

İSTANBULUN JEOLOJİSİ SEMPOZYUMU 4

“JEOLOJİK AÇIDAN MEGA PROJELER”

26-27-28 ARALIK 2014

Kadir Has Üniversitesi Cibali Kampüsü - İstanbul

Çevre Jeolojisi

Deniz Jeolojisi

Marmara Depremi

Doğal Afetler

Kentsel Dönüşüm

Jeolojik Miras

Hidrojeoloji

Mühendislik Jeolojisi

Jeoteknik

Ekonomik Jeoloji

Paleocoğrafya ve Ekoloji



Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı
Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı
Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı
Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı
Genişletilmiş Bildiri Özetleri Kitabı



altinok
MÜŞAVİR MÜHENDİSLİK
TAAHHÜT SANAYİ VE TİC. LTD. ŞTİ.

Ticaret Sicil No : 222441 - 170001



Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetlerinde
52. yıl (1963-2015)

Seyrantepe Mah. İ. Karaoğlanoğlu Caddesi ALTINOK Plaza No: 37 Kat 1 34418 KAĞITHANE / İSTANBUL

Tel: +90 - 212 - 221.44.08 - 278.30.30 Faks: +90-212-221.44.09

www.altinokconsult.com info@altinokconsult.com



ANA SPONSORUMUZ



İSTANBUL'UN JEOLJİSİ SEMPOZYUMU IV

GENİŞLETİLMİŞ BİLDİRİ ÖZETLERİ KİTABI



İ.Ü.
JEOLJİ
MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ



TMMOB
JEOLJİ
MÜHENDİSLERİ
ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ



İ.T.Ü.
JEOLJİ
MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ

Aralık 2014 / İSTANBUL

İSTANBUL'UN JEOLJİSİ SEMPOZYUMU IV

26-27-28 ARALIK 2014

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

ISBN : 978-605-01-0671-8
Baskı Yeri : Favori Basım Yayın ve Reklamcılık San. Tic. Ltd. Şti.
Ünalan Mh. Ayazma Cd. Anzer Sk. No: 12 Üsküdar / İSTANBUL
Baskı Tarihi : ARALIK 2014

ÖNSÖZ

İstanbul'un tarihi dokusunun ve silüetinin hızla değişmekte olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bunun en önemli nedenleri arasında göç, çarpık yapılaşma, arz talep, rant ve etkisiz kent planlaması yer almaktadır. Son dönemde de özellikle siyasi tercihlere bağlı olarak bazı mega projeler gündeme gelmiştir. Bunlar arasında 3. Köprü, Havalanı ve Kanal İstanbul Projelerini saymak mümkündür. 3.Köprü yapım, diğerleri ise proje aşamasındadır. Bu projelerden özellikle Kanal İstanbul tüm Marmara Bölgesi'nin ekosistemini etkileyebilecek niteliktedir. Devasa boyutlarda işgücü, makinagücü, kazı, nakliye, depolama, tedarik ve inşaat faaliyeti gerektirdiği için İstanbul'un kuzey ormanlarını, sulak alanlarını ve su kaynaklarını kapsayan Çatalca Yarımadası ve Platosu'nda büyük değişim ve tahribatlara neden olabilecektir. Bölgenin drenaj sistemi, jeolojik mirası, fauna ve flora toplulukları, yeraltı suyu ve hatta iklimi belirli ölçüde değişebilecektir. Özellikle Orta Avrupa'nın sanayi atıklarıyla aşırı kirlenmiş Karadeniz'in suları kontrolsüz bir biçimde Marmara'ya aktığında zaten dayanılmaz bir çevre kirliliğiyle karşı karşıya olan bu denizin yaşamını sürdürmesi kolay olmayacak ve tüm bölge için çevresel bir tehlike alanına dönüşebilecektir.

Yukarıdaki olasılıkların herbirinin İstanbul için hayati öneme sahip olduğu açıktır. Dolayısıyla Mega projelerin ve bilhassa Kanal İstanbul Projesi'nin her yönüyle bilim insanlarınca tartışılması, olumlu ve olumsuz yanlarının ortaya konulması gerekir. Ağırlıklı olarak bölgenin jeomorfolojisini, hidrojeolojisini ve deniz jeolojisini değiştirecek olan bu projenin jeolojik açıdan ayrıntılı olarak ele alınması ve olası sonuçlarının neler olabileceğinin kamuoyuna ve yöneticilere duyurulması kaçınılmaz bir ulusal görevdir. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu IV'ün en önemli hedefi paydaşları ile bu bilgi paylaşımını sağlayacak ortamı sağlamaktır.

Özgün çalışmalarıyla esere katkı koyan bilim insanlarına şükranlarımızı sunar, İstanbul için önemli olduğunu düşündüğümüz bu sempozyumu düzenlememize yardımcı olan başta Sempozyum düzenleme kuruluna, yürütme kuruluna ve ekonomik katkılarından dolayı sponsor firmalarımıza teşekkür ederim.

Prof.Dr. Naci GÖRÜR
Sempozyum Başkanı

ORGANİZASYON KOMİTESİ

Başkan:
Naci GÖRÜR

Sekreter:
Murat YILMAZ
Selman ER

Düzenleme Kurulu:
Yüksel ÖRGÜN (JMO İstanbul Şb.)
Hayrettin KORAL (İÜ)
Sezai KIRIKOĞLU (İTÜ)

Yürütme Kurulu:
Sami TEYMURTAŞ
Seyfettin ATMACA
Şerafettin ÇENGEL
Nejat GÜVEN
Adem TIRP ANCI
Neşe DEĞİRMENCİ

BİLİM KURULU

A.M. Celal ŞENGÖR
Ahmet ERTEK
Ali Malik GÖZÜBOL
Aral İ.OKAY
Atiye TUĞRUL
Bayram ÖZTÜRK
Can GENÇ
Cazibe SAYAR
Cengiz ZABCI
Cenk YALTIRAK
Demir ALTINER
Emin ÖZSOY
Engin MERİÇ
Ercan ÖZCAN
Erdin BOZKURT
Erol SARI
Esen ARPAT
Fazlı YILMAZ OKTAY
Feyzi POLAT
Hüseyin ÖZTÜRK
H. Serdar AKYÜZ
İzver ÖZKAR ÖNGEN
M.Namık ÇAĞATAY
M.Namık YALÇIN

Mahir VARDAR
Mehmet KARACA
Mehmet KESKİN
Mehmet SAKINÇ
Miktad KADIOĞLU
Muhterem DEMİROĞLU
Mustafa ERDİK
Namık AYSAL
Necdet ÖZGÜL
Nejat GÜVEN
Nuh BİLGİN
Okan TÜYSÜZ
Remzi KARAGÜZEL
Sabah YILMAZ ŞAHİN
Sinan ÖNGEN
Süleyman DALGIÇ
Şükrü ERSOY
Tayfun KINDAP
Tolga YALÇIN
Turgut ÖZTAŞ
Yıldırım GÜNGÖR
Yılmaz MAHMUTOĞLU
Yücel YILMAZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	5
İÇİNDEKİLER	9
<i>Jeolojik Açıdan Mega Projeler</i>	
Naci Görür	15
<i>İstanbul için Agrega Kaynak Planlaması ve Sürdürülebilirliği</i>	
Atiye Tuğrul, Murat Yılmaz	17
<i>İstanbul İl Alanının Stratigrafisi ve Jeolojik Gelişimine İlişkin Düşünceler</i>	
Necdet Özgül	22
<i>Geçmişten Günümüze İstanbul'un Mega Projelerine Yerbilimsel Bakış</i>	
Mahir Vardar, Nur Esin	30
<i>İstanbul Paleozoisinde Benzersiz Bir Mühendislik Projesi: Avrasya Tüneli</i>	
Başar Arıoğlu, Seok Jae Seo, Rıfat Yoldaş, Hasan Burak Gökçe, Fatma Sevil Malcıoğlu, Ergin Arıoğlu	55
<i>Levent-Hisarüstü Metro Projesinde Kullanılan Hidrolik Kırıcının Performans Analizi</i>	
Deniz Tumac, Furkan Sezer	64
<i>İstanbul'da Doğanın Çöküşü</i>	
Derin Orhon	70
<i>İstanbul'un Üçüncü Havalimanı Bölgesi Olarak Tasarlanan Arazinin Zemin Sorunları</i>	
Esen Arpat	71
<i>İstanbul İli için 2000 Yıllık Afet Veri Tabanı Oluşturulması</i>	
M. Nilay Özeyranlı Ergenç, Oya Yazıcı Çakın	81
<i>Kanal İstanbul Neden Olmaz_Toc405812387</i>	
A. Cemal Saydam	90
<i>İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü Heyelan Tespit, Araştırma ve İzleme Çalışmaları</i>	
Ahmet Tarih, Esen Arpat	96

Marmara Denizi Çınarcık Havzası'nda Sismik Stratigrafik ve Yapısal İncelemeler

Hülya Kurt, Christopher Sorlien, Leonardo Seeber, Michael Steckler, Donna Shillington, Günay Çifçi, Derman Dondurur, Orhan Atgın, Seda Okay

Türk Boğazlar Sistemi'nin Denizbilim'deki Öncü Rolü ve Eşsiz Doğa-Kültür Mirası Karşısında Kanal İstanbul Çevre Katliamı

Emin Özsoy..... 112

İstanbul Depremleri ve Marmara Denizi'ndeki Sedimanter Kayıtları

M.Namık Çağatay, Demet Biltekin, Levent Erel, K.Kadir Eriş, Gülsen Uçarkuş, Dursun Acar 113

İstanbul Avcılar Dolayının Genç Tektoniği ve Büyüme Fayı

Ali Malik Gözübol, Hakan Hoşgörmez 121

İstanbul'un Tarihi Alanlarında Yapılması Planlanan Kentsel Dönüşüm Projelerinde Jeofizik Yöntemlerin Uygulanması

Fethi Ahmet Yüksel 125

Şehircilikte Jeolojik Miras ve İstanbul Büyükşehirin Yokolan Jeodeğerleri_Toc405812406

Nizamettin Kazancı..... 127

İstanbul'un Kültür Mirasına Jeolojinin Katkıları

M. Namık Yalçın 132

İstanbul'da Kent- Kıyı İlişisini ve Makroformunu Değiştirici Boyuttaki Kıyı Dolgu Alanları: Maltepe ve Yenikapı Dolguları

Ali Kılıç, Oya Akın, Ercan Koç..... 137

Yönetim – Planlama Sarmalında Plan Kararlarının İstanbul Kıyılarına Etkileri

Ercan Koç, Ali Kılıç, Oya Akın..... 139

İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası ve Bazı Önemli Çıkarımlar

Turgut Öztaş..... 141

İklim Değişikliği ve İstanbul'da Yeraltısularının Önemi

Muhterem Demiroglu..... 154

Ambarlı Limanı Kirlilik Tarihçesinin Karot Çökellerinde Jeokimyasal Yollarla İncelenmesi

Erol Sarı , Selma Ünlü, Nurgül Çelik Balcı, Reşat Apak, Mehmet Ali Kurt, Birsen Koldemir..... 162

Ara Tür Sorunu Diye Bir Sorun Var Mı?

A. M. Celal Şengör	171
<i>Çatalca Bölgesinde İstanbul Zonu ile Istranca Masifi'nin İlişkisi: Yeni Bulgular</i>	
Aral I. Okay	173
<i>İstanbul-Zonguldak Birliğinin Diyajenetik □ Çok Düşük Dereceli Metamorfik Karakteristikleri ve Kökeni</i>	
Ömer Bozkaya, Hüseyin Yalçın , M. Cemal Göncüoğlu	176
<i>Batı Pontidlerde Geç Prekambriyen'den – Üst Kretase'ye Çok Evreli Plütonizma: Jeokimyasal ve Jeokronolojik Yaklaşımlar</i>	
Sabah Yılmaz Şahin, Namık Aysal ve Yıldırım Güngör	187
<i>Türkiye'de Permiyen-Triyas Sınırı: Kütle Yokoluşu Sırasında ve Sonrasında Kalsiyum Karbonat Kavkılı Foraminiferler</i>	
Demir Altınır, Sevinç Altınır.....	197
<i>İstanbul Batı Bölgesinin Jeolojisi ve “Küçükçekmece Memeli Zonu”</i>	
Cazibe Sayar	205
<i>Fosiller, Kültür ve Toplum</i>	
Sefer Örcen	210
<i>İstanbul Fragmanı Ordovisiyen Yaşlı Sedimanter Kayaçlarının Paleomanyetik Verileri</i>	
Erdinc Öksüm, Mümtaz Hisarlı, Mualla Cengiz Çinku, Naci Orbay, Timur Ustaömer	216
<i>İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü Mikrobölgeleme Projeleri</i>	
Mahmut BAŞ	226
<i>Prens Adaları'nda (İstanbul) Gözlenen Yapısal Özellikler ve Kinematik Anlamları</i>	
Duygu İşbil, Hayrettin Koral, Alper Şengül	234
<i>İstanbul ve Civarında Meydana Gelen Yapısal Unsurların Jeoteknik Araştırmalara ve Jeoteknik Parametrelere Etkisi</i>	
Seyfettin ATMACA.....	242

GENİŞLETİLMİŞ BİLDİRİ ÖZETLERİ

Jeolojik Açıdan Mega Projeler

Naci Görür

*İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Ayazağa 34469 İstanbul
(gorur@itu.edu.tr)*

Özet: İstanbul'da, daha doğrusu Marmara Bölgesi'nde çok yoğun biçimde inşaat faaliyetleri sürüyor. Bu faaliyetler sadece bina ile sınırlı değil; konut, iş yeri, yol, köprüyol, köprü, havaalanı, tünel, vb. tüm yapıları kapsamakta. Bu yapılaşmanın arz-talep dengesi içerisinde gerçekleştiğinden, toplumun gereksinimini karşılamak üzere yapıldığından hiç kimsenin kuşkusu yoktur. Ancak, bu gelişimin bölgeye daha fazla nüfus çekeceği, dolayısıyla da zamanla daha fazla talep, daha fazla inşaat ve altyapı gereksinmelerine yol açacağı da bir gerçektir.

Marmara Bölgesi tüm doğal bileşenleriyle, yani toprağıyla, bitki örtüsüyle, gölüyle, akarsuyuyla, deniziyle, havasıyla yerleşime ve yerleşim gereksinimine doymuştur. Dünyanın en güzel doğa parçalarından biri olan bu bölgeye anlamsız, bilinçsiz ve plansız bir şekilde yüklenilmiştir. Artık bu yöre, üzerindeki canlıları yaşatma sürecinden onlar için tehlike olma sürecine geçmiştir. Akarsuları, gölleri, havası, denizi kirletilmiş, tarım alanları ve ormanları tahrip edilmiştir. Bağrında yaşayan canlıların, insan da dâhil, yaşam ortamları ve koşulları bozulmuştur. Kısacası, Marmara doğası can çekişmektedir. Çoğu insan veya siyasilere bunu fark etmeyebilir, ama yerbilimciler bunu bilir. Yerbilimciler bir şeyi daha bilir, o da dengesi bozulmuş bir doğanın çok tehlikeli olabileceğidir. Böyle bir doğa uzun bir zamanda, çok büyük alanlarda ve çok karmaşık işlevlerle çok çeşitli tehlikeler üretir. Ormanların yok edilmesi; tüm biyolojik dengeyi bozar, iklimi etkiler, erozyonu artırır, toprak kaymalarına ve heyelanlara neden olur. Kuruyan göller bataklığa dönüşür. Yatağı ile oynanan dereler sel olur akar. Kirletilen deniz tüm yaşam zincirini olumsuz olarak etkiler, çevresine zehir saçar.

İstanbul'da yapılan ve yapılması düşünülen mega projeler bu bölgede doğanın dengesini bozabilecek ölçekte yapıldır. Bilhassa Kanal İstanbul böyle bir yapıdır. Bu yapının inşa edilmesi durumunda gerek inşa aşamasında gerekse tamamlanmasından sonra ekosisteme devasa boyutta zarar verecektir. Yapım esnasında binlerce ağaç kesilecek, binlerce endemik bitki türü yok edilecek, milyonlarca ton toprak ve kaya kazılacaktır. Kazı sırasında dev iş makineleri kullanılacak, tonlarca dinamit patlatılacak ve bunlar yüzlerce dev kamyonlarla başka yerlere nakledilecektir. Yıllarca sürececek bu boyutta ve bu nitelikte bir şantiye çalışmasına herhangi bir ormanlık alanın ciddi zarar görmeyen ayakta kalması mümkün değildir. Bölgeye asıl zararın Kanal İstanbul açıldıktan sonra verileceği ciddiye alınması gereken bir endişedir. Bu kanalın Orta Avrupa, Ukrayna ve Rusya Federasyonu'nun endüstriyel atıklarıyla kirlenmiş ve 100 m derinlikten sonra hiçbir hayat emaresi göstermeyen bir denizle bölgenin kalbinde yer alan Marmara Denizi'ni birleştireceğini unutmayalım. Zaten kirlilikten can çekişmekte olan bu iç denizimizi daha kirli olan başka bir denize kendi elimizle açacağımız bir kanalla

bağlamanın çok geçerli bir nedeninin olması gerekir. Daha da kötüsü gene siyasi söylemlerden yapılacak olan bu kanalın etrafında birkaç şehirciğin oluşturulacağı söyleniyor. Eğer bu doğruysa, tüm kanal etrafında vahşi bir yapılanmanın olması kaçınılmazdır. Zaten bugün dahi daha ortada kanal bile yokken güzergâh boyunca yer alan arsalar kanal manzaralı diye pazarlanmaktadır. Bu durum bölgeye daha fazla nüfus çekecektir. Daha fazla nüfus deprem tehlikesi altındaki İstanbul'da olası bir depremde can ve mal kaybını daha da artıracaktır.

Kanal İstanbul projesi hakkında ne toplum ne de ilgili uzmanlar bir şey bilmektedir. Sadece siyasi söylemlerden elde edilmiş bir bilgi vardır. Bu proje nedir? Niçin yapılmak istenmektedir? Yapılmasından nasıl bir fayda beklenmektedir? Projenin kar zarar hesabı yapılmış mıdır? Projeyi kim yapmıştır? Bugün toplumun endişe duyduğu konular hakkında ne açıklamaları vardır? Bu ve benzeri sorular cevap beklemektedir? Sanıyorum tüm bölge ekosistemini etkileyecek böyle bir proje nedeniyle bu cevapları bilmek toplumun en doğal hakkıdır.

Jeoloji Mühendisleri Odası'nın İstanbul Şubesi'nin İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu'na mega projeleri taşıması ve tartışması çok uygundur. Geleceğimizi etkileyecek olan bu tür projeler sadece bir kişinin veya bir siyasi partinin karar verebileceği konular olamaz. Başta ilgili bilim insanları olmak üzere herkes tarafından enine boyuna tartışılması gerekir. İşte bu gereklilik bu sempozyumda yerine getirilecek ve tüm projeler bilimsel verilere dayalı olarak olumlu ve olumsuz yönleriyle tartışılacaktır. Umarım ki "aklınızı kendinize saklayın" denilmeyerek buradan çıkan sese kulak verilir ve söz konusu projeler bu doğrultuda tekrar değerlendirilir. Bu duygu ve düşüncelerle başta Jeoloji Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi çalışanları olmak üzere tüm emeği geçenleri kutluyor, hepimize hoş geldiniz diyorum.

İstanbul için Agregat Kaynak Planlaması ve Sürdürülebilirliği

Aggregate Resources Planning and Sustainability for Istanbul

Atiye Tuğrul, Murat Yılmaz

*Istanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Müh. Böl., İstanbul-Türkiye,
tugrul@istanbul.edu.tr*

Özet :Doğal kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımı Avrupa Birliğinin temel stratejilerinden biridir. Bu stratejilerin benimsenmesi ve uygulanması oldukça önemlidir. Bu bildiride, doğal kaynaklarımızdan biri olan agregatlar için bölgesel planlama ve sürdürülebilirliğin önemi üzerinde durulmuş, yerel düzeyde agregat kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen önemli sorunlara değinilmiş ve sürdürülebilir agregat üretimi için anahtar parametreler sunulmuştur.

Bildiride, agregat üretiminin çok yoğun olduğu İstanbul Bölgesi örnek verilmiştir. İstanbul ve çevresindeki agregat kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesi gereklidir. Bu bağlamda, öncelikle bölgenin mevcut kaynak ve olanakları ile işletilebilir yeni kaynak alanlarının belirlenmesinin ve bu kaynakların yönetiminin önemine değinilmiştir. Öte yandan, İstanbul'a yakın doğal kaynakların sınırlı olması nedeniyle, geri dönüşüm agregatları (yıkılan bina atıkları, taze beton atıkları vb.) ile İstanbul'a yakın blok taş üreten ocak artıkları, yeraltı kazıları, bina temel kazıları ve derin kazılardan çıkan malzemelerin mümkün olduğunca kullanımının sağlanmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik; Agregat; İstanbul

Abstract: One of the principle strategies of the European Community is efficient and sustainable usage of natural resources. The appropriation and implementation of these strategies are very important. In this study, it is pointed out the importance of sustainability for aggregate resources. Also, it is mentioned the important problems affecting sustainability of aggregate resources in local level and key parameters are represented for sustainable aggregate production.

Beside this, the high aggregate production in İstanbul is given as an example for this study. 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. In this regard, firstly, the importance of existing resources and their possibilities, determining operable new resources and their management were mentioned. In addition, the significance of using recycled aggregates (waste of ruined buildings and fresh concrete etc.), waste of dimension stone quarries, underground and deep foundation excavations were also pointed out.

Key words: Sustainability, Aggregate, Istanbul

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir Kalkınma, “günümüz ihtiyaçlarını karşılarken, gelecek kuşaklar için kaynakları bilinçsizce tüketmeme” olarak tanımlanmıştır (Bruntland, 1987). “Sürdürülebilir Kalkınma” ekonomik büyüme ile çevresel kalitenin korunmasını birbirlerine bağlı iki unsur olarak vurgulamaktadır. Özetle, “Sürdürülebilir Kalkınma” ekonomik ve sosyal kalkınmanın bir arada ilerlemesini ve bir ülkenin doğal kaynaklarının bilinçsizce tüketilmemesini hedefler (Bruntland, 1987).

Sürdürülebilirlik, ekonomik sistemlerin daha uzun ömürlü olmasını ve çevreyi daha az etkilemesini ele almakta olup, özellikle doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, iklim değişiklikleri gibi büyük küresel konularla ilişkilidir. Sürdürülebilirlik üçe ayrılmaktadır; (1) çevresel sürdürülebilirlik, (2) ekonomik sürdürülebilirlik ve (3) toplumsal sürdürülebilirliktir.

Çevresel sürdürülebilirlik çevre ile kurulan ilişkinin, çevreyi mümkün olduğunca saf haliyle koruma temeline oturtulmasını sağlama sürecidir. Kaynaklarının etkin kullanımı ve doğaya karşı sorumlu davranılması çevresel sürdürülebilirliğin gereksinmelerini oluşturmaktadır. Kaynaklarının verimli kullanımı sonucu ise, ülkelerin ekonomilerinde gelişmeler gözlenmektedir. Ülkelerin ekonomilerindeki bu kalkınma, sürdürülebilir ekonomi kavramını gerçekçi kılmaktadır. Çevreye duyarlı bir yaklaşımla yaşamanın sonucunda sağlıklı toplumlar oluşmaktadır. Sağlıklı toplumların ekonomik refah içinde yaşantısı ise, sosyal sürdürülebilirliktir (Chalkiropoulou and Hatzilazaridou, 2011).

İstanbul’da günümüzdeki agrega tüketimine ilave olarak yeni konut projeleri, kentsel dönüşüm süreci, kaliteli agrega ihtiyacının fazla olduğu büyük mühendislik projelerinin gündeme gelmesi ve olası deprem riskine karşı dayanıklı olmayan yapı stoklarının elden geçirilecek olması nedeniyle büyük miktarda agregaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, dolgu, sıva, filtre, kıyı tahkimatı, dalga kıran, duvar, yer ve cephe kaplama malzemesi ile

hazır sıva, kireç ve çimento hammaddesi olarak da agregalara önemli oranda gereksinim duyulmaktadır. Buna karşın, kullanılmakta olan agrega kaynaklarının sürekli azalması, şehir merkezine yakın ocakların gelecekte kapatılma ihtimalinin olması, kaynakların verimli ve uygun alanlarda kullanılmaması söz konusudur. Bu bağlamda, İstanbul'da hızla artan agrega ihtiyacı ve bununla ilgili olarak gelecekte karşılaşılabilecek agrega kaynak sorunu ile ilgili çözüm önerileri araştırılmalı ve önceden tedbir alınmalıdır.

Bu bildiriye, öncelikle sürdürülebilir kalkınma ve çevrenin temel ilkelerine değinilmiş, daha sonra agrega kaynaklarının sürdürülebilirliğini etkileyen temel sorunlar üzerinde durulmuştur. Bildiriye ayrıca, yoğun agrega üretiminin ve kullanımının olduğu İstanbul örnek olarak verilerek, bu bölgedeki agrega kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ile ilgili önerilerde bulunulmuştur.

2. İSTANBUL BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI İLE İLGİLİ GENEL PROBLEMLER

İstanbul Bölgesi agrega kaynakları ile ilgili genel problemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Kişi başı agrega tüketiminin birçok Avrupa ülkesinden daha fazla olduğu İstanbul'da kullanılmakta olan agrega kaynaklarının sürekli azalması, şehir merkezine yakın ocakların gelecekte kapatılma ihtimalinin olması, kaynakların verimli ve uygun alanlarda kullanılmaması,
2. Agrega temini için konu ile ilgili tüm sektörlerin de karşılıklı etkileşimini dikkate alan ve ilgili dokümantasyonu garanti altına alan bölgesel planlamanın bulunmaması,
3. Kaynak verimliliği ile ilgili olarak birincil ve ikincil agregalarla ilgili bütünlük planlama ve bu konu ile ilgili yeterliliğin olmaması.

3. İSTANBUL BÖLGESİ'NDEKİ AGREGA KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KULLANIMI İLE İLGİLİ ÖNERİLER

İstanbul Bölgesi ve yakınındaki doğal taşların etkin ve sürdürülebilir kullanımı bölge agrega ihtiyacının uzun yıllar karşılanması bakımından

önemlidir. Öte yandan, doğal taş kaynakları verimli ve etkin değerlendirilmediğinde ocaklarda atık/artık miktarı artmaktadır. Bu atıkların olumsuz çevresel ve ekonomik etkileri söz konusudur. Kaynakların sürdürülebilir kullanımı için,

- İstanbul için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve agrega kaynaklarının çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan sürdürülebilir yönetimi için günümüz koşullarına uygun yeni stratejilerin geliştirilmesi,
- İstanbul Bölgesi ve çevresinde faaliyet gösteren agrega kaynaklarının işletilmeleri ve kullanımları ile ilgili politikaların belirlenmesine imkan verecek sürdürülebilir envanter, harita ve veri tabanının oluşturulması,
- Bölgesel ve lokal ölçekte, yerel yönetim, üreticiler, kamu kurum ve kuruluşları, birlikler ve bölge halkının işbirliğinde bulunması (Langer, 2002),
- Bölgesel, kapsamlı, sürdürülebilir birincil ve ikincil agrega kaynak planlaması yapılması
- Agrega Kaynak Planlaması ile ilgili Politikaların üretilmesi.

4. SONUÇLAR

Agrega kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımı ile ilgili Avrupa Birliği stratejilerinin benimsenmesi ve uygulanması çevresel, toplumsal ve ekonomik açıdan oldukça önemlidir. İstanbul'daki agrega kaynakları ülke ekonomisi için vazgeçilmezdir. Ancak bu kaynakların sürdürülebilir planlaması ve yönetimi şarttır. İstanbul Bölgesinde agrega kaynaklarının sürdürülebilir planlaması ve yönetimi; çevrenin ve bölge halkının mümkün olduğunca daha az etkilenmesi, ekonomik kayıpların azaltılması, kaynak planlaması ve verimliliğinin sağlanması, kaynak kullanımı ile ilgili strateji geliştirilmesi, bölgedeki alternatif kaynakların değerlendirilmesi, kaynaklardan ulaşımın çözülmesi ve projeye uygun iyi kaliteli ürünün kullanılması açısından önemlidir. Bu bağlamda, İstanbul için bölge plan ve programının gözden geçirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi için yeni stratejilerin geliştirilmesi, politikaların üretilmesi gereklidir.

5. KAYNAKLAR

- Bruntland, G. (ed.), 1987. Our common future: The World Commission on Environment and Development, Oxford University Press, Oxford.
- Chalkiopoulou, F. and Hatzilazaridou, K. (ed.) 2011. How to Achieve Aggregates Resource Efficiency in Local Communities, The reports prepared within Work Package 3 of the SARMa Project “Sustainable Aggregates Resource Management” (SEE/A/151/2.4/X).
- Langer, W.H., 2002. Managing and Protecting Aggregate Resources, Open File Report 02-415, U.S. Geological Survey.

İstanbul İl Alanının Stratigrafisi ve Jeolojik Gelişimine İlişkin Düşünceler

Stratigraphy and Thoughts on Geological Evolution of İstanbul Province

Necdet Özgül

Geomar Müh., Yıldırım Sok. No. 7/1 Feneryolu- İstanbul
(necdet@ozgul.net)

Öz: İstanbul İl alanı, Erken Paleozoyik-Günümüz aralığında oluşmuş çok çeşitli kaya birimlerini kapsar, değişik yaşta ve oldukça karmaşık yapısal devinimlerin izlerini taşır. İstanbul İl sınırları içinde metamorfik olan ve metamorfizma göstermeyen iki büyük kaya-stratigrafi birimi topluluğu yer alır. Büyük bir tektonik hatla birbirinden ayrılan bu iki topluluktan, Istranca Dağları'nın büyük bölümünü oluşturan metamorfikler *Istranca Birliği*, metamorfizma göstermeyen topluluk ise *İstanbul Birliği* kapsamında incelenmiştir. Küçük bir bölümü Çatalca ilçesinin batı ve kuzey kesimlerinde İstanbul il alanına giren Istranca Birliği metamorfikleri, projenin amaç ve kapsamıyla sınırlı olarak, bu çalışmada ayrıntılı incelenmemiştir. İstanbul Birliği, Boğaz'ın her iki yakasında, özellikle Kocaeli Yarımadası'nda geniş alanlar kaplayan Paleozoyik (Ordovisiyen, Silüriyen, Devoniyen, Karbonifer) ve Permo-Triyas yaşta metamorfizma göstermeyen kaya birimlerini içerir. Bu sunumda, İstanbul Birliği'nin stratigrafik ve belirgin yapısal özellikleri ile bölgenin jeolojik gelişimine ilişkin düşünceler belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *İstanbul Birliği, Stratigrafi, Çökme Ortamı, Jeolojik gelişim*

Abstract: Within the province of İstanbul there are two large lithostratigraphic units, one is metamorphic and the other is largely sedimentary. They are separated by a major tectonic line; the metamorphic unit is called as the *Istranca Unit* and makes up the bulk of the Istranca mountains, and the non-metamorphic one is studied under the name of the *İstanbul Unit*. Only a few units of the Istranca metamorphic assemblage lie within the province of İstanbul to the west and north of the Çatalca district. Metamorphic rocks of the Istranca Assemblage are not studied in detail in the context of the present project. The İstanbul Unit, comprising non-metamorphic units of Paleozoic (Ordovician, Silurian, Devonian, Carboniferous) and Permo-Triassic age, covers large areas on both side of the Bosphorus and especially on the Kocaeli peninsula. In this presentation, stratigraphic and some of the distinct structural features of the İstanbul Unit and observations on geological evolution of İstanbul province are presented.

Key Words: *İstanbul Unit, Stratigraphy, Structure, Geological Evolution*

1.GİRİŞ

Dünyanın iki kıtaya yayılan tek metropolü olan istanbul, doğal güzelliği, 400 000 yıl öncelerine dayanan tarihi, Karadeniz'i ve Akdeniz'e bağlayan su yolu üzerinde kurulu bulunuşu, iklim ve ekolojik çeşitliliği, 100km'yi aşan uzunlukta ve yüksekliği 0-600m arasında değişen çok engebeli topoğrafyası, doğal hammadde ve su gereksimini büyük oranda il sınırları içinde sağlama olanağı vb özellikleriyle olduğu kadar, jeolojisi ile de dünyanın sayılı ilginç kentlerinden biridir. İl sınırları içinde biri metamorfik olan diğeri metamorfizma göstermeyen iki büyük kaya birimi topluluğunu kapsar. Paleozoyik'in çok büyük bölümünde (Ordovisiyen-Erken Karbonifer aralığı), sürekli denizel çökeli mi yansıtan farklı fasiyelerde kaya birimlerini kapsar. Geç Paleozoyik, Geç Kretase ve Senozoyik'in çeşitli evrelerinde etkin olmuş tektonik hareketlerin derin izlerini taşır. Geç Paleozoyik ve Mezozoyik'in çeşitli evrelerinde etkin olmuş değişik kökenli mağmatizma ve volkanizma ürünlerini kapsar. Dünyanın sayılı faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayı'nın bitişiğinde kuruludur. Marmara bölgesini derinden etkileyen ve bazılarının etkisi Holosen'e değin süren Miyosen-Pliyosen tansiyon hareketlerinin anlaşılması açısından özel önem taşıyan genç çökelleri kapsar. İstanbul, tüm bu ayrıcalıklı konumuna karşılık, yerbilimleriyle yakından ilişkili önemli sorunlarla karşı karşıyadır. Bitişiğinden geçen Kuzey Anadolu Fayı'nın neden olacağı büyük bir deprem tehlikesi altındadır. Heyelan, sıvılaşma vb zemin sorunlarıyla iç içe yaşayan yerleşim alanları bulunmaktadır. Sağlıksız yerleşimin neden olduğu taşkın, su basması vb doğal afetler sık sık can ve mal kaybına neden olmaktadır. Yer altı ve yerüstü doğal kaynakların, su havzalarının kullanımı ve korunması, çevre kirliliği, alt yapı, ulaşım vb. gibi, boyutları hızla büyüyen ve karmaşıklaşan sorunlarla iç içe yaşar duruma gelmiştir. Kentsel yaşam açısından çözümü ivedilik taşıyan ve yerbilimleri ile yakından ilgili bu tür sorunların çözümüne katkıda bulunmak ve yerleşime uygunluk çalışmaları için baz oluşturacak verileri sağlamak amacıyla, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM), il alanının bütünü nü kapsayan büyük ölçekli jeolojik haritalama çalışmalarını "İstanbul İli Kent Jeolojisi Projesi" kapsamında büyük oranda gerçekleştirmiş bulunmaktadır. Bu çalışmalar sırasında, konusunda uzmanlaşmış serbest çalışan yerbilimcilerin katkıları sağlanmıştır.

İstanbul dolayının jeoloji özellikleri konusunda, AKÇANSA Çimento Sanayi'nin maddi desteği ile tarafımdan başlatılan ve sonraki yıllarda TÜBİTAK ve GEOMAR Müh. şirketinin desteği ile aralıklarla gerçekleştirilmiş olan araştırmalar, İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım (İMP) ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve

Zemin İnceleme Müdürlüğü (İBB DEZİM)'nün Deprem ve Yerleşime Uygunluk açısından Mikro Bölgeleme Çalışmaları kapsamında sürdürülmüştür. İl alanında, özellikle İstanbul Boğazı ve Avrupa yakasını kapsayan büyük bölümünde, 1/5000 ölçekli jeolojik haritalama çalışmaları, İBB DEZİM çalışanları tarafından gerçekleştirilmiştir. Tüm bu çalışmalardan sağlanan verilerin ışığında İstanbul il alanının 1/100 000 ölçekli jeolojik haritası oluşturulmuş ve İBB tarafından yayımlanmıştır [1]. Jeolojik çalışmalar süresince:

- Önceki araştırmalar taranarak, il alanı ve yakın dolayında yüzeyleyen kaya-stratigrafi birimlerinin adları ve stratigrafi ilişkileri ile ilgili veriler gözden geçirilmiş; farklı adlar altında incelenmiş olan kaya-stratigrafi birimleri Stratigrafi Adlama Kuralları ışığında, adlamada öncelik kuralı da gözetilerek, yeniden adlandırılmış ve tanımlanmıştır.

- İl alanında yoğun yapılaşma nedeniyle, incelemeğe elverişli yüzeylemelerin kıt olmasına karşın, son yıllarda yoğunlaşan temel ve yol güzergâhı kazılarında ve DEZİM Mikrobölgeleme projeleri kapsamında gerçekleştirilen sondajlardan önemli ölçüde yararlanılmıştır. Gerekli durumlarda, Kaya-stratigrafi birimlerinden derlenen örnekler üzerinde, paleontolojik ve jeokronolojik yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir.

- Permien, Geç Kretase, Erken Senozoyik ve Oligosen'de etkin olmuş tektonik hareketlerden kaynaklanan ve bazıları il alanını boydan boya kateden bölgesel faylar saptanarak haritalanmıştır.

- Şile-Sarıyer Fayı'nın niteliği ve gidişi incelenmiş ve haritalanmıştır.

- Çamlıca tepelerini oluşturan Aydos ve Kurtköy formasyonlarını kapsayan kütleinin yapısal konumu, ayrıntılı jeolojik haritalama eşliğinde gerçekleştirilen sondajlarla aydınlatılmaya çalışılmıştır.

- Bölgede yoğun olarak görülen bindirme ve doğrultu atımlı faylarla KD-GB ve KB-GD doğrultulu eşlenik fayların yayılımları ve özellikleri jeolojik haritalama ve gerektiğinde sondaj çalışmalarıyla incelenmiştir.

- İstanbul'un her iki yakasında geniş alan kaplayan Neojen çökelleri arasında denestirme yapılmaya çaba gösterilmiş; Erken-Orta Miyosen peneplenleşmesini temsil eden İstanbul Formasyonu ile Geç Miyosen-Pliyosen bölgesel genişleme sistemi içinde gelişmiş olan Çekmece ve Sultanbeyli formasyonları ayırtlanmaya çalışılmıştır.

2. STARTİGRAFİ

İstanbul İl sınırları içinde biri metamorfik olan ve diğeri metamorfizma göstermeyen iki büyük kaya-stratigrafi birimi topluluğu yer alır. Büyük bir tektonik hatla birbirinden ayrılan bu iki topluluktan, Istranca Dağları'nın büyük bölümünü oluşturan metamorfikler *Istranca Birliği*, metamorfizma göstermeyen istif ise *İstanbul Birliği* adlarıyla incelenmiştir. Bu sunumda yalnızca, İstanbul Birliği'ni oluşturan kaya-stratigrafi birimleri ile bu birliği transgressif olarak üstleyen Geç Kretase ve daha genç örtü kaya birimlerinin stratigrafi özellikleri ele alınmakta ve birimlerin ortamsal özellikleri göz önünde tutularak, bölgenin jeolojik gelişimine ilişkin görüşler belirtilmektedir.

2.1. Paleozoyik

İstanbul il alanının, Çatalca dolaylarında sınırlı bir alanda yüzeyleyen Istranca Birliği'nin dışında kalan büyük bölümünü kaplayan ve metamorfizma geçirmemiş Paleozoyik ve Triyas yaşta kaya birimleri "*İstanbul Birliği*" adı altında incelenmiştir [1]; [2].

İstanbul Birliği, Boğaz'ın her iki yakasında, özellikle Anadolu yakasında, geniş alanlar kaplayan Paleozoyik ve Erken Mezozoyik yaşta metamorfizma göstermeyen kaya birimlerini içerir (Çizelge 1). Birliğin il alanında yüzeyleyen en yaşlı kaya birimini oluşturan Alt Ordovisiyen yaşta karasal istifin, İstanbul ve çevresinde tabanı açığa çıkmamış olmasına karşın, Armutlu Yarımadası ve Bolu yöresinde şist, gnays ve meta-mağmatitleri kapsayan Neoproterozoyik yaşta metamorfik bir temeli açısız uyumsuzlukla üstlediği bilinmektedir [3], [4].

Erken Ordovisiyen'de, İstanbul ve yakın dolayını kapsayan kara parçası üzerinde, *Kocatöngel*, *Kurtköy* ve *Kınalıada* formasyonlarıyla temsil edilen akarsu, göl ve olasılıkla lagünlerin yer aldığı karasal ortam koşulları egemen olmuştur.

Orta Ordovisiyen-Erken Silüriyen'de bölge *Aydos Formasyonu*'nun kuvarsitleriyle başlayan genel bir transgresyona uğramıştır. Silüriyen ve Devoniyen'de bölgede, giderek derinleşen duraylı çökeltme ortam koşulları egemen olur. Bu süreçte yaşlıdan gence doğru, delta önü ortamının miltaşı-kumtaşı istifi ile temsil edilen *Yayalar Formasyonu* (Üst Ordovisiyen-Alt Silüriyen), şelf tipi resifal ve sığ deniz karbonat çökeltimini yansıtan *Pelitli Formasyonu* (Üst Silüriyen-Alt Devoniyen), düşük enerjili açık şelf ortamını temsil eden bol makrofosilli, seyrek kireçtaşı arakatlı

mikalı şeyilleri kapsayan *Pendik Formasyonu* (Alt-Orta Devoniyen) ve açık şelf-yamaç ortam koşullarını temsil eden yumrulu kireçtaşlarının yoğun olduğu lilit ara düzeyli *Denizli Köyü Formasyonu* (Üst Devoniyen + Alt Karbonifer) çökelmiştir. Orta Ordovisiyen'den Karbonifer başlangıcına değin duraylı denizel çökeltme koşullarının egemen olduğu havza, Erken Karbonifer ile birlikte duraysızlaşır; buna bağlı olarak bölgede kalınlığın 1000 metreyi aşan *Trakya Formasyonu*'nun filiş türü türbiditik kumtaşı-şeyil ardışık istifli çökeler. Karbonifer-Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlerle ilişkili olarak, bölgede günümüzdeki yönlere göre kabaca K-G eksen gidişli kıvrım ve D ve B yönlü düşük açılı bindirme fayları gelişmiştir. Örneğin, Çamlıca tepelerini oluşturan Aydos Kuvarsiti'nin daha genç Paleozoyik yaştaki birimler üzerine itilmesinin bu süreçte geliştiği düşünülmektedir. Gebze'nin batısında yüzeyleyen *Sancaktepe Graniti* (Permiyen) ile temsil edilen mağmatik sokulumların da bu dönemde gelişmiş ve bölgenin yeniden kara halini almış olduğu anlaşılmaktadır.

2.2. Permiyen-Triyas

Permiyen-Erken Triyas aralığına karşılık gelen karalaşma sürecinde bölge, *Kapaklı Formasyonu* adıyla bilinen, başlıca kızıl renkli kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan karasal birikintilerle kaplanmıştır. Kapaklı Formasyonu içinde arakatlılar halinde yer alan bazalt bileşimli spilitik volkanitler bölgede bir riftleşme sürecinin başlangıcı olarak yorumlanabilir. Orta-Geç Triyas aralığında bölge, sırasıyla gelgitarası çökelleri (*Demirciler Formasyonu*), şelf karbonatları (*Ballıkaya Formasyonu*) ve yamaç çökelleri (*Tepecik Formasyonu* ve *Bakırlıkıran Formasyonu*) ile temsil edilen ve giderek derinleşen transgressif bir denizle ikinci kez kaplanır.

2.3. Üst Kretase-Tersiyer

İstanbul İl sınırları içinde Jurasik-Erken Kretase aralığını temsil eden kaya birimlerinin saptanamamış oluşu, Kretase öncesi bir aşınma ya da Jurasik-Erken Kretase aralığında egemen olmuş bir karalaşma süreci ile açıklanabilir.

Geç Kretase'de yeni bir transgresyonla bölge, Üst Kretase yaşta *Sarıyer Gurubu* (*Bozhane ve Garipçe formasyonları*) volkano-tortullarının ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı *Akveren Formasyonu*'nun kırıntılı ve sığ fasiyesli karbonatlı istiflerinin çökeldiği bir denizle kaplanır. Bu süreçte, Tetis Okyanusu'nun kapanma sürecinde gelişmiş Sarıyer Gurubu'nun yay-yay

gerisi volkanizmasını temsil ettiği düşünölen ,[5] andezitik volkanitleri bölgenin kuzey kesiminde yer yer geniş alan kaplar. Üst Kretase yaşlı *Çavuşbaşı Granodiyoriti* ile Paleozoyik istifinde yoğun olarak görölen andezitik volkanik dayklar büyük oranda bu dönemde gelişmiş olmalıdır.

Eosen'de Anadolu'nun büyük bölümünü etkisi altına alan kompresif hareketler, Lütesiyen öncesinde, İstanbul yöresini de kapsayan Marmara havzasında yoğun kıvrımlanma ve faylanmalara neden olmuştur. Paleozoyik ve Triyas yaşlı kaya birimlerinin, Erken Eosen- Lütesiyen aralığında Üst Kretase-Paleosen yaşlı istifler üzerine bindirmesine de neden olan ve bölgenin Karadenize bakan kuzey kesimini kabaca KKB-GGD doğrultusunda kateden doğruItu atımlı *Sarıyer-Şile Fayı*'nın bu hareketlere bağılı olarak geliştiğı düşünölmektedir. Şile Bölgesi'nde yüzeYlenen Alt Eosen yaşta *Şile Formasyonu*'nun şeyilleri içinde, Akveren Formasyonu'na ait Kretase-Paleosen yaşlı kireçtaşı blok ve olistolitlerini içeren olistostromların, bu hareketlerin doğurduğı duraysız ortam koşullarına bağılı olarak gelişmiş olduğı anlaşılmaktadır. Orta Eosen (Lütesiyen)'de bölge yeni bir transgresyona uğramış ve Orta Eosen-Erken Oligosen aralığında Çatalca ve Şile bölgeleri, kıyılarında kumsal ve resiflerin (*Koyunbaba Formasyonu*, *Yunuslubayır Formasyonu*, *Soğucak Kireçtaşı*), iç kısımlarına killi çamurların (*Ceylan Formasyonu*) çökeldiğı bir denizle kaplanmıştır.

2.4. Neojen

Erken Miyosen sırasında havza sığlaşarak karalaşmaya başlamış, peneplenleşme evresine girmiştir. Bu süreçte Karadeniz yönüne akışlı akarsu birikintileri (*İstanbul Formasyonu*) İstanbul'un her iki yakasında geniş alanlar kaplamıştır.

Orta Miyosen-Erken Pliyosen sürecinde gerilme rejimine giren Marmara bölgesi, çökmeğe başlamış, bu hareketlere bağılı olarak gelişen çukurluklar, İstanbul'un Anadolu yakasında *Sultanbeyli Formasyonu*, ile Avrupa yakasında *Çekmece Formasyonu*'nun akarsu ve göl çökelleri ile doldurulmuştur. Son Buzul Dönemi'nde Boğaz'a ve Marmara Denizi'ne akan akarsular, yataklarını günümüzdekenden 70-80m alçakta olan deniz düzeyine kadar aşındırmış, buzul sonrası deniz düzeyinin yükselmesine bağılı olarak vadi yatakları boğulmaya başlamış; vadiler boyunca kıyından iççilere doğru ilerleyen haliçlerde kalınlığı yer yer 60-70m'ye ulaşabilen haliç çökelleri (*Kuşdili Formasyonu*) birikmiştir. İl alanının Avrupa yakasının güney kesiminde özellikle Marmara kıyı bölgesinde heyelanların

yoğun olduğu bilinmektedir. Haramidere'nin ağız ile Büyükçekmece koyu arasındaki kıyı kesimi ve Büyükçekmece koyunun doğu yamaçları, neredeyse tümüyle heyelanlıdır. Aktif olan heyelanların yanında, günümüzdekinden farklı bir topografyada gelişmiş eski heyelanlar da yer almaktadır. Heyelanlı sahaların büyük bölümü çakıl ve kaba kum boyu gereçli Kıraç Üyesi tarafından üstlenen, geçirimsiz ve kayma direnci düşük Gürpınar ve Güngören üyelerinin kiltaşlarının yaygın olduğu bölgelerde gelişmiştir. Çoğu, deniz düzeyinin günümüzdekinden yaklaşık 70-80m daha alçakta olduğu buzul döneminde aktif olmuş olan bu tür heyelanların önemli bölümü, buzul dönemi sonrası deniz düzeyinin yükselmesi sonucu günümüzde duraylılık kazanmışlardır. Ancak, uyuklamakta olan bu tür heyelanlar, bilinçsiz kazı ve yanlış yapılaşma yeri seçimi nedeniyle, aktif duruma geçebilmektedirler.

Tablo 1. İstanbul Birliği'nin kaya-stratigrafi birimleri [1]

Formasyon		Simge	Üye	Yaş
GEBZE GURUBU	Tepecik Formasyonu (TRgt)	TRgtk	Kazmalı Üyesi	Üst Triyas
		TRgtü	Übeyli Üyesi	
	Ballıkaya Formasyonu (TRgb)	TRgbs	Sortullu Üyesi	Orta Triyas
		TRgbk	Karabeyli üyesi	
	Demirciler Formasyonu (TRgd)	TRgdh	Hacılı Üyesi	Alt Triyas
		TRgdg	Göksu Deresi Üyesi	
	Erikli Formasyonu (TRge)	TRged	Değirmen Üyesi	
		TRgey	Yeniköy Kumtaşı Üyesi	
Kapaklı Formasyonu PTRk	PTRk kc	Kocadere Üyesi	Permian-Alt Triyas	
	PTRk ky	Kayaran Tepe Üyesi		
	PTRk kr	Karacatepe Volkanit üyesi		
	PTRk d	Diyabaz Üyesi		
	PTRk t	Tavşancıl Volkanit Üyesi		
	PTRk k	Kovanlık Çakıltaşı Üyesi		
Sancaktepe Graniti	Ps		Permian	
Trakya Formasyonu (Ct)	Ctk	Küçükköy Üyesi	Alt Karbonifer	
	Ctk t	Kartaltepe Üyesi		
	Ctc	Cebeciköy Üyesi		

		Cta	Acıbadem Üyesi	
Denizli Köyü Formasyonu		DCd b	Baltalimanı Üyesi	Alt Karbonifer
		DCda	Ayineburnu Üyesi	Alt Karbonifer-Üst Devoniyen
		DCd y	Yörükali Üyesi	Orta-Üst Devoniyen
		DCdt	Tuzla Kireçtaşı Üyesi	Orta Devoniyen
Pendik Formasyonu		Dp	Ayrılmamış	Alt-Orta Devoniyen
		Dpk	Kozyatağı Üyesi	
		Dpkz	Kartal Üyesi	
Pelitli Formasyonu		SDp	Ayrılmamış	Üst Silüriyen-Alt Devoniyen
		SDps ğ	Soğanlık Üyesi	
		SDps	Sedefadası Üyesi	
		SDpd	Dolayoba Kireçtaşı Üyesi	
		SDp m	Mollafenari Üyesi	
Yayalar Formasyonu		OSy	Ayrılmamış	Orta-Üst Ordovisiyen - Alt Silüriyen
		OSyş	Şeyhli Üyesi	
		OSyu	Umur Deresi Üyesi	
		OSyg	Gözdağ Üyesi	
Aydos Formasyonu		Oa	Ayrılmamış	Alt-Orta Ordovisiyen
		Oaa	Ayazma Kuvarsit Üyesi	
		Oab	Başbüyük Üyesi	
		Oak	Kısıklı Üyesi	
Kınalıada Formasyonu		Okm	Manastır Tepe Üyesi	Alt-Orta Ordovisiyen
		Ogg	Gülsuyu Üyesi	
POLONEZ KÖY GURUBU	Kurtköy Formasyonu	Opks	Süreyyapaşa Üyesi	Alt Ordovisiyen
		Opkb	Bakacak Üyesi	
	Kocatöngel Formas.	Opkc	Ayrılmamış	

KAYNAKLAR

- Özgül, N., 2011, İstanbul İl Alanının Jeolojisi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi yayını, 305 s.
- Özgül, N., 2012, Stratigraphy and some structural features of the İstanbul Paleozoic: Turkish J. of Earth Sci.21,817-866.
- Ustaömer et. al, 2003, İstanbul'un Jeolojisi Simpozyumu, 19-22 Aralık 2003, 23-35, Bildiriler kitabı, J.M.O. İstanbul Şubesi.
- Okay, A.I., Bozkurt, E., Satır, M., Yığıtbaş, E., Crowley, Q.G., Shang, C.K.: 2008 Defining the southern margin of Avalonia in the Pontides:

- geochronological data from the Late Proterozoic and Ordovician granitoids from NW Turkey. Tectonophysics.
5. Keskin, M, Ustaömer, T. ve Yenyol, M., 2003, İstanbul kuzeyinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volkano-sedimente birimlerin stratigrafisi, petrolojisi ve tektonik konumu.

Geçmişten Günümüze İstanbul'un Mega Projelerine Yerbilimsel Bakış

Geological Overview on the Mega Projects of İstanbul from Past to Present

Mahir Vardar^a, Nur Esin^b

*^aİstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi,
MJKM Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Çalışma Grubu, Tünel ve Kaya
Yapıları Tasarımı Maslak 34469 İstanbul, Türkiye*

*^bTC Okan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü
Akfırat Kampüsü, Tuzla İstanbul
(vardar@itu.edu.tr, mahirvardar@gmail.com)*

Özet: İstanbul tarih içinde katmanlaşarak gelişen bir mega kenttir. Bir mega kentin gelişiminin önünde tarih içinde durulamadığı ve gelecekte de durulamayacağı gerçeği ile bu gelişimin iyi planlanmış mühendislik ve mimarlık hizmetleriyle desteklemesi büyük önem taşır. Farklı mühendislik disiplinlerinin, kent insanına ve doğal çevreye yararlı katkılar sunabilmesi, onların kentleşme olgusunu prensipte ortak ve doğru şekilde anlamalarına bağlıdır. İstanbul için “mega projeler” kavramı yeni değildir. Kentte çeşitli tarihsel dönemlerinde egemen güçlerin kendi toplumsal ve mimari kimliğini yansıtan mega projeler ürettiği görülür. İstanbul kentinin su yolları, tepeler ve kıyılardan oluşan üç bölgeyi doğal topografyası, kent içinde çeşitli bölgelerin farklı sosyal-ekonomik-yapısal gelişimine neden olmuş ya da olanak sunmuştur. Tarihsel bir üst bakışla irdelendiğinde tüm bu mega projelerin yerleştikleri arazinin jeolojik, hidrojeolojik ve sismik koşulları ile gereksinimleri olan yapı malzemelerinin temini de kentin fiziki gelişimi açısından belirleyici olmuştur. Günümüzün mega projelerinin ise yalnızca ölçekleri bakımından değil, toplumsal beklentiler, fiziki, doğal, ekonomik etkileri, kaynakların verimli ve etkin kullanımı açılarından da daha özenli ve iyi planlamalar gerektirdiği açıktır. Kent için ulaştırma yapıları (yollar, tüneller, metrolar, köprüler, viyadükler), arazi duraylılık çalışmaları (yol şevleri, arazi şevleri, istinat yapıları), temel yapıları, altyapı tesisleri (İSKİ hizmet yapıları, kollektör tünelleri, arıtma tesisleri) gibi büyük mühendislik ve mimari yapılar özel ve yaratıcı çözümler gerektiren mega yapı türleridir. Kentin altyapısının sağlamlığı üst yapıdaki mimarının ve dolayısıyla kent yaşamının güvencesidir. Bu çalışmada yerbilimleri açısından ve mühendislik-mimarlık hizmetleri bütünlüğü içinde İstanbul'un geçmişten bugüne mega projelerine eleştirel bir bakış sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler; İstanbul'un mega projeleri, kentsel gelişme, kentsel jeoloji, kent mühendisliği.

Abstract: İstanbul is a mega city which shows the traces of stratified social and physical developments throughout the history. Today it is not possible to stop or decrease the speed of development in the city of İstanbul, as same has occurred in the past. Engineering and architectural services and creative local solutions are essential for supporting such a complex developmental process. In order to provide their contributions to citizens, various engineering disciplines should agree on the common understanding of urbanization in principle. The concept of “mega project” is not new for the city of İstanbul. The dominant political powers of the periods such as Byzantium, Ottomans, etc. had constructed their mega projects in the proceeding historical periods that had reflected and still reflects the architectural identity of the time. The extraordinary geography of the city of İstanbul with two water channels, Bosphorus and Golden Horn, with “seven” + hills and coastal sides, enables the settlements having different socio-economical and physical characteristics. The geological, hydrogeological and seismic characteristics of settlement sites, existing level of technology, and the provision of building materials used in these mega projects also dominates the physical appearance of the city. It is obvious that “Mega Projects” of today necessitates good planning and engineering not in terms of their building scales but in terms of new social expectations, historical and natural conservation, and efficient use of natural & economical resources. The intercity transportation systems (roads, tunnels, viaducts), site stability works (road and site slopes, retaining structures), foundation structures, seismicity works, infrastructure (derivation tunnels, water treatment plants), mega architectures needs special and creative engineering solutions. The quality of infrastructure and architecture of the city ensures the quality of city life. This study has aimed to proposed a geological overview on “mega projects” of İstanbul from past to present.

Key Words; Mega Projects of İstanbul, urban development, urban geology, municipal or urban engineering.

1.GİRİŞ

Kent planlaması “geleceğin öngörüsü” ile şekillendirilmekte olduğundan, bu öngörünün isabetliliği, parlaklığı ve ufkunun berraklığı gelecek kuşakları kısıtlayan ve onların önlerini kapatan değil, yaşamı zenginleştiren ve üst üste eklenen varlıklarla sürekli gelişen nitelikli bir kent dokusunun oluşumunu sağlamaktadır. Kentlilik ve kentleşme sürecinin yalnızca değişime-gelişmeye izin vermeyen yasaklama ve koruma anlayışları üzerinde yapılandırılması ve bu düşüncelerle sürdürülemeyeceği açıktır. Zira kentlilik; kullanımı, bakımı, ortak yararı ve bunlara eklenen kalıcı ve

sürekli “yeni değerlerin oluşumu”nu zorunlu kılmaktadır. Kent planlaması çalışmalarında “nitelikli yaşamsal ortam” hedeflenirken, bu hedefe ulaşmayı en uygun, verimli ve zaman kazandırıcı biçimde sağlayan planlamalarla birlikte düşünmek gerekmektedir. Nitelikli ortamlar, ancak onları yaratan değer ve birikimlerin sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada yerbilimleri açısından ve mühendislik-mimarlık hizmetleri bütünlüğü içinde İstanbul’un geçmişten bugüne mega projelerine eleştirel bir bakış sunulmaktadır. Yer bilimleri ve mühendislik gereklilikleri üzerine veriler yazarların akademik çalışmalarından ve yazarların hazırladığı güncel raporlardan derlenmiştir. Mimari veriler için İBB’nin ve Hükümetin 2023 hedeflerini açıkladığı web sayfalarından; Mimarlar Odası, Serbest Mimarlar Derneği, İnşaat Sektörü gibi sektörel kuruluşların web kaynaklarından, güncel medyadan ve tarihi kaynaklardan yararlanılmıştır.

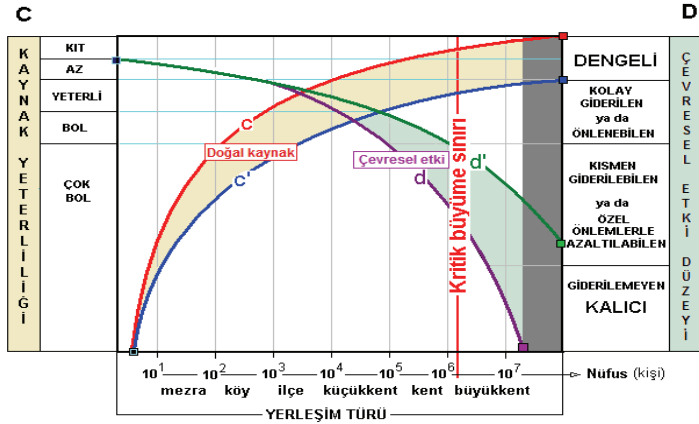
1.1. Uygar Kentlerin Göstergeleri ve Beklentiler

Uygar kent, uygar çevre insana saygılı, insanın mutluluğunu temel alan değerler üzerine yapılandırılmış, günlük yaşamı zenginleştiren sanatsal ve kültürel imajlarla donanmış, temel mühendislik hizmetleri, varlıklarını ortaya koymadan belirsizce ve doğru biçimde karşılanmış, doğayı barındıran yapılandırılmış bir çevredir. Bu çevre doğal bir çevre değil bir mühendislik ürünüdür. Bu kentte yaşam kolaylaştırılmış ve çeşitli mühendislik çözümleriyle, biçimlerle ve görüntülerle zenginleştirilmiştir.

Mühendislik ve mimarlık çalışmaları; önce insanın ve sonra onun yaşamsal beklenti ve gereksinimlerinin anlaşılmasını, bulunulan ortamdaki koşul ve olanaklar ile her türlü doğal ve yapay malzemenin tanınmasını, insan ve doğa yararına kullanılabilir olacak önlem, işlem ve yöntemlerin bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Planlama, projelendirme ve uygulama aşamalarında, üzerinde ve/veya içinde çalışılan doğal ortamın değerlendirebilmesi ve verimli kılınabilmesi için sayısal ve karşılaştırmalı bilgi ve verilere gerek duyulmaktadır. Mühendislik ve mimarlık; oluşumu, durumu, geometrisi, bulunuşu ve koşulları açıklanmış ortamların, davranış ve etkileşimlerini insan yararına yönlendiren, değiştiren ve kullanıma açan teknik girişimleri konu eder. Bu nedenle; doğayı, tüm olanakları, hatta sanatı ve bilimi insan için kullanıma açan da genel anlamda teknik ve tekniğe niteliğini kazandıran da insan değerleri ve onun uygarlık bilincidir. Kanımızca; geleceğin uygar insanı ile teknik arasındaki ilişkilerin anlaşılması, araştırılması ve doğru şekilde kurgulanması geleceğin en öncelikli hedefleri arasında olacaktır.

Yeni yerleşim alanlarının eklenmesi ve nüfus artışlarıyla hızla büyümekte olan yerleşim birimleri çok yönlü olarak doğal dengeyi tehdit etmektedir. Önlem alınmadığı takdirde yararlanılabilecek doğal kaynaklar hızla tüketilmekte veya bunların üzerine yerleşilmekte, sakıncalı araziler kullanıma açılmakta, katı ve/veya sıvı atıklar gelişi güzel çevreye saçılmakta, atmosferik koşullar alabildiğine zorlanmaktadır. Yeraltısuyu kirlenmekte, aşırı pompaj nedeniyle tuzlu su, tatlı su akiferlerini doldurmaktadır. Denetimsiz, bilgisiz kazı işlemleri mevcut binalara ve altyapı tesislerine zarar vermekte, yıkmaktadır. Doğal kaynakların çok sınırlı olduğu bu yoğun yerleşim bölgelerinin, mühendislik girişimlerinden olabildiğince az etkilenmelerini sağlayabilmek için, çok yönlü ve güvenilir bilgilere ihtiyaç vardır.

Kritik büyüklüğe ulaşmış veya aşmış kentlerin en belirgin özellikleri, başta tarım arazisi, ormanlar ve içme suyu olmak üzere, kum-çakıl, taş ve maden ocakları gibi tüm doğal kaynakların giderek azalması ve kıtlaşmasıdır. Buna karşın çevreyi etkileme düzeyi, baş edilmesi güç ve pahalı olan, çoğu kez de giderilemeyen sorunlara dönüşerek artmaktadır. Şekil 1.1'de bu durum, incelenen yerleşkenin türüne ve büyüklüğüne göre doğal kaynak yeterliliği ile çevresel etkileme düzeyi ilişkisini veren bir grafikte açıklanmağa çalışılmıştır.



Şekil 1.1 Yerleşim türüne ve büyüklüğüne göre doğal kaynak yeterliliği ve çevresel etkileme düzeyi

Buna göre nüfusu bir buçuk-iki milyonu geçen, kritik büyümeye ulaşmış kentlerde giderek artan doğal malzeme kullanımındaki gereksinimlerin (grafikteki c eğrisi) karşılanması için alınmıştırdan daha iyi ve doğru planlamalar ile yasal-idari düzenlemelerin yapılması zorunlu olmaktadır. Bunun sonucunda örneğin İstanbul için 20-22 Milyonluk bir Metropol kil, kum, çakıl, doğal taş ve türevleri konusunda yeterlilik sınırları içinde

kalınabilen (grafikteki c' eğrisi) ve çevresel etkileşimler (grafikteki d ve d' eğrileri) açısından da son büyüklük gibi gözükmetedir.

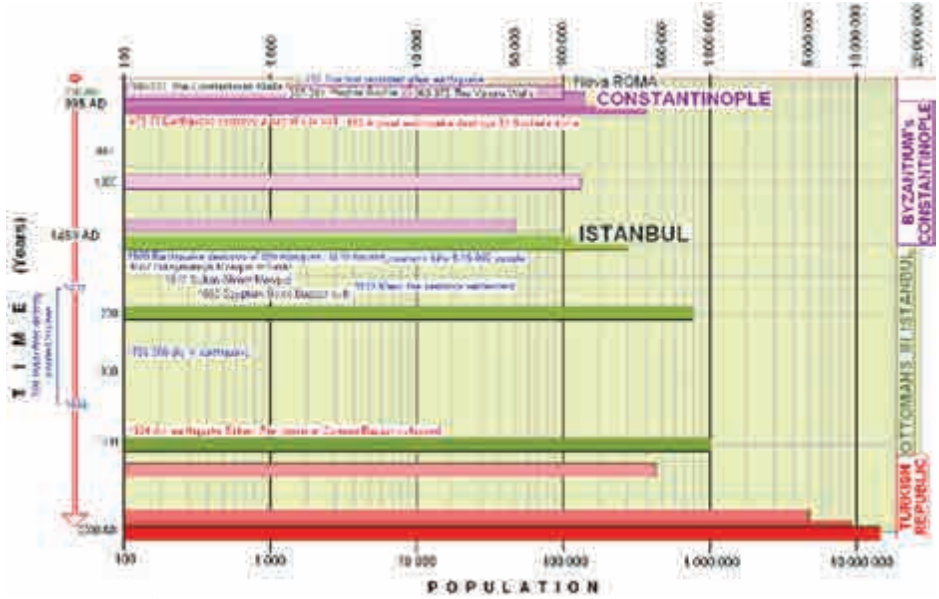
Buradaki “doğru planlama” dan kasıt, doğal malzemenin türlerinin, niteliklerinin, kullanım alanlarının, üretildikleri, işlendikleri ve uygulandıkları yerlerin, miktarlarının ve zaman içindeki ihtiyaç bilgilerinin “sürdürülebilir yaşam değerleri açısından” irdelenerek kullanıma açılmasıdır. Sürdürülebilirlik yaklaşımının, “ekonomik açıdan çevre dostu ve yapılabilir olmak” gibi iki temel boyutunun olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Benzer şekilde buradaki “yasal-idari düzenlemeler” tanımı içinde özel ve kamu açısından hak, kısıt, yetki ve denetim kurgularının “belirgin, tek anlamlı, saydam, anlaşılabilir ve uygulanabilir” şekilde belirlenmesi ve yaşama geçirilmesi bulunmaktadır.

1.2. İstanbul'un Nüfus Dinamikleri

Tarihte İstanbul'un nüfus değişimi yerleşmenin genel karakteristiği üzerinde her dönemde etkili olmuştur. Kentin gelişimine ve gücün el değiştirmesine bağlı olarak ivmelenen nüfus artışı günümüze kadar gelmiştir. Yeni Roma'nın kuruluşundan başlayarak Bizans-Constantinople'ı (MS 395), Osmanlıların İstanbul'u (1453-1923), ve Cumhuriyet dönemi İstanbul'unu ifade eden histogramlar nüfusta iniş çıkışları göstermektedir. Yangınlar, büyük depremler kentte yenilenmelere neden olmuştur. İstanbul'da egemen olan her güç kendi kültürünü ve yaşam biçimini yansıtan mimarisiyle kentin silüetini belirlemiştir.

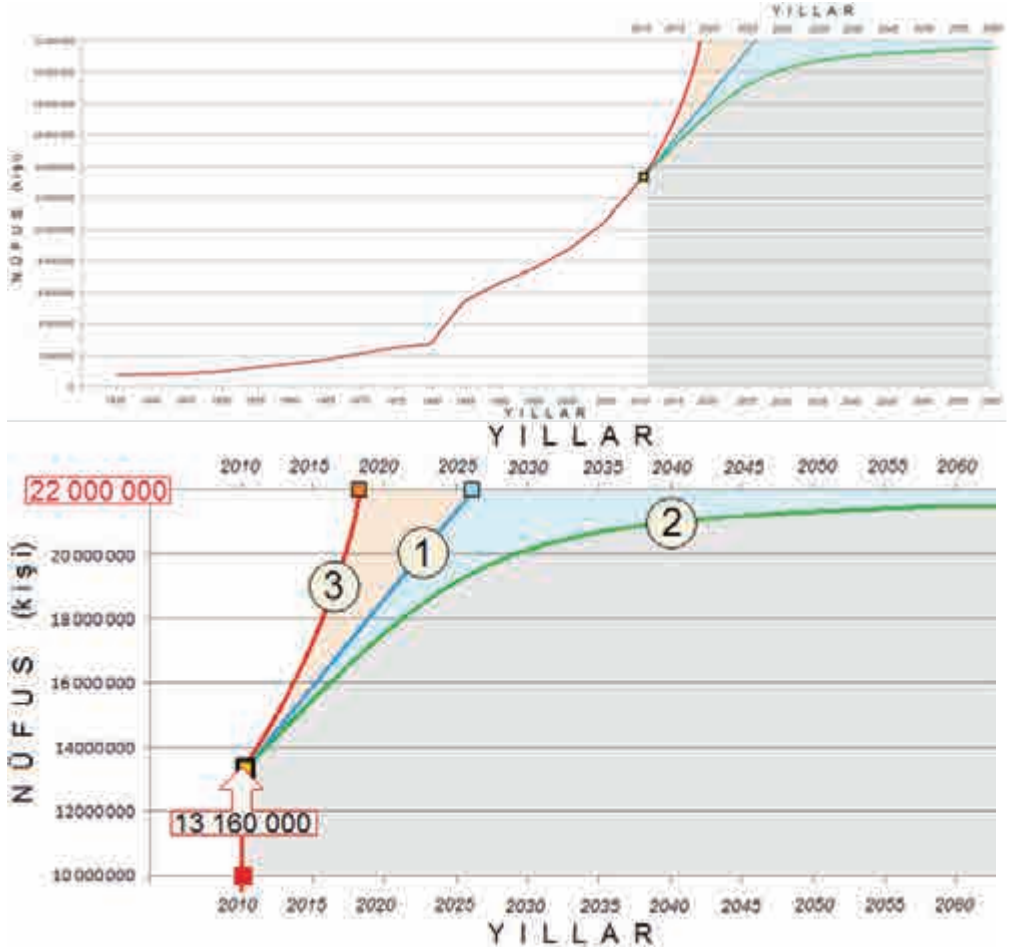
[1] çalışmasında kentin tarihi içindeki yapılaşmasını etkileyen nüfus değişimi saldırılar, yangınlar, büyük depremler gibi önemli olaylar grafik bir anlatımla sunulmuştur (Şekil 1.2).



Şekil 1 2. İstanbul'un değişik dönemlerinde nüfus değişimi ve önemli olaylar

İstanbul bugün 14 Milyon nüfusu ile küçük “Dünya”nın mega kentlerinden biridir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2013 yılı adrese dayalı nüfus sistemi sonuçlarına göre, Türkiye'nin en kalabalık 14 milyon 160 bin 467 nüfusa sahip kentidir. İstanbul kenti için İBB nin öngörürleri gelişimin altında kalmaktadır. 1/100 000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni planı öngörülerinde çevresel sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde İstanbul için belirlenen 2023 nüfus projeksiyonu; doğal ve yapay eşikler, meri planlar, mevcut boş alan ve yapı stoku dikkate alınarak 16 Milyon olarak belirlenmişse de (1/100.000 Ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı, Yönetici Özeti) bu öngörü gerçekçi değildir.

Geleceğin nüfus öngörürleri üç farklı olasılığa göre hazırlanmış ve Şekil 1.3'de gösterilmiştir.



Şekil 1.3. İstanbul'un gelecekteki nüfus artış olasılıkları için farklı senaryolar

Birinci senaryoda günümüze kadar hızlanarak gelen yıllık nüfus artışının alınan önlemlerle yavaşlatıldığı ve sabit değerlere dönüştürüldüğü varsayılmaktadır (1 No'lu eğri). Bu takdirde daha 2015 de 16 Milyona ve 2025 de ise 21.5 Milyon kişiye ulaşılmaktadır. İstanbul için 22 Milyonun sürdürülebilirlik açısından en üst sınır olacağı kabul edildiğinde önümüzdeki en fazla 15 yıl içinde İstanbul'un tüm kentleşme sorunlarının giderilmiş ve böylece nüfusunun da dengelenmiş olması gerekmektedir. Doğrusal nüfus artışı ile sürdürülebilirliğe uyan bu hedeflere varılması mümkün görülmektedir (Şekil 1.3)

Bu nedenle ne pahasına olursa olsun 2 No'lu eğriyi izleyen bir nüfus denetimi gerekmektedir. Bunun ne kadarının caydırıcı önlem ve

yaptırımlarla, ne kadarının da ülke çapındaki özel teşvik ve yeni arz alanlarının oluşturulmasıyla karşılanabileceği ise stratejik plan ve programlarda ivedilikle ele alınması gereken en önemli konudur. Bu başarılabirirse 2025’li yıllara 19 milyonluk bir nüfusla girilerek kentli sayısı 2040’lı yıllardan sonra 21-22 milyonda sabitlenebilecektir.

En karamsar gelişme ise mevcut yıllık nüfus artışındaki ivmenin durdurulamadan devam etmesidir (3 No’lu eğri). Bu takdirde daha 2018’lerde İstanbul nüfusunun 22 milyona ulaşacağı anlaşılmaktadır. Bunun anlamı 5-6 yıl içinde yaklaşık 8 milyonluk yepyeni bir kentin kurularak mevcuda eklenmesidir. Anlamı, trafiğe bir milyon yeni aracın çıkması ve yalnızca bunlar için yılda yaklaşık 2000 km lik çift şeritli yolların yapılmasıdır. Hiçbir düzenlemenin bu yükü kaldırması beklenemez. Felaket niteliğindeki bu insan saldırısı ile kent ve doğal yaşam kalitesinin hızla çökeceği ve giderilemeyen çevre sorunlarının oluşacağı kesindir.

2. MEGA ŞEHİRDE MEGA PROJELER

2.1. Tarihte İstanbul’un Mega Projeleri

İstanbul’un tarihinde birbirini izleyen dönemlerinde kentin bütünü planlayan mega projeler görülür. Aslında bu kent katmanlıdır. İstanbul’un topografyaları kitabında Wolfgang Müller-Wiener İstanbul’un kentin mimarisine yansıyan tarihi katmanlaşmasını çok iyi biçimde belgeler. Byzantion’u (İÖ 3. binyıl sonu, 2. binyıl başı), Konstantinopolis’i (4-7. yüzyıl, 8-12. yüzyıl, 13-15. Yüzyıl dönemleriyle) ve İslâmbol ya da İstanbul’u (15-17. yüzyıl başına kadar) dönem yapılarını, ayrıntılı çizimlerle haritalar üzerinde işler ve kentin giderek yoğunlaşmasını ve yapılaşmasını gözler önüne serer [2]; [3].

Bizans, başta Ayasofya olmak üzere, saraylar, hipodrom, anıtlar, sarnıçlar, su kemerleri, Galata Kulesi gibi simgeleşmiş yapılarıyla kenti biçimlendirmiştir. Kentin tümü bir mega projeye göre organize edilmiştir (Şekil 2.1). Bizansın en önemli mega projesi kenti kuşatan ve kentin büyümesiyle ikinci dizisi yapılan savunma surlarıdır.



Şekil 2.1 Bizans kenti Constantinople - Kentin merkezi ve St. Sophia
<http://www.estanbul.com/15-etkileyici-cizimle-bizans-donemi-istanbuluna-mimari-bir-bakis>



Şekil 2.2 Ayasofya (Kilisesi, Camii, Müzesi), şimdiki ve o dönemki temsili görünüşü

http://www.salgit.com/turkiye-resimleri/ayasofya--istanbul_3590.html

<http://www.haber3.com/bizans-doneminde-istanbul-foto-galerisi-31260-p8.htm>

Osmanlı İstanbul'u kentin silüetine damga vuran camileri, onlara bağlı olarak planlanan külliyesi, çarşıları ile öne çıkar. Bütün Osmanlı Mimarisi mega bir planlama ile yapılmıştır demek yanlış olmaz. Osmanlı İmparatorluğu her döneminde planlı ve belgelendirilmiştir. Azınlıkların nerelerde yerleşeceği, camilerin, külliyelerin kentin hangi bölgelerinde inşa edileceği iyi bir mühendislik ve planlama ile kararlaştırılmıştır.



Şekil 2.3 Fatih Camii ve Külliyesi (1470)

Fatih Sultan Mehmet tarafından Mimar Sinaüddin Yusuf bin Abdullah (Atik Sinan)'a yaptırılmıştır .

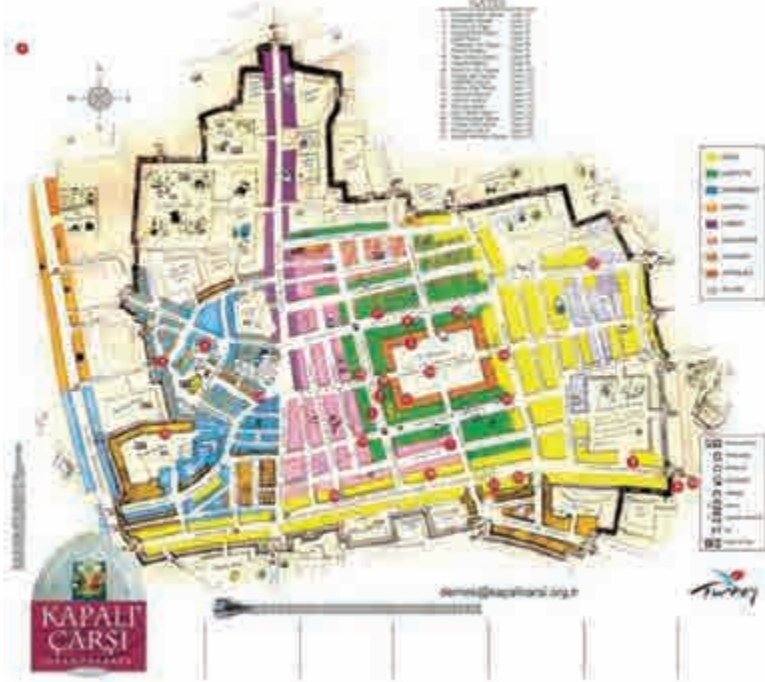
<http://tr.visit2istanbul.com/fatih-camii/>



Şekil 2.4 Süleymaniye Camii ve Kulliyesi İstanbul

Kanuni Sultan Süleyman tarafından Mimar Sinan'a yaptırılmıştır

<http://www.egitimkutuphanesi.com>



Şekil 2.5 Kapalı Çarşı

<http://v3.arkitera.com/h50745-kapalicarsi-kabuk-degistiriyor.html>

Kapalıçarşı İstanbul kentinin merkezinde yer alan dünyanın en büyük ve en eski kapalı çarşılarından biri. Fatih Sultan Mehmet tarafından yaptırılan ve 1461 yılında temeli atılan Kapalıçarşı, 45.000 m²'lik kapalı alan üzerine kurulmuş, 64 cadde ve sokağı, 16 hanı, 3.600 dükkânı ile labirent şeklinde konumlanmış bir merkezdir. Dönemine göre çok büyük bir alanda planlanan ve büyüyen kapalıçarşı kentin alışveriş bölgesindeki önemli bir mega projedir. Ticaretin etik değerlerinin korunduğu ve denetlendiği bir merkez olarak planlandığı görülmektedir.

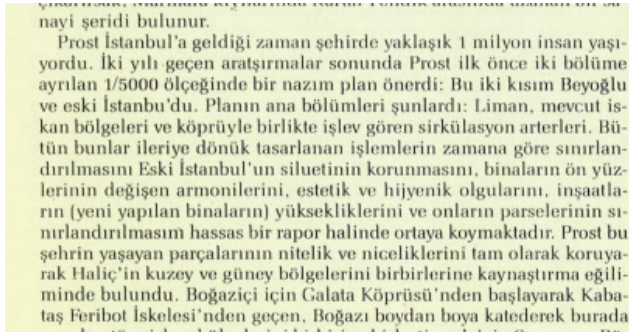
“Geçmişte burası her sokağında belirli mesleklerin yer aldığı ve bunların da, el işi imalatının (manifaktür) sıkı denetim altında bulundurulduğu, ticari ahlak ve törelere çok saygı gösterilen bir çarşı idi. Günümüzde de yorgancısından, halıcısından, terlikçisinden, fêşçisinden tutun da mücevhercisine, aktarına kadar her çeşit ticaret birimi yer alıyor.” (Arkitera)

<http://v3.arkitera.com/h50745-kapalicarsi-kabuk-degistiriyor.html>

Bu örnekler toplum mühendisliği ile kent mühendisliği arasındaki geçmişe dayalı iç içe geçmiş ilişkiyi çok iyi aktaran örneklerdir. Cumhuriyet Türkiye’sinin kuruluş dönemlerinde 1934 de Fransız Plancı Henry Prost İstanbul’un Nazım planını yapmak üzere Atatürk tarafından İstanbul’a davet edilmiştir. Paris’i planlayan Hausmann’ın etkisinde kaldığı söylenir. Prost Nazım Planı Osmanlı’nın önemli eserlerini yıkmak ve deneysel çalışmakla eleştirilmektedir.

