

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİKAPI (İSTANBUL) KAZI ALANININ SEDİMANTOLOJİSİ VE
JEOARKEOLOJİSİ: İSTİFTEKİ DOĞAL OLAYLARIN (TSUNAMİ-
FIRTINA-SELLENME) İZLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Nurdan ATAŞ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih:27/06/2012

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Doğan PERİNÇEK

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

NURDAN ATAŞ tarafından **PROF. DR. DOĞAN PERİNÇEK** yönetiminde hazırlanan “**YENİKAPI (İSTANBUL) KAZI ALANININ SEDİMANTOLOJİSİ VE JEOARKEOLOJİSİ: İSTİFTEKİ DOĞAL OLAYLARIN (TSUNAMİ-FIRTINA-SELLENME) İZLERİNİN ARAŞTIRILMASI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Doğan PERİNÇEK

Danışman

Doç.Dr. Aslı Erim ÖZDOĞAN

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Ayşe BOZCU

Jüri Üyesi

Sıra No:

Tez Savunma Tarihi: 27/06/2012

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi TÜBİTAK 110Y114 no’lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Nurdan ATAŞ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi kapsamında hazırlanan bu çalışma süresince katkılarından dolayı danışman hocam, **Prof. Dr. Doğan Perinçek’e** teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını sağlayan öğretim üyesi olan **Doç. Dr. Mustafa Bozcu’ya** ve diğer hocalarıma teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanması aşamasında beni yalnız bırakmayan **Önder Sönmez, Hasan Kerim Yavaş ve Merve Diler’e** teşekkür ederim.

Tüm yaşantımda olduğu gibi bu çalışma esnasında da maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli **AİLEM’e** sonsuz şükranlarımı sunarım.

Nurdan ATAŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
m	Metre
km	Kilometre
m ²	Metrekare
%	Yüzde oranı
K	Kuzey
G	Güney
D	Doğu
B	Batı
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
MÖ (BC)	Milattan Önce
MS (AD)	Milattan Sonra
GÖ (BP)	Günümüzden Önce
C ¹⁴	Karbon 14 yöntemi
Yy	Yüzyıl
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
Mw	Magnitüt
GPS	Küresel konumlandırma sistemi
Fm.	Formasyon
MTA	Maden Tetkik Arama
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
ka	Günümüzden geriye dönük 1000 yıl
OSL	Optik Lüminesans Yöntemi
TL	Termolüminesans Yöntemi

ÖZET

YENİKAPI (İSTANBUL) KAZI ALANININ SEDİMANTOLOJİSİ VE JEOARKEOLOJİSİ: İSTİFTEKİ DOĞAL OLAYLARIN (TSUNAMİ-FIRTINA- SELLENME) İZLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Nurdan ATAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Doğan PERİNÇEK

27/06/2012, 168

Marmaray Projesi için Yenikapı (İstanbul) semtinde yapılan inşaat çalışmaları sırasında Bizans Dönemi Limanı (Theodosius Limanı) ortaya çıkarılmıştır. Theodosius Limanı MS 379-395 yılları arasında Roma İmparatorluğu'nun büyüyen yeni başkenti için yaptırılmıştır. Bu çalışma, Yenikapı dolayında sürdürülen arkeolojik kazı alanında gerçekleştirilmiştir. Yenikapı kazı alanında yapılan çalışmalarda istif dokuz ayrı birime ayrılmıştır.

Çalışmanın amacı, Marmara Denizi'nde son 8500 yılda var olan jeolojik olayların (deniz seviyesi değişimleri, deprem, tsunami) izlerinin ve sedimanter süreçlerin (erozyon, taşınma, depolanma vb.) araştırılmasıdır. Bu çalışmada, kazı alanında yer alan arkeolojik buluntuların konumları ve çökellerle ilişkisi sedimantolojik ve jeoarkeolojik çalışmalarla belirlenmiştir.

Çalışma alanında, jeolojik birimlerin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymak için çok sayıda gözlem ile ölçülmüş stratigrafi kesitleri yapılmıştır. Kesit çalışmalarında yapılan gözlemler ve elde edilen veriler ışığında iki adet profil stratigrafi kesiti hazırlanmıştır. Kazı alanındaki çökel istiften ve arkeolojik kalıntılardan alınan örnekler üzerinde, C^{14} , OSL, kil (XRF, XRD) analizleri yapılmıştır. C^{14} analiz sonuçlarına göre; Bataklik biriminin (1. Birim) yaşı MÖ 6080-5580, 4. birimin yaşı MS 430-550, 6. birimin yaşı ise MS 810-960 aralığında bulunmuştur.

Batakliğin başlangıç evresinde akıntı yönü batıdan doğuya, orta-son evresinde ise kuzeyden güneydir. Birimin çökelim aralığı 7500-8500 yıl öncesine rastlar. Çalışma alanında 4a ve 4b birimlerinde tsunami izlerine rastlanmıştır. 4a birimi sınırlı alanlarda, 4b

olarak ayrılan birim ise yaygın olarak gözlenmiştir. 4a biriminin çökelimi sırasında veya son evresinde oluşan tsunami 3. birimde dahil olmak üzere tsunami öncesi çökelleri kütle halinde yerinden koparmış ve istifli deforme ederek kaotik bir durum kazanmasına neden olmuştur. 4b birimi içinde tsunami etkisiyle karasal ve denizel çökeller aşırı derecede karışık olarak gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Yenikapı'nın jeoarkeoloji, Marmara Denizi'nde tsunami, Marmaray Projesi, Theodosius Limanı

ABSTRACT

SEDIMENTOLOGY AND GEOARCHAEOLOGY OF THE YENIKAPI (İSTANBUL) EXCAVATION AREA: INVESTIGATE TRACES OF CATASTROPHIC EVENT (TSUNAMI-STORM-FLOODING) AFFECTING THE SEQUENCE, DEPOSITED IN THE AREA

Nurdan ATAŞ

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Geological Engineering Thesis of Master Science

Advisor: Prof. Dr. Doğan PERİNÇEK

27/06/2012, 168

During excavations of Marmaray Project which is carried out in the Yenikapi (İstanbul), Byzantine port (Port of Theodosius) was exposed. Port of Theodosius was built for the flourishing new capital of the Roman Empire between the years 379-395 AD. This study was performed in the field of archaeological excavations in Yenikapi. The sequences at Yenikapi excavation area are divided into nine separate units.

The research is intended to investigate the traces of geological event in the Sea of Marmara (sea level changes, earthquakes, tsunamis) last 8500 years and identify the sedimentary processes (erosion, transportation, storage, etc.). In this study, situation of archaeological artifacts investigated in relation with sedimentary sequence were established through benefit of sedimentological and geoarchaeological studies.

Numerous observations and measured stratigraphic sections were prepared in the study area to investigate the detailed stratigraphy of the geological units. Within the scope of this study collected data evaluated and two cross sections have been prepared. C-14, OSL, clay (XRF, XRD) analysis were performed on the samples collected from the sedimentary sequences and archaeological artifacts in the excavation area. The results of C14 analyses shows that; the age of unit 1 is between 6080 - 5580 BC, the age of unit 4 is between 430-550 AD, the age of unit 6 is between 810-960 AD.

The current direction is from west to east at the base of the swamp and from north to south in middle and upper section of the swamp. Depositional age interval of unit 1 is between 7500 - 8500 BP. There are evidence indicating tsunami in level of unit 4a and 4b. Level of unit 4a take place in the limited section but 4b located all over the place of

excavation. The tsunami, which is occurred during deposition or last stage of unit 4a, is disturbed all pre-tsunami sediments including sections of unit 3 and change their initial-position, deformed sequences, caused soft deformation and mass movement, and re-deposited as chaotic debris. Because of tsunami effect the terrestrial and marine sediment is being extensively mixed in unit 4b.

Key Words: Geoarchaeology of Yenikapı, Tsunamis in the Marmara Sea, Marmaray Project, Port of Theodosius

İÇERİK

	<u>Sayfa</u>
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
AŞIRMA (İNTİHAL) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	viii
BÖLÜM 1- GİRİŞ.....	1
1.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	1
1.2.Çalışma Alanının Tanıtılması.....	2
1.2.1.Çalışma Alanının Konumu.....	2
1.2.2.Çalışma Alanına Ulaşım.....	4
1.2.3.Çalışma Alanının İklim ve Bitki Örtüsü Özellikleri.....	5
1.2.4.Çalışma Alanının Morfolojik Özellikleri.....	8
BÖLÜM2- ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Arkeoloji ve Jeoloji İle İlgili Çalışmalar.....	9
2.2. Tsunami İle İlgili Çalışmalar.....	25
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM.....	34
3.1. Arazi Çalışmaları.....	34
3.2. Büro Çalışmaları.....	37
BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Bölgesel Jeoloji.....	38
4.1.1. Trakya Formasyonu.....	39
4.1.2. Soğucak Formasyonu	40
4.1.3. Gürpınar Formasyonu.....	41
4.1.4. Çukurçeşme Formasyonu	42
4.1.5.Güngören Formasyonu.....	42
4.1.6.Bakırköy Formasyonu	43
4.1.7. Kuşdili Formasyonu.....	43
4.1.8. Alüvyon.....	44
4.1.9. Yamaç Molozu	44

4.2.Yapısal Jeoloji ve Tektonik	45
4.3.Çalışma Alanının Stratigrafisi	57
4.3.1. Güngören Formasyonu.....	57
4.3.2. 1. Birim	61
4.3.2.1. 1. Birim Palinoloji.....	78
4.3.2.1.1. Trilet Spor.....	79
4.3.2.1.1.1. Polygonaceae.....	79
4.3.2.1.2. Sphagnaceae (Mosses; Kara yosunları).....	79
4.3.2.1.3. Dennstaedtiaceae (Ferns).....	79
4.3.2.1.4. Lycopodiaceae (fern-allies).....	80
4.3.2.1.5. Notothyladaceae (Ferns).....	80
4.3.2.1.6. Phioglossaceae (Ferns).....	80
4.3.2.1.7. Dennstaedtiaceae (Ferns).....	81
4.3.2.2. Vesiculate (Conifer) polen.....	81
4.3.2.2.1. Pinaceae (Çamgiller).....	81
4.3.2.3. Monoporate polen.....	82
4.3.2.3.1. Nymphaeaceae (Nilüfergiller).....	82
4.3.2.4. Angiosperm Polen.....	84
4.3.2.4.1. Poaceae (Buğdaygiller).....	84
4.3.2.4.2. Isoetaceae (Quillworts, " <u>fern allies</u> ").....	85
4.3.2.4.3. Cyperaceae (papirusgiller).....	85
4.3.2.4.4. Betulaceae (huşgacıgiller).....	85
4.3.2.4.5. Apiaceae (maydanozgiller).....	86
4.3.2.4.6. Cannabaceae (kendirgiller).....	86
4.3.2.4.7. Salicaceae (Söğütgiller).....	86
4.3.2.4.8. Ranunculaceae (düğün çiçeğigiller).....	87
4.3.2.4.9. Fabaceae (Baklagiller).....	87
4.3.2.4.10. Aspleniaceae (Ferns; eğretiler).....	87
4.3.2.4.11. Liliaceae (zambakgiller)	88
4.3.2.4.12. Lamiaceae (ballıbabagiller)	88
4.3.2.4.13. Liliaceae (zambakgiller)	88
4.3.2.4.14. Fagaceae (kayıngiller)	88
4.3.2.4.15. Geraniaceae (turnagagasıgiller)	89

4.3.2.4.16. Dipsacaceae (fesçitarağıgiller veya tarak otugiller)	89
4.3.2.4.17. Compositae (Papatyagiller).....	89
4.3.2.5. Periporate polen.....	90
4.3.2.5.1. Caryophyllaceae (karanfilgiller).....	90
4.3.2.5.2. Chenopodiaceae (kazayağıgiller).....	91
4.3.2.5.3. Ericaceae (Fundagiller).....	91
4.3.2.6. Non-Polen palinomorflar.....	92
4.3.2.7. Angiosperm Polen.....	94
4.3.2.7.1. Magnoliaceae (manolyagiller).....	94
4.3.3. 2.Birim.....	95
4.3.4. 3.Birim.....	99
4.3.5. 4.Birim.....	105
4.3.5.1. Cannabaceae (kendirgiller).....	124
4.3.5.2. Juglandaceae (cevizgiller).....	124
4.3.5.3. Urticaceae (ısırgangiller).....	124
4.3.5.4. Oleaceae (zeytingiller).....	125
4.3.6. 5.Birim.....	125
4.3.7. 6.Birim.....	133
4.3.8. 7.Birim.....	139
4.3.9. 8.Birim.....	140
4.3.10. 9.Birim.....	141
4.4. Çökel Jeokimyası.....	143
BÖLÜM 5- SONUÇ VE ÖNERİLER.....	149
KAYNAKLAR.....	151
EKLER.....	I
EK-1 Levhalar.....	II
Levha-1.....	II
Levha-2.....	III
Levha-3.....	V
EK-2 Kesitler.....	VI
Ek 2A.....	VI
Ek 2B.....	VII

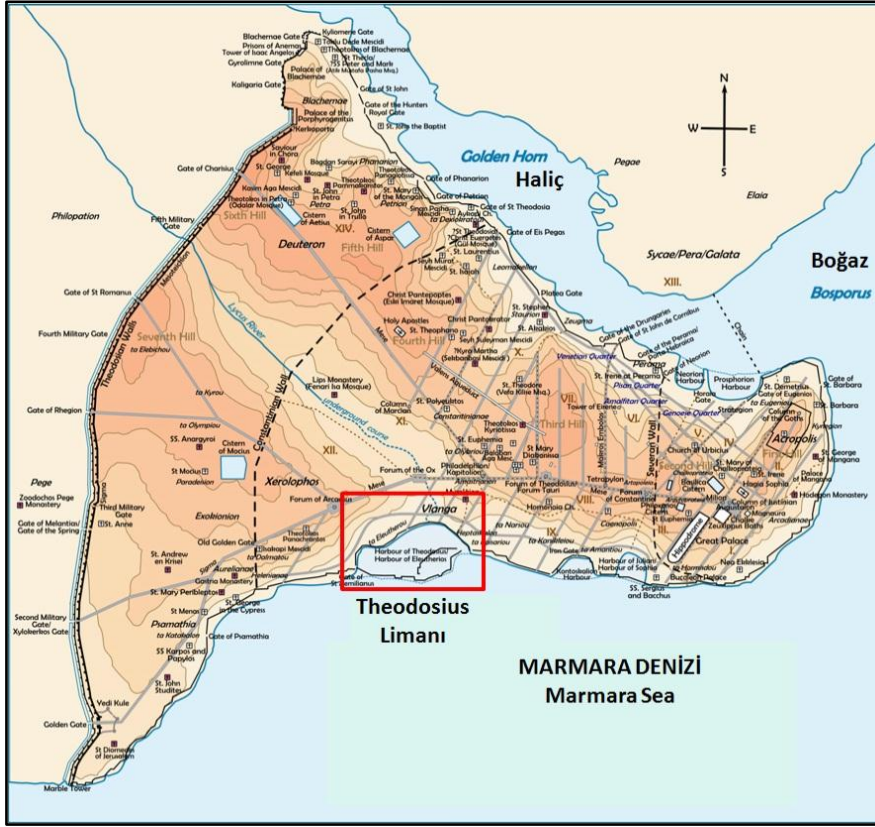
Çizelgeler Listesi.....	VIII
Şekiller Listesi.....	IX
Özgeçmiş.....	XV

BÖLÜM 1**GİRİŞ****1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

İstanbul Boğazı'nın iki yakasını raylı tüp geçitle bağlayacak olan “Marmaray-Metro Projesi” için Yenikapı semtinde İstanbul Arkeoloji Müzesi yönetiminde devam eden kazılarda bir Bizans Dönemi limanı (Theodosius Limanı), antik kentin 4. İle 7. yüzyıllardaki en büyük ticari ulaşım merkezi ortaya çıkarılmıştır (Şekil 1.1) Büyüyen kentin artan tahıl ve diğer gereksinimlerini karşılamak amacıyla kurulan liman, 7. yüzyıla kadar aktif konumunu sürdürmüş, daha sonra Mısır'dan yapılan tahıl sevkiyatının sona ermesiyle, önemini yitirmiştir. Ancak, kazılarda ortaya çıkan ve 7-11. yy'lar arasına tarihlenen gemi kalıntılarından anlaşıldığına göre, liman olarak kullanılmaya devam etmiş, bu dönemlerde daha çok yakın mesafelerde kullanılan yük gemileri ile balıkçı teknelerinin barındığı bir liman olarak kullanılmıştır. Tarih öncesi dönemlerden itibaren deniz ticaretine büyük oranda hizmet veren liman, Lykos (Bayrampaşa) Deresi'nin sürekli mil taşıyarak önünü doldurması neticesinde 12. yy'dan sonra terk edilmiş ve bu tarihten itibaren çevreden çıkan molozun döküm yeri olmuştur (Başaran-Kocabaş, 2008). 15. yüzyıla ait bir bostan kuyusunun duvarında bulunan 1485 tarihli gümüş akçeye dayanarak, burasının 15. yüzyıldan itibaren Osmanlı İmparatorluğu'nun ünlü Langa Bostanlarına (tarım toprağı) dönüştüğü belirtilmiştir (Gökçay, 2007) İstanbul ve Marmara Denizi'nin son 8500 yıllık zaman içerisinde geçirdiği değişikliklerle değerlendirilip, elde edilen bulguların sedimatoloji ve jeoarkeoloji başlığı altında ortaya konulması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

İstanbul'un son 8500 yıllık ortam değişimlerini ve kültürel tarihini ortaya çıkaran “Marmaray Projesi” arkeolojik kazıları kapsamında, inceleme alanında yapılan çalışmalar, Geç Neolitik Dönem'den Osmanlı Dönemi'ne kadar uzanan kalıntıları gün ışığına çıkarmıştır (Çelik, 2007).

Kazı alanında sedimantoloji, jeoarkeoloji ve paleotsunami çalışmaları yapılmıştır. Toplanan veriler ve kazı alanındaki istiflerden ve kalıntılardan alınan örnekler üzerinde, C-14, OSL, kil (XRF, XRD) ve Tüm kaya analizleri yapılması için ilgili laboratuvarlara gönderilmiştir. Elde edilen bulgular çerçevesinde, yaklaşık MÖ 6000-6500 yıllarından günümüze kadar geçen sürede oluşan istifin, çökeltme ortamı ve çökelmeyi etkileyen jeolojik süreçleri, istifte yer alan arkeolojik buluntuların (eski liman, vb. buluntular) konumlarının ve çökellerle ilişkisi jeoarkeolojik çalışmalarla belirlenmiştir.

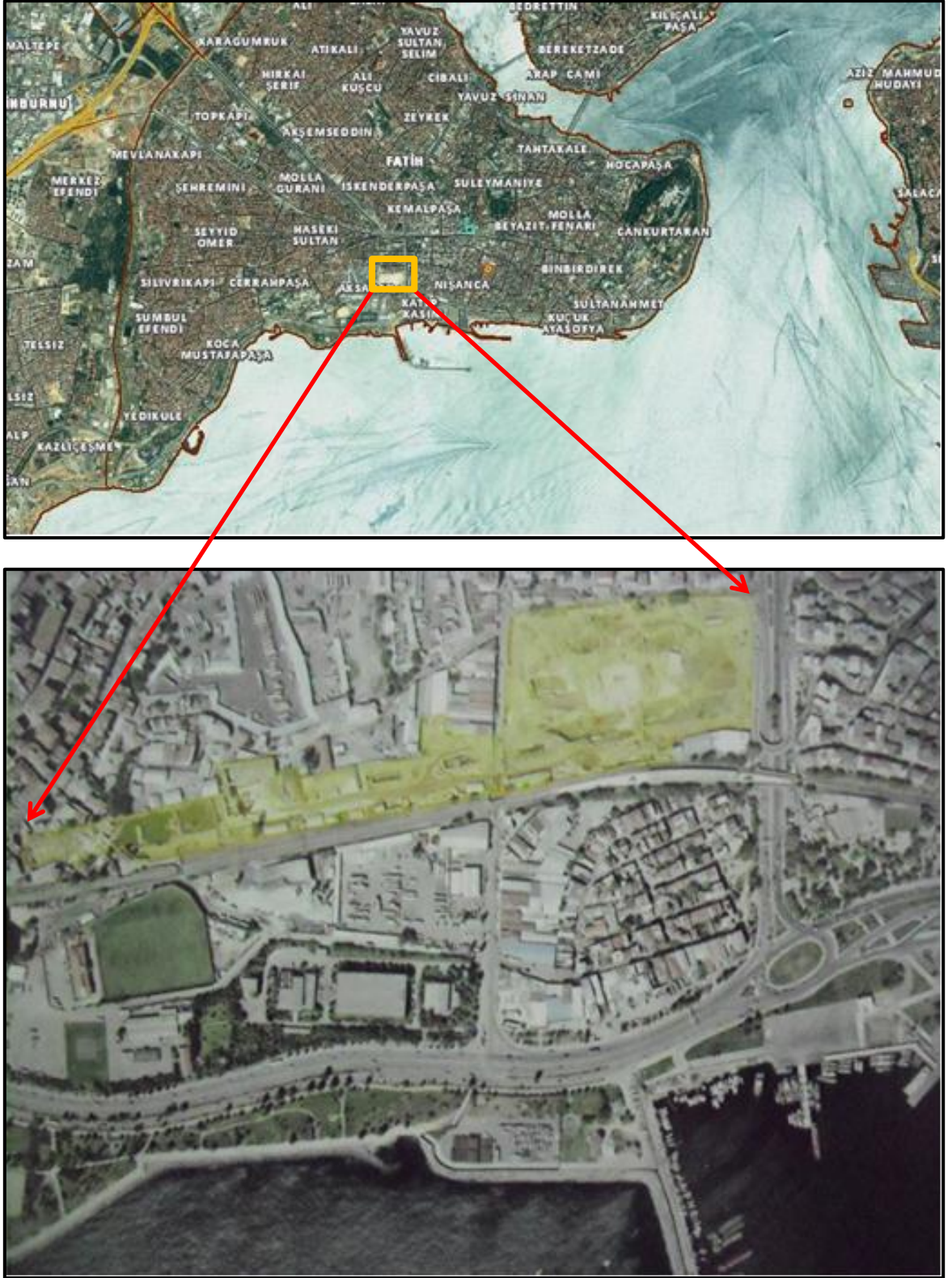


Şekil 1.1. İstanbul'un Bizans Dönemi topografyası ve Theodosius Limanı (Janin, 1964).

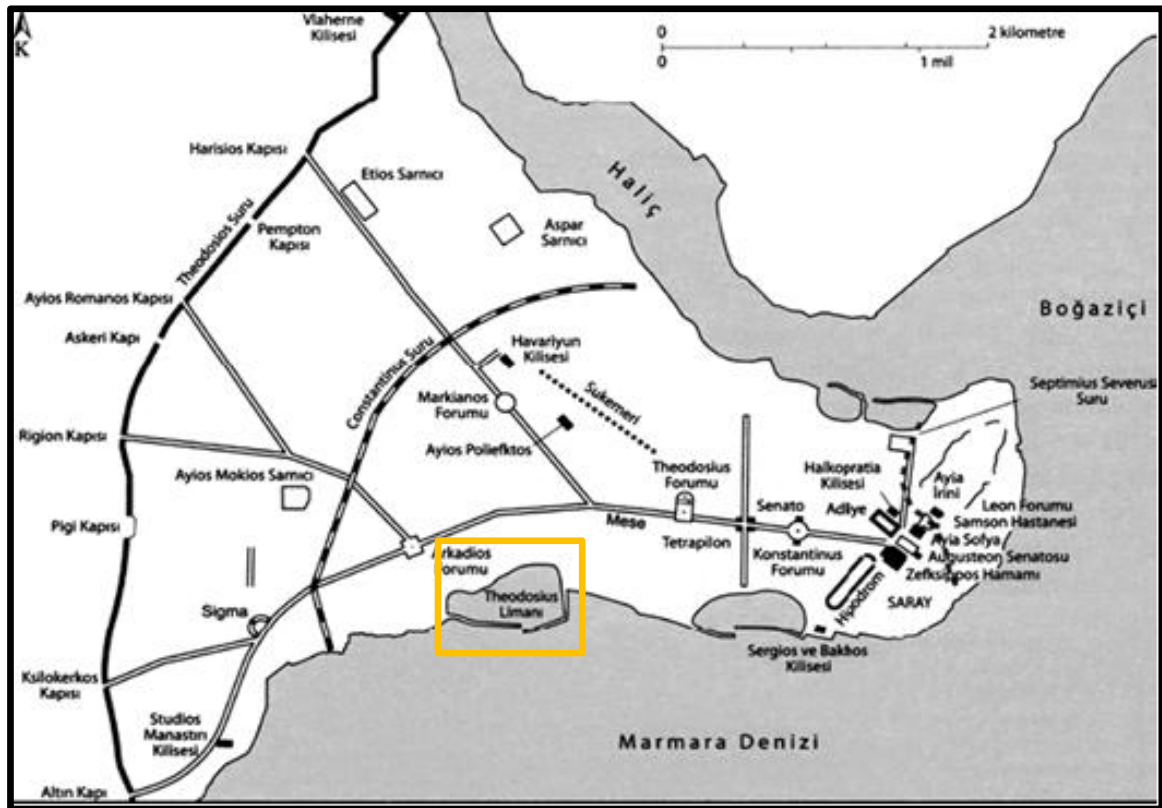
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması

1.2.1. Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı, İstanbul ili, Fatih ilçesi, Yenikapı semtinde, Yenikapı Limanı'nın kıyından 1,5 km içerisinde, tren hattının kuzey kesiminde, eski adıyla "Langa Bostanları" olarak isimlendirilen yerde bulunmakta olup, 58 bin m²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.2 ve 1.3). Semt Kennedy Caddesi ve Mustafa Kemal Caddesi'nin kesiştiği noktanın etrafında gelişmiştir. Batıda Samatya, doğuda Kumkapı, kuzeyinde ise Aksaray semtlerine komşudur. 41°00'16'' 41°00'23'' Kuzey enlemleri ile 28°56'53''-28°11'57'' Doğu boylamları arasındadır.



Şekil 1.2. Çalışma sahasının konumu (Google Earth görüntüsü).



Şekil 1.3. Marmara Denizi kıyısında yer alan Bizans Dönemi limanları (Haldon, 2006). Çalışma alanı antik Theodosius Limanı içinde yer almaktadır.

1.2.2. Çalışma Alanına Ulaşım

Çalışma alanına, Taksim'den Galata Köprüsü kullanılarak sahilten Kennedy Caddesi ile E-5 Karayolu'ndan Millet Caddesi kullanılarak karayolu ile ulaşım mümkündür.

Günümüzde Marmara Denizi'ndeki çeşitli noktalara giden deniz otobüsleri ve feribotlar Yenikapı'dan kalkmaktadır. Bandırma'dan vapur kullanılarak Yenikapı İskelesi'ne ulaşip, Bakırköy-Yenikapı, Bostancı-Kadıköy-Yenikapı, Eminönü-Kadıköy-Yenikapı deniz hatları kullanılarak deniz yoluyla ulaşım mümkündür.

İstanbul'un Avrupa Yakası'na hizmet veren banliyö trenlerinin bir istasyonu olan Yenikapı istasyonuna Sirkeci-Yenikapı banliyö treni kullanılarak ayrıca Havalimanı-Kabataş metrosuyla Aksaray'a ulaşip buradan çalışma alanına ulaşılabilir.

Marmaray Projesi tamamlandığı zaman Yenikapı'da yeni bir yeraltı istasyonu hizmete açılacaktır.

1.2.3. Çalışma Alanının İklim ve Bitki Örtüsü Özellikleri

İstanbul'un il bütününün yer aldığı alandaki iklim tipini, belirgin bir iklim tipi içinde değerlendirme imkânı yoktur. Coğrafi konumu ve fiziki coğrafya özellikleri nedeniyle aynı enlemde yer alan birçok yerleşmelerin ikliminden daha farklı iklim özelliklerine sahiptir. İlin iklimsel yapılanmasında, yükseltinin ve engebeli topografyanın az olmasının ve tam ortasından geçen İstanbul Boğazı ile ilin içlerine kadar sokulan Haliç gibi su kütlelerinin büyük etkisi vardır. Ocak ayı sıcaklık ortalaması 5,4 °C; Ağustos ayı sıcaklık ortalaması 23,4 °C olan İstanbul'da yıllık ortalama sıcaklık ise 14 °C dir.

İstanbul (41° K enlemi, 29° D boylamındaki konumu ile), subtropikal yüksek basınç kuşağı ile soğuk-ılık bölgenin alçak basınçlarının ya da karasal (nemsiz) alize rüzgarları ile denizsel (nemli ve yağışlı) batı rüzgarlarının sınırındadır. Yerkürenin hareketleriyle kış ve yaz mevsimlerinde farklı iklim şartları oluşur.

Bölgede hâkim rüzgâr kuzey (yıldız), kuzeydoğu (poyraz) yönünden esmektedir. İstanbul için hâkim rüzgar yönü kuzey (yıldız) olmakla beraber, yıl içinde hava koşullarına ve mevsimlere bağlı olarak rüzgar yönünde değişiklikler olmaktadır. Kış aylarında kuzeydoğu (poyraz), Mart ayında batı-güneybatı (günbatısı-lodos), Nisan ve Mayıs aylarında kuzeybatı ve kuzey (karayel ve yıldız), yaz aylarında kuzey ve kuzeybatı (yıldız ve karayel), sonbaharda ise güneybatı (lodos) ve kuzeybatılı (karayel) rüzgarlar hakimdir. Kuzeyli hava akımları İstanbul'da havayı soğutur ve Karadeniz üzerinden nemlenerek geldiyse kar yağışı bırakır. Güneyden gelen sıcak hava akımları ise Marmara üzerinden geçerken nemlendiği için pek etkili olmaz. Bu akım lodos rüzgârlarının oluşmasına neden olur. Kış mevsiminde özellikle Balkanlar'dan gelen ani soğuklar ile Karadeniz etkisini gösteren çeşitli yağışla az soğuk, ama ısıtıcı havalar ile lodoslu ılık havalar birbirini izler. Kışın zaman zaman sis olaylarına, ani ısı değişimlerine ve şiddetli rüzgârlara rastlanır. Rüzgârlar il içinde en fazla kuzeydoğudan (poyraz) esmektedir. Güneyli hava akımları İstanbul Boğazı'nın akıntı rejimini de ters yönde değiştirir. Orkoz adı verilen bu olayda gemiciler ve balıkçılar Boğaz'da zor anlar yaşarlar.

Karadeniz üzerinden gelen hava kütlelerinin tesiri altında kalan İstanbul, pek çok merkeze göre daha fazla yağış almaktadır. Yağış miktarının fazla olmasının diğer bir sebebi de sahillerde hava kütleleriyle deniz arasındaki bağlantıdır. Yaz aylarında genellikle deniz suyu sıcaklığı ile hava kütlelerinin sıcaklığı hemen hemen aynıdır. Ancak bazı aylarda (Temmuz-Ağustos) hava sıcaklığı deniz suyu sıcaklığından daha yüksek olmaktadır. Sonbahar ve kış aylarında deniz suyu sıcaklığı hava sıcaklığından daha

yüksektir. Havaların soğumasıyla Ocak ve Şubat aylarında deniz suyu sıcaklıklarının hava sıcaklığından daha yüksek olması kış aylarında yağışların yükselmesine neden olmaktadır. Toplam ortalama yıllık yağış 843,9 mm'dir ve tüm yıl boyunca görülür. Yağışların % 38'i kış, % 18'i ilkbahar, % 13'ü yaz, % 31'i sonbahar mevsimindedir.

İstanbul'un doğal bitki örtüsü; orman, maki, psödomaki (Karadeniz iklimine uyumuş, değişime uğramış, nemli karakterli daha ağaçcıl maki bitki toplulukları) ile kıyı bitkilerinden meydana gelmekte; Karadeniz'e yakın kuzey kesimlerde ve tepelerin kuzeye bakan yamaçlarında humuslu toprakların varlığı nedeniyle buralarda nemcil ormanlar görülmektedir. Güney bölgelerde ve güneye bakan yamaçlarda ise kuraklığa dayanıklı ormanlar görülür.

Kocaeli Yarımadası psödomaki, kızılıçık, fındık, geyik diken, güvem çalısı, muşmula, yabani erik, böğürtlen, üvez karaçalı, akçaağaç, mürver, sumak, kurtbağrı ve ayı üzümü gibi kışın yapraklarını döken cinslerle akçakesme, kocayemiş, funda, defne, katırtırnağı, katran ardıcı, kermes meşesi, laden, sakız gibi elemanlardan oluşmuştur.

Nemli ormanı karakterize eden ağaç türleri, daha çok İstanbul Boğazı'nın kuzey-doğusu, Alemdağ'ın kuzeyi ve Polonezköy çevresinde görülen kestane, kayın, adi gürgen ve saplı meşedir. Riva Deresi ve Ağva'daki Gökdere arasındaki bölgede batıda saplı meşe, doğuda Macar meşesi hakim türlerdir. Genel olarak değerlendirilecek olursa İstanbul ilinin her iki yakasında da görülen ağaç ve çalı türleri arasında adi gürgen, adi kızılbaş, adi fındık, doğu kayını, mor çiçekli ormangülü, akçaağaç, muşmula ve ıstranca meşesi sayılabilir.

Bitki örtüsünün sadece iklimle değil toprakla da ilişkisi vardır. Tüm kayın birliklerinin bulunduğu alanları kireçsiz kahverengi orman toprakları kaplarken, meşe ve kestane türlerinin alanlarında kahverengi orman toprakları görülmektedir.

Marmara kıyı düzlüğünde yer alan Theodosius Limanının ağzı doğuya açıktı ve bu yönden batıya doğru bir rıhtım uzanıyordu (Gyllius, 1997). Limanın ağzının doğuya bakıyor olması hakim rüzgar yönünün güney güney batı olması bakımından önemlidir. Böylelikle güney-güney batı rüzgar yönünün hakim olduğu dönemlerde kıyı akıntıları ile taşınan malzemenin liman içine girmesi önlenmiş oluyordu. Eğer limanın ağzı batıya baksaydı bu durumda kıyı akıntıları taşıdığı malzemeyi limanın içine yığılabirdi. Ayrıca limanın ağzının doğuya bakması nedeniyle Lycos deresi vadisinden taşınan malzeme hakim rüzgar yönünün oluşturduğu kıyı akıntıları nedeniyle daha doğuya taşınmaktadır bu olay Lycos'un önünde çökel birikimini engellemiştir.

Holosen’de gözlenen Küçük Buz Çağı (Little Ice Age) ve Ortaçağ Ilık Dönemi (Medieval Warm Period) tarihsel dönemde dünya ikliminde saptanan önemli değişimlerdir. Küçük Buz Çağının, farklı yerlerde farklı zamanlarda gözlenmesiyle beraber bu konudaki en yaygın görüş, Günümüzden Önce (GÖ) 370–100 (MS 1580-1850) yılları arasında meydana gelmiştir (Muller ve McDonald, 2000; Mann, 2002).

Küçük Buz Çağı’nın hemen öncesinde Ortaçağ Ilık Dönemi, GÖ 1050- 570 (MS 900-1380) yılları arasında gözlenmiştir. Bu veriler Holosen birimlerinden oluşan Yenikapı kazı alanı için önemlidir. MS 900-1380 yılları Yenikapı’da 5. Birimden 9.Birimin çökeline kadar olan süreci kapsamaktadır. Buna göre bu dönemde Avrupa’da sıcaklıklar 1950 yılı ortalama sıcaklığından 0.5-0.8°C daha yüksektir (Bradley ve ark.,2003).

Eastwood ve ark., (2007) Gölhisar Gölü’nde (Burdur) endojenik karbonatların O¹⁸ ve C¹³ analizlerini yapmıştır. Bu çalışmacılar O¹⁸ değerlerinin büyük ölçüde diğer Doğu Akdeniz göllerine benzer şekilde yağış/buharlaşmaya bağlı değiştiği gerçeğinden hareketle GÖ 6800-5200 (MÖ 3250-4850) yılları arasında ve Bizans Dönemi’nde (GÖ 1650-500: MS 300-1450 yılları arası) bugünden daha yağışlı olan koşulların son 1300 yılda daha kurak hale dönüştüğünü göstermiştir.

Küçükçekmece Lagünü çökel kayıtlarına göre; MS 1880-1950 yılları ve MS 1200-1770 yılları arasında kurak, MS 1730-1880 ve 650-1200 yılları arasında yağışlı koşullar görülmektedir. MS 1270-1340 yılları arasında ara nemli dönemler ve MS 900-950, MS 820-870 ve MS 690-740 yılları arasında ise ara kurak dönemler belirlenmiştir. Batı Avrupa’da gözlenen Orta Çağ Ilık Dönemi’ne (MS 950-1380 yılları arası) denk gelen zaman aralığında yağışlı koşullar görülür. Küçük Buzul Çağı ve Orta Çağ Ilık döneminde Küçükçekmece Lagünü iklim kayıtları Avrupa’da izlenen kayıtlarla genel bir benzerlik gösterir (Akçer Ön ve ark., 2011).

1.2.4.Çalışma Alanının Morfolojik Özellikleri

İstanbul ilinin kurulu olduğu Çatalca ve Kocaeli yarımadaları aşınmış birer platodur. Bu platoların ortasından KKD-GGB doğrultusunda İstanbul Boğazı geçer.

İstanbul ili genelinde kayda değer yükseltilere de rastlanmaz. İldeki en yüksek üç nokta sırasıyla 537 metrelik Aydos Dağı, 438 metrelik Kayışdağı, 442 metrelik Alemdağ'dır. İl topraklarının % 74'ünü platolar, % 9,5'ini ovalar, % 16,1'ini ise alçak dağ ve tepeler kaplamaktadır. İlin en önemli gölleri olan Büyükçekmece, Küçükçekmece ve Durusu gölleri birer lagündür. İstanbul Boğazı'ndaki Haliç, Tarabya ve İstinye koyları ise ilde ria tipi (boğulmuş nehir-dere yatakları) kıyının en iyi örnekleridir. İlde, Marmara Denizi ve Boğaz'da irili ufaklı 11 adanın yanı sıra, Karadeniz'de ufak kayalıklar ve Haliç'te Bahariye Adaları yer alır. Çalışma alanı günümüz deniz seviyesinden 3-7 metre yükseklikte bulunmaktadır ve morfolojik olarak herhangi bir yükseltiye sahip değildir. Çalışma alanında Theodosius limanı, sur içindeki yegane akarsu olan Bayrampasa (Lycos) Deresi ağzında kurulmuştur. Dere sur dışında Maltepe yüksek alanındaki küçük derelerin, sel sularının birlesmesiyle oluşur. 'Sulukule Kapısı'ndan sur içine girer, küçük kollar alır. Önce doğu-batı yönünde akar, sonra dirsekle güneye yönelerek Yenikapı'dan Marmara Denizi'ne boşalır. Derenin ana vadi uzunluğu sadece 3,5 km'dir. Oysa akaçlama havzası sur içi yani eski yerleşim çekirdeğinin 1/3'nü kapsar. Vadi, 'eski' İstanbul'un başlıca meydanlarının ve sosyal yapılarının yakınından geçer. Vadi doğal olaylarla, insanların müdahalesi ile giderek değişmiş, nihayet 1960'lı yıllarda İstanbul'da göçlerle ortaya çıkan yoğun kentleşme ile tamamen silinmiştir (Erel ve ark., 2009). İstanbul kıyıları son biçimini 1100-8000 yıl önce gerçekleşen Marmara Denizi ve Karadeniz de oluşan su yükselimiyle almıştır (Stanley ve Blanpied, 1980; Ryan ve ark. 1997, 2003; Çağatay ve ark. 2000).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Arkeoloji ve Jeoloji İle İlgili Çalışmalar

Çalışma alanı, Kuzey Anadolu Fay Zonu etkisinde olması, ayrıca Marmara Denizi'ne kıyısı olması ve son olarak da metro çalışmaları sırasında ortaya çıkarılan arkeolojik buluntuların önemi açısından pek çok araştırmacıya konu olmuş ve halen de olmaktadır.

Kayan (1988), Marmara Denizi ve Ege Denizinde su seviyesi değişimleri bilinmektedir. Çalışma alanında izleri gözlenen su seviyesi değişimleri aşağıdaki çalışmada da gözlenmiştir. Geç Holosen deniz seviyesi değişimleri Anadolu'nun batı kıyılarında (Datça, Çanakkale) iki geniş alana ayrılarak çalışılmıştır. Jeomorfolojik buluntular haritalanmış ve buluntulardan yola çıkılarak Holosene ait olan kıyı çökelleri sondajlardan gelen bilgilerden de yararlanarak yorumlanmıştır. Arkeolojik verilerin temeline bağlı kalınarak, jeomorfolojik oluşumlar için kıyı çizgisi ve deniz seviyesi değişimleri çalışılmıştır. Batı Anadolu'nun diğer kıyı kesimlerinde deniz seviyesi değişimlerinde önemli paralellikler gözlenmiştir. Dalacak (Datça) Bölgesi için deniz seviyesi eğrisi yaklaşık 6000-5000 yıl önce koylar ve nehir ağzlarında hemen hemen bugünkü (yaklaşık 50 cm) seviyesindedir. Bununla birlikte bazı jeomorfolojik ve arkeolojik bulgular ile ilk yükselme seviyesinden sonra günümüzden önce 4. Yüzyıl boyunca deniz seviyesinin yaklaşık 2 m alçaldığı görülmüştür. Arkeolojik buluntular Dalacak'ta Eski Knidos kentini kuran Dorionlar'la bağlantılıdır. Kentin ilk limanı inşa edilirken deniz seviyesi yükselmekteydi fakat hala günümüzden biraz daha düşük seviyedeydi. Günümüzden 3000 yıl önceden beri deniz seviyesi şimdiki konumuna yükselmiştir.

Perinçek (1991), tarafından sismik veriler değerlendirilerek yapılan çalışmada Kuzey Anadolu Fayı'nın Üst Miyosen öncesinde Trakya Havzası'nda aktif olduğu belirtilmiştir. Söz konusu fay zonu kuzeydoğudan güneybatıya Kırklareli, Babaeski ve Lüleburgaz Fay Zonu olarak adlandırılmıştır. Bu 3 fay zonu Ergene Formasyonu çökmeden önce aktif olmuşlar ve bunların aktivitesine bağlı olarak Trakya Havzası'nda fay hatları ve bununla ilgili an-eşelon yapılar dolayında yükselme ve önemli miktarda aşınma gerçekleşmiştir. Bu aşınmaya bağlı olarak havzanın bazı kesimlerinde özellikle fay zonları boyunca Danişmen Formasyonu kısmen veya tamamıyla aşındırılmıştır. Aşınma sonrası çökelen Ergene Formasyonu'nun bazı alanlarda (Hamitabat Sahası) doğrudan Osmancık Formasyonu üzerine oturduğu görülür. Faylanmaya bağlı olarak gelişen yükselim alanlarında Danişmen Formasyonu'nun aşınmış olması dışında bu alanlar yapısal

yüksekliklerini korudukları için bu yükselimler üzerinde Ergene Formasyonu daha ince olarak çökelmiştir. Ergene Formasyonu çökeldikten sonra da söz konusu fayların hareketi devam etmiş ve bazı alanlarda Ergene Formasyonu'nun tabanındaki diskordans düzlemi kıvrımlanmıştır.

Gyllius (1997), 1544-1547 yılları arasında İstanbul'da bulunan Fransız doğabilimci ve gezgin Petrus Gyllius "İstanbul'un Tarihi Eserleri" isimli yapıtında Theodosius Limanı'nı şöyle betimlemiştir: "Theodosius Limanı, 16. yüzyılda Blanka günümüzde Langa denilen bostanların içindeydi, her yanda duvarla çevriliydi ve yedinci tepenin eteklerinde uzanan Marmara kıyı düzlüğünde yer alıyordu. Limanın ağzı doğuya bakıyor, bu yönden batıya doğru bir rıhtım uzanıyordu. Günümüzde söz konusu alan üzerinde 600 adım uzunluğunda ve 12 ayak genişliğinde surlar vardır. Liman doldurulmuş, geniş bostanlara yeşillik ekilmiş, çok az sayıda arbor (ağaç; gemi direği) dikilmiştir. Ağaçlardan Fabius'un dediği gibi yelken değil meyve sarkar; bostanlar, içlerinde yer alan ve kuşkusuz eski limanın kalıntıları olan suyu tükenmez çeşmelerden sulanırlar".

Müller-Wiener (1998), Günümüzde Langa Bostanı olarak bilinen alandaki Bizans Dönemi'ne ait limanın (*Portus Theodosiacus*) Bayrampaşa Deresi'nin (Lykos) taşıdığı alüvyonlar sonucu dolduğu ve Marmara Denizi'nden uzaklaşarak 1,5 km karanın içinde kaldığı belirtilmiştir.

Özdoğan (1999), Yenikapı' da yerleşim Neolitik Dönemi yansıtmaktadır. Aşağıdaki çalışmada Neolitik Dönem ile ilgili bilgiler verilmiştir. Anadolu ile Balkan kültür bölgeleri arasında yer alan Marmara Bölgesi, Kuzeybatı ve Doğu Trakya olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bölge, Balkanlar ve Anadolu'nun yanı sıra Ege ve Karadeniz kültürlerine de açık olduğundan, kültür tarihi içindeki yeri ve önemi sürekli olarak değişmiş, bazen coğrafi bölgeleri bağlayan köprü, bazen bunları ayıran bir engel oluşturmuştur. Ancak bölgenin kendine özgü bir kültürel kimliği de olduğu anlaşılmıştır. Bölgenin Üst Paleolitik Çağın ilk başlarına tarihlenen Klasik Aurignacien döneminden sonra, MÖ 7 bin yıllarında, avcı-balıkçı topluluklar tarafından yeniden iskân edilmeye kadar uzun bir süre boş kaldığı anlaşılmaktadır. "Ağaçlı Kültürü" olarak bilinen bu topluluklar, Epi-Gravette gelenekli minik aletleri, prizmatik dilgi çekirdeklerinden oluşan yontmataş aletleri ile Kuzey Karadeniz Mezolitik kültürleri ile yakından benzeşmektedir. Bunun hemen ardından bölgeye, tümü ile farklı bir yontmataş alet teknolojisine sahip olan, Anadolu kökenli bazı toplulukların geldiği, Çalca gibi buluntu yerlerinden anlaşılmaktadır. Olasılıkla bunlar ilk olarak az sayıdaki küçük gruplar halinde Çanak Çömleksiz Neolitik Dönem'de gelmişlerdir. Ancak bölgeye Neolitik öğelerin tam olarak yerleşmesi Fikirtepe kültürü ile başlamıştır.

Monokrom çanak çömleği ile belirlenen Fikirtepe kültürü, Ilıpınar (Bursa) gibi iç bölgelerde tümü ile Anadolu özellikleri göstermesine karşın, Marmara'nın kıyı şeridinde, yerli Ağaçlı kültürü ile kaynaşmış olarak ortaya çıkar. Fikirtepe Kültürü'nün oldukça uzun bir zaman dilimini kapladığı, kendi içinde en az üç aşama geçirdiği anlaşılmaktadır.

Magdalino (2000), Bu çalışmada Yenikapı'daki liman şu şekilde tanımlanıyordu: Liman, I. Theodosius (MS 379-395) tarafından, Roma İmparatorluğu'nun büyüyen yeni başşehirinin iâşesi için yaptırılmıştı. Derin, doğal bir koyun güney tarafına, doğudan batıya doğru uzanan bir dalgakıranın yapılmasıyla oluşmuştu; uçta, liman girişini gözetlemeye yarayan büyük bir kule vardı. Liman kompleksinde, diğer gereksinimlerin yanında bir de, İskenderiye ve başka yerlerden büyük gemilerle getirilen tahılın depolanması için silolar bulunuyordu; limanın büyük bölümünün mille dolduğu belirtilmiştir. 10. yüzyılda bile söz konusu silo, şehrin hala kullanılan tek silosuydu.

Müller-Wiener (2003), Bu çalışmaya göre; Theodosius Limanı, Lykos (Bayrampaşa) Deresi'nin Marmara Denizi'ne döküldüğü noktada bulunmaktaydı. Theodosius Limanı adı verilen ikinci yeni bir liman, muhtemelen I. Theodosius (379-395) tarafından 12. bölgede, kıyıda geniş girintili koyda yaptırılmıştır.

Algan ve ark. (2007), Yenikapı'da yürütülen Antik Theodosius Liman kazısında ortaya çıkan çökel istifini yaklaşık olarak 8000 yıl içinde çökelmiş olup, bu dönemde Marmara Denizi ve İstanbul Metropolü'nde meydana gelmiş ortam değişimlerini ve kültürel tarihçenin kayıtlarını içermektedir. Kazı alanında moloz dolgunun altında flüvyal ve denizel olmak üzere iki birim çökelmiştir. Moloz dolgu (P1), Bizans Dönemi'nden kalıntılar, Osmanlı Dönemi bostan toprağı ve çok yakın geçmişin kalıntılarını içermektedir. Moloz dolgunun altında yer alan flüvyal birim (P2) yaklaşık 1 m kalınlıkta olup 1950'lerin başına kadar bugünkü Vatan Caddesi boyunca akan Lykos Deresinin taşıyıp getirdiği kırıntılı malzemelerden oluşmaktadır. Flüvyal birimin hafif açılı olarak altındaki denizel birim (P3) ise sığ bir kıyı ortamını temsil eden, ince taneli çökellerin depolandığı sekiz birimden oluşmaktadır.

Asal (2007), Arkaik Dönem'den (MÖ 7-6. yy) itibaren MS 12-14. yüzyıla kadar İstanbul'un tarihi ve ticari faaliyetleri ile ilgili Yenikapı'daki buluntulardan da yola çıkılarak bilgiler vermiştir.

Çelik (2007), Yenikapı'daki yapılan kazılarda ele geçen buluntular, Geç Neolitik Dönem'den Osmanlı Dönemi'ne kadar yaşanan geniş zaman aralığına tarihlendirilmiştir. Tarih öncesi yerleşimi; mimari, küçük buluntular ve dönemin çevresel özellikleri göz önüne alınarak olası yaşam biçimleriyle anlatılmıştır. Demir Çağı buluntuları dönemin

göçleri açısından, Klasik Dönem'e tarihlenen buluntularsa göçler, ticaret ve Byzantion kentiyle ilişkileri açısından değerlendirilmiştir. Geç Roma ve Bizans Dönemleri, başkent Konstantinopolis ve kazı alanı içinde bulunan Theodosius Limanı'yla, limana gelen ya da limandan ayrılan gemilerin günlük yaşamları çerçevesinde anlatılmıştır. Osmanlı Dönemi'nde ise çeşitli sebeplerle dolmuş olan liman alanının değişen işlevinden bahsedilmiştir.

Çölmekçi (2007), Yazar Yenikapı kazı alanında, Marmaray ve Metro Projeleri kapsamında yapılan kazılar sonucu ortaya çıkarılan buluntularda, “teknoloji” konusu başlığı altında sınıflandırılabilen buluntuların, Bizans Dönemi'nden Osmanlı Dönemi'ne kadar olan süreci kapsayan arkeolojik tabakalarda bulunan aletler olduğunu belirtmiştir. Bu aletler, kullanıldıkları çağın denizcilik, balıkçılık ve günlük yaşam teknolojileri hakkında bilgi vermektedir. Bu aletler çoğu limana özgü yaşamın ihtiyaçlarından dolayı üretilmiş ve kullanılmışlardır. Demir çapalar, ağ ve olta ağırlıkları, tunç ağ mekikleri, iğne, kilit, olta iğnesi ve taş çapalar, pişmiş toprak kaplar ağırlıklar ile amfora kapakları gibi inorganik buluntularla birlikte, deriden yapılmış sandalet tabanları, ahşaptan yapılmış kemani matkap, tarak, kap kacaklar, kutular ve kaşıklar, tekstil kalıntıları gibi organik buluntular, hemen deniz kumuyla kapandığı için iyi korunmuş bir şekilde günümüze ulaşmıştır.

Gökçay (2007), Yenikapı kazılarında ortaya çıkarılan limandaki buluntular ve mimari buluntular hakkında bilgi vermiştir. Kazı alanında ortaya çıkarılan buluntular arasında limana ait iskele kazıkları da yer almaktadır. Bu kazıkların üst kısmında yer alan ve tsunami sonucu oluştuğu belirtilen (Perinçek ve ark. 2007) tabakanın üzerinde bulunan I. Iustiniaus'a (527-565) ait altın sikke, bu tabakayı MS 6 yy'a tarihlemektedir. Her iki alanda iskelelerin çevresinde bulunan çok sayıda at iskeleti ile bir deve iskeleti, limandaki taşımanın genelde yük hayvanlarıyla yapıldığını göstermektedir. Hayvan iskeletleri üstünde çalışmalar yapan Doç. Dr. Vedat Onar (Onar ve ark., 2008a) atların ağır yük taşımada kullanıldığını saptamıştır.

Gökgöz (2007), Bitirme tezi kapsamında kazı alanında gözlenen Kuvaterner ve Miyosen birimlerini detaylı olarak incelenmiştir. Kazı başlamadan önce alanda delinen ve Kuvaterner-Miyosen istifini kesen kuyuların korelasyonunu yapmıştır. Bölgede Holosen (Kuvaterner) yaşlı birimler ayrıntılı bir şekilde çalışılmıştır. Bölgede kazılar öncesi yapılmış olan 63 adet sondaj logundan 36 tanesi kullanılarak jeolojik enine kesitler çıkarılmıştır. Bu kesitlerle alttan üste doğru Trakya Formasyonu, Çukurçeşme Formasyonu, Güngören ve Bakırköy formasyonlarının korelasyonu yapılmıştır. Kazı alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti hazırlanmış ve Bizans teknelerinin içinde

bulunduğu 4. 5. ve 6. birimlerin detaylı incelenmesiyle birlikte teknelerin batma nedenlerini (tsunami, fırtına, deprem) ve nasıl korunduklarını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır.

Kayan (2007), Yenikapı kazı alanında gözlenen su seviyesi değişimleri Marmara Denizi'ndeki seviye değişimleri bakımından önemlidir. Marmara Deniz'inde görülen su seviyesi değişimlerinin izleri Ege Denizi'nde de aşağıdaki çalışmacı tarafından tespit edilmiştir. Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizine açıldığı GB ağzının güney kesimi, Troia arkeolojik yerleşim kalıntılarının da içinde bulunması nedeniyle çeşitli yönleriyle birçok araştırmaya konu olmuştur. Burada morfolojinin ana birimlerini çok yüksek olmayan iki plato yüzeyi oluşturur. Biga Yarımadası'nın en büyük akarsuyu olan Karamenderes, yarımada'nın orta kesimindeki Bayramiç-Ezine havzasının sularını topladıktan sonra bu plato üzerinde açtığı dik yamaçlı dar bir boğazdan (Araplar Boğazı) geçerek Troia önlerindeki delta-taşkın ovasına çıkar. Karamenderes taşkın ovası 50-100 m yükseklikteki plato sırtları arasında gelişmiştir. Karamenderes taşkın ovası bugünkü şekliyle Holosen'de gelişmiştir. Bunun ilk somut verileri 1977 yılında burada yapılan sondajlı araştırmalarla ortaya konmuştur. Buna göre, ovanın bugünkü yüzeyi altında, orta kesimde 30-40 m kadar derinlerde Holosen öncesi vadi tabanı ve muhtemelen Pleistosen'in daha erken dönemlerindeki transgresyonlara ait denizel sedimanlar bulunmaktadır. Holosen'de östatik olarak yükselen deniz, C^{14} verilerine göre, 10.000 yıl kadar önce eski Karamenderes yatağına sokulmuş, 7000-6000 yıl önce bugünkü seviyesine ulaşarak bütün vadi çukurluğunu kaplamış, Çanakkale Boğazından güneye doğru 4 km kadar genişlikte, 17 km kadar uzunlukta bir körfez oluşturmuştur. 1983 yılında Troia ve çevresinde Tübingen Üniversitesi (Almanya) tarafından başlatılan arkeolojik kazı ve araştırma projesi çerçevesinde bugüne kadar kesintisiz olarak yapılan jeomorfolojik araştırmalar ve alüvyal alanlardaki sayısı 300'ü aşan sondajdan sağlanan sedimantolojik bilgiler paleocoğrafya yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Genellikle 15-30 m arasındaki derinlere inilen bu sondajlardan sağlanan verilere göre bugünkü ova yüzeyi altında Holosen'e ait üç farklı sediman birimi bulunmaktadır. Bunlardan alttaki sığ deniz çamurları, üstteki taşkın ovası alüvyonlarıdır. İkisinin arasında denizel ortamdan karasala geçişi temsil eden ve çok çeşitli sığ delta kıyısı ortamlarında birikmiş bir katman bulunmaktadır. Sadece birkaç metre kalınlıktaki bu katman paleocoğrafya ve jeoarkeoloji bakımından önemli bilgiler içermektedir. Geçiş biriminin zaman içinde mekansal gelişimine ve C^{14} tarihlleme sonuçlarına göre deniz 6000-5000 yıl önceki sürede bugünkü seviyesinde kalmıştır. Bu sırada Karamenderes'in getirdiği alüvyonlarla dolan körfezin kıyısı hızla kuzeye doğru yer

değiştirmiş, delta kıyıları 4000-3000 yıl öncelerde Troia'nın batısına ulaşmıştır. Sedimentolojik veriler ve C¹⁴ tarihleri bu dönemde deniz seviyesinin 2-2,5 m kadar alçaldığını göstermektedir. Bu durum sığ delta kıyılarının daha hızlı karalaşmasına ve kıyı çizgisinin hızla kuzeye çekilmesine neden olmuştur. Milat yıllarına doğru tekrar bugünkü seviyesine yükselen deniz bu defa alüvyonlarla dolmuş bulunan ovada fazla içeriye sokulamamıştır. Kıyı çizgisinin Çanakkale Boğazına ulaşmasından sonra ise akıntıların sedimanları Ege Denizine sürüklemesi nedeniyle delta ilerlemesi durmuştur. Perinçek (2010 sözlü görüşme) Çanakkale Boğazı'nın Ege Deniz çıkışında boğazın güney sahilinde ters bir akıntının varlığını saptamış ve bu akıntının Karamenderes'in getirdiği alüvyonları Ege Denizine değil kuzeydoğu yönünde Erenköy (İntepe) Beldesi kuzeyindeki kıyılara taşıdığını söylemiştir. Jeoarkeolojik bakımdan başka bir önemli sonuç Troia batısında gelişen delta kıyılarının hiçbir zaman önemli bir liman olanağı sağlayacak doğal özelliklere sahip bulunmamış olmasıdır. Sedimentolojik veriler bu kıyıların hep çok sığ ve çamurlu olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni dar bir oluk şeklinde uzanan Karamenderes aşağı vadi çukurluğunun alüvyonlarla hızla dolması, sığ kıyıda dalga etkisi çok zayıf olduğu için alüvyal materyalin işlenememesidir. Bu durumda Troia'yı önemli bir liman kenti olarak değerlendirmek mümkün değildir. Zaten bu konuda arkeolojide ve tarihi kaynaklarda da yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Kocabaş ve Kocabaş (2007), Yenikapı kazılarında ortaya çıkarılan ve Bizans Dönemi'ne tarihlendirilen batık gemilerin yapım teknikleri, özellikleri ve kullanım amaçları ile ilgili bilgi verilmiştir.

Manning (2007), tarafından Yenikapı kazılarından elde edilen ve iskele kazıkları olarak kullanılmış olan meşe örnekleri üzerinde yapılan yıllık halka analizleri sonucunda, örnekler 11 ve 12. yüzyıllara tarihlenmiştir. Bu tarihlendirme kesin olmayıp, çalışmalar halen devam etmektedir. İlk sonuçlara göre, limanda 1092-93, 1104-05, 1145 ve 1175-76 tarihlerinde yenileme çalışmaları yapıldığı anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, meşe ağaçlarının aynı ormandan temin edildiği limanın yaklaşık olarak 30 yıl aralıklarla yenilendiği ve genişletildiği şeklindedir.

Meriç ve ark. (2007), Marmaray Projesi kapsamında Yenikapı'da, Metro ve Marmaray istasyonlarının kuruluş alanında, günümüz kıyı çizgisinden yaklaşık 1,5 km içeride yapılmış olan arkeolojik kazılarda 23 adet ve farklı boyutlarda gemi kalıntıları bulunmuştur. Yazarlar tarafından, o dönemdeki sığ denizel özelliklerini belirlemek amacıyla bunlardan birinin taban ve iç bölümünden alınmış olan güncel kumların zengin

bir foraminifer ve ostrakod içerdiği gözlenmiştir. Değinen fauna arasında çok sayıdaki sünger spiküllerine de rastlanmıştır.

Perinçek ve ark. (2007), Yazar tarafından Yenikapı kazı alanında 2005 yılında çalışmaya başlanmış, kazı ilerledikçe sürekli gözlem yapılmış ve 4 istasyonda tipik kesitler ölçülerek kazı alanının ilk defa genelleştirilmiş stratigrafi kesiti elde edilmiştir. En alttaki Miyosen yaşlı birim üzerinde 9 birim ayrılmıştır. Birimler ayrı ayrı incelenerek tanıtılmıştır. Birimler içerisinde 4 ve 6 numaralı birim üzerinde ayrıca durulmuştur. 4. düzeydeki çökellerin tsunami ile ilgili olduğunu gösteren veriler (karmakarışık bir halde ve hızlı çökmeyi işaret eden keramik parçaları, çakıllar, odun parçaları, kemik parçaları) bulunmuştur. Birim içinde bulunan odun parçaları tsunami ile ortama getirilen ağdalı malzeme içinde yüzmeye fırsat bulamadan matriks içinde gömülmüştür. Kazı alanında çalışan arkeologlar bütün bir deve iskeleti bulmuşlardır. Deve iskeletinin bulunduğu çökeller 4 nolu birime aittir. Deprem sonrası karaya ulaşan tsunami dalgaları, denize geri dönerken güzergahları üzerindeki deveyi de canlı olarak denize sürüklemiş ve deve suda asılı olan denizel ve karasal malzemeye karışarak gömülmüştür. Böylece ilk defa 6. yy da oluşmuş tsunami çökellerinin varlığı ortaya konulmuştur. 6. birim içerisindeki 8-11. yüzyıllar arasında liman alanı içinde batan gemilerin batma nedeninin fırtına olduğu belirtilmiştir.

Pulak (2007), Yazar tarafından Yenikapı’da kazılar neticesinde liman alanında ortaya çıkarılan batıkların 2 ana tekne tipine ait olduğu sonucuna varılmıştır. Bunlar ticaret gemileri ve kürekli uzun gemilerdir. Kazı alanında bulunan gemilerden detaylı çalışılanlarının 10. yy sonlarına veya 11. yy’ın başlarına ait olduğu belirtilmiştir. Bu buluntular teknelerin tipleri, teknelerin yapım teknikleri, kullanılan ahşap tipleri, kullanıldıkları dönemler, yapımlarında kullanılan aletlere dair verilere ulaşılmasına olanak sağlamıştır. Devam eden kazılarda ortaya çıkması beklenen batıklar da ayrıntılı olarak incelendiğinde ve yapım amaçları saptandığında, Konstantinopolis’in 4. yüzyılın başlarından 10. yy sonu veya 11. yy’ın başlarına kadar olan döneminde kullanımda olan Bizans gemileri ve gemiciliği hakkında daha önce hiç bilinmeyen verilere ulaşılacağına değinilmiştir. Bazı iskelelerin yapımında kullanılan meşe direklerin dendrokronolojik ya da ağaç halkalarına bağlı tarihlendirmelere göre, 15. yy’a ait olduğu anlaşılmıştır. Bir seri kazıktan dördünün 1420’lerde, beşinin 1430’larda, üçünün 1440’larda ve birinin de 1446’dan sonra kesildiği anlaşılmıştır (Kuniholm, Pulak arasında 2005 tarihinde yazılı görüşme)

Toksoy (2007), Yenikapı kazılarında inanç olgusuyla ilgili olarak Roma Dönemi'nden Osmanlı Dönemi'ne kadar uzanan geniş bir zaman aralığına ait çeşitli bulgulara (mezar taşı olarak kullanılan mermer heykel, üzerinde tapınak girişi betimlenmiş rölyefli bir kap parçası, Çarmıh'ta İsa figürünü, mezarlar, metro kazı sınırları içinde bir kilise ve kilise çevresinde mezar kalıntıları, 100 Ada olarak adlandırılan bölgede göze çarpan ve ilk örnekleri Mezopotamya kral mezarlarına kadar giden, hipoje olarak adlandırılan yeraltı mezar odaları, çok az sayıda da olsa mezar buluntusu olarak kemik ve bronz bir haç, bir ampulla ve bir gözyaşı şişesi, serpantininden yapılmış bir yassı balta “bunlar arasında sadece bronz haçın in situ olarak, iskeletin sol göğsünün üstünde bulunduğu, diğerlerinin ise mezarın çevresinden çıktığı belirtilmiştir”, bir deniz kabuğu içine aplike edilmiş kurşun mühür, Osmanlı Dönemi'ne ait genellikle duayla şiirlerin yazılı olduğu kaplar ve kazıma lale motifli seramikler) rastlanmıştır. Yazar ele geçen bu bulgulardan en çoğuna sahip olan Bizans Dönemi'nin inanç sisteminden genel olarak bahsederek, çalışma alanında inanca yönelik çıkarılan buluntular ışığında Bizans Dönemi'nde Yenikapı'nın dini inanışları hakkında bilgi vermektedir.

