

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

135955

**GEMLİK ( BURSA ) DOLAYININ NEOTEKTONİĞİ ve  
DEPREMSELLİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Geo.Müh. İlknur ÖZ**

**Ana Bilim Dalı: Jeoloji**

**Danışman: Yard. Doç. Dr. Ö. Feyzi GÜRER**

**İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

135955

**EYLÜL 2003**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMLİK ( BURSA ) CİVARININ NEOTEKTONİĞİ ve**

**DEPREMSELLİĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Geo. Müh. İlknur ÖZ**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Haziran 2003**

**Tezin Savunulduğu Tarih : 26 Eylül 2003**

**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMAN İSTİSUN BİREKİZİ**

**Tez Danışmanı**

**Üye**

**Üye**

**Y.Doç.Dr.Ö.Feyzi GÜRER Y.Doç.Dr. Şerafettin ÇAKIR Y.Doç.Dr.Şefik RAMAZANOĞLU**

(.....)

(.....)

(.....)

**EYLÜL 2003**

## **Gemlik (Bursa) Dolayının Neotektoniği ve Depremselliği**

**İlknur ÖZ**

**Anahtar Kelimeler:** Gemlik, Neotektonik, Neojen, Deprem, Kuzey Anadolu Fayı

**Özet:** Bu alışma, Gemlik bölgesinin Neojen okellerinin ayırtlanması, neotektonik özelliklerinin belirlenmesi ve depremselliğinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.

Bölgede Paleozoyik, Mesozoyik ve Alt Tersiyer yaşlı metamorfik, mağmatik ve okel nitelikli temel kayaları yer alır. Temel kayaları üzerinde ise Neojen yaşlı okel nitelikli örtü istifini yer alır. Örtü istifini temeldeki istifleri bazı yerlerde uyumsuz olarak zerlerken, bazı yerlerde de istifin kontakları faylarla kontrol edilmiştir.

Örtü istifine bu çalışmada Gündoğdu formasyonu adı verilmiştir. st Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı formasyon birbiriyle geçişli ve uyumlu olan üç üyeye ayrılmıştır. Formasyonun tabanındaki Selçukgazi yesi glssel kireçtaşı, killi kireçtaşı ve çakıllı kireçtaşından oluşmaktadır. Birim Gemlik güneyinde Geç Miyosen’de gelişmiş glssel havzada gl okelleri olarak oluşmuştur. Ovaakça yesi ise başlıca kiltarı, kumtaşı, akiltarıdan oluşur. Birimin litolojik ve paleontolojik içeriği tatlı su ortamında okelmeyi yansıtır. İstifin tavanında yer alan marndan oluşan, şehitlik Tepe yesi’nin Pliyosen’de gelişen sığ göl ortamında okeldiği düşünülmektedir. Kuvaterner ise çalışma alanında akarsu yatakları çevresinde ve düzlüklerde görülmektedir.

st Miyosen (?) – Pliyosen’de Kuzey Anadolu Fayı (KAF)’nın Marmara Bölgesi’ne ulaşmasıyla bölgede günümüz yapısal unsurları ve morfolojisi gelişmiştir. KAFZ bölgede başlıca Gemlik ve Gençali Fayları ile temsil edilir.

## **Neotectonics and Seismicity of Gemlik (Bursa) Surroundings**

**Key Words: Gemlik, Neotectonics, Neogene, Earthquake, North Anatolian Fault**

**Abstract:** This study was carried out for distinguishing the Neogene sediments, neotectonic features and investigating the seismicity of Gemlik Area.

The bedrock of the area include Paleozoic, Mesozoic and Lower Tertiary aged metamorphic, magmatic and sedimentary rocks. The bedrock is overlain by a Neogene sedimentary sequence. This sedimentary sequence overlays the bedrock unconformably in some places. However, there are geologic boundaries between the bedrock and Neogene controlled by the faults in other places

This Neogene sedimentary sequence has been named as Gündoğdu Formation and separated into three members that are grifted and conformable with each other. The member at the bottom named Selçukgazi member consists of lacustrine limestone, clayey lacustrine limestone and gravelly limestone. This unit developed as deposits in a lacustrine basin in the South of Gemlik in late Miocene. The second member, Ovaakça member, is composed of claystone, sandstone and conglomerate. The *Ostrea*, *Pelecypoda* and *Planorbis* fossils available in the second member indicate a fresh water deposition environment. The last member, Şhitlik Tepe member, located on top of the other two members is composed of marl and is considered as a unit deposited in a shallow lacustrine environment. Quaternary unit is located around the stream beds and plains. The thickness of this unit containing gravel, sand, silt and clay is 60 m. in Engürü plain and 100 m. in Gemlik Plain.

Present structural features and morphology have been developed by the North Anatolian Fault (NAF) activities since Upper Miocene – Pliocene. NAF is presented by Gemlik and Gençali Faults in the area.

## **ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, Güneydoğu Marmara'da yer alan Gemlik (Bursa) ve civarında Neojen çökellerinin ayrılması, bölgenin neotektonik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada danışmanlığımı üstlenen, çalışma süresince değerli bilgileri ve görüşleriyle yardımcı olan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ö. Feyzi GÜRER'e çok teşekkür ederim.

Çalışmamda değerli bilgilerinden yararlandığım hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Şerafettin ÇAKIR'a teşekkür ederim.

Çalışma süresince veri ve kaynak araştırmamda bana yardımcı olan Bursa Köy Hizmetlerinde görevli Jeoloji Yük. Müh. Suat OZAN'a ve Arş.Gör. Ertan MERT'e çok teşekkür ederim.

Tez hazırlama aşamasında yardımcı olan Arş. Gör. Ahmet KARAKAŞ'a, Arş. Gör. Muzaffer ÖZBURAN, Arş. Gör. Ercan SANGU ve Arş. Gör. Cafer ÖZKUL'a teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. Coğrafya	2
1.1.1. İnceleme Alanı	2
1.1.2. Ulaşım	3
1.1.3. Morfoloji	3
1.1.4. Hidrografi	3
1.1.5. İklim	4
1.1.6. Tarım ve Bitki Örtüsü	4
1.1.7. Beşeri ve Ekonomik Özellikler	4
1.2. Önceki Çalışmalar	5
BÖLÜM 2.	9
STRATİGRAFİ	9
2.1. Paleozoyik	9
2.1.1. İznik Metamorfik Topluluğu (Pzş – Pzmr)	9
2.2. Mesozoyik	16
2.2.1. Triyas	16
2.2.1.1. Karakaya Grubu	16
2.2.1.1.1. Avdancık Formasyonu ( T Rav )	16

2.2.1.1.2. Abadiye Formasyonu ( T Rab )	18
2.2.2. Jura – Kretase	19
2.2.2.1. Bilecik Kireçtaşı ( J – Kb )	19
2.2.2.2. Eğerce Formasyonu ( Ke )	21
2.3. Senozoyik	23
2.3.1. Tersiyer	23
2.3.1.1. Paleojen	23
2.3.1.1.1. Paleosen	23
2.3.1.1.1.1. Güneytepe Formasyonu ( Tgt )	23
2.3.1.1.2. Eosen	25
2.3.1.1.2.1. Gemlik Grubu	25
2.3.1.1.2.1.1. Çanakpınar Bazaltı ( Tç )	25
2.3.1.1.2.1.2. Dürdane Formasyonu ( Td )	26
2.3.1.1.2.1.3. Katırlı Formasyonu ( Tka )	28
2.3.1.1.2.1.4. Kurbandağı Formasyonu ( Tku )	29
2.3.1.2. Neojen	30
2.3.1.2.1. Üst Miyosen – Alt Pliyosen	30
2.3.1.2.1.1. Gündoğdu Formasyonu ( Tgd )	30
2.3.1.2.1.1.1. Üst Miyosen	30
2.3.1.2.1.1.1.1. Selçukgazi Üyesi ( Tgds )	30
2.3.1.2.1.1.1.2. Ovaakça Üyesi ( Tgdo )	37
2.3.1.2.1.1.2. Alt Pliyosen	42
2.3.1.2.1.1.2.1. Şehitlik Tepe Üyesi ( Tgdş )	42
2.3.2. Kuvaterner	45
2.3.2.1. Alüvyon ( Qal )	45
<b>BÖLÜM 3.</b>	<b>46</b>
<b>YAPISAL JEOLJİ</b>	<b>46</b>
3.1. Tabakalar	49
3.2. Kıvrımlar	50
3.3. Diskordanslar	50
3.4. Faylar	51
<b>BÖLÜM 4.</b>	<b>58</b>

DEPREMSELLİK	58
BÖLÜM 5.	64
JEOLJİK EVRİM	64
5.1. Paleotektonik Dönem	64
5.2. Neotektonik Dönem	68
BÖLÜM 6.	73
EKONOMİK JEOLJİ	73
BÖLÜM 7.	74
SONUÇLAR	74
KAYNAKLAR	75
EKLER	81
ÖZGEÇMİŞ	82



## **SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR**

<b>B</b>	<b>: Batı</b>
<b>BGB</b>	<b>: Batı – Güneybatı</b>
<b>BKB</b>	<b>: Batı – Kuzeybatı</b>
<b>Bkz..</b>	<b>: Bakınız</b>
<b>D</b>	<b>: Doğu</b>
<b>DAFZ</b>	<b>: Doğu Anadolu Fay Zonu</b>
<b>DGD</b>	<b>: Doğu – Güneydoğu</b>
<b>DKD</b>	<b>: Doğu – Kuzeydoğu</b>
<b>DAF</b>	<b>: Doğu Anadolu Fayı</b>
<b>DSİ</b>	<b>: Devlet Su İşleri</b>
<b>G</b>	<b>: Güney</b>
<b>GB</b>	<b>: Güneybatı</b>
<b>GD</b>	<b>: Güneydoğu</b>
<b>K</b>	<b>: Kuzey</b>
<b>KAF</b>	<b>: Kuzey Anadolu Fayı</b>
<b>KAFZ</b>	<b>: Kuzey Anadolu Fay Zonu</b>
<b>KB</b>	<b>: Kuzeybatı</b>
<b>KD</b>	<b>: Kuzeydoğu</b>
<b>KKB</b>	<b>: Kuzey – Kuzeybatı</b>
<b>KKD</b>	<b>: Kuzey – Kuzeydoğu</b>
<b>MTA</b>	<b>: Maden Tetkik Arama</b>
<b>T</b>	<b>: Tepe</b>
<b>TDV</b>	<b>: Türkiye Deprem Vakfı</b>
<b>TJK</b>	<b>: Türkiye Jeoloji Kurumu</b>
<b>TPJD</b>	<b>: Türkiye Petrol Jeologları Derneği</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.	2
Şekil 2.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti.	11
Şekil 2.2. Gemlik kuzeyinde İznik metamorfik topluluğu' na ait yeşil şistler.	12
Şekil 2.3. Cihatlı Köyü kuzeyindeki kahverengi şistler.	12
Şekil 2.4. Şahinyurdu Köyü civarındaki şistler.	13
Şekil 2.5. İznik metamorfik topluluğu içindeki kristalize kalkerler.	14
Şekil 2.6. Cihatlı Köyü kuzeybatısındaki kristalize kalkerler.	14
Şekil 2.7. Gündoğdu Köyü kuzeyinde Eğerce formasyonu ile Güneytepe formasyonu dokanağı.	22
Şekil 2.8. Dürdane Köyü' nün kuzeyinde Dürdane formasyonu' na ait görünüm.	27
Şekil 2.10. Gündoğdu Köyü güneyinde Tavşan Tepe' de gözlenen Selçukgazi üyesi' ne ait kireçtaşı.	31
Şekil 2.11. Selçukgazi üyesi' ne ait kireçtaşı görünümü.	32
Şekil 2.12. Tavşan Tepe civarında görülen Selçukgazi üyesi.	33
Şekil 2.13. Tavşan Tepe civarında görülen Selçukgazi üyesi.	33
Şekil 2.14. Gündoğdu Köyü güneyinde Selçukgazi üyesi ile Ovaakça üyesi' nin kazımalı sınırı.	34
Şekil 2.15. Selçukgazi Köyü' nde yol yarmasında gözlenen Selçukgazi üyesi ile Ovaakça üyesi dokanağı.	35
Şekil 2.16. Çağlayan Köyü GB' sında Ovaakça üyesi' ne ait görünüm.	37
Şekil 2.17. Gündoğdu Köyü güneydoğusunda Ovaakça üyesi' nin alt seviyelerindeki kumtaşı – çakıltası ardalanımı.	38
Şekil 2.18. Çağlayan Köyü güneybatısında Ovaakça üyesi içindeki çakıltası blokları.	39
Şekil 2.19. Çağlayan Köyü civarında Ovaakça üyesi' ne ait kumtaşı içindeki karbonat klastları.	40
Şekil 2.20. Ovaakça güneyinde kumtaşı içindeki kil seviyeleri.	40
Şekil 2.21. Gündoğdu Köyü batısında Şehitlik formasyonu' na ait görünüm.	43
Şekil 2.22. Gündoğdu Köyü doğusunda Şehitlik formasyonu' na ait görünüm.	44

Şekil 3.1. Doğu Mediterran Bölgesi'nin tektonik haritası.	47
Şekil 3.2. Armutlu Yarımadası'nın tektonik gelişimini gösteren blok diyagram.	47
Şekil 3.3. Doğu Marmara Bölgesi'nin morfotektonik haritası.	48
Şekil 3.4. İnceleme alanı ve dolayının uzay fotoğrafından çıkarılmış kırık, çizgisellik haritası.	49
Şekil 3.5. KAF' ın Orta Kolu' nun Gemlik Körfezi kuzeyindeki durumu.	53
Şekil 3.6. KAF' ın Orta Kolu' nun Gemlik Körfezi güneyinde durumu.	54
Şekil 3.7. Gemlik Körfezi' nin güneyinde Gençali Fayı.	55
Şekil 3.8. Marmara Denizi ve Gemlik Körfezi' ndeki pull apart havzalar.	56
Şekil 3.9. Gemlik Körfezi' nin Pliyo – Kuvaterner' deki tektonik gelişimi.	57
Şekil 4.1. KAF' ın Marmara Bölgesi' ndeki kollarının durumu.	59
Şekil 4.2. Çalışma alanı ve civarında 1900 – 2003 yılları arasında meydana gelmiş depremler.	61
Şekil 5.1. Marmara Denizi ve çevresinde yer alan kenet kuşakları ve Kuzey Anadolu Fayı.	65
Şekil 5.2. Armutlu Yarımadası ve çevresinin Üst Kretase – Eosen' deki paleotektonik evrimi.	66
Şekil 5.3. Marmara Denizi ve çevresinin tektonik gelişimi.	72

## BÖLÜM 1.

### GİRİŞ

Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Genel Jeoloji programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Bursa'nın 30 km. kuzeyinde, 29 derece 13 dak. Doğu meridyeni ile 40 derece 12 dak. Kuzey paraleli üzerinde yer alan Gemlik İlçesi ve civarını kapsayan 1 / 25000 ölçekli Bursa H22 a1, a2, a3, a4 topografya paftaları temel harita olarak kullanılmıştır. Çalışma alanı yaklaşık 390 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır.

Çalışmanın amacı bölgede mostra veren Neojen birimlerini kaya stratigrafi esasına göre sınıflandırmak, haritalamak, birimlerin sedimantolojik ve yapısal özelliklerini belirlemek, oluşum ortamlarını yorumlamak, bölgenin neotektonik özellikleri ışığında jeolojik evrimini ve depremselliğini belirlemektir.

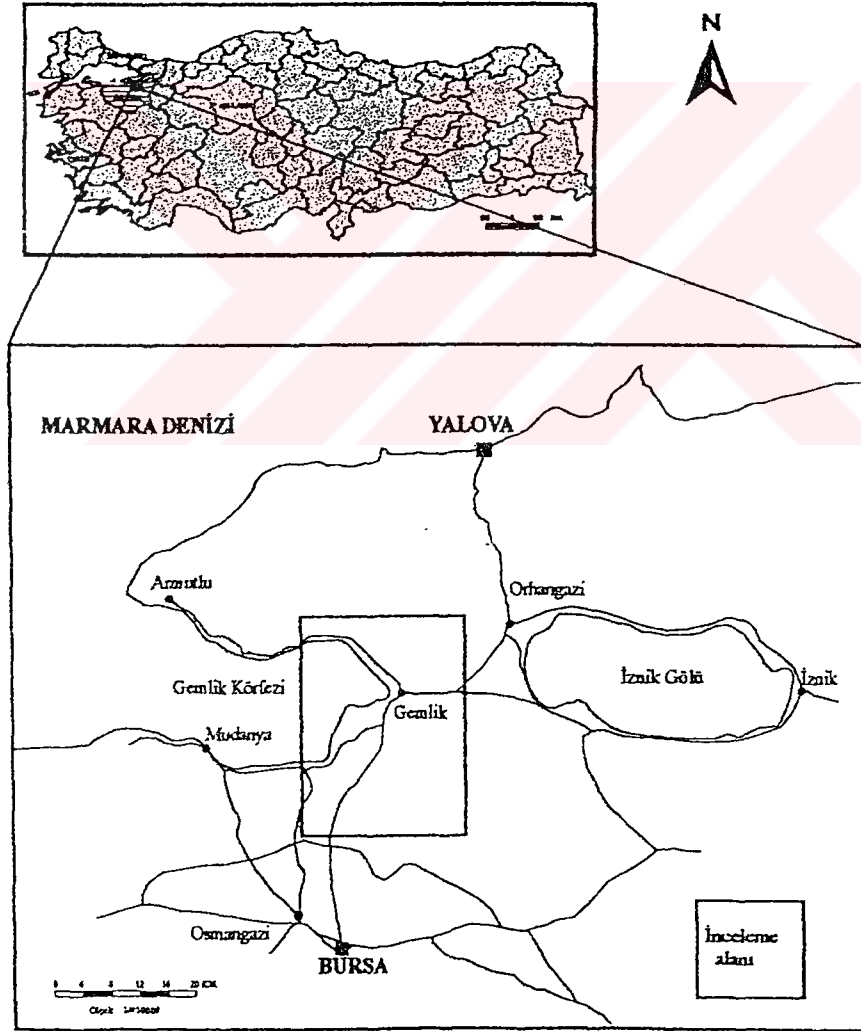
Arazi çalışmalarından önce bölgenin ulaşım koşulları ve birimlerin genel özellikleri tespit edilmiştir. Bu aşamadan sonra çalışma programı hazırlanarak, birimlerin gözlemleri yapılmış ve bölgenin jeolojik özellikleri ve yapısal özellikleri çalışılmıştır. Birimlere ait özellikler yol yarmalarında, taş ocaklarında, inşaat temel kazılarında gözlenmiştir.

Arazi çalışmaları sırasında alınan tüm ölçü değerleri 360° kadranlı Brunton jeolog pusulası yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

## 1.1. Coğrafya

### 1.1.1. İnceleme alanı

İnceleme alanı Marmara Bölgesi'nin doğusunda Bursa İli'ne bağlı Gemlik İlçesi ile köylerini kapsamaktadır (Şekil 1.1). Çalışmada Bursa H22 a1, a2, a3, a4 topografya paftaları kullanılmıştır. Çalışma alanının kuzey, doğu ve batı sınırı Bursa H22 paftası ile, güney sınırı Çağlayan, Karabalçık ve Aydıncık Köyleri ile sınırlıdır. İnceleme alanı yaklaşık 390 km<sup>2</sup> lik alanı kapsamaktadır.



Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.

### 1.1.2. Ulaşım

Yalova – Bursa karayolu, çalışma alanı içinde en önemli ulaşım hattıdır. Yol, Gemlik ilçe merkezinden geçmektedir. Köylere olan ulaşım, bu hatta bağlı tali yollar bağlantısı ile sağlanmaktadır. Tali yolların çoğu asfalt olup köyler arasındaki yollar stabilize edilmiştir.

Gündoğdu – Çağlayan – Bursa şehir merkezi ve Selçukgazi – Karabalçık – Demirtaş – Bursa şehir merkezi hatlarında minibüsle ulaşım sağlanmaktadır.

### 1.1.3. Morfoloji

Çalışma alanı genellikle engebeli ve yüksek bir topografyaya sahiptir. Temele ait Paleozoyik birimleri bölgenin kuzey ve kuzeydoğusunda bulunan yüksek topografyalı bölgelerde, Neojen birimleri çalışma alanının güneybatısında daha alçak topografyalı bölgelerde gözlenmektedir. Kuvaterner birimleri çalışma alanındaki ovalarda yer almaktadır.

Çalışma alanının kuzeyinde doğu – batı yönlü Samanlı Dağları (800 m.), güneyinde doğu – batı yönlü Katırlı Dağları (1250 m.) uzanır. Çalışma sahasında Gemlik Ovası 6 km<sup>2</sup>, Engürü Ovası 25 km<sup>2</sup> alanındadır.

Bölgede önemli yükseklikler kuzeyde Karaincir Tepe (963 m.), Benli Tepe (582 m.), Çakrak Tepe (619 m.), Mandıra Tepe (459 m.), kuzeybatıda Çayır Tepe (479 m.), güneyde Yayla Tepe (782 m.), Dede Tepe (319 m.), Gürle Tepe (1282 m.), güneydoğuda Üçpınar Tepe (971 m.), Ölçü Tepe (757 m.), Mehmet Tepe (546 m.), Nohut Tepe (877 m.)' dir.

### 1.1.4. Hidrografi

Gemlik ilçesi akarsu ve kaynakları bakımından nispeten fakirdir. Muntazam bir akım rejimine bağlı olmayan derelerin çoğu yağmur ve kaynak suları ile beslenmektedir. Çalışma alanının en önemli akarsuyu Gemlik Ovası'ndan geçen Karsak Deresi'dir. İznik Gölü'nün suları Karsak Deresi ile Gemlik Körfezi'ne boşalmaktadır. Karsak

Deresi'nin Gemlik Ovası'ndaki kısmı Gemlik Deresi olarak da adlandırılır. Derenin debisi 1.371 m<sup>3</sup>/sn'dir. Devamlı akışlıdır ve taşkın riski vardır. Diğer önemli bir akarsuda Kocadere'dir. Engürü Ovası'nı kat ederek Gemlik Körfezi'ne dökülür.

Sahanın diğer önemli kaynakları Büyükkumla Deresi, Koca Dere, Kurtul Deresi, Çatal Dere, Değirmen Dere, Dürdane Deresi, Demirtaş Deresi, Balık Dere, Kaplan Deresi, Medet Dere, Karanlık Dere ve Fındıcak Deresi'dir.

#### **1.1.5. İklim**

Çalışma alanında iklim şartları karasal ve denizel iklim arasında geçit oluşturur. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçer. Bölgede kış sıcakları düşük, yaz sıcakları yüksektir. En yağışlı ay 96,6 mm. ile Aralık, en az yağışlı ay 15,6 mm. ile Ağustos'tur. Gemlik'teki meteoroloji istasyonuna göre yıllık ortalama yağış 765 mm.'dir. Ortalama sıcaklık Ocak ayında 5,3 °C ile en düşük, Temmuz ayında 24,2 °C ile en yüksek değerine ulaşmaktadır.

#### **1.1.6. Tarım ve bitki örtüsü**

Hakim bitki örtüsü zeytin ve makilerdir. Tepelerde bir miktar çam ve makiler bulunmaktadır. Ovalarda ise meyve ağaçları ve bağlar önemli yer kaplar. Tarım yönünden zeytin yetiştiriciliği, sebze ve meyvecilik önde gelir. Tahıl üretimi de önemli gelir kaynakları arasında yer alır. Ovalarda sulu tarım yapılmaktadır. Gemlik Ovası'nda Karsak Deresi'nden 350 hektar arazi sulanmaktadır.

#### **1.1.7. Beşeri ve ekonomik özellikler**

Gemlik Bursa İli' nin önemli ilçelerinden biridir. Sanayi, deniz ve zeytincilik başlıca gelir kaynağıdır. Tarım oldukça gelişmiş olup halkın büyük bir kısmı tarımla uğraşır. Dış ülkelere ve iç piyasaya sevk edilen üzüm, turfanda sebzeler ve zeytin üretiminden büyük gelir sağlar.

İlçede Suni ipek, Azot Sanayi, Borusan gibi önemli sanayi tesisleri mevcuttur. Ayrıca kibrit, yağ, konserve, sabun fabrikaları bulunmaktadır. Taş ve kireç ocakları ile tuğla harmanları işletilmektedir. Gemlik'in liman ilçesi olması nedeniyle önemli bir ithalat, ihracat merkezlerinden biridir. Yaz aylarında deniz dolayısıyla turizm canlanmaktadır.

## 1.2. Önceki çalışmalar

PHILIPPSON (1918), Gençali Köyü çevresindeki tortuları Orta Eosen olarak yaşlandırmıştır. Armutlu Yarımadası'nın jeolojik haritasını önceki bilgilere göre tamamlamış, Gemlik Körfezi ile İznik arasında bir çöküntünün yer aldığını belirtmiş ve bu çöküntüyü tektonizma ile açıklamıştır.