“Prof.Dr. Pierre Pinon, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi’nde, "Henri Prost ve İstanbul’da Kentsel Dönüşümler" başlığı altında bir konferans verdi. Konferansta, Osmanlı’dan beri İstanbul’a hayran olan Fransız mimar Prost’un, daha sonra davetle İstanbul’a gelmesinden ve burada yaptığı planlama çalışmalarından bahsetti. Prost, İstanbul’da şehir planlama adına devletten öyle bir yetki almıştı ki, bugün bile eleştirdiğimiz geniş bulvarlar, bu bulvarların yapılması için önemli Osmanlı anıtlarının yıkılması gibi radikal kararlarının yankıları hala sürüyor. İstanbul’a "dışardan" gelen bir mimarın, burayı keşfetmesi ve kentte, deyim yerindeyse "deneyler" yapması ne kadar doğrudu ya da gerekliydi? İşte Paris’te mimarlık ve kent planlamasını büyük ölçüde değiştiren Haussmann’ın etkisinde kalan ve İstanbul’a gelerek tamamen kendine has yöntemlerle şehre müdahale eden Fransız mimarın öyküsü”...Arkitera

Tarih: 6 Mayıs 2010 Yazan: [Dilek Öztürk](#) Prost ve İstanbul Dönüşümleri



Şekil 2.6 Henry Prost ve İstanbul’un ilk Nazım Planı,[4]

<http://dergi.mo.org.tr/dergiler/4/532/8893.pdf>

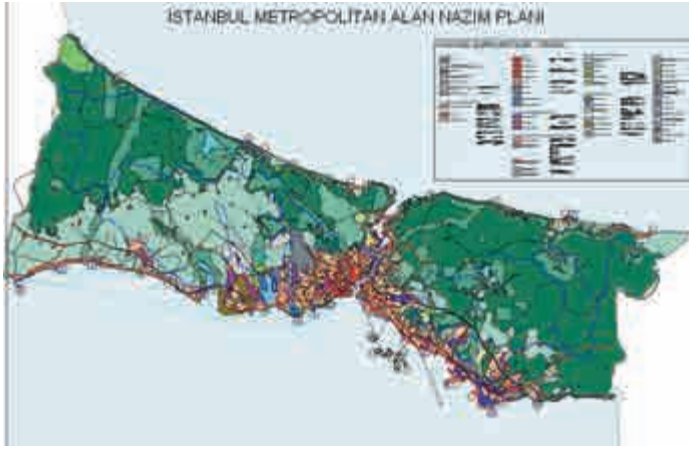
Çok partili dönemde demokrasi anlayışı ve populizm tek elden planlamanın koşullarını değiştirmiş; toplum mühendisliği ile kent mühendisliği ilişkileri gerilimler kazanmıştır. Yönetimlerde demokrasi gereği olan katılım için toplumun hazır olmadığı yanlıgısı bugünlere kadar süregelmiştir. Çok partili dönem İstanbulda önemli ulaşım projelerinin ortaya çıktığı dönemdir.



Şekil 2.7 1950 lerin İstanbul'unun Mega projeleri: Vatan ve Millet Caddeleri, Londra Asfaltı (Daha sonra üzerine E5 Karayolu yapılmıştır)
Fotograf lar: <http://giritturk.org/topic/9011-bir-zamanlar-istanbul/>

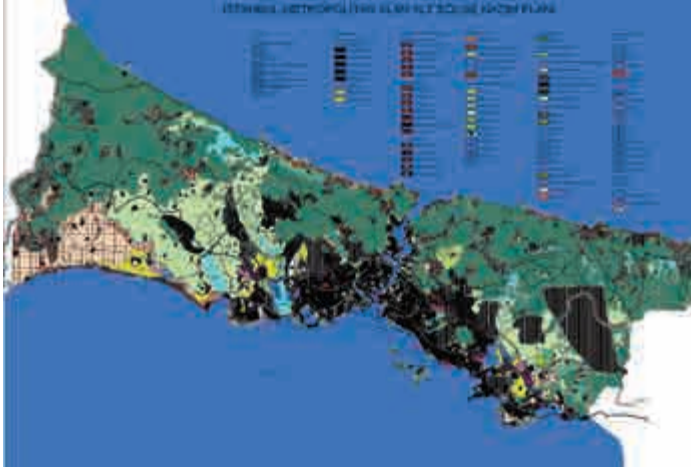
1980 lerde Nazım plan çalışmasının metropolitan ölçekte ele alındığı görülür. 1995 i hedef alan ilk plan yetersiz kalınca 2010 u hedef alan yeni bir plan yapılması gündeme gelmiştir. 2006 da Nazım İmar Planı yeniden ele alınmıştır.

“ İmar ve İskan Bakanlığı Büyük İstanbul Nazım Plan Bürosunca hazırlanan ve Bakanlıkça onaylanan 1/50000 ölçekli “İstanbul Metropolitan Alan Nazım Planının” İstanbul’un “en yakın ilgi ve etki çevresi olarak kabul edilen Marmara bölgesine ait araştırmalarda çıkan bulgular ve önerilen politikalarla, metropolitan planlama yaklaşımları arasında eşgüdüm sağlandığı” ifadelen raporunda, Planın amacı; “Metropolitan İstanbul’un ülke ve dünyaca bilinen öz değerlerini yitirmeden uluslararası düzeydeki öneminin ülke yararına artırılması, bu arada ülke kalkınmasına uyumlu olarak, metropolün büyüme ve gelişmesinde gerekli fonksiyon ve hizmetlerin yaratılmasıdır” olarak tariflenmişti.”



Şekil 2.8 1980 planı sayısallaştırılmış

“1980 –1990 yılları arasında yaşanan yoğun kentleşme baskısı ile İstanbul’un gelişiminin bu planın koşullarını çok aşmış olması ve ayrıca bu planın 1995 yılı projeksiyonlu hazırlanmış olması nedeni ile Nazım Planın yeniden yapılması gündeme geldi. İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Gebze dahil olmak üzere İstanbul metropolitan alanında 1991 yılında başlanan ve 1995 yılında tamamlanan, 2010 yılını hedef alan 1/50.000 ölçekli İstanbul Metropolitan Alan Alt Bölge Nazım Planı, İBB başkanlığınca kendi yetki sınırları içinde onaylandı ve alt ölçekli imar planları buna göre yapıldı. Ancak bu daha sonra Planın bazı kararlarının iptali için açılan çeşitli davalar sonucunda, Danıştay 6. Dairesince planlama kriterleri bakımından değil, yetki yönünden değerlendirilerek Plan yetkisizlik nedeniyle hükümsüz sayılmıştı.”



Şekil 2.9 1995 planı sayısallaştırılmış



Şekil 2.10 “1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planını”, 2006

2.2. Günümüzde İstanbul'un Yapılaşma Hedefleri ve Gündemdeki Mega Projeler

İstanbul 2010 yılında Avrupa Kültür Başkentidir. İstanbul'un Doğu-Batı doğrultusunda gelişmesi, Kuzeyde kalan alanların ekolojik turizm bölgesi olarak geliştirilmesi ve eski taş ocaklarının düşük yoğunluklu yapılaşmaya ayrılması planlanmıştır. 1/100.000 plan kararları bu düşüncelerle arazi kullanımını düzenlemektedir. Ancak Hükümetin “**Hedef 23**” perspektifi içinde önemli yerleşim projeleri gündemdedir. Ekonomik değerleri çok

yüksek olan projelerdir. Bu projeler beraberinde nüfus artışı ve dolayısıyla yoğun yapılaşmalar da getirecektir.

Gündemde olan ve gerçekleştirilmesi yönünde çalışmaların başlatıldığı bu kapsamlı projelerin sistematik biçimde belgelendiği bir web sitesi oluşturan Serbest Mimarlar Derneği (SMD), konum, proje künyesi, aşamaları ve gelişmeleriyle 1998-2014 tarihleri arasında açıklanan/gerçekleştirilen projeleri “**Mega Projeler İstanbul**” web sitesinde tanıtmaktadır (Tablo 2.1). SMD bu çalışmanın hedefini şu şekilde açıklamaktadır:

“On yıldan bu yana planlanan ve uygulamaya geçirilen, farklı büyüklüklerde olsa bile, kent doğası ve kimliği, kentsel kalite ve kentsel hafızadaki etkileri açısından “mega” olduğunu düşündüğümüz projelerin, metropol alan üzerine yayılmış İstanbul üzerindeki etkilerini görmek istedik. Bu site, tanımlanan bu projeler uygulandığında, “Yarının İstanbul’u”nun nasıl olacağını göstermeyi amaçlıyor.”
www.ismd.org.tr, <http://www.megaprojeleristanbul.com>

Tablo 2.1 İstanbul’un Mega Projeleri Listesi (1998-2014), SMD web sitesinden alınmıştır.

3. Boğaz Köprüsü 3. Havalimanı Aksaray Meydan Düzenlemesi Ataşehir Finans Merkezi Ataşehir Mimar Sinan Camii Avrasya Tüneli Ayazma Kentsel Dönüşüm Projesi Ayvansaray Kentsel Yenileme Projesi Bakırköy 46 Beşiktaş Vodafone Arena Beykoz Teleferik Projesi Bio İstanbul Çamlıca Camisi Çamlıca Tepesi Tv Radyo Kulesi Demokrasi ve Özgürlükler Adası (Yassıada) Emek Sineması Eyüp - Sütlüce Teleferik Fenerbahçe - Kalamış Yat Limanı Fenerbahçe TCDD Arazisi - Marina Fener - Balat Kentsel Yenileme Projesi Fikirtepe Kentsel Dönüşüm Projesi Gaziosmanpaşa Sarıgöl Kentsel Dönüşüm Projesi	Majik Sineması ve Maksim Gazinosu - Otel Projesi Maltepe Dolgu Alanı Düzenleme Uygulama Projesi Marmaray Maslak 1453 Mecidiyeköy - Çamlıca Teleferik Projesi Msgsü Çağdaş Sanat Müzesi Okmeydanı Kentsel Dönüşüm Projesi Onaltıdokuz Kuleleri Quasar İstanbul (Tekel Likör ve Kanyak Fab.) Rumeli Hisarı Mahalle İhyası Rumeli Hisarüstü - Aşıyan Sahil Teleferik Projesi Sancaktepe Şehir Hastanesi Şan City Sarıyer Derbent Kentsel Dönüşüm Projesi Sarıyer Tekne Park Seaport Sivriada Projesi Süleymaniye Kentsel Dönüşüm Projesi Sulukule Kentsel Yenileme Projesi Taksim Meydanı Yayalaştırma Projesi Tarabya Tekne Park Tarlabaşı Kentsel Dönüşüm Projesi
--	--

Haliç Metro Geçiş Köprüsü Haliç Yat Limanı ve Kompleksi Projesi (Haliçport) Haydarpaşa Garı ve Liman Dönüşüm Projesi İmalat-ı Harbiye Usta Mektebi İhyası Kabataş Ulaşım ve Aktarma Merkezi Kanal İstanbul Kanal Riva Kartal Kentsel Dönüşüm Projesi Küçükçekmece İç-Dış Kumsal Kentsel Yenileme Projesi Kuşdili Çayırı Kuzey Marmara Otoyolu	Tepeüstü Kentsel Dönüşüm Projesi (Mall Of İstanbul) Torun Center (Ali Sami Yen Stadı) Tuzla Marina Projesi Üsküdar Meydan Düzenlemesi Viaport Venizia Yedikule Bostanları Yenileme Projesi Yeni İstanbul Projesi Yenikapı Dolgu Alanı Yenikapı Transfer Noktası ve Arkeopark Alanı Zorlu Center
---	---

Bu projeler kuşkusuz kentin imajında değişiklik yaratacak, silüetini etkileyecek, nüfus yerleşimiyle birlikte artan mühendislik beklentilerine yol açacaktır (Kanal İstanbul, Kuzey Marmara Otoyolu, 3. Boğaz Köprüsü, Kanal Riva gibi). Projelerden bazılarının hedefi de artan kent nüfusunu bu bölgelere çekmek ve dağıtmak olarak ortaya konmaktadır. Bir diğer proje grubu “Tarlabaşı Kentsel Dönüşüm Projesi, Galataport (Salıpaazarı Kruvaziyer Liman Alanı)” gibi kentte yeniden ele alış gerektiren merkezi bölgelerdeki dönüşüm projeleridir. Bunları kentin çeperlerindeki dönüşüm alanları izlemektedir (Küçükçekmece İç-Dış Kumsal Kentsel Yenileme Projesi, Kartal Kentsel Dönüşüm Projesi gibi).

2.3. MEGA Projeler Üzerindeki Tartışmalar

Kentin Mega projeleri üzerinde tartışma büyük ve çok yönlüdür. Tartışmaların odağında çevre ile etkileşimin yeterince analiz edilmesiği, ormanlar başta olmak üzere su yolları ve rezervleri, kuşların göç yolları gibi dünyaya karşı sözleşmelerle bağlı olduğumuz çevre koruma duyarlılıklarının ihlal edildiği söylemi gelmektedir (<http://www.tema.org.tr/>). İstanbul’un geleceğini etkileyecek üç proje olan 3. Köprü, 3. Havalimanı ve Kanal İstanbul’un hayata geçirilmesi halinde meydana gelebilecek etkiler TEMA Vakfı önderliğinde bilimsel bir raporda bir araya getirilmiştir. On yedi bilim insanının katkısıyla yedi aylık bir çalışma sonucunda oluşturulan bu çalışmada İstanbul’un yaşam destek sistemleri olan kuzey ormanları, su havzaları, tarım ve mera alanları, yer altı suları ile biyolojik çeşitlilik üzerinde oluşturacağı tehditler paylaşılmıştır (ref Nuran 2014). Yayın haline getirilen bu çalışmada İstanbul’da yapılması planlanan bu üç projenin aşağıdaki konulardaki kente etkileri değerlendirilmektedir:

- Orman ekosistemi ve endemik türler üzerindeki etkileri,
- Flora ve fauna zenginliği üzerindeki etkileri,
- İstanbul'un verimli arazileri üzerindeki etkileri,
- Kanal İstanbul'un akıntılar, deniz ekosistemi ve bölgesel iklim üzerindeki etkileri
- Yerel iklim ve iklim değişikliği üzerindeki etkileri,
- Kuş göç yolları üzerindeki etkileri,
- Kanal İstanbul projesinin İstanbul'un su varlığı üzerindeki etkileri,
- Ulaşım ve trafik sorunları üzerindeki etkileri,
- Demografik ve sosyoekonomik etkiler,
- Taraf olunan sözleşmeler açısından değerlendirme,
- Ulusal mevzuat açısından değerlendirme,
- Pazar dışı çevre maliyetlerinin hesaplanması
- İnsan sağlığı üzerindeki etkileri,
- Yönetişim ve katılım yönü.

Tartışmaların ikinci bölümü yeni önerilen yerleşimlere gelecek **aşırı nüfus** ile ilgilidir. Bu bölgelerde mimarlık ve mühendislik hizmetleri de dahil olmak üzere çok miktarda iş olanağı yaratılacağı ortadadır. Bu yeni çekim alanlarındaki nüfus yerleşik nüfus olmayabilir. Yeni katılan nüfus ise kontrolden çıkmış bir nüfus artışını tetikleyebilir (İstanbul'da nüfus artışının çevreye ve yaşam kalitesine maliyeti grafiklerle bir önceki bölümde tartışılmıştı). Nüfus artışının kentin yaşam kalitesi üzerindeki en belirgin etkisi ulaşım ağlarındaki daralmalar ve hizmetlerin aksamasıdır. Mega yerleşim projelerinin yanısıra ulaşım için de mega projeler planlanmıştır. Ulaşım Mega projelerinin gerçekleştirilmesi hedefleri doğal çevrenin, ormanların, ekolojinin korunması hedefi ile çelişmektedir. Marmaray ve raylı sistem gibi kent içi ulaşım çözümleri bu anlamda bakıldığında daha az tartışma konusu olmaktadır.

Tartışmaların odaklandığı üçüncü konu ise sağlanan **rant** ve rantın paylaşımındaki uyumsuzluklarla ilgilidir. Rantın ideolojik paylaşımı tartışmaları bu makalenin kapsamı dışında bırakılmıştır.

Tartışmaların dördüncü boyutu fikir paylaşımı ve **toplumsal haklar** ve kentli katılımıyla ilgilidir. Bu durumun en çarpıcı örneği Gezi Olayları ile yaşanmıştır. Batı'da toplumsal yaklaşımlarla, katılımcı çözümlerle fikir olarak kentli ile paylaşılan planlamaların çok yaygın uygulandığı ve başarılı sonuçlar alındığı görülmektedir. Mega projeler kapsamında proje

içeriklerinin zihinsel paylaşımı bakımından toplumsal bir katılım beklenmemektedir. Toplumsal haklar konusu içeriği itibariyle tartışmalıdır. Mega projelerin büyük çoğunluğunun üst gelir gruplarının kullandıklarını hedef almaktadır. Yerleşik nüfus yer değiştirmeye zorlanmakta, Batı'da 'gentrification', bizde 'soylulaştırma' olarak ifade edilen projeler üretilmektedir. TOKİ çalışmaları ile bu açık konut temini olarak kapatılmaya çalışılmaktadır. Ancak bu önceki kullanıcının kullanmakta olduğu kent bölgelere bir daha girememesi anlamı taşıyınca tartışma toplumsal boyut kazanmaktadır. Ayrıca kent merkezinin yenilenmesinde kenti oluşturan çeşitli değerlerin neler olduğu, soylulaştırma sonucu bu değerlerin büyük kısmının yitirildiği akademik ve felsefi tartışma konularıdır.

Meslek Odalarının rolü (1) toplumsal ve mesleki sorumluluk ve (2) mesleki çıkarları gözetmek olarak algılandığından, (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği ile Odalar ve Borsalar Kanunu, Kanun No. 5174, 18.5.2004 farklı söylemedir ve bu konu yoruma açıktır) bu durum aksi söylenece de çelişkili bir durum yaratmaktadır. Planlamalarda yazılı olmayan toplumsal yararlar, toplumsal sözleşmeler bozulduğunda etik değerlerle aşırı karşı koyan tutuma girmelerine neden olmaktadır. Etik değerler toplumu birarada tutar ve hassasiyetle gözetilmeleri gerekir.

Projelerin gerçekleştirilmeye başladığı bu aşamada yukarıda sıralanan etkilerin göz önüne alınması ve mühendislik çalışmalarının çevreyi en az tehdit edecek şekilde planlanması acil/büyük önem taşımaktadır.

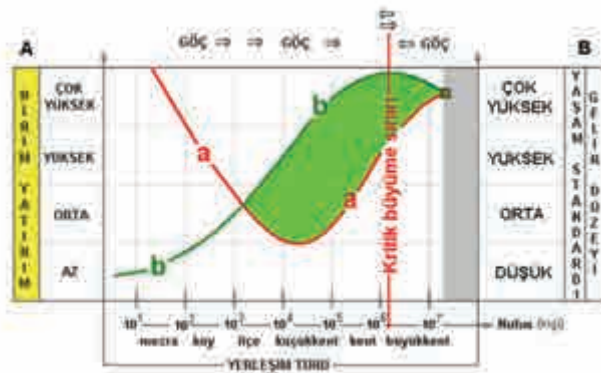
3. KENTLEŞMEDE MÜHENDİSLİK SORUNLARI

Kentleşme süreci içinde genelde, nüfusun yoğunlaşması ile birlikte içme suyu, atık su, enerji, iletişim, bilişim, ulaşım ağının oluşturulması gibi altyapı yatırımları ile eğitim ve öteki kamu hizmetlerinin birim maliyetleri azalmaktadır. Yükselen gelir düzeyine bağlı olarak yaşam düzeyi de artmaktadır. Köylerin kasabalara, kasabaların küçük şehirlere dönüşmesi sırasında, altyapı çalışmalarında en verimli koşullara ulaşılmakta, kentin daha da büyümesi halinde ise yatırım ve hizmet giderleri artmağa başlamaktadır. Aynı süreç içinde yaşam düzeyindeki gelişme giderek azalmakta, belirli bir büyüme sonrasında da büyük kent çekiciliğini kaybetmektedir. Kentler için kritik büyüme sınırı olan bu duruma gelindiğinin en belirgin göstergesi daha fazla olanaklar sunulmasına karşın, yaşayanların çok büyük kesiminin artık bunlardan yeterince yararlanamamasıdır.

“Eski kentliler doğdukları, büyüdükleri, geliştirdikleri kentlerini terk etmektedirler. Büyük kentin nüfusunu bundan böyle ve yalnızca mezra, köy ve öteki küçük yerleşimlerden gelen göçler arttırmakta ve nitelikli bir altyapı kurmak ve geliştirmek olanaksızlaşmaktadır. Kentin beklenti ve gereksinim düzeyi çökmüştür. Çünkü mevcut ortam ve koşullar, yeni göçerlerce yeterli bulunmakta, büyük kenti daha da büyütecek ve geliştirecek yatırımlar ve atılımlar için maddi ve manevi destek yeterince sağlanamamaktadır. Böylece kent denetimden hızla çıkmakta, zaten kıt olan kaynaklar daha da bilinçsizce tüketilmekte, çevre onarılamayacak düzeyde kirlenmekte ve yaşamın asgari giderlerini karşılayabilmek için bile kazançlar yetmemektedir. Büyük kent tümüyle çekilmez ve yaşanamaz olmuştur. Varlıklılar ve yeniden uygar kent kültürünü özleyenler ve arayanlar, daha küçük kentlere, uydu kentlere veya banliyölere çekilmişlerdir. Onların bıraktıkları yerlere yeni kentliler yerleşmektedirler. Eskinin saygın semtleri bu yeni ellerdedir artık. Büyük kent; altyapısıyla, çöplükleriyle, kaybolan değerleriyle, birkaç (belki korunabilmiş) semti ve tarihsel anıtları dışında tam bir sorunlar yumağına dönüşmektedir.”

Bu senaryonun gelişimi Şekil 3.1 de ana çizgileriyle gösterilmeğe çalışılmıştır. Burada; kentleşme, yaşayan nüfus, birim altyapı yatırımları ve hizmet maliyetleri, gelir düzeyi ve yaşam standardı ilişkileri içinde ele alınmaktadır.

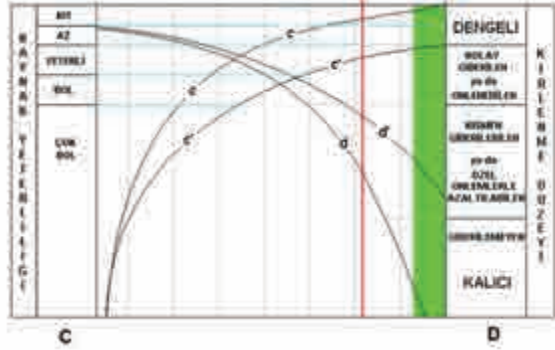
Altyapı ve hizmet maliyetlerinin farklı boyut ve nitelikteki yerleşim birimleri içindeki dağılımları, şekilde a-eğrisi ile tanımlanmıştır. Burada dikkati çeken husus, nüfusu 40 000- 150 000 arasındaki küçük kentlerde benzer hizmet ve altyapı için gereken birim yatırımların en aza inmekte olduğudur. Daha küçük yerleşimlerde ve büyüyen kentlerde ise, harcamaların hızla artarak, çok yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Aynı grafik üzerindeki b-eğrisi de bireylerin ortalama gelir düzeyini ve belirli ölçüde doğrudan ilişkili olduğundan, buralarda ulaşılabilen sanal yaşam düzeyinin değişimini göstermektedir. Her gelir grubunun daha gerçekçi yaşam düzeyi ise a-eğrisi ile b-eğrisi arasındaki fark olmaktadır. Bu ilişkilerin değerlendirilmesinden çıkan sonuç; kent ve büyük kentlerde genelde doruğuna çıkan gelir düzeyinin, nüfusun kontrolsüz artışına ve altyapı ile yaşamsal gereksinimlere ayrılan giderlerin hızla büyümesine bağlı olarak, gerçek yaşam düzeyini arttırmadığıdır.



Şekil 3.1 Yerleşim birimlerinde birim altyapı giderleri ile yaşam düzeyi arasındaki ilişkiler.

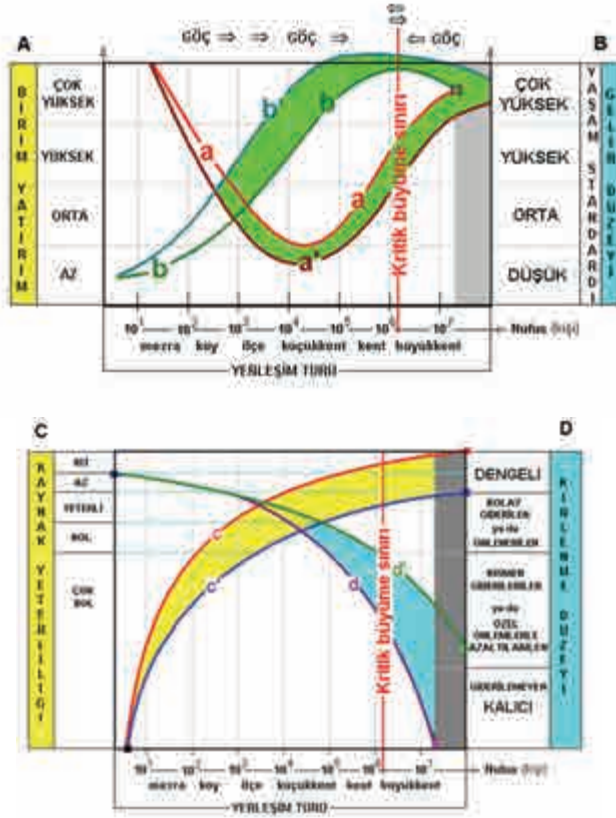
a) altyapı ve hizmet giderleri eğrisi b) gelir düzeyi eğrisi

Şehircilik açısından büyük önem taşıyan bu sonucun ayrıntıda analizi şarttır. Optimal büyüklükteki bir kentin yaşam düzeyine ulaşabilmek için mezra ve köylerde gereken birim yatırım miktarı, bireylerin gelir düzeyinin çok üstünde olduğundan, buralarda ancak hayatın sürdürülmesine yetecek çok zorunlu harcamalar yapılabilmekte, çağdaş ölçütlerin pek çoğundan ister istemez vazgeçilmektedir. Grafikte görülen, b-eğrisi ile a-eğrisi arasındaki pozitif fark ise, bireyin özgürce ve kendi istemleri doğrultusunda tüketebileceği ve yararlanabileceği değerlerin toplamını; başka bir deyişle yaşamının amaçlarını ve yaşama azmini oluşturmaktadır. İşte bu farkın artması ve bireylerin bunun bilincine varmış olması, köyleri kasaba, kasabaları kent ve kentleri dev metropoller haline getiren başlıca nedenlerdendir. Ancak büyük kent boyutuna gelindiğinde, yaşamsal giderler toplamı ile gelir düzeyi arasındaki makasın kapanmaya başladığı, zahiri bir yaşam düzeyinin korunmağa çalışıldığı görülür. Bireylerin gerçek alım güçleri, zamanları, kendileri ve çevreleri için yapabilecekleri azalmaktadır. Bu durumu fark edenler, büyük kentleri hızla terk ederek yeni ve özlemlerine uygun yerlere taşınırlar. Küçük kentliler büyük kentlere göçmez olurlar. Onların yerini giderek, mezra ve köylerden göçenler, sığramalı-sınıf atlamalı yaşam özlemini duyanlar alır. Böylece kısa bir sürede iki eğri kesişir. Büyük kent yaşamı her yönüyle göçer. Kent olgusu, kentsel köylere dönüşür. Bir zamanların görkemli metropolü giderilemeyen her türlü kalıcı kirlenmeğe uğramış, doğal kaynak ve olanakları yağmalanmış, yerüstü ve yeraltı su kaynakları büyük oranda tüketilmiştir. Bu durum Şekil 3.2’de gösterilmeğe çalışılmıştır. Grafikteki c-eğrisi doğal kaynakların tüketimini ve d-eğrisi de kirlenmenin miktarını göstermektedir.



Şekil 3.2. Kaynak tüketimi ve kirlenme düzeyinin yerleşim türleriyle olan ilişkisi.
c) kaynak tüketim eğrisi d) çevre kirlenmesi eğrisi

“Bu denetimsiz ve niteliksiz gelişme sonucunda parklar, bahçeler, ormanlar bitirilmiş, atıklar çevreye gelişigüzel dağıtılmış, enerji, ulaşım, iletişim ağları yetersizleşmiş ve hemen hemen her türlü eğitim, öğretim, sağlık ve kamu hizmetleri verilemez olmuştur. Yağmur, kar, rüzgâr ve soğukluk gibi bilinen ve beklenen normal meteorolojik olaylar bile kentin yaşamını alt üst etmeğe yeterlidir artık. Kent yaşamı, amaçsız bir kavga ve kargaşaya dönüşmüştür. Kentli, kendisinin neden olduğu sorunların çözümü için kendisi dışında çözümler aramakta, bir kurtarıcı beklemektedir. Ve daha da ilginç, kendinden sonra göçenleri bu durumun, kültürsüzlüğün ve sanatsızlığın tek ve gerçek sorumlusu saymaktadır.”Mühendisin ve mimarın görevi ve teknik girişimlerin temel nedeni, işte bu karamsar senaryodaki olumsuzlukların giderilmesi, artan nüfusa rağmen yaşanabilen ve gelecek kuşaklara da aktarılabilen bir ortamın kurulabilmesi ve korunabilmesidir. Mühendislik felsefesi açısından bakıldığında, bu problemin optimal çözümüne ancak a, b, c ve d-eğrilerinden birinin veya bunların bileşkelerinin olumlu yöne çekilmesi ile gelinebileceği görülmektedir. Açıklamayı kolaylaştırmak amacıyla şekil 3.1 ve şekil 3.2’deki ilişkiler şekil 3.4’de birleştirilerek sunulmaktadır.



Şekil 3.4. Kent planlamasında mühendislik girişimlerinin yeri. (a', b', c'- ve d'-eğrileri, mühendislik girişimleriyle ulaşılabilecek yeni olanak ve koşulları tanımlayan eğrilerdir.)

Kolay, rahat, hızlı olan teknik ve teknolojinin bilinçle kullanılması ile daha ucuz, daha uzun ömürlü, daha güvenli ve daha az bakım ve işletim giderleri gerektiren altyapı tesislerinin kurulabilmesi mümkündür. Böylece a-karakteristiğinin yeri ve biçimi a'-eğrisindeki gibi olumlu yönde değiştirilmiş olmaktadır. Tesislerin tür, nitelik ve sayı açısından uygun yer ve zamanda devreye sokulması b-eğrisini yukarı çekebilecektir (b'-eğrisi). Böylece gelir düzeyi ve yaşam standardı artmaktadır. Ayrıca yeni doğal kaynakların bulunması, geliştirilmesi ve dış havzalardan nitelikli kaynak aktarımı ile kıtlık giderilebilecektir (c'-eğrisi). Nihayet yeterli çevre mühendisliği bilgisi ve uygun teknik ve teknolojiye yararlanılarak da her türlü kirlenme denetlenebilecek ve daha güvenli ve yaşanılan ortamlar hazırlanabilecektir (d'-eğrisi).

SONUÇ

Sonuç olarak; bütün bu planlama, programlama ve mühendislik çalışmalarının gerçekleştirilebilmesi durumunda, kaynaklar daha verimli alanlara kaydırılmış ve yeni değerler üretilmiş olduğundan, tüm yerleşim birimlerinde daha varlıklı ve nitelikli bir yaşam için gereken koşullar da sağlanmış olmaktadır. Ne var ki; mühendislik girişimleri ile elde edilebilecek başarıyı sınırlayan en önemli etmen, konu kapsamı dışında tuttuğumuz insan faktörüdür. Çünkü mühendisin ulaşabildiği sonuçlar, o topluluğun bilgi, bilinç, erdem, kültür, sanat ve sevgi taşıyan bireylerinin çokluğuyla orantılı kalmaktadır.

Öte yandan topluma bu hizmetleri verecek mühendislerin ve mimarların yetişmişlikleri de başarıda çok önemli bir faktördür. Farklı mühendislik disiplinlerinin, aynı kent insanına ve doğal çevreye yararlı katkılar sunabilmesi, onların kentleşme olgusunu prensipte ortak ve doğru şekilde anlamalarına bağlıdır.

KAYNAKLAR

1. Vardar,M., Esin, N., Fornaro,M., Erdoğan,M., Bozkurtoğlu,E. (2006), “The Role of Rock-Using and Manaement in the Architectural Development of İstanbul”, Le Risorse Lapidee Dall’Antichita ad Oggi in Area Mediterranea, Canosa di Puglia (Bari) 25-27 Settembre 2006, GEAM- Associazione Georisorse e Ambiente, Torino, pp. 105-110.
2. Wolfgang Müller-Wiener, İstanbul'un Tarihsel Topografyası, Çev: Ülker Sayın, YKY, İstanbul 2001, s. 16-19.
3. Wolfgang Müller-Wiener İstanbul'un tarihsel topografyası: 17. yüzyıl başlarına kadar Byzantion-Konstantinopolis-İstanbul 1419. cilt/Yapı Kredi Yayınları: Tarih ; 12
4. Angel, Aron, Henry Prost ve İstanbul'un ilk Nazım Planı, Mimarlar Odası Arkitekt, veri tabanından alınmıştır. <http://dergi.mo.org.tr/dergiler/4/532/8893.pdf> 6 Temmuz 2014 de alınmıştır.

İstanbul Paleozoisinde Benzersiz Bir Mühendislik Projesi: Avrasya Tüneli

A Unique Project in the Istanbul Paleozoic: Eurasia Tunnel

**Başar Arıoğlu^{a,b}, Seok Jae Seo^b, Rıfat Yoldaş^a, Hasan Burak
Gökçe^a, Fatma Sevil Malcıoğlu^a, Ergin Arıoğlu^a**

^a *Hacı Reşit Paşa Sokak No:4, 34676 Çamlıca/İstanbul, Türkiye*
(basar@ym.com.tr)

^b *Kozyatağı Mah. Eski Üsküdar - İçerenköy Yolu, VIP Center No: 10 K: 1 D: 2
34752, Ataşehir / İstanbul, Türkiye*

Özet: İstanbul metropolünde ulaşım sistemi üzerindeki yükü hafifletmek ve mevcut karayolu ağını tamamlayan anahtar bağlantı olması için planlanan ve yapımına başlanan Avrasya Tüneli Projesi, İstanbul Boğazı'nda üçüncü bir karayolu geçişi sağlayacak ve yolculuk yapanlara önemli bir ulaşım kolaylığı sunacaktır. Avrasya Tüneli Projesi, İstanbul Boğazı'nın altında, İstanbul'un Asya ve Avrupa yakasındaki sahilleri arasında yer alan 5.4 km uzunluğundaki bir karayolu tüneli ile mevcut yolların tünele girişlerini sağlamak üzere toplam 9.2 km genişletilmesinden oluşmaktadır. Hazırlanan bu bildiri bu mega projeye ait genel bilgiler, projenin getireceği avantajlar ve olası doğal afetler belirli bir ayrıntı içerisinde anlatılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: tünel, tünel açma makinesi, mühendislik jeolojisi, doğal afet, deprem, tsunami

Abstract: Planning then construction works of Avrasya Tunnel Project has been initiated in order to reduce the loads on the transportation system of Istanbul and to build a key connection to the existing highway network. This Project will offer a third highway on the Bosphorus thereby an ease in transportation between two continents. Avrasya Tunnel Project comprised of a 5,4 km tunnel under the Bosphorus and widening of existing roads of 9,2 km. In this study, general project information, benefits of this mega project and natural disasters are discussed.

Key Words: tunnel, tunnel boring machine, engineering geology, natural disaster, earthquake, tsunami

1. GİRİŞ

Bilindiği üzere, İstanbul'un ulaşım altyapısının da önemli bir ölçüde yatırım ve iyileştirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca yıllardır süregelen hızlı nüfus artışı, göç ve ekonomik gelişme; mevcut ulaşım sistemine ciddi bir yük getirmektedir. Kıtalar arası karayolu ulaşımında boğaz üzerindeki iki

köprünün hem kapasitelerinin çok üstünde işletilmesi hem de her gün saatler süren tıkanıklıkların oluşması, iki kıta arasındaki ulaşımı ciddi bir sorun haline getirmiştir.

Trafikteki artış, zor topografya koşulları ve şehrin yoğun kentsel yapısı ile birleşince, İstanbul'da oturan ve çalışan nüfus ve iş yerleri için ciddi ulaşım ve park yeri problemleri sonucunu doğurmuştur. Şehrin içinde günlük dolaşım halinde 1.3 milyondan fazla araç bulunmaktadır. Otomobile dayalı trafik (taksiler ve diğer hizmet araçları dahil olmak üzere) kent içerisindeki tüm seyahatlerin %53'ünden fazlasına karşı gelmekte ve yol alanlarının %90'ından fazlasını kullanmaktadır. Bunun sonucunda, tasarım kapasitelerinin oldukça üzerinde işletilip ve her gün uzun saatler boyunca ciddi sıkışıklıklara maruz kalarak Boğaz geçişini sağlayan iki köprüye ek projeler temel bir konu olmuştur.

İstanbul Ulaşım Master Planı (IUMP) çalışmalarında da belirtildiği üzere nüfusun 2023'de 20 milyonun üzerine çıkacağını ve araç sayısının da üç kat bir artışla 4.19 milyona çıkacağı öngörülmektedir [1]. Bu faktörlerin tamamının sonucunda şehir içindeki trafiğin daha çok büyümesi ile beraber Boğazi aşan yolculuk sayısının 1.5 katına çıkması beklenmektedir. Bu bilgiler ışığında, 2023 yılına gelindiğinde günlük talebin mevcut geçiş kapasitesinin % 120'si olacağı öngörülmekte ve Master Plana göre şimdiden yeni bir yol ve demiryolu köprüsü ihtiyacı tanımlanmaktadır.

2.AVRASYA TÜNELİ

Avrasya Tüneli Projesi olarak bilinen İstanbul Boğazi Karayolu Tüp Geçiş Projesi, Asya ve Avrupa yakalarını, deniz tabanının altından geçen bir karayolu tüneli ile birbirine bağlayacaktır. İstanbul'da araç trafiğinin yoğun olduğu Kazlıçeşme-Göztepe hattında hizmet verecek olan Avrasya Tüneli, toplam 14,6 kilometrelik bir güzergâhı kapsamaktadır (Bakınız Şekil 1).

Güzergâhın 5,4 kilometrelik bölümü, deniz tabanı altına özel bir teknoloji ile inşa edilecek olan iki katlı tünelden ve aç-kapa, klasik madencilik yöntemi gibi diğer metotlarla inşa edilecek olan bağlantı tünellerinden oluşmaktadır. Projenin tünel kısmı haricinde kalan Avrupa'da Sarayburnu-Kazlıçeşme ve Asya'da Harem-Göztepe yakalarında toplam 9,2 kilometrelik güzergâhta ise yol genişletme ve iyileştirme çalışmaları yapılacaktır. Bunlara ek olarak araç alt geçitleri ve yaya üst geçitlerinin inşa edilmesi planlanmıştır.

	<p>yaşanacak.</p> <p>* Tünelin giriş ve çıkış noktalarındaki bağlantı yollarının genişletilmesi ve düzenlenmesiyle trafik daha akıcı hale gelecek.</p>
Ekonomik	<p>* Avrupa yakasında Kazlıçeşme ve Anadolu yakasında Göztepe arasında yapılan yolculuklarda mevcut boğaz geçişlerinin kullanılması halinde, uzun mesafeli ve araç trafiği yoğun olan bir seyahat gerçekleştiriliyor. Bunun yakıt tüketimi ve araç bakım masrafları üzerinde olumsuz etkisi var.</p> <p>* Avrasya Tüneli Projesi ise Kazlıçeşme – Göztepe arasındaki en kısa güzergâh olacağı için yakıt masrafı düşecek. Avrasya Tüneli'ndeki akıcı trafik, yakıt ekonomisine katkı sağlayacak. Bununla birlikte aracın bakım masrafları da azalacak. Sadece araç geçiş ücreti alınacak olan Avrasya Tüneli'nde yolcular için ekstra bir ödeme yapılmayacak.</p>
Güvenli	<p>* Dünyanın önde gelen mühendislik projelerinden biri olan Avrasya Tüneli Projesi, 24 saat boyunca güvenli, sağlıklı ve kesintisiz trafik akışı için gelişmiş bir sisteme sahip olacak.</p> <p>* En ileri tasarım, teknoloji ve mühendislik uygulamalarının ürünü olan tünel, deprem ve tsunami risklerinden etkilenmeyecek yapıda inşa edilecek. Öyle ki; tünel üstün güvenlik özellikleriyle gerektiğinde sığınak olarak da kullanılabilir.</p> <p>* Modern aydınlatma teknolojisi, yüksek kapasiteli havalandırma sistemi, tünelin her noktasından rahatça erişilen özel yangın tesisatı, yangına dayanıklı yüzey kaplaması, acil tahliye sistemleri ve her 600 metrede bir konumlanan emniyet şeritleri ile hizmet verilecek.</p> <p>* Tünelde her noktanın 7 gün 24 saat izlendiği kapalı devre kamera sistemi, olay algılama sistemleri, haberleşme ve ihbar sistemleri yer alacak.</p> <p>* Yüksek teknoloji altyapısıyla tünel içinde hız kontrolü sağlanacak.</p>
Konforlu	<p>* Avrasya Tüneli Projesi, sürüş konforunu iyileştirmek üzere tasarlandı. Modern aydınlatma, yüksek kapasiteli havalandırma ve yolun düşük eğime sahip olması gibi özellikler, yolculuk konforunu</p>

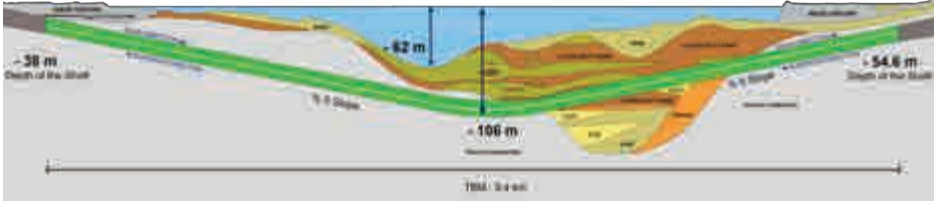
	<p>artıracak.</p> <p>* Tünelin iki katlı olarak inşa edilmesi, yol güvenliğine sağladığı katkı sayesinde sürüş konforunu da olumlu yönde etkileyecek.</p> <p>* Avrasya Tüneli, sis, yağmur, buzlanma gibi olumsuz hava koşullarında da kesintisiz yolculuk yapılmasını sağlayacak.</p>
Çevreye Duyarlı	<p>* Avrasya Tüneli, yolculuk mesafelerini kısaltarak ve trafik akışını sağlayarak yakıt tüketimini düşürüp havaya salınan zararlı gaz emisyon miktarını azaltacak.</p> <p>* Uluslararası standartlarda örnek bir Çevre ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (ÇSED) raporu bulunan proje, çevresel ve sosyal etkiler konusunda son derece duyarlı bir projedir.</p> <p>* Çevre ve gürültü kirliliğinin azalmasına da katkı sağlanacak.</p>

Kısaca özetlemek gerekirse, tünel geçişi ve yol iyileştirme-genişletme çalışmaları, bütüncül bir yapıda araç trafiğini rahatlatacağı yapılan simülasyonlar çalışmaları ile de gösterilmiştir fakat bu çalışmada simülasyon bilgileri yer ekonomisi nedeniyle sunulamamaktadır. İstanbul'da trafiğin çok yoğun olduğu güzergâhta yolculuk süresi 100 dakikadan 15 dakikaya kadar inerken tasarımda dikkate alınan önlemler ile kullanıcılara güvenli ve konforlu bir ulaşım sağlanması esas alınmıştır.

Tüm bunlara ek olarak, çevre kirliliğinin azalmasına da bu proje ile katkı sağlanacaktır. İstanbul genelinde, Proje Boğaz üzerinden yeni ve daha kısa bir güzergah sağlayacak ve bu durum İstanbul'da trafikteki araçlar tarafından kat edilen toplam kilometre miktarının azaltılması toplam emisyonunda küçük bir azalma meydana getirecektir ve bu azalım kirliliğe bağlı olarak % 0.3 ve %1 arasında olacağı öngörülmektedir [3]. Ayrıca İstanbul'daki CO₂ emisyonlarını günde yaklaşık 250 ton ve yılda yaklaşık 92,000 ton miktarında düşürmek suretiyle, sera gazı emisyonlarının azalmasına fayda sağlayacaktır. Bu rakam Türkiye'nin yıllık CO₂ emisyonunun % 0.03' üne karşılık gelmektedir [4]. Bu değer çok küçük bir oran olmasına rağmen iklim değişikliği riskinin azalmasına katkı sağlayacaktır.

4.MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

İstanbul'un genel jeolojisinin Paleozoyik, Mesozoyik, Senozoyik, Kuvaterner ve güncel tortul Kaya ve Zemin birimlerinden oluştuğu bilinmektedir. Mevcut kaya birimlerinin sınır ilişkileri jeolojik zaman bazında incelendiğinde uyumsuz ve çoğunlukla tektonik yapılar gözlenmektedir. Avrasya Tüneli'nin güzergahı İstanbul Boğazı'nda 3340 m lik kısmın 2350 m'si kaya birimleri içerisinde ilerleyerek Asya Yakası'nda ilk olarak kaya yapısından (Trakya Formasyonu) geçecektir. Daha sonra deniz tabanının altında genelde deniz çökellerinden oluşan zemin birimlerinden geçerek tekrar kaya birimlerinde (Trakya Formasyonu) ilerleyerek Avrupa Yakası'na ulaşacaktır. Avrasya Tüneli'ne ait temsili mühendislik jeolojisi kesiti Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Avrasya Tüneli Mühendislik Jeolojisi Kesiti

Avrasya Tüneli Projesi'nde geçilecek ana formasyon Trakya Formasyonudur ve bu formasyon genel olarak ince-orta tabakalı kumtaşı-çamurtaşı ve laminalı şeyllerden oluşmuştur. Bunlar içinde sarımsı kahverengi kumtaşı-çakıllı kumtaşı ve mercekli çakıllı tabakaları bulunmaktadır. Ayrıca yine bu formasyon içerisinde yer yer serbest silis yüzdesi yüksek, kuvars çakıllı (konglomera) ve kireçtaşı mercekleri de içermekte ve değişik frekansta ve kalınlıkta diyabaz dayakları ile kesilmektedir [5].

Kaya formasyonunun dışında tünel güzergâhı boyunca denizel çökellerden de geçmektedir. Literatürde de belirtildiği üzere, İstanbul Boğazı bir akarsu vadisinin tektonik etkinlikleri ile zaman içerisinde evrimleştiği düşüncesi hakimdir. Bu evrim sırasında boğaz kanallarının içerisinde kalıcı bir çökel (sediment) istif depolanmıştır. Toplam 3340 m'lik tünel güzergâhının 665 m'si denizel çökellerden, 325 m'si ise geçiş zonları olarak adlandırılan kaya ve zemin birimlerinden geçmektedir [6].

Hazırlanan bu çalışma da yer ekonomisi nedeniyle karada ve denizde yapılan sondaj çalışmalarına yer verilememiştir. Bu konularda ayrıntılı bilgiye [6] numaralı referanstan ulaşılabilir.

5.TÜNEL AÇMA MAKİNASI (TBM)

Projenin 3,4 kilometre uzunluğundaki Boğaz geçişi tünelinin açılmasında dünyanın en gelişmiş tünel açma makinesi teknolojilerinden yararlanılacaktır. Anadolu Yakası'ndan başlayacak tünelin inşaatı, sadece bu projeye özel olarak tasarlanıp üretilen TBM'in deniz tabanının altından ilerleyerek Avrupa'ya varmasıyla son bulacaktır.

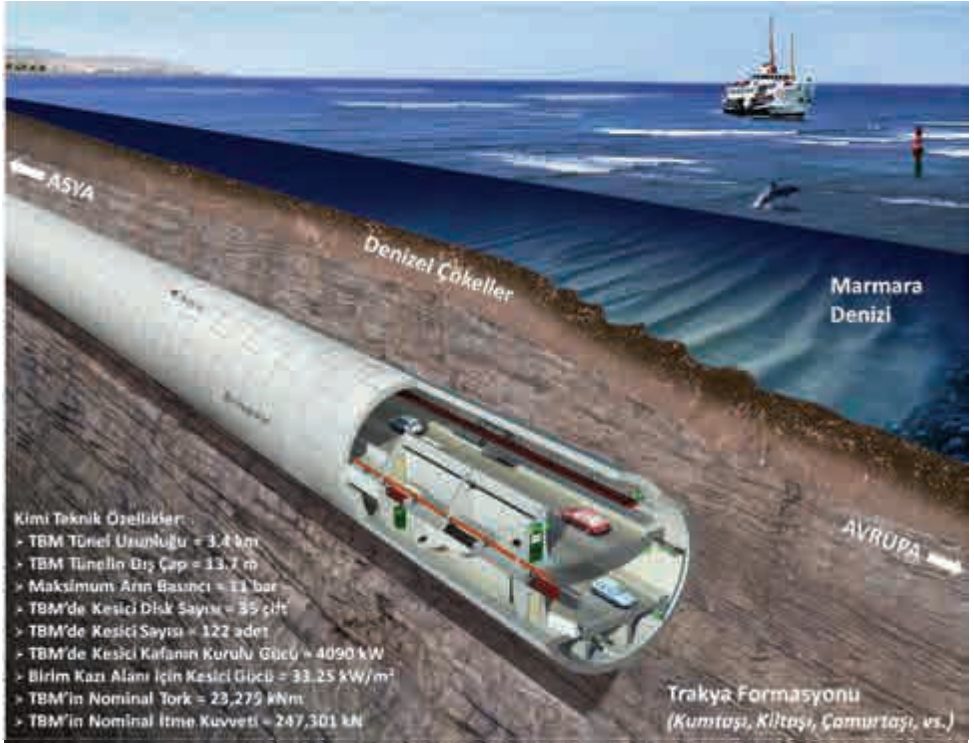
Proje güzergâhında ki en derin noktada deniz seviyesinin 106 metre aşağısından geçecek olan TBM deniz tabanına 25 metreden daha fazla yaklaşmayacaktır. Üste bırakılacak 25 m'lik katman sayesinde tünel kazısı için gereken emniyetli çalışma ortamı sağlanmış olacaktır. Tünel açma makinası bir yandan kazı yaparken bir yandan da prefabrik betonarme segmentleri kurulumuyla iç çeperleri oluşturarak ilerlemesi sonucunda Avrupa yakasına ulaşacaktır. TBM'in günlük ilerleme hızı geçilen kayazemin birimlerine ve arın basıncına bağlı olarak 5-10 metre olması öngörülmektedir.

Avrasya Tüneli için imal edilen Tünel Açma Makinası, bentonit bulamacı kullanan tünel açma makinaları arasında 11 bar değerindeki işletme basıncı ile dünyada 2. sırada; 13,7 kazı çapı ile dünyada 6. sırada yer almaktadır. Projede kullanılacak tünel açma makinasına ait kimi teknik bilgiler tünelin iç görünümü ile birlikte Şekil 3'te sunulmuştur.

6.DOĞAL AFETLER

İstanbul Kuzey Anadolu Fayı'nın batı kanadına yakınlığı nedeniyle aktif bir sismik bölgenin üzerinde bulunmaktadır ve bu nedenle yakın geçmişinde birçok deprem yaşamış bir şehirdir. Bu metropolde inşa edilecek bir mega proje olan Avrasya Tüneli Projesi deprem, sıvılaşma, tsunami ve sel baskını gibi olası doğal afetler dikkate alınarak tasarlanmıştır. Bu proje kapsamında üniversitelerimiz ile yakın çalışmalar gerçekleştirilmiş ve doğal afetlerin proje üzerindeki olası etkilerinin değerlendirildiği raporlar alınmıştır [5, 7 ve 8].Avrasya Projesi kapsamında açılacak olan tünel kısmının depreme karşı tasarımı moment büyüklüğü (M_w) 7.6 olarak alınmıştır. Olası bir deprem aktivitesinde, oluşacak kayma ötelemelerine karşı tünelin iki noktasında sismik contalar konulması planlanmıştır. Söz konusu contalar 75 mm deplasman yapabile

kapasitesine sahiptirler ve hidrostatik basınca dayanıklı olarak özel tasarlanmışlardır. Bu contalar tünel segmentlerinin arasına özel bir teknikle yerleştirileceklerdir. Depremsellik açısından risk yaratacak bir başka olguda sıvılaşmadır sarsıntı masası ve nümerik çalışmalar ile ilgili yapılan literatür çalışmaları göstermiştir ki, Avrasya Tüneli'nde ki gibi zemin derinliği 20 m'den yüksek olan koşullarda böyle bir risk bulunmamaktadır.



Şekil 3. Proje'de Kullanılmakta Olan Tünel Açma Makinesinin Kimi Teknik Özellikleri

TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışmadaki teşvik ve değerli katkılarından dolayı Yapı Merkezi Onursal Başkanı Dr. Ersin Arıoğlu'na, Yapı Merkezi yönetim kuruluna, SK Engineering & Construction yönetim kuruluna, Avrasya Tünel Yatırım A.Ş. (ATAŞ) yönetimine, YMSK Adi Ortaklığı çalışanlarına teşekkürlerini sunarlar. Bu çalışmada yer verilen tüm görüş ve

değerlendirmeler yazarlarına ait olup herhangi bir kurum ve kuruluşu bağlamaz.

KAYNAKLAR

1. Japan International Cooperation Agency/IMM (2008). Türkiye Cumhuriyeti İstanbul Metropolitan Kenti Bölgesi için Entegre Kent Ulaşımı Master Planı Çalışması.
2. Avrasya Tüneli internet sitesi (2014), <http://www.avrasyatuneli.com.tr/tr>
3. ELC Grup (2011). Avrasya Tüneli projesi Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi Raporu, <http://www.avrasyatuneli.com.tr/Files/pdf/csed-cilt1-teknik-olmayan-ozet.pdf>.
4. UN Milenyum Gelişim Hedefleri Göstergeleri (2006). 2006 Yılı Yıllık Emisyonları, <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/SeriesDetail.aspx?srid=749&crd^>
5. Yüzer, E., Eriş, İ. Ve Bakır, A. (2009). Türk – Kore Ortak Girişimi (TKJV) Kazlıçeşme-Göztepe Karayolu Güzergâhı ve Dolayında Yapılmış Olan Jeolojik-Jeoteknik Araştırmaların Ön Değerlendirme Raporu.
6. Yapı Merkezi AR-GE Bölümü (2010). Avrasya Tüneli Karışık Kalkanlı Tünel Aöma Makinası ile Açılacak Tünele ait Geoteknik Rapor (İngilizce).
7. Erdik, M., Şeşetyan, k., Demircioğlu, M.B., Yenidoğan, C. Ve Harmandar, E. (2010). Avrasya Tüneli Projesi için Deprem Etkilerinin Değerlendirilmesi Raporu, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi (İngilizce).
8. Ergin, A., Yalçın, A.C., Baykal, C., ayça, A., Esen, M., Özer, C., Karakuş, H. Ve Onat, Y. (2010). Avrasya Tüneli Projesi'nin Kumpkapı Girişinde oluşacak Tsunami ve Fırtına Etkilerinin Değerlendirmesi Raporu, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü (İngilizce).

Levent-Hisarüstü Metro Projesinde Kullanılan Hidrolik Kırıcının Performans Analizi

Performance Analysis of an Impact Hammer used in Levent-Hisarüstü Metro Project

Deniz Tumac^a, Furkan Sezer^b

^a İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Maslak-İstanbul

^b İTÜ Maden Mühendisliği Bölümü Lisans Bitirme Ödevi Öğrencisi
(tumacde@itu.edu.tr)

Özet: Bu çalışmada, Levent-Hisarüstü Metro projesinde kullanılan hidrolik kırıcının performans analizi yapılmıştır. Hidrolik kırıcının performansını etkileyen parametreler incelenmiş ve baskın parametrelerin neler olduğu üzerinde durulmuştur. Kaya kalite indeksinin (RQD), bu makinelerin performansını doğrudan etkilediği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrolik kırıcı, Metro, RQD, Performans analizi

Abstract: In this study, the performance of an impact hammer used in Levent-Hisarüstü Metro project is analyzed in detail. The parameters affecting the machine performance are investigated. This study showed that Rock quality designation (RQD) has dominant effect on performance of the impact hammer.

Key words: Impact hammer, Metro, RQD, Performance analysis

1. GİRİŞ

Günümüzde toplu taşımacılık sistemlerinin yaygın bir türü olarak tüm dünyada giderek artan oranda kullanılan metro, büyük kentlerimizdeki ulaşım sorununa çözüm bulmak ve hızlı ulaşımı sağlamak amacıyla ülkemizde de giderek yaygınlaşmaktadır. Ucuz, çabuk, güvenli ulaşım imkanı sağlayacak metro inşaatı, İstanbul' daki diğer raylı sistemlerle beraber karayollarındaki trafik sıkışıklığına büyük ölçüde çözüm sağlayacaktır. İstanbul'da gerçekleştirilen bu metro projelerinin diğer bir önemli amacı ise, karayollarındaki araçların çevreye vermiş oldukları zararları minimize etmek ve çevre ile dost olan bu raylı sistemlerin kullanımını yaygınlaştırmaktır.

“ Levent-Hisarüstü Mini Metro Projesi ”; Levent ve toplu taşıma ile ulaşımı kolay olmayan Hisarüstü bölgelerini birbirlerine bağlamak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında Yeni Avusturya Tünel Açma (NATM) yöntemi kullanılarak açılan Levent-Hisarüstü Metro projesinde kullanılan hidrolik kırıcının performansı detaylıca incelenmiştir.

Projenin Amacı

Projenin amacı kısaca aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Taksim-Hacıosman metrosunu Levent istasyonundan Hisarüstüne bağlamak,
- Ulaşımında güvenliği, emniyeti ve konforu arttırmak,
- Ekonomik ulaşım olanağı sağlamak,
- Hızlı bir ulaşım olanağı sağlamak,
- Doğal çevreyi korumak
- Levent ve Hisarüstü bölgeleri arasındaki toplu taşıma seçeneklerini arttırmak.

Güzergah

Levent – Hisarüstü arasındaki ulaşımı kolaylaştırmak için yapılan “Mini Metro”. Levent’ten başlayıp Etiler’den geçip Hisarüstüne uzanmaktadır. Metro inşaatının güzergah haritası Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Güzergah haritası.

Proje Alanının Jeolojisi

Trakya formasyonu; yanal ve düşey yönlerde değişim gösteren kalın şeyl ve grovak ve litik konglomera ardışıklı istiften yapılu olup hakim olarak fliş fasiyesindedir. Karadan türeme materyalin ve karbonatların dağılımına göre Trakya Formasyonu başlıca beş üyeden oluşur. Bunlar göreceli olarak alttan-üste;

- Balıklıhavuz çakıltası üyesi; polijenik kanal dolgusu ve çakıltısına yoğun olarak rastlanır.
- Küçükköy kumtaşı üyesi; başlıca grovaplardan oluşmuş, kireçtaşı arakatlı, kiltası tabanlı, şeyl, litik konglomera ara seviyelidir.
- Çamurluhan şeyl üyesi; başlıca şeyl, az miktarda grovak, litik konglomera-kuvars konglomera ve yerel kireçtaşı kapsar. Kuzeye doğru kumlu ve çakıllı fasiyeslere geçiş gösterir.
- Cebeciköy kireçtaşı; biyoklastik kireçtaşı az miktarda şeyl, ikincil dolomit, ve çörtten yapılu şelf kenarı karbonat oluşuğu olup Vizeen ortası sonu ile Vizeen sonu ortası yaş aralığında çökelmiştir.

- Gümüşdere Silisli Şeyl –Grovak üyesi; Grovak, silisli şeyl, lidit, feldspathlı grovak ve konglomeraları kapsar. Şekil 2’de Trakya Formasyonunun Stratigrafik kesidi verilmiştir.

ZAMAN		LİTOLOJİ		O. KAYA (1969 - 1971'E GÖRE FORMASYON AYRIMI)	
ALTKARBONİFER	TRAKYA SERİSİ (YAKLAŞIK 2500 m)	TRAKYA FORMASYONU	Diyabaz	GÜMÜŞDERE FORMASYONU	TRAKYA FORMASYONU
			Şeyl, Kömür, Grovak, Konglomera, Kumtaşı, Çört - Radiolarit		
			Kireçtaşı	CEBECİKÖY KIREÇTAŞI	
			Dolomit Çört		
			Kireçli Şeyl		
			Kiltaşı - Çamurtaşı	ÇAMURLUHAN TABAKALARI	
			Şeyl		
			Diyabaz		
			Türbidit Kumtaşı		
			Kuvarlı Konglomera	KÜÇÜKKÖY TABAKALARI	
Grovak - Kumtaşı					
Kiltaşı - Çamurtaşı					
Şeyl - Andezit					
Silttaşı					
Kumtaşı					
Türbidit	ACIBADEM TABAKALARI				
Kireçli Grovak					
Andezit					
Kiltaşı Çamurtaşı					
Kireçli Şeyl	BALTALİMANI FORMASYONU				
Fosfat Yumrulu Çört - Radiolarit					
ÜST DEVONİYEN			Bademli - Yumrulu Kireçtaşı	BÜYÜKADA FORMASYONU	

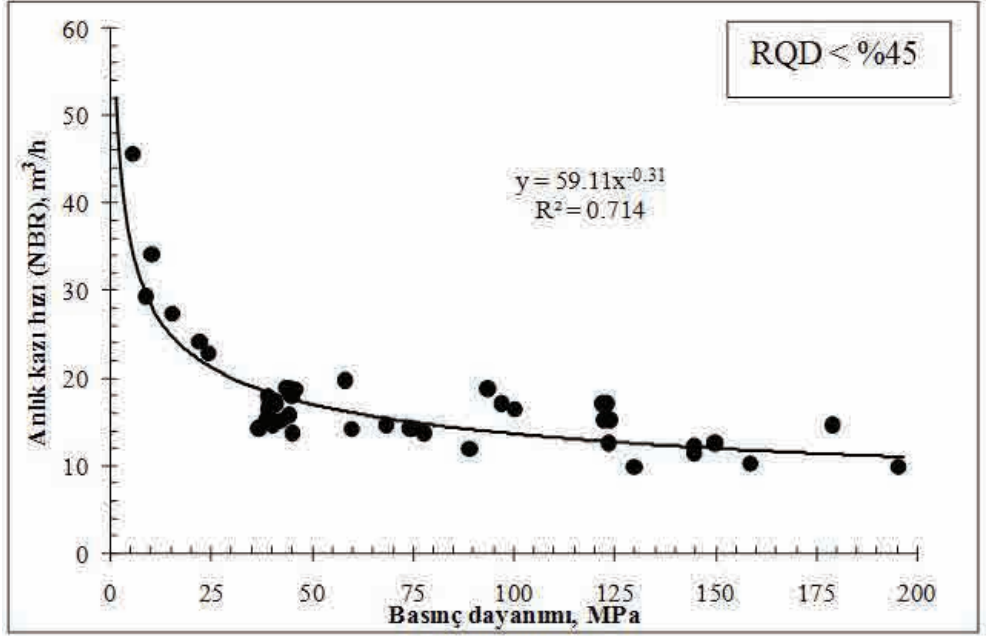
Şekil 2. Stratigrafik Kesit. (Trakya Formasyonu'nun Litostratigrafik Dikme Kesiti, Ketin ve Guler, 1989).

Hidrolik Kırıcının Performans Analizi ve Sonuçlar

Hisarüstü yönündeki A2 tipi tünelin her ring kazısından en az 3'er adet numune alınmıştır. Bu numunelerin basınç dayanımlarının belirlenebilmesi için nokta yük deney aleti kullanılmıştır. Numuneler, yüksekliği 4 cm'yi geçmeyecek şekilde dikdörtgenler prizması olarak boyutlandırılmıştır. Numunelerin dolaylı yoldan yapılan deney ile basınç dayanımları (MPa) tahmin edilmiştir.

Tünel kesiti (m^2) ve ilerleme (m) miktarından yola çıkılarak, hidrolik kırıcının bir saatteki (h) kazı miktarı kırıcının net kırma hızını (NBR) vermektedir. Kırıcının ilerleme hızı (performansı) m^3/h cinsinden hesap edilmiştir.

Kayaçların basınç dayanımı değerleri ile hidrolik kırıcının net kırma hızı arasındaki ilişki ise Şekil 3'te verilmiştir. Kayaçların dayanımı arttıkça hidrolik kırıcının net kırma hızının önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Net kırma hızı ile basınç dayanımı arasında 0,714'lük bir korelasyon katsayısının olduğu bulunmuştur. Unutulmamalıdır ki hidrolik kırıcılar ana prensip olarak kaya kütlelerinin süreksizliklerinden yararlanarak kırma işlemi yapmaktadır. Bu işlem kazıya kolaylık sağlamakla kalmayıp ilerleme hızlarını da önemli ölçüde arttırmaktadır. Bu sebeplerden ötürü birçok araştırmacı kaya elemanın sadece basınç dayanımını kullanmak yerine kaya kütlelerinin RQD ve süreksizlik verilerini kullanarak bazı modeller önermişlerdir. Bu modellerin güvenilirliklerinin net kırma hızlarının tahmininde yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen iyi korelasyon derecesi RQD değerinin %45'ten düşük olduğu formasyonlarda elde edilmiştir.



Şekil 3. Basınç dayanımı ile net kazı hızı arasındaki ilişki.

KAYNAKLAR

1. Ketin, İ. ve Güner, G., (1989). İstanbul Bölgesinde Karbonifer Yaşlı Trakya Formasyonu' nun Yapısal Özelliği, Mühendislik Jeolojisi Bülteni, 11, 13 -18.

İstanbul'da Doğanın Çöküşü

Derin Orhon

*İTÜ Ayazağa Kampüsü İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Maslak,
34469 İstanbul
(dorhon@srv.ins.itu.edu.tr)*

Özet: İstanbul asırlardan beri dünyanın en çekici kentlerinden biri olarak kabul ediliyor. Coğrafi konumu ve eşsiz doğal güzellikleri kadar tarihi ve kültürel zenginliklerine borçlu olduğu bu özelliğini günümüzde de korumaya çalışıyor. Ancak, sürekli teşvik edilerek 14 milyonu aşmış bir nüfus sürekli yeşili kemiriyor, kenti bir beton yığına çeviriyor ve hoyratça doğayı tahrip ediyor. Yaşamın bir sorunlar yumağına dönüşmüş olmasına rağmen, kenti işgal etmiş olan nüfus bundan etkilenmiyor; bir çevresel intihar sürecini başlatmış olduğunu cehaleti yüzünden fark etmiyor; yönetimin umursamaz ve çıkarıcı yaklaşımına müdahale etmeyi düşünemiyor

Doğanın ve çevrenin geleceği açısından, İstanbul 1200'li yıllardaki Haçlı işgalinde bile günümüzdeki kadar büyük bir tehdit altında kalmamıştı. Kanal İstanbul, 3. Havalimanı ve 3. Köprü gerçekten de hiç bir bilimsel temeli olmayan çılgın mega projeler; doğrudan kuzey ormanlarının yıkımını hedef alıyorlar. Kuzey ormanları yok olursa kentin nefes alamayacağı kimsenin umurunda değil!

Belediye yönetimi 2000'li yıllarda, 400 bilim adamını 4 yıl çalıştırarak İstanbul Çevre Düzeni Planı yaptırdı; plan oy birliği ile onaylanarak 2009 yılında yürürlüğe girdi. Bir anlamda İstanbul'un Anayasası! Planda bu üç proje de yer almıyor. Nasrettin hoca yöntemi ile sormak gerek: Bu üç proje bu kadar gerekliydi de neden Çevre Planı'na dahil edilmemiş? Planda yoksa neden şu anda telaşla uygulanmak isteniyor?

Sunumda tartışılacak olan bu gelişmeleri sadece sorun olarak görmeye çalışmak çok iyimser bir yaklaşım olur. İstanbul'da çevre, doğal yapıdan kültürel mirasa kadar tüm önemli unsurları ile, bir çöküş sürecine girmiştir. Bu sürecin başlamasında yapılmayanlar kadar bir takım dayatmalarla yapılan yanlışlar da aynı ölçüde önemli rol oynamıştır.

Şüphesiz, temel sorun sürekli artan nüfusun yarattığı baskıdır. İstanbul Çevre Düzeni Planı'nda İstanbul'un nüfusu için 16 milyon üst limit olarak öngörülmüştür. Son dönemde önerilen projeler adeta bu limite meydan okuyarak doğayı kemirmektedir. Tüm kaynakların yetmediği, yaşanması eziyet veren bir kent yapısına doğru hızla sürüklendiğimizi yöneticilerimizin ve İstanbul halkının artık fark etme zamanı gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Doğa, Nüfus artışı

İstanbul'un Üçüncü Havalimanı Bölgesi Olarak Tasarlanan Arazinin Zemin Sorunları

Geotechnical Problems of the Area Planned for the Construction of the İstanbul Third Airport

Esen Arpat

Geomar Mühendislik Ltd Ş.

(esenarpat@gmail.com)

Öz: İstanbul'un üçüncü havalimanı için yapılmış olan yer seçimi, tartışılan çeşitli sakıncalarının yanı sıra belki de aşılamayacak boyutta olan zemin sorunları ile de dikkati çekmektedir. Seçilmiş olan bölgenin topoğrafya özellikleri havalimanını yerleştirebilmek için çok büyük boyutlarda kazı ve dolgu yapılmasını gerektirmektedir. Dolgu yapılacak alanın heterojen zemin yapısı ve düşük taşıma gücü, üzerine yapılacak büyük dolgunun altında genelde büyük, ayrıca da, yanal yönlere çok farklı boyutlarda oturmaları uğrayacağını göstermektedir. Dolguların oturmalarını denetim altına almak ve hızlandırmak için kullanılan yöntemlerin, yapılacak olan dolgu miktarının 800 milyon m³ dolayında ürkütücü bir boyutta olması ve öngörülen dolgunun kalınlığının uçuş pistlerin altında bile yer yer 100m ye ulaşmakta olması nedenleriyle uygulanabilirlikleri çok sınırlıdır. Yakın çevrede nitelikli dolgu yapımında kullanılacak gercin son derece sınırlı miktarda bulunması da diğer bir sorun kaynağını oluşturmaktadır. Sahada yapılacak kazılardan çıkacak gercinin ancak çok az bir bölümü havalimanı için gerekli olan dolgunun niteliklerini taşıyacaktır. Saha dışında, doğuda ve güneydoğuda, nitelikli dolguda kullanılacak özellikler taşıyan kayaların bulunduğu bölgeler ise yetişkin orman örtüsü ile kaplıdır. Kaldı ki o kaynaklar da, yapılacak olan dolgunun ürkütücü boyutu göz önüne alındığında yetersiz gözükmektedir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Üçüncü Havalimanı, zemin dolgusu.

Abstract: The area selected for the construction of a new huge airport in İstanbul is under discussion for its several aspects, as being inappropriate for the purpose. But among several, the problems originating from unsuitable soil conditions are of prime importance, causing a threat against the accomplishment of the project. The proper placement of the airport facilities on the selected area, because of its topographical characteristics, requires huge amounts of excavation and landfill. Heterogeneous soil properties and the low bearing capacity of the area to be loaded by very thick landfills, indicate clearly that the fills will be subject of settlements of large amount and, laterally of variable degree. The methods to control and speed up settlements of the fills have very limited applicability in this area due to huge amount of the proposed fill, equaling a total of 800 million m³, and its enormous thickness reaching up to 100m under some of the runways. Availability of, only very limited quantity of suitable fill material in the near surroundings is the cause of

another major problem. The excavated material for land preparation are expected to be only partially suitable as a fill material. The formations having suitable characteristics as a fill material are located far to the east and southeast and covered by young and mature forests. Moreover, these sources do not form a real potential, taking into account the huge amount of the fill required.

*Key Words:*İstanbul Third Airport, landfill.

1.GİRİŞ

İstanbul'a yapılacak, Üçüncü Havalimanı olarak bilinen, yeni, büyük havalimanı için Kilyos ile Terkos gölü arasındaki kıyı kuşağı seçilmiştir (Şekil 1). Bu seçimin uygunluğu kamuoyunda çeşitli bakımlardan tartışılmaktadır. Bu tartışmalarda bölgenin çok önemli kuş göç yolu üzerinde bulunması, İstanbul'un benzersiz bir doğa parkı potansiyelinin yok edilmesi konuları ön planda gelmektedir. Bu yazıda ise bu seçim yapılırken söz konusu alanda, öngörülen yapının gerçekleştirilmesini önleyecek boyutta zemin sorunlarının varlığının gözardı edilmiş olması ele alınacaktır.



Şekil 1. Üçüncü havalimanının genel konumu. Tasarlanan altı pist kalın kırmızı çizgiler ile gösterilmektedir. Bunlar pistlerin ana bölümleri olup, gerek kuzeyde, gerekse güneyde uzantıları vardır. Beyaz çizgi bu kesimde çift gidiş-geliş bölünmüş yol niteliğinde olan Hasdal-Saray yoludur.

2. SEÇİLMİŞ OLAN BÖLGENİN GENEL ÖZELLİKLERİ.

İstanbul'un üçüncü havalimanı bölgesi olarak tasarlanmış olan arazinin büyük bir bölümü eski kömür ocaklarının kazı ve pasa alanlarından oluşmaktadır (Şekil 2). Kömür ocakları Geç Oligosen dönemine ait delta çökellerinden oluşan kumlu, siltli, killi bir istifte yer almaktadır. Bu istifin üzerinde uyumsuz olarak yer alan Kıraç Formasyonu'na ait akarsu çökelleri de bölgede yer yer kum ocağı olarak işletilmiştir.

Eski ocak çukurlarının bir bölümünde ve pasa yığınlarının arasında kalan çanaklarda çok sayıda irili ufaklı göl oluşmuştur. 66 tane olarak belirlenmiş olan bu göllerin yaklaşık yarısı 5m den sığdır; ancak, geri kalanlar arasında 12 tanesinin derinliği 20m den fazla olup, bunlardan bir tanesinin 30m derinliğe ulaştığı belirlenmiştir. Geniş alan kaplayan pasa yığınlarının bir bölümünün üzeri çam ağaçları ile ağaçlandırılmıştır. Ocak ve pasa alanlarının dışında kalan doğal dokusu hırpalanmamış bölgeler 25-30 yıllık meşe ağaçları ile kaplıdır (Şekil 3). Arazinin içinden, güney kesimde İSKİ'nin ana isale hattı ve Kemerburgaz üzerinden Saray yönünde uzanarak çok sayıda köyün İstanbul merkezi ile bağlantısını sağlayan ana yol geçmektedir. Bu yol bölgede kabaca su bölümü kuşağını izlemektedir.

Kemerburgaz-Saray yolunun izlediği sırtın bu bölümdeki yükseltisi 125m ile 150m arasında değişmektedir. Arazi kuzeye, denize doğru, genelde hızlı bir şekilde alçalmaktadır. Güneye doğru ise, dar vadi kesimleri dışında, yükseltide büyük düşüşler olmamakta, o bölgede yer alan Arnavutköy yerleşiminin kuzey kesimlerinde ancak 110 m dolayına inilmektedir. Söz konusu bu güney kesimde de çok sayıda, kömür üretildikten sonra terkedilmiş olan açık ocak ve onların pasa sahaları bulunmaktadır.

3. YAPIMI ÖNGÖRÜLEN HAVALİMANININ BAZI ÖZELLİKLERİ.

Planlanan yeni havalimanı yaklaşık 60 km² büyüklüğünde bir alanı kullanacaktır. Bu alanda uzunlukları 3500 ile 4100m arasında değişen altı tane pistin yapımı öngörülmektedir. Uluslararası niteliklerdeki



Şekil 2. Havalimanı yapmak için seçilmiş olan arazinin genel yapısı. Kömür ocakları bölgesinde oluşmuş irili ufaklı çok sayıda yapay göl ve açık ocak işletmelerine ait büyük pasa yığınları dikkati çekmektedir. Hasdal-Saray yolunun iki yanındaki yeşil bölgeler doğal meşe ormanlarıdır.

havaalanlarının pistleri için kabul edilebilir pist eğimi sınırı düşüktür. Buradaki tasarımda bu eğim en yüksek % 0,7 olarak belirlenmiştir. Bu eğimin tutturulabilmesi için sırt bölgesinin indirilmesi, denize doğru alçalan kesimin ise önemli ölçüde doldurulması gerekmektedir. Sonuçta pistlerin kuzey uçları 95m, güney uçları ise 125m dolayında bir yükseltiye sahip olmaktadır. Pistler 60m genişliktedir; ama, pistlerin



Şekil 3. Bölgeden bir sonbahar görüntüsü. Göller, geçmişte bu kesimde yapılmış olan kömür işletmelerine ait açık ocaklardan çıkan pasaların oluşturduğu yığınların arasında kalmış olan çukur bölgelerde oluşmuştur. Canlı yeşil renkli doku yetiştirme fıstık çamı, yapraklarını dökmüş ağaçlardan oluşan bölge ise doğal meşe ormanıdır.

yanında onlara koşut konumda, gerektiğinde acil inişler için de kullanılacak yan yollardan, pistler arasındaki bağlantı yollarından oluşan geniş alanlar vardır. Bunlara uçakların apron sahasında kullanacakları diğer geniş alanlar ve terminal ve diğer servis yapıların yerleşeceği alanlar da eklendiğinde söz konusu 60 km² lik alanın çok büyük bir bölümünün doğrudan kullanılacağı anlaşılmaktadır.

4. SEÇİLMİŞ OLAN BÖLGEDE KARŞILAŞILACAK GEOTEKNİK SORUNLAR.

Tasarlanmış olan 6 tane pist ve geniş alana yayılan havalimanı tesisleri, sahada çok büyük ölçüde kazı ve dolgunun yapılmasını öngörmektedir. Söz konusu bölgenin günümüzdeki morfolojik ve zemin özellikleri göz önüne alındığında dev boyutlu bu arazi şekillendirmesi işleminin çok sayıda geoteknik nitelikteki sorunu beraberinde getirmesi kaçınılmaz olmaktadır. Tasarlanmış olan arazi kullanım planında yüksek kazı şevleri

öngörülmediği için yamaç duraylılığı sorununun yaşanmayacağı söylenebilir. Ancak yaklaşık 800 milyon m³ olarak hesaplanan nitelikli dolgunun projenin yapımını engelleyecek veya işletme sırasında çok ciddi sorunların yaşanmasına yol açacak bir özelliği vardır.

Tasarlanmış olan altı pistte öngörülen dolgu kalınlıkları ürkütücü boyutlardadır. 1 den 6 ya kadar adlandırılmış olan pist sistemlerinde dolgu kalınlıkları sırasıyla 85, 105, 55, 70, 70 ve 75 metreye ulaşmaktadır. Daha da önemli bir sorun kaynağı yapılması öngörülen dolguların kalınlıklarının yalnız pist boyunca değil, yer yer de enine yönde önemli değişiklikler göstermesidir. Örneğin, 1 numaralı pistin bir parçasını oluşturan doğu ve batı acil kullanım pistlerinde dolgu kalınlığında yanal yöndeki değişimin 35m ye ulaştığı kesimler vardır.

Yapılması öngörülen dolguların kalınlıklarında boyuna ve enine yönlerde çok kısa uzaklıklarda çok büyük farklılıkların bulunmasının yarattığı çok ciddi soruna ek olarak aynı derecede ciddi bir sorun da yapılacak dolguların tabanındaki zeminin geoteknik özelliklerinin çok kısa uzaklıklarda çok büyük farklılıklar göstermekte olmasıdır. Üzerine dolgu yapılacak olan zemin, pistlerin boyuna ve enine doğrultularda kumlu-siltli taşıyıcı bir zeminden, gevşek, heterojen bir pasa yığımına geçebilmektedir (Şekil 4). Küçümsenmeyecek bir alanda da dolguların tabanı, irili ufaklı göllerin tabanındaki, kalınlığı 6,5m ye ulaşabilen balçık zemine rastlamaktadır. Söz konusu pasa yığınlarının genelde killi, siltli gevşek gereçten oluşmasının yanı sıra yatay ve düşey yönde heterojen yapıda oldukları, bu yığınlarda kömürlü killerin, örtüden sıyrılmış siltli, kumlu gerecin, ocak tabanından kazınarak aktarılmış çamurun, çöp, teneke, parçalanmış lastik, çok büyük miktarda plastik vb gibi işletme atıklarının birbirine karışmış bir şekilde yer aldığı bilinmektedir. Bu heterojen pasa yığınlarının kalınlıklarının yer yer çok fazla olduğu arazide izlenebilmektedir. Dolgulara rastlayan zemin sondajlarının kütüklerinde 30 m ye ulaşan yapay dolguların varlığı görülmektedir. Yapılmış olan 42 zemin sondajının 8 tanesinde 20m den kalın yapay dolguya rastlanmıştır.

Bazı pistlerin bir yanı 20m kalınlıkta ocak atığı üzerinde iken diğer yanı bir gölün üzerine rastlamaktadır. Söz konusu ocak atıkları çoğu yerde bir plan ve özel uygulama gözetilmeden dökülmüş yığınlar şeklindedir. Bu tür atık yığınlarının gevşek, duraysız nitelikleri sahada her yerde görülmektedir. Yığınların bu özelliğın gösteren bir fotoğraf Şekil 5 olarak yer almaktadır. Bu yığınlar, onların üzerlerinde yapılacak dolguların altında uzun bir süreçte büyük miktarda sıkışacak ve oturacaktır. Pasa yığınlarında yük altında kaçınılmaz olarak meydana gelecek olan oturmaların yaratacağı iki

büyük sorun vardır. Bu yığınlardaki oturmalar, düzensiz bileşimlerinin sonucu olarak bir yerden diğerine farklı miktarlarda olacaktır, yani pistin farklı yerleri farklı oturmalara uğrayacaktır. Diğer büyük sorun ise bu oturmaların kabul edilebilir düzeylere inmesinin, oturmaların, rastlantısal olarak düzenli olduğu yerlerde bile, uzun yıllar alacak olmasıdır. Yani dolduralım, bekleyelim, pisti sonra yaparız deme şansı da yoktur. Sözü edilen bu oturma şu sırada sahada bulunan ocak atıklarından oluşan tepelerin ve sırtların, onların üzerlerine konacak yük altında uğrayacakları oturmadır. Ancak pistleri istenilen eğime getirmek için yapılacak yaklaşık 800 milyon metreküp ek dolgu da, kaçınılmaz olarak, yer yer çok büyük



Şekil 4. Kuzey bölgedeki ocaklar ile güneydeki ilksel topoğrafya genelde dik ve yüksek ocak yamaçları ile yan-yanaya gelmektedir. 1 numaralı ana pist sisteminin yüksek yarın üstünden şeklin sağ alt köşesine gelecek şekilde, bir bölümü gölün üzerinde kalarak yerleştirilmesi öngörülmüştür.



Şekil 5. Tasarıma göre, uçuş pistlerinin, havalimanının terminal ve yapılarının, uçakların kullanacağı yolların, park edecekleri alanların büyük bölümü bu fotoğrafta görülen özelliklerde duraysız ve yeterince sıkılaşılmamış pasa yığınlarının üzerinde yer almaktadır.

boyutlarda oturacaktır. Bilindiği üzere kendi yükü altında oturmayacak sağlam kayalardan oluşmaması durumunda her dolgu oturur. Çok özel gereçler kullanarak ve çok özen gösterilerek yapılan dolgular bile zamanla oturur. Kaldı ki söz konusu büyüklükte bir dolguyu gerçekleştirmek için gerekli dolgu gereci karışımını, bölgeden, kabul edilebilir uzaklıklardan, sağlamak olanağı yoktur. Sözü edilen kanal projesi uygulanacak olsa bile oradan çıkacak kazı gerecinin ancak çok az bir bölümü havalimanı için gerekli olan dolgunun niteliklerini taşıyacaktır. Bölgede nitelikli dolgu özelliğinde gerecin sağlanabileceği kaynaklar Kilyos'un güneybatısındaki ve Kumburgaz-Göktürk'ün batısındaki grovak sahalarıdır. Bu sahalar ise bölgede elde kalmış son ormanlık kesimi oluşturmaktadır.