Algan ve ark. (2008a), Antik Theodosius Liman kazısının ortaya çıkardığı çökel istif jeolojik ortam değişimlerinin önemli kanıtlarını içermektedir. Bu istif yaklaşık 8000 yıl içinde çökelmiş olup, bu dönemde Marmara Denizi ve İstanbul'da meydana gelmiş ortam değişimlerini ve kültürel tarihçenin kayıtlarını içermektedir.

Algan ve ark. (2008b), Yazarlara göre; Yenikapı Antik Theodosius Limanı kazı alanında incelenen, geçmişin ortam değişim izlerini taşıyan istifin ve tarihi Lycos Deresi'nin, kıyı-önündeki uzantısını takip edebilmek amacı ile Yenikapı kıyı-önü deniz tabanının morfolojik özellikleri ve yüksek ayrımlı sığ sismik çalışma yapılarak deniz tabanındaki çökel istifinin özellikleri araştırılmıştır. Lycos deresi, Holosen deniz yükselimi ile boğulup bir koy haline geldikten sonra deniz altında kalan çökelleri dalga ve akıntılar ile işlenmiştir. Kıyıda açıkta yer alan sırt bu çökellerden yeniden işlenerek oluşmuş olabileceği gibi, deltanın önündeki çökel birimlerinin bir kalıntısı da olabilir.

Asal (2008), Antik kaynaklarda Theodosius Limanı ile ilgili birçok bilgi yer almasına rağmen İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından Yenikapı'da yürütülen Marmaray ve Metro kazılarında elde edilen buluntulara kadar elimizde somut arkeolojik veriler bulunmamaktaydı. İstanbul kurulduğu günden beri hemen her dönemde önemli bir liman şehri olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle Bizans İmparatorluğu'nun başkenti olduğu dönemden itibaren bu özelliği iyice pekişmiştir. Theodosius Limanı ise, kentin bu ticari faaliyetlerinin en yoğun olarak yaşandığı alanlarından biridir. Çok net bilgiler elde

edilemese de, kazılar sonucunda elde edilen erken dönem buluntularından, limanın bulunduğu alanda Arkaik Dönem’de de alanda bazı ticari faaliyetlerin olduğu anlaşılmaktadır.

Başaran (2008a), Tarihi dokuya sahip Üsküdar, Sirkeci ve Yenikapı’daki istasyonların kurulacağı bu noktalarda, inşa faaliyetlerinden önce yapılması gerekli olan arkeolojik kazılar, İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından 2004 yılında başlatıldı. Bu istasyonlardan Yenikapı’da sürdürülen kazı çalışmaları sırasında, arkeologlar Bizans Dönemi’nin Marmara Denizi kıyısındaki en önemli liman olan Theodosius Limanı’nı ortaya çıkarttılar. Limanın yeri arkeologlar tarafından yazılı kaynaklar, araştırmalar ve eski haritalardan bilinmekteydi. Ancak Bizans ekonomisinde önemli bir yere sahip olan bu limanın büyüklüğü, gerçek konumu ve geçmiş dönemlerine ilişkin belge ve bilgiler yetersizdi. Bu şansı yakalayan arkeologlar, yüzlerce yıl İstanbul’un sebze ve meyvesinin bir bölümünü karşılayan Langa Bostanları olarak bilinen bölgede yer alan Theodosius Limanı’nda, İstanbul tarihinin en büyük arkeolojik kazısını başlattılar. Başaran, makalesinde limandaki kazılarda çıkarılan buluntulardan, limanın aktivitesinden ve tarihinden söz etmiştir.

Başaran (2008b), Konstantinopolis’in oldukça iyi korunaklı ticaret limanlarından birisi olan Theodosius Limanı’nda ortaya çıkan gemiler, Lykos Deresi’nin yığıldığı mil içinde gömülü vaziyette bulundukları için, kısmen özgün biçimleri korunmuş durumlarıyla günümüze kadar ulaşmışlardır. Halen devam etmekte olan kazılarda Bizans Dönemi’ne ait binlerce arkeolojik eser açığa çıkarılmış bulunmaktadır. Şu ana kadar bulunan 34 adet gemi batığı dünyanın en büyük antik gemi koleksiyonunu teşkil etmekte; Bizans Dönemi denizciliği, deniz ticareti ve gemi yapım teknolojisinin gelişimine ait eşsiz bilgiler sunmaktadır.

Demirkök (2008), Yazar tarafından Marmaray Projesi kapsamında, Yenikapı ve Üsküdar İstasyonları’nda gerçekleştirilen kazılarda ele geçen çok sayıda yazıtlı malzeme arasından seçilmiş dört eser tanıtılmıştır. Sirkeci ve metro kazıları da dahil olmak üzere ortaya çıkarılan yazıtlar üzerine bütüncül bir değerlendirme yapıldığında, bu buluntuların, antik İstanbul’un, özellikle Roma, Geç Roma ve Bizans Dönemleri’ndeki sosyal yaşantısı, icra edilen meslekler ve inanç dünyasıyla ilgili olduğu kadar, bu dönemleri içeren prosopografi (Belirli bir tarihte bulunan bir grubun, o grubu oluşturan bireylerin, o bireylerin grupla ilişkilerini ve grubun diğer gruplarla ilişkilerini araştırılması yoluyla yapılan tarih yazımıdır) çalışmalarına da katkı sağlayacak ilginç veriler içerdiğini belirtmiştir.

Kızıltan (2008), Marmaray ve Metro Projesi kapsamında yürütülen Yenikapı kazılarında Neolitik Dönem'den başlayıp, kesintisiz olarak günümüze kadar ulaşan yaklaşık 25 bin eser bulundu. Neolitik ve Demir Çağı'na ait çanak, çömlek, ahşap ve taş aletler, Klasik Dönem'e tarihlenen skyphos, oinokhoe ve aryballos gibi kap çeşitleri, siyah astarlı kaplar, Roma, Bizans Dönemleri'ne ait sikkeler, koku şişeleri ve amforalar Geç Roma ve Bizans'a ait cam bardak ve kadehlerle pişmiş toprak kaplar, ahşap ve fildişi eserler, deri sandaletler ile Osmanlı çini ve seramikleri içinde bulundukları tabakaların tarihlenmesini sağladılar.

Kocabaş ve Kocabaş (2008), Yazarlara göre; Yenikapı batıkları; “yuvarlak gemi” olarak adlandırılan yük gemilerinin yanı sıra, kıyı denizciliği yapan orta ve küçük boyutlardaki gemiler ve balıkçı kayıklarına kadar değişik örnekleri içermektedir. Ayrıca, şimdiye kadar sualtı arkeologlarının çok nadir olarak karşılaştıkları “uzun gemi” olarak ta adlandırılan “çektiri sınıfı kürekli gemiler”, Bizans İmparatorluğu'nun deniz ulaşımındaki çeşitliliğini gözler önüne sermektedir. Zamanın dondurulmuş bir kesitini sunan Theodosius Limanı'nda bulunan gemiler, Antik Çağ ve Ortaçağ gemi yapım teknolojisi ve gelişimi konusunda da bilgi dağarcığımıza eşsiz katkılarda bulunmuştur.

Kocabaş (2008a), Marmaray ve Metro Raylı Ulaşım Projeleri kapsamında yer alan Yenikapı istasyon alanında, 2004 yılından bu yana İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından yürütülen arkeolojik kazılarda, MS 5-11. yüzyıllara tarihlendirilen 34 adet gemi batığı günışığına çıkartılmış bulunmaktadır. Toplam batık sayısının, alanın kuzeyinde halen devam eden arkeolojik çalışmalar sonucu artacağı öngörülmektedir. Dünyanın en geniş Ortaçağ batık gemi koleksiyonu olarak kabul edilen ve Bizans Dönemi gemi tipolojisi, gemi yapım teknolojileri ve bu teknolojilerin evrimine ilişkin eşsiz bilgiler sunan batıklar, Bizans İmparatorluğu'nun başkenti Konstantinopolis'in en büyük ticaret merkezlerinden biri olan Theodosius Limanı'nın, muhtemelen Lykos Deresi'nin sebep olduğu sedimentasyon sonucu işlevini yitirip karaya katılması sonucu günümüze kadar korunabilmiştir.

Kocabaş I. Ö. (2008c), Yazara göre, Marmaray-Metro kazı alanında bugüne kadar ortaya çıkarılan 31 batık, Erken ve Orta Bizans Dönemi'ne tarihlenen en büyük toplu gemi buluntusu olmasının yanı sıra, oldukça iyi korunmuş halde günümüze ulaşmaları nedeniyle de önem taşımaktadır. Formları ve *in situ* duruşları ile tamamen tanımlanabilir durumda olan Yenikapı batıklarına ait ahşap elemanların, orijinal gövde biçimleri, döşek ve posta kavisleri izlenebilmektedir. Çoğunun karina üzerine ve birkaçının da küpeştelerine kadar yükselen kaplamaları, özellikle tasarımları hakkındaki bilgileri bütünleştirmeye imkan

tanımış, yapım teknikleri üzerinde de şimdiye kadar bilinmeyen birçok veriye ulaşılmasını sağlamıştır.

Kuniholm (2008), Kuniholm tarafından çalışma alanındaki iskele kazıklarından alınan örneklerde yapılan analizlerle şu sonuçlar elde edilmiştir: Yenikapı kazılarında 2005 yılında ki kazılar sırasında ortaya çıkarılan iskeleden toplanan iskele kazıklarını oluşturan ağaçlar 1321-1445 tarihleri arasında kesilmiştir. 21 adet kazıktan birleştirme yapılarak 198 yıllık halka serisi elde edilmiştir. Bu halka serisi Kuzey Yunanistan'daki halka serisiyle karşılaştırılarak bazı kazıkların Karadeniz Bölgesi'nden Yenikapı'ya getirildiği saptanmıştır.

Onar ve ark. (2008a), 2004 yılında başlayan ve 58000 m²'lik bir alana yayılarak günümüzde de halen devam eden kurtarma kazı çalışmalarında çok sayıda antik gemi enkazı ve arkeolojik materyal yanında, alanın tümüne dağılmış olarak özellikle at başta olmak üzere yoğun bir şekilde eşek, sığır, koyun, keçi, domuz, köpek, kedi, geyik, yunus iskelet kalıntıları ile bir adet deve iskelet kemikleri ve balık kalıntılarına ulaşılmıştır. Bu iskelet kalıntılarının incelenmesiyle döneme ait hayvan popülasyonu, gözlenebilen hastalık ve anatomo-patolojik deformasyonları, yaş, cinsiyet, tüketim amacıyla kullanılıp kullanılmadıkları, hayvanların görünür morfolojik özellikleri gibi birçok veriye ulaşılması amaçlanmıştır.

Onar ve ark. (2008b), Metro ve Marmaray tüp geçitlerinin ana istasyon yeri olan Yenikapı kazı alanında, değişik kareraj ve kot seviyelerinde elde edilen ve kayıtları tutulan hem evcil hem de yabani hayvan iskelet kalıntılarının, alanın arkeolojik tarihlendirmesi ile ilişkisini ortaya koyabilmek amacıyla C¹⁴ tarihlendirmesi yapılmıştır. Alınan analiz sonuçları, alanın tümünden elde edilen kemik materyallerin Erken Bizans'tan Geç Bizans'a kadar değişen bir zaman dilimine ait olduğunu göstermektedir.

Dönmez (2008), 2005-2006 kazılarında Marmaray ve Metro'daki kazı alanında farklı yerlerden (kontekstlerden) (Dip not: arkeolojik buluntuların kontrollü kazısı sırasında, içinde keşfedildikleri üç boyutlu ortama verilen ad) alınan örnekler incelenmiş ve Marmaray ve Metro kazısı botanik buluntularının, ilgili tabakalarda dağınık ve karışık biçimde yer aldığı tespit edilmiştir. Buluntuların çoğu meyve bitkilerine aittir. Marmaray ve Metro kazısı botanik buluntularının içerisinde, bolluk açısından (adet olarak) incir ilk sırayı almaktadır.

Kocabaş (2008b), Yenikapı batıkları, günümüzde (Kasım 2009) 34'ü bulan sayısıyla, dünya üzerinde kazısı yapılmış batık alanları içinde, Bizans Dönemi'ne tarihlenen en büyük gemi ve tekne topluluğunu oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra

batıkların oldukça iyi korunmuş halde günümüze ulaşmaları nedeniyle de önem taşımaktadır. Formları ve yerinde (in situ) duruşları ile tamamen tanımlanabilir durumda olan ahşap elemanların, orijinal gövde biçimleri, döşek ve posta kavisleri izlenebilmektedir. Çoğunun karina üstüne ve birkaçının da küpeştelerine kadar yükselen kaplamaları, özellikle tasarımları hakkındaki bilgileri bütünleştirmemizi sağlarken, yapım teknikleri hakkında da eşsiz bilgiler sunmaktadır

Perinçek (2008a), İstanbul Boğazı'nın iki tarafını raylı tüp geçitle bağlayacak olan "Marmaray Projesi" için Yenikapı semtinde İstanbul Arkeoloji Müzesi yönetiminde devam eden kazılarda Bizans Dönemi limanı (Theodosius Limanı) ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın amacı; kazı alanında gözlenen stratigrafik istif anlamak, istif içinde izleri görülen doğal olayları tanımak, derlenen jeolojik girdilerin arkeolojik çalışmalara katkısını sağlayacak jeoarkeolojik verilere ulaşmaktır. Yenikapı kazı alanında çalışılan istif 9 ayrı birime ayrılmıştır. İstif 1. birimden 7. birime kadar transgresiftir. 7. birimden 8. birimin üst kesimine kadar ise regresiftir. Çalışılan çökeller günümüz öncesi son 8000 yılda çökelmiştir. Yenikapı'da, yapılan kazılarda ayrılan 9 birimden 6. yüzyıl, 7., 8., 9. yüzyıllara ve 10., 11. yüzyıllara tarihlenen 3 ayrı jeolojik katman içinde 32 dolayında batık gemiye rastlanılmıştır. 4. birim MS 557 yılında olan deprem ve bunun ardından oluşan tsunami dalgaları etkisi altında oluşmuştur. MS 553 ve 557 yılındaki deprem ardından, İstanbul'un denize çok yakın bazı semtlerinin tsunami dalgaları altında kaldığı düşünülmektedir. Bizans Dönemi'ne ait 25 dolayındaki geminin batma nedeninin ise İstanbul kıyılarını etkileyen çok güçlü bir fırtına olduğu sonucuna varılmıştır. Söz konusu fırtına izlerine 5. ve 6. birimler içinde rastlanır.

Perinçek (2008b), Yazar tarafından Yenikapı kazı alanında çok sayıda gözlem yapılarak ve 6 istasyonda kesitler ölçülmüş, kazı alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti detaylandırılmıştır. İnceleme alanında ayırt edilmiş bulunan 9 birim birbirinden farklı litoloji grupları ile temsil olunmaktadır. 1 numaralı birimin MÖ 6000'den daha yaşlı olduğu düşünülmektedir. En üstteki kültür toprağı ise MS 13-14. yüzyıllarda oluşan istif temsil etmektedir. Yenikapı'da, Metro ve Marmaray istasyonlarının inşa edileceği alanda yapılan kazılarda 30 dolayında batık gemiye rastlanılmıştır. 4 numaralı birimin oluşmasının sorumlusu, MS 553 yılındaki deprem ardından, İstanbul'un denize çok yakın bazı semtlerinin tsunami dalgaları altında kaldığı düşünülmektedir. Bizans Dönemi'ne (MS 10-11. yy) ait olan 25'ten fazla sayıdaki geminin batma nedeninin ise İstanbul kıyılarını etkileyen çok güçlü bir fırtına olduğu sonucuna varılmıştır.

Algan ve ark. (2009a), Kazı alanında moloz dolgunun altında sırasıyla akarsu (flüviyal) ve denizel olmak üzere başlıca iki tip çökel istifi bulunmaktadır. İstif bir plaj ile başlayan kıyı ve sığ bir deniz ortamını temsil etmektedirler. İstifin tabanında yer alan iri çakıllı-bloklı seviyedeki arkeolojik buluntular GÖ 8000-6000 yıllarında bölgede varlığı bilinen Neolitik Dönem Fikirtepe Kültürü'ne aittir. Bu dönem yerleşmesinin izlerinin bulunduğu kot, günümüzdeki deniz seviyesinden yaklaşık 6 m daha düşüktür. Kıyı ve sığ denizel bir fasiyesi temsil eden birimler bölgenin liman olarak kullanıldığı MS 4-7. yüzyıllara kadar çökelmeye devam etmiştir. Liman 6. yüzyılda ani ve güçlü bir kısa süreli olaydan etkilenmiş (tsunami veya fırtına dalgası) ve giderek sığlaşmıştır. 11. yüzyıldan sonra ise Lycos Deresi'nin taşıdığı alüvyonlar ile tamamen dolmaya başlamış ve kıyı çizgisi tekrar deniz yönünde ilerlemiştir.

Algan ve ark. (2009b), İstanbul (Yenikapı)'da Theodosius Limanı arkeolojik kazılarında, deniz seviyesi kayıtlarını içeren sedimanter istif, çevresel değişimler ve bölgenin kültürel tarihi keşfedilmiştir. İstifin altındaki çakıllar (8400-7300 yıl önce) bölgeye yerleşen Neolitik Kültür'ün arkeolojik kalıntılarını kapsamaktadır ve bugünkü deniz seviyesinden 6m altında yer almaktadır. Kazı alanı MS 4. yy dan en az 11. yüzyıla kadar liman olarak kullanılmıştır ve 11.yy dan sonra Lycos Deresi'nin sedimanları ile dolduğunu gösteren kıyı ortamını temsil eden sedimanlar çökelmiştir.

Erel ve ark. (2009), Yenikapı'da yürütülen çalışmalarda Osmanlı Yenikapısı olarak bilinen aynı alanda, yani Bizans Çağı'ndaki Vlanga veya Langa'da, Bizans Çağı'nın İstanbul'un Marmara kıyısındaki en büyük limanı olan Theodosius Limanı yer almaktadır. Bu liman, sur içindeki yegane akarsu olan Bayrampaşa (Lykos) Deresi ağzında kurulmuştur. Dere sur dışında Maltepe yüksek alanındaki küçük derelerin, sel sularının birleşmesiyle oluşur. Önce doğu-batı yönünde akar, sonra dirsekle güneye yönelerek Yenikapı'dan Marmara Denizi'ne boşalır. Derenin ana vadi uzunluğu sadece 3,5 km'dir. Oysa akaçlama havzası sur içi yani eski yerleşim çekirdeğinin 1/3'nü kapsar. Vadi doğal olaylarla, insanların müdahalesi ile giderek değişmiş, nihayet 1960'lı yıllarda İstanbul'da göçlerle ortaya çıkan yoğun kentleşme ile tamamen silinmiştir. Vadinin ağzındaki Theodosius liman alanı Neolitik Çağ'da bir bataklık iken, deniz seviyesinin yükselmesi ile birlikte günümüzden 6000-5000 yıl önce su altında kalmış ve arkeolojik bulgulara göre MS 300-400 yıllarından itibaren bir liman olarak kullanılmaya başlanmıştır. Liman dere ve deniz tarafından getirilen doğal çökeller ve yerleşimin artması ile kuzey yerleşim alanından gelen antropojenik atıklarla MS 1200 yıllarında tümüyle dolmuştur.

Meriç ve ark. (2009), Bu çalışmada Marmaray Projesi kapsamında Yenikapı ve yakın çevresinde yapılan kazılarda ortaya çıkan genç çökellerin foraminifer içeriği incelenmiştir. Bazı bentik foraminiferlerde ortamsal kirliliğin belirteci olarak morfolojik bozukluklar gözlenmiştir. Bu formlar sırasıyla; *Quinqueloculina seminula* (Linné), *Rosalina bradyi* Cushman, *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny), *A. tepida* Cushman, *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny), *Porosonion subgranosum* (Egger), *Elphidium complanatum* (d'Orbigny), *E. depressulum* Cushman, *E. macellum* (Fichtel ve Moll)'dur. 5. ve 12. yüzyıllar ile daha genç dönemlerde günümüz Vatan Caddesi'nin bulunduğu alanda Lycos Deresi'nin getirdiği Cr, Cu, Fe, Pb, Zn, Mn gibi ağır metallerin varlığının çevre kirliliğine neden olduğu düşünülmektedir.

Akçer Ön ve ark. (2011), Bu çalışmada, Küçükçekmece Lagünü çökellerinde Günümüzden Önce (GÖ) 1300 yıldaki iklim değişimleri ile Avrupa'da soğuk dönem olan Küçük Buz Çağı (GÖ 600-100) ve öncesinde yaşanan Orta Çağ Ilık Dönemi'nin (GÖ 1000-600) İstanbul'daki koşulların karşılaştırmasını amaçlamaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre Küçük Buz Çağı'nın (GÖ 600-100) GÖ 250-100 yılları arasındaki son bölümünde yağışlı; ilk bölümünde (GÖ 600-250 yılları arası) ise bölgede kurak koşulların egemen olduğu anlaşılmıştır. Buna göre, Ortaçağ Ilık Dönemi (GÖ 1000-600 yılları) ve Karanlık Çağ Soğuk Dönemi'nin (GÖ 1500-1000 yılları) son evresini içeren GÖ 1200-600 yılları arasında yağışlı ve GÖ 1300-1200 yılları arasında ise kuraktır. Küçük Buzul Çağı ve Orta Çağ Ilık döneminde Küçükçekmece Lagünü iklim kayıtları Avrupa'da izlenen kayıtlarla genel bir benzerlik gösterir.

Çiftlik (2010), Yazar Yenikapı Projesi kapsamında 3. birimden alınan numuneleri Yrd. Doç. Dr. Sevinç Kapan Yeşilyurt denetiminde bitirme tezi kapsamında değerlendirmiştir. 3. birimden alınan örneklerde Gastropoda ve Bivalvia sınıflarına bağlı olarak birimin paleontolojisi ve paleoekolojisi incelenmiştir. Alınan örneklerde Gastropoda ve Bivalvia sınıflarına ait tür ve cins tanımlamaları yapıldıktan sonra, cins ve türler istatistiksel olarak değerlendirilerek elde edilen sonuçlarla çalışma bölgesinin ekolojik özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Buna dayanarak Yenikapı'da 3. birimin çökeldiği dönemde Akdeniz-Karadeniz bağlantısının olduğu tespit edilmiştir.

Perinçek (2010a), Yazara göre inceleme alanında ayrılmış bulunan 9 birim birbirinden farklı litoloji grupları ile temsil olunur. Yaş tayinleri için yapılan çeşitli analizler ve arkeolojik veriler sonucu 1. birimin yaşı; MÖ 6200-6500, 2. birimin tabanından alınan yaşı; MÖ 5380-5030, tavanından alınan yaş ise MÖ 5190-4820, 3. birimin tabanındaki yaşı; MÖ 3800, 4. birimin yaşı; MS 5., 6., 7. yy, 5. birimin yaşı; MS

7., 8. ve 9. yy başı-ortası, 6. birimin yaşı; MS 9. yy sonu, 10. yy ve 11. yy başı-ortası, 7. birimin yaşı; MS 11. yy sonu-12. yy başı, 8. birimin yaşı; MS 12. yy ve 9. birimin yaşı MS 13.-14. yy olarak belirtilmiştir. Bataklık istifi ile temsil edilen 1. birim lagün-göl ortamında çökelmiştir. 2. birim günümüzden en az 7200 yıl önce başlayan Marmara Denizi'nin sularının yükselmesine bağlı olarak gelişen transgresyon sonucu çökelmeye başlamıştır. Deniz seviyesinin yükselmeye devam etmesi sonucu sığ deniz koşullarında 3. 4. 5. 6. birimler çökelmiştir. 6. birimden sonra kıyıya ulaşan akarsuların denize taşıdığı malzeme, dalga ve kıyı akıntılarıyla tekrar işlenerek taşınmış ve kıyı düzlüğünde birikmiştir. Bunun sonucu kıyı çizgisi deniz yönünde gerilemiştir. Bu dönemde deniz suyu seviyesi sabit olduğundan, kıyı boyunca biriken malzeme regresyona neden olmuştur. 8 numaralı birimi oluşturan katmanlar içinde rastlanan aşağı-aşma (down-lap) yapıları kıyı çizgisinin değişimini gösteren, regresyonu işaret eden verilerdir.

Algan ve ark. (2011), Marmara Denizi'nde İstanbul (Yenikapı) antik limanında geniş bir kurtarma kazısı yapılmıştır. Holosen boyunca kıyısal ilerleme ve transgresyonun açık bir kanıtını gösteren çökel istifi ortaya çıkmıştır. Holosen öncesi birimler çoğunlukla Miyosen temel birimleri ve bu birimin üzerine gelen bataklık çökellerinden oluşmaktadır. Kazı alanında stratigrafik ölçümleri ve litolojik özelliklere dayanarak toplam 16 lokasyonda yapay dolgunun altında 2 ana tip tortul istifi vardır. Yapay dolgu (P1) Bizans Dönemi'nin molozlarını, Osmanlı Dönemi'nin organik toprağını ve 20. Yüzyıl inşaat betonlarını içerir. Flüvyal- deltaik sedimanter istif (P2) yapay dolgunun altında yaklaşık 1 m. kalınlığa sahiptir. Özellikle iri taneli sedimanlar tarafından temsil edilir ve Lykos deresinin molozları depolanmıştır. Daha alttaki denizel istif 5 farklı birimden oluşur. (P3-P4-P5-P6-P7) ve yerel bir bataklık ile temelin üzerine oturmaktadır. Sedimanter istifin altında ve içinde gemiler, Bizans Dönemi'ne ait çok sayıda nesne ve Neolitik yerleşimin farklı kalıntıları ile gömülü mezarlar bulunmuştur. Bugünkü deniz seviyesinin 6 m altında bu çökel istifi ve Neolitik Döneme ait bilinen en eski yerleşim alanı bulunmaktadır. Bu yerleşim bulunduğu kot günümüz deniz seviyesinden 6 m daha düşük olup, yaklaşık 8-9 bin yıl önce kurulmuştur. Bu bağlamda söz konusu yerleşimin Fikirtepe Kültürü'nün başlangıç aşamasındaki Arkaik evreye ait olduğu anlaşılmıştır. Marmara deniz seviyesi bugünkünden 15-20 cm daha düşüktür. 6,8-7 bin yıl önce meydana gelen maximum deniz seviyesi ilerlemesi Lykos deresinin ağzında bir giriş oluşturmuştur. Kıyı ilerlemesi doğal limanın oluşumundan yaklaşık 3000 yıl sonra olmuştur. P5, P4, P3 birimlerinin çökmesi sırasındaki antropojenik faktörler ve kıyı ilerlemesi nedeniyle sedimentasyon hızlanmıştır.

Bony ve ark. (2011), Theodosius Limanı'nın dolayında çökelen sedimanter istif 7 m olup, denizel ve akarsu fasiyesinden oluşmaktadır. Sedimenter istifin denizel bölümünde yüksek enerjili ortamı yansıtan çökeller (4. Birim) MS 557 yılındaki deprem ve bunun ardından oluşan tsunami dalgaları etkisi altında oluşmuştur. 4. Birimin düzensiz fakat keskin bir alt dokanağı vardır ve kaba taneli genellikle kötü boylanmış sedimanlardan oluşur. Bu makalede bu fasiyesin bir bio-sedimentolojik analizi sunulmuştur. Bio-sedimentolojik materyaller yüksek enerjili stratigrafik istifin araştırılması için kullanılmıştır. Yüksek enerjili ortamı yansıtan birim kaba kum, çakıllar ve işlenmemiş materyallerle karakterizedir. Birimde ağaçlar, kemikler, mermer blokları, amfora parçaları, seramik, sikke, kavkılar ve bitki kalıntıları bulunmuştur. Birimin kalınlığı 10 ila 100 cm arasında değişir. Çalışmaya konu olan birimden alttan üste doğru alınan seri numuneleri bio-ortam analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre kesitin alt kesiminde sığ liman koşullarında yaşamış fauna gözlenmiştir. Bu düzey üzerine gelen kesimde ise açık deniz faunasının arttığı saptanmıştır. Daha üstteki istifte ise tekrar sığ kapalı liman koşullarında yaşamış faunaya raslanmıştır. Yazarlara göre kesitin ortalarında gözlenen açık deniz faunası tsunami dalgalarıyla açık deniz ortamından limana taşınmıştır. Temeldeki uyumsuzluk tsunami öncesi deniz suyunun geri çekilmesi sırasındaki erozyonu göstermektedir. Bu çalışma Bizans Döneminde Theodosius Limanı'nın en az bir tsunami olayından etkilendiğini göstermektedir.

Tunoğlu (2011), Çalışma alanı KB Türkiye'de Gelibolu Yarımadası'nda yer almaktadır. Bu çalışmada, Hamzaköy Formasyonu'nda 12 cins ve altcinsle ait 25 ostrakod türü tanımlanmıştır. Bunlardan bir cinsle ait 3 tür (*Costa edwardsii*, *C. tricostata*, *C. punctatissima*) sadece Tetis/Akdeniz biyosprovensi ile ilgili iken, sekiz cinsle ait 16 tür doğrudan Paratetis (özellikle Dasik, Pontik ve Öksinik Basenler) biyosprovensi ile ilişkilidir. Bilindiği gibi, Akdeniz/Tetis ve Karadeniz/Paratetis suları Kuvaterner boyunca birleşip ayrılmışlardır. Çalışılan birimler, Erken-orta Pleyistosen'de her iki farklı biyosprovensin geçiş yaptığı bir dönem boyunca depolanmışlardır. Denizel, acısu ve tatlısu cinsleri ve bunlara ait türler (ostrakod, foraminifer ve pelecypod toplulukları), Erken-orta Pleyistosen dönemi boyunca Gelibolu Yarımadası'nda her iki biyosprovensin canlılarının yaşadığını göstermektedir.

Yıldırım (2011), Kazı alanında arkeologlar tarafından ortaya çıkarılan arkeolojik buluntuların istif ile ilişkisi jeoarkeolojik çalışmalarla belirlenmiştir. Böylece MÖ 5500 veya 6500'den günümüze kadar geçen sürede oluşan istifin oluşum ortamı ve süreçleri belirlemeye çalışmıştır. Theodosius Limanı'na ait iskele kazıklarından alınan numuneler

üzerinde dendrokronolojik analizler yapmıştır. Yenikapı Theodosius Limanı için elde edilen ortalama kronoloji, Cornell Üniversitesi Yıllık Halka Araştırmaları Laboratuvarı tarafından hazırlanmış olan, 454-580 (± 20) yılları aralığında ve 126 yıl uzunluğunda YMT304 kronolojisi ile karşılaştırılmış ve tarihlendirilmiştir. Buna göre; Yenikapı örnekleri için oluşturulan YMS Kronolojisi 450-613 (± 20) yılına tarihlendirilmiştir.

2.2. Tsunami İle İlgili Çalışmalar

Tsunami olayları, ülkemiz için nispeten yabancı bir kavramdır. Büyük depremlerin sık yaşandığı Pasifik Okyanusu gibi bir su kütlesine kıyımızın olmaması bunun başlıca nedenidir. Bu nedenle ülkemizde tsunami dalga oluşumu sınırlıdır. Ayrıca her deprem tsunami dalgası oluşturmaz.

Bütün bunlara rağmen, geçmişte özellikle Ege ve Marmara Denizleri dolayında oluşan sismik aktivitelerin tsunami dalgaları oluşturduğuna dair işaretler vardır. Ege Denizi'nde depremlerin ve volkanik aktivitelerin (örneğin; MÖ 1627-1628 yılları arasında Ege Denizi'ndeki Kiklad takım adaları içinde yer alan volkanik adalardan biri olan Santorini Adası'nda meydana gelen patlamalar ve deprem tsunamiye neden olmuştur. Santorini'nin en tanınmış ve hem adayı hem de çevresini en fazla etkileyen bu püskürmeden eski Mısır kayıtlarında da söz edilmektedir. Günümüzde, Nil Deltası'nda ve Doğu Akdeniz tabanı ile Karadeniz'de Sinop açıklarında yapılan deniz dibi sondajlarında ayrıca Anadolu'da bazı göllerin tabanında yapılan sondajlarda Santorini'nin küllerine rastlanmaktadır (Yiğitbaşoğlu, 2003).

Soysal, (1985); Altınok ve ark. (2000), Yalçiner ve ark. (2002), Marmara kıyılarında en fazla etkilenen alanlar Kapıdağ Yarımadası (120/128), İzmit Körfezi (358, 447, 553, 557, 740, 989, 1754, 1999), İstanbul (477/480, 553, 557, 740, 989, 1344, 1509, 1646, 1766, 1894), Trakya kıyıları (1344), Mudanya (1766, 1763), Marmara Adası (1935) bölgeleridir.

Ambrassey ve Finkel (1995), Marmara Denizi çevresinde, MÖ 1500'den bu yana meydana gelen depremleri "The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review, 1500-1800" isimli bir katalogda toplamışlardır.

Yalçiner ve ark. (1999), Yalçiner ve ark. (2002), 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi sonrası İzmit Körfezi kıyılarında yaptıkları incelemeler ve görgü tanıklarının ifadeleriyle, küçük çapta da olsa bir depreşim (tsunami) dalgasının olduğu izlenimini edinmişlerdir.

Alpar ve ark. (2000), Marmara Denizi içinde gerçekleştirilen çeşitli deniz araştırmalarının sonuçları heyelan ya da göçme izleri değerlendirilerek incelenmiş, elde edilen sonuçlar anlatılmış, olası heyelan alanları olarak tanımlanan iki bölge için iki ayrı depreşim (tsunami) dalgası oluşumu ve hareketi modellenmiş, kıyılardaki dalga tırmanma yükseklikleri bulunarak sunulmuştur.

Alpar ve Yaltırak (2000), Özellikle depremler sırasında geometrik olarak Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzey koluna bağlı ve şelf yamaçlarının morfolojileri ile bütünleşik olan dekolmanlar harekete geçmekte ve şelf yamaçları üzerinde önemli denizaltı heyelanları oluşturmaktadır. Bu sualtı heyelanlarının yarattığı dalga hareketleri kıyı alanlarında etkili olmaktadır.

Altınok ve Ersoy (2000), Türkiye kıyılarında, tarihi kayıtlarda 3000 yıllık bir dönemde 90'dan fazla tsunami olayı kayıt edilmiştir. Türkiye kıyılarında veya yakınlarında meydana gelmiş olan tsunami dalgalarının sadece Marmara Denizi'ni etkileyen kısmı ile ilgili olarak bir liste verilmiştir (Çizelge 2.1). Bu liste, yayınlanmış olan çalışmalara dayanarak MÖ 1410±100 ile MS 1999 yılları arasında Türkiye kıyılarında veya yakınlarında meydana gelmiş tsunami olaylarının kayıtlarını içermektedir.

Çizelge 2.1. Türkiye kıyılarında veya yakınlarında meydana gelmiş olan tsunami dalgalarının sadece Marmara Denizi'ni etkileyen kısmı (Altınok ve Ersoy, 2000)

No	Tarih	Yer	Olabilirlik
1	1410+/-100 MÖ	Girit'in Kuzeydoğusu	3
2	1300	Çanakkale Bölgesi	2
11	120/128	Kapıdağ Yarımadası, İznik	2
15	325	İzmit Körfezi	2
17	344	Çanakkale Bölgesi	3
18	358.08.24	İzmit Körfezi, İznik, İstanbul	3
19	365.07.21	Doğu Akdeniz, Girit, Yunanistan, Adriyatik Kıyıları, İskenderiye, Batı Anadolu	4
20	368.10.11	İznik ve İstanbul çevresi	2
21	407.04.01	İstanbul	0
22	447.11.08	Marmara Denizi, İstanbul İzmit Körfezi, Marmara Adaları, Marmara ve Çanakkale Kıyıları	3
23	450.01.26	Marmara Denizi, İstanbul	2
24	477/480.09.24/25/26	Gelibolu, Çanakkale, İstanbul, İzmit	2
25	488.09.26	İzmit Körfezi	2
27	529 Kış	Marmara Bölgesi'nin Trakya Kıyıları	1
28	542 Kış	Trakya'nın Batı Kıyıları, Bandırma Körfezi	2
29	543.09.26	Kapıdağ Yarımadası, Erdek, Bandırma	3
30	553.08.15	İstanbul, İzmit Körfezi	2
32	555.08.15/16	İstanbul, İzmit Körfezi	4
33	557.12.14	İstanbul, İzmit Körfezi	2
34	715	İstanbul, İzmit Körfezi	1

35	740.10.26	Marmara Denizi, İzmit, İzmit Gölü	3
38	975.10.26	İstanbul, Trakya Kıyıları	3
39	989	İstanbul, Marmara Kıyıları	3
40	990	İstanbul, Marmara Denizi Kıyıları	1
41	1039.02.02	İstanbul, Marmara Denizi Kıyıları	0
42	1064.09.23	İzmit, Bandırma, Mürefte, İstanbul	3
48	1332.02.12	Marmara Denizi, İstanbul	2
49	1344.10.14	Marmara Denizi, İstanbul, Trakya Kıyıları, Gelibolu	3
55	1509.09.10	İstanbul Marmara Denizi Kıyıları	4
56	1577.07.17	İstanbul	1
60	1646.04.05	İstanbul	3
63	1672.02.14	Bozcaada Kos Adası	2
66	1751.08.15	İstanbul	0
68	1754.09.02	İzmit Körfezi, İstanbul	1
69	1766.05.22	İstanbul Marmara Denizi Kıyıları	4
72	1829.05.23	İstanbul, Gelibolu	4
82	1878.04.19	İzmit, İstanbul, Marmara Denizi	3
83	1878.05.10	İzmit, İstanbul, Bursa	2
85	1893.02.09	Kuzey Ege Kıyıları, Trakya Kıyıları, İskenderiye	4
86	1894.07.10	İstanbul	4
94	1963.09.18	Doğu Marmara, Yalova, Karamürsel, Kılıç, Armutlu, Mudanya, Gemlik Körfezi	4
95	1968.02.19	Kuzey Ege Denizi	4
97	1999.08.17	İzmit Körfezi	4

Bu çizelgenin son sütunundaki olabilirlik kriterleri;

(0) (Olanaksız): Olay kayıtlara geçirilmiş ancak doğrulanması olanaksız ve genel kabul görmemiş.

(1) (Şüpheli): Doğrulama için yetersiz bilgiler ve kanıtlar vardır..

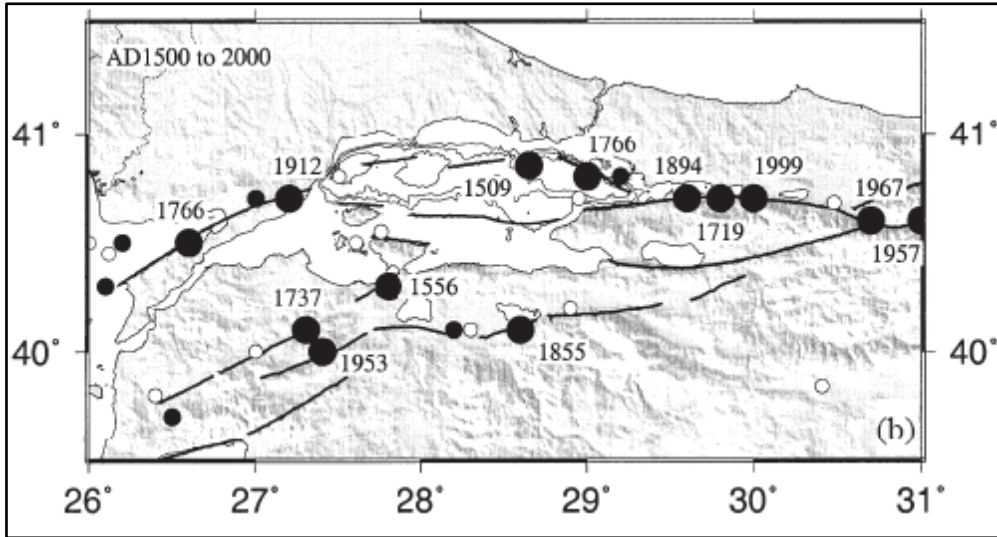
(2) Kayıtlara geçmiş olağan tsunami dalgaları, çeşitli katalog ve kaynaklarda verilmiş. Ancak kaynaklar çelişkili veya sadece bir kaynak ile şüpheli şekilde doğrulanmış.

(3) Kaynaklar özel ve inandırıcı ancak oluşma tarihi eski: Bazı katalog ve kaynaklarda çelişkiler var. İnandırıcı raporlar ancak sınırlandırıcı raporlar tarafından doğrulanıyor.

(4) Büyük kesinlikle olmuş tsunami olayları genellikle son zamanlarda gerçekleşmişlerdir. Çeşitli inandırıcı kaynaklar mevcut: Tarihi kayıtlar, çeşitli yazarların el yazmaları, arşivler, biyografiler, özel yayınlar, magazin, raporlar olarak tariflenmiştir.

Çizelge 2.1'den de anlaşılacağı üzere Türkiye çevresindeki tsunami dalgalarının önemli kısmı Marmara Denizi'nde İstanbul ve İzmit Körfezi yakınlarında meydana gelmiştir (Altınok ve Ersoy, 2000).

Çizelge 2.1'de verilen tsunami olaylarının kronolojisi dikkatle incelenirse; 6. yy'da meydana gelmiş olan tsunami olaylarının frekansının dikkate değer şekilde arttığı gözlenir.



Şekil 2.2. Marmara Bölgesi'nde 1500-2000 yılları arasında meydana gelmiş depremler (Ambraseys ve Jackson, 2000).

Parsons ve ark. (2000), Tarihsel depremler üzerinde yaptıkları çalışmalarla Marmara Denizi içerisindeki fayların tekrarlanma aralıklarını araştırmış ve bunları GPS verileri ile denestirerek Marmara Denizi'nde deprem tekrarlanma zamanının yaklaştığı sonucuna ulaşmışlardır. Bulunan sonuçlar **Parke ve ark. (1999)**'nin sismik araştırmalardan elde ettiği sonuçlarla karşılaştırılarak İstanbul'da şiddetli bir deprem oluşturmaya uygun 4 fay belirlenmiştir. Bunlar Yalova, İzmit, Adalar ve Orta Marmara Fayları'dır. Bu araştırmacılar diğer yandan tekrarlanma zamanlarından tahmin edilen zamana bağlı olmayan Poisson Olasılığını da hesaplamışlar ve Marmara Denizi içerisindeki gelecekteki 30 yıl içinde büyük bir deprem olma olasılığını ~%25 olarak hesaplamışlardır. Üzerinde gerilimin arttığı fayların, gerilimi değişmemiş diğer faylardan daha önce kırılacağı göz önünde tutularak, deprem olasılık hesaplarına gerilim transferi de eklenmiştir. Buna göre İstanbul'da önümüzdeki 30 yıl içerisinde kuvvetli bir sarsıntının (yer sarsıntısı ivmesi 0.34-0.65g) olma olasılığı % 62±15 olarak hesaplanmıştır. Bu oran önümüzdeki 22 yıl için %50±13 iken, önümüzdeki 10 yıl için ise %32±12 olarak belirlenmiştir. Üzerinde tartışma olmakla birlikte deprem senaryolarında Marmara Bölgesi'ni etkileyecek bir depremin büyüklüğü $M_w=7.5$ olarak alınmaktadır.

Yalçiner (2000), Tarihsel depremlere bakıldığında Marmara Denizi ve çevresinde oluşan depremler sonucunda Marmara Denizi'nde beklenecek olan tsunami dalgalarının oluşma olasılıkları önem kazanmaktadır. Türkiye kıyılarında 3000 yılı aşkın bir süre içerisinde tsunami sayısı 90 kadardır. İncelendiğinde bu tsunami dalgalarının üçte biri kadarının Marmara Denizi çevresinde olduğu anlaşılır. 17 Ağustos 1999 depreminde, oluşan fay kırığı düşey bileşen göstermekte ise de genel olarak doğrultu atımlıdır. Doğrultu

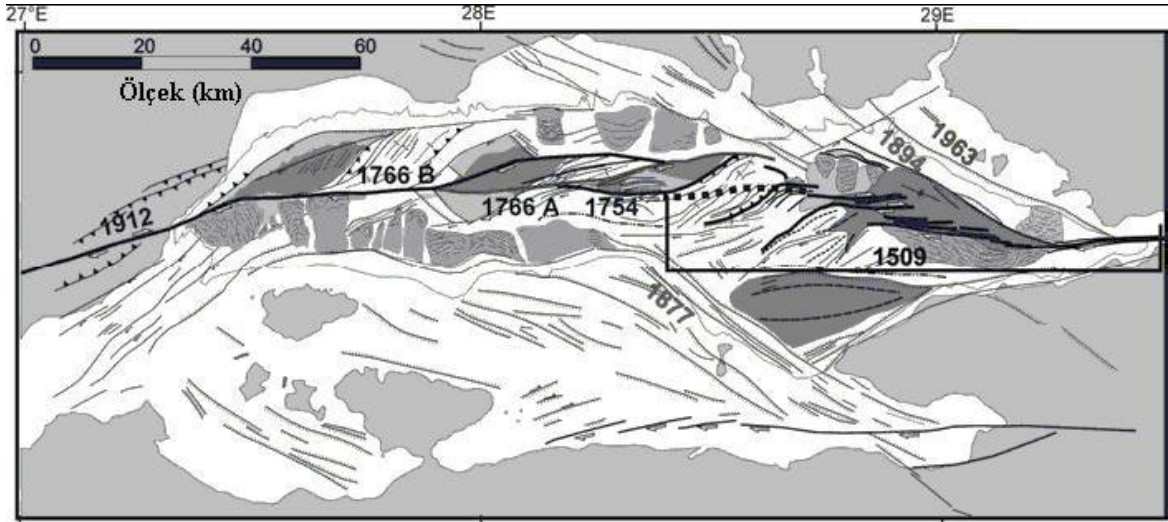
atımlı faylar tsunami dalgası yaratmazlar. Ancak bu tür fayların başladığı ya da bittiği yerlerde, pull-apart (çek-ayır) mekanizması nedeniyle oturmalar oluşan bölgelerde veya fayın kıvrım yaptığı yerlerde düşey hareketler oluşabilmektedir. 17 Ağustos 1999 depreminde fay kırılması, Kavaklı, Gölcük, Yüzbaşılar, Değirmendere ve Halidere arasındaki bölgede kıyıya çok yakın geçtiğinden hasarlara neden olmuştur. İzmit Körfezi ve çevresinde depremin yarattığı zemin hareketleri, katı ve sıvı ortamların birbiri ile önemli etkileşimlerine neden olmuş, kıyılarda ve deniz tabanında birbirini tetikleyen sivilaşma, kayma, göçme ve heyelan biçiminde hareketler yaratmıştır.

Altınok ve ark. (2001), Imamura ve ark. (1999), Yalçınar ve ark. (2001), 17 Ağustos 1999 yılında meydana gelen $M_w=7.4$ büyüklüğündeki deprem ile Gölcük kıyı şeridinde değişimler meydana gelmiştir. Güney Marmara Denizi kıyılarında çökmeler olmuş, İzmit Körfezi'nin merkezi kısımlarına etki eden küçük genlikli (2.6 m) tsunami dalgaları gözlenmiştir.

Ambraseys (2001), 10 Temmuz 1894 yılında meydana gelen deprem çok geniş bir alanda hissedilmiş ve İstanbul'da ağır hasara neden olmuştur. Marmara sahillerinde deniz önce 200 m geriye çekilmiş, sonra şiddetli dalgalar halinde karaya vurmuş, kıyılardaki kayıklar, tekneler parçalanmıştır. Kent, büyük bir yıkıma uğramıştır. Kapalı Çarşı çökmüş, Tarihi Yarımada'daki tüm yapılar ya ağır hasar görmüş ya da yerle bir olmuştur.

Ambraseys, (2002); Hébert ve ark. (2005), Yalçınar ve ark. (2002); Bir iç deniz olan Marmara Denizi'nde yaşanmış ve sayıları otuzu aşan tsunami ile ilgili depreşim dalgası modellemeleri değişik çalışmalara konu olmuştur.

Yaltırak (2002), Marmara Denizi için en önemli yanılğı, yalnızca fay karakterlerine dayanan modellerle tsunami olacağının söylenmesidir. Oysa denizaltı heyelanları tsunami oluşumları için çok büyük tehlikedir. Bu nedenle heyelan faktörünü gözardı eden çalışmalar, Marmara Denizi için tsunami potansiyelini ortaya koymakta yetersiz kalabilmektedir. Marmara Denizi için tsunamilerin en önemli oluşturucusu denizaltı heyelanlarıdır. Marmara Denizi içerisinde, güney kesiminde 10, kuzey kenarda ise 7 büyük denizaltı heyelan bölgesi saptanmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Marmara Denizi'ndeki Potansiyel Heyelan Alanları. Gri renkli alanlar Marmara Denizi'nde tsunami yaratabilecek heyelanları göstermektedir (Yaltırak, 2002).

Altınok ve ark. (2003), 17 Ağustos 1999 depremi öncesi kısa zamanlı olarak denizin Heybeliada kıyılarında da çekildiği gözlenmiştir. Deprem sonrası denizin normal seviyesinden 2 m daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Tüysüz (2003), İzmit'te meydana gelen iki depremden (1719 ve 1999), bu bölgede yaklaşık her 280 yılda bir deprem olduğu sonucuna varılır. Yalova Fayı üzerinde Mayıs 2000'de meydana gelen üç depremden (1509, 1719 ve 1894), burada yaklaşık deprem tekrarlanma süresinin 190 yıl olduğu ortaya çıkar. Adalar ve Orta Marmara Faylarında ise, sırasıyla 1766 ve 1509 yıllarında birer deprem olduğu belirlenmiştir. Hesaplamalar Adalar Fayı için yaklaşık 210 yıl, Orta Marmara Fayı için yaklaşık 450 yıllık bir deprem tekrarlanma aralığını ortaya koymuştur.

Ergintav ve ark. (2006), Kuzey Anadolu Fay (KAF)'ının kuzey kolunu içeren Marmara Denizi özellikle 1999 depremi sonrası beklenen depremin olacağı yer açısından, önemli bir konuma sahiptir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan birçok çalışmada gösterildiği gibi bu bölge salt depremlerin tahrip edici sonuçlarına değil, depremler sonucu oluşan tsunamilerden dolayı da yıkıcı etkilere de maruz kalmıştır. Bu çalışmada, Marmara Denizi'nde geçmişte olmuş olan depremler ve tsunamiler ışığında seçilen örnek zonlarda, deprem kaynaklı ve heyelan kaynaklı tsunamiler sonucu oluşabilecek tehlikeyi tanımlamak üzere farklı senaryolar ele alınmıştır. Senaryolar için, kaynağın deneysel çalışmalar sonucu tanımlandığı, ortaya çıkan dalga hareketinin sonlu farklar ile çözülmesine dayanan sayısal bir modelleme tekniği kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Marmara Denizi'nde olası bir tsunami tehlikesinin ne kadar güvenlikle var olan bilgiler ışığında modellenebileceğini,

olası tsunami kaynağının ana mekanizmasını ve oluşan tehlikenin boyutunu vurgulamak üzere sorgulanmıştır.

Perinçek (2007, 2008a, 2008b ve 2010), yukarıda tsunami ile ilgili olarak yapılan çalışmalar ve yorumlara ilk defa somut verilerle kanıt sağlamıştır. Yazar tarafından kazı alanında ayırtlanan 4. birimin bir bölümünün tsunami sonrası çökeldiği ileri sürülmektedir. Birim denizel ve karasal malzemenin düzensiz karışmasından oluşmuştur ve bol miktarda arkeolojik buluntu içerir. 4 numaralı birim içinde tane boyunun yer yer küçüldüğü, birimin bazı alanlarda çakıllı çamur, kumlu çamur ile temsil edildiği görülür. Bazı alanlarda ise çamur hiç görülmez veya çok azdır; birim sadece keramik parçaları, yuvarlak, asyuvarlak çakıllar ve karadan getirilmiş köşeli taş parçaları içerir. Birimdeki çamurlu düzeyler içinde bütün olarak dört at ile bir deve iskeleti bulunmuştur Söz konusu birimin önemli bir jeolojik olayı takiben çökeldiği düşünülmektedir. Perinçek, bu önemli olayın deprem sonrası tsunami olabileceğini belirten verilerden söz etmektedir.

Birimin alt sınırı keskin ve düzensizdir. Daha önce çökelmiş olan 3 numaralı birimin denizaltı akıntılarıyla aşındırıldığını gösteren veriler vardır. Akıntıyla kazıma sonrası oluşan kanal ve kanalcıklar aşınmayı takiben 4 numaralı birimin malzemesiyle dolmuştur. Söz konusu kanallar tsunami sonrası oluşan deniz tabanı akıntılarıyla kazılmış olabilir.

Yenikapı kazı alanında denizel kum içinde çok sayıda, farklı birimler içinde iskele kazığı bulunmuştur. 4. birim içindeki kazıkların çoğunluğu, bu birim üzerine gelen 5. birimin sınırında sonlanmaktadır. İskele kazıklarını aynı hizadan tahrip eden doğa olayının tsunami olduğu ileri sürülmüştür.

4 numaralı birim içinde önemli oranda tahrip olmuş gemi enkazı ve işlenmiş ahşap (iskele kazıkları) bulunmuştur. İki noktada görülen gemi enkazları olasılıkla tsunami dalgasıyla karaya taşınmış ve daha sonra denize dönen suyla birlikte limana getirilmiştir. Bu işlem sırasında gemiler önemli oranda parçalanmıştır. Bu nedenle kazı alanında görülen ve daha üstte yer alan MS 7., 8., 9. ve 10., 11. yüzyıllara ait gemilere göre 4. birim içindeki gemiler daha çok tahrip olmuşlardır. 4 numaralı birime ait gemi enkazı yakınında çok az buluntu vardır. Buluntular gemi enkazı ile doğrudan ilişkili olmadan birim içinde her yerde görülür. Kazı alanının bir kesiminde enkaz olmadığı halde yüze yakın sayıda pişmiş toprak kandil bulunmuştur. Bu kandillerin gemiden değil de, limandaki kandil satışı yapan tezgâhtan tsunami dalgası ile denize taşındığı düşünülmektedir (Perinçek 2008a,b).

4. birimin oluşmasının sorumlusu tsunami dalgalarıdır. MS 557 yılındaki deprem ardından, İstanbul'un denize çok yakın bazı semtlerinin tsunami dalgaları (Perinçek 2008a, 2008b, 2010a) altında kaldığı düşünülmektedir.

Kılınç ve ark. (2009), Bu çalışmada kuzeydoğu Marmara kıyılarına yakın bölgede bulunan denizaltı heyelan bölgesindeki bir hareketlenme durumunda oluşabilecek dalga hareketleri ve bunların kıyıya etkiler incelenmiştir. Çalışma kapsamında, öncelikle heyelan bölgesinin analizi ve çeşitli heyelan alternatifleri ile bu alternatiflerin su yüzeyinde oluşturacakları dalga genlikleri analitik model kullanılarak hesaplanmış ve yüzeyde oluşacak dalgaların Tuzla kıyılarına kadar olan seyri ile kıyıdaki davranışı da nümerik modeller kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmanın bu makalede sunulan kısmında Tuzla kıyılarında her biri farklı özelliklerde bulunan 30 farklı noktada oluşan tsunami yükseklikleri hesaplanmıştır. 13 değişik heyelan hızı için simülasyon yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre literatürde başka araştırmacılar tarafından ulaşılan değerlere yakın maksimum dalga yüksekliği değerleri elde edilmiştir. Tuzla yarımadası civarında muhtelif noktalarda 5-6 metre yüksekliğinde maksimum dalga yüksekliği değerleri elde edilmiştir. Başka araştırmacıların aynı heyelan kütesinin hareketi için bu bölgede elde ettiği sonuçlar da 5.5 metre civarındadır. Yalçiner ve ark., 2002 yılında aynı bölgedeki çamur kayması ile ilgili yaptıkları çalışmada buna yakın sonuçlar bulmuştur. Tarihi kayıtlarda 1509 depremi sonucunda Yenikapı surlarını aşan 6 metrelik dalgalardan bahsedilmektedir (Altınok ve ark., 2001), ayrıca bundan önceki çalışmalarda İstanbul kıyılarında 5-6 metre yüksekliğinde tsunami dalgalarının oluşabileceği görülmüştür (Yalçiner ve ark., 2002). Bu çalışmada farklı bir yaklaşım kullanılarak tarihi kayıtlarda bulunan ve başka araştırmacılar tarafından da bulunan 5-6 metre tsunami dalga yüksekliği oluşabileceği sonuçları teyit edilmiştir. Bu yükseklikte hatta daha yüksek değerlerde tsunami dalgalarının topografya ve heyelan merkezine uzaklığa göre belirli noktalarda oluşabileceği analitik ve nümerik matematiksel modeller ile ispatlanmıştır.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Yenikapı (İstanbul) Kazı Alanının Sedimentolojisi ve Jeoarkeolojisi : İstifteki Doğal Olayların (Tsunami-Fırtına-Sellenme) İzlerinin Araştırılması konulu Yüksek lisans tezinin hazırlanması amacıyla yapılan bu çalışma, arazi ve büro çalışmaları olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında çalışma alanında Neolitik dönemden günümüze liman ve çevresindeki jeolojik ve arkeolojik birimlerin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymak için kazı alanının batısında ve doğusunda ölçümler yapılmıştır.

Yapılan ölçümlerde paleosismolojik çalışmalarda uygulanan trenç (hendek) yüzeyi çalışma yöntemleri uygulanmıştır. Öncelikle ölçümlerin yapılacağı kazı alanının batısındaki kazı kesitinin yüzeyi temizlenmiştir. Daha sonra yatayda (1 m.) ve düşeyde (50 cm.) belirli aralıklarla çekilen ipler yardımıyla kesit, ölçekli şekilde, kare veya dikdörtgenlere bölünmüştür (Şekil 3.1). Kazı alanının doğusunda yapılan kesitte ise kesit yüzeyi temizlendikten sonra yatayda (1 m.), düşeyde (2 m.) aralıklarla ipler yardımıyla kesit ölçekli şekilde, kare ve dikdörtgenlere ayrılmıştır (Şekil 3.2). Ölçeklendirme yapıldıktan sonra her kare veya dikdörtgen içerisinde kalan alan gerek stratigrafik değişiklik, gerekse arkeolojik bulguları gösterecek şekilde, tüm ayrıntılara dikkat edilerek, milimetrik kağıda çizilmiştir.

Çalışma alanı arkeolojik bir kazı alanı olduğu için istif içerisinde Neolitik Çağ, Erken Demir Çağı, Arkaik Çağ, Klasik Dönem, Hellenistik Dönem, Roma Dönemi, Bizans Dönemi ve Osmanlı Dönemleri'ne ait çok sayıda buluntuların yerinde gözlemleri yapılarak istif ile ilişkisi jeoarkeolojik çalışmalara ortaya çıkarılmıştır.

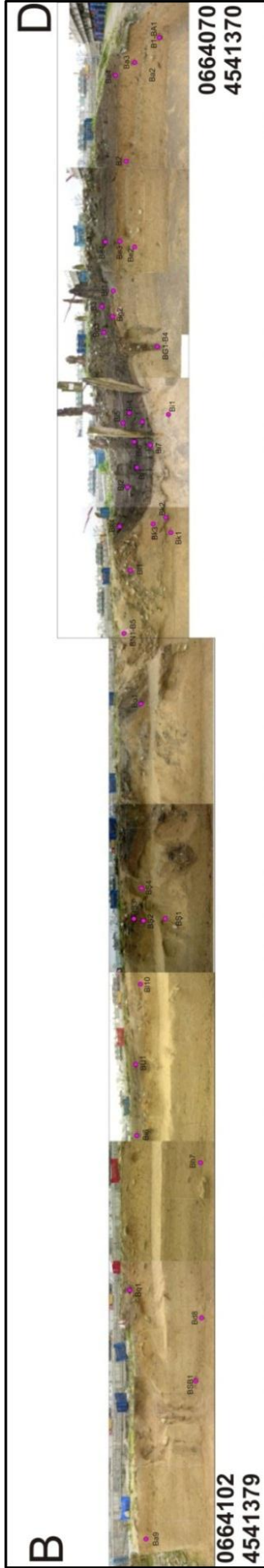
Ayrıca gerek arkeolojik ve mimari kalıntılardan, gerekse organik madde ve organizma kalıntılarından (ağaç, keramik, kemik, diş, kavkı, vb) örnekler alınmıştır. Bu örneklerin istifteki yeri ve konumları GPS yardımıyla hassas bir şekilde belirlenerek kesite işaretlenmiştir (Şekil 3.3 ve 3.4). Örnekler, İstanbul Arkeoloji Müzeler Müdürlüğü görevlilerince kontrol edildikten ve gerekli izinler alındıktan sonra analizleri yapılmak üzere yurt içi ve yurt dışındaki ilgili laboratuarlara gönderilmiştir.



Şekil 3.1. Kazı alanının batısında stratigrafik, sedimantolojik ve arkeolojik ölçümlerin yapılması için kesit yüzeyi temizlenmiş ve düşey-yatay iplerle ölçeklendirilmiştir. (Bakış yönü kuzeyden güneye).



Şekil 3.2. Kazı alanının doğusunda stratigrafik, sedimantolojik ve arkeolojik ölçümlerin yapılması için kesit yüzeyi temizlenmiş ve düşey- yatay iplerle ölçeklendirilmiştir (Bakış yönü güneyden kuzeye).



Şekil 3.3. Kazı alanının batısındaki kesitte 3 ve 4. birimlerden alınan örneklerin yerleri işaretlenmiştir. (Bakış yönü: Kuzeyden Güneye)



Şekil 3.4. Kazı alanının doğusundaki kesitte 5, 6 ve 7. birimlerden alınan örneklerin yerleri işaretlenmiştir (Bakış yönü: Güneyden Kuzeye).