ERK (1942), Bölgenin temelinde Paleozoyik yaşlı şistler ile Permiyen yaşlı kireçtaşlarının yer aldığını ve bunların üzerine uyumsuz olarak Üst Triyas kırıntılılarının geldiğini, Alt Jura'yı kırıntılı serilerin, Üst Jura'yı da kireçtaşlarının oluşturduğunu söylemiştir. Üst Kretase'yi yine kireçtaşı ve flişlerin, Eosen'i otokton ve şarye olarak çeşitli serilerin temsil ettiğini ve bunların hepsinin üzerindeki kırıntılıları fosilsiz Oligosen ve Neojen birimleri olduğunu belirtmiştir. Dürdane Köyü çevresindeki Muratoba Flişi olarak ayırdığı topluluğa Oligosen yaşını vermiştir. Bursa'nın kuzeyindeki Dışkaya dağlık bölgesinde karbonat formasyonlarında stratigrafik ve paleontolojik çalışmalar yapmıştır

AKARTUNA (1968), Bölgede ilk ayrıntılı çalışmayı yapmıştır. Armutlu Yarımadası'nda daha çok Alpin hareketler sonucu büyük faylanmaların olduğunu belirtmiştir. Gemlik – İznik – Mekece arasında faylı bir bölgenin varlığını ispatlamıştır. Volkanizmanın altta yer alan fliş üzerinde tüflü seviyelerle başladığını, bunların üzerinde lav tuf ve aglomeraların yer aldığını ve Paleosen – Eosen yaşlı olduklarını belirtmiştir.

KAYA (1977), Gemlik ile Orhangazi arasında kalan Paleozoyik temelli çalışmış ve düşük dereceli yeşil şist fasiyesi ürünü orta ile kaba taneli katmansız mermerleri tanımlamıştır.



İNÇİ (1979), Gemlik güneyinde yer alan Alt Tersiyer kayalarını beş kaya birimine ayırmıştır. Birimler alttan üste Seçköy Çamurtaşı – çakıltası birimi, Dürdane çamurtaşı – çakıltası – kumtaşı birimi, Kurtul kalkerli çamurtaşı birimi, Hisarteppe kireçtaşı birimi ve Gençali kumtaşı – çamurtaşı birimi şeklindedir. Birimlerin uyumlu olarak birbirlerini izlediğini ve birimlerin sedimantoloji ve paleontoloji özelliklerine göre kıyı bölgesi çökeltme alanında oluştuklarını belirtmiştir.

GENÇ (1986), Eski incelemelerde Paleozoyik olarak incelenmiş birimlerin çoğunu Karakaya bloklu serisi olarak incelemiştir. Bu serinin yaşının Alt – Orta Triyas olduğunu saptamıştır. 1/500000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında, H22 paftasında görülen Eosen – Oligosen bindirmesinin olmadığını ve Oligosen yaşlı birimlerin Eosen içinde bir seviye olduğunu belirtmiştir. Omurgalı fosillerine göre karasal Miyosen çökellerinin Üst Miyosen yaşlı olduğunu saptamıştır.

BARKA ve KADINSKY – CADE (1988), Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın batıya uzanımlarını, Marmara Bölgesi'nde aktif fayların dağılımını göstermişlerdir.

ECE (1990), Gemlik ve civarının Tersiyer yaşlı sedimanter kayaçlarının stratigrafisini çalışmış ve sonuç olarak çalışma alanının volkanik hareketler açısından aktif bir bölge olduğunu, bölgenin tektonik evriminden dolayı Erken – Orta Eosen ve Orta – Geç Eosen yaşlı kayaçların rejyonel uyumsuz olduğunu belirtmiştir.

BARKA (1992), KAF'nın Orta Kolu boyunca Gemlik Körfezi'nde sismik aktivitede bir kümelenme gözlemlendiğini, Bursa'nın doğusunda Güney kol ile Eskişehir Fayı'nın bileşiminde çok yüksek sismik aktivite kaydedildiğini belirtmiştir.

KURTULUŞ (1993), Gemlik Körfezi'nde doğu – batı yönlü aktif nitelikli faylar olduğunu ve bunların KAF'nın uzantısı durumunda olduğunu, makaslama kuvvetlerinin yol açtığı karmaşık, her yöne etkiyen bir tektonizmanın günümüzde de devam ettiğini belirtmiştir.

YILMAZ ve diğ. (1994), Armutlu Yarımadası ve güneyini kapsayan bölgede tektonik zonlar belirlemiştir. Armutlu Yarımadası'nın kuzey batısını Rodop Pontit Fragmanı

(kuzey zon), İznik Gölü'nü de içine alacak şekilde kalan kısmını Sakarya kıtası'na bağlı orta zon ve güneyi de Sakarya kıtasına bağlı güney zon olarak ayırmışlardır. Sakarya kıtasının Geç Triyas'da deforme olmuş iki temel topluluk ve bunların üzerinde bulunan Mesozoyik istiften oluştuğunu, Merkez zonun Geç Kretase'de metamorfizmaya uğramış İznik metamorfik topluluğu ile temsil edildiğini söylemişlerdir. Çalışmada Armutlu Yarımadası ve civarının Rodop – Pontit Fragmanının Sakarya kıtası ile çarpışması ve onun üzerine yerleşmesi ile oluştuğu belirtilmiştir.

EISENLOHR (1995), Armutlu Yarımadası'nın termal kaynaklarını ve bu kaynakların jeoloji ve tektonikle ilişkisini incelemiştir. Armutlu Yarımadası'nda iki farklı fay modeli gözlemiştir. Eski sisteminin KAF'nın D – B gidişli sağ yönlü normal faylar ve birçok blok halinde yarımadaı bölen KD – GB gidişli sol yönlü faylardan oluştuğunu, daha genç olan ikinci sistemin KD – GB yönlü son bölgesel gerilme nedeniyle oluşan KB – GD gidişli normal faylar ile temsil edildiğini belirtmiştir. Gerilme hareketinin doğrultu atımlı fayları parçalara ayırdığını söylemiştir. Armutlu Yarımadası'nda GPS yatay hızlarının biraz kuzeye doğru sapmasının iki fay arasında Armutlu Bloğu'nun saat yönünde dönüşünün sonucu olduğunu söylemiştir.

EMRE ve diğ. (1997), Mudanya güneyinde Nilüfer çayı vadisinin tektonik olarak güney yönde ötelenmiş olmasının Gemlik Körfezi güneyindeki karanın Kuvaterner içersinde yükselmiş olduğunu gösterdiğini söylemişlerdir. Bölgenin morfotektonik çatısını belirlemiş olan aktif fayları oluşum yaşlarına göre iki gruba ayırmışlar, KAF dışında kalan ve Güney Marmara havzalarını şekillendirmiş olan fayların Geç Miyosen – Pliyosen'de geliştiğini ve günümüzde de aktif olduklarını ve bu fayların oluşturduğu morfolojiyi kesen KAF zonundaki fayların ise Pliyosen sonu – Pleyistosen'de geliştiğini belirtmişlerdir. Güney Marmara'nın Neojen – Kuvaterner'deki evriminde Miyosen, Geç Miyosen – Pliyosen ve Pliyosen sonu – Kuvaterner olmak üzere üç ana dönem ayırt etmişlerdir.

YALTIRAK ve diğ. (2000), KAF'nın Marmara'daki kollarının yaşının Geç Pliyosen – Günümüz olduğunu, Trakya Eskişehir Fayı (TEF)'nin ve Marmara'daki kollarının yaşını Erken Miyosen – Erken Pliyosen olarak vermişlerdir. Bölgedeki KAF ile eş

yaşlı faylar ile TEF'nin bölgedeki ilişkisini ortaya çıkarmışlar, TEF'nin İnegöl segmentinin bir parçasının Bursa'nın doğusunda Mudanya – Kestel arasında yer aldığı göstermişlerdir. KAF'nın Orta ve Güney Kolları'nın TEF'ni normal fay olarak tekrar aktifleştirdiğini, TEF' nin Trakya'daki aktivitesinin 3,7 m.y. önce Marmara'ya ulaşması ile bittiğini, Gemlik ve Bursa'ya uzanan kollarının arasında kalan kısmının kısmen aktif olduğunu söylemişlerdir.

YALTIRAK ve ALPAR (2001), Gemlik Körfezi'nin günümüz şeklini almasında Gençali Fayı'nın ve TEF'nin etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Gemlik Körfezi'nin D – B uzanan KAF'nın, KB – GD uzanan TEF'ni kesmesiyle oluşan çek – ayır havza olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

EYİDOĞAN (2001), Bursa ve civarının depremselliğini 1976 – 1995 yılları arasında olmuş depremleri inceleyerek çalışmış, Bursa ve çevresinde sismik aktivitenin yoğun olduğu sonucuna ulaşmıştır

GÜRER ve diğ. (2003), Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda Gemlik Körfezi'nin güneyi ile Bandırma Körfezi'nin doğusunda kalan bölgenin jeolojik ve stratigrafik özelliklerini, yapısal modellerini ve morfolotektonik özelliklerini yorumlamışlardır. Neojen birimlerini üye mertebesinde incelemişlerdir.

## **BÖLÜM 2.**

### **STRATİGRAFİ**

Gemlik bölgesinde Paleozoyik ve Kuvaterner aralığında gelişmiş farklı türde kayalar mostra verir (Şekil 2.1). Bölgenin neo tektonik evrimini ortaya koyabilmek amacıyla bu çalışmada farklı türdeki kayalar başlıca iki ana gruba ayrılmıştır:

- (a) Neojen öncesi yaştaki temel kayaları
- (b) Neojen ve Kuvaterner yaşlı örtü kayaları

İnceleme alanında, örtü kayalarına temel görevini yapan başlıca 10 kaya topluluğu yer alır. Bunlar sırasıyla; Paleozoyik yaşlı İznik metamorfik topluluğu, Triyas yaşlı Karakaya Grubuna ait Avdancık ve Abadiye formasyonları, Jura – Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşı, Üst Kretase yaşlı Egerce formasyonu, Paleosen yaşlı Güneytepe formasyonu, Eosen yaşlı Gemlik Grubuna ait Çanakpınar bazaltı, Dürdane formasyonu, Katırlı formasyonu ve Kurbandağı formasyonu'dur. Bu kaya toplulukları aşağıda kısaca tanıtılacaktır.

#### **2.1. Paleozoyik**

##### **2.1.1. İznik metamorfik topluluğu (Pzş – Pzmr)**

İznik metamorfik topluluğu düşük dereceli metamorfizma geçirmiş olan kırıntılı, volkanik ve karbonat kayalardan oluşmaktadır (Göncüoğlu ve diğ., 1986) (Şekil 2.1). Mercek, kamalanma ve ardalanma olağandır. Birim, çok kıvrımlı ve kırıklı olduğundan ve genç birimlerle örtüldüğünden, alt ve üst seviyeler metamorfizma koşullarına göre ayrılabilir (Şekil 2.2, 2.3, 2.4). Göncüoğlu ve diğ. (1986), Yılmaz ve diğ. (1990), Bozcu (1992) tarafından İznik metamorfik topluluğu olarak adlandırılmış olup bu çalışmamızda da aynı ad kullanılmıştır.

Birim inceleme alanında Bursa H22 a1 ve a2 paftasında Gemlik'in kuzeyinde ve kuzeydoğusunda, H22 a2 paftasında Adliye Köyü kuzeyinde yüzeylenir ve buralarda tip kesitler verir.

Akartuna (1968) metamorfik istifte kuvarsit ve mermerleri ayırtlamış, alttaki şistler üzerinde uyumlu ve geçişli olduğunu söylemiştir. Akartuna ve Atan (1981) ise Dereçatı formasyonu olarak adlandırdığı birimim şistler üzerinde uyumsuz olduğunu belirtmiştir.

Rekristalize kireçtaşları içinde düzensiz kırık ve çatlak sistemleri ile erime boşlukları oluşmuştur. Genellikle renkleri beyaz ve kirli sarıdır. Çatlaklarda demir oksit olduğundan taş ocaklarında görünümü kırmızimsı gibidir.

Metamorfik topluluk içinde diyabaz Gemlik'in 4.5 km. doğusunda Karsak Boğazi'ndeki yol yarmalarında görülmektedir. Koyu yeşil, yeşilimsi gri renklindedir. Üst kısımları oksidasyonla değişmiştir. Diyabaz içinde dikey ve yatay kırık ve çatlak sistemleri gelişmiştir. İçinde tali minerallerden pirit ve kalkopirit mevcuttur. Yapısı sert ve sağlamdır. Açılan ocaklarda iri bloklar halinde çıkarılmaktadır. Oluşum yaşı Genç (1986) tarafından Paleozoyik şist ve kalkerler diyabaz ile kesildiğinden Paleozoyik sonrası muhtemelen Senozoyik'e ait olabileceği tahmin edilmiştir. Serpantinler İznik metamorfik topluluğu içinde Gemlik'in kuzeyinde mostra vermektedir. Açık yeşil, koyu yeşil ve grimsi yeşil renklindedir. Nadiren sert, cilalı düzlemler mevcuttur. Birim çatlaklı olduğundan kolay parçalanmakta ve ayrışmaktadır. Akartuna (1968) serpantinlerin kromit içerdiğini, açılan ocaklardan çıkan serpantin bloklarında serpantin halinde kromit tespit edildiğini belirtmiştir.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KALINLIK (m.)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR			
SENOZOYİK	KUVATERNER			ALÜVYON		Qal	115		Alüvyon			
				NEOJEN	ÜST MİYOSEN	GÜNDOĞDU	ŞEHİTLİK TEPE	Tgdş	15-20		UYUMSUZLUK Beyaz, krem renkli belirsiz katmanlı mam.	
							OVAAKÇA	Tgdo	150-200		Beyaz, krem, gri, sarımsı kahve renkli çakıtaşı, kumtaşı.	
							SELÇUKGAZI	Tgds	90-100		Beyaz, krem, kahve, siyah renkli, killi kireçtaşı, çakıllı kireçtaşı. UYUMSUZLUK	
				TERSİYER	PALEOJEN	EOSEN	GEMLİK GRUBU	KURBANDAĞI	Tku	150		Yeşil, boz, kahve, kırı siyah renkli, tabakalı, konglomera, kumtaşı, kilitaşı, silttaşı.
								KATIRLI	Tka	150-250		Kirli sarı, boz, yeşil renkli, belirgin tabakalı kilitaşı, marn, kumtaşı.
								DÜRDANE	Td	500		Kırmızımsı kahve, yeşil, belirgin tabakalı kumtaşı, konglomera, killi kireçtaşı.
								ÇANAKPINAR BAZALTI	Tç	200		Koyu kırmızı, kahve, gri, mor renkli, sert, köşeli kırılmalı bazalt.
				PALEOSEN				GÜNEYTEPE	Tgt	60		UYUMSUZLUK Beyaz - koyu renkli, orta - kalın tabakalı, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı.
								MESOZOYİK	KRETASE	ÜST	EĞERCE	Ke
				JURA			BİLECİK KİREÇTEŞİ				J-Kb	500
				TRİYAS				KARAKAYA GRUBU	ABADIYE	Ṛab	500	
AVDANCIK	Ṛav	2000			Kahve, gri, siyah, yeşil, sarı renkli, belirgin tabakalı, kumtaşı, kilitaşı.							
ORTA										Yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş magmatik kayalar.		
PALEOZOYİK												
				IZNIK METAMORFİK TOPLULUĞU		Pzş Pzmr	2000					

ÖLÇEKSİZ

Şekil 2.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti.

D

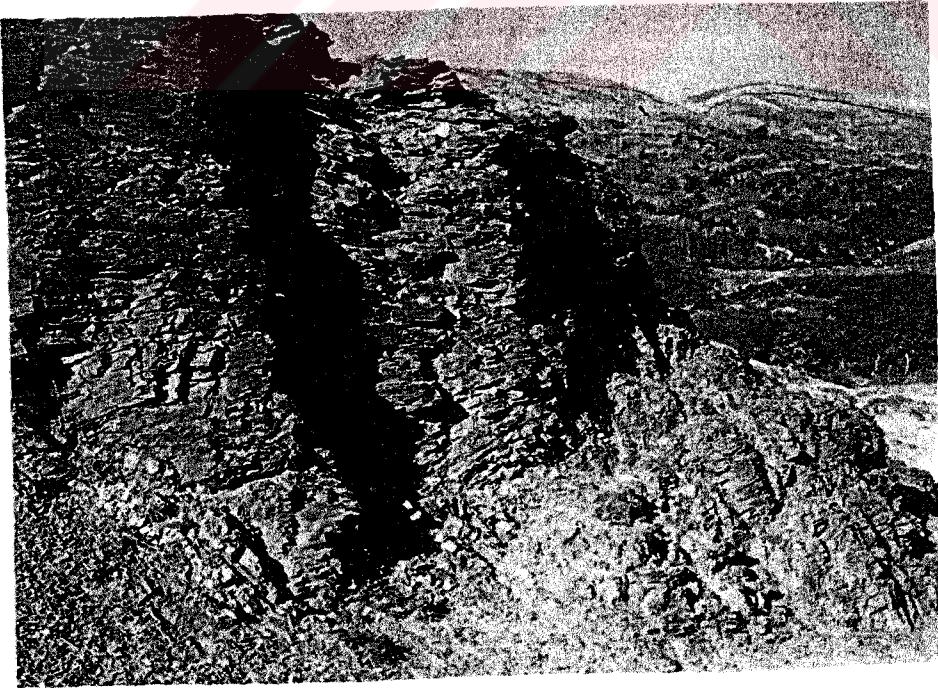
B



Şekil 2.2. Gemlik kuzeyinde gözlenen İznik metamorfik topluluğu'na ait yeşil şistler.

KB

GD



Şekil 2.3. Cihatlı Köyü kuzeyindeki kahverengi şistler.



Şekil 2.4. Şahinyurdu Köyü civarındaki şistler.

Birim çalışma alanı içinde temeli oluşturduğundan alt sınırı belirlenememiştir. Şistlerin üst sınırı rekristalize kireçtaşları ile uyumsuzdur.

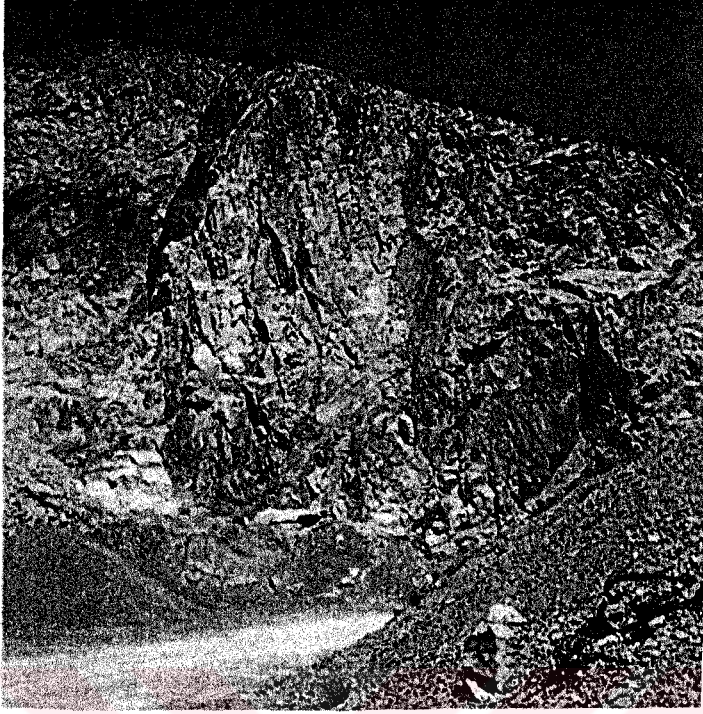
İnceleme alanında İznik metamorfik topluluğu'nun taban sınırı görülemediğinden tam bir kalınlık belirlenememiştir. Ancak önceki çalışmalarda çalışma alanı dışındaki morfolojik bulgularla topluluğun tahmini kalınlığı 2000 m. olarak belirlenmiştir. Rekristalize kireçtaşının kalınlığı ise 50 m. ile 250 m. arasında değişmektedir.

Temel kaya niteliği taşıyan metamorfik topluluğun metamorfizma öncesi yaşı, Akartuna ve Atan (1981)'e göre Devoniyen, Yılmaz ve diğ. (1990), Bozcu (1992)'ye göre Alt Paleozoyik – Üst Kretase olarak belirtilmiştir. Metamorfizma yaşı Bargu (1982), Bargu ve Sakınç (1989)'a göre Karbonifer'dir.



GB

KD



Şekil 2.5. İznik metamorfik topluluğu içindeki kristalize kalkerler.

GB

KD



Şekil 2.6. Cihathı Köyü kuzeybatısındaki kristalize kalkerler.

Bozcu (1992) ve Yılmaz (1992) Bölgenin metamorfizmadan sonra hızla yükseldiğini ve topluluk içindeki rekristalize kireçtaşlarının Neotetis Okyanusu'nun genellikle sığ denizel ortamlarını karakterize eden ve dalma – batma sırasında oluşan olistolit nitelikli bloklar olduğunu kabul etmişlerdir.



## **2.2. Mesozoyik**

### **2.2.1. Triyas**

#### **2.2.1.1. Karakaya Grubu**

Birim ilk olarak Bingöl (1973) tarafından Biga Yarımadası'nda adlandırılmıştır. Birim Geç Triyas'ta bölgesel olarak düşük derecede metamorfizmaya uğramıştır (Koçyiğit 1987, Genç ve Yılmaz 1995, Okay ve diğ. 2000). Çalışma alanında Karakaya Grubu ile İznik metamorfik topluluğu arasındaki dokanak görülmemektedir. Karakaya Grubu İznik metamorfik topluluğu üzerinde tektonik olarak bulunmaktadır. Grup, başlıca iki farklı formasyona ayrılarak incelenmiştir.

##### **2.2.1.1.1. Avdancık formasyonu (T Rav)**

Birim konglomera, kumtaşı, kilitaşı, kireçtaşı ardalanmasından ve kireçtaşı olistolitlerinden oluşmaktadır. Çalışma alanında en iyi Avdancık Köyü'nün (H22 a3) güneyinde gözlemlendiğinden Genç (1986) tarafından Avdancık formasyonu olarak adlandırılmıştır ve bu çalışmamızda da aynı ad kullanılmıştır.

Birim, çalışma alanının güneydoğusunda Bursa H22 a3, a4 paftalarında Karabalçık Köyü'nün güneyinden Seçköy doğusuna kadar devam etmektedir. Yaklaşık 35 km.<sup>2</sup>lik alanı kaplamaktadır. Çalışma alanının güneydoğusunda Seçköy (Bursa - H22 a4) doğusunda Akkaya Tepe, Çınar Tepe, Seçköy güneyinde Dede Tepe ve Avdancık kuzeyinde İn Tepe'de kireçtaşı olistolitleri gözlenmektedir.

Birim genellikle kahve, gri, siyah, yeşil ve sarı renklidir. Kumtaşları ve konglomera sert, kalın tabakalı, kilitaşları kırılğan, ince tabakalı ve kıvrımlıdır. Kumtaşları beyaz, krem renkli kuvars tanelerinden oluşmaktadır. Konglomera şist, mermer, çört, kireçtaşı çakılıdır. Çakıltaşlarındaki çakıllar karbonat çimentolu ve az yuvarlaklaşmıştır.

Birimin alt sınırı çalışma alanı içinde belirlenememiştir ve üst dokanağı Abadiye formasyonu ile geçişlidir.

Birimin kalınlığı çalışma alanı içinde kesin olarak belirlenememiştir. Genç (1986) formasyonun tahmini kalınlığını 2000 m. olarak belirlemiştir.

Tarafımızdan birim içinde herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Genç (1986), birimin içerdiği çakılların, blokların yaşının Permiyen – Karbonifer olmasından ve çalışma alanının dışında üzerine gelen Üst Triyas yaşlı Iğdır formasyonu'na dayanarak birimin yaşı için Permiyen sonrası ile Üst Triyas arası demiştir.



#### 2.2.1.1.2. Abadiye formasyonu (T Rab)

Birim, yeşil, kahve, mor, bordo renkli spilit, spilitik bazalt, çamurtaşı, diyabaz ve kireçtaşından oluşan birim çalışma alanının dışında H23 (Bursa) d2 paftasında bulunan Abadiye Köyü civarında iyi gözlemlendiğinden Genç (1986) tarafından bu adlama yapılmış tarafımızdan da aynı adlama kullanılmıştır. Çalışma alanında H22 (Bursa) a4 paftasında Avdancık Köyü civarında yüzeylemektedir.

Yeşil, kahve, mor, kırmızı renkli spilit, spilitik bazalt, çamurtaşı, diyabaz ve kireçtaşından oluşan birimde tabakalar belirsizdir. Spilitler ayrışmalı ve yumuşaktır. Kireçtaşı dik teperi oluşturur. Diyabaz grimsi yeşil renkli ve serttir.

Birim geçişli olarak Avdancık formasyonunun üzerine gelmektedir. Bilecik kireçtaşı ise üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Birimin tahmini kalınlığı 500 m. kadardır.

Genç (1986) formasyonun yaşını çalışma alanı dışında, Abadiye formasyonu içinde mercek olarak bulunduğunu tespit ettiği, Alt – Orta Triyas yaşlı Asarlık kireçtaşı üyesine dayanarak At – Orta Triyas olarak vermiştir. İçerisindeki kireçtaşı çakıllarının ve bloklarının yaşı ise Permian'dir.

