elverdiği ölçüde azaltmak projenin güvenliği açısından hayati öneme sahip olabilir. Bilinmezlik paylarının azaltılması, tek bir veri toplama uygulamasının çok sayıda tekrarlanması yerine farklı uygulamaların beraberce birbirlerini tamamlamasıyla sağlanabilir. Örneğin maliyeti yüksek sondaj araştırmaları jeofizik yöntemlerle desteklendiğinde ve bütünleştirildiğinde bilginin yorumlanabilme çözünürlüğü ve hakkında bilgi edinilen jeolojik hacim artmakta dolayısı ile bilinmezlik payları ekonomik bir yaklaşımla düşürülebilmektedir. Bu yaklaşım tek bir yer seçiminde farklı veri toplama yöntemlerinin bir arada kullanılmasıyla uygulanabileceği gibi farklı kurumlar ve araştırmacılar tarafından toplanan verilerin kamuya açık veri bankalarında toplanmasıyla kentsel altyapı projelerinin zayıf noktalarının tespit edilmesinde de verimli bir imkan yaratır.

ETKİLEŞİMLİ TEHLİKELER VE SAVUNMA YÖNTEMLERİ

İklim değişiklikleri ve buna bağlı deniz seviyesi değişimleri nüfus, sanayi, ve pahalı altyapıların yoğunlukta olduğu coğrafyalarda etkisini hissettirmeye başlamıştır. Halen kullanımda olan ya da inşası bitmek üzere olan havaalanı, liman, ve sahil yerleşimlerinde genellikle sabit doğal koşullar göz önünde bulundurularak yer araştırmaları ve mühendislik çalışmaları tamamlanmıştır. Ancak tüm bu projelere temel teşkil eden jeoteknik varsayımların değişen deniz seviyesi ile birlikte önceki planlara bağlı kalacağı beklenmemelidir. Kullanım ömrü 30 yıl ve üzeri hesaplanan tüm yapıların yük ve dayanım hesaplarının değişen koşullara uygun olarak yapılması gerektiği açıktır. Örneğin kuraklığa bağlı yeraltı su kullanımının artması sahillerde bölgesel yer oturmasına ve deniz suyunun yüzeyden karayı işgal etmesine ya da yeraltı suyunun yerine deniz suyunun girmesine yol açabilir. İki olasılıktan hangisinin gerçekleşeceği yerel hidrojeolojik özelliklere ve yeraltı suyunun tüketilme hızına bağlıdır. Yaşam ve altyapılar üzerine etkiler de yine bu veya benzeri mekanizmalarla ilişkilidir. Örneğin yeraltı suyunun tuzlanması; Kullanılabilir su kaynaklarının azalmasına, temellerde korozyona, bölgesel yer oturmalarına, su ve kanalizasyon şebekelerinin hidrolik akım dinamiklerinin bozulmasına sebep olabilir. Keza yeraltı su seviyesindeki değişimler depremlere bağlı zemin sıvılaşmasının olabileceği alanların dağılımını değiştireceği gibi deniz seviyesindeki yükselme

değişen kıyı çizgisindeki jeolojik birimlerin erozyona dayanım oranına da etkili olacaktır. Bir diğer örnek 100 yıllık ya da 500 yıllık sel tahminlerinin dayandığı olasılık hesaplarının yenilenmesi gereğidir. Yağış sıklık, yoğunluk ve sürelerinin değişmesi ile sel sigortası hesaplamaları, sellenmeye dirençli alt ve üst yapı planlamaları da etkilenecektir.

Birbiri ile etkileşim içinde olan doğal tehlikelere ve altyapı projelerine yaklaşılırken büyük resim göz önünde bulundurulmalıdır. Kentsel kalkınma planları su ve atık su sistemleri, enerji nakil hatları, ulaşım, acil müdahale birimleri ve hastane, okul gibi kritik yapılar bütünlük bir plan içinde değerlendirilmelidir. Sözkonusu yaklaşımda maddi imkanlar dikkate alınarak çalışmaların öncelik sırasına konulması gerekir. Öncelik sırasının belirlenmesi üç ayak üzerine oturur. Bunlar jeolojik tehlikenin boyutu, sözkonusu altyapı sisteminin mevcut güvenilirlik seviyesi ve olası sonuçların ağırlığının sistematik ve ölçülebilir bir şekilde değerlendirilmesi ile sağlanır.

Doğal afet sonuçlarına müdahale, altyapı sistemlerinin yeniden işlev kazandırılması ve hayatın afet öncesi konuma dönmesi detaylı planlama ve tatbikat gerektirir [8]. Planlama altyapı sistemlerinin birbirine olan bağımlılıklarını, bu bağımlılıkların hangi jeolojik tehlikeye maruz kalabileceğini bilmeye dayanır. Örneğin deprem sonrası çıkabilecek yangınlara müdahale su dağıtım şebekesinin deprem performansına, elektrik hatlarının bölgesel vanaları işletme yetisinin aksamamasına ve itfaiye ekiplerinin olay yerine ulaşmasını sağlayacak yol, köprü, tünel, viyadük gibi yapıların ayakta kalmasına bağlıdır. Tüm bu sistemlerin yüzde yüz performans göstermesi beklenemez. Dolayısı ile kuvvetlendirilecek ana arterlerin belirlenmesi, zayıflıklarının tespiti ve öncelik sıralamalarının oluşturulması yer bilimlerinin tüm diğer ilgili mühendislik bölümleri ile bütünlük çalışmasını gerektirir [8]. Senaryo temelli tatbikatların tüm olasılıkları kapsamayı beklenmemelidir. Burada anahtar husus tatbikatlar sayesinde bir savunma refleksi oluşturmak ve beklenmeyen senaryolara karşı etkin ve seri çözüm üretme kabiliyeti geliştirebilmektir.

KAYNAKLAR

1. NIAC (2009), Critical Infrastructure Resilience, Final Report and Recommendations, U.S. Department of Homeland Security, National Infrastructure Advisory Council, Washington, D.C.
2. NAS (2012), Disaster Resilience: A National Imperative, prepared by the National Academy of Sciences Committee on Science, Engineering, and Public Policy. Washington, DC: The National Academies Press.
3. EPA (2015), Systems measures of water distribution system resilience, United States Environmental Protection Agency, EPA 600/R-14/383
4. ABAG (2013), Sub-Regional Earthquake Hazards and Earthquake Mapping Update, Association of Bay Area Governments Earthquake and Hazards Program
5. Oregon Seismic Safety Policy Advisory Commission (2013), The Oregon Resilience Plan: Reducing and Improving Recovery for the Next Cascadia

Earthquake and Tsunami. Salem, OR: Oregon Seismic Safety Policy Advisory Commission.

6. McCalpin, J.P. (ed.), 2009, Paleoseismology, 2nd Edition: International Geophysics Series, Vol. 95, Elsevier Publishing, 647 p. ISBN 978-0-12-373576-8.

7. Kozacı, Ö. (2012), Dendroseismology on the central North Anatolian fault, Turkey: Documenting three centuries of surface rupture history using tree rings, *Journal of Geophysical Research*, 117, B01405, doi:10.1029/2011JB008795

8. InfraTerra, Inc. (2017), Water System Seismic Study for City of Portland Water Bureau. Unpublished Report.

Marmara Bölgesindeki Deprem Tehlikesinin GPS ile Belirlenmesi

Earthquake Hazard in Marmara Region, under the constrain of GPS

Semih Ergintav^a, Ziyadin Çakır^b, Uğur Doğan^c

^aBoğaziçi Univ., Kandilli Rastahanesi ve Deprem Araştırma Enst., Jeodezi
Anabilim Dalı

^bİstanbul Teknik Üniversitesi, Marmara Fak., Jeoloji Bölümü

^cYıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fak., Harita Müh. Bölümü
(semih.ergintav@boun.edu.tr)

Özet: 1912 Mürefte ve 1999 Kocaeli depremlerinden sonra Marmara Denizi içerisinde bir sismik boşluğun bulunduğu ve bu boşluğun büyüklüğü $M>7$ 'den büyük bir depremle doldurulacağı birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. Yirmi yılı aşkın süredir yapılan GPS gözlemleri, bölgedeki bir çok çalışmayı destekler şekilde, Marmara Denizi'nde ana gerilme birikiminin İstanbul'un 15 km batısında uzanan Adalar fayının bulunduğu kısımda olduğunu ve bu bölgede 1766 yılında ($M>7$) olan depremden bu yana benzer büyüklükte bir deprem üretecek boyutta gerilme biriktiğini göstermektedir. Bununla birlikte, yapılan GPS çalışmaları Ana Marmara Fayı (AMF)'nin orta kesiminde yamulma birikiminin çok az olduğuna ve dolayısıyla da bu kısımda krip ettiğine işaret etmektedir. Depremlerin mekânsal dağılımı, ve aynı kaynaktan gelen tekrarlı depremlerin varlığı, kripin varlığına ilişkin bulguları desteklemektedir. Bu çalışmada, krip bulguları sistematik olarak sorgulanacak, var olan bilgileri iyileştirmek için yapılması gerekenler tartışılacak ve bu konuda başlatılan projeler tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ana Marmara Fayı, krip, GPS

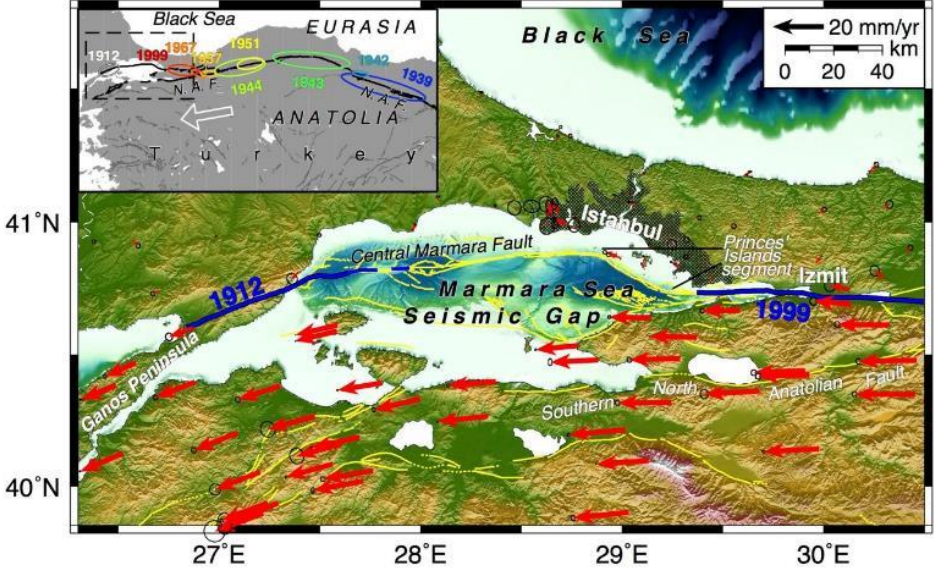
Abstract: After 1912 Mürefte ve 1999 Kocaeli earthquakes, researchers accept the presence of "seismic gap" in the central part of Marmara Sea, along the main Marmara fault. Based on > 20 years of GPS observations, direct constraints on strain accumulation within the Sea of Marmara shows that the Princes' Islands fault segment that lies off shore and within 15 km of Istanbul, is accumulating strain at rates that are sufficient to produce a slip deficit since the last major earthquake in 1766 capable of generating an $M>7$ earthquake. In contrast, the offshore Central Marmara Fault, previously thought to represent the potential source for one or more $M>7$ earthquakes, shows no observable indication of accumulating strain, most likely due to aseismic fault creep to shallow levels. Here, the evidence of creep will be discussed with new approaches to contribute to creep discussions. Then, we will introduce the new projects to test the creep idea.

Key Words: Main Marmara Fault, creep, GPS

GİRİŞ

Deprem senaryoları için, fayların kayma hızı (ve uzunlukları) ile üzerindeki depremlerin tekrarlanma aralığı kestirimlerine yönelik bilgilere ihtiyaç vardır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın kuzey kolunda, jeolojik olarak kestirilen doğrultu atımlı kayma oranları, Marmara'da güncel jeodezik verilerden elde edilen sonuçlarla uyumludur. Mekanik modellemelere göre [1], AMF için olası jeolojik kayma oranlarının 14-19 mm/yıl aralığında olması gerekmektedir. Yeni, doğruluğu yüksek gözlemler ve model kestirimleri bu aralıkta kalmaktadır [2][3][4][5][6][7][8][9]. Diğer yandan, buzul dönemi sonrası deniz seviyesinde meydana gelen yükselmelerden etkilenen KAF segmentleri üzerinde jeomorfolojik özelliklere dayanarak yapılan kestirimler, İzmit ve Ganos körfezlerinde, düşük kayma oranları vermektedir [10][11]. Bu çalışmalarla elde edilen 10 mm/yıl gibi düşük bir oranı, Çınarcık havzası gelişimine ait modeller ile ilişkilendirmek zordur. Yumuşak deniz tabanı çökellerinde dağılan deformasyondan dolayı, deniz tabanını kesen bir fay segmenti üzerindeki jeolojik kayma oranını düşük olarak gözlemek mümkündür. Genel olarak, bu değerler, nokta bazlı ve yerinde yapılan ölçmelerden elde edilmiş olup, yeterli doğrulukta kestirimler içermemektedir. Uzunluğu km'ler olan fay segmentleri boyunca noktasal ölçmelerle ortalama kayma hızı kestirmek yerine, alansal kontrol yaparak ve farklı fay segmentleri arasındaki ilişkileri de göz önünde tutarak çalışmak daha gerçekçi sonuçlar verecektir.

Yirmi yılı aşkın süredir yapılan GPS gözlemleri, bölgedeki bir çok çalışmayı destekler şekilde, Marmara Denizi'nde ana gerilme birikiminin İstanbul'un 15 km batısında uzanan Adalar fayının (AF) bulunduğu kısımda olduğunu ve bu bölgede 1766 yılında (M>7) olan depremden bu yana benzer büyüklükte bir deprem üretecek boyutta gerilme biriktiğini göstermektedir. Bununla birlikte, yapılan GPS çalışmaları Orta Marmara segmenti boyunca yamulma birikiminin çok az olduğuna ve dolayısıyla da bu segmentin krip ettiğine işaret etmektedir [12]. Depremlerin mekânsal dağılımı ve aynı kaynaktan gelen tekrarlı depremlerin varlığı, AMF'nin bazı bölümlerinin krip ettiğine dair bulguları desteklemektedir [13][14]. Bununla birlikte, deniz içindeki AMF boyunca kayma dağılımı kestiriminin kontrolünde karadaki GPS noktaları ile elde edilen hız alanının kullanılmasının yetersiz (Şekil 1) olacağı açıkça görülmektedir. Karada var olan GPS noktaları faydan (10km>) uzakta olması ve özellikle Marmara Denizi'nde AMF'nin kuzeyinde seyrek olarak dağılmış olmaları göz önüne alındığında, elde edilen sonuçların doğruluğu eldeki veri yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir [15].



Şekil 1. Marmara Bölgesi'ndeki 25 yıllık döneme ait Avrasya referanslı yatay GPS hız alanı. Mavi ile gösterilen tarihler ve fay zonları, bölgede olmuş son depremlerin tarihini ve konumunu göstermektedir. Arada kalan kısım, yıkıcı deprem beklenen bölgeyi tanımlamaktadır. Şeklin üzerindeki küçük haritada, KAF boyunca son yüzyılda olan depremlerin batıya doğru ilerleyişi görülmektedir. Rakamlar, her bir depremin tarihini ve rakamlarla aynı renkteki elips, o depremin etkilediği alanı göstermektedir.

MARMARA'DAKİ YAMULMA BİRİKİMLERİNİN BELİRLENMESİ

1998-1999 yıllarında başlayan GPS ölçümleri ile 1999 deprem serilerinin öncesi, anı ve sonrası etkin bir biçimde izlenmiştir [26]. Deprem öncesi yaklaşık on yıllık ölçümlerin analizi ile 1999 depremlerinin neden olduğu ve halen devam eden deformasyonların etkisi veriden modellenerek çıkarılmış, faylar üzerindeki uzun dönem yamulma birikimleri doğrudan gözlenmiştir [12]. KAF'ın Marmara Denizi içinde kalan kısımlarında beklenen depreme yönelik tehlike her bir fay kolu boyunca analiz edildiğinde, Adalar kolu boyunca yer alan kısımda, yıllık 10-15 mm dolayında bir deformasyonun biriktiği ölçülmüştür. Bu bölgede olan son depremin yaklaşık 250 yıl önce olan 1766 ($M \sim 7$) depremi olduğu kabul edilirse, Adalar kolunda oluşan yaklaşık 3 m'lik deformasyon birikimi, büyüklüğü 7 veya üzeri olan bir depreme neden olabilecek büyüklüktedir. Adalar'ın batısından Tekirdağ'a kadar uzanan ve depremlerin civar kollara göre çok az olduğu (sismik boşluk) ve deprem tehlikesi en yüksek olarak tanımlanan bölgede ise, sürpriz bir şekilde anlamlı bir deformasyon birikiminin (< 2 mm/yr) olmadığı gözlenmektedir. Tarihsel deprem kayıtları yaklaşık 1000 yıl önceye kadar bu bölge için bir depreme atıf yapmamaktadır (Pondard ve diğ., 2007). Tabii ki, 1000 yılda bu birikim hızı ile 2

m'ye yakın atım oluşturabilecek bir deprem meydana gelebilir. Tekirdağ ve batısı (Ganos civarı) ise yıllık 20 mm'lik yamulma birikimi ve yaklaşık 100 yıldır üzerinde önemli bir deprem olmaması ($M=7$, 1912) nedeni ile 2 m'lik bir atıma neden olabilecek $M<7$ büyüklüğünde bir depremi üretebilecek potansiyeldedir. 1999 İzmit depreminin bulunduğu kol üzerinde ise Ganos boyutunda bir gerilme artışına yol açabilecek birikim başlamış olsa da, son depremden bu yana geçen 15 yılda ancak 30 cm boyutunda bir atım ile karşılanabilecek ($M<6$) bir deprem üretme potansiyeli bulunmaktadır.

GENEL TARTIŞMA, SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kısıtlı GPS verileri ile belirlenen düşük yamulma birikimi, dünyada aktif faylar boyunca varlığı bilinen üç olası mekanizma ile açıklanabilir ([3][13][18]): (1) Fayın bazı segmentlerinin güneye doğru eğimli olması ve yamulmanın gözlenmesi gereken yerden daha güneyde ve geniş bir alanda birikmesi, (2) Fay boyunca, fayın her iki tarafındaki yer kabuğunun elastik özelliklerinin farklılık göstermesi, (3) Fayın krip ediyor olması ve/veya sığ kilitleme derinliğine sahip olmasıdır. Birinci olasılık, sismoloji gözlemleri ile çelişmektedir. Deprem dağılımı, AMF boyunca, fayın eğimli olduğuna yönelik bir bulgu göstermeden, düşey bir düzlem üzerinde dizilmektedir [13]. İkinci olasılığın [3] geçerli olabilmesi için elastik özelliklerdeki farkların kabul edilebilir sınırların ötesinde olması gerekmektedir (>10 katı). Ayrıca, deprem anı ve sonrasını tanımlayan deformasyon örüntüleri fay boyunca simetrik bir görüntü göstermekte olup, elastik parametrelerde fay civarında farkların olmadığı anlaşılmaktadır [16]. Son olasılık, diğerlerinden farklı olarak, jeodezi ve sismoloji tarafından desteklenmektedir [12][13][14]. Depremlerin mekânsal dağılımı ve aynı kaynaktan gelen tekrarlı depremler, Orta ve Batı Marmara bölgesinde fayın çok büyük olasılıkla krip ettiğine dair bulgular göstermektedir [14]. Problemin tam çözümü için, doğrudan, deniz içinde ve AMF boyunca krip ettiği varsayılan bölgelere yönelik araştırmalar başlatılmıştır [18]. Bununla birlikte, denizde çalışmanın güçlüklerinden ve yeni teknoloji oluşturma gereksinimlerinden dolayı, denizden geçen fay sisteminin küçük kısımları kontrol edilebilme ve bu çalışmalar yamulma birikiminin büyüklüğünün ve değişiminin belirlenmesi gibi kritik soruların doğrudan cevaplanmasına yönelik sorgulamalara olanak vermemektedir. Alternatif olarak karadaki gözlem kapasitesinin amaca uygun artırılmasına ihtiyaç vardır [15]. Bu amaçla, bölgede GPS ve Interferometrik SAR (InSAR) gibi güncel jeodezik ölçme teknikleri ile çalışılmaya başlanmıştır. Bu çalışmaların sonuçlarının önümüzdeki 5 yıl içinde alınması beklenmektedir. Sunum sırasında bu çalışmaların da detayları aktarılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Hergert, T., ve O. Heidbach (2010), Slip-rate variability and distributed deformation in the Marmara Sea fault system, *Nat. Geosci.*, 3(2), 132–135, doi:10.1038/ngeo739.