Dolgunun oturmasını hızlandırmak için çeşitli yöntemler vardır; ama, bu yöntemleri kullanarak söz konusu kalınlıkta ve yaygınlıktaki dolgunun oturmasını hızlandırmak ancak kağıt üzerinde olanaklıdır. Dolguların oturmasını hızlandırmak için yerine göre başarıyla uygulanan sarsıntılı, üstten veya dipten beslenerek taş kolon oluşturulması veya dolgu kalınlıkları boyunca çok sık düşey drenler yerleştirdikten sonra büyük miktarda ek-yükleme yapılması gibi yöntemlerin, sahanın büyüklüğü ve dolgunun aşırı kalınlığı nedeniyle burada uygulanabilirliği yoktur. Bu nedenle pasaları doğrudan kullanılacak olan sahanın dışına aktarmak gerekecektir. Eski işletme pasalarının aktarılması dışında, saha içindeki kazılardan çıkacak olan gereçleri kullanarak yapılacak dolguların da, kullanılacak bu gereçlerin özellikleri nedeniyle, kısa ve uzun dönem büyük

boyutlu oturmalarla uğramalarını beklemek gerçekçi olacaktır. Yapılacak laboratuvar ve saha deneyleri ile bu durum kolayca kanıtlanacak ve beklenecek oturma miktarları yeterli duyarlılık ile hesaplanabilecektir. Ancak bu değerlerin küçük olması beklenmez. Bu durumda baş vurulabilecek etkin bir yöntem, dolguların üzerine, hesaplanacak miktarlarda ek-yükleme yaparak, oturmaları, bir iki yıl gibi kabul edilebilir bir süreye indirmek olabilir. Bu yöntemin etkili olabilmesi için, ek yük altında sıkışan dolgunun gözeneklerinde oluşan suyun ortamdan uzaklaştırılması zorunludur. Bu amaçla kullanılması gereken olan düşey ve yatay drenlerin yüz binlerce kilometre uzunluğa erişmesi ve gerekli ön yüklemeye miktarının dev boyutlarda olması bu yöntemi uygulanamaz kılmaktadır.

4.1. Dolgu sorununun aşılabilirliğinin tartışılması.

Karşı karşıya bulunulan dolgu sorununun ürkütücü özelliği, gerek şu sırada sahada bulunan yapay denetimsiz dolgunun, gerekse yapılması gereken yeni dolgunun miktarının çok büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Projede öngörülmüş olan pist başı yükseltilerinin yeniden düzenlenmesi durumunda dolgu miktarında önemli bir azalmanın sağlanıp, sağlanamayacağı sorusunun yanıtı oldukça kolay verilebilmektedir. Pist eğimlerinin fazla artırılabilmesinin, bu havalimanından beklentiler ve buna bağlı standartlar göz önüne alındığında, olanaksız olduğu düşünülmektedir. Bu durumda tek seçenek, pistlerin güney başlarının ve onlarla aynı yükseltilerde olması gereken, güneyden pistleri birbirlerine bağlayan taksi yollarının yer aldığı bölgenin alçaltılması olmaktadır. Ancak, güney pist başı ve taksi yolu platformunun yaklaşık 2 km güneyinde 130m lere varan yükseltilerde yoğun yerleşimlerin bulunduğu göz önüne alınırsa söz konusu alçaltma işleminin çok sınırlı boyutlarda kalacağı ve dolayısıyla dolgu miktarı sorununa bir çözüm oluşturmayacağı anlaşılmaktadır. Alçaltma işlemi nedeniyle sırt boyunca yapılması gereken kazıdan çıkacak olan gerecin de dolgu yapımına büyük ölçüde uygun özelliklerde olmaması da ek bir sorun oluşturacaktır. Alçaltma işlemi pistlerin yönlerini önemli ölçüde değiştirerek de sağlanabilir. Bu ise tüm projenin kökten değişimini gerektirecek olan bir yaklaşım olacaktır.

Sahadaki çok büyük miktarlardaki işletme atığı pasanın kaldırılarak saha dışına taşınması ise büyük parasal yükünün dışında çok büyük boyutlu çevre sorunu yaratacak bir işlem özelliğindedir. Bu dolgunun yerinde bırakılması ve yeni dolguların bunun üzerine yapılması durumunda ise çok ciddi mühendislik sorunları ile karşılaşılacak ve sonuçta elde edilebilecek başarı konusunda, her şeye rağmen bazı belirsizlikler giderilemeyecektir.

Sahadaki bazı dolguların, yapımlarından bu yana geçen oldukça uzun süre içinde oturmalarını önemli ölçüde tamamlamış olabilecekleri düşünülebilirse de bu sürenin bir dolgu bölgesinden, diğerine ve hatta aynı bölge içinde çok değişken olması ve bundan çok daha önemlisi dolguların çok heterojen bileşimde olmaları bundan sonra beklenecek oturmaların gerçekçi olarak hesaplanmalarını olanaksız kılmaktadır.

İstanbul İli için 2000 Yıllık Afet Veri Tabanı Oluşturulması

Disaster Database of Istanbul City for 2000 Years

M. Nilay Özeyranlı Ergenç^a, Oya Yazıcı Çakın^b

^a *BİMTAŞ A.Ş., İstanbul Metropolitan Planlama Ofisi, İstanbul*

^b *Kocaeli Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği ABD, Kocaeli
(nilay.ergenc@ibb.gov.tr)*

Özet: Dünyada birçok kurum, afetlere ilişkin bilgilerin sistematik olarak toplanmasının acil yardım faaliyetlerinin planlanması ve gerçekleştirilmesindeki önemini anlamıştır. Türkiye’de özellikle 2700 yıldan fazla bir tarihi olan İstanbul şehrinde son dönemlerde afetlere ilişkin veri talebi artmakta; ancak ya afet bilgilerini içeren veri tabanları bulunmamakta veya afet bilgisi tarihsel döneme dayanmamakta ve sistematik olarak yayınlanmamaktadır.

Bildiride dünyadaki afet veri tabanları incelenerek, Türkiye’deki geliştirilmiş ve geliştirilmekte olan afet veri tabanlarında uyulması gereken standartlar ve uygulamalar tartışılarak İstanbul için belirlenen kriterlere göre toplanan verilerin bir ön değerlendirilmesi yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet Veritabanı, doğal afet, teknolojik afet, kriter, İstanbul

Abstract: Many of the organizations in the world have realised the importance of the disaster data and are working on to collect the datas for planning the emergency relief activities. The data requirement for researchers are increasing in Turkey, especially in the city of Istanbul which has a 2700 years of history. But databases on disasters are not satisfactory or sistematically released.

The paper evaluates the databases in the world and Turkey, and identifies the standarts and criterias to developpe a new database for Istanbul. And also an assessment of the historical disasters of Istanbul will be given at the results.

Key Words: Disaster Database, natural disaster, technological disaster, criteria, İstanbul

1. GİRİŞ

Hyogo Eylem Planı Çerçevesi kapsamında belirlenen beş öncelik alanından biri risklerin belirlenmesidir. Risk tanımlaması için en önemli eylem ise afet tabanlı kayıpların Afet veritabanı formunda sistematik olarak toplanmasıdır [1]. Tarihi kayıplara ilişkin veri toplamak sadece risk değerlendirmesi için değil aynı zamanda kayıplara karşı edinilen başarının değerlendirilmesi içinde gerekmektedir.

Gelecekteki afetlere karşı etkin önlemlerin geliştirilebilmesi için; tarihsel afetlerin ve bu afetlere karşı alınan önlemlerin neler olduğu, alınan önlemlerin ne kadar etkin olduğu veya etkin olmadığı ve bu afetlerden alınan derslerin neler olduğuna ilişkin bilgi gerekmektedir.

Dünyada birçok kurum, afetlere ilişkin bilgilerin sistematik olarak toplanmasının acil yardım faaliyetlerinin planlanması ve gerçekleştirilmesindeki önemini anlamıştır. Doğal ve teknolojik afetlerin gerçek zamanlı olarak incelenmesi riskin gelecekte azaltılabilmesi içinde önemlidir. Ayrıca sigorta sektörü açısından bu tür ayrıntılı bilgilere çok ihtiyaç vardır. Türkiye’de de son dönemlerde afetlere ilişkin veri talebi artmakta; ancak ya tarihsel afet bilgilerini içeren veri tabanları bulunmamakta veya afet bilgisi sistematik olarak kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik olarak yayınlanmamaktadır.

Uluslararası ölçekte Natcat (MunichRe), Sigma (SwissRe), EMDAT (CRED) ve GLIDE (ADRC) gibi birçok veritabanı bulunmaktadır. Ulusal ölçekte ise TUAA (AFAD), Teknolojik Kazalar (ODTÜ) ve AKOMAS (IBB) gibi veritabanları bulunmaktadır. Bu veri tabanlarının en belirgin ortak özelliği ise ortalama son 100 yılı içermesi ve doğal veya teknolojik afetlerin bir kısmını içermesidir.

Üç imparatorluğa başkent yapmış, 2700 yıllık geçmişi olan İstanbul şehri, birçok doğal ve teknolojik afetlere maruz kalmıştır. Bu afetlere ilişkin bilgilerin birçoğu çok sayıda kurum veya araştırmacılar tarafından toplanmış ve farklı kaynaklarda yer almaktadır. Fakat bu konularda bilimsel çalışma yapan araştırmacılar ve karar verici kuruluşlar farklı kurumlarda olan bu kaynaklara erişimde zorluklar yaşamaktadır. Bu erişim zorluklarından biride metinlerin eski Türkçe ile yazılmış olmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışma kapsamında, Bizans dönemi İstanbul’u olan Bizantium’dan, Cumhuriyet dönemi İstanbul’una kadar olan dönemde yaşanan, farklı kaynaklarda bulunan doğal ve teknolojik afet kayıtlarının tek bir sistem üzerinden sunulması amaçlanmaktadır. Bu sistemde; erişilebilir ve kullanıcı dostu bir ara yüz ile ihtiyaca yönelik sorgulama yapılabilmesi, mekânsal olarak afetlerin görüntülenebilmesi, afet tehlike haritasının oluşturulması ve sürdürülebilir olması hedeflenmektedir.

Bildiride hedef çalışmanın literatür taraması, geliştirilen veritabanı için belirlenen kriterler ve kaynak taraması sonucu erişilen iki bin yıllık verinin analizi yapılacaktır.

2.LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Tarihsel Afet Verisinin Afet Yönetimindeki Önemi

Tarihi afet verisi afetler, afetlerin etkisi ve afet senaryoları için olmazsa olmaz bilgilerdir. Mevcut afet risklerinin anlaşılması, geçmişteki zarar azaltma yöntemlerinin etkinliği ve gelecek senaryoların üretilmesi veya afet etkilerinin trendlerinin belirlenmesinde tarihi afet verileri kullanılmaktadır. Dünyada risklerin modellenmesinde, risk seviyesinin belirlenmesinde ve afetin potansiyelin etkilerinin saptanmasında tarihi afet verileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, geçmiş afetlere ilişkin bilgi afet zararlarının azaltılması ve acil müdahale için kaynak özelliği de taşımaktadır. Bu yüzden de tarihi afetlere ilişkin bilgi afetlerin yaratacağı etkilerin azaltılmasında elzemdir[2].

Doğal afetlerin risklerinin hesaplanması, afetlere hazırlığın ana bölümünü oluşturmakta ve hem afetlerin olma ihtimallerinin hem de hasarın derecesinin hesaplanmasını kapsamaktadır. Tarihi veri, risk değerlendirme modellerinin oluşturulmasında temel bir girdi olarak kabul edilmekte ve modelin sonucunda çıkacak olan risk seviyesini de etkilemektedir. Bu yüzden tarihi verilerin miktarı ve kalitesi risk değerlendirme modellerinin sonuçları açısından önemlidir.

2.2. Mevcut Afet Veritabanları

EM-DAT, NatCatSERVICE vb. gibi küresel afet veritabanları veya TUA, AKOMAS gibi ulusal afet veri tabanları, farklı doğal tehlikelere ve teknolojik kazalara ait bilgileri sağlamaktadır.

2.2.1 Uluslararası afet veritabanları

2.2.1.1 Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (CRED): EM-DAT

Acil Durum Yönetimi Veri Tabanı (EM-DAT), 1988 yılında Belçika'da doğal ve teknolojik afetlerin verilerini toplamak için kurulmuş olup,

Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi tarafından geliştirilmiştir. Veritabanında yaklaşık 17,000 afet verisi bulunmaktadır[3].

EM-DAT her afeti özel tanımlamalarla kodlamaktadır. Bu veri tabanında sorgulamalar, 6 haneli olan afet numarası; Ülke kodu, Afet grubu (Doğal, teknolojik), Afet alt-grubu (meteorolojik, jeofizik, hidrolojik, iklimsel, biyolojik ve teknolojik), tarih, ölü sayısı, yaralı sayısı, evsiz nüfus, etkilenen, tahmin edilen hasar gibi kriterler esas alınarak yapılabilmektedir. CRED'in veri tabanında kullandığı numara; afet kodu, tarih, olayın numarası ve ülke kodundan (örneğin, EQ-1999-0046-TUR) oluşmaktadır. EMDAT'ta Türkiye'nin afet istatistiği için yapılan sorgulamalarda erişilen sonuçlar, bölgesel ölçekteki daha küçük olayların etkisini analiz etmek için yetersiz kalmaktadır.

2.2.1.2 Asya Afet Zararlarını Azaltma Merkezi (Asian Disaster Reduction Center (ADRC): GLIDE Numarası

ADRC 1998'de Japonya'nın Kobe kentinde Asya ve Güney Asya bölgesindeki üye ülkelerle doğal afetlere ilişkin bilgi paylaşımını sağlayarak yöntemiyle afet zararlarını azaltmak amacıyla kurulmuştur. Veri tabanındaki bilgiler GLIDE Numarası, olayın yeri, tarihi/süresi, ölü ve yaralı sayısı, tahliye edilen kişi sayısı ve hasar bilgisinden oluşmaktadır. Veri tabanındaki bilgilerin kaynakları Birleşmiş Milletler kuruluşları, Reuters ve benzeri uluslararası haber kurumları ve çeşitli STK kuruluşlarıdır [4]. GLIDE'ta Türkiye için yapılan sorgulamalarda şekil 2.1 te ki gibi istatistikî bilgilere ulaşılabilir. Fakat bu bilgilerde tüm afetleri kapsamamakta ve analiz yapmak için yetersiz kalmaktadır.



Şekil 2.1: GLIDE veritabanında Türkiye için sorgulama sonucu

2.2.2 Ulusal Afet Veritabanları

2.2.2.1 Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD): Türkiye Ulusal Afet Arşiv Sistemi (TUAA)

Türkiye Ulusal Afet Arşiv Sistemi (TUAA), ülkemizin doğal afetler karşısında yaşadığı deneyimleri, yaptığı çalışmalarını ve afetlerin sonuçları gibi verileri günümüz bilişim olanakları ile kullanıcıya aktarmak amacıyla hazırlanmış bir sistemdir [5]. Sistemde illere, bölgelere, afet türüne ve meydana geldiği yıllara göre de sorgulama yapılabilmektedir. İstanbul ili yapılan sorgulamada 1955-2010 yılları arasındaki 108 adet afete ilişkin bilgi bulunurken, 1953 Küçükçekmece seli ile 1984 depremine ilişkin bilgide sisteme eklenmiştir. Fakat sistemde veri girişi yapılmış olan bu afetler, bölgesel veya ülke ölçeğindeki analizlerde kullanılabilir iken, İstanbul ilinin tehlike profilinin ve tehlike analizinin çıkarılması için yetersiz kalmakta, kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır.

2.2.2.2 Teknolojik Kazalar Bilgi Sistemi

Teknolojik kazalar bilgi sistemi, bir doktora tezi kapsamında geliştirilmiş ve Türkiye’de yaşanmış olan endüstriyel kazalar için ilk kez bir envanter oluşturulmuştur [6]. Sistem 1950’li yıllardan bugüne kadarki dönemde Türkiye’de meydana gelen teknolojik afetlere ilişkin bilgiyi kapsamakta ve kaza çeşitliliğine göre, kimyasal içeriklere göre analiz yapmak için gerekli

olan sorgulamaları ve detayları kapsamaktadır. Sistem web tabanlı, çok dilli ve çok kullanıcı olarak tasarlanmıştır. Sistem’de İstanbul için yapılan sorgulamalarda 201 adet Endüstriyel kaza, 31 adet İstanbul Boğazi’nda deniz kazası, 18 adet boru hattı kazası, 52 adet kentsel kaza(yangın), 2 adet Askeri kazaya ilişkin bilgiye ulaşılmıştır. Sistem İstanbul’da meydana gelen Endüstriyel kazalara ilişkin bilgi sağlamaktadır. Fakat haberlerin yayın hakkı sorunları nedeniyle, araştırmacılar tarafından olayın detay bilgisine ulaşılamamaktadır.

2.2.3 Geliştirilen Sistem için Afet Türlerinin Sınıflandırılması

Sistemde afetler iki şekilde sınıflandırılacaktır;

- Doğal Afetler
- Teknolojik Afetler (İnsan Kaynaklı Afetler)

2.2.3.1 Doğal Afetlerin Sınıflandırılması

EMDAT doğal afetleri 5 alt gruba ayırmaktadır. Bu grupların altında 12 çeşit afet türü bulunmaktadır. Bu afet türleri de kendi içlerinde 30 alt-türe ayrılmaktadır [7]. Geliştirilecek olan sistemde sistemin uluslararası formlara uygun olması ve doğal afetlerin sınıflandırılmasında en yaygın olarak EMDAT sınıflamasının literatürde kabul görmesinden dolayı aşağıdaki sınıflama kullanılacaktır.

DOĞAL AFETLER			
Bivolojik	Jeofiziksel	Hidrolojik	Meteorolojik
<ul style="list-style-type: none"> -Salgın Hastalıklar -Viral enfeksiyon -Bakteriyel enfeksiyon -Parasitik enfeksiyon -Fungal enfeksiyon -Prion enfeksiyon -Böcek istilası -Hayvan istilası 	<ul style="list-style-type: none"> -Deprem -Tsunami -Volkan -Kütle hareketi-Kuru -Heyelan -Çığ -Çöküntü 	<ul style="list-style-type: none"> -Sel -Genel Sel -Ani gelişen sel -Kıyı seli -Kütle hareketi- Islak -Çamur akması 	<ul style="list-style-type: none"> -Fırtına -Tropikal siklon -Ekstra tropikal siklon -Yerel fırtına
			İklimsel
			<ul style="list-style-type: none"> -Aşırı Sıcaklıklar -Sıcak hava dalgası -Soğuk hava dalgası -Aşırı kış koşulları -Kuraklık -Yangın -Orman yangını -Kentsel yangın

Şekil 2.2: EMDAT veri tabanında doğal afetlerin sınıflanması

Geliştirilecek olan Afet Veri Bankası için bir sınıflama geliştirilmiştir. Buna göre araştırmada kullanılacak olan sınıflama Şekil 2.3'te verilmiştir;

TEKNOLOJİK AFETLER		
Endüstriyel kazalar	Ulaşım Kazaları	Karışık Kazalar
-Patlama -Yangın -Zehirlenme -Diğer	-Hava -Raylı -Kara yolu -Deniz -Uzay	-Gıda zehirlenmesi -Çevre Kirliliği -Maden kazaları(Patlama, çökme, gaz sızıntısı, sel) -Tehlikeli maddeler (Radyasyon,KBRN,Gaz sızıntısı) -Kentsel Kazalar (Yangın, Patlama, Bina)

Şekil 2.3: Geliştirilecek veri tabanında kullanılacak olan teknolojik afetlerin sınıflanması

2.2.4 Belirlenen Afet Kriterlerine göre Arşiv Araştırması

2700 yıllık İstanbul şehri birçok imparatorluğa başkentlik yaptığı gibi, kentte birçok büyük olay ve afette meydana gelmiştir. Depremler, yangınlar, savaşlar ve yenileme girişimleri gibi sayısız doğal ya da teknolojik afetler, Yunan, Helenistik, Roma, Bizans ve Türk mimari örnekleriyle sanat yapıtlarını küllerin ve toprağın altına gömmüş hatta bazen anılarını da ortadan kaldırmıştır [8]. Tarihsel süreç boyunca meydana gelen bu afetler, kentin tehlikelere maruziyeti hakkında da bilgi sağlamaktadır.

Üç dönemin İstanbul'unu (Bizantion, Konstantinopolis, İstanbul) kapsayan çalışma için; Bizans, Osmanlı, Cumhuriyet dönemine ait kitaplar, kaynaklar, arşivler, gazeteler, Başbakanlık Osmanlı Arşivi, İstanbul tarihine ve afetlerini irdeleyen tezler, yayımlar, Kamu kurumları, Kamu kurumlarının arşivleri araştırılmıştır. Bugüne kadar yapılan araştırmalar

genelde kütüphanedeki kaynakların (tez, kitap, makale, uzun süreli yayın, veri tabanları) araştırılmasını kapsamaktadır. Bugüne kadar erişilen verilere ait kaynaklar; İstanbul Araştırmaları Enstitüsü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Atatürk Kitaplığı, Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi, İnternet, AKOM Afet Bilgi Sistemi(AKOMAS) Yazılı ve Web Erişimli Arşivi, Teknolojik Kazalar Bilgi Sistemi, Sahaflardan elde edinilen kitaplar ile AKOM, İtfaiye Arşivi vb. kurumsal kaynaklardaki araştırma çalışmalarından oluşmaktadır.

3. SONUÇLAR

Çalışmada afet kriterleri detaylı olarak belirlenmiştir. Arşivlerde kriterlere uyan ve afet özelliği taşıyan verilere erişildikçe de kriterlerde geri dönüşüm yapılarak, yeni öneriler getirilmektedir.

Elde edinilen kaynaklarda yer alan afetlerden çıkan sonuçlar;

- 1) Erişilen kaynaklardan elde edilen tüm veriler dönemsel afetlerin birincil kaynaklarından (Bizans tarihçilerine ait kitaplar, Başbakanlık Osmanlı Arşivi, Yıllıklar...) elde edilmiştir. Kaynak olarak kullanılan verilerde birincil kaynaktan yararlanılmamış olması durumunda ikinci bir kayıttan (varsa) aynı afete ilişkin veri teyit edilmektedir. Olmaması halinde veri sisteme dahil edilmeyecektir.
- 2) Bulunan afet verisinin sisteme dâhil edilmesi için;
 - en az iki kaynaktan yer alması (eğer veri birincil kaynak gösterilerek alınmışsa tek kaynak yeterli sayılabilmektedir),
 - doğal ve teknolojik afetler için belirlenen kriterlere uygun olması gerekmektedir.
- 3) Bugüne kadar toplanan tüm veriler Excel formatında bir tabloda listelenmiştir. Afet veri tabanına veri olarak bugüne kadar 1300 veriye erişilmiştir. Verilerin çoğu Bizans ve Osmanlı dönemine aittir. Erişilen bilgilere göre Bizans dönemi İstanbul’unda 187 afet meydana gelmiştir. Osmanlı dönemine ait toplanan veri sayısı ise 816’dır. Cumhuriyet dönemine ait veriler 677’dir. Bizans dönemine ait bu kadar az veriye ulaşılmasının nedeni Bizans’ın yazılı kaynaklarının Osmanlı’ya nazaran yetersizliğidir. Cumhuriyet dönemine ait verilerin sayısının az olması ise döneme ait gazete ve kurum araştırmasının henüz tamamlanamamış olmasından kaynaklanmaktadır.

KAYNAKLAR

- 1 “CRED Disaster Figures Press Release”, (2009), ISDR
- 2 Zhou Y., (2010), “An Object-Relational Prototype of a GIS-Based Disaster Database”, Yüksek Lisans Tezi, School of Mathematical and Geospatial Sciences College of Science Engineering and Health Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) University,
- 3 <http://www.emdat.be/> (Ziyaret tarihi: 10.06.2013)
- 4 Tschoegl L., Below R., Guha-Sapir D. (2006), “An Analytical Review of Selected Data Sets on Natural Disasters and Impacts”, UNDP/CRED Workshop on Improving Compilation of RELiable Data on Disaster Occurrence and Impact., Thailand,
- 5 Hamzaçebi G., Nurlu M., Akın D., Koç N. (2007), “Ulusal Afet Arşiv Sistemine Ayrıntılı Bir Bakış”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul-Türkiye
- 6 <http://teknolojikkazalar.org/> (Ziyaret tarihi: 11.11.2013)
- 7 Guha-Sapir D, Vos F, Below R with Ponserre S. (2012), “Annual Disaster Statistical Review 2011: The Numbers and Trends”, CRED, Brussels
- 8 Kuban,D. (1996), “İstanbul Bir Kent Tarihi”, Tarih Vakfı Yurt yayınları, İstanbul,

Kanal İstanbul Neden Olmaz

Lunatic Project Channel İstanbul

A. Cemal Saydam

*Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Ankara
(acsaydam@gmail.com)*

Özet: Yapılması düşünülen yeni kanal da İstanbul Boğazının Marmara çıkışında Boğazın kendine has akış karakteristiklerine sahip olacaktır. Bu noktada Marmara Denizinin besin açısından zengin alt su tabakası üst suya karışacak ve önce üst tabakaya daha sonra da alt tabakaya ilave organik yük taşıyacaktır. Bu ilave yükün üst tabakaya etkisi balıkçılık faaliyetlerinin artması şeklinde yansırken alt tabakaya da ilave organik yük getirecek ve zaten tükenme noktasında olan oksijenin tamamen tükenmesine neden olacaktır. Anoksik koşulların oluşması bir daha asla geri döndürülemez ve bu ortamda tüm Marmara Denizinin atmosferi hidrojen sülfür gazından etkilenecek ve yaşanamaz bir ortam oluşturacaktır.
Anahtar Kelimeler; Kanal İstanbul, akış dinamikleri, anoksik ortam.

Abstract: The proposed new channel will have similar unique flow characteristics with the Bosphorus thus will create a jet stream affect at its Marmara Junction. At this point yet another mixing zone will be created and nutrient rich Marmara Sea bottom layer will mix with the upper layer and results with additional organic load fort he upper and eventually for he bottom layer. The initial reflection at the upper layer will most likely to be enhanced fishing activities but fort he bottom layer this continuous additional load will eventually diminish oxygen level that is already at near extinction levels at the bottom layers. Thus Channel İstanbul will alter the existing atmosphere of the Marmara region form habitable to inhabitable conditions since anoxic bottom layers will act as a continuous source of hydrogen sulphide and this condition will persist forever since once altered the anoxic conditions will never reverse its status.

Key Words: Channel İstanbul flow Dynamics, anoxic conditions

1. GİRİŞ

Ortaya konulan Kanal İstanbul hakkında ne yazık ki halen kimsenin detaylı bir bilgisi olmadığı gibi bu işin devlet tarafından hangi kurum veya kurumlar tarafından üstlenildiği hakkında da en ufak bir bilgi yoktur. Dolayısı ile bu bildiriye ortaya konan görüşler sadece ve sadece basına yansıyan haberlere göre derlenmiş ve olası bir kanalın Marmara Denizine etkileri göz önüne alınarak hazırlanmıştır.

Marmara Denizi ve Boğazlar sistemi yeryüzünde sadece ve sadece kendine özgü ve bir başka benzeri olmayan özelliklere sahiptir. İki tabakalı bu sistem sadece 12000 sene önce tatlı su gölü olan Karadeniz'in yine tatlı su gölü olan Marmara üzerinden geçerek Akdeniz'e ulaşması ve yine tuz dengesini sağlamak bağlamında yoğun Akdeniz suyunun da Çanakkale ve Marmara Denizini geçerek Karadeniz'e ulaşması ile tarif edilebilir. Halen var olan sistem son 3000 seneden bu yana süregelmektedir. Denizlerimizde olan bilimsel ilgimiz ise son 30-40 senelik bir geçmişe sahip olmakla beraber yetişmiş insan gücümüz ile artık denizlerimizin dinamikleri ortaya konmuş vaziyettedir. Özellikle yerkürede tek olan Marmara Boğazlar sistemi ise en detaylı çalışılan denizimiz konumuna gelmiştir.

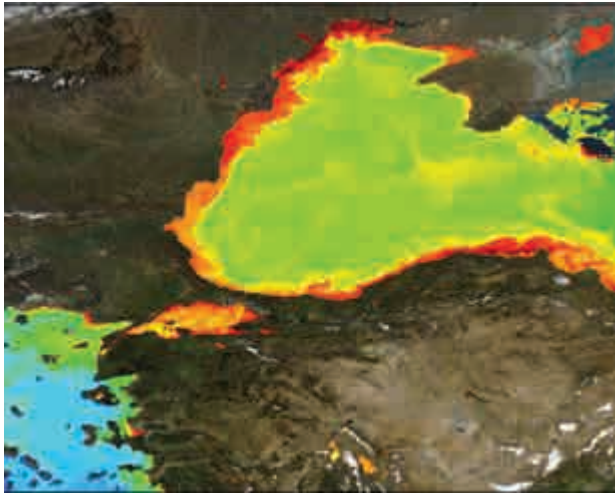
Özellikle ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü bu sistemin dinamiklerini ortaya koyan pek çok esere imza atmış durumdadır. Bilimsel esasların ortaya konması ile birlikte Boğazlar Marmara sisteminin olası değişikliklere nasıl cevap verebileceği hakkında da bilimsel verilere dayanan önerilerde bulunmak mümkün olmaktadır. Bu bağlamda örneğin Yenikapı ISKİ arıtım tesislerinden çıkan suyun Ahırkapı açıklarından alt tabakaya verilmesi ve atıkların Karadeniz'e taşınması projesi pek çok bilim çevresinin karşı çıkmasına rağmen bilimsel verilerimiz doğrultusunda hayata geçirilmiş ve halen de beklenildiği gibi çalışmaktadır. Bir başka olgu da hiçbir zaman temizlenemez artık denilen Haliç'in de zamanın belediye başkanının önerdiği gibi göz mavisi rengine dönüşeceği iddiasına tebessümle bakılırken yaptığımız araştırmalar sonunda bu olgunun kısa bir zamanda olabileceği olgusu olmuştur. Artık temizlenemez denen Haliç'in tek sorununun dubalı sistem ile kurulmuş olan eski Galata ve halen çalışmakta olan Unkapanı köprüleri dubalarının 4 metrelik su kesimi nedeni ile oluştuğunu bulduk. Su akışının engellendiği dubaların kaldırılması ve köprülerin ayaklı sisteme geçmesi ile Haliç içerisinde var olan akıntı sistemini ile yüzey sularının neredeyse dakikalar içerisinde Boğaz suyu kadar temiz olacağını da söylediğimizde yine tebessümlü bakışlarla bize bakanlar şimdi yanıldıklarını anlamış durumdadır.

Burada esas olan bilimin ışığından sapmamak ve bilimsel doğruları ortaya koymaktan ibarettir. Bilimsel olgunun her zaman doğru olması gerekirken ülkemizde maalesef bazı bilim çevreleri doğru zannettikleri yanlışlar ile bazı olguların geçici de olsa değişebildiği izlenmektedir. Hayli olduğu veya sadece deniz kıyısı kara arasında var olduğu zannedilen kıyı kenar çizgisinin ihlal edilmesi durumunda ise doğanın bu sınırlar içerisinde nasıl hareket edeceğini ve buraları ihlal eden yapıları nasıl yerle bir ettiği de her olağanüstü olay sonrası acı bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çılgın Proje olarak adlandırılan Kanal İstanbul'da hiçbir bilimsel temele dayanmayan bir proje olarak karşımıza çıkmıştır. Bu bildiri de anılan projenin neden olmaması gerektiğini en temel esaslardan hareket ile bilimsel olarak ortaya koymaya çalışacağım.

2. BOĞAZLAR NEDEN AKAR

Türk Boğazlar sisteminde var olan akıntının yegâne nedeni Akdeniz'in buharlaşma baseni olmasından ileri gelmektedir. Kapalı bir basen olan bu deniz yaz ve kış mevsimleri sürecinde buharlaşma ile su kaybeder ve deniz suyu seviyesi Atlantik Okyanusundan ve Karadeniz'den daha alçak olur. Ayrıca Karadeniz'e giren tatlı su miktarı da Karadeniz'in Akdeniz'e göre daha yüksek olmasına neden olur ve bu fazla su Türk Boğazlar Sistemi aracılığı ile Akdeniz'e boşalır. İstanbul ve Çanakkale Boğazlarının yüzey suyunun veya Cebelitarık Boğazındaki yüzey suyunun Akdeniz'e akış nedeni tamamen bu esasa dayanmaktadır. (Şekil 1) Doğa tuz dengesini sağlamak amacı ile hem Cebelitarık Boğazından hem de Çanakkale ve İstanbul Boğazları aracılığı ile yoğun suyu da Atlantik Okyanusuna ve Karadeniz'e akıtmaktadır. 12000 sene önce tamamen tatlı su gölü olan Karadeniz'in günümüzde %o 17 ye ulaşan tuzluluğunun yegâne nedeni de bundan dolayıdır.

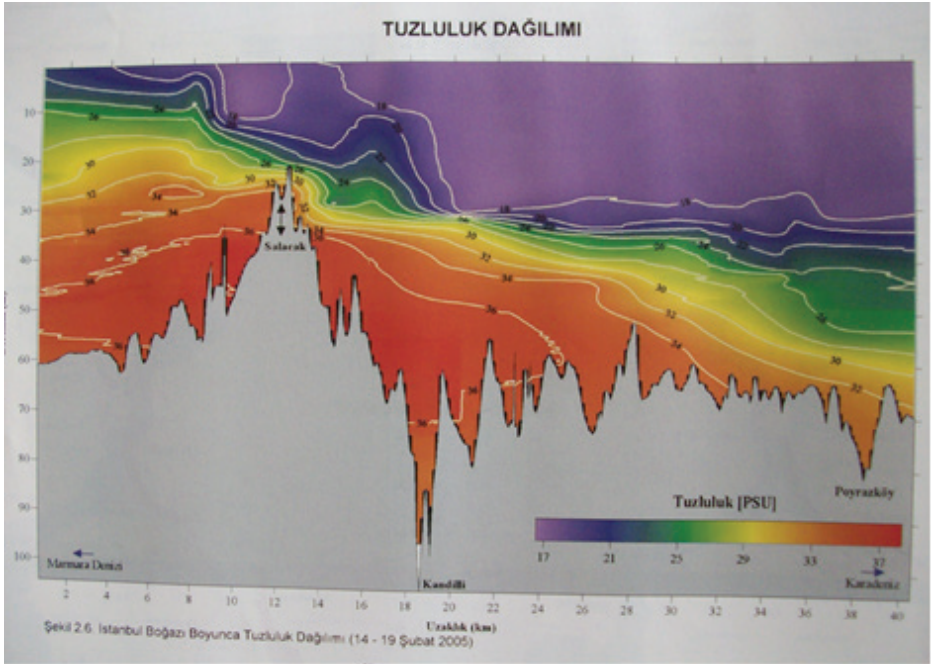


Şekil 1. Karadeniz Akdeniz ve Marmara Denizlerinde mevcut akıntılarının klorofil perspektifi ile değerlendirilmesini gösteren uydu görüntüsü.

Kaynak: We acknowledge the use of Rapid Response imagery from the Land Atmosphere Near-real time Capability for EOS (LANCE) system operated by the

NASA/GSFC/Earth Science Data and Information System (ESDIS) with funding provided by NASA/HQ.

Sadece bir renkler manzumesi olarak ta algılanabilecek bu uydu görüntüsü Marmara'yı etkileyen suyun nereden geldiğini Karadeniz suyunun Marmara çıkışındaki ve Marmara suyunun Çanakkale Boğazı çıkışındaki etkilerini gören gözler için net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu dinamiklerin yerkürede sadece ve sadece Boğazlar Marmara sistemine ait olması onu ayrıcalıklı bir konuma taşımaktadır. Sistemin dolaşım dinamiklerinin bilinmesi ile mevcut akışlardan nasıl yararlanılabileceği veya olası etkilerin neler olabileceğini de önceden tahmin edebilmek mümkün olmaktadır.



Şekil 2. İstanbul Boğazındaki üst ve alt tabaka suyunun tuzluluk değişimi.
Kaynak: Türk Boğazları Oşinografi Atlası. SHOD 2009.

Şekil 2’de gösterildiği gibi, Karadeniz’den 60 metre kalınlığında Boğaza giren bu su Akdeniz’e olan yolculuğu sürecinde hem İstanbul Boğazının derin çukuru ve tepe noktası nedeni ile iki hidrolik kontrol noktasından geçer ve kritik akış ile Marmara Denizine 15 metre kalınlığında çıkar. Aksi istikamette de 40-50 metre kalınlığında İstanbul Boğazına giren ve tamamı Akdeniz’in tuzlu suyundan oluşan Marmara alt tabaka akıntısı da Karadeniz’e birkaç metre kalınlığında da olsa çıkar ve basenin

derinliklerinde kaybolur. Karadeniz'den gelen suyun Marmara'ya çıkışı bu nedenle bir jet akımı şeklinde olur ve bu su başka türlü üst su ile karışma olasılığı olmayan ve besin tuzu açısından zengin olan alt tabaka suyunu üst suya taşır. Güneş ışığı ile buluşan bu su ise kısa zamanda alg patlamasına neden olur. Marmara denizinin balık açısından zenginliği de bu nedene dayanmaktadır. Organik madde açısından zengin olan bu su Çanakkale'ye doğru hareketi sürecinde batar ve sonuç olarak alt tabakada parçalanmaya uğrar. Bu parçalanma olayı oksijen tüketen bir süreçtir ancak Marmara Denizindeki tabakalaşma nedeni ile atmosferik oksijen alt tabakaya geçemez ve alt suyun oksijen sadece Akdeniz'den gelen tuzlu sular ile desteklenebilir. İşte bu denge son 3000 sene bu yana Marmara denizinin alt tabakasında özellikle de İstanbul şehri tarafında oksijenin alt tabakada tükenme seviyesine kadar düşmesine neden olmuştur ancak sistem halen oksiktir.

2.1. Kanal İstanbul

Karadeniz'i Marmara'ya birleştiren mevcut kanala paralel şekilde yapılacağı düşünülen kanal ile ilgili olarak topluma sunulan bilgiler benim de sizler gibi basından edinebildiğimiz hurafelere dayanmaktadır. Bir deniz bilimcisi olarak kanalın geçmesi muhtemel alanlar ilginçtir dışındadır burada olası bir kanalın Marmara Denizine etkileri tartışılacaktır. Planlanan kanalın petrol taşıyan tankerlerin geçişi esas alınarak tasarlandığı düşünülür ise basında bahsi geçtiği gibi en az 25 metre derinlikte ve 150-200 metre de eninde olması gerektiği ortaya çıkar. Gelecekte VLCC olarak adlandırılan tankerlerin su kesiminin dahi 25 metre olması yapılması planlanan kanalın 25 metreden daha derin olmasını gerektirdiği de ortadadır. Ancak bu boyutlarda dahi elimize 10-15 adet Sakarya nehri debisi ile uğraşmak durumunda olduğumuz ortaya çıkar. Boyutları her ne olur ise olsun yeni kanalda da Karadeniz'den Marmara Denizine doğru su akışı olacaktır. Ancak yeni kanalda zemin düz olacağı için kanala 25 metre kalınlığında giren Karadeniz suyu tüm kanalı aynı tuzlulukla aşacak ve Marmara Denizinin yüzeyine yayılırken yine jet akışı ile çıkacak ve bu süreçte de yine alt sudan su kapacak ve Marmara'ya yayılacaktır. Marmara Denizinde var olan dengeler Marmara Denizinin alt tabakasına verilen atık sular nedeni ile zaten bir zorlama altındadır. Ergene Nehrinin sularının da ön arıtmadan sonra yine Marmara Denizinin alt tabakasına verileceği haberleri de bu baskıyı artıracak niteliktedir. Ancak bunlara ileri arıtım teknikleri ile olası çözümler bulmak ve suları temizlemek mümkündür. Kanal İstanbul'un Marmara çıkışında ise meydana gelecek jet akışının alt sudan kapıp yüzeye taşıyacağı besin maddesi solu suların yüzeyde yapacağı organik patlama ise kanalın devreye alınması ile birlikte sonsuza kadar

devam edecek bir olgudur. Bu ikinci ve sürekli yükün meydana getireceği ilave yük eninde sonunda alt suya gidecek ve buradaki bakteriyel parçalanma sürecinde ilave oksijene gereksinim duyacaktır. Doğal olarak tükenme sınırında olan oksijen bu ilave yük nedeni ile er veya geç ama mutlaka tükenecek ve alt suda anoksik koşulların oluşumuna neden olacaktır. Er veya geç belirli bir süreç olmayıp kanalın açılması halinde bu sürecin onlarca sene olması durumunda dahi sistemin bu anoksik koşullara ulaşma ihtimali neredeyse kaçınılmazdır. Sistem bir kez anoksik koşullara geçince de artık bir daha geri dönüşü olmayacaktır.

Anoksik koşulların Marmara'nın alt suyunda oluşması günlük yaşantımızı etkilemez gibi bir düşünce de maalesef olmayacak ve örneğin İstanbul Boğazı boyunca alt suyun üst su ile karıştığı Salacak veya Bebek Arnavutköy Kuleli Lisesi önlerinde dipten kaynaklı sular şeklinde izlenen olaylara bu sefer hidrojen sülfür kokusu da ilave olacaktır. Alt suyun üst su ile doğal olarak karıştığı her lodos olayı artık sadece bir rüzgar yönü ve yarattığı dalgalar nedeni ile deniz trafiğini etkileyen bir olay değil bol hidrojen sülfür kokulu bir olgu haline gelecektir. Alt suda oluşacak anoksik koşullar ve bunun üst suya karışması ile balık yaşamı da kesinlikle sona erecek ve ilk önce Gemlik İzmit gibi körfezlerde bu etki hissedilecektir.

Anoksik koşullar bir kez oluşur ise geri dönmesi imkansızdan da öte giderek te artan hidrojen sülfür gazı birikimine yol açacak ve gelecek onarlı seneler içerisinde tüm Marmara bölgesi hidrojen sülfür gazının etkisine girecek ve şehir er veya geç ama mutlaka terk edilmesi gereken bir bölge haline gelecektir.

3. SONUÇLAR

Kanal İstanbul gibi yerkürede sadece bize has özellikler taşıyan iki denizimizi birleştiren bir projenin etüt çalışmaları sürecinde doğal olarak görüşü alınması gereken deniz bilimlerine danışılmamış olması böyle bir projenin tartışılması gibi bir olguyu yaratmıştır. Tüm Marmara bölgesini yaşanmaz hale getireceği kesin olan ve zamanla da Karadeniz ve hatta Akdeniz basenindeki ekolojiyi de tamamen değiştirme potansiyeline sahip böyle bir proje rafa dahi kaldırılmadan kesinlikle unutulmalıdır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü Heyelan Tespit, Araştırma ve İzleme Çalışmaları

İstanbul Metropolitan Municipality Directorate of Earthquake and Ground Analysis Projects for Location, Investigation and Monitoring of Landslides

Ahmet Tarih^a, Esen Arpat^b

^a *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü*

^b *Geomar Mühendislik Ltd. Ş.*

(esenarpat@gmail.com)

Özet: İstanbul Büyükşehir Belediyesi geçmişte ilin çeşitli yerlerinde ufak yerel alanlarda heyelan çalışmaları gerçekleştirmiştir. İstanbul'un en geniş heyelanlı yerleşim bölgesi olan Büyükçekmece-Beylikdüzü bölgesi ise 2016 yılında sonuçlandırılması öngörülen çok-disiplinli geniş kapsamlı bir projede ele alınmıştır. Bu proje kapsamında bölgenin yeni oluşturulan topoğrafya haritası altlık olarak kullanılarak bölge heyelanlarının ayrıntılı bir haritası oluşturulacaktır. Bu heyelanların üç boyutlu olarak belirlenebilmeleri için ayrıntılı jeolojik haritalama, karotlu sondaj, sismik yansıma ve elektriksel özdirenç yöntemlerinden yararlanmak öngörülmüştür. Açılmış olan çok sayıdaki kuyu kütle içi yamulmaları izlemeye yönelik olarak donatılmıştır. Yüzey yamulmalarını izlemek için de yoğun bir ölçüm ağı oluşturulmuştur. Büyük heyelan kütlelerinin gerek kütle içi yamulmalarının gerekse kaymalarının yer altı suyu hareketleri ve deprem kaynaklı ivmeler ile ilişkilerini kurmak için düzenekler oluşturulmaktadır. Projenin sonuçlarının bölgenin gerek var olan, gerekse oluşabilecek heyelan kütlelerini saptamakta, bu kütlelerin kayma mekanizmalarını anlamakta ve bu kütlelerin büyük bir deprem sırasında bile duraylılıklarını kaybetmemeleri için alınabilecek önlemleri belirlemede kullanılması öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Heyelan, Büyükçekmece, Beylikdüzü.

Abstract: Several, local small scale landslide studies had been performed by İstanbul Metropolitan Municipality authority, in the past. Now a multidisciplinary project planned to be accomplished by the end of the year 2015 is going on in

Büyükçekmece-Beylikdüzü area which is the largest landslide-involved region of the city. The project covers the production of a new detailed topographical map of the region, now being used as a base map for geological and geomorphological mappings. Core drilling, seismic reflection and electrical resistivity surveys are being performed in order to delineate the major landslides of the area, in three dimensions. Large numbers of boreholes have been equipped to measure subsurface deformations. A dense survey net has been established to detect surficial deformations. Some of the large landslide masses are equipped with instruments to investigate the deformation/pore pressure relationship. The project is expected to provide data to locate present and potential landslide masses, to better understand their sliding mechanism and to conceive means to prevent instability of the major landslides even during earthquake-induced large accelerations.

Key Words: landslides, Büyükçekmece, Beylikdüzü.

1.GİRİŞ

Oluşum zamanı, yeri ve boyutlarının önceden tespiti uzun soluklu ve maliyetli çalışmalar gerektiren heyelanlar, oluştukları bölgede afet boyutunda can ve mal kaybına neden olabilen doğa olaylarıdır. Heyelanların olumsuz etkilerinden korunmak ancak potansiyel sahaların çok disiplinli yöntemlerle gözlenmesi, araştırılması, mekanizmaların tespiti ve bu kapsamda geliştirilecek önlemlerin uygulanması ile mümkün olabilmektedir. İstanbul İl alanının özellikle Avrupa Yakası'nda, Geç Oligosen-Erken Miyosen dönemine ait litolojilerde kütle hareketleri yaygın olarak görülmektedir. 2005 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türkiye Heyelan Envanteri haritasında da (Şekil 1) görüleceği üzere Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleri arasında kalan bölgede, Çantaköy ile eski Değirmenköy arasında kalan alanlarda, Akçaören ve Kurfalı köyleri arasında ve Marmara denizinin kıyı kesiminde yoğun şekilde kütle hareketleri gözlenmektedir.



Kaynak: MTA Genel Müdürlüğü

Şekil 1. Türkiye Heyelan Envanteri Haritası/İstanbul

Bölgede önceki yıllarda pek çok araştırmacı tarafından farklı yöntemler kullanılarak heyelanların varlığı tespit edilmiş ve çalışmalar yayınlanmış [1-10] olmasına karşın bu çalışmalardan pek azı kayma mekanizmalarının tespiti ve önlemleri konusunda bilgi içermektedir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü sorumluluk alanında yer alan sahalarda farklı projeler altında mevcut veya muhtemel kütle hareketlerine yönelik çalışmalar yürütmektedir. Avcılar ilçesi Ambarlı Mahallesi Balaban mevkiinde meydana gelen zemin hareketinin incelenmesi ve çözüm önerilerinin tespitine yönelik duraylılık etüdü, Yeniköy ve Çatalca İzzettin Yolu heyelan tespit ve izleme çalışması bu kapsamda yapılmış olan çalışmalardır. Bu çalışmalarda etkinliği yüksek ama ülkemizde yaygın olarak kullanılmayan çok disiplinli yöntemler uygulanmış, bu uygulamalardan elde edilen bilgilerle, heyelanların araştırılmasına ve izlenmesine yönelik yöntemler irdelenmiş, avantajları ve dezavantajları ortaya konmuştur, Deniz/Kara geçiş zonu ayrıntısının heyelanlar açısından ortaya konması için Büyükçekmece-Ataköy arasında kalan sığ deniz tabanı morfolojisinin (20 metre su derinliğine kadar) saptanmasına yönelik araştırmalar, mikrobölgeleme çalışmaları kapsamında potansiyel ve aktif heyelan sahalarının tespiti ve heyelan tehlike haritalarının hazırlanması çalışmaları bu çerçevede tamamlanan çalışmalardandır. Son olarak Beylikdüzü ve Büyükçekmece Belediyeleri sınırları içerisinde, gerek Müdürlüğümüz tarafından belirlenen aktif veya potansiyel heyelan alanları, gerekse önceki yıllarda ilgili ilçe belediyeleri tarafından hazırlatılan ve yetkili kurumlarca onaylanan imar planlarına esas 1/1.000 ve/veya 1/2000 ölçekli Yerleşime Uygunluk Haritaları'nda heyelan

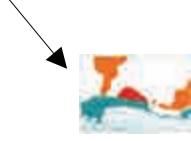
ve stabilite problemleri içeren bölgelerin araştırılması, incelenmesi ve izlenmesi çalışması yürütülmektedir (Şekil 2).

2. BÜYÜKÇEKMECE KÖRFEZİNİN DOĞU YAKASINDAKİ HEYELANLAR

2.1. Bölgedeki genel durum

Büyükçekmece Körfezi'nin doğu kıyısı ve kıyının Marmara denizi'ne bakan devamı tümüyle heyelanlıdır. Bu heyelanlı alanlar pek çok kesimde Beylikdüzü yüksek düzlüğüne kadar gerilemiştir. Bu heyelanlı alanlardan proje kapsamında ele alınmış olanlar Şekil 3 üzerinde işaretlenmiştir. Bu bölgede, özellikle de Büyükçekmece yerleşim merkezinde kalan kesimlerde, çok yoğun bir yapılaşma vardır (Şekil 4). Proje alanında geçmişte çok sayıda yapı ve yol heyelanlardan zarar görmüş, çok sayıda yapı yıkılmıştır. Heyelanlı alanlara yapılaşma bakımından kısıtlamalar getirilmiş, ancak bunların bir kısmı geçici uygulamalar durumuna düşmüştür. Bu rahatsız edici ve tehlikeli sonuçlara açık uygulamalar temelde, bölgedeki heyelanların konumları ve özellikleri konusundaki bilgilerin soruna bilimsel yaklaşım için yeterli düzeyde olmamasından kaynaklanmaktadır. Heyelanlı bölgelerde yapılaşmayı sıkı kurallara bağlayamamış olmanın yanı sıra ürkütücü durum şu sırada yüzeyi yoğun bir şekilde yapılaşmış büyük heyelan kütlelerinin zaman içinde ve özellikle de büyük bir deprem sırasında nasıl davranacağıın saptanmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bölgede yürütülen projenin temel hedeflerinden birisini de bu heyelan kütlelerinin duraylılıklarının nasıl artırılabilirliğinin belirlenmesi oluşturmaktadır.

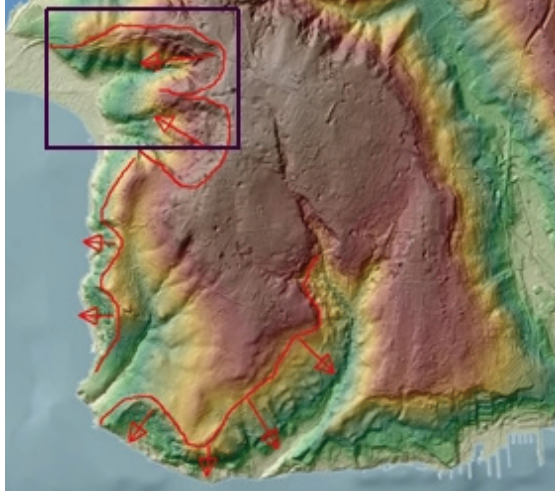




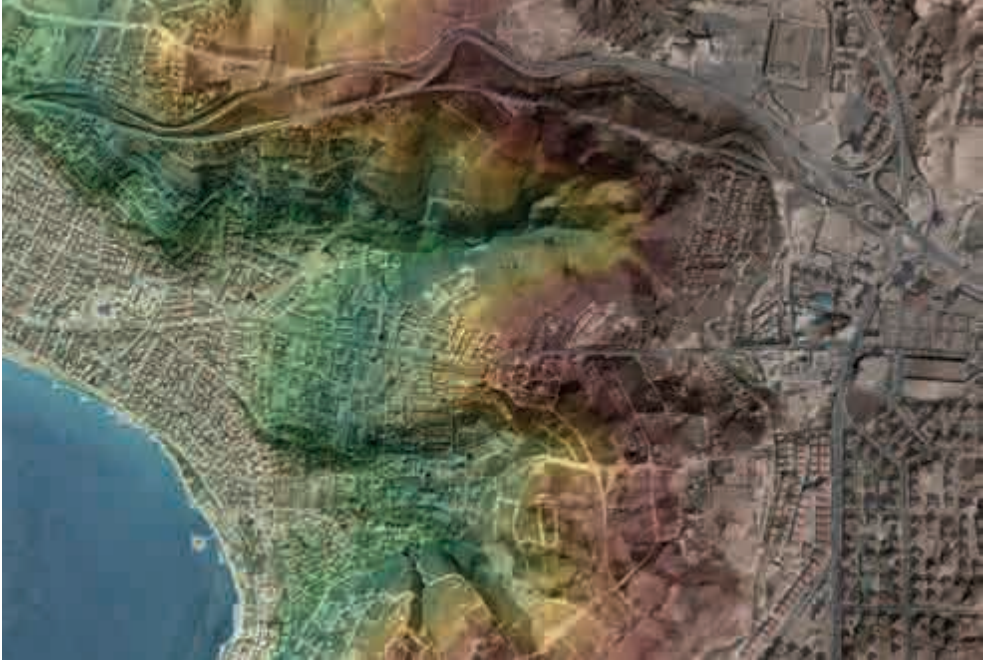
Şekil 2. İBB DEZİM heyelan çalışmaları

2.2. Bölgenin heyelanlarının genel özellikleri.

Bölgedeki büyük heyelan kütleleri derin, düzlemsel kayma düzlemine sahip öteleme (translational) türünden heyelanlardan oluşmaktadır. İçbükey kayma düzlemine sahip, göreceli ufak heyelan kütleleri denize komşu yarlı kesimlerde ve büyük öteleme türü heyelanların taç bölgelerinde görülmektedir. Bu nitelikler bölgedeki büyük heyelanların geriye doğru gelişen (retrogressive) tür özellikleri ile bağdaşmaktadır. Yapılmakta olan sondajların verilerinden anlaşıldığı üzere kayma düzlemleri, denize yakın kesimlerde günümüzdeki deniz düzeyinin çok altında yer almaktadır. Bu durum, körfeze bakan kesimdeki büyük heyelanların Pleyistosen düşük deniz düzeyi dönemlerinde hızla derine kazılan duraysız vadi yamaçlarında oluşmaya başlamış oldukları görüşünü [2] desteklemektedir.



Şekil 3. Büyükçekmece Körfezi ile Ambarlı limanının arasında kalan bölgede yer alan heyelanlı alanlardan proje kapsamında ele alınmakta olanlar, kabaca sınırları ile gösterilmektedir. Çerçeve içindeki bölge Şekil 4 de büyütülmüş olarak görülmektedir.



Şekil 4. Özellikle Büyükçekmece yerleşim merkezinde yer alan heyelanlı alanlar üzerinde çok yoğun yapılaşma vardır. Renklerle üçüncü boyut kazandırılmış olan

yukarıdaki uzay görüntüsü üzerinde görüldüğü üzere, heyelan çanaklarında yer alan konut, işyeri, yol vb yapıların yoğunluğu ürkütücü boyuttadır

3. PROJE KAPSAMINDA YAPILMAKTA OLAN ÇALIŞMALAR.

Büyükçekmece-Beylikdüzü heyelan bölgesinde yürütülmekte olan projede çok disiplinli çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda bölgenin LİDAR yöntemi ile güncel, ayrıntılı bir topoğrafya haritası oluşturulmuştur. Derinlikleri 100m ye ulaşan toplam 4bin metre karotlu sondaj yapılmıştır. Bu kuyuların pek çoğu inklinometre ölçümleri yapılabilecek şekilde donatılmıştır. Bazı kuyularda ise yamulmaları ölçmek için TDR yöntemi seçilmiştir. Kuyulardan pek çoğuna serbest ve basınçlı yeraltı suyu gözlemleri yapılabilecek şekilde piyezometreler yerleştirilmiştir. Bölgenin ayrıntılı jeoloji haritası ve heyelanlara yönelik jeomorfoloji haritalarının yapılmasına başlanmış, bu haritaların proje bitimine kadar elde edilecek yeni verilerle güncellenerek olabildiğince ayrıtlandırılması hedeflenmiştir. Elektriksel özdirenç ve sismik yansıma yöntemleri denenerek bu yöntemlerin heyelanlı yapıların tanınmasına katkısı araştırılmıştır. Seçilmiş kuyularda kuyu-içi ölçüm yöntemi uygulanarak kuyularda kesilmiş olan birimlerin P ve S dalga hızları ölçülmüştür. Mikrotremor H/V yöntemi kullanılarak, özellikle heyelan kütlelerinin sismik enerji yükü altındaki davranışlarının araştırılması planlanmıştır. Açılmış olan kuyulardan bir tanesi başka bir proje kapsamında yerleştirilecek sismometrelerin konuşlandırılması için ayrılmıştır. Yüzey yamulmalarını izlemek için GPS ve PSinSAR noktaları oluşturulmuştur. Bölgedeki farklı tuf düzeylerinden örnekler alınarak radyometrik yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir.

4. PROJEDEN BEKLENEN SONUÇLAR

Proje kapsamında yürütülmekte olan çalışmaların aşağıdaki hedeflere ulaşmasına çalışılmaktadır:

- Bölgedeki heyelanlar üç boyutlu olarak ayrıtlanacak ve haritalanacaktır.
- Bölgedeki heyelanların oluşum ve gelişim mekanizmaları ortaya konacaktır.
- Bölgedeki önemli boyuttaki tüm heyelanların etkinlik durumları saptanacaktır.
- Bölgedeki heyelanların etkinlik durumlarının uzun dönemde sürekli olarak yalnız yüzey ölçümleri ile izlenebilmeleri için gerekli olan kütle-içi/yüzey yamulması ilişkileri kurulmaya çalışılacaktır.

- Gerek serbest gerekse basınçlı yeraltı suyu dalgalanmaları ile kütle hareketlerinin ilişkisi izlenerek kritik eşik değerler saptanmaya çalışılacaktır.
- Heyelan kütle hareketlerinin deprem kökenli ivmeler ile olası ilişkileri geçerli ampirik yöntemler ile saptanmaya çalışılacak, proje süresi içinde büyücek bir depremin meydana gelmesi durumunda bu ilişkiyi ölçülen değerlerle ifade etmek olanaklı olacaktır.
- Saptanacak olan heyelanların üzerindeki arazinin kullanımında uygulanması gereken kısıtlamalar ve önlemler için öneriler oluşturulacaktır.
- Üzerinde yoğun yerleşim bulunan heyelan kütlelerinin olası büyük bir deprem sırasında bile duraylılıklarını kaybetmemeleri için alınması gereken önlemler belirlenmeye çalışılacaktır.

KAYNAKLAR

1. Demirci, A., Karakuyu, M., İncekara, S. ve Karaburun, A. (1995). Gürpınar'daki kentleşme sürecinin heyelan riski taşıyan bölgelerdeki yapılaşma açısından değerlendirilmesi. Doğu Coğrafya Dergisi, 21.
3. Arpat, E. (1999). Büyükçekmece ile Küçükçekmece (İstanbul) heyelanlarının genel özellikleri ve yarattıkları başlıca sorunlar. 52.Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 10 Mayıs 1999, Ankara.
4. Dalgıç, S. (2000). Gürpınar (İstanbul) heyelanlarını önlemede drenaj galerileri. İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 13, 1-2, 39-47.
5. Kalkan, Y., Alkan, R.M., Baykal, O., Yanalak, M., Erden, T. ve Yıldırım, H. (2003). Heyelanların Jeodezik ve Jeoteknik yöntemle izlenmesi: Ambarlı Liman bölgesinde bir uygulama: 1. Ulusal Mühendislik Ölçümleri, İstanbul
6. Duman, T.Y., Can, T., Ulusay, R., Keçer, M., Emre, Ö., Ateş E. ve Gedik, İ. (2005). A geohazard reconnaissance study based on geoscientific information for development needs of the western region of İstanbul (Turkey). Environmental Geology, 48, 871-888.
7. Alpaslan, E., Yüce, H., Erkan, B., İnan, S., Ergintav, S. ve Saatçılar, R. (2006). Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri arasındaki bölgede heyelan duraylılığının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile çok kışatlı

- analizi. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006 / Fatih Üniversitesi, İstanbul-Türkiye.
8. Acar, M., Haberler-Weber, M. ve Ayan, T. (2008). Bulanık çıkarım sistemleri ile heyelan bloklarının belirlenmesi: Gürpınar örneği. Uygulamalı Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 98, 28-35.
 9. Dalgıç, S., Turgut, M., Kuşku, İ., Coşkun, Ç. ve Coşgun, T. (2009). İstanbul'un Avrupa yakasındaki zemin ve kaya koşullarının bina temellerine etkisi. Uygulamalı Yerbilimleri, 2, 47-70.
 10. Dalgıç, S., Turgut, M. ve Kuşku, İ. (2010). Büyükçekmece ile Küçükçekmece arasındaki heyelanların oluşmasında hazırlayıcı ve tetikleyici parametrelerin değerlendirilmesi. Uygulamalı Yerbilimleri, 2, 56-73.
 11. Özçep, F., Erol, E., Saraçoğlu, F. ve Haliloğlu, M. (2012). Seismic landslide analysis: Gürpınar (İstanbul) as a case history. Environ Earth Sci. 66, 1617-1630.

Marmara Denizi Çınarcık Havzası'nda Sismik Stratigrafik ve Yapısal İncelemeler

Seismic Stratigraphy and Structural Investigations in Cınarcık Basin, Marmara Sea

Hülya Kurt^a, Christopher Sorlien^b, Leonardo Seeber^c, Michael Steckler^c, Donna Shillington^c, Günay Çifçi^d, Derman Dondurur^d, Orhan Atgın^d, Seda Okay^d

^aİstanbul Teknik Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

^bUniversity of California, Santa Barbara, California, USA

^cLamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, New York, USA

^dDokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İnciraltı, İzmir

(kurt@itu.edu.tr)

Özet: Marmara Denizi'nin doğusunda yer alan Çınarcık çukurluğu yaklaşık 1276 m'lik bir su derinliğine sahiptir ve kuzeyinden sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu (KAF-K) ile sınırlanan bir havzadır. Havza batıda İstanbul doğuda da Tuzla Büklüm noktaları arasında transtansiyonal hareketlerle gelişerek

asimetrik bir şekil kazanmıştır. Havza içinde oluşum yaşları bilinen jeolojik arayüzeyleri temsil eden beş adet sismik seviyeden belirlenen derinlik ve tabaka kalınlığı değişimleri KAF-K'nin son 500 my'dan bu yana kararlı hal tektoniği göstererek 18.5 mm/yıl'lık hızla batıya hareket ettiğini göstermektedir. Ayrıca faylanma ile eş zamanlı tabakaların sınırını oluşturan bu arayüzeylerin faya yaslanma açılarının Tuzla Büklüm noktasından itibaren fay boyunca batıya doğru ilerledikçe azaldığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, Çınarcık Havzası, Çok Kanallı Sismik Yansıma, Sismik Stratigrafi.

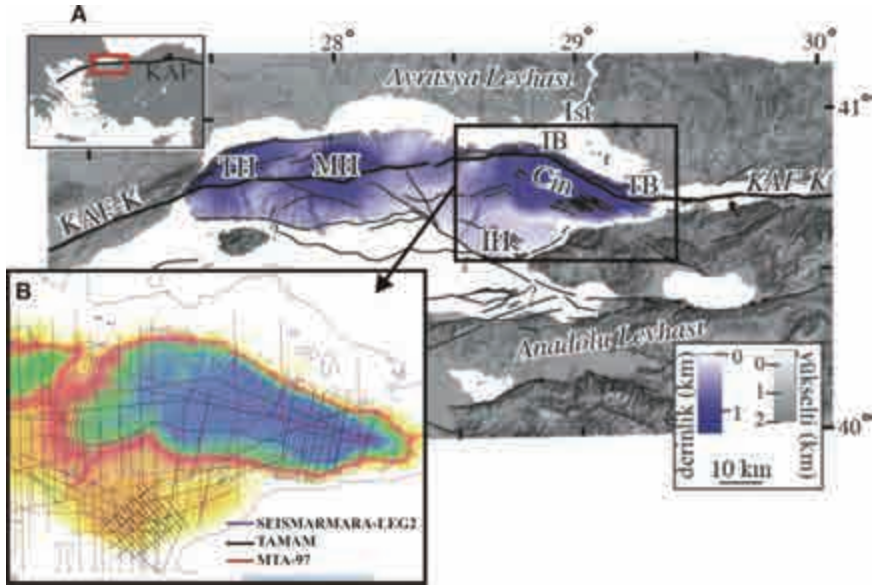
Abstract: Cınarcık basin is located at the eastern part of the Marmara Sea with 1276 m sea level depth and surrounded by northern strand of the dextral North Anatolian Fault (NAF-N) to the north. The basin is asymmetrically formed by transtensional movements of the NAF-N between Istanbul bend to the west and Tuzla bend to the east. Five seismic horizons related to the geological boundaries with the known age information are used to calculate thicknesses and depth changes within the basin. Results show that NAF-N has 18.5 mm/year right-lateral slip rate over the last 500 ka within the basin certifying steady-state tectonic model. Moreover, the tilt values of the syn-tectonic sediments decrease from Tuzla Bend point to the west on the fault direction.

Key Words: Marmara Sea, Cınarcık Basin, Multi-Channel seismic Reflection, Seismic Stratigraphy.

1. GİRİŞ

Avrasya ve Anadolu levhalarını ayıran sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Marmara Denizi'nde batıdan doğuya doğru Tekirdağ, Orta ve Çınarcık Havzalarını oluşturur (Şekil 1). Bunlardan Çınarcık Havzası Marmara Denizi'nde en geniş alanı kaplar ve 1276 m'lik değeri ile en fazla su derinliğine sahiptir. Havza kuzeyinden KAF'nin kuzey kolu (KAF-K) ile sınırlanmış ve İstanbul ve Tuzla Büklüm noktaları arasında transtansiyonel hareket ile oluşmuş asimetrik bir yer yapısıdır [1,2,3]. Marmara Denizi içindeki sırt ve havzaların oluşum evrimi ile ilgili özellikle 17 Ağustos 1999 İzmit ($M_w=7.4$) ve 12 Kasım 1999 Düzce ($M_w=7.2$) depremlerinin ardından deniz ve kara ortamında ulusal/uluslararası ortaklıkta jeolojik/jeofizik çok sayıda veri grubu toplanarak çalışılmış ve bölge yerbilimleri açısından doğal bir araştırma laboratuvarı haline dönüşmüştür. Genel olarak havzaların oluşum evrimi genelde üç ana başlıkta toplanabilir. Bunlardan ilki olan kararlı hal-1 modelinde havzalar boyları kısa olan doğrudan atımlı faylara bağlı çek-ayır havza modeli ile oluşmuştur [4,5]. İkincisi kararlı hal-2 modelidir ve havzaları KAF-K'nin büklümleri ile gelişen asimetrik havzalar olarak tanımlar [6, 7]. Üçüncü yaklaşım olan yeniden yapılanma modeli havzaların tek ve sürekli bir doğrudan atımlı fay

olan KAF-K ile kesilerek aktiflik kazanmış transtansiyonal yapılar olduğunu kabul eder [8,9]. Marmara Denizi havza yapılarının oluşumunu öneren bu üç model ağırlıklı olarak sismik verilerin yapısal yorumlamaları sonucu ortaya konmuştur ve kabul gören tek bir sonuca indirgenememiştir. Bu belirsizliği ortadan kaldırmak için stratigrafik bir kontrol gerekmektedir. Bu çalışmada Çınarcık Havzası içinde çok kanallı sismik yansıma verilerinin sismik stratigrafik yorumu yapılmıştır. Oluşum yaşları bilinen jeolojik arayüzlerle ilişkili sismik seviyelerin havza içindeki dağılımından çıkan sonuçlar Çınarcık Havzasının KAF'ın bu bölgede yaptığı bükümlerle oluşmuş asimetrik bir yapı olduğu fikrini savunan kararlı hal-2 modelini desteklemektedir.



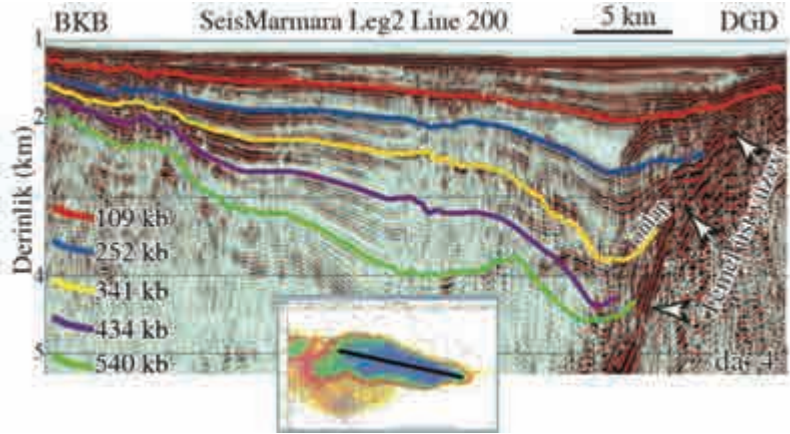
Şekil 1. (A) Marmara Denizi ve çevresine ait topoğrafik/batimetrik değişim ve yapısal unsur haritası [3]. KAF ve KAF-K, Kuzey Anadolu Fayı ve Kuzey Anadolu Fayı'nın Kuzey kolu; TH, MH, Cin ve IH sırasıyla Tekirdağ, Merkez, Çınarcık ve İmralı Havzaları; IB ve TB İstanbul ve Tuzla Büküm noktaları. **(B)**: Sismik hatların konumu

2.MATERYAL VE METOD

Çınarcık Havzasını da kapsamak üzere Marmara Denizi'nde özellikle 1999 depremlerinin ardından ulusal ve uluslararası çok sayıda deniz araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Türk ve yabancı araştırma gemileri ile binlerce km uzunluktaki hatlarda tek/çok kanallı, sığ/derin olmak üzere değişik nüfus derinliklerinde ve seçilebilirlik değerlerinde sismik yansıma verileri

toplanmıştır. Bu çalışmada SEISMARMARA-Leg2 [10], TAMAM-2008 ve 2010 [11,12,3] ve MTA-97 [13] sismik yansıma verileri kullanılmıştır (Şekil 1). Tüm verilerin zaman ortamındaki migrasyon kesitleri Kingdom Suite sismik yorumlama paketine segy formatında aktarılmış ve yorumlar bu program üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmadaki sismik stratigrafik yaklaşımda sismik kesitlerde gözlenen ve jeolojik arayüzlerle ilişkili seviyelerin saha içindeki dağılımı araştırılmıştır. Marmara Denizi, İmralı havzasında yoğun karelaja sahip sismik profillerin yorumu ile belirlenen beş adet sismik seviye (Kırmızı, Mavi, Sarı, Mor ve Yeşil) sismik stratigrafik yaklaşımla yaşlandırılmıştır [11] (Şekil 2). Bu çalışmada kullanılan mevcut sismik hat ağının yoğun olması sayesinde İmralı Havzası'ndaki bahsi geçen seviyelerin Çınarcık Havzası'ndaki devamı takip edilebilmiştir. Çınarcık Havzası'na ait zaman ortamındaki tüm sismik kesitlerde bu beş seviye Kingdom Suite Programı yardımı ile sayısallaştırılmıştır. Saniye cinsinden çift-yol alış zaman değerlerinden oluşan bu tabaka arayüzlerine ait gerçek derinlik ve kalınlık haritaları oluşturulması gerektiğinden, sismik hız değerleri bölgede daha önce gerçekleştirilen sismik kırılma değerlerinden [14] ve çok kanallı sismik veri işlem sırasında belirlenmiştir. Ayrıca daha çok derin ölçekli veri grubu kullanılarak (Seismarmara-Leg 2) havzadaki jeolojik seviyeleri temsil eden bu sismik arayüzlerin faya yaslanma açıları (eğim açıları) sayısal olarak kesitlerden okunmuştur. Bunu gerçekleştirebilmek için zaman ortamındaki tüm migrasyon kesitleri öncelikle kırılma hız değerleri kullanılarak Kingdom Suite programında derinlik kesitlerine dönüştürülmüştür. İlerideki paragraflarda değinileceği üzere eğim değerlerinin deposantır noktasından olan uzaklıkları grafiklenerek yorumlar yapılmıştır.

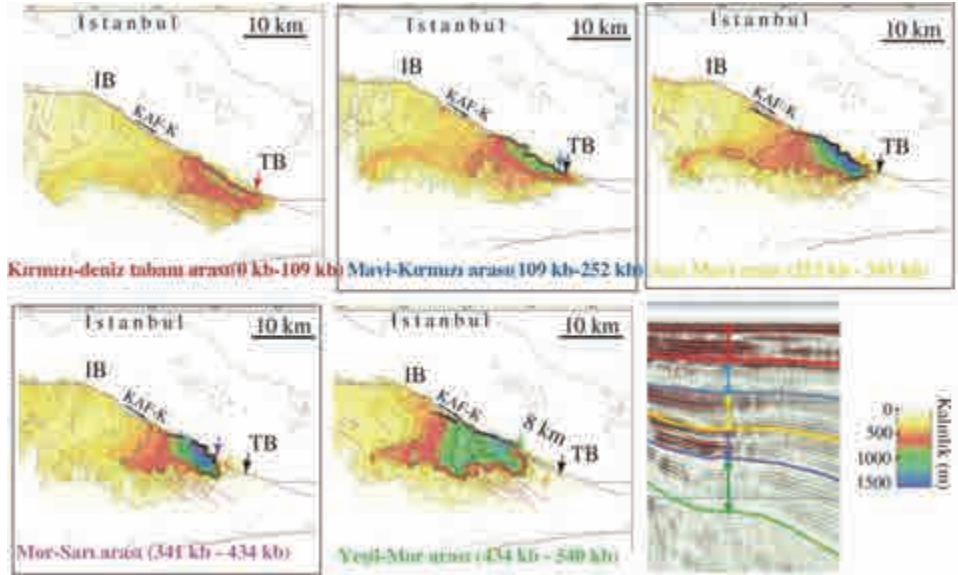


Şekil 2. Seismarmara-Leg2 migrasyonlu derinlik kesiti ve kesite ait sismik kesitin lokasyon haritası. Kesitte üstten alta doğru Kırmızı, Mavi, Sarı, Mor ve Yeşil renkte verilen sismik seviyelerin yaşları sol alt köşede verilmiştir.

3.BULGULAR

3.1.Batıya Doğru Göç Eden Deposantır

Çınarcık Havzası'na ait beş adet sismik seviye (Kırmızı, Mavi, Sarı, Mor ve Yeşil) jeolojik tabaka arayüzeyleri ile ilişkilidir ve yaklaşık oluşum yaşları sırasıyla 109 kb, 252 kb, 341 kb, 434 kb, 540 kb'dir. Bu arayüzeylere ait kalınlık haritaları Şekil 3'de verilmektedir.



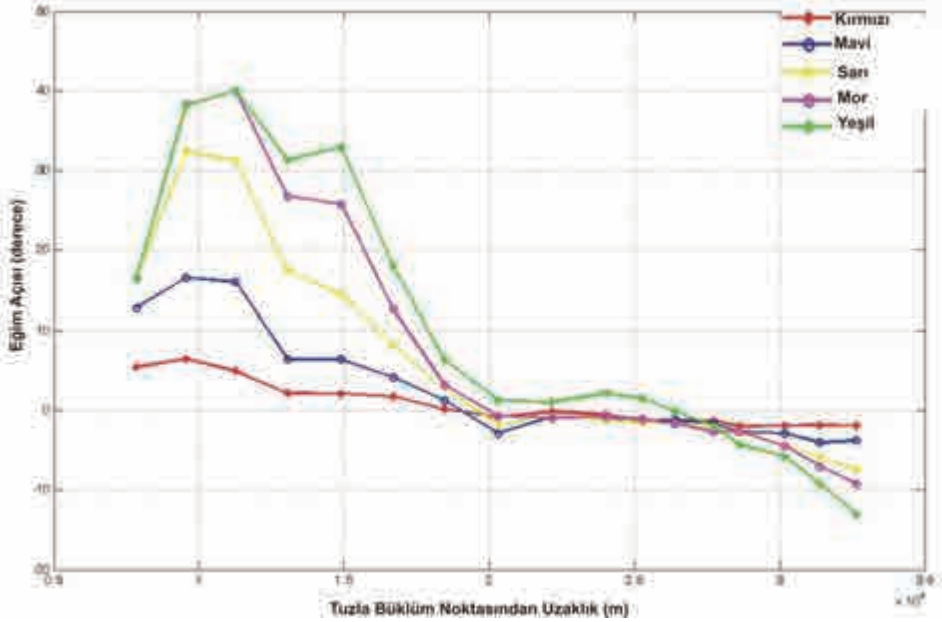
Şekil 3. Kırmızı, Mavi, Sarı, Mor ve Yeşil arayüzeyleri arasındaki tabakalara ait kalınlık haritaları. TB ve IB Tuzla ve İstanbul Büklüm noktalarını gösterir. Şeklin en sağındaki örnek sismik kesitte arayüzeyler ve kalınlıklar ilgili renklerle tanımlanmıştır.

Şekil 3'de verilen kalınlık dağılımı haritalarından ilki deniz tabanından Kırmızı seviyesine olan kalınlığın değişimini, ikincisi Kırmızı ve Mavi arasındaki kalınlık değeri değişimini ve diğerleri de benzer şekilde derine doğru hesaplanan kalınlık değişimlerini vermektedir. Her harita üzerinde KAF-K'nin üzerinde aynı değerde kalınlık değerine sahip alanlarda o tabaka ile ilişkili renkte düşey bir ok koyulmuştur. Dikkat edilirse en sığ tabakaya ait kalınlık haritasından en derindeki tabakaya ait olan kalınlık

haritasına gidildikçe okların bulunduğu nokta daha batıya doğru bir noktada yer almaktadır. Bu durum KAF-K boyunca olan batıya doğru olan deposantır göçüne işaret etmektedir. Tabakaların yaşları ve fay boyunca yaptıkları ötelenme miktarı harita üzerinden ölçülerek deposantır göç hızı hesaplanabilir: En üst yüzey olan deniz tabanından Kırmızı seviyesine kadar olan tabakaya ait ortalama yaş deniz tabanının oluşum yaşı sıfır varsayılarak yaklaşık 55 kb $\{(109+0)/2=55 \text{ kb}\}$ ve en alt yüzey olan Yeşil'den Mor'a kadar olan seviyelerin yaşları kullanılarak en alttaki tabakaya ait ortalama yaş yaklaşık 487 kb $\{(540+434)/2=487\text{kb}\}$ olarak belirlenmiştir. Tüm tabakaların oluşumu için geçen toplam süre yaklaşık 432 kb'dir (487-55=432 kb). Bu durumda harita üzerinden okunan toplam yerdeğiştirme miktarını gösteren 8 km'lik değer toplam 432 kb'lik bir zamanda gerçekleşmiştir. Bu durumda deposantırın batıya göçme hızı yaklaşık 18.5 mm/yıl olarak belirlenmiştir (8 km/432 kb).

3.1.1. Tabakaların Eğim Değişimleri

Çınarcık Havzası'nda takibi yapılan ve sığdan derine doğru (gençten yaşlıya doğru) Kırmızı, Mavi, Sarı, Mor ve Yeşil seviyeleri arasında kalan tabakalar faylanma ile eş yaşlı birimlerdir. Tabakaların faya yaslanma açılarının fay doğrultusu boyunca değişimi deposantırın fay doğrultusu boyunca olan değişimi hakkında bilgi verecektir. Batıda İstanbul Büklüm (İB) noktası ve doğuda Tuzla Büklüm (TB) noktası arasında gelişen Çınarcık Havzasında deposantır noktası Tuzla Büklüm noktasıdır. Şekil 4'deki grafikte yatay eksen İstanbul Büklüm noktasından olan uzaklığını göstermek üzere KAF-K boyunca tabakaların faya yaslanma açılarının değişimini vermektedir. TB noktasından uzaklaştıkça tabaka eğimlerinde azalım görülmektedir. Bu durum deposantırın en güçlü olduğu noktadan itibaren fay boyunca olan azalımına işaret etmektedir.



Şekil 4. Sismik arayüzeylerin KAF-K'ye yaslanma açılarının fay doğrultusu boyunca olan değişimi

4. SONUÇLAR

Marmara Denizi'nde KAF-K'nin Tuzla ve İstanbul Büküm noktaları arasında kıvrım yapması ile oluşan Çınarcık Havzası asimetrik yapıda gelişen transtansiyonal bir havzadır. Havzayı kuzeyinden sınırlayan KAF-F son 500 My'dan bu yana yaklaşık 18.5 mm/yıl'lık sabit bir hızla sağ-yanal olarak batıya hareket etmektedir. Faylanma ile eş zamanlı çökelen tabaka eğimlerinin Tuzla Büküm noktasından fay boyunca batıya gidildikçe azalması doğudan batıya göç eden deposantırın varlığını desteklemektedir.

KAYNAKLAR

1. Okay, A., Kaslılar-Ozcan, A., Imren, C., Boztepe-Guney, A., Demirbag, E., Kusu, I., (2000), Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, Northwest Turkey: A multichannel seismic reflection study, *Tectonophysics*, 321, 189–218.