3.2. Büro Çalışmaları

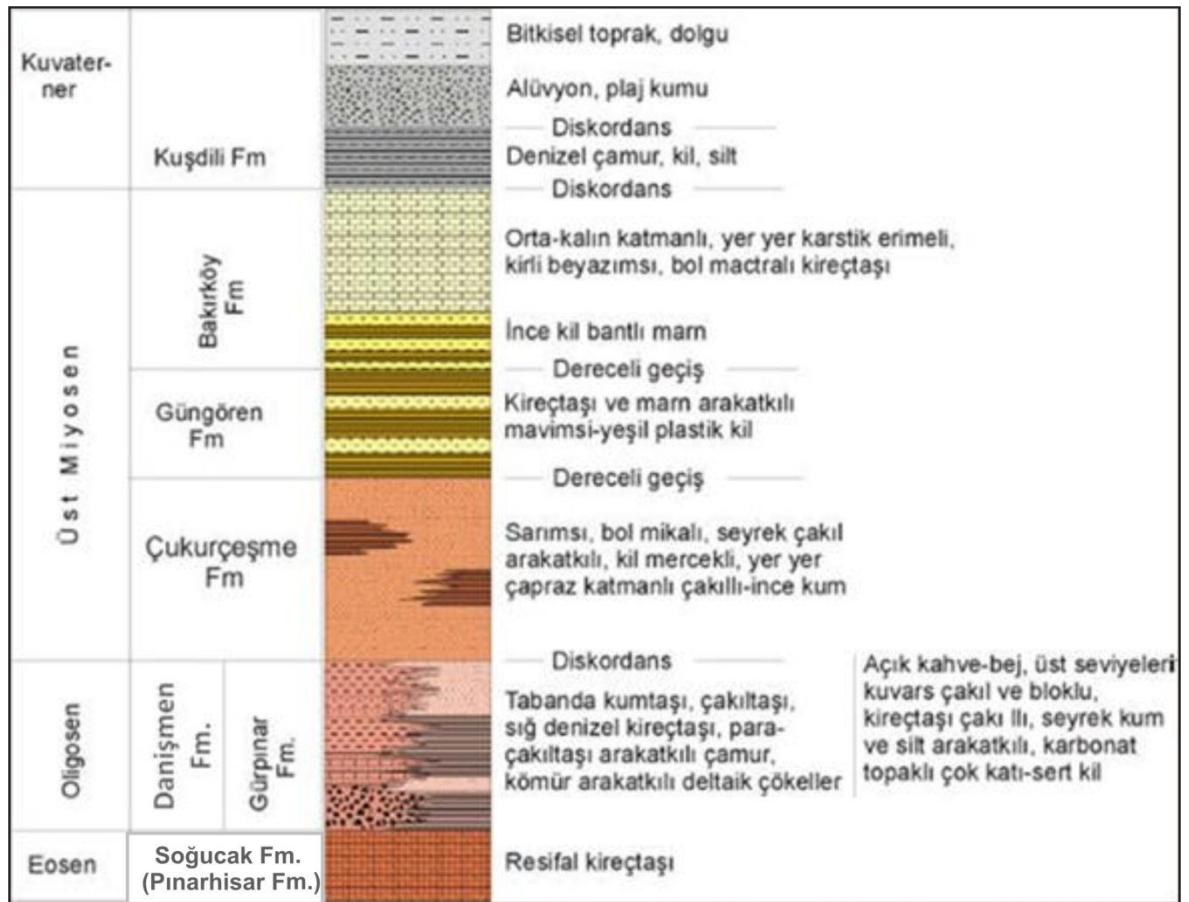
Büro çalışmaları kapsamında araziden elde edilen veriler ile ve yapılan çizimler doğrultusunda Corel Draw 12 programı kullanılarak istiflerin stratigrafik kesitleri hazırlanmıştır. Laboratuvar verileri ve literatür taramaları da göz önüne alınarak derlenip yorumlanmış ve tezin yazım aşaması tamamlanmıştır. Kazı alanında birimlerden ve arkeolojik malzemelerden alınan numuneler ayıklanarak ilgili laboratuvarlara gönderilmiştir. C^{14} analizleri için Beta Analytic Laboratuvarı'na, bataklıktan alınan numunelerde ise ağır metal analizleri yapılmak üzere Acme Laboratuvarına gönderilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen veriler ilgili kısımlarda anlatılmaktadır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. BÖLGESEL JEOLJİ

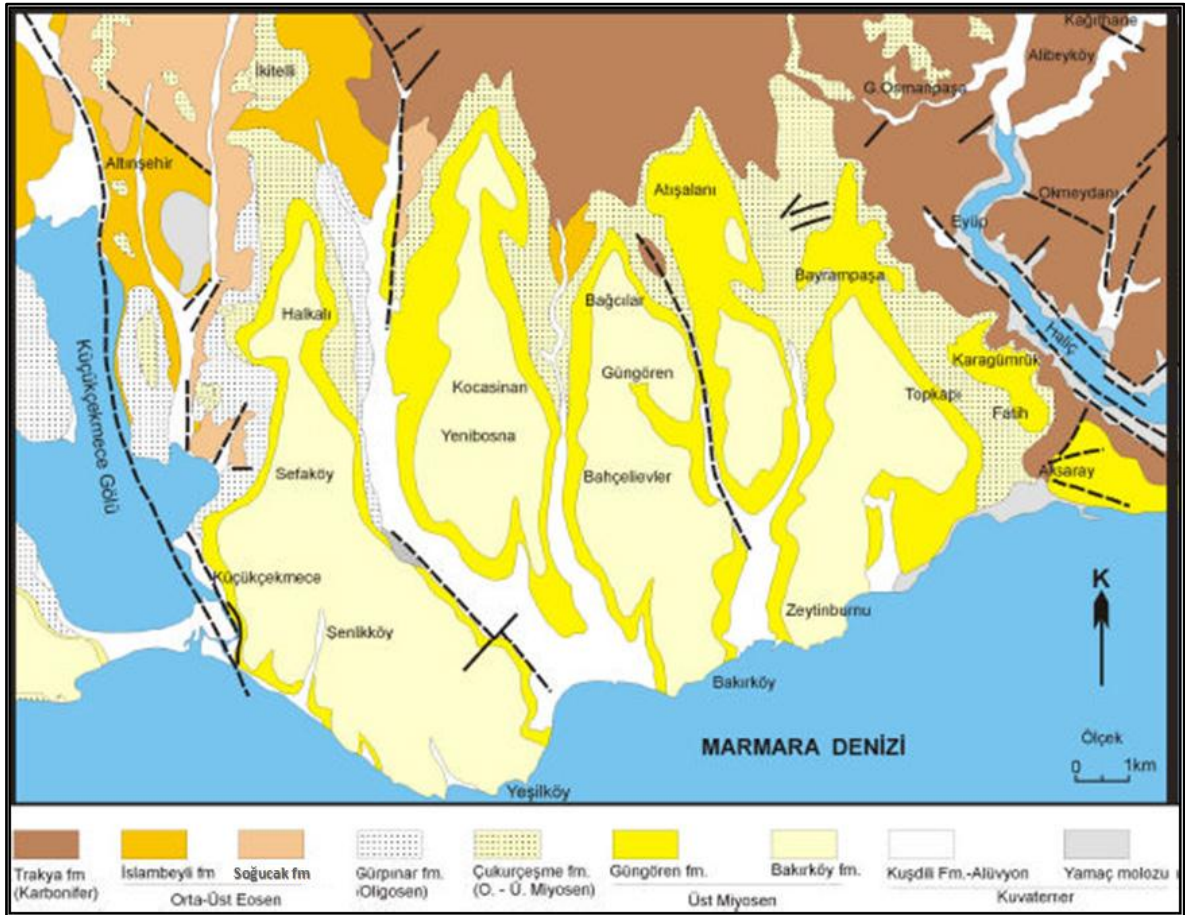
Çalışma alanının bulunduğu İstanbul Avrupa Yakası'nın jeolojisi en altta Trakya Formasyonu ile başlayan ve sırasıyla Soğucak Formasyonu, Gürpınar Formasyonu, Çukurçeşme Formasyonu, Güngören Formasyonu, Bakırköy Formasyonu, Kuşdili Formasyonu ile en üstte tüm bunları örten alüvyon, yamaç molozu, antik dolgu ve yapay dolgudan oluşmaktadır (Şekil 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.1. İstanbul ve dolayının genelleştirilmiş Senozoyik-Kuvaterner stratigrafi kesiti. (Tüysüz ve ark., 2003'den değiştirilerek alınmıştır).

4.1.1.Trakya Formasyonu

Genellikle kumtaşı, şeyl aralanması ve kireçtaşı arakatlı olan sedimanter istif inceleme alanında boğazın batısında, Sarıyer'in batı kesimleri ve Zekeriyaköy civarında, doğuda ise Ömerli kuzeydoğusunda yaygın olarak izlenir. Paleozoyik istifin üst seviyelerini oluşturan bu birim için ilk olarak Penck (1919) "Trakya Serisi" adını kullanmıştır. Daha sonra Paeckelmann (1938), Okay (1948) ve Yalçınlar (1951) aynı adlamayı kullanmışlardır. Altınlı (1951) tarafından bu birim için "Mutavassıt fasiyes", Abdüsselamoğlu (1963) "Grovak şeyller", Kaya (1971 ve 1973) tarafından birimin coğrafya adı korunarak "Trakya Formasyonu" adları kullanılmıştır. Daha sonra Sayar (1978), Kaya (1978) ve Önalın (1982) aynı birimi "Trakya Formasyonu" adı altında incelemişlerdir.



Şekil 4.2. Haliç-Küçükçekmece Gölü arasının jeoloji haritası (Sayar, 1989'dan yararlanılarak Tüysüz ve ark., 2003 tarafından hazırlanmıştır).

Trakya Formasyonu; yeşilimsi koyu gri ve yeşilimsi gri, grimsi boz renkli, sarımsı ve kırmızımsı kahve, mor ayrışma renkli ince tabakalı ve ince paralel laminalı şeyllerden oluşur. Formasyonun alt kesimlerinde kumtaşları hakimdir. Kumtaşları üstten şeyllere tedrici geçişlidir. Şeyl içinde laminalı silttaşı, kireçtaşı, sarımsı kahve renkli türbiditik kumtaşı ve kuvars konglomera seviyeleri bulunur. Kumtaşları orta-kalın tabakalı, genelde yanal olarak sürekli, çok kalın tabakalı olanlar ise mercekseldir. Bunların alt tabakalaşma düzlemleri keskin, bazen aşınmalıdır. Tabaka içindeki normal derecelenme, paralel ve akıntı ripil yapıları yaygın izlenen sedimanter yapılardır. Trakya Formasyonu içinde yer yer andezit sil ve daykları izlenmiştir. Sarıyer-Maden Mahallesi kuzeyinde iri taneli açık yeşil, yeşilimsi gri renkli andezit daykları yersel olarak görülmüştür. Baykal ve Kaya (1966) Trakya Formasyonu içindeki andezitlerin Şile Şaryajı olarak bilinen bindirme ile yaşılabileceğini belirtmiştir. Birimin yaşı Kaya (1971) tarafından Alt Karbonifer olarak belirlenmiştir. İnceleme alanında birimin tümü yüzeylemediği için tam kalınlığı gözlenemez. Ancak birimin İstanbul civarındaki ortalama kalınlığı yaklaşık 1500 m kadardır (İBB Zemin ve Deprem Araştırma Müdürlüğü, 2001). Birimin sahadaki sedimanter yapıları ve diğer litolojik özelliklerine göre derin denizel koşullarda, şeyllerin süspansiyon yoluyla, kumtaşlarının ise türbid akıntılarla çökeltilmiş oldukları söylenebilir. Önceki araştırmalara ve fosil kapsamına göre Trakya Formasyonunun yaşı Geç Turneziyen-Geç Vizeyen'dir (Kaya, 1971).

Trakya Formasyonu Üst Kretase yaşlı volkanik seri üzerine tektonik dokanak ile gelir. Bu dokanağın bindirme olduğunu kanıtlayan arazi verileri sınırlı alanlarda izlenebilmektedir. Boğazın batı kesiminde Sarıyer kuzeyi ve Zekeriyaköy civarında, doğu kesiminde ise Anadolu Kavağı kuzeydoğusunda bu ilişki gözlenebilmektedir.

4.1.2. Soğucak Formasyonu (Pınarhisar Formasyonu)

Trakya Formasyonu üzerine açısız uyumsuzlukla gelen Soğucak Formasyonu, beyaz-krem renkli olup, sıkı tutturulmuş oldukça sert ve dayanımlı, genellikle orta ve kalın katmanlı masif görünüşlü, diyajenez geçirerek sparitleşmiş bol fosilli kireçtaşlarından oluşur. Kendi içinde resif arkası (biyomikrit), resif ve resif önü (kırıntılı kireçtaşı) olmak üzere üç farklı fasiyes özelliği gösterir. Ceylan Formasyonu'na yanal geçişlidir. Pınar İlçesi dolayında Oligosen yaşlı kireçtaşı mostraları Pınarhisar Formasyonu olarak adlanmıştır. Bu birim Soğucak Formasyonu'nun şelf kenarında çökelmiş daha genç eşdeğeridir. Birimdeki kırıntılı kireçtaşının ve resif fasiyesinin sahada gözlenebilen kalınlığı 80 m'dir. Trakya Formasyonu üzerinde Soğucak kireçtaşının kalınlığı 62 m'dir.

Birimin yaşı Orta-Üst Eosen'dir. Soğucak Kireçtaşı sıg ve dalgalı denizel bir ortamda, sıcak iklimde oluşmuş bir biyoherm kireçtaşıdır (Siyako, 2006).

Bu formasyonu Druit (1961), Pınarhisar Formasyonu; Kemper (1961), Kırklareli Kireçtaşı; Keskin (1966), Kırklareli Formasyonu; Turgut ve Eseller (1999), Siyako (2006), Soğucak Formasyonu; MTA (2000), İhsaniye Formasyonu adı altında çalışmışlardır.

4.1.3. Gürpınar Formasyonu

Gürpınar Formasyonu, sarımsı gri, gri renkli, kahvems gri mikalı kumtaşı ve kumtaşıyla aralanmalı gri marn-kil-silttaşı, nadiren çakıtaşı ve linyit damarlarından oluşur. Çakıtaşları genellikle kanal dolgusudur. Çakıtaşları ve kumtaşları merceksel olup silttaşı/kilttaşı içinde kamalanmaktadır. Kumtaşları; orta tabakalı olup kaba kum boyu taneli, teknemsi çapraz katmanlı, mikalı ve bitki izlidirler. Gürpınar Formasyonu yer yer gastropod, balık ve bitki fosili içerir. Birimin üst kesimi ise konjeryalıdır. Genelde tane boyu yukarı doğru artmaktadır. Gürpınar yöresinde tuf ve tüfitler ile akarsu kanal çökellerinde gözlenen andezitik parçalar bölgede volkanizmanın varlığını belirtirler.

Trakya Havzası'nda geniş alanlar kapsayan Gürpınar Formasyonu İstanbul Yarımadası'nda Büyükçekmece Gölü'nün GB'sında, Mimarsinan-Güzelce-Türkoba köyleri arasında geniş yüzlekler halindedir. Ayrıca Büyükçekmece-Küçükçekmece-Karaağaç Köyü arasında geniş alanlar kapsar. Formasyon Gürpınar çevresinde Çukurçeşme Formasyonu tarafından örtülür. Hoşdere civarında ise Ceylan Formasyonu üzerine gelir. Kuzeyde Hacımaslı Köyü yakınlarında Trakya Formasyonu ile uyumsuz dokanak oluşturur.

İstifin yaşı; Stampiyen (Oligosen)'dir. İstif karasal ve gösel (acısu) ortamda depolanmıştır ve 200 m'den kalındır.

MTA ve TPAO jeologlarının Trakya'da ayırtlamış olduğu Danişmen Formasyonu, Gürpınar Formasyonu'nun eşdeğeridir. Akartuna (1953)'ün ayırtladığı gre-marn-kil birimi de kısmen Gürpınar Formasyonu'nun karşılığı olmalıdır. Arıç (1955) ve Ternek (1987)'de Sarmasiyen olarak konjeryalı kireçtaşı ve marn, marn, kireçtaşı, marnlı kireçtaşları Gürpınar Formasyonu'nun eşdeğer birimleridir.

4.1.4. Çukurçeşme Formasyonu

Arıç (1955), tarafından adlandırılan formasyon gri, grimsi beyaz, kirli beyaz, omurgalı fosilli kum ve çakıllardan oluşur. Kum içinde yeşil, kahverengi renkli killi mercek seviyeleriyle marn seviyeleri olağandır (İBB Zemin ve Deprem Araştırma Müdürlüğü, 2001).

Birim blok, çakıl ve kumdan oluşur. Bu litolojiler birbiriyle aşınmalı yüzeylerle ilişkili mercekler şeklinde ve büyük ölçekli düzlemsel ya da tekne tipi çapraz tabakalıdır. Bazı merceklerin en üst kesimlerinde ince kil tabakaları bulunmaktadır. Çukurçeşme Formasyonu; Gürpınar ve Soğucak Formasyonları üzerine düşük açılı, Trakya Formasyonu üzerine ise açılı uyumsuzlukla gelir. Üzerine gelen Güngören Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Kalınlığı paleotopografyaya göre değişir. Arıç (1955), en fazla kalınlığın 40-50 m'yi bulduğunu, bazen de 2-3 m kadar inceldiğini belirtir. Birimin kalınlığı kuzeyden güneye doğru artmaktadır ve ortalama kalınlık 15-20 m'dir. Birimin yaşı Kaya (1971)'e göre Miyosen-Alt Pliyosen, Ülkümen ve ark. (1993)'de ise denizel Orta Miyosen olarak gösterilmiştir. Birim göl ortamına gelen akarsu ve delta ortamı ürünlerinden oluşmuştur (İBB Zemin ve Deprem Araştırma Müdürlüğü, 2001).

Sayar (1976) tarafından Çukurçeşme, bazı çalışmalarda Çukurçeşme Üyesi veya Formasyonu ile İkitelli Formasyonu adı da kullanılmıştır. Ayrıca; Çukurçeşme Formasyonu, Trakya Havzası'ndaki eşdeğeri Ergene Grubu'nun Kurtdere Formasyonu veya Çorlu Formasyonu'nun eşdeğeridir (Yurtsever, 1996).

4.1.5 Güngören Formasyonu

Arıç (1955), tarafından ayırtlanan istif genellikle yeşil-mavi renkli üst seviyelerinde kirli beyaz renkli mactralı kireçtaşı ara seviyeli, kum cepli kil ve marnlardan oluşur. Sarımsı esmer-yeşil renkli kil, beyaz renkli marnlar ile bunlar arasında ince düzensiz tabakalı mactralı kireçtaşı, beyaz tebeşirimsi kireçtaşı seviyelerinden oluşur. Killer içinde marnlı kireçtaşı toprakları vardır. Killer içinde ayrıca bitki sap ve yaprak izleri, silt ve kum mercekleri gözlenir. Güngören Formasyonu ayırtlandığı kesimlerde altına gelen Çukurçeşme Formasyonu ve üstüne gelen Bakırköy Formasyonu ile dereceli geçişlidir. Karadan kaba malzemenin kıt olarak geldiği, ince-çok ince terrijen malzemenin geldiği göl ortamında çökelmiştir ve en fazla 30 m kalınlığı bulunmaktadır. Arıç (1955), çalışmasında Güngören Formasyonu içinde bulduğu mactra, helix, omurgalı diş ve omurlarına göre Sarmasiyen yaşını vermiştir.

4.1.6. Bakırköy Formasyonu

Beyaz, kirli beyaz renkli, katman araları yeşil renkli ince katmanlı kil ara seviyeli, alt seviyesi kil-kireçtaşı aralanmasından oluşur. Formasyon adlaması Arıç (1955) tarafından yapılmıştır. Bakırköy Formasyonu, tabaka araları yeşil killi, genelde değişik kalınlıkta beyaz ve kirli beyaz renkli mactralı kireçtaşlarından oluşur. İnce tabakalı mactralı kireçtaşı arasında Melanopsisli ve Helixli kalker seviyeleri görülür. Formasyon tabanda kil ve seyrek kirli beyaz killi kireçtaşı aralanımı ile başlayan tatlı su fasiyesli, düzensiz tabakalanmalı, beyaz mikritik bir kireçtaşıdır. Aralarda yer yer yeşil ve mavi renkli killi ve marnlı düzeyler bulunur. Kireçtaşı yer yer oolitik ve teberişimsidir. İnceden kalına doğru değişen tabakalı ve bol kırıklıdır. Bakırköy Formasyonu'nun alt dokanağı, ayırtlandığı kesimlerde Güngören Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Genelde 25-30 m kalınlık gösteren Bakırköy Formasyonu'nun kuzeye doğru kalınlığı azalır. Bu kalınlık 10-15 m'ye kadar düşer. Formasyon tatlı su-göl ortamında çökelmiştir.

Bakırköy Formasyonu'na Arıç (1955) Mactralı kireçtaşları, Pamir ve Sayar (1933) Melanopsisli ve Mactralı kireçtaşı bantları, Ternek (1987) mactralı kireçtaşları, diğer çalışmalarda Bakırköy Kireçtaşı adı verilmiştir (İBB Zemin ve Deprem Araştırma Müdürlüğü, 2001).

4.1.7. Kuşdili Formasyonu

Birimin taban kesimi çakıllı ve yanal devamlılıkları değişen kumlar ile gri siyah renkli kil ve çamurlardan oluşur. Haliç ve Tarihi Yarımada kıyılarında alüvyon ve güncel dolgular altında yer alır. Tabanda çakıllı seviye ile başlayan birim üste doğru yanal devamlılığı fazla olmayan kum ve siltlere geçer. Üste doğru siyah renkli bol kavkılı kil ve çamurtaşları yer alır. Bu birimler arasındaki geçişler düzensiz olup sıklıkla değişir. Formasyon düşük enerjili acı sulu lagün-bataklık ortamında oluşmuştur. Birim Avrupa Yakası'nda yer alan diğer birimleri aşıl uyumsuzlukla örter. Güncel alüvyon ve dolgular tarafından da örtülür.

Haliç'te yapılan çalışmalarda alüvyon üzerinde kıyılarda en kalın olmak üzere Kuşdili Formasyonu 20, 22, 35 ve 50 m'ye kadar çıkar (Ünsal, 1987; Haliç, 1988). Sarayburnu civarında yapılan sondajlarda ise; 4-11 m arası kalınlıklarda, silt, kil, kum ve çakıldan oluşan Boğaz çökelleri Haliç'te 20-50 m arası kalınlıklarda kesilmiştir (Şimşek, 1987). Küçükçekmece Yarımburgaz sazlığında yapılan sondajlarda 3 m kadar güncel alüvyon altında; üstte kahverenkli, sarımsı kumlu ve siltli killi, altta siyah-koyu gri, çakıllı ve kokulu bataklık killeri, tabanda da 5 m'ye varan çakıl, ortada 43 m'ye varan ve

kenarlara doğru incelen bir alüvyon bulunur. Ayamama Deresi mansap kısmında Meriç ve ark. (1991) yaptıkları çalışmada güncel alüvyon adı altında Holosen yaşlı Kuşdili Formasyonu'nu incelemişlerdir. Bu birimin kalınlığı en kalın 23,80 m, olmak üzere 13, 20, 6,2, 1,3 m olarak tespit edilmiştir.

4.1.8. Alüvyon

Alüvyonlar, Geç Kuvaterner'de İstanbul Yarımadası'nda mevcut olan çeşitli akarsu ortamlarında depolanmış, gevşek blok-çakıl-kum-kilden yapılmış çökellerdir. Genelde çapraz tabakalı ve devresel çökeller şeklinde olup kalınlıkları ve kendilerini oluşturan malzeme çevrelerine ve akarsuların fiziksel ve geometrik özelliklerine bağlıdır. Bu birim de Holosen yaşlıdır.

4.1.9. Yamaç Molozu

Topografik eğimin yüksek olduğu yerlerde yerçekimine bağlı olarak yamaç eteklerinde ve kırık hatlarında ezilen parçalanan malzemenin biriktiği alanlarda yer alır. Yamaç molozu değişik boyuttaki malzemelerden meydana gelir. Genellikle çeşitli kaya parçalarından oluşur.

4.2. YAPISAL JEOLJİ VE TEKTONİK

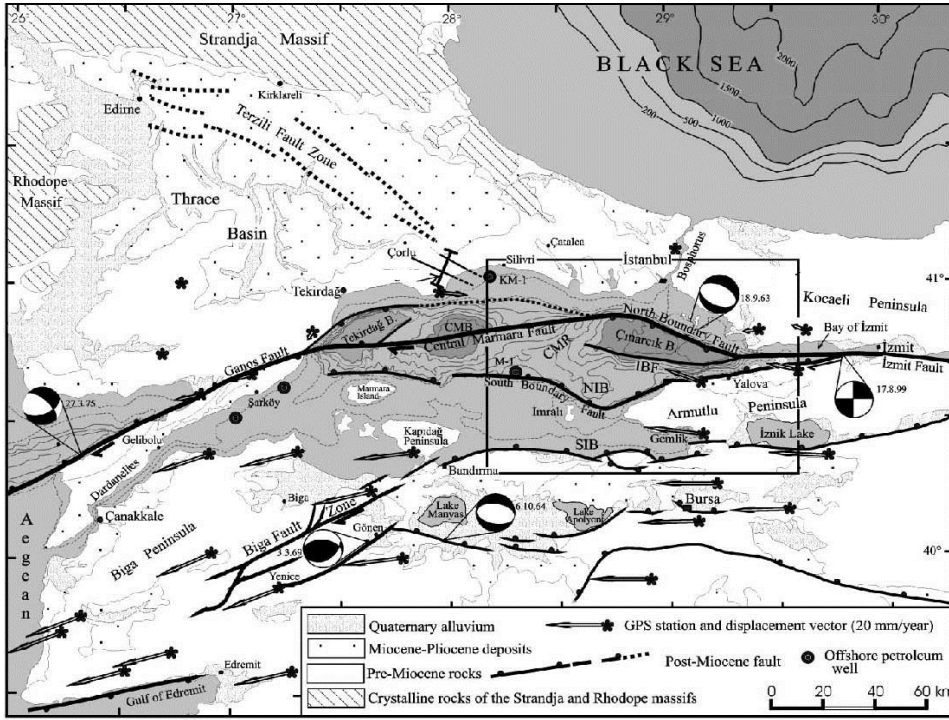
Marmara Denizi, 40° 20', 41° 10' enlemleri ve 26° 15', 29° 55' boylamları arasında yer almakta olup, İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e ve Çanakkale Boğazı ile Ege Denizi'ne bağlanan yarı kapalı, küçük bir iç deniz konumundadır (Özsoy ve ark. 1986 ve 1988).

Marmara Denizi'nin kuzey kesimlerinde sığ şelf, ortada derin deniz, güney tarafı ise sığ bir kıta sahanlığıdır. Derin alanlar 1152-1276 m su katmanı ile örtülüdür ve paralel kenarlı veya kama şeklinde çukurluklardan oluşmuştur. Bu çukurluklar genellikle KD-GB uzanımlıdır (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Wong ve ark. 1995).

Bunlar batıdan doğuya doğru; Tekirdağ Çukuru (en derin yeri 1152 m), Orta Marmara Çukuru (en derin yeri 1265 m) ve Çınarcık Çukuru (en derin yeri 1276 m)'dur. Bu çukurlar, deniz tabanından yaklaşık 600-800 m kadar yükselen KD-GB uzanımlı sırtlarla birbirlerinden ayrılmışlardır. Bunlar; Orta Marmara Sırtı ve Batı Marmara Sırtı olarak adlandırılmıştır (Görür ve ark. 1997a).

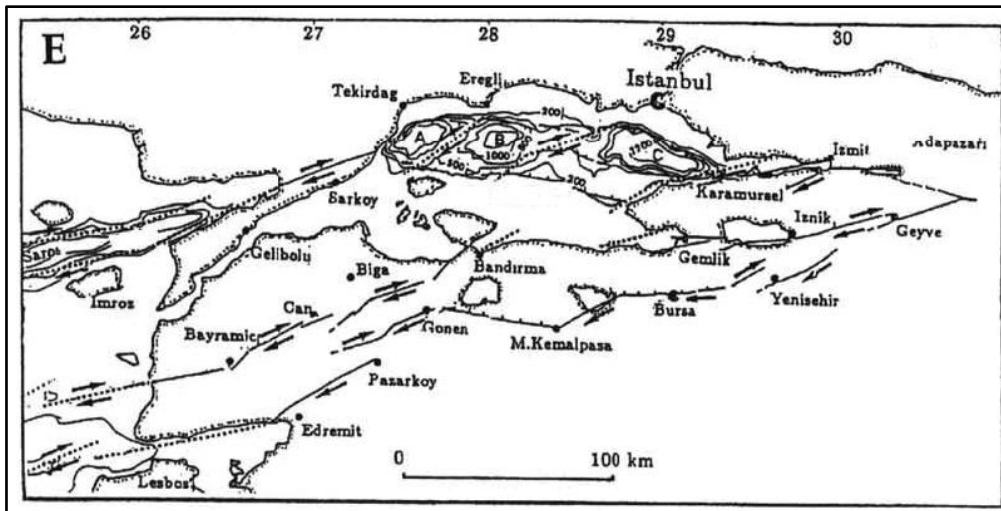
Denizin taban topografyası büyük ölçüde tektonizma ile kontrol edilir (Emre ve ark. 2000). Marmara Denizi kısmen doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) kısmen de Kuzey Ege'nin aktif genişleme tektoniğinin etkisi altındadır (Şengör ve ark. 1985, Şaroğlu ve ark. 1987, Wong ve ark. 1995, Parke ve ark. 1999) (Şekil 4.3). Bu nedenle Marmara Çukurluğu'nun sismik aktivitesi yüksektir ve sürekli deprem olagelmektedir (Ambarassey ve Finkel, 1991, Wong ve ark. 1995).

Çalışma alanı olan İstanbul ili ve dolayındaki ana faylar; Sarıyer-Şile Sürüklenimi, Çamlıca Sürüklenimi, Maltepe-Beykoz Fayı, Yakacık Fayı, Çatalca Fayı, Alibeyköy-Sazlıdere, Kurnaköy-Emirli Fayı, Kömürlük-Göçbeyli Fayı ve Darlık Fayı olmak üzere adlandırılmışlardır (İBB Zemin ve Deprem Araştırmaları Müd., 2001)



Şekil 4.3. İstanbul ve Marmara Denizi dolayının fay zonları haritası (Okay ve ark. 2000).

Marmara Denizi civarında KAFZ ikiye ayrılır. Kuzey kolu İzmit Körfezi ve Marmara Denizi boyunca geçer. Bu kol üç büyük çek-ayır havzayı şekillendiren “en eselon” (sıçramalı) doğrultu atımlı segmentlerden oluşur. Güney kolu ise Marmara Denizi’nin güneyinden geçer. Marmara Denizi’nin kuzey yarısında yer alan üç çukurluk (Şekil 4.4) KAFZ’nun kuzey kolunun İzmit Körfezi ve Gaziköy-Gelibolu segmentleri arasında büyük bir çek-ayır yapının parçaları olarak açılmaktadır (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988).



Şekil 4.4. Marmara Denizi içindeki KAFZ segmentleri (Barka and Kadinsky-Cade, 1988).

Wong ve ark. (1995)'ne göre Marmara Denizi, orijinal olarak güneye doğru kıvrımlı olan KAFZ'nun, K-G yönlü çekilmenin etkisi altında ve güneye doğru göç etmesiyle oluşmuştur. Bu göç sırasında KAFZ, KD-GB uzanımlı birçok kola ayrılmış ve bunlar arasında da değişik boyutlarda paralel kenarlı veya kama şekilli graben ve çek-ayır havzalar oluşmuştur. Her havza bir diğerinden belirgin bir eşikle ayrılmıştır.

Anadolu'nun neotektonizması Orta Miyosen sonu-Üst Miyosen'de, Doğu Anadolu'da, Arap-Afrika Levhası ile Anadolu Levhası arasında gerçekleşen kıta-kıta çarpışması ile başlar (Mc Kenzie, 1972, 1978; Şengör, 1979, 1980, 1982; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981; Jackson ve Mc Kenzie, 1984). K-G yönlü sıkışmalı tektonik rejimi altında gerçekleşen bu süreçte, Doğu Anadolu'daki kıtasal kabuk kalınlaşmasının, ileri aşamada, kıvrım, bindirme ve doğrultu atımlı faylarla karşılanamamış olması sonucu Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF)'ndan oluşan iki büyük transform yapısı gelişmiş ve bunlar arasında kalan Anadolu Levhası'nın batı yönde kaçmaya başlaması ile Türkiye'nin neotektonik çatısı kurulmuştur (Şengör, 1979, 1980; Şengör ve ark. 1985; Şaroğlu, 1985). Bu görüşlerde çoğunlukla, KAF ve DAF'ın ortaya çıkışının, dolayısıyla Anadolu'nun batıya kaçışının Üst Miyosen'de başladığı vurgulanmıştır (Emre ve ark. 1998).

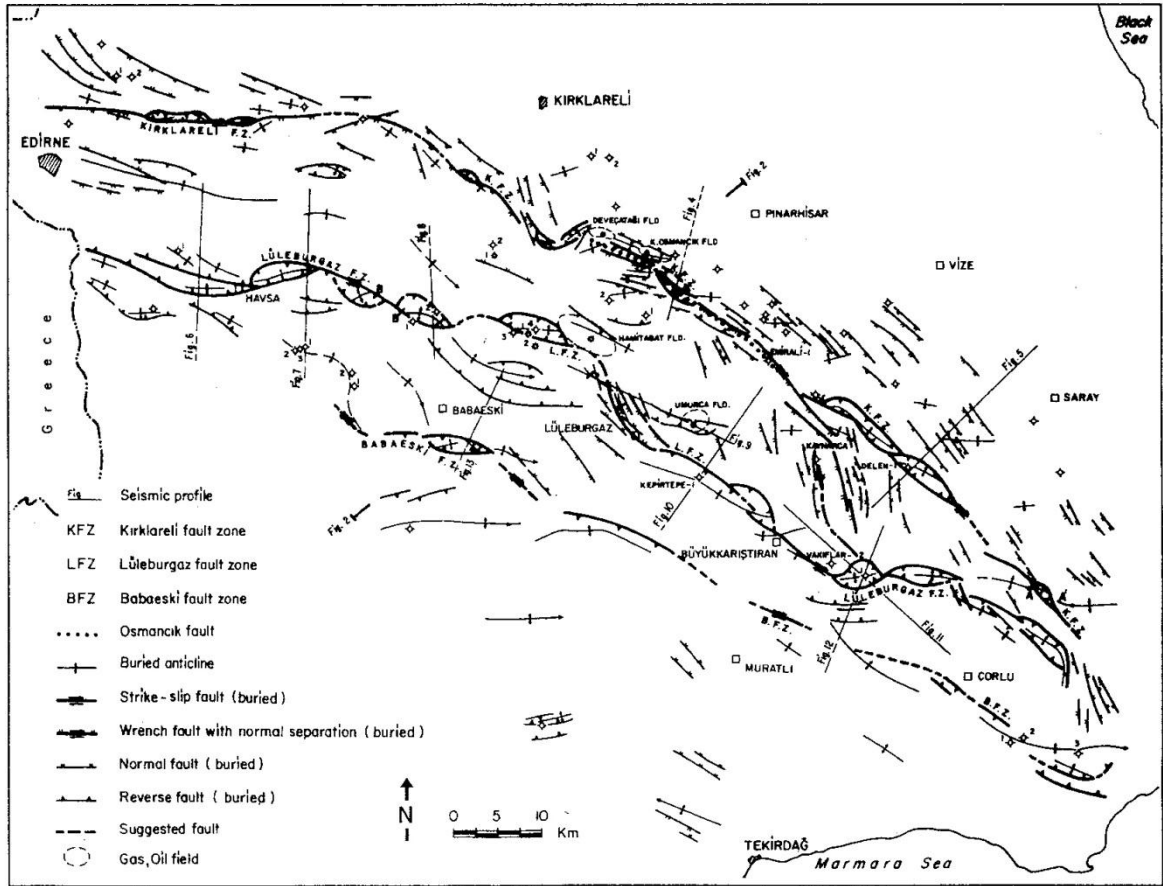
Neotektonik Dönem başında, doğu bölümünde denizel alanlarla örtülü olan Anadolu'nun, karasal olan batı kesimi peneplen morfolojisi göstermektedir (Erinç, 1953, 1955; Şengör, 1980, Şengör ve ark. 1985; Şengör ve Yılmaz, 1981; Erol, 1981; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şaroğlu, 1985).

Marmara Denizi ve çevresinin Neojen-Kuvaterner'deki yapısal ve paleocoğrafik evrimine ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Ketin, 1983; Şengör, 1979, 1980 ve 1982; Şengör ve ark. 1985; Crampin ve Evans, 1986; Şentürk ve Karaköse, 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Wong ve ark. 1990, 1995; Erol ve Çetin, 1995; Görür ve ark. 1995, 1997; Emre ve ark. 1997a, 1997b, 1997c; Tüysüz ve ark. 1998; Arpat ve Şentürk, 2003; Myers ve ark. 2003; Gürer ve ark. 2003). Bu araştırmalarda; bölgedeki paleocoğrafik değişimler, Üst Miyosen'den itibaren varlığı kabul edilen KAFZ'nun yapısal evrimi ile özdeşleştirilmiştir (Perinçek, 1991; Görür ve ark. 1995; 1997).

Şengör ve ark. (1985) tarafından, Marmara Denizi ve çevresi coğrafyasının Üst Miyosen başında KAFZ'nun ortaya çıkışı ile şekillenmeye başladığı; denizel havzanın, sağ yönlü ve doğrultu atımlı KAFZ ile Batı Anadolu'nun K-G yönlü çekilme rejiminin birlikte etkin olduğu bir bölgede yer aldığı ve KAFZ'nun güneye doğru yer değiştirmesi sürecine bağlı bir yapısal evrim geçirdiği vurgulanmaktadır. Çoğu araştırmada, bölgede, denizel

girdiler de içeren Neojen ve Kuvaterner yaşlı kaya topluluklarının bu yapısal evrim modeli çerçevesinde gelişmiş olduğu düşünülen havzalarda çökeldiği konusunda görüş birliği vardır (Şengör ve ark. 1985; Siyako ve ark. 1989; Erol ve Çetin, 1995; Görür ve ark. 1995, 1997).

Perinçek (1991)'e göre Kuzey Anadolu Fay Zonu Trakya Havzası'nda, Orta Miyosen sonrasında şekillenmeye başlamıştır (Şekil 4.5). Fay zonu önce Trakya Havzası'nda oluşmaya başlamış daha sonra güneye Marmara Denizi yönünde göç etmiştir. Trakya Fay Sistemi olarak adlandırılan ve üç fay zonundan oluşan Kuzey Anadolu Fayı, Orta Miyosen'de Trakya Havzası'nda çökelen birimleri etkilemiş, Geç Eosen-Oligosen-Erken Miyosen yaşlı birimler fay zonları ve fay zonuna açılı sıralanan en eşelon yapılar boyunca aşınmıştır. Bu aşınma evresi sırasında Danişmen Formasyonu (Gürpınar Formasyonu) önemli oranlarda fay zonları boyunca aşınmıştır (Perinçek, 1991). Aşınma evresi sonrasında Geç Miyosen yaşlı Ergene Formasyonu Trakya Fay Sistemi'ni örtmüştür. Ergene Formasyonu Trakya Fay Sistemi boyunca fayın oluşturduğu yüksek alanlarda ince fay zonlarından uzakta daha kalın çökelmiştir (Perinçek, 2009, 2010b). Söz konusu formasyonun çökelimini takiben Trakya Fay Sistemi boyunca havzanın doğusunda Ergene Formasyonu tabanında bulunan diskordans düzleminin fayın re-aktivasyonuna bağlı olarak kıvrımlandığı ve kırıldığı görülür (Perinçek, 1991). Pliyosende ise Trakya Havzası önemli oranda Kırçasalılı Formasyonu tarafından örtülmüştür (Siyako, 2006).



Şekil 4.5. Trakya fay sisteminin Geç-Orta Miyosen yapısal unsurları (Perinçek ,1991)

Okay ve ark. (2006)' ya göre; Kuzey Anadolu Fayı bugünkü karakterine Geç Miyosen veya Pliyosen'de kavuştuğu genel olarak kabul edilmektedir. Buna karşın Trakya'da Kuzey Anadolu Fayı boyunca yapılan apatit fizyon iz ve apatit U/He çalışmaları fayın hiç olmazsa bir kesiminin Geç Oligosen ve Orta Miyosen'de de muhtemelen yanal atımlı bir fay olarak aktif olduğunu göstermektedir.

Kuzey Anadolu Fayı Trakya'da Tekirdağ ile Gelibolu arasında 45 km uzunluğunda Ganos fay segmentini oluşturur. Ganos Fayı'na paralel uzanan Ganos Dağı, 10 km genişlikte ve 35 km uzunlukta bir yükselim yapar. Ganos dağı, kalınlığı 5 km'yi geçen Eosen-Oligosen klastik sedimenter kayalardan oluşur. Bu kayalar eğimli kanadı Ganos Fayı'na yaslanmış şekilde duran bir monoklinal oluşturur. Monoklinalin eksen, Eosen-Oligosen kayalarındaki tabaka doğrultuları ve ufak kıvrım eksenleri Ganos Fayı'na paraleldir, bu durum bu yapıların faya dik gelişen bir sıkışmaya bağlı olarak geliştiğine işaret eder. Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzeybatı Anadolu'daki yaşı genellikle 5 ile 1 milyon sene arasında olduğu düşünülmektedir; buna göre bu yapıların da yaşları Pliyosen-Pleistosen olmalıdır. Buna karşın Eosen kayalarında yapılan apatit fizyon iz sonuçları

Ganos monoklinalinin Orta Miyosen'de oluşmaya başladığını göstermiştir. Ayrıca Ganos Fayı'nın kuzey ve güneyindeki Eosen kayalarındaki fizyon iz sonuçları, Geç Oligosen ve Miyosen'de fayın hareket halinde olduğunu göstermektedir. Fayın güneyinde kalan kesimi 25 my önce, kuzeyinde kalan kesimi ise 16-12 my önce satha yükselmiştir. Bu veriler Ganos Fayı'nın yaşının Geç Oligosen'e kadar indiğini göstermektedir.

Marmara'ya özgü araştırmalarda, neotektonizmanın Orta-Üst Miyosen'de KAF'nın ortaya çıkışı ile başladığı, bölgenin KAF ile Batı Anadolu Graben Sistemleri arasında yer aldığı ve buna bağlı olarak neotektonizmanın gerilmeli tektonik rejimi yansıttığı, bölgedeki Neojen-Kuvaterner çökellerinin bu rejim altında gelişmiş graben türü yapılar içerisinde depolandığı konusundaki görüşler çoğunluktadır (Şengör, 1979, 1980, 1982; Şengör ve ark. 1985; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Barka, 1992; Wong ve ark. 1990, 1995; Taymaz ve ark. 1991; Straub, 1996; Görür ve ark. 1995, 1997).

Marmara'nın neotektonik dönem yapıları iki grupta toplanır. Büyük morfotektonik uzanımları belirleyen faylar Doğu Marmara'da D-B, Batı Marmara ve Biga Yarımadası'nda ise KD-GB doğrultuludur (Şaroğlu ve ark. 1987, 1992; Emre ve ark. 1997c). Bunlar aktif tektonik yapılardır. İkinci grup ise KB-GD ve KD-GB doğrultularında birbirine çapraz sistem oluşturan faylardır. Bu yapıların çoğunluğu inaktiftir. KAFZ bu çapraz (conjugate) fay sistemlerine uyumsuz olarak D-B yönünde uzanır. Çapraz fay sistemlerinin oluşturdukları morfotektonik uzanımlar da KAFZ tarafından kesilmektedir (Emre ve ark. 1998).

Bulgular Marmara'nın neotektonik çatısının iki farklı evrede geliştiğini ve bu evrelerin farklı tektonik stilleri yansıttığını belgelemiştir. Günümüz jeolojisini belirlemiş olan neotektonizma Geç Miyosen başlarında başlamış ve birbirinden farklı stildeki iki evrede gelişmiştir. Geç Miyosen-Pliyosen'i kapsayan neotektonizmanın ilk evresinde bölgede K-G yönlü sıkışmalı tektonik rejimi egemen olmuştur. Bunun sonucunda gelişen D-B yönlü kıvrımlar ile KD-GB ve KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylarla bölge morfolojik olarak tümünden yükselime uğramıştır. Bu süreçte başlangıçta, altta akarsu çökelleri ile başlayan ve üste doğru gölsel ve denizele geçişli olan Geç Miyosen-Erken Pliyosen istifi çökelmiş, dönem sonunda ise bu çökellerin geliştiği havzalar parçalanarak Geç Pliyosen'de bölge yüksek aşınım alanı şeklini kazanmıştır. Neotektonik Dönem'in ikinci evresi ise En Geç Pliyosen'de KAF'nın ortaya çıkışı ile başlamış olup, günümüze kadar olan süreyi kapsar. Günümüz Marmara Denizi Havzası'nın yapısal gelişimi KAF'na bağlı olarak en Geç Pliyosen'de başlamıştır. Böylece Neotektonik Dönem KAF ile temsil

edilen transform karakterli yatay tektonik hareketler evresi olarak tanımlanabilir (Emre ve ark. 1998).

Marmara Denizi, Karadeniz ile Ege/Akdeniz arasında, boğazlarla bağlantı sağlamış bir iç deniz olması nedeniyle tarihi boyunca su seviyesi değişimlerine duyarlı olmuştur (Emre ve ark. 2000). Bu nedenle birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir.

İslamoğlu ve Tchepalyga (1998), tarafından Marmara Denizi'nde grab yöntemi ile alınan yüzey tortullarında Geç Kuvaterner boyunca farklı ortamsal özellikler gösteren değişik fauna bileşimine sahip mollusk toplulukları saptanmıştır. Buna göre; ilk topluluk 28-105 m arasında değişen derinliklerde bulunan tatlı-acı su (% 2-8 tuzluluk) türlerinden oluşmakta olup, Neoeuxiniyen'i (Üst Pleyistosen'in en üstü) temsil etmektedir. Bu dönemde Marmara Denizi'nin su seviyesi günümüze göre en az 28 m daha düşüktür ki, bu Holosen transgresyonunun başladığı eşik derinliği olmalıdır. Neoeuxiniyen evresine ait türlerin paleocoğrafik dağılımına ve bu dönemin Marmara Denizi'ni nasıl etkilediğine değinilecek olursa, Neoeuxiniyen en üst Pleyistosen'de Geç Valday Buzul Dönemi'nde gelişmiş olup, transgresif (GÖ 30000-22000) ve regresif (GÖ 22000-7.500 iki evreye sahip, % 3-5 ile % 7-8 arasında değişen tuzluluk oranıyla temsil edilen ve deniz seviyesinin günümüzden 30-90 m daha aşağıda olduğu bir çağdır (Tchepalyga, 1995). Tüm Kuvaterner süresince olduğu gibi bu dönemde de deniz düzeyindeki östatik değişiklikler, denizel bağlantılar dolayısıyla da fauna, flora, tuzluluk, havalandırma ve su seviyesi üzerinde etkili olmuştur. Buna göre Neoeuxiniyen'in başlangıcında buzullaşma sebebiyle global ölçekte bir deniz düzeyi düşüşü gerçekleşmiş, böylece Karadeniz ve Marmara Denizi, Akdeniz'den izole bir havza haline gelmiştir (Stanley ve Blainpaid, 1980). Daha sonra Neoeuxiniyen'in ilerleyen evrelerinde buzullar kısmen erimeye başlamış, buzulların erimesiyle de Don, Dinyeper, Dinyester gibi büyük nehirler taşmış ve tatlı sularını dolayısıyla da tatlı su faunasını Karadeniz'e taşımıştır (Pfannenstiel, 1951; Caspers, 1957). Böylece Karadeniz'in suyu iyice tatlanmış, su düzeyi yükselmiş ve bu sular Marmara Denizi'ne ulaşmıştır. Döneminin daha sonraki evrelerinde gerçekleşen kuraklık sebebiyle deniz seviyesinde tekrar bir düşme gerçekleşmiş ve bu durum Holosen başlangıcındaki transgresyona kadar bu şekilde sürmüştür (Ryan ve ark., 1997). Bu model Neoeuxiniyen yaşını veren mollusk topluluğunun bulunduğu derinliklerle karşılaştırıldığı zaman, Marmara Denizi'nin GB'sının 28-29 m derinliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle Akdeniz'den gelen transgresyonun Marmara Denizi'ne ilk bu eşik derinliğinde ulaşmış olduğu düşünülmektedir.

Bundan sonra Erken Holosen'deki Akdeniz transgresyonu ile ortamın tuzluluğu bir miktar artmış, acı su-denizel ortam koşulları gelişmiştir (% 10-18 tuzluluk). Bunun için oluşturulan 2. topluluk 30-134 m arasında değişen derinliklerde yaşamış türlerden oluşmaktadır (İslamoğlu ve Tchepalyga 1998).

Bu dönem kısa sürmüş, Geç Holosen'de hızlanan transgresyonla çok sayıda tür içeren tipik Akdeniz faunası egemen olmuş ve Marmara Denizi'nin günümüz koşulları meydana gelmiştir. Bu döneme ait olarak % 18-35 arasında değişen tuzluluklarda yaşayan 3. mollusk topluluğu ayırtlanmıştır. Bu topluluk da bulunduğu ortamın derinliği ve litolojisine göre 3 alt gruba ayrılmıştır: 1. grup; 20-50 m, 2. grup; 40-90 m, 3. grup; 87-150 m derinliklerdedir (İslamoğlu ve Tchepalyga 1998).

Marmara Denizi, KAF'ın tesiriyle Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı karasal-gölsel tortullar üzerinde açılmış bir çukurluktur (Emre ve ark. 1998). Çukurluk başta dar-uzun iken daha sonraki dönemde güneye doğru genişlemiştir. İçindeki tipik denizel tortulları Geç Pleyistosen yaşlıdır. Bu denizel tortullar bugünkü kıyılardan yükseklerde görülür ve en az 2 ayrı evrede gelişmiştir (Kazancı ve ark. 1999). Yaşları farklı yöntemlerle 600-40000 yıl arasında bulunmuştur (Erol ve Nuttal, 1973; Meriç, 1995; Kazancı ve ark. 2000). Son Buzul Dönemi'nde düşen global deniz seviyesi, Marmara'yı göl haline getirmiş ve ancak Marmara Havzası Holosen başında yeniden deniz haline gelmiştir.

Kazancı ve ark. (2000), tarafından Marmara Denizi Kuvaterner deniz seviyesi değişimlerini saptamak için Güney Marmara kıyılarıyla bağlantılı en geniş Kuvaterner arazisi olan Biga Çayı Deltası ve Ece Gölü'nde ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır. Buradaki Kuvaterner, Üst Neojen çökellerinin önemli bir bölümünü örtmüş vaziyette olduğu için Marmara Denizi ve Marmara Çukurluğu'nun jeolojik evriminin anlaşılması için kritik inceleme yerlerinden biridir. Elde edilen sonuçlara göre; Marmara Denizi Holosen'de hiçbir zaman +6 m'den, Geç Holosen'de ise +4 m'den daha yükseklerle ulaşmamıştır. Bu nedenle denizel tortullar Marmara kıyısında ince bir kuşak oluşturur ve sadece delta alanlarında genişler. Güncel deltalar ise son 3000 yıllık oluşumlardır.

Deltalar ve kıyı fizyografisi su değişimlerine en duyarlı ortamsal elemanlardır ve kolay yorum imkanı verdikleri için Reading ve Collinson, (1996), Emre ve ark. (2000), tarafından Marmara Denizi kıyılarındaki deltalar (Biga Çayı, Gönen, Kocasu ve Hersek Deltaları), Marmara Denizi kaide seviyesine göre oluşan göller (Ulubat, Manyas ve Ece Gölleri), Çardak kıyı dili ve Karacabey Boğazı hakkında veriler toplanarak irdelenmiştir. Buna göre; günümüzden 14000 yıl önce Marmara göl halindeydi. Deniz seviyesi -145 m derinlikteydi. GÖ 11000 yıl önce Marmara'ya Akdeniz'den su girişi başlamış ve deniz

seviyesi -55 m'ye yükseldiği tespit edilmiştir Yaklaşık GÖ 7200 yıl önce deniz seviyesi Karadeniz'de --20 m civarındadır. İstanbul Boğazı -32 m eşiğe sahip olduğuna göre Marmara'ya buradan su boşalıyor ve deniz seviyesi Karadeniz'le paralel konumda demektir. Deniz seviyesi yükselimine devam ederek yaklaşık GÖ 6300 yıl önce bugünkü seviyeye ulaşmış ve yükselimini sürdürmüştür. Marmara Deltalarının +4 m seviyesine göre şekillenmesi nedeniyle, uzun süre +4 m seviyesini korumuş ve GÖ 4500 yıldan itibaren düşmeye başlamıştır. 4000 yıl önce bugünkü seviyeye, GÖ 3000 yıl önce ise -10 m'ye inmiştir. Bu sırada Marmara Deltaları deşilmiş, kıyı gerisinde şiddetli aşınmalar olmuştur. Muhtemelen Kocasu Deltası -10 m seviyesine göre bugünkü kıydan 5-7 km açıktaki oluşumunu sürdürmüştür. Ergin ve ark. (1997)'nde tanıtılan ve kıyıya paralel uzanışlı Güney Marmara şelfindeki kumlu tortullar (en eski kıyı izleri) da büyük olasılıkla bu seviye düşmesinin ürünleridir. Deniz seviyesi düşmesi 2800 yıl önceden itibaren hızlı bir yükselime başlamış ve kısa sürede bugünkü düzeye ulaşmıştır. Marmara kıyılarını asıl şekillendiren bu son yükselim ve yaklaşık 2000 yıldır sabit kalan deniz seviyesidir. Sonuç olarak, Marmara Denizi, tektonizma tesirlerinin yanında, Holosen'deki global değişimlerin etkin izlerini taşır.

Emre ve ark. (2000)'ne göre; Marmara Denizi'nin Karadeniz'le bağlantısını sağlayan İstanbul Boğazı daha sığ (-32 m), Ege ile bağlantısını sağlayan Çanakkale Boğazı ise nispeten daha derindir (-65 m). Bu derinliklerden çok daha aşağılarda (-115 m) eski kıyı izleri bulunması, Boğazların, Marmara ve Karadeniz'in Geç Kuvaterner'deki evrimi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Smith ve ark. 1995). Marmara Denizi'nde farklı stratigrafik seviyelerde Karadeniz kökenli fosil toplulukları ile kıyı tortulları su girişinin farklı evrelerde olduğunu destekler (Meriç, 1991, 1995, Ergin ve ark. 1997). Karadeniz'deki sondajlar ile Geç Pleyistosen'de Marmara ve Karadeniz'in göl halinde olduğu eskiden beri bilinmektedir (Sholten 1974, Hsu 1978, Görür ve ark. 1997). Bu yüzden son yıllarda, özellikle Karadeniz-Akdeniz bağlantısının tarihçesi üzerinde durulmakta ve Marmara Denizi'nde yoğun çalışmalar sürdürülmektedir. Marmara'ya son su girişinin 12000 yıl önce Akdeniz'den olduğunu belirten görüşlerin yanında (Stanley ve Blanpied 1980, Ryan ve ark. 1997), tersine, Karadeniz'den Marmara'ya doğru büyük bir su akımının olduğunu belirten görüşler de vardır (Aksu ve ark. 1999, Emre ve ark. 1999). Yönü ne olursa olsun Ege-Marmara ve Karadeniz'deki Holosen su seviyesi oynamaları kıyıları ve hatta yerleşim yerlerini her zaman doğrudan etkilemiştir (örneğin; Troia) (Kraft ve ark. 1982, Kayan, 1997).

Kayan (2007), Biga Yarımadası'nın en büyük akarsuyu olan Karamenderes, yarımada'nın orta kesimindeki Bayramiç-Ezine havzasının sularını topladıktan sonra bu plato üzerinde açtığı dik yamaçlı dar bir boğazdan (Araplar Boğazı) geçerek Troia önlerindeki delta-taşkın ovasına çıkar. Karamenderes taşkın ovası 50-100 m yükseklikteki plato sırtları arasında gelişmiştir. Karamenderes taşkın ovası bugünkü şekliyle Holosen'de gelişmiştir. Bunun ilk somut verileri 1977 yılında burada yapılan sondajlı araştırmalardan elde edilmiştir. Buna göre ovanın bugünkü yüzeyi altında, orta kesimde 30-40 m kadar derinlerde Holosen öncesi vadi tabanı ve muhtemelen Pleistosen'in daha erken dönemlerindeki transgresyonlara ait denizel sedimanlar bulunmaktadır. Holosen'de östatik olarak yükselen deniz, C^{14} verilerine göre, 10.000 yıl kadar önce eski Karamenderes yatağına sokulmuş, 7000-6000 yıl önce bugünkü seviyesine ulaşarak bütün vadi çukurluğunu kaplamış, Çanakkale Boğazı'ndan güneye doğru 4 km kadar genişlikte, 17 km kadar uzunlukta bir körfez oluşturmuştur.

Çağatay ve ark., (2003)'e göre, İzmit Körfezi'nin batı ve orta kesiminde sığ sismik yansıma profili ve multibeam yöntemiyle batimetrik haritalama ile deniz ve kıyı stratigrafi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar; İzmit Körfezi'nin Geç Buzul Devri boyunca Marmara Gölü gibi gölsel bir alan olduğunu ve Marmara Havzası'nın yaklaşık 12000 yıl önce Akdeniz suları tarafından basıldığı zaman Erken Buzularası Dönemi'ni göstermektedir. Yapılan çalışmalar 10400-7000 yıl önce körfezin eski kıyı çizgisinin -85 m'de bulunduğunu gösterir. Diğer eski kıyı çizgisi Batı İzmit'in kuzey kenarı üzerinde -65 m'de gözlenmiştir ve Karamürsel Havzası'nın büyük bir ihtimalle durgun su seviyesi yüksekliği Younger Dryas esnasında biçimlenmiştir. Karamürsel Havzası içindeki -65 m'de bulunan eski kıyı çizgisi, bugünkü -eski kıyı çizgisinin -55 m seviyesinde bulunandan çok daha derindir bu, havzanın batısının sınırlandığını ve güneyinin ötesinde yerleştiğini gösterir. 9000 yıl önceye kadar Gölcük Havzası deniz suları tarafından basılmamış ve batı alanı -38 m ile sınırlanmıştır.

Eriş ve Çağatay (2008), Son Buzul Maksimum Dönemi'nde Marmara Denizi'nin Akdeniz ile ilişkisi kesilmiş ve gölsel bir ortama dönüşmüştür (Çağatay ve ark. 2000). Marmara Denizi'nde Son Buzul Maksimum Dönemi'nin ardından dünya deniz seviyesine bağlı olarak Akdeniz suları günümüzden 12000 yıl önce Çanakkale Boğazı eşik seviyesine ulaşmış ve Marmara Denizi'ne akmaya başlamıştır (Çağatay ve ark. 2000). Marmara Denizi'nin Akdeniz ile olan bu ilk bağlantısından itibaren su seviyesi dünya deniz seviyesindeki artışa paralel olarak yükselmiştir. Holosen başında su seviyesinin -83 m'de

durağan hale geldiği anlaşılmaktadır. Daha sonra yaşanan regresyon ile -65 m’lerdeki deniz seviyesi -71 m’ye gerilemiş ve bu seviyede durağan deniz seviyesi yaşanmıştır.

Holosen içerisinde ‘Younger Dryas’ döneminden sonra deniz seviyesinin -63 m’ye tekrar yükseldiği anlaşılmaktadır. Holosen ortalarında deniz seviyesi artış hızındaki azalma ve karadan sediman gelimindeki artışın sonucunda İstanbul Boğazı girişi doğusunda delta çökelleri gelişmiştir. Yapılan kronolojik çalışmalar ile deltanın GÖ 6400 ile 3200 yılları arasında olduğu saptanmıştır (Eriş ve Çağatay 2008).

Hugh ve ark. (2001), Son Buzul Dönemi’nde Marmara Denizi küresel deniz seviyesi, Çanakkale Boğazı eşik derinliğinin altına düştüğü için acı-su gölüne dönüşmüştür. Dünya okyanus sisteminden ayrıldığı zaman, nehir girdisi ile Karadeniz’den gelen akış Marmara ‘Gölüne’ gelen ana su kaynaklarıydı.

En eski çökeller (GÖ) >15.5 cal ka; GÖ >13.5 ¹⁴C ka) kurak ve soğuk koşulların ipuçlarını vermektedir. Göl çökelleri laminalanmış, oksijenli koşulları ve sedimantasyon döngülerini göstermektedir. Nehirler yakınsal olan karasal çökelleri ve muhtemel yangınlarla birlikte kurak koşulların bol kömürünü getirmiştir. Gölün eski kıyı çizgisi -95 m ya da daha derindir. Göl suyu ve sedimentleri çok az acı-su, tatlı-su türlerinden *Theodoxus fluviatilis* ve *Dreissena sp.* ve tatlı-su diatomları içermektedir. G.Ö. 15.5-15.0 cal ka (GÖ 13.1-13.0 ¹⁴C ka) tarihlerinde Marmara Gölü’ne Karadeniz’den (bu zamanda göldü) çok miktarda tatlı-su geldiğinin verileridir. Bu dönemde *Dreissena rostriformis* ve *T. fluviatilis* yoğun ve bu molluskların ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr bileşimi Karadeniz sularının bileşimine sahipti. Dünya okyanus sisteminin bağımsız olan Gölün eski kıyı çizgisi -85 m’de Ege Deniz’ine akan Çanakkale Boğazı seviyesindeydi (Hugh ve ark., 2001).

Bolling-Allerod Dönemi (son buzul dönemi) Marmara Gölüne muhtemelen evaporative ve sıcak koşulları getirmiştir. Bu durum oksijen izotop kayıtları ile desteklenmektedir. Bu çalışmada kanıtlanan -95 m taraçası Çekmece havzaları, Prenses Adaları ve İmralı boyunca devam eden erozyonel yüzeyi işaret etmektedir. Bu muhtemelen Akdeniz suları Marmara Deniz’ine akmadan önce göl seviyesinin düştüğünü ya da göldeki dalga hareketinin göl yüzeyinin 10 m altında erozyonla -95 m taraçasını oluşturduğuna işaret etmektedir (Hugh ve ark., 2001).

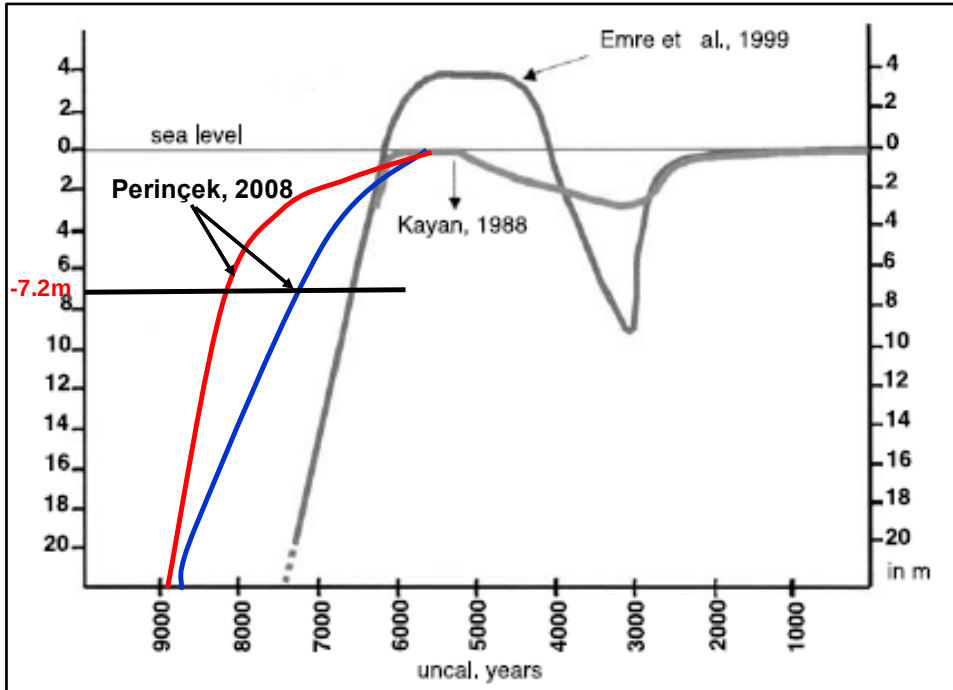
Bulgular yaklaşık 12000 yıl önce (GÖ 10.7 ¹⁴C ka) hızlı deniz istilasının olduğunu ve Younger Dryas soğuk interstadial’in GÖ 11.5-10.5 cal ka (GÖ 10.5-9.7 ¹⁴C ka)’da sedimentleri yeniden işlediğine işaret etmektedir. Güçlü tabakalanma ve besleyici (nutrient) girdisinin gelişiminin yaklaşık 9200 yıl öncede (GÖ 8.6 ¹⁴C ka) başladığı bentik ve planktik foraminifer toplulukları tarafından belgelenmiştir. Bu olayların zamanı ve

çevresel koşullar daha önceki çalışmalarda da tespit edilen, Karadeniz, Marmara Denizi ve Akdeniz'in yeniden bağlantısıyla uyumludur. Marmara Denizi'nde sabit çevresel koşullar, deniz seviyesinin günümüz seviyesine yaklaşması ile yaklaşık 6000 yıl (G.Ö. 5.5 ^{14}C ka) oluşmuş ve havza tabanları çökellerle dolmuştur (Hugh ve ark. 2001).