## 2.2.2. Kretase

### 2.2.2.1. Bilecik kireçtaşı (J – Kb)

Birim, beyaz, krem, pembe ve sarı renklidir. Genellikle oolitik olan kireçtaşı, orta – kalın tabakalıdır. İlk olarak Granit (1960) tarafından bu adlama yapılmıştır.

Çalışma alanının dışında oldukça yaygın olan birim, çalışma alanının güneydoğusunda Seçköy'ün 2,5 km. doğusunda Kara Tepe civarında, Avdancık Köyü'nün 4,5 km. doğusunda Kırbayır Tepe civarında görülmektedir.

Beyaz, krem, kirli sarı, pembe renkli, orta – kalın tabakalıdır. Karstik yapılardan dolayı tabakalanma genellikle görülmez. Kırık ve eklemeler oldukça gelişmiştir. Yaygın kalsit damarları mevcuttur. İstifin farklı düzeylerinde marn ara katmanları yer alır.

Bilecik Kireçtaşı Karakaya Grubuna ait temel yükseltileri üzerinde çökelmiştir. Alt dokanağı diskordanslı, üst dokanağı Üst Kretase kireçtaşları ile geçişlidir.

Birimin kalınlığı çalışma alanında 40 – 500 m. arasında değişmektedir.

Önceki araştırmacılar tarafından birim içindeki farklı düzeylerden birçok fosil derlenmiştir. Genç (1986) birime Orta Jura – Alt Kretase yaşını vermiştir. Birim içinde derlediği fosiller şunlardır: *Bacinella irregularis*, *Glomospirella*, *Eggeralle*, *Valvulina*, *Paryeladcea*, *Salenaporaceae*, *Labyrinthina mirabilis*, *Protopenneroplis striata*, *Nautiloculina volothica*, *Everticyclammina*, *Trocholina*, *Dasycladaceae*, *Conicospirillina*, *Aelisaccus Textulariidae*, *Ophthalmididae*, *Trochammina*, *Valvulinidae*, *Nautiloculina*, *Cayeuxia*, *Miliolidae*, *Chaffatella*, *Bigererina*, *Eggeralle* sp. *Sabaudea*, *Pseudolituonella*, *Cunealina*, *Sabaudi minuta*, *Paalzowella*, *Spirillina*, *Darathia*, *Nodasaridae*, *Lenticulina*, *Hedbergella*, *Globigerinelloides*, *Lendiclina*, *Pseudocyclamnia*, *Vernevilinidae*, *Aelisaccus*, *Solenoparacea*, *Calpionellidae*, *Calpionellites*, *Tintinopsella carpatik*, *Neotrochelina*, *Protopenneroplis tragangulata*, *Melathe*, *Acicularia*, *Nadaphthalmidia*, *Huplaphragunan*, *Marsanella*, *Lagena*, *Bryozoa*, *Gastropoda*, *Alg*, *Ostracoda*, *Algea*, *Charo*, *Radiolaria*, *Spikül* ile makro fosil olarak; *Calliphylloceras* sp., *Perisphinotes* sp., *Oppelia subradiata*, *Reineckia*

sp., Sowerbyceras tortisulcatum DORT, Sphaeroceras sp., Holcophylloceras sp., Belemnitidae, Aulacoteuthis impressus, Phylloceras sp., Liosphinctes sp., Decipia sp., Linguithyris sp., Rugithyris sp., Robustinhyrichia spl, Holcophylloceras sp., Calliphylloceras sp., Lytoceras batesi TRASK, Phylloceras velledae MICH, MORTINOCERAS Sp., Gryphaera aff. Vesicularis LNK, Phylloceras sp. muh. Velladae MICH, Pietetia sp.

Genç (1986)'ya göre Orta Jura'da bölgesel ölçekte bir deniz transgresyonu gelişmiş ve sığ sularda resif nitelikli kireçtaşı çökelmiştir. Litoloji ve fauna sığ resifal ve resif gerisi ortamlarını ve lagünü göstermektedir. Karbonat çökelişi Orta Jura – Alt Kretase boyunca devam etmiştir.

#### 2.2.2.2. Eğerce formasyonu (Ke)

Birim, başlica karbonatlı kumtaşı, kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı, kireçtaşı, konglomera ve kiltaşından oluşur (şekil 2.7). En iyi gözleendiği yer çalışma alanı dışında Bursa H23 b4 paftasında Eğerce Köyü kuzeydoğusundadır.

Birim, İnceleme alanında Bursa H22 a4 paftasında Gündoğdu Köyü kuzeybatısında, Bursa H22 a3 paftasında Seçköy dolayında, Aydancık Köyü batısında yüzeylenmekte ve tip kesitler vermektedir. Çalışma alanında DGD – BKB yönünde uzanan mostralar halindedir.

Çoğunlukla sarı renkli karbonatlı kumtaşından oluşan birimin inceleme alanının güneydoğusunda alt seviyelerinde marn ve şeyl ardalanması görülmektedir. st resifal kireçtaşına geçiş gösterir. Seçköy dolaylarında ince seviye halinde GB – KD yönünde kuzeye dalımlı olarak izlenir. Kalın tabakalı, kahve – boz renkli konglomera seviyesi karbonat çimentoludur. akılları köşeli, kötü boylanmalı kireçtaşı ve kumtaşıdır. Tane boyu ufalarak karbonatlı kumtaşı ve kireçtaşına geçer. Kalın tabakalı sert, koyu kahve, boz renkli konglomera seviyeleri kumtaşı – kumlu kireçtaşı ile devam eder. Kireçtaşları koyu gri renkli, sert ve kalın tabakalıdır.

Birim, inceleme alanının batısında Avdancık formasyonu üzerine diskordan olarak gelir. Güneytepe formasyonu ile uyumsuzdur (şekil 2.7). Kurşunlu'nun güneydoğusunda Eosen yaşlı detritikler ve volkanitler ile Neojen yaşlı detritikler tarafından diskordan olarak örtülür. Kalınlığı 50 – 150 m. arasında değişmektedir.

Genç (1986) birimden derlediği fosillere dayalı olarak birimin yaşını st Kretase (Maastrichtian) olarak vermiştir. İçerdiği fosillerin yaşama ortamı ve kaya birimleri Eğerce formasyonu'nun gittikçe sığlaşan bir denizde okeldiğini belirtir.





Şekil 2.7. Gündoğdu Köyü kuzeyinde Eğerce formasyonu ile Güneytepe formasyonu dokanağı.

## **2.3. Senozoyik**

### **2.3.1. Tersiyer**

#### **2.3.1.1. Paleojen**

##### **2.3.1.1.1. Paleosen**

###### **2.3.1.1.1.1. Güneytepe formasyonu (Tgt)**

Birim, başlıca beyaz – koyu renkli, orta – kalın tabakalı, resifal fasiyesteki kireçtaşı – kumlu kireçtaşından oluşur. Genç (1986) formasyon adlamasını birimin tipik olarak gözleendiği yer olan, çalışma alanı dışındaki Egerce Köyü'nün (Bursa H23 b4) doğusundaki Güneytepe'ye göre yapmıştır. Çalışmamızda da aynı ad kullanılmıştır.

İnceleme alanında Bursa H22 a4 paftasında Gündoğdu Köyü kuzeybatısında tip kesit vermektedir.

Formasyon, koyu gri, krem, beyaz renkli, orta – kalın tabakalı, resifal kireçtaşı ile üzerine gelen karasal konglomeralardan oluşur. Kireçtaşı sert, kumlu, köşeli kırıklıdır. Dik şevler oluşturmaktadır. Egerce doğusunda kireçtaşı üzerine gelen kırmızımsı kahve renkli karasal konglomeralar gevşek tutturulmuş, belirsiz tabakalı ve yuvarlak çakıllıdır. Gemlik güneybatısında Çiftekayalar Tepesi'nde şeyl – marn – siltaşı – karbonatlı kumtaşı üste doğru kireçtaşına geçer.

Birimin alt dokanağı Egerce formasyonu ile aşınmalı uyumsuzüst dokanağı Eosen yaşlı volkanitlerle diskordanslıdır.

Güneytepe formasyonu ince bir birimdir. En kalın istifi Çiftekayalar Tepesi'nde vermektedir. Buradaki kalınlığı 60 m.'dir.

Birimin yaşı, Genç (1986) tarafından Alt (Orta – Üst?) Paleosen olarak belirlenmiştir. Bölgede, Üst Kretase sonlarında deniz sığlaşmış ve Güneytepe formasyonu'nu oluşturan birimler çökelmiştir. Formasyonun Laffiteina ve Planorbulina oluşu ve yer yer resifal kireçtaşlı olması buna işaret etmektedir. Ancak yer yerde Globorotalia'lı killi kireçtaşları ile ardalanımlı olması denizin derinleştiğini göstermektedir. Bundan

dolayı Güneytepe formasyonu için resif, sığ şelf ve havzaya geçiş kuşagında çökeldiği önerilmiştir (Genç 1986).



## **2.3.1.1.2. Eosen**

### **2.3.1.1.2.1. Gemlik grubu**

Genç (1986) tarafından Eosen istifi Gemlik Grubu adı altında toplanmış olup yapılan adlama bu çalışmada da kullanılmıştır. Çalışma alanının orta ve doğu kesimlerinde genellikle doğu – batı yönünde mostra dizileri ile yüzeylenen Gemlik Grubu kuzeyde Gemlik – İznik hattıyla sınırlıdır.

#### **2.3.1.1.2.1.1. Çanakpınar bazaltı (Tç)**

Birim, koyu kırmızı, kahve, gri, mor, siyah renkli, sert, köşeli kırılmalıdır. Adlanması en iyi gözleendiği yere göre Genç (1986) tarafından yapılmış, bu çalışmada da aynı kullanılmıştır.

Birim, inceleme alanında geniş yayılım göstermektedir. Bursa H22 a3 paftasında Seçköy batısında, kuzeyinde ve kuzeybatısında KD – GB uzanımlı olarak bulunur. Bursa H22 a4 paftasında Gündoğdu Köyü kuzeyinde ve Karabalçık güneyinde gözlenmektedir.

Bazalt, siyahımsı gri, kahve, mor renkli, oldukça sert ve köşeli kırılmalıdır. Birimde akma yapıları iyi gelişmemiştir. Özellikle üst düzeylerde 1 – 3 mm çapında gaz boşlukları vardır.

Birim, Dürdane formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. Birimin kalınlığı yersel olarak değişmekle birlikte yaklaşık 200 m. kalınlık tahmin edilmektedir. Bazaltın yaşı Genç (1986) tarafından Lütesiyen (Orta Eosen) olarak kabul edilmiştir.

### 2.3.1.1.2.1.2. Dürdane formasyonu (Td)

Başlıca, bordo, kırmızımsı kahve, mor, yeşil renkli, orta – kalın, belirgin tabakalı konglomera – kumtaşı – killi kireçtaşından oluşan birim Dürdane Köyü (Bursa H22 a4) dolaylarında geniş mostralara sahiptir. Formasyon ilk kez Genç (1986) tarafından Dürdane formasyonu adıyla anılmıştır.

Formasyon, Bursa H22 a2 paftasında Adliye Köyü güneybatısında, Bursa H22 a3 paftasında Kurtul – Muratoba Köyleri civarında, Bursa H22 a4 paftasında Kurşunlu, Dürdane Köyleri civarında D – B uzanımlı olarak gözlenmektedir.

Birim, kırmızımsı kahve, mor, yeşil renkli, orta – kalın, düzgün tabakalı konglomera – kumtaşı – killi kireçtaşından oluşmaktadır (Şekil 2.8). Birim volkanik malzemedен oluşmuştur. Tabanda kötü boylanmış, derecelenme göstermeyen kalın tabakalı, 10 – 15 cm. çaplı çakıllar içeren, üst seviyelere doğru tane boyu incelen iri konglomeralar bulunur. Bunların üzerinde ince ve iri taneli, çapraz katmanlanmalı, sert, kalın tabakalı kumtaşı gelmektedir. Kumtaşı çamurtaşları ile ardalanmalıdır.

Birim altta Çanakpınar bazaltı ile üstte Katırlı formasyonu ile uyumludur. Güney kesimlerinde Neojen birimleri ile uyumsuz olarak örtülmüştür. D – B doğrultulu kuzeye eğimli olarak izlenen formasyonun kalınlığı batıya doğru artarak 10 – 500 m. arasında değişir.

Formasyonun yaşı Genç (1986) tarafından Lütesiyen (Orta Eosen) olarak belirlenmiştir. Genç (1986) litoloji ve fauna topluluğuna dayanarak formasyonu sığ denizde ani akarsu taşmaları ile oluşmuş delta çökelleri olarak yorumlamıştır. Birim içinde derlediği fosiller şunlardır: Nummulites laevigatus BRUGUIERE, Nummulites cf. Golbulus LEYMERIE, Assilina spira (DEROISSY), Disrocyclina (sella grubu), Orbitolites comphanatus LAMARCK, Lockhartiasp., Sphaerogypsiba globulur REUSS, Lihderina sp.

B

D



Şekil 2.8. Dürdane Köyü kuzeyinde Dürdane formasyonu'na ait görünüm.

### 2.3.1.1.2.1.3. Katırlı formasyonu (Tka)

Birim, kirli sarı, boz, yeşil renkli kilitaşı – marn – kumtaşı arıalanmalıdır. Birim, Bursa H22 a3 paftasında Katırlı Köyü kuzeybatısında tipik olarak gözlendiğinden Genç (1986) tarafından Katırlı formasyonu adıyla adlanmıştır.

Birim, çalışma alanında Bursa H22 a1 paftasında Gençali Köyü civarında, H22 a2 paftasında Engürü ve Adliye Köyleri güneyinde, Bursa H22 a3 paftasında Katırlı Köyü kuzeybatısında gözlenmektedir.

Kirli sarı, sarımsı yeşil, açık yeşil renkli kilitaşı – marn – kumtaşı – çamurtaşı arıalanmasından oluşmaktadır. Kumtaşı çeşitli kalınlıklarda ve düzgün tabakalıdır. İnce laminalı siyah şeyl, ince tabakalı dolomit ve kalın tabakalı jipsler, jipsli yeşilimsi tüfler mevcuttur.

Birim tabanda Dürdane formasyonu ile geçişli, tavanda ise Kurbandağı formasyonu ile düşey – yanal geçişlidir. Birimin kalınlığı 150 – 250 m. arasında değişmektedir.

Birimin yaşı Genç (1986) tarafından Lütésiyen (Orta Eosen) olarak belirtilmiştir. Ece (1990) formasyonun çökeltme ortamı olarak oldukça sığ deniz ile ilişkili göllerde (lagünde) iklimsel faktörlere bağılı olarak denizin yükselim alçalmasına bağılı olarak ani taşmalar sonucu oluştuğunu belirtmiştir. Kurak iklim şartları ve kuvvetli buharlaşma etkisiyle jipsler çökelmiştir. Tüfler jipslerin üzerine nehirlerle taşınmıştır.

#### 2.3.1.1.2.1.4. Kurbandağı Formasyonu (Tku)

Kurbandağı formasyonu inceleme alanında Bursa H22 a4 paftasında Kurban Dağları'nda gözlemlendiğinden önceki çalışmalarda bu adlama yapılmış, çalışmamızda da aynı adlama kullanılmıştır.

Çalışma alanında Bursa H22 a1 paftasında Gençali Köyü kuzeyinde, H22 a2 paftasında Umurbey civarında, H22 a3 paftasında Katırlı Köyü kuzeyinde, H22 a4 paftasında Kurban Dağları'nda yüzeylemektedir. Bursa – Gemlik yolu üzerinde ilçeye 2,5 km. kadar mesafedeki yol yarmasında killi, marnlı ve kumlu seviyeler ardalanımlı olarak mostra vermektedir.

Birim kirlili sarı, yeşil, kahve, gri renkli konglomera, kumtaşı, kilitaşı, silttaşı, aglomera, volkanik tüf ardalanmasından oluşmaktadır. Kırılmış tanelerin rengi gri – siyah renklidir. Gemlik civarında karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı seviyeleri ince – orta ve düzgün tabakalanmalıdır. Tabakalanma gayet bariz olup tabaka kalınlıkları 1 – 10 cm. ile 1 m. arasında değişmektedir. Killi seviyeler 3 – 4 cm. kalınlıktadır. Tabaka eğimleri fazla değildir, genellikle güneye eğimlidir. Killi seviyeler genellikle volkanik elemanlarla karışıktır.

Birim tabanda Katırlı formasyonu ile düşey ve yanal geçişlidir. Tavanda ise Neojen birimleri ile uyumsuzlukla örtülür. Birimin kalınlığı Kurban Dağları'nda 150 m. olarak tahmin edilmektedir.

Birimin yaşı Genç (1986) tarafından Lütésiyan olarak belirlenmiştir. Genç (1986) formasyonun sığ denizel ortamda çökeldiğini belirtmiştir.



## **2.3.1.2. Neojen**

### **2.3.1.2.1. Üst Miyosen – Alt Pliyosen**

#### **2.3.1.2.1.1. Gündoğdu formasyonu (Tgd)**

Çalışma alanında Neojen birimleri örtü birimlerini oluşturur ve karasal çökellerden oluşmaktadır. Neojen yaşlı örtü istifini temel birimler üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Bazı alanlarda ise örtü istifinin sınırları KAFZ'na ait genç faylarla kesilmiştir. Formasyon, tipik olarak Gündoğdu Köyü civarında mostra verdiği için tarafımızdan Gündoğdu formasyonu olarak adlandırılmıştır. Gündoğdu formasyonu birbirleriyle geçişli ve uyumlu olan üç üyeye ayrılmıştır.

#### **2.3.1.2.1.1.1. Üst Miyosen**

##### **2.3.1.2.1.1.1.1. Selçukgazi üyesi (Tgds)**

Bursa H22 a4 paftasında Selçukgazi Köyü'nün güneybatısında tanımlanan birim krem, sarımsı kahve, kahve renkli gölsel kireçtaşı, killi kireçtaşı ve çakıllı kireçtaşından oluşmaktadır (Şekil 2.10). Birim Selçukgazi Köyü civarında tipik olarak mostra verdiği için Selçukgazi üyesi adı verilmiştir.

Birim, başlıca çalışma alanının güneydoğusunda H22 a4 paftasında Selçukgazi Köyü'nün güneybatısında ve Gündoğdu Köyü'nün güneydoğusunda Tavşan Tepe'de gözlenmektedir.

Beyaz, grimsi beyaz, krem, sarımsı kahve, kahve ve siyah renkli olan kireçtaşı Selçukgazi Köyü civarında karbonat çakıllarının yine bir karbonat matriks ile tutturulmasıyla oluşmuştur. Çakıllar 0,5 – 3 cm. çapındadır ve temele ait metamorfik ve volkanik kökenli kayalara aittir. Kireçtaşı Selçukgazi civarında oldukça serttir ve tabakalanma belirgin gözlenmemektedir (Şekil 2.11). Tavşan Tepe civarında kireçtaşı mikritik dokulu, ince – orta ve kalın tabakalıdır. Bu kesimlerde birimin sertliği azdır ve kolay parçalanmaktadır (Şekil 2.12, 2.13).

D

B



Şekil 2.10. Gündoğdu Köyü güneyinde Tavşan Tepe’de gözlenen Selçukgazi üyesi’ne ait kireçtaşı.

B

D



Şekil 2.11. Selçukgazi Köyü'nün güneybatısında Selçukgazi üyesi'ne ait kireçtaşı görünümü.

K

G



Şekil 2.12. Tavşan Tepe civarında görülen Selçukgazi üyesi.

GB

KD



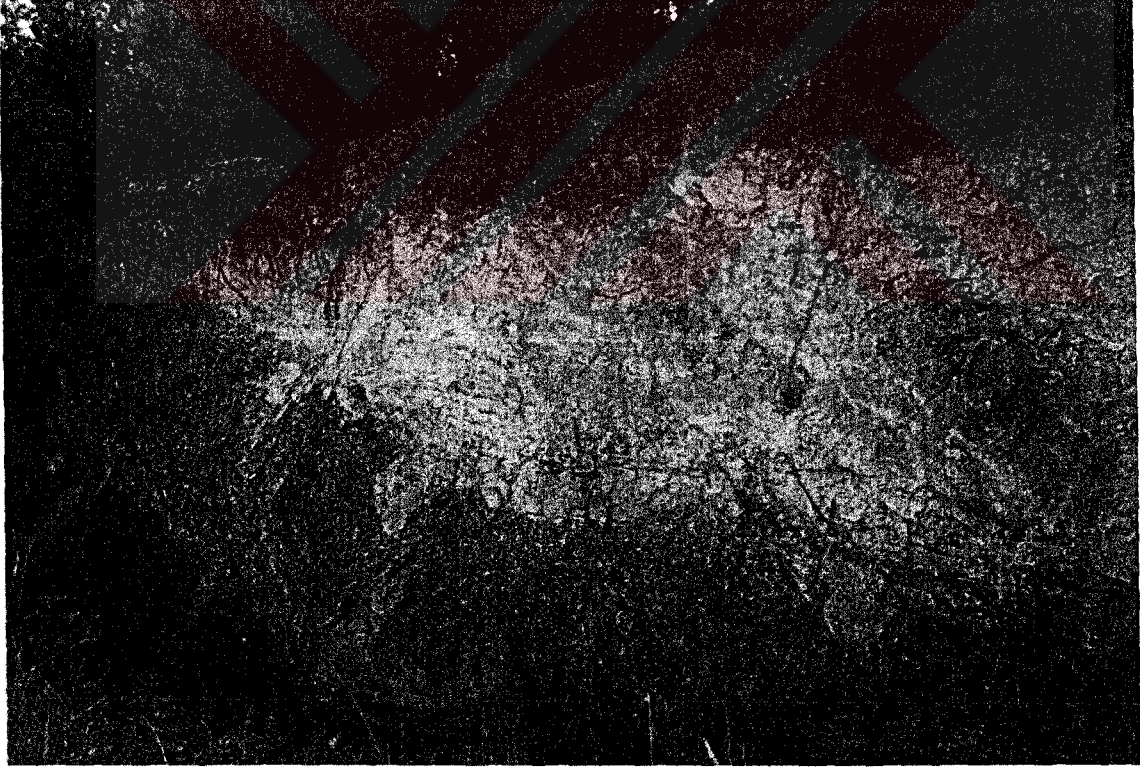
Şekil 2.13. Tavşan Tepe civarında görülen Selçukgazi üyesi.

Selçukgazi üyesi, çalışma alanında Miyosen öncesi temel birimlerin üzerine diskordan olarak gelmektedir. Gündoğdu Köyü güneyinde Selçukgazi üyesi ile üzerine gelen Ovaakça üyesi arasında yersel olarak uyumsuzluk gelişmiştir (Şekil 2.14). Ancak iki birim arasında dokanak yanıl ve düşey geçişlidir (Şekil 2.15). Birimin kalınlığı 90 – 100 m. arasında değişmektedir.

Sickenberg ve diğ. (1975) çalışma alanının batısında Bursa H21 b3 paftasında Kemalpaşa civarında görülen benzer özelliklerdeki birim içinde Anchitherium, Percrocuta ve Schizochocerus fosillerini, Yörükali Köyü civarında Orta – Üst Miyosen yaşlı olduğu anlaşılan Amebelodon sp. bulmuşlardır. Gürer ve diğ. (2003) ise birimin yaşı için Üst Miyosen'i önermişlerdir.