2. Meade, B. J., & Hager, B. H. (2005). Block models of crustal motion in southern California constrained by GPS measurements. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 110(B3).
3. Le Pichon, X., N. Chamot-Rooke, C. Rangin, and A. M. C. Sengör (2003), The North Anatolian fault in the Sea of Marmara, *J. Geophys. Res.*, 108, 2179, doi:10.1029/2002JB001862.
4. Flerit, F., Armijo, R., King, G. C. P., Meyer, B., & Barka, A. (2003). Slip partitioning in the Sea of Marmara pull-apart determined from GPS velocity vectors. *Geophysical Journal International*, 154, 1-7
5. Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R. Özener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Habubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrotsa, A., Filikov, S. V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., & Karam, G. (2006). GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978–2012), 111(B5).
6. Meghraoui, M. et al. (2012), Paleoseismology of the North Anatolian Fault at Güzelköy (Ganos segment, Turkey): Size and recurrence time of earthquake ruptures west of the Sea of Marmara, *Geochemistry, Geophys. Geosystems*, 13(4), 1–26, doi:10.1029/2011GC003960.
7. Rockwell, T. K., et al. (2009), Palaeoseismology of the North Anatolian Fault near the Marmara Sea: Implications for fault segmentation and seismic hazard, in *Palaeoseismology: Historical and Prehistorical Records of Earthquake Ground Effects for Seismic Hazard Assessment*, edited by K. Reicherter, A. M. Michetti, and P. G. Silva, *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 316, 31–54, doi:10.1144/SP316.3.
8. Grall, C., Henry, P., Thomas, Y., Westbrook, G.K., Çağatay, M.N., Marsset, B., Saritas, H., Çifçi, G., Géli, L., 2013. Slip rate estimation along the western segment of the Main Marmara Fault over the last 405–490 ka by correlating mass transport deposits, *Tectonics* 32, 1–15.
9. Kurt, H., Sorlien, C.C., Seeber, L., Steckler, M.S., Shillington, D.J., Cifci, G., Cormier, M.-H., Dessa, J.-X., Atgin, O., Dondurur, D., Demirbag, E., Okay, S., Imren, C., Gurcay, S., Carton, H., “Steady late quaternary slip rate on the Cinarcik section of the North Anatolian fault near Istanbul, Turkey”, *Geophysical Research Letters*, 40, 4555-4559, (2013)
10. Gasperini, L., Polonia, A., Çağatay, M. N., Bortoluzzi, G., and Ferrante, V.: Geological slip rates along the North Anatolian Fault in the Marmara Sea, *Tectonics*, 30, TC6001, doi:10.1029/2011TC002906, 2011.
11. Polonia, A., Gasperini, L., Amorosi, A., Bonatti, E., Bortoluzzi, G., Çağatay, M. N., Capotondi, L., Cormier, M.-H., Görür, N., McHugh, C. M. G., and Seeber, L.: Holocene slip rate of the North Anatolian Fault beneath the Sea of

Marmara, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 227, 411–426, 2004.

12. Ergintav, S., Reilinger, R., Cakmak, R., Floyd, M., Çakir, Z., Dogan, U., King, R., McClusky, S., Ozener H., (2014), Istanbul's earthquake hot spots: Geodetic constraints on strain accumulation along faults in the Marmara Seismic Gap, *Geophysical Research Letters*, 41, doi: 10.1002/2014GL060985.
13. Schmittbuhl, J., H. Karabulut, O. Lengliné, and M. Bouchon (2015), Seismicity distribution and locking depth along the Main Marmara Fault, Turkey, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 17, 954–965, doi:10.1002/2015GC006120.
14. Schmittbuhl, J., Karabulut, H., Lengliné, O., Bouchon, M. (2016). Long-lasting seismic repeaters in the Central Basin of the Main Marmara Fault, *Geophysical Research Letters*, 43, 9527-9534.
15. Klein, E., Z., Duputel, Z., Masson, F., Yavasoglu, H., Agram, P (2017), Aseismic slip and seismogenic coupling in the Marmara Sea: What can we learn from onland Geodesy?, *Geophysical Journal International*, doi: 10.1002/2017GL072777.
16. Reilinger, R. E., Ergintav, S., Bürgmann, R., McClusky, S., Lenk, O., Barka, A., Gürkan, O., Hearn, L., Feigl, K. L., Çakmak, R., Aktuğ, B., Özener, H., & Toksöz, M. N. (2000). Coseismic and postseismic fault slip for the 17 August 1999, M= 7.5, Izmit, Turkey earthquake. *Science*, 289(5484), 1519-1524.
17. Çakir, Z., Ergintav, S., Özener, H., Dogan, U., Akoglu, A. M., Meghraoui, M., & Reilinger, R. (2012). Onset of aseismic creep on major strike-slip faults. *Geology*, 40(12), 1115-1118.
18. Sakic, P., Piété, H., Ballu, V., Royer, J. Y., Kopp, H., Lange, D., Petersen, F., Özeren, M. S., Ergintav, S., Geli, L., Henry, P. & Deschamps, A. (2016). No significant steady state surface creep along the North Anatolian Fault offshore Istanbul: Results of 6 months of seafloor acoustic ranging. *Geophysical Research Letters*, 43(13), 6817-6825.

Geçmişten Günümüze İstanbul'daki Yapılarda Kullanılan Yöresel Yapı ve Kaplama Taşlarının Jeo-Litolojik ve Arkitektonik Özellikleri

O. Serkan Angı

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Ayazağa Yerleşkesi, 34469, Maslak-Sarıyer / İSTANBUL
(angio@itu.edu.tr)*

Özet: Uygarlık tarihinde önemli bir yere sahip olan İstanbul'un tarihi kimliğini yapılarında kullanılan doğal taşlar oluşturmaktadır. Antik kent merkezi olarak bilinen "Tarihi Yarımada" adeta doğal taşlardan oluşturulan bir müze görünümündedir. İstanbul'da bulunan Roma, Bizans ve Osmanlı İmparatorluklarının ve Cumhuriyet döneminin simgesi sayılabilecek yapılar uzun yaşamını doğal taş borçludur. Kentin tarihi kimliğini oluşturan su yapıları, saray, kilise, cami, sur, külliye, türbe vb. birçok yapıda bölgenin jeolojisini oluşturan farklı türdeki litolojik birimlerin işletilmesi ile yöreden sağlanan Bakırköy fosilli kireçtaşı (Küfeki taşı), Sazlıbosna killi kireçtaşı, Devoniyen kireçtaşı, Üst Kretase volkanitleri (Kavak taşı), Zekeriya köy kireçtaşı (Sarıyer Taşı), Çavuşbaşı granodiyoriti, Kurtköy formasyonu içindeki arkozlar ve Aydos formasyonu içindeki kuvarsitler genellikle yapı ve kaplama elemanı olarak kullanılmıştır.

Bu bildiride, geçmişten günümüze İstanbul'daki yapılarda kullanılan bu yöresel yapı ve kaplama taşlarının jeo-litolojik ve arkitektonik özelliklerinden bahsedilecektir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, jeoloji, yapı ve kaplama taşları, jeo-litoloji, arkitektonik

Geo-Lithological and Architectonical Properties of Indigenous Building and Ornamental Stones Used in Buildings in Istanbul from Past to The Present

O. Serkan Angi

*Istanbul Technical University, Faculty of Mines, Geological Engineering
Department, Ayazaga Campus, 34469, Maslak-Sarıyer / ISTANBUL
(angio@itu.edu.tr)*

Abstract: Natural stones used in ancient buildings form the historical essence of Istanbul being in an important place in civilization history. Ancient city center known as “Historical Peninsula of Istanbul” seems a museum decorated by different types of natural stones. The long lifetimes of historical structures symbolizing the Roman, Byzantium, Ottoman and Republic periods are hidden in natural stones. Building and ornamental stones; Bakırköy fossiliferous limestone (Küfeki stone), Sazlıbosna clayey limestone, Devonian limestone, Upper Cretaceuos volcanics (Kavak stone), Zekeriyaköy limestone (Sarıyer stone), Çavuşbaşı granodiorite, arkoses in Kurköy formation and quartzites in Aydos formation which were supplied from different geological units around Istanbul generally used as building and decorative elements in historical and cultural heritages such as churches, mosques, palaces, shrines, city walls and building complexes adjacent to mosques.

In this presentation, it will be mentioned about geo-lithological and architectonical properties of indigenous building and ornamental stones used in buildings in Istanbul from past to the present

Keywords: Istanbul, geology, building and ornamental stones, geo-lithology, architectonics

İstanbul'un Jeoteknik Sorunları

Süleyman DALGIÇ, İbrahim KUŞKU

*İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Avcılar/İstanbul
(dalgic@istanbul.edu.tr)*

Özet: İstanbul'un başlıca, deprensellik, heyelan, sıvılaşma, oturma, şişme, sel olayları, karstik boşluklar, yetersiz taşıma gücü ile çeşitli amaçlar doğrultusunda yapılan kazılardan kaynaklanan jeoteknik sorunları bulunmaktadır. Bu sorunlara bağlı olarak da 17 Ağustos 1999 Gölçük depreminde İstanbul'un Avcılar ilçesinde 246 kişi, 7 ve 8 Eylül 2009 tarihinde Selimpaşa, Çatalca ve Küçükçekmece de sel olaylarından dolayı 31 kişi, Cebeciköy taş ocağındaki kayma sonucu 4 kişi ve İstanbul metrosu Yenikapı kazısı sırasında 6 kişi yaşamını yitirmiştir. Çalışmada karşılaşılan jeoteknik sorunların incelenmesinde, saha gözlemlerinin yanı sıra, olumsuz zemin koşullarının olduğu bölgelerde çok sayıda araştırma sondajı ve laboratuvar verisinden yararlanılmıştır.

İstanbul'un Asya yakasında geniş alanlar, Avrupa yakasının ise bir bölümünde yer alan Paleozoyik oluşuklar, ayrışma kalınlıkları, dayklar ve eklemelerden dolayı jeoteknik açıdan sorunludur. Ayrıca, Paleozoyik formasyonlar yoğun olarak faylanmış ve kıvrılmıştır. Bu nedenle, temel kazıları sırasında, fay ve kıvrım gibi yapıların uygun olmayan doğrultu ve eğim değerleri şev stabilitesi sorunlarına neden olmaktadır.

Kırklareli formasyonun farklı tür litolojilerden oluşması ve kireçtaşı litolojilerinde gelişen karstik boşluklar, bu formasyonun bulunduğu alanlarda, taşıma gücü ve şev stabilitesi için önemli olmaktadır. Bu nedenle, karstik boşlukların, yeraltı araştırma teknikleri kullanılarak tespit edilmesi ve bu alanlarda iyileştirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

İstanbul'un Avrupa yakasında başlıca Küçükçekmece ile Büyükçekmece gölleri arasında heyelan olayları bulunmaktadır. Bu bölgedeki heyelanlar, çoğunlukla, Gürpınar formasyonuna ait aşırı konsolide, fisürlü ve plastik kil içerisinde gözlenmektedir. Bölgedeki heyelanlar başlıca dönel kayma şeklinde ve gerileyen tiptedir. Heyelan morfolojisinin taç kısımları genellikle ayırt edilebilirken, topuk kısımları çoğunlukla aşındırıldığı için gözlenememekte veya bazı alanlarda heyelanların topuk kısımlarında akma şeklinde hareketler ile görülebilmektedir. Bölgedeki heyelanların bir kısmında ise, heyelan morfolojisi aşındırma, dolgu ve kazılar sonucu yok edilmiştir. Küçükçekmece ile Büyükçekmece gölleri arasında bulunan heyelanların oluşmasında ana etken ise Pleyistosen'de etkili olmaya başlayan buzul döneminde, vadiler, akarsular tarafından aşındırılarak dikleşmiş ve bu dikleşen vadi yamaçlarında heyelanların meydana geldiği düşüncesidir. Bölgedeki heyelan olayları, Çukurçeşme formasyonuna ait kum ve çakıl düzeylerindeki yeraltısuyunun, Gürpınar formasyona ait killi düzeyleri beslemesi sonucu artmaktadır. Ancak günümüzde, aktivite kazanan heyelanların yaklaşık

%40'u insan etkileri ile gerçekleşmektedir. Bu etkilerin başlıcaları heyelanların taç kısmının doldurulması, taç kısmına yüksek katlı binaların yapılması ve heyelanın topuk kesiminin kazılmasıdır. Örneğin, Pekmez heyelanı, Avcılar Balaban heyelanı ve Kıraç bölgesinde eski heyelan alanlarının taç kısmına yapılan binalar ile aşırı dolgular ciddi hasarlara neden olmuştur. Bu nedenle, yerleşime uygunluk ve zemin etüt çalışmalarında, eski heyelan düzlemlerinin, tüm geometrisi ve hareket mekanizması ile birlikte ortaya çıkartılması gerekmektedir. Ayrıca, etkin bir drenaj sisteminin oluşturulmasının yanı sıra, arazinin bilinçsiz olarak yüklenmemesi ve yapıların temel sistemlerinin zemin koşullarına uygun bir şekilde tasarlanarak inşası gerekmektedir.

Çukurçesme formasyonuna ait kum ve çakıllar genellikle yeterli taşıma gücüne sahip zeminleri oluşturmaktadır. Bazı durumlarda bu litolojiler suya doymuş olabilmektedir. Ayrıca, bu formasyon içerisinde, killi düzeylerin bulunduğu durumlarda, inşa alanında ortaya çıkabilecek farklı türde litolojiler, bina temellerinde farklı oturma olaylarına neden olabilmektedir.

Güngören formasyonun yoğunlukta olduğu Avcılar bölgesinde 17 Ağustos 1999 İzmit depremi ile bina yıkılmaları yoğunluk kazanmıştır. Bu bölgede deprem sırasında 38 bina yıkılmıştır. Avcılar bölgesinde bina yıkılmalarının yoğunluk kazanmasında başlıca, Avcılar bölgesinin havza sınırlarına yakın olması ve Oligosen ve Miyosen'e ait istifin bu bölgede kalınlığının jeotermel sondaj kuyusu verilerine göre 1000 m dolayında olması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu duruma, Güngören formasyonuna ait birimlerin, suya doymuş olması, yanal ve düşey yönde litolojik değişimi, killi düzeylerin taşıma gücünün düşük oluşu ve Avcılar'ın eğimli topografyasının bazı bölgelerde deprem dalgaları sistemini binalar üzerinde arttıracak yönde yer değiştirmesi olayları, yapıları olumsuz yönde etkilemiştir. Bu belirtilen jeolojik etkenlerin yanı sıra bina yıkılmalarında, binaların temel tipleri ve üst yapı ile ilgili inşaat kalitesi de etkili olmuştur.

İstanbul'un Avrupa yakasında yaygın olarak bulunan Güngören formasyonunda bulunan aşırı konsolide ve çok katı kil düzeylerinin plastik davranışı, tek katlı binalarda, istinat yapılarında ve bahçe duvarlarında şişme olayından kaynaklanan sorunlara neden olmaktadır. Bu olaylar, Güngören, Bağcılar ve Küçükçekmece İlçelerinin çevresinde tek katlı yapılarda gözlenmektedir. Bunun yanı sıra, İstanbul'un Avrupa yakasında, zemin konsolidasyonundan dolayı, Avcılar, Esenyurt ve Halkalı İlçesi gibi bazı alanlarda şakulünden sapsmış binalar da bulunmaktadır. Bu alanlarda, binaların şakulünden sapmasına, bina temellerinde bulunan Güngören formasyonuna ait birimlerin, çok kısa mesafelerde yanal ve düşey olarak değişmesi ve yeraltısuyu düzeyindeki değişiklikler neden olmaktadır.

Bakırköy formasyonun kireçtaşı düzeyleri yeterli taşıma gücüne sahip özelliktedir. Ancak, bu formasyonun farklı türden litolojilere sahip olduğu karbonatlı kil kesimlerde, taşıma gücü sorunları ve bazı durumlarda bu formasyonun karstik kireçtaşı kesimleri yapı temellerinde sorunlar oluşturabilmektedir.

Zeminlerde yetersiz taşıma gücü değerleri, oturma miktarlarının aşılması ve sıvılaşma sorunları Kuvaterner yaşlı akarsu ve haliç çökelleri içerisinde de yer almaktadır. İstanbul'daki vadilerde yer alan Kuvaterner çökelleri genel olarak akarsu ve haliç orijinli olmak üzere iki grup içinde değerlendirilebilir. Akarsu kökenli çökeller daha ziyade, sarı-kahverengi, orta sıkı (ortalama $N < 25$) kum ve düşük

plastisiteli (CL) aşırı konsolide, katı – çok katı killerden oluşmaktadır. İstanbul'un eski yerleşim birimleri olan Haliç çevresinde, yapılan sondajlarda dolgu kalınlığı yaklaşık 30 metre, Haliç çökellerinin kalınlığı ise 35 metre dolayındadır. Bu dolgular, İstanbul'un yerleşme tarihi boyunca, çukur alanların eski temel hafriyatı artıkları ile doldurulması veya deprem ve yangınlar sonucu yıkılan eski yapıların yerine yenisinin yapılması ile oluşmuştur. Deprem kayıtları dolgu alanlarında yapılan binaların ciddi zarar gördüğünü göstermektedir. Ayrıca, Haliç bölgesinde açılan keson kuyulardan aşırı miktarda yeraltı suyu çekimi sonucu yeraltı su seviyesi alçalmakta ve alçalmaya bağlı olarak da oturma olayları ortaya çıkmaktadır. Dolguların heterojen karakterleri, Haliç çökellerinin kayma mukavemetlerinin ($c=0.1-0.4 \text{ kg/cm}^2$) çok düşük olması ve bu tabakaların altında yer alan ana kayanın Haliç'e doğru yaklaşık dike yakın bir paleotopografik eğime sahip olması sonucu Haliç kıyılarında yamaç stabilitesi problemlerine de yol açmaktadır.

İstanbul'da yukarı da belirtilen olumsuz jeoteknik özelliklerin yanı sıra, dere yataklarındaki yapılaşma alanları ve kontrolsüz dolgularda sorunlar oluşturmaktadır. Bunun en son örneği 08 Eylül 2009 ve 09 Eylül 2009 tarihindeki sel felaketidir. Bu olayın başlıca nedeni dere yataklarının bilinçsizce yapılaşmaya açılması ve dere yataklarındaki dolgu çalışmalarıdır.

İstanbul'da karşılaşılan bu doğal jeoteknik olayların yanı sıra kazılardan (temel kazısı, iksa kazısı, tünel kazısı, taş ocağı kazısı vb) kaynaklanan jeoteknik sorunlarda bulunmaktadır. Genel olarak, kazılarda yerel zemin koşulları, yeteri kadar anlaşılmadığı durumlarda sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bir kazı tasarımının başarısı, başlıca yerel zemin koşullarına, hesaplarda kullanılan zemin veya kaya parametrelerinin doğruluk değerlerine, süreksizlik konumuna, yeraltısuyunun oluşturduğu boşluksuyu basıncına, mevcut faylara yakınlığına ve eski heyelan düzlemi geometrisi içerisinde kalmasına bağlı kalmaktadır. Özellikle İstanbul'un batısındaki Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleri arasındaki bölgede Güngören ve Gürpınar formasyonu içerisindeki zemin etüt raporlarında, yeteri kadar tanımlanamayan eski heyelan ve fay zonlarına yakın alanlarda yapılan kazı çalışmalarında doğal gerilme durumunun değişimi ve ortamda bulunan suyun kazı çukuruna akması sonucu, kazı sistemlerinde kullanılan destekler yetersiz kalmakta, bunun sonucunda kazı sistemlerinde deformasyonlar ve yenilmeler ortaya çıkmaktadır.