Kayan (1988)'a göre yaklaşık 6500 yıl önce -3 m olan Marmara Denizi deniz seviyesinin 6200 yıl önce günümüz deniz seviyesine ulaştığı (0 m) ve GÖ 5000 yıla kadar bu seviyeyi koruyarak 3000 yıl önce -3 m'ye düştüğü, yaklaşık 2200 yıl önce de günümüz deniz seviyesine ulaştığı yorumu yapılmıştır (Şekil 4.6).

Emre ve ark. (1999)'na göre, 7200 yıl önce Marmara Denizi deniz seviyesi yaklaşık -19 m'de iken yaklaşık 6300 yıl önce 0 m'ye yükseldiği, 5800 yıl önce yükselimine devam ederek +4 m'ye kadar ulaştığı 5800-4200 yıl aralığında bu seviyeyi koruyarak 4200 yıl önce ani bir düşüşle 3000 yıl önce -9 m'ye gerilediği ve günümüzden yaklaşık 2200 yıl önce ise tekrar yükselerek günümüz deniz seviyesine ulaştığı yorumu yapılmıştır (Şekil 4.6).

Perinçek (2008, sözlü sunum) ise Marmara Denizi deniz seviyesi ile ilgili 2 görüş öne sürmüştür. Bunlardan biri Marmara Denizi'nde 7200 yıl önce deniz seviyesi -7,2 m'de iken, yaklaşık 5500 yıl önce ise günümüzdeki seviyesine ulaşmıştır. Perinçek (2008, sözlü sunum)'in bir diğer görüşü ise yaklaşık 8500 yıl önce -7,2 m'de olan deniz seviyesinin, 5500 yıl önce günümüz konumuna geldiği yönündedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Son 10000 yıl içinde Marmara Denizi deniz seviyesi değişimleri (Kayan, 1988, Emre ve ark. 1999, Perinçek, 2008 sözlü sunum).

4.3. ÇALIŞMA ALANININ STRATİGRAFİSİ

Yenikapı kazı alanında çalışılan istif Perinçek ve ark. (2007) tarafından litolojik özellikleri bakımından alttan üste doğru 9 farklı birime ayrılmıştır. Kazı alanının Kuvaterner öncesi temelini Geç Miyosen yaşlı Güngören Formasyonu oluşturmaktadır. İstif 1. birimden 7. birime kadar transgresiftir. 7. birimden 8. birimin üst kesimine kadar ise regresiftir. Regresyonun nedeni; deniz su seviyesi düşmesinden değil, karadan taşınan malzemenin kıyıda yığılması ve kıyı çizgisinin buna bağlı olarak deniz yönünde çekilmesidir. Çalışılan çökellerden Güngören Formasyonu Geç Miyosende diğer çökeller günümüz öncesi son 8000 yılda çökelmiştir.

Çalışma alanının Neolitik dönemden günümüze liman ve çevresindeki jeolojik ve arkeolojik birimlerin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymak için kazı alanında yapılan çok sayıdaki nokta gözleme ek olarak kazı alanının batısında ve doğusunda ölçümler yapılmıştır. Profil kesit çalışmalarında yapılan gözlemler ve elde edilen veriler ışığında genelleştirilmiş iki adet stratigrafi kesiti hazırlanmıştır.

4.3.1. Güngören Formasyonu

Açık bej grimsi sarımsı ve bazı kesimlerde demiroksitli alterasyonlar nedeniyle pas rengi kumtaşlarından ve yeşilimsi kilaşlarından oluşurlar. Killer içerisinde beyaz tebeşirimsi kireçtaşı topakları bulunmaktadır. Ayrıca bitki sapları, silt ve kum mercekleri içermektedir. Kazı alanının güneyinde Marmaray istasyon çıkışındaki dar bir alanda yüzeylemeleri gözlenmiştir.

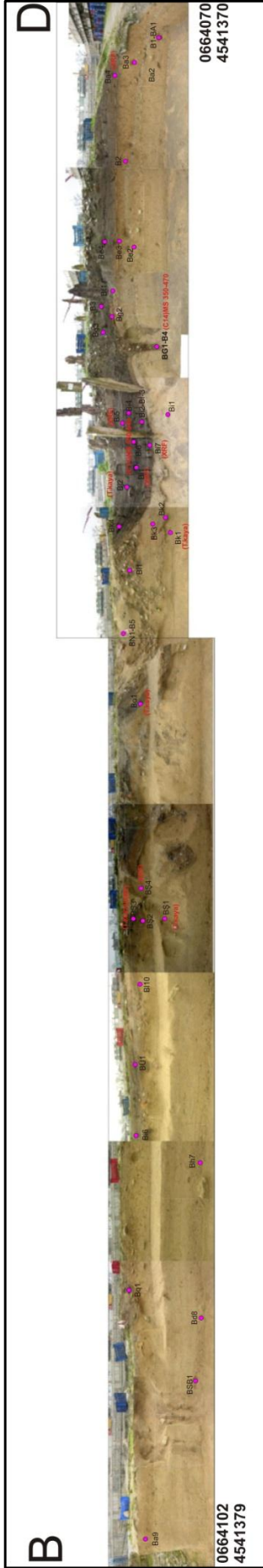
Güngören Formasyonu ayırtlandığı kesimlerde altına gelen Çukurçeşme Formasyonu ve üstüne gelen Bakırköy formasyonu ile dereceli geçişlidir. Karadan kaba malzemenin kıt olarak geldiği, ince-çok ince terrijen malzemenin geldiği göl ortamında çökelmiştir ve en fazla 30 m kalınlığı bulunmaktadır (Şekil 4.7)



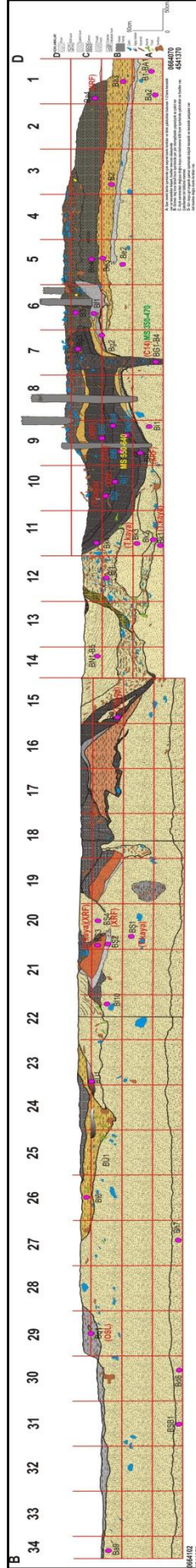
Şekil 4.7. Güngören Formasyonu’nun üzerindeki 1. birimle ilişkisi (bakış yönü güneyden kuzeye).

Birimlerin en iyi gözlendiği alanda, içyapısını, dokanak özelliklerini, fosil kapsamını ve içerisindeki sedimanter yapıları ayrıntılı olarak söz konusu kesitler üzerinde kayıtlara geçirilmiştir (Ek-2A). İlk kesit “Marmaray Yenikapı İstasyonu” kazı alanının batı bölümünde yer alır ve Batı Kesiti olarak tanıtılacaktır. Kesitin uzunluğu 33 metre olup yüksekliği ise yaklaşık 1,5-2 metre arasında değişmektedir (Şekil 4.8 ve 4.9).

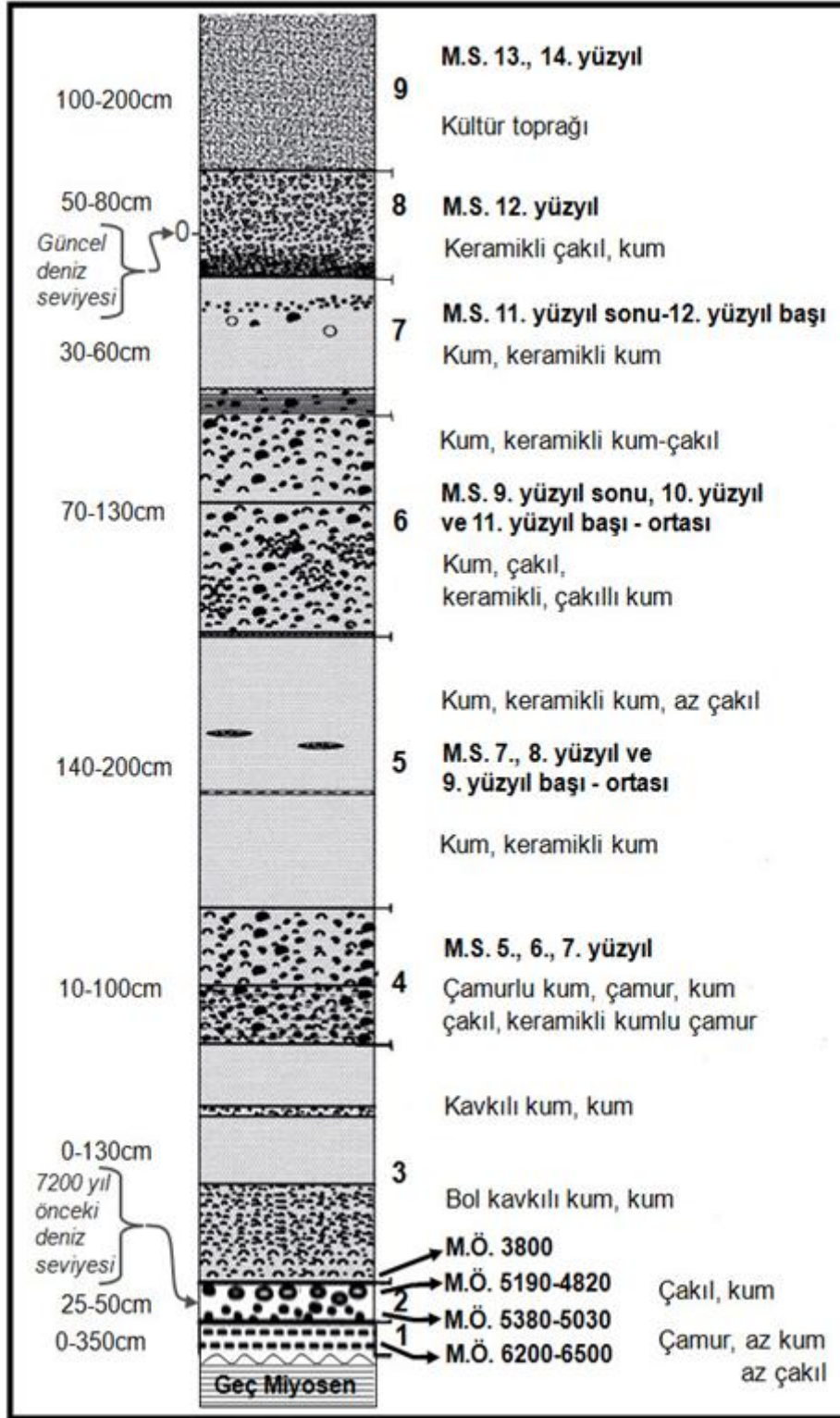
Bu kesitin tabanında 2. Birim gözlenmektedir. 2. Birimin altında ise 1. Birim yer almaktadır. 1. Birim kazı alanının güneydoğusunda 2. Birim ise kesit alanının doğusunda ve batısında gözlenmiştir. Söz konusu stratigrafik kesitte 1. ve 2. birimler üzerine 3. ve 4. birimler gelmektedir. 3 ve 4. birimler aşağıda ilgili bölümlerde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.



Şekil 4.8. Batı kesiti gösterir birleştirilmiş panoramik foto-mozak (Pembe noktalar numune alınan yerlerdir.)



Şekil 4.9. Batı kesitinde gözlenen gözlenen lito lojiler, sedimanter yapılar, birim ilişkileri yukarıdaki şekilde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Perinçek ve ark. 2007, Perinçek, 2008a, 2010a).

4.3.2. 1.Birim

Çalışma alanında Güngören Formasyonu üzerine uyumsuz olarak 1. Birim gelmektedir. (Şekil 4.7 ve 4.10). Üst dokanağı ise keskindir ve transgresif olarak 2. Birim tarafından örtülür. Birim genel olarak koyu gri siyah renkli çamur ve yer yer kumlu çamur ile temsil edilir. Birimi oluşturan ince taneli sedimanlar kil ve silt boyutundadır. Kazı alanının doğu ve güney kesimlerinde açığa çıkarılmıştır. Bataklik biriminin kalınlığı yaklaşık 4-4.5 m kadardır. Çamur içerisinde bataklik ortamını yansıtan pek çok sedimantolojik veri bulunmaktadır. Vadinin ağzındaki Theodosius liman alanı Neolitik Çağ'da bir bataklik iken, deniz seviyesinin yükselmesi ile birlikte günümüzden 6000-5000 yıl önce su altında kalmıştır. Mehmet Özdoğan'a göre; Yenikapı'da yerleşim yerinde ortaya çıkan buluntular Fikirtepe ve Pendik'ten bilinen 'Fikirtepe Kültürü' olarak tanımlanan dönemi yansıtmaktadır. Bu kültürü veren yerleşme yerlerinde yapılmış olan radyoaktif tarihlleme, Fikirtepe Kültürü'nün MÖ 6.400-5.800 tarihleri arasında, günümüzden 8.000 yıl kadar önce, bu bölgede var olduğunu göstermiştir (<http://www.tuba.gov.tr>)

Birim içerisinde yoğun olarak bataklik ortamı ürünü koyu kahverengi saz türü bitki parçaları ve söğüt benzeri ağaçların dal, yaprak ve gövdesine ait kalıntılar bulunmaktadır. Bu kalıntıların sadece kök ve gövdesinin köke yakın kesimleri çürümeden korunmuştur (Şekil 4.11). Bu veri bataklik alanının su derinliğinin çok sığ olduğunu ve su seviyesinin zamanla yükselmesine bağlı olarak ağaçların suya gömülüp gövdelerinin çürüdüğüne işaret eder.

Bataklik alanının üst seviyelerinde tavana doğru yaygın olarak 2. Birime ait denizel kumlarla dolduğu görülmüş ve yuva-eşeleme izlerine rastlanmıştır (Şekil 4.12). Bu oluşum aşağıdaki şekilde yorumlanmıştır; birim bataklik (lagün) ortamında çökeldikten sonra, çalışma alanı transgresyon sonucu, sular altında kalmıştır. Deniz ortamında yaşayan canlıların daha önce bataklik ortamında çökelmiş olan ve henüz sertleşmemiş olan çamur içinde yuva açtıkları ve bu yuvaların zaman içinde üstteki 2 numaralı birimin kumlarıyla dolmuştur. Bataklik alanında bataklığın oluşumunun son evresinde oluşan paleoakıntı yönünü gösteren sedimanter yapılar ile içerisinde kum dolgusu bulunan yük kalıpları gözlenmiştir. Paleoakıntı yönünü gösteren akarsu kanalları KD-GB ve K-G doğrultuludur (Şekil 4.13).



Şekil 4.11. Bataklık alanı içerisinde çürümeden korunmuş ağaç kökü kalıntısı



Şekil 4.12. 1. Birimin üst seviyesinde gözlenen organizma yuva izlerinin üstten görünüşü



Şekil 4.13. 1. Birimin (bataklık üst seviyesinin) üst kesimlerinde paleoakıntı yönünü gösteren akarsu KD-GB ve K-G doğrultulu kanalları ve kum dolgululu yük kalıpları (Bakış yönü yaklaşık güneyden kuzeye)

Kazı alanının doğu kesimde bataklık alanı içerisinde açılan profilde sellenme malzemesi ve sismitler gözlenmiştir (Şekil 4.14). Sismitler; gözeneklerinde bol miktarda su bulunduran tutturulmamış çökellerin deprem sırasında birincil tabaka yapılarını kaybetmesi ve istifte sıkışma ve çimentolanma öncesi yumuşak deformasyona uğraması sonucunda oluşmuştur. Bunun sebebi sedimaların çökelişi sonrasında oluşan bir depremdir. Kazı alanının doğusunda bataklık alanı içerisinde K-G yönlü açılan profil-kesitin uzunluğu 2,5 m, yüksekliği 60 cm'dir. Bu kesitte bataklık çamuru olarak adlandırılan killi malzemenin arasında sellenme dönemine ait kum ve çakıl yer almaktadır.



Şekil 4.14. Bataklik alaninin dogusundaki K-G yonlu kesitte gozlenen sellenme malzemesi ve sismitler

Bataklik istifinin ust seviyelerinde yer yer kanallar gorulmektedir (Şekil 4.15) Bataklikta sellenme zamanlarında olustuklari dusunulen bu kanallarda dayanimsiz litolojilerden yapilmis cakilcik, cakil ve iri cakil boyutlarında yer yer kirectaşından olusan cakilllar vardır. Kirectaşından olusan cakillarin kirlma yuzeyi gri koyu gri ve acik gri olmasına karşın aşınma yuzeylerinin beyaz olduğu gorulur. Beyazlık bataklik ortamındaki karbonatın cakil yuzeyine diyajenetik yollarla birikmesi nedeniyledir (Perinçek, 2010a). Bataklikta sellenmenin gozlendiği alanlarda akarsuyun meydana getirdiği tekne sekilli capraz katmanlanma gozlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.15. Bataklik alanin guneybatısındaki kesitte, sellenme nedeniyle olusan akarsu kanalı dolgusu.



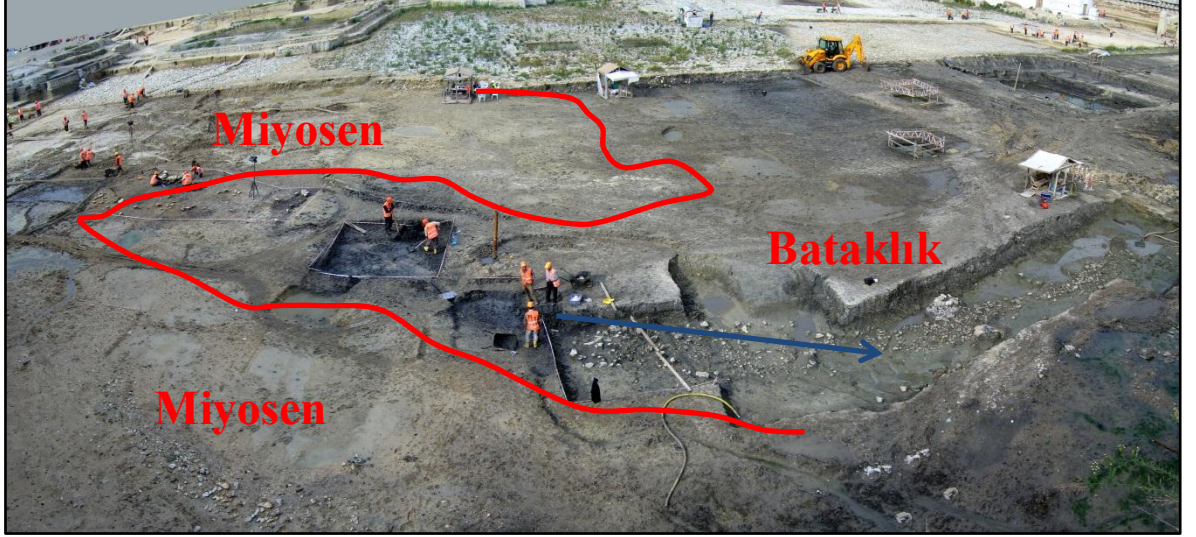
Şekil 4.16. Bataklıkta sellenme dönemlerinde oluşan kanal dolguları içinde gözlenen yüzeyleri beyaz renkli karbonat çakılları ve kırmızı kesikli çizgilerin arasında kalan alanda gözlenen tekne şekilli çapraz katmanlar.



Şekil 4.17. Bataklığın tabanında oluşan kanalların içerisindeki köşeli çakıllar.

Bataklığın başlangıç evresinde akış yönünün batıdan doğuya olduğunu gösteren veriler bulunmuştur. D-B akış yönünü doğrulayan iki önemli veriden biri bataklık tabanında gözlenen kanaldır (Şekil 4.17 ve 4.18). Bataklığın tabanında oluşan kanalların

içerisinde çoğunlukla köşeli çakıllar bulunmaktadır. Çakılların köşeli olması bu çakılların yakın bir mesafeden bu alana getirildiğini göstermektedir (Şekil 4.17 ve 4.18). D-B akış yönünü gösteren ikinci veri ise; Şekil 4.19’da görülmektedir. Miyosen istifi üst kesiminde gözlenen kazıma yapıları akış yönünün batıdan doğuya olduğunu göstermektedir. Buradaki kanal yapılarının içi bataklık malzemesi ile dolmuştur. Fotograf bataklık çökellerinin arkeologlar tarafından kanal içinden temizlenmesinden sonra çekilmiştir.

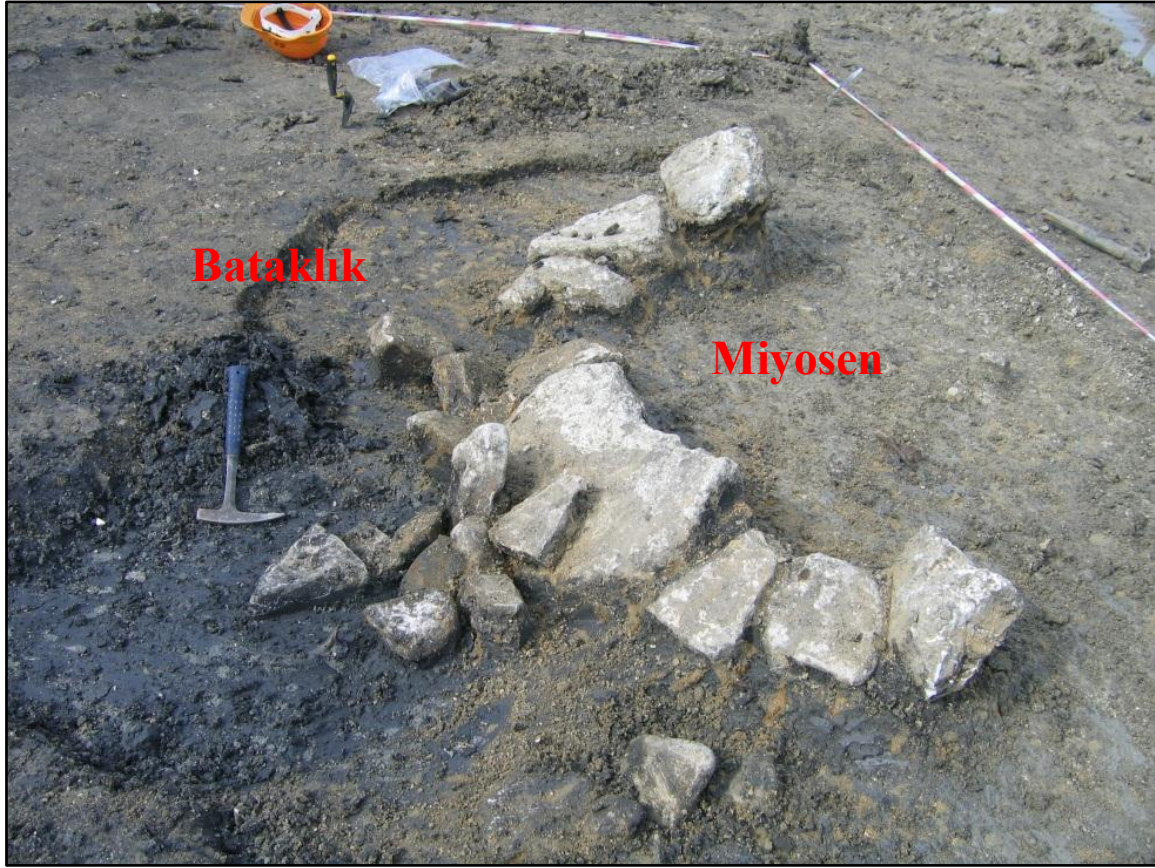


Şekil 4.18. Bataklik ile Miyosen birimleri arasındaki sınırı gösteren fotoğraf (Mavi ok akış yönünün batıdan doğuya doğru olduğunu göstermektedir).



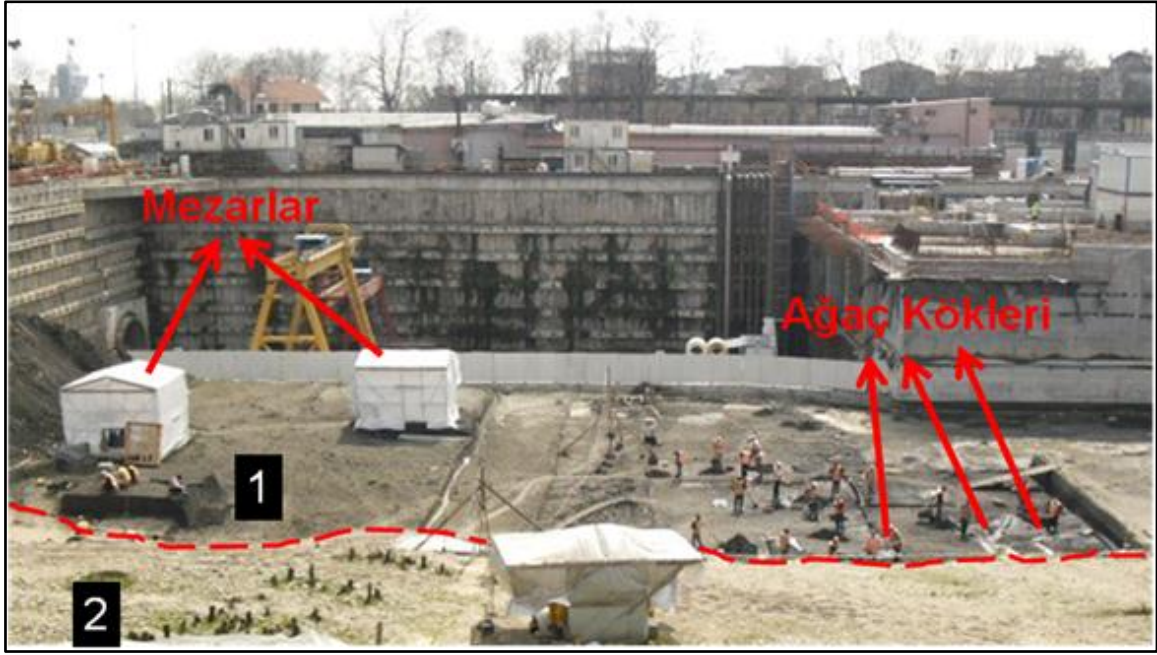
Şekil 4.19. Bataklığın tabanında gözlenen kazıma yapıları (Kırmızı ok batıdan doğuya olan akıntı yönünü göstermektedir).

Bataklığın tabanında bataklık ile Miyosen istifı sınırında insan yapısı olduğu düşünölen bir kalıntı bulunmuştur. Söz konusu yapıyı oluşturan taşlar iki birimin sınırında dizilmiştir. Bu yapının insanlar tarafından bataklıktaki bazı unsurlara ulaşmak veya avlanma amacıyla kullanıldığı öngörülmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Miyosen ile bataklık sınırında insanlar eliyle dizilen taşlarla oluşturulmuş bir yapı kalıntısı

Kazı alanındaki bataklığın doğusunda, birbirlerine yakın mesafede 2 adet mezar, bu mezarların yakınında kremasyon ve bu mezarlara göre daha batıda ağaç kökleri gün ışığına çıkarılmıştır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. 2011 yılında Arkeologlar tarafından bataklık alanında ortaya çıkarılan mezarlar ve ağaç kökleri. Fotoğrafta “1” birinci “2” ise ikinci birimi göstermektedir (Bakış yönü: Kuzeyden Güneye) (Yıldırım, 2011).

Arkeologlar tarafından yapılan incelemelerde deniz seviyesinin -7,1 m (ahşaplı), -7,4 m (ahşapsız) ve İstanbul Arkeoloji Müze Müdür Yardımcısı Rahmi Asal’a göre 8,5 m (sözlü görüşme, 2011 Haziran) kotlarında mezarlar bulunmuştur (Şekil 4.21). Hoker pozisyonu ile gömülen bireylerden birinin üzerinin bütün bir ahşap blokla örtülmüş olduğu, diğerinin açılan çukura doğrudan bırakılan tek bireyli bir mezar ve her iki mezarın etrafında da ahşap dikmelerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.21, 4.22 ve 4.23).

Mezar çevresindeki ahşap dikmeler, bu mezarların da bataklığa sabitlenerek gömüldüğü düşüncesi yönündedir (Perinçek, 2010a). Perinçek, (2010a)’ya göre yaz aylarında ölümler bu mezarlara gömülmüş, kışın sular yükseldiğinde mezar ve beraberindeki ahşap malzeme, yüzmemesi ve mezarın tahrip olmaması için kazıklarla zemine tutturulmuştur.



Şekil 4.22. Neolitik Dönem'e ait doğrudan açılan çukura gömülmüş tek bireyli ahşapsız olan mezarın yakından görünüşü (Haziran 2011'de Müze Müdürü Zeynep Kızıltan tarafından sağlanmıştır).



Şekil 4.23. Neolitik Dönem'e ait ahşaplı tabut ile gömülmüş tek bireyli mezarın yakından görünüşü (Haziran 2011'de Müze Müdürü Zeynep Kızıltan tarafından sağlanmıştır).

Bu mezarların kuzeyinde, mezarlara göre daha yüksek bir kotta yakılarak (kremasyon) gömülen bir ölü daha ortaya çıkarılmıştır. Cesedin yakıldığı alanda iskelete ait kemiklere, yakıldığından dolayı kahverengiye dönüşmüş bitki parçalarına ve yanmadan etkilenmiş taşa rastlanılmıştır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Mezarın bulunduğu yer (sol üstte), yanmış kemik (sağ üstte), mezarın içinde yanmış bitki parçaları (sol altta), yanmadan etkilenmiş taş (sağ altta).

Bulunan mezarların batısında bataklığın içerisinde çok sayıda ağaç kökü vardır. Şekil 4.25 ve 4.26'da görülen kökler, ilk çıktığında arkeologlar tarafından, dal örgü mimari kalıntısı olduğu yorumlamıştır. Bataklığın içerisinde ağaçların önemli bir kısmının büyüme konumunda bulunması, bataklık ortamında tatlı suyun varlığına işarettir. Bataklıkta su seviyesinin yükselmesi ve bataklığın kısmen deniz suyu ile işgal edilmesi sonrasında ağaçlar varlıklarını sürdürememiştir. Ağaç kökleri birbirine girik bir şekilde üst üste bulunmuştur. Dallar bir köke bağlı olarak geliştiği için ve kökten uzaklaştıkça çatallanmakta ve incelmektedir. Yukarıda belirtilen nedenlerle söz konusu köklerin dal örgü mimari olmadığı düşünülmektedir (Şekil 4.25 ve 4.26).



ulaşmıştır. İzlerin, kumlu çamurla örtülmeden önce kurduğu ve bu sayede günümüze kadar korunarak geldiği düşünülmektedir (Şekil 4.27).

Prof. Dr. Mehmet Özdoğan'a göre; dünyada çok az rastlanan bu izler, ayak tabanlarının basış şekli ve açısından yola çıkarak dönem insanın vücut ölçüleri ve morfolojisi hakkında somut verilere ulaşılabilmesi mümkündür ve dönemin insan yaşamı hakkında bilgi vereceği için çok önemlidir. Neolitik döneme ait insan ayak izlerinin bulunduğu açmanın çevresinde mimari öğeler de bulunmuştur (Kazı alanında sözlü görüşme).



Şekil 4.27. Neolitik Döneme (MÖ 6300-5500) ait insan ayak izleri

1. birimin Kuşdili Formasyonu (Meriç ve ark. 1990) eşdeğeri olduğu düşünülmektedir.

Kazı alanının batısındaki bataklık çökellerinden (1. Birimden) numuneler alınmıştır. Bu numuneler TÜBİTAK 110Y114 nolu Proje kapsamında BETA Analytic Laboratuvarına C^{14} analizi için gönderilmiştir (Çizelge 4.1). 110Y-B19 (Yanmış bitki parçaları), 110Y-B9 (Ahşap) ve 935-A4 (Ahşap) numunelerinden elde edilen kalibre edilmiş yaş tayini sonuçları sırasıyla; MÖ 6080-5990, MÖ 5990-5780 ve MÖ 5980-5940 olarak bulunmuştur. Bataklığın tabanına yakın kesimden alınan N-1 numunesinden (Ahşap) elde edilen kalibre edilmiş yaş tayini sonucu ise MÖ 6010-5580 dir. Bu verilerden elde edilen sonuca göre; bataklığın yaşı yaklaşık olarak MÖ 6080-5880 arasındadır.

Perinçek, (2010a)'ya göre bataklıkta yaşı MÖ 6200-6500, Özdoğan'a göre MÖ 6300-5500 aralığındadır.

Çizelge 4.1. Bataklık (1. birim) den alınan numunelerin lokasyonları ve radyokarbon yaş tarihleri

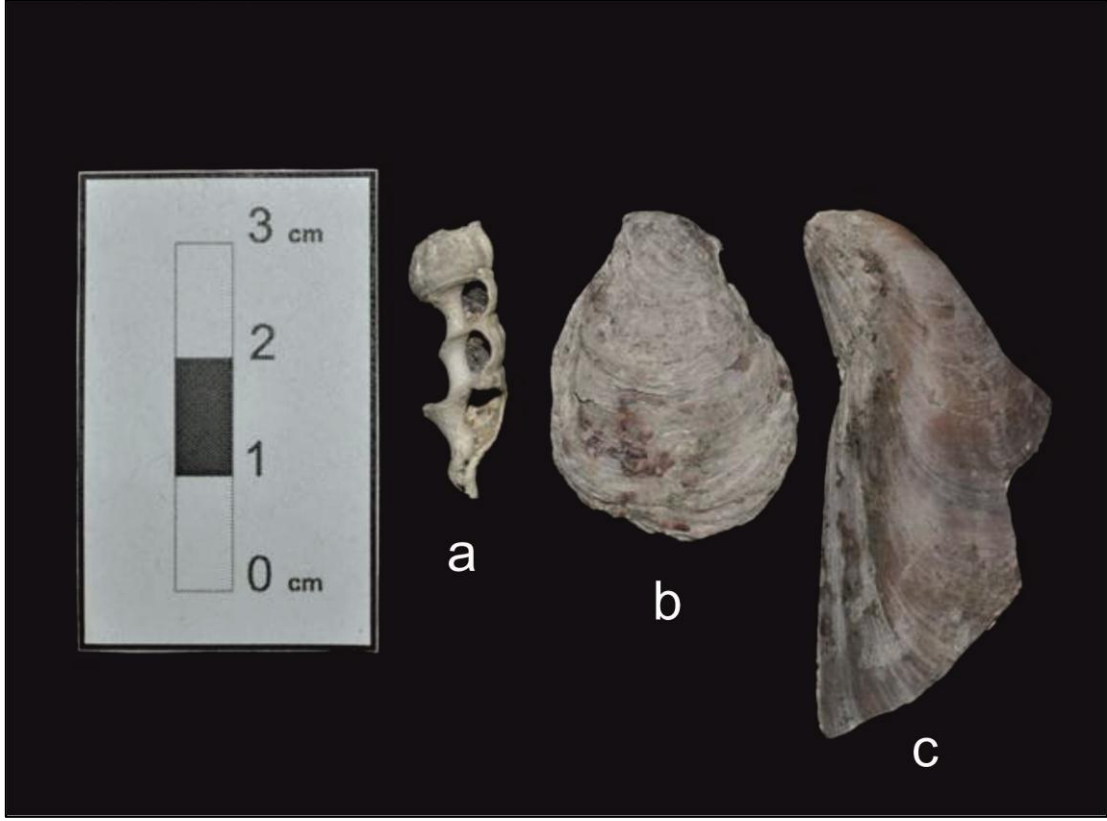
Lab . No	Lokasyon	Birimler/ Koordinatlar	Tarihlenen Materyal	Ölçülen Yaş	Conventional Age	Kalibre Edilen Yaş
303 289	110Y-B19	Bataklık/64265 -41432/-10m.	Yanmış bitki parçaları	7200 +/- 40 BP	7180 +/- 40 BP	Cal BC 6080 to 5990 (Cal BP 8030 to 7940)
303 288	110Y-B9	Bataklık/64222 -41432	Ahşap	7070 +/- 40 BP	7000 +/- 40 BP	Cal BC 5990 to 5780 (Cal BP 7940 to 7730)
303 287	935-A4	Bataklık	Ahşap	7000 +/- 40 BP	6970 +/- 40 BP	Cal BC 5980 to 5940 (Cal BP 7930 to 7890), Cal BC 5920 to 5740 (Cal BP 7870 to 7690)
318 779	N-1	Bataklık	Ahşap	7100 +/- 30 BP	7060 +/- 40 BP	Cal BC 6010 to 5580 (Cal BP 7960 to 7830)

Bataklık alanında yaygın olmamakla birlikte denizel ortamı yansıtan kavkılar da bulunmaktadır. Kavkılar çoğu kez tek tek, nadiren toplu olarak bulunmuşlardır (Şekil 4.28). Kazı alanında 1. birimden alınan fosil örnekleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Sevinç Kapan Yeşilyurt tarafından tanımlanmıştır. Tanımlanan fosiller Mollusca Dalı'nın Bivalvia ve Gastropoda sınıflarına ait örneklerdir. 1. birim içerisindeki makrofosiller; *Cerithium* sp. (1 adet), *Ostrea edulis* (Linnaeus) (1 adet), ve *Mytilus edulis* (Linnaeus) (29 adet büyük form ve bol miktarda kırık form şeklindedir (Şekil 4.29). Kazı alanında 1. Birimde tek tek ve dağınık olarak bulunan kavkılar bataklık çökelleri içinde bulunmalarının diğer bir nedeni ise bataklık alanı etrafındaki yerleşimde yaşayan insanlardır. Kavkılar yiyecek artıkları olarak değerlendirilmiştir. Yer yer toplu olarak bulunan kavkılar ise, bataklık ortamına fırtınalı dönemlerde dalgaların lagün ile deniz arasındaki kum seddini aşarak lagün ortamına taşınmasıyla olabilir. Birimin tabanında kanalın güney tarafında sınırlı bir alanda gözlenen kavkılar güneydeki denizden dalgalarla kanala aktarıldığı düşünülmektedir (Şekil 4.30). Kazı alanında 1. birimde bu görüşü destekleyen veriler; bataklıktan palinolojik analizler için alınan numunelerde bol miktarda non-polen formların bulunmasıdır. Bunlardan; Dinoflagellat kistleri (*Spiniferites* türleri (Ek-1/Levha 3), *Lingulodinium* sp.) çevrede denizel etkinin varlığına işaret etmektedir (Prof. Dr. Funda Akgün). Diğer numunelerde tayin edilen formlar, tatlı su alglerinden olan *Concentricystes* (Ek-1/Levha 3) ve *Spirogyra* varlığı literatürde sığ tatlı su bataklıklarının temsilcisi olarak ifade edilmektedir. Bu formların her biri ortamsal değerlendirmelerde oldukça büyük

öneme sahiptirler. Bunlardan, *Glomus* (Ek-1/Levha 3) toprakta bitki köklerine tutunmuş olan bir mantar türüdür. Polen preparatlarında yüksek miktarda bulunan *Glomus* çevrede toprak erozyonunun ve karasal koşulların şiddetli olduğunu göstermektedir (Montoyo ve ark., 2010). Bunların bazı Holosen kıyı düzlüğü lagün tortullarında da bulundukları bilinmektedir. Kavkıların bataklık çökelleri içinde bulunmalarının diğer bir nedeni ise bataklık alanı etrafındaki yerleşimde yaşayan insanlardır. Kavkılar yemek artığı olarak yorumlanabilir.



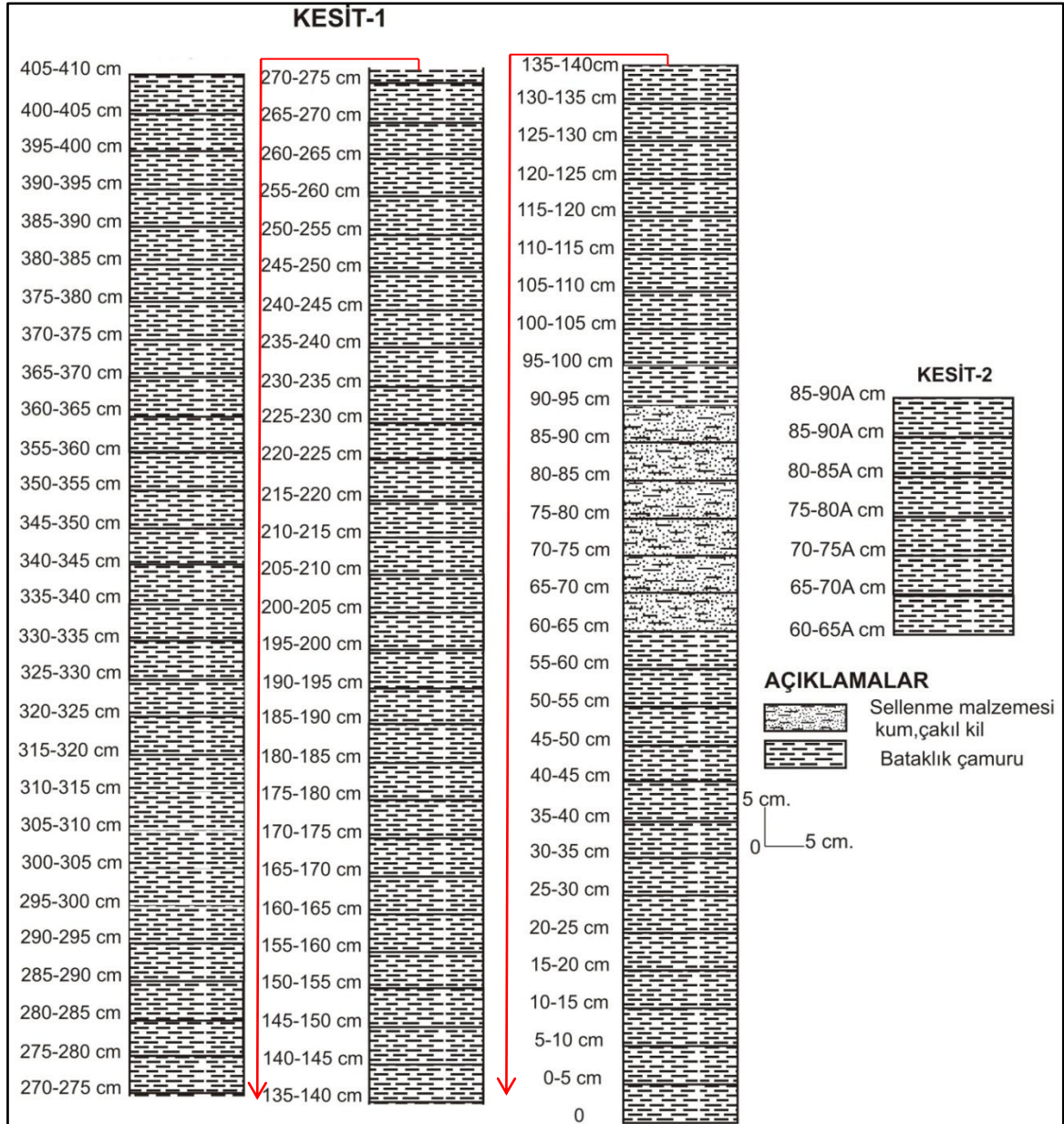
Şekil 4.28. Bataklık alanı içerisinde seyrek olarak görülen denizel kavkı



Şekil 4.29. a) *Cerithium* sp., b) *Ostreaedulis* (Linnaeus) (sağ kapak), c) *Mytilusedulis* (Linnaeus) (sol kapak).



Şekil 4.30. 1. Birimin tabanına sınırlı bir alanda toplu olarak gözlenen kavkılar



Şekil 4.31. Kazı alanının Kuzeydoğusundaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan numunelerin yerlerini gösteren kesit (Numuneler 5 cm de bir alınmıştır).

Kazı alanının kuzeydoğusunda çoğunlukla bataklık çamuru ile temsil edilen 1. birimde ölçülen stratigrafi kesitinde kalınlık 4,1 metredir. Bu kesitte tabandan itibaren litolojik ve palinolojik analiz için 5 cm’de bir numune alınmıştır. İstifte tabandan 60 cm’ye kadar bataklık çamuru gözlenirken 60 cm’den 90 cm’ye kadar 30 cm’lik bir kalınlıkta sellenme ürünü küçük çakıllar, kum ve kil görülmektedir. 90 cm’den sonra tekrar bataklık çamuru başlamakta ve kesit sonuna kadar devam etmektedir. Alttaki 60-90 cm’ye karşılık gelen kanal dolgusu olan sellenme ürünü istifin hemen yakınından kanal yanal yönde kamalanmakta ve yerini çamura bırakmaktadır. Bu 30 cm’lik kesite karşılık gelen ve

çamur ile temsil edilen alandan da 5 cm de bir numune alınmıştır (Şekil 4.31 ve 4.32). Numuneler palinolojik analiz için, Tübitak Projesi kapsamında projede görev yapan 9 Eylül Üniversitesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Funda Akgün tarafından değerlendirilmiştir.



Şekil 4.32. Kazı alanının Kuzeydoğusundaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan numunelerin bulunduğu kesitin fotoğrafı (Numuneler 5 cm de bir alınmıştır).

4.3.2.1. 1. Birim Palinoloji

Palinolojik çalışmalarda tanımlanmış spor ve polenler, jeolojik devirler boyunca coğrafik (iklim ve bitki örtüsü) ve ekolojik özelliklerin ortaya çıkarılmasında son derece yararlı bilgi vermektedir. Yenikapı tortullarının olduğu Holosen’de (6,500 GÖ-günümüze) bu tortulları içindeki spor ve polenlerin incelenmesi, bu devirdeki iklim ve bitki örtüsü değişimlerini, denizin hareketlerini ve bunların insan yaşamı üzerine olan etkilerini aydınlatması bakımından oldukça önemlidir. Bugüne değin yapılan çalışmalara dayanılarak, sayımları yapılan örneklerden tanımlanan spor ve polen formlarının listesi (apertur özellikleri temel alınarak gruplanmış ve her grup içinde cins düzeyinde tanımlanan formlar bağlı oldukları botanik aileleri içine yerleştirilmişlerdir) ve ekolojik özellikleri belirlenmiştir.

Palinolojik çalışmalar için alınan kesit örnekleri Prof. Dr. Funda Akgün tarafından tanımlanmıştır. Tayin sonuçları aşağıdaki gibidir;

Çalışma alanında bataklık alanında Trilet Sporlarına ait sporlar şunlardır; 185-190 cm (5 adet)’den alınan numunde Polypodiaceae/*Polygonum* sporuna, 315-321 cm (6 adet)’den alınan numunede Polypodiaceae/*Polygonum persicana* sporuna (Şekil 4.33) (Ek-1/Levha-1), 0-5 cm (5 adet), 5-10 cm (1 adet), 105-110 cm (3 adet), 260-265 cm (2 adet)’den alınan numunelerde Sphagnaceae/ *Sphagnum* sporuna, 0-5 cm (5 adet), 100-105 cm (1 adet), 185-190 cm (6 adet), 260-265 cm (2 adet)’den alınan numunelerde *Pteridium* sporuna (Şekil 4.34) (Ek-1/Levha-1), 0-5 cm (6 adet), 5-10 cm (6 adet), 10-15 cm (22 adet), 260-265 cm (2 adet), 265-270 cm (2 adet), 375-380 cm (3 adet)’den alınan numunelerde *Lycopodium* sporuna (Şekil 4.35) (Ek-1/Levha-1), 0-5 cm (8 adet), 5-10 cm (11 adet), 10-15 cm (37 adet), 100-105 cm (2 adet), 105-110 cm (4 adet), 145-150 cm (6 adet), 185-190 cm (1 adet), 260-265 cm (2 adet), 265-270 cm (5 adet), 315-320 cm (3 adet), 375-380 cm (2 adet)’den alınan numunelerde *Phaeoceras* sporuna (Ek-1/Levha-1), 0-5 cm (8 adet), 5-10 cm (3 adet), 10-15 cm (5 adet), 100-105 cm (2 adet), 105-110 cm (2 adet), 145-150 cm (3 adet), 185-190 cm (5 adet), 260-265 cm (5 adet), 265-270 cm (2 adet), 315-320 cm (1 adet)’den alınan numunelerde Botrychium (verrucalı trilet) sporuna (Şekil 4.36), 0-5 cm (12 adet), 5-10 cm (4 adet), 100-105 cm (3 adet), 105-110 cm (1 adet), 145-150 cm (2 adet), 185-190 cm (2 adet), 260-265 cm (2 adet), 265-270 cm (2 adet), 315-320 cm (1 adet),’den alınan numunelerde Adiantaceae/*Adiantum* sporuna (Şekil 4.37) rastlanmıştır. Bu sporlar aşağıdaki gibidir;

4.3.2.1.1. Trilet Spor**4.3.2.1.1.1. Polygonaceae (kuzukulağıgiller, çobandeğneğigiller)**

Otsu, çalimsı bitkileri ve küçük ağaçcıkları içeren çiçekli bitki ailesidir. *Polygonum persicaria*; Tek yıllık otsu bitkiler. Nemli yerlerde yetişirler (Ek-1/Levha-1).



Şekil 4.33. *Polygonum persicaria*

4.3.2.1.2. Sphagnaceae (Mosses; Kara yosunları)

Sphagnum; çoğunlukla, Kuzey Yarıkürede, turba bataklığı ve nemli tundra alanlarında yaşadıkları için bataklık yosunu olarak bilinirler.

4.3.2.1.3. Dennstaedtiaceae (Ferns)

Pteridium; tüm Dünya’da kozmopolit (serin bölgelerden subtropikal bölgelere) bir dağılım gösterir. En fazla 600m yüksekliğe kadar çıkar. Çok soğuk koşullardan ve kötü drene edilmiş bataklıklardan hoşlanmazlar (Ek-1/Levha-1).



Şekil 4.34. *Pteridium*

4.3.2.1.4. Lycopodiaceae (fern-allies)

Lycopodium (Clubmosses-Kibrit Otu); Dünyada serin bölgelerden tropiklere (dağlık alanlarda sınırlı) geniş yayılım sunarlar. Yer çamı veya tırmanıcı sedir olarak bilinirler (Ek-1/Levha-1).



Şekil 4.35. *Lycopodium*

4.3.2.1.5. Notothyladaceae (Ferns)

Phaeoceros (Hornworts, Boynuz otu veya Sarı boynuz). Bryophyt'lerin bir grubuna dahildirler. Nemli topraklarda, akarsu veya akıntıların kenarlarındaki su basab alanlarda çok bol olarak bulunurlar. Tüm Dünya'da nemli veya rutubetli yerleri tercih ederler (Ek-1/Levha-1)

4.3.2.1.6. Phioglossaceae (Ferns)

Tüm Dünya'da çok geniş yayılıma sahiptirler.



Şekil 4.36. *Botrychium*

4.3.2.1.7. Dennstaedtiaceae (Ferns)

Adiantum (silver-dollar fern); Tüm dünyada kozmopolit (serin bölgelerden subtropikal bölgelere) bir dağılım gösterir. En fazla 600m yüksekliğe kadar çıkar. Çok soğuk koşullardan ve kötü drene edilmiş bataklıklardan hoşlanmazlar.



Şekil 4.37. *Adiantum*

Çalışma alanında Bataklık alanında Gymnosperm polenlere ait polenler şunlardır; 0-5 cm (6 adet), 5-10 cm (5 adet), 10-15 cm (6 adet), 100-105 cm (12 adet), 105-110 cm (15 adet), 145-150 cm (9 adet), 185-190 cm (19 adet), 260-265 cm (8 adet), 265-270 cm (8 adet), 315-320 cm (18 adet), 375-380 cm (4 adet)'den alınan numunelerde *Pinaceae/Pinus* polenine, 0-5 cm (12 adet), 5-10 cm (8 adet), 10-15 cm (4 adet), 100-105 cm (2 adet), 105-110 cm (3 adet), 145-150 cm (3 adet), 185-190 cm (2 adet), 260-265 cm (1 adet)'den alınan numunelerde *Abies* Polenine (Şekil 4.38), 100-105 cm (5 adet), 185-190 cm (2 adet), 260-265 cm (2 adet), 265-270 cm (3 adet)'den alınan numunelerde *Cupressacites/Juniperus* polenine, 0-5 cm (10 adet), 5-10 cm (11 adet), 10-15 cm (4 adet), 100-105 cm (2 adet), 105-110 cm (3 adet), 145-150 cm (3 adet), 185-190 cm (2 adet), 265-270 cm (36 adet), 315-320 (8 adet)'den alınan numunelerde *Nymphaeaceae/Nymphaea* polenine (Şekil 4.39) rastlanmıştır. Bu polenler aşağıdaki gibidir;

4.3.2.2. Vesiculate (Conifer) polen

4.3.2.2.1. Pinaceae (Çamgiller)

Pinus; Türkiye'de bulunan türler, *Pinus brutia* - Kızılçam, *Pinus halepensis* - Halep çamı, *Pinus nigra* - Karaçam,

Abies (Gökmar); 40m'ye kadar boylanabilen gökmarlar kuzey yarım kürenin ılıman ve serin bölgelerinde bulunurlar. Derin, nemli ve iyi havalanabilen topraklarda iyi gelişirler. Gölgeye çok dayanıklıdır. Sıcaklığı yüksek, kuvvetli rüzgar alan yerlerden hoşlanmazlar. Dona, kirli havalara ve zehirli gazlara karşı duyarlıdır. Ülkemizde doğal olarak yetişen Gökmar türleri: *Abies nordmanniana* - Doğu Karadeniz Gökmarı, *Abies*

bornmulleriana - Uludağ Göknaı, *Abies equi-trojani* - Kazdağı Göknaı, *Abies cilicica* - Toros Göknaı. Bolu dağlarının kuzeye bakan yamaçlarının sis alan kısımlarında *Abies bornmulleriana* ve az sis alan kısımlarında *Pinus sylvestris* ve *Fagus orientalis* ile birlikte bulunur.



Şekil 4.38. *Abies*

4.3.2.3. Monoporate polen

4.3.2.3.1. Nymphaeaceae (Nilüfergiller)

Nymphaea (nilüfer); Tatlı sularda yayılış sunan, sucul bitkilerdir. Çok yıllık otsudurlar, kökçükleri ile suyun tabanına tutunurlar.



Şekil 4.39. *Nymphaea*

Çalışma alanında Bataklık alanında Angiosperm polenlerine ait polenler şunlardır; 10-15 cm (29 adet), 100-105 cm (10 adet), 105-110 260-265 cm (3 adet), 265-270 (2 adet)'den alınan numunelerde Poaceae (Cerealia) polenine (Şekil 4.40) (Ek-1/Levha-2), 375-380 cm (12 adet)'den alınan numunede Sparganiaceae/*Spargania type* polenine, 10-15 cm (3 adet)'den alınan numunede Lemnaceae polenine, 5-10 cm (6 adet), 10-15 cm (18 adet), 105-110 cm (4 adet), 145-150 cm (7 adet), 185-190 cm (3 adet), 260-265 cm (8 adet), 265-270 cm (4 adet), 315-320 (1 adet), 375-380 cm (4 adet)'den alınan numunelerde *Isoetes* polenine,, 145-150 cm (35 adet), 185-190 cm (34 adet), 265-270 cm (50 adet), 315-320 (15 adet)'den alınan numunelerde Cyperaceae polenine (Şekil 4.41) (Ek-1/Levha-2),

375-380 cm (3 adet)'den alınan numunede Cyperaceae-*Sarpus* polenine, 100-105 cm (45 adet), 105-110 cm (81 adet), 260-265 cm (57 adet), 375-380 cm (33 adet)'den alınan numunelerde Cyperaceae-*Carex* polenine, 100-105 cm (7 adet), 105-110 cm (4 adet)'den alınan numunelerde *Carpinus Betulus* polenine, 5-10 cm (4 adet), 100-105 cm (1 adet)'den alınan numunelerde *Alnus* polenine (Şekil 4.42) (Ek-1/Levha-2), 265-270 cm (2 adet), 315-320 cm (5 adet)'den alınan numunelerde Plumbaginaceae-*Armenia* polenine, 105-110 cm (1 adet), 185-190 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Apiaceae polenine (Şekil 4.43) (Ek-1/Levha-2), 315-320 cm (13 adet)'den alınan numunede Selaginellaceae benzeri dikenli polenine, 185-190 cm (3 adet)'den alınan numunede *Celtis* polenine (Şekil 4.44), 100-105 cm (3 adet), 260-265 cm (2 adet)'den alınan numunelerde *Populus* polenine (Şekil 4.45), 0-5 cm (20 adet), 5-10 cm (21 adet)'den alınan numunelerde *Cerelia* polenine, 10-15 cm (3 adet)'den alınan numunede *Rumex* polenine, 5-10 cm (7 adet), 10-15 cm (5 adet)'den alınan numunelerde *Plantago* polenine 260-265 cm (1 adet), 375-380 cm (3 adet)'den alınan numunelerde *Typha* polenine, 0-5 cm (1 adet), 260-265 cm (1 adet), 315-320 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Fabaceae polenine (Ek-1/Levha-2), 0-5 cm (14 adet), 5-10 cm (10 adet), 10-15 cm (5 adet), 100-105 cm (8 adet), 105-110 cm (10 adet), 145-150 cm (6 adet), 185-190 cm (3 adet), 260-265 cm (2 adet), 315-320 cm (3 adet), 375-380 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Compositae-*Tubuliflorea type* polenine, 5-10 cm (20 adet), 10-15 cm (30 adet), 100-105 cm (21 adet), 105-110 cm (29 adet), 145-150 cm (41 adet), 185-190 cm (20 adet), 260-265 cm (56 adet), 265-270 cm (65 adet), 315-320 cm (32 adet), 375-380 cm (12 adet)'den alınan numunelerde Compositae-*Ligulifloreae type* polenine, 0-5 cm (3 adet), 5-10 cm (1 adet), 10-15 cm (4 adet), 100-105 cm (5 adet), 105-110 cm (2 adet), 145-150 cm (6 adet), 185-190 cm (3 adet), 265-270 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Aspleniaceae/*Asplenium* polenine (Şekil 4.46) (Ek-1/Levha-2), 5-10 cm (4 adet), 100-105 cm (1 adet), 375-380 cm (1 adet)'den alınan numunelerde *Asphodelus* polenine, 5-10 cm (2 adet), 100-105 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Lamiaceae polenine, 0-5 cm (1 adet), 260-265 cm (2 adet), 265-270 cm (2 adet)'den alınan numunelerde *Nuphar* polenine, 100-105 cm (15 adet), 105-110 cm (4 adet), 145-150 cm (1 adet), 185-190 cm (12 adet), 260-265 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Liliaceae polenine, 100-105 cm (4 adet), 105-110 (6 adet)'den alınan numunelerde *Allium* polenine, 5-10 cm (2 adet), 100-105 cm (11 adet), 105-110 cm (2 adet), 185-190 cm (11 adet), 375-380 cm (3 adet)'den alınan numunelerde Fagaceae/*Quercus* polenine (Şekil 4.47) (Ek-1/Levha-2), 260-265 cm (1 adet), 265-270 (1 adet), 315-320 (4 adet), 375-380 (1 adet)'den alınan numunelerde Geraniaceae polenine (Şekil 4.48) (Ek-1/Levha-2), 100-105 cm (11

adet), 185-190 cm (7 adet)'den alınan numunelerde Dipsacaceae/ *Dipsacus* polenine (Şekil 4.49) (Ek-1/Levha-2), 260-270 cm (8 adet)'den alınan numunede Tricolporopollntis sp. (Artemisia) polenine, 260-265 cm (19 adet)'den alınan numunede Althenia polenine, 100-105 cm (1 adet), 105-110 cm (2 adet)'den alınan numunelerde Malvaceae-*Malva* polenine, 0-5 cm (3 adet), 5-10 cm (3 adet), 10-15 cm (1 adet), 100-105 cm (4 adet), 145-150 cm (3 adet), 185-190 cm (9 adet), 260-265 cm (3 adet)'den alınan numunelerde Caryophyllaceae polenine (Şekil 4.50) (Ek-1/Levha-2), 100-105 cm (2 adet), 185-190 cm (2 adet)'den alınan numunelerde Chenopodiaceae polenine (Şekil 4.51), 100-105 cm (2 adet), 185-190 cm (2 adet)'den alınan numunelerde Ericaceae polenine (Ek-1/Levha-2), 185-190 cm (58 adet)'den alınan numunede Hamogeronaceae polenine rastlanmıştır. Bu polenler aşağıdaki gibidir;

4.3.2.4. Angiosperm Polen

4.3.2.4.1. Poaceae (Buğdaygiller)

Cerealia tip (Tahıllar): *Cerealia*, Poaceae (buğdaygiller) familyasından kültüre edilmiş tahılları kapsamaktadır. Tahıllar içinde *Zea mays* (mısır), *Secale cereale* (çavdar), *Triticum t.* (buğday), *Avena* (yulaf) ve *Hordeum t.* (arpa) gibi birden fazla tahıl türünü kapsadığından *Cerealia* tip olarak adlandırılmaktadır. Vejetasyon üzerinde insan aktivitelerini yansıtan indikatör bir polen olduğu için Poaceae familyasının diğer üyelerinden ayrılması oldukça önemli ve gereklidir. Bu çalışmada 40 mikrondan büyük Poaceae taneleri *Cerealia* tip olarak tanımlanmıştır. *Poaceae* (Ek-1/Levha-2)*Cerealia* type ayrımında 40 mikron limiti bugüne kadar pek çok araştırmacı tarafından tartışılmış ve kabul görmüştür (Chester ve Raine, 2001; Sullivan, 1989).



Şekil 4.40. Poaceae

4.3.2.4.2. Isoetaceae (Quillworts, "fern allies")

Isoetes; çoğunlukla temiz havuzcuklar ve yavaş akan akarsular içindeki sucul veya yarı-sucul eğrelti benzeri formlar. Birçok türü, yaz kuraklığında nemli ortamlarda büyür.

4.3.2.4.3. Cyperaceae (papirusgiller)

Genellikle nemli ve bataklık ortamlarda yetişen, çok yıllık otsul formlardır. Sazlık alanlarda sazla birlikte bulunurlar. Ilıman ve soğuk bölgelerde, kuzey kutbuna yakın yerlerde de bulunur ve oldukça geniş yayılım gösterirler (Ek-1/Levha-2).



Şekil 4.41. Cyperaceae

4.3.2.4.4. Betulaceae (huş ağacıgiller)

Alnus (kızılağaç); Yaprak döken ağaç ve çalılar. Türkiye'de doğal olarak; adi kızılağaç (*Alnus glutinosa*) (Ek-1/Levha-2) ve doğu kızılağacı (*Alnus orientalis*) olmak üzere 2 türü vardır. Trakya, Marmara çevresi, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz'de saf ve karışık olarak yayılış gösterirler. Ilık iklimde, daha çok serin bölgelerde akarsu kenarı, bataklık ve nemli dere kenarlarındaki yerleri severler.