2. Seeber, L., Sorlien, C., Steckler, M., Cormier, M-H., (2010), Continental transform basins: Why are they asymmetric?, *Eos Trans. AGU*, 91, 29–30.
3. 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., (2013). Steady late quaternary slip rate on the Cinarcik section of the North Anatolian fault near Istanbul, Turkey, *Geophysical Research Letters*, 40, 4555-4559
4. Barka, A., ve Kadinsky-Cade, K., (1988), Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, *Tectonics*, 7, 663–684.
5. Armijo, R., Meyer, B., Navarro, S., King, G., ve Barka, A., (2002), Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pull-apart: A clue to propagation processes of the North Anatolian Fault?, *Terra Nova*, 14, 80–86.
6. Okay, A., Demirbag, E., Kurt, H., Okay, N., Kuscu, I., (1999), An active, deep marine strike-slip basin along the North Anatolian fault in Turkey, *Tectonics*, 18, 129–147.
7. Seeber, L., M.-H. Cormier, C. McHugh, O. Emre, A. Polonia, and C. C. Sorlien (2006), Rapid subsidence and sedimentation from oblique slip near a bend on the North Anatolian transform fault in the Marmara Sea, Turkey, *Geology*, 34, 933–936.
8. Le Pichon, X., Sengor, A.M.C., Demirbag, E. et al., (2001). The active main Marmara fault. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 192, 595–616. The active main Marmara fault, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 192, 596 – 616.
9. Rangin, C., Le Pichon, X., Demirbag, E., Imren, C., (2004), Strain localization in the Sea of Marmara: Propagation of the North Anatolian Fault in a now inactive pull-apart, *Tectonics*, 23, TC2014
10. Carton, H., Singh, S.C., Hirn, A., Bazin, S., de Voogd, B., Vigner, A., Ricolleau, A., Cetin, S., Ocakoglu, N., Karakoc, F., ve Sevilgen, V., (2007), Seismic imaging of the three-dimensional architecture of the Cinarcik Basin along the North Anatolian Fault, *J. Geophys. Res.*, 112, B06101.
11. Sorlien, C.C., Akhun, S.D., Seeber, L., Steckler, M., Shillington, D., Kurt, H., Çifçi, G., Poyraz, D., Gürçay, S., Dondurur, D., İmren, C., Perinçek, E., Okay, S., Küçük, H.M., Diebold, J., (2012). Uniform basin growth over the last 500 ka, North Anatolian Fault, Marmara Sea, Turkey, *Tectonophysics*, 518-521, 1-16
12. Shillington, D.J., Seeber, L., Sorlien, C.C., Steckler, M.S., Kurt, H., Dondurur, D., Çifçi, G., İmren, C., Cormier, M.-H., McHugh, C.M.G., Gürçay, S., Poyraz, D.T., Okay, S., Atgin, O., Diebold, J.B., (2012). Evidence for widespread creep on the flanks of the Sea of Marmara transform basin from marine geophysical data, *Geology*, 40, 439-442.
13. Parke, J. R., White, R.S., McKenzie, D., Minshull, T.A., J. M. Bull, J.M., Kuscu, I., Gorur, N., Sengor, C., (2003), The Sea of Marmara: A 2D seismic reflection profile data archive, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 4(10), 1084

14. Dessa, J., H. Carton, and S. C. Singh (2007). Structural insight of the Eastern Marmara Sea by combined multichannel seismic and refraction tomography, *Eos Trans. AGU*, 88(52), T31C–0595

Türk Boğazlar Sistemi'nin Denizbilim'deki Öncü Rolü ve Eşsiz Doğa-Kültür Mirası Karşısında Kanal İstanbul Çevre Katliamı

Emin Özsoy

*ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, P.K. 28, ERDEMLİ, İÇEL 33731 TURKEY
(ozsoy@ims.metu.edu.tr)*

Özet: Kanal İstanbul, yerkabuğunda açacağı çatlakların yanında, toplumda da epey derin çatlaklar açtı. Uluslararası sözleşmeler ve çevre hukuku yansımaları, devasa iklimsel, ekolojik, sosyo-ekonomik sonuçları olabilecek bir mega-tasarıma, ancak ciddi bilimsel araştırmalar sonucunda karar verilebilir. Oysa hem Kanal İstanbul'un olası güzergahi çevresinde hem de bağlantılı 3. Köprü, 3. Havaalanı ve otoyollar boyunca şimdiden gerçekleştirilen doğa tahribatı ve spekülasyon paylaşımları, Kanal İstanbul'dan vazgeçilse bile yapılan tahribatın kalıcı olacağını düşündürmektedir.

Karadeniz ile Akdeniz arasında su, madde, enerji geçişlerini denetleyen Türk Boğazlar Sistemi (TBS), zıt özellikli iki-tabakalı akım yapısına ve hidrolik kontrol sonucunda oluşan tekil bir “maksimal değişim” rejimine sahiptir. İstanbul Boğazı Marmara çıkışında, Karadeniz’den taşınan ve jet karışımı ile sağlanan besin aktarımı, organik madde üretimini birinci derecede etkiler. Uydu verileri ve ölçümlerin de gösterdiği gibi, yüzey sularındaki organik ve partikül madde yükü, ışık geçirimini sınırlamakta, çöken artıklar yüzey tabakasının hemen altında aşırı oksijen tüketimine, kısacası “eutrophication” ve “hypoxia” süreçlerine neden olmaktadır.

Tekil nitelikleri bulunan TBS’nin hidrodinamik yapısının araştırılması, açık deniz koşullarına göre çok daha güçtür. ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü’nde sürdürülen çalışmalarda, en basit geometri ile modele eklenen Kanal İstanbul ile İstanbul Boğazı’nın akuple davranışları öngörülme çalışılmıştır. Kanal İstanbul prototipinde iki tabakalı akım, Marmara Denizi çıkışına doğru hızlanmaktadır ve toplam akımda yaratılan 600–800 m³/s gibi bir artışla besin yüklü Karadeniz suyunun Marmara Denizi’ne (Sakarya nehri yıllık debisinin dört katı ile) eklenmesi anlamına gelmektedir. Sonuç olarak açılan ikinci kanalın, yani Kanal İstanbul’un Karadeniz ve Akdeniz arasındaki su dengesini etkilemesi kaçınılmazdır.

Kanal İstanbul ve bağlantılı projeler, ek yükler yaratarak ve Karadeniz ve TBS’nin iklimini ve duyarlı su dengesini değiştirerek, halen de büyük çevresel riskler altında bulunan tüm bölgeyi tümüyle yaşanmaz bir hale getirme potansiyeline sahiptir. Yaşadığımız iklim değişimi çağında, en duyarlı bölgemizden birinin tahribata uğratılması ve burada yaşayan insan nüfusunun deprem riskine rağmen daha fazla artırılması, rant uğruna sağlıklı ve doğa hazinelerimizden en değerlisiyle barış içinde yaşama olanağının riske sokulması, ileride mega-sorunlara yol açabilir. Nitelikli araştırmalarla denizlere yeterince sahip çıkılmaması, uluslararası ekonomik ve doğal kaynaklar kullanımında veya stratejik, askeri, politik düzlemlerde, ülkemizi haksız duruma sokup zayıf düşürebilir.

Anahtar Kelimeler; Kanal İstanbul, Çevre, Doğa-Kültür mirası

İstanbul Depremleri ve Marmara Denizi’ndeki Sedimanter Kayıtları

Istanbul Earthquakes and Their Sedimentary Recordings in Marmara Sea

M.Namık Çağatay^a, Demet Biltekin^a, Levent Erel^b, K.Kadir Eriş^a, Gülşen Uçarkuş^a, Dursun Acar^a

^a*İstanbul Teknik Üniversitesi, EMCOL ve Maden Fakültesi*

^b*İstanbul Üniversitesi Eğitim Fakültesi*

(cagatay@itu.edu.tr)

Özet: İstanbul’u en fazla etkileyen depremlerin kaynağı Kuzey Anadolu Fayının kuzey kolunu oluşturan bölümlerden (segment) olan Adalar Fayı ve Küçükçekmece-Marmara Ereğlisi güneyindeki Orta Sırt fayıdır. Dolayısı ile bu

fayların paleo-deprem tarihçesinin birkaç deprem döngüsü süresince elde edilmesi İstanbul'un deprem riski değerlendirmesi açısından oldukça önemlidir. Bu amaçla Çınarcık Havzası ve Orta Sırt üzerinde alınmış karotlarda depremlerin uzun süreli sedimanter kayıtları araştırılmıştır. Sonuçlara göre Adalar Fayı üzerinde son 9450 yıldaki ortalama deprem oluşum aralığı 260 yıl, son deprem ise $M_s=7.3$ 1894 depremdir. $M_w=6.3$ 1963 depremi ise Çınarcık Havzası'nın güneyinde oluşmuştur. Orta Sırt üzerinde depremlerle ilgili herhangi bir eşzamanlı (co-seismic) sedimanter deprem kaydına rastlanmamıştır. Bu sonuç, Orta Sırt üzerindeki fay boyunca hareketin en az son bir-iki yıllık bir sürede yavaş bir kayma (creep) şeklinde olduğu görüşünü desteklemektedir. Bu durumun ayrıntılı ve uzun süreli GPS ve sismolojik yöntemlerle de kanıtlanması durumunda Orta Sırt fay segmenti İstanbul için önemli bir sismik risk oluşturmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul depremleri, deprem kayıtları, Marmara Denizi, Çınarcık Havzası, Orta Sırt, deprem oluşum aralığı, radyokarbon tarihlendirme, radyonüklid.

Abstract: The two faults that has caused large magnitude earthquakes devastating İstanbul are the Prince Islands and the Central High segments, located on the northern strand of the North Anatolian Fault. It is therefore important to determine the paleo-earthquake history of these faults over several earthquake cycles. With the objective of determining long-term earthquake sedimentary records, we analyzed cores recovered from the Çınarcık Basin and the Central High. The results indicate that over the the Prince Island segment the average recurrence interval over the last 9450 years is 260 years and the last earthquake event is the $M_s=7.3$ 1894 earthquake. The results in the Çınarcık Basin also suggest that the 1963 earthquake with $M_w=6.3$ occurred south of the basin. No sedimentary earthquake records were found on the Central High at least for the last few thousand years, suggesting that this fault segment is most probably creeping. If this is proven to be the case also by detailed and long-term GPS ve sismological results, the Central High segment would not be of considered to be of seismic risk for İstanbul.

Key Words: İstanbul earthquakes, sedimentary records, Sea of Marmara, Çınarcık Basin, Central High, North Anatolian fault, recurrence time, radiocarbon dating, radionuclide.

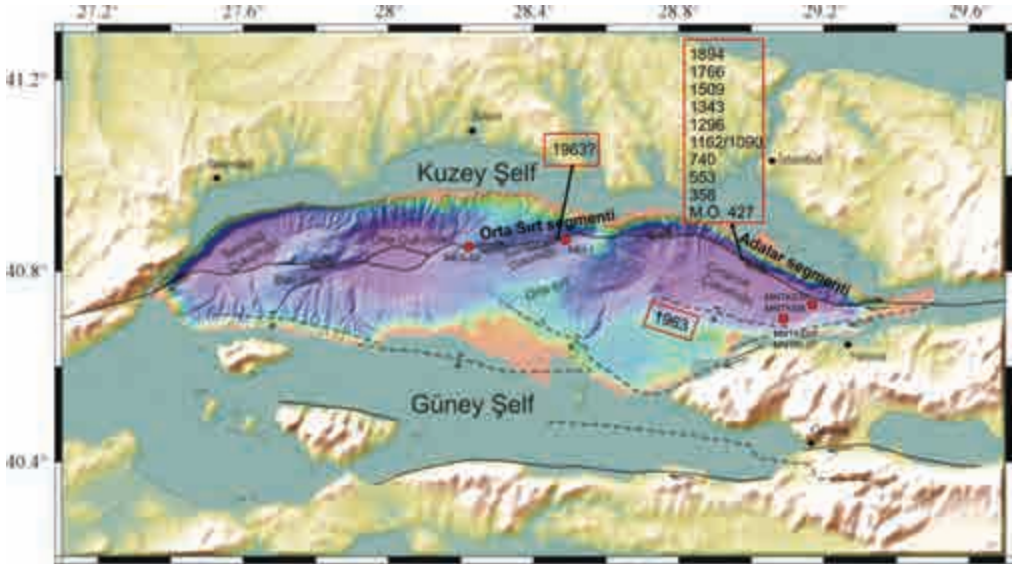
1.GİRİŞ

İstanbul'u etkileyen büyük depremlerin kaynağı Marmara Denizi'ndeki Kuzey Anadolu Fayının (KAF) kuzey ve güney kollarını oluşturan bölümleridir (segment) (Şekil 1). Bunlardan İstanbul'a en yakını ve tehlikelileri en aktif kuzey KAF kolu üzerindeki Prens Adaları ve Orta Sırt bölümleridir. Birçok büyük tarihsel depremin merkez üssü çoğunlukla İstanbul ve yakını olarak belirtilmiştir. Bunun esas nedeni İstanbul'un son 2500 yılı aşkın süredir tarihsel deprem kayıtlarının da tutulduğu önemli bir

yerleşim merkezi olması ve genel olarak tüm Marmara Bölgesindeki depremlerden etkilenmiş olmasıdır.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, deprem kayıtlarının aktif tektonik alanlardaki deniz ve göllerin sedimanter istiflerinde sismik etkinlikle eş zamanlı (co-seismic) olarak, deformasyon ve türbidit-homojenit (TH) birimleri olarak korunduğunu göstermiştir (örneğin, [1-8]). Benzer çalışmalar yakın zamanda Marmara Denizi'nde de yapılmıştır [9-14].

Bu çalışmada, tüm Marmara Denizi'ni kapsayan ve Türkiye Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği (TUJJB) tarafından desteklenmiş bir projenin bir bölümünü içeren, İstanbul'a en yakın Çınarcık Havzası ve Orta Sırt segmentine ait, sedimanter deprem kayıtları sunulacaktır (Şekil 1). Çalışmanın amacı, ilgili alanda oluşmuş uzun süreli deprem kayıtlarını ortaya çıkarmak, deprem tekrarlanma aralıklarını hesaplayarak ve son oluşmuş depremleri dikkate alarak deprem riski değerlendirmelerine katkıda bulunmaktır.



Şekil 1. Marmara Denizi tarihsel dönemde elde edilen sedimanter deprem kayıtları ve tarihsel depremlerle deneştirilmesi. Kırmızı küçük daireler analiz edilen karot yerlerini göstermektedir. Batimetri Le Pichon ve diğ. (2001) [18]; faylar siyah çizgi ile Armijo ve diğ. [19]'nden değiştirilerek çizilmiştir.

2.YÖNTEM

Tüm Marmara Denizi'nden toplam 24, Çınarcık Çukurluğu'ndan dört ve Orta Sırttan iki gravite ve çökel/su ara yüzey karotları analiz edilmiştir. Karotların litolojik tanımlaması yapıldıktan sonra, laboratuvarında tane boyu (lazer granülometri), fiziksel özellikleri (manyetik duyarlılık, yoğunluk gibi; Çok Senörlü Karot Log Alıcısı, MSCL) ve XRF element ve sayısal radyografi (XRF Karot Tarayıcı) analizleri yapılmıştır. Bazı karotlarda diyajenez ve karbonatların kökenleriyle ilgili süreç ve sorunları araştırmak amacı ile duraylı oksijen ve karbon izotopları analizleri gerçekleştirilmiştir. Karot çökel isitiflerinin kronolojisi, Hızlandırılmış Kütle Spektrometresi (Accelerator Mass Spectrometry: AMS) radyokarbon ve radyonüklid (^{210}Pb ve ^{137}Cs) analizleri ile gerçekleştirilmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çınarcık Havzası'nın kuzey ve güneyinde, sırası ile su derinliği 1265 m ve 1220 m olan iki lokasyonun herbirinden alınan biri üstü korunmuş çökel/su ara yüzey ve diğeri piston karotu olmak üzere dört karot incelenmiştir (Şekil 1). Karotların üst kısımlarındaki deprem kayıtları tarihsel depremlerle denştirilmiştir. Depremlerle tetiklendiği düşünölen kütle akması birimlerinin (türbidit-homojenit, TH ve türbidit, T) birimlerinin kumlu-iri siltli taban kısımları çoğunlukla çoklu lamina veya ince tabakadan oluşmakta ve üste doğru normal tane boyu derecelenmesi göstermektedir. Bazı çoklu kum lamina veya tabakalarının en üsttekinde kara kökenli bitki parçaları bulunmakta; bazılarında ise mercek ve kum topları halinde su kaçma yapıları izlenmektedir.

TH birimleri jeokimyasal bileşimleri ile de belirgin özelliklere sahiptir. Kumlu-siltli taban kısımları Ti, Zr gibi elementlerce zenginleşmiştir. Mangan (Mn), türbidit seviyesinin altında diyajenetik olarak belirgin bir zenginleşme; içerisinde ise azalma göstermektedir. Çınarcık Havzası'nda AMS Radyokarbon ve ^{137}Cs tarihlendirme analizleri ile yaşlandırılan TH birimlerinden, güneydeki karotta en üstteki M=6.4 1963 depreminin; kuzeydeki karotlarda ise M=7.3 (I=IX) 10 Temmuz 1894 depreminin kaydı bulunmuştur. Bu sonuçlar aletsel ve gözlemsel sonuçlarla uyumludur [15-17].

Karotlarda alttaki TH birimleri büyük olasılıkla sırası ile, M=7.122 Mayıs 1766, M=7.2 10 Eylül 1509, M=6.9 18 Ekim 1343, 1 Haziran 1296 (Şiddet, I = VII), M.S. 1162 veya M.S. 6 Aralık 1090, M.S. 26 Ekim 740 (M.S. = 7.1, I = IX-XI), 15 Ağustos 553, M.S. 358 (veya M.S. 403 ve M.S. 407) ve M.Ö. 427 depremlerinin kaydıdır (Şekil 1). MNTKS10 karotunun yaş-derinlik modelinden bulunan diğere deprem kayıtları yaklaşık olarak

M.Ö. 570, 630, 640, 780, 830±41, 920, 1230±60, 1290±78, 1450, 1510, 1650, 1850±66, 2670, 2930, 3250±74, 3570, 3810, 5330±50, 5940, 6110, 6250, 6440, 6580, ve M.Ö. 7100±80 yıllarına tarihlendirilmiştir

1265 m derinliğinde kuzeyden alınan MNTKS10 karotunda çıplak gözle ve radyografi görüntülerinden tanımlanabilen 36 türbidit-homojenit (TH) biriminin karotun taban yaşı olan yaklaşık son 9450 yılda oluştuğu gözününde bulundurulduğunda, Çınarcık Havzasında ortalama deprem oluşum aralığının ortalama yaklaşık 260 yıl olduğu bulunur. Ancak birbirini izleyen iki deprem arasındaki zaman aralığı fazla düzenli değildir. Bu aralık yaklaşık 90 yıl ile 1500 yıl arasında çok değişmektedir. Ortalama 260 yıllık deprem tekrarlanma aralığı, kuzey kol üzerindeki GPS hareket oranları (2.4 cm / yıl; [20, 21]) ve 1999 İzmit depreminin yanal ötelenme miktarları ile uyumludur (4.5-5 m; [22]).

Orta Sırt üzerinde biri Kumburgaz Havzası'nda 800 m su derinliğinde çökel/su ara yüzey; diğeri fayın batimetrik izi üzerinde, 692 m su derinliğinde piston-gravite karotunda yapılan doğrudan gözlemler, sayısal radyografi, fiziksel (MSCL), jeokimyasal (XRF) ve tane boyu analizleri her iki karotta da herhangi bir kütle akmasının bulunmadığını göstermiştir. Ancak bu sırt üzerinde Kumburgaz havzasından alınan çökel/su ara yüzey karotunda ²¹⁰Pb profili, ¹³⁷Cs analizleri ile birlikte yorumlandığında, yaklaşık 55-70 yıl önce çökel istifinde bir oluşmuş bir deformasyonun varlığı dikkati çekmektedir. Bu tarih olasılıkla 1963 depremine karşılık gelmektedir. Karottaki bu deformasyon olasılıkla nisbeten uzak (telesismik) bir etki ile oluşmuştur. Çökel/su ara yüzey karotundaki bu olay dışında, Orta Sırt üzerinde faya çok yakın uzun piston-gravite karotunda da TH birimleri gibi deprem kayıtlarının ve deformasyonun bulunmaması, bu fay üzerindeki hareketin en azından son birçok bin yıldır yavaş kayma (creep) şeklinde olduğu görüşünü [23, 24] desteklemektedir. Sedimanter deprem kaydı sonuçlarımız, tarihsel kayıtlara (öneğin, [17, 25]) dayanan merkez üssü (epicentre) verilerinden farklılıklar göstermektedir. Bu farklılığın en önemli nedeni tarihsel kayıtlarda merkez üssünün daha çok yerleşim odaklı, yani İstanbul olması ve bu nedenle tarihsel kayıtların güvenilirliklerinin daha az olmasındandır.

Orta Sırt üzerindeki piston-gravite karotunda Marmara'nın göl olduğu dönemde çökelen birimi içerisinde birçok karbonat yumrusu bulunmuştur. Duraylı karbon izotop oranları bu karbonat yumrularının bir olasılıkla sismik etkinliğe bağlı metan çıkışları ile ilgili olduğunu göstermektedir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

İstanbul'u en fazla etkileyecek iki fay segmentinden Adalar Fayı üzerinde son 9450 yıldaki ortalama deprem oluşum aralığı 260 yıl, son deprem ise $M_s=7.3$ 1894 depremidir. Yine aynı fay üzerinde $M=7.1$ 22 Mayıs 1766, $M=7.2$ 10 Eylül 1509, $M=6.9$ 18 Ekim 1343, 1 Haziran 1296 (Şiddet, I = VII), M.S. 1162 veya M.S. 6 Aralık 1090, M.S. 26 Ekim 740 depremidir (M.S. = 7.1, I = IX-XI), 15 Ağustos 553, M.S. 358 (veya M.S. 403 ve M.S. 407), M.Ö. 427 depremleri de oluşmuştur. $M_w=6.4$ 1963 depremi ise Çınarcık Havzası'nın güneyinde oluşmuştur.

Orta Sırt üzerinde depremlerle ilgili herhangi bir eşzamanlı (co-seismic) sedimanter deprem kaydına rastlanmamıştır. Bu sonuç Orta Sırt üzerindeki fay boyunca hareketin çok uzun süredir yavaş bir kayma (creep) şeklinde olduğu görüşünü desteklemektedir. Bu durumda Orta Sırt fay bölümü (segment) İstanbul için önemli bir risk oluşturmamaktadır. Orta Sırt fay bölümü üzerindeki hareketin ne şekilde olduğunun daha ayrıntılı GPS ve simolojik yöntemlerle uzun süre izlenerek test edilmesi ve daha fazla karotta deprem kayıtlarının araştırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Kastens, K.A., Cita, M.B. (1981) Tsunami-induced sediment transport in the abyssal Mediterranean Sea. *Geol Soc Am bull*, Part1 92, 845-857.
2. Inouchi Y, Kinugasa Y, Kuman F, Nakano S, Yasumatsu S, Shiki T., (1996). Turbidites as records of intense palaeoearthquake in Lake Biwa *Japan. Sed Geol* 104, 117-125
3. Chapron, E., Beck, C., Pouchet, M., Deconinck, J.F., (1999). 1822 earthquake-triggered homogenite in Lake Le Bouget (NW Alps). *Terra Nova* 11, 86-92
4. Ken-Tor R, Agnon A, Enzel Y, Stein M, Marco S, JFW Negendank (2001). High-resolution geological record of historic earthquakes in the Dead Sea basin. *Journal of Geophysical Research* 106, 2221-2234
5. Goldfinger, C. et al., (2003). Deep-water turbidities as Holocene earthquake proxies: the Cascadia Subduction zone and Northern San Andreas Fault system. *M.S., Annals of Geophysics*, 46(5), 1169-1193
6. Shiki T., Kumon F., Inouchi Y., Kontani Y., Sakamoto T., Tateishi M., Matsubara H., Fukuyama K., (2000). Sedimentary features of the seismo-turbidites, Lake Biwa, *Japan. Sed. Geol.*, 135:37-50
7. Migowski C, Agnon A, Bookman R, Negendank JFW, Stein M., (2004). Recurrence pattern of Holocene earthquakes along the Dead Sea transform revealed by varve-counting and radiocarbon dating of lacustrine sediments. *Earth and Planetary Science Letters* 222: 301-314
8. Nelson, C.H., C. Goldfinger, J.E. Johnson and G. Dunhill, (2003). Paleoseismic history of the Cascadia subduction zone derived from turbidite stratigraphy, *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*

9. Sari, E. ve Çağatay, M.N., (2006). Turbidities and their association with past earthquakes in the deep Çınarcık Basin of the Marmara Sea, *Geo-Mar Lett*, 26, 69-76
10. McHugh, C. M., Seeber, L., Braudy, N., Cormier, M.-H., Davis, M. B., Diebold, J. B., Dieudonne, N., Douilly, R., Gulick, S. P.S., Hornbach, M. J., Johnson III, H. E., Ryan Mishkin, K., Sorlien, C. C., Steckler, M. S., Symithe, S. J., ve Templeton, J., (2011). Offshore sedimentary effects of the 12 January 2010 Haiti earthquake. *Geology*, v. 39(8), 723-726
11. Beck, C., Mercier de Lapinay, B., Schneider, J.L., Cremer, M., Cagatay, N., Wendenbaum, E., Boutareaoud, S., Menot, G., Schmidt, S., Webe, O., Eriş, K., Armijo, R., Meyer, B., Pondard, N., Gutcher, M.A., Turon, J.L., Labeyrie, L., Cortijo, E., Gallet, Yç, Bouquerel H., Görür, N., Geravis, A., Castera, M.H., Londeix, L., de Resseguier, A., Jaouen, A., (2007). Late Quaternary co-seismic sedimentation in the Sea of Marmara's deep basins. *Sed. Geol.* 199, 65-89.
12. Drab, L. Hubert Ferrari, A., Schmidt, S., Martinez, P., (2012). The earthquake sedimentary record in the western part of the Sea of Marmara, Turkey. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 235-1254.
13. Çağatay, M.N., Erel, L., Bellucci, L.G., Polonia, A., Gasperini, L. Eriş, E., Sancar, Ü., Biltekin, D., Uçarkuş, G., Ülgen, U.B., Damcı, E., (2012). Sedimentary Earthquake Records in the İzmit Gulf, Sea of Marmara, Turkey. *Sedimentary Geology*, 282:347-359
14. Eriş, K.K., Çağatay, M.N., Beck, C. Mercier de Lepinay, B., 2012. Late-Pleistocene to Holocene sedimentary fills of the Çınarcık Basin of the Sea of Marmara. *Sedimentary Geology*, 281, 151-165
15. Nalbant, S.S. , Hubert A., ve King G.C.P., (1998). Stress coupling between earthquakes in Northwest Turkey and North Aegean Sea. *Journal of Geophysical Research*, 103(24), 69- 24
16. Bulut, F. ve Aktar, M., (2007). Accurate relocation of İzmit earthquake (Mw=7.4). *Geophysical Research Letters*, 34(10),
17. Ambraseys, N.N., (2002). The seismic activity of the Marmara Sea Region over the last 2000 years: *Bull. Seis. Soc. Amer.* 92,1-18
18. Le Pichon X, Şengör AMC, Demirbağ E, Rangin C, İmren C, Armijo R, Görür N, Çağatay N, Mercier D Lepinay B, Meyer B, Saatçiler R, Tok B., (2001). The active main Marmara Fault, *Earth Planet Sci Lett* 192, 595-616
19. Armijo, R., Meyer, B., Navarro, S., King, G., Barka, A., (2002). Asymmetric slip partitioning in the Sea of Marmara pull-apart: a clue to propagation processes of the North Anatolian Fault. *Terra Nova* 14 (2), 80–86
20. McClusky S, Ballassanian S, Barka A, Demir C, Ergintav S, Georgiev I, Gürkan O, Hamburger M, Hurst K, Kahle H, Kastens K, Kekelidze K, King R, Kotzev V, Lenk O, Mahmoud S, Mishin A, Nadariya M, Ouzounis A, Paradissis D, Peter Y, Prilepin M, Reilinger R, Sanlı I, Seeger H, Tealeb A, Toksöz MN, Veis G., (2000). Global positioning

- system constraints on plate kinematics and dynamics in the Eastern Mediterranean and Caucasus, *J Geophys Res* 105,5695-5719
21. Meade, B.J., Hager, B.H., Reilinger, R.E., (2002). Estimates of seismic potential in the Marmara region from block models of secular deformation constrained by GPS measurements. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 208-215
 22. Barka, A., Akyuz, H. S., Altunel, E., Sunal, G., Cakir, Z., Dikbas, A., Yerli, B., Armijo, R., Meyer, B., de Chabaliere, J. B., Rockwell, T., Dolan, J. R., Hartleb, R., Dawson, T., Christofferson, S., Tucker, A., Fumal, T., Langridge, R., Stenner, H., Lettis, W., Bachhuber, J. and Page, W. (2002). The Surface Rupture and Slip Distribution of the 17 August 1999 Izmit Earthquake (M 7.4), North Anatolian Fault, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 43-60
 23. Armijo R, Pondard, N, Meyer, B, Mercier de Lapinay, B, Uçarkus, G, the MARMARASCARPS Cruise Party (2005). Submarine fault scarps in the Sea of Marmara pull-apart (North Anatolian Fault): implications for seismic hazard in Istanbul. *Geochem Geophys Geosyst* 6, 1-29.
 24. Géli, L., Henry, P., Zitter, T., Dupré, S., Tryon, M., Çağatay, M. N., de Lépinay, B. Mercier, Le Pichon, X., Sengör, A. M. C., Görür, N., Natalin, B., Uçarkus, G., Özeren, S., Volker, D., Gasperini, L., Burnard, P., Bourlange, S., the Marnaut Scientific, Party, (2008). Gas emissions and active tectonics within the submerged section of the North Anatolian Fault zone in the Sea of Marmara. *Earth and Planetary Science Letters*, 274(1-2), 34-39.
 25. Ambraseys, N. N. (2002a). Seismic sea waves in the Marmara Sea region during the last 20 centuries, *J. Seismol.*, 6, 571–578.

İstanbul Avcılar Dolayının Genç Tektoniği ve Büyüme Fayı

Ali Malik Gözübol, Hakan Hoşgörmez

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

Özet: İstanbul göller arası bölgenin, Marmara Denizinden geçen Kuzey Anadolu Fayı ile entegre bir genç tektonizmaya sahip olduğu, Avcılar ve dolayının da bu aktif genç tektonizmanın etkisinde bir bölge olduğu, 1999 Marmara depremi ile başlayan çalışmalarda günyüzüne çıkmıştır. Avcılar dolayı Neojen yaşında genç çökellerde güncel tektonizmanın izleri görülmektedir. Avcılar dolayında görülen Neojen çökel istifı, en altta Gürpınar formasyonu, üstünde Çukurçeşme formasyonu, daha üstte Güngören formasyonu ve en üstte Bakırköy formasyonu ile temsil edilmektedir. Bu Neojen istifinin altında yaygın olarak, Eosen yaşında Kırklareli formasyonu karbonat çökel istifı olarak yer almaktadır. Küçükçekmece gölünde ve Haramiderede varlığı 1999 depremini takip eden çalışmalarda netleşen ana fay düzlemlerinin, bölgede yapılmış olan derin sondajlar sonunda büyük düşey atımlar gösterdiği ortaya çıkmıştır. Avcılar dolayında derin gömülmeye sebep olan fayların Neojen çökel istifinde kalınlaşmaya neden olan havza büyüme fayları olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Avcılar, Tektonik, Büyüme fayı

GİRİŞ

İstanbul jeolojisi içerisinde Göller Arası Bölge olarak tanımlanan Küçükçekmece gölü ile Büyükçekmece gölü arası alan, Tersiyer yaşında genç çökel istifinin yer aldığı alandır. Avcılar ve dolaylı göller arası bölge içerisinde bu genç çökel istifinin tam ve kalın bir kesit halinde temsil edildiği kesimdir. Türkiye tektoniğinin ana kırık hattı olarak tanımlanan Kuzey Anadolu Fayı, Marmara denizinden geçmekte ve Avcılar dolayında yapısal yansımaları bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı'nın Orta Miyosenden başlayarak geliştiği ve güncel aktif olduğu bilinmektedir. Avcılar ve dolayında yer alan genç Neojen çökelleri bu tektonik aktivite içerisinde istiflenmiş olduğundan, tektonizmanın etkileri çökel istifine yansımıştır. Avcılar dolayında Neojen istifini kesen faylar ve dislokasyonlar Kuzey Anadolu Fayı ile entegre yapı unsurlarıdır.

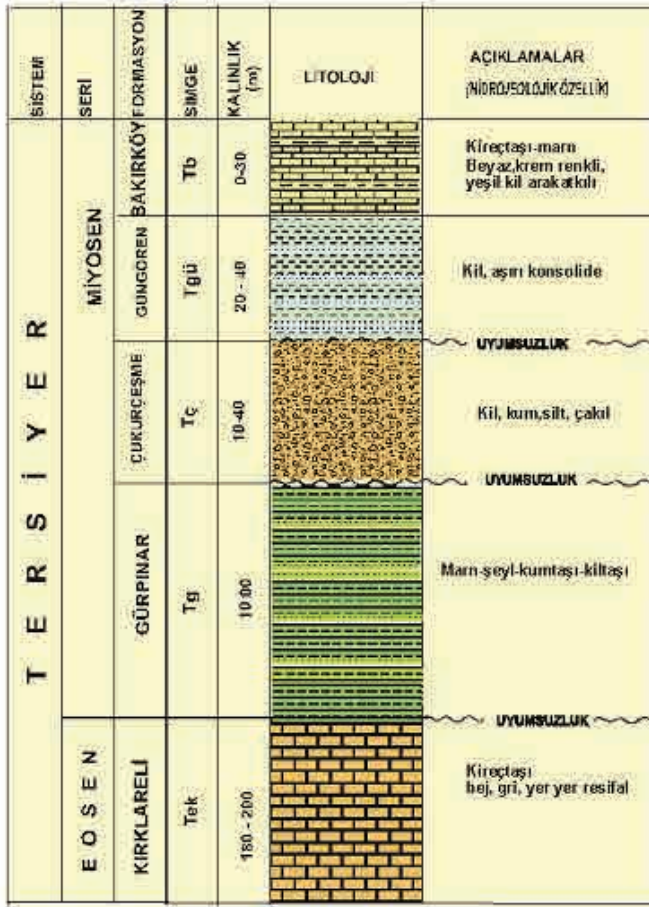
BULGULAR

Avcılar dolayında Neojen stratigrafik istifi olarak en üstte Bakırköy formasyonu, altında Güngören formasyonu, daha altta Çukurçeşme formasyonu, en altında da Gürpınar formasyonu çökelleri yer almaktadır. Bu Neojen çökel istifinin altında da Eosen yaşında kireçtaşı istifi olan Kırklareli formasyonu yer almaktadır. Avcılar dolayında yapılan derin sondajlarda 950-1000 m kalınlıkta Neojen çökel istifi kesilmektedir. Beylikdüzü ve Küçükçekmece dolayında Neojen çökel kalınlığının 200 m. kadar olduğu bilinmektedir.

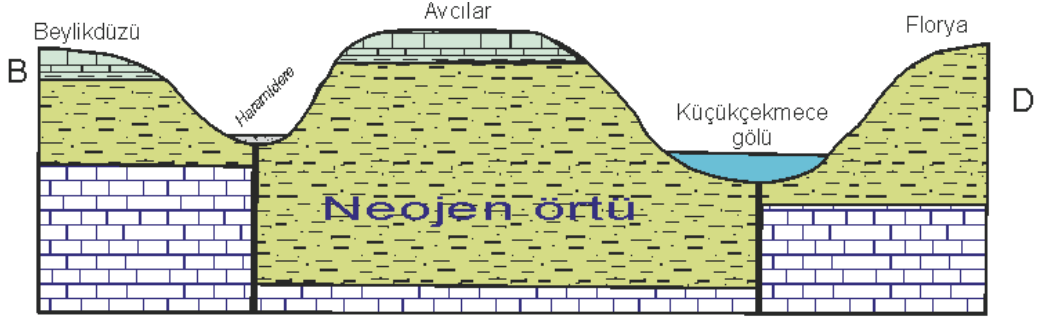
SONUÇLAR

İstanbulun Avrupa yakasında Göller arası bölgenin Tersiyer çökel istifi, Marmara denizinden geçen Kuzey Anadolu Fayı ve ona bağlı genç tektonizmanın etkinliği altında çökelmiştir. Buna bağlı olarak çökel istifinin ayrıntılı incelemesi ile genç tektonizmanın tüm izlerini görmek imkanı vardır. 1999 Marmara depremini takiben yapılan araştırma çalışmalarından önemli bulgular elde edilmiştir. Haramidere fayı ve Küçükçekmece gölünden geçen Küçükçekmece fayı bu çalışmalar ile netleşmiş olan ana kırık hatlarıdır.

Göller arası bölgede yıllarca, daha çok yeraltısuyu amaçlı çok sayıda derin sondaj yapılmıştır. Bu sondajlardan Neojen çökellerinin 200 m. kadar kalınlığa sahip olduğu bilinmektedir. Avcılar dolayında yapılan derin sondajlar Haramidere fayı ile Küçükçekmece fayı arasında Neojen isitifinin 950-1000 m.kalınlıkta olduğu bulgusu elde edilmiştir. Avcılar dolayında önemli kalınlık artışının Haramidere ve Küçükçekmece faylarının düşey atımlarıyla ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bakırköy kireçtaşı kalınlığını her yerde aynı olmasından, çökel istif kalınlaşmasının Bakırköy kireçtaşı çökeliminden evvel büyüme faylarıyla oluştuğu sonucu çıkmaktadır. Haramidere ve Küçükçekmece faylarının aktif tektonizma içerisinde gelişmiş Neojen yaşında büyüme fayları olduğu anlaşılmaktadır



Şekil 1 Avcılar dolayının stratigrafi sütun kesiti



Şekil 2 Avcılar dolayının D-B jeoloji enine kesiti

KAYNAKLAR

- Archie, G.E., 1942. " Electrical Resistivity Log as an Aid in Determining Some Reservoir Characteristics," Trans., AIME, v. 146, p. 54-62.
- Hamada, G.M., Assal, A.M. and Ali, M.A.1996. Improved technique to determine Archie's parameters and consequent impact on the exactness of hydrocarbon saturation values: SCA # 9623 presented at Intl. Symposium of SCA, Sept. 8-10, Montpellier, France.
- H. Hosgörmez, A. M. Gözubol, H. Emre, O. Tezel, M. N. Yalçın; "Determination of the Geothermal Potential with Soil Gas (Sniffing) in Altınoluk (NW-TURKEY)" Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia, 25-29 April 2010, Book of Abstract, (in CD)
- IPI2Winlite, 2002. Resistivity Sounding Interpretation, Version 2.2, Moscow State University.
- N. D. Salonga, E. B. Herras, F. L. Siega, J. S. Seastres Jr, D. B. Dacillo: Geochemical signatures of the field-wide expansion process of the upper steam zone in Tongonan geothermal field, Philippines. Geothermics. 2004. 109 – 141.
- N. D. Salonga, D. B. Dacillo, F. L. Siega: Providing solutions to the rapid changes induced by stressed production in Mahanag dong geothermal field, Philippines. Geothermics. 2004. 181-212.
- P. A. Hernandez, J. M. Salazar, Y. Shimoike, T. Mori, K. Notsu, N. Perez: Diffuse emission of CO₂ from Miyakejima volcano, Japan. Chemical Geology. 2001. 177, 175-185.
- R. W. Klusman, J. N. Moore, M. P. LeRoy: Potential for surface gas flux measurements in exploration and surface evaluation of geothermal resources. Geothermics. 2000. 29, 637-670.
- Telford, W. M., L. P. Geldart, and R. E. Sheriff (1990). Applied Geophysics Cambridge U.P.,

New York.

İstanbul'un Tarihi Alanlarında Yapılması Planlanan Kentsel Dönüşüm Projelerinde Jeofizik Yöntemlerin Uygulanması

Geophysical Applications in Urban Transformation Projects Planned for Historical Sites in Istanbul

Fethi Ahmet Yüksel

*İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
Avcılar Yerleşkesi, Avcılar-İstanbul
(fethiahmety@gmail.com)*

Özet: Kentsel dönüşüm, kentsel gelişmenin sosyal iktisadi ve yersel olarak yeniden ele alındığı ve yerleşim alanlarındaki sorunlu alanların sağlıklı ve yaşanabilir hale getirilmesi için, bir kentin dokusunu bozan sorunların giderilmesi, yıkıp yeniden yapılması, canlandırma, sağlıklılaştırma veya yeniden yapılandırma için proje üretilmesi ve uygulama yapılmasıdır. 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'un birinci maddesinde ” **Bu Kanunun amacı; afet riski altındaki alanlar ile bu alanlar dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerde, fen ve sanat norm ve standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşama çevrelerini teşkil etmek üzere iyileştirme, tasfiye ve yenilemelere dair usul ve esasları belirlemektir.**” Denmektedir. Böylece kanunla, Kentsel Dönüşüm ile yerleşim alanlarında yasal olmayan yapılaşma alanları ile ekonomik ömrünü doldurmuş bulunan yapılarının gerekli tüm kentsel ve sosyal donatı hizmetleri getirilerek muhtemel tüm doğal afet riskleri de bertaraf edilecek şekilde yeniden teknik ve sağlık standartlarını kapsayacak şekilde yapılandırılması amaçlandırılmaktadır. Kentsel dönüşüm projelerinin oluşturulması aşamasında proje yerinin konumu,

altyapı özellikleri, mevcut yapıların (tescilli veya tescilsiz) durumu, zemin özellikleri, arkeolojik veya doğal sit durumu, jeolojik, morfolojik vb. durumları da göz önünde bulundurulmalıdır. Bu amaçla, Kentsel dönüşüm projelerinin oluşturulmasında hızlı, ekonomik ve en doğru (fen’ni) bir şekilde yeraltının iki ve üç boyutlu görüntülenmesi ve tahribatsız test yöntemleri (NDT) ile yapı incelemesi olanakları sunan jeofizik yöntemlerinden yararlanılmalıdır. İstanbul’un Tarihi alanlarında (Tarihi Yarımada, Galata, Eyüp, Üsküdar, Kadıköy vb) yapılması düşünülen kentsel dönüşüm projelerinde mevcut altyapı, planlanması düşünülen metro, kanal gibi projeler, arkeolojik değerler ve tescilli binaların durum, konum ve özellikleri en doğru, ekonomik, hızlı, bir bütün halinde ve tahribatsız bir şekilde jeofizik yöntemlerle belirlenerek kentsel dönüşüm uygulamalarına geçilmelidir. Aksi takdirde projenin uygulanma esnasında ortaya çıkan olumsuzluklar zaman ve ekonomik kayıplara yol açacaktır. Bu bildiride İstanbul’un Tarihi alanlarında yapılan jeofizik uygulamalar ve sonuçlarına yer verilecektir.

Anahtar Kelimeler: kentsel dönüşüm, jeofizik, arkeolojik alan, altyapı.

Abstract: Urban transformation is the process of developing and implementation of projects reconsidering urban development by social, economic, and spatial means in order to rehabilitate, improve, and rebuild the problematic areas hampering urban fabric as well as to render the problematic sites into healthier and livable residential areas. The first article of the Turkish Law on Transformation of Disaster Risk Areas (Law No. 6306) states that “The objective of this Law is to set forth any work and processes and their related methods and principles regarding the improvement, settlement, and renovation at areas under disaster risk, as well as any other lands and plots which accommodate risk-bearing buildings, with the aim of establishing healthy and safe living environments compatible with science and craft norms and standards”. Thus, this law aims rebuilding of the illegally constructed sites and economically outdated buildings in residential areas, through urban transformation, by providing all necessary urban and social reinforcement services to prevent all possible natural hazard risks to such a degree as to cover technical and health standards. Several factors should be taken into account during planning of urban transformation projects such as the project location, infrastructure, status of the existing (both registered and non-registered) buildings, ground characteristics, archeological or protected sites, and geological and morphological features. For this purpose, geophysical methods should be utilized in urban transformation projects as these methods provide quick, non-expensive, and most accurate (scientific) ways of two- and three-dimensional subsurface monitoring and construction analysis using non-destructive testing (NDT) methods. Urban transformation projects planned for the historical sites in İstanbul (Historical Peninsula, Galata, Eyüp, Üsküdar, Kadıköy, etc.) should commence following accurate, affordable, complete, and non-destructive characterization of existing infrastructure, planned subway and canal projects, archeological significance, and the status, location, and properties of buildings using geophysical methods. Otherwise, problems that may arise during the project will result in loss of time and financial resources. This abstract provides information on the

geophysical applications carried out in historical sites in İstanbul as well as on the results of these geophysical applications.

Keywords: Urban transformation, geophysics, archeological site, infrastructure.

Şehircilikte Jeolojik Miras ve İstanbul Büyükşehirin Yokolan Jeo-değerleri

Geological Heritage in Urbanism and Disappeared Geo-values of Megacity İstanbul, Turkey

Nizamettin Kazancı^{a,b}

^aAnkara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara

^bJeolojik Mirası Koruma Derneği, P.K.10, Maltepe 06100, Ankara

(Nizamettin.Kazanci@ankara.edu.tr)

Özet: Şehirlerin büyümesi kaçınılmaz olarak doğal varlıkları ve özellikle jeolojik mirası yok etmektedir. Bunları korumanın yolu, jeolojik mirası kent peyzajının parçası haline getirmek ve jeoturizm aracı olarak kullanmaktır. Bu uygulama İstanbul için daha da acil hale gelmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul Boğazı, şehir jeolojisi, jeolojik miras

Abstract: As expected results, expandig of cities have caused disturbing of natural matter, importantly geological heritage in their areas. The practical way of the geoconservation is to accept the geoheritage as significant tools of urban landscape and matter of geotourism are. This is urgent particularly for Istanbul and its surrounding due to disappearing of many geosites.

Key Words: Bosphorus, urban geology, Geological heritage

1.GİRİŞ

Biz dâhil, canlıları üzerinde taşıyan yerküre, eşsizdir. Bu eşsiz oluş, koruma anlamında üzerine titrememizi (nature conservation), yaşamın hem kaynağı hem de barınağı olduğunun farkına varmamızı gerektirir. Başta UNESCO, uluslararası kuruluşlar bu farkındalığı sağlama gayreti içindedirler (www.onegeology.org). Aynı çabaların yurt içindeki anlatımı ve örneklenmesi “jeosit ve jeolojik miras” olarak anlatılmaya çalışılmaktadır [1].Bütün insanların, kırsalda veya şehirde, “kaliteli yaşam” hakkı vardır. Kaliteli yaşam bakımlı, temiz ve korunan çevrede gerçekleşebilir. Tarihi, kültürel ve doğal mirası kapsayan “korunmalı çevre”yi bireylere sağlamak, kamunun ve özellikle yerel yönetimlerin görevidir. Şüphesiz, yerel yönetimlerin bunu gerçekleştirmesi için toplum tarafından ısrarla talep edilmesi, yani, yurttaşlarda “farkındalığın” bulunması lazımdır. Tarihi ve kültürel miras konusunda duyarlılık kısmen sağlanmıştır. Ülkemizden “Dünya Miras Listesi”ne (DML) girmiş az sayıdaki yerin gördüğü büyük ilgi, kültürel değerlerin korunması yönünde önemli katkı sağlamıştır. DML yalnız bizde değil, uluslararası düzeyde başarılı bir uygulamadır ve UNESCO tarafından Global Jeopark Projesi’nin başlatılmasına da örnek olmuştur [2]. Kendine has özellikleri olan Jeopark, doğal oluşukların ve genelde doğanın korunması için yöntem olmakla beraber, değişik bir arazi yönetimi ve yerbilimlerinin halkın hizmetine sunulması olarak da kabul edilebilir [2, 3, 4, 5].Büyük kentlerdeki doğal miras, şehirleşme ile birlikte hızla azalmış, maalesef azaldığının farkına geç varılmış, ülkemizde ise henüz böyle bir farkındalık gelişmemiştir [6, 7]. Şehirlerdeki doğal mirasın hemen hepsi, çok az bulunan anıt ağaçlar dışında, jeolojik oluşuklardır. Deniz, kıyı, boğaz, koy, göl, dere, tepe, manzara, mağara, kayaç- mineral istif, fosil yatağı vb yerler, eğer yerkürenin geçmişinde bir olayı veya süreci temsil ediyorsa, bunlar “doğanın belgeleridir” ve “jeolojik miras” olarak adlandırılır [1,8,9,1]. Bunların tespiti ve dökümlerinin yapılması kurallara bağlanmış, ulusal ve uluslararası düzeyde karşılaştırılma çalışmaları hızla sürdürülmektedir [8,10,11,12,13]. Her ülkede jeolojik mirasın incelenmesi ve gerektiğinde halkın hizmetine sokulması, yerbilimcilerin işi ve sorumluluğudur. Şehirlerdeki jeolojik mirasın değerlendirilmesi, şüphesiz şehircilik kurallarına göre olmak durumundadır. Bu nedenle Kent Jeolojisi (Urban Geology) hızla gelişen bilim dalı olmuştur. Kısaca, şehirlerde yerbilimciler, şehir plancıları ve yöneticiler ortak hareket etmek durumundadırlar. Böyle ortak yöndeki çalışmaların yerbilimcilere ve plancılara istihdam sağlaması yanında, şehirlere estetik değer kattığına dair çok sayıda uygulama vardır [6,9,15]. Ülkemizde durum tersidir; özellikle şehirlerde, doğal afet, doğa ile mücadele şeklinde anlaşılmakta ve jeolojik miras hızla yok edilmektedir [7]. Yasal mevzuatımızda kent jeolojisi kavramlarının bulunmayışı önemli

eksiklidir ve giderilemez kayıplar doğurmaktadır [16]. Bu çalışmada jeolojik mirasın İstanbul başta olmak üzere, şehirlerimize getireceği olası yenilikler sunulmakta ve uygulama önerileri ele alınmaktadır.

2. JEOLJİK MİRAS ve ŞEHİR

Jeolojik miras yenilenemeyen doğal kaynaktır, insanlar keşfetsin veya yararlansın diye oluşmuş değildir [3,11,12]. Onlar, yerkürenin kendini anlatan özellikleridir. İnsandaki göz, kulak, kol, bacak gibi, “jeolojik miras” yerkabuğunun tamamlayıcı ve tanımlayıcı parçalarıdır. Nasıl canlıların kendilerini koruma hakları varsa, Yerkürenin de kendini koruma ve gelecek nesillere aktarma hakkı vardır [14]. Bununla birlikte, yöntemi ve aracı ne olursa olsun, insanlar jeolojik mirası tanıyarak, doğa hakkında bilgi edinir ve afetlerden uzak, onunla barışık yaşamayı öğrenebilir. Şehri planlayan ve yönetenlerin amaçlarından birisi “güvenli kent” ise, jeolojik miras onlara doğayı öğretme aracı olacaktır. Bu, jeolojik mirasın topluma eğitim katkısıdır. Örneğin, 1995 Kobe Depremini yaratan kırığın bir parçasının üzeri kapatılarak korunmaya alınmış, şehrin ortasında, çok yönlü ziyaret ve rekreasyon merkezi haline getirilmiştir. Şehirlerimizde son yıllarda yaygınlaşan bir uygulama, meydanlara veya parklara şelale, mini tepe, köprü vb şekiller yerleştirmektir. Bunların yerine Jeolojik Miras veya oradaki doğal oluşumlar düzenlenerek benzer estetik değerler yaratılabilir. Bunun pek çok uygulaması vardır. Çok bilinen örnek, New York’un ortasındaki dev kaya kütesidir. Buzulların getirdiği bu blok hem bilimsel hem estetik bir değerdir ve toplum bununla övünmektedir. Şehirlerinde jeolojik miras veya doğal oluşum bulunmayan gelişmiş batı şehirlerinde, parklara kayalar getirildiğini, fosil heykelleri ve hatta jeolojik çizimler yerleştirildiğini görmek mümkündür. Çünkü ziyaretçiler fosiller aracılığı ile milyonlarca yıl eskiye ait canlılara veya kayalar aracılığı ile örneğin eski denizlerin çamurlarına veya volkanların küllerine dokunabilirler. Uzak geçmiş ile tanışmak insanlara heyecan ve mutluluk verir. Özetle, şehirlerdeki jeolojik mirasın görsel zenginlik ve peyzaj olarak kullanılması olanağı vardır. Doğal mirasın şehirlere en büyük katkısı şüphesiz jeoturizmdir. Başlangıcı eski yıllara dayanan doğa merakı son yıllarda bilinçli şekilde yönlendirilmektedir [6,15]. Jeoturizmi yaygınlaştırmak için yoğun bilgilendirme çabaları harcanmakta, kırsal alanlarda olan jeoparklar ile şehirlerin bağlantıları sıklaştırılmaktadır.

3.KORUMA VE YARARLANMA ÖRNEKLERİ

Bütün doğal oluşumlar jeolojik miras değildir. Bununla birlikte, jeolojik miras olsun olmasın bütün doğal oluşumlardan ‘korunmalı çevre’ ve

jeoturizm aracı olarak yararlanmak mümkündür. Bunların örnekleri ülkemizde çoktur ve mağaralar başta gelir. Şehir içinde olup DML'ne giren jeolojik miras yerleri (jeosit) olmak büyük şanstır. Bu şansı yakalayamayan ülkeler, başta Almanya olmak üzere, şehir içindeki eski maden ocaklarını, tarihi taş ocakları ve bunların atıklarını turizm malzemesi haline koymuşlardır. Şehirlerin belli bölgelerine o yörenin taşları ile yapılmış sütunlar veya stratigrafik istif yapmak en yaygın uygulamadır. Bazı yerlerdeki toprak örtü alınarak kayaların etrafına çerçeve koymak (= yer tablosu) özellikle Çin şehirlerinde sıkça görülmektedir.

4. İSTANBUL VE ÇEVRESİNDE JEOLJİK MİRAS

İstanbul'u dünya şehri yapan ve burada yaşayanları kendine bağlayan özelliğın Boğaz ve Marmara Denizi olduğu ifade edilir. Bunlar gerçekte önemli jeositler ve/veya jeolojik mirastır. Genel olarak, şehirlerin yapay örtüsünden kurtulmuş doğal yerler, sulak alan, kayalık yamaç vb, yerel yönetimlerin sahip olabileceği büyük zenginliklerdir. İstanbul ve çevresinde bu değerlerden çok az nispette de olsa kalmıştır (şehirleşmenin fiili durumun sonucu olarak, Yalova, Kocaeli, İstanbul ve Tekirdağ'ı bir bütün olarak ele almak gerekir). Halen az sayıda kalmış doğal mirasın özel seyir yerleri haline konulması, bazılarının cam çerçeveler içine alınıp sergilenmesi gerekir. Bu anlamda Boğaz, haliç ve Marmara Denizi kıyılarının dışında da jeolojik değerler vardır. Kuvaterner denizel çökelleri (Marmara Fm), İstanbul Devoniyen'i, Gebze pudingleri, Gebze tüneli yakınındaki Neojen memeli fosil yatağı, Yarımburgaz Mağarası, Büyük ve Küçük Çekmece gölleri, Muallimköy Triyas kireçtaşları, Çayırova granit sokulumu, Yeniköy Holosen'i (kazı buluntuları), Karadeniz kıyısı kömür ocakları iyi bilinen örneklerdir. Büyük olasılıkla daha başkaları da vardır. Marmara Denizi'ni açan Kuzey Anadolu Fayı'nın batı ucu başlı başına bir değerdir. İzmit Körfezi, Hersek Burnu, Kocaeli Penepleni, Çayırova Kuvaterner düzlüğü, İstanbul Boğaz Akıntıları, Şile kumulları bilimsel önemi ve ayrı hikâyeleri olan doğal oluşumlardır. Her biri hakkında çalışmalar ve geniş bilgi birikimi vardır.

5. SONUÇLAR

Yukarıda belirtildiği gibi, jeolojik mirasın şehircilikte değerlendirilmesi hızla yaygınlaşan uygulamadır. Çünkü hem doğa koruma işi yapılmakta hem kente değer katmaktadır. İstanbul gibi gittikçe yaygınlaşan ve her yeri örten şehirlerdeki jeolojik mirasın tespiti ve topluma kazandırılması daha fazla önem kazanmıştır, acele edilmezse elde hiçbir şey kalmayabilir. Jeolojik mirasın öyküleri halk arasında yaygınlaştıkça, koruma isteği ve

onlardan duyulacak haz artacak, şehir sakinleri yaşadıkları çevre ile övüneceklerdir. Gerçek vatandaşlık ve vatanseverlik böyle oluşabilir.

KAYNAKLAR

1. Kazancı, N., (2010). Jeolojik Koruma; Kavram ve Terimler. Jeolojik Mirası Koruma Derneği yayını, 60 s., Ankara.
2. Eder, W., (1999). Unesco Geoparks; a new initiative for protection and sustainable development of the Earth's heritage. New Jarbuch Geol. Paleont.Abh. 214, 353-358.
3. Parkes M., ed., (2002). Natural and Cultural Lendscapes The Geological Foundation. Proceedings of a Conference 9-11 September 2002 Dublin Castle, Royal Irish Academy, Dublin, Ireland, 329 s.
4. Xun, Z. ve Milly, W., (2002). National geoparks initiated in China; putting geoscience in the service of society. Episodes 25, 33-37.
5. Kazancı, N., (2007). Jeeoparklar ve Nitelikleri in A. Koçman, ed., Geçmişten Geleceğe Köprü; Yanık Ülke Kula Sempozyumu (1-3 Eylül 2006, Kula) Bildirileri, s. 73-82, İzmir.
6. Dowling, R. ve Newsome, D., eds, (2005). Geotourism. Elsevier Pub., Amsterdam.
7. Kazancı, N., Şaroğlu, F. ve Boyraz, S., (2008). İstanbul ve Ankara'da yokolmuş jeositler. Bildiri Özleri Kitabı, 61. Türkiye Jeoloji Kurultayı (24-28 Mart, 2008), Ankara, s. 161-162.

İstanbul'un Kùltür Mirasına Jeolojinin Katkıları

Contributions of Geology to the Cultural Heritage of Istanbul

M. Namık Yalçın

*İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar-İstanbul
(mny@istanbul.edu.tr)*

Özet: Marmaray kazıları sırasında Yenikapı'da Theodosius Limanında gün ışığına çıkartılan istifin jeolojisi ve arkeolojik bulgular yepyeni bir sinerjinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu bildiride Holosen yaşlı bu istifin jeolojisi ve bunun Akdeniz Karadeniz bağlantısının oluşumunun ayrıntılarına yaptığı katkılara değinilecektir. Ayrıca jeoloji ve arkeolojinin bu kadar iç içe oluşunun yarattığı sinerji örnekleriyle sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler, Theodosius Limanı, İstanbul, Yenikapı, jeoarkeoloji, kültür mirası

Abstract Geology of the sequence uncovered during the excavations in Theodosian harbor in Yenikapı and archeological finds resulted in a new synergy. In this paper the geology of the Holocene sequence and its contributions to the details of the establishment of Mediterranean-Black Sea connection will be presented. Furthermore, examples of synergy, which is created by the close neighborhood of geology and archaeology, are presented.

Key words; Theodosian harbor, Istanbul, Yenikapı, geoarchaeology, cultural heritage

1.GİRİŞ

Marmaray kazıları sırasında Yenikapı'da Theodosius Limanında gün ışığına çıkartılan ve MÖ 6000 yılına tarihlenen Neolitik dönem gömüleri İstanbul halkında yeni bir kentlilik duygusunun ortaya çıkmasına neden oldu. İstanbullular o güne kadar bilinenden çok daha eski olduklarını biraz da gururla kaydettiler ve belki de yeni bir hemşerilik bilinciyle tanıştılar.

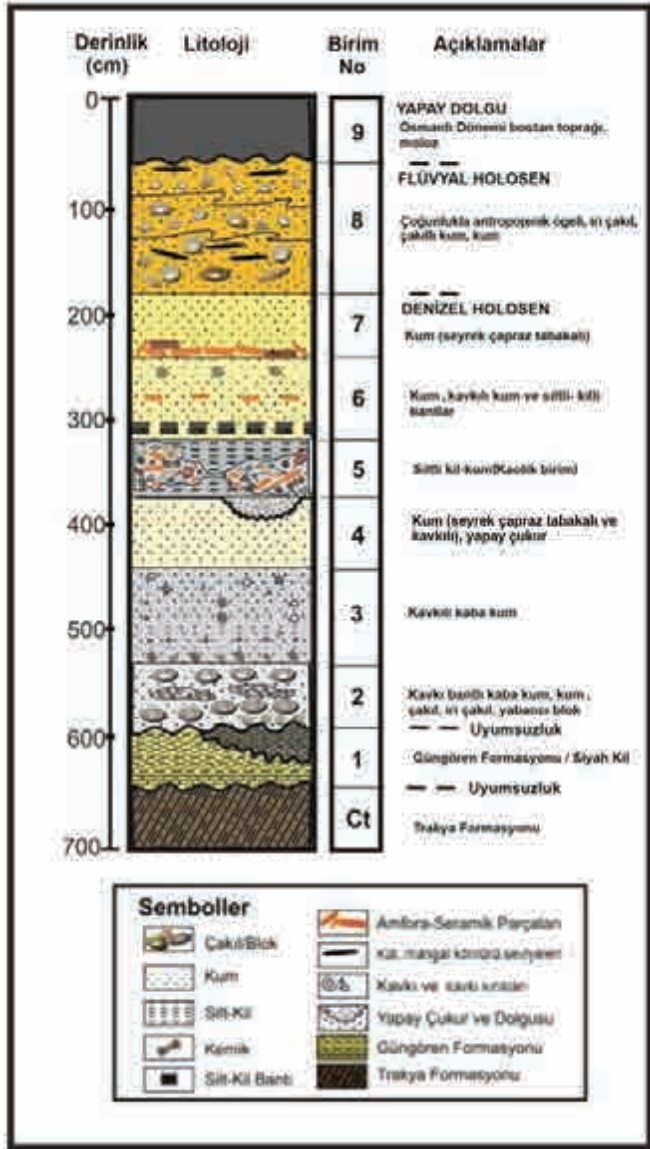
Yenikapı kazıları, sadece İstanbul'un değil, tüm insanlığın kültür mirasına yaptığı ve başlatılmış olan çok disiplinli çalışmaların tamamlanması sonucunda yapacağı çok önemli katkılar nedeniyle, yeni bir kentlilik bilincinin kazanılmasının çok ötesinde bir öneme sahiptir. Bu kazılar arkeologların yanı sıra bir başka bilim dalının, Jeolojinin, mensuplarına da önemli kapılar açtı. Bir yanda İstanbul'un jeolojik anlamda çok yakın olan geçmişinin ve İstanbul'u eşsiz kılan Akdeniz Karadeniz bağlantısının (İstanbul Boğazı'nın) oluşumunun ayrıntılarına ulaşılırken, diğer yanda jeoloji ve arkeolojinin bu kadar iç içe oluşu yepyeni bir sinerjinin ortaya çıkmasına neden oldu.

Bu bildiride özellikle Yenikapı kazılarından yola çıkılarak bu sinerjiden örnekler sunulacaktır. Bunun yanı sıra özellikle modern analitik yöntemlerin kullanılmasıyla jeolojik araştırmalarda ulaşılan yeni boyutlar ile bunun kültür tarihinin ve dolayısıyla kültür mirasının aydınlatılmasına yaptığı katkılar ele alınacaktır. Bu bağlamda jeolojinin çok yalın yaklaşımlarla da kültür mirasına önemli katkılarda bulunacağı çok daha güncel bir örnekle gösterilecektir.

Yenikapı İstifinin Jeolojisi

Yenikapı kazılarında açığa çıkartılan istif üstten alta doğru altı ana birimden oluşmaktadır. En üstte kalınlığı bir metreyi geçebilen bitkisel toprak ve özellikle Osmanlı dönemi yapay dolguları bulunur. Bunu kalınlığı iki metreyi bulabilen bir akarsu istifi izler. Bu istifin yaklaşık %50'si antropojenik ögelerden oluşmaktadır. Üçüncü sırada yer yer yine antropojenik katkılar içeren bir sığ deniz istifi dört metreyi aşan kalınlıklar sunar. Denizel istif sahanın belirli bir kesiminde genellikle koyu renkli killerden oluşan ve kalınlığı 0-9 m'ler arasında değişen Holosen yaşlı bir diğer birimi üzerler. Bu birimde de üsttekilerden farklı bir döneme ait arkeolojik bulgulara rastlanmıştır. Bu Holosen yaşlı istifin tabanında önce

Miyosen yaşlı Güngören formasyonu, bunun da altında Karbonifer yaşlı Trakya formasyonu grovıkları yer alır (Şekil-1).



Şekil 1. Yenikapı kazılarında açığa çıkartılan jeolojik istifin genelleştirilmiş stratigrafisi kesiti [1]; [2]; [3]; [4]'den değiştirilerek)

Yenikapı Holosen İstifinin Jeo-arkeolojisi

Yenikapı istifinin Holosene ait kesiminin hemen hemen tamamında çok sayıda ve çeşitlilikte arkeolojik bulgulara rastlanmıştır. Arkeolojik buluntuların başında sayısı 36'yı bulmuş olan gemi batıkları gelir. M.S. 5. Yüzyıldan 11. Yüzyıla kadar tarihlenen batıkların denizel Holosen istifinin litolojik ve sedimentolojik özellikleriyle birlikte değerlendirilmesi, bir grup geminin limanı da etkilemiş büyük bir fırtınada battıklarını göstermiştir [5]; [2]. İstifin farklı düzeylerinde gözlenmiş olan sismitler bu tür ortamlarda da paleosismolojik çalışmaların yapılabilirliğini doğrulamıştır. Tartışmalı olmakla birlikte denizel istifin orta kesimlerinde bulunan kaotik istif bir tsunami çökeli [5]; [6]; [7] olağan liman faaliyetleri dolgusu [3] veya büyük bir sel sonucu karadan denize taşınan bir sel çökeli [8] olarak değerlendirilmiştir. Bunların yanı sıra istifte saptanmış olan hendekler ve dolguları limanda derinleştirme veya daha farklı amaçlar için yapılan çalışmaların göstergesi olarak yorumlanmıştır. Çok sayıda iskele kazığının dendrokronolojisi ile kazıkların çakılması sırasında meydana gelmiş olan deformasyonların analizi sonucunda, hem iskelelerin yapım ve onarım tarihleri belirlenebilmiş, hem de istifin çok yüksek çözünürlüklü olarak tarihlendirilmesi mümkün olmuştur [9]; [4].

Neolitik dönem yerleşmesinin yakınlarındaki küçük bir sulak alanda ve indirgen ortam koşullarında çökelmiş koyu gri-siyah renkli kil birimi çeşitli düzeylerinde korunmuş olan arkeolojik buluntular Neolitik dönem hakkında çok önemli yeni bilgilere ulaşılmasını sağlamıştır. Ayrıca istifin jeokimya ve moleküler organik jeokimya yöntemleriyle incelenmesi sonucu o dönemin ortam ve çevre koşullarının saptanması mümkün olmuştur [8]. Neolitik dönem insanların ayak izlerinin mükemmel bir şekilde korunmuş oluşu da çökme ortamının özelliklerinin bir sonucudur.

Haydarpaşa

Yenikapı arkeolojik kazıları jeoloji ve arkeolojinin birlikteliğinin yarattığı sinerjinin çok sayıda örneğini sergilemiştir. Bu sinerjinin yaratılması için jeolojinin temel metodolojisinin yanı sıra bir dizi gelişmiş analitik yöntem ve teknikler de kullanılmıştır. Buna karşın Haydarpaşa Gar Binası giriş holündeki doğal taş duvar kaplamalarının izini sürmek, yalın makro gözlemlerle bile mümkün olmuştur. İstanbul Devoniyeni ile benzerlikler sunan bir başka Devoniyen istifi (Lahn Mermeri-Almanya) dünyadaki birçok önemli yapının yanı sıra Haydarpaşa Garı'nda da kullanılmıştır [10]. Duvar kaplamalarında kullanılmış olan levhaların ayrıntılı bir makroskopik gözlemi, bu levhalarda Devoniyen dönemi denizel yaşamının çeşitli örneklerinin sergilendiğini ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

1. Algan, O., Yalçın, M.N., Yılmaz, Y., Perinçek, D., Özdoğan, M., Yılmaz, İ., Meriç, E., Sarı, E., Kırıcı-Elmas, E., Ongan, D., Bulkan-Yeşiladalı, Ö., Danişman, G., Özbal, H., 2007, Antik Theodosius Yenikapı Limanının Jeoarkeolojik Önemi: Geç-Holosen ortam değişimleri ve İstanbul'un son 10 000 yıllık kültürel tarihi, Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet kazıları: Vehbi Koç Vakfı-İstanbul Arkeoloji Müzeleri, İstanbul, pp. 242-245.
2. 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
3. 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.
4. Sezerer, M., 2013, İstanbul-Yenikapı'daki Holosen İstifinin Dendrokronoloji Yardımıyla Yaşlandırılması ve Çökeltme Ortamı Analizi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 225 s. (yayınlanmamış).
5. Perinçek, D., 2010a, Geoarchaeology of the excavation site for the last 8000 years and traces of natural catastrophes in the geological profile. *Proceedings of the 1st Symposium on Marmaray-Metro Salvage Excavations 5th- 6th May 2008. İstanbul Arkeoloji Müzeleri Müdürlüğü*, pp. 191-219.
6. Perinçek, D., 2010b, Yenikapı Kazı Alanının son 8000 yıllık Jeoarkeolojisi ve Doğal Afetlerin Jeolojik izleri (İstanbul-Türkiye). *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, c:141, s:73-96
7. Bony, G., Marriner, N., Morhange, C., Kaniewski, D., Perinçek, D., 2012, A high-energy deposit in the Byzantine harbour of Yenikapı. *Quaternary International*, 266, 117-130.
8. Yalçın M.N., Bulkan, Ö., Algan, O., Konak, A., baskıda, A Holocene aged swamp area in Yenikapı-Istanbul and it's relation with the neighboring Neolithic settlement. *Ancient Near Eastern Studies*
9. Yalçın M.N., Sezerer, M., Pearson, C.P., Algan, O., Kuniholm, P., 2013; Establishment of a high-resolution stratigraphy with the help of dendrochronology-an example from the marine Holocene sequence in the ancient Theodosius Harbor (Istanbul-Turkey). *GSA Annual Meeting, Denver-Colorado, USA, 27-30 October 2013, Book of Abstracts and Program*, 177.
10. Wedel, A. and Schindler, E., 2006, Konzert" mit fossilen Lebenswelten-der Lahnmarmor im Kurhaus Wiesbaden. *Jb. Nass. Ver. Naturkde.* 127, S.11-21, 6 Abb., Wiesbaden.

İstanbul'da Kent- Kıyı İlişkisini ve Makroformunu Değiştirici Boyuttaki Kıyı Dolgu Alanları: Maltepe ve Yenikapı Dolguları

Ali Kılıç^a, Oya Akın, Ercan Koç^b

^{a,b}Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Beşiktaş - İstanbul, Türkiye.

(alikilicfb@yahoo.com, oakinster@gmail.com, kocercanozan@gmail.com)

Özet: Su kentlerin kuruluş ve varlığının en önemli nedenlerinden birisidir. Savunma, ekonomik, ulaşım ve erişilebilirliğe dayalı kültürel potansiyelleri kıyıları, kentlerin kurulması ve gelişmesi için çok çekici bir alan haline getirmiş ve bu yüzden de kent kıyıları kentlerin kuruluşundan günümüze çok önemli bir mücadele alanı olmuştur. Bu mücadelede kent kıyıları gereksinimler doğrultusunda sürekli müdahaleye uğrayarak hem biçimsel, hem de işlevsel dönüşüme uğramış, bu biçimsel ve işlevsel dönüşüm kent kıyı ilişkileri ve doğal bir yaşam alanı olan suyu da etkilemiştir.

Doğal kaynaklar ve eşikler kentin kapasite ve makroformunda belirleyici rol oynarlar. Bu bağlamda doğal eşikler, dengeli gelişme ve doğru biçimlenmenin en önemli aracıdır. Doğal bir eşik olan kıyının doğru tanımlanması ve kavranması bu açıdan büyük önem taşımaktadır. Kıyı, basit anlamıyla su ve kara arasında uzanan bir çizgidir. Ancak bu çizgi planlama ve yaşam açısından çok önemli bir eşiği temsil etmektedir. Kent kıyısı da kentsel yaşam ile doğal yaşam arasında sürdürülebilir gelişme koşutunda kentsel yaşamı dengeleyen bir eşik, kentsel mekandan doğal mekana, doğal mekandan kentsel mekana bir geçiş alanıdır.

İstanbul, doğal ve tarihi özellikleri ile dünyanın en önemli kıyı kentlerinden birisidir. İstanbul'un özellikli kıyı coğrafyası, doğal limanlara olanak sağlayan halic ve koylar, değişik ekolojik özelliklere sahip lagünler, ada ve yarımadalar, kıyı ormanları, kumsallar, falezler, ulaşımına uygun su yüzeyi ve İstanbul Boğazı ile kente başta klima olmak üzere farklı olanaklar sağlayan denize bağlanan dereler olarak tanımlanabilir. Bu özellikli coğrafya, İstanbul'a sınırsız olanaklar sağlayan Marmara Denizi ve Karadeniz gibi farklı özellikteki iki önemli deniz ile tamamlanmaktadır.

Kentsel alanların kıyılarına bakıldığında, Boğaz kıyısı yerleşmeleri, Güney Marmara kıyısı yerleşmeleri ve Karadeniz kıyısı yerleşmelerindeki konut, ticaret ve dinlenme gibi kullanımlara ilişkin yapıların ölçek, kullanım, yoğunluk bağlamında su ile kurduğu dengeli ve uyumlu ilişki, farklı özellik ve özgün kimlikte bir yerleşme dokusu oluşturmuştur.

Ancak İstanbul'un 615 km uzunluğundaki kıyılarını koruma - kullanma dengesi içinde ussal bir biçimde kullandığını söylemek mümkün değildir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi kentin geçmişten günümüze yerleşik bir kıyı kültürünün olmamasıdır. Cumhuriyet'in ilk yılları ile birlikte oluşturulmaya başlanan kıyı kullanımı ve buna dayalı kültürün İstanbul'un denetimsiz ve aşırı büyümesi sonucu önce Marmara Denizi'ni besleyen kaynakların kirletilmesi ve tüketilmesi sonra da Marmara Denizi'nin kirlenmesi ile birlikte kıyıya yapılan ölçsüz ve gereksiz müdahalelerle 1980'li yılların sonrasında hızla yok olmuştur. Kıyıya iki boyutlu niceliksel bir kavram olarak yaklaşan ve sadece kara ile ilgili tanım, kullanım ve sınırlamalar getiren, kıyıya suyla ilişkisiz aşırı kullanımları da içeren ölçsüz müdahale olanağı sağlayan 3621 sayılı Kıyı Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği de bu tükenişte önemli bir rol oynamıştır.

Kıyılara kara ulaşımı ve altyapı hatlarına dayalı dolgu ile müdahaleler, savunma, deniz ulaşımı, barınma (tekne), korunma (dalgakıran vb), dinlenme ve rekreasyon, üretim ve depolama, turizm vb müdahalelerden farklıdır. Bu farklılığın temelinde ise karayoluna dayalı ulaşımın ve altyapı hatlarının sürekliliği ve mümkün olduğunca doğrusallığıdır. Süreklilik ve doğrusallık kıyı hattı boyunca bu kullanımların temasını da beraberinde getirmektedir. Kıyı hattı boyunca süreklilik ve doğrusallığa dayalı bu sürekli temas kıyı morfolojisi özellikle de hareketli kıyı morfolojisi ve kıyı ekosistemi ile uyuşmayan bir durumdur. Bu durum İstanbul'un kıyı dolgu alanlarında çok açık olarak ortaya çıkmaktadır. İstanbul'un her iki yakasında yer alan cadde ve bulvarlar nitelikleri nedeniyle süreklilik gerektirdiğinden yer aldıkları kıyı mekanının ve kentin suyla ilişkisini kesmiş, kimliğini değiştirmiş ve hafızasını yok etmiştir. Oysa kara ulaşım alanları ve altyapı hatları dışında deniz ulaşımı, savunma, barınma (tekne) korunma (dalgakıran) üretim ve depolama (denize dayalı), dinlenme ve rekreasyon gibi eylemler kıyı hattı boyunca süreklilik gerektirmeyen, bölgeler ve odaklar halinde geliştirilebilecek, kıyı ile sınırlı temas eden dolayısıyla da kıyı morfolojisi ve ekosistemine sınırlı zarar veren, kıyı gerisindeki kullanımlar ve yaşamla bütünleşebilecek bu kullanım ve yaşamları suyla ilişkilendirebilecek, yerleşmelerin devamı olabilecek nitelikteki kullanımlardır.

Suyla doğrudan ilişkisi olmayan kullanımların büyük oranda yer aldığı kıyının doğal yapısını, karakteri, kültürü, kimliği ve kullanımını değiştiren, dönüştüren kesintisiz dolgu alanlarına son dönemlerde 1.000.000 m² (100 ha, 10 futbol sahası, 30.000 kişinin yaşayacağı bir yerleşme büyüklüğü) büyüklüğünde "kent meydanı" oluşturmak amaçlı Maltepe ve Yenikapı'da iki büyük ölçekli dolgu alanı gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda bu bildiriye; doğrusal nitelikteki kesintisiz dolgu alanlarından konumu, ölçeği, biçimi ve kullanımları ile farklılaşan Maltepe ve Yenikapı dolgu alanlarının, İstanbul kenti kıyısı ile ilişkisi, planlama ve tasarım süreci, konumu, büyüklüğü, biçimi ve kullanımları ile tartışılması amaçlanmaktadır.

Çalışma üç ana bölümde ele alınacaktır. Birinci bölümde; kıyı ve kent kıyısı kavramı bağlamında kent – kıyı ilişkisi, kullanımlar ve kıyı kenti ve kent kıyısı makroform ilişkisi ele alınacaktır. İkinci bölümde; İstanbul'da tarihsel perspektif ile kent – kıyı ilişkisi, kıyı kenti ve kent kıyısının dolgu alanları ile değişen makroformu ve değiştirici unsurlar irdelenmeye çalışılacaktır. Üçüncü bölümde

ise: Maltepe ve Yenikapı dolgu alanlarının planlama ve tasarım süreci ile birlikte konum, büyüklüğü ve kullanımları ile İstanbul'un kent kıyısı makroformu ile kent – kıyı ilişkisi bağlamında kıyı kültürü ve kimliğine etkileri ele alınacaktır.
Anahtar kelimeler: kıyı, kentsel kıyı, makroform, doğal eşik, geçiş alanı, dönüşüm, dolgu alanı

Yönetim – Planlama Sarmalında Plan Kararlarının İstanbul Kıyılarına Etkileri

Ercan Koç^a, Ali Kılıç^b, Oya Akın^c

^{a,b,c}Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,

Beşiktaş - İstanbul, Türkiye.

(alilikilicfb@yahoo.com, oakinster@gmail.com, kocercanozan@gmail.com)

Özet: İstanbul sahip olduğu hem doğal, hem de tarihi değerler ile dünyanın en önemli ve özellikli kentidir. İstanbul'un özellikli kıyı coğrafyası, doğal limanlara olanak sağlayan halic ve koylar, değişik ekolojik özelliklere sahip lagünler, ada ve yarımadalar, kıyı ormanları, kumsallar, falezler, ulaşımına uygun su yüzeyi ve İstanbul Boğazı ile kente başta klima olmak üzere farklı olanaklar sağlayan denize bağlanan dereler olarak tanımlanabilir. Bu özellikli coğrafya, İstanbul'a sınırsız olanaklar sağlayan Marmara Denizi ve Karadeniz gibi farklı özellikteki iki önemli deniz ile tamamlanmaktadır.

Kentsel alanların kıyılarına bakıldığında, Boğaz kıyısı yerleşmeleri, Güney Marmara kıyısı yerleşmeleri ve Karadeniz kıyısı yerleşmelerindeki konut, ticaret ve dinlenme gibi kullanımlara ilişkin yapıların ölçek, kullanım, yoğunluk bağlamında su ile kurduğu dengeli ve uyumlu ilişki, farklı özellik ve özgün kimlikte bir yerleşme dokusu oluşturmuştur.

İstanbul'un kuruluşunda etkin olan zengin kıyısal coğrafyadan kentin olması gerektiği gibi yararlandığını söylemek mümkün değildir. Buna dayalı olarak da tarih boyunca suyla kurulan sınırlı ilişkiye dayalı oluşan kıyı kültürü ile bu kültürün olduğu kıyısal coğrafya da sanayileşme süreci ile birlikte hızlı bir biçimde tüketilmiştir. Bir başka ifade ile İstanbul kendisine sınırsız olanaklar sağlayan su ile doğru ve yeterli bir ilişki kurmasını sağlayacak koşulları gerek sanayi öncesi, gerek sanayileşme, gerekse sanayi sonrası yeniden geliştirme süreçlerinde kuramamıştır.

İstanbul'un etkin kıyı coğrafyasının getirdiği avantajlara dayalı olarak yeterli olmayan ancak dengeli ve uyumlu olan kıyı kullanımlarının sanayileşme süreci ile birlikte bu özelliğini kaybettiği ve büyük bir hızla kıyı coğrafyasının getirdiği özellikleri kaybettiği, kentin makro formunun bundan olumsuz etkilendiği, buna dayalı olarak fizik – mekan, sosyal – kültürel yapı ile ekonomik yapının değiştiği ve kent kimliğinin en önemli parçası olan farklılık gösteren kıyı mekanının

homojen bir yapıya dönüştüğü görülmüştür. Bu durum 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planında da belirtilmiş, kentin kıyı boyunca doğrusal gelişimine olanak sağlayacak sıçramalı ve kademeli bir hiyerarşi içinde geliştirilerek, kuzeye doğru olan gelişmeleri sınırlandırarak, su havzalarının ve orman alanlarının korunmasına yönelik bir yaklaşım belirlenmiştir.

Kıyı; su ile karanın bir arakesiti olmakla birlikte her ikisinin de ortak özelliklerini taşıyan doğal bir kaynak olmasının yanında, ekonomik ve stratejik özellikleri ile de çok boyutlu bir kavramdır. Kıyının bu özellikleri, onu yerleşik hayata geçişten günümüze kadar rekabet ve mücadele alanı haline getirmiştir. Bu mücadelede kıyının özellik ve potansiyellerini geliştiren, dengeli kullanımı sağlayan, bütünleşik kıyı yönetimi modeline dayalı bir planlama anlayışının geliştirildiği ülkeler; 1980 sonrası neo-liberal ekonomik politikaların, kıyının ekonomik potansiyelini öne çıkaran ve salt kar amaçlı bakış açısı ile pazara sunumuna ilişkin çok uluslu şirketlerin taleplerine karşı direnebilmişlerdir. Bu direnişte bütünleşik bir kıyı modeline dayalı rasyonel planlama anlayışı önemli bir rol oynamıştır.