İstanbul'da karşılaşılan jeoteknik sorunların aslında pek çoğunda hareketin başlangıç aşamaları ya gözlenmiş, ya ölçülmüş yada hem gözlenmiş hem de ölçülmüştür. Fakat bu alanlarda gereken önlemler zamanında alınmamıştır. Bu nedenle, gelecekte yapılacak yapılarda, gözlemlenen ve ölçümlerle elde edilen verilerin dikkatli bir şekilde yorumlanması ve gereken mühendislik önlemlerinin zamanında alınması, can ve mal kayıplarının azaltılması için son derece önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Jeoteknik, Heyelan, Sıvılaşma, Oturma, Şişme, Taşıma Gücü

Geotechnical Problems of Istanbul

Süleyman DALGIÇ, İbrahim KUŞKU

*Istanbul University, Engineering Faculty, Department of Geological, Avcılar,
Istanbul*

(dalgic@istanbul.edu.tr)

Abstract: The city of Istanbul has several geotechnical problems which include seismicity, landslide, liquefaction, settlement, swelling, flood events, karstic spaces, insufficient bearing capacity and excavations opened for varying purposes. Correspondingly, during the 17 August 1999 Gölcük earthquake 246 people were died in Avcılar Town of Istanbul, 31 people lost their lives during 7-8 September 2009 flood events in Selimpaşa, Çatalca and Küçükçekmece districts of Istanbul, 4 died during landslide in the Cebeciköy rock quarry and finally 6 workers lost their lives in Yenikapı excavations of the Istanbul metro works. In addition to field observations, data on numerous explanatory boreholes and laboratory tests were also utilized for the investigation of possible geotechnical problems.

The Paleozoic units, which cover a large area in Asian part and are exposed only in a limited area in the European part of Istanbul, are geotechnically problematic due to their high alteration thickness and presence of several dykes and joint systems. In addition, the Paleozoic formations have been intensely faulted and folded. Therefore, unsuitable dip and strike values of faults and folds cause slope stability problems during foundation excavations.

The Kırklareli formation, which consists of various lithologies and contains karstic spaces developed within limestone is very important regarding bearing capacity and slope stability considerations. For this reason, karstic spaces have to be determined using underground investigation techniques and necessary improvement works should be carried out in such areas.

In the European part of Istanbul, in the area between the Küçükçekmece and Büyükçekmece lakes several landslides were occurred. Landslides in this region are mostly took place within over consolidated, fissured plastic clays of Gürpınar formation. Such landslides are mainly of rotational slides and recessive type. Crown of landslide morphology is mostly distinguished whilst toe parts cannot be recognized since they are eroded or in some areas creep-like movements are common in toe of landslides. In some landslides in the region landslide morphology has been destroyed due to erosion, fill and excavations. The main factor triggering the landslide formation in the area between the Küçükçekmece and Büyükçekmece lakes is that valleys were steepened by fluvial erosion during the glacial period during the Pleistocene time and landslide were occurred on such valley flanks. Landslide events in the region are increased because clayey levels of the Gürpınar

formation are fed by groundwater within the sandy and pebbly units of the Çukurçeşme formation. However, at present nearly 40% of landslides are due to human activities which include filling of landslide crown, construction of high-rise buildings at the crown and excavation of toe. For example, buildings and excessive fills established at toe part of landslide areas in Pekmez, Avcılar Balaban and Kıraç districts have caused serious damages. Therefore, land evaluation suitability for settlement and soil survey studies, geometry and movement mechanisms of old landslide planes should be investigated in detail. In addition, establishment of an effective drainage system is needed and foundation systems of buildings should be designed and constructed suitable to soil conditions and unconscious loading of the land should be avoided.

Sands and pebbles of Çukurçeşme formation generally comprise soils of sufficient bearing capacity. In some cases, such lithologies are water saturated. The presence of different type of lithologies in the construction site such as clayey levels of the formation may cause different settlement events at the foundations.

In the Avcılar region where Güngören formation is widely exposed, building collapses were intensified during the 17 August 1999 İzmit earthquake. In this region totally 38 buildings were collapsed by the earthquake. It is thought that closeness of Avcılar region to the basin borders and the great thickness (around 1000 m based on data from geothermal wells) of Oligocene-Miocene sequence in this region are the chief reasons behind the building collapses in Avcılar. Therefore, water-saturated character of units of Güngören formation, their lateral and vertical lithological changes, low bearing capacity of clayey levels and site amplification due to sloped topography of Avcılar negatively affected the structures. In addition to these geologic factors, foundation types of buildings and construction quality of superstructure are also important.

Plastic behavior of over consolidated and very firm clay levels within the Güngören formation, which is widespread in the European part of Istanbul, causes swelling problems at single-floor buildings, retaining structures and garden walls. These events are mostly recognized at single-floor buildings around the Güngören, Bağcılar and Küçükçekmece towns. In addition, due to soil consolidation in the European part of Istanbul, in some areas such as Avcılar, Esenyurt and Halkalı districts there are some buildings that are deviation from vertical. These buildings are attributed to lateral and vertical lithological changes in short distances at foundations and changes in groundwater level. Limestone levels of Bakırköy formation have sufficient bearing capacity. However, carbonaceous clay sections and karstic limestone levels of this formation may create geotechnical problems for structure foundations.

Insufficient bearing capacity values of soils are found in areas where settlement amount is exceeded and liquefaction problems are encountered such as Quaternary fluvial and estuary deposits. The Quaternary deposits in several valleys in Istanbul are mostly categorized into two groups; fluvial and estuary deposits. Fluvial deposits are composed of yellow-brown colored, moderate to firm (average N_{25}) sand and low-plasticity (CL), over consolidated, stiff – very stiff clays. In boreholes opened around the Golden Horn which is one of the old settlement areas in Istanbul, fill thickness was found 30 m while thickness of estuary deposits is around 35 m. These

fills are formed by storing old foundation earthworks within the pits along the settlement history of Istanbul or renewal buildings that were damaged during fires or earthquakes. Earthquake records show that buildings constructed in the fill areas have been seriously damaged. In addition, as a result of pumping of significant amount of groundwater from caisson wells opened in the Golden Horn, groundwater level was lowered which facilitates settlement. Heterogeneous character of fills results in lowering of shear strength of estuary deposits (e.g. $c=0.1-0.4 \text{ Kg/cm}^2$) and some slope stability problems arising from steeply dipping of underlying rocks towards the Golden Horn.

In addition to abovementioned geotechnical problems, structuring in river beds and uncontrolled fills also create some problems. The latest manifestation of this was happened in 8-9 September 2009 flood disaster. The main reasons of this event were unconscious structuring and fill studies in the river beds. In Istanbul, geotechnical problems are encountered not only from natural sources but also from excavations (e.g. foundation, reinforcement, tunnel and rock quarry excavations). In general, if local soil conditions are not fully understood, problems are emerged. The success of an excavation design depends on local soil conditions, the accuracy of soil and rock parameters used in calculations, discontinuity position, pore water pressure, closeness to the faults and geometry of old landslide plane. In excavation works conducted along old landslide and fault zones that are not well documented in soil survey reports prepared for the Güngören and Gürpınar formations in between Küçükçekmece and Büyükçekmece areas, as a result of change in natural stress and water flowing to the excavation pit, supports used in excavation systems become insufficient which result in deformation and failures to occur within the excavation systems.

In fact, for most of geotechnical problems encountered in Istanbul, onset stage of movement was either monitored or measured but necessary measurements were not taken in such areas. Consequently, monitored and measured data on future structures to be built should be carefully evaluated and necessary engineering preventative measures must be taken to minimize loss of life and property.

Keywords: Geotechnical, Landslide, Liquefaction, Settlement, Swelling, Bearing Capacity

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi

Süleyman Pampal^a, Bülent Özmen^b

^a*Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü*

^b*Gazi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Uygulama ve Araştırma Merkezi
(pampal.suleyman@gmail.com; bulentozmen@gazi.edu.tr)*

Özet: Türkiye Cumhuriyeti tarihinin en büyük depremi 27 Aralık 1939 tarihinde Erzincan'da meydana gelmiş, çok geniş bir bölgeyi etkileyen bu deprem; 32.962 kişinin ölümüne, 100.000 kişinin yaralanmasına, 120.000 yapının yıkılması veya ağır hasar görmesine yol açmıştır. Erzincan depreminden sonra Türkiye'de ilk kez deprem tehlikesini belirleme ve depremlere karşı önlemler alma ihtiyacı gündeme gelmiştir. Deprem sonrası diğer ülkelerde yapılan çalışmalar incelenmiş ve İtalya tarafından 1937 yılından itibaren uygulanmaya başlanan "İtalyan Yapı Talimatnamesi", "Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata ait İtalyan Yapı Talimatnamesi" adıyla Türkçeye çevrilmiş ve Nafia Vekaleti tarafından yayımlanmıştır. Bu yönetmelikten yararlanarak 1940 yılı içerisinde "Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi" hazırlanarak yurt genelinde uygulanmaya başlanmıştır.

20 Aralık 1942 Niksar-Erbaa, 20 Haziran 1943 Adapazarı-Hendek, 26 Kasım 1943 Tosya-Ladik ve 1 Şubat 1944 Bolu-Gerede Depreminin birbiri peşi sıra meydana gelmesi ve büyük can ve mal kayıplarına yol açması sonucunda 22 Temmuz 1944 tarih ve 4623 sayılı "Yersarsıntısından Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun" çıkarılmıştır. Bu kanun Türkiye'de deprem tehlikesi ve risklerinin belirlenmesi ve deprem zararlarının azaltılması konusunda, merkezi ve yerel düzeylerde nasıl örgütlenileceğini, yerleşme ve yapılaşmaların nasıl denetleneceğini belirleyen ilk yasal düzenlemedir. Kanunun birinci maddesi gereğince Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı eldeki mevcut bilgi ve verilerden yararlanarak 1945 yılında ülkemiz için ilk resmi Deprem Bölgeleri Haritasını hazırlamıştır. Mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, tektonik ve sismotektonik bulguların ve deprem kayıtlarının artması sonucu, bu harita sırasıyla 1947, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında yenilenerek bakanlar kurulu kararı ile yürürlüğe girmiştir. Buna paralel olarak 1940 yılı talimatnamesinden sonra 4623 Sayılı Kanuna dayanarak deprem etkisindeki yapılar için yönetmelikler hazırlanmaya başlanmış ve zaman içinde dünyadaki gelişmelere ve ülke ihtiyaçlarına bağlı olarak 1947, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1996, 1997, 1998 ve 2007 yıllarında değiştirilerek yürürlüğe sokulmuştur.

Bu bildiri; deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önemli bir yere sahip olan ve değişik tarihlerde yürürlüğe giren Deprem Bölgeleri Haritaları ve Deprem

Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikler ve geçirdikleri evreler hakkında bilgiler verilecektir. Bu çerçevede güncelleme çalışmaları sürmekte olan harita ve yönetmelik konusuna da ışık tutulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Harita, Yönetmelik

The Historical Development of Earthquake Zone Maps and Earthquake Regulations in Turkey

Süleyman Pampal^a, Bülent Özmen^b

^aGazi University Engineering Faculty Civil Engineering Department

*^bGazi University Earthquake Engineering Application and Research Center
(pampal.suleyman@gmail.com; bulentozmen@gazi.edu.tr)*

Abstract: The greatest earthquake in the history of the Republic of Turkey occurred in Erzincan on December 27, 1939. This earthquake affected a very wide area leaving behind a total of 32,962 people dead, 100,000 people injured, 120,000 buildings demolished or seriously damaged. After the Erzincan earthquake, the necessity to determine the earthquake hazard and to take precautions against it came into question for the first time in Turkey. Accordingly, works carried out in other countries were examined. "Italian Building Regulations" which was being used in Italy since 1937, and "Italian Construction Regulations for Buildings to be made in Earthquake Zones" were translated into Turkish and published by the ministry. Utilizing this regulation, in 1940 "Earthquake Zones Temporary Construction Regulation" was prepared and implemented throughout the country.

20 December 1942 Niksar-Erbaa, 20 June 1943 Adapazarı-Hendek, 26 November 1943 Tosya-Ladik and 1 February 1944 Bolu-Gerede earthquakes amounted to a significant loss of life and destruction of property. As a result, on 22 July 1944 "Law on Measures to be Taken Before and After Earthquake No. 4623" came into force. This is the first regulation to determine how to manage earthquake risks and mitigate the damage both at central and local levels in Turkey, and how settlements and structures should be inspected. According to the first article of this law, the Ministry of Public Works and Settlement and the Ministry of National Education prepared the first official Earthquake Zone Map for Turkey in 1945, using the information and data available. This map was renewed in 1947, 1963, 1972 and 1996 as a result of improvements in engineering seismology, increase in tectonic and seismotectonic

findings and earthquake records. Parallel to this, after the 1940 regulation, in line with Law No. 4623, new regulations have been prepared and implemented in 1947, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1996, 1997, 1998 and 2007, according to the developments in the world and the changing needs of the country over time.

In this report, earthquake zone maps, which have an important place in earthquake damage reduction, and the regulations concerning constructions on earthquake zones and how they evolved are going to be discussed. It is aimed to shed light on the map and regulations that are currently undergoing updating as well.

Keywords: Earthquake, Map, Regulation

GİRİŞ

Deprem bölgeleri haritaları ve bu haritalara paralel olarak hazırlanan deprem yönetmelikleri deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önemli bir yere sahiptir. Bu çalışma kapsamında; Türkiye’de resmi olarak onaylanmış sifati taşıyan deprem bölgeleri haritaları ve deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmeliklerle ilgili gelişmeler kronolojik sırayla verilmeye çalışılmıştır.

Türkiye’de deprem zararlarının azaltılmasına yönelik çalışmalara; son yüzyılın en büyük depremlerinden biri olan ve 32.962 kişinin ölümüne neden olan 27 Aralık 1939 Erzincan depremi ile başlayan ve 20 Aralık 1942 Niksar-Erbaa, 20 Haziran 1943 Adapazarı-Hendek, 26 Kasım 1943 Tosya-Ladik ve 1 Şubat 1944 Bolu-Gerede gibi depremlerin çok yakın zaman aralıkları ile meydana gelmesi ve bu depremlerin büyük can ve mal kayıplarına neden olması sonucunda başlanmıştır. Dönemin hükümeti tarafından, deprem afeti ile sadece yıkılan evlerin yerine yenilerinin yapılmasıyla başa çıkılamayacağı, deprem öncesinde de zarar azaltma çalışmalarının yapılması gerektiği bilincinden hareketle, 18 Temmuz 1944 tarihinde 4623 Sayılı “Yersarsıntılarında Evvel ve Sonra Alınacak Tedbirler Hakkında Kanun” çıkarılmıştır. Bu kanunun 1. maddesi gereğince Bayındırlık ve İskan Bakanlığı ve Milli Eğitim Bakanlığı tarafından eldeki mevcut bilgi ve verilerden yararlanılarak 1945 yılında Türkiye’nin ilk resmi deprem bölgeleri haritası hazırlanmıştır.

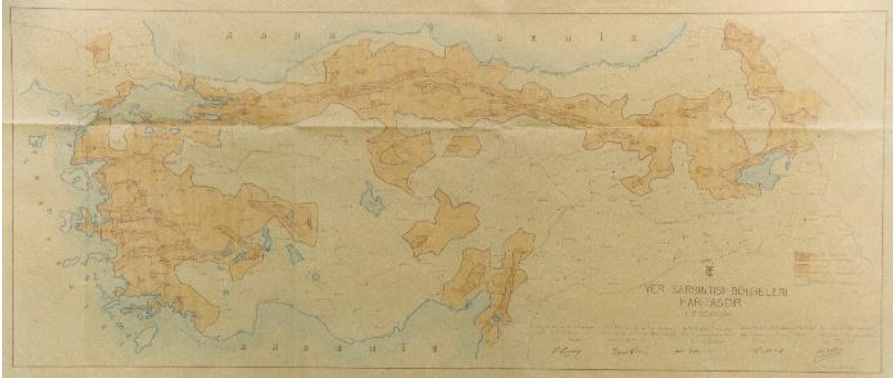
DEPREM BÖLGELERİ HARİTALARI

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları gerek deprem mühendisliği ve mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, gerekse aktif tektonik ve sismotektonik bulguların, tarihsel ve aletsel dönemde hasara neden olmuş depremler hakkındaki bilgilerin ve depremlere ait kayıtların artması nedeniyle beş kez değiştirilmiştir. Değişiklikler 1945, 1947, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında bakanlar kurulu kararı ile yapılmıştır.

1945 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası

Harita, Bakanlar Kurulu'nun 12.07.1945 gün ve 3/2854 sayılı kararıyla "Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası" adı altında 1/2.000.000 ölçekli olarak yürürlüğe girmiştir (Pampal ve Özmen, 2007). Bu haritaya göre Türkiye;

- Büyük hasara uğramış bölgeler,
- Tehlikeli yersarsıntısı bölgeleri ve
- Tehlikesiz bölgeler olmak üzere üç bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1: 1945 tarihli Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası (Pampal ve Özmen, 2007)

1947 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası

1945 tarihli haritada çok şiddetli yersarsıntısı bölgelerini gösteren sınırların geniş tutulduğu ve bu sınırların daha küçük ve dar sahalar içine alınması gerektiği yönünde hazırlanan rapor doğrultusunda yeni bir harita hazırlanmış ve Bakanlar Kurulu'nun 20.12.1947 gün ve 3/6739 sayılı kararıyla yürürlüğe girmiştir (Pampal ve Özmen, 2007). 1/2.000.000 ölçekli olarak hazırlanmış olan "Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası" na göre Türkiye;

- Birinci derecede yersarsıntısı bölgeleri,
- İkinci derecede yersarsıntısı bölgeleri ve
- Tehlikesiz bölgeler olarak üç bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: 1947 tarihli Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası (Pampal ve Özmen, 2007)

Harita hazırlayanların imzasıyla yayınlanmıştır. 1947 yılı yersarsıntısı bölgelerini gösterir haritada İstanbul bölgesi hakkında “İstanbul Bölgesi ikinci derecededir. Ancak İstanbul şehrinin jeolojik detay haritası yapılmaya kadar 500 000 lirayı geçen özel ve resmi her türlü inşaat arsası, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü tarafından tetkik edilerek yerin derecesi tayin edilecektir” kaydı bulunmaktadır.

Bu kaydın değiştirilmesi Bayındırlık Bakanlığı tarafından 5 Şubat 1949 tarih ve 1178/1471 sayılı yazı ile Başbakanlıktan istenmiştir (Şekil 3 ve Şekil 4). Bu yazı gerekçe gösterilerek 1947 yılı tarihli haritadan İstanbul bölgesi hakkında yazılı olan dipnotun çıkarılarak yerine “İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak çürük araziye yapılacak inşaat için denetleyici dairenin onamasıyla birinci derece şartları uygulanabilir” kaydının konulması Bakanlar Kurulunun 4.3.1949 gün ve 3/8815 sayılı kararıyla kararlaştırılmıştır (Şekil 5).

1963 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası

1963 tarihli “Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası” 05.04.1963 gün ve 6/1613 sayılı Bakanlar Kurulu kararının 24.04.1963 tarih ve 11389 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmasıyla yürürlüğe girmiştir (Pampal ve Özmen, 2007). Harita 1/2.000.000 ölçekli basılmıştır. Bu haritaya göre Türkiye;

- Birinci derece deprem bölgeleri
- İkinci derece deprem bölgeleri
- Üçüncü derece deprem bölgeleri
- Tehlikesiz bölgeler

5. Şubat 1948

T. C.
BAYINDIRLIK BAKANLIĞI

Yapı ve İmar İşleri Genel Müdürlüğü

Şube : Tek.Br.