B

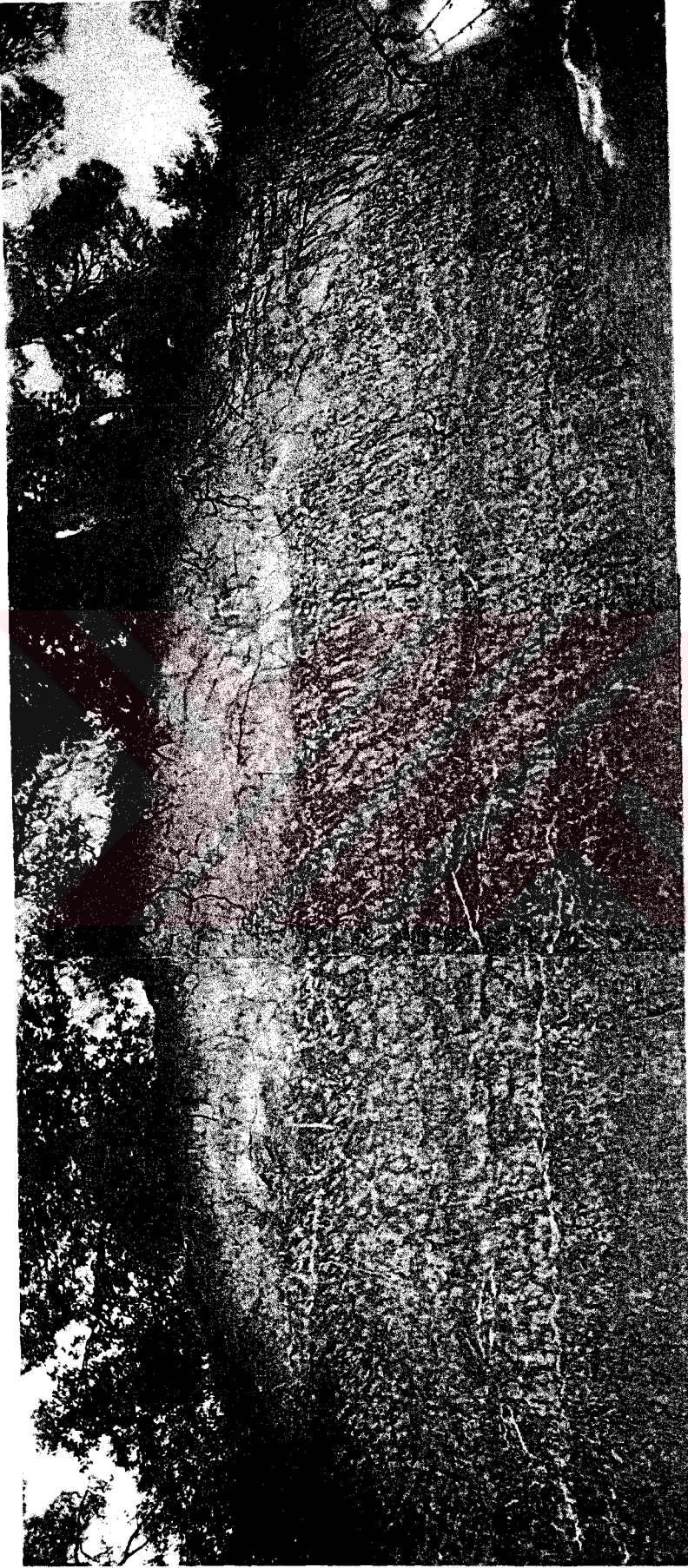
D



Şekil 2.14. Gündoğdu Köyü güneyinde Selçukgazi üyesi ile Ovaakça üyesi arasında gelişen yersel diskordans.

K

G



Şekil 2.15. Selçukgazi Köyü'nde yol yarmasında gözlenen Selçukgazi üyesi ile Ovaakça üyesi dokanağı.

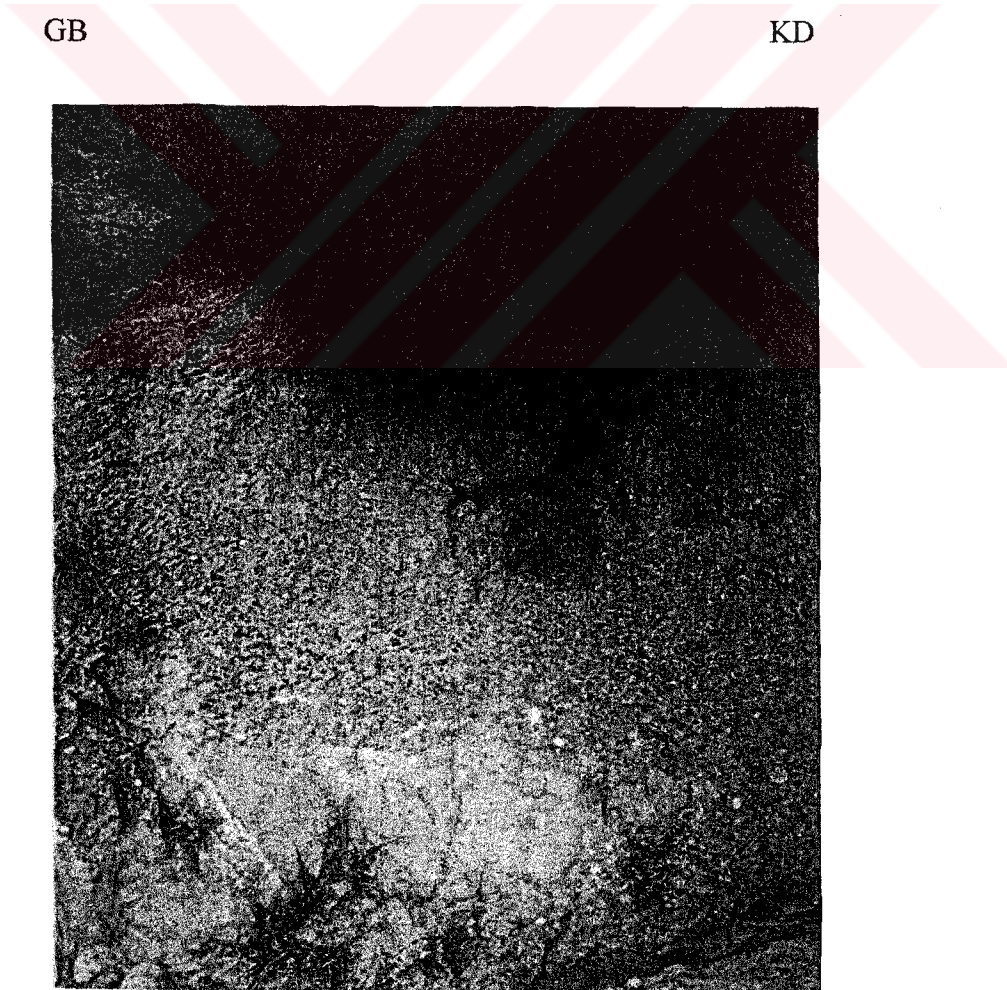
Birim, Gemlik güneyinde Geç Miyosen'de gelişmiş glcel havzada gl çökelleri olarak oluşmuştur. zerine gelen diğer üyeler ile düşey ve yanal geçişle rtlmştir.



### 2.3.1.2.1.1.1.2. Ovaakça üyesi (Tgdo)

Beyaz, krem, gri, sarımsı kahve renkli olan birim, kiltası, kumtaşı ve çakıltaşından oluşmaktadır (Şekil 2.16). Birim, Ovaakça Beldesi ve civarında tipik olarak görüldüğünden tarafımızdan Ovaakça üyesi olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanının güneydoğusunda H22 a2, a3 ve a4 paftalarında yaklaşık 55 km<sup>2</sup>'lik alanı kaplamaktadır. H22 a2 paftasında Adliye Köyü kuzeyinde Gülfındık Sırtı'nda, H22 a3 paftasında Selçukgazi Köyü'nün kuzeydoğusundan Muratoba Köyü'nün güneyinde Sıradikmeler Tepe'sine kadar devam etmektedir. H22 a4 paftasında Çağlayan Köyü, Ovaakça Beldesi civarında Yalova – Bursa yolunun her iki tarafında, Karabalçık Köyü civarında oldukça geniş yayılıma sahiptir.



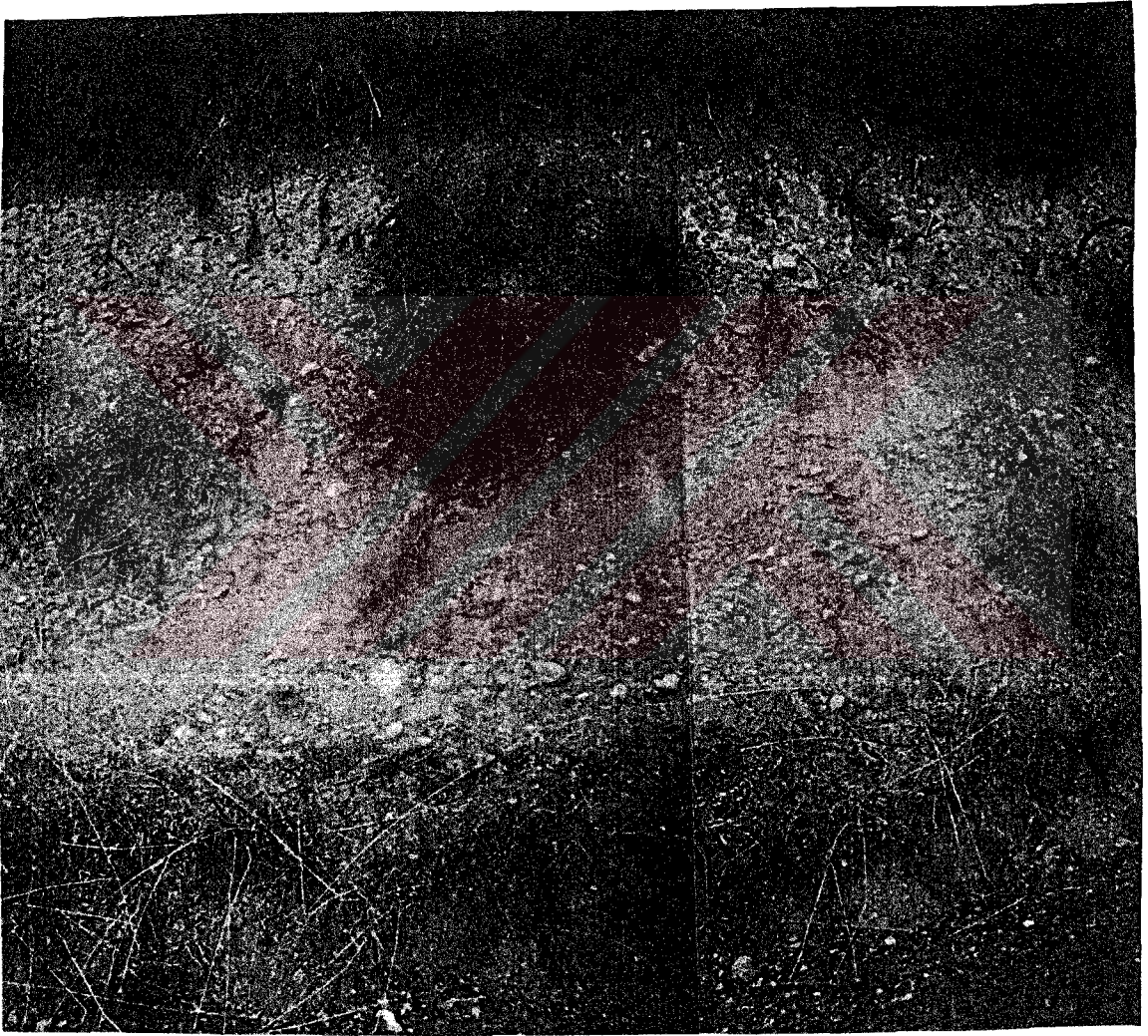
Şekil 2.16. Çağlayan Köyü güneybatısında Ovaakça üyesi'ne ait görünüm.



Ovaakça üyesi, çakıltası – kumtaşı – kıltaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Çakıltası, sarımsı kahve ve kahve renkli, ince – orta taneli, gevşek tutturulmuştur. Çakıltası, yer yer kumtaşı içinde mercek ve kamalanma gösterir. İstifin alt kesimlerinde çakıltaları daha iri tanelidir. Gündoğdu Köyü güneybatısında birim içinde 15 cm. çapında çakıllar mevcuttur (Şekil 2.17).

G

K

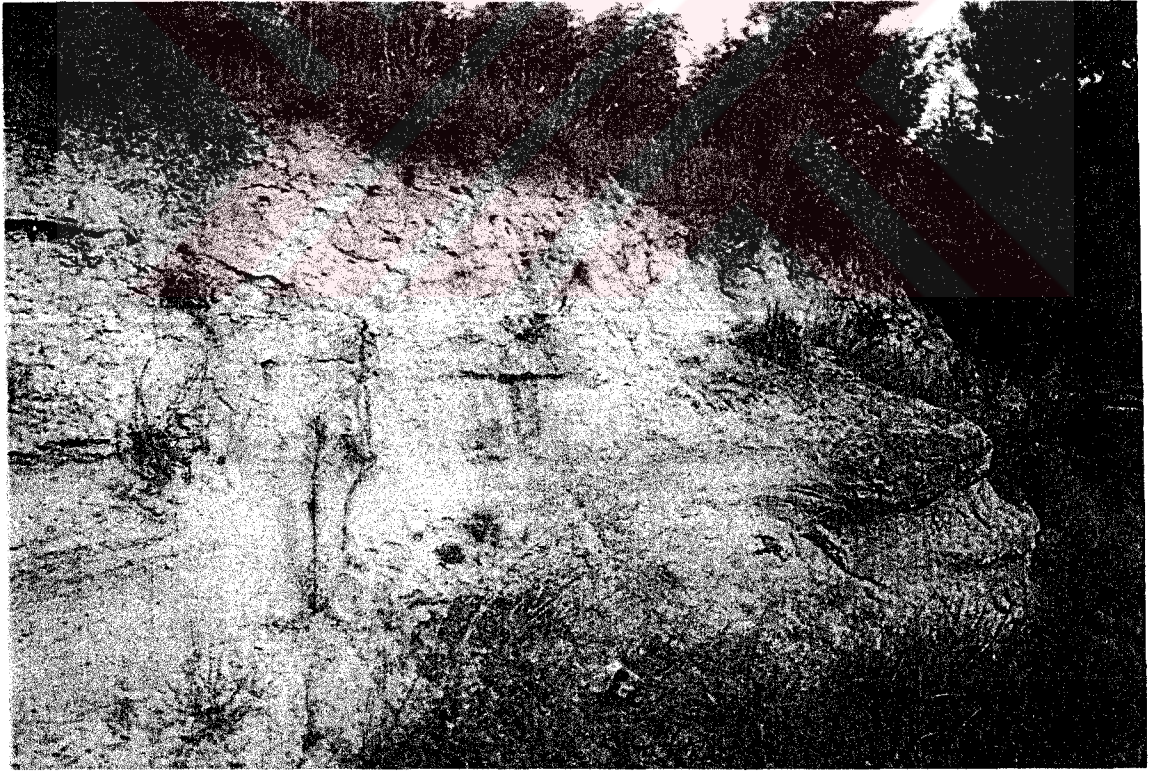


Şekil 2.17. Gündoğdu Köyü güneydoğusunda Ovaakça üyesi'nin alt seviyelerindeki kumtaşı – çakıltası ardalanımı.

Çakıllar çoğunlukla köşeli – yarı köşelidir. İyi tutturulmuş çakıltaşları istif içinde çıkıntılar oluşturmaktadır (Şekil 2.18). Çakıltaşının matrisi kum, silt ve karbonattır. Kumtaşı, beyaz ve sarımsı renklerde, ince – kaba taneli, orta – gevşek tutturulmuştur. Kumtaşı içinde eli boyayan, düzensiz ve seyrek dağılmış karbonat klastları mevcuttur (Şekil 2.19). Kıltaşı sarımsı beyaz, yeşilimsi gri ve gri renklerde, ince tabakalar halinde birimin üst kesimlerine doğru kumtaşı ile ardalanmalıdır. (Şekil 2.20). Birimi oluşturan taneler kireçtaşı, kuvars, mermer ve çört kökenlidir. Tabaka kalınlıkları 30 – 50 cm. arasında değişmektedir. Tabakalar yatay ve yataya yakın eğimlidir. H22 a2 paftasında Adliye Köyü kuzeyinde Gülfındık Sırtı'nda K 60° D, 27° GD konumundadır. Çağlayan Köyü güneyinde kumtaşı içinde 15 – 20 cm. kalınlığında çapraz tabakalanma gözlenmiştir.

GB

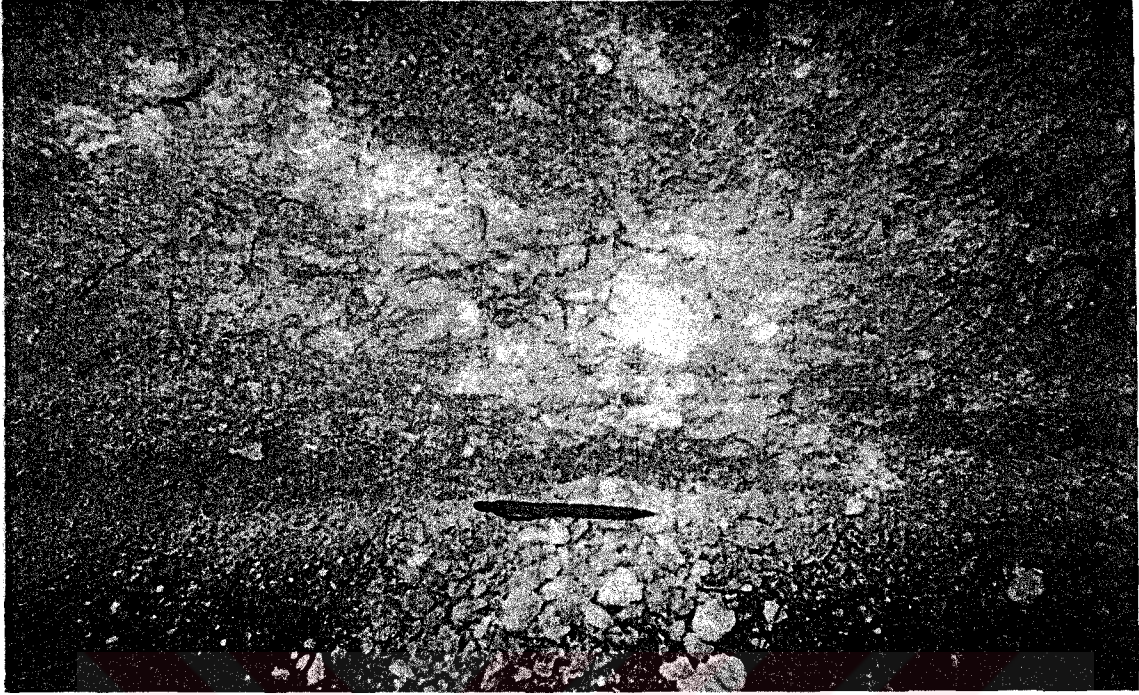
KD



Şekil 2.18. Çağlayan Köyü güneybatısında Ovaakça üyesi içindeki çakıltaşı blokları.

GB

KD



Şekil 2.19. Çağlayan Köyü civarında Ovaakça üyesi'ne ait kumtaşı içindeki karbonat klastları

KB

GD



Şekil 2.20. Ovaakça güneyinde kumtaşı içindeki kil seviyeleri.

Ovaakça üyesi ile Selçukgazi üyesi'nin dokanağı çalışma alanının güneydoğusunda Selçukgazi Köyü'nün batısındaki yol yarmasında görülmektedir. Ovaakça üyesi Selçukgazi üyesi üzerine yanal ve düşey geçişle gelmektedir (Bkz. Şekil 2.14, 2.15). Üzerine uyumlu olarak Şehitlik Tepe üyesi gelmektedir. İstifin kalınlığı 150 – 200 m. arasında değişmektedir.

Tarafımızdan birim içinde seyrek olarak *Ostrea sp.* fosili bulunmuştur. Birime, çalışma alanının batısında H21 b3 paftasında benzer özellikteki birimde yapılan çalışmalarda elde edilen *Pelecypoda sp.* ve *Planorbis sp.* fosillerine dayanarak Sickenberg (1975), Emre ve diğ. (1998) Üst Miyosen yaşını vermişlerdir.

Birim içinde bulunan *Ostrea sp.*, *Pelecypoda sp.* ve *Planorbis sp.* fosilleri tatlı sulu göl ortamını yansıtmaktadır.

### 2.3.1.2.1.1.2. Alt Pliyosen

#### 2.3.1.2.1.1.2.1. Şehitlik tepe üyesi (Tgds)

Başlıca, beyaz, krem renkli marndan oluşan birim H22 a4 paftasında Gündoğu Köyü'nün güneydoğusunda Şehitlik Tepe'de tipik olarak görüldüğünden tarafımızdan Şehitlik Tepe üyesi olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.21).

Üye, çalışma alanında Neojen birimlerinin bulunduğu sahada yüksek morfolojilerde görülmektedir. Birim çalışma alanının güneybatısında H22 a4 paftasında Gündoğu Köyü'nde, Gündoğu Köyü'nün doğusunda Şehitlik Tepe'de, Karabalçık Köyü'nün kuzeydoğusunda ve H22 a3 paftasında Selçukgazi Köyü'nün doğusunda Horoz Tepe'de tipik olarak görülmektedir.

Birim beyaz ve krem renkli, yer yer sparitik ve mikritik dokulu marndan oluşmaktadır. Tabakalar yatay ve yataya yakın duruşlu, ince – orta kalınlıktadır. Marnlar arasında yer yer laminalar halinde kil düzeyleri mevcuttur. Birim içinde 7 – 10 cm. kalınlıkta çört bantları görülmektedir. Birim Horoz Tepe civarında blok şeklindedir.

Birim, formasyonun en üst üyesi olup alttaki Ovaakça üyesi üzerinde yanal ve düşey geçişle bulunmaktadır. Şehitlik Tepe üyesi'nin kalınlığı Gündoğu Köyü civarında 15 – 20 m. kadardır.

Birim içinde tarafımızdan fosil bulunamamıştır. Çalışma alanının batısında H21 paftasında Mudanya – Karacabey arasında kalan bölgedeki benzer karbonatlar için önceki çalışmalarda (Şahbaz ve diğ. 1998) Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşı verilmiştir. Birimin sığ göl ortamında çökeldiği düşünülmektedir.

B

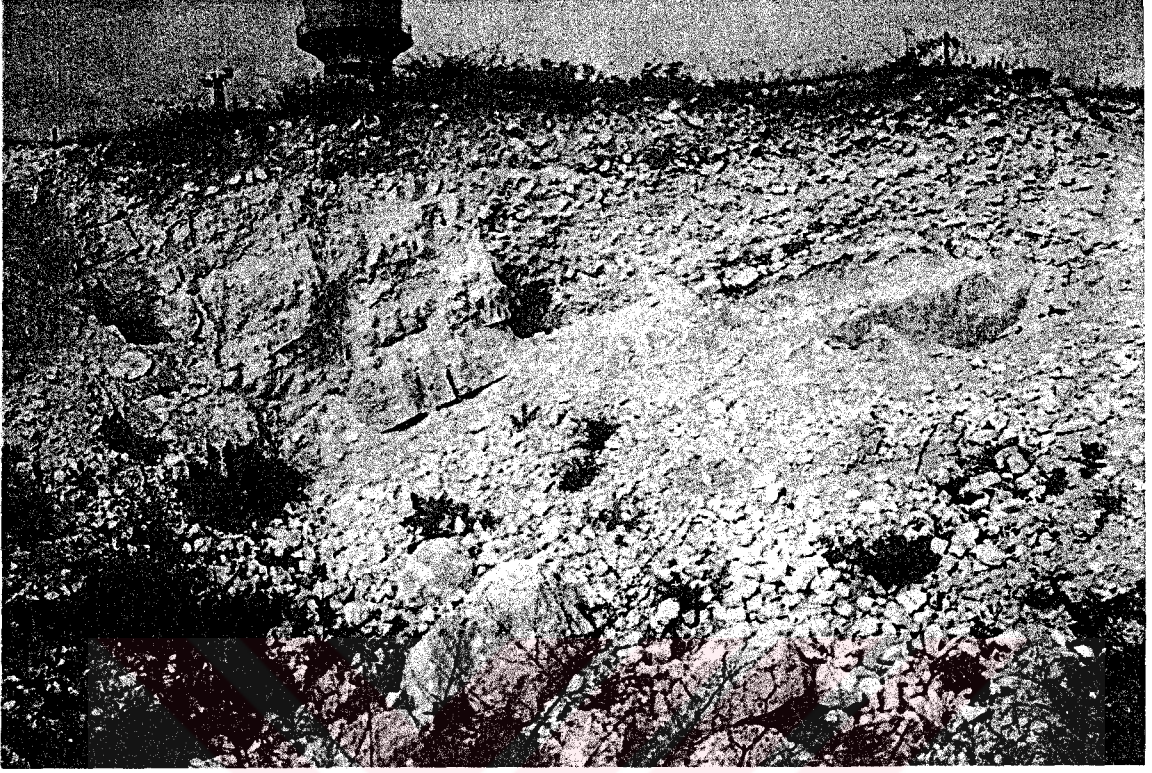
D



Şekil 2.21. Gündoğdu Köyü batısında Şehitlik tepe üyesi'ne ait görünüm.

B

D



Şekil 2.22. Gündoğdu Köyü doğusunda Şehitlik tepe üyesine ait görünüm.

## 2.3.2. Kuvaterner

### 2.3.2.1. Alüvyon (Qal)

Çalışma alanında en genç birim geniş yayılım gösteren, tutturulmamış çakıl, kum, silt ve kilden oluşan alüvyondur. Başlıca alüvyon alanları Gemlik Körfezi'nin doğusundaki Gemlik Ovası, güneydoğusundaki Engürü Ovası, kuzeyindeki Küçükkuşla ve Büyükkuşla arasındaki ovadır. Çalışma alanının güneyinde Çağlayan ve Ovaakça civarında ve irili ufaklı birkaç vadide çökelmiştir Gemlik Ovası Karsak Deresi ve çevre yamaçlardan gelen malzeme ile, Engürü Ovası Koca Dere, Karsak Deresi ve irili ufaklı derelerin taşıdığı çökellerle oluşmuştur.

Engürü Ovası'nda DSI'nin açtığı sondajda 180 m. derinliğe inilmiş ve alüvyonun kumlu, çakıllı, killi, siltli serileri 60 m. ye kadar devam etmiştir. Ovanın deniz tarafında alüvyon daha kalın, doğu kısımlarında daha incedir. Gemlik Ovası'nda alüvyon iri malzemelidir. Denize doğru malzeme incelik. Tabanda Paleozoyik şistler bulunmaktadır. Alüvyon kalınlığı 115 m. kadardır.