Şekil 4.42. *Alnus glutinosa*

4.3.2.4.5. Apiaceae (maydanozgiller)

Apiaceae ya da Umbelliferae, çoğu 2 yıllık, tek veya çok yıllık, otsu, nadiren çalimsı olan bitkileri kapsayan bir çiçekli bitkiler familyası (Ek-1/Levha-2)



Şekil 4.43. Apiaceae

4.3.2.4.6. Cannabaceae (kendirgiller)

Celtis (çitlenbik); Yaprak döken ağaçlar. Kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde bulunurlar.



Şekil 4.44. *Celtis*

4.3.2.4.7. Salicaceae (Söğütgiller)

Populus (Kavak); Çiçekli bitkilerden (Angiosperm), ağaç halinde bulunan, boreal, geniş yapraklı, odunsu bitkiler. Işık ağaçlarıdır, hızlı büyürler; nemli alanlarda ve akarsu kenarlarında ve dolma arazide iyi gelişirler. Durgun sulu yerlerde, ağır topraklarda iyi gelişme gösteremezler.



Şekil 4.45. *Populus*

4.3.2.4.8. Ranunculaceae (düğün çiçeğigiller)

Çoğunlukla otsul bir bitkidir, ancak bazı türleri tırmanıcı, bazı türleri de yarı çalı özelliktedir. *Cerealia*-tip ve *Plantago lanceolata*-tip polenin varlığının insan etkisinin göstergelerinden olduğu öne sürülmektedir. Ormanların bozulması ve buğdaygil (*Cerealia*-tip) yetiştirme ve hayvancılık (çayırliklar/otlaklar oluşturma; *Plantago lanceolata*-tip) ile birlikte *Olea* (zeytin), *Juglans* (ceviz), *Castanea* (kestane) ve *Vitis* (asma) gibi meyve ağaçlarının ekimi, insan yerleşim fazının sonuçları olarak değerlendirilmektedir. *Plantago lanceolata*-type artışı ile Erken Demir Çağı'nı ve artan insan etkisinin tanımlandığı düşünülmektedir. *Vitis* cf. *vinifera*, *Portulaca oleracea* ve *Verbena officinalis*'in varlığı, tam olarak eş zamanlı insan etkisi olmasa da doğal vejetasyona insan etkisi olarak da yorumlanabilmektedir. *Vitis* ve *Verbena* 'nın doğal olarak veya insan eliyle büyüyebildiği ancak *Portulaca* 'nın esas olarak çöplük veya toprak atık alanlarda bulunduğu vurgulanmaktadır. Gramineae (özellikle *Cerealia* tip), *Plantago* ve Compositae polenlerinde görülen dikkate değer artışın, Kuzey Anadolu'da insan yerleşiminin başlangıcına işaret ettiği belirtilmektedir.

4.3.2.4.9. Fabaceae (Baklagiller)

Fabaceae, Fabales takımından çoğunu otsu bitkilerin oluşturduğu çalı ve ağaç türlerini de içeren büyük bir familyadır. Fasulye, bakla, nohut, soya, mercimek, bezelye gibi insan gıdası olarak kullanılan türler bu familyadandır. Baklagiller otsu bir yapıya sahip olabildikleri gibi odunsu bir yapıya da sahip olabilirler. Yalancı akasya, yabani keçiboynuzu, akasya, gülibrişim gibi türler odunsu yapıya sahiptir (Ek-1/Levha-2).

4.3.2.4.10. Aspleniaceae (Ferns; eğreltiler)



Şekil 4.46. *Asplenium* (Ek-1/Levha-2)

4.3.2.4.11. Liliaceae (zambakgiller)

Asphodelus (çiriş otu); Batı ve Güney Anadolu'da çok yaygındır. Çok yıllık otsu, nadiren odunsu çalılar. Gövde tırmanıcı, Kuzey ılıman bölgelerde görülürler.

4.3.2.4.12. Lamiaceae (ballıbabagiller)

Çoğunlukla güzel kokulu, bir ya da çok yıllık, otsular, nadiren çalılar veya ağaçlar. Nane, kekik ve lavantaçiçeği gibi bu aileye ait cins ve türlerden parfüm için yağ elde edilir baharat ve süs çiçeği olarak kullanılır.

4.3.2.4.13. Liliaceae (zambakgiller)

Çok yıllık otsu, nadiren odunsu çalılar. Gövde tırmanıcı, Kuzey ılıman bölgelerde görülürler. *Allium*; soğan, sarımsak, pırasa gibi çok bilinen türleri içeren bir bitki cinsidir.

4.3.2.4.14. Fagaceae (kayıngiller)

Quercus; Yaprak döken ve her dem yeşil türleri olan bu orman ağaçları, K. Yarıkürede soğuk bölgelerden tropikal enlemlere kadar her yerde bulunurlar (Ek-1/Levha-2). Doğu Akdeniz'de geniş yayılım sunarlar. *Quercus* ağaçlıkları edafik olarak uygun habitatlarda, örg. nehirden kaçan suyun toplanarak bir dereceye kadar toprağı nemli hale getirdiği vadi gölgeliklerinde bulunurlar. Her dem yeşil meşeler (*Quercus ilex*, *Q. coccifera* sub sp. *calliprinos*) yaz kuraklık stresini tolere edebilir fakat önemli kış yağışına gereksinim duyar ve düşük kış sıcaklığına hassasiyetle tepki verir. Tersine, kurak, yarı-kurak, yaprak döken meşeler (*Quercus cerris*-type, *Q. pubescens*, *Q. robur*) yazın kısmen elde edilebilen yüksek toprak nemine ihtiyaç duyar fakat soğuk, kurak kışlara dayanabilir.



Şekil 4.47. *Quercus*

4.3.2.4.15. Geraniaceae (turnagagasıgiller)

Otsu veya çalı şeklinde türleri içeren bitki ailesidir. Çoğu türleri serin ve ılıman iklimlerde bulunur (Ek-1/Levha-2).



Şekil 4.48. Geraniaceae

4.3.2.4.16. Dipsacaceae (fesçitarağıgiller veya tarak otugiller)

Tek veya çok yıllık otsu veya çalı. Çoğunlukla serin iklimlerde bulunurlar (Ek-1/Levha-2). *Dipsacus* (fesçitarağı); *Scabiosa* (uyuzotu) örneklerde ayırtlanabilir.



Şekil 4.49. Dipsacaceae

4.3.2.4.17. Compositae (Papatyagiller)

Genellikle otsu, çok azı çalı, ağaç şeklindedirler. Subtropikal bölgelerde kurak ve yarı kurak iklim koşullarında yaygın olarak gözlenmektedir.

Artemisia: Pelin otu (*Artemisia absinthium*), Asteraceae familyasından Anadolu'da doğal olarak bulunan bir bitki türüdür. Kurak iklim koşullarında yaygın olarak gelişmektedir.

Chenopodiaceae ve *Artemisia*; Chenopodiaceae ailesi bitkileri çok kurak koşullar ve Akdeniz'in tuzcul bataklıklarında geniş yayılım sunan bitkilerdir. Kuraklık sinyali olmaksızın, kuvvetli nem eksikliği göl suyu seviyesinin düşmesine, göl kenarında oluşacak tuz düzlüklerinde bu bitkilerin kolayca çoğalmasına da neden olabilir. Chenopodiaceae ailesinin üyeleri tipik olarak bozkır göstergesidir, *Artemisia*, soğuk koşullara dayanıklı ve

daha az kurak koşullara uymasına karşın, kurak ve tuzlu koşullara da uymuştur. Chenopodiaceae, *Artemisia* ve Umbelliferae çok kurak iklimsel koşullarını belirtir. *Artemisia* Orta Doğu ve Orta Asya'nın karasal yarı çöllerinde bol olarak bulunan bir bitkidir. Polen kayıtlarında, *Artemisia*'nın maksimum bolluğu, çok hızlı ve geniş değişim periyodlarında Chenopodiaceae'ninkilerden önce veya onlarla birlikte bulunmaktadır. Chenopodiaceae ve *Artemisia* polen yüksek yüzdesi, soğuk kışlı ve sıcak, kurak yazlı yüksek derecede mevsimsel iklimi belirtir. *Artemisia* gibi Chenopodiaceae 3-4 aylık yaz kuraklığında yaşamını sürdürmeye yatkındır. Genelde, Chenopodiaceae *Artemisia*'dan daha az neme ihtiyaç duyar ve çalimsı Chenopodiaceae nem azalırken *Artemisia*'nın yerini alma eğilimindedir. Chenopodiaceae ve *Artemisia*'nın bolluğu, buzul koşullarının soğuk ve kurak iklimlerini yansıttığı şeklinde kabul edilmektedir. Van Gölü alanında "Younger Dryas'daki iklimsel bozulma, *Ephedra* ve Chenopodiaceae ile egemenleşmiş ağaçsız çöl-step vejetasyonu ile yansıtılmaktadır. *Ephedra* cinsindeki aşırı artışın, iklimsel bozulmanın başlangıcını temsil ettiği düşünülmektedir. Compositae, Liliaceae ve *Polygonum* yine yüksek kuraklıkta yaşayan ve *Ephedra*'nın artışıyla pozitif korelasyon sunan bitkilerdendir. *Ephedra* türleri, merkezi İran'da çöl-step vejetasyonunun bazı tiplerinin önemli bileşenlerindendir.

4.3.2.5. Periporate polen

4.3.2.5.1. Caryophyllaceae (karanfilgiller)

Bir yıllık ve çok yıllık otsu, çalimsı bitkileri kapsayan çiçekli bitkiler familyası. Kuzey ve Güney yarım kürenin ılıman kesimlerinde ve tropik dağlarda yaygın olarak bulunurlar. Gen merkezinin Akdeniz bölgesi olduğu sanılmaktadır (Ek-1/Levha-2).



Şekil 4.50. Caryophyllaceae

4.3.2.5.2. Chenopodiaceae (kazayağgiller)

Amaranthaceae, çoğunlukla ot ve çalıdır, çok azı ağaç ve sarmaşıktır. Dünyanın pek çok yerinde bulunan bu familya başlıca subtropik ve tropik bölgelerde bulunur ama pek çok tür daha serin ılıman bölgelerde de bulunur. Chenopodiaceae; Genellikle çok yıllık otsular. Ilıman ve subtropik bölgelerde genellikle tuzlu ortamlarda yayılış gösterirler.



Şekil 4.51. Chenopodiaceae

4.3.2.5.3. Ericaceae (Fundagiller)

Bu aile otsul, çalı, bodur çalı ve ağaç formlarını içerir. Bu aile familya kuzey ve güney yarımkürenin ılıman bölgelerinde yayılım gösterir (Ek-1/Levha-2).

Çalışma alanında Bataklik çökellerinde Palynomorflara ait non-polenler şunlardır; 315-320 cm (3 adet), 375-380 cm (10 adet)'den alınan numunelerde Dinoflagellates Non-polenine (Ek-1/Levha-3), 0-5 cm (21 adet), 5-10 (19 adet), 10-15 cm (34 adet), 100-105 cm (13 adet), 105-110 cm (7 adet), 145-150 cm (8 adet), 185-190 cm (12 adet), 260-265 cm (24 adet) 265-270 cm (23 adet), 315-320 cm (7 adet), 375-380 cm (18 adet)'den alınan numunelerde Pseudoschizaceae Non-polenine, 0-5 cm (1 adet), 10-15 cm (2 adet), 100-105 cm (1 adet), 105-110 cm (1 adet), 145-150 cm (67 adet), 185-190 cm (10 adet'den alınan numunelerde Spirogyra Non-polenine, 15-320 cm (40 adet), 375-380 cm (37 adet)'den alınan numunelerde Bagg Cist Non-polenine rastlanmıştır.

4.3.2.6. Non-Polen palinomorflar

Yenikapı örneklerinde çok sayıda non-polen formlar yer almaktadır. Örneklerin bir kısmında bol oranda çevrede denizel etkinin varlığına işaret eden dinoflagellat kistleri (*Spiniferites* türleri (Ek-1/Levha-3), *Lingulodinium* sp.), bir kaç acritarch-tip formlara (? *Michrhystridium*), bentik foraminifer astarlarına ve tatlı su alglerinden; prasinophyte alg *Concentricystes* (*Pseudoschizaea*), hemen her örnekte çok bol ve çeşitli olarak bulunan mantar sporlarına (*Spirogyra* sporu, *Glomus*, *Type 731* (van Geel, 2002), ? *Tilletia*), Scolecodont (Ek-1/Levha-3) form ve parçalarına rastlanmaktadır. Bu formların her biri ortamsal değerlendirmelerde oldukça büyük öneme sahiptir. Bunlardan, *Glomus* (Ek-1/Levha-3) toprakta bitki köklerine tutunmuş olan bir mantar türüdür. Polen preparatlarında yüksek miktarda bulunan *Glomus* çevrede toprak erozyonunun ve karasal koşulların şiddetli olduğunu göstermektedir (van Geel, 2002, Montoyo ve ark., 2010). Tatlı su alglerinden olan *Concentricystes* (Ek-1/Levha-3) ve *Spirogyra* varlığı literatürde sığ tatlı su bataklıklarının temsilcisi olarak ifade edilmektedir. Hatta bazı Holosen kıyı düzlüğü lagün tortullarında da bulundukları bilinmektedir.

Yenikapı Bataklık Kesiti-YB (100 cm)											
Kalınlık (cm)	Arkeolojik Malzeme	Fosiller	Saz Parçaları	Ağaç Kökü	Beyaz Renkli Karbonat Çakılı	Yeşil Renkli Kilitaşı Parçası	Kaba Taneli Kum	İnce Taneli Kum	Koyukahve Renkli Kil		Numuneler
100											YB-20
											YB-19
90											YB-18
											YB-17
80											YB-16
											YB-15
70											YB-14
											YB-13
60											YB-12
											YB-11
50											YB-10
										YB-9	
40										YB-8	
										YB-7	
30										YB-6	
										YB-5	
20										YB-4	
										YB-3	
10										YB-2	
										YB-1	

Şekil 4.52. Yenikapı kazı alanında 2Ga2 açmasındaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan örneklerin yerlerini gösterir kesit. Numuneler 5 cm de bir alınmıştır (Yıldırım, 2011).



Şekil 4.53. Yenikapı kazı alanında 2Ga2 açmasındaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan kesit ve örneklerin yerlerini gösteren fotoğraf.

Yenikapı kazı alanında 2Ga2 açmasındaki bataklık alanından numuneler alınmıştır (Şekil 4.52 ve 4.53). Numunelerde yapılan palinolojik analizlerin değerlendirmesi aşağıdaki verilmiştir.

Bataklık çökellerinde Trilet Sporlarına ait sporlar şunlardır; 15-20 cm (2 adet), 30-35 cm (3 adet)' den alınan numunelerde Sphagnaceae/ *Sphagnum* sporuna, 30-35 cm (5 adet)'den alınan numunede *Pteridium* sporuna (Şekil 4.32) (Ek-1/Levha-1), 30-35 cm (6 adet)'den alınan numunede *Lycopodium* sporuna (Şekil 4.33) (Ek-1/Levha-1), 30-35 cm (5 adet)'den alınan numunede *Phaeoceras* sporuna (Ek-1/Levha-2), 30-35 cm (2 adet)'den alınan numunede *Echinatisporis* sp. sporuna rastlanmıştır.

Bataklık çökellerinde Gymnosperm Polenine ait polenler şunlardır; 0-5 cm (1 adet), 15-20 cm (4 adet)'den alınan numunelerde Pinacea/*Pinus* polenine, 15-20 cm (1 adet), 30-35 cm (1 adet)'den alınan numunelerde *Cupressacites/Juniperus* polenine, 15-20 cm (2 adet)'den alınan numuneden Nymphaeaceae/*Nymphaea* polenine (Şekil 4.39) rastlanmıştır.

Bataklık çökellerinde Angiosperm Polenine ait polenler şunlardır; 15-20 (4 adet), 30-35 cm (8 adet)'den alınan numunelerde Cyperaceace polenine (Ek-1/Levha-2), 30-35 cm (2 adet)'den alınan numunede *Alnus* polenine (Şekil 4.42) (Ek-1/Levha-2), 15-20 cm (1 adet), 30-35 cm (3 adet)'den alınan numunelerde Apiaceae polenine (Ek-1/Levha-2), 30-35

cm (2 adet)'den alınan numunede Salicaceae/*Populus Fraxinus* benzeri polenine, 0-5 cm (4 adet), 15-20 cm (1 adet), 30-35 cm (6 adet)'den alınan numunelerde Compositae-*Tubuliflora* type polenine, 15-20 cm (1 adet), 30-35 cm (8 adet)'den alınan numunelerde Compositae-*Ligulifloreae* type polenine, 15-20 cm (2 adet), 30-35 cm (3 adet)'den alınan numunelerde Aspeleniaceae/*Asplenium* polenine (Ek-1/Levha-2), 15-20 cm (2 adet)'den alınan numunede Liliaceae polenine, 15-20 cm (2 adet)'den alınan numunede *Allium* polenine, 15-20 cm (3 adet)'den alınan numunede *Quercus* (evergreen) polenine (Şekil 4.44), 30-35 cm (4 adet)'den alınan numunede Magnoliaceae polenine (Şekil 4.54) (Ek-1/Levha-2) rastlanmıştır. Bu polenler aşağıdaki gibidir;

4.3.2.7. Angiosperm Polen

4.3.2.7.1. Magnoliaceae (manolyagiller)

Her dem yeşil veya yaprak dökücü ağaç ve çalılardır. Oldukça geniş yayımlıdır (Ek-1/Levha-2).



Şekil 4.54. Magnoliaceae

Çalışma alanında Bataklık çökellerinde Palynomorphs Non-polenine ait non-polenler şunlardır; 0-5 cm (1 adet), 15-20 cm (1 adet)'den alınan numunelerde Zygnemateaceae Non-polenine, 0-5 cm (2 adet), 15-20 cm (10 adet)'den alınan numunelerde Pseudoschizaceae Non-polenine, 15-20 cm (15 adet)'den alınan numunede Algal organizma Non-polenine, 0-5 cm(3 adet), 15-20 cm (28 adet)'den alınan numunelerde mantar Non-polenine rastlanmıştır.

4.3.3. 2.Birim

Bataklık çökellerin üzerine keskin bir dokanakla uyumsuz olarak 2. Birim gelmektedir (Şekil 4.55). 2. birimin çoğunluğu yassı rekristalize çakıllardan ve çakılların arasında kum matriksden oluşmaktadır. Birim dokanak ilişkisi ve içyapı özellikleri bakımından en iyi kazı alanının doğusunda gözlenir.

Birim, bataklık çamuru üzerine transgresif olarak gelmektedir. Çakıllar genellikle rekristalize kireçtaşlarıdır (Şekil 4.56 ve 4.57). Kum ara katkılı çakılların yassı ve iyi yuvarlaklaşmış olduğu gözlenir. Perinçek (2008a) göre çakıllar uzun bir süre denizel etkiye maruz kalmıştır. Çakılların üzerine yapışmış halde ve kumun içerisinde bol miktarda denizel fosillere rastlanır. Ayrıca çakıllar iki yönlü olarak her iki ucu eşit kalınlıkta disk şeklindedir ve çakılların üzerinde delikler gözlenir Bu delikler denizde yaşayan organizmaların çakıllar üzerinde açtıkları yuvalardır (Şekil 4.56). Ayrıca birimin altında bulunan bataklık çökellerinin üst kesiminde de yuva izlerine rastlanmaktadır. Canlıların açtıkları bu yuvalar transgresyon sonucu çökelmeye başlayan 2. birime ait kumla ve bol miktarda kavrık kırıkları ile dolmuştur. Birim içerisinde çakıl tanelerinin boylarında belirgin değişimler gözlenmiştir.

Birimin toplam kalınlığı yaklaşık 95 cm civarındadır (Şekil 4.57). Birimin alt sınırı gibi üst sınırında da belirgin litoloji değişimi görülür. Alt sınır transgresyonun başlangıcını işaret eder. Üst sınır da plaj ortamından plaj önü ortama geçişi gösterir. (Perinçek, 2008a). Birimin üstünde kazı alanının batı kesiminde 3. Birim bulunurken doğu kesiminde 2. ve 4. birimler karışık olarak yer almaktadır. Bunun nedeni kuzeydoğu yönünde 3. Birimin kamalanmasıdır. Söz konusu alanda arkeolojik malzemesi karışık olarak bulunan 2. ve 4. Birimin üzerine 5. Birim gelmektedir. 2. birim kazı alanının doğu kesiminde iri çakıllı istif arasında bulunan kum katkısının varlığı nedeniyle 2a-2b-2c olmak üzere alt birimlere ayrılmıştır (Perinçek ve ark. 2007; Perinçek, 2008a; Perinçek, 2010a) (Şekil 4.58).



Şekil 4.55. Bataklık (1. birim) ile 2. birimin kazı alanındaki görünümü. Kırmızı çizgiler ile gösterilen alan ise denizel çökellerin (plaj) alt sınırını (2. birim) göstermektedir.



Şekil 4.56. 2. birime ait çakıllar ve çakıllar üzerinde gözlenen yuva izleri.



Şekil 4.57. 2. Birimde tane boyunda gözlenen değişimler. Birimin bu lokasyondaki kalınlığı 95 cm dir (Bakış yönü güneyden kuzeye).



Şekil 4.58. 2. birim. 2. birim kazı alanının doğu kesiminde iri çakıllı istif arasında bulunan kum katkısının varlığı nedeniyle 2a-2b-2c olmak üzere alt birimlere ayrılmıştır (Perinçek ve ark., 2007; Perinçek, 2008a; Perinçek, 2010a).

Birim içindeki çakılların üzerinde görülen yuvalardaki Mollusc *Teredo Navalis* kavkılarında alınan numunelerde C^{14} analizleri yapılmıştır. C^{14} tarihlendirmeleri kalibre edildikten sonra, 2c olarak adlandırılan seviye için (Numune no: Yenikapı U2 798; Petricola) % 95,4 olasılıkla, MÖ 5190-MÖ 4820 arasında tarihler elde edilmiştir. 2. birimin 2a düzeyinden alınan numune ise (Numune no: Yenikapı U2A 801; *Ostrea*) % 95,4 olasılıkla, MÖ 5380-5030 aralığında değerler vermiştir (Perinçek, 2010a). 2 numaralı birim içinde değişik seviyelerde ve 3. birimin tabanına yakın seviyelerde bulunan keramik numunesi MÖ 4200-3800 tarihlerini vermektedir (Perinçek 2008, M. Özdoğan ile sözlü görüşme). Bu veriler transgresyonun günümüzden en az 7200 yıl önce başladığını işaret eden önemli bir veridir. Transgresyonun nedeni Marmara Denizi su seviyesinin günümüzden 11000-8000 yıl önce yükselmeye başlaması sonucudur (Stanley ve Blanpied, 1980; Ryan ve ark. 1997, 2003; Çağatay ve ark. 2000). Kazancı ve ark. (2000)'e göre günümüzde 14000 yıl önce Marmara göl halindeydi. Deniz seviyesi -145 m derinlikteydi. 11000 yıl önce Marmara'ya Akdeniz'den su girişi başlamış ve deniz seviyesi -55 m'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Yaklaşık 7200 yıl önce deniz seviyesi Karadeniz'de -20 m civarındadır İstanbul Boğazı -32 m eşiğe sahip olduğuna göre Marmara'ya buradan su boşalmakta ve deniz seviyesi Karadeniz'le paralel konumda demektir. Deniz seviyesi yükselmesine devam ederek yaklaşık 6300 yıl önce bugünkü seviyeye ulaşmıştır. Hugh ve ark. (2008)'e göre; Marmara Denizi'nde sabit çevresel koşullar, deniz seviyesinin günümüz seviyesine yaklaşması ile yaklaşık 6000 yıl (GÖ 5.5 ^{14}C ka) oluşmuş ve havza tabanları çökellerle dolmuştur. Kayan (2007)'e göre; Holosen'de östatik olarak yükselen deniz, C^{14} verilerine göre, 10.000 yıl kadar önce eski Karamenderes yatağına sokulmuş, 7000-6000 yıl önce bugünkü seviyesine ulaşarak bütün vadi çukurluğunu kaplamıştır. Ayrıca Kayan (2007)'e göre; deniz seviyesi 6000-5000 yıl önceki sürede bugünkü seviyesinde kalmıştır. Karamenderes'in getirdiği alüvyonlarla dolan körfezin kıyısı hızla kuzeye doğru yer değiştirmiş, delta kıyıları 4000-3000 yıl öncelerde Troia batısına ulaşmıştır. Sedimantolojik veriler ve C^{14} tarihleri bu dönemde deniz seviyesinin 2-2,5 m kadar alçaldığını göstermektedir. 4000-3000 yıl öncesi Yenikapı'da 2. birim ile 3. birimin arasına denk gelmektedir. Bu zaman aralığı Yenikapı'da regresyonun değil transgresyonun başladığını göstermektedir. Transgresyonun başlamasıyla birlikte ortam koşullarının derinleşmesiyle temiz kumlu litolojiyle temsil edilen 3. birim çökelmiştir. Yükselen deniz sularının Theodosius Limanı'nın bulunduğu kıyılara ulaşması Perinçek'e (2008a; 2010a) göre, yaklaşık 7200 yıl önce gerçekleşmiştir.

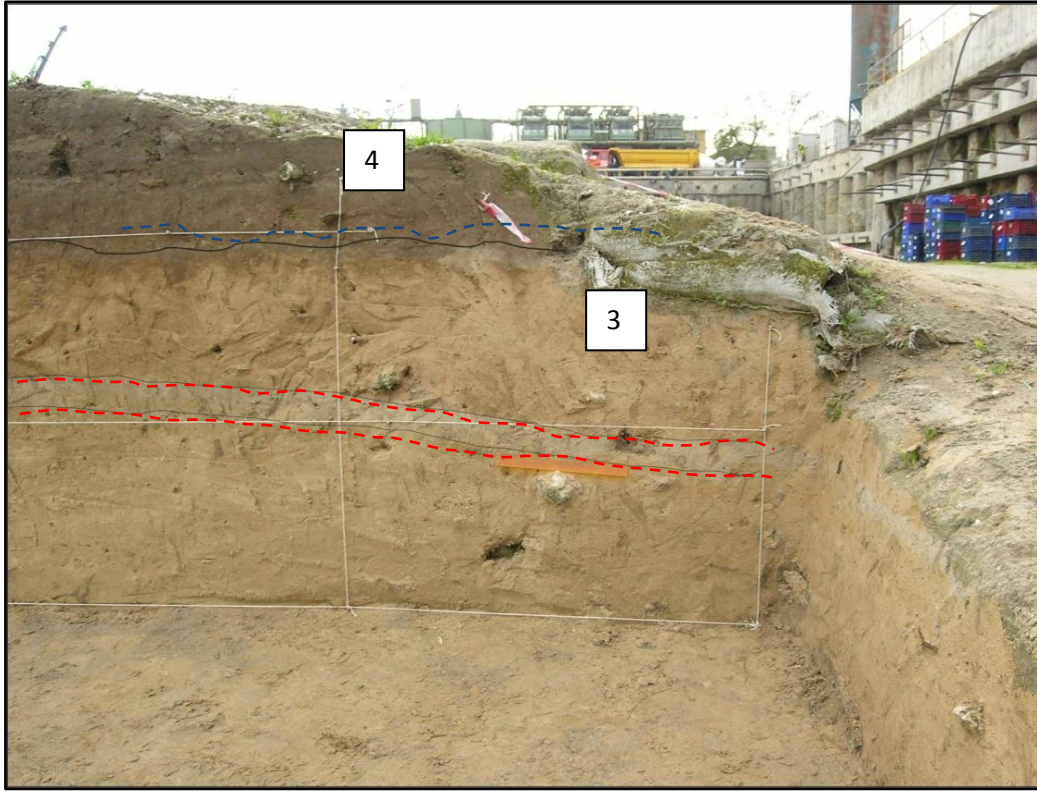
4.3.4. 3.Birim

2. birim üzerinde belirgin bir litoloji farkı göstererek yer alan krem-bej renkli 3. birim yer yer çok yoğun denizel kavkı içeren plaj kumu özelliğindedir. Birim en iyi kazı alanının batı kesiminde gözlenmektedir. 2. birimin çökmesine neden olan transgresyon sonrasında ortam koşulları derinleşmiş ve içinde bol miktarda denizel kavkı bulunduran, üstteki 3 numaralı birim çökmüştür (Şekil 4.59) (Perinçek, 2007; 2008a; 2008b).



Şekil 4.59. 2. Birimin üstü ile 3. Birimin genel görünüşü (Batı kesiti) (Bakış yönü K'den G'ye)

Birimin alt seviyeleri yoğun kavkı parçaları ve kaba taneli kumlardan oluşurken üst seviyelere doğru kum boyu tanelerde küçülme gözlenir. Birimin orta seviyelerinde açık gri- bej renkli ince kum-silt boyutunda ve kalınlığı 8-15 cm arasında değişen bir düzey bulunmaktadır. Ayrıca bu düzeyde yer yer yük kalıpları (loadcasts) gözlenmiştir. Bu düzey tüm kesit boyunca gözlenmekte olup, üçüncü birim için klavuz seviye niteliğindedir (Şekil 4.60). Üst kesimlere doğru 3. Birimin içerisindeki silt ve kil miktarı artar.



Şekil 4.60. 3. Birimde alttan üste renk değişimi ve gri renkli kumlu klavuz seviye. Klavuz seviye fotoğrafta iki kırmızı kesikli çizgi arasında gösterilmiştir. Mavi çizgi 3. ve 4. birimin sınırınıdır. Klavuz seviyenin hemen altında yatay konumdaki cetvelin boyu 30 cm dir. (Bakış yönü kuzeyden güneye)

Birimin en iyi gözlemlendiği alanda birimin iç yapısını, dokanak özelliklerini, fosil kapsamını ve içerisindeki sedimanter yapıları ayrıntılı olarak gözlemleyebilmek amacıyla ayrıntılı bir kesit hazırlanmıştır (Şekil 4.60). Kesit “Marmaray Yenikapı İstasyonu” kazı alanının batı bölümünde yer alır ve Batı Kesiti olarak tanıtılacaktır. Kesitin uzunluğu 33 metre olup yüksekliği ise yaklaşık 1,5-2 metre arasında değişmektedir.

Kesit tabanda yoğun kavrık ve az oranda kemik, keramik ve blok boyutunda şekilsiz çakıl içeren plaj kumları ile başlamaktadır (3.birim). Üstte ise siyahımsı, gri, organik çamur litolojisi egemen kaotik yapılı ve kalınlığı yaklaşık 60 cm kadar olan bir birim (4. birim) yer almaktadır. Kazı alanının batısındaki Batı Kesitinden 3. birimden numuneler alınmıştır (Şekil 4.61 ve 4.62). Bu numuneler TÜBİTAK 110Y114 nolu Proje kapsamında BETA Analytic Laboratuvarına C^{14} analizi için gönderilmiştir. Bu örnekler için kalibre edilen yaş tayini sonuçları; 261 numunesi MS 200-440, 264 numunesi MS 100-400; 265 numunesi MS 120-360 dır. Ayrıca birim içerisindeki kuvars miktarı yüksek kumlardan OSL tarihlendirmesi yapılmak üzere karanlık ortamda (bir ucu kapalı pimaş boru çakma

metodu ile) B-1, B-2, B-3, B-4, B-5 numuneleri alınmıştır (Şekil 4.63 ve 4.64) (Çizelge 4.2). Arkeolojik veriler, tarihsel kayıtlar ve alınan yaş verilerine göre liman 3.birimin çökeliiminin son evresinde kurulmuştur.

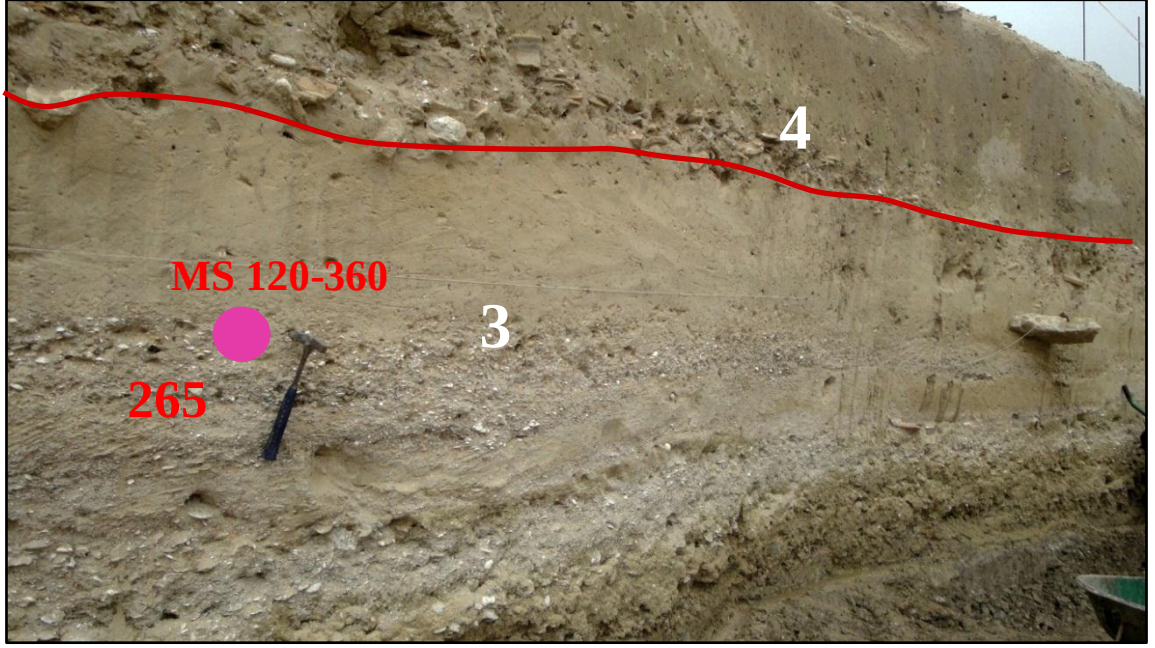
Çizelge 4.2. 3. Birimden alınan numunelerin OSL tarihlendirmesi sonuçları. Aşağıdaki tabloda yer alan sedimenter malzeme Optically Stimulated Luminescence (OSL) ile tarihlendirilmiştir. Elde edilen yaş değerleri ka (1000 yıl) olarak standart hata değerleri ile günümüzden geriye dönük verilmektedir. (3,16 ka 3160 yıl olarak değerlendirilmelidir).

(n) ile belirtilen değerler OSL analiz sayısını gösteriyor.

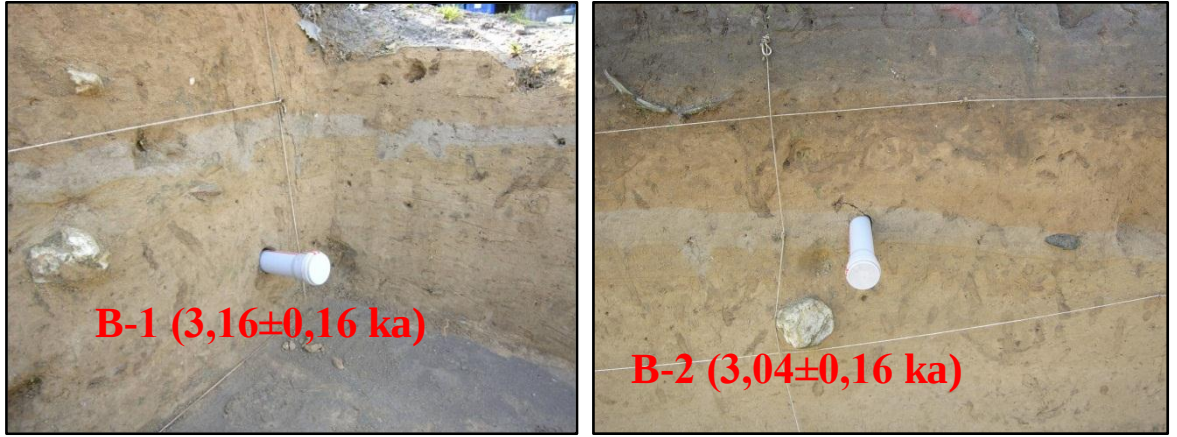
Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
OSL (ka)				
B-1	3,16	±	0,16	8
B-2	3,04	±	0,18	8
B-3	2,72	±	0,17	8
B-4	2,83	±	0,24	8
B-5	2,74	±	0,27	8



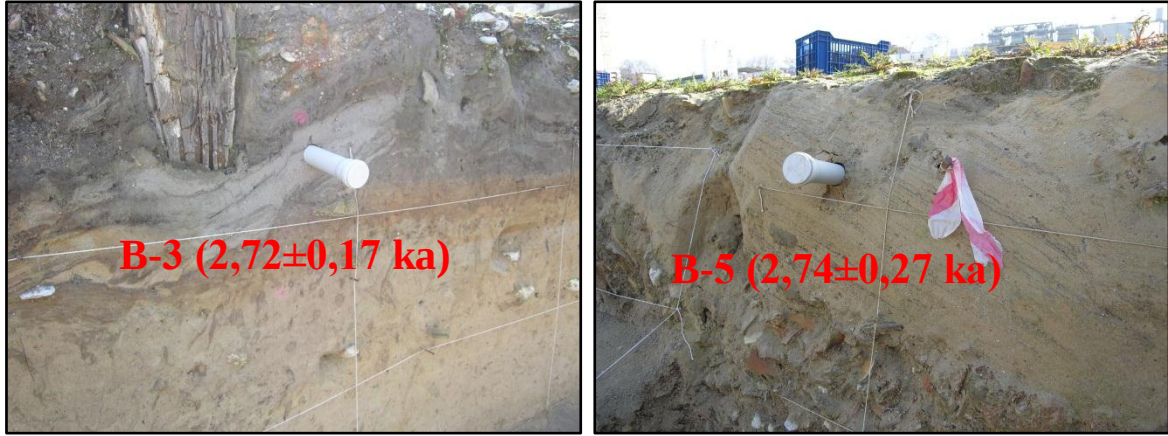
Şekil 4.61. Batı kesitinde 3 ve 4. Birimlerden alınan numunelerin yerlerini ve tarihlendirme sonuçlarını gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerleri ve yanındaki rakamlar numunelere ait tarihlendirme sonuçlarıdır).



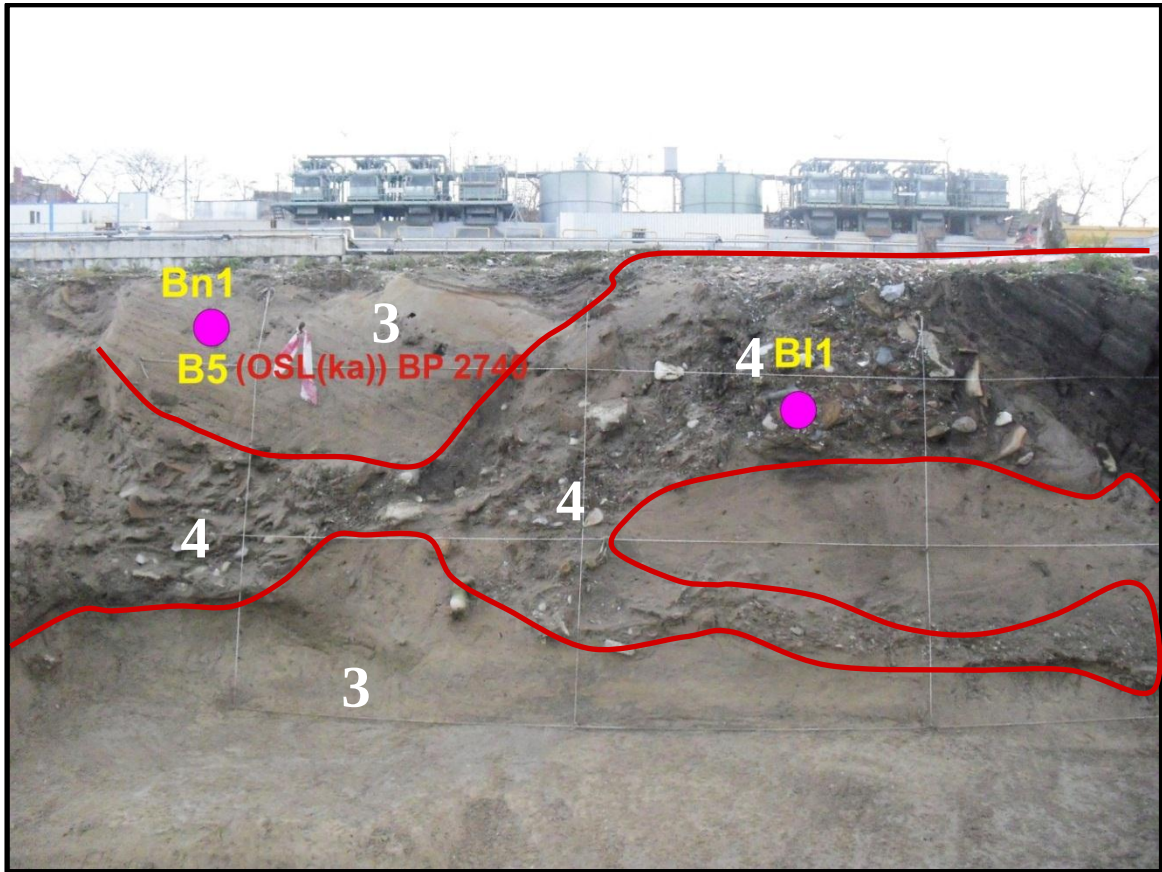
Şekil 4.62. Batı kesitinde 3 birimden alınan numune yerini ve C14 tarihlendirme sonucunu gösteren fotoğraf (Pembe nokta numune yerini ve tarihlendirme sonucunu göstermektedir) (Kırmızı çizgi 3. ve 4. birimlerin sınırını göstermektedir).



Şekil 4.63. OSL tarihlendirmesi için pimaş boru ile örnekleme. B-1 ve B-2 numunlerinden elde edilen yaşlar sırasıyla günümüzden 3160 (3,16 ka) ve 3040 (3,04 ka) yıl öncedir.

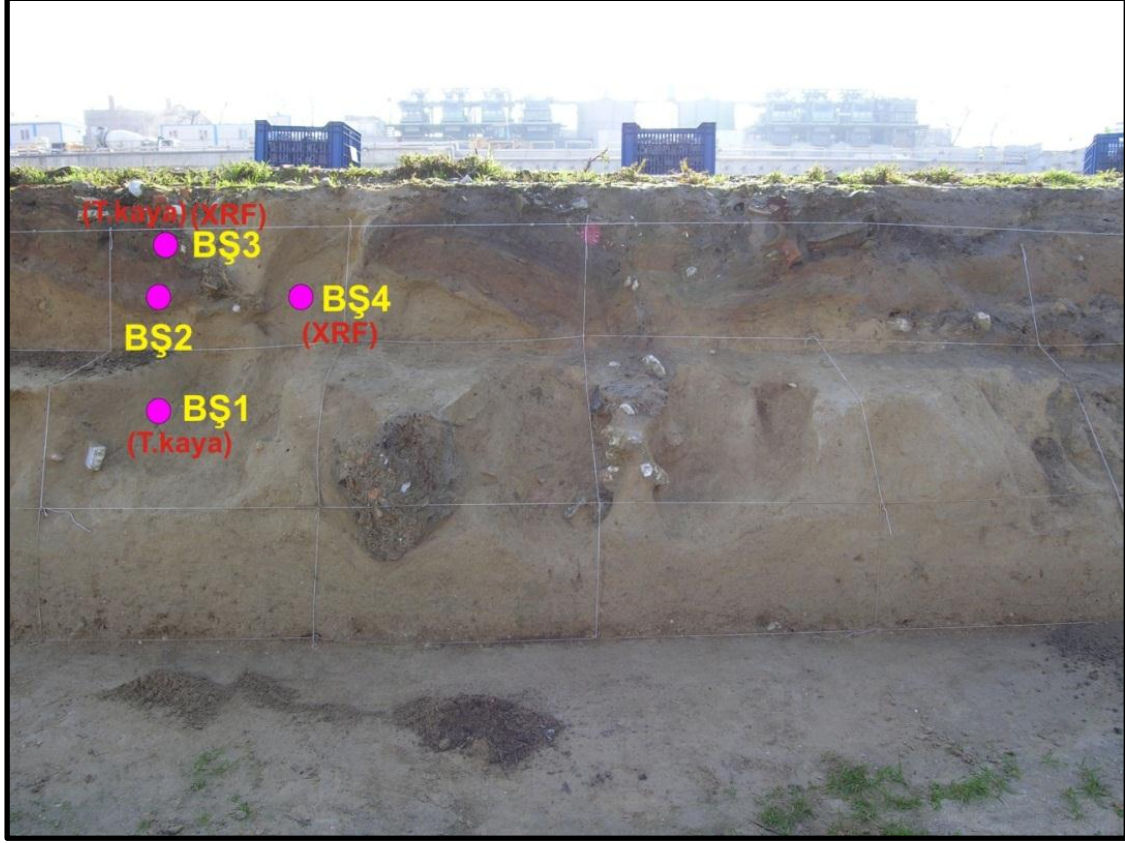


Şekil 4.64. OSL tarihlendirmesi için pimaş boru ile örnekleme. B-3 ve B-5 numunlerinden elde edilen yaşlar sırasıyla günümüzden 2720 (2,72 ka) ve 2830 (2,83 ka) yıl öncedir.



Şekil 4.65. Batı kesitinde 3 ve 4. birimden alınan numune yerlerini gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerleri ve yanındaki rakamlar numunelere ait tarihlendirme sonuçlarıdır) (Kırmızı çizgiler 3 ve 4. birimlerin sınırını göstermektedir).

Şekil 4.65’te, 4. birimin karışık malzemesinin üzerinde 3. birime ait laminalı temiz kum gözlenmiştir. Bu parçasının buraya tsunami esnasında 3. birimden kütle halinde koparılıp getirildiği düşünülmektedir.



Şekil 4.66. Batı kesitinde 3 ve 4. Birimlerden alınan numune yerlerini gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir) (T.kaya: Tüm kaya analizi)



Şekil 4.67. Batı kesitinde 3. birimden alınan numune yerlerini gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir).

4.3.5. 4.Birim

İçerisinde çok değişik tür ve boyutta malzeme içeren kaotik yapıya sahip 4.birim litolojik olarak blok, çakıl, kum, silt ve kilden oluşmaktadır (Şekil 4.68). Birim içerisinde bol miktarda karasal ve denizel malzeme karışık olarak bulunmaktadır. Birim tabanda koyu gri renkli çamurlu bir seviye ile başlamaktadır ve içerisinde malzeme çok azdır veya hiç yoktur. Üste doğru çok karışık bir çamur içerisinde karadan taşınmış olan ağaç parçaları, kömürleşmiş odun parçaları, amfora kırıkları ve amforalar, tüm ve kırık denizel fosiller, yuvarlak ve köşeli çakıllar, hayvan kemikleri, köşeli ve yuvarlak çanak parçaları, mermer parçaları, cam eşya parçaları, sikkeler, kandiller, çam kozalağı, meyve çekirdekleri, fosilli ve rekristalize kireçtaşı parçaları, gemi enkazı parçaları, tahrip olmuş ve bazıları orijinal konumunda iskele kazıkları ve daha birçok arkeolojik buluntu bulunmaktadır (Şekil 4.68, 4.69, 4.70 ve 4.71).

4. Birim kazı alanının batısındaki batı kesitinde 3. Birimin üzerine keskin bir dokanakla gelmektedir. Kazı alanının kuzey ve doğusunda ise 2. Birimin üzerinde çok ince ve karışık halde bulunmaktadır. Doğu kesitinde 2. birim üzerine 3. birim yerine 4. birim yer almaktadır. 3. Birimin burada olmayışının nedeni doğuya ve kuzeydoğuya doğru kamalanarak son bulmasıdır.

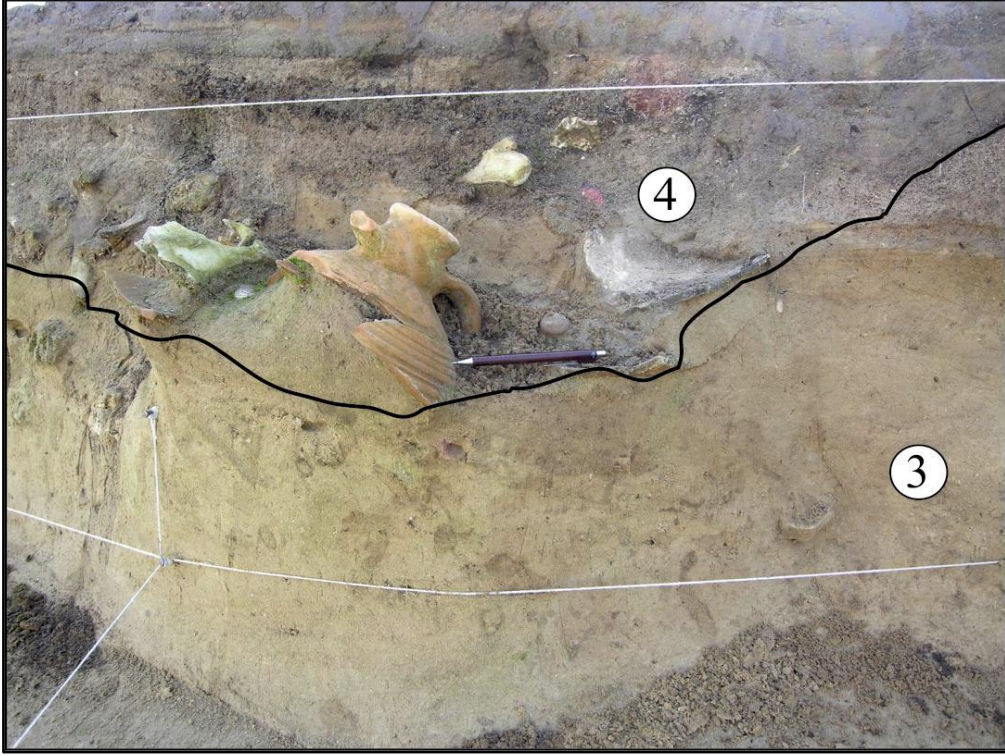
Kazı alanının batısındaki Batı kesitinde 4. birim içerisinde kanal dolguları gözlenmiştir. 3. Birim içerisinde kazılmış bulunan bu kanallar ince kum-çamur ağırlıklı olmak üzere ahşap ve keramik parçalarından oluşan bir malzemeye dolmuştur. 3. Birimin yer yer kazınması sonrasında oluşan bu dolgunun üzerinde 4. Birimin ana bileşenlerini oluşturan kaotik çökeller yer almaktadır. Bu kaotik doku, 4. Birimin oluşmasına neden olan tsunami olayı ile ilgilidir. Çalışma alanında 4. Birimde izleri görülen tsunami olayı, Marmara Denizi kıyılarında pek çok çalışmacı tarafından araştırılmıştır. Kuzey Anadolu fayının Marmara Denizi'nde meydana gelebilecek bir depremde ve sonrasında oluşabilecek bir tsunami kıyı bölgelerini önemli ölçüde etkileyecektir. Tarihi kayıtlar'a göre bölgede doksandan fazla tsunami saptanmıştır (Altınok ve ark., 2001).

Denizaltı heyelanları Marmara Denizi için tsunamilerin en önemli oluşturunusudur. Marmara Denizi batimetri haritasına göre Marmara Denizi içerisinde, güney kesiminde 10, kuzey kenarda ise 7 büyük denizaltı heyelan bölgesi saptanmıştır (Yaltırak, 2005). Marmara Denizi'ndeki Kuzey ve Güney kolları üzerindeki depremler ve fay hareketleri, ayrıca Marmara Denizi'ndeki çeşitli bölgelerde saptanan olası zemin kaymalarına (heyelanlar) bağlı çeşitli kombinasyonlarla ortaya çıkabilecek deniz tabanı hareketleri ile

tsunami oluşumu modellenmiştir. Fay ve heyelanların çeşitli versiyonlarından 49 senaryo üretilmiş, modelleme çalışmaları sonucunda İstanbul kıyılarında oluşması olası en büyük dalga yüksekliği 5.56 m., en yüksek dalganın ulaşacağı kıyı bandının İstanbul'un doğu kıyılarında 10 km kadar uzunluktaki kıyı çizgisi olduğu; Tsunami'nin kıyılara erişme zamanının 8 dakika ile kıyılarda ilerleme mesafesinin 150 metreden az olduğu belirlenmiştir. Sadece fay hareketine bağlı modelleme çalışmalarında ise İstanbul Kıyılarında oluşması olası en büyük dalga yüksekliği 4.71 m.; en yüksek dalganın ulaşacağı kıyı bandının İstanbul'un doğu kıyılarında 10km. kadar uzunlukta olduğu; Tsunaminin kıyılara erişme zamanının 8 dakika ve kıyılarda ilerleme mesafesinin 50m.'den az olduğu hesaplanmıştır (İ.B.B. Zemin ve Deprem İnceleme Raporu)_Kılınç ve ark. (2009), Tuzla kıyılarında her biri farklı özelliklerde bulunan 30 farklı noktada oluşan tsunami yüksekliklerini hesaplamıştır. Elde edilen sonuçlara göre; Tuzla yarımadası civarında muhtelif noktalarda 5-6 metre yüksekliğinde maksimum dalga yüksekliği değerleri elde edilmiştir. Başka araştırmacıların aynı heyelan kütesinin hareketi için bu bölgede elde ettiği sonuçlar da 5.5 metre civarındadır. Yalçiner ve ark., 2002 yılında aynı bölgedeki çamur kayması ile ilgili yaptıkları çalışmada buna yakın sonuçlar bulmuştur. Tarihi kayıtlarda 1509 depreminde Yenikapı surlarını aşan 6 metrelik dalgalardan bahsedilmektedir (Altınok ve ark., 2001). Yalçiner ve ark., (2002)'e göre kıyıya yakın maksimum pozitif tsunami genlikleri 3 metreyi aşabilir ve kıyı topografyasına bağlı olarak bazı yerlerde 6 m seviyesine ulaşabilir. Bu sonuçlara göre İstanbul kıyılarında 5-6 metre yüksekliğinde tsunami dalgalarının oluşabileceği öngörülmektedir.



Şekil 4.68. Kazı alanının batı kesitinde 3. ve 4. birimlerin ilişkisini gösteren fotoğraf.



Şekil 4.69. 4. Birim ile 3. birimin dokanağı ve 4. Birim içindeki bir amfora parçası

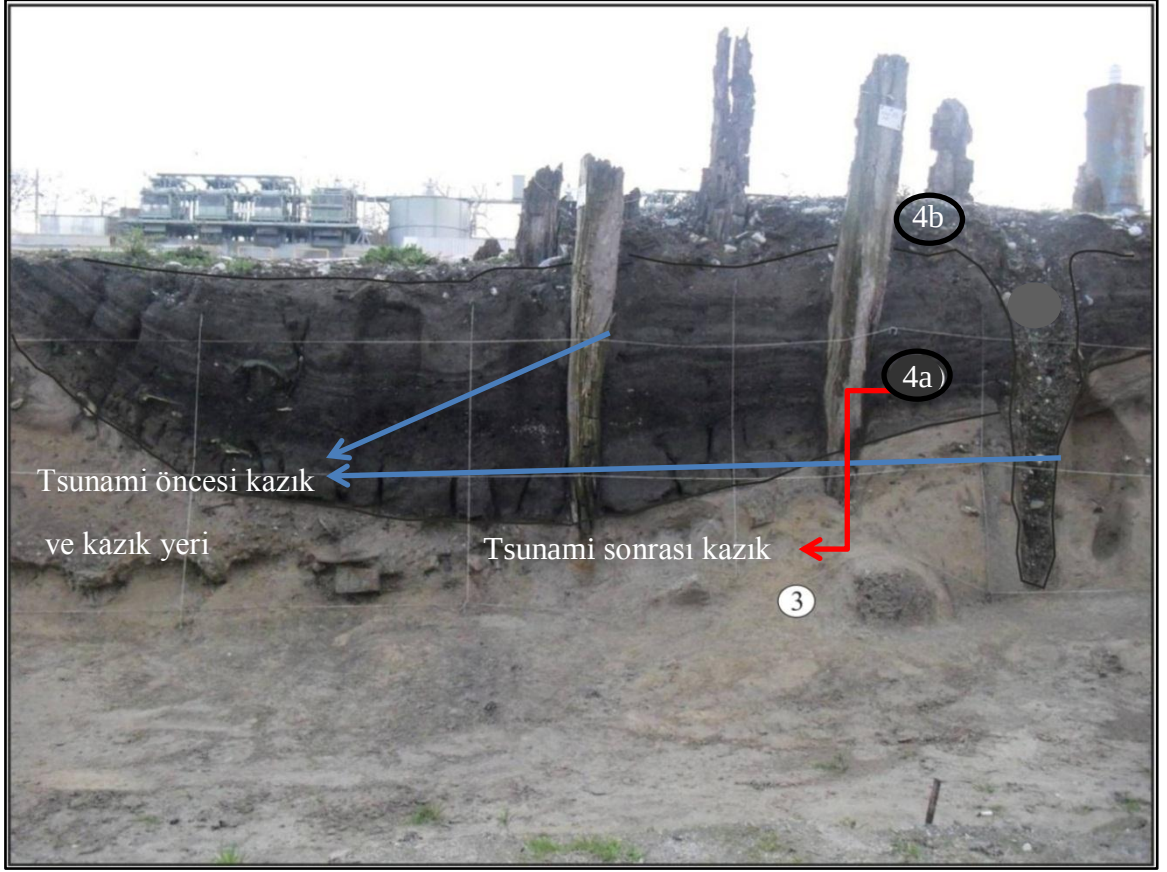


Şekil 4.70. 4. birim içerisindeki bir kemik ve içerisindeki değişik boyutlarda köşeli çakıllar. Altta 3. birim içinde de köşeli çakıllar görülmektedir.



Şekil 4.71. 4. birimin çökmesinden sonra bazı iskele kazıkları hasar görmüş, bunların yerine yeni iskele kazıkları çakılmıştır. Yeni kazıklar çakılırken alttaki laminalı düzeylerde eğilmeler oluşmuştur. Bu kazıkların çakılma zamanı ile ilgili rölatif yaş verisi sağlamaktadır.

4. birim, çalışma alanının güneybatısında, Perinçek ve ark. (2007), Perinçek (2008a ve 2010a) tarafından 4a ve 4b olmak üzere iki alt birime ayrılır. Bu alt birimlerin altta olanı 30 cm, üstteki 40 cm kalınlığındadır. Alttaki düzeyde çamurlu kum ve içinde az sayıda arkeolojik buluntu (keramik vb.) ve ortama yabancı taş blokları bulunmaktadır. Üstteki düzey kazı alanında daha yaygın ve belirgindir ve 4. birim içinde gözlenen çok miktarda malzemenin olduğu kısım üst düzeydir (Perinçek, 2010a). Perinçek (2010a) alttaki seviyenin (4a) ayrı bir evrede yine tsunami etkisinde oluşmuş olabileceği yorumunu yapmışsa da konunun daha fazla araştırılması gerektiğini vurgulanmıştır. Üstteki seviye (4b) ise 6. yüzyılda oluşan tsunaminin kontrolünde çökmüştür. 6. yy da oluşan tsunami bazı kazıkları yerinden sökmüş ve kazık yerleri bu tsunami sonrası alanda çökelen kırıntılarla dolmuştur. Kanal dolgusu olarak görülen siyah renkli organik maddece zengin kil düzeyinde laminasyon gözlenmektedir (Şekil 4.71). Bu laminasyonlar üste doğru eğimlenerek sonlanmaktadır. Eğer bu yapı kanal dolgusu olsaydı laminasyonların kanalın kenarına doğru bitmesi gerekirdi. Fakat laminasyonlar kanal içerisinde yukarıya doğru eğimli sonlanmıştır. Bu gözleme göre, bu yapı iki şekilde oluşmuş olabilir. Birinci olasılık; bu yapı bir kanal dolgusu değil, büyük bir mega sismit olabilir. İkinci durum ise; 4a çökelişi sırasında oluşan tsunami 3. Birim de dahil olmak üzere tsunami öncesi çökelleri kütle halinde yerinden kopartmış, henüz sıkışmamış istif deforme ederek taşımış ve bu sırada kıvrımlandırmıştır. Bu nedenle Şekil 4.71 de kanal gibi görülen koyu renkli düzeyin sınırı ile bu düzey içindeki laminalar birbirine paraleldir. Su doygunluğu yüksek olan ağdalı malzeme kıvrımlandığı için Şekil 4.71 de görülen kanal dolgusuna benzeyen yanıltıcı bir görünüm ortaya çıkmıştır. Söz konusu şekilde görülen deformasyon tipi (kıvrımlanma) dışında kesitin değişik kesimlerinde ondülasyon, litoloji sınırlarında devriklik, 3. birime ait olduğu düşünülen yerinden koparılmış istif parçaları olağandır (Şekil 4.64). Birinci tsunamiden sonra çakılan kazıklar 4a biriminde laminasyonların aşağıya doğru bükülmesine neden olmuştur (Şekil 4.71). Kazı alanında 4a birimi sadece bu kesit alanı ve dolayında gözlenirken, batı kesitinin kuzeyinde açılan kesitte sadece 4b gözlenir.



Şekil 4.72. 4. birimin tabanına yakın gözlenen ve 4/a olarak ayırtlanan birime ait siyah renkli düzey ve bu düzey içinde laminalı organik maddece zengin killer. Kazı alanında bulunan iskele kazıkları 6. yüzyılda meydana gelen tsunami dalgaları tarafından tahrip edilmiş, yeni iskele yapılmıştır. Fotoğrafın sol kenarına yakın kesimde bulunan ve tsunami ile yerinden sökülen (mavi okla gösterilen) kazık yuvası daha sonra tsunami çökeli ile dolmuştur.

Yenikapı kazı alanında, Tsunami sırasında büyük bir hızla gelen dalga 3. birimi kazımış ve tsunami öncesi mevcut iskeleye ait 2 kazıktan birini deniz tabanına yakın bir seviyeden kırmış diğerini de bulunduğu yerden tümüyle sökmüştür. Sökülen iskele kazığının yeri daha sonra tsunami ile taşınan malzeme ile doldurmuştur (Şekil 4.72).



Şekil 4.73. 4. birimde bulunan iskele kazıkları. Bu kazıklar aynı alanda kurulmuş 2 ayrı iskeleye aittir. Kısa olanlar tsunami nedeniyle deniz tabanına yakın bir seviyeden kırılan kazıklardır. Tsunami sonrasında insanlar tarafından yeniden inşa edilen iskeleye ait kazıklar ise uzun olanlardır (Yıldırım, 2011).



Şekil 4.74. 4. birimin oluşumuna neden olan tsunami öncesi ve sonrasına ait aynı yerdeki iskelelerin kazıklarının ilişkisini gösteren resim. Görülen zeminle aynı seviyede olan kazıklar tsunami öncesi “Ö”, bunların yanındaki daha uzun kazıklar ise tsunami sonrası “S” iskelelere ait kazıklardır.

Şekil 4.73 ve 4.74’de görülen iskelenin dışında, metro projesi alanının ortasında ve güney sınırında yine kuzey güney yönlü başka iskelede bulunmuştur. Bu iskelenin ilginç yönü; iskele kazıklarının üst kısmının koparılmış olmasıdır (Perinçek ve ark. 2007; Perinçek, 2008b ve 2010). Söz konusu iskele kazıklarının aynı seviyeden kopma nedeni tsunami dalgalarıdır. Deniz tabanı hizasından koparılan iskele kazıklarının üstündeki taş, çanak çömlek kırıkları ile çamur gibi malzemeden oluşan tsunami tabakasının hemen üstünde bulunan I. Iustiniaus (527-565) dönemine ait bir altın sikke (Şekil 4.75), bu iskeleyi 6. yüzyıla tarihlendirmektedir (Gökçay, 2007).



Şekil 4.75. Tsunami tabakasının hemen üstünde bulunan, I. Iustiniaus (527-565) dönemine ait altın sikke (Gökçay, 2007).