Sayı :

1478

1471

Başbakanlık Yüksek Katına

İşığı

Ankara :

Ön: Yersarsıntısı Haritasında, İstanbul bölgesi II

Yersarsıntısından evvel ve sonra alınacak tedbirler hakkındaki 4623 sayılı kanunun birinci maddesi gereğince, Bakanlığımız ve Millî Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanıp Bakanlar Kurulunun 10.4.1946 gün ve 3/4058 sayılı kararı ile kabul buyurulmuş olan, Yurdun yersarsıntısı bölgelerini gösterir, harita ve listede İstanbul bölgesi hakkında, "İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak İstanbul şehrinin jeolojik deşey haritası yapılmaya kadar 500.000 lirayı geçen özel ve resmî her türlü inşaat arsası, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Enstitüsü tarafından tetkik edilerek yerin derecesi tayin edilecektir." Kaydı bulunmaktadır.

İstanbul'da yapılacak bu gibi büyük binaların arsalarının, Jeoloji Enstitüsü tarafından incelenmesi işine mukabil İstanbul Üniversite senatosu iş sahibinden 5000 lira alınmasına kararlaştırmıştır. Bu karar iş sahiplerinin şikâyetlerini mucip olduğu gibi inşaatın gecikmesine de sebep olmaktadır.

Esasen yersarsıntısı derecesi, sismik jeolojik ve yapı karakterinin birlikte etudile tesbit edileceğinden yalnız jeolojik malûmatla bu işin halledilmeceği Bakanlığımızca mütaleâ edilmektedir.

Ayrıca 3.5.1948 gününde Ankara'da toplanan yapı kongresi yersarsıntısı komisyonuna verdiği ve kongrece kabul edilen raporda aynı mütaleâya iştirak edilmektedir.

Bu konu 4623 sayılı kanunun tatbikine Bakanlığımızca muvazere görevli Millî Eğitim Bakanlığında da arz edilmiş ve alınan 24.8.1948 sayılı cevabî yazıdan Bakanlığımız mütaleâsına iştirak edildiği anlaşılmıştır.

Yukarıda arz edilen sebeplerle yurttaki yersarsıntısı bölgelerini gösteren haritada İstanbul yersarsıntısı bölgesi hakkındaki kayıtlar:

" İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak büyük araziye yapılacak inşaat için denetleyici dairenin teşkilinde birinci derece şartları tatbik olunabilir. " tarzında değiştirilmesi hususunda Bakanlar Kurulu kararının alınmasına yüksek

1- Bu yazı gününde tebliğ edilmiştir.

2- Verilecek cevaplarda yazının tarih ve numarası ile muhatapın gösterilmesi rica olunur.

*/..

Şekil 3: 1947 yılı yersarsıntısı haritasından İstanbul ile ilgili dipnotun değiştirilmesi ile ilgili Bayındırlık Bakanlığı tarafından Başbakanlığa gönderilen yazının birinci sayfası

T. C.
BAYINDIRLIK BAKANLIĞI

Yapı ve İmar İşleri Reisliği

Şube : _____

Sayı : _____

2.

Ankara : _____

Özü : _____

İşiği

delâlet ve emirlerini saygılarımla arz ve rica ederim.

N^o 10.

Bayındırlık Bakanı

Bak. Kur.

7.2.1949

K.

Kararlar Kurulu

7/2.

S. Arman

2 - 2

31.1.HB.

1- Bu yazı _____ gününde tekit edilmiştir.

2- Verilecek cevaplarda yazımın tarih ve numarası ile şubasının gösterilmesi rica olunur.

1475 - 70-217
5-2-229 $\frac{4}{829}$

Şekil 4: 1947 yılı yersarsıntısı haritasından İstanbul ile ilgili dipnotun değiştirilmesi ile ilgili Bayındırlık Bakanlığı tarafından Başbakanlığa gönderilen yazının ikinci sayfası

3
8815

20/12/1947 tarihli ve 3/8739 sayılı kararla onanan tehlikeli yersararntısına maruz bölgeleri gösteren harita ve listeden İstanbul bölgesi hakkında yazılı kaydın çıkarılarak yerine " İstanbul bölgesi ikinci derecededir. Ancak çürük araziye yapılacak inşaat için denetleyici dairenin onamasıyla birinci derece şartları uygulanabilir. " kaydının konulması; Milli Eğitim Bakanlığının muvafakatine dayanan Bayındırlık Bakanlığınının 6/2/1948 tarihli ve 1172/1471 sayılı yazı ile üzerine, Bakanlar Kurulunca 4-3-1948 tarihinde kararlaştırılmıştır.

CUMHURİYET MİLİ

İsmet İnönü

Başbakan	Defter Bakarı	Devlet Bakarı	Adalet Bakarı
S. GÜNALTAŞ	Başbakan Yardımcısı	ve	F. SİRİMEN
	S. ERİM	Dağıtım B.V.	
MİHİ Savunma Bakarı	Mişer Bakarı	Dışişleri Bakarı	Maliye Bakarı
E. ÇAKIR	E. KRİŞİRGİLİ	A. SAĞAL	I. R. AKSAL
MİHİ Eğitim Bakarı	Bayındırlık Bakarı	İsko. ve Ticaret Bakarı	Sa. ve So. Y. Bakarı
T. DANGUOĞLU	S. ADALAN	C. S. BARLAS	Dr. K. BAYIZIT
C. ve Tekel Bakarı	Ticnet Bakarı	Ulaştırma Bakarı	Gabgım Bakarı
D. F. S. BÜRGE	C. ORAL	Dr. E. SATIR	R. S. SİREK



Şekil 5: İstanbul bölgesi ile ilgili yazılı kaydın değiştirilmesi ile ilgili Bakanlar Kurulu Kararı

olmak üzere dört bölgeye ayrılmıştır (Şekil 6). Harita hissedilen maksimum şiddet değerleri (Medvedev-Sponeuer-Karnik (MSK) şiddet cetveli) esas alınarak hazırlanmıştır. VIII ve daha büyük şiddet gösteren yerler Birinci derece deprem bölgesini, VII – VIII şiddeti arasındaki yerler İkinci derece deprem bölgesini ve V – VII şiddeti arasındaki yerler de Üçüncü derece deprem bölgesini göstermektedir.



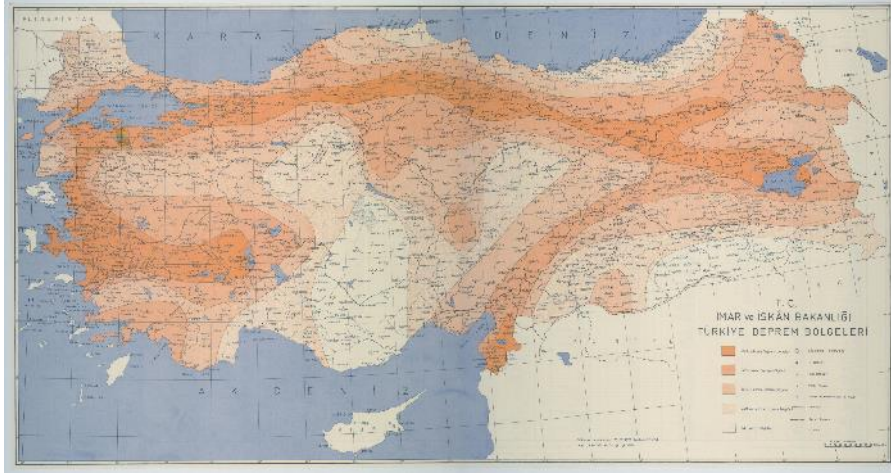
Şekil 6: 1963 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (Pampal ve Özmen, 2007)

1972 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası

Bakanlar kurulunun 23.12.1972 gün ve 7/5551 sayılı kararıyla onaylanan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası kararın 15 Mayıs 1973 tarih ve 14586 sayılı resmi gazetede yayımlanmasıyla yürürlüğe girmiştir. Bu haritaya göre Türkiye;

- Birinci derece deprem bölgesi
- İkinci derece deprem bölgesi
- Üçüncü derece deprem bölgesi
- Dördüncü derece deprem bölgesi
- Tehlikesiz bölge

olmak üzere beş bölgeye ayrılmıştır (Şekil 7). Yine MSK Şiddet Ölçeği esas alınarak, Haritada IX veya daha büyük şiddetteki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler birinci derece deprem bölgesini, VIII şiddetindeki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler ikinci derece deprem bölgesini, VII şiddetindeki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler üçüncü derece deprem bölgesini ve VI şiddetindeki depremlerin olduğu veya olabileceği yerler dördüncü derece deprem bölgesini göstermektedir.



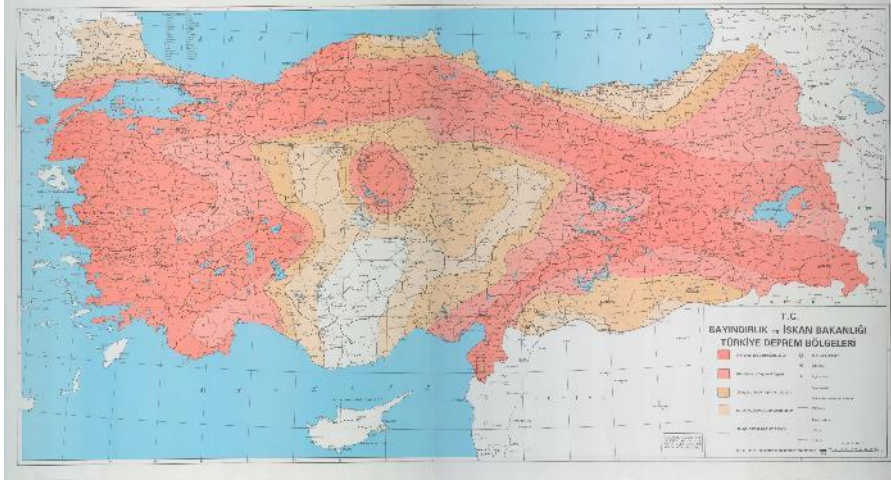
Şekil 7: 1972 tarihi Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (Pampal ve Özmen, 2007)

1996 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından yayımlanan bu harita, Türkiye’de gelecekteki 50 yıl içerisinde %90 ihtimalle aşılmayacak yer ivmelerini göstermektedir. Bakanlar Kurulu’nun 18.04.1996 gün ve 96/8109 sayılı kararıyla Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası adı altında 1/1.800.000 ölçekli olarak yürürlüğe giren bu haritaya göre Türkiye;

- Birinci derece deprem bölgeleri
- İkinci derece deprem bölgeleri
- Üçüncü derece deprem bölgeleri
- Dördüncü derece deprem bölgeleri
- Beşinci derece deprem bölgeleri

olmak üzere beş bölgeye ayrılmıştır (Şekil 8). Haritada yer ivmesinin 0.40 g ve daha büyük olacağı bölgeler birinci derece deprem bölgesini, yer ivmesinin 0.30 – 0.40 g arasında olması beklenen bölgeler ikinci derece deprem bölgesini, yer ivmesinin 0.20 – 0.30 g arasında olması beklenen bölgeler üçüncü derece deprem bölgesini, yer ivmesinin 0.10 – 0.20 g arasında olması beklenen bölgeler dördüncü derece deprem bölgesini ve yer ivmesinin 0.10 g den küçük olması beklenen bölgeler beşinci derece deprem bölgesini göstermektedir.



Şekil 8: 1996 tarihi Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (Pampal ve Özmen, 2007)

DEPREM YÖNETMELİKLERİ

1939 Erzincan depreminden sonra Türkiye’de ilk kez deprem tehlikesini belirleme ve depremlere karşı önlemler alma ihtiyacı gündeme gelmiştir. Deprem sonrası diğer ülkelerde yapılan çalışmalar incelenmiş ve İtalya tarafından 1937 yılından itibaren uygulanmaya başlanan “İtalyan Yapı Talimatnamesi”, “Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaata ait İtalyan Yapı Talimatnamesi” adıyla Türkçeye çevrilmiş ve Nafia Vekaleti tarafından yayımlanmıştır. Bu yönetmelikten yararlanarak 1940 yılı içerisinde “Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi” hazırlanarak yurt genelinde uygulanmaya başlanmıştır. Yaptırım yetkisi, belediyesi olan yerleşim alanlarında belediyelere, diğer bölgelerde ise Valiliklere bırakılmıştır. Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesinin 1940 yılından beri uygulandığı gösteren Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 21 Haziran 1948 tarih ve 9858/9567 sayılı yazısı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Şekil 9, Pampal ve Özmen, 2007)

1940 yılı talimatnamesinden sonra 4623 Sayılı Kanuna dayanarak deprem etkisindeki yapılar için yönetmelikler hazırlanmaya başlanmış ve zaman içinde dünyadaki gelişmelere ve ülke ihtiyaçlarına bağlı olarak 1947, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1996, 1997, 1998 ve 2007 yıllarında değiştirilerek yürürlüğe sokulmuştur.

T. C.
BAYINDIRLIK BAKANLIĞI

Yapı ve İskan Bakanlığı
Sube : Yersarsıntısı

Sayı :

9858
9567

Başbakanlık Yüksek Makamına

İstisna
70. Muvak. Yapı
10. Yönetmelik

Ankara :

21 Haziran 1948

Öz : Yersarsıntısı bölgeleri haritası ve yapı yönetmeliğinin gönderildiği hakkında .

Yersarsıntısından evvel ve sonra alınacak tedbirler hakkındaki 4623 sayılı kanunun birinci maddesi gereğince, Millî Eğitim Bakanlığı ile Bakanlığımız tarafından hazırlanıp, Bakanlar Kurulunun 12.7.1945 gün ve 3/2854 sayılı kararı ile kabul edilmiş olan (yurdun temlikeli yersarsıntısı bölgelerini gösterir harita ve liste) üzerinde, o tarihten beri alınan neticelere göre yeniden hazırlanan (Türkiye yersarsıntısı bölgelerini gösterir harita ve listeler) Bakanlar Kurulunun 20.12.1947 gün ve 3/6739 sayılı kararile yürürlüğe girmiş ve bu harita ve listede yersarsıntısı bölgeleri birinci ve ikinci derece olmak üzere iki sınıfa ayrılmış bulunmaktadır .

Buna muvazi olarak, yersarsıntısı bölgelerinde yapılacak yapıların tabii olacağı şartları göstermek üzere Bakanlığımızca hazırlanmış olup, 1940 yılından beri tatbik edilmekte olan "Zelzele mntakaları muvakkat yapı talimatnamesinin" üzerinde de incelemeler yapılmış ve şimâiye kadar alınan neticelere göre birinci ve ikinci derecedeki bölgelerde tatbik edilecek şartları ayrı ayrı göstermek üzere (Türkiye yersarsıntısı bölgeleri Yapı Yönetmeliği) adı ile yeni bir yönetmelik de hazırlanmış ve tatbikine başlanmıştır .

Bu yönetmelikte , evvelce tatbik edilmekte olan yönetmelige nazaran yapı maliyetinde büyük tasarruflar sağlanmış bulunmaktadır .

Ancak, son defa Ankarada toplanmış bulunan Birinci Türk Yapı Kongresinin yersarsıntısı komisyonu tarafından alınmış olup Umumi Heyet tarafından da tasvip edilen kararlara göre; bu yönetmeliğin zamanla yeniden elde olunacak bilgi ve tecrübelere uygun olarak tekâmülünü sağlayabilmek için, Bakanlığımızın sevk ve icaresi altında, İstanbul Teknik Üniversitesinde bir komite kurulmuştur. Bu komitenin yönetmelikte lüzum göstereceği değişiklikler de ayrıca yüksek makama arz edilecektir.

- 1 - Bu yazı gününde tekit edilmektedir.
- 2 - Vesitce k evaplarında yazının tarih ve numarası ile şubelerin gösterilmesi rica olunur.

Şekil 9: Zelzele Mıntakaları Muvakkat Yapı Talimatnamesinin 1940 yılından beri uygulandığı gösteren Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 21 Haziran 1948 tarih ve 9858/9567 sayılı yazısı.

1947 TÜRKİYE YERSARSINTISI BÖLGELERİ YAPI YÖNETMELİĞİ

Bu yönetmelik 20.12.1947 tarihinden itibaren uygulanmaya başlanmıştır. 1947 tarihli Yersarsıntısı Bölgeleri haritasında gösterilen İl ve ilçelerde ve bunlara bağlı Bucaklarda ve bu Bucaklara bağlı köylerde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek veya esaslı şekilde onarılacak resmi ve özel bütün yapıların tabi olacağı şartlar, 4623 sayılı kanunun 13 üncü maddesi gereğince, bu yönetmelikte belirtilmiştir. 4623 sayılı kanunun 13 üncü maddesine göre bu yönetmelik hükümlerini kasabalarda Belediyeler ve Belediye olmayan yerlerde İhtiyar Meclisleri uygulamakla görevlidir. Yönetmelik hükümlerinin uygulanması Bayındırlık Bakanlığı tarafından tayin edilecek memur ve müfettişler ile İl Bayındırlık Müdürlükleri vasıtası ile denetlenir. Yönetmelikte gösterilen şartlara aykırı yapılacak resmi ve özel çeşitli yapılar 4623 sayılı kanunun 9 uncu maddesine göre yıktırılır. Dik yarıların alt ve üst kenarlarına veya heyalana ve her ne suretle olursa olsun yıkılma tehlikesine maruz araziye veyahut mukavemet bakımından mütecanis olmayan zeminler üzerine yapı yapılamaz.

1949 TÜRKİYE YERSARSINTISI BÖLGELERİ YAPI YÖNETMELİĞİ

1947 yılı yönetmeliği üzerinde bazı değişiklikler yapılarak 1949 yılında yeniden basılmıştır.

1953 YERSARSINTISI BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

4623 sayılı kanunun 1 inci maddesine göre tesbit edilen tehlikeli yersarsıntısı tesirine uğrayacağı umulur bölgelerde yeniden yapılacak veya değiştirilecek veya büyütülecek veya esaslı tamir görecek resmi ve özel bütün yapıların tabi olacağı şartlar, 4623 sayılı kanunun 13 üncü maddesine dayanılarak, bu yönetmelikte belirtilmiştir. Bu yönetmelik hükümlerini, 4623 sayılı kanunun 13 üncü maddesine göre, Belediye teşkilatı olan yerlerde Belediyeler ve Belediye teşkilatı olmayan yerlerde İhtiyar Meclisleri uygulamakla görevlidirler. Yönetmelik hükümlerine aykırı olarak yapılacak yapılar, 4623 sayılı kanunun 13 üncü maddesine göre yıktırılır. Yersarsıntısı bölgelerine dahil şehir, kasaba ve köylerde bina ve mesken inşası Fen heyetlerince tehlikeli görülen yerlerde veya fay hatları üzerinde yapı yapılması, 4623 sayılı kanunun 11 inci maddesine göre, yasaktır. Üzerine yeni yapı yapılacak arazinin her ne suretle olursa olsun kayma veya yıkılma tehlikesine maruz olmaması ve temel zemininin dayanıklılık bakımından her yerde aynı cinsten olması lazımdır.

1961 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

7269 sayılı kanunun 2. maddesine göre tesbit edilen, afetlere maruz kalabilecek bölgelerde, yeniden yapılacak veya değiştirilecek veya büyütülecek veya esaslı tamir görecek resmi ve hususi bütün yapıların tabi olacağı şartlar, 7269 sayılı kanunun 3.

maddesine istinaden, bu yönetmelikte tayin edilmiştir. Bu yönetmelik hükümlerini, 7269 sayılı kanunun 3. maddesine göre, Belediye teşkilatı olan yerlerde Belediyeler ve Belediye teşkilatı olmayan yerlerde İhtiyar Meclisleri tatbik etmekle görevlidirler. Yönetmelik hükümlerine aykırı olarak yapılacak yapılar, 7269 sayılı kanunun 13. ve 14. maddelerine göre yıktırılır. 7269 sayılı kanunun 2. maddesine göre tesbit edilen bölgelere dahil şehir, kasaba ve köylerde bina ve mesken inşaatı Fen Hey'etlerince tehlikeli görülen yerlerde yapı yapılması, 7269 sayılı kanunun 14. maddesine göre yasaktır.