### BÖLÜM 3.

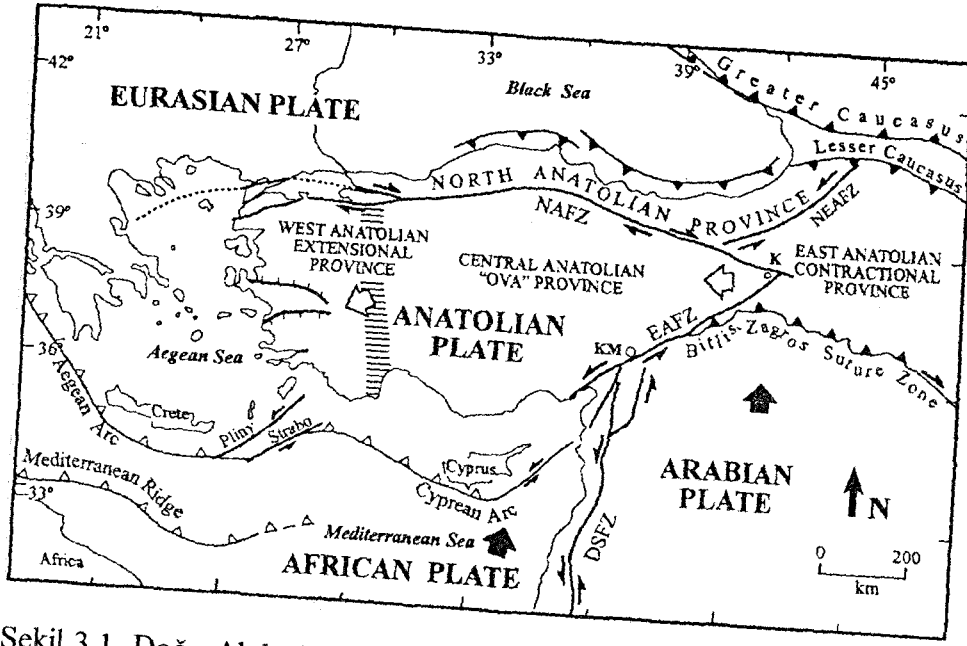
#### YAPISAL JEOLojİ

Bu bölümde önce bölgesel ölçekte yapısal özellikler daha sonra inceleme alanının yapısal özellikleri tanıtılacaktır.

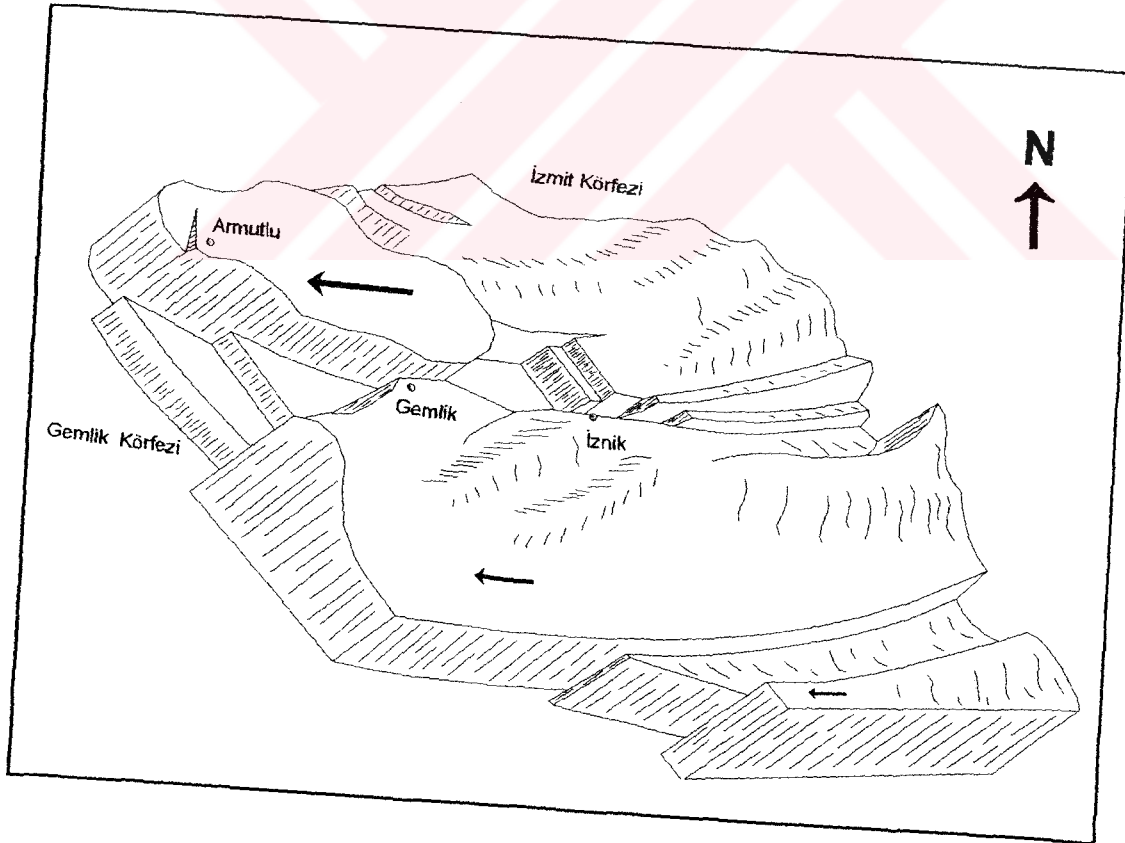
Afrika ve Arap Levhaları kuzeye doğru sırasıyla  $\sim 10$  mm/yıl ve  $\sim 20$  mm / yıl hızlarıyla hareket etmektedir (McKenzi ve diğ. 1970). Bunun sonucu olarak Doğu Anadolu'da sıkışma gerçekleşmekte, bu sıkışma sonucunda da Anadolu Bloğu, kuzeyde sağ – yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve güneyde sol – yanal atımlı Doğu Anadolu Fayı (DAF) boyunca batıya doğru kaçışını sürdürmektedir (Ketin 1969, Şengör 1979, Barka ve Kadinsky – Cade 1988) (Şekil 3.1). İki levhannın hareketindeki hız farklılığı ( $\sim 10$  mm/yıl) sol yanal atımlı Ölü Deniz Fayı tarafından karşılanmaktadır (McKenzie ve diğ. 1970).

Marmara Denizi ve çevresinin coğrafyası Pliyosen'de Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın bölgede ortaya çıkışı ile şekillenmeye başlamış, bölge KAF'nın etkisiyle batıya doğru sıkışmış ve K – G doğrultulu bindirmeler ve D – B doğrultulu normal faylarla K – G yönünde açılmaya başlamıştır (Şekil 3.1). Başka bir deyişle bölge D – B sıkışmış K – G gerilme ile karşılaşmıştır (Şengör ve diğ. 1979, 1985).

Çalışma alanı ve civarında büyük ölçekli hareketler ile masifler yükselmiş, yapısal doğrultular, kırılmalar ve kıvrımlanmalar gerçekleşmiştir. Yersel küçük faylar ile büyük ölçekli olayların etkisiyle gelişmiş olan faylar özellikle genç birimlerin depolanmasını kontrol etmiş ve günümüzdeki ovaların oluşumunu sağlamıştır (Şekil 3.2).



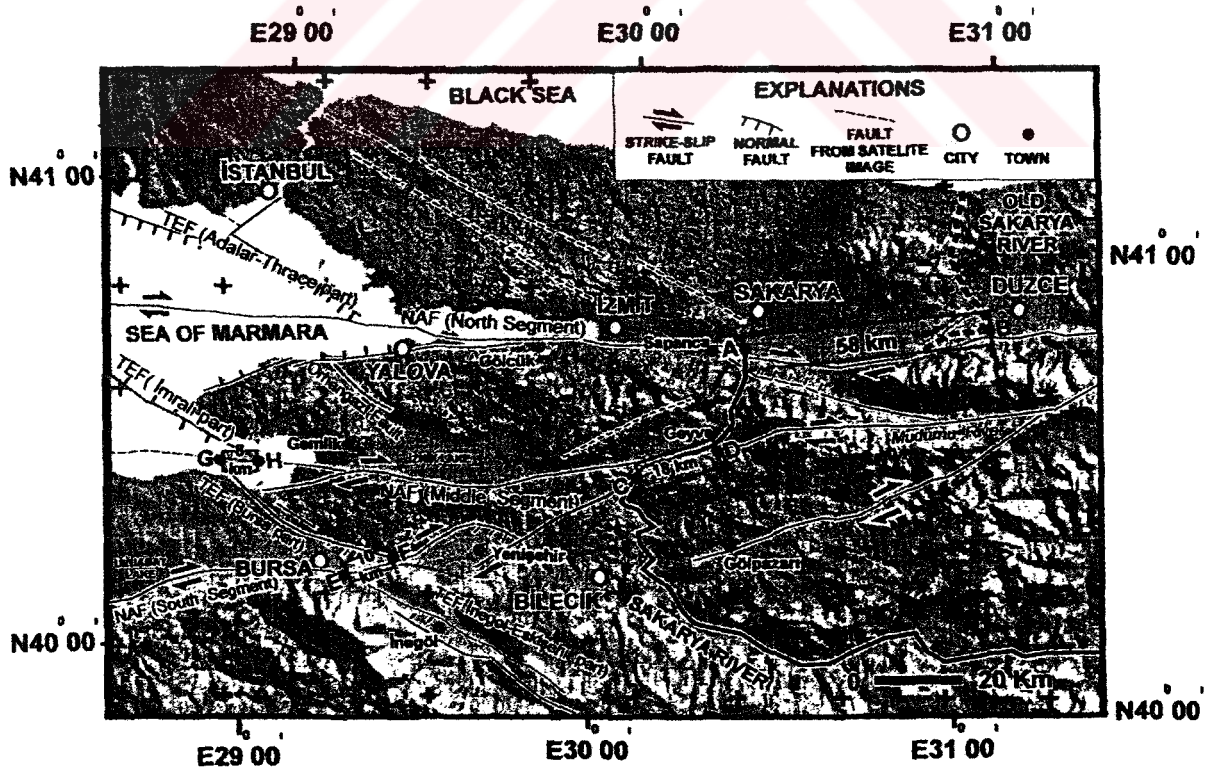
Şekil 3.1. Doğu Akdeniz Bölgesi ve Türkiye'nin tektonik haritası (Şengör 1987, Barka ve Kadinsky Cade 1988).



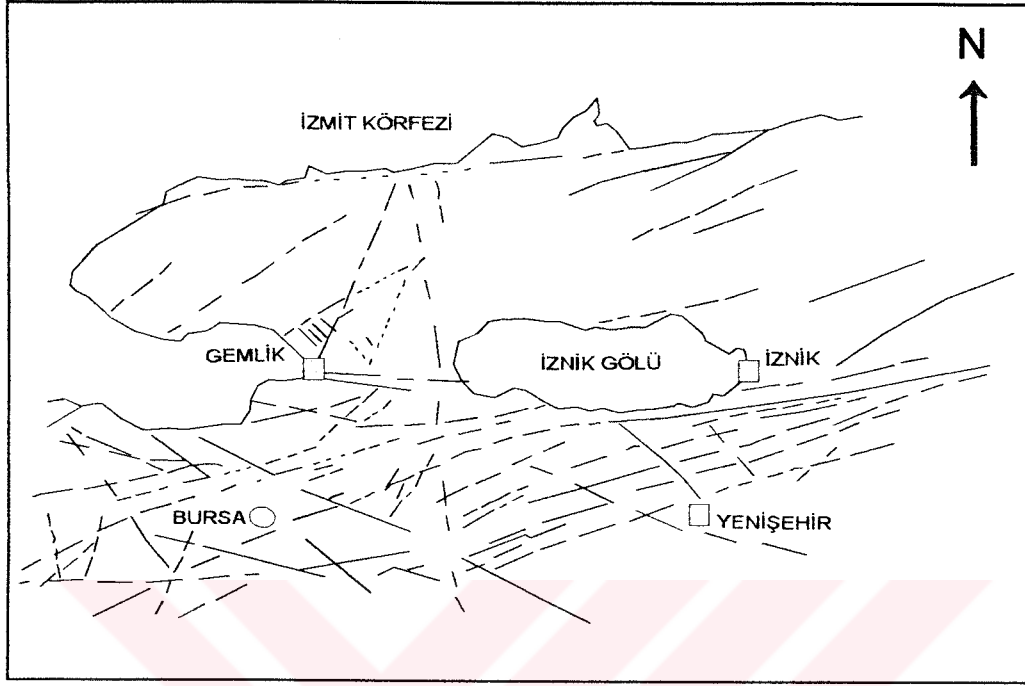
Şekil 3.2. Armutlu Yarımadası'nın tektonik gelişimini gösteren blok diyagram (Barka 1993'den değiştirilerek alınmıştır).

KAF' nin orta kolu Pamukova, Mekece'den sonra İznik Gölü'nün ve Orhangazi Ovası'nın güney sınırından geçerek Gemlik Ovası'nın ve Gemlik Körfezi'nin kuzey ve güney sınırını oluşturur (Şekil 3.3).

Emre ve diğ. (1997)'ye göre Marmara Denizi ve güneyinin morfotektonik çatısında iki ana doğrultu egemendir. Deniz tabanı rölyefi ve kıyı kuşağının fizyolojik yapısı D – B yönlü uzanımlardan oluşur. Bu hattın batısında deniz tabanı ve çevresindeki kara üzerindeki uzanımlar KD – GB yönündedir. Denizi doğu ve güneyden çevreleyen kara alanları da benzer morfoloji oluşturmaktadır. Bandırma – Geyve hattının kuzeyinde kara yapısı Marmara Denizi'nin D – B yönlü taban rölyefinin devamı şeklinde, güneyde yer alan Yenişehir – Biga arasındaki havza şeklindeki uzanımlar farklı doğrultulardadır (Şekil 3.4). Bölgenin son jeomorfolojik durumu neotektonik dönem tektonizması ile oluşmuştur (Emre ve diğ. 1997). Bu tektonizma ile gelişen faylar aktif ve inaktif olmak üzere iki çeşittir. Aktif faylar D – B ve KD – GB doğrultuludur. Günümüz uzanımları aktif faylarla aynı doğrultudadır. Normal fay olan Bursa Fayı dışındaki faylar doğrultu atımlı veya doğrultu atım bileşenlidir.



Şekil 3.3. Doğu Marmara Bölgesi'nin morfotektonik haritası (Yaltırak 2002).



Şekil 3.4. İnceleme alanı ve dolayının uzay fotoğrafından çıkarılmış kırık, çizgisellik haritası. Genç (1986)'dan değiştirilerek alınmıştır.

**3.1. Tabakalar :** İzmit metamorfik topluluğu'na ait birimlerde tabakalanma gözlenmemiştir. Avdancık formasyonu belirgin ince – orta – kalın tabakalıdır. Birimdeki egemen tabakalanma D – B,  $30^{\circ} - 50^{\circ}$  K'dir. Bilecik kireçtaşı orta – kalın tabakalıdır. Birimde tabakalanma K  $35^{\circ}$  D,  $17^{\circ}$  GD'dur. Eğerce formasyonu orta – kalın tabakalı, tabakalanması K  $50^{\circ}$  D,  $36^{\circ}$  GD'dur. Güneytepe formasyonu orta – kalın tabakalı, birimde tabakalanma K  $40^{\circ}$  D,  $30^{\circ}$  KB'dır. Dürdane formasyonu'nda orta ve kalın tabakalarda egemen tabakalanma D – B,  $25^{\circ} - 65^{\circ}$  K'dir. Katırlı formasyonu'nda tabakalar ince – orta – kalın kalınlıklarda ve K  $16^{\circ} - 73^{\circ}$  D,  $25^{\circ} - 76^{\circ}$  KB duruşludur. Kurbandağı formasyonu belirgin ince – orta tabakalıdır. Birimde baskın tabakalanma K  $33^{\circ} - 76^{\circ}$  B,  $11^{\circ} - 67^{\circ}$  KD'dur. Gündoğdu formasyonu'nun tabanında yer alan Selçukgazi üyesi, Selçukgazi civarında belirsiz tabakalıdır. Tavşantepe'de üyenin üst seviyelerini işaret eden kesimlerde ince – orta – kalın tabakalarda hakim olan tabakalanma K  $45^{\circ}$  D,  $40^{\circ}$  KB'dır. Ovaakça üyesinde

tabakalanma, Karabalçık Köyü ile Muratoba Köyü'nün güneyindeki Sıradikmeler Tepe arasında yatay ve K 35° – 60° B, 7° – 10° KD, Çağlayan Köyü ve Ovaakça Belde'si civarında ise yatay ve K 20° – 69° B, 25° – 40° GB'dir. Şehitlik Tepe üyesi Şehitlik Tepe'de ve Horoz Tepe'de yatay ve yataya yakın duruşlu, laminalı, ince – orta tabakalıdır. Gündoğdu Köyü civarında KD – GB doğrultulu, 19° KB eğimlidir. Gündoğdu Köyü'nün GD'sunda K 30° D doğrultu ve 19° KB eğim belirlenmiştir. Karabalçık Köyü'nün KD'sunda K 57° B doğrultu ve 7° KD eğimlidir.

**3.2. Kıvrımlar :** İnceleme alanındaki kıvrımlar yaşlıdan gence ve kuzeyden güneye doğru sırasıyla şöyledir:

Çalışma alanının kuzeyinde, sahadaki temel birimi oluşturan İznik metamorfik topluluğu içindeki şistler sık kıvrımlıdır. Şistlerdeki bu kıvrımlar Altınlı (1943), Akartuna (1968), tarafından Hersiniyen öncesi hareketlerle ilişkilendirilmiştir.

Kurbandağı formasyonu'nda Engürücük ile Umurbey'in doğusundaki Güney Tepe arasında KD – GB eksenli senklinal gözlenmektedir. Açık, asimetrik kıvrımın boyu yaklaşık 6 km.'dir.

Gündoğdu formasyonu çoğunlukla yatay, bazı alanlarda farklı kıvrımlanmalar göstermektedir. Tavşan Tepe'de Selçukgazi üyesi içindeki KD – GB eksenli asimetrik antiklinal ve senklinalin kanatları 40° KB, 25° GD eğimlidir. Ovaakça üyesi içinde Çağlayan civarında KB – GD eksenli asimetrik senklinalin kuzeydoğu kanadı 20°, güneybatı kanadı 45° eğimle durmaktadır. Şehitlik Tepe üyesi içinde kıvrımlanma gözlenmemiştir.

**3.3. Diskordanslar :** Çalışma alanında, Triyas yaşlı Karakaya grubu Paleozoyik yaşlı İznik metamorfik topluluğu üzerinde tektonik dolanaklı olarak bulunmaktadır. Bu birimlerin çalışma alanı içinde dokanakları görülmemektedir. Karakaya grubu'na ait Alt – Orta Triyas yaşlı Abadiye formasyonu ile üzerine gelen Jura – Kretase yaşlı Bilecik kireçtaşı arasında yaşlarına göre uyumsuzluk belirlenmiştir. Uyumsuzlukları, çalışma alanının dışında yapılan önceki çalışmalara göre belirlenmiştir.

Paleosen yaşlı Güneytepe formasyonu ile Gemlik grubuna ait olan Çanakpınar bazaltı arasında ve Alt – Orta Eosen yaşlı Kurbandağı formasyonu ile Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Gündoğdu formasyonu arasında açılı uyumsuzluk vardır.

**3.4. Faylar :** İnceleme alanında farklı yönde ve karakterde faylar yer alsa da bunlar arasında D – B yönlü oblik faylar egemendir. Bu bölümde inceleme alanındaki faylar kuzeyden güneye doğru tanıtılacaktır.

Gemlik ilçesinin kuzeyinde Gemlik Körfezi'nden Çakal T.'ye doğru uzanan, dere yataklarında sol atım oluşturmuş olan, sol yönlü doğrultu atımlı bir fay tespit edilmiştir.

Gemlik İlçesi'nin içinden Gemlik Ovası'nın güneyinde alüvyon ile Kurbandağı formasyonu arasından yaklaşık D – B doğrultulu sağ yanal atımlı bir fay geçmektedir. Bu fay KAFZ'nun orta kolu'na ait olduğu düşünülen Gemlik Fayı'dır. KAFZ'nun İznik Gölü ile Gemlik Körfezi arasındaki bölümü yaklaşık 40 km.'dir. Bu fayın D ve B devamı su altındadır. Gemlik'te günümüzdeki hızlı ve yaygın yapılaşmadan dolayı fayın düzlemi belirgin izlenemez. Gemlik güneyinde fay iki kola ayrılır (Şekil 3.5, 3.6). Kuzey kol deniz içinde batıya devam ederken, güney kol kıyı çizgisini izleyerek Tuzla Burnu'na doğru uzanır. Gemlik Fayı'nın lokasyonu, uzanımı ve geometrisi konusunda var olan günümüz verileri fayın lokasyonu ve aktivitesini belirlemede yetersiz kalmaktadır.

Ovanın körfeze birleştiği noktadan itibaren Gemsaz'a doğru olan, Gemlik Körfezi'nin güneyinde kalan alanda denize doğru basamak faylar topografyadan kolaylıkla izlenmektedir. Gemsaz Ovası'nda görülen küçük adacık şeklindeki tepelerin kuzey taraflarında normal faylanma görülmektedir. Fayın kuzeyindeki blok denize doğru düşmüştür.

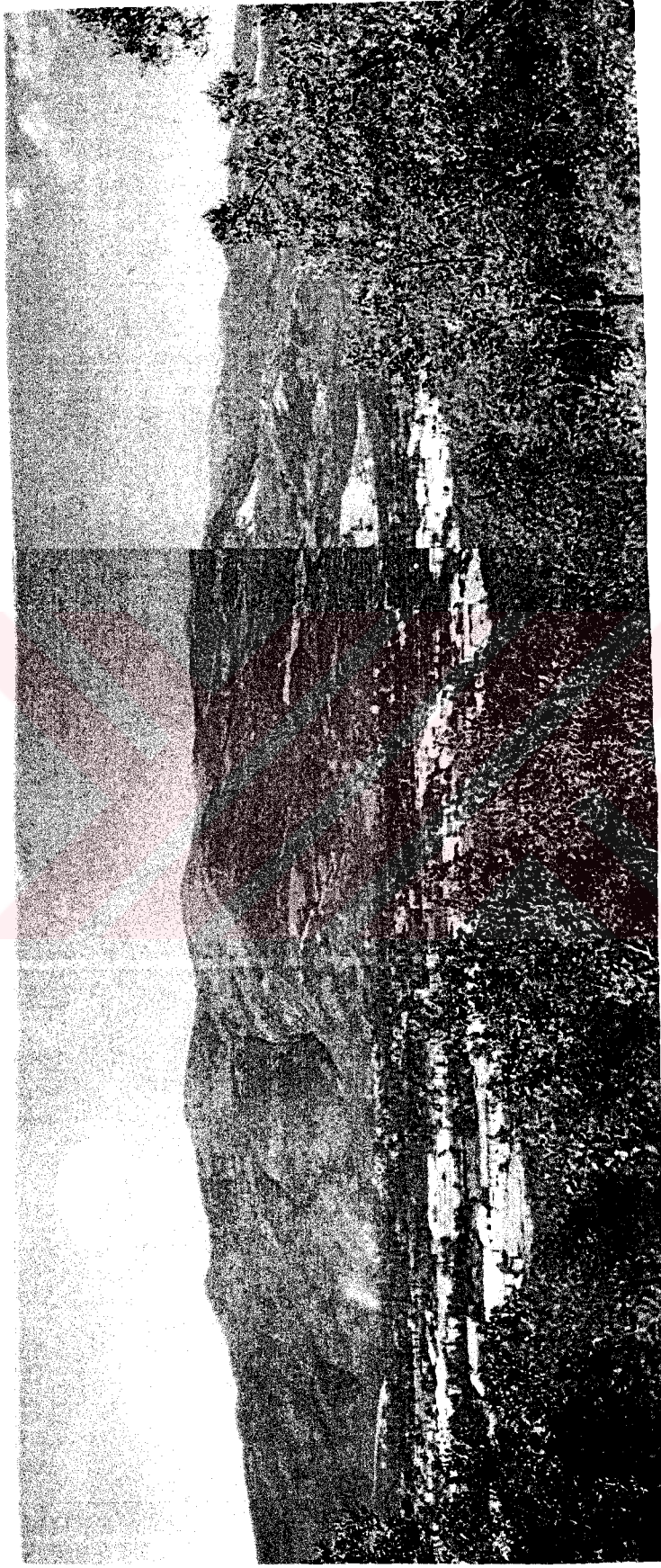
İnceleme alanındaki ikinci önemli fay Gençali Fayı'dır. Oblik karakterli olan Gençali Fayı Gemlik Fayı'na hemen hemen paralel, DKD gidişlidir (Şekil 3.7). Gençali Fayı, doğuda çalışma alanı dışında Sölöz batısından başlar, Gemiç ve Karsak'ın kuzeyinden geçerek batıya doğru devam eder. Çalışma alanı içinde H22 a2 paftasında Umurbey'in

güneydoğusunda bulunan Güney Tepe'den itibaren KD – GB doğrultulu olarak devam eder ve Günfindık Sırtı'nın kuzeyine ulaşır. H22 a1 paftasında Engürücük batısındaki alüvyonun sınırından ve Gençali Köyü'nün kuzeyinden geçerek Dürdane formasyonu ile alüvyon arasındaki sınırı oluşturur, Gemlik Körfezi güneyinde Kurşunlu'ya ulaşır ve batıya doğru devam eder. Kurşunlu'da bulunan sıcak su kaynakları fayın aktif olduğuna işarettir. Gençali Fayı'na güneyde paralel olan fayların daha düşük aktivite göstermesinin işareti, kırık zonlarının yamaç döküntüleri ile hemen hemen örtülmüş olmasıdır.