Wazny, Kuniholm, Perinçek, Pearson, Griggs ve Watkins tarafından 2010 (Koç Üniversitesi sözlü sunum) yılında dendrokronoloji konusunda sunum yapılmış, tsunami tarafından tahrip edilen iskele kazıklarında en genç yaş 556 olarak saptanmıştır. Yazarlara göre; en genç yaş veren kazık tsunami oluşumundan 2 yıl önce değiştirilmiştir. Buna göre, tsunaminin yaşı; MS 558 olarak öngörülmüştür. Perinçek (2008 ve 2010a)’e göre tsunaminin yaşı MS 557’dir. Aşağıda listesi verilen diğer kazıkların tsunami tahribatından 8-37 yıl önce değiştirildiği saptanmıştır.

- 556WK (Tsunami oluşumundan 2 yıl eski)
- 550WK (Tsunami oluşumundan 8 yıl eski)
- 547B (Tsunami oluşumundan 11 yıl eski)
- 536B (Tsunami oluşumundan 22 yıl eski)
- 523vv (Tsunami oluşumundan 35 yıl eski)
- 521B (Tsunami oluşumundan 37 yıl eski)

(WK: Kabuğun hemen altındaki son halka. B: Ağaç kabuğu var (dolayısıyla son halka da var). vv: En son korunan halkanın özgün son halkadan ne kadar uzak olduğunu gösteriyor. Dolayısıyla değerlendirmenin bir yolu yok).

Kazı alanında bir adet deve ve 4 tane at iskeleti bulunmuştur (Şekil 4.76 ve 4.77). Şekil 4.77’de görülen deve iskeleti, Marmaray kazı alanındaki J-21 karelajıda 4,05/-4,10 kot seviyesi aralığından 15.07.2006 tarihinde ortaya çıkarılmıştır. Tam deve (*Camelus dromedarius L.*) iskeletine ait kaburga (costa) kemiği parçasından radiokarbon tarihlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre, 1456 ± 23 (MS 494 $\pm$ 23) tarihi sağlanmıştır. Bu örneğe ait kalibre edilmiş yaş % 95,4 olasılıkla MS 566-646 olarak elde edilmiştir (Onar ve ark. 2008).



Şekil 4.76. 4. birimin alt kesiminde 4a olarak adlandırılan seviyesinde bulunan neredeyse tüm at iskeleti.



Şekil 4.77. 4. birimde bulunan deve iskeleti (Gökçay 2007, R11) koyu renkli çamur içindedir. Deve iskeletinin anatomik bağlantıları korunmuştur.

4. birim içinde bulunan ahşap örneklerden alınan numunelerden birinde (Yenikapı U4 795) C^{14} analizi yapılmıştır. C^{14} tarihlendirmeleri kalibre edildikten sonra elde edilen tarih % 95,4 olasılıkla, MS 420-MS 570 aralığındadır. Aynı birimden alınan diğer bir numune ise % 68,2 olasılıkla MS 400-550 aralığına tarihlendirilmiştir (Perinçek, 2008a; 2010a). Olasılığın daha yüksek olması nedeniyle birinci numuneden elde edilen değerler dikkate alınmıştır. 4 numaralı birimde bulunan keramik, sikke ve benzeri arkeolojik malzemeye göre bu dolgu MS 5.-7. yüzyıllar arasına tarihlenmektedir (Katalog, 2007). Tarihsel deprem ve tsunamiler incelendiğinde (Altınok 2005; Yalçınar ve ark., 2002) MS 543, 545, 549, 553, 555 ve 557 yıllarında güçlü deprem ve tsunami kayıtlarına rastlanır. MS 5. ve 7. yüzyılda önemli bir tsunami kaydına rastlanmamıştır. 4. birim, büyük olasılıkla MS 557 yılında olan deprem ve bunun ardından oluşan tsunami dalgalarına bağlı olarak oluşmuştur. Ayasofya Müzesi'nin Hagia Sophia Kilisesi'nin Aralık 557 depreminden sonra zayıflayan kubbesi Mayıs 558'de çökmüştür (Wikimedia, 2008). Bu nedenle, 6. yüzyılda çok sayıda deprem ve tsunami olmasına karşın MS 557 yılındaki deprem Perinçek (2008b; 2010a) tarafından ön plana çıkarılmıştır. Tarihsel deprem, tsunami kayıtları ve C^{14} tarihlendirmesi dikkate alınarak 4 numaralı birimin önemli bir kısmının MS 6. yüzyılda oluştuğu belirtilmiştir (Perinçek, 2008a; 2008b; 2010a).

Kazı alanının batısında 2011 yılının haziran ayında 4. birim içerisinde amfora yüklü “Yenikapı 35” adlı gemi enkazı ortaya çıkmıştır. Kalıntının mevcut uzunluğu yaklaşık 15 m, mevcut genişliği ise 5m dir. Batığın yükünde değişik tipte amphoralar yer almaktadır. Gemi boyutları açısından Liman'da bulunan en büyük kargo gemilerinden biri, ahşap özellikleri açısından ise bulunan en sağlam batık özelliğine sahiptir. İlk veriler ışığında batığın MS 4.-5. yüzyıla ait olduğu ileri sürülmektedir (<http://www.istanbularkeoloji.gov.tr>).

Güneye doğru yatık duran gemide kırık ve tüm amforalar ile birlikte meyve çekirdekleri, bol miktarda fosil ve balık kılçıkları ile yaprak fosillerine rastlanmıştır. Meyvelerin gemide tüketildiği düşünülmektedir. 4. Birimin tsunami sonucu çökelen bir birim olduğu kabul edildiğinde geminin yükü ile birlikte battığı ve ağıdalı bir malzeme ile geminin içine denizden balık karadan ise yaprak getirdiği ve çamur matrix içerisinde birçok malzemenin karışık halde bulunduğu öngörüsü yapılmıştır (Şekil 4.78).



Şekil 4.78. “Yenikapı 35” adlı gemi enkazı ve geminin altından alınan 263 nolu numuneyi ve C¹⁴ tarihlendirme sonucunu gösteren fotoğraf.

Perinçek ve ark. (2007) ve Perinçek (2008a; 2008b, 2010a), birim içerisinde gözlenen karasal ve denizel malzemeye ait bu kadar karışık bir istiflenmenin ancak tsunami sonrası oluşabileceğini ileri sürmektedir. 3 numaralı birimin denizaltı akıntılarıyla aşındırıldığını gösteren veriler vardır. Akıntıyla kazıma sonrası oluşan kanal ve kanalcıklar aşınmayı takiben 4 numaralı birimin malzemesiyle dolmuştur. Yer yer görülen bu kanalların

derinliği 10-30 cm arasındadır. Söz konusu kanallar tsunami sonrası oluşan deniz tabanı akıntılarıyla kazılmış olduğu düşünülmüştür (Perinçek, 2008a; 2008b; 2010a). Bu yorumu çeşitli verilerle desteklemektedirler. Bunlar;

Birimdeki çamurlu düzeyler içinde tüm dört at ve bir deve iskeleti bulunmuştur (Çelik, 2007; Gökçay, 2007; Perinçek ve ark. 2007; Perinçek, 2008a; 2008b). Alanda bulunan iskeletlerin anatomik bağlantıları yerindedir. İki attan birinin yuları atın yanı başında bulunmuştur, diğer bir atın yem sepeti atın denize sürüklenmesi sırasında onunla birlikte taşınmıştır (Perinçek ve ark. 2007; 2008a; 2008b).

Tsunami tabakasının hemen üstünde bulunan, I. Iustiniaus (527-565) dönemine ait bir altın sikke (Gökçay, 2007) Perinçek (2008a, 2008b, 2010) tarafından tarihlendirilen tsunami olayını olduğu tarihle ilgili güçlü destek sağlamaktadır.

4. birim içinde bulunan bütün deve iskeleti kemiklerinden yapılan radiokarbon tarihlendirilmesinden MS 566-646 tarihleri elde edilmiştir (Onar ve ark. 2008). Bu veri de Perinçek (2008a, 2008b, 2010) tarafından MS 557 yılına tarihlenen deprem-tsunami yorumuna tarih olarak kısmi destek vermektedir.

Ahşap örneklerden alınan numunelerden elde edilen C¹⁴ tarihlendirmeleri MS 420-570 aralığındadır. I. Iustiniaus (527-565) dönemine ait altın sikke ve deve kemiğinden alınan MS 566-646 tarihleri hep birlikte değerlendirildiğinde 4. birimin 6. yüzyılda çökeldiği güvenle söylenebilir.

4. Birim içerisinde Theodosius Limanı'na ait iskele kazıkları bulunmaktadır. Manning (2007)'e göre, limanda 1092-93, 1104-05, 1145 ve 1175-76 tarihlerinde yenileme çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, meşe ağaçlarının aynı ormandan temin edildiğini ve limanın yaklaşık 30 yıl aralıklarla yenilendiği ve genişletildiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar limanın 12. Yüzyılda da kullanıldığını işaret eder.

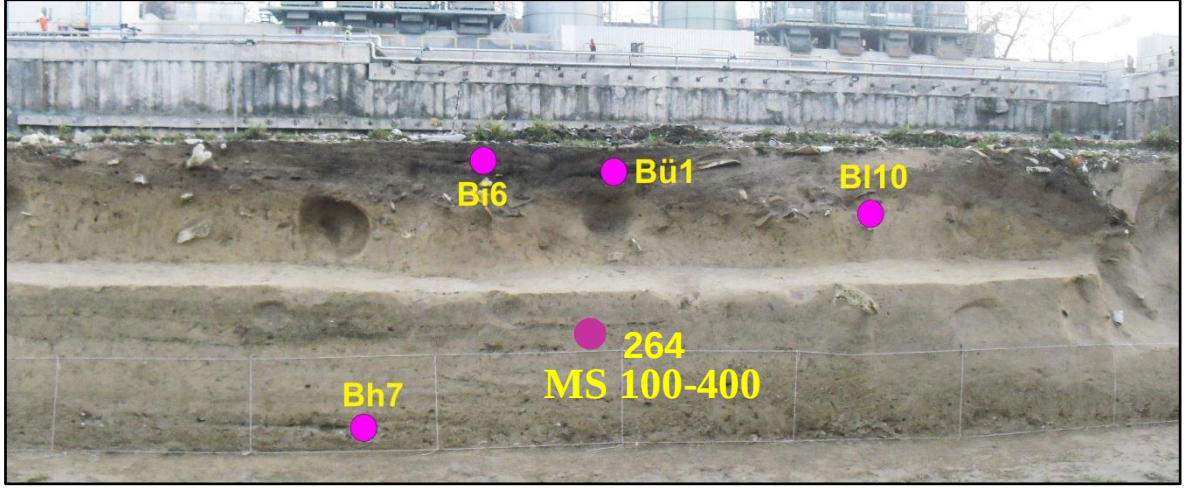
Perinçek (Perinçek ve ark. 2007; Perinçek, 2008a, 2008b, 2010a) kazı alanında yaptığı gözlemler sonucunda 4. birim içerisindeki iskele kazıklarının aynı hizadan tahrip olduğu gözlemlenmiştir. Bu tahribatın birimdeki karışık istiflenmeyi de göz önünde bulundurarak, tsunami sonucu olabileceğini savunmaktadır.



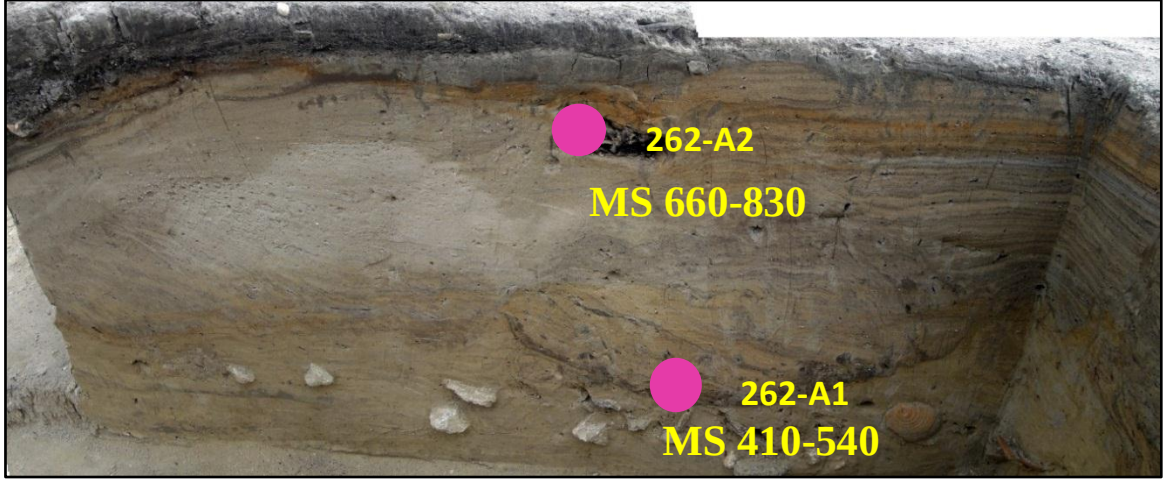
Şekil 4.79. 3 ve 4. Birimlerden alınan numuneler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir) (T.kaya: Tüm kaya analizi yapılan numune)



Şekil 4.80. 4. birimden alınan numune yerini gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir) (T.kaya: Tüm kaya analizi yapılan numune). Fotoğrafta açık kahverenkli 3. Birim ile koyu renkli 4. Birimin sınırı kıvrımlanmıştır. Bu deformasyonun tsunami sırasında olduğu öngörülmektedir.



Şekil 4.81. 3. ve 4. birimden alınan numuneler ve 264 numunesinin C^{14} tarihlendirme sonucunu gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir).



Şekil 4.82. 4. birimden alınan numunelerin yerlerini ve 262-A1 ve 262-A2 numunesinin C^{14} tarihlendirme sonucunu gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir).



Şekil 4.83. 4. birimde tsunami öncesi (TOK-1) ve sonrasına (TOU-2A) ait iskele kazıklarından alınan ahşap numunelerin C^{14} tarihlendirmesi sonuçları (Batı kesitinin yakınındaki iskelenin güney ucundan alınmıştır).

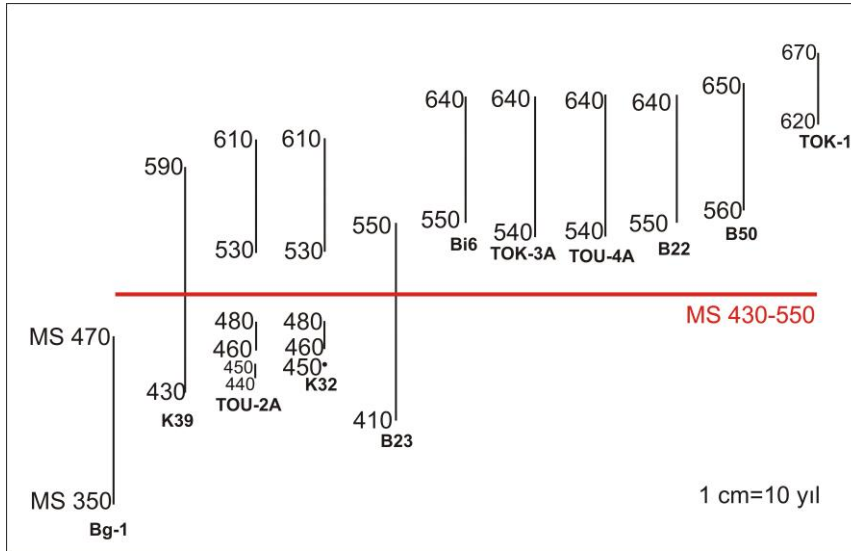


Şekil 4.84. 4. birimde tsunami öncesi (TOK-3A) ve sonrasına (TOU-4A) ait iskele kazıklarından alınan ahşap numunelerin C^{14} tarihlendirmesi sonuçları (Batı kesitinin yakınındaki iskelenin kuzey ucundan alınmıştır).

Kazı alanının batısındaki Batı Kesitinden 4. birimden numuneler alınmıştır (Şekil 4.73,4.74,4.79,4.80,4.81,4.82,4.83, 4.84). Bu numuneler TÜBİTAK 110Y114 nolu Proje kapsamında BETA Analytic Laboratuvarına C^{14} analizi için gönderilmiştir (Çizelge 4.3). 4. Birimle temsil edilen tsunami nedeniyle oluştuğu düşünülen kanal dolgusundan Bi6 (Ahşap numunesi), B22 (Ahşap numunesi), B23 (Ahşap numunesi), B50 (Ahşap numunesi) numuneleri alınmıştır. Bu örnekler için kalibre edilen yaş tayini sonuçları sırasıyla MS 550-640, MS 550-640, MS 410-550 ve MS 560-650 dir. Kazı alanının doğusundan alınan tsunami öncesi iskeleye ait kazığın (K32 numaralı numune, Şekil 4.93'e bakınız) ve K39 numunelerinin (Şekil 4.94'e bakınız) kalibre edilen yaş tayini sonucu sırasıyla MS 450, MS 460-480 (K32) ve MS 430-590 (K39) dır. Ayrıca kanal dolgusunun içerisinde tsunami nedeniyle söküp atılan iskele kazığının yerine 4. Birimin karışık malzemesi dolmuştur bu dolgudan Bg1 (Fosil kavkılar) numunesi alınmıştır. Bu numuneden elde edilen kalibre edilmiş yaş MS 350-470 dir. Bu yaş değeri 4. Birimden alınan diğer yaş değerlerinden oldukça farklıdır. Bu aşamada analize gönderilen kavkının tsunami sırasında alttaki daha yaşlı birimden kazınarak tekrar 4. birim içinde çökelen tane olma olasılığından söz edilebilir. Şekil 4.85'de C^{14} yaş verilerinde uç değerler Bg1 (MS 350-470) ve tsunami sonrası kazıklardan alınan numuneler TOU-2A (MS 460-480), TOU-4A (MS 540-640) devre dışı bırakılmıştır. Diğer C^{14} yaş verilerinden en genç yaş verisi K39 (MS 430) kabul edilen yaş aralığının minimum değeri olarak alınmıştır. Maksimum yaş değeri olarak C^{14} yaş verilerinin en yaşlı olan (MS 550) değeri alınmıştır. Böylece 4. Birimden alınan numunelerden elde edilen ortak yaş aralığı MS 430-550 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.85). Ayrıca Doğu Kesiti'nden 4. birimden alınan numunelerde OSL ve TL yöntemleriyle tarihlendirilmiştir (Çizelge 4.4.). 4. Birimde alınan numunelerde OSL ve TL sonuçları C^{14} analizlerinden elde edilen sonuçlarla çakışmamaktadır fakat elde edilen sonuçlar birimin altından üstüne doğru yani yaşlıdan gence doğru kendi içinde uyumludur. 4. birim içerisindeki seramiklerin OSL yaşlandırması sonuçları sırasıyla; B22($2,40 \pm 0,20$), B23($1,63 \pm 0,07$) ve K39 ($2,02 \pm 0,15$) dır. TL yaşlandırması sonuçları ise; B22($2,355 \pm 0,096$ ka) ($3,173 \pm 0,147$ ka), B23 ($1,626 \pm 0,135$ ka), BK2($2,995 \pm 0,166$ ka) ve K39($2,02 \pm 0,15$ ka)dır.

Çizelge 4. 3. 4. Birimden alınan numunelerin lokasyonları ve radyokarbon yaş tarihlendirmesi

Lab. No	Lokasyon	Birimler/ Koordinatlar	Tarihlendirilen Materyal	Ölçülen Yaş	Conventional Age	Kalibre Edilen Yaş
303297	K32	4. Birim/64204-41459	Ahşap	1510 +/- 30 BP	1510 +/- 30 BP	Cal AD 450 to 450 (Cal BP 1500 to 1500), Cal AD 460 to 480 (Cal BP 1490 to 1470), Cal AD 530 to 610 (Cal BP 1420 to 1340)
303294	BG1	4. Birim	Fosil kavkıları	1570 +/- 30 BP	1980 +/- 30 BP	Cal AD 350 to 470 (Cal BP 1600 to 1480)
303293	BI6	4. Birim	Ahşap	1470 +/- 30 BP	1470 +/- 30 BP	Cal AD 550 to 640 (Cal BP 1400 to 1300)
303292	B23	4. Birim/64080-41336/-10m.	Ahşap	1610 +/- 30 BP	1590 +/- 30 BP	Cal AD 410 to 550 (Cal BP 1540 to 1400)
303291	B50	4. Birim	Ahşap	1460 +/- 30 BP	1450 +/- 30 BP	Cal AD 560 to 650 (Cal BP 1390 to 1300)
303290	B22	4. Birim/64080-41336/-10m.	Ahşap	1470 +/- 30 BP	1470 +/- 30 BP	Cal AD 550 to 640 (Cal BP 1400 to 1300)
318783	TOU-4A	4. Birim (Batı iskelesi)	Ahşap	1450 +/- 30 BP	1480 +/- 30 BP	Cal AD 540 to 640 (Cal BP 1410 to 1310)
318781	TOK-3A	4. Birim (Batı iskelesi)	Ahşap	1450 +/- 30 BP	1480 +/- 30 BP	Cal AD 540 to 640 (Cal BP 1410 to 1310)
318782	TOU-2A	4. Birim (Batı iskelesi)	Ahşap	1450 +/- 30 BP	1510 +/- 30 BP	Cal AD 440 to 450 (Cal BP 1510 to 1500), Cal AD 460 to 480 (Cal BP 1490 to 1470), Cal AD 530 to 610 (Cal BP 1420 to 1340)
318780	TOK-1	4. Birim (Batı iskelesi)	Ahşap	1380 +/- 30 BP	1380 +/- 30 BP	Cal AD 620 to 670 (Cal BP 1330 to 1280)
303298	K39	4. Birim/64213-41460/-6m	Ahşap	1530 +/- 30 BP	1540 +/- 30 BP	Cal AD 430 to 590 (Cal BP 1520 to 1360)
321478	263	4. Birim	Fosil kavkıları	1670 +/- 30 BP	2080 +/- 30 BP	Cal AD 270 to 540 (Cal BP 1680 to 1410)
321472	262-A2	4. Birim	Fosil kavkıları	1390 +/- 30 BP	1750 +/- 30 BP	Cal AD 660 to 830 (Cal BP 1290 to 1120)
321471	262-A1	4. Birim	Ahşap	1620 +/- 30 BP	1590 +/- 30 BP	Cal AD 410 to 540 (Cal BP 1540 to 1410)



Şekil 4.85. 4. birimden alınan numunelerden elde edilen yaş verilerine göre 4. Birimin ortalama yaş değerini gösteren grafik (Siyah çizgiler 4. Birimden alınan her bir numune için yaş aralığını göstermektedir) (TOU-2A, 4A ve K32 ahşap numuneleri tsunami sonrası kazıklar olduğu için değerlendirmeye alınmamıştır) (Kırmızı çizgi 4. Birimden alınan numunelerden elde edilen ortak yaş aralığını göstermektedir) (TOU-2A ve K32 numunelerinde 3 ayrı yaş aralığı alınmıştır).

Çizelge 4.4. 4. birim içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırması sonuçları. Aşağıdaki tabloda yer alan seramikler hem Optically Stimulated Luminescence (OSL) ve hem de Thermoluminescence (TL) ile tarihlendirilmiştir. (n) ile belirtilen değerler OSL analiz sayısını gösteriyor. Tüm örnekler 300 cm derinlikten alınarak değerlendirilmiştir. İki yaş değeri aynı seramik malzemenin iki ayrı tarihte pişirme sıcaklığının üzerinde ısıtıldığını ifade etmektedir.

Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
OSL (ka)				
B22(4.birim)	2,4	±	0,2	8
B23(4.birim)	1,63	±	0,07	8
Lab no.	Age	±	Unc.	
TL (ka)				
B22(4.birim)	2,335	±	0,096	
B22(4.birim)	3,173	±	0,147	
B23(4.birim)	1,626	±	0,135	
BK2(4.birim)	2,995	±	0,166	
K39(4.birim)	1,985	±	0,159	

Çalışma alanında 4. Birimden alınan BK-4, 218/A-1, 218B/2, BG-1, BG-3, BJ-1 numuneleri alınarak palinolojik analiz için 9 Eylül Üniversitesi'ne gönderilmiştir (Şekil 4.73). Tübitak Projesi kapsamında palinolojik analizler Prof. Dr. Funda Akgün tarafından yapılmıştır. Analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

Numunelerde bulunan Trilet Sporlar şunlardır; BK-4 (6 adet) numunesinde Sphagnaceae/Sphagnum sporuna, 218/B-2 (1 adet), BG-3(4 adet) numunelerinde Trilet Sporlarına ait *Pteridium* sporuna (Şekil 4.34) (Ek-1/Levha-2), 218/B-2 (3 adet), BG-3(1 adet) numunelerinde *Lycopodium* sporuna (Şekil 4.35) (Ek-1/Levha-1), 218/A-1 (2 adet), 218/B-2 (2 adet), BG-1 (2 adet) numunelerinde *Phaeoceras* sporuna (Ek-1/Levha-1), 218/B-2 (3 adet), BG-1 (2 adet), BG-3 (1 adet) numunelerinde Botrychium (verrucalı trilet) sporuna (Şekil 4.36) rastlanmıştır.

Numunelerde Gymnosperm pollenler şunlardır; BK-4 (8 adet), 218/A-1 (4 adet), 218/B-1 (1 adet), BG-1 (7 adet), BG-3 (5 adet) numunelerinde Pinaceae/*Pinus* polenine, BK-4 (2 adet) numunesinde *Pseudotsuga/Larix* polenine, BK-4 (6 adet), 218/A-1 (2 adet), BG-1(4 adet) numunelerinde *Cupressacites/Juniperus* polenlerine rastlanmıştır.

Numunelerde Angiosperm Pollenler şunlardır; BK-4 (48 adet), 218/A-1 (84 adet), 218/B-2 (47 adet), BG-1 (80 adet), BG-3 (110 adet) numunelerinde Poaceae (*Cerealia*) polenlerine (Ek-1/Levha-2), 218/A-1 (36 adet), 218/B-2 (12 adet), BG-1 (12 adet), BG-3 (15 adet) numunelerinde Poaceae polenlerine (Şekil 4.40), BK-4 (4 adet), BG-1 (2 adet) numunesinde *Humulus* (Şekil 4.83) ve *Humulus/Cannabis* polenlerine (Ek-1/Levha-2), BK-4 (10 adet), 218/A-1 (9 adet), 218/B-2 (2 adet), BG-1 (1 adet), BG-3 (6 adet) numunelerinde Cyperaceae polenlerine (Şekil 4.41) (Ek-1/Levha-2), BK-4 (1 adet), 218/A-1 (2 adet), 218/B-2 (3 adet), BG-1 (1 adet), BG-3 (2 adet) numunelerinde *Carpinus Betulus* polenlerine, BK-4 (1 adet), 218/A-1(2 adet) numunelerinde *Tilia* polenlerine, BK-4 (1 adet), 218/A-1 (1 adet) numunelerinde *Alnus* polenine (Şekil 4.42), BK-4 (2 adet), 218/A-1 (2 adet), 218/B-2(3 adet) numunelerinde Apiaceae polenlerine (Şekil 4.43) (Ek-1/Levha-2), BK-4 (9 adet) numunesinde Selaginellaceae polenine BK-4 (5 adet), 218/A-1 (6 adet), 218/B-2 (3 adet), BG-1 (5 adet), BG-3 (1 adet) numunelerinde Juglandaceae/*Juglans* polenlerine (Şekil 4.87) (Ek-1/Levha-2), BG-1(2 adet), BG-3 (1 adet) numunelerinde *Populus* polenlerine (Şekil 4.45), BK-4 (15 adet) numunesinde Cerelia polenine, 218/B-2 (3 adet), BG-3 (2 adet) numunlerinde Fumaria polenine, 218/A-1 (2 adet) numunesinde Scrophiliaceae polenine, 218/A-1 (1 adet), 218/B-2 numunelerinde Lamiaceae polenlerine, 218/A-1 (6 adet), 218/B-2 (6 adet), BG-1 (15 adet), BG-3 (3 adet) numunelerinde Fagaceae polenlerine (Ek-1/Levha-2), BG-1 (1 adet), BG-3 (2 adet)

numunelerinde Urticaceae/*Urtica* polenlerine (Şekil 4.88), 218/A-1(2 adet), BG-1 (2 adet), BG-3 (2 adet) numunelerinde Oleaceae polenlerine (Ek-1/Levha-2), BK-4 (2 adet), BG-3 (2 adet) numunlerinde *Tricolporopollntis sp. (Artemisia)* polenine, 218/A-1 (2 adet) numunesinde *Althenia* polenine, 218/A-1 (8 adet), 218/B-2 (22 adet), BG-1 (5 adet), BG-3 (26 adet) numunelerinde Ericaceae polenlerine (Ek-1/Levha-2) rastlanmıştır. Bu polenler aşağıda verilmiştir;

4.3.5.1. Cannabaceae (kendirgiller)

Humulus (şerbetçi otu); Sarılıcı çok yıllık otsular. Kuzey yarımkürenin ılıman bölgelerinde bulunurlar (Ek-1/Levha-2).



Şekil 4.86. *Humulus*



Şekil 4.87. *Juglans*

4.3.5.2. Juglandaceae (cevizgiller)

Juglans (ceviz); Kışın yaprağını döken ağaçlardır. Kuzey ılıman bölgelerde yayılış gösterir. Anavatanı Anadolu olan, Akdeniz'den Doğu Asya'ya kadar yabani olarak yetişen ceviz, aynı zamanda kültür bitkisidir (Ek-1/Levha-2).

4.3.5.3. Urticaceae (ısırgangiller)

Urtica (ısırgan); Tek veya çok yıllık otsulardır. Ilıman bölgelerde yayılış gösterirler (Ek-1/Levha-2).



Şekil 4.88. *Urtica*

4.3.5.4. Oleaceae (Zeytingiller)

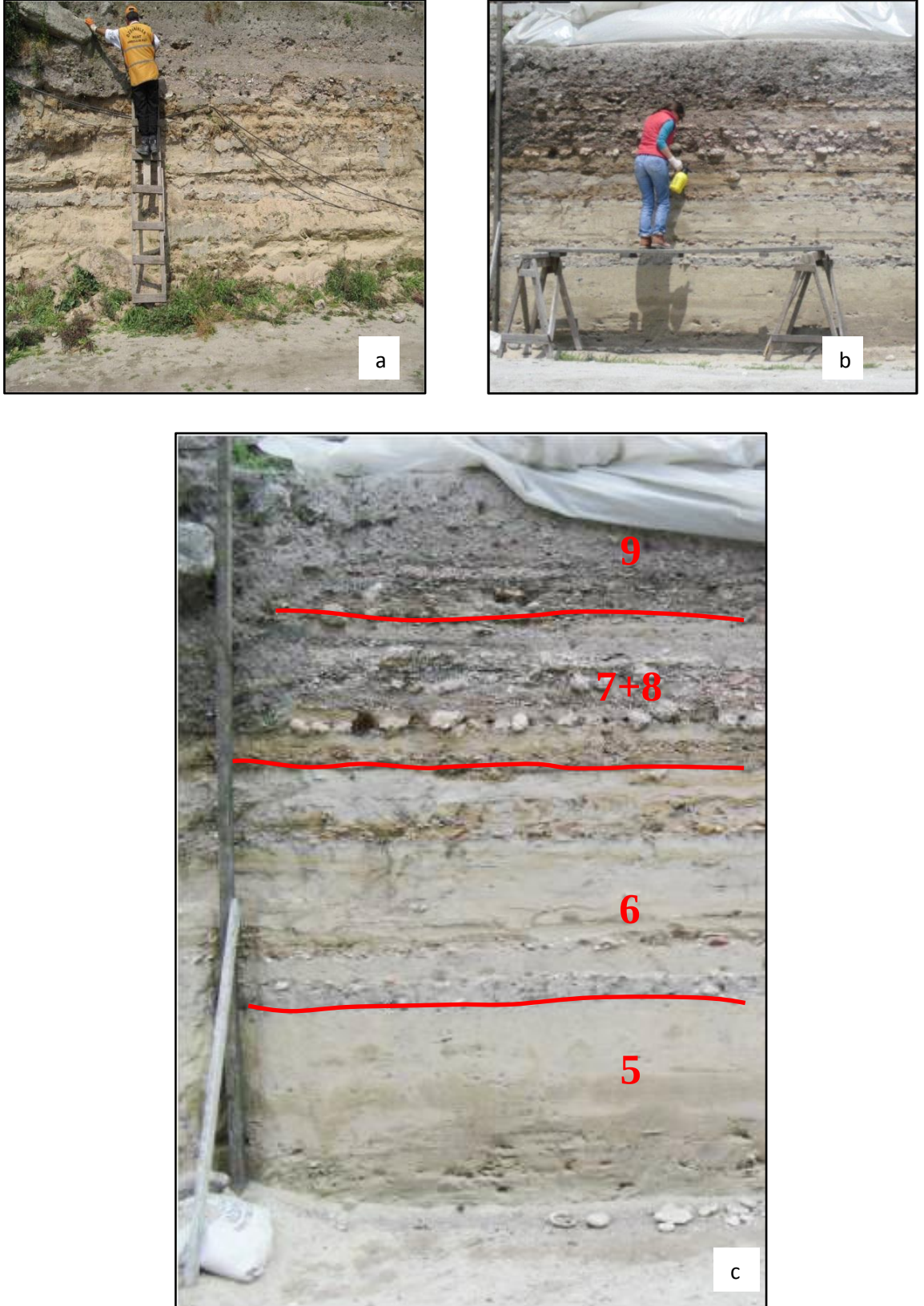
Kışın yaprağını döken veya herdem yeşil ağaç veya çalı türlerini içeren bitki familyası. Oleaceae familyasına ait güncel türler arasında en bol görülenler, *Fraxinus ornus*, *Olea europa*, *Phillyrea latifolia* ve *Jasminum fruticans*tır. Oleaceae familyasına ait türler arasında *Olea europae*anın önemli bir yeri vardır. Nitekim *Olea* antropojenik indikatörlerden birisi olup dikili tarımın göstergesidir. Polen preparatlarında %5 ve daha fazla *Olea* bulunması havzada yoğun olarak *Olea* ekimi yapıldığını gösterdiği kabul edilmektedir. Akdeniz bölgesinin doğal bitkisidir. Tropik ve ılıman bölgelerde yayılış gösterirler. Örneklerde *Olea* (Zeytin) ve *Phillyrea* (akçakesme) cinsleri ayırtlanabilir (Ek-1/Levha-2).

4. Birimden alınan numunelerde Palynomorflara ait non-polenler şunlardır; 218/B-2 (3 adet) numunesinde Palynomorflara ait Microforaminiferal astar non-polenine, 218/A-1 (1 adet), 218/B-2 (10 adet), BG-3 (1 adet) numunelerinde Pseudoschizaceae non-polenine, 218/A-1 ve 218/B-2 numunelerinde çok bol olarak mantar non-polenlerine, 218/B-2 (7 adet), BG-1 (1 adet) numunelerinde Baggy Cist non-polenine rastlanmıştır.

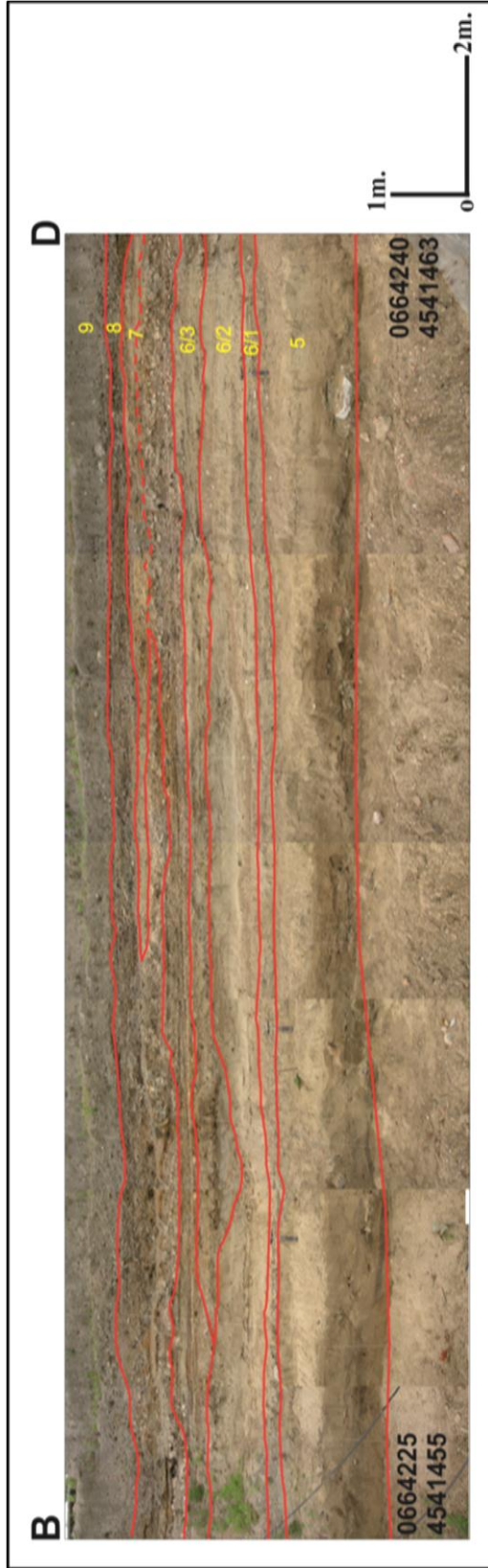
Yenikapı kazı alanı içerisinde 5. birimden 9. birime kadar olan tüm birimler bir kesit üzerinde ölçülmüş ve değerlendirilmiştir (Ek 2B). Kazı alanının kuzeydoğu bölümünde yer alan kesitin uzunluğu yaklaşık 50 m, yüksekliği ise 6 m. civarındadır. Kesit yüzeyi önce çok iyi bir şekilde temizlenmiş ve birimlerin sınırları belirgin hale getirilerek numaralanmıştır (Şekil 4.89 a,b,c). Daha sonra 1m ve 2 m aralıklarla dikdörtgenler oluşturacak şekilde iplerle bölünerek ölçeklendirilmiştir (Şekil 4.90 ve 4.91).

4.3.6. 5.Birim

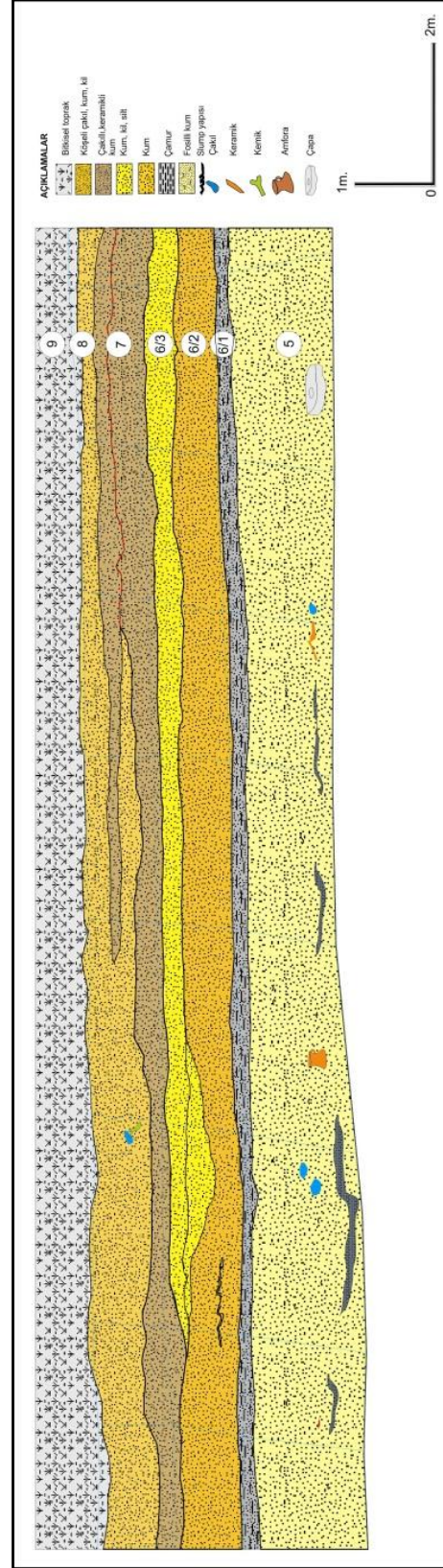
5. birim çok temiz orta-ince taneli kumlardan oluşmaktadır. Kazı alanında 2. Birimle başlayan trasgresyon 3. ,4. ve 5. Birimlerin çökeltme dönemlerinde de devam etmiştir. 5. Birim, 4. Birim ile karşılaştırıldığında arkeolojik buluntu fazla değildir. Seyrek olarak keramik parçaları, kaya blokları ve çakılları ile kapaklı kavkılar bulunmaktadır. Yer yer killi seviyeler gözlenmiştir. Killi seviyeler ile kumlu seviyeler çok belirgin olmayan tabakalanma oluşturmaktadır. Altındaki 4 numaralı birimle çoğunlukla dereceli geçişli, üstündeki 6 numaralı birimle ise sınırı belirgindir (Perinçek ve ark. 2007; Perinçek 2008a, 2008b, 2010a) (Şekil 4.89c, 4.90, 4.91).



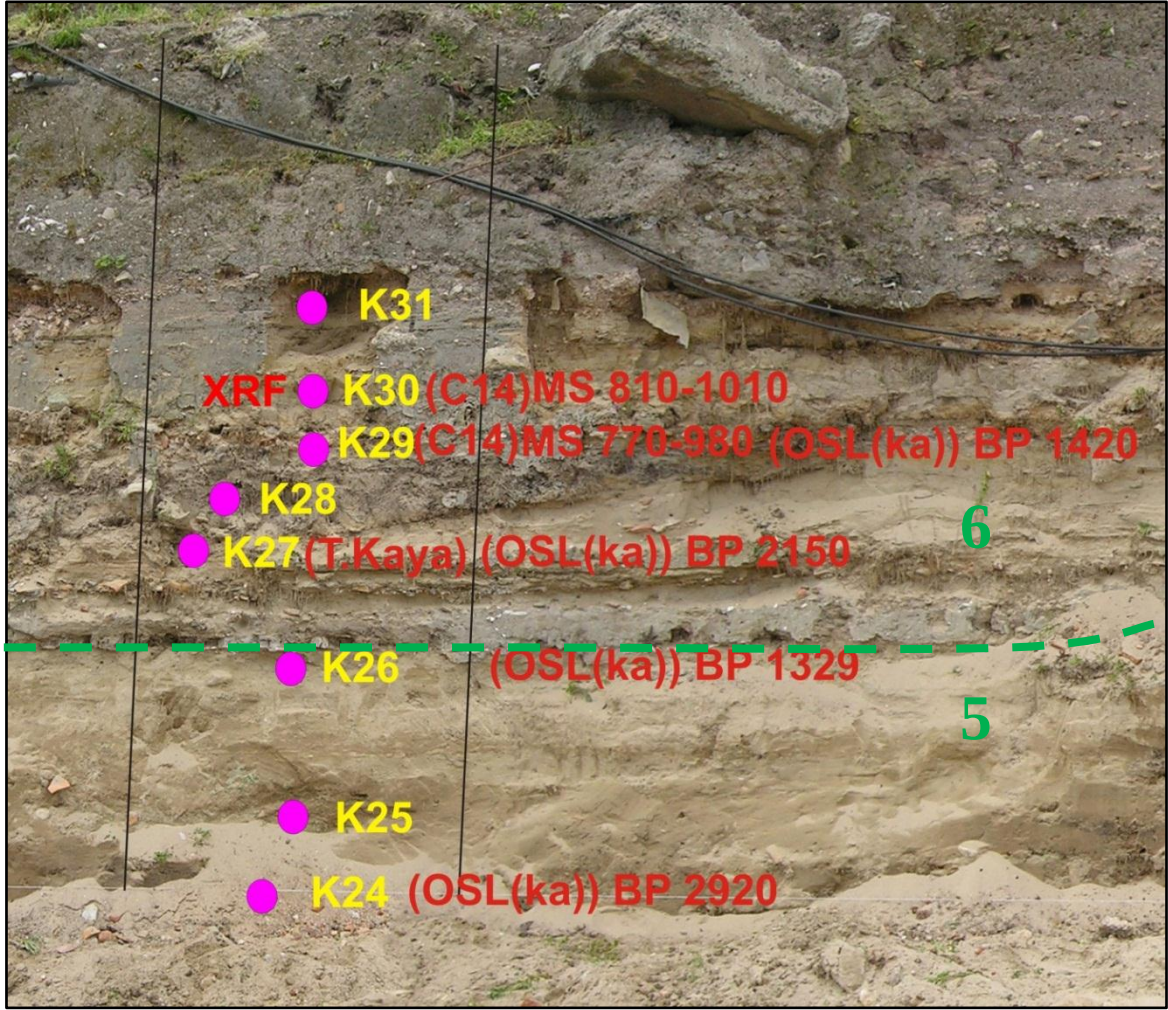
Şekil 4.89. Yenikapı kazı alanı içerisinde bulunan stratigrafik birimlerden 5. birim ile 9. birim arasındaki birimlerin genel görünüşü (a) Kesit yüzeyinin temizlenmesi, (b) Temizlenmiş yüzeyin ince tozlardan arıtılması için hafifçe yıkanması,(c) Birimlerin sınırlarının belirlenerek numaralandırılması



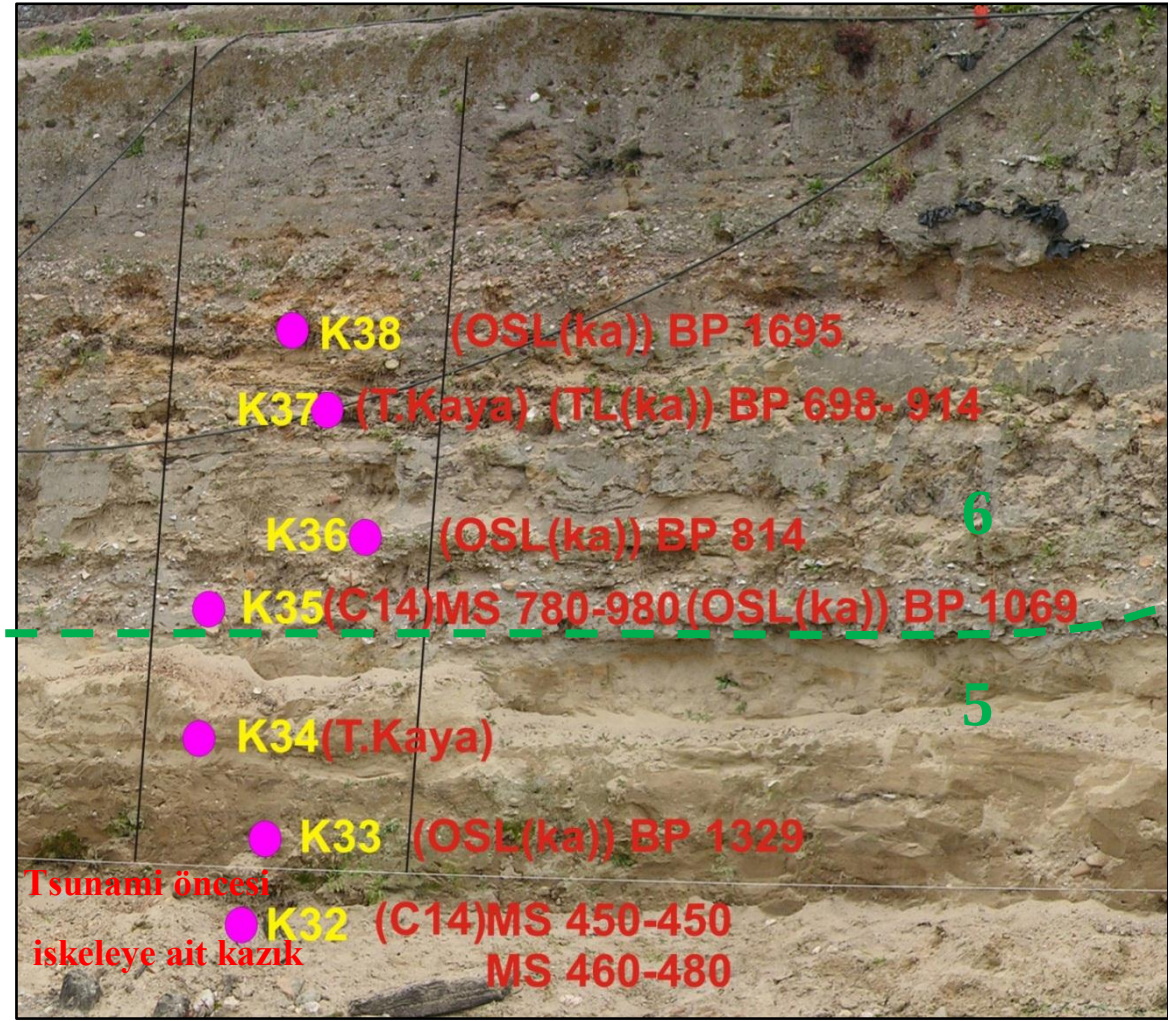
Şekil 4.90. Kazı alanında doğu kesitinde gözlenen istifin görünüşü (Kesitin yönü B'dan D'ya)



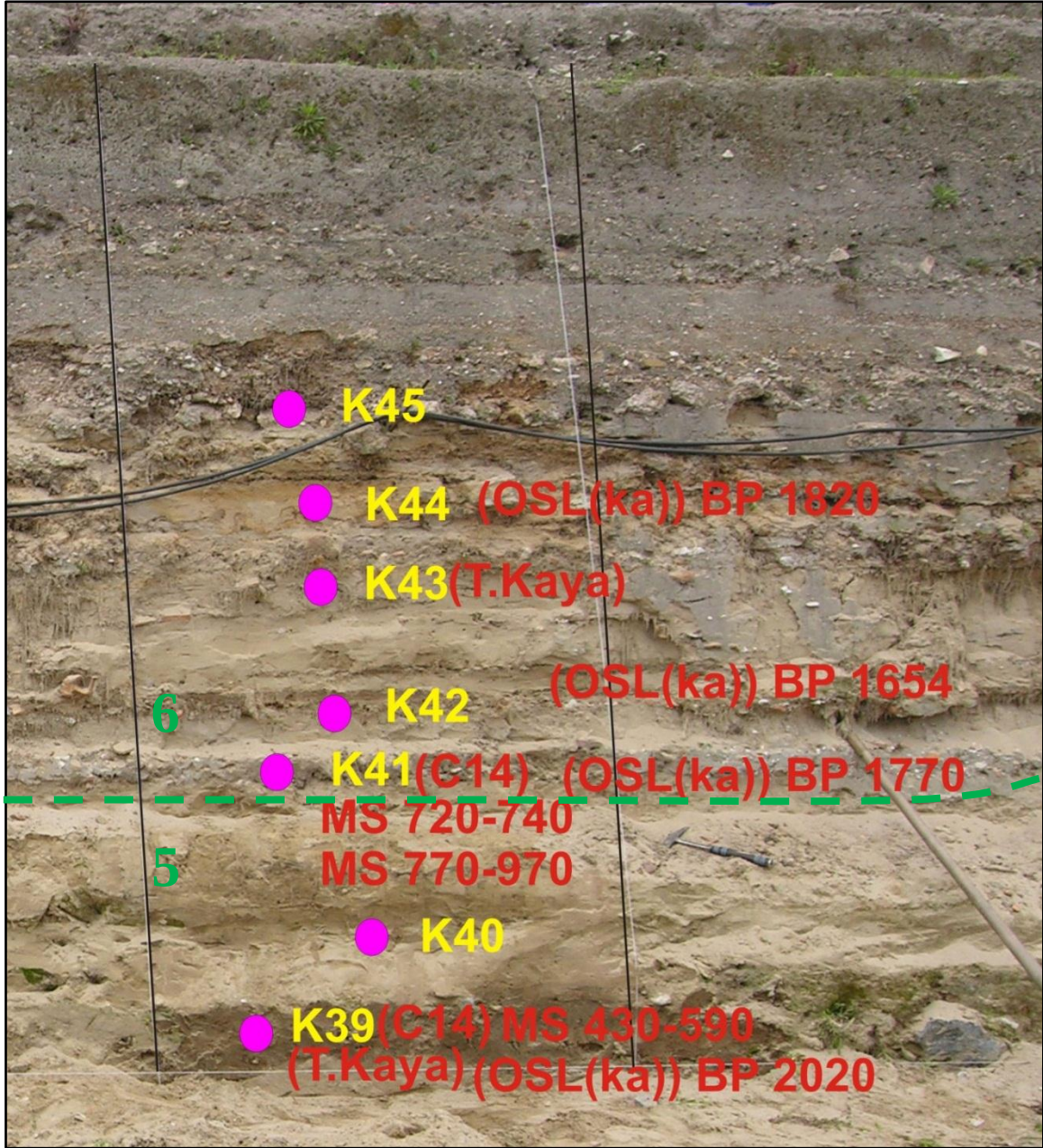
Şekil 4.91. Kazı alanının doğu kesitinde gözlenen birimlerin ayrıntılı stratigrafi kesiti



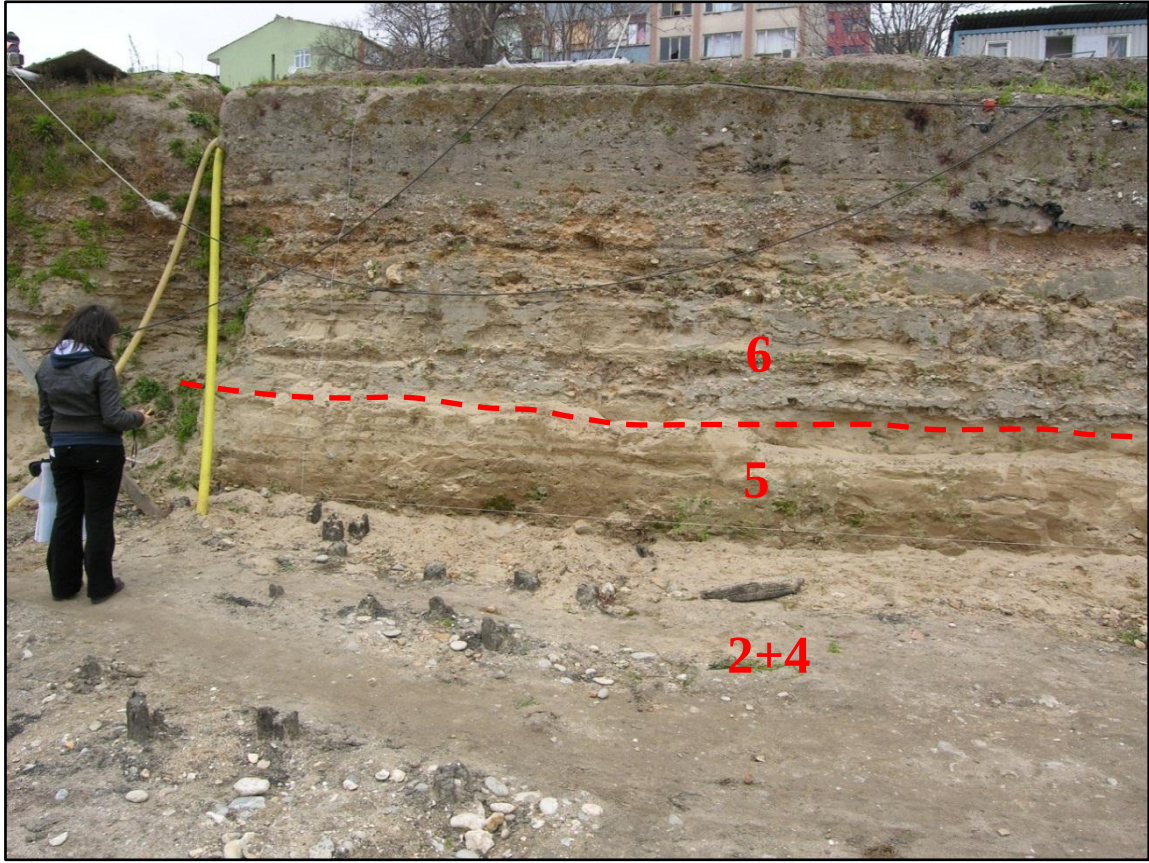
Şekil 4.92. Doğu kesitinden alınan numuneler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini ve tarihlendirmeleri göstermektedir) (Ka: Günümüzden önce) (T.kaya: Tüm kaya analizi yapılan numune) (Kesik yeşil çizgi 5 ve 6. Birimlerin sınırını göstermektedir).



Şekil 4.93. Doğu kesitinden alınan numuneler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini ve tarihlendirmeleri göstermektedir). (Ka: Günümüzden önce) (T.kaya: Tüm kaya analizi yapılan numune)



Şekil 4.94. Doğu kesitinden alınan numuneler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini ve tarihlendirmeleri göstermektedir). (Ka: Günümüzden önce) (T.kaya: Tüm kaya analizi yapılan numune)



Şekil 4.95. Fotoğrafta 5. Birimin kumları ve zeminde bunun altındaki 4. birim görülmektedir. Kırmızı kesikli çizgi 5 ve 6. Birimin sınırını göstermektedir.

5. birime ait kum; krem-bej renklidir. 5. Birimin en alt seviyelerinde organik maddece zengin kil, çamur ve kum mercek ve düzeyleri bulunmaktadır.

Birimin alt sınırı belirgin bir dokanakla 4. Birimin kaotik çökelleri üzerine gelmektedir. 4. Birimi geliştiren aktivitenin (tsunami ve /veya büyük sellenme (?) durmasından sonra ortam eski haline dönmüş ve 5. Birim çökelmiştir. 5. Birimin tabanı hemen hemen aynı düzeyden kopartılmış iskele ayaklarını oluşturan ahşapların üst sınırı ile başlamaktadır.

Kazı alanında 5 numaralı birimde arkeolojik malzeme diğer birimlere göre daha azdır. Bunun nedeni; 7. Yüzyılda Mısır'ın Araplar tarafından fethiyle Mısır'dan ithal edilen tahıl sevkiyatının durması nedeniyle Theodosius Limanı işlevinin önemli bölümlerinden birini kaybetmiş olması olabilir (Asal, 2007).

Kazı alanında arkeologlar tarafından 5 numaralı birim içinde dört ayrı noktada gemi kalıntıları ortaya çıkarılmıştır. Bulunan ve incelemesi biten gemilerden biri arkeologlar tarafından 7. yüzyıla tarihlendirilmiştir (Pulak, 2007; Asal, 2007). Yapılan incelemeler gemilerin battığını göstermektedir. Perinçek, (2008 a,b) birim içindeki gemilerin batma

nedenini İstanbul kıyılarını etkileyen fırtınalardan biri olarak belirtmiştir. Perinçek (2008a) tarafından 5 numaralı birimin altındaki 4. birimin, büyük olasılıkla MS 6. yüzyılda çökeldiği söylenmektedir. Söz konusu birimin üstünde çökelen 6 numaralı birim içinde bulunan gemiler ise arkeologlara göre MS 10-11. yüzyıllara tarihlenmektedir (Pulak, 2007; Asal, 2007; Kocabaş ve Kocabaş, 2007; Gülbahar, 2007). Bu nedenle 5 numaralı birimin MS 7.-9. yüzyıllar arasına tarihlenmesi önerilmiştir (Perinçek, 2008a ve 2008b).

Bu birimde açığa çıkarılan gemilerde buluntu çok azdır. Sadece bir noktada, tahrip olmuş bir iskele yakınında oldukça iyi korunmuş durumda çok sayıda amfora bulunmuştur (Perinçek, 2008b).

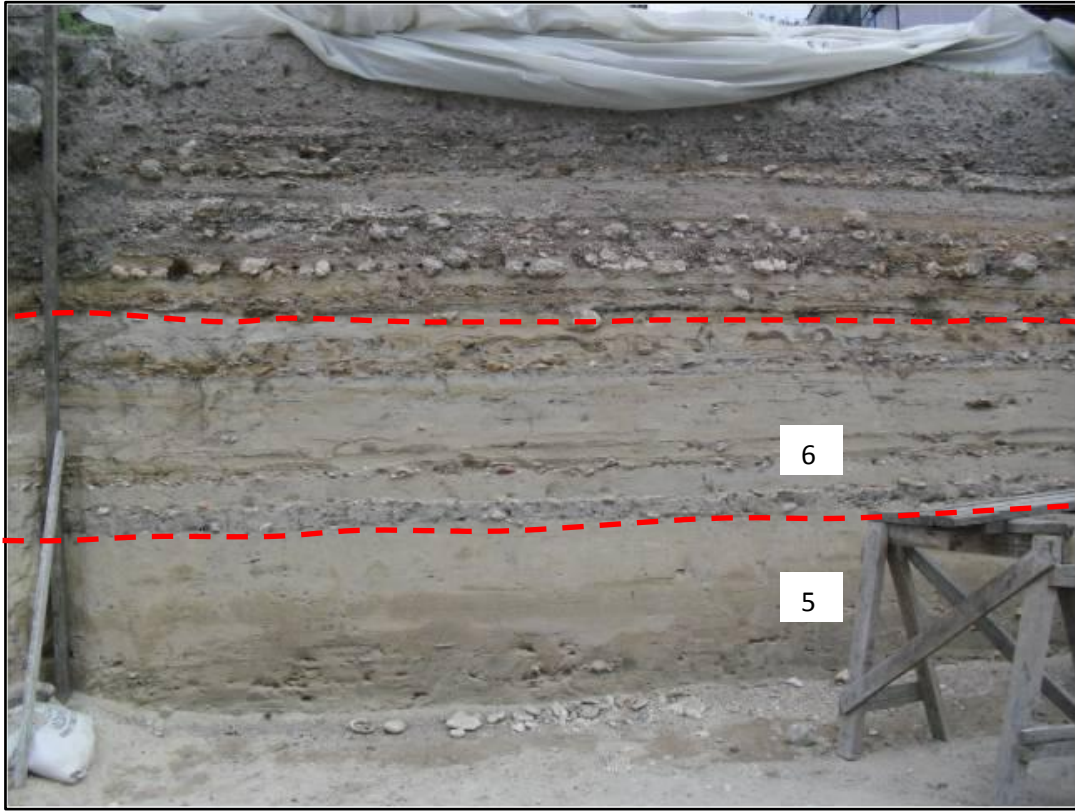
Kazı alanının doğusundaki Doğu Kesiti'nden 5. Birimden numune alınmıştır (Şekil 4.92,4.93 ve 4.94). Alınan numuneler OSL (Optically Stimulated Luminescence) ve TL (Thermoluminescence) yöntemleriyle tarihlendirilmiştir (Çizelge 4.5). 5. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL yaşlandırması sonucu K24 numunesi için (2,92±0,19 ka) dır. TL yaşlandırması sonuçları ise; K24 (2,451±0,213), K33 (1,108±0,057 ka) dır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. 5. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırması sonuçları. Aşağıdaki tabloda yer alan seramikler hem Optically Stimulated Luminescence (OSL) ve hem de Thermoluminescence (TL) ile tarihlendirilmiştir. (n) ile belirtilen değerler OSL analiz sayısını gösteriyor. Tüm örnekler 300 cm derinlikten alınmış olarak değerlendirilmiştir.