1968 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

7269 sayılı Kanunun ikinci maddesine göre tespit ve ilan edilen afet bölgelerinde yeniden yapılacak veya değiştirilecek veya büyütülecek veya esaslı tamir görecektir resmi ve özel bütün yapıların bağlı olacağı teknik şartlar 7269 sayılı Kanunun üçüncü maddesine göre bu Yönetmelikteki esaslar dahilinde yerine getirilir. Yönetmelikte bağlı olacağı teknik şartlar gösterilmeyen baraj, köprü, minare, cami, yüksek baca, yüksek telsiz direği ve benzeri yapılar hakkında uygulanacak esaslar, inşaatları denetleyen Bakanlıklar tarafından tespit edilecek ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir. 7269 sayılı Kanunun 14 üncü maddesine göre yapı için yasak bölge sayılan yerlerde bina ve konut yapılamaz, mevcut bina ve konutlar onarılamaz. Çığ düşmesi, kaya düşmesi veya yer kayması afetlerinden en az birine maruz olup ve bu afetlerden biri için 7269 sayılı Kanunun 2 nci maddesine göre afet bölgesi Kararnamesi alınan yerlerde bina ve konut yapılamaz mevcut bina ve konutlar onarılamaz.

1975 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

7269 sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen İkinci Maddesine göre saptanan ve duyurulan afet bölgelerinde yeniden yapılacak ya da değiştirilecek ya da büyütülecek ya da esaslı onarım görecektir resmi ve özel tüm yapıların bağlı olacağı teknik koşullar 7269 sayılı kanunun 1051 sayılı kanunla değiştirilen üçüncü maddesine göre bu yönetmelikteki ilkelere uyularak yerine getirilir. 7269 sayılı kanunun 1051 sayılı kanunla değiştirilen 14 ncü maddesine göre yapı için yasak bölge sayılan yerlerde bina ve konut yapılamaz, mevcut bina ve konutlar onarılamaz. Ayrıca, yapımının üzerinden 30 yıl geçmemiş yapay dolgularda, özel olarak zemin sıkıştırılması yapılmadıkça bina ve konut yapılamaz. Çığ düşmesi, kaya düşmesi ya da yer kayması afetlerinden en az birine uğrayıp ve bu afetlerden biri için 7269 sayılı kanunun 1051 sayılı kanunla değiştirilen 2. maddesine göre afet bölgesi olduğu kararnameyle belgelenen yerlerde bina ve konut yapılamaz, mevcut bina ve konutlar onarılamaz. Yapısal koşullar ve hesap ilkeleri gösterilmeyen çeşitli konutlarla baraj, köprü v.b. bayındırlık yapılarına uygulanılacak esaslar, kendi özel yönetmelikleri yapılmıcaya dek, inşaatları denetleyen Bakanlıklar tarafından saptanacak ve projeleri bu ilkelere göre düzenlenecektir.

1996 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

13 Mayıs 1996 tarih ve 22635 sayılı mükerrer Resmi Gazete’de yayımlanan bu yönetmelik yayımı tarihinden bir yıl sonar yürürlüğe girmiştir. 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen İkinci Maddesine göre saptanan ve duyurulan afet bölgelerinde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek, onarılacak ya da güçlendirilecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların bağlı olacağı teknik koşullar, 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen üçüncü maddesine göre bu Yönetmelikteki ilkelere uyularak yerine getirilir. 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen Ondördüncü Maddesine göre yapı için yasak bölge sayılan yerlerde bina yapılamaz ve mevcut binalar onarılamaz. Ayrıca yapımının üzerinden 30 yıl geçmemiş yapay dolgu zeminler üzerinde, özel olarak zemin iyileştirmesi yapılmadıkça, ya da gerekli temel tipi uygulanmadıkça bina yapılamaz. Çığ düşmesi, kaya düşmesi, ya da yer kayması afetlerinden herhangi birine uğrayan ve bu afetlerden biri için 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen İkinci ve Ondördüncü Maddelerine göre afet bölgesi olduğu kararname ile tesbit ve ilan edilen yerlerde bina yapılamaz ve mevcut binalar onarılamaz. Bu yönetmelik hükümleri, yeni yapılacak binalar için olduğu kadar; değiştirilecek, büyütülecek, deprem öncesi veya sonrasında onarılacak ya da güçlendirilecek binalar için de geçerlidir.

1997 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

2 Eylül 1997 tarih ve 23098 mükerrer sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan bu yönetmelik 01.01.1998 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmeliğin yayım tarihinde 13.5.1996 tarih ve 22635 sayılı mükerrer Resmi Gazete’de yayımlanan “1996 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” yürürlükten kaldırılmış ve 1997 tarihli yönetmeliğin yürürlüğe gireceği tarihe kadar, “1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” in uygulanması gerektiği bildirilmiştir. Bu duruma göre 1996 tarihli yönetmeliğin yaklaşık dört ay süreyle yürürlükte kaldığı görülmüştür. 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen İkinci Maddesine göre saptanan ve duyurulan afet bölgelerinde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek, onarılacak ya da güçlendirilecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların bağlı olacağı teknik koşullar, 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen Üçüncü Maddesine göre bu Yönetmelikteki ilkelere uyularak yerine getirilir. 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen Ondördüncü Maddesine göre yapılaşma için yasak bölge sayılan yerlerde bina yapılamaz ve mevcut binalar onarılamaz. Ayrıca yapımının üzerinden 30 yıl geçmemiş yapay dolgu zeminler üzerinde, özel olarak zemin iyileştirmesi yapılmadıkça, ya da gerekli temel tipi uygulanmadıkça bina yapılamaz. Çığ düşmesi, kaya düşmesi, ya da yer kayması afetlerinden herhangi birine uğrayan ve bu afetlerden biri için 7269 Sayılı Kanunun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen ikinci ve Ondördüncü Maddelerine göre afet bölgesi olduğu kararname ile tesbit ve ilan edilen yerlerde bina yapılamaz ve mevcut binalar onarılamaz.

1998 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

7269 Sayılı Kanununun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen İkinci Maddesine göre saptanan ve duyurulan afet bölgelerinde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek, onarılacak ya da güçlendirilecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların bağlı olacağı teknik koşullar, 7269 Sayılı Kanununun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen Üçüncü Maddesine göre bu Yönetmelikteki ilkelere uyularak yerine getirilir. 7269 Sayılı Kanununun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen Ondördüncü Maddesine göre yapılaşma için yasak bölge sayılan yerlerde bina yapılamaz ve mevcut binalar onarılamaz. Ayrıca yapımının üzerinden 30 yıl geçmemiş yapay dolgu zeminler üzerinde, özel olarak zemin iyileştirmesi yapılmadıkça, ya da gerekli temel tipi uygulanmadıkça bina yapılamaz. Çığ düşmesi, kaya düşmesi, ya da yer kayması afetlerinden herhangi birine uğrayan ve bu afetlerden biri için 7269 Sayılı Kanununun 1051 Sayılı Kanunla değiştirilen İkinci ve Ondördüncü maddelerine göre afet bölgesi olduğu kararname ile tesbit ve ilan edilen yerlerde bina yapılamaz ve mevcut binalar onarılamaz.

2007 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK

Bu Yönetmelik hükümleri, deprem bölgelerinde yeni yapılacak binalar ile daha önce yapılmış mevcut binalara uygulanır. Kullanım amacı ve/veya taşıyıcı sistemi değiştirilecek, deprem öncesi veya sonrasında performansı değerlendirilecek ve güçlendirilecek olan mevcut binalar için uygulanacak hükümler de verilmiştir. Bu Yönetmelik hükümleri, betonarme (yerinde dökülmüş ve öngerilmeli veya öngerilmesiz prefabrike), çelik ve yığma binalar ile bina türü yapılar için geçerlidir. Ahşap bina ve bina türü yapılara uygulanacak minimum koşul ve kurallar, ilgili yönetmelik hükümleri yürürlüğe konuluncaya dek, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir. Binalar ve bina türü yapılar dışında, tasarımının bu yönetmelik hükümlerine göre yapılmasına izin verilen bina türü olmayan diğer yapılar, tanımlanan yapılarla sınırlıdır. Bu bağlamda; köprüler, barajlar, kıyı ve liman yapıları, tüneller, boru hatları, enerji nakil hatları, nükleer santraller, doğal gaz depolama tesisleri gibi yapılar, tamamı yer altında bulunan yapılar ve binalardan farklı hesap ve güvenlik esaslarına göre projelendirilen diğer yapılar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır. Bina taşıyıcı sistemini deprem hareketinden yalıtım amacı ile, temelleri ile zemin arasında özel sistem ve gereçlerle donatılan veya diğer aktif ve pasif kontrol sistemlerini içeren binalar, bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır. Bu Yönetmeliğin kapsamı dışındaki yapılara uygulanacak koşul ve kurallar, kendi özel yönetmelikleri yapılmıncaya dek, ilgili Bakanlıklar tarafından çağdaş uluslararası standartlar gözönünde tutularak saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir.

SONUÇ

Resmi Türkiye Deprem Bölgeleri Haritaları 1945, 1947, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında olmak üzere 5 kez değiştirilmiştir. Deprem bölgeleri haritaları mühendislik sismolojisindeki gelişmeler, tektonik ve sismotektonik bulguların ve deprem kayıtlarının artması ile elde edilen yeni bilgi, yöntem ve verilerin ışığı altında geçmişte olduğu gibi gelecekte de zaman içinde değişecektir.

1940 yılı talimatnamesinden sonra 4623 Sayılı Kanuna dayanarak deprem etkisindeki yapılar için yönetmelikler hazırlanmaya başlanmış ve zaman içinde dünyadaki gelişmelere ve ülke ihtiyaçlarına bağlı olarak 1947, 1949, 1953, 1961, 1968, 1975, 1996, 1997, 1998 ve 2007 yıllarında olmak üzere 11 kez değiştirilmiştir.

Başbakanlığa bağlı Afet ve Acil Durum Yönetmeliği Başkanlığı tarafından yeni bir Türkiye Deprem Bölgeleri haritası ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği hazırlanmış ve taslak olarak yayınlanmıştır. Yakın bir zaman içinde de resmi olarak yayınlanarak yürürlüğe sokulacağı ilgili kurum tarafından kamuoyuna açıklanmıştır.

Deprem bölgeleri haritaları, yerleşim alanı için yer seçiminde, imar planlarının hazırlanması ve değiştirilmesinde, depreme dayanıklı yapıların projelendirilmesi ve hesaplamalarda gereksinim duyulan verileri sağlamak için, özellikle deprem nedeniyle oluşabilecek yer ivmelerini belirlemeye yönelik bilgiler vermesi bakımından deprem zararlarının azaltılması çalışmalarında önemli bir işlev üstlenmektedir.

Yasa, yönetmelik, yönerge ya da harita hazırlamak önemlidir ancak bunların titizlikle uygulanması durumunda bir anlam ifade ettiği gözden uzak tutulmamalıdır. Türkiye’de deprem zararlarının beklenenin üzerinde olmasında en önemli rolü harita ve geçerli deprem yönetmeliklerine uygun yapılaşma yapılmaması oynamaktadır. Geçmiş deprem hasarları incelendiğinde bu durum son derece açık bir şekilde görülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 00/2006-01 no’lu proje kapsamında Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- 1940 Zلزlele Mıntıkalarında Yapılacak İnşaaata ait İtalyan Yapı Talimatnamesi
- 1944 Zلزlele Mıntıkaları Yapı Talimatnamesi
- 1945 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası
- 1947 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası
- 1947 Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği
- 1948 Yersarsıntısı Bölgeleri Haritası
- 1953 Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

1962 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1963 T.C. İmar İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası
1968 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1972 T.C. İmar ve İskân Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası
1975 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1996 T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası
1996 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1997 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
1998 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
Pampal S, Özmen B, 2007, Türkiye'nin Deprem Gerçeği Deprem Bölgeleri Haritaları ve Yönetmeliklerinin Tarihsel Gelişimi, 1028 s., Ankara.

Antropojenik Jeomorfoloji ve İstanbul

Antropogenic Geomorphology And İstanbul

T.Ahmet ERTEK

İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

taertek@istanbul.edu.tr

Özet: Günümüzde doğaya olan insan etkisi, diğer jeomorfolojik faktörlerin önemine eşittir. İnsan toplumu tarafından yayılan enerjiye rağmen; tektonik hareketler, volkanik faaliyetler, depremler gibi, Dünya'nın iç kuvvetleri ile bunun karşılaştırılması neredeyse önemsizdir. İnsan etkisi, sadece akarsular, buzullar, rüzgârlar, dalga ve akıntılar gibi dış etkenlerin etkisine bağlı olarak ölçülemez, daha fazla randıman göstererek onları bazen de geride bırakır. Katlanan nüfus artışı daha büyük talepleri gerektirir ve enerji taleplerini karşılamak için, yeryüzü materyallerinin geniş ölçekte yeniden işlenmesiyle sonuç verir. Hatta biraz daha hızlı olarak büyüme oranı, gelecekte de devam edecek olan bir süreçtir. Antropojenik jeomorfoloji, konusu, kökeni ve amacı son derece farklı insan topluluklarının operasyonu tarafından yaratılmış olan, sürekli gelişen ve genişleyen yeni yerçekilleri olarak tanımlanabilir. Geniş bir manada, yapay bir şekilde yaratılan yerçekilleri, örneğin; orta ve küçük ölçekli iklimlerde ve biyotada yani biyolojik bileşeni oluşturan doğal çevrede ve doğal süreçleri biraz değiştirmede çok çeşitli etkiler yapar. Antropojenik Yerçekilleri hakkında, bazı İstanbul örnekleri verilmesi burada amaçlanmıştır. Bunu yaparken; özellikle madencilik, endüstriyel etki, kentsel gelişme, trafik, su yönetimi, tarımsal faaliyetler, savaş ve terör, spor ve turizm konularında İstanbul'un gelişim ve değişimi ayrı ayrı ele alınarak "İstanbul'un Antropojenik Yerçekilleri" irdelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Jeomorfoloji, antropojenik jeomorfoloji, antroposen, insan faaliyetleri, İstanbul,

Abstract: Today, the human impact on nature is equal to the importance of other geomorphological factors. Despite the energy emitted by the human society; such as tectonic movements, volcanic activities, earthquakes, to compare it with Earth's internal agents are almost negligible. Human factor, not only rivers, glaciers, winds, sea waves and sea currents cannot be measured due to the impact of external agents, but also sometimes showing more efficiency leaves them behind. Folding population growth requires greater demand and to meet the energy demand by providing the results on a large scale reprocessing of earth materials. As even slightly faster growth rate, a process that will continue in the future. The topic, origin and purpose of anthropogenic geomorphology; which is extremely diverse group of people that has been created by the operation, described as constantly evolving and expanding new landforms. A wide sense, landforms created in an artificial manner, for example; medium and small-scale climate and biota and natural processes in the natural

environment that is very different effects on biological components that make up a little change is made. It is aimed here to give some examples of Istanbul about Anthropogenic Landforms. When I do this; "Anthropogenic Landforms of Istanbul" will be examined by taking the development and change of Istanbul separately in the fields of mining, industrial effect, urban development, traffic, water management, agricultural activities, war and terror, sports and tourism.

Key Words: Geomorphology, anthropogenic geomorphology, anthropocene, human activities, Istanbul,

Giriş: *Coğrafya*, doğal çevreyi; doğal çevrenin kendi arasındaki etkileşimini ve insanla doğa arasındaki karşılıklı ilişkileri inceleyen bir bilim dalıdır.

Jeomorfoloji ise; karalar üzerinde ve okyanus, deniz ve göllerin altında litosferin üzerindeki yerçekillerini inceleyen, oluşum ve evrimlerini açıklayan, bunları sınıflandıran, coğrafik yayılış ve gruplanmalarını nedenleriyle birlikte araştıran bir bilim dalıdır (1).

Günümüzde doğaya olan insan etkisi, diğer jeomorfolojik süreçlerin önemine eşittir. İnsan toplumu tarafından yayılan enerjiye rağmen; tektonik hareketler, volkanik faaliyetler, depremler gibi, Dünya'nın iç kuvvetleri ile bunun karşılaştırılması neredeyse önemsizdir; hatta imkânsızdır. İnsan etkisi sadece akarsular, buzullar, rüzgârlar, dalga ve akıntılar gibi dış etkenlerin etkisine bağlı olarak ölçülemez, daha fazla randıman göstererek onları bazen de geride bırakır. Katlanan nüfus artışı daha büyük talepleri gerektirir ve enerji taleplerini karşılamak için, yeryüzü materyallerinin geniş ölçekte yeniden işlenmesiyle sonuç verir. Hatta biraz daha hızlı olarak büyüme oranı, gelecekte de devam edecek olan bir süreçtir. Antropojenik jeomorfoloji konusu, kökeni ve amacı son derece farklı insan topluluklarının operasyonu tarafından yaratılmış olan, sürekli gelişen ve genişleyen yeni yerçekilleri olarak tanımlanabilir (2 ve 3). Geniş bir manada, yapay bir şekilde yaratılan yerçekilleri, örneğin; orta ve küçük ölçekli iklimlerde ve biotada yani biyolojik bileşeni oluşturan doğal çevrede ve doğal süreçleri biraz değiştirmede çok çeşitli etkiler yapar.

Süresi; Pleistosen'e göre 10.000-18.000 yıl gibi çok kısa sürmüş olan Holosen'de oluşan son transgresyonla meydana gelmiş ve kıyı çizgisi kabaca günümüzdeki görünümünü almıştır. Holosen'e nazaran, 2,8 milyon yıl gibi çok daha uzun sürmüş olan Buzul ve Buzularası dönemlerle temsil olur. Yaklaşık 1750'lerdeki Sanayi Devrimi'nden (1763'de James Watt'ın buhar motorunu icadından) günümüze insanoğlunun tarih çağları içindeki, medeniyetin gelişmesine dayalı yaptığı keşif ve icatları sonucunda, artık küreselleşen dünyada doğayı değiştirme ve şekillendirme yetisini kazanmasından dolayı, biz de Kuaterner'de bir üçüncü alt devre olarak "*Antroposen*" devrinin ayrı olarak ele alınmasında yarar görüyoruz (4).

O nedenle bizim görüşümüze göre de; Jeolojik Zamanlar'dan son 2,5-3 milyon yıllık dönemini sürdürdüğümüz Kuarterner, yani IV. Zaman kendi arasında 3 alt devreye ayrılır. Bu alt devreler eskiden yeniye: **Pleistosen**, **Holosen** ve **Antroposen**'dir. Burada öncelikle, son 200-300 yıllık dönem olan Antroposen içinde yerküre üzerinde insanın yapmış olduğu şekillendirmelerin konusu, sistemi ve sınıflandırması genel olarak sunulmaya çalışılacaktır (**3, 4 ve 5**).

İstanbul'dan Örnekler:

Antropojenik Yerşekilleri hakkında bazı İstanbul örneklerinin verilmesi burada amaçlanmıştır. Bunu yaparken; özellikle (1)madencilik, (2)endüstriyel etki, (3)kentsel gelişme, (4)trafik, (5)su yönetimi, (6)tarımsal faaliyetler, (7)svaş ve terör, (8)spor ve turizm konularında İstanbul'un gelişim ve değişimi ayrı ayrı ele alınarak "İstanbul'un Antropojenik Yerşekilleri" irdelenecektir. Gerek tarihi kayıtlar, haritalar, fotoğraflar, metinler ve gerekse günümüzde tamamlanan ve süren projelerle insan yapımı yerşekilleri ile İstanbul'un Jeomorfolojisinin nasıl değiştirildiği konusunda olumlu ve olumsuz örnekler verilmiştir:

1)Madencilik'te, Ağaçlı-Yeniköy linyit kömürü ocakları ve yapay maden gölleri; Ömerli-Şile kil ve kum ocakları.

(2)Endüstriyel etki'de, sanayinin önce Haliç çevresine ve hemen sur dışına geliş; tekrar çevreye dağılışı ve yayılışı (Kazlıçeşme-Tuzla; Gebze ve Çerkeşköy örnekleri).