Çalışma alanının güney batısında bulunan Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşlı Gündoğdu Formasyonu'nun kuzey sınırını belirleyen fay Dürdane Fayı'dır. Fay sağ yönlü doğrultu atımlı bir faydır.



D



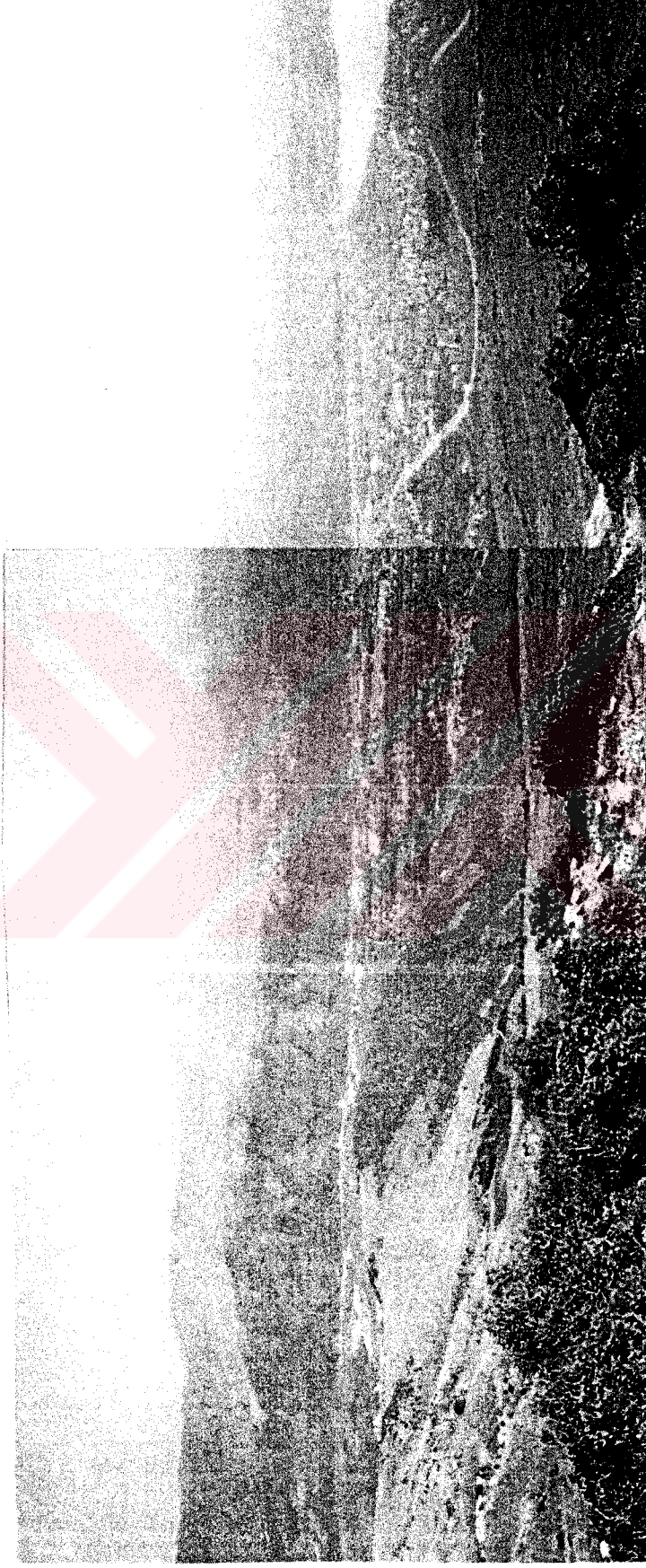
B

Şekil 3.5. KAF'ın orta kolunun Gemlik Körfezi kuzeyindeki durumu.



B

D



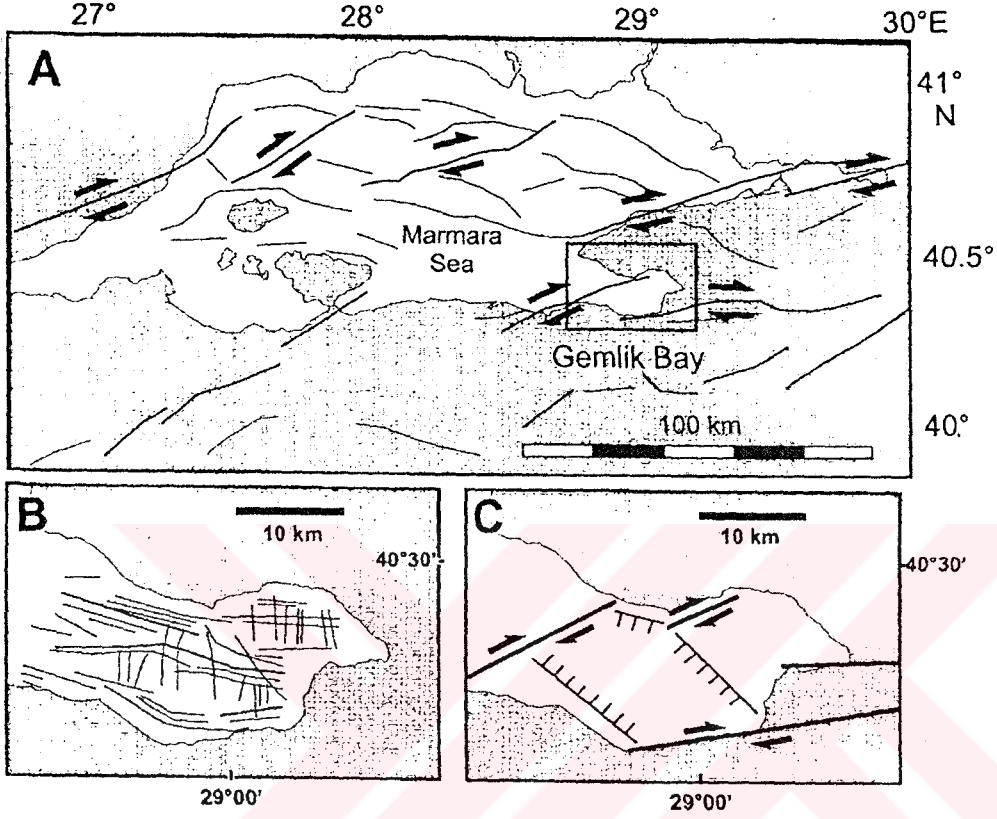
Şekil 3.6. KAF'ın orta kolunun Gemlik Körfezi güneyinde durumu.



Şekil 3.7. Gemlik Körfezi'nin güneyinde Gençali Fayı.

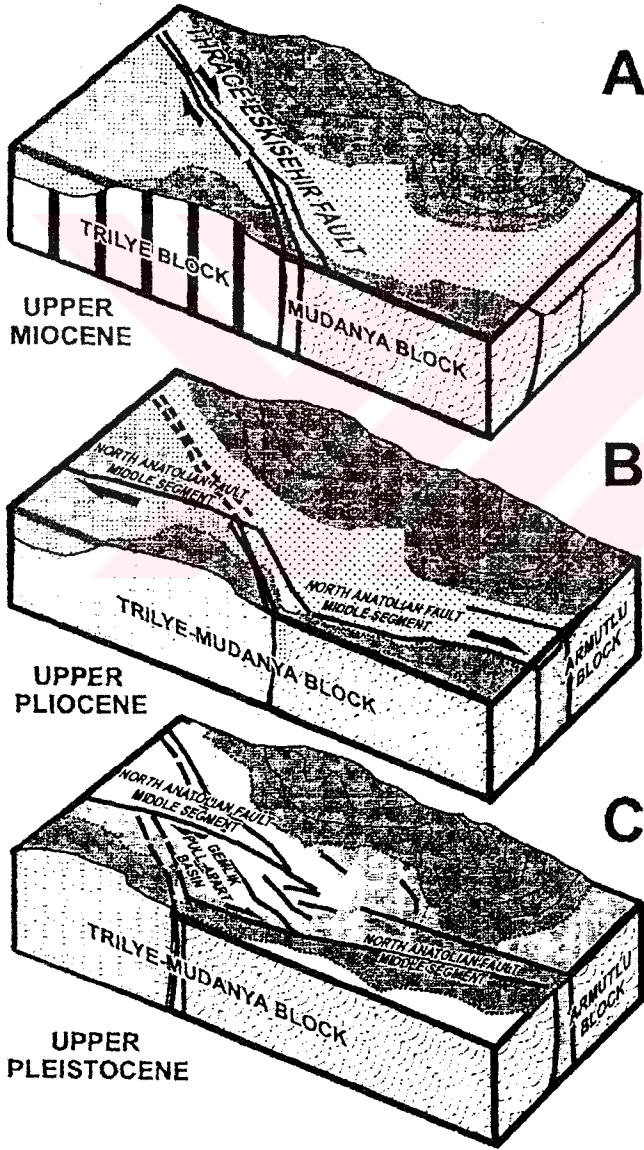
Son yıllarda yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalarda Gemlik körfezi'nin oluşumu hakkında değişik görüşler öne sürülmüştür. Gemlik ile Bandırma arasında deniz tabanında morfolojik bir oluk gözlenmiş ve körfezde yapılan araştırmalarda farklı yönlerde faylar tanımlanmıştır (Kurtuluş 1985, Barka ve Kadınsy – Cade 1988, Tsukuda ve diğ. 1988, Barka 1992) (Şekil 3.8).

Gemlik Körfezi'nin bugünkü şeklini almasında Gençali Fayı'nın, Gemlik Fayı'nın ve Trakya – Eskişehir Fayı (TEF)'nin etkisi olmuştur (Yaltırak 2000). Yaltırak ve Alpar (2002) Gemlik Körfezi'nin D – B uzanan KAFZ'nun ve KB – GD uzanan TEF'mi kesmesiyle oluşan çek – ayır havza olarak yorumlamışlardır. Gemlik Havzası içinde olan deniz altındaki elips biçimli KB – GD yönlü çukur tektonik aktivitenin en yoğun olduğu alandır (Yaltırak 2000).



Şekil 3.8. Marmara Denizi ve Gemlik Körfezi'ndeki pull apart havzalar (Kurtuluş 1985, Barka ve Kadisky Cade 1988, Barka 1992)

Alpar (2000) Gemlik Körfezi'nin D – B yönlü fayların denetiminde olan çek – ayır havza olduğunu ancak bu yapı içindeki KB doğrultulu normal fayların çek – ayır havzanın yarattığı faylar olmadığını KAFZ'ndan önce bölgede var olan TEF'nin KAFZ tarafından tekrar aktifleştirilen parçaları olduğunu belirtmiştir ( Şekil 3.9, 4.1).



Şekil 3.9. Gemlik Körfezi' nin Pliyo – Kuvaterner' deki tektonik gelişimi (Yaltrak ve Alpar 2002)

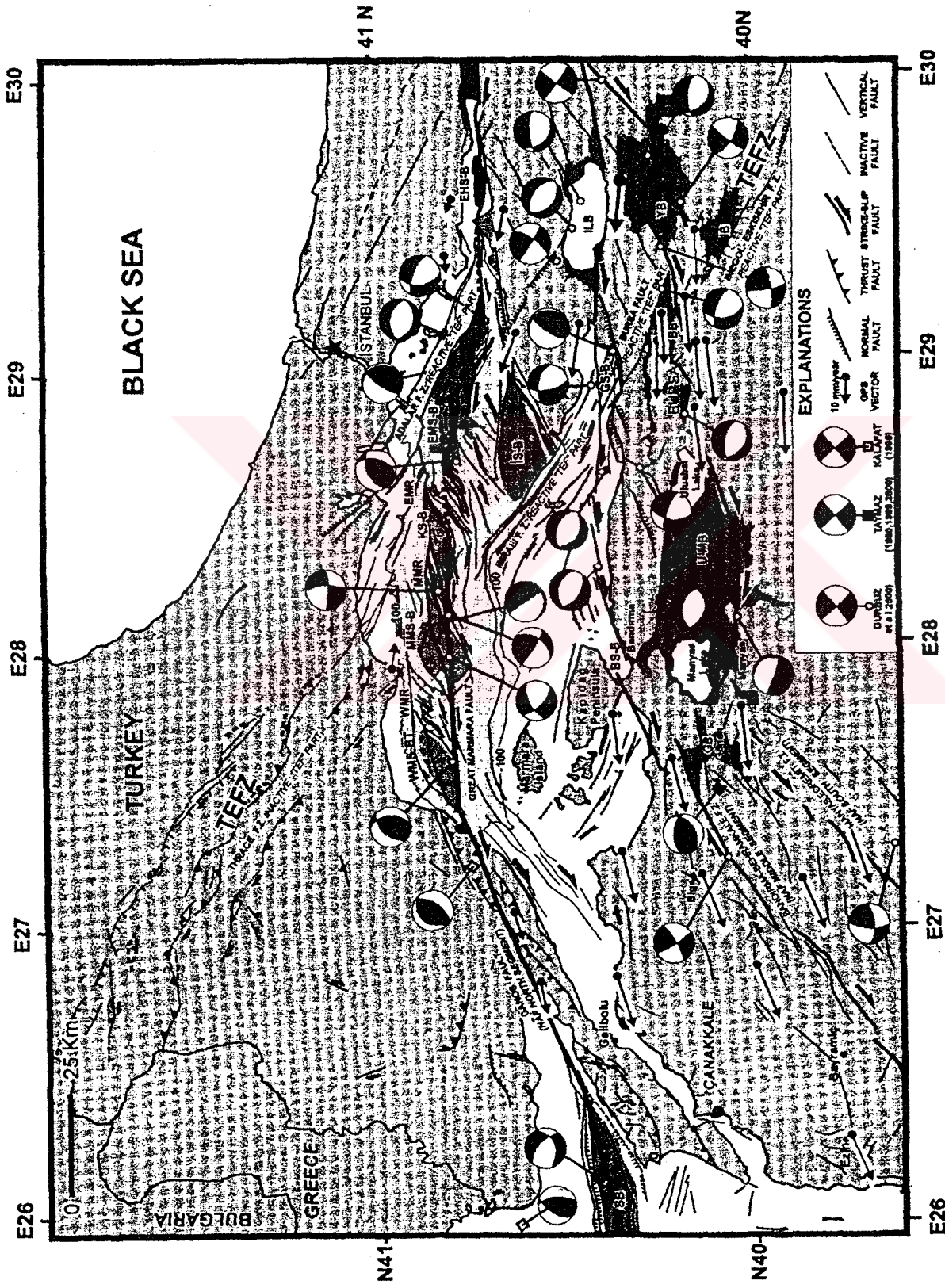
## **BÖLÜM 4.**

### **DEPREMSELLİK**

Marmara Bölgesi Türkiye'nin genç tektonik hareketlerinin egemen olduğu bir bölgedir. 1997 yılında Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi tarafından yeniden düzenlenen Türkiye Sismik Risk Haritasına göre, Marmara Bölgesi deprem riski açısından önemli ölçüde I. ve II. derecede riskli alanları içermektedir.

Marmara bölgesindeki sismik aktiviteye neden olan fay kuşakları Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nda yer almaktadır (Şekil 4.1). Marmara Bölgesi, D – B doğrultulu sağ yönlü bir atım hareketi ile KKD – GGB doğrultulu bir genişleme rejimi altında jeolojik ve tektonik evrimini sürdürmektedir. Bölgedeki bu tektonizma nedeniyle genelde çek – ayır türünde havzalar gelişmiştir (Barka ve Kadisky – Cade 1988). Marmara Bölgesi'nde çok sayıda D – B doğrultulu çöküntü havzası (Gemlik, İzmit, Yenişehir, Bursa, İzmit, Saros) vardır ve bu havzalar yaklaşık D – B doğrultulu kırıklarla denetlenmektedir. Marmara Bölgesi'ndeki deprem aktivitesine neden olan bu kırık sistemlerinin günümüzde de etkinliğini sürdürdüğü bilinmektedir. Güney Marmara kentlerini etkileyecek depremler bu kırık kuşakları boyunca oluşacaktır.

Zürich Teknoloji Enstitüsü (ETH)'nden bir ekibin yaptığı Marmara Denizi çevresindeki GPS sonuçlarına göre Marmara Bölgesi'nin güneyinde kalan bölge Trakya'ya göre her yıl 2 cm. batıya kaymaktadır (Straub ve Kahle 1995). Buna göre Bursa her yıl İstanbul'a göre 2 cm. batıya doğru hareket etmektedir. Bu sonuç Avrasya ve Anadolu Levhaları'nın birbirlerine göre hareketini göstermektedir.



Şekil 4.1. KAF' in Marmara Bölgesi' ndeki kollarının durumu (Yaltrak 2002).

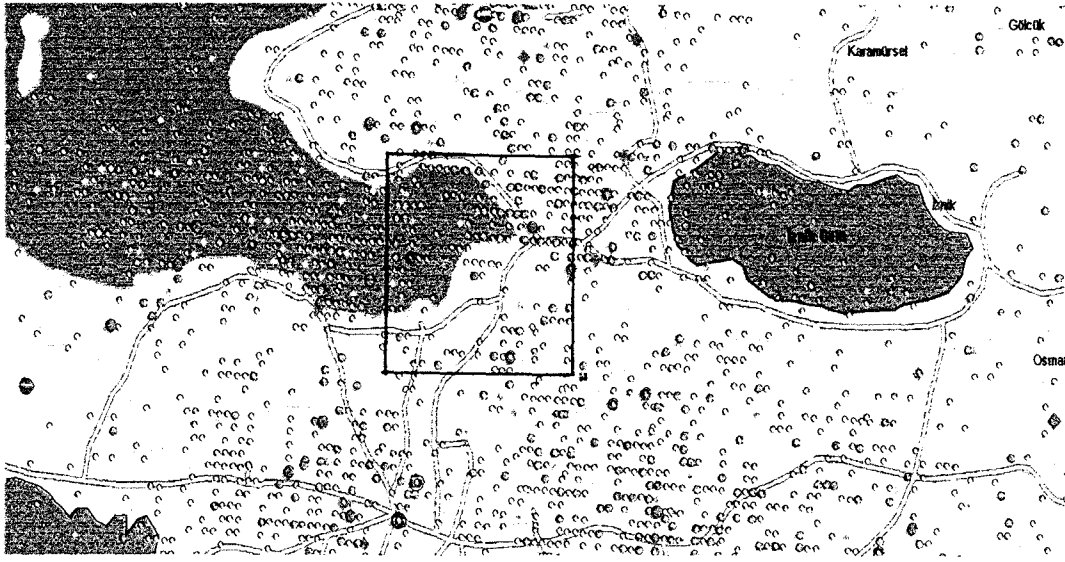
Barka (1992), KAFZ'nuna ait orta kol boyunca Gemlik Körfezi'nde sismik aktivitede bir kümelenme gözlemlendiğini, Bursa'nın doğusunda güney kol ile Eskişehir Fayı'nın bileşiminde çok yüksek sismik aktivite kaydedildiğini belirtmiştir.

KAFZ'nun güney kolunun 1700'den günümüze kadar hangi dönemde tamamen kırıldığı bilinmemektedir. Bununla birlikte bu fay kolu boyunca Bursa'nın batısında büyük depremlerin meydana geldiği bilinmektedir. Bursa doğusunda büyük deprem oluşmamıştır. Bursa doğusunda olan en son büyük deprem 1417'de meydana gelmiştir. Bu zamana kadar, güney kolun 125 km.'lik bu kısmı boyunca 3,5 m.'lik bir atım birikmiştir. 1999 İzmit ve Düzce depremleri KAF'nın güney kolunun 120 km.'lik bölümünde gerilmeyi 15 ile 3 bar arasında azaltarak bu kol üzerinde gelecekte muhtemel bir depremi daha ileriki bir zamana erteleyerek bölgeyi rahatlatmıştır (Barka ve diğ. 1999).

Bursa İli'nin büyük bir kısmı birinci derece, bir kısmı ikinci derece deprem bölgesindedir. Eyidoğan (2000), Sellami ve diğ. (1997) Bursa ve civarının depremselliğini 1976 – 1995 yılları arasında olmuş depremleri inceleyerek çalışmış, Bursa ve çevresinde sismik aktivitenin yoğun olduğu sonucuna ulaşmıştır (Şekil 4.2). Dolayısıyla Marmara Bölgesi'nin herhangi bir yerinde olacak depremlerin etkileşim alanı içinde yer almaktadır. Bursa'da  $6,6 > M > 4,2$  arasında yılda ortalama 3 adet deprem olmaktadır. Karşılaşılan en olağan deprem Bursa'da  $M = 4.6$  (her 1,5 yılda bir) oluşmaktadır. Son yüzyılda Bursa'da olan en büyük depremler 4 tane 6.1, 5 tane 6.4, 1 tane 6.6 büyüklüğündedir. Bursa'da yüzyıl içinde 6.5 büyüklüğünde bir deprem olma olasılığı % 83'dür (Eyidoğan 2000). M.Ö. 19 ile M.S. 1900 yılları arasında Bursa'da yıkıcı deprem sayısı 37 tanedir. Bunlardan 1 tanesi 10 şiddetinde, 7 tanesi 9 şiddetinde, 11 tanesi 8 şiddetinde, 6 tanesi 7 şiddetinde, 10 tanesi 6 şiddetinde, 2 tanesi 5 şiddetindedir. Bursa'nın büyük depremi 8 – 9 olup, büyüklük karşılığı  $M = 6.7$ 'dir. 1855'te olan  $M = 7.5$  magnitüdü,  $I_0 = 8 - 9$  olup, büyüklük karşılığı  $M = 6.7$ 'dir. 1855'te olan  $M = 7.5$  magnitüdü,  $I_0 = 10$  şiddetli depremden sonra Bursa'da çok büyük deprem olmamıştır. Son Gölcük depreminde Bursa'da 1000 kadar bina hasar görmüş ve 10 kişi hayatını kaybetmiştir.

B

D



9.0 - 9.9 ★

8.0 - 8.9 ★

7.0 - 7.9 ◆

6.0 - 6.9 ◆

5.0 - 5.9 ◆

4.0 - 4.9 ◆

3.0 - 3.9 ◆

2.0 - 2.9 ◆

Şekil 4.2. Çalışma alanı ve civarında 1900 – 2003 yılları arasında meydana gelmiş depremler. Daireler Kandilli kayıtları için, diğerleri USGS kayıtları için kullanılmıştır (www.sayisalgrafik.com).

Ambraseys (2000)'den alınan verilere göre çalışma alanında olmuş depremler ve sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

17 Eylül 1857 (40.40 K – 29.15 D, M = 5.3) : Gemlik Körfezi ile İznik Gölü arasında küçük, hasarlı bir depremdir. Hasarın çoğu Gemlik Limanı'nda ve birçok evin yıkıldığı Umurbey'de olmuştur. Ayrıca Gemlik tersanesinin bazı kesimleri hasar görmüştür. Hasar Bursa yolu boyunca Gemlik'in güneyinde toplanmıştır. Ayrıca Selçukgazi yakınlarında askeri karakol çökmüştür. Bursa'da önceki sarsıntılardan etkilenmiş olan yaklaşık 30 ev yıkılmış ve birçok daha hasar olmuştur.



6 Kasım 1863 (40.40 K – 29.15 D, M = 5.0) : Bu sarsıntı Gemlik'te önemli tehlikelere neden olmuştur. Çoğu bacalar düşmüş, minareler yıkılmıştır. Bazı evlerle beraber kilisede zarar görmüştür. Yakınlardaki kaynakların kuruduğu söylenmiştir. Umurbey'de 40'tan fazla ev yıkılmış ve iki kişi hayatını kaybetmiştir. Bursa'da güçlü bir şekilde hissedilmiş ve önceki depremlerde hasar görmüş olan Osmangazi türbesi yıkılmıştır. Depremin kaydedildiği yer olan Gemlik'te birçok artçı şok tespit edilmiştir.

29 Aralık 1854 (40.40 K – 29.50 D, M = 4.5) : İznik Gölü'nün güney kıyıları ve bazı köyleri etkilemiştir. İznik'te bazı küçük hasarlara ve önemli alarına neden olmuştur. Belki de Bursa'da iki ay sonra olacak güçlü depremin ön sarsıntısı olan bir depremdir.

İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), (ETH), Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ve Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Yer Bilimleri Enstitüsü tarafından 1992 – 1995 yılları arasında yapılan ortak proje kapsamında, Bursa ve çevresinde 1992 – 1995 yılları arasında kaydedilmiş ve yerleri hesaplanmış 2500 deprem bulunmuştur. Çalışmaya göre Bursa ve çevresinde beş ayrı deprem kümesi oluşmuştur. Bunlar: Gemlik Körfezi, Emet Bölgesi, Bursa – İnegöl Bölgesi, Çataltepe Çevresi, Sayfiye Çevresi, Ulubat Bölgesi'dir.

Eyidoğan (2000) 1900 – 1966 dönemi verilerine göre yapılan deprem riski hesabında bölgede 100 yıl içinde 7 büyüklüğünde deprem olma olasılığının % 41 olduğunu hesaplamıştır. Yıkıcı özellikte olan son depremin 1855 yılında olduğu bilindiğinden bölgede yıkıcı bir deprem olma olasılığı giderek artmaktadır.

Yerleşim alanları Bursa, Bandırma, Gemlik ve Balıkesir'de ovalara doğru ilerlemiştir. Muhtemelen bir deprem olduğunda yıkım olma ihtimali bu nedenle artmaktadır

Bursa ve çevresinde yerleşim ve sanayi yatırımları Neojen ve Kuvaterner birimleri üzerinde oluşu deprem sırasında oluşacak hasarın daha da artmasına neden olacaktır. Gemlik Körfezi'nde bulunan British Petrol'ün akaryakıt dolun tesisleri ile Tügsaş'ın

amonyak tesisleri büyük bir deprem sonrasında sızıntı yapabilir. Bu da sadece Gemlik için değil Bursa ve civarı için de büyük bir tehlike oluşturmaktadır.

Alüvyon zeminler ile yer altı suyu deprem hasarını artıran özelliklerdir. Bu nedenle Gemlik Ovası ve Gemsaz Ovası'nda deprem hasarı artacaktır. Ayrıca kaya zeminler üzerinde kalan bina temelleri örtü içinde kalmış ve ana kayaya oturmamıştır. Bu da deprem hasarını artıracak bir diğer faktördür. Gemlik Körfezi'nin güneyinde basamak fayların görüldüğü alan ve yakınında önemli sanayi tesisleri mevcuttur. Bu kesimlerin yerleşim dışında tutulması gerekmektedir. Gemlik Belediyesi sınırlarında yerleşim alanlarında aktif heyelan gözlenmemiştir. Gemlik – Kumla karayolunda yol şevlerinde heyelan ve akma yapıları görülmektedir. Gemlik kuzeyinde metamorfik şistlerin olduğu alanlarda çok kırıklı ve çatlaklı yapı ve ayrılmış örtü kaya yapısı yerleşime uygun değildir. Topografik eğimin yüksek olduğu yerlerde sağlam zemine temellerin oturmaması ve su muhtevası artması durumunda deprem anında kaymalarında artması olasıdır. Gemlik Ovası'nda çok katlı ve yoğun yapılaşma vardır.

## **BÖLÜM 5.**

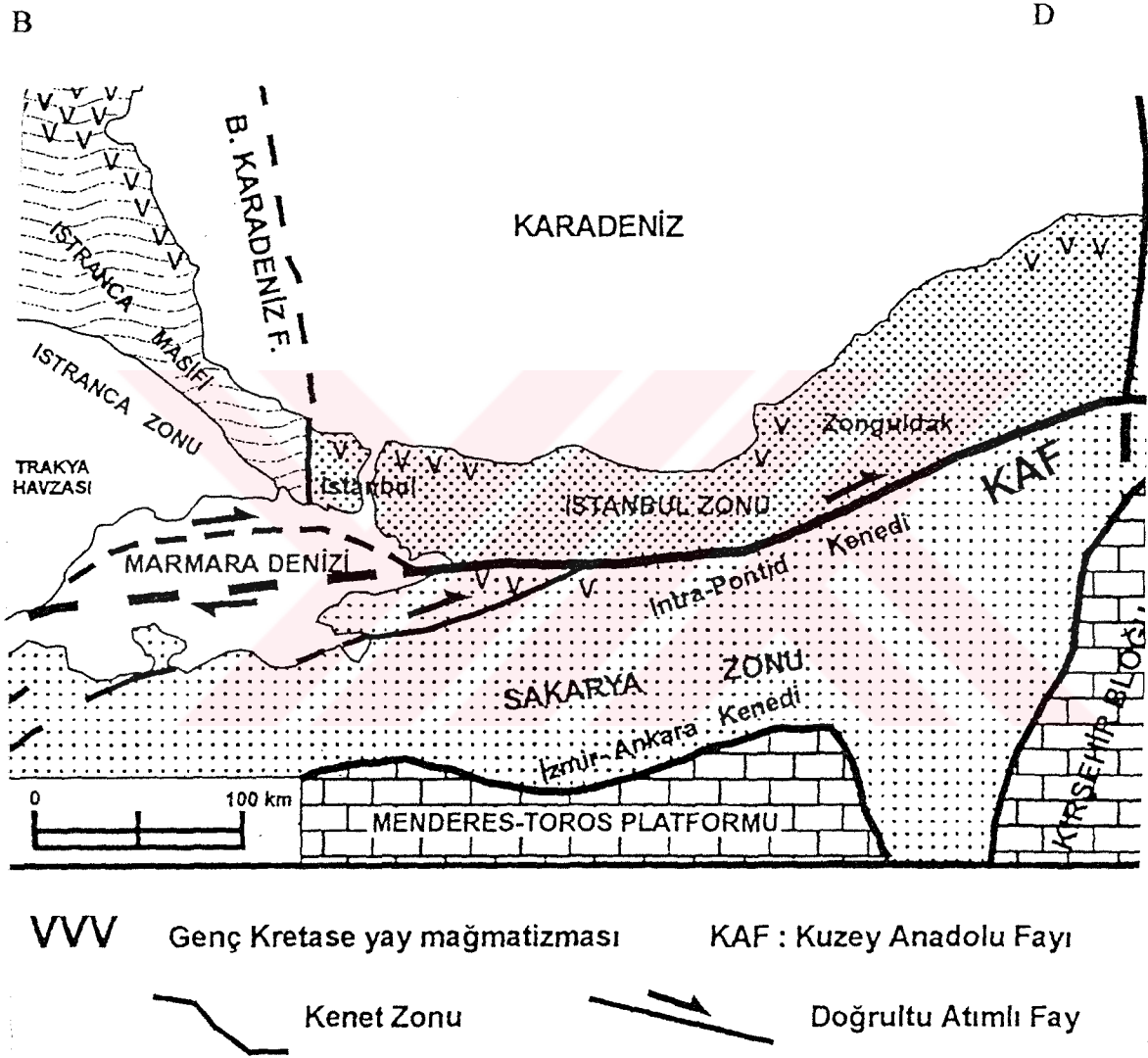
### **JEOLOJİK EVRİM**

İnceleme alanı ve çevresinin jeolojik evrimi (a) paleotektonik ve (b) neotektonik dönem olmak üzere iki bölümde incelenecektir.

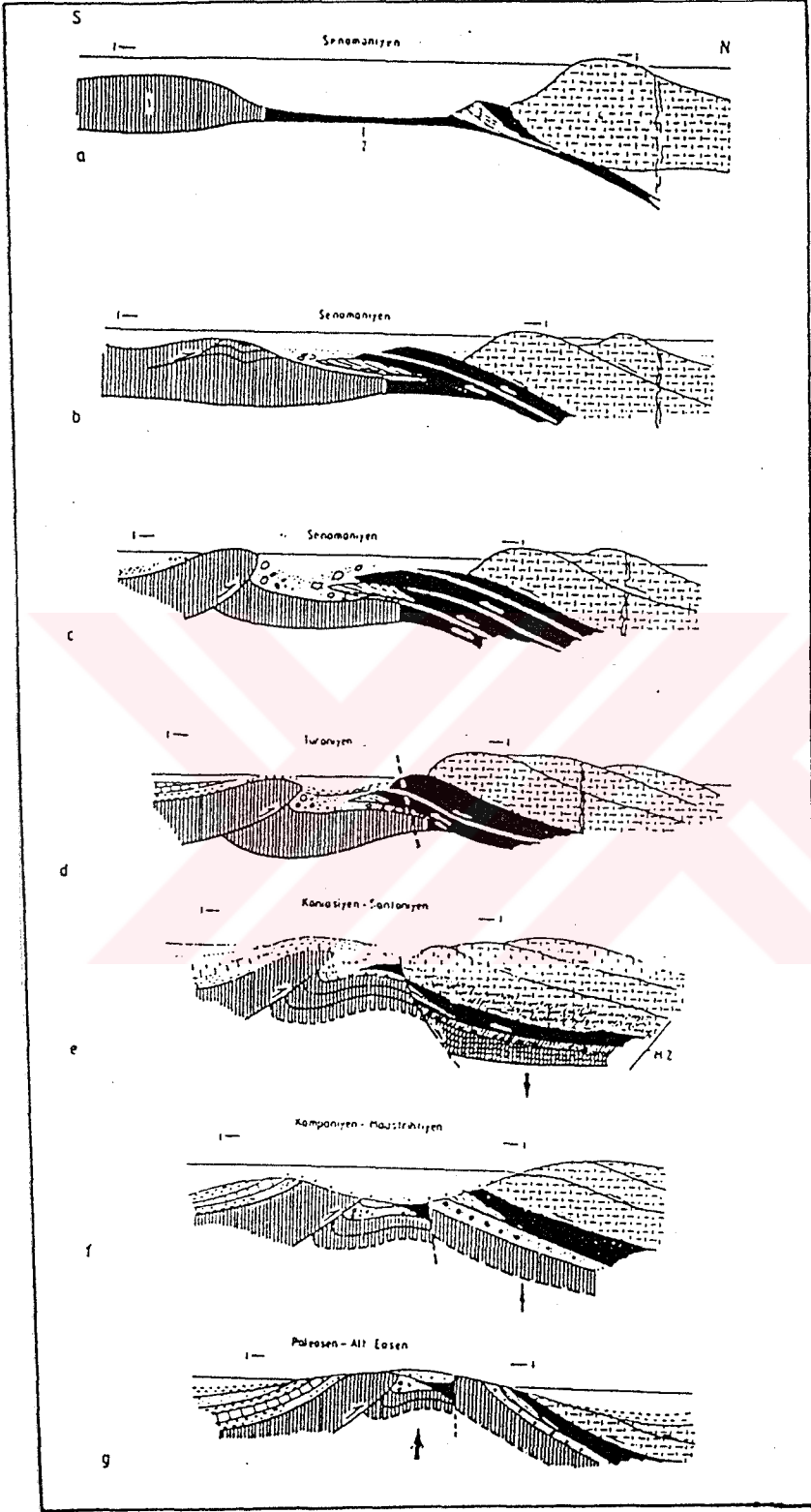
#### **5.1. Paleotektonik Dönem**

Marmara Bölgesi Paleotektonik döneme ait Pontid, Sakarya Kıtası ve İntra – Pontid kenet kuşağı olarak adlandırılan üç bölgeye ayrılır Şengör ve Yılmaz (1981) (Şekil 5.1). Pontidler, İntra – Pontid Kenet Kuşağı'nın kuzeyinde yer alır ve kendi içinde Istranca Masifi, İstanbul Paleozoyik İstifi ve Armutlu – Almacık Metamorfikleri olmak üzere üçe ayrılır. Paleozoyik yaşlı metamorfik ve metamorfik olmayan kayalar ve Senozoyik yaşlı sedimanter ve volkanik istiflerden oluşmaktadır. (Yılmaz 1997). Çalışma alanında Neojen öncesi temeli oluşturan Sakarya Kıtası (Şengör ve Yılmaz 1981, Okay ve Görür 1995, Yılmaz ve diğ. 1995) güneyde İzmir – Ankara Kenet Kuşağı ile İntra – Pontid Kenet Kuşağı arasında yer alır. Temelde yer alan metamorfik ve metamorfik olmayan Paleozoyik yaşlı birimler Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerle örtülmüştür (Yılmaz 1997). İntra – Pontid Kenet Kuşağı Sakarya Kıtası ile Pontidler arasında yer almaktadır. Bu zon metamorfik ve magmatik kayalar tarafından temsil edilmektedir. İntra – Pontid Okyanusu Erken Jura'da açılmaya başlamış, Paleosen – Lutesiyen'de kapanmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981). İstanbul ve Sakarya Zonları Oligosen sonunda İntra – Pontid Okyanusu'nun kapanması sonucunda oluşan kenet kuşağı boyunca birleşerek su üstüne çıkmış ve bölge karasal aşınım haline dönüşmüştür (Yılmaz ve diğ. 1994, Okay ve Görür 1995, Görür ve diğ. 1995, 1997) (Şekil 5.2).

Pontidlerin batısında yer alan Armutlu Yarımadası karmaşık bir jeoloji sergilemektedir. Yarımada, Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından ileri sürülen Intra - Pontid Kenet Zonu'nda bulunmaktadır. Kuzeyde İzmit Körfezi - Sapanca Gölü, güneyde Gemlik Körfezi - İznik Gölü - Pamukova olmak üzere belirgin iki çizgisel depresyon tarafından sınırlanır.



Şekil 5.1. Marmara Denizi ve çevresinde yer alan kenet kuşakları ve Kuzey Anadolu Fayı (Görür ve diğ.1995).



Şekil 5.2. Armutlu Yarımadası ve çevresinin Üst Kretase – Eosen'deki paleotektonik evrimi (Yılmaz ve diğ. 1994).

Armutlu Yarımadası'nda Paleozoyik yaşı metamorfik kayalar doğuda KD – GB uzanır ve kuzeyde Eosen volkaniklerinin, güneyde Üst Kretase olistostromunun altındadır. Yarımada KD – GB yönlü büyük bir antiklinal oluşturur (Yılmaz 1997), kuzeyden ve güneyden çoğunlukla faylarla sınırlanmıştır. Güney sınır yada bir başka deyişle Üst Kretase olistostromu ile kontak zonu, ana kıvrım eksenini boyunca yönelmiş diğer önemli fay zonudur.

Çalışma bölgesinin yer aldığı Bursa yöresi Anadolu'nun tektonik birliklerinden biri olan Sakarya Kıtası'nın Batı Anadolu'ya ait bölümünün kuzeyindedir. Bursa ve çevresinin jeolojik özelliklerini belirleyen en önemli jeolojik birim Karakaya Kompleksi'dir. Uludağ masifi Karakaya Kompleksi içinde açılan tektonik bir pencere olarak yer alır.

Çalışma alanında Karakaya Grubu çökelediği D – B yönlü açılma olayı Üst Permian – Üst Triyas'ta bölgeyi etkilemiş ve oluşan D – B yönlü faylar ile bölgeye kireçtaşı olistolitleri ve spilit, diyabaz gelişimi sağlanmıştır. Triyas sonunda gerilme hareketleri bitmiştir.

Üst Triyas'ta tektonizma sakinleşmiş ve sığ deniz çökelleri depolanmıştır. Liyas'ta temel üzerine Bilecik Kireçtaşı çökelmiştir. Üst Kretase'den itibaren Neotetis okyanusal litosferinin yitmeye başlaması ve Paleosen – Eosen'e kadar devam etmesinden sonra bu zamanda bölgenin güneyinde fliş nitelikli açık denizel ve pelajik sedimanter çökeltme ortamlarını belirten formasyonlar çökelmiştir. Fliş çökelleri Üst Kretase'de etkin olan tektonizma sonucu Jura yaşlı kireçtaşı olistolitleri içermektedir. Transgresif Eosen çökelleri bölgedeki en kalın çökellerdir. Ypreziyen (Alt Eosen) sonunda bazalt oluşumu gerçekleşmiştir.

## 5.2. Neotektonik Dönem

Neotektonik Dönem, bir bölgede meydana gelmiş son tektonik rejim değişikliğinden günümüze kadar geçmiş süre içindeki tektonizmayı ifade etmektedir.

Türkiye’de neotektonik devre McKenzie (1972), Şengör (1979), Yılmaz (1992)’ye göre Orta Miyosen’de Arap ve Anadolu Levhaları’nın Bitlis Kenet Kuşağı boyunca çarpışması ile başlamıştır. Çarpışmanın devamında kıta kabuğu yamulmaya başlamış ve gittikçe kalınlaşmıştır. Sürekli artan kabuk kalınlığı ve bundan dolayı oluşan litostatik basınç artmış ve yamulmayı giderek güçleştirmiştir. Sonuç olarak Anadolu Levhası Ketin (1948), Şengör (1979)’a göre Pliyosen başında meydana gelen sağ yönlü Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve sol yönlü Doğu Anadolu Fayı (DAF) boyunca batıya itilmeye başlamıştır.

Şengör (1979, 1980)’e göre K – G yönlü Ege Denizi’nin kuzeyinde Saros Körfezi’nin batısında KAF’nın GB – KD doğrultulu Yunan Makaslama Zonu’na dönüşmesi Anadolu Levhası’nın batıya hareketine engel olmaktadır. Bundan dolayı tüm Ege ve Batı Anadolu’da D – B yönlü bir sıkışma rejimi oluşmuştur. D – B yönlü sıkışmanın K – G yönlü bir gerilme ile karşılaşması sonucu Ege Graben Sistemi oluşmuştur (Bkz. Şekil 3.1). McKenzie (1972), Reilinger ve diğ. (1997)’ye göre Anadolu Levhası bütün bir blok halinde kuzey – güney boyunca yaygın biçimde dizilmiş batı yönlü normal faylar boyunca batıya doğru hareket etmektedir.

Kuzey Anadolu Fayı, üzerinde oluşan irili ufaklı depremlerle göstermektedir ki, Türkiye’nin en aktif tektonik yapısıdır. KAF’nın yaşı Miyosen’den Pliyosen’e kadar değişmektedir (Ketin 1969, Barka ve diğ. 1988, Barka ve Kadisky – Cade 1988, Barka 1992). Şengör (1980), Suzanne ve diğ. (1990)’a göre KAF’ın ana kırığı Üst Miyosen’de yani yaklaşık 11 – 5 milyon yıl önce oluşmuştur ve Pliyosen boyunca Marmara Bölgesi’ne ulaşarak batıya doğru yayılmıştır.

Armijo ve diğ. (1999) KAF’nın Marmara’daki aktivitesinin 5,7 milyon yıl önce başladığını hesaplamıştır. Yalıtırak ve diğ. (2000) Gelibolu Yarımadası’ndaki arazi

çalışmalarına dayanarak aktivitenin 3,7 milyon yıldan daha fazla yaşta olamayacağı sonucuna ulaşmıştır.

Yaklaşık olarak 240 km uzunluğa, 70 km.'lik bir genişliğe ve 11.500 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahip olan ve Türkiye sınırları içerisinde kalan tek iç deniz olan Marmara Denizi jeolojik açıdan genç bir iç denizdir. Görür ve diğ. (1997), Emre ve diğ. (1997, 1998)'e göre Marmara Denizi Havzası'nın günümüz morfolojisi KAF'nın oluşumuna paralel olarak Pliyosen sonunda şekillenmeye başlamıştır. 3,5 milyon yıldır KAF tarafından parçalanarak havza Geç Pliyosen'den günümüze kadar coğrafik yayılımı iklimsel nedenlerle zaman zaman daralan ve genişleyen bir iç deniz halini almıştır.

Marmara Denizi çevresindeki çalışmalara göre gölsel bir havza niteliğinde olan Marmara Çukurluğu'nun kuzey kesimleri Orta Miyosen sonu – Geç Miyosen (6 – 10 milyon yıl önce) başında deniz istilasına uğramıştır (Görür ve diğ., 1997). Bu deniz girdisi, Ege Denizi'nden Saros Çöküntüsü kanalı ile ilerlemiştir. Bu dönemde, bugünkü Marmara Denizi'nin güney şelf kesimleri de dahil diğer kesimleri kara halinde kalmıştır. En üst Miyosen'de Akdeniz ile olan bağlantı kesilmiş ve Paratetis'in acı suları bugünkü Marmara Denizi'ni istila etmiştir. Güney şelf bu dönemde de kara halinde kalmıştır. Pliyosen'de (5 milyon yıl önce) gelecekteki Marmara Denizi içerisinde Akdeniz ve Paratetis suları birbirine karışmıştır. Orta ve Geç Pliyosende (2 – 3 milyon yıl önce) Marmara Denizi büyük ölçüde bugünkü yapısını kazanmıştır. Tüysüz ve diğ. (1998)'e göre, Kuzey Anadolu Fayı Erken Pliyosen'de gelişmeye başlamış, başlangıçta sıkışmalı bir etki yaratarak bölgeyi yükseltmiş, Geç Pleistosen – Kuvaterner'de (1 milyon yıl önce) ise Saros Körfezi'nin ve Marmara Denizi'nin açılımlından sorumlu olan gerilmeli rejim gelişmiştir. Marmara Denizi'nin başlangıçta Ege Graben sisteminin etkisi ile açılmaya başladığı, daha sonra da Kuzey Anadolu Fayı etkisi ile genişlediği kabul edilmektedir.

Emre (1998)'e göre KAF'nın kolları arasında D – B uzanımlı yüksek rölyefler oluşmuş ve KAF koridorları boyunca gelişen havzalarda Geç Pliyosen – Holosen yaşlı çökeller depolanmıştır. KAF rejiminin başlamasıyla erozyon süreci başlamış nehirlerin drenajı ile havzalar yarılmaya başlamıştır. Geç Pleistosen sonunda Marmara Denizi'nde seviye alçalması olmuş ve tüm bölgede aşınım hızlanmış, bunun sonucu



olarak akarsular yataklarına gömülmüş ve morfolojik yarıma maximum düzeye ulaşmıştır. Holosen'deki deniz seviyesi yükselmesi sonucunda bu aşımın depresyonları çökellerle doldurulmuş ve günümüz alüvyon düzlükleri şekillenmiştir. İznik Gölü, Gemlik ve Bandırma Körfezleri, çek – ayır nitelikli alanlarının gelişmesi ve Marmara Denizi'nin bu oluşumlara yerleşmesiyle meydana gelmişlerdir.

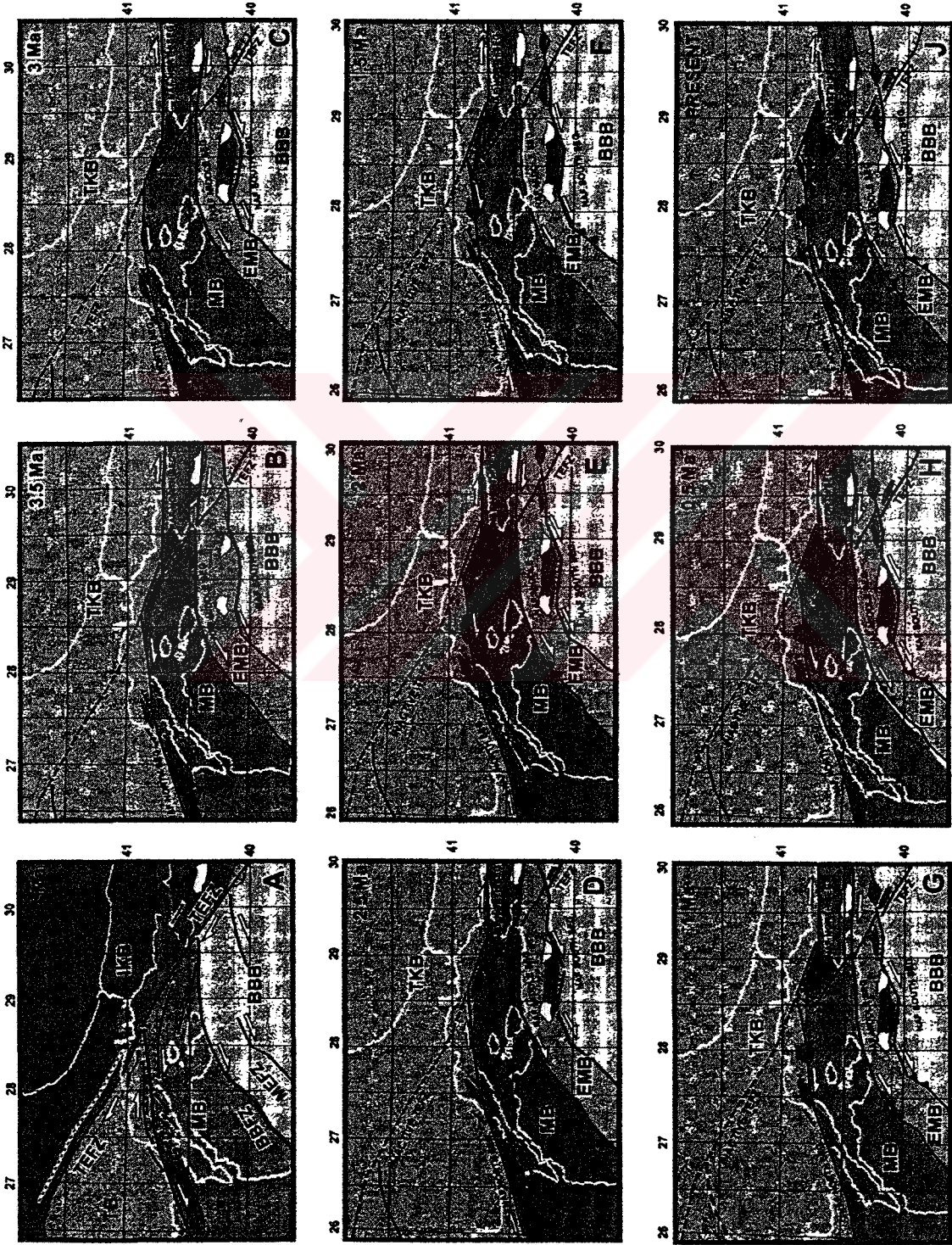
Gemlik körfezi ve çevresi genç yapı unsurlarının egemen olduğu bir bölgedir. Körfez ve çevresinin yapısal ve morfolojik gelişimi, KAFZ'nun D – B yönlü doğrultu atımlı tektoniği ile Batı Anadolu ve Ege bölgesini etkileyen K – G yönlü gerilme rejiminin birlikte etkisi ile şekillenmiştir. Bölgede D – B yönlü faylarla denetlenmiş az çok D – B uzanımlı horst ve graben benzeri yapılar yer alır. Gemlik düzlüğü kuzeyde Samanlı Dağ horstu ve güneyde Katırlı Dağ horstu arasında yer alan çok genç bir yapısal alçalımda yer alır. Bölgenin günümüz yapısal gelişiminde D – B uzanımlı faylar önemli rol oynar. Bu faylar önemli ölçüde sağ yanal atıma ve yanısıra düşey atıma sahiptir. Bu faylar K – G bir tansiyonel sistemin içinde bölgeyi geçerek Gemlik düzlüğü ve körfezini açmaktadır. Gemlik düzlüğünün özellikle kuzey kenarı çok genç bir morfoloji sergilemektedir.