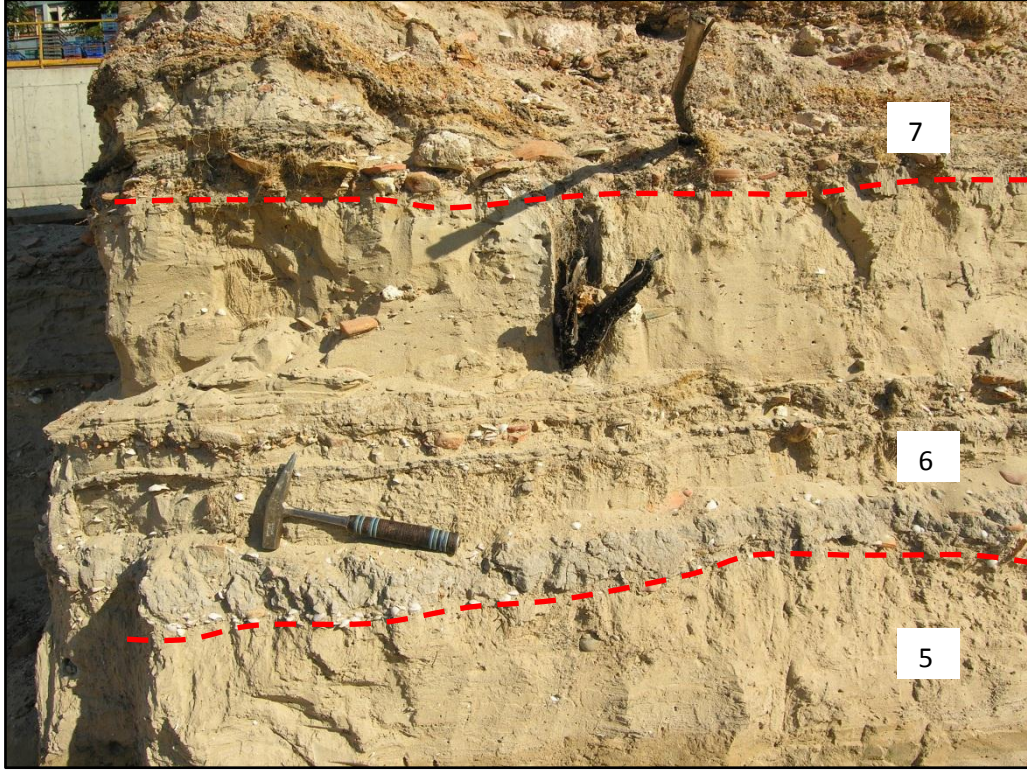
Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
OSL (ka)				
K24(5. birim)	2,92	±	0,19	9
Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
TL (ka)				
K24(5. birim)	2,451	±	0,213	
K33(5. birim)	1,108	±	0,057	

4.3.7. 6.Birim

6. Birim 5. Birimin üzerine bol miktarda beyaz renkli kavrı içeren siyahımsı, gri ince bir kum düzeyi ile başlamaktadır. Bu kum düzeyinde kavrılarla birlikte kırıklı, köşeli amfora parçaları ve değişik türden çakıllar, meyve çekirdekleri, kemik parçaları, bütün ve kırık fosiller, çamurlu kum seviyeleri, temiz kum ve yer yer laminalı kum, siyah renkte organik malzemeli mercekler, çamur mercekleri, hayvan kemikleri, kırık fosiller ile kil bantları bulunmaktadır (Şekil 4.96 ve 4.97). 6. Birimin orta seviyeleri ince kum, silt ve yer yer kil mercekleri içermektedir. Bu killi siltli düzeyde slump yapıları, oturma yapıları ve çakıl sürüklenme izleri, zemin sıvılaşmasına bağlı gelişmiş kum daykları ve makro ölçekli çapraz katmanlı seviyeler gibi birçok sedimanter yapı izlenmektedir (Şekil 4.98,4.99).



Şekil 4.96. Kazı alanının doğusunda 6. Birimin alt ve üst sınırını gösteren fotoğraf.



Şekil 4.97. Kazı alanının doğu kesitinde 5, 6 ve 7. Birimlerin dokanak sınırları ve 6. Birimde gözlenen iskele kazığı.



Şekil 4.98. 6. Birim içerisindeki siltitlerin görünümü.



Şekil 4.99. 6. Birim içerisindeki çakıl sürüklenimine bağlı aşınma ve yük kalıpları.



Şekil 4.100. 6. Birimden alınan numune yerini (pembe nokta) gösteren fotoğraf. Kumun üzerinde görülen temel kazı alanındaki deniz fenerinin temelidir. 217-D numaralı numunenin yaşı dolaylı olarak deniz fenerinin yapımının en erken başlangıç yaşını vermektedir.

Kazı alanının doğusunda ölçülen kesitte 6. Birimin orta seviyelerinde 6. Birimin oluştuğu zaman aralığında oluştuğu düşünülen ve eski deprem izlerini taşıyan sismitler

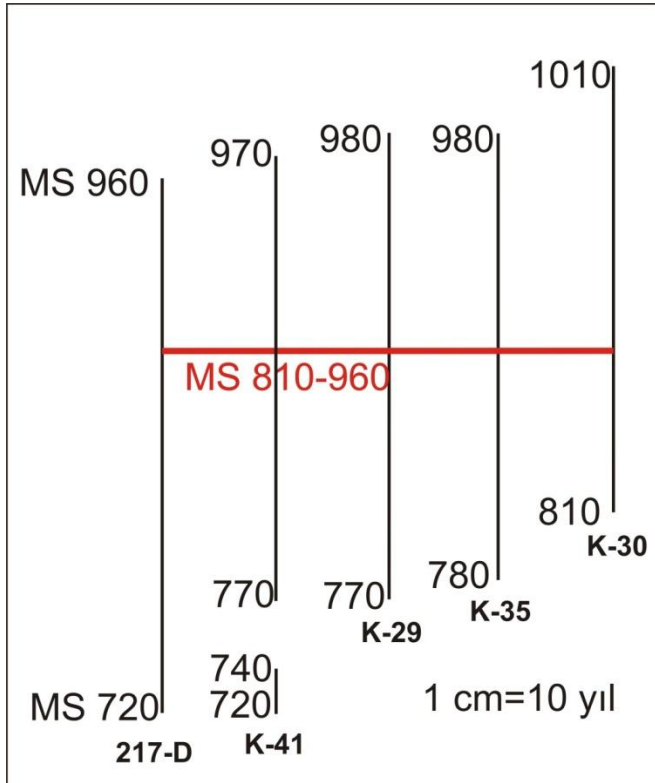
bulunmaktadır. Sismitler; gözeneklerinde bol miktarda su bulunduran tutturulmamış çökellerin deprem sırasında birincil tabaka yapılarını kaybetmesi ve istifte sıkışma ve çimentolanma öncesi yumuşak deformasyona uğraması sonucunda oluşmuştur. Perinçek (2008a)'ya göre 6a ve 6b kumu olarak ayrılan alt birimlerde gözlenen sismit çökel yapıları birimin çökeli mi sırasında İstanbul dolayının iki önemli deprem etkisinde kaldığını göstermektedir. 6a ve 6b düzeylerinde ayrı ayrı gözlenen sismitlerin, tarihsel kayıtlarda bulunan (Yalçınar ve ark. 2002 ve Altınok, 2005) 989 ve 1010 depremleri ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Çok sayıda sismit, 6b tabanında yer alan keramik düzeyinin üzerinde, 6b kum seviyesinin tabanında görülmüştür. Bu veri depremin fırtınadan sonra olduğunu işaret eder (Perinçek, 2008a).

6. birimde yer alan ahşap iskele kazıkları 6. birimin çökeli minden sonra çakılmıştır. 6. birimin yaşı Perinçek (2010a)'ya göre MS 9. yy sonu-10. yy-11. yy başı ortasıdır. Bu halde 7. birimin çökeli mi 11. yy sonunda başlamaktadır. Manning (2007)'e göre; kazılardan elde edilen ve iskele kazıkları olarak kullanılmış olan meşe örnekleri üzerinde yapılan yıllık halka analizleri sonucunda, örnekler 11 ve 12. yüzyıllara tarihlenmiştir. Limanda 1092-93, 1104-05, 1145 ve 1175-76 tarihlerinde yenileme çalışmaları yapıldığı anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, meşe ağaçlarının aynı ormandan temin edildiğini ve limanın yaklaşık olarak 30 yıl aralıklarla yenilendiği ve genişletildiğini ortaya çıkarmıştır. Bu sonuçlar limanın 12 yüzyılda da kullanıldığını göstermektedir. Perinçek ve ark. (2007), Perinçek (2008 a,b) göre birim, 6a ve 6b olmak üzere 2 ayrı keramikli seviyeye ayrılmıştır. Perinçek (2008b), keramikli düzeylerin yüksek enerjili ortamda, kısa zaman aralığında çökeldiğini, keramikli düzeyleri örten kum düzeylerinin daha uzun bir zaman aralığında ve normal denizel ortam koşullarında çökeldiğini, 6a ve 6b keramikli düzeylerin oluşma nedeninin; 10. yy içinde ve 11. yy ortalarında İstanbul kıyılarını etkileyen iki büyük fırtına olabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 4.6. 6. birimden alınan numunelerin lokasyonları ve radyokarbon yaş tarihleri

Lab. No	Lokasyon	Birimler/ Koordinatlar	Tarihlenen Materyal	Ölçülen Yaş	Conventiona l Age	Kalibre Edilen Yaş
3187 77	217-D	5. birim veya 6. birimin alt kesimi	Fosil kavkıları	1170+/- 30 BP	1570+/- 30 BP	Cal AD 720 to 960 (Cal BP 1230 to 990)
3033 00	110Y-K35	6. Birim/64204-41459	Kemik ve dış	1080 +/- 40 BP	1150 +/- 40 BP	Cal AD 780 to 980 (Cal BP 1170 to 960)
3032 99	110Y-K41	6. Birim/64213-41460/-6m	Ahşap	1140 +/- 40 BP	1180 +/- 40 BP	Cal AD 720 to 740 (Cal BP 1230 to 1210),Cal AD 770 to 970 (Cal BP 1180 to 980)
3032 96	110Y-K30	6. Birim/64208-41455/-6m.	Kemik ve dış	1020 +/- 40 BP	1120 +/- 40 BP	Cal AD 810 to 1010 (Cal BP 1140 to 940)
3032 95	110Y-K29	6. Birim/64208-41455/-6m.	Kemik	1070 +/- 40 BP	1170 +/- 40 BP	Cal AD 770 to 980 (Cal BP 1180 to 970)

Kazı alanının Doğu Kesitinden 6. Birimden K41 (Ahşap numunesi), K29 (Kemik numunesi), K35 (kemik ve diş), K30 ve 217-D (fosil kavkılar) numuneleri alınmıştır (Şekil 4.92, 4.93, 4.94 ve 4.100). Bu numunelerin C^{14} analizi sonuçları kalibre edilmiş yıl olarak sırasıyla şöyledir: MS 770-980, MS 780-980, MS 810-1010 ve MS 720-960 olarak tarihlendirilmiştir (Çizelge 4.6). Şekil 101'de C^{14} yaş verilerinde uç değer olan K41 (MS 720-740) devre dışı bırakılmıştır. Diğer C^{14} yaş verilerinden en genç yaş verisi K30 (MS 810) kabul edilen yaş aralığının minimum değeri olarak alınmıştır. Maksimum yaş değeri olarak C^{14} yaş verilerinin en yaşlı olan 217-D (MS 960) değeri alınmıştır. Böylece 6. Birimden alınan numunelerden elde edilen ortak yaş aralığı MS 810-960 olarak belirlenmiştir (şekil 4.101) Ayrıca Doğu kesitinden 6. Birimden alınan numuneler OSL (Optically Stimulated Luminescence) ve TL (Thermoluminescence) yöntemleriyle tarihlendirilmiştir (Çizelge 4.7). 6. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL yaşlandırması sonuçları sırasıyla K27 ($2,15 \pm 0,07$ ka), K29 ($1,42 \pm 0,04$ ka), K41 ($1,77 \pm 0,20$ ka) dır. TL yaşlandırması sonucu ise; K27($2,581 \pm 0,174$), K29($2,880 \pm 0,209$), K41($1,410 \pm 0,093$)($1,712 \pm 0,10499$, K28 ($1,329 \pm 0,072$ ka), K35 ($1,069 \pm 0,091$ ka), K36 ($0,814 \pm 0,047$ ka), K42 ($1,654 \pm 0,137$ ka). 4. Birimde alınan numunelerde OSL ve TL sonuçları C^{14} analizlerinden elde edilen sonuçlarla çakışmamaktadır fakat elde edilen sonuçlar birimin altından üstüne doğru yani yaşlıdan gence doğru kendi içinde uyumludur.



Şekil 4.101. 6. birimden alınan numunelerden elde edilen yaş verilerine göre 6. Birimin ortalama yaş değerini gösteren grafik (Siyah çizgiler 4. Birimden alınan her bir numune için yaş aralığını göstermektedir) (6. birimin yaş değeri gösteren kırmızı çizgi alttaki ve üstteki yaş değerleri baz alınarak çizilmiştir) (K-41 numunesinden 2 yaş değeri elde edilmiştir).

Çizelge 4.7. 6. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırması sonuçları. Aşağıdaki tabloda yer alan seramikler hem Optically Stimulated Luminescence (OSL) ve hem de Thermoluminescence (TL) ile tarihlendirilmiştir. (n) ile belirtilen değerler OSL analiz sayısını gösteriyor. Tüm örnekler 300 cm derinlikten alınmış olarak değerlendirilmiştir.

Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
OSL (ka)				
K27(6.birim)	2,15	±	0,07	18
K29(6.birim)	1,42	±	0,04	18
K41(6.birim)	1,77	±	0,2	13
Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
TL (ka)				
K27(6.birim)	2,581	±	0,174	
K29(6.birim)	2,88	±	0,209	
K41(6.birim)	1,41	±	0,093	
K41(6.birim)	1,712	±	0,104	
K28(6.birim)	1,329	±	0,072	
K35(6.birim)	1,069	±	0,091	
K36(6.birim)	0,814	±	0,047	
K42(6.birim)	1,654	±	0,137	

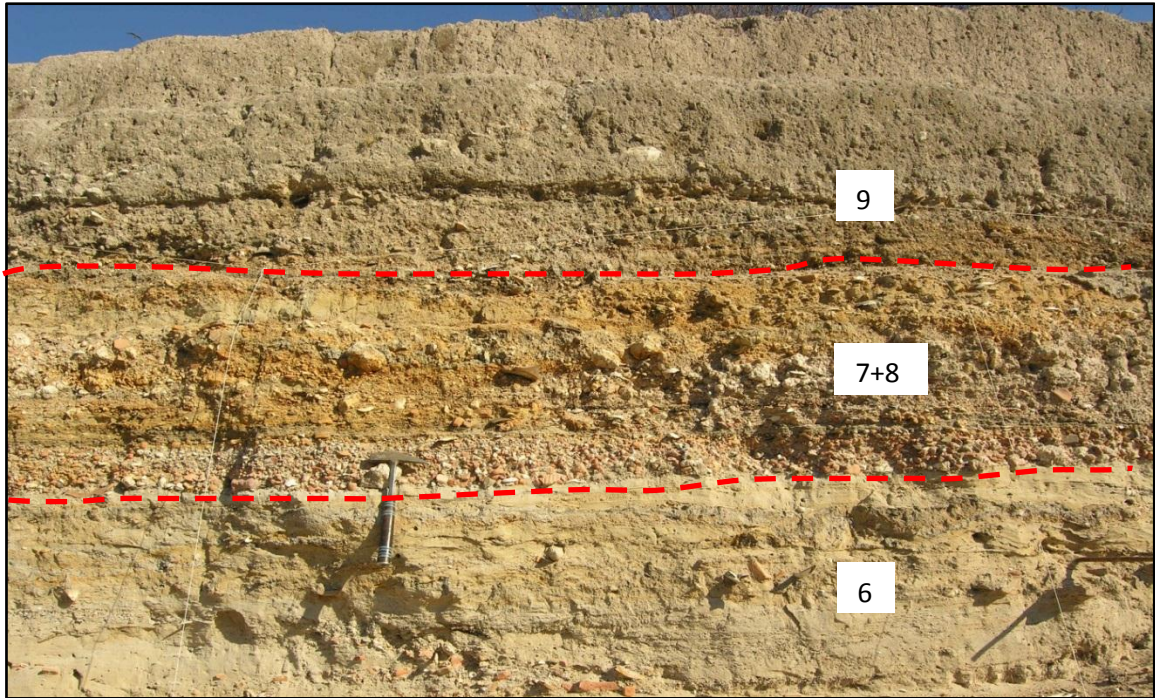
4.3.8. 7. Birim

Çalışma alanında ölçülen kesitlerde 7. birim çok net olarak ayırt edilememiştir. Bunun nedeni 6. Birim tedricen olarak 7. birime geçmesidir. 7. birim üstteki 8. birim ile de dereceli geçişlidir. 8. birimin çökelişi sırasında oluşan kanallar alttaki 7. birimi kazımış ve daha sonra bu kanallar 8. birim çökelleri ile dolmuştur. Birim ayırt edilebildiği kadarıyla kum-çamurlu kum içerisinde bol keramikli, fosilli, ince-az yuvarlak çakıllı, yer yer organik malzemelerin gözlendiği düzeylerden oluşmaktadır (Şekil 4.102). Perinçek ve ark. (2007), Perinçek (2008 a; 2008b), 7 numaralı birimin MS 11. yy sonu-12. yy başlarında çökeldiği düşünülmektedir.

Doğu kesitinde 7. Birimden alınan numunelerde OSL (Optically Stimulated Luminescence) ve TL (Thermoluminescence) yöntemleriyle tarihlendirilmiştir (Şekil 4.89,4.90,4.91) (Çizelge 4.8) 7. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL yaşlandırma sonucu K44 için (1,82±0,12 ka) dır. TL yaşlandırması sonuçları ise; K44(1,389±0,037), K37 (0,698±0,066 ka) (0,914±0,045 ka), K38 (1,695±0,206 ka).

Çizelge 4.8. 7. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırma sonuçları. Aşağıdaki tabloda yer alan seramik parçalarından hem Optically Stimulated Luminescence (OSL) ve hem de Thermoluminescence (TL) ile tarihlendirilmiştir. (n) ile belirtilen değerler OSL analiz sayısını göstermektedir. Tüm örnekler 300 cm derinlikten alınmış ve değerlendirilmiştir. İki tane yaş değeri aynı seramik malzemenin iki ayrı tarihte pişirme sıcaklığının üzerinde ısıtılmış olduğunu ifade ediyor.

Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
OSL (ka)				
K44(7. Birim)	1,82	±	0,12	17
Lab no.	Age	±	Unc.	(n)
TL (ka)				
K44(7. Birim)	1,389	±	0,037	
K37(7.birim)	0,698	±	0,066	
K37(7.birim)	0,914	±	0,045	
K38(7.birim)	1,695	±	0,206	



Şekil 4.102. Kazı alanının ölçülen doğu kesitinde 6., 7. ve 8 ve 9. birimlerin görünümü (Kazı alanının bu kesitinde 7 ve 8. Birimlerin sınırları tam olarak ayırt edilemediği için 7+8 olarak ifade edilmiştir).

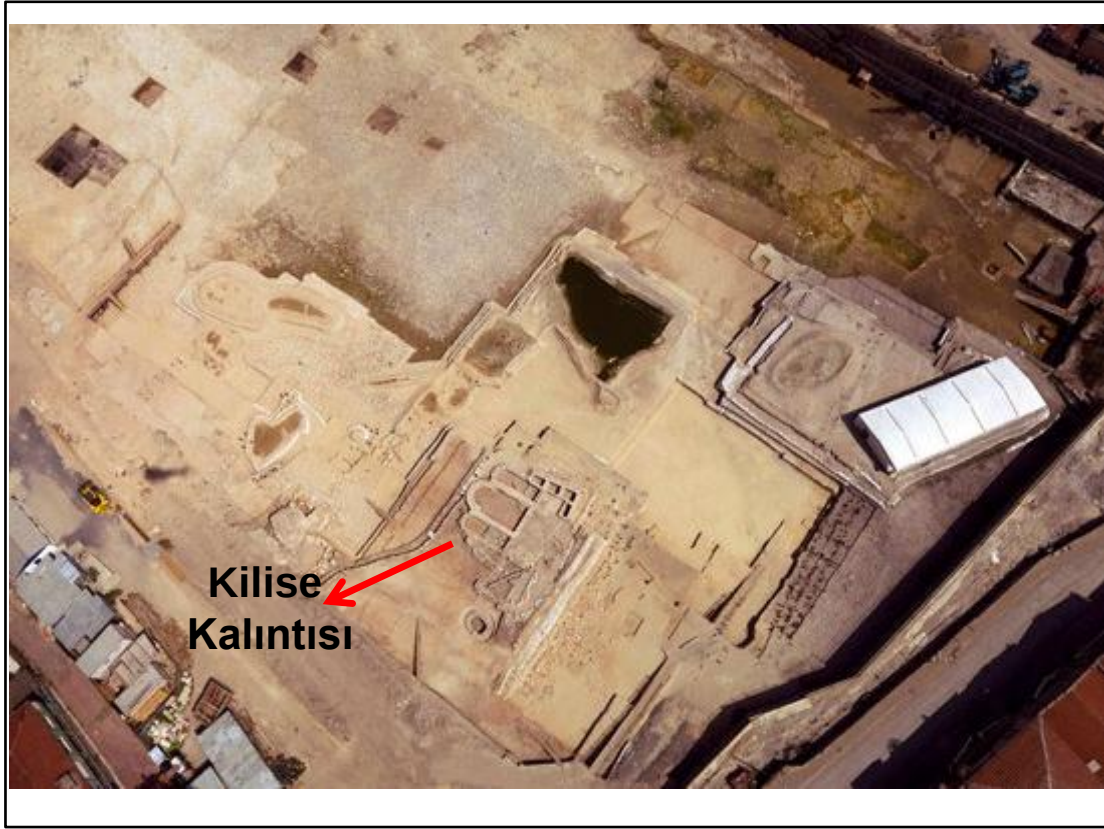
4.3.9. 8. Birim

Birimin sahada gözlenen kalınlığı doğudan batıya doğru incelenmektedir. Birimin içerisinde köşeli ve yuvarlaklaşmış keramik parçaları, çakıllar ve çakılçıklar yer almaktadır. Çakıllar ve keramik parçaları çamur içerisinde tutturulmuş, birbirleriyle harmanlanmış bir vaziyette bulunmaktadır. Keramik parçaları oldukça yoğun olduğu için istifin rengi koyu gri-kırmızı-kiremit rengi olarak görülmektedir (Şekil 4.102).

7. birimin üzerine Algan ve ark. (2009)'a göre akarsu çökelleri gelmektedir. Lykos (Bayrampaşa) Deresi'nin çalışma alanının doğusundaki Vatan Caddesi boyunca aktığı tarihi kaynaklardan bilinmektedir. Lykos Deresi'nin getirdiği malzeme plajda tümüyle işlenmiş ve çakıllar yassılaşmıştır. Plaj çakılları bol miktarda lamelli kavkısı bulundurur. Limanın ağzının doğuya bakması nedeniyle Lycos vadisinden taşınan malzeme hakim rüzgar yönünün (güney-güneybatı) oluşturduğu kıyı akıntıları nedeniyle daha doğuya taşınmaktadır ve bu da Lycos'un önünde çökel birikimini engellemiştir. Bu nedenle çalışma alanında tanıtılan 8. birim içinde akarsu kökenli malzeme azdır. Algan ve ark. (2007)'e göre 8. birim Lycos Deresi çökellerinden oluşmaktadır. Perinçek ve ark. (2007), Perinçek (2008a, 2008b, 2010a), 8. birimin çökelme ortamının akarsu etkisinde gelişmiş; kıyı-plaj ortamı olduğunu belirtmişlerdir.

8. birimde arkeologlar tarafından 12. yy'a tarihlendirilen bir kilise bulunmaktadır (Şekil 4.103). Kilisenin birim ile ilişkisi Perinçek ve ark. (2007), Perinçek (2008 a,b) kilisenin 8. birimin çökeliminden sonra inşa edildiği belirtilmiştir. Arkeolojik ve jeolojik veriler kullanılarak birimin yaşı olarak Perinçek ve ark. (2007), Perinçek (2008 a,b) tarafından 12. yy ortaları benimsenmiştir.

Algan ve ark. (2009)'ne göre 8. birim flüvyal ortam koşullarını yansıtmaktadır, 1950'lerin başına kadar bugünkü Vatan Caddesi boyunca akan Lykos Deresi'nin (Bayrampaşa Deresi) getirdiği malzemelerin çökmesi ile oluşmuştur. Meriç ve ark. (2007), istifin alt bölümünde bitkisel kökenli bir mikroorganizma olan az sayıda *Chara* sp.'nin varlığını saptanmıştır. *Chara*'ların en önemli özelliği kıyı alanlarındaki akarsu ağzlarına yakın kesimlerde yaşamış/yaşamakta olmalarıdır.



Şekil 4.103. 8. birimdeki kilise kalıntısı ve kazı alanının havadan görüntüsü (www.ezberim.com).

4.3.10. 9. Birim

Çalışma sahası içerisinde Perinçek ve ark. (2007) tarafından ayırtlanan, karasal 9. birim; antik dolgu ve yapay dolgulardan oluşmaktadır. Antik dolgu; tarihsel dönemdeki yerleşim alanlarının kalıntılarını barındırır. Çalışma alanında antik dolguda arkeologlar tarafından Geç Bizans ve Osmanlı Dönemi'ne ait çok sayıda buluntuya rastlanılmıştır (Şekil 4.104 ve 4.105). Yapay dolgu ise kil, toprak, moloz, çöp, inşaat atığı malzemeden oluşmaktadır. Perinçek (2008a, 2008b, 2010a) tarafından birim göreceli olarak 13.-14. yüzyıla tarihlendirilmiştir.



Şekil 4.104. 6. birim seviyesine kadar inilerek kazılan Roma Dönemi su kuyusu.



Şekil 4.105. Roma Dönemi su kuyusunun 3 m doğusunda Osmanlı Dönemi taş yolu (resmin sağ ve orta kesimi) ve bu yapıda içerisinde bulunan Roma Dönemi'ne ait bir mermer üzerinde insan yüzü çalışması (Sol üst köşe).

4.4. ÇÖKEL JEOKİMYASI

Çökellerde metaller, kayaç oluşturan minerallerin ve karbonatların kristal yapılarında; organik madde, kil ve Fe-Mn oksihidroksit ve metal sülfid gibi minerallerin üzerlerine soğrulmuş (absorbe) olarak veya bir takım sucul minerallerin yapısını oluşturacak şekilde bulunurlar. Karadan taşınan doğal veya antropojenik kökenli çözünmüş ve kolloid metallerin önemli bir kısmı deniz ortamında flokülasyona uğrayarak haliç, körfez, lagün ve kıyı yakını şelf alanlarında çökelererek zenginleşme gösterirler (Boyle ve ark., 1977a,b; Aston, 1978). Bu durum özellikle çok ince bir oksik zona sahip veya tümüyle organik maddece zengin anoksik bir çökel sütununa sahip, deniz/ lagün ortamlarında daha önemlidir. Zira bu tür ortamlarda çözünen Fe-Mn oksihidroksitler üzerlerine absorbe olmuş metalleri (Cd, Pb, Cr, As gibi) suya geri vererek veya daha zehirli forma indirgeyerek (As^{5+} nın As^{3+} ya indirgenmesi gibi) dip su sütununda veya çökelde yaşayan bentik organizmalar için zehirlenmelere neden olurlar (Friberg ve ark., 1979; Bradford ve Lauma, 1980; Dickson ve ark., 1984). Bundan dolayı ağır metal konsantrasyonlarını tanımlamak ve onların jeokimyasal dağılımlarını araştırmak önemlidir. Kıyusal alanlardaki ağır metal dağılımlarına dair yapılmış bir çok araştırma bulunmaktadır (Evans,1971; Scoullous ve Dassenakis, 1982; Duan,2000; Wolf ve ark., 2001; Ramirez ve ark., 2005). Ağır metallerin jeolojik ve antropolojik kökenleri arasındaki farklılıkları açıklamak için bazı metodlar geliştirilmiştir. Bunlardan en yaygın kabul edileni çok değişkenli istatistik (multivariate statistical) metodlardır (Fachinelli ve ark., 2001; Boruvka ve ark., 2005; Huang ve ark., 2007; Yalçın ve ark., 2007). Kirlenmiş çökel ortamda yaşayan birçok organizmanın kendileri fazla etkilenmemiş olsalar bile sonuçta besin zinciri yoluyla insan sağlığını etkileyebilmektedirler. Bu türden etkileri olan elementler ile etki sınıfları çizelgesi Çağatay ve ark., (2003) tarafından yapılan Çizelge 4.9’da verilmiştir.

İnceleme alanı eski bir liman olup (Theodosius limanı) bu limanının gerek içindeki gerekse çevresindeki antropolojik faaliyetlerle bir takım elementler suya ya da liman içindeki çökellere aktarılmıştır. Bunların miktarlarını ve toksite özelliklerini belirlemek üzere ince taneli çökellerden özellikle bataklık ortam olduğu belirlenmiş olan organik killerin ve silt boyutu elemanlarca zengin olan 1. birimden ağır metal analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.10). Bunlardan toksik özellikleri belirgin olan Pb, Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, As, Mo, Sn, Sb, Ba, ve Hg değerleri ile dünya ortalama şeyl değerleri ve Türkiyede kabul edilebilir limit değerler karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.11). Çizelgelerde görüldüğü gibi 1. Birimin değerleri dünya ortalama şeyl değerleri ve Türkiye’de kabul edilebilir limit değerlerinden

oldukça düşüktür. 1. birimin çökelimi sırasında (MÖ 5000-6000) çevrede sadece basit yaşam süren insan topluluğu/toplulukları yaşadığı için hiçbir kirlenme söz konusu değildir.

Çizelge 4.9. Bazı elementlerin canlılar ve insan sağlığı üzerindeki etkileri (Çağatay ve ark. 2003)

Element	Yüksek değerlerin neden olduğu sağlık sorunları	Canlılar için yararları	Kaynak
Pb	Pb zehirlenmesi; beyin ve sinir sistemi ile kalp ve kanda bozulmalar	Bilinen yararı yok	Callender (2003), USEPA (2000a,b)
Zn	Sucul organizmalar için diğer ağır metallere göre daha az zehirli. Enzim bozuklukları, yaraların tedavisinde zorluklar.	Mikro-besin; DNA polimerizasyonu ve sinir sistemi için önemlidir	Sunda (1991), Pacyna (1996)
Cd	Itai-itai hastalığı (kemiklerde Cd'un Ca'un yerini alması), karaciğer ve böbrek bozukluğu	Mikro-besin	Callender (2003), Nriagu (1980a), Boyle v.d. (1976)
Cr	Cr (VI): kanserojen	Cr (III): gerekli eser element	Krishnamurthy ve Wilkens (1994)
Cu	Zehirli (>10 ug/L)	Mikro-besin ve enzim bileşenidir	Leckie ve Davies (1979);
Ni	Kanserojen	Mikro-besin, enzim bileşenidir	Nriagu (1980b), Callender (2003),
As	Zehirli ve kanserojen (deri, akciğer ve mesane kanseri), deri hastalıkları (melanosis ve keratosis), kalp ve damar hastalıkları (bir kangren çeşidi olan siyah ayak hastalığı), solunum ve şeker hastalıkları	Fazla bilinmiyor	Tan (1989), National Reserch Council (1999); Smith v.d. (2002); Plant v.d. (2003); Duker v.d. (2005)
Mo	Karaciğer ve kan kanseri, kas ve kemik hastalıkları, yüksek tansiyon, sindirim bozuklukları	Vücutta demir miktarı düzenleyici, değişik metabolizmalarda önemli enzimlerin bileşenidir	Wei v.d. (1985), Reimann ve Caritat (1998)
Sn	Organo-kalay bileşikleri (triaryl-Sn gibi) bileşikleri zehirli ve kanserojen	Bilinmiyor	Blunden v.d. (1984); Boyer, (1989); Gomez-Ariza v.d., (2001)
Sb	Kanserojen; böbrek, karaciğer ve kalp hastalıkları, kusma ve mide ağrısı, erken doğum.	Bazı enzimlerin bileşeni	Friberg v.d. (1979); Groth v.d. (1986)
Ba	Yüksek tansiyon, kalp kasılması, solunum güçlüğü, kusma ve karın ağrısı, böbreklerde taş oluşumu. Kromat tuzu kanserojendir.	Bilinmiyor	Reimann ve Caritat (1998)
Hg	Minamata hastalığı (beyin ve sinir sisteminde hasar, görme bozukluğu)	Bilinen yararı yok	Fujiki 1980a,b

Çizelge 4.10. 1. birimin killi düzeylerinden alınan örneklerin ağır metal içerikleri((1); numunenin birinci birimden alındığını ifade etmektedir).

Örnek No	Analyte	Wgt	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
	Unit	kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
	MDL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	2	0.1	0.1	1	0.01	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.01	0.02	0.02	2	0.01
110Y-M1(1)	Clay	0.13	1.56	21.34	23.37	57.7	75	60.6	18.2	453	2.78	41.1	1.9	0.7	8.2	42.5	0.16	0.22	0.27	47	0.96
110Y-M2(1)	Clay	0.11	1.29	0.21	20.65	54.8	60	54.3	14.8	774	2.54	17.9	0.7	0.7	7.8	36.3	0.15	0.17	0.22	44	0.89

	Analyte	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga	Cs	Ge
	Unit	%	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	MDL	0.001	0.5	0.5	0.01	0.5	0.001	1	0.01	0.001	0.01	0.1	0.1	0.02	0.02	5	0.1	0.02	0.1	0.02	0.1
110Y-M1(1)	Clay	0.029	22.7	45	0.59	179.4	0.008	3	2.67	0.000	0.32	<0.1	5.1	0.21	0.42	21	0.7	0.04	6.9	2.14	<0.1
110Y-M2(1)	Clay	0.027	20.5	42.2	0.53	144.7	0.009	4	2.61	0.076	0.33	<0.1	4.9	0.19	0.35	10	0.4	<0.02	6.9	2.13	<0.1

	Analyte	Hf	Nb	Rb	Sn	Ta	Zr	Y	Ce	In	Re	Be	Li	Pd	Pt
	Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppb	ppb
	MDL	0.02	0.02	0.1	0.1	0.05	0.1	0.01	0.1	0.02	1	0.1	0.1	10	2
110Y-M1(1)	Clay	0.25	0.31	28.8	1	<0.05	9.1	14.79	51.7	0.03	1	1.3	15.7	<10	<2
110Y-M2(1)	Clay	0.21	0.36	29.1	1	<0.05	9.1	13.36	46.4	0.03	<1	1.6	14.9	<10	<2

Analyte	Wgt	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca
Unit	kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
MDL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	2	0.1	0.1	1	0.01	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	0.01	0.02	0.02	2	0.01
Pulp Duplicates																				
REP QUARTZ	QC	0.43	2.89	3.48	1.5	22	0.3	0.2	14	0.00	0.7	0.1	<0.2	0.2	0.8	<0.01	0.38	<0.02	<2	<0.01
Reference Materials																				
STD DS8	Standard	12.22	97.14	115.6	320.3	1047	35.7	6.7	567	2.22	24.4	2.7	108.5	6.6	64.9	2.26	5.44	6.48	38	0.66
STD DS8	Standard	12.48	102.4	118.7	304.2	1075	36.8	7	617	2.42	23.7	2.6	106.7	6.6	64.9	2.24	5.53	6.51	39	0.69
STD DS8 Expected		13.44	110	123	312	1090	38.1	7.5	615	2.46	26	2.8	107	6.89	67.7	2.38	5.7	6.67	41.1	0.7
BLK	Blank	<0.01	<0.01	<0.01	<0.1	<2	<0.1	<0.1	<1	1	<0.1	<0.1	<0.2	<0.1	<0.5	<0.01	<0.02	<0.02	<2	<0.01
Prep Wash																				
QUARTZ	Prep Blank																			
QUARTZ	Prep Blank	0.41	2.57	3.35	1.4	25	0.5	0.2	14	0.18	0.7	0.9	0.4	0.2	0.8	0.01	0.36	<0.02	<2	0.01

Analyte	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Sc	Tl	S	Hg	Se	Te	Ga	Cs	Ge
Unit	%	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MDL	0.001	0.5	0.5	0.01	0.5	0.001	1	0.01	0.001	0.01	0.1	0.1	0.02	0.02	5	0.1	0.02	0.1	0.02	0.1
Pulp Duplicates																				
REP QUARTZ	QC	0.002	<0.5	0.8	<0.01	1.2	0.004	<1	0.04	0.005	<0.01	0.8	0.2	<0.02	9	<0.1	<0.02	0.2	0.03	<0.1
Reference Materials																				
STD DS8	Standard	0.075	13.8	106.7	0.58	253.2	0.109	3	0.86	0.086	0.00	2.9	2.1	5.27	0.15	191	4.9	4.68	4.6	2.29
STD DS8	Standard	0.075	14.4	111.9	0.6	263.9	0.113	2	0.91	0.093	0.42	2.8	2.2	5.34	0.15	195	4.8	5.18	4.8	2.33
STD DS8 Expected		0.08	14.6	115	0.6045	279	0.113	2.6	0.93	0.0883	0.41	3	2.3	5.4	0.1679	192	5.23	5	4.7	2.48
BLK	Blank	<0.001	<0.5	<0.5	<0.01	<0.5	<0.001	<1	<0.01	<0.001	<0.01	<0.1	<0.1	<0.02	<5	<0.1	<0.02	<0.1	<0.02	<0.1
Prep Wash																				
QUARTZ	Prep Blank																			
QUARTZ	Prep Blank	0.002	<0.5	0.9	<0.01	0.9	0.004	<1	0.03	0.005	<0.01	0.6	0.2	<0.02	22	<0.1	<0.02	0.2	0.03	<0.1

Analyte	Hf	Nb	Rb	Su	Ta	Zr	Y	Ce	In	Re	Be	Li	Pd	Pt
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppb	ppb
MDL	0.02	0.02	0.1	0.1	0.05	0.1	0.01	0.1	0.02	1	0.1	0.1	10	2
Pulp Duplicates														
REP QUARTZ QC	<0.02	0.09	0.5	0.3	<0.05	0.5	1.5	0.8	<0.02	1	<0.1	0.2	<10	<2
Reference Materials														
STD D88 Standard	0.07	1.26	37.2	6.5	<0.05	2.1	5.4	25.3	2.18	51	5.5	25.1	113	329
STD D88 Standard	0.08	1.29	35.6	6.5	<0.05	2.1	5.48	27.1	2.26	56	4.9	25.6	119	343
STD D88 Expected	0.08	1.65	39	6.7	0.003	2.3	6.1	29.8	2.19	55	5.2	26.34	110	339
BLK Blank	<0.02	<0.02	<0.1	<0.1	<0.05	<0.1	<0.01	<0.1	<0.02	<1	<0.1	<0.1	<10	<2
Prep Wash														
QUARTZ Prep Blank														
QUARTZ Prep Blank	<0.02	0.07	0.5	0.3	<0.05	0.5	1.41	0.8	<0.02	1	<0.1	0.1	<10	<2

Çizelge 4.11. İnceleme alanında yapılan ağır metal analizleri ile kabuktaki ortalama şeyl değerleri ve bazı toksik metallerin Türkiye’de kabul edilebilir limit değerleri ((1); numunenin birinci birimden alındığını ifade etmektedir).

Örnek No	Analyte	Wgt.	Mo.	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	Cr	As	U	Cd	Sb	Hg	Al
	Unit	kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	%
	MDL	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1	2	0,1	0,1	1	0,01	0,5	0,1	0,1	0,01	0,02	5	0,01
110Y-M1(1) Organik Kil		0,13	1,56	21,34	23,37	57,7	75	60,6	18,2	453	2,78	45	41,1	1,9	0,16	0,22	21	2,67
110Y-M2(1) Organik Kil		0,11	1,29	10,21	20,65	54,8	60	54,3	14,8	774	2,54	42,2	17,9	0,7	0,15	0,17	10	2,61
Ortalama Şeyl değerleri			1,5	45	20	95	59	68	19	850	5,4x10 ⁻⁴	90	13,74		0,15	0,2		0,102
Türkiye için kabul edilebilir değer (mg/kg)			10	50	50	150	--	30	20	--	--	100	20	--	--	--	1	--

Bulunan Mo, Cu, Pb, Zn, Co, Fe, Cr, değerleri Türkiye için kabul edilebilir limitlerin altında bulunurken, Ni, As ve Hg değerleri bu limitlerin üzerindedir. Burada As ve Hg değerlerinin yüksek olması anoksik ortamdaki sülfürlü minerallerle ilişkili olabilir. Ni ve Cr değerlerinin yüksek bulunması ise; 1. Birimin çökelişi sırasında bataklığın başlangıç evresinde, bataklığın tabanında gözlenen D-B akıntılar nedeniyle Silivri açıklarından Trakya Havzası’nın temelini oluşturan ofiyolitlerin çalışma alanına taşınmış olabileceği yorumu yapılmıştır. Diğer taraftan elde edilen değerler ortalama şeyl değerleri ile karşılaştırıldığında: Pb ve Mo in ortalama şeyl değerine çok yakın olduğu, Cu in ise ortalama şeyl değerinin ½ si kadar, Zn, Ni ve Co in ortalama şeyl değerlerinden biraz düşük olduğu görülmektedir. Ag, As ve Al ise ortalama şeyl değerlerinden yüksek bulunmuştur.

BÖLÜM 5**SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Yenikapı kazı alanında Neolitik dönemden günümüze liman ve çevresindeki jeolojik ve arkeolojik birimlerin ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymak için kazı alanının batısında ve doğusunda ölçümler yapılarak stratigrafik kesitler hazırlanmıştır.

Tez kapsamında jeolojik birimlerden, organik madde ve organizma kalıntılarından (ağaç, keramik, kemik, diş, kavkı vb) örnekler alınmıştır. Alınan örnekler çeşitli laboratuvarlara gönderilerek tarihlendirme yapılmıştır. Buna göre;

Çalışma alanında temel birimler (Güngören Formasyonu) üzerine gelen 1. Birimin bataklık ortamını yansıttığına ilişkin pek çok sedimantolojik veri bulunmuştur.

Bataklığın başlangıç evresinde akış yönünün batıdan doğuya olduğunu gösteren veriler bulunmuştur. Bataklığın son evresinde akıntı yönü değişmiş ve bataklık K-G ve KD-GB yönünden beslenmeye başlamıştır.

Kazı alanının doğu kesimde bataklık alanında açılan kesitte sellenme malzemesi içerisinde sismitler gözlenmiştir. Bunun sebebi sedimaların çökelişi sırasında oluşan bir depremdir. Bataklıkta ağaç köklerine ve gövdelerine rastlanılmıştır. Bataklığın deniz suyu ile işgal edilmesi sonrasında ağaçlar varlıklarını sürdürememiştir.

Kazı alanının batısındaki bataklık çökellerinden (1. Birimden) alınan numunelerde C¹⁴ tarihlendirilmesi yaptırılmıştır. Buna göre; bataklığın yaşı yaklaşık MÖ 6080-5580 arasındadır.

Bataklık ortamını oluşturan silt boyutu elemanlarca zengin olan organik killerden (1. Birimden) alınan numunelerde ağır metal analizleri yapılmıştır. Buna göre; 1. Birimin değerleri dünya ortalama şeyl değerleri ve Türkiye’de kabul edilebilir limit değerlerinden oldukça düşüktür. 1. birimin çökelişi sırasında (MÖ 5000-6000) çevrede sadece “daha basit yaşam süren insan topluluğu/toplulukları yaşadığı için hiçbir kirlenme söz konusu değildir.

Yenikapı tortullarının oluştuğu Holosen’de (6,500 GÖ-günümüze) bu tortulları içindeki spor ve polenlerin incelenmesi sonucunda, bugüne kadar yapılan çalışmalara dayanılarak, sayımları yapılan örneklerden tanımlanan spor ve polen formlarının listesi ve ekolojik özellikleri belirlenmiştir (Palinolojik analizler Prof. Dr. Funda Akgün tarafından yapılmıştır). Örneklerin bir kısmında bol oranda çevrede denizel etkinin varlığına işaret eden dinoflagellat kistleri (*Spiniferites* türleri, *Lingulodinium* sp.), bir kaç acritarch-tip formlara (*Micrhystridium*), bentik foraminifer astarlarına ve tatlı su alglerinden;

prasinophyte alg *Concentricystes* (Pseudoschizaea), hemen her örnekte çok bol ve çeşitli olarak bulunan mantar sporlarına (*Spirogyra* sporu, *Glomus*, *Type*, *Tilletia*), Scolecodont form ve parçalarına rastlanmaktadır. Bunlardan, *Glomus* toprakta bitki köklerine tutunmuş olan bir mantar türüdür. Polen preparatlarında yüksek miktarda bulunan *Glomus* çevrede toprak erozyonunun ve karasal koşulların şiddetli olduğunu göstermiştir. Tatlı su alglerinden olan *Concentricystes* ve *Spirogyra* varlığı sıg tatlı su bataklıklarının temsilcisi olarak ifade edilmektedir. Bazı Holosen kıyı düzlüğü lagün tortullarında da bulundukları bilinmektedir.

4a biriminin çökelişi sırasında oluşan tsunami 3. Birimde dahil olmak üzere tsunami öncesi çökelleri kütle halinde yerinden koparmış, henüz sıkılaşmamış istif deforme ederek taşımış ve bu sırada kıvrımlandırmıştır. Bu nedenle kanal gibi görülen koyu renkli düzeyin sınırı ile bu düzey içindeki laminalar birbirine paraleldir. Su doygunluğu yüksek olan ağdalı malzeme kıvrımlandığı için kanal dolgusuna benzeyen yanıltıcı görünüm kazanılmıştır. Söz konusu şekilde görülen deformasyon tipi (kıvrımlanma) dışında kesitin değişik kesimlerinde ondülasyon, litoloji sınırlarında devriklik, 3. birime ait olduğu düşünülen yerinden koparılmış istif parçaları olağandır.

Batı Kesitinde, 4. Birimden alınan numunelerde C^{14} analizi yaptırılmıştır. Buna göre 4.birimin yaşı MS 430-550 tarihleri arasındadır.

Kazı alanının doğusunda ölçülen kesitte 6. Birimin orta seviyelerinde 6. Birimin olduğu zaman aralığında olduğu düşünülen ve eski deprem izlerini taşıyan sismitler bulunmuştur. 6. Birimden alınan numunelerde yapılan C^{14} tarihlendirmesi sonucuna göre birimin yaşı MS 810-960 tarihleri arasındadır.

8. birimin çökme ortamının akarsu etkisinde gelişmiş; kıyı-plaj ortamı olduğunu belirlenmiştir. Lykos Deresi'nin getirdiği malzeme plajda tümüyle işlenmiş ve çakıllar yassılaşmıştır. Limanın ağzının doğuya bakması nedeniyle Lycos vadisinden taşınan malzeme hakim rüzgar yönünün (güney-güneybatı) oluşturduğu kıyı akıntıları nedeniyle daha doğuya taşınmaktadır ve bu da Lycos Deresi'nin önünde çökel birikimini engellemiştir.

KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu Ş., 1963. İstanbul Boğazı Doğusunda Mostra Veren Paleozoyik Arazide Stratigrafik ve Paleontolojik Yeni Müşahedeler. *MTA Dergisi*, 60: 1-7, Ankara.
- Akartuna M., 1953. Çatalca Karaköy Bölgesi'nin Jeolojisi. İstanbul Üni. Fen Fak. Monografileri. 13:88.
- Akçer Ön S., Çağatay N., Sakınç M., 2011. 'Küçükçekmece Lagünü'nde (İstanbul) "Küçük Buzul Çağı" ve "Orta Çağ Ilık Dönemi" Çökel Kayıtları. *İTÜ Dergisi/D Mühendislik*, 10(3):131-140.
- Aksu A. E, Hiscott R. N., and Yaşar D., 1999. Oscillating Quaternary Water Levels of Marmara Sea and Vigorous Outflow into the Aegean Sea From The Marmara Sea. *Marine Geology*, 153: 275-302.
- Algan O., Yalçın M., N., Yılmaz Y., Perinçek D., Özdoğan M., Yılmaz İ., Meriç E., Sarı E., Elmas E., K., Onga D., Yeşiladalı Ö., B., Danışman G., Özbal H., 2007, Antik Theodosius Yenikapı Limanı'nın Jeoarkeolojik Önemi: Geç Holosen Ortam Değişimleri ve İstanbul'un Son 10 Bin Yıllık Kültürel Tarihi. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*, Vehbi Koç Vakfı Yayını, 242-245, İstanbul.
- Algan O., Yalçın, M. N., Yılmaz İ., Elmas E. K., Sarı E., Ogan D., Yeşiladalı Ö. B., Perinçek D., Özdoğan M., Yılmaz Y., Karamut İ., 2008a. Antik Theodosius Limanı'nın (Yenikapı) Jeo-Arkeolojisi. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Algan O., Alpar B., Gazioğlu C., Vardar D., Öztürk K., 2008b. Yenikapı Kıyı-Önü Deniz Tabanının Özellikleri. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Algan O., Yalçın, M.N., Yılmaz İ., Kırıcı E., Sarı E., Ogan D., Yeşiladalı Ö.B., Özdoğan M., Yılmaz Y. ve Perinçek D., 2009a. Holosen'de Değişken Bir Kıyı Ortamının Antik Theodosius Limanındaki (Yenikapı-İstanbul) İzleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 13-17 Nisan 2009, *MTA*, Ankara.
- Algan O., Yalçın M.N., Özdoğan M., Yılmaz İ., Sarı E., Kırıcı Ogan D., Gazioğlu, Yeşiladalı B.Ö., Yılmaz Y., Karamut İ., 2009b. A short note on the geo-archeological significance of the ancient Theodosius harbour (İstanbul, Turkey). *Quaternary Research* 72 :457–461.

- Algan O., Yalçın M.N., Özdoğan M., Yılmaz Y., Sarı E., Kırıcı E., Yılmaz İ., Bulkan Ö., Ongan D., Gazioğlu C., Nazık A., Polat M.A., Meriç E., 2011. Holocene coastal change in the ancient harbor of Yenikapı-İstanbul and its impact on cultural history. *Quaternary Research* 76:30–45, 2011.
- Alpar B., Yalçın A. C., Özbay İ., 2000. Marmara Denizi'nde Potansiyel Heyelan Alanları ve Bunlara ilişkin Depreşim Dalgası (Tsunami) Oluşum ve Hareketleri. III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 5-6-7 Ekim 2000, Çanakkale.
- Alpar B., Yaltırak C., 2000a. Çımarcık Çukuru ve Çevresinin Morfotektoniği. 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü-TÜBİTAK, 30 Mayıs-2 Haziran 2000, *Bildiri Özleri Kitapçığı* 58-59s.
- Altınok Y., ve Ersoy K., 2000. Tsunamis Observed on and Near the Turkish Coast. *Natural Hazards* 21:185-205.
- Altınok Y., Yalçın A. C., Alpar B., ve Ersoy S., 2000. Tarihsel Veriler Işığında Marmara Denizi'nde Depreşim Dalgaları (Tsunamiler). III. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 5-7 Ekim 2000, Çanakkale.
- Altınok Y., Tinti S., Alpar B., Yalçın A.C., Ersoy Ş., Bortolucci E., ve Armigliato A., 2001. The Tsunami of August 17, 1999 in İzmit Bay, Turkey. *Natural Hazards* 24:133-146.
- Altınok Y., Alpar B., ve Yaltırak C., 2003. Şarköy-Müreffe 1912 Earthquake's Tsunami, Extension of the Associated Faulting in the Marmara Sea, Turkey. *Journal of Seismology*, 7(3): 329-346.
- Altınok Y., 2005. Türkiye ve Çevresindeki Tarihsel Tsunamiler. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi: Tsunami Özel Sayısı*, 2005, 438:33-37.
- Ambraseys N.N., and Finkel C.F., 1991. Long-term Seismicity of Istanbul and of the Marmara Region, *Seis. Earthq. Report* 91/8, Imperial College.
- Ambraseys N.N., and Finkel C., 1995. The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas: A Historical Review. 1500-1800. Eren Yayınevi, İstanbul.
- Ambraseys N.N., and Jackson J.A., 2000. Seismicity of the Sea of Marmara (Turkey) Since 1500, *Geophysical Journal International*, 141:F1-F6.
- Ambraseys N.N., 2001b. The Earthquake of 10 July 1894 in the Gulf of İzmit (Turkey) and its Relation to the Earthquake of 17 August 1999. *Journal of Seismology*, 5:117-128.

- Ambraseys N., 2002. Seismic Sea-Waves in the Marmara Sea Region During the Last 20 Centuries. *Journal of Seismology*, 6:571-578.
- Anonim 1:http://commons.wikimedia.org/wiki/Hagia_Sophia
- Anonim 2:www.ezberim.com/turk-tarihi/165440-theodosius-1600-yillik-liman/
- Anonim 3:www.habervesaire.com/haber/2173/
- Anonim 4:<http://www.ibb.gov.tr/>
- Anonim 5:www.istanbularkeoloji.gov.tr
- Anonim 6:[www.koeri.boun.edu.tr/tsunami/Turkiye ve Tsunami Riski.html](http://www.koeri.boun.edu.tr/tsunami/Turkiye_ve_Tsunami_Riski.html)
- Anonim 7:<http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenikapı,Fatih>
- Altınlı İ. E., 1951. Kayışdağı Bölgesinin Jeolojisi. İstanbul Üniv. Fen Fakültesi Mec. B.XVI, 2:189-205.
- Arıç C., 1955. Haliç-Küçükçekmece Gölü Bölgesi'nin Jeolojisi. İTÜ Maden Fakültesi, Doktora Tezi, İstanbul (yayınlanmamış).
- Arpat E., ve Şentürk K., 2003. İstanbul Yöresinin, Orta Eosen'den Bu Yana Jeolojik Gelismesinin Ana Çizgileri. *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 39-48s, İstanbul.
- Asal R., 2007. İstanbul'un Ticareti ve Theodosius Limanı. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*. Vehbi Koç Vakfı Yayını, 180-189, İstanbul.
- Asal R., 2008. Theodosius Limanı ve İstanbul'un Bizans Dönemi Deniz Ticareti. İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Aston S.R., 1978. Estuarine chemistry. In: J.P: Riley and R. Chester (eds.) *Chemical Oceanography*, 2nd ed. 361-440p. New York: Academic Press.
- Barka A., and Kadinsky-Cade K., 1988. Strike-Slip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity. *Tectonics*, 7:663-684.
- Başaran S., ve Kocabaş U., 2008. Theodosius Limanı'ndan Yenikapı Batıklarına. *Colloquium Anatolicum*, 1-22s.
- Başaran S., 2008a. "Demirden Yollar" ve Marmara Kıyısında Eski Bir Liman, Yenikapı Batıkları. *Yenikapı'nın Eski Gemileri 1*, Ege Yayınları, 1:1-22, İstanbul.
- Başaran S., 2008b. İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi 2006-2008 Yılı Çalışmaları: Genel Değerlendirme. İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.

- Baykal F., ve Kaya O., 1966. İstanbul Boğazı Kuzey Kesiminin Jeolojisi. *TJK Bülteni*, 10:31-43.
- Beug H. J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung. Germany, 542.
- Bony G., Marriner N., Morhange C., Kaniewski D., Perinçek D., 2011. A High-energy Deposit in the Byzantine Harbour of Yenikapı, Istanbul (Turkey). *Quaternary International* (2011), 1-14p.
- Boruvka L., Vacek O., Jehlicka J., 2005. Principal Component Analysis as a Tool to Indicate the Origin of Potentially Toxic Elements in Soils. *Geoderma* 128:289-300.
- Boyer I.J., 1989. Toxicity of Dibutyltin, Tributyltin and Other Organotin Compounds to Humans and to Experimental Animals. *Toxicology*, 55:253-298.
- Boyle E.A., Sclater F., Edmond J.M., 1976. On the Marine Geochemistry of Cadmium. *Nature*, 263:42-44.
- Boyle E.A., Edmond J.M., Sholkovitz E.R., 1977a. The Mechanism of Iron Removal in Estuaries. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 41:1313-1324.
- Boyle E.A., Sclater F.R. and Edmond J.M., 1977b. The Distribution of Dissolved Copper in the Pasific. *Earth planet Sci. Lett*, 37:38-54.
- Bradford W.L., and Lauma S.N., 1980. Some Perspectives on Heavy Metal Contamination in Shellfish and Sediment in San Fransisco Bay, California. In Baker, R.A: (Ed.), *Contaminants and Sediments-Analysis, Chemistry and Biology*, 2:501-531.
- Bradley R. S., Vuille M., Hardy D., Thompson L. G., 2003. Low Latitude Ice Cores Record Pacific Sea Surface Temperatures. *Geophysical Research*, 30:4-1174.
- Blunden S.J., Hobbs L.A., Smith P.J., 1984, The Environmental Chemistry of Organotin Compounds. *Environmental Chemistry* 3:49-77.
- Caspers H., 1957. Black Sea and Sea of Azov. Marine Ecology, chapter 25, *Geol. Soc. Am*, 801-890p.
- Chester P.L., and Raine J.I., 2001. Polen and Spore Keys for Quaternary Deposits in the Nothern Pindos Mountains. Greece, Grana 40/6.
- Çağatay M.N., Görür N., Algan O., Eastoe C., Tchapylyga A., Ongan D., Kuhn T., ve Kuşcu İ., 2000. Last Glacial-Holocene Palaeoceanography of the Sea of Marmara: Timing of the Last Connections with the Mediterranean and the Black Sea. *Marine Geology*, 167: 191-206.
- Çağatay M.N., Görür N., Algan A., Eastoe C.J., Tchapylyga A., Ongan D., Kuhn T., 2000. Late Glacial-Holocene Palaeoceanography of the Sea of Marmara: Timing of

- Connections with the Mediterranean and the Black Sea. *Marine Geology*, 167: 191-206.
- Çağatay M.N., Görür N., Polonia A., Demirbağ E., Sakıncı M., Cormier M.H., Capotondi L., McHugh C., Emre Ö. ve Eriş K., 2003. Sea-Level Changes and Depositional Environments in the İzmit Gulf, Eastern Marmara Sea, During the Late Glacial Holocene Period. *Marine Geology*, 202:159-173.
- Çağatay M. N., Balkıs N., Sancar Ü., Çakır Z., Yücesoy F., Eryılmaz M., Sarı E., Erel, L., Akçer, S., Biltekin D., 2003. Marmara Denizi Çökel Jeokimyası Atlası. Tübitak Projesi, 103Y053, İstanbul.
- Callender E., 2003. Heavy metals in the environment- historical trends. Pp. 67-105. In Environmental Geochemistry (ed. B.S.Lollar), *Treatise on Geochemistry Elsevier-Pergamon*, Oxford.
- Crampin S., and Evans R., 1986. Neotectonics of the Marmara Sea Region of Turkey. *Journal of the Geological Society London*, 143:343-346.
- Çelik G. B., 2007. Yenikapı'da Günlük Yaşam. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*. Vehbi Koç Vakfı Yayını, 216-229, İstanbul.
- Çiftlik B., 2010. İstanbul-Yenikapı Bölgesi'ndeki Arkeolojik Kazılardaki Denizel İstiften Elde Edilen Gastropod ve Bivalviaların Paleoekolojik Yorumları. Bitirme Tezi, Çanakkale (yayınlanmamış).
- Çölmekçi S., 2007. Yenikapı'da Teknoloji. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*. Vehbi Koç Vakfı Yayını, 236-241, İstanbul.
- Demirkök F., 2008. Marmaray Kazılarında Ele Geçen Yazıtlardan Dört Örnek. İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. *Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Dickson K.L., Maki A.W., and Brungs W.A. , 1984. Fate and Effects of Sediment-Bound Chemicals in Aquatic Systems. Pergamon press. New York.
- Druit C.E., 1961. Report on the Petroleum Prospect of Thraco. Turkey: Turkish Gulf Oil Co. (yayınlanmamış).
- Duan Y., 2000. Organic Geochemistry of Recent Marine Sediments From the Nansha Sea, China. *Org Geochem* 31: 159-167.
- Duker A.A., Carranza E.J.M., and Hale M., 2005. Arsenic Geochemistry and Health. *Environm, Internat.*, 31:631-641
- Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi 1993. "İklim". IV:148-149. İstanbul: Arkın.

- Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi 1993. "Ormanlar". VI: 138-140. İstanbul.
- Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi 1993. "Doğal yapı". III: 76-79. İstanbul.
- Eastwood WJ, Leng MJ., Roberts M., ve Davis B., 2007. Holocene Climate Change In The Eastern Mediterranean Region: A Comparison of Stable Isotope and Pollen Data From Lake Golhisar. Southwest Turkey, *Journal of Quaternary Science*, 22:327–341.
- Emre Ö., Erkal T., Kazancı N., Görmüş S., Görür N., Kuşçu İ., Keçer M., 1997a. Güney Marmara'nın Neojen-Kuvaterner Tektoniği ve Jeomorfolojisi. Marmara Denizi Araştırmaları, Workshop III, 2-3 Haziran 1997. Genişletilmiş Bildiri Özleri, Ankara, 55-60s.
- Emre Ö., Kuşçu İ., Keçer M., 1997b. Güney Marmara'nın Neojen ve Kuvaterner Morfotektoniği. Kuzey Ege, Marmara Denizi ve Dolayının Jeolojisi, Deniz Yapılanmalarındaki Önemi Kollokyumu. *Genişletilmiş Bildiri Özleri*, İstanbul, 7-18s.
- Emre Ö., Görmüş S., Görür N., Kuşçu İ., Keçer M., 1997c. Güney Marmara'nın Neojen ve Kuvaterner'deki morfotektoniği. Güney Marmara Bölgesi'nin Neojen ve Kuvaterner Evrimi, *TÜBİTAK YDABÇAG-426/G Proje Raporu*, 36-68s.
- Emre Ö., Erkal T., Tchepalyga A., Kazancı N., Keçer M. ve Ünay E., 1998. Doğu Marmara Bölgesi'nin Neojen-Kuvaternerdeki Evrimi. *MTA Dergisi*, 120:233-258.
- Emre Ö., İleri Ö., Keçer M., İslamoğlu Y., Kazancı N., Alçiçek M. C., ve Erkal, T. 2000. Kıyı Verileri Işığında Marmara Denizi'nin Holosen'deki Evrimi. *TÜBİTAK YDABÇAG/198 Y 076 Proje Raporu*, Ankara.
- Erdtman G., 1943. An Introduction to Pollen Analysis. USA. Chronica Botanica Company. 238 s. Faegri, K., Iversen, J. 1989. Textbook of pollen analysis. 4th edition. John Wiley & Sons Ltd. Norway. 328 s.
- Erel L., Eriş K., Akçer S., Biltekin D. ve Çağatay N., 2009. Bayrampasa (Lykos) Deresi Havzası ve Ağzındaki Yenikapı (Theodosius) Limanı Kıyı Alanındaki (Marmara Denizi) Değişim Süreçleri. 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 13-17 Nisan 2009, *MTA Dergisi*, Ankara.
- Ergin M., Kazancı N., Varol B., İleri Ö., Karadenizli L., 1997. Sea-Level Change and Related Depositional Environments on the Southern Marmara Shelf. *Marine Geology*, 140, 391-403.

- Ergintav S., Mangin A., Devilliers C., Yüce H., 2006. Örnek Modelleme Çalışması Çerçevesinde Marmara Denizi'nde Tsunami Tehlikesinin Sorgulanması. Aktif Tektonik Araştırma Grubu 10. Toplantısı, 2-6 Kasım 2006.
- Erinç S., 1953. Doğu Anadolu Coğrafyası. *İst. Üniv. Coğr. Enst. yayl.* 15,124 s.
- Erinç S., 1955. Orta Ege Bölgesi'nin Jeomorfolojisi. *MTA Raporu*. No: 2217 (Yayımlanmamış).
- Eriş K.K. ve Çağatay M.N., 2008. Marmara Denizi'nde Son Buzul Dönemi'nden Günümüze Deniz Seviyesi Değişimleri. *İTÜ Dergisi*. 7(6):13-23.
- Erol O. ve Nuttal C.P., 1973. Çanakkale Yöresinin Bazı Denizel Kuvaterner Depoları. *Coğrafya Araş. Derg.* 5-6, 27-91.
- Erol O., 1981. Neotectonic and Geomorphological Evolution of Turkey. *Z. Geomorph.* N.F.Suppl. Bd, 40:193-211.
- Erol O. ve Çetin O., 1995. Marmara Denizi'nin Geç Miyosen-Holosen'deki Evrimi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E. Meriç), 313-342s.
- Evans G., 1971. Recent Coastal Sedimentation: A Review. In: Blackman DJ (ed) Marine archaeology. Proceedings of the 23rd Symposium of the Colston Research Society. University of Bristol, 4-8/04/1971, Butterworth, London, 89-114s.
- Facchinelli A., Sacchi E, Mallen L., 2001. Multivariate Statistical and GIS-Based Approach to Identify Heavy Metal Sources In Soils. *Environ Pollut* 114:313-324.
- Faegri K., and Iverson J., 1989. Textbook of Pollen Analysis. Wiley, New York.
- Friberg L., Nordberg G.F., and Vouk V. 1979. Handbook on the Toxicology of Metals. Oxford Press, New York, 176s.
- Fujiki M., 1980a. Methlymercury Accumulation in Plankton and Fish. In: R.A. Baker (ed), Contaminants and sediments. *Ann Arbor Science publ.* Michigan, 485-491.
- Fujiki M., 1980b. The Pollution of Minamata Bay by Mercury and Minamata Desease. In: R.A. Baker (ed), Contaminants and sediments. *Ann Arbor Science publ.* Michigan, 493-501s.
- Gyllius P., 1997. *İstanbul'un Tarihi Eserleri*. çev. Erendiz Özbayoğlu, İstanbul.
- Gomez-Ariza JL., Morales E., 2001. Occurence of Organotin Compounds in Water, Sediments and Mollusca in Estuarine Systems in the Southwest of Spain. *Water Air Soil Pollut*, 126:253-279.
- Gökçay M., 2007. Eleutherius/Theodosious Limanı Kazısı. Osmanlı Bankası Arşiv ve Araştırma Merkezi, 24 Ekim 2007.