(3)Kentsel gelişme'de, varoşlar ve gecekondulaşmanın gelişimi (Zeytinburnu ve Ümraniye); ardından gecekondulaşmanın engellenmesi; kentsel dönüşüm ve çok katlı yapılaşmayla artan gökdelenler (Medidiyeköy, Gayrettepe, 4.Levent, Maslak, Ataşehir, Kartal), limanlar, tersaneler, marinalar (Fenerbahçe ve Ataköy marinası [**Foto 1**]), iskeleler; bunun yanında kent dokusunun gerek doğu-batı; gerekse güney-kuzey aksında gelişmesi ve yeni ilçelerin ortaya çıkışı (Esenyurt, Sultanbeyli vb)...

(4)Trafik'te, Boğaz köprüleri ve bağlantı yolları/otoyollar, Avrasya Tüneli; Marmaray ve istasyonları; havalimanları (Atatürk, Sabiha Gökçen, 3.havalimanları), Kanal İstanbul ve Kanal Sakarya (?)...

(5)Su yönetimi'nde, İstanbul derelerinin ıslahı ve sel-taşkınlar (Yeşilçay taşkını, Göksu taşkını, Alibeyderesi seli, Silivri-İkitelli seli: 9.9.2009 sendromu) ve Melen Suyu Projesi.

(6)Tarımsal faaliyetler'de, kent içindeki bostanların tamamen ortadan kaldırılması; Çatalca, Silivri, Şile gibi çevre ilçelerde ancak kendi ihtiyaçlarını karşılayan tarımsal faaliyetler ve emistasyon köyden mahalleye dönüşüm Büyükşehirleşme...

(7)Savaş ve terör'de, 2015-2016'daki terörist saldırılar Sultanahmet, Vezneciler, Atatürk Havalimanı, Beşiktaş-Beleştepe, Reina'lar...

(8) Spor ve turizm’de, rekreasyon amaçlı sahil dolgu alanları (Maltepe dolgu sahası, Yenikapı-Ataköy dolgu sahası) ve gökdelen otelleri, alış-veriş merkezleri (AVM’ler).

Sonuçta; insanın ister 18.000’lerde tarım toplumuna geçişle belirli alana hâkimiyeti olsun; ister 1763’te buhar motorunun keşfiyle yeni mekanları/kıtaları keşfetmek olsun; ya da 1945’lerde Japonya’ya atom bombasının atılmasıyla Dünya’ya hakimiyeti olsun veya isterseniz insanın Ay’a ayak basması, hatta Mars’a uzay aracı indirmesiyle evrene hâkim olma isteği olsun; neticede nereden başlatırsanız başlatınız; artık Antroposen (=İnsan devri) gerçeği ile karşı karşıya kalırsınız. Neticede, insan **bilerek** ve **kasıtlı**, Dünya’nın olduğu kadar ülkemizin de, İstanbul’un da yerşekillerini değiştirmiştir. İstanbul doğası, doğal süreçlerden 2-3 kat hızla insan eliyle günden güne değiştirilmesi sürecindedir.

Yeter ki, mültidisipliner yapılı ve planlı olsun...



Foto 1 - Bakırköy sahilindeki eski doğal kıyı çizgisine ve günümüz dolgu alanı ile insan eliyle oluşturulmuş emistasyon kıyı çizgisine ve Ataköy Marinasına havadan bakış (Foto: Bakırköy Belediyesi, 2008).

KAYNAKLAR:

- 1- Erinç, S. (2000). Jeomorfoloji I (Güncellenmiş 5. Basım)(Güncelleyenler: A.Ertek ve C.Güneysu). Der Yay. 614 s. İstanbul.
- 2- Ertek, T.A. (2017). Antropojenik Jeomorfoloji: Sistemsel Yaklaşımlar (Editör: T.A.Ertek). İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, 2016-2017 Ders Yılı e-kitap, 6-39, İstanbul.
- 3- Szabó, J. (2010). Anthropogenic Geomorphology: Subject and System (Eds. J.Szabó, L.Dávid, D.Lóczy). 3-10, Anthropogenic Geomorphology (A Guide to Man-made Landforms). Springer. 300 pp. Newyork.
- 4- Zalasiewicz, J., Williams, M., Steffen, W., Crutzen, P. (2010). [The New World of the Anthropocene](#). Environmental Science & Technology, 44 (7), 2228–2231.
- 5- Syvitski, J. (2012). Anthropocene: An epoch of our making”. Global Change, Issue 78, March 2012, pp.12-15.

Büyükçekmece Havzası Doğusunun Hidrojeoloji İncelemesi

Türkü ALTIOK, Büşra AYHAN, Yagmur GÜNEŞ, Remzi Karagüzel

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Özet: Büyükçekmece Gölü Havzası doğusunun jeolojik ve hidrojeolojik özelliklerinin incelendiği bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde Bitirme Tasarım Projesi olarak hazırlanmıştır. Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli topografik haritada yer alan İstanbul-F21d1, İstanbul-F21d3, İstanbul-F21d4 paftalarının sınırları içerisinde yer almaktadır. Bölgedeki birimler Kırklareli Kireçtaşı, İhsaniye Formasyonu, Süloğlu Formasyonu, Danişment Formasyonu, Ergene Formasyonu, Bakırköy Formasyonu ve Alüvyondan oluşmaktadır.

Çalışma alanı için toplam akış $54.513 \times 10^6 \text{ m}^3$, toplam süzülme ise $16.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Havzadaki yeraltısuyu akışının göle doğru olduğu tespit edilmiştir. Akiferlerin hidrolik parametreleri, jeolojik birimlerin geçirimsizlik özellikleri, yeraltısuyunun kimyasal özellikleri irdelenmiştir.

Yeraltısularına ait kimyasal analiz sonuçları kullanılarak, Piper, Scholler, Wilcox ve ABD Tuzluluk Diyagramı’na göre sınıflama yapılmıştır. Piper diyagramına göre bölgedeki yeraltısuları genel olarak Ca-HCO₃ tipi olarak sınıflandırılır. Schoeller’e göre yapılan sınıflamada çalışma alanındaki yeraltısuları genel olarak; klorür derişimine göre Normal Klorürlü Sular, sülfat derişimine göre Normal Sülfatlı sular, ABD Tuzluluk diyagramına göre ise C1S3 sınıfına girmektedir. Bitirme Tasarım Projesi kapsamında incelenen yeraltısuyu örnekleri, Türk (TSE-266) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) İçme Suyu Standartlarına göre, iletkenliklerinin (EC) yüksek olması dışında içilebilirliğe uygun görülmektedir.

Abstract : *This graduate design project has been prepared the subject of “Hydrology of the East of Buyukcekmece Basin”. F21d1, İstanbul-F21d3, İstanbul-F21d4, sheets were used for this project. Geologic formations in the study area are Kırklareli Limestone, İhsaniye Formation, Süloğlu Formation, Danişment Formation, Ergene Formation, Bakırköy Formation and alluvial deposit. Total flow has been calculated as $54.513 \times 10^6 \text{ m}^3$ and total infiltration has been shown as $16.5 \times 10^6 \text{ m}^3$. Hydraulic parameters of aquifers, permeability of geological units and chemistry of groundwater has been studied. Groundwater quality of the study area has been investigated with the help of groundwater samples’ chemical analysis results. These results have been used to create Piper, Scholler, Wilcox and USA Salinity Diagram. According to Piper diagram, groundwater from the study area can be classified as type Ca-HCO₃. Due to Schoeller, they can be classified as Normal Chlorine water and Normal Sulfate water. According to USA Salinity*

Diagram, groundwater of the study area can be classified as CIS3. As result, according to TSE 266 (Institute of Turkish Standards) and WHO (World Health Organization) groundwater samples from the east of Buyukcekmece Basin is meeting the drinking water standards except its electric conductivity values.

Giriş

Yeraltı suları tüm canlılar için önemi tartışılmaz bir unsurdur. İnsan yaşamının vazgeçilmez olan içme suyu kalitesi, doğadaki davranışı, çevresel etkilerle olan ilişkisi bakımından şüphesiz ki göz ardı edilemeyecek bir çalışma alanıdır. Bu kapsamda yeraltı suyu, su kimyası ve dinamiği ile jeolojik unsurların bir bütün olarak ele alınıp birbirleriyle etkileşimlerinin irdelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, İstanbul'un içme suyu ihtiyacını karşılama açısından büyük öneme sahip Büyükçekmece Gölü Havzası'nın doğusunun hidrojeoloji incelemesi konu edinilmiştir. Yerleşim ve sanayileşmenin hızla ilerlediği İstanbul'un kullanılabilir 5 içme suyu havzasından biri olan Büyükçekmece Gölü havzasında, gölü besleyen yarlıtularının kalitesi ve akiferlerin hidrolik parametrelerinin tayini amaçlanmıştır.

Çalışma Alanının Tanıtılması

Büyükçekmece gölü doğuda Kaldırım Burnu ile batıda Bababurun arasında kalan incecik ve sığ bir kanalla bağlıdır. Gölün önüne yapılan baraj gölle deniz arasındaki bağlantıyı tamamen kesmiştir. Büyükçekmece gölü denizin istilasına uğrayarak önce koy haline gelmiş, sonra lagün özelliği kazanmış eski bir vadi ağzıdır. Bu noktada koy ikiye ayrılarak kuzey kısmı lagün özelliği kazanmıştır. Çalışma alanı, 1/25.000 ölçekli İstanbul-F21d1, İstanbul-F21d3, İstanbul-F21d4 paftalarının sınırları içerisinde kalır. Bölgenin ortalama yüksekliği 80-90 metredir, Kuzey'e doğru yükselti artmaktadır.

Genel Jeoloji

Bölgede; Kırklareli Kireçtaşı, İhsaniye Formasyonu, Pınarhisar Formasyonu, Süloğlu Formasyonu, Danişment Formasyonu, Ergene Formasyonu ve Bakırköy Formasyonu ile Kuvaterner çökeller yüzlelenmiştir. İnceleme alanında yüzeyleyen en yaşlı birim Orta-Üst Eosen yaşlı Kırklareli kireçtaşı formasyonudur. Resifal kireçtaşı özelliği taşıyan bu birimin çökme ortamı sıcak sığ denizel ortamdır. Kırklareli formasyonu, İhsaniye formasyonu ile yatay ve düşey dereceli geçiş gösterir. İhsaniye formasyonu çoğunlukla marn, kiltası, şeyl, tuf birimlerini içerir ve Üst-Eosen, Alt-Oligosen yaşlıdır. İhsaniye formasyonunun üzerine, Üst-Oligosen yaşlı; şeyl, kumtaşı, yer yer kömür tabakalarının gözleendiği Süloğlu formasyonu gelmektedir. Şeyl silttaşı ardalanması ile üst kısımlarda gri kumtaşı ve yeşilimsi gri kiltası ardalanması olarak betimlenen Süloğlu formasyonunun yaşı Üst-Oligosen, Alt-Miyosen olarak tanımlanmıştır. Formasyonun üzerine, yanal dereceli geçiş ile Danişment formasyonu gelmektedir. Bu birim çapraz tabakalı çakıl, kum ve tuf

ardalanmalarından oluşmuştur. Kalınlığı 40 m kadar olan Danişment formasyonunun yaşı Üst Oligosen-Alt Miyosen olarak tanımlanmıştır.

YAŞ	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
Kuvaterner	Alüvyon			Kil, Kum, Silt, Çakıl
Neojen Kuvaterner	Taraça	0-70		UYUMSUZ Bitkisel Toprak
Üst Miyosen	Bakırköy	10-15		UYUMSUZ Yeşil Kil, Maktrali Kireçtaşı
Orta-Üst Miyosen	Ergene	20-30		GEÇİŞLİ Kumtaşı, Kilitaşı Silttaşı
Alt Miyosen	Çantaköy	25-100		UYUMSUZ / GEÇİŞLİ Tuf, Tüfitik Kumtaşı-Çakıltası
Orta Eosen - Alt Miyosen	Danişment Suloğlu	35-40		Çakılı+Killi Kumtaşı
Alt Oligosen - Alt Eosen	Pınarhisar	20-50		GEÇİŞLİ
Alt Oligosen - Üst Eosen	İhsaniye	250-300		GEÇİŞLİ Kireçtaşı, Marn, Kumtaşı, Tuf
Orta-Üst Eosen	Kırkarcılı	100-150		GEÇİŞLİ Resifal Kireçtaşı
	İslambeyli	0-150		GEÇİŞLİ Kumtaşı, Kilitaşı Tüfitik Kilitaşı

Genelleştirilmiş Jeolojik Kesit

Hidroloji

İnceleme alanının meteorolojik özelliklerinin değerlendirilmesi için gereken sayısal veriler Florya Meteoroloji İstasyonundan (DMİ) alınmıştır. Penman yöntemine göre; bölgede gerçekleşen toplam ortalama yıllık yağış miktarı 646.222 mm, potansiyel buharlaşma değeri (Ep) 740.71 mm ve gerçek buharlaşma değeri (Er) 410.61 mm olarak hesaplanmıştır. İnceleme alanında Penman yöntemine göre hesaplanan potansiyel buharlaşma ve meteorolojik su bilançosu sonucunda hesaplanan fazla suyun akışa geçen su miktarı 235,03 mm'dir. Akış yüzeysel ve yeraltı akışı şeklinde gerçekleşmektedir. Büyükçekmece Gölünün doğusunda 231,94 km² büyüklüğünde bir alanı kapsayan İnceleme alanında;

$231.94 \text{ km}^2 \times 0.23503 \text{ m} = 54.513 \times 10^6 \text{ m}^3$ su akışa geçmektedir. İnceleme alanında yüzeyleyen jeolojik birimler genelde düşük geçirimliliği ve görece yüksek arazi eğimi gerçekleştiği için drenaj ağı iyi gelişmiştir. Yaygın olarak akışın 1/3 oranında bir miktarın yeraltına süzülmesi varsayılmaktadır. Buna göre;

Süzülme = $235.03 \times 0.30 = 70.509 \text{ mm}$ 'dir. Burada yeraltına süzülen su miktarı 0.070509 x 231

$940000 = 16.35 \times 10^6 \text{ m}^3$ bulunmuştur. Bu miktarın %70'i emniyetli yeraltısuyu olarak kabul edilmektedir.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	YILLIK Σ
EP	6,319	17,87	40,5	65,63	103,3	126,7	139,46	119,96	68,76	37,66	9,582	4,976	740,71
Yağış (P) (mm)	80,06	70,18	58,92	51,09	30,61	29,75	20,71	25,60	35,94	72,63	78,72	92,0	646,22
(P-Ep)	73,74	52,32	18,42	-14,54	-72,69	-96,9	-118,7	-94,36	-32,82	34,97	69,14	87,02	
Reserv	100,0	100,0	100,0	85,46	12,78	0,00	0,00	0,00	0,00	34,97	100,0	100,0	
Er	6,32	17,87	40,5	65,63	103,3	42,53	20,71	25,60	35,94	37,66	9,58	4,98	410,61
EKSİK SU	000	0,00	0,00	0,00	0,00	84,16	118,7	94,36	32,82	0,00	0,00	0,00	330,09
Fazla Su (mm)	73,74	52,32	18,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,11	87,02	235,61
Akış (A)	59,14	55,73	37,07	18,54	9,27	4,63	2,32	1,16	0,58	0,00	2,05	44,54	235,03
Yağışın akışa göre açığı	20,92	14,45	21,85	32,56	21,34	25,12	18,39	24,44	35,36	72,63	76,67	47,46	

Meteorolojik Su Bilançosu

Hidrojeoloji Akarsular, kaynaklar, su kuyuları, Büyükçekmece Gölü bölgedeki başlıca su noktalarıdır. Büyükçekmece'yi besleyen başlıca dereler Karasu, Sarısu ve Çakıl Dereleridir ve DSİ tarafından çeşitli yıllarda bu derelerde akım ölçümleri yapılmıştır. Kayan, Kadınlar, Eskidere, Kestanelik Dereleri, Sarısu Deresi ile birleşip göle dökülmektedir. İnceğiz, Akalın, Gökçeali Dereleri

Çatalca bölgesi yakınlarında birleşip Karasu deresini oluşturmaktadır. Tepecik ve Kavuk Dereleri Ahmediye yakınlarında birleşip Çakıl deresi olarak göle dökülmektedir.

Sondajlarla ilgili veriler DSİ 14. Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. DSİ tarafından açılan sondaj kuyularının derinlikleri 24 – 530 m, debileri 0, 3-2 lt/sn, statik seviyeleri 4, 5 – 210 m. arasında değişmektedir. DSİ 14. Bölgeden alınan kuyuların 14 adetinin pompaj deneyi sonuçlarından yararlanılarak transmisibilite (T) ve hidrolik iletkenlik (K) parametreleri hesaplanmıştır. Düzenli rejimli ve sabit debili su kuyularında Dupuit'e göre yapılan hesaplamada K değerleri:

0.0949-0.0238-0.0242-0.0599-0.0215-0.0131-0.0634-0.0328-0.0105-0.0264-
0.0345-0.0058-0.02
97-0.0162 m/gün bulunmuştur.

Ampirik yöntemle göre yapılan hesaplamada ise:

0,162-0,041-0,041-0,102-0,037-0,022-0,108-0,056-0,018-0,045-0,059-0,010-
0,051-0,028 m/gün sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çalışma alanındaki birimler geçirimsizlik derecelerine göre sınıflandırıldıklarında: geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz olarak nitelendirilmişlerdir. Buna göre bölgede Kırklareli kireçtaşı resifal kireçtaşı, kumtaşı ve kıltaşı ara seviyeleri içermektedir. Kireçtaşlarının hakim olduğu kesimler geçirimli karstik ortam olarak sınıflandırılmıştır. Bakırköy formasyonuna ait kireçtaşları çatlaklı yapıya sahip olması nedeniyle geçirimli birim olmakla birlikte, formasyona ait kil ve marnlı birimler geçirimsizdir. Danişment formasyonuna ait kum ve çakıllar geçirimli olup, bu formasyonda killerin hakim olduğu bölgeler geçirimsiz özellik taşımaktadır. Ergene formasyonunda kıltaşı ve marnlar hakimdir, bu nedenle geçirimsiz bir birimdir. Süloğlu formasyonu, alt kısımlarda şeyl-silttaşı ve üst kısımlarda kumtaşı-kıltaşı ardalanmaları ile geçirimsiz özellik taşımaktadır. İhsaniye formasyonunun litolojisini karbonatlı çimentolu çamurtaşı, kumtaşı, ara tabakalı tüfler ve yer yer çakıltaşı oluşturduğundan geçirimsiz bir birimdir.

Hidrojeokimya

Kalsiyum ve magnezyumun bikarbonatları geçici sertliği; klorür, nitrat, sülfat, fosfat ve silikatların bikarbonatları ise kalıcı sertliği verir. Çalışma alanındaki suların sertlik değerleri 3.5-71.9 arasında çok yumuşak sulardan çok sert sulara kadar değişim göstermektedir. Hidrojen iyonu aktivitesi yönünden ise TSE-266'ya göre içme sularındaki pH değerinin 6,5-8,5 arasında olması gerekmektedir. Çalışma alanında yapılan ölçümlerde pH değerleri 7,1- 9,2 arasında değişmektedir. Yerlatisularının bir diğer kimyasal parametresi de elektrik iletkenlik değerleridir (EC). Saf suda elektriksel iletkenlik 0.5-5 µs/cm, içme sularında ise 30-2000 µs/cm arasındadır. Çalışma alanında elektriksel iletkenlik ölçümler 0.73- 7.71 µS/cm

arasında değişen değerler vermektedir. Sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ise yapılan hesaplamalarla

0.72-2.08-1.4-1.07-42.58-1.34-1.16-3.32-1.13 değerlerinde görülmüştür.

Yeraltısularının kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılmasında, suların kimyasal içerikleri kullanılabilirlik ve içilebilirlik yönünden Schoeller, Piper, Wilcox ve ABD Tuzluluk diyagramlarında gösterilmiştir. Buna göre; Shoeller içilebilirlik diyagramında KN3 ve KN2 iyi kalitede sular sınıfına girerken, KN7, KN8 ve KN9 yüksek EC değerlerinden dolayı, zorunlu olmadıkça içilmeyen sulara girmektedir. Wilcox diyagramında kullanıma en uygun sular (Çok Uygun) KN1, KN2 ve KN3 iken, KN7, KN8 ve KN9 diyagramın maksimum değerlerinin dışına çıkmış ancak gösterim olarak sınır değerinde bırakılmıştır. Bu sular kullanıma uygun değildir. KN6 ve KN4 iyi kullanılabilir, KN5 ise şüpheli kullanılamaz sınıfına girmektedir. ABD Tuzluluk diyagramında ise yeraltısuları genellikle C3-S1 kategorisine girmektedir ve sular sulamaya uygundur. KN7, KN8 ve KN9; EC değerlerinin maksimum değerlerini aştıkları için, KN5 ise yüksek sodyum oranından dolayı grafiğin sınırladığı bölgelerden birine düşmemiştir.