Ülkemizde Kıyı Yasası ve ilgili yönetmeliklerin kıyıya, mesafelere dayalı niceliksel yaklaşımı ve bu bağlamda kıyı alanlarında farklı kurum ve kuruluşların sorumluluklarının çakışması; planlama kararlarının bütünlüğü, kullanımı ve niteliği açısından önemli sorunları beraberinde getirmiştir. İstanbul'un 1980 sonrası anayasası konumundaki makro ölçekteki ilk planı 2009 yılında onaylanmıştır. Planlama dönemine bakıldığında 30 yıl olması gereken bir planlama dönemi olarak görünse de İstanbul gibi her yıl 300.000 kişinin göç ettiği bir kentte 1980 yılındaki verilere dayalı öngörülerin planlama dönemi içinde çok yetersiz kalacağı tartışmasız bir gerçektir ve nitekim bu süreci İstanbul'un makro ölçekli bir plandan yoksun geçirmiştir. Parçacı ve bir araya gelmeyen plan kararları ile birlikte farklı kurumların aldığı organize olmayan kararlardan en çok etkilenen bölgeler ise her dönemde bir çekim noktası olan kıyıları olmuştur.

Bu bağlamda bu bildiriye; kıyı bölgesindeki yasal ve yönetsel yapı arasındaki ilişki ile bu yapının plan kararlarına etkileri ve kıyı mekanındaki sonuçları İstanbul kent kıyıları özelinde tartışılacaktır.

Bildiri üç ana bölümde ele alınacaktır. Birinci bölümde; İstanbul kent kıyısının mekânsal özellikleri, Cumhuriyet döneminden günümüze kadar olan süreçte irdelenecektir. İkinci bölümde; rasyonel planlama kavramı tanımlanarak, Cumhuriyet döneminden (planlı dönem), günümüze; 1980 öncesi, 1980 – 2002 ve 2002 – günümüz olmak üzere üç dönemde kırılma noktalarına değinilerek, yönetim- planlama ilişkisi bağlamında İstanbul kıyı mekanı özelinde plan kararları ele alınarak, kıyı mekanı üzerindeki etkileri üzerinde durulacaktır. Üçüncü bölümde ise; 1980 öncesi, 1980-2002 ve 2002 – günümüz arasındaki yönetim – planlama sarmalında plan kararlarının üretilmesindeki değişkenler ve etkileri karşılaştırılarak İstanbul kıyı mekanı üzerindeki etkileri tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: rasyonel planlama, makro ölçekli planlama, kent kıyısı, kıyı kültürü, planlama süreci, yasal-yönetsel yapı planlama ilişkisi.

İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası ve Bazı Önemli Çıkarımlar

The Provincial Hydrogeological Map of Istanbul and Some Important Inferences

Turgut Öztaş

*İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80626 Maslak-İstanbul
(turgutoztas@gmail.com)*

Özet: İstanbul il alanını oluşturan litostratigrafik birimler, geçirimsizlik niteliklerindeki farklılıklar esas alınarak sınıflanmış (jeohidrolik ortamlar) ve bölgesel hidrolojik–hidrojeolojik özellikler ile birlikte işlenerek il hidrojeoloji haritası hazırlanmıştır. Sadece il alanını kapsamakla kalmayan ve hazırlanma tekniği bakımından da bir ilk olan İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası, yine ilk defa il genelini kapsar nitelikte hazırlanan 1/25.000 ölçekli il jeoloji haritasına dayandırılmıştır. Böylece önceki bölgesel hidrojeolojik harita hazırlama tekniği içerisinde yanıtı olmayan ya da belirsizlik taşıyan bir çok hidrojeolojik husus bu yeni hidrojeolojik harita hazırlama tekniği kapsamında yanıtlanabilir olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Jeohidrolik, geçirimsizlik, hidrojeoloji, sutaşır, yeraltısuyu havzası

Abstract: Lithostratigraphic units existing in the province of Istanbul area, were classified on the basis of differences in permeability attributes (geohydrolic environments) and regional hydrological–hydrogeological characteristics and after these processes the provincial hydrogeological map was prepared. This map of Istanbul is a first in terms of preparation technique even the province that is just covered for the first time in nature. Also it was based on the provincial geological map which was prepared first time covering all İstanbul province in 1 / 25.000 scale. Thus, in response to the previous regional hydrogeological maps or non-preparation techniques with a lot of uncertainty hydrogeological issues can be answered within the scope of this new preparation technique which has been applied on the hydrogeological mapping of İstanbul province.

Key Words: Geohydrolic, permeability, hydrogeology, aquifer, groundwater basin

1.GİRİŞ

Eski ve yeni yerleşim alanlarının aşırı zorlamasıyla su kaynaklarının bilinçsiz ve yanlış üretimine, uygulanan yetersiz ve ilkel işletme teknik ve teknolojilerine, savurganca ve vurdumduymaz su tüketimine, sorumsuz ve denetim dışı su kullanımına, günlük çözümler uğruna potansiyel su kaynaklarının harcanmasına, eksik ve vizyonsuz kentsel planlamalara ve değişken su politikalarına bağlı olarak mevcut su kaynaklardan önce yüzeysuları (göller, akarsular) ve kaynaksuları, sonra da sığ ve derin yeraltısuları, İstanbul'un tüm doğal zenginlikleri arasında en fazla tahrip edilenler olmuştur.

Bu bağlamda İstanbul yeraltısularından gereğince yararlanabilmek ve mevcut ya da yaratılmış sorunlarını çözebilmek için öncelikle jeolojik ortamları farklı geçirimsizlik niteliklerine (jeohidrolik ortamlar) göre tanımlamak ve il hidrojeoloji haritasını hazırlamak, sonrasında da İstanbul yeraltısuyu ortamlarının ve havzalarının konumlarını ve özgün niteliklerini ortaya çıkarmak ana hedef olarak benimsenmiştir. Bu doğrultuda, tüm il alanının 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasının hazırlanması atılacak ilk zorunlu adım olarak görülmüş, bu haritanın tamamlanması [1](N. ÖZGÜL, 2005) sonrasında jeolojik birimlerin jeohidrolik ortam niteliklerine göre gruplandırıldığı yeni bir yaklaşımla İstanbul il hidrojeoloji haritası üretilerek bunun vasıtasıyla önceleri mümkün olmayan birçok önemli hidrojeolojik bulgu sağlanmıştır.

2. İSTANBUL İL HİDROJEOLOJİ HARİTASI (2007)

İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası ve bu yazı içeriğinde yapılan açıklamalar, İBB Planlama ve İmar Dai. Bşk. Şehir Planlama Md. – BİMTAŞ yönetimindeki İstanbul Büyükşehir Nazım İmar Planı Analitik Etütler İşi” için İMP (İstanbul Metropolitan Planlama) bünyesinde 2005 – 2007 yılları arasında yürütülen “İstanbul İl Alanının Hidrojeolojik Özellikleri ve Haritası” adlı alt proje kapsamında hazırlanmıştır.

2.1. İstanbul İl Hidrojeoloji Haritasının Dayandığı İlkeler

İstanbul il alanını oluşturan formasyonlar ve bunları meydana getiren litolojik birimler, “jeohidrolik ortam nitelikleri”ne, yani yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliklerine göre yapılan “yeni” bir değerlendirme sonunda “geçirimli, yarıgeçirimli, yarıgeçirimsiz, geçirimsiz” olarak tanımlanan “jeohidrolik ortam türleri”ne ayrılmıştır. Yeni hidrojeoloji haritası üzerinde gösterilen bu jeohidrolik ortamlar arasındaki sıralanım düzeninin belirlediği “hidrojeolojik ortam

nitelikleri”nden hareketle yeraltısuyu depolama ortamlarının (hidrojeolojik ortamlar : sutaşır/akifer, yarısutaşır/akitard) varlığı, türleri ve karakteristikleri tanımlanmıştır.

2.1.1. Yeraltısuyu Geçirimsizlik Niteliğini Denetleyen Ortam Koşulları ve Ortam Türleri (Jeohidrolik Koşullar ve Ortamlar)

Litolojik birimler içinde yeraltısuyu hareketi gerçekleşebilmesini ya da gerçekleşmemesini denetleyen ana iki etmen, kökeni ne olursa olsun ortamı besleyen bir “su kaynağı”nın varolması ve bölgesel özgün “jeolojik” niteliklerdir. Sinjenetik ve / veya postjenetik olabilen jeolojik nitelikleri; kökenleri, biçimleri, boyutları, konumları ve ilişkileri yerel ve bölgesel ölçekte değişiklikler gösteren “ortamsal boşluk varlığı ve özellikleri” oluşturur.

Bu bağlamda “ana jeohidrolik ortam parametresi” niteliği taşıyan jeolojik kökenli “ortamsal boşlukların ve özellikleri”nin tanımlanması, yeraltısuyu geçirimsizlik ve iletimsizliğini denetleyen özgün ortam koşullarının (jeohidrolik koşullar) anlaşılmasında ve buna göre “geçirimsizlik farklılığı”na dayalı bir jeohidrolik ortam ayrımının yapılabilmesinde esastır [2] Litolojik birimlerin jeohidrolik ortam niteliklerindeki farklılıklar kapsamında yapılan bir ayırmıla “4 ana jeohidrolik ortam türü (geçirimsiz, yarıgeçirimsiz, yarıgeçirimsiz, geçirimsiz)” tanımlanmıştır (Tablo 1, Şekil 1).

Tablo 1. Jeohidrolik Ortamlar ve Özellikleri [2]

Jeohidrolik Ortam Türü	Jeohidrolik Ortam Niteliği	Simge	Boşluk Çapı- Açıklığı R , □ , (mm)	Geçirimsizlik k K , (m/gün)	Hidrolik Eğim i , (%)	Yeraltısuyu Akımı	
						Yapısı	Hız Bileşenleri
Geçirimsiz	Açık ve İlişkili, Yaygın ve Büyük Çaplı Gözenekli Taneli Ortam	Gçt	>> 10 ⁻³	> 10 ⁰	Düşük	Laminer Türbülanslı	q _z >> q _{x,y} : q _{x,y} □ 0
	Açık ve İlişkili, Yaygın ve Geniş Açıklıklı Çatlaklı-Boşluklu Kaya Ortam	Gçk					
Yarıgeçirimsiz	Açık-Yarıaçık ve Kısmen İlişkili, Yerel Büyük ve Yaygın Küçük Çaplı Gözenekli Taneli Ortam	gçt	> 10 ⁻³	10 ⁻³ – 10 ⁰	Orta	Laminer	q _z > q _{x,y} : q _{x,y} □ 0
	Açık-Yarıaçık ve Kısmen İlişkili,	gçk					

	Yerel Geniş ve Yaygın Dar Açıklıklı Çatlaklı-Boşluklu Kaya Ortam						
Yarıgeçirimsiz	Yarıaçık-Dolgulu ve Çoğun İlişkisz, Yaygın Küçük Çaplı Gözenekli yada Yerel Gözeneksiz Taneli Ortam + Yarıaçık-Dolgulu ve Çoğun İlişkisz, Yerel Dar Açıklı Çatlaklı -Boşluklu yada Yaygın Çatlaksız-Boşluksuz Kaya Ortam	gz	$\square 10^{-3}$	$10^{-6} - 10^{-3}$	Yüksek	\pm Laminer	$q_z \square q_{x,y} : q_{x,y} \square 0$
Geçirimsiz	Yarıaçık İlişkisz veya Dolgulu Gözenekli yada Yaygın Gözeneksiz Taneli Ortam + Yarıaçık İlişkisz veya Dolgulu Çatlaklı-Boşluklu yada Yaygın Çatlaksız-Boşluksuz Kaya Ortam	Gz	$< 10^{-3}$	$< 10^{-6}$	-	-	-

Not : Yerel ince araseviyeler oluşturan geçirimsiz zonların varlığı, ayrıntılı çalışmalarda "indis" olarak "z" harfiyle (G_z, G_{çz}, G_{çkz}, g_{çz}, g_{çt}, g_{çk}) simgelenmeli ve "G_{çz}" örneğindeki gibi "Yerel Geçirimsiz Geçirimli Ortam" şeklinde adlanmalı.

Jeohidrolik ortamları tanımlayan genel özellikler, İstanbul İl Jeoloji Haritası'nda [3](N. ÖZGÜL, 2006) yer alan her litolojik birim ve kendi içindeki bölgesel farklılaşmaları bazında ayrı ayrı irdelenmiş ve İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası'nın ana ögesini oluşturan jeohidrolik ortam türleri bu yaklaşımla belirlenmiştir.

2.1.2. Yeraltısuyu Depolanmasını Denetleyen Ortam Koşulları ve Ortam Türleri (Hidrojeolojik Koşullar ve Ortamlar)

Litolojik birimler içinde az ya da çok miktarda yeraltısuyu depolanmasını – birikmesini sağlayan ve farklı jeohidrolik ortamlar arasındaki 3B konumsal sıralanımına ve özelliklerine dayanan koşullar "hidrojeolojik ortam koşulları"dır. Bir yeraltısuyu deposunun (sutaşır–akifer, yarisutaşır–akitard) yani bir "hidrojeolojik ortam"ın şekillenebilmesi için, geometrik konumu uygun bir geçirimsiz (Gz) ya da yarıgeçirimsiz (gz) jeohidrolik ortam tarafından sınırlanarak içindeki yeraltısuyu hareketi birinci derecede düşey ve ikinci derecede yatay bileşen doğrultusunda engellenmiş bir geçirimli (Gç) ya da yarıgeçirimli (gç) jeohidrolik ortam varlığı" zorunludur. Jeohidrolik ortam türleri arasındaki konumsal ilişkilere bağlı olarak tanımlanan ve hidrojeolojik ortam olarak da adlandırılan yeraltısuyu depolama ortamları, serbest ve basınçlı özellikte olabilen sutaşır (akiferler) ya da yarisutaşır (akitardlar) şekillendirirler (Tablo 2, Şekil 1).

Hidrojeolojik ortamları tanımlayan genel özellikler, İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası'nın ana ögesini oluşturan jeohidrolik ortam türleri bazında irdelenmiş ve İstanbul il alanındaki yeraltısuyu ortamları (hidrojeolojik ortamlar (sutaşır–akifer, yarısutaşır–akitard) ve yeraltısuyu havzaları (bölgesel yaygın tek sutaşır ve / veya düşeyde=yatayda sıralanmış çok sutaşır) bu yaklaşımla belirlenmiştir.

Tablo 2. Hidrojeolojik Ortamlar ve Karakteristikleri [4], [5]

HİDROJEOLÖJİK ORTAMLAR						
Türü □	SUTAŞIR (AKİFER)				YARISUTAŞIR (AKİTARD)	
Sıralanma □	Serbest	Yarıserbest	Yarıbasınçlı	Basınçlı	Serbest	Basınçlı
Tavan	Gç	gç	gz	Gz	Gç , gç	Gz , gz
Rezervuar	Gç				gç	
Taban	Gz , gz					

2.2. İstanbul İl Hidrojeoloji Haritasının Kapsamı

Yeni hidrojeoloji haritası üzerinden yeraltısuyu depolanma yerlerini (hidrojeolojik ortamlar), konularını ve diğer genel özelliklerini belirleyerek yararlanabilme yöntemlerini ortaya koymak, doğa ve yapılaşmış çevre ile olan etkileşimini son derece kolay ve hızlı bir şekilde değerlendirerek doğal ve/veya antropojen riskler ile bunlara karşı önlemleri belirlemek, nerelerden ne miktar ve kalitede yeraltısuyu üretiminin nasıl bir teknikle yapılabileceğini ve geliştirilecek su politikalarının esaslarını öngörmek mümkündür. Haritadan sağlanabilecek ana veri türleri aşağıda sıralanmıştır.

- * Yeraltısuyu depolanmasının bir yöredeki varlığı ya da yokluğu,
- * Yeraltısuyu depolayan ortamın, kaya ortam mı yoksa taneli ortam mı olduğu,
- * Hidrojeolojik ortamın (sutaşır, yarısutaşır) sutaşır (akifer) mı yoksa yarısutaşır (akitard) mı olduğu,
- * Hidrojeolojik ortamın serbest veya basınçlı karakterde mi bulunduğu,
- * Yeraltısuyu depolama ortamlarının 3B konumu, yayılımı ve varsa derinliğine sıralanımları,
- * Hidrojeolojik ortamların yeraltısuyu havzası oluşturma niteliği, yeraltı drenaj alanlarının yaklaşık sınırı,
- * Hidrojeolojik ortamlara ilişkin jeohidrolik parametrelerin yaklaşık sayısal büyüklükleri,
- * Depolanan yeraltısuyunun olası statik ve dinamik rezervi,

- * Yeraltısuyu depolama ortamının verimliliği ve işletilebilirliği,
 - * Yeraltısuyunun olası akış yönü ve yaklaşık hidrolik eğim değeri,
 - * Yeraltısuyu beslenme ve boşalma bölgeleri,
 - * Yerüstünden ve yeraltından olabilecek kirlenme potansiyeli ve kirliliğin olası yayılım özellikleri,
 - * Yeraltısuyu kalitesinin öngörüsü,
 - * Yeraltısuyu – yüzeysuyu (akarsu, göl, deniz) etkileşimi,
 - * Yeraltısuyu – vanjlanmış çevre etkileşimi
- * Yeraltısuyunu ve ortamını etkileyebilir doğal ve/veya antropojen etmenler,
- * Yeraltısuyunun neden olduğu / olabileceği doğal ve antropojen riskler
- * Yeraltısuyunu ve ortamını korumaya ve strateji geliştirmeye yönelik yöntem ve metodoloji geliştirme,
- * Bilinir önemli su kaynaklarının ve sondaj kuyularının dağılımı.
- * Su sondajları için en uygun yörelerin öngörüsü.



Şekil 1. “İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası” [6]

3. İSTANBUL İL HİDROJEOLOJİ HARİTASI (2007) ÇIKARIMLARI

İstanbul il alanındaki yeraltısuyu depolama ortamlarına (hidrojeolojik ortamlar : sutaşır – akifer, yarisutaşır – akitard) ve karakteristiklerine ilişkin olarak İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası üzerinde yapılan değerlendirmeler sonunda elde edilen bazı önemli çıkarımlar bu bölüm kapsamında açıklanmıştır.

3.1. İstanbul İli Hidrojeolojik Ortamları ve Yaygın Özellikleri

İstanbul ili hidrojeolojik ortamları, litolojik birimleri ve yapısal jeolojik özellikleri fazlasıyla çeşitlilik gösteren çok geniş bir jeolojik zaman aralığında oluşmuş “taneli ortam sutaşlıları ve kaya ortam sutaşlıları” türünde farklı iki ana grup şekillendirmektedir. Bunların genel ortak özellikleri; zorunlu jeohidrolik ön koşulları tanımlayan tanelerarası veya süreksizlik açıklıkları şeklinde boşluklu oluşları, boşluk boyutlarının serbest su giriş – çıkışına uygun ve boşlukların yeraltısuyu dolaşımını sağlayacak şekilde ilişkili oluşu yanısıra zorunlu hidrojeolojik ön koşulu tanımlayan geçirimli – yarıgeçirimli jeohidrolik ortamların geçirimsiz – yarıgeçirimsiz jeohidrolik ortamlarla uygun bir konumla sınırlanmış bulunuşuna bağlı olarak yeraltısuyu iletebilme, depolayabilme ve verebilme niteliklerini taşımalarıdır.

İstanbul il alanında varlığı belirlenen bu iki ana sutaşır (akifer) ortam türünün bölgesel bir yaklaşımla ifade edilebilecek olan ve türedikleri jeolojik ortamların litolojik ve yapısal özelliklerinden bağımsız bulunmayan genel özgün nitelikleri aşağıda sıralanmıştır.

İstanbul İl Alanı Taneli Ortam Sutaşlıları (Akiferleri) :

- * İstanbul'un Batı yarımadasında yaygın ve genelde geniş – çok geniş yayımlı
- * Su, rüzgar, buzul ve ayrışma – aşınma işlevleriyle meydana gelmiş homojen ve izotrop yapılı, gözenekli, çimentolanmamış veya gevşek çimentolanmış taneli kayalar (çimentosuz veya gevşek çimentolu ayrık tortul kayalar ile aşınma ve ayrışma sonucunda ufalanmış kayalar)
- * Düşük – orta verimli serbest – basınçlı sutaşlılar türünde
- * Beslenme alanları geniş – çok geniş ve korunması zor
- * Geniş alanda kirlenmeye açık, kirlenmesi yavaş, önlenmesi kolay – zor
- * İçmeye az – orta uygun
- * Sığ – orta derin sondajlar gerektirmekte
- * Araştırması ve değerlendirmesi göreceli olarak daha kolay ve hızlı

İstanbul İl Alanı Kaya Ortam Sutaşlıları (Akiferleri) :

- * Yerüstünde İstanbul'un Doğu yarımadasında yaygın ve genelde dar – orta yayımlı, B yarımadasında yeraltında yaygın ve bölgesel – geniş yayımlı
- * Heterojen ve anizotrop yapılı, çatlaklı sıkı çimentolanmış veya masif yapılı kayalar (çimentolu tortulkayalar ile mağmatik ve metamorfik kayalar)

- * Orta – yüksek verimli serbest – basınçlı sutaşlar türünde
- * Yerüstündeki doğrudan beslenme alanları dar – geniş ve korunması kolay – çok zor
- * Dar – geniş alanda kirlenmeye açık, kirlenmesi hızlı, önlenmesi çok kolay – çok zor
- * İçmeye uygun – çok uygun (mema suyu kalitesinde)
- * Orta – derin sondajlar gerektirmekte
- * Araştırması ve değerlendirmesi zor ve yavaş

Kendi içlerinde benzer, fakat grupları bazında farklı jeohidrolik ve hidrojeolojik nitelikler barındıran bu iki sutaşır (akifer) ortam türünün;

- * Bulunuş, konum ve boyut gibi şekilsel,
- * Yeraltısuyu hareketi ve ortamsal hidrolik parametreler gibi jeohidrolik,
- * Yeraltısuyu verimi, rezervi, yerüstü – yeraltı beslenme koşulları gibi yeraltısuyu potansiyeli,
- * Koruma alanları, su kalitesi ve kirleticilerden etkilenme gibi kullanılabilme,
- * Sondaj tekniği ve teknolojisi gibi teknik girişim,

özellikleri bakımından araştırma, değerlendirme, geliştirme ve korunma konularında çalışma ayrıcalığı hidrojeolojik araştırmalar gerektirdiği unutulmamalıdır. Çünkü, bu hidrojeolojik haritadan hareketle belirlenen sutaşlırların (akiferlerin) ve yeraltısuyu havzalarının, öngörülen tüm yeraltı – yerüstü beslenme alanlarını kapsayacak şekilde yapılması gereken böyle bir hidrojeolojik araştırmada; jeolojik, hidrolojik ve hidrolik verilere yanısıra meteorolojik ve jeofizik verilere de ihtiyaç duyan karmaşık bir hidrojeolojik çalışma kapsamında değerlendirme, irdeleme ve modelleme yöntemleri gerçekleştirilmelidir.

3.2. İstanbul İli Yeraltısularının ve Ortamlarının 3K (Kullanma, Koruma, Korunma) Analizi

İstanbul ili yeraltısularını ve ortamlarını koruyarak kullanmaya, sürdürülebilirliklerini tehdit eden doğal ya da yapay etmenlere karşı korumaya ve bunların neden olduğu – olabileceği görünür ve olası doğal ya da antropojen kökenli risklerden korunmaya yönelik hususlar bu bölümde açıklanmıştır.

3.2.1. İstanbul İli Yeraltısularının Kullanılması

İstanbul ili yeraltısularına (yeraltısuyu, kaynak / memba) kentin ilk kuruluş döneminden bugüne her zaman ihtiyaç duyulmuştur. Özellikle membasuları / kaynaklar yanı sıra açılan kuyularla erişilen yeraltısuları, yağışsız dönemlerin içme ve kullanma suyu sıkıntısı çekilmeden aşılmasında hayati rol oynamıştır. Günümüz İstanbul’unda da yine membasularından büyük bir ekonomik değer ve istihdam imkanı olarak yararlanılmakta, kent dışı alanlarda olduğu gibi kent içi alanlarda da açılan sondaj kuyuları vasıtasıyla çok çeşitli amaçlar (sanayi, tarım, temizlik, içme, vb.) doğrultusunda yeraltısuları yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Öyle ki İstanbul il alanında ölçülmüş değerlere dayalı “ölçülmüş yeraltısuyu kullanımı” ile ortalamalardan hareketle bulunan “ölçülmemiş yeraltısuyu kullanımı” toplamını ifade eden “toplam yeraltısuyu kullanım miktarı”nın, İSKİ tarafından 2005 yılı için öngörülen 3066961 m³/gün’lük İstanbul günlük su ihtiyacının en az %19,9’unu karşıladığı ve yıllardır sanılanın aksine hiç de önemsenmeyecek bir miktar ve oranda olduğu saptanmıştır.

3.2.2. İstanbul İli Yeraltısularının Korunması

İstanbul ili yeraltısularının ve ortamlarının korunması amacıyla yapılma(ma)sı gerekenler, hidrojeolojik ortamların ve içerdikleri yeraltısuyu varlığının miktar ve kalite olarak korunmasından, dolayısıyla mevcut ve potansiyel yeraltısuyu varlığını tehdit eden doğal ve antropojen nedenlerin doğru saptanarak iyi analiz edilmesiyle gereken önlem yöntemlerinin ve tekniklerinin uygulanmasından farklı bir anlamda değildir.

Su Varlığını Olumsuz Etkileyen

*Doğal Ana Nedenler:

- * Yağıştan beslenmenin az ya da hiç olmadığı yıl içi dönemler (miktar),
- * Yıllık yağış yüksekliğinin uzun yıllar ortalaması altında kaldığı kurak süreçler (miktar),
- * Özellikle kıyı sutaşlarında, hidrolik dengenin tatlısu aleyhine bozularak denizsuyu girişiminin oluşması ve yeraltısuyunun doğal tuzlanması (kalite).

*Olası Önlemler:

- * Yağışı mümkün olan en uzun süre yerüstünde tutarak yüzeysel akışla hemen akışa geçmesini önlemek (özellikle eğimli yüzeylerdeki geçirimli ortam alanlarında ağaçlandırma ve yatay drenaj kanalları açılması, yarıgeçirimli – geçirimli ortam karakteri taşıyan düşük dereceli drenaj hatları üzerinde sel kapanları inşası),
- * Geçirimli ortam alanlarını olabildiğince yerleşime açmamak ya da yapılaşmayı kısıtlamak.

Su Varlığını Olumsuz Etkileyen

* Antropojen (İnsan Kökenli) Ana Nedenler:

- * Geçirimli ortamlardaki yerleşimler,
- * Bilinçsiz ağaç kesimi ve doğal bitki örtüsü tahribiyle erozyonel yüzey koşulları yaratılması,
- * Drenaj ağına ve geçirimli ortamlara sıvı-katı atık dökümü ile buralarda kirletici tesis inşası,
- * Yeraltısuyunun beslenme kapasitesinden fazla yeraltısuyu çekimi ve rezervin tüketimi,
- * Denize açılan sutaşır ortamlarda deniz düzeyi ile yeraltı su düzeyi arasındaki hidrolik dengenin aşırı çekimle bozularak deniz suyunun kara içine intrüzyonu.

* Olası Önlemler:

- * İlgili nedenlere sebebiyet verilmemesi.

3.2.2.1. Yüzeysuyu Havzalarının ve Genelde Tüm Akarsuların Korunması

Yüzeysuyu havzaları içinde ve dışında ye alan göl ve akarsu – dereler ile özellikle buralardaki geçirimli ortamların korunması, doğaldır ki bir “genel su politikası”nın esası olarak zorunludur. Bu politikanın gerçek anlamıyla uygulanabilmesi sonunda ise sadece “su” değil, aynı zamanda bir bütün olarak “çevre”nin de korunması sağlanmış olacaktır. Yüzeysuyu havzaları içindeki göllerin ve topladıkları suların miktar ve kaliteleri, tanımlı “koruma kuşakları” vasıtasıyla büyük oranda güvenlik altındadır. Havza içindeki akarsu ve dereler için ise kalitatif ölçütler yerine kantitatif “Strahler Drenaj Sınıflaması” uygulanmalı ve bunun farklı sınıfları için tanımlanan farklı koruma bandlarının yürürlüğe konulmalıdır. Havza dışı akarsu – derelerle ilgili olarak ise halen yürürlükte olan bir düzenleme mevcuttur.

3.2.2.2. Yeraltısuyu Havzalarının ve Genelde Tüm Sutaşırın Korunması

Yeraltısuyu havzaları, yerüstü su noktaları – alanları içeren ya da içermeyen bir bölgeyle kısa veya uzun mesafelerde kısmen veya tamamen ilişkili olabilir. Bu nedenle, yeraltısuyunun "beslenme alanını" da ifade eden yeraltısuyu havzası, yeryüzeyinde oluş(turul)abilecek her tür değişimden doğrudan ve dolaylı bir şekilde tamamen veya kısmen etkilenebilir. Böyle bir durum, yeraltısuyu havzalarında yüzeydeki geçirimli ortamlardan

sızarak yeraltında depolanan suyun nitelik ve niceliğinin etkilenmesi bağlamında son derece önemlidir.

Yeni Hidrojeoloji Haritası'ndan hareketle İstanbul ili genelinde ikisi (BYH1, BYH2) İstanbul'un Batı (Trakya) yakasında ve ikisi (DYH1, DYH2) de Doğu (Anadolu) yakasında olmak üzere yeraltısuyu havzası kimliğine uygun görülen 4 farklı bölge saptanmış ve bunların öngörülen sınırları harita üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 1). Bu potansiyel havzalar ileride ayrıca araştırılarak daha görünür hale getirilmeli ve yararlanabilirlikleri netleştirilmelidir.

İstanbul il alanı genelinde yeraltısuyu havzaları dışında bir çok yerel sutaşır (akifer) bulunmaktadır. Bazısından yerel ihtiyaçların giderilmesinde yararlanılabilecek olan bunlar için de yeraltısuyunu besleyen "geçirimli ortamların kalıcılığının sağlanması" ve sızmayla yeraltısuyuna katılımın "kirletici içermemesi" şeklinde koruma sağlanmalıdır. İstanbul il alanının bazı bölgelerindeki yeraltısuları için halen yürürlükte olan bir düzenleme ile "koruma alanları" belirlenmiş ve buralarda yeni kuyu açımı yasaklanmıştır.

3.2.2.3. Membasularının ve Genelde Tüm Kaynaksularının Korunması

Yerel su ihtiyacını gidermek için yararlanılan yerel önemli kaynakların olağan önlemlerle miktar ve kalitelerine etki edebilecek çevresel olumsuzluklardan arındırılması yeterli görülebilir. Özellikle kaynaksuyu çıkışlarının kaptaj edilmesi, yakın çevrenin topoğrafik bozulmalara uğratılmaması ve kirletici unsurların engellenmesi, alınabilecek temel önlemlerdir. Buna karşı büyük ekonomik değer sunan ve ciddi bir katma değer yaratan membasuları için gerçek anlamda ciddi koruma önlemleri alınmalı, suyun miktar ve kalitesine yönelik uygulamalardaki denetim mekanizmasına kesin süreklilik getirilmelidir. Bu bağlamda; "Mutlak, I. ve II. Derece Koruma Alanları", her kaptaj yeri için ayrı ayrı belirlenerek sınırları ilgili haritalar / planlar üzerinde gösterilmeli ve bunlar için getirilen öneri kısıtlamalar yasalastırılmalıdır.

3.2.3. İstanbul İli Yeraltısularından Korunulması

İstanbul ili yeraltısuyu ortamlarından ve yeraltısularından korunulmasına yönelik olarak yapıma(ma)sı gerekenler, esasen bu hidrojeolojik ortamlardan ve içerdikleri yeraltısuyunun miktar ve kalitesinden korunulması dışında daha farklı bir anlamda değildir. Bu bağlamda dolaylı

ve doğrudan yöntemlerle olumsuzluklarından korunulması gereken İstanbul ili hidrojeolojik ortamlarına ve yeraltılarına ilişkin olarak birer potansiyel risk unsuru niteliği bulunan doğal ve antropojen nedenler aşağıda özetlenmiştir.

Yeraltısu Kökenli Doğal Riskler : İstanbul ili yeraltısuunun neden olabileceği doğal riskler arasında en önemlisi; kurak veya uzun yıllar ortalamasından daha düşük yağışlı aylar – yıllar boyunca doğal beslenme koşullarının giderek azalması sonucu, stratejik potansiyel niteliği taşıyan yeraltısuu rezervinin azalması ve bir yandan yağış azlığı – yokluğu nedeniyle yüzeysel akışla doğrudan, bir yandan da yeraltısuu ile dolaylı yoldan beslenemeyen yüzeysuyu – yeraltısuu havzalarından giderek su temin edilemez olmasıdır. Kuraklığın bir diğer yansıması ise özellikle kıyı sutaşlarında hidrolik dengenin tatlı yeraltı su düzeyi aleyhine bozulmasıyla tuzlu denizsuyunun kara yönünde iç kısımlara doğru ilerleyerek yeraltısuyunun tuzlanmasına yol açmasıdır. Tüm bunların sonucu ise “susuzluk”tur.

Yeraltısu Kökenli Antropojen Riskler : İstanbul ili yeraltısuuna bağlı antropojen (insan kökenli) risklerin uzun süreli ikisi ; yeraltısuyunu besleme niteliği bulunan geçirimli ortamlar üzerinde yapılaşmaya gidilmesiyle doğal besleme alanlarının (doğal süzülme alanları) azalması ya da tümüyle yok edilmesi sonucu yeraltısuu miktarının gittikçe azalarak tükenmesi ve evsel, sanayi ve kimyasal / organik gübre kullanan tarımsal faaliyetlerle yeraltısuyunun kirletilerek içme ve kullanma suyu kalitesinin kısmen ya da tamamen kaybolmasıdır. Göreceli kısa süreçte ortaya çıkanlar ise; yeraltı su düzeyinin düş(ürül)mesiyle oluşabilecek çökmeler ve yapılardaki oturmalar, yeraltısuunun kirlenmesine bağlı olarak yapı temellerinin beton ve metal aksamı üzerinde etkili aşınmalar (korozyon) ile özellikle İstanbul’un belli yöreleri için etkinliği iyi bilinen yeraltısuu nedeniyle gelişen veya tetiklenen heyelan, kayma, krip, vb türden kütle hareketlerine neden olmasıdır.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

“İstanbul İl Hidrojeoloji Haritası ve Bazı Önemli Çıkarımlar” konulu bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ve getirilen öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

1. Günümüz Türkiye’inde varolan jeolojik veri tabanındaki gelişkinlik ve bu doğrultuda hazırlanmış 2002 tarihli 1/500.000 ölçekli yeni Türkiye

Jeoloji Haritası'nın varlığı, hidrojeolojik very birikimindeki zenginlik ve yaygınlık, özellikle de ülke – bölge – çevre planlama odaklı değişik hidrojeolojik bilgilere olan ihtiyaç, İstanbul il alanı örneğinde açıklanan farklı bir yaklaşımla, yani “litolojik birimlerin geçirimsizlik farklılığı” esasına dayanan yerel ve bölgesel yeni hidrojeolojik haritalar yanı sıra yeni bir “Türkiye Hidrojeoloji Haritası” hazırlanmasını kaçınılmaz kılmaktadır.

2. İstanbul yeraltısularına ilişkin tüm sürdürülebilir koruma kararları, hiçbir zaman ne yüzeysularına ilişkin olanlardan ve ne de Türkiye genelindeki su potansiyelinden bağımsız değildir. Bu nedenle konunun başta yasal durum olmak üzere, tüm teknik, idari, ekonomik ve sosyal boyutlarıyla birlikte bir bütün halinde ele alınması ve iyileştirilmesi zorunludur. Kısaca ifade edilen bu genel stratejiyi korumak ön koşuluyla konuya sadece İstanbul yeraltısuları açısından bakıldığında, aşağıda sıralanan hususlara genelde ve “plan kararları” kapsamında önem ve yer verilmesi zorunlu görülmelidir.

- * Mevcut her konudaki “su”ya ilişkin mevzuat, gerek konu bazında ve gerekse konular arasında uyumlu olacak ve yoruma yol açmayacak netlikte olabildiğince bütünleştirilmelidir.
- * İstanbul’un tüm yerüstü – yeraltı su potansiyelini ve bunu kullanmayı, korumayı ve zararlarından korunmayı bütün olarak gören bir “İstanbul Su Politikası” geliştirilmeli ve bu politika kurulması önerilen “İstanbul Su Birliği” tarafından sadece kamu yararı gözetilerek ve sadece bilimsel teknik çerçevede kalınarak tavizsiz sürdürülebilir kılınmalıdır.
- * Yeraltısularının biricik beslenme ortamını oluşturan geçirimli taneli / kaya ortam alanları ekolojik alanlar kapsamına alınarak korunmalıdır.
- * Genelde kaçak su, özelde kaçak yeraltısuyu kullanımı önlenmeli, mevcut sondaj kuyuları envanteri resmileştirilmeli, kuyu açan ve açtıranlar tavizsiz denetlenerek açma ve kullanma koşullarında bilimsel – teknik esaslar egemen kılınmalıdır.
- * Yeraltısuyu havzalarının yararlanılabilirlik potansiyelini ortaya koyacak havza bazlı hidrojeolojik araştırmalar daha fazla gecikmeden gerçekleştirilmeli, “yeraltısuyu beslenmesini ve kalitesinin bozulmaması”nı sağlayacak koruma kuşakları ve içeriğindeki önlemler tanımlanmalı, havzadaki yeraltısuyu üretim lokasyonları netleştirilmeli ve buraları olası afet senaryoları kapsamında şimdiden üretime hazır hale getirilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Öztaş, T., 1998, Kuyu yeri seçimine yönelik bir hidrojeolojik etüt sistematğinde jeohidrolojik ve hidrojeolojik ortam kavı anılarının önemi, Jeoloji Müjendisliği Dergisi, Sayı 52, Mayıs 1998.
2. Öztaş, T., 1982, Yeraltıstılan aısından jeolojik ortamlar ve akiferlerin sınıflanması, Jeoloji Müh. Derg, S. 15, s. 21-28, Ankara
3. Öztaş, T., 1983, Yeraltında, su toplanmasını denetleyen etmenler ve hidrojeolojsik ortamlar, Kuyu Derg, S.6, s.4-5, İstanbul.
4. Öztaş, T., 2007, Kentsel Jeoloji (Basılmamış), 137 s., İstanbul.

İklim Değişikliği ve İstanbul'da Yeraltısularının Önemi

Climate Change and the Importance of Groundwater in Istanbul

Muhterem Demiroğlu

İstanbul Teknik Üniversitesi

*Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
(demiroğlum@itu.edu.tr)*

Özet: Bu çalışmayla iklim değişikliği çerçevesinde İstanbulda yeraltısularının önemi gösterilmeye çalışılmıştır. İklim değişikliği verilerinin en önemli sonucu yüzeysularında azalma ve kurak devrelerde artış sıklığıdır. Bu anlamda su ihtiyacını yüzey sularından karşılayan şehirler ciddi su sıkıntısıyla karşılaşabilirler. Dünya'nın en büyük şehirlerinden biri olan İstanbulun su ihtiyacı (2 150 000 m³/gün) genellikle yüzeysularından karşılanmaktadır. Yeraltısuları ise 600,000 m³/gün tüketime rağmen fakir kabul edilip ihmal edilmiştir. İstanbul, çarpık kentleşmeye bağlı olarak artan nüfusuyla su ihtiyacı en çok artan şehir konumundadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Yüzeysuları, Yeraltısuları, Akifer, İstanbul,

Abstract: This paper tries to show the importance of groundwater in Istanbul considering climate change. The most prominent result of the climate change data is the loss of surface water and the increase frequency of dry periods. So cities with high dependency surface water may encounter crucial deficiency in water supply. Istanbul is one of the mega cities in the world. The daily demand for water (2 150 000m³/day) is mostly supplied by surface water. The aquifers in İstanbul are so far considered "poor" and are being neglected despite of the daily use of 600,000 cubic meters of groundwater.

Key Words: Climate change, surface water, groundwater, aquifer, Istanbul

1. GİRİŞ

İstanbul, 5400 km² yüzölçümü ve 2012 rakamlarına göre 14 milyon nüfusuyla Türkiye'nin ve Dünya'nın en kalabalık şehirlerindedir. Sanayi, ticaret, finans, kültür ve sanat şehri olmasıyla da ayrı öneme sahiptir. Çarpık sanayileşme ve çarpık kentleşmeye bağlı olarak artan nüfusuyla, su ihtiyacı en çok artan şehir konumundadır. Kurulduğundan beri su sorunu devam eden İstanbul'da, son olarak 2007 -2008 yıllarında su sıkıntısı yaşanmıştır. Yaşanan su sıkıntısı, bu dönemde yağışların ve barajların doluluk oranlarının artmasıyla aşılmıştır. İçinde bulunduğumuz kurak devrede ise iki önemli büyük projenin kısmen veya tamamen devreye girmesiyle bugünlere gelinmiştir. Ancak su kesintileri bakım onarım adı altında başlamıştır. DSİ tarafından gerçekleştirilen Yeşilçay ve Büyük Melen projesi uzun vadede İstanbulun su ihtiyacını karşılayacak önemli projelerdir (Altınbilek, 2006). Bu projelerle (60-180 km) uzun mesafelerden su getirilmiş ve bu durum su fiyatlarına ciddi oranda yansımıştır. Ayrıca, küresel iklim değişikliğine bağlı olarak artarak devam etmesi beklenen kurak devrelerde (IPCC 2007, 2013) yüzey suları artan buharlaşma ve kirlilik baskısı altındadır. Bu anlamda su ihtiyacının tamamına yakın kısmını yüzey sularından karşılayan İstanbul da gelecekte ciddi su sıkıntıları yaşanabilir. Nitekim, Küçükçekmece barajının kirlenmesi önlenememiş ve içmesuyu olma özelliğini kaybetmiştir. İstanbulun su ihtiyacı (2150000 m³/gün) genellikle yüzeysularından karşılanmaktadır. Yeraltısuları ise 600,000 m³/gün tüketime rağmen fakir kabul edilip ihmal edilmiştir. Oysa ısınmaya bağlı buharlaşma ve kirlilikten yeraltısuları yüzeysularına göre daha az ve uzun vade de etkilenmektedir. Kuraklık ve sellenmeler yüzey sularını doğrudan etkilerken, yeraltısuyu seviyesini kış yağışlarında azaldığı uzun süreli kurak devreler düşürebilir. (Groundwater and Climate Change: Challenges and Possibilities, BGR and GEUS, 2008).

2. İKLİM VE METEOROLOJİK VERİLER

İnceleme alanında, Karadeniz ile Akdeniz iklimleri arasında geçiş iklimi olan Marmara iklimi hüküm sürmektedir ve bölgede belirli bir iklim türüne göre bir değerlendirme yapmak oldukça güçtür. İstanbul, çevresi ile bağlantılı olarak, orta kuşak deniz iklimi karakteri taşır. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yağışlar genellikle yağmur şeklinde olup zaman zaman kar yağışı şeklinde görülmektedir. İnceleme alanı yılın

7-8 ayında balkanlar üzerinden gelen sert rüzgarlar etkisindedir. Rüzgarlar, kış aylarında hızları saatte 50-60 km'yi bulan fırtınalara dönüşebilmektedir. Yaz aylarında ise rüzgar etkisi sıcaklık artışı ile birleşince şiddetli buharlaşmalar ortaya çıkmaktadır.

İstanbul il sınırlarındaki, Bahçeköy (129 m.), Şile (28 m.), Sarıyer (56 m.), Florya (36 m.) and Göztepe (39 m.). önemli yağış istasyonlarından alınan yağış ve sıcaklık verileri değerlendirilmiştir. Ayrıca AKOM'un (Afet Koordinasyon Merkezi) yağış istasyonları verileri değerlendirilmiştir.

Yağış miktarı yüksekliğe bağlı olarak ve kuzeyde Karadeniz ikliminin etkisiyle artmaktadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 1117 mm den güneyde 642 mm ye düşmektedir.

Kış ve yaz yağışlarındaki değişimi anlamak için yağış verileri 3 grupta karşılaştırılmıştır (Tablo1). Kuzeydeki istasyonlarda daha belirgin yağış artışları varken güneyde şehirleşmenin de yüksek olduğu alanlarda az artış ve azalış gözlenmiştir. 1975/95 aralığındaki yağışlar 1975 öncesi yağışlara oranla azalma eğilimindeyken 1995-2012 aralığındaki yağışlarda artış şeklinde olmuştur. Yaz yağışlarında genel olarak az artış olduğu söylenebilir. En belirgin sonuç yağış tipindeki değişikliklerdir. Bir günde düşen yağış miktarları artmıştır.

Table 1. Ortalama yağış değişimleri (mm)

İstasyonlar	Yıllık Ortalama. (mm)			Kış yağışları Ortalama (mm)			Yaz yağışları Ortalama (mm)		
	1937-75	1975-95	1995-12	1937-75	1975-95	1995-12	1937-75	1975-95	1995-12
Bahçeköy 129 m.		1067,3	1224,39		122,8	155,6		21,5	22,7
1975/95-1995/06			157			32,8			1,2
Sarıyer 56 m. (Kireçburnu)	759,1	524,4	896,3	92	45	93,3	26,6	26,1	35,1
1949/75-1975/95		-234,7	371,9		-47	48,3		-0,5	9
1949/75-95/2012			137,2			1,3			8,5
Şile 28 m.		815,1	876,9		84	102		40,6	49,2
1986/1995-1995/2012			61,8			18			8,6
Florya 34 m.	643,2	633,7	651,2	79,1	70,1	76,1	21,5	25,4	24
1937/75-1975/1995		-9,5	17,5		-9	6		3,9	1,4
1937/75-1995/12			8			-3			2,5
Göztepe 39 m.	688,4	681,8	673,3	95	92	79	21,3	25,7	29,7
1929/75-1975/1995		-6,6	-8,5		-3	-13		4,4	4
1929/75-95/2006			-0,2			-16			8,4

Istanbul yeni yağış rejimine bağlı olarak bugüne kadar görülmemiş düzeyde yağışlar almıştır. Uzun yıllar ortalaması ölçülen günlük yağış (178 mm / gün) iken (200.5 mm/day) yağış ölçülmüştür. (Bacanlı vd.). 1930 - 2012 aralığında İstanbul'da sıcaklıklar 0.3 - 1.1 °C aralığında artmıştır. Yerleşimin yoğun olduğu Florya ve Göztepe yağış istasyonlarında ölçülen sıcaklıktaki fazla artış şehirleşmenin ısı etkisi olarak değerlendirilmiştir. (Urban heat island,UHI) (Karaca et al. 1995a, Yetemen and Yalçın 2007). Yerleşimin az olduğu alanlardaki sıcaklık artışının azlığına bakılarak şehirleşmenin ilave artışa sebep olduğu söylenebilir. Bazı istasyonlar için Penman yöntemi ile hesaplanmış ortalama yıllık buharlaşma miktarları Silivri'de 388 mm (Demiroglu(Çopuroğlu), 1997), Kartal'da 422 mm, Florya'da 429 mm'dir. Buna göre İstanbul genelinde yağışın % 62-72'si buharlaşmaktadır. Artan sıcaklık eğilimine göre bu oran yükselecektir. Geriye kalan kısmı akışa geçmektedir. Akışa geçen miktarın bir kısmı ise süzülerek yeraltularını beslemektedir (Dumlu ve Yalçın 2008).

2.1 İstanbul'un Su İhtiyacı

İSKİ verilerine göre toplam su ihtiyacı olan 2,150,000 m³/gün'ün %97'i 10 adet su toplama havzasından karşılanmaktadır. Bu rakam Temmuz 2013 de

2.716.907 m³/gün olmuştur. Büyükçekmece, Terkos, Istrancalar (Düzdere, Kuzuludere, Çilingözdere, Pabuçdere, Kazandere) Sazlıdere, , Alibeyköy, Elmalı, Ömerli and Darlık. Küçükçekmece barajının kirlenmesi önlenememiş ve içmesuyu olma özelliğini kaybetmiştir. Öte yandan İstanbul için en önemli su kaynağı konumuna gelen büyük Melen havzasında sürdürülen yoğun tarımsal faaliyet ve hızla artan sanayi tesisleri ve bunlarla bağlantılı olarak beklenen hızlı nüfus artışı, İstanbul için değerli ve stratejik su kaynağının da ciddi kirlilik baskısı altında olduğunu göstermektedir (Karagüzel 2008).

Nüfus artış oranı Türkiye genelinde % 2 iken İstanbulun su havzaları rezervuar alanlarında % 20

olarak gerçekleşmiştir (Baykal vd.1999, Ccoşkun vd., 2006). Su havzalarındaki arazi kullanım değişiklikleri ve su kalitesi değişimi uazaktan algılama ve bilgisayar destekli coğrafik bilgi sistemleri teknikleri kullanılarak takip edilmektedir (Musaoğlu vd., 2005, Coşkun vd., 2006) Koruma alanlarındaki arazi kullanımı ve su kalitesi değişimleri sayısal değerlerle ve grafiklerle gösterilmektedir. Bu çalışmalara göre; kentsel büyümeden en fazla etkilenen havzaların başında Elmalı, Alibeyköy ve Ömerli havzaları gelmektedir. Yol bağlantılarının ve sanayi alanlarının bu bölgede yoğun olarak yer alması, büyük oranda nüfusu buraya çekmiştir. TEM yolunun yapımı ile artan ulaşım kolaylığı sonucunda Sultanbeyli gibi hızla büyüyen kaçak kentler oluşmuştur. Sazlıdere ve Büyükçekmece havzalarıda aynı gelişmelere sahne olmaktadır. Şehrin oldukça uzağında bulunan Terkos ve Darlık havzaları henüz kentleşme baskısından en az etkilenen havzalardır. 1/100000 Ölçekli İstanbul İl Çevre Düzeni Planında yer almadığı halde yapılmaya başlanılan üçüncü köprü ve çevre yolları ile hızla büyüyen yeni kaçak kentlerin oluşumu sürpriz olmayacaktır.

İçme suyu havzalarında söz sahibi İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve İlçe Belediyeleri arasında, İSKİ ve su havzaları koruma alanlarında yeni projelere izin veren merkezi yönetim arasında problemler yıllardır sürmektedir. Su havzaları üzerindeki bu yetki ve rant karmaşası sonucu artan inşaatlar nedeniyle su havzaları Küçükçekmece örneğinde olduğu gibi geri dönülemez şekilde kirlenmektedir. Kendi ihtiyacını karşılayamayan İstanbul'a Melen ve Istranca Dağları'ndan su getirilmektedir. Bu durum uzun vadede ekolojik dengenin bozulmasına neden olmakla kalmayıp, içmesuyu maliyetini ciddi oranda arttırmıştır.

2030'lu yıllarda bu barajların su potansiyelleri ne olur veya iklim değişim senaryolarının kabullerine göre muhtemelen karşılaçağımız su kıtlığı probleminin boyutu ne olur düşüncesiyle ZÜRAN vd.,2005 tarafından bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma ile havzalarda 2030 da buharlaşma %14 daha fazla olacağı öngörülmüştür. Sıcaklık artışına bağlı buharlaşma artışı

kaçınılmazdır. (KOÇAK vd., 2008). Bu yüzyılda buharlaşma kaybının en az olacağı yer altı barajları inşa edilmelidir.

Suda tassarrufa teşvik eden az kullanıma daha az ücretlendirme uygulaması 2011 yılında Melen sisteminin devreye alınmasıyla kaldırılmıştır. Artan nüfus ve sanayinin kesintisiz su ihtiyacının karşılanmasında daha büyük yeni barajlar, yapılar değil su talebinin kontrolü ve kota koyulması temel politika olarak benimseme yolu seçilmelidir. Suyun sınırlı kaynak olduğunu farkedene ve yüksek verimlilikle suyu kullanıp, su tasarrufu yapan bilinçli bir toplum için çalışmalıdır.

2.2 Yeraltısuyu Potansiyeli

İstanbul'daki dokuz yeraltısuyu havzasında DSİ tarafından 1968-1972 yıllarında yeraltısuyu bilançosu hazırlanmış ve bu havzalara ait emniyetli verim hesaplanmıştır. Çatalca-Yalıkavak ve Karacaköy-Terkos Ovaları, İstanbul-Rivaköy-Alaçalı Sahil Ovası, İstanbul-Kağıthane Vadisi, İstanbul-Küçükköy Paşaçayırı Deresi Vadisi, Kartal Batısı Sahil Ovası, İstanbul-Topkapı ile K.Çekmece Arası, Kartal-Gebze Arası ve Tavşanlı Dere Vadisi Sahil Ovaları, Kartal-Pendik-Büyükdere Arası Sahil Ovası, Tuzla Ovası'nı kapsayan havzaların toplam yeraltısuyu rezervi $37,6 \times 10^6 \text{ m}^3$ /yıl olarak belirlenmiş olmasına karşın bugüne kadar $80,85 \times 10^6 \text{ m}^3$ /yıl su bu havzalarından tahsis edilmiştir. İstanbul'da yeraltısuyu bütçesi Ercan 1995, Dumlu ve Oran, 1995, Öngür 1995b, Dumlu ve Yalçın, 2008, Demiroğlu ve İnkaya 2009. tarafından yapılmıştır. $135-780 \times 10^6 \text{ m}^3$ arasında değişen beslenme hesaplanmıştır.

Yesilca - Büyük Melen Sisteminden 2010 yılında 12 million m^3 su alınmıştır. Bu miktar 2013 yılında 235 milyon m^3 e çıkmıştır. Yeraltısularının doğal besleniminin çok üzerinde olan bir miktarda temiz ve pis su şebekelerinden beslenme olmaktadır. Bu durum yeraltısuyu kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ancak kuyularla aşırı su çekimine rağmen yeraltısı seviyesinin düşmesini engellemektedir. Nitekim üstten az geçirimli birimle sınırlı olan, dolayısıyla şebeke kayıplarından beslenme almayan Çukurçeşme akiferinde son 40-50 yıl içerisinde zaman zaman 100 m.yi aşan düşümler olmuştur ancak iyi olan su kalitesini korumuştur (Dumlu ve Yalçın, 2008).

İstanbul'da DSİ tarafından kullanım izni verilen (Yeraltısuyu tahsis belgesi) derin kuyu sayısı 2007 yılı itibariyle 2222 adettir. DSİ tarafından açılan araştırma ve kullanma amaçlı derin kuyu sayısı 221 adet ve İSKİ'nin aktif kuyu abone sayısı 6667 adettir. İstanbul genelinde İSKİ tarafından belirlenen yeraltısularının toplam kullanım miktarı $596348 \text{ m}^3/\text{gün}$ $217.7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'dır (Öztaş 2007). İSKİ tarafından son açılan

kuyularla, içmesuyu amaçlı yeraltıları kullanımı 100 000 m³/ gün olarak bildirilmiştir. Bu kuyuların tamamına yakını avrupa yakınındadır.

Resmi olmayan rakamlara göre; İstanbul'da halen açılmış derin su kuyularının sayısı fiili durumda 20.000'den fazladır. DSİ tarafından İşletmeye kapatılan yeraltısuyu işletme sahaları dahil, birçok işletme (Özel sektör), su ve atıksu bedeli vermemek için kaçak bir şekilde yeraltısuyu kullanmakta ve kirli sularını yeraltına vermektedir. Bu hızlı üretim sonucu İstanbul'un Zeytinburnu, Bakırköy, Ataköy gibi bölgelerinde yeraltısuyu seviyeleri yılda 2-3 m. düşmektedir (Ercan, 1995a; Dumlu and Yalçın, 2008). Bakırköy Çırpıcı, Tuzla Darıca kıyı akiferleri, Gebze Dil deresi alüvyon akiferleri yitirilmiş akiferlerdir (Dumlu vd., 1995 b,).

Miosen kumları (Çukurçeşme) ve Eosen Kireçtaşları (Kırklareli kireçtaşları) önemli akiferleri ile ilgili hiç bir kapsamlı çalışma yapılmamıştır, yapılmamaktadır. Akiferlerin son durumu (rezerv miktarı, periyodik seviye değişimleri, kalite değerleri – su kimyası analizleri) hakkında İSKİ ve DSİ tarafından hiç bir çalışma yapılmadığı araştırmamız sırasında ifade edilmiştir

3. SONUÇLAR

İklim değişikliği genel olarak İstanbul'da sıcaklık ve yağışta artış olarak yansımıştır. Ancak, yıllık yağışların miktarının artması sağanak yağışların artması ile ilgilidir. Kış yağışlarında azalma yaz yağışlarında artış gözlenmiştir. Sıcaklığa bağlı buharlaşmanın artması ve kurak devrelerin sıklığı yüzeysularında azalma olarak yansımıştır. Yeraltısularına talep artmıştır.

Bugüne kadar yasalar ve sorumlu kurumlar, içmesuyu havzalarının koruma alanlarını denetlemekte yeterli ve etkili olmamıştır.

Nitekim, Küçükçekmece barajının kirlenmesi önlenememiş ve içmesuyu olma özelliğini kaybetmiştir.

Gelişmiş ülkelerde yeraltıları, kurak devrelerin son aşamasında kullanılmak üzere korunup saklanmaktadır. İstanbulda yeraltıları ile ilgi hiçbir kapsamlı çalışma geçmişte de günümüzde de yapılmamıştır. Önemli akiferler ya kaybedilmiştir ya da kaybedilmek üzeredir. Uzun zaman gerektirse de akiferlerde acilen kalite ve miktar belirlenmesi ve iyileştirme çalışmaları başlatılmalıdır. Yeraltıları korunup kurak dönemlerde kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Altınbilek, D. (2006) Water management in Istanbul, International Journal of Water Resources Development, 22(2), pp. 241–253.
2. Bacanlı H., Çelik S., Görgeç H., Deniz A., (2011) 7Meteorological analysis of the flood disaster that occurred in the western Marmara region at 7 - 9 September 2009. 5th Atmospheric Science Symposium Proceedings, İstanbul, p.451-460
3. Baykal, B.B., Tanik, A., Gonenc, E., (1999) Relatively less polluted drinking water reservoir of metropolitan İstanbul near the Black Sea coast. Water Sci. Technol. 39 (8), 147–1.
4. Coşkun, H.G., Gulergun, O., Yılmaz, L., Dabanlı, O., (2006) Monitoring of protected bands of Terkos drinking water reservoir of metropolitan İstanbul near the Black Sea coast using satellite data, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 8, 49–60.
5. Çopuroğlu M., (1997) Hydrogeological Investigation of İstanbul -Silivri - Kavaklı basin M.Sc. Thesis, İstanbul Technical University , İstanbul.
6. Dumlu , O. , (1995) Recharge of Bakırköy basin with treated wastewater. İstanbul and Around Water Resources Semp. 21- 25 May. 1995 , İstanbul, p. 131-136 .
7. Dumlu , O., Oran, S., (1995a) İstanbul groundwater problem, İstanbul Water Congress, June 21 – 25, Proceedings, İstanbul, p.15-19.
8. Dumlu , O., Oran, S., (1995b) The effect of the leakages from water supply and sewage network to the budget of groundwater, Geological Congress of Turkey, Proceedings , Ankara,
9. Dumlu O., T. Yalcin, (2008) Hydrogeology of İstanbul, İstanbul Water Congress, Proceedings, İstanbul, 1-17
10. Ercan , A., (1995a) Water budget of İstanbul , İstanbul Water Congress and Exhibition, June 21 – 25, Proceedings, 1995, İstanbul, 55-58 .
11. Groundwater and climate change: challenges and possibilities, BGR-Geus 2008
Koçak K., Simsoy S., Şen o., 2008, İstanbul'un su politikası sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 311-317
12. Karagüzel R.,(2012) Arazi kullanımı ve kentsel planlama sürecinde yerbilimleri, Prof. Dr. Mahir Vardar Jeomekanik, tünelticilik ve kaya yapılarının tasarımı özel oturumları, 219-248
13. Kantarcı D., (2008) İstanbul's water policy, İstanbul Water Congress, Proceedings, İstanbul, 107-125
14. IPCC, 2007. Climate Change (2007) Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp
15. IPCC, 2013, Fifth Assessment Report: Climate Change (AR5) www.ipcc.ch/report/ar5/
16. Karaca M., Dalfes N., Şen Ö. L., Kındap T., Önel B., Turunçoğlu U., Bozkurt D.,(2009) 5th World Water Forum Climate Change, Water and Turkey, İstanbul

17. Musaoğlu N., Tanık A., Kocabaş V., (2005) Identification of Land-Cover Changes Through Image Processing and Associated Impacts on Water Reservoir Conditions,
18. Environmental Management Vol. 35, No. 2, pp. 220–230
19. Yalcın T., Yetemen, Ö., (2009) Local warming of groundwaters caused by the urban heat island effect in Istanbul, Turkey, Hydrogeology Journal, Vol. 17: pp.1247–1255
20. Öztaş, T., (2008) İstanbul'un su politikası sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul, 78-106
21. Zuran A., (2005) " Istanbul Dams Revised Hydrology Report", Regional Directorate of the State Hydraulic Works, Istanbul

Ambarlı Limanı Kirlilik Tarihçesinin Karot Çökellerinde Jeokimyasal Yollarla İncelenmesi

Geochemical investigation of pollution history of Ambarlı Port via core sediments

**Erol Sarı^{a*}, Selma Ünlü^a, Nurgül Çelik Balcı^b, Reşat Apak^a,
Mehmet Ali Kurt^c, Birsen Koldemir^d**

*^a İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Vefa-Fatih/
İstanbul*

^bİstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Maslak / İstanbul

^cMersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin

^dİstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Deniz Ulaştırma ve İşletme
Mühendisliği Bölümü, Avcılar/İstanbul

*Sorumlu yazar(erolsari@istanbul.edu.tr)

Özet: Ambarlı Limanı, İstanbul şehir merkezinden 34 km uzaklıkta olup, Marmara Denizi kuzey sahilinde yer almaktadır. Çalışma alanı karot çökellerinde metal kirliliğinin araştırılması ile ilgili çalışmalar son 10 yıllık literatür kayıtlarında bulunmamaktadır. Bu çalışmayla Ambarlı Liman aktivitesinin denizel sedimentlerdeki metal kirliliğinin tarihçesi alınan üç adet karot örnekleriyle incelenmiştir. Karot örnekleri Al, Fe, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn ve toplam petrol aromatik hidrokarbon (PAHs) içeriğinin belirlenmesi için alınmış ve analiz edilmiştir. Ortalama metal ve PAHs miktarları mg kg⁻¹ olarak 11600 (Al), 25700 (Fe), 120 (Cr), 61 (Cu), 285 (Ni), 141 (Pb), 103 (V), 109 (Zn) ve 850 (PAHs) ölçülmüştür. Pb-210yaşlandırması sonucunda çalışma alanında sedimentasyon hızı 5cm/100 yıl olarak bulunmuş olup, limanın faaliyete geçtiği tarihten günümüze kadar olan tarihsel kirlilik kayıtları; karotların 1.14 cm'lik sediment kısmında bulunmaktadır. Karotların en üst 2 cm'lik kısmında Cu, Pb ve Zn zenginleşmesinin hızla artması liman aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir. Zenginleşme faktörü (EF) analizlerine göre metaller değerlendirildiğinde; karot çökellerinin yüzey kısmında Cu, Pb ve Zn kirliliğinin olduğu, Al, Fe, Cr, Ni ve V zenginleşme faktörü değerlerine bakıldığında normal doğal koşulları yansıttığı yani kirlenmediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ambarlı Limanı, Marmara Denizi, metal kirliliği, sediment kalitesi, Pb-210 yaşlandırma

Abstract: Ambarlı Port, located on the north shores of the Sea of Marmara, is 34 km away from the city center of Istanbul. There is no information available from the literatures investigating metal contamination in the core sediments from Ambarlı Port Area last 10 years. Recent metal pollution histories associated with the Port activities have been examined via three cores. Samples were collected and analyzed for Al, Fe, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn and total polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) contents. The average metal concentrations and PAHs in the cores measured in mg kg⁻¹ were 11600 for Al, 25700 for Fe, 120 for Cr, 61 for Cu, 285 for Ni, 141 for Pb, 103 for V, 109 for Zn and 850 for PAHs. The sedimentation rate was calculated as 5cm/100 years using 210-Pb dating; 1.14 cm of sediment deposited since from the date in which the Ambarlı Port inaugurated commercial activity and all pollution based on port activities lie in the section between 0-1.14 cm. Cu, Pb and Zn contents of the sediments increased sharply in the upper part of the cores (between 0- 2 cm) has indicated that the recent pollution is linked to the port activities. The metal levels were also evaluated according to the enrichment factor (EF) analyses. The analyses revealed significant anthropogenic pollution of Cu, Pb and Zn in the surface sediments of the cores

whereas, Al, Fe, Cr, Ni and V in the all sediment samples could be considered as unpolluted

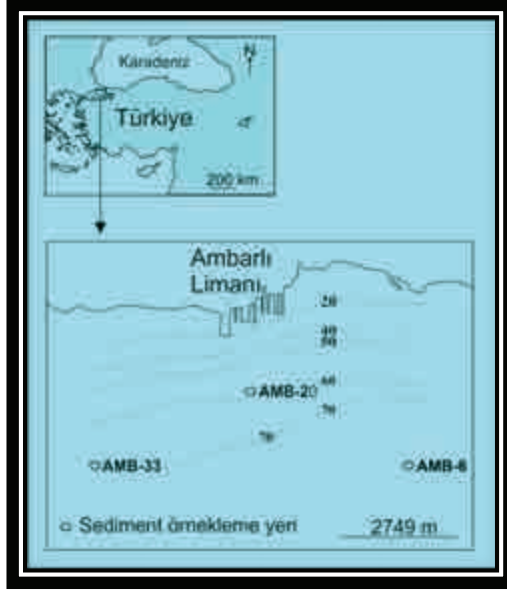
Key Words: The Ambarlı Port, The Marmara Sea, metal pollution, sediment quality, Pb-210 dating.

1.GİRİŞ

Ambarlı Limanı: Marmara Bölgesi özellikle İstanbul için önemli bir liman durumundadır. Limanda Konteynır, kargo, Ro-Ro ve tanker gemilerine hizmet verilmektedir. Dünya taşımacılığının yüzde doksanı deniz yoluyla yapılmaktadır. Özellikle deniz taşımacılığının daha güvenli ve maliyetlerin daha düşük olması nedeniyle tercih edilmektedir [1]. Dünya konteynır taşımacılık hareketinin tahminlerin üstündeki yükselişi ve buna bağlı olarak konteynır gemilerine hizmet veren Ambarlı Limanı'na olan talebide katlayarak arttırmıştır. Ambarlı liman tesisleri 1989 yılından itibaren 7 adet terminalle hizmet verdiği 27 adet rıhtıma, 6025 m rıhtım uzunluğuna, 5400/yıl gemi kapasitesine ve 1 152 793 m2 alana sahip bir liman kompleksidir [2].

Marmara Denizi, Akdeniz ve Karadeniz'i Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile birbirlerine bağlayan, yaklaşık 210 km uzunluğunda ve 75 km eninde bir geçiş denizidir. Çalışma alanı Marmara Denizi'nin kuzeyinde Büyük ve Küçük Çekmece gölleri arasında kalan Ambarlı Limanı'nı içermektedir. Marmara Denizi'nin bir parçası olan bu liman büyük ölçekte Marmara Denizi'nin oşinografik özelliklerini yansıtır. Oşinografik olarak en önemli özelliği, üstte Karadeniz kökenli az tuzlu sular (18 ppt), altta ise Akdeniz kökenli daha tuzlu (38.5 ppt) suların hakim olduğu ve birbirlerine göre zıt yönde akan, sürekli çift tabakalı su rejimine sahip olmasıdır. Üstteki Karadeniz kökenli su tabakasının kalınlığı yüzeyden itibaren yaklaşık 20-25 m olup, 605 km³/yıllık bir akışla 4-5 ayda yenilenir [3]. Alttaki su tabakası ise 376 km³/yıllık akış hızı ile 6 yılda yenilenmektedir [3]. Marmara Denizi'nin doğusunda günümüzde önemli nehir suyu girdisi olmamasına rağmen, güneyinde Biga, Gönen ve Kocasu gibi akarsular bulunmaktadır. Çalışma alanını sınırlayan karasal kesimde litolojik olarak fosilli kireçtaşı, killi kireçtaşı, şeyl, tuf, kumtaşı ile alüvyondan oluşur [4].

Marmara Denizi sedimentlerinin jeokimyasal içeriğinin araştırılması için birçok çalışma yapılmıştır [5-13]. Bu araştırmacıların çoğu yüksek ağır metal değerlerinin bir kısmının doğal bir kısmının ise antropojenik kökenli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bütün bu ayrıntılı çalışmalara rağmen, Marmara Denizi hot spot noktalarından biri olarak kabul gören Ambarlı Limanı'nda sediment kalitesi üzerine ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Denizler ve göller jeolojik anlamda çökeltme havzası

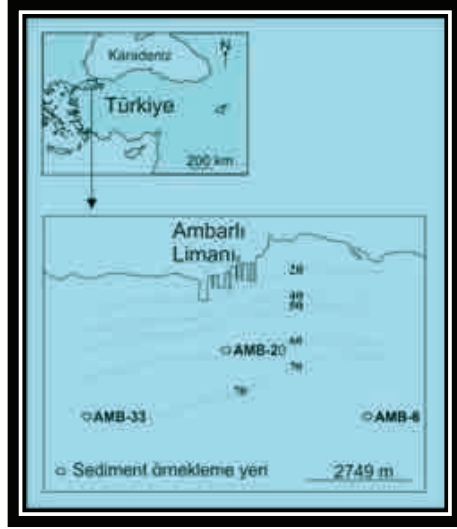


a)



b)

Şekil 1. Çalışma alanı yer buldur ve batimetri kontrolü istasyon yerleri (a), ağırlıklı karot örnek alımından bir görüntü (b).



a)



b)

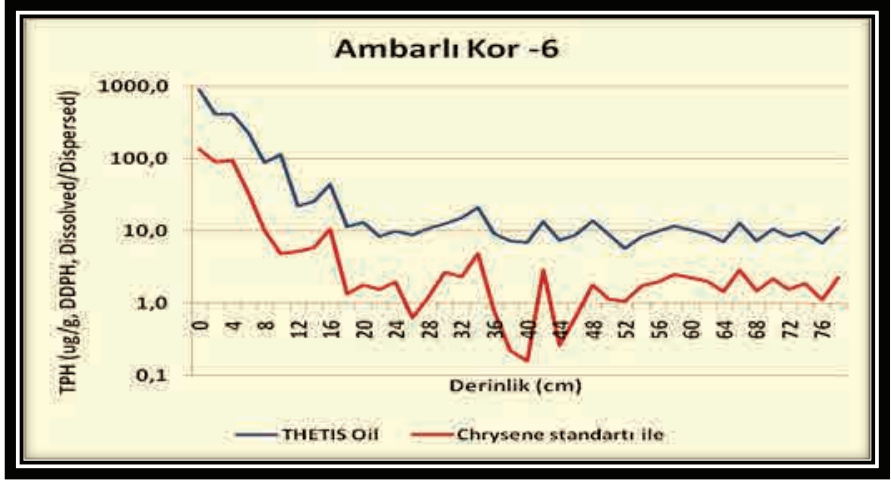
Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru ve batimetri konturlu istasyon yerleri (a), ağırlıklı karot örnek alımından bir görüntü (b).

2.1. AĞIR METAL VE PB-210 ANALİZLERİ: Ağır metal analizleri hizmet alımı karşılığında ICP –MS aleti kullanılarak, Mersin Üniversitesi İleri Analizler Laboratuvarında yapılmıştır. Pb-210 analizi ise hizmet alımı karşılığında Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi'nde ölçülmüştür.

2.2. TOPLAM PETROL HİDROKARBON ANALİZLERİ (TPH): TPK analizleri İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'nde ultraviolet-fluorometri (UV Spektrofluorometri), gaz kromatografisi (GC) ve gaz/Mass (GC/MS) spektrofotometrisi kullanılarak yapılmıştır.

3.TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Ambarlı limanı Avcılar açıklarında alınan AMB-6 karotu -78m, AMB-20 karotu -61m ve AMB-33 karotu -64m su derinliğinden alınmış olup, sırasıyla 80, 118 ve 72 cm uzunluğa sahiptir. Bu karotlar liman aktivitesinin sediment kalitesine olan tarihsel kirlilik etkisinin araştırılması için alınmıştır. Bu amaçla alınan karotlarda; litolojik tanımlama, metal konsantrasyonları ve TPH analizleri ile Pb-210 yaşlandırılması yapılmıştır. Karot çökelleri litolojik olarak çamur (AMB-6: 0 - 66 cm, AMB-20: 20 - 118 cm ve AMB-33: 0 - 60 cm) ve kavkı, kavkı kırıntılı kumlu çamur (AMB-6: 66 - 78 cm, AMB-20: 0 - 20 cm, AMB-33: 60 - 72 cm) birimlerinden oluşur. Ambarlı Limanı karotlarında ölçümü yapılan elementler; Al %0.40 - 4.47, Fe % 0.01 - 3.98, Cr 14 - 902, Cu 6 - 363, Ni 35 - 480, Pb 15 - 266, V 13 - 206 ve Zn 21 - 307 ppm aralığında ölçülmüştür. Ortalama metal değerleri; alüminyum %1.05, demir %2.95, krom 170, bakır 47, nikel 324, kurşun 145, vanadyum 125 ve çinko 92 ppm olarak hesaplanmıştır. AMB-6 ve AMB-33 karotlarının hemen yüzeyde 0 - 2 cm aralığında Cu, Pb, Zn ve TPH değerlerinin artması liman aktivitesiyle ilişkilidir (Şekil 2). Bu bileşenlerin yüzey sedimentlerinde de zenginleşmesi bu görüşümüzü destekler [14]. Ayrıca karot çökellerindeki ölçümü yapılan metallerin zenginleşme faktörü (EF) değerlerini Sutherland [15] sınıflamasına göre kıyasladığımızda; Ambarlı karot çökellerinin en üst 0-2 cm'lik kısmında antropojenik metal kirliliğinin (EF>2) olduğunu, diğer kısımların ise normal jeolojik koşulları yansıtmaktadır.

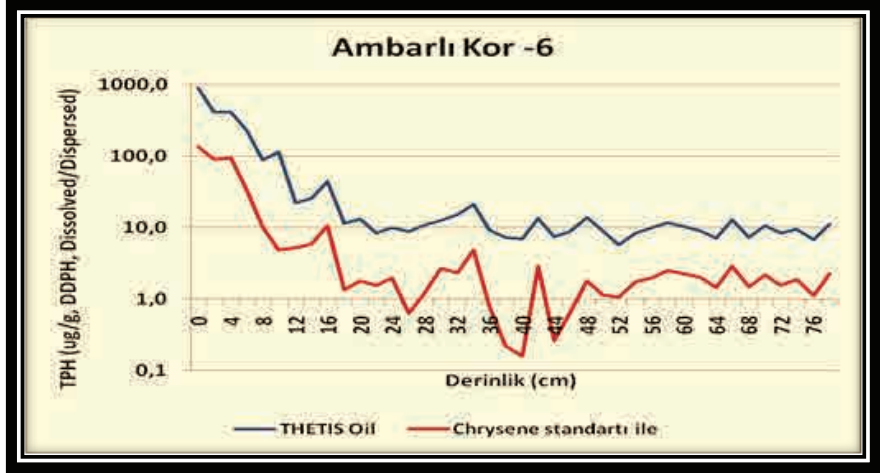


Şekil 3. AMB-6 karotunda TPH miktarlarının dağılımı

Sonuç olarak; Ambarlı Limanı karot örneklerindeki çalışmaların sonucunda sedimentasyon hızı 5 cm/100 yıl olarak bulunmuş olup, limanın tarihsel paleo kirlilik kayıtları karotların 1.14 cm'lik sediment kısmında bulunmaktadır. Özellikle AMB-6 ve AMB-33 nolu karotların yüzeylerine doğru Cu, Pb, Zn ve TPH miktarlarındaki artışlar kirliliğin liman faaliyetleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışma alanındaki TPH kirliliğinin ise karotun ilk 18 cm'lik üst kısmında bulunmuştur. Karotlardaki sedimentasyon hızını lineer olarak düşündüğümüzde TPH kirliliğinin günümüzden 360 yıl önce yani 1649 yılında başladığı ve günümüze kadar artarak devam ettiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz E., (1990) Konteyner ve konteyner taşımacılığı. Deniz Ticareti.
2. Altaş (2010). Altaş Anonim Şirketi Genel Müdürlük İstatistikleri.
3. Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A., Özsoy, E., (1990). On the physical oceanography of the Turkish Straits, In: Pratt, L.J.(Ed.) The physical oceanography of the Sea Straits, NATO/ASI Series, Kluwer, Dordrecht, 25-60.
4. Şen K., (1994). Çekmece gölleri arasındaki bölgenin jeolojisi ve sedimenter özellikleri, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
5. Ergin, M., Yörük, R., (1990). Distribution and texture of the bottom sediments in a semi-enclosed coastal inlet, The Izmit Bay from The Eastern Sea Of Marmara (Turkey), Estuarine, Coastal and Shelf Science, 30, 647- 654.



Şekil 3. AMB-6 karotunda TPH miktarlarının dağılımı

Sonuç olarak; Ambarlı Limanı karot örneklerindeki çalışmaların sonucunda sedimentasyon hızı 5 cm/100 yıl olarak bulunmuş olup, limanın tarihsel paleo kirlilik kayıtları karotların 1.14 cm'lik sediment kısmında bulunmaktadır. Özellikle AMB-6 ve AMB-33 nolu karotların yüzeylerine doğru Cu, Pb, Zn ve TPH miktarlarındaki artışlar kirliliğin liman faaliyetleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Çalışma alanındaki TPH kirliliğinin ise karotun ilk 18 cm'lik üst kısmında bulunmuştur. Karotlardaki sedimentasyon hızını lineer olarak düşündüğümüzde TPH kirliliğinin günümüzden 360 yıl önce yani 1649 yılında başladığı ve günümüze kadar artarak devam ettiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Yılmaz E., (1990) Konteyner ve konteyner taşımacılığı. Deniz Ticareti.
2. Altaş (2010). Altaş Anonim Şirketi Genel Müdürlük İstatistikleri.
3. Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A., Özsoy, E., (1990). On the physical oceanography of the Turkish Straits, In: Pratt, L.J.(Ed.) The physical oceanography of the Sea Straits, NATO/ASI Series, Kluwer, Dordrecht, 25-60.
4. Şen K., (1994). Çekmece gölleri arasındaki bölgenin jeolojisi ve sedimenter özellikleri, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
5. Ergin, M., Yörük, R., (1990). Distribution and texture of the bottom sediments in a semi-enclosed coastal inlet, The Izmit Bay from The Eastern Sea Of Marmara (Turkey), Estuarine, Coastal and Shelf Science, 30, 647- 654.

6. Bodur, N. B., Ergin, M., (1991). Geochemical characteristics of the recent sediments from the Marmara Sea, *Chemical Geology*, 115: 73-101.
7. Balkis, N., Çağatay, M. N., (2001). Factors controlling metal distributions in the surface sediments of the Erdek Bay, Sea of Marmara, Turkey, *Environment International*, 27, 1-13.
8. Tolun, L., Okay, O. S., Gaines, A. F., Tolay, M., Tüfekçi, H., Kıratlı, N., (2001). The pollution status and toxicity of surface sediments in İzmit Bay (Marmara Sea), Turkey, *Environment International*, 26, 163- 168.
9. Algan, O., Balkis, N., Çağatay, M.N., Sarı, E., (2004). The sources of metal contents in the shelf sediments from the Marmara Sea, *Environmental Geology*, 46, 932-950.
10. Topçuoğlu, S., Kırbaoğlu, Ç., Yılmaz, Y. Z., (2004). Heavy metal levels in biota and sediments in the northern coast of the Marmara Sea. *Environmental Monitoring and Assessment*, 96, 183–189.
11. Okay, O. S., Pekey, H., Morkoc, E., Başak, S., Baykal B., (2008). Metals in the surface sediments of Istanbul Strait (Turkey). *Journal of Environmental Science and Health Part A -Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 43, 1725–1734.
12. Ergül, H. A., Varol, T., Ay, Ü., (2013). Investigation of heavy metal pollutants at various depths in the Gulf of İzmit. *Marine Pollution Bulletin*, 73, 389-393.
13. Kılıç, Ö., Belivermiş, M.,(2013). Spatial and Seasonal Distribution of Trace Metal Concentrations in Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and Sediment of Bosphorus and Golden Horn. *Bull Environ Contam Toxicol*, 91, 402–408.
14. Sarı, E., Ünlü, S., Apak, R., Balcı, N., Koldemir, B. (2014). Distribution and contamination of heavy metals in the surface sediments of Ambarlı Port Area (Istanbul, Turkey). *Ekoloji* 23, 90, 1-9.
15. Sutherland, R.A. (2000). Bed sediment-associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. *Environmental Geology*, 39(6), 611-627.

Ara Tür Sorunu Diye Bir Sorun Var Mı?

A. M. Celal Şengör

*İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü ve Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Ayazağa
34469 İstanbul
(sengor@itu.edu.tr)*

Özet: Darwin 24 Kasım 1859'da meşhur eseri "Türlerin Kökeni"ni yayınladığı zaman kendisinin canını sıkan en önemli gözlem, paleontolojide türlerin ortaya çıkış ve kayboluşlarının ânî ve geçişsizmiş gibi görünmesiydi. Kendi teorisinden beklenen yavaş evrim, sanki paleontolojik gözlemlerle çelişiyordu. Bu problem "ara türler" sorunu olarak uzun süre hem evrim biyologlarını hem de paleontologları meşgul etti.

Gerçi 1861 yılında Almanya'da, Solnhofen taş ocaklarında Archaeopteryx'in bulunması evrim teorisyenlerinin yüreklerine su serpti. Kısa bir süre sonra, 1875'de büyük Alman paleontolog Melchior Neumayr Slovenya'daki geç Kenozoyik çökellerindeki Paludina ve Congeria fosillerini arkadaşı Carl Maria Paul ile inceleyerek bu fosillerin tam da Darwin'in teorisinin öngördüğü şekilde tedricen bir türden diğerine geçerek tam bir evrim serisi oluşturduklarını keşfetti.

Ancak 20. yüzyılın sonunda hem Sinapsidler içerisindeki Terapsidlerde sürüngenden memeliye geçiş, hem de Diyapsidler içinde bulunan dinazorlarda ise gene sürüngenden kuşa geçişin o kadar çok kademeleri bulundu ki, bütün Mesozoyik sanki Paleozoyik'ten Kenozoyik'e geçişin ara türlerinden oluşuyormuş izlenimi ortaya çıktı. O kadar ki, daha fosili bulunmadan, evrim kuramının öngörmesinden yola çıkılarak çizilmiş olan "varsayımsal" hayvanlar bile bulunmuştur (meselâ Heilmann'ın proavisine çok benzeyen Microraptor zhaoianus Xu et al. 2000 ve hemen arkasında bulunan, neredeyse Heilmann'ın şeklinde gösterilen varsayımsal hayvana bakarak oluşmuş gibi duran Anchiornis huxleyi Xu et al. 2009)! Ancak, Kenozoyik içerisinde de atların ve fillerin evrimi benzer serilerin olduğunu gösterdi. Bilhassa büyük paleontolog Othniel Charles Marsh'ın bulunduğu Eohippus angustidens (Marsh'ın Eohippus validus'u) ile başlayan at (Equus ferus) serisi ders kitaplarına bile girmiştir. Kemikleri birbirinden tamamen ayrılıp kopmamış bir iskeletin fosilleşme ihtimalinin 60 milyonda bir olduğunu düşünürsek, bu serilerin omurgalı fosillerinde bile bu açıklıkla bulunmuş olmasının ne kadar şaşırtıcı olduğunu takdir edebiliriz.