- Gökçay M., 2007. Yenikapı Kazılarında Ortaya Çıkarılan Mimari Buluntular. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*. Vehbi Koç Vakfı Yayını, 166-179s, İstanbul.
- Gökgöz Z., 2007. İstanbul Yenikapı Dolayı'nda Kuvaterner Jeolojisi. Bitirme Tezi, Çanakkale (yayınlanmamış).
- Görür N., Sakıncı, M., Barka, A., Akkök, A. and Ersoy, S., 1995. Miocene to Pliocene Paleogeographic Evolution of Turkey and its Surroundings. *Journal of Human Evolution*. 28:309-324.
- Görür N., Çagatay N.M., Sakıncı M., Sümengen M., Şentürk K., Yaltırak C., Tchepalyga A., 1997. Marmara Denizi'nin Oluşumu ve Neojen-Kuvaterner Evrimi. İç: Güney Marmara Bölgesi'nin Neojen ve Kuvaterner Evrimi. *TÜBİTAK YDABÇAG 426/G Raporu*, 1-20s, Ankara.
- Görür, N., Çagatay N.M., Sakıncı M., Sümengen M., Sentürk K., Yaltırak C., Tchepalyga A., 1997. Origin of the Sea of Marmara as Deduced from the Neogene to Ouaternary Paleogeographic Evolution of its Frame. *Intern. Geology Review*, 39:342-352.
- Groth D.H., Stettler L.E., Burg J.R., Busey W.M., Grant G.C. and Wong L., 1986. Carcinogenic Effects of Antimony Trioxide and Antimony Ore Concentrate in Rats. *J. Toxicol. Environ. Health*, 18:607-620.
- Gürer Ö.F., Kaymakçı N., Çakır S., Özbüran M., 2003. Neotectonics of the Southeast Marmara Region, NW Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21:1041-1051.
- Haldon J., 2006. Bizans Tarih Atlası. A. Özdamar (çev.), İstanbul.
- Hébert H., Schindelé F., Altınok Y., Alpar B., Gazioğlu C., 2005. Tsunami Hazard in the Marmara Sea (Turkey): A Numerical Approach to Discuss Active Faulting and Impact on the Istanbul Coastal Areas. *Marine Geology*, 215:23-43.
- Hsu K.S. 1978. When The Black Sea Was Drained. *Scientific American* 238:52-63.
- Huang J., Du P., Ao C., Ho, M., Lei M., Zhao D., Wang Z., 2007. Multivariate Analysis for Stormwater Quality Characteristics Identification From Different Urban Surface Types in Macau. *Bull Environ Contam Toxicol* 79:650-654.
- Hughes M. K., Kuniholm P. I., Garfin G., Griggs C. B., Eischeid J. and Latini C. E., 2001. Aegean Tree-Ring Signature Years Explained. *Tree-Ring Research*, 57(1): 67-74.

- Hugh C.M.G., Gurung D., Giosan L., Ryan W.B.F., Mart Y., Sancar U., Burckle L., Çağatay M.N., 2008. The Last Reconnection of the Marmara Sea (Turkey) to the World Ocean: A Paleoceanographic and Paleoclimatic Perspective. *Marine Geology* 255:64-82.
- Imamura F., Koshimura S. and Yalçiner A.C. 1999. Field Survey and Numerical Modelling of Tsunami Generated by Turkish Earthquake of August 17, 1999. *Proceedings of Coastal Engineering in Japan* 47: 331-335.
- İ.B.B. Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü, 2001. İstanbul'un Avrupa Yakası Güney Bölümü 1/5000 İmar Planlarına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüd Raporu ve Haritası.
- İslamoğlu Y. ve Tchepalyga A. L. 1998. Marmara Denizi 'nde Mollusk Toplulukları ile Saptanan Neoeuxiniyen-Holosen'deki Ortamsal Değişiklikler. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 41(1):55-62, Şubat 1998.
- Jackson J. and McKenzie D., 1984. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt Between Western Turkey and Pakistan. *Geoph. J.Roy.Astro.Soc*, 77:185-264.
- Janin R., 1964. Constantinople Byzantine. Developpement Urbain et Repertoire Topographique. *Arch. De l'Orient Chretien*, Paris (1950 Birinci Baskı).
- Katalog, 2007. Yenikapı Buluntuları. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı. Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*. Vehbi Koç Vakfı Yayını, 247-299s.
- Kaya O., 1971. İstanbul'un Karbonifer Stratigrafisi. *TJK Bülteni*, 14(2):143-199.
- Kaya O., 1973. Paleozoic of Istanbul: Ege Univ. Fen Fak. Yayını, 40p. İzmir.
- Kaya O., 1978. İstanbul Ordovisiyen ve Silüryeni. *Hacettepe Yerbilimleri Derg*, 4(1):1-22.
- Kayan İ. 1997. Türkiye'nin Ege ve Akdeniz Kıyılarında Deniz Seviyesi ve Kıyı Çizgisi Değişimleri. İç Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı (Ed. E. Özhan), *Bildiriler Kitabı*, 735-746s.
- Kayan İ., 1988. Datça Yarımadası'nda eski Knidos Yerleşmesini Etkileyen Doğal Çevre Özellikleri, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 11: 51-70.
- Kayan İ., 2007. Troya Çevresinin Holosen Paleocoğrafyası ve Jeoarkeolojik Değerlendirmeler. VIII. Paleontoloji-Stratigrafi Çalıştayı, 2007, Çanakkale.
- Kazancı N., Emre Ö., Erkal T., İleri Ö., Ergin M. ve Görür N. 1999. Kocasu ve Gönen Çayı Deltalarının (Marmara Denizi Güneyi) Güncel Morfolojileri ve Tortul Fasiyesleri. *MTA Dergisi*, 121:33-50.
- Kazancı N., Alçiçek M. C., İleri Ö., Emre Ö. ve Erkal T., 2000. Biga Çayı Deltası ve Ece Gölü: Geç Holosen'de Kıyı Olayları. Marmara Denizi Güneyi'nde Kuvaterner Deniz Düzeyi Değişimleri ve Kocasu-Gönen Çayı Deltalarının Evrimi. *YDABÇAG/ 198 Y 076 No 'lu Tübitak Projesi*, Ankara.

- Kemper E., 1961. The Kırklareli Limestone (Upper Eocene) of the Northern Basin Rim. Deilman Bergbau GMBH, *Geological Report*.
- Keskin C., 1966. Microfacies Study of the Pınarhisar Reef Complex. *Fac, Sei, Rev, Univ. İstanbul*, 109-146.
- Ketin İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. *İTÜ Yayınları*, İstanbul.
- Kılınç İ., Cıgızoglu H.K., Hayır A., 2009. Marmara Denizi'nde tsunami modellemesi. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 8(6):61-72.
- Kızıltan Z., 2008. Marmaray-Metro Projeleri Kapsamında Yapılan, Yenikapı, Sirkeci ve Üsküdar Kazıları. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Kocabaş I. Ö., 2008. Yenikapı Batıklarında In Situ Belgeleme. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Kocabaş, I. Ö., ve Kocabaş, U., 2008. Yenikapı Batıklarında Teknoloji ve Konstrüksiyon Özellikleri: Bir Ön Değerlendirme, Yenikapı Batıkları, Yenikapı'nın Eski Gemileri 1, Ege Yayınları, 1:97-186, İstanbul.
- Kocabaş U., ve Kocabaş I. Ö., 2007. İstanbul Üniversitesi, Yenikapı Bizans Batıkları Projesi Kapsamındaki Gemilerin Yapım Teknikleri ve Özellikleri, Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları, Vehbi Koç Vakfı Yayını, 196-201, İstanbul.
- Kocabaş U., 2008a. Theodosius Limanı'nda Hayat, Batıklar ve Hızlı Bir Gömülme, Yenikapı Batıkları. Ege Yayınları, 1:23-36, İstanbul.
- Kocabaş U., 2008b. İstanbul Üniversitesi Yenikapı Batıkları Projesi: Gemiler. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Kraft J. C., Kayan İ., Erol O., 1982. Geology and Paleogeographic Reconstructions of the Vicinity of Troy. in: RAFF, G. Jr. And J. A. GIFFORD (eds.), *Troy: The Archaeological Geology, Supplementary Monograph 4*, 11-40. Cincinnati.
- Krishnamurthy S., and Wilkens M.M., 1984. Environmental chemistry of chromium. *Northeastern Geol*, 16: 14-17.
- Kuniholm P. I., 2008. Aegean Dendrochronology Project. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri Sunumu*.
- Leckie J.O. and Davies J.A. 1979. Aqueous environmental chemistry of copper. In *Copper in the Environment*(ed. J.O. Nriagu), Wiley, New York, 90-121p.

- Magdalino P., 2000. The Maritime Neighborhoods of Constantinople: Commercial and Residential Functions, Sixth to Twelfth Centuries, Dumbarton Oaks Papers.
- Mann M.E., 2002. Little Ice Age, Medieval Cli-matic Optimum, Encyclopedia of Global Envi-ronmental Change. Volume 1, The Earth System: Physical and Chemical Dimensions of Global Environmental Change Ed: Munn T., Wiley J., Ghil M., John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, 544-549p.
- Manning S., 2007. Aegean Dendrochronology Project. December 2007, Progress Report.
- McHugh C. M. G., Gurung D., Giosan L., Ryan W. B. F., Çağatay N. 2008. The Last Reconnection of the Marmara Sea (Turkey) to the World Ocean: A Paleoceanographic and Paleoclimatic Perspective. *Marine Geology*, 255:64-82.
- McKenzie D., 1972. Active Tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. Roy. Astro. Soc*, 30:109-185.
- McKenzie D., 1978. Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt. The Aegean Sea and Surrounding regions. *Geoph. J.Roy. Astro. Soc*, 55:217-254.
- Meriç E., Oktay F.Y., Sakıncı M., Gülen D., Ediger V.Ş., Meriç N., Özdoğan M., 1991. Kuşdili Kadıköy, Kuvaterinin Sedimenter Jeolojisi ve Paleokolojisi. C.Ü. Müh. Fak. Der., Seri A-Yerbilimleri 81:83-91.
- Meriç E. 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun Adası) Kuvaterner Dip Tortul İstifinin Stratigrafisi ve Ortamsal Özellikleri. (Özet) 49. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, 10-47s.
- Meriç E., Perinçek D., Avşar N., Nazik A., ve Yokeş M. B., 2007. Yenikapı Batıkları Alt ve Üst Bölümlerinde Gözlenen Güncel Çökellerin Foraminifer, Ostrakod ve Mollusk İçeriği. *11. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı, Bildiriler Kitabı*, 3-4 Kasım 2007, 128-139s.
- Meriç E., Perinçek D., Avşar N., Nazik A., Eryılmaz Y. F., Barut F. İ., Dinçer F., 2009. Yenikapı (Güney İstanbul) Eski Kıyılarında 5-12. Yüzyıllar Arasındaki Çevre Kirliliğinin Bentik Foraminiferlerle Belirlenmesi. İstanbul.
- Montoyo P.D., Rull V., and Geel V., 2010. Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297p.
- Moore P. D., Webb J. A. ve Collinson M. E. 1991. Pollen Analysis. 2nd edition.
- Müller-Wiener, 1998. Wolfgang, Bizans'tan Osmanlı'ya İstanbul Limanı. İstanbul, 1998.
- Muller R.A. ve Mac Donald, G.J., 2000. Ice Ages and Astronomical Causes: Data, spectral analysis and mechanisms. *Praxis Publishing*, UK.

- Myers P.G., Wielki C., Goldstein S.B. and Rohling E.J., 2003. Hydraulic Calculations of Postglacial Connections Between the Mediterranean and the Black Sea. *Marine Geology*, 201:253-267.
- National Reserch Council (1999). Arsenic in Drinking Water. National Academy Press, Washington.
- Nriagu J.O. 1980a. Global cadmium cycle. In Cadmium in the Environment. Part 1: Ecological cycling (ed. J.O. Nriagu), Wiley, New York, 1-12p.
- Okay A. C., 1948. Şile, Mudarlı Kartal ve Riva arasındaki bölgenin jeolojik etüdü. İst. Üniv. Fen Fak. Mecm, XIII/(4):311-335.
- Okay A. I., Kaslılar-Özcan A., Imren C., Boztepe-Güney A., Demirbag E., Kuşçu, I., 2000. Active Faults and Evolving Strike-Slip in the Marmara Sea, Northwest Turkey. A Multichannel Seismic Reflection Study, *Tectonophysics*, 321:189-218.
- Okay A., Zatin M., Cavazza W., 2006. Kuzey Anadolu Fayı'nın Trakya'da Oligosen'de Ve Orta Miyosen'de Aktif Olduğuna Dair. 59. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*.
- Onar V., Pazvant G., Armutak A., Alpak H., Karamut İ., Gökçay M., 2008a. Yenikapı Metro ve Marmaray Kazılarında Ortaya Çıkarılan Hayvan İskelet Kalıntılarının Ön İnceleme Sonuçları. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Onar V., Pazvant G., Armutak A., 2008b. Yenikapı Kazılarında Ortaya Çıkarılan Hayvan İskelet Kalıntılarının Radyokarbon Tarihlendirme Sonuçları. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, İstanbul.
- Önalın M., 1982. Pendik Bölgesi ile Adaların Jeolojisi ve Sedimenter Özellikleri. Doç. Tezi, İstanbul (yayınlanmamış).
- Özsoy E., Oğuz T., Latif M.A., Ünlüata Ü., 1986. Oceanography of the Turkish Straits-First Annual Report. Volume I, Physical Oceanography of the Turkish Straits. Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel, 223p.
- Özsoy E., Oğuz T., Latif M.A., Ünlüata Ü., Sur H.İ., Beşiktepe S., 1988. Oceanography of the Turkish Straits-Second Annual Report. Volume I. Physical Oceanography of the Turkish Straits, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel.
- Özdoğan M., 1999. Neolithic in Turkey. Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 1999, 203-221.

- Paeckelmann W., 1938. Neve Beitrage zur Kenntni Geologie, Palaontologie und Petrography der Gegend von Konstantinopel: Herausg. Von Prevss. Geol. L-A, Berlin.
- Pacyna 1996. Monitoring and Assessment of Metal Contamiantis in the Air. In: L.W. Cheng (ed.), *Toxicology of Metals*, CRC Press, Boca Raton, 9-28p.
- Pamir H. N., Sayar M., 1933. Küçükçekmece Fosil Fıkralı Hayvanlar Mecmuası. İst. Darıl. Jeol. Enst. Neşr, 8(8):1-98, İstanbul.
- Parke J.T., Minshull T., Anderson G., White R., McKenzie D., Kusçu I., Bull M., Görür N., Sengör A.M.C., 1999. Activa Faults in the Sea of Marmara, Western Turkey, Imaged by Seismic Reflection Profiles. *Terra Nova*, 11:223-227.
- Parsons T., Toda S., Stein R., Barka A., Dieterich J., 2000. Heightened Odds of Large Earthquakes Near Istanbul: An Interaction-Based Probability Calculation. *Science*, 288:661-665.
- Penck W., 1919. Grundzüge der Geologie des Bosporus. Veröff. des Instit. Für Meereskunde. Geol. Naturw. Reihe, H. 4, Berlin.
- Perinçek D., 1991. Possible Strand of the North Anatolian Fault in the Thrace Basin, Turkey-An Interpretation. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 75(2):241-257.
- Perinçek D., Meriç E., Pulak C., Körpe R., Yalçın A. C., Avşar N., Nazik A., Yeşilyurt S. K., Kozanlı C., Gökgöz Z., 2007. Yenikapı Antik Liman Kazılarında Jeoarkeolojik Çalışmalar ve Yeni Bulgular. 60. *Türkiye jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, 16-22 Nisan 2007, Ankara.
- Perinçek D., 2008a. Yenikapı Kazı Alanının Son 8000 Yıllık Jeoarkeolojisi ve Doğal Afetlerin Jeolojik Kesitlerdeki İzleri. *İstanbul Arkeoloji Müzeleri, 1. Marmaray-Metro Kurtarma Kazıları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 5-6 Mayıs 2008, 191-217, İstanbul.
- Perinçek D., 2008b. Yenikapı Antik Liman Kazılarında Jeoarkeoloji Çalışmaları ve Doğal Afetlerin Jeolojik Kesitteki İzleri. 1. Ulusal Doğal Afetler ve Yerbilimleri Sempozyumu, 19-22 Mart 2008, Adapazarı. Sakarya Üniversitesi, *Doğal Afetler ve Yerbilimleri Kulübü (DAYK)* (Editör: M. Dinçer Köksal), Bildiriler Kitabı, 31-49.
- Perinçek D., 2009. Trakya Havzası'nın Linyit İmkanları. TKİ Ara Raporu.

- Perinçek D., 2010a. Yenikapı Kazı Alanının Son 8000 Yıllık Jeoarkeolojisi ve Doğal Afetlerin Jeolojik İzleri (İstanbul-Türkiye). Sayı:141, ISSN:1304-334X, *MTA Dergisi*, Ankara.
- Perinçek D., 2010b. Trakya Havzası'nın Linyit İmkanları, *TKİ Final Raporu*, 6 Aralık 2010.
- Pfannenstiel M., 1951. Quartare spiegelschwankungen des mittelmeeeres und des schwarzen meeres: vierteljahrschr. Naturf. Gesellsch. Zurich, 96(2):81-102.
- Plant J.A., Kinniburgh D.G., Smedley P.L., Fordyce F.M. and Klinck B.A. 2003. Arsenic and selenium. pp.17-66. In Environmental Geochemistry (ed. B.S. Lollar) Vol. 9 Treatise on geochemistry (eds. H.D. Holland and K.K. Turekian), Elsevier-Pergamon, Oxford.
- Pulak C., 2007, Yenikapı Bizans Batıkları. Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı, Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları. Vehbi Koç Vakfı Yayını, 202-215, İstanbul.
- Ramirez M., Massolo S., Frache R., Correa J.A., 2005. Metal speciation and environmental impact on sandy beaches due to El Salvador Cooper mine, Chile. *Mar Pollut Bull* 50:62-72.
- Reading H.G., and Collinson J.D., 1996. Clastic Coasts. İç: Sedimentary Environments; Process, Facies and Stratigraphy. (ed. H.G. Reading), Blackwell, London, 154-231p.
- Reimann C., and Caritat P., 1998. Chemical Elements in the Environment-Factsheets for the Geochemist and Environmental Scientist. Springer-Verlag. Berlin. 398 p.
- Ryan W. B. F., Pitmann W. C., Major C. O., Shimkus K., Moskalenko V., Jones G. A., Dimitrov P., Görür N., Sakıncı M. and Yüce H. 1997. An Abrupt Drowning of the Black Sea Shelf. *Marine Geology*, 138: 119-126.
- Ryan W.B.F., Walter C.P., Major C.O., Shimkus K., Moskalenko V., Jones G.A., Dimitrov P., Görür N., Sakine M., ve Yüce H., 1997. Evidence of an Abrupt Submergence of the Black Sea Shelf During the Holocene: Implications of Climate and Human Diaspora, *Quat. Sci. Rew.*
- Ryan W. B. F., Major C.O., Lericolais G., and Goldstein S. L., 2003. Catastrophic Flooding of the Black Sea. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 31: 525-554.
- Sayar C., 1978. İstanbul Boğazı ve Çevresinde Ordovisiyen-Silüriyen Sınırı. TJK. 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 31-32s.
- Sayar C., 1989. İstanbul ve Çevresi Neojen Çökelleri ve Paratetis İçindeki Konumu. İTÜ Maden Fakültesi 35.Yıl Sempozyumu, 29-30 Haziran-1 Temmuz 1989, 250-266s.

- Scoullou M, Dassenakis M, 1982. Trace metal levels in sea water and sediments of Evoikos Gulf. Greece. Ives Journe'es Etud. Pool. Cannes, CIESM, 425-429p.
- Sholten R., 1974. Role of the Bosphorus in Black Sea Chemistry and Sedimentation In: The Black Sea. Geology, Geochemistry and Biology, Ross, D.A. and Degens, E.t., (Eds.), AAPG Mem, 20, 175-198.
- Siyako M., Burkan A.K., Okay A. İ., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadası'nın Tersiyer Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları. *TPJD Bült*, 1 (3), 183-199.
- Siyako M., 2006. Tertiary Lithostratigraphic units of the Thrace Basin. In: Siyako, A., Okay, A., Yurtsever, A. (Eds.), Lithostratigraphic Units of the Thrace Region, Lithostratigraphic Units Series-2. General Directorate of Mineral Research and Exploration Publications. Ankara, 43-83p.
- Smith A.D., Taymaz T., Okay F., Yücel H., Alpar B., Başaran H., Jackson J. A., Kara S., and Şimşek M., 1995. High-Resolution Seismic Profiling in the Sea of Marmara (NW Turkey): Late Quaternary Sedimentation and Sea-Level Changes. *GSA Bulteni* 107(8):923-936.
- Smith A., Lopipero P., Bates M., and Steinmaus C., 2002. Arsenic Epidemiology and Drinking Water Standards. *Science*, 296:2145-2146.
- Soysal H., 1985. Tsunami (Deniz Taşması) ve Türkiye Kıyılarını Etkileyen Tsunamiler. İ.Ü. Deniz. *Bilimleri Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, 2:59-67.
- Stanley D.J. and Blanpied C., 1980. Late Quaternary Water Exchange Between the Eastern Mediterranean and the Black Sea. *Nature*, 285:537-541.
- Straub C., 1996. Recent Crustal Deformation and Strain Accumulation in the Marmara Sea Region, NW Anatolia Inferred from GPS Measurements. Ph.D. Thesis, ETH, Zurich, 122p.
- Sunda W.G., 1991. Trace metal interaction with marine phytoplankton. *Biol. Oceanogr.*, 6:411-442.
- Şaroğlu F., ve Güner Y., 1981. Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. *Türkiye Jeol. Kur. Bült*, 24(1):39-50.
- Şaroğlu F., 1985. Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönem'de Jeolojik ve Yapısal Evrimi. İstanbul Üniv., Fen Bilimleri Enst., Jeoloji Müh. Böl., Doktora Tezi (yayımlanmamış), İstanbul.
- Şaroğlu F., Emre Ö. ve Boray A., 1987. Türkiye'nin aktif Fayları ve Depremsellikleri. *MTA Raporu* No:8174, 394 s.

- Şaroğlu, F., Emre, Ö. and Kuşçu, İ., 1992. The East Anatolian Fault Zone of Turkey. *Annal. Tecn.*, 6:99-125.
- Şimşek O., 1987. İstanbul Boğazı Tüp Geçiş Güzergahının Jeolojisi. İstanbul Üniv. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Şengör A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance. *J.geol. Soc. Lond.*, 136:269-282.
- Şengör A.M.C., ve Kidd W.S.F., 1979. Post-collisional Tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a Gomparrison with Tibet. *Tectonophysics*, 55:361-376.
- Şengör A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. *Türkiye Jeol. Kur. Yayl.* 40s.
- Şengör A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75:181-241.
- Şengör A.M.C., 1982. Ege'nin Neotektonik Evrimini Yöneten Etkenler. Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Volkanizması Paneli. (Eds: O. Erol ve V. Oygür). *Türkiye Jeol. Kur. Yay*, Ankara, 59-72s.
- Şengör A.M.C., Görür N. ve Şaroğlu F., 1985. Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study. K. T. Biddle ve N. Christie-Blick (editors), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation. Soc. Econ. Paleontol. Mineral, Spec. Publ*, 37:227-264.
- Şentürk K. ve Karaköse C., 1987. Çanakkale Boğazı ve Dolayının Jeolojisi. *MTA Gen. Müd. Raporu* No:9333.
- Tan J., 1989. The Atlas of Epidemic Deseas and Their Environments in the People's Republic of China. Science Press, Beijing.
- Taymaz T., Jackson J., and Mc Kenzie D., 1991. Active Tectonics of the North and Central Aegean Sea. *Geoph. J. Int.*, 10:433-490.
- Tchepalyga A.L., 1995. Pliyo-Pleistosen Karadeniz Havzaları ve Bunların Akdeniz ile İlişkileri. İzmit Körfezi'nin Kıyıvatner İstifi, ed: Engin Meriç.
- Ternek Z., 1987. 1/500000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Açıklaması İstanbul Paftası. Derleyen Akyürek, B., MTA Yayını, Ankara.
- Toksoy A., 2007. Yenikapı'da İnanç. *Gün Işığında İstanbul'un 8000 Yılı. Marmaray, Metro, Sultanahmet Kazıları*, Vehbi Koç Vakfı Yayını, 230-235, İstanbul.
- Tunoğlu C., 2011. Erken-Orta Pleyistosen'de Karadeniz İle Akdeniz Arasındaki İlişki Gelibolu Yarımadası (KB Türkiye). *TPJD Bülteni*, 23:29-51, Ankara.

- Turgut S., ve Eseller G., 1999. Sequence Stratigraphy, Tectonics and Depositional History in Eastern Thrace Basin, NW Turkey. *Marine and Petroleum Geology*, 17:61–100.
- Tüysüz O., Barka A.A. and Yigitbas E., 1998. Geology of the Saros Graben: Its Implications on the Evolution of the North Anatolian Fault in the Ganos-Saros Region, NW Turkey. *Tectonophysics*, 293:105-126.
- Tüysüz O., 2003. İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı. İTÜ Rektörlüğü, *Bilimsel Araştırma Projeleri Raporu*.
- Ülkümen R., and Kaya O., 1993. Neuge Beitrage Zur Tertiar-Stratigraphie und Otolithon-Fauna Der Umgebung Von İstanbul (K. Çekmece und B. Çekmece See) Türkei. Mitt. Bayer Staatssing. *Paleont. Hist. Geol.* 33:51-89, München.
- Wei H.J., Luo X.M., Yang S.P., 1985. Effects of Molybdenum and Tungsten on Mammarycarcinogenesis in SD rats. *J. Natl. Cancer Inst*, 74:469-473.
- Wolf H.D., Ulomib S.A, Backeljauc T., Pratapb H.B., Blust R., 2001. Heavy Metal Levels in the Sediments of Dares Salaam Mangroves Accumalation in, and Effect on the Morphology of the Periwinkle, Littoraria Scabra (Mollusca:Gastropoda). *Environ Int* 26:243-249.
- Wong H.K., Ulug A., Özel E., Lüddman T., 1990. Neotectonic Structure of the Sea of Marmara. Mitt. Geol. Paleontol. Inst. Univ. Hamburg, Degens Mem., 69:99-116.
- Wong H.K., Lüdmann T., Ulug A. and Görür N., 1995. The Sea of Marmara: A Plate Boundary Sea in an Escape Tectonic Regime. *Tectonophysics*, 244(4):231-250.
- Yalçın M.G., Narin I., Soylak M., 2007. Multivariate analysis of heavy metal contents of sediments from Gumusler creek, Niğde, Turkey. *Environ Geol.* Doi.
- Yalçiner A.C., Synolakis C.E., Borrero J., Altınok Y., Watts P., Imamura F., Kuran U., Ersoy Ş., Kanoğlu U., and Tinti, S., 1999. Tsunami Generation in İzmit Bay by the İzmit Earthquake. Prooceedings ITU-IAHS International Conference on the Kocaeli Earthquake 17 August 1999, 217-221p, İstanbul.
- Yalçiner A. C., 2000. Tarihsel ve Güncel Örnekler ile Depreşim Dalgaları (Tsunami) ve Korunma Yöntemleri. Sualtı Bilim Teknoloji Toplantısı, Ankara, 2-3 Aralık.
- Yalçiner A.C., Synolakis C.E., Alpar B., Borrero J., Altınok Y., Imamura F., Tinti S., Ersoy Ş., Kuran U., Pamukçu S. and Kanoğlu U., 2001. Field Surveys and Modelling of the 1999 İzmit Tsunami, Proceedings of the International Tsunami Symposium 2001, August 7-10, 2001, Seattle, Washington, USA, 557-564.

- Yalçiner A.C., Alpar B., Altınok Y., Özbay İ., Imamura F., 2002. Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical Documents for the Past, Models for the Future. *Marine Geology*, 190:445-463.
- Yalçınlar İ., 1951. İstanbul Civarının Paleozoyik Arazisine Dair Yeni Müşahedeler. *Türkiye Jeololoji Kurultayı Bülteni*, 3(1):125-130.
- Yaltırak C., 2002. Tectonic Evolution of the Marmara Sea and Its Surroundings. *Marine Geology*, 190(1-2):493-530.
- Yaltırak C., 2005. Ulusu ve cumhuriyeti bekleyen tehlike Doğu Marmara depremi bilimsel, siyasal, sosyal gerçekler ve çözümler, *Aydınlanma 1923 Dergisi*, 42:5-24s, İstanbul.
- Yıldırım N., 2011. Yenikapı'da (İstanbul) Jeoarkeolojik ve Dendrokronolojik İncelemeler. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi,s.175. Çanakkale (yayımlanmamış).
- Yiğitbaşoğlu H., 2003. Santorini Volkanı ve Minoan Püskürmesinin Türkiye'deki İzleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(1):69-74.
- Yurtsever T. Ş., 1996. Sarıveliler Güneybatısındaki (Karaman) Aladağ Birliği'ne ait Permien ve Alt Triyas Yaşlı Birimlerin Hidrokarbon Kaynak Kaya Potansiyellerinin İncelenmesi. HÜ. Fen Bil. Enst. Yük. Müh. Tezi. 125 s. Ankara (yayımlanmamış).

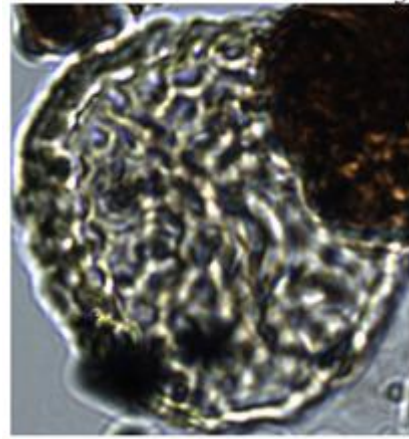
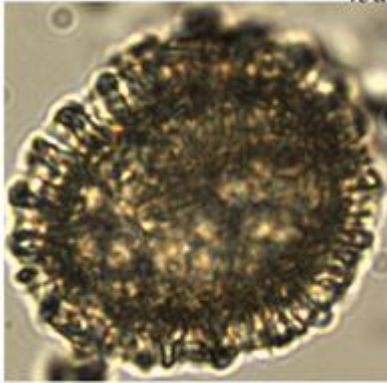
EKLER

EK-1 LEVHALAR

EK-2 KESİTLER

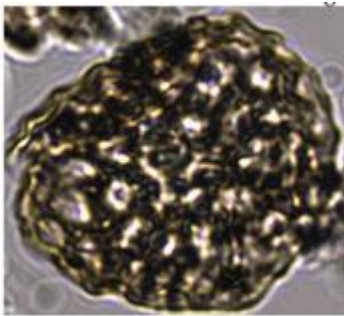
EK-1/LEVHALAR

LEVHA-1
TRİLET SPORLAR



Polygonaceae / *Polygona persicaria*

Pteridium



25mikro

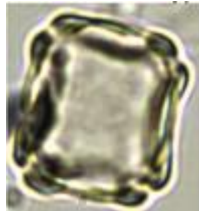
Lycopodium

Phaeoceros

LEVHA-2
ANGIOSPERM POLEN



Cyperaceae



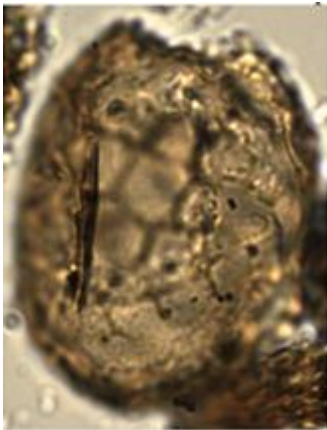
Alnus glutinosa



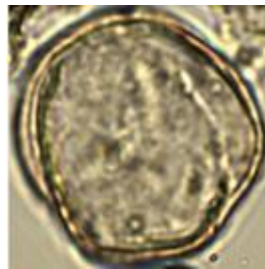
Apiaceae



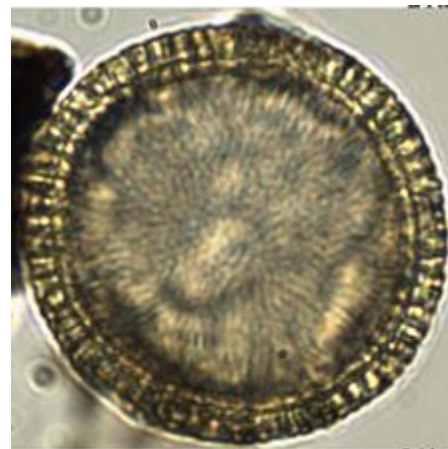
Fabaceae



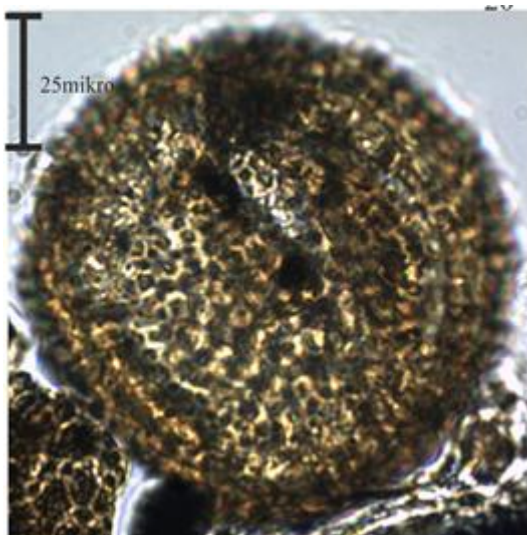
Asplenaceae, *Asplenium*



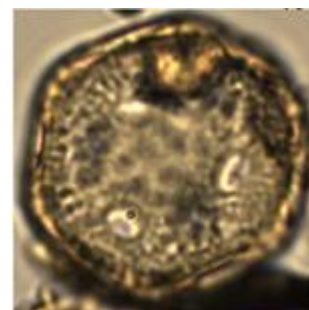
Fagaceae, *Quercus*



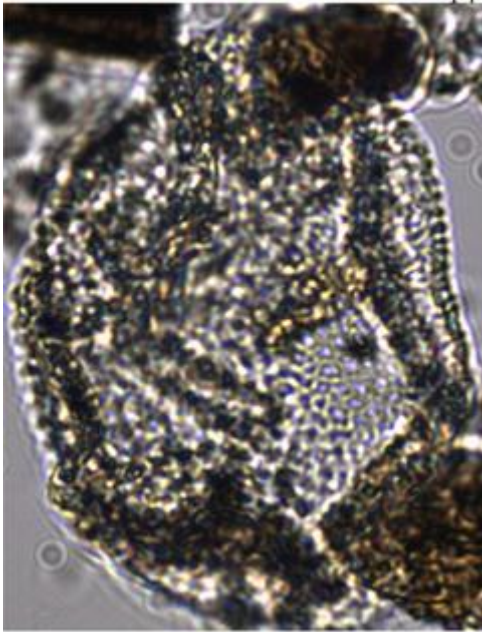
Geraniaceae



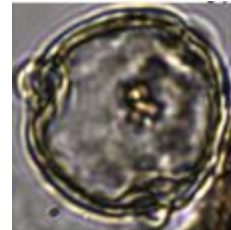
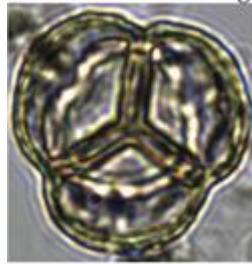
Dipsacaceae



Caryophyllaceae



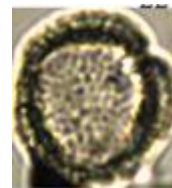
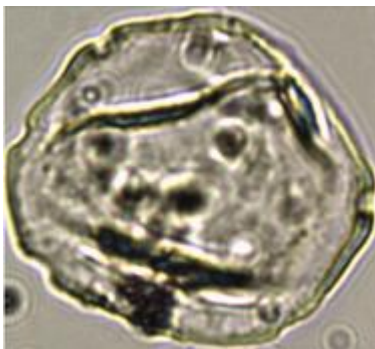
25mikro



Magnoliaceae

Ericaceae

Cannabaceae, *Humulus*



Juglandaceae / *Juglans*

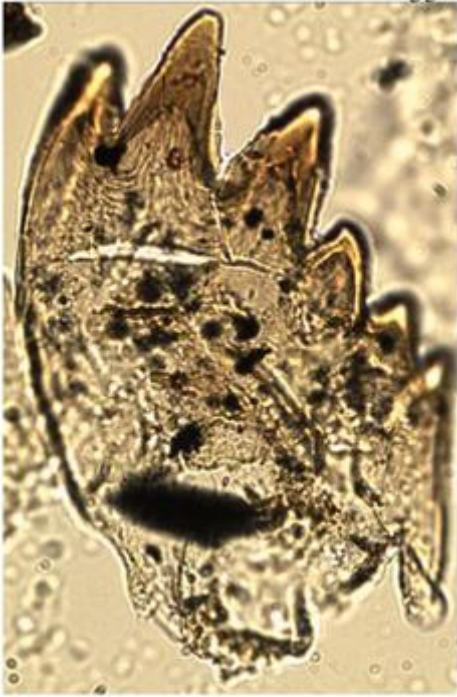
Urticaceae, *Urtica*

Oleaceae, *Olea*

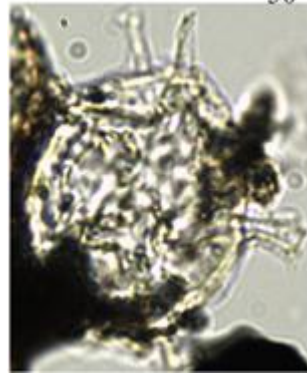


Poaceae

LEVHA-3
PALINOMORFLAR



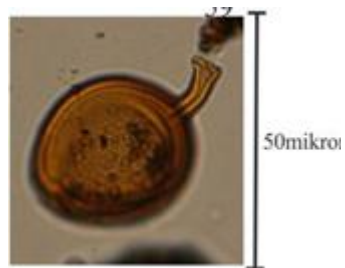
Scolecodont



Spiniferites spp.

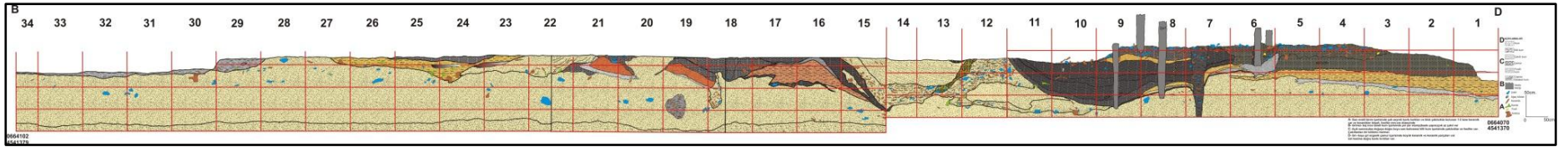
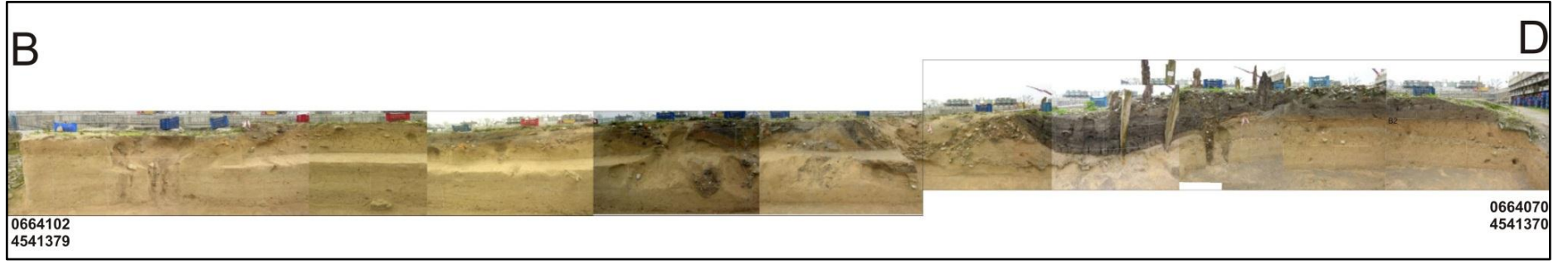


Glomus

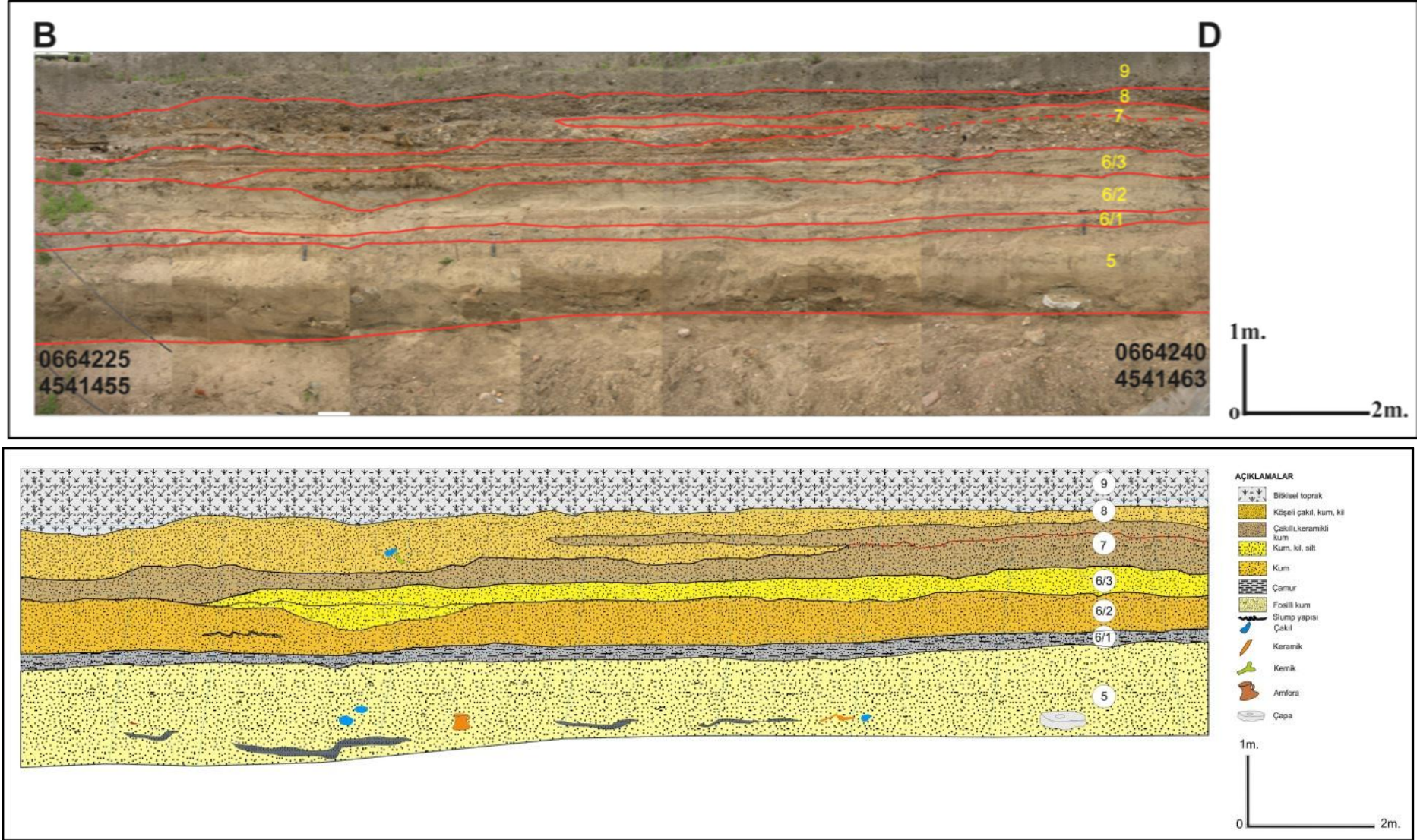


Concentricystes (Pseudoschizaea)

EKLER-2/KESİTLER



Ek 2A. Batı kesitinde gözlenen litolojiler, sedimanter yapılar, birim ilişkileri yukarıdaki şekilde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Ek 2B. Kazı alanının doğu kesitinde gözlenen birimlerin ayrıntılı stratigrafi kesiti

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Türkiye kıyılarında veya yakınlarında meydana gelmiş olan tsunami dalgalarının sadece Marmara Denizi'ni etkileyen kısmı (Altınok ve Ersoy, 2000)...	26
Çizelge 4.1. Bataklık (1. birim)dan alınan numunelerin lokasyonları ve radyokarbon yaş tarihleri.....	73
Çizelge 4.2. 3. Birimden alınan numunelerin OSL tarihlendirmesi sonuçları.....	101
Çizelge 4.3. 4. birimden alınan numunelerin lokasyonları ve radyokarbon yaş tarihleri.....	121
Çizelge 4.4. 4. birim içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırması sonuçları.	122
Çizelge 4.5. 5. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırması sonuçları.....	132
Çizelge 4.6. 6. birimden alınan numunelerin lokasyonları ve radyokarbon yaş tarihleri.....	136
Çizelge 4.7. 6. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırması sonuçları.....	138
Çizelge 4.8. 7. Birimin kumları içerisindeki seramiklerin OSL ve TL yaşlandırma sonuçları.....	139
Çizelge 4.9. Bazı elementlerin canlılar ve insan sağlığı üzerindeki etkileri (Çağatay ve ark., 2003).....	144
Çizelge 4.10. 1. birimin killi düzeylerinden alınan örneklerin ağır metal içerikleri..	145
Çizelge 4.11. İnceleme alanında yapılan ağır metal analizleri ile kabuktaki ortalama şeyl değerleri ve bazı toksik metallerin Türkiyede kabul edilebilir limit değerleri...	148

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. İstanbul'un Bizans Dönemi Topografyası ve Theodosius Limanı (Janin, 1964).....	2
Şekil 1.2. Çalışma sahasının konumu (Google Earth görüntüsü).	3
Şekil 1.3. Marmara Denizi kıyısında yer alan Bizans Dönemi limanları (Haldon, 2006).....	4
Şekil 2.1. Harita Marmara Denizi'nde 120-1999 yılları arasında meydana gelen tsunami olayları yerlerini göstermektedir (Yalçiner ve ark., 2002; Altınok ve Ersoy, 2000; Altınok ve ark., 2000b).....	28
Şekil 2.2. Marmara Bölgesi'nde 1500-2000 yılları arasında meydana gelmiş depremler (Ambraseys ve Jackson, 2000).....	29
Şekil 2.3. Marmara Denizi'ndeki Potansiyel Heyelan Alanları (Yaltırak, 2002).....	31
Şekil 3.1. Kazı alanının batısında stratigrafik, sedimantolojik ve arkeolojik ölçümlerin yapılması için kesit yüzeyinin temiz hale getirilmesi ve düşey- yatay iplerle ölçeklendirilmesi (Bakış yönü kuzeyden güneye).....	35
Şekil 3.2. Kazı alanının doğusunda stratigrafik, sedimantolojik ve arkeolojik ölçümlerin yapılması için kesit yüzeyinin temiz hale getirilmesi ve düşey- yatay iplerle ölçeklendirilmesi (Bakış yönü kuzeyden güneye).....	35
Şekil 3.3. Kazı alanının batısındaki kesitte 3 ve 4. birimlerden alınan örneklerin yerleri işaretlenmiştir. (Bakış yönü: Kuzeyden Güneye).....	36
Şekil 3.4. Kazı alanının doğusundaki kesitte 5, 6 ve 7. birimlerden alınan örneklerin yerleri işaretlenmiştir. (Bakış yönü: Güneyden Kuzeye).....	37
Şekil 4.1. İstanbul ve dolayının genelleştirilmiş Senozoyik-Kuvaterner stratigrafi kesiti. (Yıldırım, 2011'den değiştirilerek alınmıştır).....	38
Şekil 4.2. Haliç-Küçükçekmece Gölü arasının jeoloji haritası (Sayar, 1989'dan yararlanılarak Tüysüz ve ark., 2003 tarafından hazırlanmıştır).....	39
Şekil 4.3. İstanbul ve Marmara Denizi dolayının fay zonları haritası (Okay ve ark., 2000).....	46
Şekil 4.4. Marmara Denizi içindeki KAFZ segmentleri (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988).....	46
Şekil 4.5. Trakya fay Sisteminin Geç-Orta Miyosen yapıları (Perinçek ,1991).....	49
Şekil 4.6. Son 10000 yıl içinde Marmara Denizi deniz seviyesi değişimleri (Kayan,	

1988, Emre ve ark. 1999, Perinçek, 2008 sözlü sunum).....	56
Şekil 4.7. Güngören Formasyonu’nun üzerindeki 1. birimle ilişkisi (bakış yönü güneyden kuzeye).....	58
Şekil 4.8. Batı kesiti gösterir birleştirilmiş panoramik foto-mozaik (Pembe noktalar numune alınan yerlerdir).....	59
Şekil 4.9. Batı kesitinde gözlenen litolojiler, sedimanter yapılar, birim ilişkileri yukarıdaki şekilde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.....	59
Şekil 4.10. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Perinçek ve ark. 2007, Perinçek, 2008a, 2010a).....	60
Şekil 4.11. Bataklik alanı içerisinde çürümeden korunmuş ağaç kökü kalıntısı.....	62
Şekil 4.12. 1. Birimin üst seviyesinde gözlenen organizma yuva izlerinin üstten görünüşü.....	62
Şekil 4.13. 1. Birimin (bataklik üst seviyesinin) üst kesimlerinde paleoakıntı yönünü gösteren akarsu kanalları ve kum dolgulu yük kalıpları (KD-GB ve K-G doğrultuludur) (Bakış yönü batıdan doğuya).....	63
Şekil 4.14. Bataklik alanının doğusundaki K-G yönlü kesitte gözlenen sellenme malzemesi ve sismitler.....	64
Şekil 4.15. Bataklik alanın güneybatısındaki kesitte, sellenme nedeniyle oluşan akarsu kanalı dolgusu.....	64
Şekil 4.16. Bataklikta sellenme dönemlerinde oluşan kanal dolguları içinde gözlenen yüzeyleri beyaz renkli karbonat çakılları ve kırmızı kesikli çizgilerin arasında kalan alanda gözlenen tekne şekilli çapraz katmanlar.....	65
Şekil 4.17. Batakliğin tabanında oluşan kanalların içerisindeki köşeli çakıllar.....	65
Şekil 4.18. Bataklik ile Miyosen birimleri arasındaki sınırı gösteren resim (Mavi ok akış yönünün batıdan doğuya doğru olduğunu göstermektedir).....	66
Şekil 4.19. Batakliğin tabanında gözlenen kazıma yapıları (Kırmızı ok akıntı yönünün batıdan doğuya olduğunu göstermektedir).....	66
Şekil 4.20. Miyosen ile bataklik sınırında insanlar eliyle dizilen taşlarla oluşturulmuş bir yapı kalıntısı.....	67
Şekil 4.21. 2011 yılında Arkeologlar tarafından bataklik alanında ortaya çıkarılan mezarlar ve ağaç kökleri. Resimde “1” birinci “2” ise ikinci birimi göstermektedir (Bakış yönü: Kuzeyden Güneye) (Yıldırım, 2011).....	68
Şekil 4.22. Neolitik Dönem’e ait doğrudan açılan çukura gömülmüş tek bireyli	

mezarın yakından görünüşü (Haziran 2011’de Müdürü Zeynep Kızıltan tarafından sağlamıştır).....	69
Şekil 4.23. Neolitik Dönem’e ait tabut ile gömülmüş tek bireyli mezarın yakından görünüşü (2011’de Müze Müdürü Zeynep Kızıltan tarafından sağlamıştır).....	69
Şekil 4.24. Mezarın bulunduğu yer (sol üstte), yanmış kemik (sağ üstte), mezarın içinde yanmış bitki parçaları (sol altta), yanmış taş (sağ altta).....	70
Şekil 4.25. Bataklığın tabanında gözlenen ağaç dalları ve kökleri (Kırmızı kesikli çizgi bataklık ile ağaçların ilişkisini göstermektedir).....	71
Şekil 4.26. Bataklıkta bulunan kök ve köke ait dallar.....	71
Şekil 4.27. Neolitik Dönem’e (MÖ 6 bin 300 ile 5 bin 500) ait insan ayak izleri.....	72
Şekil 4.28. Bataklık alanı içerisinde seyrek olarak görülen denizel kavkı.....	74
Şekil 4.29. a) <i>Cerithium</i> sp., b) <i>Ostreaedulis</i> (Linnaeus) (sağ kapak), c) <i>Mytilusedulis</i> (Linnaeus) (sol kapak).....	75
Şekil 4.30. 1. Birimin tabanında sınırlı bir alanda gözlenen kavkılar.....	75
Şekil 4.31. Kazı alanının Kuzeydoğusundaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan numunelerin yerlerini gösteren kesit (Numuneler 5 cm de bir alınmıştır). ..	76
Şekil 4.32. Kazı alanının Kuzeydoğusundaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan numunelerin yerlerini gösteren resim (Numuneler 5 cm de bir alınmıştır). ..	77
Şekil 4.33. <i>Polygonum persicaria</i>	79
Şekil 4.34. <i>Pteridium</i>	79
Şekil 4.35. <i>Lycopodium</i>	80
Şekil 4.36. <i>Botrychium</i>	80
Şekil 4.37. <i>Adiantum</i>	81
Şekil 4.38. <i>Abies</i>	82
Şekil 4.39. <i>Nymphaea</i>	82
Şekil 4.40. Poaceae.....	84
Şekil 4.41. Cyperaceae.....	85
Şekil 4.42. <i>Alnus glutinosa</i>	85
Şekil 4.43. Apiaceae	86
Şekil 4.44. <i>Celtis</i>	86
Şekil 4.45. <i>Populus</i>	86
Şekil 4.46. <i>Asplenium</i>	87

Şekil 4.47. <i>Quercus</i>	88
Şekil 4.48. Geraniaceae.....	89
Şekil 4.49. Dipsacaceae.....	89
Şekil 4.50. Caryophyllaceae.....	90
Şekil 4.51. Chenopodiaceae.....	91
Şekil 4.52. Yenikapı kazı alanında 2Ga2 açmasındaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan örneklerin yerlerini gösterir kesit (Yıldırım, 2011).....	92
Şekil 4.53. Yenikapı kazı alanında 2Ga2 açmasındaki bataklık alanından palinolojik analiz için alınan örneklerin yerlerini gösteren fotoğraf.....	93
Şekil 4.54. Magnoliaceae.....	94
Şekil 4.55. Bataklık (1. birim) ile 2. birimin kazı alanındaki görünümü.....	96
Şekil 4.56. 2. birime ait çakıllar ve çakıllar üzerinde gözlenen yuva izleri.....	96
Şekil 4.57. 2. Birimde tane boyunda gözlenen değişimler.....	97
Şekil 4.58. 2. birimin kazı alanının doğu kesiminde 2a-2b-2c alt birimlerine ayrılmış hali. (Perinçek ve ark. 2007; Perinçek, 2008a; Perinçek, 2010a).....	97
Şekil 4.59. 2. Birimin üstü ile 3. Birimin genel görünüşü (batı kesiti)(Bakış yönü K'den G'ye).....	99
Şekil 4.60. 3. Birimde alttan üste renk değişimi ve gri renkli kumlu kılavuz seviye (Bakış yönü kuzeyden güneye).....	100
Şekil 4.61. Batı kesitinde 3 ve 4. Birimlerden alınan numunelerin yerlerini gösteren fotoğraf)	101
Şekil 4.62. Batı kesitinde 3 birimden alınan numune yerini gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerini göstermektedir)	102
Şekil 4.63. OSL tarihlendirmesi için pimaş boru ile örnekleme.....	102
Şekil 4.64. OSL tarihlendirmesi için pimaş boru ile örnekleme.....	103
Şekil 4.65. Batı kesitinde 3 ve 4. Birimlerden alınan numune yerlerini gösteren fotoğraf	103
Şekil 4.66. Batı kesitinde 3. ve 4. birimlerden alınan numune yerlerini gösteren fotoğraf	104
Şekil 4.67. Batı kesitinde 3. birimden alınan numune yerlerini gösteren fotoğraf	104
Şekil 4.68. Kazı alanının batı kesitinde 3. ve 4. birimlerin ilişkisini gösteren resim.....	106
Şekil 4.69. 4. Birim ile 3. birimin dokanağı ve 4. birimdeki bir amfora parçası.....	107
Şekil 4.70. 4. birim içerisindeki bir kemik ve içerisindeki değişik boyutlarda köşeli	

çakıllar.....	107
Şekil 4.71. 4. birimin çökmesinden sonra bazı iskele kazıkları hasar görmüş, bunların yerine yeni iskele kazıkları çakılmıştır.....	108
Şekil 4.72. 4. birimin tabanına yakın gözlenen ve 4a olarak ayırtılan birime ait kanal dolgusu ve kanalı dolduran laminalı organik maddece zengin killer.....	110
Şekil 4.73. 4. birimde bulunan iskele kazıkları (Yıldırım, 2011).....	111
Şekil 4.74. 4. birimin oluşumuna neden olan tsunami öncesi ve sonrasına ait aynı yerdeki iskelelerin kazıklarının ilişkisini gösteren resim	111
Şekil 4.75. Tsunami tabakasının hemen üstünde bulunan, I. Iustiniaus (527-565) dönemine ait altın sikke (Gökçay, 2007).....	112
Şekil 4.76. 4. birimin alt kesiminde 4a seviyesinde bulunan neredeyse tüm at iskeleti	113
Şekil 4.77. 4. birimde bulunan deve iskeleti (Gökçay 2007, R11)	114
Şekil 4.78. “Yenikapı 35” adlı gemi enkazı ve geminin altından alınan 263 nolu numuneyi gösteren fotoğraf	115
Şekil 4.79. 3 ve 4. Birimlerden alınan numuneler ve numunelere ait tarihlendirmeler	117
Şekil 4.80. 4. birimden alınan numune yerini gösteren fotoğraf (Pembe noktalar numune yerlerini göstermektedir).....	117
Şekil 4.81. 3. ve 4. birimden alınan numuneler ve 264 numunesinin C ¹⁴ tarihlendirme sonucunu gösteren fotoğraf.....	118
Şekil 4.82. 4. birimden alınan numunelerin yerlerini ve 262-A1 numunesinin C ¹⁴ tarihlendirme sonucunu gösteren fotoğraf	118
Şekil 4.83. 4. birimde tsunami öncesi ve sonrasına ait iskele kazıklarından alınan ahşap numunelerin C ¹⁴ tarihlendirmesi sonuçları.....	119
Şekil 4.84. 4. birimde tsunami öncesi ve sonrasına ait iskele kazıklarından alınan ahşap numunelerin C ¹⁴ tarihlendirmesi sonuçları.....	119
Şekil 4.85. 4. birimden alınan numunelerden elde edilen yaş verilerine göre 4. Birimin ortalama yaş değerini gösteren grafik.....	122
Şekil 4.86. <i>Humulus</i>	124
Şekil 4.87. <i>Juglans</i>	124
Şekil 4.88. <i>Urtica</i>	124
Şekil 4.89. Yenikapı kazı alanı içerisinde bulunan stratigrafik birimlerden 5. Birim ile 9. Birim arasındaki birimlerin genel görünüşü.....	126

Şekil 4.90. Kazı alanında doğu kesitinde gözlenen istifin görünüşü (Kesitin yönü B'dan D'ya).....	127
Şekil 4.91. Kazı alanında doğu kesitini oluşturan birimlerin ayrıntılı stratigrafi kesiti	127
Şekil 4.92. Doğü kesitinden alınan numunler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini ve tarihlendirmeleri göstermektedir).....	128
Şekil 4.93. Doğü kesitinden alınan numuneler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini ve tarihlendirmeleri göstermektedir).....	129
Şekil 4.94. Doğü kesitinden alınan numunler ve numunelere ait tarihlendirmeler (Pembe noktalar numune yerlerini ve tarihlendirmeleri göstermektedir).....	130
Şekil 4.95. Fotoğrafta 5. Birimin kumları ve zeminde bunun altındaki 4. birim görölmektedir.....	131
Şekil 4.96. Kazı alanının doğusunda 6. Birimin alt ve üst sınırını gösteren fotoğraf.	133
Şekil 4.97. Kazı alanının ölçölen doğü kesitinde 6. 7. ve 8 ve 9. birimlerin görünüümü	134
Şekil 4.98. 6. Birim içerisindeki sismitlerin görünüümü.....	134
Şekil 4.99. 6. Birim içerisindeki çakıl sürüklenimine bağılı aşınma ve yük kalıpları	135
Şekil 4.100. 6. Birimden alınan numune yerini (pembe nokta) gösteren fotoğraf.....	135
Şekil 4.101. 6. birimden alınan numunelerden elde edilen yaş verilerine göre 6. Birimin ortalama yaş değerini gösteren grafik.....	138
Şekil 4.102. Kazı alanının ölçölen doğü kesitinde 6., 7. ve 8 ve 9. birimlerin görünüümü.....	140
Şekil 4.103. 8. Birimdeki kilise kalıntısı ve kazı alanının havadan görüntüsü.....	141
Şekil 4.104. 6. birim seviyesine kadar inilerek kazılan Roma Dönemi su kuyusu...	142
Şekil 4.105. Roma Dönemi su kuyusunun 3 m doğusunda Osmanlı Dönemi taş yolu (resmin sağı ve orta kesimi) ve bu yapıda bulunan Roma Dönemi'ne ait bir mermer üzerinde insan yüzü çalışması (Sol üst köşe).....	142

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Adı Soyadı: Nurdan ATAŞ

Doğum Yeri: Manisa

Doğum Tarihi: 02.03.1990

EĞİTİM DURUMU:

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2006-2010)

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (2010-2012)

Bildiği Yabancı Dil: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ:

a) Bildiriler-Uluslararası-Ulusal:

Perinçek, D., Bozcu, M., Yıldırım, N., **Ataş, N.**, 2011. İstanbul (Yenikapı) Kıyılarını 6. Yüzyılda Etkileyen Tsunami İle İlgili Yeni Veriler, 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.

Perinçek, D., **Ataş, N.**, E, Erensoy., Karatut, Ş., Kösebalaban, A., Ergüder, İ., Ünal, Y., 2011. Trakya Havzası'nın Linyit Potansiyeli ve Bunu Kontrol Eden Jeolojik Faktörler. 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, MTA, Ankara.

b) Katıldığı Projeler:

2010-2012: Yenikapı (İstanbul) Kazılarının Jeoarkeolojisi-Dendrokronoloji ve Palinoloji Kullanılarak Multidisipliner Bir Yaklaşım. 110Y114 no'lu TÜBİTAK Projesi, (Bursiyer Öğrenci).

İLETİŞİM:

e-posta adresi: nurdanatas45@hotmail.com