Kuyu No	X	Y	Na (%mek/l)	Ca (%mek/l)	Mg (%mek/l)	K (%mek/l)	Cl (%mek/l)	SO ₄ (%mek/l)	HCO ₃ (%mek/l)	Su Tipi (Jäckli)
KN1	41 02800	28 35734	1.72	92.15	5.88	0.23	6.49	1.05	92.43	Ca HCO ₃
KN2	41 04369	28 34903	4.00	93.88	1.93	0.20	8.78	3.17	88.05	Ca HCO ₃
KN3	41 06873	28 32744	2.93	95.11	1.91	0.05	6.72	0.33	92.94	Ca HCO ₃
KN4	41 14090	28 35754	1.31	95.70	0.82	2.17	3.43	1.12	95.46	Ca HCO ₃
KN5	41 09762	28 36907	78.78	19.41	1.21	0.59	20.41	22.74	56.86	Na (Ca) Cl SO ₄ HCO ₃
KN6	41 03261	28 37305	1.42	97.73	0.81	0.03	2.81	0.99	96.20	Ca HCO ₃
KN7	41 04198	28 35578	2.44	93.11	4.38	0.07	3.46	2.06	94.48	Ca HCO ₃
KN8	41 04569	28 35216	8.84	84.60	6.29	0.27	7.73	4.19	88.08	Ca HCO ₃
KN9	41 06115	28 36226	1.53	97.03	1.41	0.03	1.65	0.68	97.67	Ca HCO ₃

İnceleme alanındaki kuyulardan alınan suların % mek/l cinsinden anyon-katyon dağılımları

Sonuç ve Öneriler

Bölgede yüzeylemiş en yaşlı jeolojik birim Orta-Üst Eosen yaşlı kumtaşı, kıltaşı, tufik kilden oluşan İslambeyli Formasyonudur. İslambeyli Formasyonunun üzerine uyumlu geçişli Kırklareli Kireçtaşı gelir. İhsaniye, Pınarhisar, Süloğlu, Danişment, Ergene ve Bakırköy Formasyonlarından sonra Alt Miyosen yaşlı birimlerin üzerini uyumsuz örten Kuvarterner alüvyon çökeller görülür.

Çalışma alanındaki ortalama yıllık yağış 641.3 mm, potansiyel buharlaşma 740.706 mm, gerçek buharlaşma 410.61 mm, akışa geçen su miktarı 235.030 mm, süzülme

ise 16.5 x 106 m3 bulunmuştur. Eklenik sapma grafiğinden faydalanılarak son 45 yıl için kurak ve yağışlı dönemler belirlenmiştir. Buna göre Büyükçekmece Gölü çevresi için;

1970-1976, 1988-1995 ve 2001-2008 ve 2011-2015 yılları arası kurak, 1977-1988, 1996-2000 ve 2009-2010 yılları arası yağışlı dönemdir.

Büyükçekmece Gölü havzası doğusunda bulunan, jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri geçirimli, yarı geçirimli ve geçirimsiz olarak sınıflandırıldığında bölgede geçirimli birimleri çoğunlukla alüvyonların oluşturduğu görülmüştür. Kum ve karbonat birimleri ile ardalanmalı veya yatay ve düşey dereceli geçişli konumlanan killi siltli malzeme, yarı geçirimli ve geçirimsiz birimlerin görülmesine neden olur. Sondaj kuyularının sabit debili pompaj deneyleri sonuçları kullanılarak Dupuit ve Ampirik yöntemlerle hesaplanan hidrolik iletkenlik 10-7 m/s mertebesinde bulunmuştur. Buna göre bölgede hakim geçirimsizlik durumu için 'Çok az geçirimli' sınıflaması yapılabilir.

Örnek alınan su kuyularından ölçülen statik su seviyeleri kullanılarak hidrolik eğim 0.034 bulunmuştur. Yeraltısuyu seviye eğrilerinden, yeraltısuyunun akım yönünün Büyükçekmece Gölü'ne doğru olduğu görülmüştür. Buna göre yeraltısuyu akım hızı bölgede 2.28x10-9 - 3.73x10-8 gün/m aralığında değişmektedir. Gölün normal su kotundaki su hacmi 162.106 hm³'tür.

Ölçülen pH değerleri 5 numune için TSE 266 standart değer aralığındadır, KN2 8.8 ve KN5 9.2 pH değerleri ile daha bazik karakterlere sahip sular olarak bulunmuştur. Örneklerin katyon trendi Ca⁽⁺²⁾>Mg⁽⁺²⁾>Na⁺>K⁺, anyon trendi HCO₃⁻>Cl⁻>SO₄⁽⁻²⁾ şeklindedir. Schoeller'e göre yapılan sınıflamada çalışma alanındaki yeraltısuyunun; klorür derişimine göre Normal Klorürlü Sular sınıfında olduğu görülmüştür. KN5 örneği 20, 41 %mek/l değeriyle oligoklorürlü sular sınıfına dahildir. Sülfat derişimine göre genel özellik olarak sular Normal Sülfatlı sulardır. KN5 örneği 22, 74'lük değeri ile oligosülfatlı sular sınıfına dahil olmuştur. Analiz sonuçları, örneklerin ağır metal içeriklerinin düşük olduğunu göstermiştir. Kimyasal özellikleri ile diğer numunelerden farklı olan KN5 numunesi için derin dolaşimli yeraltısuyu olabilme ihtimali üzerinde durulmuştur.

Yeraltısuyu seviyesi verileri kullanılarak hidrolik eğim (i) hesabı yapılmış ve sonuç ortalama 0.034 bulunmuştur. Bu değer kullanılarak V=K.i denkliğinden görünür hıza geçiş yapılmıştır. Havzadaki yeraltısuyunun görünür akış hızınının 2.28x10-9 - 3.73x10-8 gün/m değer aralığında değiştiiği görülmüştür. Yeraltısuyunun göle etki yüzdesini bulmak için 162.106 m3 su hacmi ve 811 µS/cm EC değeri olan normal su kotundaki gölün birim metreküpteki EC değeri hesaplanmış, ardından aynı işlem göle boşalan 16.35 x 106 m³ hacimli ve ortalama 1350 µS/cm EC değerli yeraltısuları için yapılmıştır. Yeraltısuyunun göle etki yüzdesi hesaplanmış ve %3.83 bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, yeraltısuyunun hem hızı hem de göle etkisi çok

düşüktür. Gölün kimyasına etki eden esas unsurlar yüzey suları ve bu suların göle taşıdıkları kirleticilerdir.

Havza, sanayileşme ve yerleşim karşısında kaybettiği doğal yapı nedeniyle jeolojik ve hidrojeolojik çalışmalara elverişli değildir. İleriki çalışmalarda bölgede açılacak olan araştırma kuyuları titizlikle incelenmeli, kuyu loglama işleminin daha detaylı yapılması gerekir. Havzanın yağış ve buharlaşma hesaplamalarının daha güvenilir olması için çevre istasyonların kesintisiz ve uzun vadeli meteorolojik kayıt tutması da büyük önem arz eder.

Istanbul ve Dolayının Morfotektonik Gelişimi

Yücel Yılmaz

İTÜ Maden Fakültesi Maslak İstanbul

yyilmaz@khas.edu.tr

Istanbul, Marmara Bölgesinin ortasında yer alır. Tektonik bakımdan çok aktif ve çok bileşenli bir bölgedir. Bölgenin en önemli tektonik birimi Kuzey Anadolu Transform Fayıdır (KATF). Marmara bölgesi Anadolu'yu şiddetle biçim değişimine zorlayan 2 farklı rejimin etkisi altındadır. Bunlar; Batı Anadolu'yu biçimlendiren N-S gerime rejimi ile KATF boyunca Anadolu Levhasının batıya kaçışdır. Bu farklı 2 rejim Marmara Bölgesinde üstlenir. Bu nedenle bölgenin kompleks tektoniği yeryüzü şekillerinin oluşumu ve çeşitliliğinde kendisini gösterir.

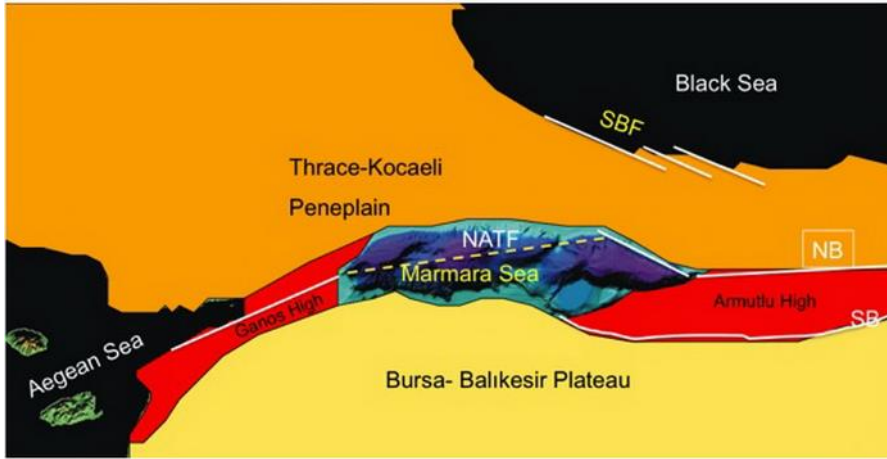
Bölgenin ortasında Marmara Havzası yer alır. Marmara Denizinin kuzey ve güneyinde yer alan alanlar tümüyle farklı morfotektonik özellikler sunar; Kuzeyde kalan bölge oldukça aşındırılmış ve düzleştirilip bir peneyen haline gelmiştir. Bu düzlüğe Trakya-Kocaeli Peneyeni adı verilir. Güney bölge ise düzensiz bir topografya ile temsil edilir; Marmara Bölgesinin morfotektoniğinin ana bileşenleri şunlardır (Şekil 1);

1-Kuzey Anadolu Transform Fayı

2-Trakya-Kocaeli Peneyeni (ve bunun bir parçası olarak İstanbul Horstu)

3-Marmara Denizi Çanağı (Marmara Havzası)

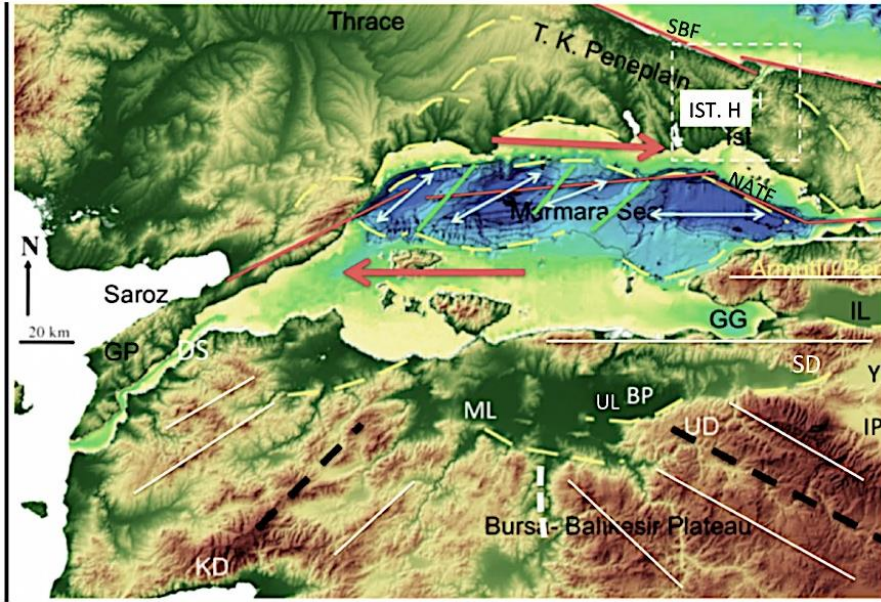
4-Bursa-Balıkesir Platosu



Şekil 1: Marmara Bölgesinin morfotektoniğinin ana bileşenleri

Trakya-Kocaeli Peneyeni Marmara Denizinin kuzeyinde yer alır. Doğuda Batı Karadeniz Dağlarının Karasu Çöküntüsü boyunca keskince sonlandığı yöreden başlar ve Trakya düzlüğü boyunca batı yönünde uzanır. Batı Karadeniz Dağlarının batı sınırı az çok NNE yönünde uzanan yanal atımlı bir fay zonudur. Bu fay güneye

doğru Kuzey Anadolu Transform Fayına kavuşur. Trakya B6lgesinde, Peneplen,Istranca dağlarının omuzunda tedricen yuğsek kotlara çıkar. Bu veri Istranca dağlarının Pliyosene kadar oluşumuna devam eden penepleden de daha sonra yani çok yakın bir geçmişte bu günkü yuğselimine yuğseldeğini g6sterir. Marmara B6lgesinin en etkin tektonik elemanı KATFdır (Şekil 1 ve 2) .Marmara Denizini uzun eksenli boyunca biçerek Ege denizine kavuşur. Çok etkili bir tektonik eleman olarak Marmara B6lgesinin yeryuğz Şekillerinin oluşumunda en 6nemli g6revi yapmaktadır. Akyazı dolayından başlıyarak KATF 2 ana kola ayrılır. Kuzey kol Sapaa G6ln oluşturduktan sonra İzmit K6rfezini izler ve Marmara Denizinin sularıyla 6rtlr. Marmara Denizinin yuğsek açılı kuzey Őelfi boyunca devam eder. Daha da batı alanlarda varlığı sismik tomografiya verileriyle deniz tabanında izlenmektedir. Batıda Ganos dağını biçer ve saroz k6rfezini geçerek Ege makaslama zonunu oluşturup batı y6nnde devam eder. KATF ının güney kolu Mudurnu ayı vadisi boyunca uzanır. Pamukova 6kntsn oluşturup İznik g6lnn güney sınırını geçerek Gemlik K6rfezinde Marmara denizinin güney kenarına erişir. Buradan daha da batıda Biga yarımadasında ise geniş bir hacmin içinde kollara ayrılır. Marmara çanağı oval Őekilli, E-W uzanımlı, tektonik k6kenli ,ortasında bir i denizin yer aldığı bir 6kntdr.



Şekil 2: KATF nin Marmara B6lgesindeki g6rnts

Marmara denizinin orta kesimleri, bu denli kk bir i denizden umulmayacak denli derindir (1370m). Denizin Şelf alanları yaklaşık -100 m derinliklerdedir. Bazı alanlarda tatlı yamaçlar halinde bazı alanlarda ise dik yamaçlarla derinleşir ve batimetride farklı 2 6rnek geliştirir. Tatlı yamaçlar çoğunlukla listrik normal faylara,

dik yamaçlar ise yanal atımlı faylara karşılık gelir. Tatlı yamaçlı; listrik normal faylı havza sınırları Marmara Havzasının gelişiminin erken dönemlerinde gelişmiştir.

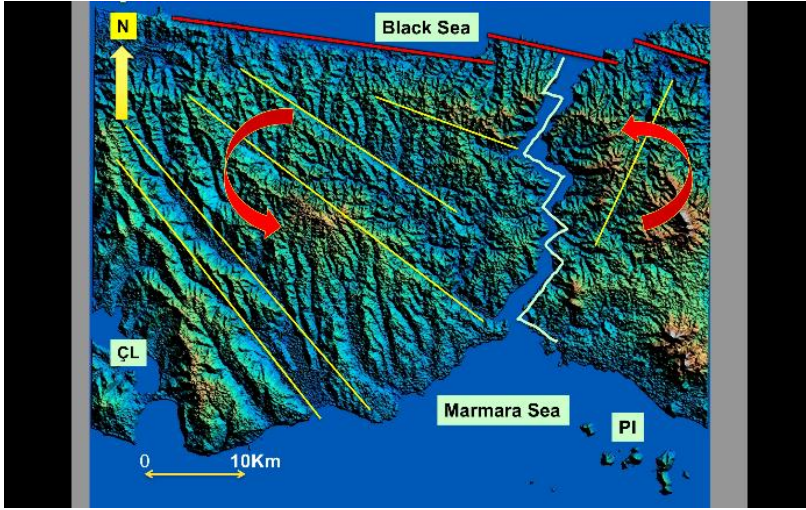
Marmara Havzasını dikine geçen bir enine kesitte geç Miyosen-erken Pliyosen yaşlı aşınım düzlemi farklı konum ve kotlarda yer alır ve çoğunlukla bu aşınım düzlemini parçalayıp yer değiştirmesine neden olan faylara çakılır.

İzmit körfezi ve çevreliyen kara alanları NE ve NW doğrultulu farklı 2 yanal atımlı fay sisteminin sınırlandırdığı eşkenar dörtgen biçimli küçük parçalardan oluşur. Bu örnek KATF'ın Marmara bölgesine ilk ulaştığı ilk dönemlerde geliştirdiği fakat henüz bugünkü dar bir zon halini almadığı ilk dönemlerde geliştirdiği örnektir. Marmara Denizi içinde bu tür 3 küçük ve derin havzacık tanınır. Bu havzacıkların uzun eksenleri ve bunları birbirlerinden ayıran sırtlar NE uzanımlı olup batıdan doğuya doğru uzanımları doğuya doğru yelpazelenir ve topluca sağ yanal bir stress rejimi etkisi altından geliştiğini belgeler (Şekil3).

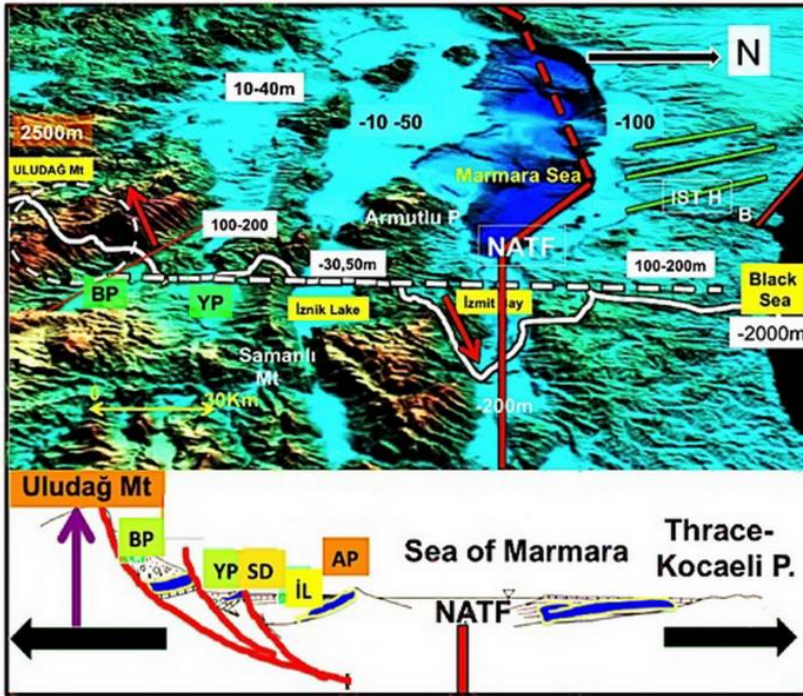
KATF'ın 2 kolu arasında bir basınç sırtı halinde Armutlu Yarımadası (Şekil 2) Yükselir. Kuzey ve güneyden ters atım bileşenleri belirgin olan yanal atımlı faylarla yükseltilmiş olup dağla birlikte deniz traçaları 80 metrelere Üst Miyosen çökelleri 200 m'nin üzerine yükselmiş ve dağla birlikte S e tilt olmuştur.