Bölgede temel kayalar üzerinde gölsel birimlerin egemen olarak yer aldığı bir ortak çökel dizi vardır. Bu istifin yaşı Üst Miyosen – Pliyosen'dir. Bu istifin varlığı, o dönemde bölgede çok geniş yörelerin düzgün ve düzenli bir morfolojik örnek sergilediğini göstermektedir. Bu çökeller düşük enerji ortamında gelişmiş olup, güney Marmara bölgesindeki alanlarda süreklidir. Neojen istifinin günümüz D – B gidişli yapılardan ve morfolojiden daha yaşlı olduğu açıkça görülmektedir. Olasılıkla Geç Pliyosen – Pleyistosen'de KAFZ'nun ve tüm batı Anadolu'da egemen olan K – G yönlü gerilmenin etkisiyle bölgede morfolojik düzensizlikler gelişmiş ve topoğrafya arızalanmıştır. Bölgedeki gölsel çökeltme ortamı çoğunlukla yok olmuştur. D – B yönlü Gemlik düzlüğünün açılması ile Neojen yaşlı istif bölgedeki yükselimler üzerinde askıda kalmıştır. Bu dönem çökellerinin fasiyes geçişleri tümüyle faya yaşlı ve fay kontrolünde gelişmiş olup, bu örnekler sahada açıkça görülmektedir. Ancak daha doğuda İznik çevresinde yeni göl – akarsu düzlükleri oluşmuş ve bu alanda yeni çökel gelişimi başlamıştır.

Emre ve diğ. (1998) çalışma alanı ve civarının son tektonik olaylarını şu şekilde açıklamıştır:

“ Geç Miyosen boyunca Gemlik Körfezi ve çevresinde akarsu – göl ortamı baskındı. Bu ortam kuzeybatı yönlü Trakya Eskişehir Fayı (TEF) boyunca düşük seviyeli tektonik aktivite ile kontrol edilmiştir (Şekil 5.3). Geç Pliyosen’de KAF’nın orta kolu (Gemlik ve Gençali Fayları) TEF ile birleşen zayıf ve kırılmış tektonik elemanlar tarafından Gemlik Körfezi’ne gelmiştir. Bu zaman süresince Armutlu Yarımadası ve Mudanya yükselimi oluşmaya başlamıştır. Erken Pleistosen’de ve Geç Pliyosen’in sonlarına yakın TEF’nin doğrultu atımlı fay parçası, normal bir fay şekline karakter değiştirmiş Gençali ve Gemlik Fayları ile sınırlanır. Sağ yanal kesme bileşkesi pull – apart Gemlik Havzası’nın açılmasını başlatmıştır. Bu süre boyunca Gelibolu Yarımadası yükseliminin doğusunda Marmara Denizi tabanı günümüz deniz seviyesinin 200 – 300 m. altındaydı. Orta Pleistosen boyunca, tuzlu Akdeniz suları Çanakkale Boğazı’ndan Marmara Gölü’ne girmiş, Gemlik Körfezi su ile dolmuştur. 160 – 132 ka BP’de ana regresyon süresince Marmara ve Ege Denizi arasındaki bağlantı kesilmiş ve Gemlik Körfezi önceki gölsel ortamına geri dönmüştür. Bu süre boyunca Marmara ve Gemlik Gölleri’nin seviyesi yaklaşık günümüz seviyesinin 110 ve 75 m. aşağısındaydı.

Marmara Gölü’nün Ege Denizi’nden ~ 50 m. daha yüksek olması gerektiği anlaşılmaktadır. Transgresyon, bu farkı dengeleyen 130 ka buzul periyod ile başlamıştır. 132 ve 29 ka arasında global deniz seviyesinde en az dalgalanma, sığ bir eşik ile Marmara Denizi’nden ayrılan, periyodik olarak bir deniz olmaya başlayan Gemlik Körfezi oluşumuna neden olmuştur. Bu üç aralık 34 – 35 ka, 55 – 56 ka ve 70 – 71 ka da meydana gelmiştir. Arada geçen zamanlar boyunca çalışma alanı sığ deniz ortamıydı. Son buzulun yükselmesiyle birleşen son regresyondan dolayı Marmara Denizi ve Gemlik Körfezi tekrar göl olmuştur. Bu sürede Marmara Gölü’nün su seviyesi Gemlik Körfezi çıkışındaki eşik nedeniyle 55 m.’ydi. Bu yüzden Gemlik Körfezi Marmara Gölü’nün biraz üzerinde bulunmaktadır. Buzul transgresyondan (Tirenien) sonraki zamanda Gemlik Gölü deniz suyuyla basılmış bir bölge olarak ortadan kalkmıştır.”



Şekil 5.3. Marmara Denizi ve çevresinin tektonik gelişimi (Yaltrak 2002).

## **BÖLÜM 6.**

### **EKONOMİK JEOLJİ**

Bursa H22 a2 paftasında Gemlik doğusunda metamorfikler içinde bulunan diyabaz daykları yapı ve süsleme malzemeleri yapımında kullanılmaktadır.

Üst Kretase yaşlı birimlerde bulunan volkanik tüfler tras çimentosu için hammadde olarak kullanılmaktadır.

Bursa H22 a3 paftasında Gemlik güneyinde Eosen yaşlı Gemlik Grubu içinde yer alan Katırlı formasyonu'nda günümüzde çalıştırılmayan jips yatakları vardır.

Bilecik Kireçtaşı'nın kalın tabakalı, sert ve bloklar halinde alınabilen kısımları süsleme ve yapı malzemesi olarak işletilmektedir.

## BÖLÜM 7.

### SONUÇLAR

Gemlik (Bursa) civarında yapılan jeolojik araştırmalar sonucunda, çalışma alanının stratigrafisi, sedimantolojisi ve neotektonik özellikleri ile ilgili olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Çalışma alanının 1/25000 ölçekli jeoloji haritası yapılarak bölgedeki birimler litostratigrafi esasına göre ayırtlanmış, birimlerin birbirleri ile olan dokanak ilişkileri belirlenmiş, litolojik özellikleri ve oluşum ortamları açıklanmıştır.

Neojen yaşlı okeller Gündoğdu formasyonu olarak adlandırılmış ve ye mertebesinde incelenmiştir. Formasyon birbiriyle farklı ve geçişli olan üç üyeye ayrılmıştır. İstif düşük enerjili gl ortamında oluşmuş Selçukgazi yesi ile başlamaktadır. zerine tatlı su ortamında okelmiş olan Ovaakça yesi yanal ve düşey geçişle gelmektedir. İstifin en üstünde sığ göl ortamında çökelen şehitliktepe yesi bulunmaktadır.

Çalışma alanında KAF sistemine ait olan doğrultu atımlı ve oblik atımlı faylar belirlenmiştir.

Neojen ökellerinin oluşum ortamını ve havzaya malzeme gelişini sağlayan aktif tektonizma, oluşan birimlerin kıvrımlanmasına ve faylanmasına da neden olmuştur.

Bursa İli ve çevresi tarihsel ve güncel olarak yüksek deprem etkinliği gösteren jeolojik kimliğe sahip olduğundan aktif fay özelliklerinin jeolojik ve jeofizik yöntemlerle ayrıntılı olarak çalışılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

1. AKARTUNA, M., 1968. Armutlu Yarımadası'nın Jeolojisi. İTÜ Fen Fak. Mon. Tabii İlimler Kısmı, Sayı. 20.
2. AKARTUNA, M. ve ATAN, O., 1981. Geyve – İhsaniye – Fındık Suyu (Adapazarı) Dolayının Jeolojisi. Selçuk Üniv. Fen Fak. Dergisi, Seri A 1, s: 25 – 46.
3. ALPAR, B., 2000. Bandırma Körfezi, Gemlik Körfezi ve İzmit Körfezi Sığ Sismik Görüntüleri. TMMOB Jeofizik Müh. Odası, Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı, Bursa.
4. AMBRASEYS, N.N. 2000. The Seismicity of the Marmara Sea Area 1880 – 1899. Journal of Earthquake Engineering, vol. 4, no.3, 377 – 401.
5. ARMIJO, R., MEYER, B., HUBERT, A., BARKA, A., 1999. Westward Propagation of the North Anatolian Fault into the Northern Aegean Timing and Kinematics. Geology 27, 267 – 270.
6. BARGU, S., 1982. The Geology of İznik – Yenişehir (Bursa) – Osmaneli (Bilecik) Area. İstanbul Earth Sciens Review. İstanbul Üniv. Earth Sci. Fac 3, S: 191 – 233.
7. BARGU, S., SAKINÇ, M., 1984. Armutlu Yarımadası'nda Karamürsel ile İznik Gölü Arasındaki Doğal Agregat potansiyelinin Araştırılması ve Değerlendirilmesi. Tübitak, TBAG – 587. Ankara.
8. BARGU, S. ve SAKINÇ, M., 1989, 1990. İznik Körfezi ile İznik Gölü Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri. İstanbul Yerbilimleri, İstanbul Üniv. Müh. Fak. 7, 45 – 76.
9. BARKA, A., 1992. The North Anatolian Fault Zone. Annales Tectonica, vol: VI – 164-195.
10. BARKA, A., 1993. Kuzey Anadolu Fayı'nın Sapanca – İzmit ve Geyve – İznik Kolları üzerinde Paleosismik Araştırmalar. Proje No: TBAG 1013/YBAG 0021, Mayıs 1993, İstanbul, s: 71.
11. BARKA ve KADINSKY – CADE, K., 1988. Strike – Slip Fault Geometry in Turkey and Its Influence on Earthquake Activity. Tectonics, 73, 663, 684.
12. BARKA, A., AKYÜZ, S., ALTUNEL, E., ÇAKIR, Z., 1999. Aktif tektonik – 2. TDV (Türkiye Deprem Vakfı).

13. BARKA, A., TOKSÖZ, N.M., GÜLEN, L., KADINSKY – CADE, K., 1988. The Structure, Seismicity and Earthquake Potential of the Eastern Part of the North Anatolian Fault Zone. Spec. Publ. Hacettepe Univ. Ankara, Turkey, 14, 337 – 352.
14. BİNGÖL, E., AKYÜREK, B., KORKMAZER, B. 1973. Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun Bazı Özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Tebliğler, MTA Enst., 70 – 77.
15. BOZCU, M., 1992. Geyve – Sapanca (Adapazarı) Jeolojik ve Petrografik İncelemesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniv., 247.
16. ECE, Ö. I., 1990. Gemlik (Bursa) Bölgesindeki Tersiyer Yaşlı Sedimanter Kayaçların Stratigrafisi", TPJD Bülteni C.2/1, S. 123 – 134 – 7 Şek.
17. EISENLOHR, T., 1995. The Thermal Springs of the Armutlu Peninsula (NW Turkey) and Their Relationship to Geology and Tectonic. Zurich, 165 pp.
18. EMRE, Ö., ERKAL, T., KAZANCI, N., GÖRMÜŞ, S., GÖRÜR, N., KUŞÇU, İ., KEÇER, M., 1997. Güney Marmara'nın Neojen – Kuvaterner Tektoniği ve Jeomorfolojisi. Marmara Denizi Araştırmaları, Workshop III, s. 55-60, 2-3 Haziran 1997.
19. EMRE, Ö., ERKAL, T., TCHEPALYGA, A., KAZANCI, N., KEÇER, M., ÜNAY, E., 1998. Doğu Marmara'nın Neojen – Kuvaternerdeki Evrimi. MTA Dergisi 120 (Ayrı Baskı).
20. ERK, S., 1942. Bursa – Gemlik Arasındaki Mıntıkannın Jeolojik Etüdü. MTA Ens. Seri B 9, s: 87 – 171.
21. EYİDOĞAN, H., 2000. Bursa ve Çevresinin Depremselliği ve Beklenen Yer Hareketlerinin Özellikleri. TMMOB Jeofizik Müh. Odası, Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı, Eylül 2000, Bursa.
22. GENÇ, Ş., 1986. Uluğadağ – İznik Gölü arasının jeolojisi. M.T.A. Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor arşiv no: 243.
23. GÖNCÜOĞLU, M.C., ERNDİL, M., TEKELİ, O., ÜRGÜN, B. M., AKSAY, A., KUŞÇU, İ., 1986. Armutlu Yarımadası'nın Doğu Kesiminin Jeolojisi. M.T.A. Raporu No: 7943, Ankara.
24. GENÇ, Ş.C., YILMAZ, Y., 1995. Evolution of the Triassic Continental Margin, Northwest Anatolia. Tectonophysics 243, 193 – 207.
25. GÖRÜR, N., SAKINÇ, M., BARKA, A., AKKÖK, A. ve ERSOY, S., 1995. Miocene to Pliocene Palaeogeographic Evolution of Turkey and Its Surroundings. J. Human Evol., 28, 309 – 324.

26. GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, N., SAKINÇ, M., SÜMENGEN, M., ŞENTÜRK, K., YALTIRAK, C., TCHAPLYGA, A., 1997. Origin of the Sea of Marmara as Deduced from Neogene to Quaternary Paleogeographic Evolution of Its Farme. *Inter. Geol. Review.*, 39, 342 – 352.
27. GÖRÜR, N., 1999. Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi. Ulusal Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Programı, Tübitak – Üniversite – MTA.
28. GRANIT, Y., TINTANT, H., 1960. Observation préliminaires sur le Jurassique de la région de Bilecik (Turquie). *Comptes Rendus Séances Acad. Scie.*, 251: 1801 – 1803.
29. GÜRER, Ö.F., KAYMAKÇI, N., ÇAKIR, Ş., ÖZBURAN, M., 2003. Neotectonics of the Southeast Marmara Region, NW Anatolia, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 21, 1041-1051.
30. İNCİ, U., 1979. Gemlik (Bursa) Güneyindeki Tersiyer Kırımlı Kayaların Stratigrafisi. Ege Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi, İzmir.
31. KAYA, O., 1977. Gemlik – Orhangazi Alanının Paleozoyik Temel Yapısına Yaklaşım. *Yerbilimleri, Hacettepe Üniv.*, 3, 115 – 118.
32. KETİN, İ., 1948. Über Die Tektonisch – Mechanischen Folgerungen Aus Den Grossen Anatolischen Erdbeben Des Letzten Dezenniums. *Geol. Rudsch.* 36, 77 – 83.
33. KETİN, İ., 1969. Über Die Nordanatolische Horizontalverschiebung: *Bull. Mineral Res. Explor. Inst. Turkey*, 72.
34. KOÇYİĞİT, A., 1987. Hasanoğlan (Ankara) Yöresinin Tektonostratigrafisi, Karakaya Orojenik Kuşağının Evrimi. *Yerbilimleri, Hacettepe Üniv.* 14, 269 – 293.
35. KURTULUŞ, C., 1985. Gemlik Körfezi Yüksek Ayrımlı Sığ Sismik Etüdü Raporu. M.T.A. Jeofizik Etüdü Dairesi, 735, 6 pp.
36. KURTULUŞ, C., 1993. Seismic Stratigraphy in High Resolution Shallow Marine Seismic Data of the Gemlik Gulf. *Geophysical Prospecting* 41, 000-000.
37. Mc KENZIE, D., 1970. Plate Tectonics of the Mediterranean Region. *Nature.* 226, 239 – 243.
38. Mc KENZIE, D., 1972. Active Tectonics of the Mediterranean Region. *Geophys. J. R: Astr. Soc.* 30, 109 – 185.
39. OKAY, A. İ. ve GÖRÜR, N., 1995. Batı Kara Deniz ve Trakya Havzaları'nın Kökenleri Arasında Zaman ve Mekan İlişkisi. *Trakya Havzası Jeolojisi Sempozyumu*, 9 – 10, Lüleburgaz – Kırklareli.



40. OKAY, A., KAŞLILAR – ÖZCAN, A., İMREN, C., BOZTEPE – GÜNEY, A., DEMİRBAĞ, E., KUŞÇU, İ., 2000. Active Faults and Evolving Strike – Slip Basins in the Marmara Sea, Northwest Turkey: a Multichannel Seismic Reflection Study. [www.elsevier.com/locate/tecto](http://www.elsevier.com/locate/tecto).
41. PHILLIPSON, A., 1918. Kleinasien, Handbuch der Regionalen Geologie”, Bd. V.2 Heft 22, Heidelberg, 183 p.
42. REILINGER, R., McCLUSKY, ORAL, B., KING, R., TOKSÖZ, BARKA, A., KINIK, I., LENK, O., and SANLI, I., 1997. Global Positioning System Measurements of Present – Day Crustal Movements in the Arabia – Africa – Eurasia Plate Collision Zone. *J. Geophys. Res.* 102, 9983 – 9999.
43. SAKINÇ, M. ve BARGU, S., 1989. İzmit Körfezi Güneyindeki Geç Pleyistosen (Tireniyen) Çökel Stratigrafisi ve Bölgenin Neotektonik Özellikleri. *TJK Bült.* 32, 51 – 64.
44. SAKINÇ, M., YALTIRAK, C., OKTAY, F. Y., 1999. Palaeogeographical Evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethian – Paratethian Relations at Northwest Turkey (Thrace). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 153, 17 – 40.
45. SICKENBERG, O., BECKER – PLATEN, D. J., BENDA, L., BERG, D., ENGESSER, B., GAZIRY, W., HEISSIG, K., HINERMANN, A. K., STAESCHE, V., STEFFENS, P., TOBBAIN, H., 1975. Die Gliederung des Höheren Jungtertiars und Altquartars in der Türkei nach Vertebraten und ihre Bedeutung für die Linternationale Neogen – Stratigraphie. *Geol. Jahrb. Reihe B*, Vol. 15, 167 pp.
46. SELLAMİ, S., PAVONİ, N., MAYER – ROSA, D., MUELLER, S., EYİDOĞAN, H., AKTAR, M., GÜRBÜZ, C., BARİS, S., POLAT, O., YALÇIN, N., 1997. Seismicity and Seismotectonics of the Bursa Region, In Active Tectonics of Northwestern Anatolia – The Marmara Poly – Project. (Eds. C. Shindler and M. Pfister), Hochschulverlag AG an der ETH Zurich, s.449 – 486.
47. SUZANNE, P., LYBERIS, N., CHOROWICZ, J., NURLU, M., YÜRÜR, T., KASAPOĞLU, E., 1990. La Geometrie de la Faille Nord Anatolienne a Partir d’images Landsat – MSS. *Bull. Soc. Geol. France*, 8, 589 – 599.
48. STRAUB, C. and KAHLE, H., 1995. Active Crustal Deformation in the Marmara Sea Region, NW Anatolia. Inferred from GPS Measurements, *Geophysical Research Letters*, v. 22, no. 18, i 2533 – 2536.
49. ŞAHBAZ, A., ÖZDOĞAN, M., GÖRMÜŞ, S., BAYHAN, E., 1998. Mudanya Formasyonu’nun Sedimentolojisi: Gilbert Türü Yalpaze Delta Gelişimini Kontrol Eden Depolanma Olayları (Orta – Genç Miyosen, Marmara Denizi Güneyi). *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni*, 111 – 122, Ankara.

50. ŞENGÖR, A. M. C. and YILMAZ, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey. *Tectonophysics*, 75, 181 – 241.
51. ŞENGÖR, A. M. C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance. *J. Geol. Soc.* 136, 269 – 282.
52. ŞENGÖR, A. M. C., 1985. Structural Classification of the Tectonic History of Turkey. In *Ketin Symposium. Spec. Publ. Geol. Soc. Turkey*, 37 – 61.
53. ŞENGÖR, A. M. C., GÖRÜR, N. and ŞAROĞLU, F., 1985. Strike – Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey as a Case Study. I: Biddke, K. T. and Christie – Blick, N. (eds). *Strike – Slip Faulting and Basin Formation*, Society of Econ. Paleont. Min. Sp. Publ. 227 – 264.
54. ŞENGÖR, A.M.C., 1980. Türkiye'nin Neotektoniği'nin Esasları. T.J.K. Konferans yayınları, Ankara.
55. ŞENGÖR, A.M.C., 1987. Cross – Faults and Differential Stretching of Hanging Walls in Regions of Low Angle Normal Faulting: Example from Western Turkey. In *Continental Extensional Tectonics* (eds M. P. Coward, J. F. Dewey and P. L. Hancock), pp 575 – 89. Geological Society, London, Special Publication no. 28.
56. TSUKUDA, E., HERECE, E., KUŞÇU, İ., 1988. Some Geological Evedence on Activity of the Western North Anatolian Fault, Geyve, İzmit, Gemlik Area. ITIT Project 8513, 68 – 91.
57. TÜYSÜZ, O., BARKA, A.A., YİĞİTBAŞ, 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.
58. YALTIRAK, C., ALPAR, B., YÜCE, H., 1998. Tectonic Elements Controlling the Evolution of the Gulf of Saros (Northeastern Aegean Sea, Turkey). *Tectonophysics* 300, 227 – 248.
59. YALTIRAK, C., 2000. KAF'nın Güney Marmara Kolları ve Bölgenin Tektonik Yapısı”, TMMOB Jeofizik Müh. Odası, Güney Marmara Depremleri ve Jeofizik Toplantısı, Eylül 2000, Bursa.
60. YALTIRAK, C., SAKINÇ, M., OKTAY, F.Y., 2000. Kinematics and Evolution of the North Anatolian Fault Zone (Ganos Fault) in the Area Between Marmara and Gulf of Saroz. Tatar, O., Kavak, K.S., Özden, S. (Eds.) *Tektonik Araştırma Grubu 3. Toplantısı, ATAG – 3 Proceedings*, 77 – 89 (in Turkish with English abstract).
61. YALTIRAK, C., 2002. Tectonic Evolution of the Marmara Sea and Its Surroundings. *Elsevier – Marine Geology* 3175, 1 – 13.

62. YALTIRAK, C., ALPAR, B., 2002. Evolution of the Middle Strand of North Anatolian Fault and Shallow Seismic Investigation of the Southeastern Marmara Sea (Gemlik Bay). *Marine Geology* 3167 (2002) 1 – 21.
63. YILMAZ, Y., 1990. Allochthonous Terranes in the Tetyan Middle East : Anatolia and the Surrounding Regions. *Phil. Trans. R. Soc.Lond.* 331, 611 – 624.
64. YILMAZ, K., 1992. Mekece (Adapazarı) – Bahçecik (Kocaeli) dolayının jeolojik ve petrolojik incelemesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniv., 260 s.
65. YILMAZ, Y., GENÇ, Ş.C., YİĞİTBAŞ, E., BOZCU, M., YILMAZ, K., 1994. Kuzeybatı Anadolu’da Geç Kretase Yaşlı Kıta Kenarının Jeolojik Evrimi”, Türkiye 10. Petrol Kongresi.
66. YILMAZ, Y., 1997. Geology of Western Anatolia. In *Active Tectonics of NW Anotolia – the Marmara Poly – Project.* eds Schindler and Pfister. VDF, ETH Zurich, 31 – 54.
67. YILMAZ, Y., GENÇ, C., YİĞİTBAŞ, E., BOZCU, M. and YILMAZ, K., 1995. Geological Evolution of the Late Mesozoic Continental Margin of Northwestern Anatolia. *Tectonophysics*, 243, 155 – 171.

## **EKLER**

EK 1: Gemlik (Bursa) Civarının Jeoloji Haritası

EK 2: Gemlik (Bursa) Civarının Jeoloji Enine Kesitleri



## ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Kocaeli’nde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kocaeli’nde tamamladı. Üniversite eğitimine 1995 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde başladı. 1999 yılında Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldu. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2002 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Genel Jeoloji Anabilimdalı’nda araştırma görevlisi olarak başladığı görevine halen devam etmektedir.