Bu tebliğin amacı, her türün kendinden önce gelenle kendisinden sonra gelecek olanın ara türü olduğunun günümüz hayvanlarında bile görüldüğünü belgelemektir. Bunun için ben özellikle su samurları ve muhtelif fok ve deniz arslanı türlerinin bugün sonunda yunusa benzeyen hayvanlar olmak üzere evrimleşmekte olduklarını göstereceğim. Sansarlardan (Mustelidae) su samurlarına (Lutra) oradan da deniz arslanlarına, onlardan foklara (Otariidae, Odobenidae ve Phocidae) ve nihayet yunuslara giden hemen hemen kesiksiz bir seri olduğu görülmektedir. Peki bu yunus almayan hayvanlar günün birinde muhakkak yunusa benzeyen hayvanlar

olacaklar mıdır? Bunun cevabını bugün vermemiz mümkün değildir, çünkü evrimi kontrol eden en önemli faktör olan çevrenin nasıl gelişeceğini öngörmek mümkün değildir. Kretase'nin sonunda yaşayan hiç kimse avian olmayan dinazorların âniden ortadan kalkacaklarını düşünemezdi. Chicxulub'a düşen meteorit olmasaydı, zaten avian dinazorlar da ortadan kalkmayacaklar, karalardaki yaşamın evrimi bugün bildiğimizden tamamen değişik bir şekilde gelişmiş olacaktı.

Özetle, tüm türler, ara türlerdir: Öncekinin yavrusu, sonrakinin de atası olarak. Bir diğer ifade ile, paleontolojide ara tür diye bir sorunun olduğunu sanmak, sadece paleontoloji bilmemekle izah edilebilir.

Anahtar Kelimeler;Evrım, Ara tür, Paleontoloji

Çatalca Bölgesinde İstanbul Zonu ile Istranca Masifi'nin İlişkisi: Yeni Bulgular

The Relation Between the İstanbul Zone and the Strandja Massif in the Çatalca Region: New Data

Aral I. Okay

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü ve Maden Fakültesi,
Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak, İstanbul*

(okay@itu.edu.tr)

Özet: Çatalca bölgesi, Istranca Masifi ile İstanbul Zonu'nun birbirine en çok yaklaştığı bir alanda yer alır. İstanbul Zonu'nu tanımlayan özellikler, Neoproterozoyik-Kambriyen yaşta kristalen bir temel, bu temeli örten kalın ve sürekli Paleozoyik bir sedimenter istif ve bu istifinin üzerinde uyumsuzlukla yer alan Triyas çökelleridir. Buna karşın Istranca Masifi'nde Permo-Karbonifer granitleri ve metamorfik kayalar ile temsil edilen Hersiniyen bir kristalen temel bulunmaktadır. Bu temel üzerinde karasal – sığ denizel Triyas ve Jura kırıntılı ve karbonat kayaları çökelmiştir [1]. Geç Jura – Erken Kretase'de meydana gelen ikinci bir rejyonel metamorfizma tüm Istranca Masifi'ni etkilemiş ve kuzeye verjanslı bindirmelere yol açmıştır [2]. Bu orojenez sırasında Istranca Masifi'nin Triyas-Jura yaşlı kayaları yeşilist fasiyesinde bir metamorfizma geçirmiştir. Geç Kretase (Senomaniyen) yaşlı kumlu kireçtaşları Istranca Masifi'nin metamorfik kayalarını uyumsuzlukla örter. Istranca masifi ile İstanbul Zonu'nun, kuzey-kuzeydoğu gidişli Batı Karadeniz Fayı ile birbirinden ayrıldığı düşünülmektedir [3].

Istranca Masifi metamorfikleri ile İstanbul Zonu'nun metamorfizma göstermeyen Karbonifer kumtaşı ve şeylleri Çatalca bölgesinde 18 km genişliğinde Eosen çökellerinden oluşan bir kuşak ile ayrılır. Bu kuşağın altından Batı Karadeniz Fayı'nın geçtiği düşünülmektedir. Çatalca'nın hemen batısında yüzeyleyen Istranca Masifi, KKB yönünde 20 km uzanan, 1-2 km genişliğinde bir horst oluşturur. Çatalca Horstu metamorfik ve granitik kayalardan ve bunları uyumsuzlukla örten Eosen ve Oligosen çökellerinden meydana gelmiştir. Metamorfik kayalar baskın olarak fillat, daha az oranda kalkışist, mermer ve kuvarsitten yapılmıştır. Granitik kayalar ise güneyde Tepecik Graniti, kuzeyde Çatalca Graniti tarafından temsil edilir. Tepecik Graniti'nden elde ettiğimiz Geç Permiyen (256 ± 7 Ma) ve Çatalca Graniti'nden elde edilen Kambriyen (531 ± 13 Ma) zirkon U-Pb yaşları, daha önce yayımlanan yaşlar ile [4] uyumludur. Tepecik Graniti, metamorfik kayaları kesmektedir, buna karşın Çatalca Horstu'nun kuzey kesiminde yer alan Çatalca

Graniti'nin metamorfik kayalar ile dokanakları tektoniktir. Gözlenen bu ilişkiler fillatların ilksel yaşının Geç Permiyen öncesi olduğuna işaret eder. Fillatlar Çatalca'nın güneyinde eski taş ocaklarında geniş mostra verir. Bu bölgeden alınan iki örnekte muskovitler üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayinleri Erken Kretase (Barremiyen-Apsiyen) yaşları (120-125 Ma) vermiştir. Bu yaşlar Istranca Masifi'nin daha kuzey kesimlerinden elde edilen Rb-Sr muskovit (162-150 Ma, [5]) ve Ar-Ar muskovit (156-137 Ma, [6]) yaşlarından daha gençtir ve metamorfizmanın güneye doğru gençleştiğine işaret eder. Erken Kretase metamorfizmasının İstanbul Zonu Karbonifer kayalarında gözlenmemesi, bu iki zonun yanyana gelişini, diğer bir ifade ile Batı Karadeniz Fayı'nın faaliyetini Erken Kretase (Apsiyen) ile Orta Eosen (üst Bartoniyen, [7]) zaman aralığına sınırlandırır.

Anahtar Kelimeler: Çatalca, İstanbul, Istranca Masifi, Tektonik

Abstract: The Strandja Massif and the İstanbul Zone come closest in the Çatalca region. The characteristic features of the İstanbul Zone are a Neoproterozoic-Cambrian crystalline basement, a thick and continuous Paleozoic sedimentary series, which is unconformably overlain by a Triassic sequence. In contrast, a Hercynian crystalline basement composed of granitic and metamorphic rocks constitutes the basement of the Strandja Massif. This basement is unconformably overlain by continental to shallow marine Triassic to Jurassic sedimentary rocks [1]. A second period of metamorphism and north-vergent thrusting affected the Strandja Massif during the Late Jurassic – Early Cretaceous [2]. During this orogenesis the Triassic-Jurassic sedimentary rocks of the Strandja Massif as well as its basement have undergone a greenschist facies metamorphism. Upper Cretaceous (Cenomanian) sandy limestones lie unconformably over the metamorphic rocks of the Strandja Massif. It is believed that the İstanbul Zone and the Strandja Massif are separated by the NNW trending West Black Sea Fault [3].

In the Çatalca region, an 18-km-wide zone of Eocene and younger deposits lies between the Strandja Massif and the İstanbul Zone. The West Black Sea Fault is believed to lie below this Tertiary cover. The Strandja Massif, which crops out immediately west of the town of Çatalca, forms a 20-km-long and a few kilometre wide WNW-trending horst. This Çatalca Horst consists of metamorphic and granitic rocks and unconformably overlying Eocene and Oligocene sediments. The metamorphic rocks are dominantly phyllites with minor calc-schist, marble and quartzite. The granitic rocks are represented by the Tepecik granite in the south and the Çatalca granite in the north. The U-Pb zircon ages from the Tepecik Granite are Late Permian (256 ± 7 Ma) and those from the Çatalca Granite are Cambrian (531 ± 13 Ma), compatible with the earlier age data [4]. The Tepecik Granite cuts

the metamorphic rocks, on the other hand the observed contacts between the Çatalca Granite and the metamorphic rocks are tectonic. The field relations indicate that the depositional age of the phyllites pre-date Late Permian. The phyllites form good outcrops in the disused quarries south of Çatalca. Muscovites from two samples from this area were dated using Ar-Ar technique. The resultant ages are Early Cretaceous (Barremian – Aptian, 120-125 Ma). These ages are younger than the Rb-Sr muscovite (162-150 Ma, [5]) and Ar-Ar muscovite (156-137 Ma, [6]) ages obtained from farther north in the Strandja Massif, and indicate southward younging of metamorphism. This Early Cretaceous metamorphism constrains the juxtaposition of the Strandja Massif and the İstanbul Zone, and hence the activity of the West Black Sea Fault, to between Early Cretaceous (Aptian) and Middle Eocene (Late Bartonian, [7]).

Key Words: Çatalca, İstanbul, Strandja Massif Masifi, Tektonik

KAYNAKLAR

1. Bedi, Y., Vasilev, E., Dabovski, C., Ergen, A., Okuyucu, C.Z., Doğan, A., Tekin, U.K., Ivanova, D., Boncheva, I., Lakova, I., Sachanski, V., Kuşçu, İ., Tuncay, E., Demiray, D.G., Soycan, H. & Göncüoğlu, C., 2013. New age data from the tectonostratigraphic units of the Istranca “Massif” in NW Turkey: a correlation with SE Bulgaria. *Geologica Carpathica*, 64, 255-277.
2. Okay, A.I., Satır, M., Tüysüz, O., Akyüz, S. & Chen, F., 2001, The tectonics of the Strandja Massif: Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 90, 217-233.
3. Okay, A.I., Şengör, A.M.C. & Görür, N., 1994, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. *Geology*, 22, 267-270.
4. Şahin, S.Y., Aysal, N., Güngör, Y., Peytcheva, I. & Neubauer, F., 2013, Geochemistry and U-Pb zircon geochronology of metagranites in Istranca (Strandja) Zone, NW Pontides, Turkey: Implications for the geodynamic evolution of Cadomian orogeny. *Gondwana Research*, 26, 755-771.
5. Sunal, G., Satır, M., Natal'in, B., Topuz, G. & von der Schmidt, O., 2011. Metamorphism and diachronous cooling in a contractional orogen: the Strandja Massif, NW Turkey. *Geol. Mag.*, 148, 580-596.
6. Elmas, A., Yılmaz, I., Yiğitbaş, E. & Ullrich, T., 2011, A Late Jurassic–Early Cretaceous metamorphic core complex, Strandja Massif, NW Turkey. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, 100, 1251-1263.
7. Less, G., Özcan, E. & Okay, A.I., 2011, Stratigraphy and larger foraminifera of the Middle Eocene to Lower Oligocene shallow-marine units in the northern and eastern parts of the Thrace Basin, NW Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 20, 793-845.

İstanbul-Zonguldak Birliğinin Diyajenetik □ Çok Düşük Dereceli Metamorfik Karakteristikleri ve Kökeni

Diagenetic to Very Low-Grade Metamorphic Characteristics and Origin of the Istanbul- Zonguldak Terrane

Ömer Bozkaya^a, Hüseyin Yalçın^b, M. Cemal Göncüoğlu^c

^aPamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 20070 Denizli

^bCumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 58140 Sivas

^cOrta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü 06531 Ankara
(obozkaya@pau.edu.tr)

Özet: İstanbul-Zonguldak Birliği KB Anadolu'da Prekambriyen kristalin temeli uyumsuzlukla örten Ordovizyen-Karbonifer yaşlı sedimanter istiflerden oluşmaktadır. Birliğin İstanbul-İzmit arasında yüzlek veren kesimi (İstanbul Birliği) Ordovizyen'den Karbonifer'e kadar düzenli ve kesiksiz bir istif sergilemekte iken, Zonguldak-Safranbolu arasındaki yüzlekleri (Zonguldak Birliği) Silüriyen - Alt Devoniyen arasında açılmalı uyumsuzluk içermektedir. Bu stratigrafik farklılık birliklerin dokusal-mineralojik özelliklerine de yansımış olup, İstanbul Birliği artan derinlikle birlikte yüksek diyajenezden yüksek ankizona doğru dereceli olarak artan diyajenez/metamorfizma derecesi sunmaktadır. Buna karşılık, Zonguldak Birliği Orta Silüriyen (Wenlock) – Alt Devoniyen (Emsiyen) sınırında termal bir olayı yansıtan metamorfik boşluk izleri taşımaktadır. Elde edilen bulgulara göre, İstanbul-Zonguldak Birliği birbirlerinden farklı diyajenez-metamorfizma derecesine ve jeolojik tarihe sahip iki farklı birlikten oluşmakta, Doğu ve Orta Avrupa birlikleriyle karşılaştırıldığında; İstanbul Birliği Balkan ve Moesia birliklerine, Zonguldak Birliği ise Dobruca Birliği'ne büyük benzerlik sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: KB Anadolu, X-ışınları mineralojisi, diyajenez-çok düşük dereceli metamorfizma

Abstract: Istanbul-Zonguldak Terrane was formed from Ordovician-Carboniferous sedimentary sequences unconformably covering the Precambrian crystalline basement rocks in the NW Anatolia. Outcrops parts of the terrane between Istanbul and Izmit (Istanbul Terrane) exhibit a well-developed and continuous sequence from Ordovician to Carboniferous, whereas its outcrops between Zonguldak and Safranbolu (Zonguldak Terrane) contain an angular unconformity between Silurian and Early Devonian. This stratigraphical difference was also affected textural-mineralogical properties of the terrains. Istanbul Terrane shows a gradual increase in degrees of diagenesis/metamorphism from high-grade diagenesis to high-grade anchizone with increasing depth. In contrary to this,

Zonguldak Terrane has metamorphic hiatus fingerprints reflecting a thermal event on the boundary of Middle Silurian (Wenlock) – Early Devonian (Emsian). According to obtained data, Istanbul-Zonguldak Terrane was formed from two different terranes with different diagenetic-metamorphic grades and geological evolution. A correlation with Eastern and Central European terranes, Istanbul Terrane resembles to the Balkans and Moesia, whereas the Zonguldak Terrane has significant similarity to the Dobrugea Terrane.

Key Words: NW Anatolia, X-ray mineralogy, diagenesis to very low-grade metamorphism

1.GİRİŞ

İstanbul-Zonguldak Birliği, KB Anadolu’da Batı Karadeniz sahili boyunca İstanbul, İzmit, Zonguldak, Bartın ve Kastamonu illeri çevresinde yüzeleyen (Şekil 1) ve genellikle kesiksiz Paleozoyik istifleri kapsadığı varsayılan Variskan tektonostratigrafik bir birliktir. Birliğin Paleozoyik sırasındaki orijinal konumu ile Batı ve Orta Avrupa birlikleriyle (Baltık, Avalonya, Armorika) korelasyonu halen tartışmalı olup, temel iki görüş ileri sürülmüştür:



Şekil 1. İstanbul ve Zonguldak bölgelerindeki Paleozoyik istiflerin dağılımı ve örnek lokasyonları

- (i) İstanbul-Zonguldak Birliği Üst Mesozoyik’e kadar Güney Avrasya Platform-kenarında Moesia ile benzer konumda olup ([1], [2], [3]), Batı Karadeniz baseninin kapanması sırasında güneye doğru dilimlenerek günümüzdeki konumunu almıştır ([4]),

- (ii) İstanbul-Zonguldak Birliği Gondwana kökenli olup ([5]), stratigrafik farklılıklarından dolayı İstanbul Birliği (batıda İstanbul Gebze arası, doğuda İzmit Hendek arası-Çamdağ güneyi) ve Zonguldak Birliği (batıda Karasu-Çamdağ kuzeyi, doğu ve kuzeydoğuda Zonguldak ve Safranbolu) olmak üzere iki farklı birlikten oluşmaktadır (Şekil 1; [6], [7], [8], [9], [10], [11]).

Farklı orojenik kuşakları temsil eden Paleozoyik istiflerdeki klastik-metaklastik kayaçların dokusal ve mineralojik özellikleri istiflerin jeolojik evrimlerinin yorumlanmasında yaygın biçimde kullanılmıştır ([12], [13], [14], [15]). Bu çalışmada, İstanbul ve Zonguldak bölgelerindeki Ordoviziyen-Karbonifer istiflerinin petrografik ve X-ışınları kırınımı yöntemleriyle (tüm kayaç ve kil mineralojisi, illitlerin Kübler indeksi, politipi ve *b* hücre mesafeleri) incelenerek diyajenetik/metamorfik karakteristiklerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen veriler ışığında, İstanbul-Zonguldak Birliğinin Peri Gondwana Birliklerinin Lavrasya ile çarpışmasıyla kapanan Paleozoyik Rheic Okyanusu içerisinde İstanbul-Zonguldak Birliği biçiminde tek bir birlik mi yoksa İstanbul Birliği ve Zonguldak Birliği biçiminde ayrı birlikler şeklinde mi buldukları tartışılacaktır.

2. STRATİGRAFİ VE LİTOLOJİ

İstanbul-Zonguldak Birliği'nin İstanbul ve Zonguldak bölgesindeki Paleozoyik birimleri benzer kristalin temel kayaçları uyumsuz olarak örten Ordoviziyen-Karbonifer yaşlı istiflere sahiptir (Şekil 2; [16], [17]). İstanbul Birliği'ndeki Alt Ordoviziyen-Üst Devoniyen pasif kıta kenarı çökelleri uyumlu olarak Orta Devoniyen-Alt Karbonifer fılış-tipi sedimanlarla üzerlenmektedir. Zonguldak Birliği'nde Orta Ordoviziyen ile Alt-Orta Silüriyen'de graptolit içeren koyu-gri renkli çamurtaşı ve silttaşları gözlenmekte olup, bu şelf tipi çökelim İstanbul Birliği'ndeki eşdeğer seviyelerdeki akarsu-kıyı lagünü sedimanlarından farklıdır. İki birlik arasındaki asıl farklılık Zonguldak Birliği'nde Alt Devoniyen yaşlı konglomeratik kumtaşları ve silttaşlarının Silüriyen'in silttaşı ve şeyllerini açılı uyumsuzlukla üzerlemesidir. İstif Alt-Orta Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı yer yer K-bentonit seviyeleri de içeren içeren sığ denizel platform karbonatlarla ve Üst Karbonifer yaşlı akarsu sedimanlarıyla devam etmektedir. Her iki birlik, Permiyen-Triyas yaşlı klastik kayaçlarıyla uyumsuz olarak örtülmektedir.



Şekil 2. İstanbul ve Zonguldak birliklerinin genelleştirilmiş litostratigrafik kesitleri

3. MATERYAL VE YÖNTEM

İstanbul-Zonguldak Birliği'nin arazi çalışmaları sırasında ölçülü kesitler boyunca toplam 452 adet örnek alınmış ve kırma-öğütme-eleme, kil ayırma, ince-kesit, X-ışınları kırınımı (XRD) tüm kayaç (TK) ve kil fraksiyonu (KF) gibi çeşitli işlem ve analizlerden geçirilmiştir. Örneklerin optik mikroskopi ve XRD (Rigaku DMAX IIIC, Anot = CuK α 1.541871Å, Filtre = Ni, Gerilim = 35 kV, Akım = 15 mA, Gonyometre hızı = 2°/dak., Kağıt hızı = 2 cm/dak., Zaman sabiti = 1 sn, Yarıklar = 1° 0.15 mm 1° 0.30 mm, Kağıt aralığı = 2 θ = 5-35°) incelemeleri Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) gerçekleştirilmiştir.

Kil fraksiyonu ayırımı sedimantasyon yöntemiyle yapılmış, kil çamuru sıvanmış cam lamlardan itibaren normal glükollü ve fırınlı çekimler uygulanmıştır. İllit "kristalinite" ölçümlerinde 10-Å illit pikinin yarı yüksekliğindeki genişliği, $\Delta^{\circ}2\theta$ (Kübler indisi - KI : [18] kullanılmış ve Kristalinite İndeksi Standartları CIS, [19] ile kalibre edilmiştir. İllitlerin *b* hücre mesafesi yardımıyla oktaedrik bileşim ve basıncın illitlere etkisi ile araştırılmıştır. İllit politiplerinin ($2M_1$, $1M$ ve $1M_d$) bolluklarının belirlenmesinde politiplere ait karakteristik piklerin alan oranları kullanılmıştır [20].

4. BULGULAR

4.1. Petrografi

İstanbul ve Zonguldak Birliklerini oluşturan Paleozoyik birimler başlıca şeyl, silttaşı, kumtaşı, kireçtaşı ve dolomit ile bunların çok düşük dereceli metamorfik eşdeğerlerinden oluşmaktadır. Silisiklastik kayalar başlıca monokristalin ve polikristalin kuvars, polisentetik ve zonlu plajiyoklaz, kalsit, biyotit, muskovit, klorit az miktarda da metamorfik ve magmatik kayaç parçacıkları, ortoklaz, zirkon, turmalin, apatit, götit ve opak mineraller içermektedir. Fillosilikat mineralleri orta- ve iri taneli levhalar biçiminde detritik kökenli ve gözenekte ince-taneli otijenik olarak gözlenmektedir. Ordoviziyen-Silüriyen ve Karbonifer'deki arkozik ve litarenitik kumtaşlarında kloritleşmiş biyotit, klorit ve feldispat, Devoniyen'in kuvars arenitlerinde ise ince-taneli beyaz mika (serizit) yaygındır. Litarenitik kumtaşlarında, Ordoviziyen'de metamorfik ve plütonik, Karbonifer'de volkanik kayaç parçacıkları artmaktadır. Zonguldak Birliği'nin Devoniyen yaşlı kumtaşlarında otijenik kaolinler de gözlenmiştir. Yaşlı birimlere doğru ilksel tabakalanma düzlemlerine yaklaşık dik konumlu sleyt klivajları ortaya çıkmakta, Ordoviziyen'in ince-taneli metaklastiklerinde daha da belirginleşmektedir. İstanbul Birliği Ordoviziyen metaklastiklerinde detritik mika ve kloritlere yer yer klorit-mika istifleri eşlik etmektedir.

4.2. X-Işınları Mineralojisi

4.2.1. Tüm Kayaç ve Kil Mineralojisi

İstanbul-Zonguldak Birliği kayaları başlıca fillosilikat/kil, kuvars, feldispat, kalsit, dolomit, hematit ve götit içermektedir. Kil minerallerini illit, klorit, kaolinit ve karışık tabakalı klorit-vermikülit C-V), klorit-smektit (C-S) ve illit-klorit (I-C) oluşturmaktadır (Şekil 3). Kuvars, feldispat ve kil mineralleri hemen hemen her seviyede gözlenmekte, kalsit ve dolomitler Silüriyen-Devoniyen yaşlı birimlerde artmaktadır. İllitler tüm seviyelerde gözlenmekte ve en bol kil bileşenini temsil etmektedir. Klorit ve kloritli aratabakalı kil mineralleri (C-S, C-V ve I-C) artan feldispat miktarı ile birlikte Ordoviziyen ve Karbonifer yaşlı birimlerde artmaktadır. Ordoviziyen'in alt seviyelerinde klorit ve I-C, üst seviyelerinde C-S egemen olup, formasyonlara göre farklılık sunabilmektedir. İstanbul ve

Zonguldak birliklerinin eşdeğer seviyeleri göz önünde bulundurulduğunda, İstanbul Birliği'nde C-V'nin daha yaygın olması, Zonguldak Birliğinde Devoniyen'den itibaren kaolinit gözlenmesi göze çarpan önemli farklılıklardır.

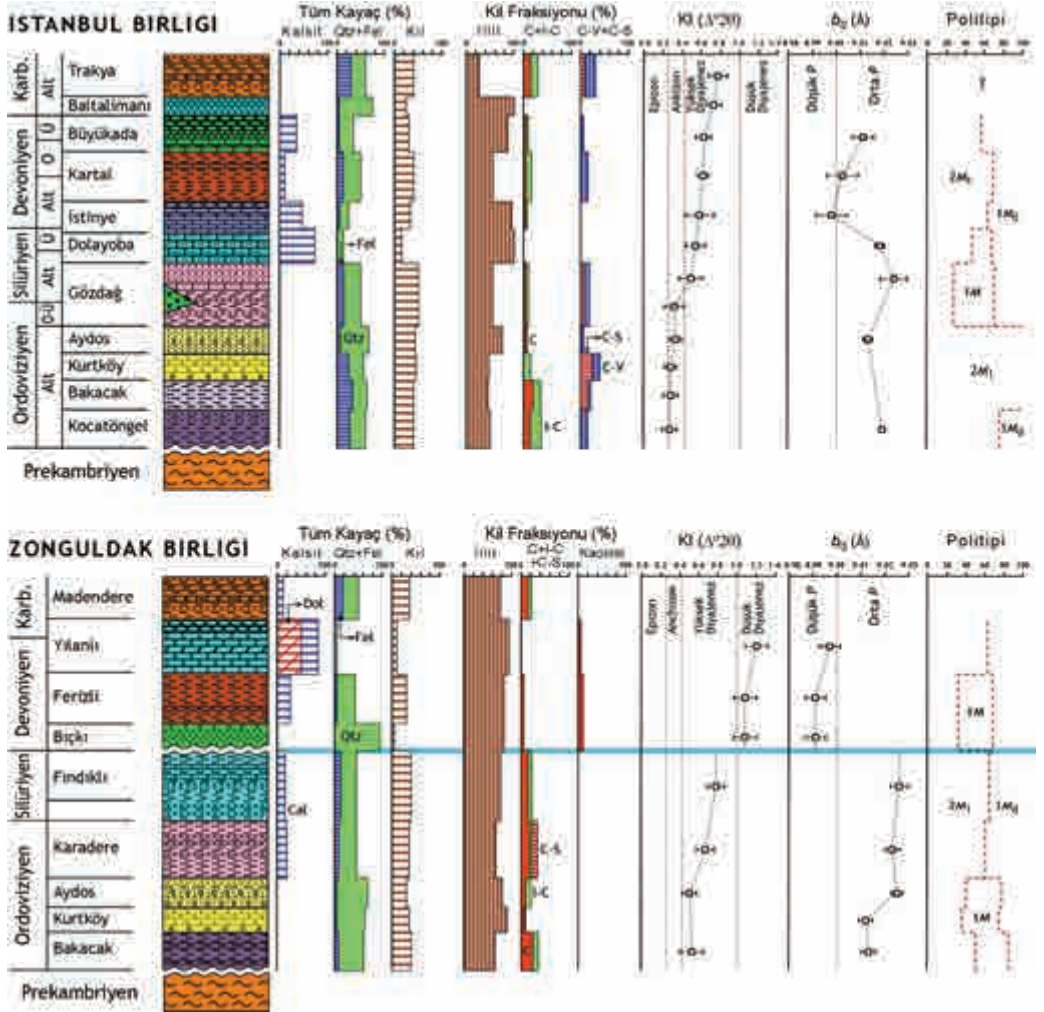
4.2.2. İllitlerin Kristalkimyasal Özellikleri

Kübler indeksi ($\square^{\circ}2\square$) neoformasyon ve/veya transformasyon kökenli diyajenetik ve çok düşük dereceli metamorfik kayalarda sıcaklıkla birlikte artan olgunlaşma parametresi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır ([12], [13], [14], [15]). İstanbul-Zonguldak Birliği kayaçlarına ait illitlerin KI verileri geniş bir aralık sunmakta olup, İstanbul ve Zonguldak birliklerine göre farklılıklar bulunmaktadır. İstanbul Birliği'nin Ordoviziyen-Alt Silüriyen kesimi epizon-düşük ankizon, Üst Silüriyen-Karbonifer kesimi ise düşük ankizon-yüksek diyajenez derecesine sahip olup, Karbonifer'den Ordoviziyen'e doğru tedrici olarak artan diyajenez/metamorfizma derecesi sergilemektedir (Şekil 3). Zonguldak Birliği'nin Ordoviziyen-Silüriyen kesimi benzer biçimde düşük ankimetamorfik-yüksek diyajenetik, Devoniyen kesimi ise düşük diyajenetik olup, İstanbul Birliği'ne göre daha düşük diyajenez/çok düşük dereceli metamorfizma derecesine sahiptir (Şekil 4). Zonguldak Birliği'nde Devoniyen'den Ordoviziyen'e doğru tedrici bir artıştan ziyade, Silüriyen ile Devoniyen sınırında KI verilerinde ani değişim gözlenmektedir.

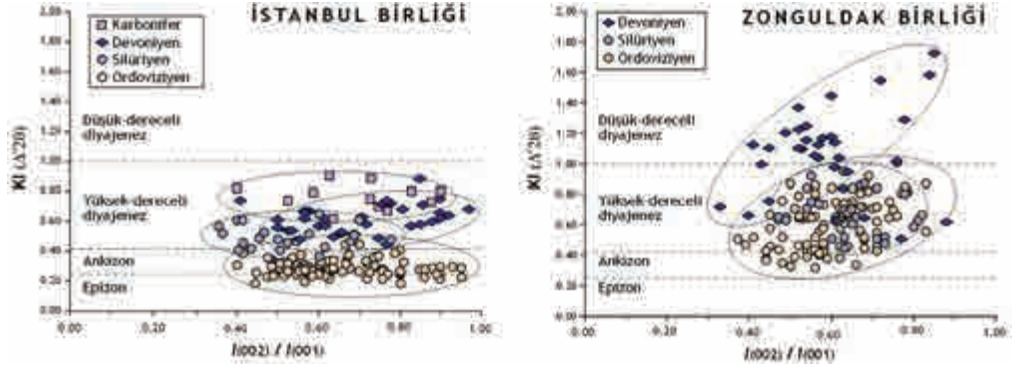
İllitlerin b hücre mesafesi (Å) artan basınçla birlikte artması nedeniyle düşük dereceli metamorfik kayalarda basınç belirteci olarak kullanılmaktadır (Sassi ve Scolari, 1974; Guidotti ve Sassi, 1986). İstanbul-Zonguldak Birliği illitleri geniş b hücre mesafesi aralığına sahip olup, Ordoviziyen-Silüriyen kesimi daha yüksek, buna karşın Devoniyen-Karbonifer kesimi daha düşük değerler sunmaktadır (Şekil 3). Artan diyajenez-metamorfizma derecesiyle artan b hücre mesafesi verileri, Silüriyen ve daha yaşlı birimlerin Devoniyen-Karbonifer yaşlı birimlerden daha yüksek basınç koşullarına maruz kaldığını işaret etmektedir. Zonguldak Birliği istifinde KI değerlerine benzer biçimde, Silüriyen'den Devoniyen'e geçişte b hücre mesafesi değerleri aniden azalması dikkat çekicidir.

İllit politipleri $2M_1$, $1M$ ve $1M_d$ ile temsil edilmekte olup, $2M_1$, $2M_1 + 1M_d$ ve $2M_1 + 1M + 1M_d$ birlikteliklerine sahiptir (Şekil 3). Genel olarak, artan diyajenez/metamorfizma derecesiyle birlikte $1M_d$ oranı azalmakta, $2M_1 (+1M)$ artmaktadır. İstanbul Birliğinde $1M$ Silüriyen'le sınırlı olup, Ordoviziyen'de $2M_1$, Devoniyen'de ise $2M_1 + 1M_d$ birlikteliği yaygındır.

Zonguldak Birliğinde ise Ordoviziyen ve Devonyen'in alt seviyelerinde $1M$, diğer seviyelerde $2M_1 + 1M_2$ birlikteliği gözlenmektedir. Silüriyen ve Devonyen sınırında, Devonyen'e geçildiğinde $1M$ 'in ortaya çıkışı KI ve b hücre mesafesinin ani değişimine benzer bir farklılık oluşturmaktadır.



Şekil 3. İstanbul ve Zonguldak birliklerine ait mineralojik verilerin düşey dağılımı



Şekil 4. (a) İstanbul ve (b) Zonguldak birliklerine ait illit KI verilerinin pik şiddet oranlarına karşı dağılımı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İstanbul-Zonguldak Birliği istiflerinin mineral birliklikleri hem köken kayaç hem de gömülmeyle ilişkili mineralojik dönüşümleri kapsamaktadır. Ordoviziyen ve Karbonifer yaşlı silisiklastiklerdeki klorit ve kloritli aratabakalıların (C-S, C-V, I-C) bolluğu doğrudan köken kayaç türleriyle (bazik metamorfik ve magmatik), oluşum mekanizmaları ise gömülme diyajenez/metamorfizması sırasında detritik biyotitlerin retrograd dönüşümlerle ilişkilidir. Kloritleşmiş biyotitlerce zengin kayaçlarda C-V C-S ve I-C'nin artması bu görüşü destekler niteliktedir. İstanbul ve Zonguldak birliklerinin mineral birlikliklerinin düşey dağılımları, klorit ve kloritli aratabakalıların bolluğu ve dağılımı açısından benzer, illit miktarı ve kaolinitin Devoniyen'de ortaya çıkışı açısından farklılıklar sunmaktadır (Şekil 3).

İllitlerin kristal-kimyasal verileri, İstanbul Birliği'nin Ordoviziyen-Alt Silüriyen'de orta basınç fasiyesinde anki-epimetamorfik, Orta Silüriyen-Devoniyen'de düşük basınç fasiyesinde yüksek diyajenetik özelliğe sahip olduğunu göstermiştir. Zonguldak Birliği ise Ordoviziyen-Silüriyen orta basınç fasiyesinde yüksek diyajenetik, Devoniyen ise düşük basınç fasiyesinde düşük diyajenetik karakter sergilemektedir. İstanbul Birliği daha yüksek diyajenez/metamorfizma derecesine sahip olup, diyajenez/metamorfizma derecesiyle birlikte illitlerin kristal-kimyasal verileri dereceli değişmektedir. Zonguldak Birliğinde ise kristalkimyasal veriler Orta Silüriyen (Wenlock) – Alt Devoniyen (Emsiyen) sınırında ani

değişim sunmaktadır. Bu verilere göre, İstanbul Birliği Karbonifer sonunda tek fazlı bir metamorfizmaya uğramış, Zonguldak Birliğinin ise Geç Denoniyen’de açılı uyumsuzluğa da neden olan tektonotermal bir olaya maruz kalmıştır. Bu durum, bölgesel jeolojik değerlendirme açısından Rheic Okyanusunun Variskan orojeneziyle kapanması sırasında iki birliğin paleocoğrafik ve tektonik konumlarının birbirlerinden farklı olduğunu ve Geç Permiyen öncesinde birleştiklerini göstermektedir. Buna göre, İstanbul-Zonguldak Birliğinin “İstanbul Birliği” ve “Zonguldak Birliği” olarak iki farklı birlik olarak değerlendirilmesi [5] uygun gözükmemektedir. KB Anadolu’daki birlikler Avrupa ve Balkanlardaki birliklerle karşılaştırıldığında, İstanbul Birliği’nin karakteristikleri Balkanlar (Batı Moesia/Balkan Kreishte bölgeleri) ile Orta Avrupa birliklerine ve Güney Fransa’daki Montagne Noire ve Pyrenees [21], Zonguldak Birliği ise Dobruca Birliğine [22], [23] benzer oldukları sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

1. Görür, N., Monod, O., Okay, A. I., Sengör, A. M. C., Tüysüz, O., Yigitbas, E., Sakıncı, M., & Akkök, R. (1997). Palaeogeographic and tectonic position of the Carboniferous rocks of the western Pontides (Turkey) in the frame of the Variscan belt. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168, 197-205.
2. Stampfli, G. M., (2000). Tethyan oceans. In E. Bozkurt, J.A. Winchester, & J.D.A. Piper (Eds.), *Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area*. (pp. 1-23). Geological Society of London, Special Publication, 173.
3. von Raumer, J. V., Stampfli, G. M., & Bussy, F. (2003). Gondwana-derived microcontinents-the constituents of the Variscan and Alpine collisional orogens. *Tectonophysics*, 365, 7-22.
4. Okay, A. I. ve Tüysüz, O. (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth, & M. Seranne (Eds.), *The Mediterranean Basin: Tertiary Extension within the Alpine Orogen* (pp. 475-515), Geological Society, London, Special Publication, 156.
5. Göncüoğlu, M. C. (1997). Distribution of Lower Paleozoic rocks in the Alpine terranes of Turkey. In M. C. Göncüoğlu & A. S. Derman (Eds.), *Early Paleozoic in NW Gondwana* (pp. 13-23), Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication, 3.
6. Göncüoğlu, M. C., & Kozur, H. W. (1998). Facial development and thermal alteration of Silurian rocks in Turkey. In J.C. Gutierrez-Marco & I. Rabano (Eds.), *Temas Geologico-Mineros, Proceedings of the 1998 Silurian Field-Meeting* (pp. 87-90), ITGE 23.
7. Göncüoğlu, M. C., & Kozur, H. W. (1999). Remarks on the pre-Variscan development in Turkey. In U. Linnemann, T. Heuse, O. Fatka, P. Kraft, R. Brocke ve B. T. Erdtmann (Eds.) *Prevariscan Terrane Analyses of*

- Gondwanean Europa (137-138). Schriften des Staatlichen Museums, Mineralogie, Geologie, Dresden, 9.
8. Göncüoğlu, M. C., & Kozlu, H. (2000). Early Paleozoic evolution of the NW Gondwanaland: data from southern Turkey and surrounding regions. *Gondwana Research*, 3, 315-323.
 9. Kozur, H. W., & Göncüoğlu, M. C. (2000). Mean features of the pre-Variscan development in Turkey. *Acta Universitatis Carolinae-Geologica*, 42, 459-464.
 10. Yanev, S., Göncüoğlu, M. C., Gedik İ., Lakova, I., Boncheva, I., Sachanski, V., Okuyucu, C., Özgül, N., Timur, E., Maliakov, Y., & Saydam, G. (2006). Stratigraphy, correlations and palaeogeography of Palaeozoic terranes in Bulgaria and NW Turkey: A review of recent data. In A.H.F. Robertson, & D. Mountrakis (Eds.), *Tectonic development of the Eastern Mediterranean Region* (pp. 51-67), Geological Society, London, Special Publications 260.
 11. Sachanski, V., Göncüoğlu, M. C., Lakova, I., Boncheva, I. & Saydam-Demiray, G. (2012). Silurian graptolite, conodont and cryptospore biostratigraphy of the Gülüç section in Eregli, Zonguldak Terrane, NW Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21, 867-903.
 12. Merriman, R. J., & Frey, M. (1999). Patterns of very low-grade metamorphism in metapelitic rocks. In M. Frey & D. Robinson (Eds.), *Low Grade Metamorphism* (pp. 61-107). Blackwell Sciences Ltd., Oxford.
 13. Merriman, R. J., & Peacor, D. R. (1999). Very low-grade metapelites: mineralogy, microfabrics and measuring reaction progress. In M. Frey & D. Robinson (Eds.), *Low Grade Metamorphism* (pp. 10-60). Blackwell Sciences Ltd., Oxford.
 14. Bozkaya, Ö., Yalçın, H., & Göncüoğlu, M. C. (2002). Mineralogic and organic responses to the stratigraphic irregularities: An example from the Lower Paleozoic very low-grade metamorphic units of the Eastern Taurus Autochthon, Turkey. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 82, 355-373.
 15. Bozkaya, Ö., Gürsu, S., & Göncüoğlu, M. C. (2006). Textural and mineralogical evidence for a Cadomian tectonothermal event in the eastern Mediterranean (Sandıklı-Afyon area, western Taurides, Turkey). *Gondwana Research*, 10, 301-315.
 16. Gedik, İ., Pehlivan, S., Duru M. ve Timur, E., (2005). 1:50.000 scaled geological maps and explanations: Sheets Bursa G22a and İstanbul F22d. General Directorate of Mineral Research Exploration (MTA), Ankara.
 17. Özgül, N., (2012). Stratigraphy and some structural features of the İstanbul Paleozoic. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21, 817-866.
 18. Kübler, B. (1968). Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. *Bulletin-Centre de Recherches Pau-SNPA*, 2, 385-397.

19. Warr, L. N., & Rice, A. H. N. (1994). Interlaboratory standartization and calibration of clay mineral crystallinity and crystallite size data. *Journal of Metamorphic Geology*, 12, 141-152.
20. Grathoff, G. H., & Moore, D. M. (1996). Illite polytype quantification using Wildfire© calculated X-ray diffraction patterns. *Clays and Clay Minerals*, 44, 835-842.
21. Faure, M., Bé Mézème, E., Duguet, M., Cartier, C., & Talbot, J. (2005). Paleozoic tectonic evolution of medio-Europa from the example of the French Massif Central and Massif Armoricain. In R. Carosi, R. Dias, D. Iacopini & G. Rosenbaum (Eds.), *The southern Variscan belt* (Vol. 19, paper 5), *Journal of the Virtual Explorer, Electronic Edition*, ISSN 1441-8142, doi: 10.3809/jvirtex.2005.00120.
22. Seghedi, A., Vaida, M., Iordan, M., & Verniers, J. (2005). Paleozoic evolution of the Romanian part of the Moesian Platform: an overview. *Geologica Belgica*, 8, 99-120.
23. Seghedi, A. (2012). Palaeozoic formations from Dobrogea and Pre-Dobrogea – An overview. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21, 669-721

Batı Pontidlerde Geç Prekambriyen'den – Üst Kretase'ye Çok Evreli Plütonizma: Jeokimyasal ve Jeokronolojik Yaklaşımlar

Multi-Stage Plutonism in Western Pontides from the Late Precambrian to Upper Cretaceous, NW Turkey: Geochemical and Geochronological Considerations

Sabah Yılmaz Şahin, Namık Aysal ve Yıldırım Güngör
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
34320, Avcılar/İstanbul
(sabahys@istanbul.edu.tr)

Özet: Batı Pontidlerde, Istranca ve İstanbul zonlarını kapsayan alan içerisinde üç farklı yaş ve jeodinamik ortamı karakterize eden çok evreli plutonizma tanımlanmaktadır. İlk evre, Geç Prekambriyen – Erken Kambriyen yaşlı Çatalca (ÇMG) ve İhsaniye (İMG) metagranitlerinden oluşmaktadır. Istranca masifinin temelinde tektonik dokanıklı olarak yer alan ÇMG ve İMG jeokimyasal karakterleri ile birbirine oldukça benzer olup; subalkalin, yüksek K'lu kalkalkalin karakterdedir ve peralumino granit alanında yer almaktadır. ÇMG metagranitinden 534.5 ± 4.7 My – 546.0 ± 3.9 My, İMG metagranitinden 535.5 ± 3.6 My U-Pb zirkon yaşları elde edilmiştir. İkinci evre, Üst Permiyen – Alt Triyas yaşlı Tepecik Kataklastik graniti (TKG) ve Sancaktepe graniti (STG) ile temsil edilmektedir. Istranca masifinin metamorfik kayalar içerisinde yerleşmiş olan TKG yüksek K'lu kalkalkalin ve peralumino karakter gösterir. İstanbul Paleozoyik istifini kesen STG yüksek K'lu kalkalkalin, şoşonitik, peralumino ve zayıf metalumino karaktere sahip bir plutondur. TKG granitinden 249.4 ± 1.5 My ve STG granitinden ise 257.3 ± 1.5 ile 253.7 ± 1.75 My U-Pb zirkon yaşları bulunmuştur. Üçüncü evre ise, en genç plutonik evreyi oluşturur ve Üst Kretase yaşlı adakitik Çavuşbaşı granitoidi (ÇG) ile karakterize edilir. Adakitik ÇG granodiyoriti, I-tipi, metalumino, kalk-alkalin karaktere sahip olup, yüksek Sr/Y ve La/Yb oranları, yüksek MgO, Mg# değerleri ile belirgin Eu anomalisi göstermektedir. Çavuşbaşı granodiyotinden 67.91 ± 0.63 My ve 67.59 ± 0.5 My U-Pb zirkon kristalizasyon ve 63.5 ± 1.6 My K/Ar soğuma yaşları elde edilmiştir.

Tüm bu veriler dikkate alındığında, birinci plutonik evrenin Gondwana kuzey kenarından kopan kıtasal blokların, Alp-Himalaya Orojenik kuşağına eklenen Kadomiyen yay magmatizmasının ürünleri olabileceğini göstermektedir. İkinci plutonik evre Permo-Triyas döneminde tüm Avrupa'yı da içine alan yaklaşık Doğu - Batı uzanımlı bir hat üzerindeki Variskan orojenezinin son evresinde gelişen

rifleşmeyle ilişkili olmalıdır. Üçüncü plutonik evre ise, Alpin Orojenezi etkisiyle, Pontid kuşağı boyunca gelişen bir yay ortamında, dalan okyanusal dilimin erimesiyle gelişmiştir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul-Istranca zonu, çok evreli plutonizma, U-Pb zirkon yaşlandırma

Abstract: Multi-stage plutonism are described at three different ages and geodynamic settings in western Pontides including Istranca massif and İstanbul Zone. The first stage represented by the Late Precambrian – Early Cambrian aged Çatalca (CMG) and İhsaniye metagranitoids (IMG). ÇMG and IMG are similar to each other according to their geochemical properties, and they are tectonically overlain by the metamorphic basement rocks of Istranca massif. These plutons have subalkaline, high K, calcalkaline and peraluminous character. U–Pb SHRIMP-II and LA–ICP–MS dating of the zircons from two individual plutons yielded crystallization ages ranging from 534.5 ± 4.7 Ma to 546.0 ± 3.9 Ma (i.e. Late Precambrian – Early Cambrian). The second stage shown by the Upper Permian – Lower Triassic aged Tepecik cataclastic granite (TCG) and Sancaktepe granite (STG). TCG intruded into the metamorphic basement rocks of Strandja massif and characterised by high K-calc-alkaline and peraluminous granitoids. STG also intruded into the İstanbul Paleozoic sequences and has high K-calcalkaline, shosonitic, peraluminous and weakly metaluminous characters. Zircon U–Pb SHRIMP-II dating yields an age of 249.4 ± 1.5 Ma for the TCG and 257.3 ± 1.5 to 253.7 ± 1.75 Ma for the STG. The third stage is the youngest stage and represented by the Upper Cretaceous aged Çavuşbaşı granodiorite (ÇG) in this region. It shows adacitic character with high Sr/Y and La/Yb, high MgO, Mg# values and distinct negative Eu anomaly. Zircon U–Pb SHRIMP-II dating of this pluton yielded crystallization ages between 67.91 ± 0.63 Ma and 67.59 ± 0.5 Ma, and K/Ar cooling ages of 63.5 ± 1.6 Ma, respectively.

In the light of these findings, we argue that the first plutonic stage may evaluate as products of Cadomian arc magmatism breaking crustal fragments from northern side of Gondwana, accreted the Alpin-Himalayan orogenic belt. Second plutonic stage may be related to rifting which was formed late stage of the Variscan orogeny along the West to East Europe during the Permo-Triassic time. Finally, the last plutonic stage derived from the melting of oceanic crustal slice beneath the western Pontide belt in an arc setting during the Alpine orogenesis.

Key Words: İstanbul-Strandja zones, multi-stage plutonism, U-Pb zircon dating

1. GİRİŞ

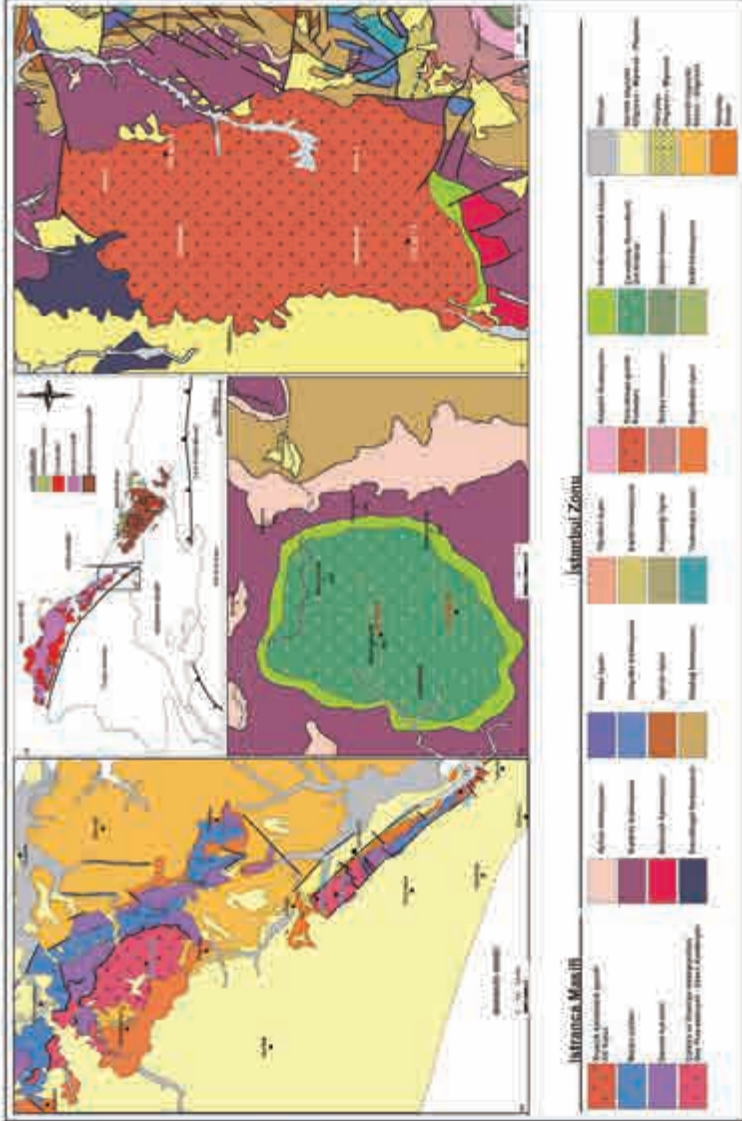
Orta Avrupa'dan başlayarak, Türkiye'yi de içine alan kıtasal alanlar, güneyde Gondwana kıtasının, kuzeyde ise Lavrasya kıtalarının çarpışması ve bunu takip eden orojenik olaylarla ilişkilidir. Bu kıtasal alanlarda, farklı zamanlarda oluşmuş bazı tektonik birlikler tanımlanmaktadır (Okay and Tüysüz, 1999). Bu tektonik birliklerin en önemlilerinden biri Pontid tektonik birliği olup, barındırdığı kaya grupları dikkate alınarak Batı, Orta

ve Doğu Pontidler olarak üç alt birliğe ayrılmıştır (Okay and Tüysüz, 1999). Söz konusu bu çalışma Batı Pontid tektonik birliği içerisinde tanımlanan Istranca masifi ve İstanbul zonlarını kapsar. Bu iki kıtasal blok farklı deformasyon geçmişleri, metamorfizma koşulları ve değişik yaştaki magmatik kayalar içerir. Farklı plütonik fazların ürünleri olan kayalar, İstanbul'un batı yakasında, Istranca masifinde Çatalca İlçe merkezi ve yakın köylerinde (Çatalca, İhsaniye, Tepecik) ve İstanbul'un doğu yakasında Çavuşbaşı köyü (Beykoz) ile Gebze (Kocaeli) civarında yüzeylenmektedir (Şekil 1). Istranca masifinde Kadomian yayının (Şekil 2) kalıntılarının varlığını gösteren granitik plütonlar, İstanbul Zonunun doğusundaki Bolu Masifi (Ustaömer et al., 2005) ve Karadere temelindeki metagranitler (Chen et al., 2002) ile deneştirilmiştir. Türkiye'de Gondwana ve Pan-Afrikan kökenli benzer yaşlı temel kayalar Menderes, Bitlis ve Armutlu masiflerinde de yüzeylenmektedir (Yılmaz-Şahin ve diğ., 2014; ilgili referanslar makalede verilmiştir). Her iki yaş grubuna ait kayalar Istranca masifinin batıya doğru devamı olan Balkanlardaki masifler içerisinde de izlenmektedir. Kadomiyen temel dışında, Istranca Zonunun en GD ucunda, Tepecik kataklastik graniti ve İstanbul Zonu'nda yüzeylenen Sancaktepe graniti (Gebze) benzer yaş ve petrolojik özelliklere sahip olup, bölgede tanımlanan ikinci plütonik fazı oluşturmaktadır. Geç Permiyen – Erken Triyas yaşlı plütonlar, Orta Avrupa'da Alplerde ve Balkanlarda tanımlanan Variskan orojenezinin (340-270; Shallegger, 1997; 320-290 My; Carrigan et al., 2005) geç evrelerinde oluşan plütonizma ile benzerlik sunmaktadır. İstanbul Zonundaki en genç plütonu olan Çavuşbaşı granodiyoriti, Alpin Orojenezinin etkisinde oluşmuş olup daha batıda Istranca masifi içerisinde bu yaş aralığında oluşan granitoidlerle aynı jenezeye sahip olarak yorumlanmıştır. Birim, tüm Pontid kuşağı boyunca Üst Kretase'de Neotetis okyanusunun kuzeye Pontidlerin altına dalmasıyla oluşan yay magmatizmasının plütonik türevleri olarak değerlendirilmektedir (Şekil 2).

2. YÖNTEM

Ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri için derlenen kayalar örnekleri, 400 mesh boyutuna kadar agat havan ile öğütölmüş ve analizler ACME Analitik Laboratuvarı'nda (Vancouver-Kanada) ICP-MS ve ICP-AES yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Jeokronolojik örnek hazırlama ve mineral ayırma işlemlerinden sonra ayrılan zirkon minerallerini (63-125µ boyutunda olanlar) SHRIMP-II U-Pb radyometrik yaş tayini için Avustralya Ulusal Üniversitesi (ANU-Canberra) Yer Bilimleri Laboratuvarlarına ve LA-ICP-MS örnekleri Bulgar Bilimler Akademisi,

Jeoloji Enstitüsüne gönderilmiştir. Analiz sonuçları ISOPLOT/EX programı (Ludwig, 2001) kullanılarak değerlendirilmiş ve konkordiya diyagramları çizdirilmiştir. K-Ar yaş tayinleri ise Polonya Bilimler Akademisi, Jeoloji Enstitüsünde ML-20 kütle spektrometresi kullanılarak yapılmıştır. Analitik detaylar Yılmaz-Şahin ve diğ. (2012)'de verilmiştir.



Şekil 1. Istanbra masifi ve İstanbul zonunda yüzeylenen granitoidler ve yakın çevrelerinin jeoloji haritaları (MTA 1/500000, 1/100000, 1/50000 ölçekli jeoloji haritalarından ve Yılmaz-Şahin ve diğerlerinden (2012 ve 2014) derlenmiştir.

3.BULGULAR ve TARTIŞMA

İstanbul zonu ve Istranca masifinde zaman – konum içerisinde değerlendirilen üç plutonik evre sırasıyla aşağıda anlatılmıştır.

3.1. Birinci plütonik evre (Geç Prekambriyen – Erken Kambriyen): İstanbul’un batısında gözlenen bu evre Çatalca (ÇMG) ve İhsaniye metagranitlerini (İMG) kapsar. Söz konusu metagranitler, Çatalca ilçesinin B-KB’sında ve İhsaniye köyünün K-KB’sında olmak üzere iki farklı bölgede yüzeylenmektedir (Şekil 1). Bu birimler Istranca masifinin temelini oluşturmakta ve üzerine kıtasal metamorfik kayalar gelmektedir. Bu iki metagranit petrografik ve jeokimyasal özellikleri açısından birbirlerine oldukça benzemelerine karşılık Çatalca metagraniti İhsaniye metagranitine oranla daha fazla deforme olmuş, bu da dokularına yansımıştır.

3.1.1.Çatalca metagraniti; genellikle şist ya da gnays dokusu gösteren bu kayalar, mineralojik bileşim olarak da tipik granit bileşimindedirler. Plajiyoklaz (genellikle albit bileşiminde), ortoklaz, mikroklin ve kuvars felsik mineralleri ile biyotit, hornblend, titanit ile klorit, muskovit, epidot, kalsit gibi metamorfik mineralleri içermektedirler. Şisti görümlü metagranit; biyotit, muskovit ve klorit gibi minerallerin birbirine paralel uzun eksenleri boyunca dizilimleri ile oluşan koyu renkli şiztozite düzlemleri ve bu düzlemleri takip eden açık renkli mineral araldanmaları ile karakteristiktir.

3.1.2. İhsaniye metagraniti; Holokristalin taneleşen dokunun yanısıra, şist/gnays dokusu gösteren monzogranit ve granodiyorit bileşimli kayalardan oluşmakta ve granitik şist/gnays olarak adlandırılmaktadır. Istranca masifi içerisinde yüzlek veren çoğu metagranit kütlesi, önceki çalışmalarda Permiyen yaşlı olarak kabul edilmiş ve Kızılağaç metagraniti olarak haritalanmıştır. Aydın (1974, 1982) Kızılağaç metgarnitinden 244 ± 11 My Rb/Sr yaşı elde etmiş ve bu kayaların Permiyen yaşlı olduklarını söylemiştir. Ancak Yılmaz-Şahin ve diğ. (2009, 2010, 2012, 2014) ÇMG ve İMG granitlerinin, SHRIMP-II ve LA-ICP-MS zirkon U-Pb kristalizasyon yaşlarının 534.5 ± 4.7 My – 546.0 ± 3.9 My yaşında olduklarını ve Geç Prekambriyen – Erken Kambriyen döneminde oluştuklarını belirlemişlerdir.

ÇMG ve İMG plutonları jeokimyasal olarak benzer olup, subalkalin, yüksek-K’lu kalkalkalin ve peralümino özelliktedirler. Bu birimler, N-MORB’a normalize çoklu element örümcek diyagramlarında büyük iyon

yarıçaplı elementlerce (LIL; Rb, Sr, K, Ba ve Th) zenginleşme, kalıcılığı yüksek elementlerce (HFSE; Ta ve Nb) fakileşme; Sr, Ta, Nb, P ve Ti elementlerde negatif anomali göstermektedirler. Elementlerin bu davranışları, tipik yay magmatizmasını işaret etmektedir. ÇMG'den elde edilen ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ değerleri 0.683539 – 0.706707, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$ değerleri 0.511944 – 0.512046 ve $\text{Nd}_{(i)}$ değerleri -0.2 – 1.8 arasında değişmektedir ve manto kaynak alanından türemiş olabileceklerini göstermektedir.

3.2. İkinci plütonik evre (Üst Permiyen – Alt Triyas):

Tepecik kataklastik graniti ve Sancaktepe granitinden oluşmaktadır. Bu plütonlar mineralojik, petrografik ve dokusal özellikleri bakımından birbirlerinden farklı olup, aynı kristalizasyon yaşına sahip olmaları dolayısıyla aynı evrenin plütonik ürünleri olarak değerlendirilmiştir.

3.2.1. Tepecik kataklastik graniti (TKG), Çatalca'nın güneyinde, Tepecik-Türkoba ve kuzeyde Ahmediye köyleri arasında kalan bölgede yüzeylenmektedir (Şekil 1). Bölgede etkin olan tektonizma nedeniyle granitte kataklastik doku egemendir. Yer, yer temiz görümlü granodiyorit sokulumlarının da yer aldığı bu granitoid kütlesi yaklaşık KD-GB ve KB-GD konumlu faylarla kesilmiştir. Grimsi renkli, orta-iri taneli, tüm kristalli ve taneseli dokuludur. Mineralojik bileşim olarak bol miktarda kuvars ve playiyoklaz türü feldspat ile koyu renkli minerallerden hornblend ve biyotit gözlenir. İçerisinde bol miktarda felsik damar kayaçları gözlenir. Istranca masifine ait meta-sedimenter birimler içerisinde yerleşmiştir. TKG plutonu önceki çalışmalarda ve bölge için üretilen tüm jeolojik haritalarda Kretase yaşlı kabul edilmiştir. Yılmaz-Şahin ve diğ. (2009, 2010, 2012, 2014) TKG plutonundan SHRIMP-II zirkon U-Pb kristalizasyon 249.4 ± 1.5 My (Alt Triyas) kristalizasyon yaşı elde etmişlerdir.

3.2.2. Sancaktepe (Gebze) graniti (STG) : Holokristalen taneseli dokulu olup, başlıca kuvars, plajiyoklaz, K-feldspat (ortoklaz-mikroklin), biyotit ve opak minerallerden oluşmaktadır. Aksesuar fazda titanit, epidot, apatit, zirkon ve opak mineralleri içermektedir. İleri derecede ayrışma gösterdiğinden kimi yerde yaklaşık 15-20 m kalınlıkta arenalaşmış bölgeler izlenir. STG İstanbul Paleozoyik istifine ait Ordovisyen-Karbonifer yaşlı formasyonlar içerisinde sokulum yapmıştır. Kırıntılı formasyonlarla olan dokanakalarında zayıf bir kontakt metamorfizma zonu oluşturmuş, karbonatlı kayaçlarla olan kontaklarında ise kurşun – çinko cevherleşmeleri de içeren yohansenitli (Mn-piroksen) skarn oluşumları meydana gelmiştir. Yılmaz (1977) STG plutonundan 255 ± 5 My Rb/Sr ve 254 My K/Ar yaşları

almıştır. Bu çalışmada ise, STG plutonu için 257.3 ± 1.5 ile $253.7+1.75$ My SHRIMP-II zirkon U-Pb zirkon ve 255.9 ± 1.9 (Üst Permiyen) K/Ar yaşları elde edilmiştir.

TKG ve STG plutonları benzer jeokimyasal özellikler sunmakta olup; subalkalin, yüksek-K'lu kalkalkalin, peralumin, I-S tipi bir karaktere sahiptirler. Alüminyum doygunluk indeksi (ASI) değeri, 1.1'in üzerindedir. Jeotektonik ortam ayırtman diyagramlarında, çoğunluğu çarpışma kökenli, bir kısmı da levha içi granit alanında konumlanmaktadır. TKG'den elde edilen ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ değerleri $0.701123 - 0.704607$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$ değerleri $0.512380 - 0.512431$ ve $e\text{Nd}_{(i)}$ değerleri $1.2 - 2.2$, STG plutonunun ilksel $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_{(i)}$ değerleri $0.692601 - 0.705245$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}_{(i)}$ değerleri $0.512241 - 0.512251$ ve $\text{Nd}_{(i)}$ değerleri $-1.2 - -1.3$, arasında değişmektedir ve giderek zenginleşen manto kaynak alanını işaret etmektedir.

3.3. Üçüncü plütonik evre (Üst Kretase): Bu evre adakit bileşimli Çavuşbaşı granodiyoriti ile temsil edilmektedir.

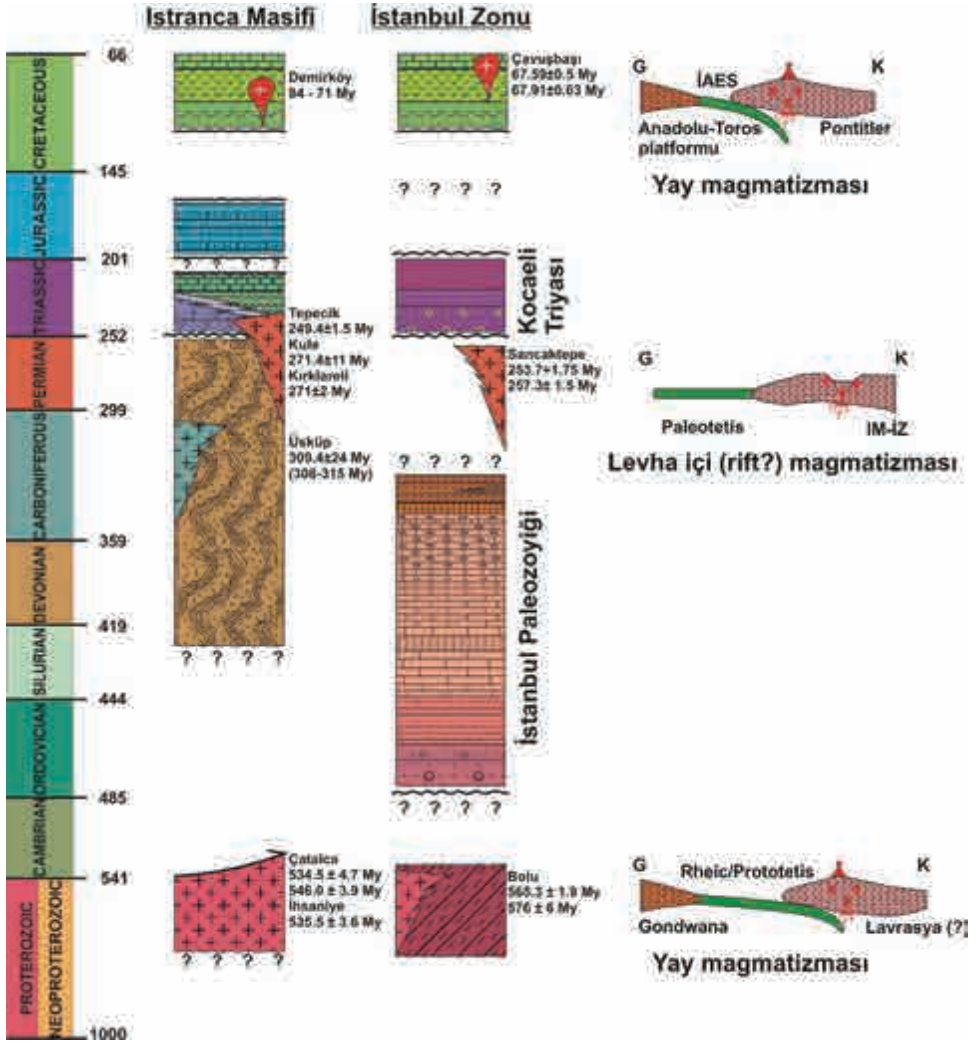
3.3.1. Çavuşbaşı granodiyoriti: İnce – orta taneli, holokristalin tanelerle dokulu ile perititik, grafik dokulu olup antirapakivi ve poikilitik feldispat dokusu gibi bazı özel mixing dokuları da gözlenir. Modal mineral bileşimine göre çoğunluğu granodiyorit, çok az bir kısmının da tonalit bileşimindedir. Ana mineral bileşimini kuvars, plajiyoklaz, ortoklaz, hornblend ve biyotit oluşturur. İkincil mineral olarak klorit ve epidotlar ile titanit, allanit, zirkon, apatit ve opak mineraller aksesuar mineraller olarak bulunmaktadır. Felsik minerallerce oldukça zengin olup, mafik minerallerin oranı % 15-20 yi geçmemektedir.

Çavuşbaşı granodiyoriti içerisinde yaygın olarak mafik mikrogranüler anklavlar (MME) bulunmaktadır.

Literatürde Çavuşbaşı granodiyoriti için 87.3 ± 3 My K/Ar (Bürküt, 1966) ve $65 \pm 10 - 60 \pm 13$ My Rb/Sr (Öztunalı ve Satır, 1975) yaşlarının (Üst Kretase) varlığı bilinmektedir. Yılmaz-Şahin ve diğ. (2012) Çavuşbaşı granodiyoritinden 67.9 ± 0.6 ve 67.6 ± 0.6 SHRIMP-II U-Pb ve 63.5 ± 1.6 K/Ar yaşları elde etmişlerdir.

Çavuşbaşı granodiyoriti, genel olarak metaluminolu, orta-K'lu kalk-alkalin, I-tipi bir karaktere sahiptir. Yüksek ASI değerlerine (1.1-1.6) sahiptir. İz element davranışlarına göre tipik yay magmatizması ürünü olarak değerlendirilmektedir. Yüksek Sr/Y, La/Yb, Mg# (45.27 – 55.90), MgO (0.77-2.56 wt %) ve düşük Y (6.60 – 10.7 ppm), Yb (0.60 – 1.02 ppm), HREE değerlerine sahiptir. Bu özellikleri ile tipik adakitik karakter (Defant and Drummond, 1990) sunmaktadır. Çavuşbaşı granodiyoriti örnekleri

nispeten düşük $^{87}/^{86}\text{Sr}_{(i)} = 0.703508 - 0.703555$ ve yüksek $^{143}/^{144}\text{Nd}_{(i)} = 0.512716 - 0.512740$, $\text{Nd}_{(i)} = 3.2-3.7$ değerlere sahiptir.



Şekil 2. Istanca masifi ve İstanbul zonunun genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesitleri ile granitoidlerin oluştuğu tektonik ortamları gösteren evrim modelleri (Stratigrafik sütun kesitler ve üzerindeki yaşlar Okay ve diğ., 2001, Yılmaz-Şahin ve diğerleri (2012 ve 2014)'den değiştirilerek alınmıştır ve ilişkili referanslar makalelerde verilmiştir.

SONUÇLAR

1. Istranca Masifinde ilk kez tanımlanan Geç Prekambrian-Erken Kambriyen yaşlı birinci plütonik fazı oluşturan granitoidler, bölgenin en yaşlı temel kayaçlarını oluşturmaktadırlar ve bu granitoidlerin elde edilen Kadomiyen orojenez yaşları bölge için yeni ve önemli bir veri olarak değerlendirilmektedir.
2. İkinci plütonik fazı oluşturan Tepecik kataklastik graniti ve Sancaktepe graniti, bölgesel jeolojik konum göz önüne alındığında, Orta ve Doğu Avrupada yaygın olarak yüzeyleyen Variskan orojenezinin geç evrelerinde, Avrupa'nın en güneydoğu ucunda, Istranca ve İstanbul Zonları içerisinde de devam edebileceği şeklinde yorumlanmıştır.
3. Üçüncü plütonik fazı oluşturan, adakitik özellikli Çavuşbaşı granodiyoriti, Üst Kretase'de Alpin Orojenezinin etkisinde, Neotetis okyanusunun kuzeye Pontidlerin altına dalmasıyla oluşan yay magmatizmasının ürünleri olarak değerlendirilmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu Çalışma İ.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimince desteklenen 435/13092005 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Aydın, Y., (1974). Etude pétrographique et géochimique de la partie centrale du Massif d'Istranca (Turquie). PhD. Thesis, Université de Nancy, 131 pp.
2. Aydın, Y., (1982). Geology of the Yıldız (Istranca) Mountains. PhD thesis, Thesis, Istanbul Technical University, Istanbul [In Turkish].
3. Bürküt, Y., (1966). Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plütonların mukayeseli jenetik etüdü. İ.T.Ü. Matbaası, 272 p., İstanbul.
4. Carrigan, C.W., Mukasa, S.B., Haydoutov, I. ve Kolcheva, K., (2005). Age of Variscan magmatism from the Bulgarian sector of the orogen. Lithos 82, 125–147.
4. Chen, F., Siebel, W., Satır, M., Terzioğlu, N. ve Saka, K., (2002). Geochronology of the Karadere basement (NW Turkey) and Implications for the geological evolution of the İstanbul zone. International Journal of Earth Sciences 91, 469–481.
5. Defant, M.J. ve Drummond, (1990). Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere. Nature 347, 662–665.
6. Ludwig, R., (2001). SQUID 1.02, A User's Manual; Berkeley Geochronology Center Special Publication. No. 2, 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA.
7. Okay, A. I. ve Tüysüz, O., (1999). Tethyan sutures of northern Turkey, In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F. And Seranne, M. (eds) The Mediterranean

Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society [London] Special Publication 156, 475–515.

8. Okay, A.I., Satır, M., Tüysüz, O., Akyuz, S. ve Chen, F., (2001). The tectonics of the Strandja Massif: late-Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean. *Int. J. Earth Sci.* 90, 217–233.

9. Öztunalı, Ö. ve Satır, M. (1975). Rb and Sr Altersbestimmungen an Tiefengesteinen aus Çavuşbaşı (İstanbul). *İstanbul Üniv., Fen Fak. Mecm. Seri B*, 40 (1-4):1-7.

10. Schaltegger, U., Nagler, T.N., Corfu, F., Magetti, M., Galetti, G. ve Stoch, H.H., (1997). A Cambrian island arc in the Silvretta nappe: Constrints from geochemistry and geochronology, *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 77, 337-350.

11. Ustaömer, P.A., Mundil, R. ve Renne, P.R., (2005). U-Pb and Pb/Pb zircon ages for arc-related intrusions of the Bolu Massif (W Pontides, NW Turkey): evidence for Late Precambrian (Cadomian) age. *Terra Nova* 17, 215–223.

12. Yılmaz Şahin, S., Güngör, Y., Aysal, N. ve Öngen, S., (2009). Istanca ve İstanbul Zonları (KB Türkiye) İçerisinde Yüzeyleyen Granitoidlerin Jeokimyası ve SHRIMP Zirkon U-Pb Yaşlandırması. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, 598–599, MTA, Ankara.

13. Yılmaz Şahin, S., Aysal, N. ve Güngör, Y., (2010). Petrogenesis and SHRIMP zircon U-Pb dating of some granitoids within the Western Pontides, Southeastern Balkans, NW Turkey. *Geologica Balcanica*, XIX Congress of the Carpathian-Balkan Geological association, Thessaloniki, Greece, Abstracts, Bulgarian Academy Sciences, p. 273.

14. Yılmaz Şahin, S., Aysal, N. and Güngör, Y., (2012). Petrogenesis of Late Cretaceous Adakitic Magmatism in the İstanbul Zone (Çavuşbaşı Granodiorite, NW Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences* V21, 1-17p.

15. Yılmaz Şahin, S., Aysal, N., Güngör, Y., Peytcheva, I. ve Neubauer, F., (2014). Geochemistry and U–Pb zircon geochronology of metagranites in Istanca (Strandja) zone, NW Pontides, Turkey: Implications for the geodynamic evolution of Cadomian Orogeny, *Gondwana Research*, 26, 755-771.

16. Yılmaz, İ., (1977). Sancaktepe granitinin (Kocaeli Yarımadası) mutlak yaşı ve jenezisi, *TJK Bült.*, 20, 17-21.

17. Yurtsever, A. ve Çağlayan, M.T.A., (2002). MTA Genel Müdürlüğü, 1:100.000 Ölçekli Açın-sama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları No:65, İstanbul F21 ve G21 (Kısmen) paftaları. 30 Sayfa.

Türkiye’de Permiyen-Triyas Sınırını: Kütle Yokoluşu Sırasında ve Sonrasında Kalsiyum Karbonat Kavkılı Foraminiferler

Permian-Triassic Boundary in Turkey: Calcareous Foraminifers in the Mass Extinction and its Aftermath

Demir Altın^a, Sevinç Altın^a

^a Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl., 06800 Ankara
(demir@metu.edu.tr)

Özet: Yeryüzündeki en şiddetli kütle yokoluş olayını kayıtlamış olan Permiyen-Triyas sınır tabakaları Türkiye’nin Toroslar bölgesinde yüzeylenmektedir. Toroslar’ın farklı tektonik birimlerinde gözlenebilen sınır tabakaları benzer bir stratigrafik istif sunar. Birkaç metrelik bir kalınlık içinde Permiyen’in en üst Çangsingiyen’ini temsil eden algli ve foraminiferli kireçtaşları ve oolitik kireçtaşları Triyas’ın Griesbakiyen mikrobiyolitleri ve stramatolitik kireçtaşları tarafından örtülmektedir. Toroslar’daki istifin Güney Çin’in Meishan kesitindeki GSSP ile karşılaştırılması sonucunda, Permiyen-Triyas sınırının oolitik kireçtaşları içinde yer almasını gerektirdiği düşünülmektedir. Kütle yokoluşundan sonra Erken Triyas’ta ortaya çıkan kalsiyum karbonat kavkılı foraminifer toplulukları felaket taksonları ve hayatta kalan taksonlar olarak iki ana grupta toplanabilir. Triyas foraminiferlerinin kökeni hayatta kalan sığınmacı taksonların doğrudan ortaya çıkması veya sığınaklarda sığınmacı taksonlardan türeyerek evrimleşen taksonların ortaya çıkması ile doğrudan ilişkili olmalıdır.

Anahtar Kelimeler, Permiyen-Triyas sınırı, Toroslar, kalker kavkılı foraminiferler, kütle yokoluşu.

Abstract: Permian-Triassic boundary beds representing the records of the most severe mass extinction event in the geologic history of the earth are widely exposed in the Taurides, southern Turkey. Boundary beds display a similar stratigraphic evolution although they belong to different tectonic units in the Taurides. Within a few meters in thickness upper Changsingian (Permian) algal and foraminiferal limestones and oolitic limestones are overlain by the lower Griesbachian (Triassic) microbialites and stramatolitic limestones. Based on the correlation with the GSSP in the Meishan section of South China the Permian-Triassic boundary in the Taurides is considered to be located in the oolitic limestones. In the aftermath of the mass extinction the Lower Triassic calcareous foraminifera can be classified as disaster and survivor taxa. The main bulk of later Triassic foraminifera seem to have been derived either directly from refugia taxa or from the derivatives of Permian refugia taxa.

Key Words, Permian-Triassic boundary, Taurides, calcareous foraminifera, mass extinction

1. GİRİŞ

Hayatın evrimi içinde en büyük kütle yokoluşu Paleozoyik-Mezozoyik sınırında, yani Permiyen sonunda yaşanmış [1] ve bu olayın ani veya tedrici bir yokoluş modeli olup olmadığı yirminci yüzyılın sonlarından günümüze kadar tartışma konusu olmuştur [2]. Kütle yokoluşunu tetikleyen sebep veya sebepleri ileri süren hipotezler arasında, yeryüzüne meteor çarpması [3], anoksik derin okyanus sularının yükselmesi ve CO₂ zehirlenmesi [4], anoksia ve transgresyon [5-6], metan çıkışı [7] ve Siberya'da büyük bir volkanik provens oluşumu [8] gibi olaylar sayılmış özellikle paleontolojik, stratigrafik, sedimantolojik ve jeokimyasal araştırmalarla bu hipotezleri destekleyen stratigrafik kayıtlar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Türkiye'de Permiyen-Triyas sınırında 1980'li senelerden beri yapılan çalışmalar hem kütle yokoluşunu, hem de bu sınırdaki oluşan bazı olağandışı olay ve fasiyeslerin varlığını ortaya koymuştur [9-34]. Bu çalışmada, yapılan önceki araştırmaların devamı niteliğinde yeni stratigrafik ve paleontolojik veriler ve sentezler ortaya konulacaktır.

2. STRATİGRAFİK KAYITLAR

Türkiye'de Permiyen-Triyas sınır tabakalarının en iyi kayıtladığı istifler Toroslar ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde yer almaktadır. Bu istifler özellikle Toroslar'daki allohton birimlerden Aladağ ve Antalya Napları'nda ve göreceli otokton olarak kabul edilen Geyik Dağı Birliği'nin Orta ve Doğu Toroslar'daki yüzleklerinde geniş olarak yüzeylemektedir. Toros Kuşağı'nda Permiyen-Triyas sınır tabakaları, farklı tektonik birimlerde yüzeylemelerine rağmen, benzer istifler sunmaktadır. Makro ölçekte istifler bir kaç metrelik bir kalınlık içinde üç önemli kaya grubundan oluşur. Üst Çangsingiyen'in orta-kalın tabakalı, alg ve foraminiferce zengin vaketaşları ve istiftaşları keskin bir dokanakla çapraz tabakalı oolitik kireçtaşları ile örtülür. Hala Çangsingiyen yaşlı olan oolitik kireçtaşları sayıları 2 ile 6 arasında değişen tabakadan ve 40 ile 60 cm arasında değişen bir kalınlıktan oluşur ve daha üstte erken Griesbakiyen yaşlı mikrobiyalitler ve stromatolitler ile üzerlenir. Mikrobiyalitler, stromatolitler ve Griesbakiyen'de bunlarla arakatılan fosilsiz oolitic Triyas tabanında oluşan olağandışı karbonat istifleridir ve muhtemelen sınırın hemen üzerinde alkalinitenin arttığı dönemlerde çökmüştür. Permiyen-Triyas sınırında Permiyen oolitic ve mikrobiyalitler arasındaki kontak daha önceki çalışmalarda karstik bir düzey olarak tanımlanmıştı [9-10, 18, 20]. Daha sonraları özellikle Taşkent (Konya) kesiti üzerinde yapılan çalışmalar [28] bu düzeyin bir su altı karbonat erozyonu olduğunu gerek petrografik,

gerekse jeokimyasal verilerle ortaya koymuştur. Bu görüşe göre Permiyen-Triyas sınırında okyanuslardan atmosphere doğru oluşan büyük metan çıkışı, oolitik düzeyleri tıraşlayan sualtı karbonat erimelerine yol açmış, bu olay aynı zamanda kalsiyum karbonatı kavkı malzemesi olarak kullanan organizmaların da, (örneğin foraminiferler) yok olmasına sebep olmuştur.

3. KÜTLE YOKOLUŞU SIRASINDA VE SONRASINDA FORAMİNİFERLER

Güney Biyofasiyes Kuşağı'na [17] karşılık gelen Permiyen-Triyas sınır tabakalarında kütle yokoluşu özellikle üç ana fosil grubu ile çalışılmıştır. Kalsiyum karbonat kavkılı foraminiferler dışında ostrakod ve brakriyopod grupları genelde Antalya Napları içindeki istiflerde çalışılmış [19, 22, 29] ve henüz tam olarak bütün kuşakta ele alınmamıştır. Bunların dışında konodontlar ancak çok nadir olarak sınır tabakalarında Triyas'ın taban kısmından rapor edilmiştir [19].

3.1. Yokoluş öncesi

Permiyen-Triyas sınırı kesitlerinde foraminiferlerden schubertellidler ve ozawainellidlere nadir olarak rastlanır ve Çangsingiyen'de *Nanlingella*, *Paleofusulina* ve *Reichelina* oldukça kıtır. Çangsingiyen'de fusulinid tip foraminiferlerden globivalvulinidler önemli evrimsel değişimler gösterir. Globivalvulinin evrimi içinde geç Kapitaniyen'de *Globivalvulina vonderschmitti*'den türemiş olan *Paraglobivalvulina* Çangsingiyen'de oldukça sık olarak gözlenir. *Septoglobivalvulina-Paraglobivalvulinoides* evrim basamağından *Paraglobivalvulinoides*'e ise daha nadir olarak rastlanır. Güney Biyofasiyes Kuşağı'daki en belirgin evrimsel gelişim dagmaritin tip globivalvulinidlerde gözlenir. *Crescentia*'dan geç Vuçiapingiyen'de türemiş olan *Paradagmarita* özellikle bütün Çangsingiyen boyunca iki ayrı türü ile (*P. monodi*, *P. meridionalis*) çok sık olarak gözlenir. Permiyen-Triyas sınırına çok yakın bir düzeyde *Paradagmarita*'dan türemiş ve kavkının açıklık sistemini değiştiren ve koruyan kıvrık bir plakaya sahip yeni bir cins, yine *Paradagmarita*'dan türemiş *Paradagmacrusta* ve *Dagmarita*'dan türemiş *Louissetita* Çangsingiyen'de oldukça sık olarak rastlanan taksonlardır.