Trakya -Kocaeli Penepleninin İstanbul kenti çevresinde Kara Deniz ile Marmara denizinin en çok yaklaştığı ve kara alanının çok dar bir şerit halinde uzandığı yöre, İstanbul Hortsunu oluşturur. Horstun güneyini KATF belirler. Kuzey sınırı da sağ yönlü bir yanal atımlı fay zonudur. Faylar aralı aşmalı (en-echelon) bir örnek sergiler ve Karadenizin günümüzdeki çizgisel sahillerini biçimlendirir. Bu 2 fay zonuyla sınırlı dar alan bu fay zonlarının düşey atım bileşenleriyle yükselmiş ve İstanbul Horstunu oluşturmuştur. Horst çok yavaş olsada yükselmeğe devam etmekte olup bu yükselme bir çok morfolojik veriyle tanınmaktadır.

Marmara Havzasının güneyinde yer alan Bursa-Balıkesir Platosu arızalı bir topoğrafyayla temsil olur. Sırtlar ve onları ayıran vadiler çoğun antiklinal ve senklinallere karşılık gelmektedir. Bunlar doğuda NW, batıda ise NE yönünde uzanır (Şekil4) ve Anadolunun saatinde tersi yönündeki genel dönmesine uyumlu bir konum sergiler. Platoda 2 yüksek dağ yer alır. Bunlar Core Complex halinde yükselmiş olup doğudaki Uludağın yükselmesi Bütün çevre alanlarının Marmara denizi de dahil morfotektoniğinin önemli denetleyici unsuru olmuştur (Şekil4).



Şekil 3: İstanbul Boğazı ve çevresinin topoğrafya haritası



Şekil 4: Uludağ bölgesinin morfotektonik görüntüsü

DESTEKLEYEN KURULUŐLAR



JEOLOJİ ÇALIŞMALARI

- Jeolojik - Jeoteknik Zemin Etüt Raporu
- İmar Planına Esas Jeolojik - Jeoteknik Zemin Etüt Raporu
- Plan Tadilatına Esas Jeolojik - Jeoteknik Zemin Etüt Raporu
- Jeolojik, JEOFİZİK, Geoteknik Zemin Araştırmaları ve Depremsellik Durumu
- Zemin Sondajı
- Yeraltı Suyu ve Maden Araştırmaları
- Zemin İyileştirme - Fore Kazık - Mini Kazık

JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

- Sismik Kırılma
- Sismik Yansıma
- MASW (Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analizi)
- Sismik Tomografi
- MASW Tomografi
- RE - Mİ (Refraction Microtremor)
- Microtremor Çalışmalar
- GPR (Yer Radarı)



MEHMET BİLEN
Jeoloji Mühendisi

Cebeci Mahallesi 2481. Sokak No:57 Daire:1 Sultangazi / İstanbul
GSM.:0541 456 10 75 e-mail: dunyamzemin@hotmail.com
0551 728 41 03 dunyamzemin@gmail.com
0551 728 41 04



KADIOĞLU
MÜHENDİSLİK İNŞAAT LTD ŞTİ

MERKEZ EFENDİ MH. MEVLANA CAD. NO:108 K:13 D:69

CEVİZLİBAĞ – ZEYTİNBURNU / İSTANBUL

TEL:212 647 15 65 – FAX:212 508 85 81

www.kadioglumuhendislik.com.tr

ZEMİN ETÜT,FORE KAZIK, MİNİ KAZIK, ANKRAJ





Kara Sondajları



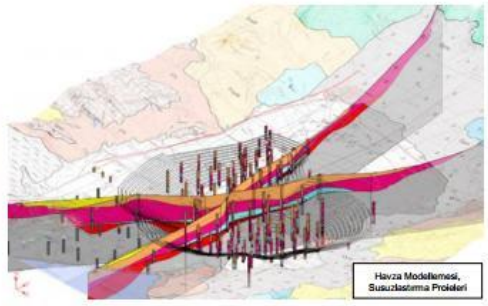
Sığ Deniz Sondajları



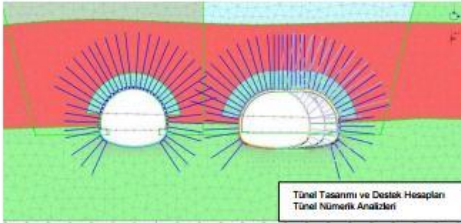
Derin Deniz Sondajları



Aktif Fay Kazıları



Havza Modellemesi,
Susuzlaştırma Projeleri



Tünel Tasarımı ve Destek Hesapları
Tünel Nümerik Analizleri



CPT Deneyi

HİZMET ALANLARI

Jeolojik, Jeoteknik ve Jeomorfolojik Araştırmalar

- Baraj ve hidroelektrik santralleri
- Nükleer enerji santralleri
- Karayolu ve demiryolu güzergahları
- Karayolu, demiryolu ve su temin tünelleri
- Köprüler ve viyadükler
- Atık depolama tesisleri
- Boru hatları
- Altyapı projeleri
- Maden ocak ve tesisleri
- Jeotehlike etüt ve önlemleri

Hidrojeolojik Araştırmalar

- Havza bazında hidrojeolojik planlama
- Maden saha ve tesisleri için su temini
- Susuzlaştırma

Tünel Tasarımı

- Karayolu, demiryolu ve su tünelleri için jeoteknik modelleme
- FLAC 3D, PLAXIS ve PHASE 2D kullanarak sayısal modelleme
- Kazı ve iksa tasarımı

Jeoteknik / Geoteknik Tasarım İşleri

- Dolgu ve temel zemin iyileştirme
- Şev stabilitesi önlemleri
- Jeoteknik deprem mühendisliği hizmetleri
- FLAC 3D Dynamic kullanarak Zemin yapısal etkileşim analizleri

Sondaj, CPT, Jeofizik Etüt ve Yerinde Deneyler

- Kara sondajları
- Deniz sondajları
- Batimetrik etütler
- 2B / 3B yüksek çözünürlüklü jeofizik etütler ve GPR
- Havadan ve karadan LIDAR etütleri

Deprem Mühendisliği

- Sismotektonik modelleme çalışmaları
- Karada ve denizde jeolojik araştırmalar
- Jeolojik ve jeomorfolojik haritalama
- Paleosismolojik araştırmalar, hendek açılması
- Deterministik ve olasılıksal sismik tehlike analizleri
- Deprem tehlike analizleri
- Sıvılaşma analizleri
- Dinamik zemin-yapı etkileşim analizleri
- Zemin iyileştirme ve tesis tasarımı parametreleri danışmanlığı



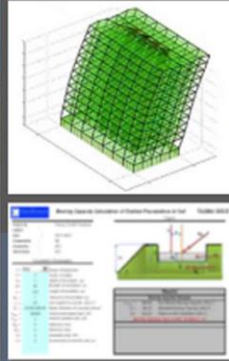
GeoDizayn

Proje Mühendislik Müsavirlik

tasarım hayal etmekle başlar...

Faaliyet Alanları

- Jeolojik-Jeoteknik Araştırma Hizmetleri
- Geoteknik Projelendirmeler
- Karayolu, Demiryolu ve Su Yapıları Projeleri
- Müşavirlik Hizmetleri
- Deprem Performans Analizleri
- Sektörel Yazılımlar



Kuşbakışi Cad.Aşuroğlu Sitesi C Blok/5
Üsküdar – İstanbul / Türkiye
T : +90 216 474 40 04
F : +90 216 474 40 05
www.geodizayn.com.tr



📍 Şah Caddesi No: 27 Bitez, BODRUM, Türkiye

☎️ +90 (252) 363 04 08 ☎️ +90 (252) 363 04 09

🌐 thecorner.com.tr ✉️ info@thecorner.com.tr

📱 /thecornerbitez 📷 /thecornerhotel





**BÜYÜK
İDEALLER**

YENİLİKÇİ

FİKİRLER

yukseproje.com.tr

**YÜKSEL
PROJE**

Önsal Sondaj

Bilimin ışığında,
Tam zamanında çözüm,
İşte biz oradayız!

FAALİYET ALANLARIMIZ

- ▶ Jeolojik- Jeofizik- Hidrojeolojik Etütlerle Yeraltı Suyu Araştırması
- ▶ Çamur Sirkülasyonlu (dolaşimli) Derin Kuyu Su Sondajı
- ▶ Maden-Sıcak Su-Kömür-Temel sondaj
- ▶ Katotik Koruma Sondajı
- ▶ Enerji (Isıtma-Soğutma) Sondajı
- ▶ Kuyu Ömrünün Uzatılması
- ▶ Kuyu Veriminin Arttırılması
- ▶ Kuyuların Özel Metodlarla İnkişafı
- ▶ Su Kuyularında Dalgıç Pompa Montaj- Demontaj ve Dalgıç Pompa Bakımı
- ▶ Keson Kuyu ve Yatay Sondaj
- ▶ Akarsu ve göllerden Su Alma Yapıları
- ▶ İsale Hatları, Terfi Merkezleri Su Depoları, Su Şebekeleri
- ▶ İçme Sularının Projelendirilmesi
- ▶ Sondaj Borusu, Pompa ve Malzemeleri Satış



MERKEZ

Merdivenköy Mah. Teker Sok. No:13/B
Kadıköy-İstanbul

İRTİBAT BÜROSU

Sultan Selim Cad. No:10
Bahçelievler-İstanbul

e- mail: onsal@onsalsondaj.com

Tel: +90 212 442 32 60

Fax: +90 212 442 32 65

Cep: +90 532 252 87 83



BOSTANDI



BEŞİKTAŞ



KOŞUYOLU



GÖZTEPE



BEŞİKTAŞ



İDEALTEPE

KETEN

İNŞAAT

ERCAN KETEN, MİMAR (İ.T.Ü.)

ERKAN KETEN, MİMAR (İ.T.Ü.)

EMİN ALI PAŞA CAD. NO:120/1 BOSTANDI / İSTANBUL
TEL: 0216 384 98 28 FAX: 0216 373 08 02



MÜHENDİSLİK

Zemin Sondajları
Jeofizik Çalışmalar
Zemin Etüd Raporları
İmara Esas Jeolojik ve Jeoteknik Etüdüler



www.izamuhendislik.com

İstiklal Mah. Işık Sk. No:17/1
0216 523 50 32 Ümraniye / İST.

info@izamuhendislik.com
iz_muhendislik@hotmail.com



Doğa Sondajcılık

Müh. Müş. İnşaat San. ve Ticaret Ltd. Şti.

Koza Mah. Evren Oto Sanayi Sitesi 13A Blok No: 11 Esenyurt Tel: 0212 672 65 74 Fax: 0212 672 66 74

www.dogasondaj.com.tr e-posta: info@dogasondaj.com.tr

UYGULAMALARIMIZ

ZEMİN ETÜDÜ



SUDA PLATFORMLA ZEMİN ETÜDÜ



SU SONDAJİ



ANKRAJ



ZEMİN ÇİVİSİ



FOREKAZIK



BU SAHANIN FOREKAZIK VE ANKRAJ ÇALIŞMASI
DOĞA SONDAJCIK MÜHENDİSLİK TARAFINDAN YAPILMIŞTIR.

Doğa Sondajcılık
Müh. Müş. İnşaat San. ve Ticaret Ltd. Şti.

FOREKAZIK
ANKRAJ
ZEMİN ETÜDÜ

SUDA PLATFORMLA
ZEMİN ETÜDÜ
SUSMA

**MUTLU BİR HAYAT DA
AKILLI BİR YATIRIM DA**

BURADA!

Göl manzarasının dinginliğini yaşamak isteyenler de akıllı bir yatırım
fırsatı yakalamak isteyenler de 3S Firuze Konakları'nda.
Firma Vadesiyle 36 Ay, 0 Faiz avantajıyla şehrin merkezinde yeni bir hayata adım atın.



3S *Firuze*
— KONAKLARI —

444 37 11

3sfiruzekonaklari.com

GMO JEOTERMAL YATIRIM ARAŞTIRMA A.Ő

- **Sondaj**
- **Araştırma**
- **Gaz Ölçümü**
- **Jeofizik**
- **Kuyu testi**

Jeotermal sondaj araştırmaları için 2000-2500m ye kadar derin sondaj çalışmaları gerektirecek kabiliyete sahibiz



021 26908080



gmothermal@gmail.com

- **DenizköŐkler Mah. Dr. Sadık Ahmet Cad. No:100 Kervan Plaza AVCILAR/İSTANBUL**



Eस्ता

ZEMİN SONDAJ İNŞAAT

Mühendislik Mimarlık Sanayi Ticaret Limited Şirketi

Ahmet Mutlu
533 217 37 80
estazemin@gmail.com

Yalı mah. Turgut paşa cad. No:25A
Kartal/İstanbul





Yükselen Değerleri
Üzerinde Taşır...



ATALAY 76-150 TAM HİDROLİK (PALETLİ)



D500 - TAM HİDROLİK



D500 - TAM HİDROLİK



D500 - TAM HİDROLİK



TSM - 750 (PALETLİ)

FAALİYET ALANLARIMIZ

- Zemin ve Temel Etüt Raporları
- İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporları
- Mikrobölgeleme Etütleri
- Geoteknik Rapor ve İyileştirme Projeleri Hazırlanması
- Heyelan Etütleri
- Depremsellik ve Deprem Risk Analizleri
- Eğim - Jeoloji ve Yerleşime Uygunluk Haritalarının Hazırlanması
- Yol-Güzergah Etütleri
- Tünel, Baraj, Köprü v.b Mühendislik Yapıları Jeolojik & Jeoteknik Etütleri
- Arazi Deneyleri (Plaka Yükleme, Kum Konisi, İnklinometre, Presiyometre, Proktor Deneyi)

Merkez Mah. Resitpaşa Cad. Fırın Sok. Topçuoğlu Apt.No:22 D:29 Avcılar/İSTANBUL

Tel: 0212 590 70 70 Faks: 0212 590 70 20

web: www.analizgrup.com mail: info@analizgrup.com

MERSA PROJE



We pride ourselves on providing timely, innovative, reliable, cost-effective and buildable solutions for our clients. Client satisfaction and loyalty are the core value of our organization

www.mersaproje.com



FİRMAMIZ MERKEZ PROJE&MÜHENDİSLİK 10 YILA AŞKIN SÜREDİR FAALİYETİNİ SÜRDÜRMEKTEDİR.

MİSYONUMUZ

- Müşterilerimizin beklentilerini istikrarlı kalite anlayışı ile karşılayarak değer yaratmayı esas alan kurumsal yapımız müşteri odaklı çalışma stratejimiz ve rekabetçi büyüme potansiyelimiz ile "en iyi" şekilde değerleri yönetmek.
- Müşteri memnuniyetini ön planda tutmak ve mükemmelleşme anlayışını esas alarak, insana, doğaya, çevreye ve topluma saygılı üstün nitelikli yapı anlayışını, kusursuz proje ve uygulama sistemleriyle birleştirme hedefini taşımak.
- MERKEZ PROJE & MÜHENDİSLİK olarak bu ilkeyi temel almakta ve toplumsal projelerinde sürdürülebilir çevre konusuna odaklanmaktadır. Misyonumuz, çevre koruma bilinciyle davranarak örnek projeler ile bu bilinci yayarak yapı sektöründe önder bir firma olmak.

VİZYONUMUZ

- Jeolojik ve Jeoteknik etütler, Zemin Etütleri, Zemin Sondajı, Yeraltı Suyu Araştırması, Sismik Yansıma, Sismik Kırılma, Mikrotremör Ölçümü, Rezistivite Ölçümü, Presiyometre Ölçümü, Kentsel Dönüşüm Raporu ve Geoteknik Rapor hazırlama alanlarında yeterli bilgi ve tecrübeye sahip, doğruluk ve güveni en önemli değerleri olarak koruyan firmamız;
- Üstlendiği görevlerde farklılıklar yaratarak kalıcı eserler yaratma hedefi ile kalite ve uygulama süresi açısından üstün başarı ile yürüten bir işletme olma özelliğini koruyan, çağdaş ve modern Türkiye için, ülkemiz ekonomisine katkısını kademeli olarak arttırmayı hedeflemektedir.



ZEMİN ARAŞTIRMA İNŞAAT PROJE MÜH. TAAH. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.

FORE KAZIK
JET GROUT
MİNİ KAZIK
ANKRAJ
ZEMİN ÇİVİSİ
PÜSKÜRTME BETON

www.goktaszemin.com.tr

info@goktaszemin.com.tr

Telefon: 0 (216) 520 12 15 Faks: 0 (216) 520 12 14

Adres: Yenişehir Mah. Osmanlı Blv. Ay-Port Plaza No:2 A-Blok D:59 Pendik / İSTANBUL



SU GARANTİLİ SONDAJ

Hidrotermal Enerji Mühendislik Sondaj San.ve Tic.Ltd.Şti.
GRUPNAR TEKNOLOJİ SAN.VE TİC. LTD. ŞTİ.

GÜNGÖREN MAH. TURGUT ÖZAL BULVARI. BAŞARAN SOK. NO: 1 D:1 TAŞDELEN-İST.
TEL: 0216 634 3634 FAKS: 0216 630 0344 E-MAIL: INFO@GRUPNAR.COM

ALPARSLAN KÜÇÜKKARTAL (GENEL KOORDİNATÖR) 0536 733 0990

Hizmetlerimiz

AHMET UĞUR ÖZGÜR (JEOLOJİ MÜHENDİSİ) 0505 375 6457-0532 382 7588

www.hidrotermal.com.tr 0216 634 3 634 augurozgur@gmail.com

Hizmetlerimiz

Makine Parkı

Referanslarımız

Resim galerisi

Su garantili sondaj

Jeotermal sondaj

Derin kuyu

Çamurlu sondaj

Havali sondaj

Doğru sondaj teknolojisi

Kuyu sigmaları

Kuyu çapı ne olmalı?

Tehlike borusu seçimi

Çalışmaların önemi

Uzun derinlik kuyu

Su sondajı birim fiyatları

Dağıcı pompa seçimi

Pompa montaj derinliği

Uzlar



750m. derinlikteki Jeotermal kuyumuzu



750 METRE VE **1200** METRE

**DERİNLİKTEKİ JEOTERMAL SONDAJLARI
BAŞARIYLA GERÇEKLEŞTİRDİK.**

“ İtibarımız, paramızdan kıymetlidir. ”



ARS

İNŞAAT A.Ş

2003'DEN BERİ

|| PLAN

|| PROJE

|| RUHSAT

|| İNŞAAT

|| TAAHHÜT

|| MÜTEAHHİTLİK

|| KAT KARŞILIĞI İNŞ.

|| İSKAN

|| KAT İRTİFAKI



Merkez Mah. Eski Edirne Asfaltı Cad.No :B50 Kat: 2
Arnavutköy / İstanbul

☎ 0532 520 14 55
0212 597 98 45

@ araslarmuhendislik@gmail.com

BİNA SORUNLARINA KESİN ÇÖZÜMLER

DIŞ CEPHE MANTOLAMA İŞLEMLERİ

Deneyimli ve konusunda uzman mühendis kadromuzla yerinde yapılan ekspertiz sonrası binanıza en uygun çözüm önerilir;

Yine mühendis ve teknikerlerimizin gözetiminde profesyonel ekiplerimiz tarafından bina sorunlarınız çözümlenir.

RETİM

Restorasyon Mad. San. ve Tic. Ltd. Şti.

ÇATI ONARIM VE YALITIM İŞLEMLERİ

UYGULAMALARIMIZDA KULLANILAN BOYA VE KAPLAMA MALZEMELERİ

BETEK (FILLİ BOYA), AMPHİLİSAN -
CAPATECT, GESERPAREX, POLİSAN -
EKSELANS, BAUMIT BAĞI BOYA -
SILCOAT, UNICOAT SİLİKON, DOW, SİKA,
İZOCAM - FOAMBOARD - TAŞ YÜNÜ
YALTEKS BOARD, NEOPOR, BASAŞ

RETİM

Restorasyon
Mad. San. ve Tic. Ltd. Şti
retim@retim.com.tr

MERKEZ VE SHOWROOM
Aytekin Kotil Cad. No:39
Mecidiyeköy İstanbul
www.retım.com.tr

TEL: (0212) 212 45 40 Pbx
FAKS: (0212) 211 05 87
GSM: (0533) 341 39 99



İSTANBUL
JEOTERMAL

Jeotermal Enerji ile
Sağlık dolu
yarınlar...