Güney Fasiyes Kuşağı'nda lagenid tip foraminiferlere çok sık rastlanılmasına rağmen colaniellidler tamamen eksiktir. Geinitzinidae, Frondinidae, Pacyphloidae ve Nodosariidae sık olarak gözlenir ve *Nodosinelloides*, *Ichthyofrondina* ve *Nodosaria* gibi cinsler geç Çangsingiyen'de oldukça çeşitlenmiştir. Robuloidlerden *Robuloides* cinsi de Permiyen-Triyas sınırına yakın morfolojik çeşitlenmeler gösterir.

Miliolidlere ait *Crassiglomella*, *Neodiscus*, *Graecodiscus*, *Glomomidiella*, *Glomomidiellopsis*, *Kamurana*, *Midiella*, *Pseudomidiella*, *Hemigordius* ve *Multidiscus* gibi cinslere Çangsingiyen’de bazan nadiren, bazan da sıkça rastlanır. Çangsingiyen’de *Glomomidiellopsis* türleri evrimsel basamaklar gösterir (*G. uenoi*, *G. lysitifformis*). *Kamurana* s.s. cinsi büyük olasılıkla geç Çangsingiyen’de *Glomomidiellopsis*’ten türemiştir.

3.2. Yokoluş

Türkiye’deki denizel Permiyen-Triyas sınır tabakalarında foraminiferlerin yokoluşu oldukça net bir şekilde Çangsingiyen’in en üst düzeyini oluşturan oolitik düzeyle onu üzerleyen mikrobiyalit ve stromatolitler arasında gözlenmektedir. Bu sınırdaki foraminifer topluluklarının %90’ından fazlası yok olmuş, ancak çok küçük orandaki bir topluluk bu sınırı geçmiştir. Permiyen-Triyas sınır GSSP’si kabul edilmiş olan Güney Çin’deki Meishan kesiti üzerinde son senelerde yapılan çalışmalarda [35-36] foraminifer yokoluşunun sınıra çok yakın iki düzeyde olduğu ortaya konulmuştur. Birinci yokoluş düzeyi sınır tabakalarında 24 nolu olanın üstünde gerçekleşmiş, ikinci düzey ise 29 nolu tabakanın tabanında oluşmuştur. Konodontlarla belirlenen Permiyen-Triyas sınırı (GSSP) üstteki yokoluş düzeyinin altında, 27c nolu tabakanın tabanıdır. Güney Biyofasiyes Kuşağı’na [17] referans kesitleri olabilecek Taşkent, Hadım, Demirtaş ve Köserelik kesitlerinde Çangsingiyen foraminiferleri Meishan kesitinde olduğu gibi sınıra yakın 1 m’lik bir aralık içinde iki önemli çeşitlilik krizi göstermektedir. Bu durumda eğer bu krizler global yokoluş krizlerine karşılık geliyorsa Toroslar’daki oolitik kireçtaşlarının tabanı Meishan kesitindeki 25 nolu tabakanın tabanına karşılık gelmesi gerekir. Oolitik kireçtaşları ile mikrobiyalitler ve stromatolitlerin arasındaki dokunağa karşılık gelen ikinci yokoluş düzeyi ise Meishan kesitindeki 29 nolu tabakanın tabanı ile korele edilebilir. Bu korelasyonlar sonucunda Permiyen-Triyas sınırını belirleyen conodont *Hindeodus parvus*’un ilk çıkışı Çangsingiyen’in en üst düzeyi olan oolitik kireçtaşları içinde olması gerekmektedir.

3.3. Yokoluş sonrası

Triyas tabanındaki istifler genellikle fusulinid tip foraminiferleri içermemektedir. Özellikle fusulinoid fusulinidlerden hiç bir foraminiferin sınırı geçtiği gözlenmemiştir. Bununla beraber globivalvulinoidlerden *Globivalvulina cyprica* sınırı geçerek hayatta kalmış muhtemelen daha sonra yokolmuştur. Biloküler fusulinid *Earlandia* Türkiye’nin alt Induan’ında oldukça bol ve sık olarak gözlenir [9, 18, 25]. Mikrobiyalit fasiyesleri içinde rastlanması dolayısı ile *Earlandia* bir felaket taksonu olarak sınıflandırılmıştır [37]. Gene fusulinidlerden *Endoteba* bir Lazarus

takson olarak bilinmektedir [24]. Türkiye’de Kapitaniyen’den bilinen bu cins Olenekiyen’de ortaya çıkmakta ve uzun bir zaman aralığında sığınakçı bir takson karakterinde kaldığı anlaşılmaktadır. Olenekiyen’de diğer endotetidlerden *Endotebanella*, *Endotriada* ve *Endotriadella* giderek *Endoteba* kökenli bir atadan türemiştir.

Toroslar’daki kesitlerde lagenidler çok nadir olarak gözlenir. Yokoluş sonrası hayatta kalanlardan *Geinitzina* sp., *Syzrania* sp. ve ‘*Nodosaria*’ *elabugae* Induan katında yokolmuştur. Çangsingiyen’den bilinen ‘*Nodosaria*’ *hoae* Orta Triyas’ta Lazarus takson olarak ortaya çıkmış, muhtemelen Triyas’ta evrimleşen diğer lagenidlerin önemli bir kesimine yol vermiştir.

Miliolidlerden yokoluş sonrası ortaya çıkan *Postcladella kalhori* ve *Cornuspira mahajeri* fazla evrimleşmeden yokolan felaket taksonlarıdır. Bu arada Permian cinsi *Kamurana* sınırı geçmiş ve en erken Griesbakiyen’de yokolmuştur. *Meandrospira* muhtemelen bir Lazarus takson olup Permian cinsi *Streblospira* ile filetik bir devamlılık oluşturur. *Meandrospira* özellikle Orta Triyas’ta ortaya çıkan tübüler ve meandriform cinslerin evriminde önemli bir basamak olmuştur. Diğer Triyas miliolidlerinden *Agathammina* ve *Arenovidalina* da Lazarus taksonlar olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Orta Triyas’ta ortaya çıkan ophthalmididler *Neohemigordius-Arenovidalina* evrimsel çizgisinden türeyerek ortaya çıkan foraminiferlerdir.

Triyas’ta yokoluş sonrası ortaya çıkan involutinid tip foraminiferlerin kökeni konusunda daha önceki çalışmalarda *Multidiscus-Triadodiscus* geçişi öngörülmüştü [23]. Son senelerde özellikle Güney Çin’in Alt Triyas istiflerinden elde ettiğimiz verilere göre bu filetik çizginin doğru olmadığı, involutinidlerin *Pseudoammodiscus* gibi bir atadan türemiş olabileceği kanıtlanmıştır. En geç Induan’da (geç Smithian) gerçekleşmiş olan bu evrimde *Triadodiscus* öncesi ilkel involutinid formlar ortaya çıkmış, Orta Triyas’ta ise klasik involutinid formlar bu formlardan türeyerek evrimleşmiştir.

4. SONUÇLAR

Permian-Triyas sınırında çökelmiş olan olağandışı karbonat istiflerinde kalker kavkılı Lopingiyen foraminiferleri sınırın hemen öncesi ve sonrasında iki sadmede yok olarak cins düzeyinde %90’dan fazla bir kayıba uğramıştır. Triyas’ın tabanında bulunan felaket taksonları (*Earlandia*, *Postcladella*, *Cornuspira*) ani olarak ortaya çıkmış fakat kayde değer bir evrimleşme göstermeden yok olmuşlardır. Yokoluştan hayatta kalan

taksonlar genelde başarısız olmuş ve Triyas'ın tabanında yok olmuşlardır (*Globivalvulina*, *Kamurana* ve diğerleri). Triyas Sistemi'nde bilinen kalsiyum karbonat kavrıklı foraminiferler (ophthalmidids, involutinids, lagenides, endotebids, endotriadids) büyük bir ihtimalle Olenekiyen'den itibaren ortaya çıkan sığınmacı taksonlardan (*Nodosaria' hoae*, *Endoteba*) veya sığınaklarda türeyerek ortaya çıkan taksonlardan (*Meandrospira pusilla*, *Agathammina austroalpina*, *Arenovidalina amylovolutum* gibi) evrimleşip gelişmişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Erwin, D. H., (2006). Extinction: How life on Earth Nearly Ended 250 Million Years Ago, Princeton University Press, Princeton.
2. Erwin, D. H., Bowring, S. A. ve Yügan, J., (2002). End-Permian mass extinctions: A review in Koeberl, C. ve Macleod, K. G., eds, Catastrophic Events and Mass Extinctions: Impacts and Beyond, Geological Society of America Special Paper 356, 363-383, Boulder.
3. Becker, L., Poreda, R. J., Hunt, A. G., Bunch, T. E. ve Rampino, M., (2001). Impact event at the Permian-Triassic boundary: evidence from extraterrestrial noble gases in fullerenes, Science, 291, 1530-1533.
4. Knoll, A. H., Bambach, R. K., Canfield, D. E. ve Gotzinger, J. P. (1996). Comparative earth history and Late Permian mass extinction, Science, 273, 452-457.
5. Wignall, P. B., Hallam, A., (1992). Anoxia as a cause of the Permo-Triassic mass extinction: Facies evidence from northern Italy and western United States, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 93, 21-96.
6. Wignall, P. B., Twitchett, R. J. (1996). Ocean anoxia and the end Permian mass extinction, Science, 272, 1155-1158.
7. Erwin, D. H., (1993). The great Paleozoic crisis, Columbia University Press, New York.
8. Campbell, I. H., Czamanske, G. K., Fedorenko, V. A., Hill, R. I. ve Stepanov, V., (1992). Synchronism of the Siberian Traps and the Permian-Triassic boundary, Science, 258, 1760-1763.
9. Altner, D., Baud, A., Guex, J. ve Stampfli, G., (1980). La limite Permien-Trias dans quelques localités du Moyen-Orient: recherches stratigraphiques et micropaléontologiques, Rivista Italiana di Paleontologia, 85, 683-714.
10. Altner, D., (1981). Recherches stratigraphiques et micropaléontologiques dans le Taurus oriental au NW de Pınarbaşı (Turquie), Thèse no. 2005, Université de Genève, Genève.
11. Altner, D., Zaninetti, L., (1981). Le Trias dans la région de Pınarbaşı, Taurus oriental, Turquie: unités lithologiques, micropaléontologie, milieu de dépôt, Rivista Italiana di Paleontologia, 86, 705-760.

12. Zaninetti, L., Altner, D. ve Çatal, E., (1981). Foraminifères et biostratigraphie dans le Permien supérieur du Taurus oriental, Notes du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Genève, 7, 1, 1-37.
13. Altner, D., (1984). Upper Permian foraminiferal biostratigraphy in some localities of the Taurus Belt in Tekeli, O. ve Göncüoğlu, M. C., eds, Geology of the Taurus Belt, M.T.A. Publications, 255-268, Ankara.
14. Marcoux, J., Baud, A., (1986). The Permo-Triassic boundary in the Antalya Nappes (western Taurides, Turkey), *Memoire della Società Geologica Italiana*, 34, 243-252.
15. Köylüoğlu, M., Altner, D. (1989). Micropaléontologie (foraminifères) et biostratigraphie du Permien supérieur de la région d'Hakkari (SE Turquie), *Revue de Paléobiologie*, 8, 2, 467-503.
16. Baud, A., Magaritz, M. ve Holser, W. T., (1989). Permian-Triassic of the Tethys: carbon isotope studies, *Geologische Rundschau*, 78, 649-677.
17. Altner, D., Özkan-Altner, S. ve Koçyiğit, A., (2000). Late Permian foraminiferal biofacies belts in Turkey: paleogeographic and tectonic implications in Bozkurt, E., Winchester, J. A. ve Piper, J. D. A., eds, *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*. Geological Society, London, Special Publication, 173, 83-96, London.
18. Altner, D., Özgül, N., (2001). Carboniferous and Permian of the allochthonous terranes of the Central Tauride Belt, southern Turkey, *Guide Book, PaleForams 2001, International Conference on Paleozoic Benthic Foraminifera*, 1-35, Ankara.
19. Crasquin-Soleau, S., Richoz, S., Marcoux, J., Angiolini, L., Nicora, A. ve Baud, A., (2002). Les événements de la limite Permien-Trias: derniers survivants et/ou premiers re-colonisateurs parmi les ostracodes du Taurus (Sud-Ouest de la Turquie), *C. R. Geoscience*, 334, 489-495.
20. Ünal, E., Altner, D., Yılmaz, I. O. ve Özkan-Altner, S., (2003). Cyclic sedimentation across the Permian-Triassic boundary (Central Taurides, Turkey), *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 109, 359-376.
21. Groves, J. R., Altner, D., Boyce, M. ve Craig, B. J., (2003). 'Disaster oolites' in the Permian-Triassic boundary interval, Tauride Mountains (Turkey), *GSA North-Central Section-37th Annual Meeting*, Kansas – USA.
22. Crasquin-Soleau, S., Marcoux, J., Angiolini, L. ve Nicora, A., (2004). Palaeocopida (Ostracoda) across the Permian-Triassic events: new data from southwestern Taurus (Turkey). *Journal of Micropaleontology*, 23, 1, 67-76.
23. Altner, D., Groves, J. R. ve Özkan-Altner, S., (2005). Calcareous foraminiferal recovery from the end-Permian mass extinction, southern Turkey, *Albertiana*, 33, 14-17.
24. Groves, J. R., Altner, D., (2005). Survival and recovery of calcareous foraminifera pursuant to the end-Permian extinction, *C. R. Palévol*, 4, 487-500.
25. Groves, J. R., Altner, D. ve Rettori, R., (2005). Extinction, survival, and recovery of Lagenide foraminifera in Permian-Triassic boundary interval, central Taurides, *Journal of Paleontology*, 79, 1-38.

26. Baud, A., Richoz, S. ve Marcoux, J., (2005). Calcimicrobial cap rocks from the basal Triassic units: western Taurus occurrences (SW Turkey), *C. R. Palévol*, 4, 569-582.
27. Pruss, S. B., Bottjer, D. J., Corsetti, F. A. ve Baud, A., (2006). A global marine sedimentary response to the end-Permian mass extinction: examples from southern Turkey and the western United States, *Earth-Science Review*, 78, 193-206.
28. Payne, J. L., Lehrmann, D. J., Follett, D., Seibel, M., Kump, L. R., Riccardi, A., Altner, D., Sano, H. ve Wei, J., (2007). Erosional truncation of uppermost Permian shallow-marine carbonates and implications for Permian-Triassic boundary events, *Geological Society of America Bulletin*, 119, 771-784.
29. Angiolini, L., Carabelli, L., Nicora, A., Crasquin-Soleau, S., Marcoux, J. ve Rettori, R., (2007). Brachiopods and other fossils from the Permo-Triassic boundary beds of the Antalya Nappes (SW Taurus, Turkey), *Geobios*, 40, 715-729.
30. Gaillot, J., Vachard, D., (2007). The Khuff Formation (Middle East) and time-equivalents in Turkey and South China: biostratigraphy from Capitanian to Changhsingian times (Permian), new foraminiferal taxa, and paleobiogeographical implications, *Coloquios de Paleontología*, 57, 37-223.
31. Şengör, A. M. C., Atayman, S., (2009). The Permian extinction and the Tethys: an exercise in global geology, *Geological Society of America Special Paper* 448, 1-96.
32. Varol, B., Koşun, E., Pınar, N. Ü. ve Ayrancı, K., (2011). Pyritized mudstone and associated facies in the Permian-Triassic boundary of the Çürük Dağ section, Southern Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 40, 1068-1078.
33. Kershaw, S., Crasquin, S., Forel, M.-B., Randon, C., Collin, P.-Y., Koşun, E., Richoz, S. ve Baud, A., (2011). Earliest Triassic microbialites in Çürük Dağ, southern Turkey: composition, sequences and controls on formation, *Sedimentology*, 58, 739-755.
34. Altiner, D., Şahin, N., (2012). Permian in Göncüoğlu, M. C., Bozdoğan, N., eds, *Paleozoic of Eastern Taurides, Guide Book*, Turkish Association of Petroleum Geologists Special Publication 7, 115-129.
35. Song, H., Tong, J. ve Chen, Z. Q., (2009). Two episodes of foraminiferal extinction near the Permian-Triassic boundary at the Meishan section, South China, *Australian Journal of Earth Sciences*, 56, 765-773.
36. Song, H., Wignall, P. B., Tong, J. ve Yin, H., (2013). Two pulses of extinction during the Permian-Triassic crisis. *Nature Geoscience*, 6, 52-56.
37. Hallam, A., Wignall, P. B., (1997). *Mass extinctions and their aftermath*, Oxford University Press, Oxford.

İstanbul Batı Bölgesinin Jeolojisi ve “Küçükçekmece Memeli Zonu”

Geology the Western Part of İstanbul and “Küçükçekmece Mammalian Zone”

Cazibe Sayar

İ.T.U. Mining Faculty (Ret. Prof.)

Özet: İstanbul’un batı bölgesinde Neojen istif grubu geniş bir alan kaplamaktadır. Doğuda İstanbul şehri (tarihi yarımada), Haliç (Altın Boynuz) ve batıda Büyükçekmece arasındaki bu bölge kuzeyden Küçükköy, Atışalanı (Kavasköy), Mahmutbey (Kalfaköy), İkitelli ve güneyden Marmara Denizi ile sınırlıdır. İstanbul bölgesinde genelde 200 m altında yumuşak bir topografya hakimdir, başlıca Halkalı (124m), Kavaklı (150m), Beylikdüzü yakınındaki Sancaktepe (199m) bulunur. Bölgede akarsular genelde kuzey-güney yönünde olup Tavukçuderesi (Çavuşbaşı d.) Kavaklı, Nakkaş, Haramidere ve Ayamama deresi (Uzuncadere) en önemlileridir. Güneyde Marmara kıyılarında bazı güzel kumsallar, dik yarlar ve heyelanlı alanlar bulunur.

Neojen tortul istifi özellikle İstanbul’un batı bölgesinde yaygın olarak gözlenir. Bölgenin bu en genç çökelleri homojen bir kalınlıkta olmayıp doğudan batıya ve kuzeyden güneye doğru (Marmara’ya doğru) kalınlığı artar, en fazla Bakırköy - Yeşilköy ve çevrelerinde 130-150 metreyi bulur.

İstanbul batı çevreleri ve Trakya bölgesinde genellikle Tersiyer istifleri (Eosen-Oligosen) Trakya’yı ve kısmen Marmara Denizi’nin bir bölümünü kaplayan “**Trakya Havzası**” çukurunda Eosen-Kuvaterner zaman aralığında çökelmiştir.

İstanbul batısındaki Neojen istifleri üzerinde **ilk çalışma** ve yayın 1836 (DE VERNEUIL)¹ da başlar. Bölgede “**İlk Omurgalı Bulgusu, 1922**” yılında TAYYAR HASAN ve Dr. FİKRİ SERVET Beyler tarafından Küçükçekmece’nin batı yakasındaki Alibey Çiftliği güneyinde “kum ve çakıllar içinde” “iki azı dişi ve kemik parçaları”dır ve bunlar İstanbul Robert Kolej hocalarına gösterilmiş daha sonra Küçükçekmece faunası hakkında **ilk makale** (HUBBART, GEORGE, D. 1931)² yayınlanmıştır.

Küçükçekmece faunası hakkında “**İkinci Omurgalı Bulgusu, 1925**”, Ahmet Malik (SAYAR)³ tarafından Bakırköy kuzeyinde açık taşocağında Mactra’lı kireçtaşıyla aratabakalı olan 70-80 cm kalınlıkta yeşil kil içindeki 1.5 m uzunluğundaki *Mastodon* sp. dişidir.

1932’de İstanbul Üniversitesi öğretim üyeleri Hamit Nafiz (PAMİR) ve Ahmet Malik (SAYAR) Küçükçekmece Köyünün çok yakınında (bugün köyün merkezi bölgesinde), eski otoyol ve tren istasyonun 1700 m doğusunda bulunan “Yarmada: **Fosil Yeri**”nde kum ve çakıllardan toplanan zengin omurgalı fosilleri incelenmiş ve tanımlanmıştır (Ahmet Malik ve Hamit Nafiz, 1933). Küçükçekmece’de zengin omurgalı topluluğunu içeren bu fosilli tabakalar “**Küçükçekmece Zonu**”

“Küçükçekmece Memeli Zonu: MN12” olarak kabul edilmiştir (BENDA, L. – MEULENKAMP, J. E., 1979).İstanbul’un batısında yaygın olan Neojen tortul istifi bölgede yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak çökelmiştir. Bunlar en altta temel kayalar Üst Paleozoyik : Alt Karbonifer yaşlı **“Trakya Formasyonu”** (500-1000 m); üzerinde **Orta Eosen** ve **Üst Eosen** çökelleri olan **“Kırklareli Formasyonu”** (Kırklareli Kireçtaşı) (~200 m) ve daha üstte Alt Oligosen (Rupeliyen) yaşlı **“Gürpınar Formasyonu”** (~200m) olarak bilinen çökel topluluklarıdır. Bunları uyumsuzlukla örten Neojen sedimenter istifinin tipik özellikleri Bakırköy, Haznedar (Bahçelievler), Rami (Çukurçeşme), Güngören (Vidos), Yeşilköy, Küçükçekmece, Alibeyköy, Avcılar, Ambarlı dolaylarındaki yüzlelerde incelenmiştir ve bugün genellikle pek çoğu yapılaşma nedeniyle kapanmıştır.

Bölgede en yaşlı kayalar **“Trakya Formasyonu”** açık-koyu kahve, koyu gri renkli konglomera, grovak, kumtaşı, radyolarit ve çörtlerden oluşan türbiditik çökeller olup, Alt Karbonifer: **Turneziyen - Viziyen** yaşındadır. Orta ve Üst Eosen çökelleri **“Kırklareli Kireçtaşı formasyonu”** başlıca Nummulitesli Kireçtaşı, Resifal Kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, marn düzeyleri içerir. Orta Eosen: **Lütesiyen** ve Üst Eosen: **Priaboniyen** yaşındadır. “Gürpınar Formasyonu” kumtaşı, konglomera, oolitik kireçtaşı, Congeria’lı kireçtaşı, marn, çamurtaşı ve linyit bantları ardalanmalı olup Alt Oligosen: **Rupeliyen** yaşındadır. Neojen: **Sarmasiyen** istifi bölgede en üst çökellerdir, geniş alanlar kaplar, alttan üste doğru üç litostratigrafik birimden oluşur:

a.Çukurçeşme Formasyonu : Omurgalı fosilli kum ve çakıllar; **“Küçükçekmece Memeli Zonu”**;

b.Güngören Formasyonu : Yeşil renkli kil ve marnlar.

c.Bakırköy Formasyonu : Mactralı kireçtaşı; Bakırköy Kireçtaşı

a. Çukurçeşme Formasyonu (60m) : Bölgedeki yaşlı birimleri açılı uyumsuzlukla örten, çapraz tabakalı kum ve çakıllar Çukurçeşme çevresinde (Rami kuzeyi) tipik gelişme gösterir, burada ve bölgenin değişik noktalarında zengin Omurgalı (memeli) fosilleri ve özellikle *Hipparion gracile*, Kaup. *Mastodon* sp. ve diğer zengin omurgalı fosil cins ve türleri ilk defa **“Küçükçekmece kesiti”**nden toplanarak incelenmiş ve yayımlanmış olmasıyla bu kum ve çakıllar içerdikleri fosiller gereğince; **“Küçükçekmece Zonu”** **“Küçükçekmece Memeli Zonu: MN12”**olarak adlandırılmıştır (1979, BENDA – MEULENKAMP).

b. Güngören Formasyonu : Yeşil kil ve marnlar **(30m)** : Çukurçeşme Formasyonu’nun kum ve çakıllı düzeyleri üzerinde uyumlu olarak kil – marn, ince kum, kireçtaşı mercikleri içeren kalın, yeşil kil ve marn tabakaları bazen yanal ve dikey geçişler gösterir. Güngören köyü yakınında **“açık kil-marn ocağı”**nda işletilmiş olan bu kil, marnların yeri bugün kapalıdır.

c. Bakırköy Formasyonu : Mactralı kireçtaşı; Bakırköy Kireçtaşı **(40m)** : Mactralı kalker bölgede en üst sediment çökellerdir, beyaz renkli, yoğun, konsolide bu kireçtaşları Bakırköy ve çevre alanlarında kalın tabakalı ve yaygındır, tamamıyla Mactra iç kalıplarından oluşmuş, yoğun ve poroziteli bu kayalar yüzyıllardır İstanbul’un yapılaşmasında **“kesme taş”** olarak kiliseler, kaleler, surlar

ve camilerde kullanılmış ayrıca çimento ve kireç üretilmiştir. Bu malzemeler “açık kireçtaşı ocaklarından” çıkarılmış olup bugün tüm ocak yerleri örtülüdür.

d. Kuvaterner : İstanbul’da dere tabanlarında alüvyonlar ve Marmara kıyılarında Yeşilköy – Florya arasındaki kıyı topografyasının 10 m; 30-40 m ve 50-60 m deki düzlüklerde: “**tarachaalarda**” bazı Kuvaterner molluskleri (*Mytilus*, *Ostrea*) toplanmıştır. Bu tarachaalar yapılaşma nedeniyle tamamen kaybolmuştur.
Anahtar Kelime:Küçükçekmece, Memeli Zonu, Paleontoloji

Abstract: In the western part of İstanbul the Neogene sequences occupy a large area between the old city (Historical peninsula) and Haliç (Golden Horn) on the east and Büyükçekmece lake on the West. The area bordered also on the north Küçükköy, Atışalanı (Kavasköy), Mahmutbey (Kalfaköy), İkitelli and Marmara sea on the south.

This region has a gentle topography mostly below than 200 m in height, the main hills such as Halkalı (124 m), Kavaklı (150 m),and Sancak Tepe (199 m) near Beylikdüzü. Some streams are Tavukçudere (Çavuşbaşı), Kavaklı, Nakkaş, Haramidere and the largest one Ayamama (Uzunca dere). They have general direction from north to the south and along the Marmara coast some nice sea beaches and landslides are seen.

The Neogene sediments around İstanbul region particularly deposited in the western area. The thickness of that youngest sedimentary successions increases from east to the west and from north to the south (to Marmara direction), it is reaching the maximum thickness: 130-150 m.

In general Tertiary rocks Eocene and Oligocene Series deposited in the “Thracian Basin” which occupied mainly the Thracia region and partly the marmara sea area during the time interval from Eocene to Quaternary.

The Neogene successions around İstanbul have been studied first 1836 (DE VERNEUIL). After that time several foreign geologists visited and worked in some part of the area. The first important “**vertebrate fossil finding**” (teeth and bones) were collected in the sands and pebbles (two molar teeth, some bones) in the south of Alibey Farm (Alibey village), the western side of Küçükçekmece Lake by TAYYAR HASAN and Dr. FIKRİ SERVET (1922). These fossil materials were seen by the teaching members of İstanbul Robert College School and later the **first article** about the “Küçükçekmece Fauna” was printed in 1931 (HUBBART, GEORGE, D.)¹.

The **second finding**, in 1925 a complete defance tooth of a Mastodon (1.5 m long) was collected from the green clays, interbedded with Mactra Limestone in a Open Quarry at the north of Bakırköy by Ahmet Malik (SAYAR)², 1932.

The Neogene sedimentary sequences in the Western area of İstanbul unconformably overlaid the Upper Paleozoic: **Lower Carboniferous** aged basement rocks the “**Thracian Formation**” (500-1000 m); **Middle Eocene** and **Upper Eocene** aged “**Kırklareli Formation**”: Kırklareli Limestone (~200 m); and **Lower Oligocene: Rupelian** aged “**Gürpınar Formation**” (~200 m). The Neogene sedimentary rocks are deposited in the Paratetis region, its typical developments observed around the Bakırköy, Haznedar (Bahçelievler),

Rami (Çukurçeşme), Güngören (Vidos), Yeşilköy, Küçükçekmece, Alibeyköy, Avcılar (İstanbul University and surrounding area) now all of them closed by city conurbation.

In the area the oldest rocks, The Thracian Formation composed of brown, dark-gray chert, radiolarite, graywacke, shale, micaceous sandstone, conglomerates (500-1000 m) are turbiditic sediments. Lower Carboniferous : **Tournaisian - Viséan** in age. Over these rocks unconformably bedded the Kırklareli Limestones: composed of mainly *Nummulites* limestone, Reef limestone and marls (200m) Middle Eocene : **Lutetian** and Upper Eocene : **Priabonian** in stage. On the Eocene sequences the Lower Oligocene “Gürpınar Formation” unconformably sedimented.

It composed of conglomerate, sandstone, oolitic limestone, *Congeria* limestone, marls, mudstone, lignitic bands alternations (200m). These are Lower Oligocene: **Rupelian** in age. The Miocene (Sarmatian) series as the uppermost beds unconformably covers the “Gürpınar Formation”. Neogene (**Sarmatian**) successions covers (occupies) a largest area in the western part of İstanbul. The Neogene sediments developed as three different lithostratigraphic units from the bottom to the top:

- a. **Çukurçeşme Formation** : Sands and pebbles contain “vertebrate fossils”: Küçükçekmece Zone;
- b. **Güngören Formation** : Green Clays and Marls;
- c. **Bakırköy Formation** : Mactra Limestones (Bakırköy Limestone).

a. **Çukurçeşme Formation** : Vertebrate sands and pebbles (60 m): Unconformably covered over the older formation, such as Lower Carboniferous, Eocene and Oligocene series, these unconsolidated and cross-bedded sands and pebbles contain very rich vertebrate fossils (mammals and some mollusca shells especially *Hipparion gracile*, Kaup. *Mastodon* sp.). The Çukurçeşme Formation has been showed a typical character in the “Open Sand Quarry” near Çukurçeşme district north of Rami, but now is closed. The first “**Küçükçekmece Fossil Locality**” (1933) was in the centre of Küçükçekmece Village, and also it lost. The Küçükçekmece Zone, vertebrate fossiliferous beds named “**Çekmece Series**” in which the rich vertebrate fauna collected and studied by Ahmet Malik SAYAR and Hamit Nafiz PAMİR. The “**fossil finding locality**” in the Küçükçekmece village now lost for the city expanding. These fossiliferous beds recorded as the **Küçükçekmece Mammalian Zone: MN12, (1979, BENDA – MEULENKAMP)**. These fossiliferous beds “**Turolian - Upper Sarmatian**” in age and sedimented in the Paratetis region, they can be correlate with the Messinian stage, Late Miocene in the Mediterranean region (Ma.7-9) (C. SAYAR, 1989).

b. **Güngören Formation** : Green Clays and Marls (30 m): They conformably overbedded on the Çukurçeşme sand and pebble beds and conformably covered by the Mactra limestone “Bakırköy Limestone”. It composed of mostly green, dark green clays and marls changes laterally and vertically as sandy-clay, sandy marl.

The formation named from the “**Open Quarry**” excavated thick clay and marls, very near by the Güngören village closed actually.

c. Bakırköy Formation : Mactra Limestone (40m) : In the area the Uppermost Sarmatian rocks conformably overbedded the “Green clays and marls” of the Güngören Formation. Mactra Limestone white colored, compact, strongly consolidated with some porosity, partly chritalized, fine, medium, thick bedded and composed of completeley internal mould of *Mactra* fossils. Mactra Limestone have been excavated in the “**Open Quarries**” around the Bakırköy and mainly from Haznedar, for hundreds of years as building stones, for cement and lime production, so it known “Bakırköy Stone” and the formation named by the “**Open Quarries**” in the Bakırköy area.

Quaternary: In the valley plain alluviums and the some terraces in the Marmara sea coast was observed in three levels between Yeşilköy - Florya area such as: 10 m; 30-40 m and 50-60 m in height. Some *Mytilus* and *Ostrea* species were collected as the Quaternary fossils, now these terraces are lost for the city conurbation.

Key Words: Küçükçekmece, Mammalian Zone, Paleontology

KAYNAKLAR

1. Hubbart, George, D., (1931). New Mastodon finds in European Turkey, Amer. Jour. of Scince, 1898, 73, 527-528.
2. Sayar, A. M., (1932). Mineraloji ve Jeoloji; İstanbul Darulfünunu, Fen Fak. Neşriyatı, fig. 699-700, 583-585.
3. De Verneuil, (1836). İstanbul’da surlar, kuleler, su kemerleri ve camilerinin inşasında Tersiyer’e ait “beyaz kavkılı taş” olarak (Mactra’lı kireçtaşı: Bakırköy kireçtaşı) kaydetmiştir, 271.

Fosiller, Kültür ve Toplum

Fossils, Culture and Society

Sefer Örçen

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, VAN

(orcensefer@gmail.com)

Özet: Fosiller, jeolojik zamanlarda yaşamış olan canlıların çökel kayaçlar içindeki taşlaşmış kalıntıları ve bırakmış oldukları her türlü kalıp ve izlerdir. İlk çağlarda doğayla barışık bir yaşam içinde fosilleri animistik kurgularla ve estetikleriyle algılayan insanlar, bu objelere günümüzdeki soydaşlarından daha fazla ilgi göstermiş ve yaşamış olduğu ortamlar içinde doğada ilgisini çeken her türlü materyalle ilgilenmiştir. Dinsel düşünce süreçlerinin egemen olduğu orta ve yeni çağ başlarına gelindiğinde, ilk uygarlıklar ve özellikle antik Yunan'da ve Roma'da fosillere buldukları tabakalar içindeki konumlarına göre daha farklı anlamlar yüklenmeye başlanmış ve onlarla denizin varlığı bile ifade edilmiş, hatta tanrılarla özdeşleştirilecek yada onlara atfedilecek objeler durumunda ele alınmışlardır. Paleontoloji biliminin temel konusunu oluşturan fosiller yukarıda kısaca özetlenen gelişimi içinde 250 yıla yakın bir geçmişi ile jeolojide gerçek yerini almıştır. Fosillerin bu uzun tarihsel süreçte Yerküre kültürü içindeki yeri, Antik Yunan ve Roma'dan Acem ve Arap düşünürlerince özümşenerek aktarıldıkları Rönesansla birlikte bilimsel düşünce formatında algılanmasıyla geline yerde, jeolojik miras kapsamı içinde değerlendirilmiştir. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde çevre bilincinin artmasıyla bu değerlerin korunması ve gelecek nesillere aktarılması için girişimler başlamıştır. Bu bağlamda ortak kabullerle bağitlanan antlaşmalar devreye sokulmuş ve uygulamalara gidilmiştir. Toplumlarca benimsenen çevre koruma, jeolojik, tarihi ve kültürel miras varlıklarına sahip çıkma bilinciyle oldukça önemli mesafeler kat edilmiştir. Her türlü engellere rağmen, yapılması gerek en önemli şeyin öncelikle çocuklar, gençler ve toplumun farklı kesimlerinin her türlü haliyle eğitimlerinin sağlanmasıdır.

Abstract : Every kind of patterns and traces which are left by living things in geological times and their lithified residuls in sedimentary rocks are called fossils. In ancient times people were living harmonisingly with nature and interested in every kind of materials around them teherefore they perceived fossils animistically and esthetically. In the middle age and in the begining of the new age, when

religious thought was prevailing, some thought that fossils were spiritual things when others thought about their locations and lives. At the end of this process, fossils became a part of geology and the subject of the paleontology. When fossils began to be perceived in the formation of scientific knowledge, people tend to interpret them in the context of geological heritage. Developed countries attempt to conservation and pass down them through increasing environmental awareness. For this purpose some conventions entered into force. But nevertheless community education and awareness rising are the most important things in the conservation efforts.

GİRİŞ

Yerkürenin oluşumundan (4.6 milyar yıl) sonra deniz egemen sularda bakteriler ve mavi-yeşil alglerle ilk yaşamın ortaya çıkmıştır (3.5 milyar yıl). Çok hücreli yaşamın ataları durumundaki Ediacara faunası (600 milyar yıl) ve bu ataların devamı olarak bir dönüşüm ile ilk olarak 570 milyonlu yıllarda Metazoalar (çok hücreli omurgasızlar) görülmüştür. Günümüze kadar geçen jeolojik zamanlar boyunca tek hücreli, omurgasız ve omurgalı çok hücreli canlıların çeşitlilikleri ve gelişimleri bakımından değişim-dönüşümleri, yerküreyi sarsan olağanüstü jeoloji olaylar dizisi sonucunda iki katastروفik dönemle yaşamların kesintiye uğramasına rağmen sürmüştür. Canlıların en önemli temsilcileri olarak yerküreyi kuşatan (yaklaşık 1 milyon yıl önce) insanlar, yerkürenin yaşam sahnesinde yer alarak, düşünceleriyle ve algılamalarıyla yerküre gerçeğiyle günümüze kadar yüzleşmiş ve de yüzleşmeye devam etmektedir (Örçen, 2010, Wicander and Monroe, 1989).

İnsan bir bakıma insan olalı beri sosyo-kültürel seramonik süreçler içinde, sihirsel, dinsel ve bilimsel düşünce formatlarıyla karşılaştı. Bu formatlarda yaşam mücadelesini vermeye başlamasından toprağa yerleşik toplu yaşamın gereklerini yerine getirmesiyle, doğa ile iç içe birçok olay ve objelerle karşılaştı. Yukarıda özetlendiği üzere yaklaşık 4.6 milyar yıllık jeoloji tarihinin yerin katmanlarında saklanmış belgeleri olan kayıtlarını ki, bunlar arasında en önemlilerini fosiller oluşturmaktadır. Fosiller, jeolojik zamanlarda yaşamış olan canlıların çökel kayaçlar içindeki taşlaşmış kalıntıları ve bırakmış oldukları her türlü kalıp ve izlerdir. İlk çağlarda doğayla barışık bir yaşam içinde fosilleri animistik kurgularla ve

estetikleriyle algılayan insanlar, belki de günümüzdeki soydaşlarından daha fazla ilgi gösterdiler bu objelere, yaşamış olduğu ortamlar içinde doğada ilgisini çeken her türlü materyalle ilgilendiler. Paleolitik dönemde, insanlar taş, hayvan kabuğu ve iskeleti, bitki parçalarını yaşadığı yerlerde biriktirmiş ve mağaralarda bu nesnelerin resimlerini de yapmıştır. Yeri geldiğinde kolye vb. süs eşyası olarak kullanmışlar yeri geldiğinde de alet yapımında kullanmışlardır. Dinsel düşünce süreçlerinin egemen olduğu orta ve yeni çağ başlarına gelindiğinde, ilk uygarlıklar ve özellikle antik Yunan'da ve Roma'da fosillere buldukları tabakalar içindeki konumlarına göre daha farklı anlamlar yüklenmeye başlanmış ve onlarla denizin varlığı bile ifade edilmiş, hatta tanrılarla özdeşleştirilecek yada onlara atfedilecek objeler durumunda ele alınmışlardır. Tarihten bazı örnekler vermek gerekirse; milattan önce XENOPHON ve STRABON (MÖ.VI. yy), HERODOT (MÖ.V.yy) ve ARİSTO (MÖ.IV.yy) da fosillerle ilgilenmişler, bunların bir denizin varlığına işaret ettiğini belirtmişlerdir. Erken Hıristiyanlık dönemi filozoflarından TERTULLIANUS (155-222), Kutsal Kitap'ta yazıldığı gibi tufan sırasında meydana gelen sellerin bulunan kabukların yüksek yerlere taşıdığından söz etmiştir. 18. yüzyılın sonlarına kadar Tufancılık (Dilüvyalizm) kuramı büyük bir ilgi çekmiştir. İBNİ SİNA (980-1037), kayalarda gördüğü fosilleri canlıların döküntüsü olarak nitelendirmiştir. Bu ilk gözlemler ve görüşlerin, paleontolojik araştırmaların temelini oluşturduğu söylenebilir. Bununla birlikte Orta Çağ'ın sonuna kadar skolastik düşüncenin etkisi altında 12. ve 14. Yüzyılda kilise tarafından bilimsel düşünceye getirilen yasaklar en çok doğa bilimlerini etkilemiştir. ALBERT LE GRAND (1193-1280), BOCCACE (1313-1375), LEONARD DE VINCI (1452-1519) Rönesans döneminin fosil koleksiyonlarını oluşturmuşlar ve bu durum fosillerin doğası üzerinde yeni yansımalara yol açmıştır. AGRICOLA, 1546'da ilk olarak fosil terimini kullanmış, Paleontolojinin kurucularından olan BERNARD PALISSY (1510-1590) de farklı bölgeler arasındaki fosillerin karşılaştırmalarını yapmıştır (Şenel,2006:Örçen,2010).

XVIII ve XIX. Yüzyıl genel olarak jeoloji ve paleontoloji de gelişmelerin ve yazılı belgelerin çoğaldığı dönemlerdir. JAMES HUTTON (1726-1839), kayaçların aşınma, organizma etkileri ya da volkanik faaliyetler sonucunda bir dönüşüm içinde olduğunu " Bugün geçmişin anahtarıdır" tümcesiyle açıklamıştır. İngiltere'de WILLIAM SMITH (1769-1839),

fosillerin katmanlar içinde bulunduğunu ve düzenli yayıldığını, alttaki katmanların üsttekilerden önce oluştuğunu üst üste sıralanma kuralına göre bir dizilimin söz konusu olduğunu belirtmiştir. XIX. yüzyılın sonlarında, J.SOWERBY, A.GOLDFUSS, G.MUNSTER, G.CUVIER. A.D'ORBIGNY ve L.AGASSIZ gibi önemli paleontologlar, bir dizi bölgesel monografiler hazırlamışlardır. LAMARCK (1744-1829), evrim kuramını ortaya atan ilk düşünürdür. Evrimin ilk temel ögesi, canlıların normal olarak gelişimlerini sürdürdükleridir, ikincisi ise canlıların çevreye uyum göstermeleri ve vücutlarında zamanla bazı değişimlerin oluşmasıydı. LAMARCK'a göre birbiriyle uyumlu bir seyir izlemeyen iki öge, onu ana ve babanın sonradan kazandıkları özelliklerin canlıların döllerine geçmiş olmaları düşüncesine yöneltti. RICHARD OWEN (1804-1892), 1841 yılında "korkunç kertenkele" anlamında "Dinozor" sözcüğünü ilk olarak kullanmıştır. Bu devasa hayvanlar hakkında öğrenilen bilgiler ile milyonlarca yıllık geçmiş zamanlarda yaşamış canlılardan söz edilmeye başlanmış ve bu gelişme evrimci düşüncelere zemin oluşturmuştur. CHARLES DARWIN (1809-1882), 1859'da " Türlerin Kökeni" adlı eserinde organizmaların evrimine ilişkin teorisiyle Paleontoloji'de jeoloji tarihi boyunca canlıların evriminde bir çığır açmıştır. LAMARCK'ın ilk evrim kuramı, kilise ve kralın düşüncelerine karşıt bir tez oluşturduğu için Fransa'da da ilgi görmemiştir. Bunun bir uygulamasını hayvan bilimci Profesör ROBERT GRANT yaşamış, LAMARCK'ın fikirlerini desteklediği için Londra Üniversitesi'ndeki işinden olmuş ve yoksulluk içinde ölmüştür. DARWIN, ilk olarak evrimin gerçekleşmesini sağlayan mekanizma olarak doğal seçilimi temel almıştır. Bu değerlendirme ile DARWIN, aynı coğrafyadaki adalarda yaşayan canlı toplulukların en yakın anakaradan gelmiş olabileceğini ve zamanla bu canlıların bazılarının adaların özgün tiplerini oluşturmuş olduğunu vurgulamıştır. Fosil kayıtlarının dikkatle incelenmesi evrim gerçekleştiğine dair kanıtlar olarak oldukça önemlidir, bunların arasında en ilginçini memeli benzeri sürüngenlere ait iskeletler oluşturmaktadır; bunlar yaklaşık 300 milyon yıl öncesine ait çok çeşitlilik sunan topluluklardır. Bu toplulukların evrim geçirerek memelilere dönüşmüş olmaları büyük olasılık olarak görülmekteydi. MENDEL'in, Mendelizm olarak ta bilinen bir dizi kanunlar oluşturarak bunlara "Mendel Kanunları" denilmesi, düzinelere genin ortak etkisi altında büyük etkilerin oluşabilmesi Darwinizm ile çatışmamış ve evrim teorisini destekler bir yöne girilmiştir(Babin, 1971; Sayar, 1990;

Paleontoloji biliminin temel konusunu oluşturan fosiller yukarıda kısaca özetlenen gelişimi içinde 250 yıla yakın bir geçmişi ile jeolojide gerçek yerini almıştır. Son 50 yıl içinde, her grup fosil organizma üzerinde birçok paleontolog araştırma yapmıştır. Öncelikle iyi birer jeolog olan paleontologlar, kendi uzmanlık gruplarında yeryuvarında yapılan tüm araştırmalardan bilgi sahibi olmak durumundadırlar. Çeşitli ülkelerde tipik fosil türleri, birçok doğa tarihi müzelerinde sergilenmekte ve paleontologların çalışmalarına açık tutulmaktadır.

Anlatıldığı üzere fosillerin bu uzun tarihsel süreçte Yerküre kültürü içindeki yeri Antik Yunan ve Roma'dan Acem ve Arap düşünürlerince özümşenerek aktarıldıkları Rönesans'la birlikte bilimsel düşünce formatında algılanmasıyla gelinen yerde, jeolojik mirasa farklı anlamlar verilmeye başlanmıştır. Sanayi ve sonrası teknoloji devrimiyle doğa-insan ilişkilerinde yaşanan bir savaşımın sonunda çevrenin tahrip edilmesi, yerkürenin jeolojik, tarihi ve kültürel mirasını koruma çabalarını getirmiştir. Dünyanın gelişmiş ülkelerinde çevre bilincinin artmasıyla bu değerlerin korunması ve gelecek nesillere aktarılması için girişimler başlamıştır. Bu bağlamda ortak kabullerle bağitlanan antlaşmalar devreye sokulmuş ve uygulamalara gidilmiştir. Toplumlarca benimsenen çevre koruma, jeolojik, tarihi ve kültürel miras varlıklarına sahip çıkma bilinciyle oldukça önemli mesafeler kat edilmiştir. Doğal olarak bir bakıma yerküre kültürü içinde fosiller de aynı koruma çatısı içinde değerlendirilmiştir.

SONUÇ

Ülkemizde çevre koruma, jeolojik, tarihi ve kültürel miras varlıklarına sahip çıkma çalışmaları için gösterilen duyarlılık ve çabaların yeterli olduğunu söylemek mümkün değildir. Düşünülenlerin aksine, yapılan uygulamalar ekonomik kaygılarla çevresel kaygıları karşı karşıya getirmektedir. Bu durum korumacılık ve jeolojik, tarihsel ve kültürel birikime sahip çıkma talebini ikinci plana atarak bu değerleri savunmasızlaştırmaktadır. Siyasi otoritelerin ön plana çıkardıkları ekonomik kaygılar, toplumun çevresel kaygılarının yerini alarak onları tercih yapmaya zorlamaktadır. Böylelikle doğal ve ulusal parklar, sit

alanları, fosilparklar vb. gibi alanların korunmasına toplumda yeterince bilimsel ve kültürel bilinç oluşturulamaması gerçeğiyle karşılaşmaktadır. Her türlü engellere rağmen, yapılması gerek en önemli şeyin öncelikle çocuklar, gençler ve toplumun farklı kesimlerinin çevre ve doğa değerlerimizin korunması konusunda eğitimlerinin sağlanmasıdır. Siyasi otoritelerin ülkemizdeki topluma yön veren aydın insan ile halk kitleleri arasındaki uçurumu derinleştirmeye yönelik eğilimleri nedeniyle, dünyanın gelişmiş ülkelerindeki bir yüzyıl kadar süreçte yaşanan gerçeklerden bilinçlenerek formatlandıkları bilimsel ve kültürel yapılara sahip olabilmemiz için ülkemiz olarak birkaç yüzyıla gereksinmemizin olduğu apaçık ortadadır.

KAYNAKLAR

Babin, C., 1971, Elements de Paleontologie, Mason Publ.

Wicander, R. and Monroe, J.S., 1989, Historical Geology, USA.

Sayar, C., 1991, Paleontoloji, İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1435 Gümüşsüyü İstanbul).

Şenel, A., 2006, Kemirgenlerden Sömürgenlere İnsanlık Tarihi, 1107 s., İmge Yayınevi, Ankara.

Örçen, S., 2010, Makrofosiller, Ders Notları, 240 s, yayınlanmamış, Van.

İstanbul Fragmanı Ordovisiyen Yaşlı Sedimanter Kayaçlarının Paleomanyetik Verileri

Paleomagnetic Data Of Ordovician Sedimentary Rocks Of The Istanbul terrane

Erdinc Öksüm^a, Mümtaz Hisarlı^b, Mualla Cengiz Çinku^b, Naci
Orbay^b, Timur Ustaömer^c

^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Böl., Çünür,
Isparta

^b İstanbul Üniversitesi Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeofizik Müh. Böl., Avcılar,
İstanbul

^c İstanbul Üniversitesi Üniversitesi, Mühendislik Fak. Jeoloji Müh. Böl., Avcılar,
İstanbul

(erdincoksum@istanbul.edu.tr)

Abstract: The Istanbul terrane, classically known as the “Paleozoic of Istanbul” is geologically one of the important continental component of NW Turkey where various oceanic and continental units amalgamated by strike-slip and collision tectonics. It comprise an Early Ordovician to Early Carboniferous transgressive sedimentary sequence and appears as an exotic unit with respect to its presently surrounding tectonic units. The paleogeographical position of the basement rocks in the Istanbul terrane is uncertain. In this study, a paleomagnetic study was carried out to put forward the paleolatitudinal position of the Istanbul terrane at Ordovician age. For this purpose, a total of 56 sites were sampled from the Ordovician red fluvial clastics of the Kurtkoy formation (36 sites) and from the shallow marine quartzites of Aydos formation (20 Sites) exposed in the area around Istanbul. The Lower Ordovician group mean direction is calculated from 17 reliable sites, whereas no reliable mean direction could be obtained from Middle-Late Ordovician quartzites. The Lower Ordovician samples assuming Only-Inclination data provide a mean inclination of $I = 19.4^\circ$, $a95 = 2.3^\circ$, $k = 146.0$. An inclination correction factor of $f=0.6$ fixes a corrected ChRM inclination of 30.4° , which yields a paleolatitude of 16.4° . The Early Ordovician paleolatitude result obtained in this study suggests a lower paleolatitudinal location, closer to the equatorial zone than previously inferred.

Key Words: paleomagnetism, Istanbul terrane, Ordovician, paleolatitude

1. INTRODUCTION

The Pontides that constitute the northern part of Turkey (Fig. 1a) involves a mosaic of several oceanic and continental units amalgamated by strike-slip and collision tectonics during the Cretaceous [1]. The Istanbul terrane [2],

previously referred to as the Istanbul Zone [3,4], Istanbul fragment [5], Istanbul-Zonguldak Unit [6,7], Istanbul Nappe [8] is one of the important continental unit of NW Turkey.

The Istanbul terrane, the paleozoic strata consists of sedimentary sequence ranging in age from Ordovician to Upper Carboniferous [9, 10, 11] appears as an exotic unit with respect to its presently surrounding tectonic units [4]. However, the original place of this unit within the Early Paleozoic time is unclear, such that different remarks have been documented for its paleogeographical position. For instance, based on zircon age associations, [12] declared a NE African affinity, whereas [13] suggested a location in NW Africa, yet [2] stated that the Istanbul terrane is to be a peri-Gondwanan terrane that was located at the northwestern margin of Gondwana close to Amazonia. On the other hand, based on stratigraphic and faunal correlations, the Istanbul terrane is considered as an extension of east Avalonian terrane [14, 15, 16, 17, 18,], but also correlated with the Armorican terranes [19] and is emphasized that it signifies close stratigraphic similarities to the Paleozoic rocks of the southern margin of Laurasia [4, 20]. The Istanbul terrane is also regarded to be part of Europe in Paleozoic times by [4]. They explained its presently location by a southward moving during the Late Cretaceous-Paleocene along two transform faults: referred as the west Black Sea and the west Crimean faults [21], coincident with development of the Black Sea back-arc basin [22]. Recently [23] argued that the western Pontides were at somewhat lower palaeolatitudes such as 40° S in those times according to their faunal indications. The paleolatitude of the Istanbul terrane in the Ordovician has been investigated paleomagnetically only by [24], inferred from two paleomagnetic sites. The result of this study shows a mean paleomagnetic direction of $D/I=313^{\circ}/43^{\circ}$. The author declares an equatorial zone for the paleolatitude of the Istanbul terrane in Ordovician. However, the paleomagnetic study of [24] does not contain any flattening analysis of paleomagnetic inclinations, which are generally in lower values than expected in sedimentary rocks. On the other hand, the average value may also be queried due to the scarcity of the data.

In this paper, we present new paleomagnetic results from the Lower Ordovician red fluvial clastics of the Kurtköy formation and the Middle Ordovician quartzites of the Aydos formation, forming the lower part of the Paleozoic sequence of the Istanbul terrane. The paleomagnetic results obtained in this study clearly shows an equatorial latitude of 16.4°, suggesting a lower paleolatitudinal location than previously inferred.

2. PALEOMAGNETIC SAMPLING AND LABORATORY PROCEDURES

During the present study, oriented core samples of the Lower Ordovician sedimentary units of the Istanbul Paleozoic succession were sampled along 36 different sites of the Kurtköy Formation (O1) cropping out in wide areas between the Anatolian side of Istanbul and the western area of Izmit (Fig. 1b). Middle/Late Ordovician sedimentary units of the Aydos Formation (O2) were sampled along 20 different sites cropping out in narrower areas of the same study area.

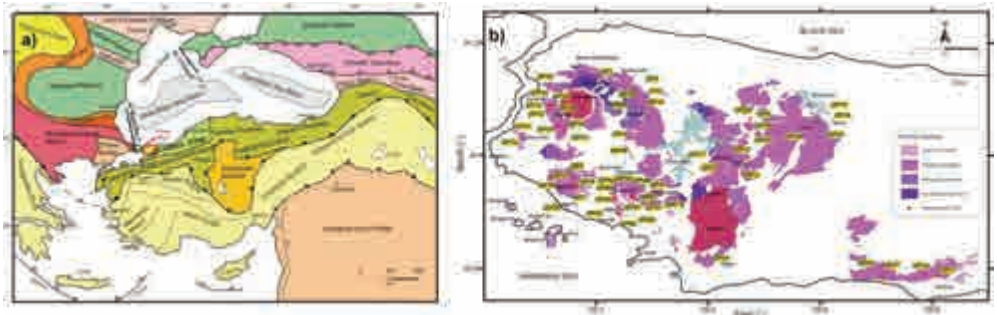


Fig. 1 a) Tectonic units of Turkey showing the location of the Istanbul Zone (modified from [1]), b) simplified geological map of the investigation area including the locations of paleomagnetic sample sites (geological map was combined from MTA 1:100 000 scale geology maps).

Paleomagnetic measurements were performed at the Yılmaz Ispir paleomagnetic laboratory at Istanbul University. The directional components (X,Y,Z) and intensities of the natural remanent magnetization (NRM) of the sedimentary samples were measured with a spinner magnetometer (Agico JR6-A). Some samples within low magnetization were measured with a 2 G-Enterprises cryogenic magnetometer in the Department of Earth and Environmental Sciences, Ludwig-Maximilians-University, München, Germany. The vectorial composition and magnetic stability of the NRM was investigated by detailed stepwise thermal demagnetization (Schonstedt TSD-1 and Magnetic Measurements MMTD80 furnaces) at up to 700°C.

3.RESULTS

3.1 Paleomagnetic Results

NRM directions obtained during the thermal and AF demagnetization of the samples were plotted at each demagnetization step on to orthogonal vector plots [25]. Samples of O1 were mostly demagnetized by thermal process due to their strong resistance to the AF, whereas both thermal and AF demagnetization process were operable for most of the Middle Ordovician quartzite samples. Most of the samples show one stable magnetic component up to 680 °C or 40 mT after the removal of random viscous components at 100 and 200 °C or 10 mT. In these samples, the whole segment of the steady decrease in NRM intensities, which display a decay curve to the origin on the orthogonal projection, was interpreted as the characteristic remanent magnetization (ChRM) direction. Some samples derived from the red fluvial clastics (O1) show two remanent magnetization components: a low unblocking component isolated between 150 and 400 °C, which is interpreted to be related to the present earth field or likely of viscous origin and a high unblocking component removed between 400-680°C, interpreted as the ChRM direction. A detailed table of the average characteristic remanent magnetization (ChRM) obtained from the sites and their corresponding Fisher statistical parameters [26] are given in [27].

3.2 Mean Direction of The Sites

The average paleomagnetic direction assuming a Fisherian distribution [26] obtained from the 17 reliable sites of the Lower Ordovician is $D=308.4^\circ$, $I=39.0^\circ$, $\alpha_{95}=17^\circ$ (in-situ) and $D=313.2^\circ$, $I=20.7^\circ$, and $\alpha_{95}=9.2^\circ$ after tilt correction (Table 1, Fig. 2a). Assuming 'Only-Inclination data of [28] obtained from the 17 reliable sites of the Lower Ordovician yields the mean inclination as $I=19.4^\circ \pm 2.4^\circ$ after tilt correction (Table 1). Finally, according to the inclination correction factor obtained as $f=0.6$ at the previous work of [27] based on the method of [29], the corrected mean inclination of the Lower Ordovician sites is $I_c=30.4^\circ$ after tilt correction (Table 1).

The mean site paleomagnetic direction obtained from the 5 reliable sites of the Middle Ordovician is $D=40.0^\circ$, $I=66.4^\circ$, $\alpha_{95}=32.8^\circ$ (in-situ) and $D=109^\circ$, $I=66.5^\circ$ and $\alpha_{95}=48.9^\circ$ after tilt correction (Table 1, Fig 2b). Here, the average after tilt correction is relatively close to the present-day geocentric axial dipole field direction. Thus, no reliable and meaningful results were achieved from the group average of the Middle Ordovician sites. Therefore they were excluded from further interpretation.

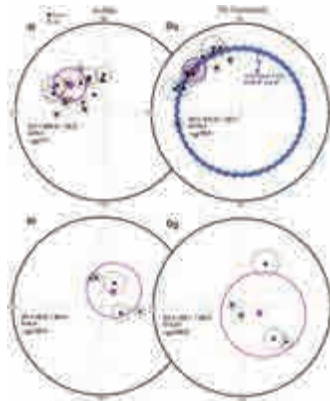


Figure 2 Equal-area stereographic projections showing the site mean directions of the (a) Lower Ordovician (Kurtköy formation) and (b) Middle-Upper Ordovician (Aydos formation) before and after tilt corrections. The blue circle shows the mean inclination within 95% confidence limit plot assuming inclination-only data.

3.3 Paleogeographical Position Of The Istanbul Paleozoic Succession In Lower Ordovician

Applying the mean inclination ($I=30.4^\circ$) of the remanent magnetization and the present day latitude (41° N) of the study area to the well-known dipole formula ($\tan I=2\tan\lambda$) yields a paleolatitude of 16.4° . [30] proposed to evaluate the paleolatitude value obtainable in paleomagnetic studies to be taken into account of both case of the polarity. However many studies show that a large part of the world continents were in the southern hemisphere during the Ordovician period [31, 32, 33, 34]. Therefore, it is more likely to take the Early Ordovician paleolatitude of Istanbul terrane into account of the southern hemisphere ($\lambda=16.4^\circ$ S), otherwise it would be a geological pointless if the Istanbul terrane was alone in the northern latitudes. According to geological investigations, in many studies, the Istanbul terrane was expressed to be located or to be part of continents at high, such as $60-80^\circ$ paleolatitudes, close to the south Pole in Early Paleozoic times [12, 13, 14, 15,16, 18, 19]. However, the main result of the present study shows that the Istanbul terrane was closer to the equatorial zones in those times (Fig. 3a). The Early Ordovician paleolatitude result obtained in this study is partially consistent with the argument of [23].

Fig. 3a illustrates the frame of the possible positions (dashed line) of the Istanbul terrane within a base map of palaeogeographic positions of the other continents for Early Paleozoic. The view on the figure shows that the Istanbul terrane may eventual located at the vicinity of Amazonia,

Laurentia, Siberia, North and South China blocks and with less likelihood to the Kara Block, north of Baltica. However a detailed comparison and analyze of the zircon spectrums of the Istanbul terrane against many other cratons and terranes have been reported by [2]. According to their comparisons, the authors stated that the Istanbul terrane is to be a peri-Gondwanan terrane that was located at the northwestern margin of Gondwana close to Amazonia during the Early Ordovician. If we consider this suggestion with our paleolatitude result obtained in the present study within the palaeogeographic base map (Fig. 3a), it seems to be quite in well agreement that the Istanbul terrane could be at somewhat at this location since Amazonia has close margin to equatorial zones (Fig 3b).

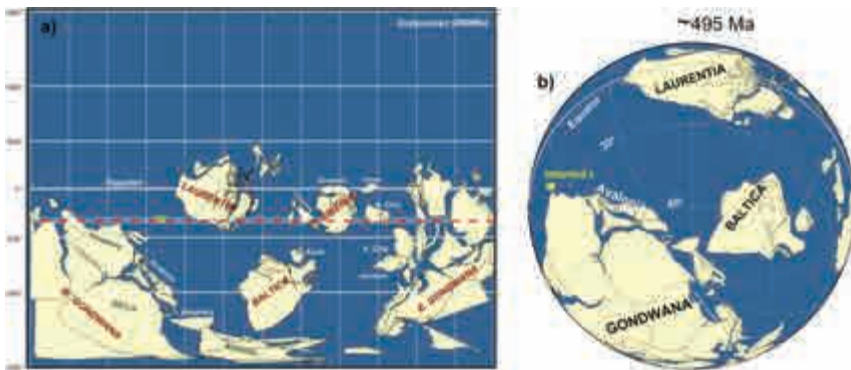


Figure 3 a) Paleolatitudinal position of the Istanbul terrane (dashed red line) within a base map of palaeogeographic positions of the other continents during Ordovician, b) Sketch of the palaeogeographic position of the Istanbul terrane (yellow square) in Ordovician (495 Ma) based on the new presented data from this paper. The paleogeographical base map was taken from the 2012 version of Gmap [35].

4. CONCLUSIONS

(1) Paleomagnetic directions have been determined from Ordovician sedimentary rocks in the Istanbul terrane, northwest of Turkey. The Lower Ordovician samples assuming only-Inclination data provide a mean inclination of $I = 19.4^\circ$, $a_{95} = 2.3^\circ$, $k = 146.0$. An inclination correction factor of $f=0.6$ fixes a corrected ChRM inclination of 30.4° , which yields a paleolatitude of 16.4° . This is the first data gathered with many sites within an inclination correction from the Early Palaeozoic sequence of Istanbul.

(2) The Early Ordovician paleolatitude result obtained in this study suggests a lower paleolatitudinal location, closer to the equatorial zone than previously inferred.

(3) According to previous studies of examining the age of basement of the Istanbul terrane, and also the paleomagnetic results of Silurian to Devonian [36], we suggest to consider the Istanbul terrane was rifted from the vicinity of Amazonia in Early Ordovician, afterwards during Silurian-Devonian, it was dextrally displaced eastwards in the frame of equatorial zones since it comprises a well developed continuous sedimentation from Ordovician to Carboniferous times and finally, it was accreted to Laurasia in the Late Carboniferous since it exhibits Variscan deformation.

Table 1. Average site-mean directions.

	Fisher Statistics									Inclination Only Data						Corrected Inclination	
	In Situ					Tilt corrected				In Situ			Tilt corrected			f	I _f ^o
	N	D ^o	I ^o	k	α_{95}°	D ^o	I ^o	k	α_{95}°	I ^o	k	α_{95}°	I ^o	k	α_{95}°		
O ₁	17	308.4	39.0	5.4	17	313.2	20.7	14.3	9.8	51.3	2.5	36.6	19.4	146	2.3	0.6	30.4
O ₂	5	40.0	66.4	6.4	32.8	109	66.5	3.4	48.9								

Acknowledgements This study is a part of the first author’s PhD. dissertation performed at Institute of Science of Istanbul University. We would like to thank Prof. Dr. Valerian Bachtadse and Prof. Dr Stuart Gilder for providing access to the laboratory at the Department of Earth and Environmental Science of LMU München, Germany. This work was supported by the Research Fund of the Istanbul University, project number 8201.

REFERENCES

1. Okay, A.I. and Tüysüz, O., 1999, Tethyan Sutures of Northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horváth, F. & Séranne, M. (Eds), The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within the Alpine Orogen. Geological Society, London, Special Publications, 156, 475-515
2. Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Gerdes, A., Zulauf, G., 2011, Detrital Zircon Ages From a Lower Ordovician Quartzite of the Istanbul Exotic Terrane (NW Turkey): Evidence for Amazonian Affinity. International Journal of Earth Sciences, 100, 23-41
3. Okay, A.I., 1989, Tectonic Units and Sutures in the Pontides, Northern Turkey. A.M.C., Şengör (Ed), Tectonic Evolution of the Tethyan Region: ASI Series, C 259, 109-116
4. Okay, A.I., Şengör, A.M.C., Görür, N., 1994, Kinematic History of the Opening of the Black Sea and Its Effect on the Surrounding Regions. Geol Soc Am Bull, 22, 267-270
5. Ustaömer, T. and Robertson, A.H.F., 1993, A Late Palaeozoic-Early Mesozoic Marginal Basin Along the Active Southern Continental Margin

- of Eurasia: Evidence From the Central Pontides (Turkey) and Adjacent Regions. *Geol. J.*, Vol. 28, 219-238
6. Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C. and Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A. G. (ed.) *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region*. American Association of Petroleum Geologists, Memoirs 68, 138-226
 7. Yiğitbaş, E. and Yılmaz, Y. ,1999., Pre-Cenozoic Tectono-Stratigraphic Components of the Western Pontides and Their Geological Evolution. *Geological J.*, Vol. 34: 55-74
 8. Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, Vol. 75, 181-241
 9. Tokay, M., 1962. The geology of Amasra region with special reference to some Carboniferous gravitational gliding phenomena, *MTA Bull.*, 58, 1-20
 10. Haas, W., 1968, Das Lower-Palaeozoikum Von Bithynien Nordwest-Türkei. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paleontologie. Abhandlungen*, 131, 178–242
 11. Özgül, N., 2012, Stratigraphy and Some Structural Features of the Istanbul Palaeozoic. *Turkish J. Earth Sci.*, 21, 817-866
 12. Chen, F., Siebel, W., Satır ,M., Terzioğlu , M.N., Saka, K., 2002, Geochronology of the Karadere Basement (NW Turkey) and Implications for the Geological Evolution of the Istanbul Zone. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, 91,469-481
 13. Ustaömer, P.A., Mundil, R., Renne, P., 2005, U/Pb And Pb/Pb Zircon Ages for Arc-Related Intrusions of the Bolu Massif (W Pontides, NW Turkey): Evidence for Late Precambrian (Cadomian) Age. *Terra Nova*, 17, 215-223
 14. Kalvoda, J., 2001, Upper Devonian–Lower Carboniferous Foraminif- Eral Paleobiogeography and Peri-Gondwana Terranes at the Baltica–Gondwana Interface. *Geol. Carp.*, 52, No.4, 205-215
 15. Kalvoda, J., Leichmann, J., Babek, O., Melichar, R., 2003, Brunovistulian Terrane (Central Europe) and Istanbul Zone (NW Turkey): Late Proterozoic and Paleozoic Tectonostratigraphic Development and Paleogeography. *Geol. Carp.*, 54, (3),139-152
 16. Oczlon, M.S., Seghedi, A., Carrigan, C.W., 2007, Avalonian and Baltican Terranes in the Moesian Platform (Southern Europe, Romania/ Bulgaria) in the Context of Caledonia Terranes West of the Trans-European Suture Zone. *Geol. Soc. Am. Spec. Publ.*, 423, 375-401
 17. Okay, I.A., Bozkurt, E., Satır, M., Yiğitbaş, E., Crowley, Q.G., Shang, C.K., 2008, Defining the Southern Margin of Avalonia in the Pontides: Geochronological Data From the Late Proterozoic and Ordovician Granitoids From NW Turkey. *Tectonophysics*, 461, 252-264
 18. Bozkurt, E., Winchester , J.A., Yigitbas, E., Ottley, C.J., 2008, Proterozoic Ophiolites and Mafic–Ultramafic Complexes Marginal to the Istanbul Block: An Exotic Terrane of Avalonian Affinity In NW Turkey. *Tectonophysics*, 461, 1–4, 240-251

19. Yanev, S., Göncüoğlu, M.C., Gedik, I., Lakova, I., Boncheva, I., Sachanski, V., Okuyucu, C., Özgül, N., Timur E, Maliakov Y, Saydam, G., 2006, Stratigraphy, Correlations and Palaeogeography of Paleozoic Terranes of Bulgaria and NW Turkey: A Review of Recent Data. *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, 260, 51-67
20. Görür, N., Monod, O., Okay, A.I., Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Sakiç, M., Akkök, R., 1997, Paleogeographic and tectonic position of the carboniferous rocks of the western pontides (Turkey) in the frame of the variscan belt. *Bull. Soc. Geol. France*, 168, 2, 197-205
21. Finetti, I., Bricchi, G., Del Ben, A., Pipan, M. and Xuan, Z., 1988, Geophysical Study of the Black Sea. *Bollettino Di Geofisica Teorica Ed Applicata*, 30, 197-324
22. Görür, N., 1988, Timing of Opening of the Black Sea Basin. *Tectonophysics*, 147, 247-262
23. Sayar, C., and Cocks, L.R.M., 2013, A New Late Ordovician Hirnantia Brachiopod Fauna From NW Turkey, its Biostratigraphical Relationship and Paleogeographical Setting. *Geol. Mag.*, 150, 3, 479-496
24. Lauer, J.P., 1981, Origine Meridionale Des Pontides D'apres De Nouveaux Resultats Paleomagnetique Obtenus En Turquie, *Bull. Soc. Geol.Fr.*, 23, 619-624
25. Zijdeveld, J.D.A., 1967, A.C. Demagnetization of Rocks. In *Methods in Palaeomagnetism*. D.W.CoUinson, K.M. Creer and S.K. Runcorn, Eds., 256-286, Elsevier, New York
26. Fisher, R.A., 1953, Dispersion On A Sphere. *Proc. R. Soc. London*, A217
27. Öksüm, E., 2013, İstanbul Fragmanı'nın Ordovisiyen dönemindeki tektonik evriminin paleomağnetik verilerle belirlenmesi: Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi
28. Enkin, R.J. and Watson, G.S., 1996, Statistical Analysis of Paleomagnetic Inclination Data. *Geophys. J. Int.*, 126, 495-504
29. Tauxe, L. and Kent, D.V., 2004, A Simplified Statistical Model for the Geomagnetic Field and the Detection of Shallow Bias in Paleomagnetic Inclinations: Was the Ancient Magnetic Field Dipolar; In *Timescales of the Paleomagnetic field*, Channell, J.E.T. et Al., Eds., *Geophysical Monograph*, 145, 101-116
30. Van der Voo, R., 1993, *Paleomagnetism of The Atlantic, Tethys And Lapetus Oceans*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, 411pp
31. Torsvik, T.H., 1998. Paleozoic Paleogeography: A North Atlantic Viewpoint. *Geol. For. Forh.*, 120, 109-118
32. Stampfli, G.M. and Borel, G.D., 2002, A Plate Tectonic Model For The Paleozoic And Mesozoic Constrained By Dynamic Plate Boundaries And Restored Synthetic Oceanic Isochrones. *Earth Planet. Sc.i Lett.*, 196, 17-33
33. Metelkin, D.V., Vernikovskiy, V.A., Kazansky,A.,Yu, 2005, Paleozoic History of the Kara Microcontinent and its Relation to Siberia and Baltica: Paleomagnetism, Paleogeography and Tectonics. *Tectonophysics*, Vol, 398, 225-243

34. Nance, R.D., Murphy, J.B., Keppie, J.D., 2002, A Cordilleran Model For the Evolution of the Avalonia. *Tectonophysics*, 352, 11-31
35. Torsvik, T.H. and Smethurst, M.A., 1999. Plate Tectonic Modeling: Virtual Reality With Gmap. *Computer & Geosciences*, 25, 395-402

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü Mikrobölgeleme Projeleri

Microzonation Projects of Directorate of Earthquake and Ground Research of İstanbul Metropolitan Municipality

Mahmut BAŞ

*İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü,
Saraçhane/İSTANBUL
(mahmut.bas@ibb.gov.tr)*

Özet: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, ülkemizin en büyük metropolü, finans, ticaret, eğitim ve sanayi merkezi olan İstanbul'un jeolojik durumunu ve içerdiği tehlikeleri araştırmak, olası bir depremde karşılaşılması muhtemel sorunları ve kayıpları analiz etmek ve bunlara karşı önceden alınması gerekli önlemlerin belirlenmesi hususunda çalışmalar yapmak yoluyla, enkaz altından insan kurtarılması değil enkazın altında insan kalmamasını hedefleyen bir anlayış ile hareket etmektedir. Bu doğrultuda tarafımızca, Tehlike Analizi kapsamında; İstanbul Kent Jeolojisi, Mikrobölgeleme Projeleri, Deprem ve Heyelan İzlemeleri, Risk Analizleri kapsamında; JICA projesi, Olası Deprem Kayıplarının Tahmini projesi, Megaşehir Gösterge Sistemi Projesi, Risk Önleme Çalışmaları kapsamında; İmar Planlarına yönelik depremsellik görüşleri ve jeolojik-jeoteknik zemin etütlerinin incelenmesi, Düzenleyici, Geliştirici ve AR-GE faaliyetleri kapsamında; Deprem Master Planı, Bilimsel İşbirliği Projeleri (TÜBİTAK, Üniversiteler, AB, İSTKA vb), Yer Bilgi Sisteminin oluşturulması çalışmaları yürütülmektedir.

Depremlerin önlenemeyeceği, buna karşılık planlama ve mühendislik araçlarının devreye sokulmasıyla ortaya çıkabilecek hasarların ve kayıpların azaltılabileceğinin altı çizilen Deprem Master Planında; İstanbul ile ilgili kısa, orta ve uzun vadede alınacak tüm tedbir, karar ve uygulamaların tespiti ve ayrıca İstanbul'un yeniden yapılandırılmasında öncelikli stratejilerin geliştirilmesi ve tüm tarafların hukuki, teknik, mali, sosyal ve idari açılardan görev alanlarının ve icra programlarının geliştirilmesi hususları belirlenmiştir. Mikrobölgeleme çalışmaları ile yerbilimsel veriler ışığında, olası tüm doğal afet tehlikeleri ve yer mühendislik problemleri belirlenerek haritalanmış ve raporlanmıştır. Deprem Risk Analizi çalışması ile de olası büyük bir depremde muhtemel kayıpların neler olacağı ve ne boyutlarda gelişeceği mahalle ölçeğinde tespit edilmiştir.

Birbirini tamamlar nitelikte olan bu çalışmalar neticesinde yetkimiz dâhilinde, gerek mevcut yapı stoku ve gerekse tüm altyapı tesislerine ait risklerin giderilmesi, gerekli iyileştirmelerinin yapılması, bina ve deprem riskinin yüksek olduğu ilçeler öncelikli olmak üzere kentsel dönüşüm ve altyapı projelerinin kademeli olarak

uygulamaya sokularak sosyal ve ekonomik açıdan da kentimizin olası depremlere hazırlanması konusunda ciddi çalışmalar yürütülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İstanbul, Deprem Master Planı, Risk Analizleri, Mikrobölgeleme

Abstract: Istanbul Metropolitan Municipality Directorate of Earthquake and Ground Analysis acts with an understanding which aims to ensure no people under the debris; not rescuing people from under the debris, by making studies of the research of geological conditions and the dangers involved, assessment of possible risks and losses and development of prevention strategies before an earthquake that may occur in Istanbul where it is regarded to be the biggest metropolis, financial, commercial, educational and industrial center of Turkey. In this direction, within the scope of Hazard Analysis; Istanbul City Geology, Microzonation Projects, Earthquake and Landslide Research studies, within the scope of the Risk Analysis; JICA Project, Potential Earthquake Loss Estimation Project, Megacity Indicators System Project studies, within the scope of the Risk Prevention; Seismic Comments based on Development Plan, Geological-Geotechnical Site Investigation studies and within the scope of the R & D activities; Scientific Cooperation Projects (TUBITAK, Universities, EU, İSTKA etc.), Ground Information System studies are conducted by us.

In Istanbul Earthquake Master Plan it is underlined that occurrence of earthquakes cannot be prevented but damages and losses can be mitigated by the application of planning and engineering tools. In this plan, all measures and acts are determined for short-mid-long term period in addition to the development of strategies in restructuring process with all aspects including legislative, technical, financial, social and administrative perspectives. With the geo-scientific data gathered from Microzonation projects, all kinds of natural hazards and geo-engineering problems are assessed and reported along with hazard maps. With Earthquake Risk Analysis studies, possible losses induced from an earthquake are assessed in sub-district level.

All of these studies have been carried out with an integrative perspective and they are designed to be used especially in risk prone districts as a base for urban transformation, risk reduction, infrastructure development and socio-economic analysis studies that all aim at reducing earthquake risks in Istanbul.

Key Words: İstanbul, Earthquake Master Plan, Risk Analysis, Microzonation

1.GİRİŞ

1999 yılında meydana gelen Marmara depremi ve sonraki yıllarda yaşanan sel ve su baskını felaketleri, ülkemizde gerek kamu ve özel sektörün gerekse toplumun deprem ve afetlere karşı olan duyarlılığın artmasına neden olmuştur. Afete duyarlı planlama ve yapılaşmanın oluşturulabilmesi için çıkarılan kanun, yönetmelik ve genelgelerde de 1999 sonrasında birçok değişiklik ve yenilik getirilmiştir. Bu süreçte yayınlanan genelgeler ışığında

yurt genelinde yapımı yaygınlaşan İmar Planlarına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporları ve Yerleşime Uygunluk çalışmalarında anlayış ve uygulama farklılıklarından kaynaklanan birçok sıkıntı meydana gelmiştir. Aynı dönemde gerçekleşen Deprem Şurası Komisyon Raporlarına ve İstanbul İli için hazırlanan Deprem Master Planında Yerleşime uygunluk çalışmalarının eksiklikleri ve yetersizlikleri nedeni ile mikrobölgeleme çalışmalarının yapımı ve yaygınlaştırılması tavsiye edilmiştir. Ayrıca İmar ve Afet Kanunları ile 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunlarında yapılan düzenlemeler ile mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması gereklilik haline gelmiştir. Bu doğrultuda oluşan gereksinim ve tavsiyeler ışığında, imar planlarına esas olarak hazırlanacak etüt raporlarına da standart getirilmesi amacı ile Bayındırlık ve İskân Bakanlığınca yayınlanan genelge ile Türkiye deprem bölgeleri haritasında 1, 2 ve 3 üncü derece deprem bölgeleri içerisinde yer alan ve nüfusu 50,000 in üzerinde olan yerleşmelerde mikrobölgeleme çalışmalarının yapılması uygun görülmüştür.

Mikrobölgeleme; deprem bağımlı veya bağımsız afet tehlikelerini coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak, 1/5.000 ve daha büyük ölçekli haritalar üzerinde gösteren ve özellikle deprem tehlikesi ve risklerinin azaltılabilesi için topografya ve yerel zemin koşullarının yol açabilecekleri tüm tehlike ve riskleri detaylı jeolojik, jeofizik ve jeoteknik etütler sonucunda belirleyen ve raporları ile mekânsal planlama ve kentsel dönüşüm/yenileme planlarına yol gösteren ve/veya sınırlayan, eylem planları için öncelik belirleyici girdiler sağlayan çalışmalardır. 1960'lı yıllarda başlamış olmasına rağmen, mikrobölgeleme çalışmaları dünyada hala araştırma-geliştirme aşamasındadır ve gerek analitik ve gerekse deneysel araştırmalarla sürekli geliştirilmektedir.

Önceki yıllarda farklı ülkelerde yapılmış uygulamalara bakıldığında, çalışmaların tamamına yakınının bölgenin depremselliğini araştıran, sismik tehlike haritasından oluştuğu görülmektedir. Bu çalışmalar Sismik Mikrobölgeleme olarak da adlandırılmaktadır. Bazı çalışmalarda ise ek olarak sel tehlikesi, sıvılaşma ve heyelan alanları da haritalanmıştır. Ancak bu haritalar riskin gruplandığı (düşük, orta, yüksek şeklinde) ayrıntılı analize dayalı enterpolasyonlardan ziyade sorunlu alan sınırlarının uygun ölçekteki haritalara işlenmesi ile sınırlı çalışmalardır. A.B.D.'de California Eyaleti için hazırlanan sismik mikrobölgeleme çalışması ve Los Angeles da San Andreas Fay hattı için hazırlanan çalışmalar (Navigate LA), Japonya'da Kobe kenti için yapılan (Kobe Jibankun) mikrobölgeleme çalışmaları, Yeni Zellanda uygulamaları ve Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından hazırlanmış olan "İstanbul'un Sismik Mikrobölgeleme Çalışması" Dünyada ve Türkiye'de benzer uygulamalar olarak örneklenebilecek bazı çalışmalardır.

İstanbul İl alanında iki etap halinde ve toplamda 691 km² alanda tamamlanan mikrobölgeleme çalışmaları ise bu örneklerinden farklı olarak, yüksek çözünürlükte araştırma yoğunluğuna sahip (250*250m.), uygulandığı alandaki tüm tehlikeleri ayrıntılı şekilde ortaya koyan, sonuçları ile üst yapı envanterini birleştirerek oluşturulan hasar tahmin analiz çalışmalarını da içeren ilk uygulama olma özelliğindedir.

2.METOD VE AMAÇ

İstanbul İl alanında yürütülen Mikrobölgeleme çalışmaları, nüfus ve bina yoğunluğunun fazla, yerel zemin koşullarına bağlı risklerin yüksek olduğu, proje ve plan taleplerinin yoğunlaştığı bölgelerde zaman ve bütçe planlamasına göre önceliklendirmeler yapılarak çalışılmıştır.

Avrupa yakasının güneyinde 182 km² alanda Anadolu yakasında ise 509 km² alanda çalışmalar tamamlanmıştır. Proje alanları 250*250m'lik hürelere ayrılmıştır. Homojen kaya niteliğinde olan sahalarda çalışma yoğunluğu azaltılmış ve 500*500 m. ye çıkartılmıştır. Buna karşılık heterojen zeminlerde, sorunların yoğunlaştığı bölgelerde ve özellikle sivilaşma sorunu beklenen alüvyon sahalarda çalışma sıklıkları artırılmış ve sahanın elverdiği ölçülerde 50*50 m. ye kadar düşürülmüştür.

Her bir hücre içinde yıkıcı yer hareketi, sivilaşma, oturma, heyelan, sellenme, yüzey faylanması gibi riskler sınıflandırılmakta ve haritalanmaktadır. Ocak 2006 yılında yapımına başlanan çalışmalar 2009 yılı Kasım ayında tamamlanmıştır. Her iki projede toplam 9393 lokasyonda mekanik araştırma sondajı yapılmış olup toplam sondaj metrajı 243.625,9 m. dir. Her iki projede uygulanan saha çalışmalarına ait diğer metraj bilgileri Tablo1 de verilmektedir.

Tablo 1. Mikrobölgeleme Saha Çalışmaları Uygulama Metrajları

AVRUPA YAKASI - GÜNEY				ANADOLU YAKASI			
BAŞLAMA-BİTİŞ TARİHİ		18 OCAK 2006 - 19 EKİM 2007		BAŞLAMA-BİTİŞ TARİHİ		20 TEMMUZ 2007 - 11 KASIM 2009	
SONDAJ ÇALIŞMALARİ	NORMAL	2831 Adet		NORMAL	4435 Adet		
	DERİN	27 Adet		DERİN	122 Adet		
	SIVILAŞMA	764 Adet	4.364	SIVILAŞMA	433 Adet	5.029	118.047,00
	HEYELAN	898 Adet		HEYELAN	10 Adet		
	FAY	35 Adet		FAY	3 Adet		
	DİĞER	100 Adet		DİĞER	19 Adet		
JEOTEK ÇALIŞMALARİ	SİSMİK KIRILMA	2767 Adet		SİSMİK KIRILMA	4165 Adet		
	ELEKTRİK ÖZDİRENCİ	2025 Adet	5.618	ELEKTRİK ÖZDİRENCİ	2005 Adet	7.424	
	PSİLOJİNG	371 Adet		PSİLOJİNG	504 Adet		
	MİKROTREMOĞR AFIRAY	30 Adet		MİKROTREMOĞR AFIRAY	30 Adet		
	SİSMİK YANSIMA	20 Yö	20	SİSMİK YANSIMA	14 Yö	14	
CPT	836 Adet		CPT	377 Adet			
GRID ADEDİ	2912 Adet		GRID ADEDİ	8788 Adet			

182 Km²

%5 Kaya - %95 Zemin Ortam

509 Km²

%61 Kaya - %39 Zemin Ortam

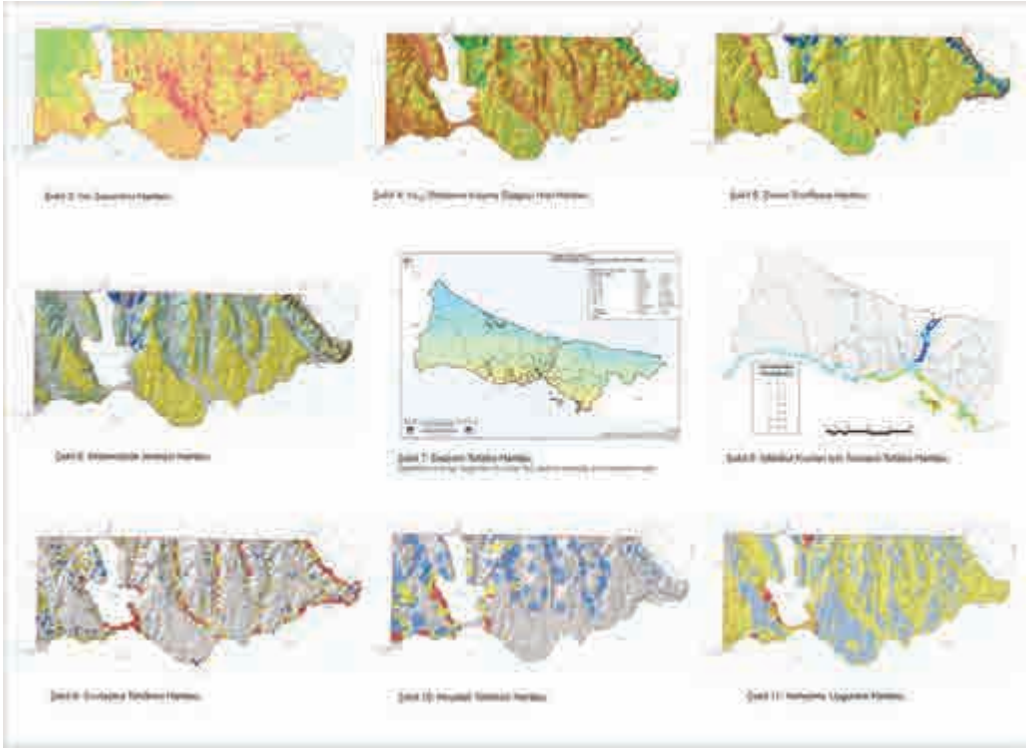
Mikrobölgelemenin ana amacı, farklı yerbilimsel tehlikelerin bütünlük bir analiz ve değerlendirilmesi için Mikrobölgeleme kapsamındaki ürünlerin nitelik ve kalitesinin yüksek olması, çalışmaların tamamlanmasından sonra da aynı veriler ile farklı araştırmaların ve ürünlerin hazırlanabilir olmasını sağlamalıdır. Mikrobölgeleme çalışmaları, kullanım alanları ve belirlenen hedeflere göre aşağıda maddeler halinde verilen amaçlar için yapılır.

- a) Her tür ve her ölçekteki imar planına altlık oluşturmak,
- b) Kentsel iyileştirme, yenileme ve dönüşüm projelerine veri sağlamak ve önceliklerine yön vermek,
- c) Afet önleme, azaltma ve acil durum yönetimi planlarına veri oluşturmak,
- d) Yer altı ve yerüstü mühendislik yapılarının projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarına yön vermek,
- e) DSİ, su ve kanalizasyon idaresi gibi kuruluşlara, yer altı suları, sellenme, su baskını ve benzeri konularda veriler sağlamak,
- f) Her türlü yapılaşma öncesinde uygulamaya esas hazırlanması gerekli olan Zemin Etüt Raporları'na ön bilgi sağlamak ve yapılacak çalışmanın ayrıntılarını yönlendirmek,
- g) Yermühendislik araştırma projeleri ve ilgili bilimsel çalışmaların yürütülmesinde kullanılacak güvenilir veriler sağlamak,
- h) Zorunlu deprem sigortası ve diğer sigortacılık faaliyetlerine veri tabanı oluşturmak,
- i) Deprem şartnameleri hazırlamak, deprem tehlike ve hasar senaryolarına yönelik altlıklar oluşturmak.

3 BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışılan alandaki doğal tehlikeleri gösteren final haritalar, bu final ürünlerin analiz ve hazırlanmasında girdi veri olarak doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan tüm ara ürünler (yapay dolgu haritası, aşırı ayırımışa bölgeleri, kalın güncel birikinti sahaları, karstik boşlukların dağılımı, ana kaya derinlikleri, gömülü antik alanlar v.b.) ve saha çalışmaları ile elde edilen ham datalar ayrı ayrı ve bir bütün olarak çalışmanın teknik bulgularıdır.

Saha ve laboratuvar çalışmalarının ayrıntılı analiz ve değerlendirmesinin ardından; Deprem Tehlikesi Haritası, Tsunami Tehlikesi Haritası, Eğim Haritası, Jeoloji Haritası, Mühendislik Jeolojisi Haritası, Yeraltı Su Seviyesi Haritası, Mikrotremor Haritası, Yapısal Jeoloji (Fay) Haritası, Yer Sarsıntısı Haritası, Sıvılaşma Tehlikesi Haritası, Heyelan Tehlikesi Haritası, Deprem Kaynaklı Su Baskını (Tsunami) Haritası, Kayma Dalgası Haritası ve Zemin Sınıflama Haritaları üretilerek sonuçta, "Yerleşime Uygunluk Haritası" çoklu tehlike analizi yaklaşımı ile tamamlanmış bulunmaktadır. (Şekil 1. ve Şekil 2)

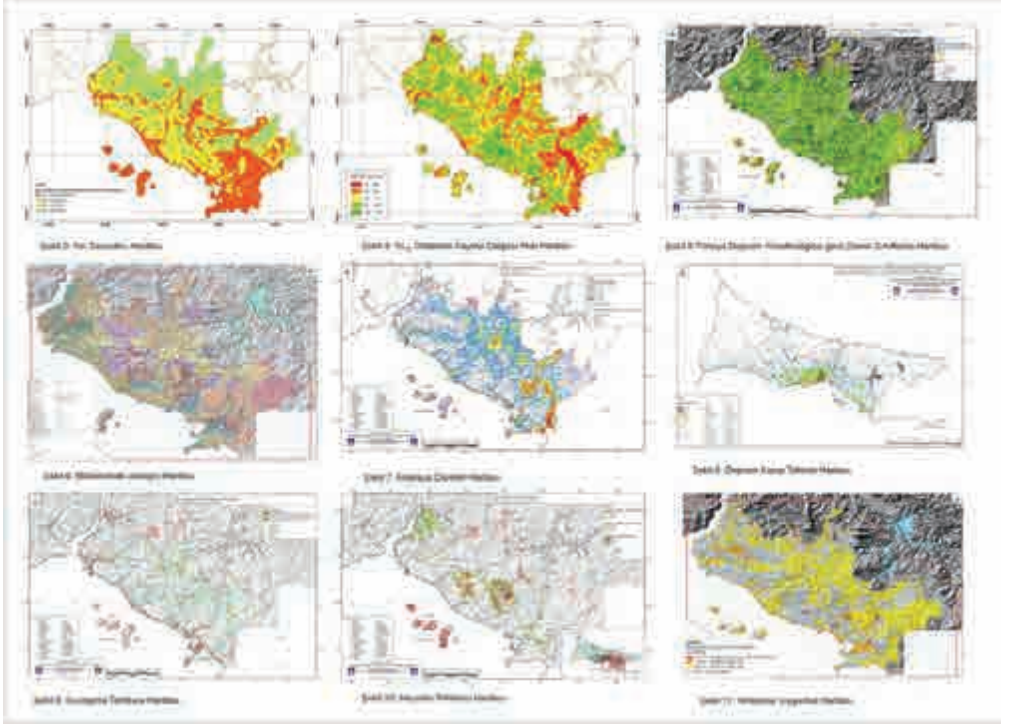


Şekil 1. Avrupa Yakası Mikrobölgeleme Haritalarının Bir Bölümü

Topoğrafik veri seti ve Deprem Tehlike Haritası İstanbul İl alanının tamamında, Tsunami Tehlike Haritası ise İstanbul kıyı şeridinin tamamı için hazırlanmıştır. Afet Önleme Azaltma Temel Planı adı ile 2002 yılında tamamlanan JICA çalışmasının, geçen sürede elde edilen yeni veriler ışığında yeniden değerlendirilmesini amaçlayan Olası Deprem Kayıplarının Güncellenmesi çalışması da Anadolu yakası mikrobölgeleme çalışması esnasında eşzamanlı olarak tamamlanmıştır.

Ayrıca Avrupa yakasında 44, Anadolu yakasında ise 85 adet ara ürün harita hazırlanmıştır. Bazı ara ürünlerin hazırlanması esnasında yapılan çalışmalar ile yeni bulgulara da ulaşılmıştır. Örneğin yeraltı suyu havzası oluşturma potansiyeli yüksek bulunan ve olası deprem sonrasında ihtiyaç duyulacak içme ve kullanma suyu temini konusunda geliştirilen stratejiler kapsamında değerlendirilebilecek, ileri düzeyde araştırılmaya değer bir zon (Tuzla-

Aydos hattı) öngörülmüştür. Yine proje kapsamında yapılan yaş tayini çalışmaları ile ilk kez Sultanbeyli Formasyonu'nun Üst Miyosen(?) Pliyosen, Kuşdili Formasyonu'nun ise Holosen yaşta olduğu bulunmuştur. Ayrıca yine bu çalışmalar ile ilk kez, Sultanbeyli Formasyonu'nun yüksek röliyefli bir taban üzerindeki çukurluklarda çökelmiş olduğu kanıtlanmıştır.



Şekil 2. Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Haritalarının Bir Bölümü

İstanbul için hazırlanan mikrobölgeleme çalışmalarının, önceki benzer uygulamalarından farklı olarak en geniş kapsamlı formatta çalışılması tanımlanmıştır. Bu nedenle aynı zamanda bir prototip olma özelliği de taşımaktadır.

Mikrobölgeleme çalışmaları esnasında, Jeoloji, Jeofizik, İnşaat ve Harita Mühendisi, Mimar, Şehir Plancısı, Jeomorfoloğ, Meteorolog ve CBS/GIS yazılımcı ve ihtiyaç duyulacak diğer meslek gruplarından olmak üzere konularında uzman kişilerden oluşan geniş bir kadro görev almaktadır. Çalışmanın başarıya kavuşması ve ihtiyaç, beklenti, kullanım alanı ve hedefleri karşılayabilecek şekilde hizmet verebilmesi için proje öncesi, esnası ve sonrasında yapılacak iş ve işlemlerin çok iyi şekilde planlanması

gerekmektedir. Projelerin tamamlanması ardından veri güvenliği, paylaşımı ve güncellemeleri konusunda gerekli altyapıların oluşturulmasına ihtiyaç olacaktır. Ayrıca bu denli geniş kapsamlı uygulamaların Ülke genelinde yaygınlaştırılması konusunda ortaya çıkacak sorunlarında detaylı olarak tartışılması ve öneriler geliştirilmesi faydalı olacaktır.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Depreme ve Zemin İnceleme Müdürlüğüne, Tehlike Analizi kapsamında; İstanbul Kent Jeolojisi, Mikrobölgeleme Projeleri, Deprem ve Heyelan İzlemeleri, Risk Analizleri kapsamında; JICA projesi, Olası Deprem Kayıplarının Tahmini projesi, Megaşehir Gösterge Sistemi Projesi, Risk Önleme Çalışmaları kapsamında; İmar Planlarına yönelik depremsellik görüşleri ve jeolojik-jeoteknik zemin etütlerinin incelenmesi, Düzenleyici, Geliştirici ve AR-GE faaliyetleri kapsamında; Deprem Master Planı, Bilimsel İşbirliği Projeleri (TÜBİTAK, Üniversiteler, AB, İSTKA vb), Yer Bilgi Sisteminin oluşturulması çalışmaları yürütülmektedir.
- İstanbul İl alanında iki etap halinde ve toplamda 691 km² alanda tamamlanan mikrobölgeleme çalışmaları örneklerinden farklı olarak, yüksek çözünürlükte araştırma yoğunluğuna sahip (250*250m.), uygulandığı alandaki tüm tehlikeleri ayrıntılı şekilde ortaya koyan, sonuçları ile üst yapı envanterini birleştirerek oluşturulan hasar tahmin analiz çalışmalarını da içeren ilk uygulama olma özelliğindedir.
- Çalışmalar, nüfus ve bina yoğunluğunun fazla, yerel zemin koşullarına bağlı risklerin yüksek olduğu, proje ve plan taleplerinin yoğunlaştığı bölgelerde zaman ve bütçe planlamasına göre önceliklendirmeler yapılarak yürütülmüştür.
- Her iki projede toplam 9393 lokasyonda mekanik araştırma sondajı yapılmış olup toplam sondaj metrajı 243.625,9 m. dir.
- Tüm tehlike grupları tanımlandıktan sonra “Yerleşime Uygunluk Haritası” çoklu tehlike analizi yaklaşımı ile tamamlanmış bulunmaktadır.
- Tüm tehlike haritaları dışında Avrupa yakasında 44, Anadolu yakasında ise 85 adet ara ürün harita hazırlanmıştır.
- Mikrobölgeleme çalışmalarının Ülke genelinde yaygınlaştırılması konusunda ortaya çıkacak sorunların detaylı olarak tartışılması ve öneriler geliştirilmesi faydalı olacaktır.

Prens Adaları'nda (İstanbul) Gözlenen Yapısal Özellikler ve Kinematik Anlamları

Tectonic Structures of the Prince Islands (Istanbul) and Their Kinematic Significance

Duygu İşbil, Hayrettin Koral, Alper Şengül

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Avçılar-İstanbul

(duygu_isbil@hotmail.com)

Özet: Prens Adaları, İstanbul'un Anadolu yakasında anakaraya yaklaşık 4 km mesafede bulunmaktadır ve dördü büyük olmak üzere toplam dokuz adadan oluşmaktadır. Adaların genelinde yüzeyleyen birimler, İstanbul Paleozoyik İstifi'ne ait, çoğunlukla Alt-Orta Ordovisiyen yaşlı kırıntılılar ve Devoniyen-Karbonifer yaşlı denizel birimlerdir. Burgazada ve Heybeliada'da ise yoğunca, asidik-ortaç bileşimli, porfirik dokulu volkanik birimler bulunmaktadır. İstanbul Paleozoyik İstifi'nde çoğunlukla dayklar şeklinde gözlenen bu volkanik birimler Üst Kretase'de gelişen volkanizmanın ürünü kabul edilmiştir.

İstanbul Paleozoyik İstifi'nin genelinde gözlenen karmaşıklık Adalar'da da kendini göstermektedir. İstif bu bölgede de düzenli bir şekilde devam etmeyip; birçok yapısal unsurla şekillenmiştir. Gerek birimlerin uzun tektonik geçmişi gerekse Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey koluna ait Adalar Fayına yaklaşık 6 km mesafede bulunması sebebiyle adalardaki birimlerde istifsel özelliklerinin dışında yoğun deformasyon yapıları gözlenmektedir. Adalarda fayların varlığı ve bu fayları örten yamaç molozu çökelleri fayların yakın geçmişteki aktifliğine işaret etmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Adalar'da gözlenen birimlerdeki yapısal özellikler ölçülmüş, görece genç olanlar ayırtlanmaya çalışılmıştır. Görece genç olan volkanik birimlerde gözlenen kırıklar ile Paleozoyik yaşlı birimlerde gözlenen kırıklar karşılaştırılmıştır. Adalarda gözlenen tektonik yapıların Kuzey Anadolu Fayının kuzey kolu ile olan ilişkisi karşılaştırılmış ve doğrultu atımlı fay sistemlerinin etkisinin yanı sıra, ağırlıklı olarak düşey bileşenin hâkim olduğu gerilmenin etkin rol oynadığı saptanmıştır. Düşey bileşenin hâkim olduğu fayların, morfolojinin son şeklini almasında ve hatta adaların oluşumunda daha etkin olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Neotektonik, aktif tektonik, Adalar Fayı, kırık sistemleri, Kuzey Anadolu Fay Zonu

Abstract: The Prince Islands, located 4 km south of the Asian Peninsula of the Istanbul city, comprise a total of nine islands, four of which are larger. Units exposed in the islands are Lower-Middle Ordovician terrestrial and shallow marine clastics and Devonian-Carboniferous marine units. Asidic Porphyritic volcanics occur in large areas in Burgaz and Heybeli Islands. Often manifested as dikes in

the Istanbul Paleozoic sequence, these volcanics are considered products of Upper Cretaceous volcanism.

Complex structures present in the Istanbul Paleozoic sequence are also manifested in the Prince Island. There, the sequence is not simple and uniform and is modified by many structural features. Both long tectonic history affected the sequence and proximity (about 6 km) to the Northern branch of the North Anatolian Fault Zone, in the sequence besides depositional features intense deformational structures are observed. Individual faults associated with the fault system are present. Colluvial sediments covering these faults indicate their activity in the recent past.

During this study, structural features present in the islands are investigated and those that appear to be of the recent past are distinguished. Fracture systems in the volcanic units are compared with those in the Paleozoic units. Association of tectonic structures observed in the islands are evaluated with the North Anatolian Fault Zone and besides influence of strike-slip fault systems, a stress regime of vertical tectonic is noted to be prominent. Faults dominated by vertical movement are considered to be effective in the formation of the recent morphology of the island.

Key Words: Neotectonics, active tectonics, Adalar Fault, fracture systems, North Anatolian Fault Zone

1. GİRİŞ

İnceleme alanını, İstanbul Anadolu yakası anakarasının güneybatısında bulunan ve Marmara denizi içerisinde yüzeylemiş dokuz adadan oluşan Prens Adaları oluşturmaktadır. Bilindiği üzere bu bölge, İstanbul Paleozoyik İstifi'ne ait birimlerin yüzeylemekte olduğu ve yapısal olarak ciddi karmaşıklıkların gözlenebildiği bir alandır. İstanbul'un jeolojik yapısının araştırılması ve açıklığa kavuşabilmesi açısından önemli unsurları içeren Adalar; yapılaşmanın sınırlı olması sebebiyle İstanbul Paleozoyik İstifine ait birimlerin birçoğunun kısa mesafelerde gözlenebildiği ender bölgelerden biridir. XX. Yüzyılın ortalarından itibaren birçok araştırmacı bölgedeki birimlerin birbiri ile olan ilişkilerini incelemiştir (Örn., Penck, 1919; Paeckelmann, 1938; Baykal-Kaya, 1965; Ketin, 1966; Önal, 1982; Özgül, 2005; Çılgın, 2006; Gutsuz ve diğ., 2009; İşbil, 2012).

İstanbul Paleozoyik İstifi; kökeni, konumu ve geçirmiş olduğu deformasyon tarihçesi açısından yer, yer karmaşık özellikler sunmaktadır. Bu çalışma çerçevesinde Adalarda var olan yoğun deformasyon türleri ve özellikleri araştırılarak; tektonik açıdan değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, Adaların güneyinde yer alan ve bölgenin en önemli Neotektonik yapısı olan Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) Adalarda gözlenen birimler üzerindeki yapısal etkileri tartışılmıştır.

2. STRATİGRAFİ

İstanbul Paleozoyik İstifi'nde yer alan birimlerin temel unsurları Prens Adaları'nda yüzeylenmektedir (Şekil 1). Alttan üste doğru, arkozik kumtaşlarından oluşan Kurtköy Formasyonu, kuvarsarenitlerden oluşan Aydos Formasyonu; sığ denizel kumtaşlarından oluşan Gözdağ Formasyonu; sığ denizel kireçtaşlarından oluşan Dolayoba Formasyonu; derin denizel şeyllerden oluşan yer yer karbonat içerikli Kartal Formasyonu; yumrulu kireç taşlarından oluşan Tuzla Formasyonu ve derin deniz kumtaşı-şeyl araldanmasından oluşan Trakya Formasyonu'dur.

Sedimenter birimlerin yanı sıra İstanbul'un Anadolu yakasında sınırlı bölgelerde gözlemlenen asit sub-vulkanik birimler Burgazada ve Heybeliada'da geniş alanda gözlemlenebilmektedir. Vulkanik birimler ayrıca Kınalıada ve Büyükada'da dayk ve siller şeklinde de gözlenmektedir. Yamaç molozları tüm adalarda örtü birimi niteliğinde yaygın olarak gözlenmektedir. Bölüm içerisinde her adanın stratigrafisi ayrı ayrı tanıtılmıştır.

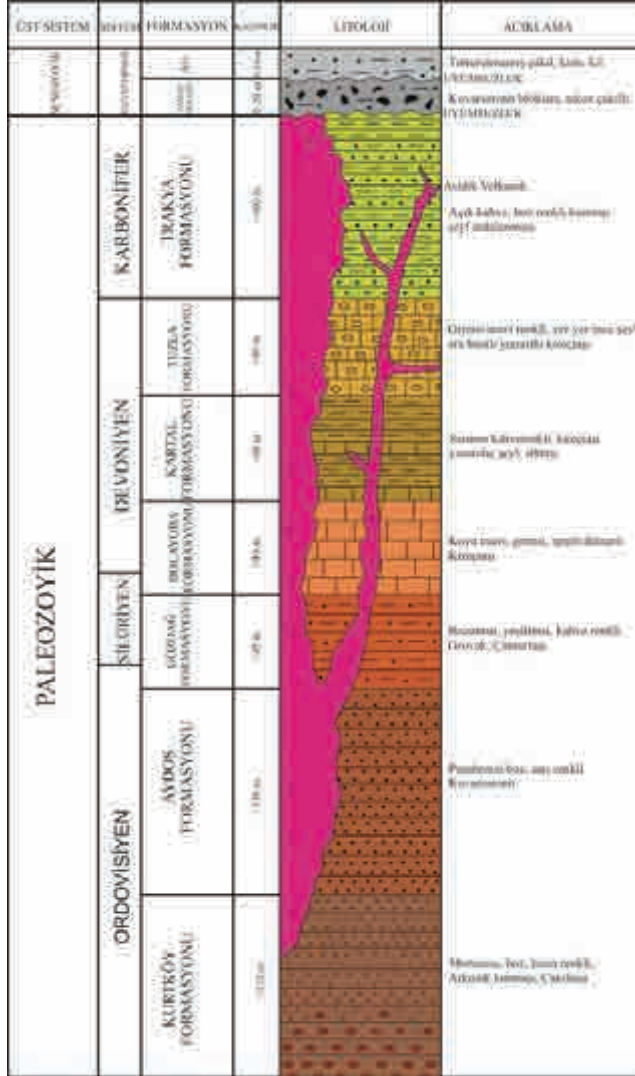
2.1. KINALIADA

Kınalıada'da Alt Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu ve Aydos Formasyonu'na ait birimler yüzeylenmektedir. Bu birimlerin üzerini Kuvarterner yaşlı birimler uyumsuzlukla örtmektedir. Kurtköy Formasyonu; bordo-morumsu, krem renkli, çakıllı seviyeler içeren, yoğunca çapraz tabakalı kumtaşlarından oluşmaktadır. Birim Ada'nın kuzeybatı ve güneydoğu sahil kesimlerinde yüzeylenmektedir. Üzerine uyumlu olarak Aydos Formasyonu gelmektedir. Turuncumsu-sarı yüzey rengine sahip olan birim, taze yüzeylerinde rengi krem-boz renklerde gözlenmektedir. Birim kuvarsarenitlerden oluşmaktadır. Ayrıca bu birimleri kesen volkanik birimler de Ada'da gözlenmektedir (Şekil 2). Kınalıada'da yüzeylenmiş olan birimlerin üzerine, yamaç molozları ve alüvyonlar uyumsuz olarak gelmektedir.

2.2. BURGAZADA

Kurtköy Formasyonu, Burgazada'da yüzeylenmekte olan en yaşlı birimdir. Adanın KB ucunda sınırlı bir alanda Aydos Formasyonu yüzeylenmektedir.

Volkanik birimler Ada'nın çok büyük bir kısmını kaplamaktadır. Bu birimler bol kırıklı ve ayrılmış olup; sarımsı-turuncu altere yüzey renklerinde gözlenmektedir.



Şekil 1. Prens Adaları'nın genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (İşbil, 2012).



Şekil 2. Aydos Formasyonuna ait kuvarsarenitler içerisinde gözlenen dayk (KB'ya bakış).

2.3. HEYBELİADA

Heybeliada'nın, kuzey kesiminde sınırlı bir alanda yüzeyleyen Alt Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonu, Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu ile tektonik dokanaklı olarak bulunmaktadır. Volkanik birimler Ada'nın orta kesimlerinden başlayarak güney sahillerine kadar devam etmektedir. Birim bol çatlaklı olup; demir ve kuvars dolguludur.

2.4. BÜYÜKADA

İstanbul Paleozoyik İstifi'ni oluşturan birçok birimin yüzeylendiği adadır. Alt Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu ve Aydos Formasyonu oldukça geniş alan kaplamaktadır. Ordovisiyen-Silüriyen yaşlı Gözdağ Formasyonu, Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu, Kartal Formasyonu ve Tuzla Formasyonu Büyükada'nın batı kıyısı boyunca dar bir şerit boyunca mostra vermektedir (Şekil 3). Paleozoyik birimlerini adanın

kuzeyinde Üst Kretase yaşlı asit volkanikler kesmektedir. Ayrıca volkanik birimler Ada'nı çeşitli yerlerinde dayk ve sill olarak da gözlenmektedir (Şekil 4). Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlar da yüzeylenmekte olan birimleri uyumsuzlukla örtmektedir.



Şekil 3. Büyükada Ayine Burnu'nda gözlemlenen birimlerin genel konumu (K'ye bakış). Arka planda Burgazada gözlenmektedir.



Şekil 4. Büyükada Ayine Burnu'nun kuzey ucunda yüzeylenen volkanik birim ve bunları etkileyen fay (KB'ya bakış).

3. YAPISAL JEOLJİ

Prens Adalarında yapılmış olan bu çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak, ayrıntılı tabaka ve eklem ölçümleri alınmıştır. Alınan bu ölçümler gül ve stereografik projeksiyon diyagramları kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda; Kınalıada'da tabakaların genel konumu KB-GD doğrultuludur. Burgazada'da geniş yayılımda volkanik birimlerin varlığı ve sedimenter birimlerden derlenen ölçümlerin azlığı nedeniyle projeksiyona dahil edilmemiştir. Heybeliada'da, adanın kuzey kesimlerinde yüzeylemiş olan Trakya Formasyonu'ndan derlenen ölçümler ile tabakaların genel konumunun D-B doğrultulu olduğu görülmektedir. Büyükada'da ise tüm sedimenter birimlerden alınan ölçümlere göre egemen tabaka konumunun KKB-GGD doğrultusunda olduğunu göstermiştir. Eklem/kırık ölçümlerinin projeksiyonunda ise; tabaka ölçümlerinden farklı yönlerde ana gerilmeler belirlenmiştir. Yapısal veriler beraberce değerlendirildiğinde, tabaka doğrultu ve eğimlerini oluşturan ana deformasyon yönünün, kırık sisteminin oluşturan deformasyon yönünden farklı olması dikkat çekicidir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma önceki çalışmalarla benzer olarak Paleozoyik yaşlı birimlerin varlığını teyit etmekle birlikte bazı farklılıkları da ortaya çıkarmıştır. Örneğin, Özgül (2012)'de belirtmiş olan Heybeliada ve Burgazada'nın büyük kısmını oluşturan Kınalıada Formasyonu'na ait üyeler olan Gülsuyu ve Manastırtepe üyeleri olarak isimlendirilen kuvars arenitlerin ince kesitleri incelendiğinde bu birimin magmatik faaliyetler sonucu oluşmuş olan volkanik birimler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm çökel ve magmatik birimlerin bazı alanlarda ileri derecelerde deformasyonlardan etkilendikleri gözlenmiştir.

Prens Adaları'nda yüzeylemekte olan birimlerin deformasyon tarihçesine açılım yapabilmek amacıyla 312 tabaka doğrultu-eğim ölçümü ile 1950 adet eklem ölçümü gerçekleştirilmiş ve yorumlanmıştır. Elde edilen bu verilerle ışığında:

- Kıvrımların genel olarak paleotektonik süreç ile ilişkili, kırık sistemlerinin ise büyük oranda neotektonik süreçle ilişkili gelişmiş olduğu sonucu çıkarılmıştır.

- Heybeliada ve Burgazada'daki kırık sistemlerinin Kınalıada ve Büyükada'da farklılık sergilemesinin nedeninin litoloji ve bu kırıkların oluşum yaşı kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Bunun yanısıra Kuzey Anadolu Fay Zonu'na olan mesafe farklılıklarının da deformasyon yapılarının özelliklerini etkilemiş olabileceği öngörülmüştür. Bunun göstergesi Kınalıada gerilme (stress) modelinin diğer adalara oranla farklılık sergilemesidir.

Böylelikle adalarda gözlenen deformasyonların bir kısmının adalardaki istif'in bölgeye yerleşimi sürecinde oluştuğu, diğer kısmının ise Neotektonik süreçte oluştuğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Baykal, F., Kaya, O., (1965). Note Prelimin Note preliminaire sur le Silurien d'Istanbul. Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey Bulletin 64, 1-8.
2. Çılgın, O., (2006). Kınalıada, Burgazada, Heybeliada, Büyükada'nın (İstanbul) Jeolojisi, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Lisans Bitirme Tezi.
3. Gutsuz, P., Akyüz, H.S., Sunal, G., (2009). İstanbul Zonu'nun Yapısal Evrimine ait bir Ön Çalışma, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özler Kitabı.
4. İşbil, D., (2012). Prens Adaları (İstanbul) Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Lisans Bitirme Tezi.
5. Ketin, İ., (1963). Tectonic Units of Anatolia, Bulletin of Mineral Research and Exploration Publication, 66, 22-23.
6. Önalın, M., (1982). İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen İstifinin Çökelme Ortamları, İ.Ü. Yer Bilimleri Dergisi, 2, 161-177.
7. Özgül, N., (2012), Stratigraphy and Some Structural Features of the İstanbul Palaeozoic, Turkish Journal of Earth Science, 21, 817-866.
8. Paeckelmann, W., (1938). Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologs, Paleontologie und Petrographie der umgegend von Konstantinopel. Abhl. d. PreussGeol. Lands., 186, 1-202.
9. Penck, W., (1919). Grunzüge der Geologie des Bosphorus, Veröffentlichungen der Institute für Meereskunde, n.f., A.4, Berlin.

İstanbul ve Civarında Meydana Gelen Yapısal Unsurların Jeoteknik Araştırmalara ve Jeoteknik Parametrelere Etkisi

Seyfettin ATMACA

Mensaj Zemin ve Temel Çözümleri Mühendisliği

Yeniköy mah. Yalılar mevki, Tekke sk. No:14

Sarıyer/İSTANBUL

(seyfettin.server@gmail.com,

seyfettinatmaca@mensas.com.tr)

Özet: İstanbul ve çevresinin jeolojik yapısı, levha tektoniği ve sismotektonik faaliyetler, bölgenin jeomorfolojisini, kaya/zemin yapısını, yapılaşmayı, kentsel ve mimari yerleşimi, tarihi dokuyu, mega projeleri ve diğer sosyolojik unsurları derinden etkilemektedir. Tüm bunlara sebep olabilecek ve tetikleyecek yegane unsur yapısal etkenlerdir.

Yapısal etkenler ve tektonizma jeolojik yapı içerisinde iç kuvvetlere sebep olmakta, iç kuvvetlerin etkisi ile makro ve mikro ölçekte faylanmalar, makaslama gerilmeleri, çatlaklar, heyelanlar, dayklar, kıvrımlar, çizgisel yapılar, değişik tabakalanma izleri ve diğer etmenlere sebep olmaktadır.

Tüm bu unsurlar dikkate alındığında, jeomorfolojinin ve coğrafyanın kentsel ve insan yaşamında yerleşimi zorlaştırmakta ve bir takım araştırmalar yaparak önlemler almak zorunda bırakmaktadır. Yapılacak ilk iş tabiki mevcut yapının araştırılması ve kalite kontrol çalışmalarıdır. Bu çalışmalar jeoteknik araştırmalar başlığı altında değerlendirilmektedir. İşte tam bu noktada yapısal unsurlardan kaynaklanan jeoteknik araştırmalarda karşımıza çıkan doğru bilgi edinme güçlükleridir. Doğru bilgi ne derece zor edinilir ise karşılaşılan araştırma güçlükleri ne derece zor ise, güvenlik ve önem katsayıları riskide o derece yüksek boyutta ele alınmaktadır.

Kısacası yapısal unsurların jeoteknik araştırmalar üzerindeki zorluk derecesi, doğru jeoteknik parametrelerin elde edilmesine imkan sağlamamakta, riskle beraber önem katsayıları ve emniyetli taşıma güçleri de daha yüksek sonuçlarla sunulmaktadır. Bunun sonucunda da maliyetler 2 kat veya daha fazla artmakta, ekstra toplumsal zarara itilmektedir.

Çözüm olarak, kaliteli ve teknolojik makineler, daha fazla arge yatırımı, sistemler ve standartların geliştirilmesi gibi basit ve uzun vadede çalışmalar önerilebilmektedir.

GİRİŞ

İstanbul ve civarının jeolojik yapısını incelediğimizde, karşımıza çıkan yapısal unsurlardan bazılarını özetleyebiliriz;

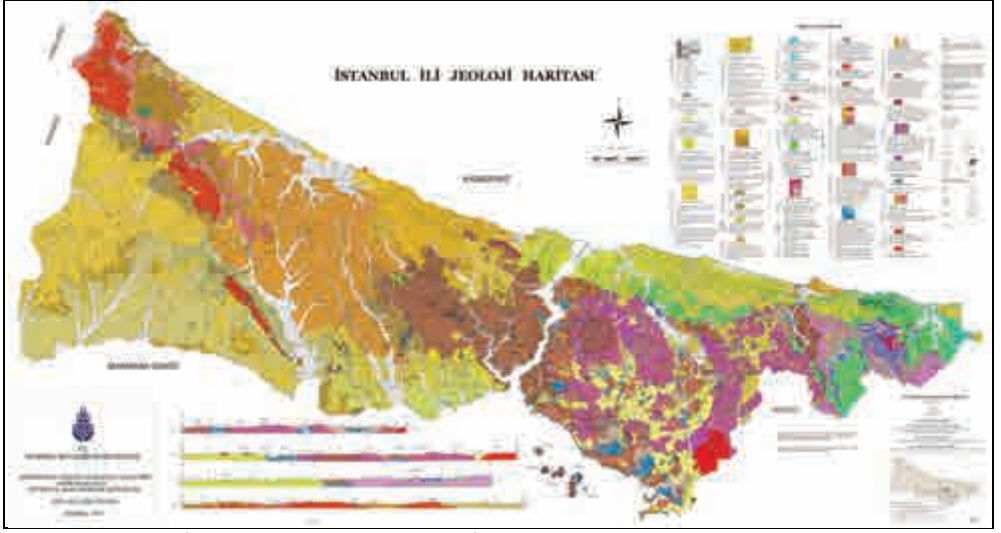
- 1- Kuzey Anadolu fay hattı
- 2- Heyelanlar,
- 3- Basınç gerilmeleri,
- 4- Metamorfizma (hidrotermal metamorfizma)
- 5- Kıvrımlar,
- 6- Katmanlar ve eklemler,
- 7- Dayklar,
- 8- Post-tektonik çökeller ve güncel birikintiler,

Meydana gelen tüm bu yapısal unsurların etkisini ve sonuçlarını jeoteknik açıdan iki (2) ana başlık altında toplayabiliriz.

- 1- Zemin benzeri ortam yapısında meydana gelen unsurlar
- 2- Kaya ve kaya benzeri ortam yapısında meydana gelen yapısal unsurlar

İstanbul İl alanında yüzeyleyen kaya-stratigrafi birimleri, genel mühendislik özellikleri açısından **Zemin, Kaya** ve **Zemin Benzeri (Yumuşak Kaya) ortamlar** olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilmiştir. Genel olarak, tutturulmamış ya da yarı tutturulmuş, çoğunlukla ayırık gereçten oluşan taneli birimler **Zemin Ortamlar**, herhangi bir çimento maddesi ile sıkı ya da gevşek çimentolanmış, çimentolanmamış olmasına karşın iyi sıkılaştırmış birimler ise **Kaya Ortam** özelliği taşırlar. Aşırı tektonizma, başkalaşım, hidrotermal ayrışma, atmosferik koşullar vb. iç ve dış etkenlerle, ileri derecede ayrışma sonucu Kaya Ortam özelliğini önemli ölçüde yitiren bazı kayaçlar “**Zemin Benzeri (yumuşak kaya) ortam**” özelliği kazanmışlardır. (İstanbul il alanının jeolojisi, s:255, 2. Paragraf).

Zemin benzeri yumuşak ortamlarıda Kaya ortamlar başlığı altında irdeleyeceğiz.

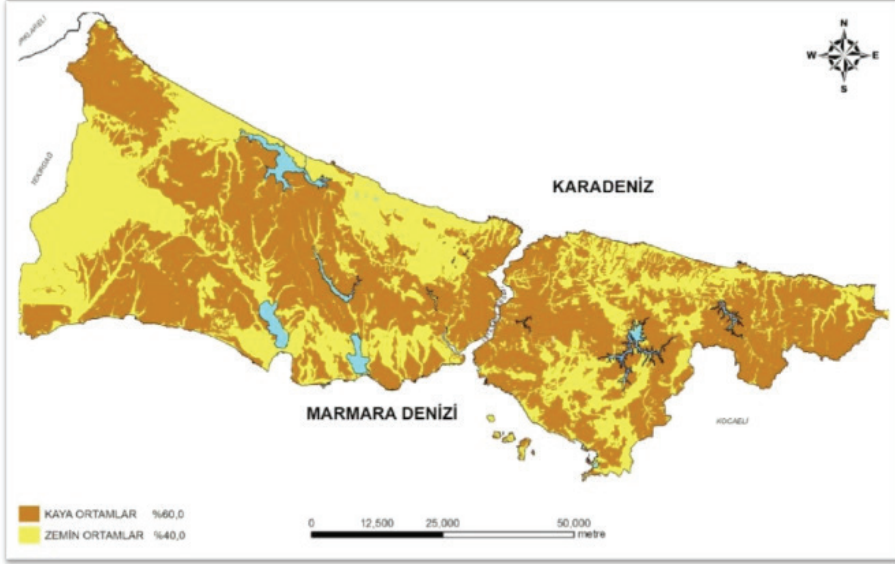


Harita 1: İstanbul ili jeoloji haritası. (İstanbul Büyükşehir Belediyesi)

1- ZEMİN BENZERİ ORTAM YAPISINDA MEYDANA GELEN UNSURLAR

İstanbul il alanının jeolojik yapısı ve zemin benzeri özelliklerini incelediğimizde, 4 farklı formasyon ve 11 üyeden oluştuğu, litolojik olarak ise 11 farklı zemin yapısının hakim olduğu ortamlardan bahsedilebilmektedir. Zemin benzeri ortamlara yapay ve doğal ortam dolguları, kıyı deniz dolguları, taş ocaklarının geri doldurulması ve moloz atıkları dahil edilmemiştir. Zemin Benzeri ortamlarda en çok dikkat çeken yapısal unsurları kısaca başlıklar halinde özetleyebiliriz.

- Heyelanlar,
- Post-tektonik çökeller ve güncel birikintiler,
- Katmanlar,
- Basınç gerilmeleri ve killerde meydana gelen yoğurulma ve fisürler,
- Sıvılaşmayı tetikleyen tektonik hareketler,
- Ani oturmalar,
- Deformasyonlar,
- Yeraltı suyu dolaşımı nedeniyle meydana gelen hidrotermal metamorfizma,



Harita 2. İstanbul il alanında *Zemin ve Kaya Ortamları*'nın dağılım haritası.

2- KAYA VE KAYA BENZERİ ORTAM YAPISINDA MEYDANA GELEN YAPISAL UNSURLAR

İstanbul İl alanında yüzeyleyen Paleozoik, Mezozoik ve Oligo-Miyosen yaşta kaya-stratigrafi birimleri mühendislik davranışları açısından **Kaya Ortam** özelliği taşırlar. Bu tür ortamların mühendislik özellikleri birimlerin geç türü, oluşum ortamı, katmanlanma, eklem, kırık, çatlak, fay gibi süreksizliklerin nitelik ve niceliği, ayrışma ve bozunma derecesi vb. özellikleriyle denetlenir. (İstanbul il alanının jeolojisi, s:258, kaya ortamlar 1. Paragraf).

İstanbul il alanının jeolojik yapısı kaya ve kaya benzeri ortam özelliklerini incelediğimizde, 18 farklı formasyon ve 41 üyeden oluştuğu, litolojik olarak ise 41 farklı zemin yapısının hakim olduğu ortamlardan bahsedilebilmektedir.

Kaya ve kaya benzeri ortamlarda en çok dikkat çeken yapısal unsurları kısaca başlıklar halinde özetleyebiliriz.

- Fay hattı (deprensellik)
- Basınç Gerilmeleri,
- Volkanik faaliyetler,

- Metamorfizma
- Dayklar,
- Tektonik faaliyetler,
- Kaya düşmeleri/yuvarlanmaları,
- Ayrışma ve aşınma,
- Alterasyon ve oksidasyon,

Görüldüğü üzere İstanbul ve çevresinin jeolojik yapısının kaya ve kaya benzeri ortamlar açısından yoğunluk gösterdiği, bu formasyonlarda meydana gelen ve gelebilecek yapısal unsurların, tektonik faaliyetlerin kırılma, çatlak, süreksizlikler, fisür, basınç gerilmeleri gibi doğrudan yapısal sisteme etki edebilecek deformasyonlara sebep olabilecek nitelikte olduğu dikkat çekmektedir.

Kuzey Anadolu fay hattı ve diğer yapısal unsurlar jeolojik sistemi doğrudan etkilemekte, jeomorfolojik yapısında şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır.

Tüm bu etmenler jeoteknik araştırmalarda doğrudan etkili olduğu, doğru bilginin, doğru araştırmanın elde edilmesinde güçlükler yaşanmasına sebep olduğu, yapılan bir çok araştırma çalışmalarında firmaların elde ettiği jeoteknik değerlendirme sonuçları belli bir aralıkta ve tutarlılıkta olmadığı gözlemlenmiştir.

Bu kadar etmenin bir arada olduğu, jeolojik yapının çok değişkenlik gösterdiği Türkiye coğrafyasında, İstanbul ve civarının jeolojik yapısında aynı çeşitlilik ve değişkenliği bünyesinde barındırmaktadır. Bu jeolojik çeşitlilik ve cümbüş, jeoteknik araştırmaları ve dolayısı ile jeoteknik parametreleri doğrudan etkilemektedir.



Fotoğraf 1: Trakya formasyonu içerisinde yapılan sondaj çalışmalarında elde edilen karot numune fotoğrafları (Geoteknik A.Ş. Hasköy-Beyoğlu/İstanbul 2012)

İstanbul il alanı içerisinde bulunan Trakya formasyonunda yapılan sondaj çalışmalarından elde edilen karot numuneleri fotoğraf 1 de paylaşılmaktadır. Görüldüğü üzere formasyondan elde edilen karotlar üst seviyelerde kaya ortam özelliği göstermesine rağmen karotiyerden çıktıktan sonra yapısal unsurların etkisiyle meydana gelen çatlak ve kırıklar karot almayı ve karot yüzdesini, kaya kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Jeolojik açıdan ve mineralojik özellikler itibari ile kaya olarak tanımlanan grovak, silttaşı ve kiltası, basınç gerilmeleri, hidrotermal alterasyon, oksidasyon ve daykların oluşturduğu kontakt metamorfizması sonucunda dayanım kaybına sebep olmaktadır. Kırık ve çatlaklar, fisür ve süreksizlikler kaya ortam özelliği sunan trakya formasyonunda karot almayı, delgide ilerlemeyi ve doğru litolojik deskripsiyonun yapılmasını

etkilemektedir. Tüm bu olumsuzluklar laboratuvar deneylerinin yapılmasını, kaya kalitesinin (RQD) net elde edilememesinden kaynaklanan numune eksikliğini de etkilemektedir.

Yerinde uygulanacak temel mühendisliği önlem projelerinin yapılmasında kullanılacak olan arazi verileri, laboratuvar verileri, yerinde deneyler ve doğru jeoteknik parametrelerinin kullanılması ile yapılacak proje değerlendirme çalışmalarının mali yönü çok değişkenlik göstermektedir. Doğru bilgi eksikliği risk boyutunu arttırmakta ve alınacak önlemleri daha pozitif tarafta kalma iç güdüsüyle ciddi maliyetler çıkmaktadır.

Sonuçta köken olarak kaya niteliğinde olup, dış güçler ve yapısal unsurlar ile fiziksel ve kimyasal ayrışmaya maruz kalmış birimler için yegane çözüm doğru araştırma, doğru bilgi edinme, doğru proje ve doğru temel mühendisliği uygulaması yapılmasıdır.

Kaya niteliğinde olan birimlerin BS5930'a göre ayrışma derecesi sınıflama tablosu aşağıda ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

DERECE	G Ö R Ü N Ü M v e T A N I M L A M A	% KAYA İÇERİĞİ
6	 Yerinde Ayrışma ile oluşmuş zemin:Tüm kaya kütleli zemine dönüşmüştür. Kütle yapısı ve malzeme dokusu bozulmuştur. Hacminde büyük değişiklikler oluşmuş, fakat taşınmamıştır.	KALINTI TOPRAK %0 KAYA
5	 Zeminle beraber ana kaya: Tüm kaya kütleli bozulmuş ve/veya zemin içerisinde yüzer durumda yer almaktadır.	TAMAMIYLA AYRIŞMIŞ %30'dan DAHA AZI KAYA
4	 Zayıf kaliteli kaya kütleli: Kaya kütleli yarısından fazlası bozulmuş veya zemin içerisinde yüzer durumdadır. Taze veya rengi bozulmuş kayanın yanında devamlılığı olan ayrılmış kısımlar mevcuttur.	OLDUKÇA AYRIŞMIŞ %30 - %50 ARASI KAYA
3	 Orta derece kaliteli kaya kütleli: Kaya kütleli yarısından daha az kısmı bozulmuş veya zemin içine girmiş durumdadır. Taze veya rengi bozulmuş kayanın yanında devamlılığı olan ayrılmış kısımlar mevcuttur.	ORTA DERECEDE AYRIŞMIŞ %50 - %60 KAYA
2	 İyi kaliteli kaya kütleli: Renk bozulması veya süreksizlik yüzeyinin ayrışma belirticidir. Tüm kaya kütleli rengi ayrışma ile bozulmuş olabilir.	AZ AYRIŞMIŞ %60'dan FAZLA KAYA
1	 Oldukça iyi kaliteli kaya kütleli: Kaya malzemesinde gözle görülen ayrışma belirtisi yoktur. Belki ana süreksizlik yüzeylerinde ve birbirine kenetlenmiş eklemler yüzeylerinde renk bozulması mevcuttur.	TAZE KAYA %100 KAYA

Şekil 1: Kaya Kütlelerinin BS 5930 (1981)'e göre ayrışma derecesi abağı



Fotoğraf 2: İSG kurallarına uygun, çevreci ve teknolojik makinelerin jeoteknik araştırmalarda kullanılması (Çorlu-Tekirdağ, Geoteknik A.Ş. 2011)

JEOTEKNİK ARAŞTIRMALARDA LABORATUVAR DENEYLERİ

Zemin, kaya ve kaya benzeri ortamlarda yapılan araştırma çalışmalarından elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş numuneler üzerinde fiziksel, mekanik ve spesifik deneylerin ilgili standartlara göre yapılması çok önemlidir. Yerinde yapılan araştırma çalışmalarından elde edilen numuneler üzerinde litolojik tanımlamalar (kıvam, sıklık, su muhtevası, dayanım ve diğer) laboratuvar deneyleri ile kıyaslanmalı ve deskripsiyon tamamlanmalıdır.

Numuneler üzerinde yapılacak tüm laboratuvar deneylerinde yapısal unsurların izlerini görmek mümkündür. Örneğin İstanbul'un heyelan bölgesi olarak bilinen Avcılar ve Beylikdüzü civarında yayılmış olan Gürpınar formasyonunda kayma düzlemleri ve killerde meydana gelen

basınçla beraber yorulma ve yoğrulma durumu zeminin kıvamını doğrudan etkilemektedir.

Kaya birimlerdeki hidrotermal aktivite ve alterasyon izleri basınç dayanımlarının doğrudan düşmesinde etkin rol oynamaktadır. Makaslama gerilmelerinden kaynaklanan fiziksel ayrışma ise yine dayanımı etkilemektedir. Süreksizlikler ve çatlak ara yüzeylerinin sıklığıda dayanım konusunda etkili olmaktadır. Ayrıca çatlak ara yüzeyleri ve çatlak ara açıklıklarında meydana gelen ikincil oluşumlar kaya ortamlarından numune alınmasında karşılaşılan güçlüklerden bazılarıdır. Jeoteknik açıdan doğru alınamayan numunelerde labortuvar deneyleride sağlıklı sonuçlar vermemektedir.

SONUÇLAR

İstanbul ve civarının yani Kuzey Marmara bölgesinin jeolojik yapısı, Türkiye nüfus yoğunluğu, endüstriyel hareketlilik, tüneller, yollar, havaalanları ve diğer mega projeler ve kilometre kareye düşen insan yoğunluğu göz önüne alındığında, bahsi geçen bölgede her daim yeni mühendislik yapıları yapılmaya devam edecektir.

Gereksinim duyulan bu mega yapıların stabilitesi ve uygulanabilirliği maliyet, alan ve jeolojik açıdan (depremsellik, sınılaşma, tektonik ve yapısal unsurlar, litolojik çeşitlilik ve diğer) değerlendirildiğinde çok doğru ve yerinde araştırmalar yapılması , elde edilen verilerin doğru kullanılması ve projesinin uygulanabilirliği önemini ve değerini bir kat daha arttırmaktadır.

Özetle İstanbul'da yaklaşık 55 civarında farklı formasyon bulunmaktadır. Bu kadar farklı formasyon içerisinde uygulanabilecek projelerin yapısal unsurlar da dikkate alındığında doğru ve yerinde araştırma yöntemlerinin kullanılarak elde edilen jeoteknik parametrelerin optimal projelerde uygulanması sağlanmış olacaktır. Bu da ülke ekonomisine gereksiz ve yersiz uygulamaların önüne geçmek kaydıyla mali açıdan katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

JAMES S. MONROE, REED WICANDER, (ŞENER M., DİRİK K., Türkçe Baskı) Ağustos 2007, Fiziksel Jeoloji, Yer Yuvarının araştırılması, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Çeviri Serisi No:1, Ankara.

GENÇ D., 2008, Zemin Mekaniği ve Temeller, , TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara.

ULUSAY R., 2010, Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler 5. Baskı, , TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları No:38, Ankara.

KARAMAN E., Yapısal Jeoloji ve Uygulamaları 2. Baskı, Akdeniz Üniversitesi Yayınları, Antalya.





Temel Mühendisliği ve Uygulamaları / Zemin Etüdü ve Proje Hizmetleri / Mühendislik Jeofiziği ve Jeolojisi Zemin Sondajı
Yol-Gözetgah Etütleri / Kazılar için İksa Sistemleri ve İstinat Duvarları / Dolgu / Yarma Şev Stabilite Analizleri
Heyelan Etüd ve Onarım Projeleri / Yüksek ve Derin Temeller / Tünel ve Şaftlar / Liman ve Havaalanları
Drenaj Sistemleri / Mikro Bölgeleendirme Çalışmaları / Zemin İstifi / Geoteknik Çalışmaları
Çevre Koruma ve Rehabilitasyon Projeleri / Deprem Güvenliği Projeleri / Maden ve Su Arama Projeleri

Atatürk Mah. Atasehir Bulvarı 38 Ada Ata Plaza 3/3 No:61 Kat:7 Atasehir / İSTANBUL
Tel: 0216 580 96 78 Faks: 0216 456 18 83
E-mail: info@jeodinamik.com Web: www.jeodinamik.com

ACK
MÜHENDİSLİK

"Geleceğe Taşınan Çözümler Üretir"

- * Zemin etüdü
- * Riskli yapı tespiti
- * Su arama ve sondajı
- * Jeotermal ve maden aramaları
- * Zemin iyileştirme uygulamaları

T : 0216 574 34 44
F : 0216 575 34 44

Küçükbakkalköy Mah. Kayışdağı Cad. Ali Ay Sk. No:1
Parsay İş Mrk. Kat:1 Daire:1 Atasehir / İSTANBUL
www.ackmuhendislik.com.tr





Barit Maden Türk A.Ş.



İnşaat, Mühendislik, Zemin ve Çevre Teknolojisi Sanayi Ticaret Ltd
Construction Foundation Engineering & Environmental Technologies Co

Bayar Caddesi, Osman Atmaca Apt., No: 36/15 Kozyatağı/İstanbul

Tel: +90.(0)216 385 81 46 - 369 90 66 Fax: +90.(0)216.369 93 58

www.feminsaat.com.tr



Earth Sciences, Investigation,
Engineering & Consulting Ltd. Co.

Zuhuratbaba Mah. Aydınlar Sk. No:27/2
Bakırköy – İstanbul / TURKEY

Mobile Phone: (+90) 552 700 20 71
Office Phone: (+90) 212 570 80 67
Fax: (+90) 212 570 80 69
E-mail: melihalgan@superonline.com



**GEOSAN Doğal Kaynaklar ve Hammaddeler
İnşaat, Sanayi ve Ticaret AŞ**

Kuruluşu
Adresi
Telefonları
Faks
Web adresi
e-mail adresi

: Haziran 1984
: Yeni Bağlar Sok. Villa Bekan No:29/4 34153 Şenlikköy Florya İstanbul
: (212) 296 65 29 - 296 65 30 – 224 67 71
: (212) 240 60 84
: <http://www.geosan.com.tr>
: geosan@geosan.com.tr



GEOSAN'ın güncelleştirilmiş hizmet sayısı bugünlerde **2000**'i aştı.

Geoform

Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti.

Tel : (0212) 221 92 80

Fax : (0212) 221 93 80



Şeyhli Mah. Mimar Sinan Cad. No:29
Pendik / İSTANBUL
Tel:0216 598 21 44 - 598 27 25
Fax:0216 598 21 45

Çınardere Mah. Ayazma Cad.
Çorum Sk. Mahmut Bey Apt.
No:11/D Pendik / İSTANBUL
Tel: 0216 379 68 54

TAZE BETON - KAROT - FERROSCAN - ZEMİN ETÜT VE GEOTEKNİK RAPOR - KENTSEL DÖNÜŞÜM

www.hedeflab.com.tr

hedefzemin@hotmail.com



- * FORE & MİNİ KAZIK
- * ANKRAJ
- * ZEMİN ETÜTÜ
- * SU SONDAJII
- * JEOFİZİK ÖLÇÜMLER
- * JET GROUT
- * DES ÖLÇÜM
- * SU ARAMA KULLANMA
- * PROJELENDİRME



ŞİRİNEVLER MAH., MAHMUTBEY CAD. SAKARYA ÇIKMAZ SOK. NO: 1/31 BAĞÇELİEVLER - İSTANBUL.
TEL: 0212 5520540 FAX: 0212 5520544 GSM: 0532 7037838 - 0542 4714747 www.istanbulzemin.com.tr info@istanbulzemin.com.tr

ÖNAR
MÜHENDİSLİK - ZEMİN ETÜDÜ

İLETİŞİM
Tel: 0216 409 96 11
Fax: 0216 409 96 10
E-Mail: iletisim@onar.com.tr
Adres: Kızılköy Mah. Dikmen Sok. No: 16/B
34748/İSTANBUL

MEF Architecture



NEVFEL CONSTRUCTION

www.nevfel.com.tr

Yusuf YILMAZ
Economist

Atatürk Mh. Çavuşbaşı Cd.
No:57-a Ümraniye / İSTANBUL
+90 216 635 71 00
+90 532 294 21 25
+90 532 053 78 88
nevfel.yapi@hotmail.com

MEF Mimarlık



NEVFEL YAPI

www.nevfel.yapi.com

Yusuf YILMAZ
İktisat Uzmanı

Atatürk Mh. Çavuşbaşı Cd.
No:57-a Ümraniye / İSTANBUL
0216 635 71 00
0532 294 21 25 - 0532 053 78 88
nevfel.yapi@hotmail.com

MEF Architecture



NEVFEL CONSTRUCTION

www.nevfel.com.tr

Erhan ÇELEBİ
Architect

Atatürk Mh. Çavuşbaşı Cd.
No:57-a Ümraniye / İSTANBUL
+90 533 715 60 11
nevfel.yapi@hotmail.com

MEF Mimarlık



NEVFEL YAPI

www.nevfel.yapi.com

Erhan ÇELEBİ
Mimar

Atatürk Mh. Çavuşbaşı Cd.
No:57-a Ümraniye / İSTANBUL
0533 715 60 11
nevfel.yapi@hotmail.com



ÇALIŞMA ALANLARIMIZ

- Jeolojik - Jeoteknik Zemin Etüt Projeleri
- İmar Planına Esas Jeolojik Jeoteknik Zemin Etüt Projeleri
- Parsel Bazında Jeolojik Jeoteknik Zemin Etüt Projeleri
- Deprem Güçlendirme Projeleri Kapsamında Yapılan Jeolojik Jeoteknik Etüt Projeleri
- Kentsel Dönüşüm Kapsamında Riskli Yapı Tespiti Projeleri
- Jeofizik Araştırmalar
- Mühendislik, Danışmanlık ve Proje Yönetim Hizmetleri

İLETİŞİM BİLGİLERİMİZ

ADRES : Huzur Mahallesi Karadeniz Caddesi Cengiz Sokak No:19

Ümraniye / İSTANBUL

TEL : 0 216 6227690 - 6100083

FAX : 0 216 6226790

GSM : 0 554 5413337

Web : www.desdemuhendislik.com

e-mail : desdeyapi@gmail.com

Mesleğimizin öneminin farkında olarak, gereken hassasiyeti gösterip, işimizi en kısa sürede en kaliteli şekilde yapmanın gayreti içerisindeyiz.



FAALİYET ALANLARIMIZ

- ZEMİN ETÜTLERİ
- DENİZ ETÜTLERİ
- İMAR ESAS JEOLOJİK VE JEOTEKNİK ETÜTLER
- PROJE VE DANIŞMANLIK
- KARA VE DENİZ SONDAJLARI
- JEOFİZİK ÇALIŞMALAR



Mekanik Tesisat Projesi

- Sihhi tesisat
- Kalorifer tesisatı
- Doğalgaz tesisatı
- Yangın tesisatı
- Havalandırma tesisatı
- Asansör projesi

Elektrik Tesisatı Projesinde

- Kuvvetli akım planı
- Zayıf akım planı
- Yangın ihbar sistemi
- Tek hat şemaları
- Kolon şeması
- Güç ve gerilim düşümü hesapları

Enerji Kimlik Belgesi

- Konutlar
- Ofisler
- Eğitim binaları
- Sağlık binaları
- Oteller ile
- Alışveriş ve ticaret merkezleri



Necip Fazıl Mh. Gaffar Okan Cd. NO: 3
Ümraniye – İST

Tel : +90 216 314 46 48

Fax : +90 216 540 39 84

Cep : +90 532 513 91 73

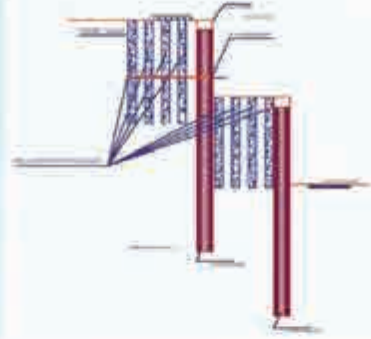
e-mail : muve@akemmuhendislik.com.tr

e-mail : akemmuve@hotmail.com.tr

WWW.AKEMMUHENDISLIK.COM.TR

bilgi2000

MÜHENDİSLİK & İNŞAAT LTD. ŞTİ.



- Geoteknik Araştırmalar
- Zemin ve Kaya Sondajları
- Derin Temel ve İksa İşleri
- Zemin İyileştirme İşleri
- Mühendislik, Danışmanlık ve Proje Yönetim Hizmetleri

**GEOTEKNİK VE JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİNDE
PROFESYONEL YAKLAŞIMLAR
DOĞRU ÇÖZÜMLER – GÜVEN – KALİTE**

bilgi2000

MÜHENDİSLİK & İNŞAAT LTD. ŞTİ.

Göztepe Mah., Hisarevleri, Çamlı Cad., G7 / 19, Anadoluhisarı - İSTANBUL
Tel : 0216 – 465 26 80 / 81; Faks: 0216 – 465 26 59 bilgi@bilgi2000.com



BOSTANCI



BEŞİKTAŞ



KOŞUYOLU



GÖZTEPE



BEŞİKTAŞ



İDEALTEPE

KETEN

İNŞAAT

ERCAN KETEN, MİMAR (İ.T.Ü.)

ERKAN KETEN, MİMAR (İ.T.Ü.)

EMİN ALI PAŞA CAD. NO:1 20/1 BOSTANCI / İSTANBUL
TEL: 0216 384 98 28 FAX: 0216 373 08 02



ANALİZ MÜHENDİSLİK

İnşaat Sondajçılık Madencilik
San. ve Tic. Ltd. Şti



Yükselen Değerleri
Üzerinde Taşır...



ATALAY 76-150TAM HİDROLİK (PALETLİ)



D500 - TAM HİDROLİK



D500 - TAM HİDROLİK



D500 - TAM HİDROLİK



TSM - 750 (PALETLİ)

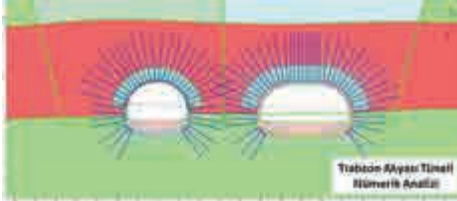
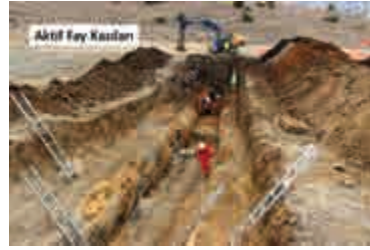
FAALİYET ALANLARIMIZ

- 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. Reşitpaşa 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



Hizmet Alanları

- Jeolojik, Jeoteknik ve Jeofizik Araştırmalar
- Jeolojik Haritalama
- Aktif Fay, Heyelan ve Sismik Tehlike Araştırmaları
- Jeoteknik Projelendirme
- Tünel Projeleri
- Hidrojeolojik Etütler
- Sondaj, CPT, Kuyu Jeofiziği, Yerinde Deneyler





GEOTEKNİK MÜHENDİSLİK

KAYA VE ZEMİN LABORATUVARI SAN.TİC.LTD.ŞTİ.



Bize danışarak yaptıracağınız ZEMİN MEKANİĞİ, KAYA MEKANİĞİ ve ARAZİ DENEYLERİ, tam teşekküllü laboratuvarımız ve yılların deneyimi ile oluşmuş teknik kadromuzla, mesleki teknik ve maddi menfaatleriniz ile birleşecektir.

Bu bakımdan desteğiniz, desteğimiz olarak size geri dönecektir.

Hedeflediğiniz başarıların sizin olması dileği ile.

GEOTEKNİK MÜHENDİSLİK
Bilge BULGURLULAR
Jeoloji Mühendisi
Şirket Müdürü



Merkez Mah. Rifat Sokak Evrim Sitesi A1 Blok D: 2 Avcılar İSTANBUL
Tel: 0 212 509 34 47 Fax: 0 212 509 34 49 GSM: 0 532 595 34 46

E-mail: info@geoteknikmuhendislik.com.tr

Web Sayfası: www.geoteknikmuhendislik.com.tr

MATEL®

| YILLARCA BERABER |

MATEL HAMMADDE SANAYİ VE TİCARET A.Ş.



K - Q
TSE-ISO-EN
9000

MERKEZ
Yeni Mh. Ziya Gökalp Cad. No:3
34844 Maltepe/İSTANBUL
Tel : +90 216 441 22 84
Fax : +90 216 441 22 87
Web : www.matel.com.tr
E-mail : matel@matel.com.tr

BİLECİK FABRİKA
Organize Sanayi Bölgesi
11100 BİLECİK
Tel : +90 228 216 05 65
Fax : +90 228 216 05 69
Web : www.matel.com.tr
E-mail : fabrika@matel.com.tr

MATEL A.Ş. **Elginkan** Holding Kuruluşudur.



TEMEL MÜHENDİSLİĞİNDE DERİN TECRÜBE!...



TEMEL MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARI

* YERİNDE KAZIK UYGULAMALARI

Fore Kazık Uygulamaları
Mini Kazık Uygulamaları
Çakma Kazık Uygulamaları

* DERİN KAZI (İKSA) UYGULAMALARI

Öngermeli Ve Pasif Ankraj
Püskürtme Beton Uygulamaları
Zemin Çivisi Ve Bilon İmalatları
Perde Duvar Uygulamaları
Mini/Fore Kazık Uygulamaları

* ZEMİN İSLAHI UYGULAMALARI

Jet Grouting Uygulamaları
Temel Enjeksiyonu Ve Baraj Enjeksiyon Uygulamaları
Taş Kolon İmalatları
Diyafram Duvar Uygulamaları
Plaplaş Duvar Uygulamaları
Wick Drain (Prefabrik Dren)
Well-point Uygulamaları
Vibroflotasyon

JEOLJİK-GEOTEKNİK ARAŞTIRMA UYGULAMALARI

* MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ETÜD UYGULAMALARI

Zemin Etütleri,
Baraj, Tünel, Havalimanı, Dolgu Sahaları,
Kentsel Dönüşüm Proje Araştırmaları
Jeolojik-jeoteknik etüder
Deniz Sondajları
Batimetrik çalışmalar
Araştırma sondajları
Enjeksiyon uygulamaları

* GEOTEKNİK PROJE UYGULAMALARI

Geoteknik Değerlendirmeler
Heyelan Geometrisi Ve Şev Stabilité Analizleri
Hidrojeolojik Modellemeler
Temel Mühendisliği Uygulama Projeleri

* YERİNDE (IN-SITU) DENEYLER

Yükleme Deneyleleri(Kazık-kolon-plaka yük,
Cpt Testleri, Pressiyometre Testi
Dolgu kontrolleri
İnklinometre ve heyelan ölçümleneleri
Zemin ve kaya mekaniği laboratuvar deneyleleri
Arazi CBR deneyleleri

* JEOFİZİK ÖLÇÜMLER

Sismik Kırılma,Yansıma
Mikrotremör
Elektrik Rezistivite
DES (Derin Elektrik Sondaj)
PS Logging), Downhole Ölçümü
Termal Rezistivite
Georadar Ölçümleri

Önsal Sondaj

Bilimin ışığında,
Tam zamanında çözüm,
İşte biz oradayız!

FAALİYET ALANLARIMIZ

- ▶ Jeolojik- Jeofizik- Hidrojeolojik Etütlerle Yeraltı Suyu Araştırması
- ▶ Çamur Sirkülasyonlu (dolaşım) 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

Merdıvenköy Mah. Teker Sok. No:13/B
Kadıköy-İstanbul

İRTİBAT BÜROSU

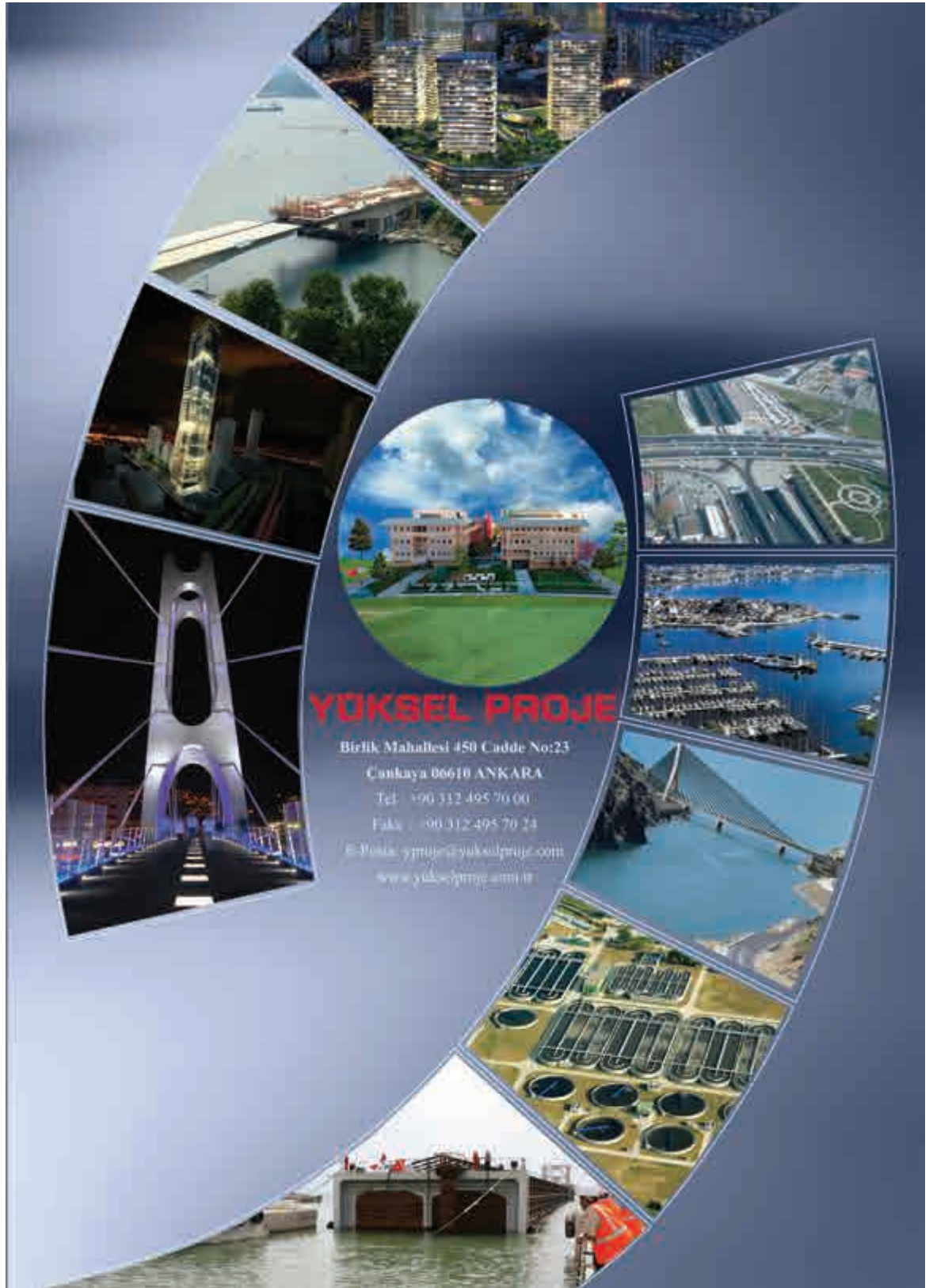
Sultan Selim Cad. No:10
Bahçelievler-İstanbul

e- mail: onsal@onsalsondaj.com

Tel: +90 212 442 32 60

Fax: +90 212 442 32 65

Cep: +90 532 252 87 83



YÜKSEL PROJE

Birlik Mahallesi 450 Caddesi No:23

Çankaya 06610 ANKARA

Tel : +90 312 495 70 00

Faks : +90 312 495 70 24

E-Posta : yproje@yukselproje.com

www.yukselproje.com.tr



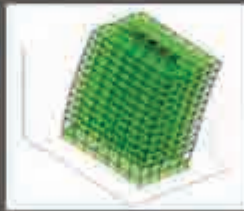
GeoDizayn

Proje Mühendislik Müşavirlik

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



Kuşbaşı Cad. Aşuroğlu Sitesi C Blok/5
Ösküdar – İstanbul / Türkiye
T : +90 216 474 40 04
F : +90 216 474 40 05
www.geodizayn.com.tr



TTM

Test Teknolojileri
Merkezi

LABORATUVAR HİZMETLERİ LABORATORY SERVICES

Zemin Mekaniği Laboratuvar Deneyleri
Soil Mechanics Laboratory Tests

Su ve Toprak Kimyası Deneyleri
Water and Soil Chemistry Tests

Beton ve Çimento Deneyleri
Concrete and Cement Tests

Asfalt ve Agregat Deneyleri
Asphalt and Aggregate Tests

ARAZİ ÇALIŞMALARİ FIELD WORKS

Arazi Deneyleri
In-situ Tests

Aletsel Gözlem ve Ölçme Kontrol
Geotechnical Instrumentation and Monitoring

Jeofizik Ölçümler
Geophysical Surveys

SONDAJ DRILLING

Etüd Sondajları
Subsoil Investigation Drillings

Maden Araştırma Sondajları
Mine Investigation Drillings

Su Temini Sondajları
Water Well Drillings

Jeotermal Sondajlar
Geothermal Drillings

ENJEKSİYON INJECTION

Baraç; Perde ve Kapak Enjeksiyonları
Dam; Cutoff Injections

Tünel; Kontak ve Konsolidasyon Enjeksiyonları
Tunnel; Contact and Consolidation Injections

Zemin iyileştirme Enjeksiyonları
Soil Improvement Injections

Soğutma Borusu Enjeksiyonları
Cooling Pipe Injections



T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
Mühürsüz Sokak No: 10
Beşiktaş / İstanbul / Türkiye

A Bilgiye ulaşmak için: iletisim@ttmmerkezi.com.tr
veya iletisim@ttmmerkezi.com.tr

T Telefon: +90 212 219 41 00

F Faks: +90 212 219 41 00

W www.ttmmerkezi.com.tr

E iletisim@ttmmerkezi.com.tr



ZTM Yer Mühendislik Hizmetleri A.Ş.



Sağlam zeminlerde yüksekler inşa ediyoruz...

Zemin Etütleri ve Sondaj

Hizmetlerimiz arasında Geoteknik Mühendislik projeleri (İksa, jet grout, ankraj), temel sistemleri, geosentetik uygulamaları, yol projeleri vs.) hazırlanması yer almaktadır. Bu kapsamda şirketimiz bünyesinde tecrübeli ve geniş mühendis kadrosuyla çok çeşitli projeleri başarıyla tamamlamıştır.



Proje Hizmetleri

Projelendirilecek yapının oturacağı zeminin ve bölgenin fiziksel, kimyasal, jeomekanik, özellikleri çeşitli sondajlar ve diğer arazi/laboratuvar uygulamaları yardımıyla incelenerek zemin etütleri yapılır ve yapının temel sistemi ile ilgili önerilerde bulunulur.



Geoteknik Mühendisliği Uygulamaları

Geniş bir makine parkına sahip firmamız geoteknik mühendisliği kapsamında bulunan çok çeşitli uygulamaları (fore kazık, mini kazık, jet grout, ankraj, zemin çivisi, kaya bulonlu gabiyon duvar, geosentetik uygulamalar vs.) yapabileceğine sahiptir. Bu çerçevede bugüne başarıyla çok sayıda projeye imza atmıştır.



Arazi Deneyleri ve Ölçme Kontrol Sistemleri

Zemin etütleri ve geoteknik uygulamalar sırasında projenin özellikleri ve önemine göre mekanik özelliklerin belirlenmesine yönelik değişik arazi deneyleri ve ölçme kontrol sistemleri kullanılır. Bünyemizde çok sayıda arazi deneyini (CPT, SPT, Plaka Yükleme, Kum Konisi, İnklinometre, Jeofizik Yöntemler) uygulama imkânına sahibiz.





Filiz AYDIN
Jeoloji Mühendisi

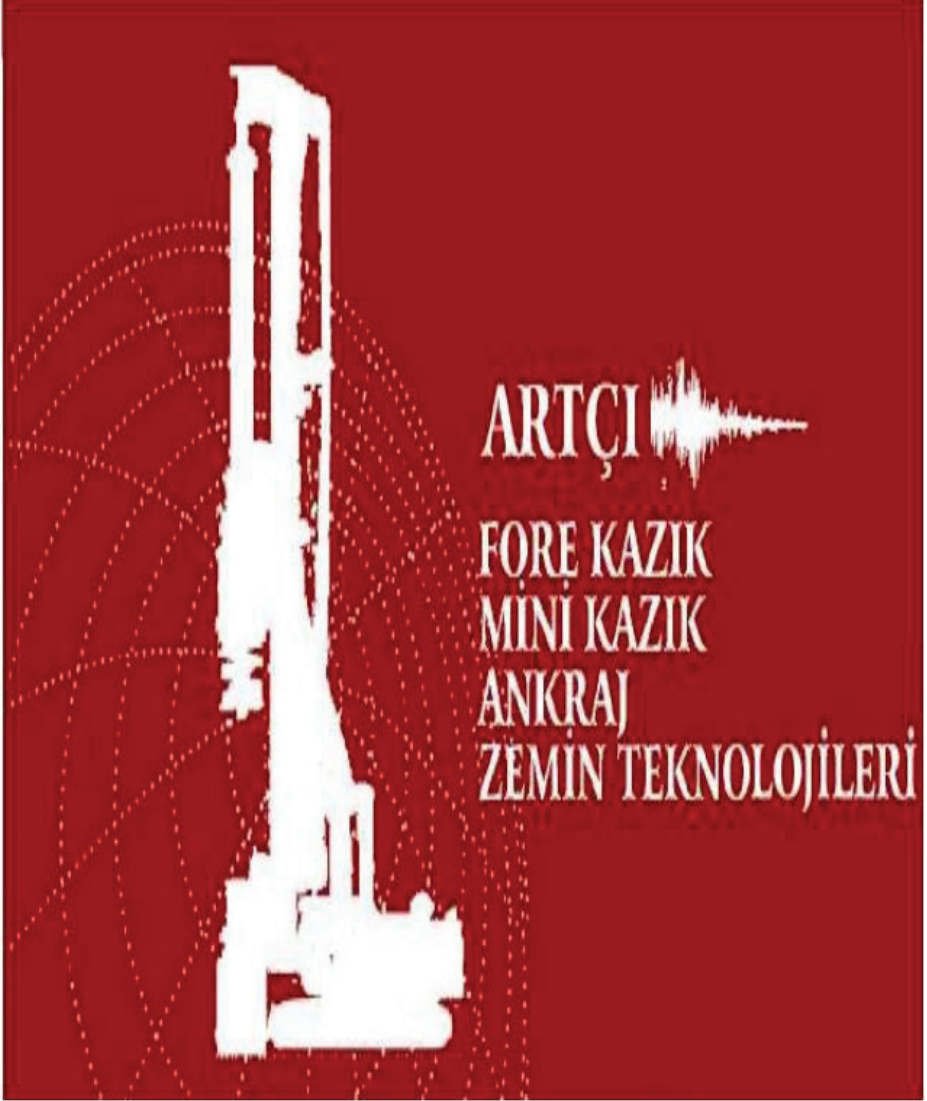
ÇALIŞMA ALANLARIMIZ

- ✓ Jeolojik ve Jeoteknik Etütler
- ✓ İmar planı revizyonuna esas 1/1.000 ve 1/5.000 ölçekli yer mühendislik projeleri
- ✓ Yerleşim birimleri, sanayi siteleri, kooperatifler, binalar köprüler inşasında zemin problemleri
- ✓ Jeolojik Harita ve Kesitler Oluşturulması
- ✓ Mühendislik Jeolojisi Harita ve Kesitlerin Oluşturulması
- ✓ Hidrojeolojik hizmetler



Alemdağ Cad. Çeşme Sok.
Sabuncu Apt. No:11/2
Ümraniye/İSTANBUL
Tel:02164617083Fax:02164617084
Cep:05322131688-05522131688
bedirhanogluzeminyapi@hotmail.com

PERSONELİMİZ
3 Jeoloji Mühendisi
3 Jeofizik Mühendisi
2 Sondör
1 Yardımcı Eleman



Adres:Fatih Mah. Doğanaraslı Bul. K:5 Akyol Plaza ESENYURT/İSTANBUL
TEL:05324570864 / 05336082008 Fax: 02124503389
Mail:artcizeminteknolojileri@hotmail.com

KADİR HAS ÜNİVERSİTESİ'NE
KATKILARINDAN DOLAYI
TEŞEKKÜR EDERİZ.



Nars Mühendislik

İLKER BALIK

• Jeoloji Mühendisi •

"Güveniniz İlkemiz, İşimiz Güvencemizdir."

"Yaratıcı ve kusursuz hizmetten ödün vermeyen çalışmalarımızla, sondaj sektöründe adımıza yakışır çalışmalar üretiyoruz"



- 1 Zemin Etüd
- 2 Zemin Sondajı
- 3 Su Sondajı
- 4 Jeotermal su Sondajı
- 5 Yer altı suyu arama ve ruhsatlandırma
- 6 Jeolojik - Jeoteknik Etüd (imara esas)

100

GÜVENLİ VE KALİTELİ



ilker.balik@hotmail.com

Memiş kaptan meydanı Hisnubey Apt. No: 1 Daire: 1 Akçay / Edremit / Balıkesir

İletişim : 0542 785 6013



NEW GENERATION STONES.

İMİB

İSTANBUL MADEN İHRACATÇILARI BİRLİĞİ

**TURKISH
STONES**
www.turkishstones.org