

## İZMİT KÖRFEZİNDEKİ PLEYİSTOSEN TARAÇALARI VE TEKTONİK ÖZELLİKLER

### PLEISTOCENE TERRACES AND TECTONIC CHARACTERISTICS OF THE GULF OF İZMİT

Simav BARGU

İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İstanbul

**ÖZ:** Marmara Denizinin doğu devamında yer alan ve morfolojik gelişimi gençlik evresinde olan, 50 km uzunlukta, dar 3 çukurun yer aldığı İzmit Körfezi ve çevresi, az sayıdaki delta ve kıyı ovaları ile platolar ve orta yükseklikteki dağların bulunduğu ve Akyazıdan itibaren batıya doğru üçe ayrılan Kuzey Anadolu Fay Zonunun kuzey kolunu oluşturan fayın etkin olduğu bir bölgedir.

Körfezin çevresinde çoğunlukla eski kıyı çizgilerini gösteren denizel, yer yer nehirsal ve gölsel taraçalar bulunmaktadır.

Bu taraçalar bir deponun üzerindeki yatay veya yataya yakın eğimli düzgün bir üst yüzeyi veya bir aşınma yüzeyi olarak görülmektedir.

Düşey yönde transgressif ve regressif çökeller, yanal olarak bazen dereceli geçitli ve giriktir. Bol fosilli olanlar özellikle *Ostrea Bankı* içerir. Alçak olanlar genç, yüksek olanlar yaşlı taraçalardır.

**Taraçalar, Çok Alçak (0-6m), Alçak (7-30m), Orta (40-60m), Yüksek (80-90m) ve Çok Yüksek (180-190m)** olmak üzere beş gruba ayrılmıştır. Çok Alçak taraçalar Holosen, diğerleri Pleyistosen yaşlıdır. Alçak taraçaların, sahilde denizin dalga aşındırması, sahil gerisinde erozyon etkisiyle ve yelpaze çökelleri, yamaç döküntüleri ve alüvyonlarla yer yer örtülmesi sonucunda mostra alanları giderek küçülmüş ve yok olmuştur.

Kapsadıkları plecypodlardan özellikle *Ostrea edulis*, *Tapes calverti*, *Cardium (Cerastoderma) edule*, *Mytilus galloprovincialis* ile *Loripes lacteus*'un çoğunluğunu oluşturduğu fauna ile az miktarda saptanan flora-ya bakarak ayrıntılı yaş verilebilmesi güç olan bu taraçaların jeokronolojik yaşları Yüksek Taraçalar 260.000 yıl, Orta Taraçalar 130.000 yıl ve Alçak taraçalar 40.000 yıl bulunmuştur. Bunlardan ilki **Orta Pleyistosen (Paleotireniyen)**, diğerleri ise **Geç Pleyistosen (Tireniyen ve Neotireniyen)** dönemine aittir. Transgresyonların arasındaki regresyonlar ise **Mindel (Roma)**, **Riss** ve **Würm** buzul devrelerine karşılıktır. Çok Yüksek taraçaların 520.000-550.000 yıl yaşlı, **Alt Pleyistosen**e karşılıktır. Bu Alt Pleyistosen dışında arasında açısız uyumsuzluk bulunan Pleyistosen çökellerinin oluştuğu üç dönemde Akdeniz sularının körfeze girdiğini göstermektedir.

İzmit Körfezinin oluşumu ve gelişiminde KB-GD doğrultusundaki sıkışmalarla oluşan Doğrultu Atımlı ve Normal faylar olmak üzere iki fay grubu etkili olmuştur. Doğrultu atımlı faylardan DKD-BGB gidişli olanlar sağ yönlü ve KB-GD gidişli olanlar sol yönlüdür. Normal faylar ise KKB-GGD gidişlidir. Ayrıca, düşey atımı ege-men olan yüksek açılı faylar, doğrultu atımlı faylara ait olup, onların gidişlerine hemen hemen paralel olan ikincil faylardır. Bu faylar arasında doğudan batıya doğru dörtgen ve kama şeklinde 5 blok ayırılmıştır.

Orta ve Geç Pleyistosen tabakaları, körfeze doğru 4°-5°, nadiren 10° ile eğimlidir. Kuzey Anadolu Fay Zonuna ait fayların geçtiği bazı yerlerde ters yönde eğim bulunmaktadır. Genellikle kıvrım yapısı pek görülmemektedir.

Geç Pleyistosenin son döneminde Marmara ile Kara Deniz bağlantısının İzmit Körfezi-Sapanca Gölü ile Adapazarı Ovası yoluyla olduğunu gösteren bazı deliller bulunmaktadır. Büyük bir olasılıkla denizin istilasıyla bugün ova şeklindeki Adapazarı bölgesi, önce **Adapazarı Körfezi**, daha sonra bugünkü İstanbul Boğazı gibi **Adapazarı Boğazı** haline gelmesiyle gerçekleşmiştir.

**ABSTRACT :** The Gulf of İzmit is an area located at the Eastern continuation of the Sea of Marmara, morphologically at its young stage, 50 km long, narrow and composed of three pits. Having a few deltas, coastal plains, plateaus and medium height mountains, Gulf of İzmit is under the effect of the fault which is the northern strand of the North Anatolian Fault Zone which has splitted in three sections starting from Akyazı towards the West.

Around the Gulf, there are generally marinal terraces showing the old shore lines and locally seen fluvialite and lacustrine terraces.

These terraces are observed as the upper plane over a deposit with horizontal or nearly horizontal dip or as an erosion surface. Transgressive and regressive sediments in the vertical direction, are sometimes laterally with gra-

ded transition and interfingered. The ones with abundant fossils contain **Ostrea Bank**. The lower terraces are young whereas the higher ones are old in age.

The terraces are divided into five groups as **Very Low (0-6m)**, **Low (7-30 m)**, **Middle (40-60 m)**, **High (80-90m)** and **Very High (180-190m)**. The Very Low terraces belong to Holocene whereas the rest belong to Pleistocene Age. As a result of being covered locally due to the wave erosion of the sea at the coast, erosion effect behind the sea shore and fan deposits, slope wastes and alluviums, the outcrop areas have gotten smaller and gradually lost.

It is difficult and almost impossible to determine the age of the terraces by means of the scarce flora and the fauna which consists of the plecyopoda, especially *Ostrea edulis*, *Tapes calverti*, *Cardium (Cerastoderma) edule*, *Mytilus galloprovincialis* and *Loripes lacteus*. Geochronological age have been determined as High terraces 260.000, Middle terraces 130.000 and Low terraces 40000 years old. The first one corresponds to **Middle Pleistocene (Paleotirrhennian)** and others belong to the **Late Pleistocene (Tyrrhenian and Neotyrrhenian)** period. Regressions between transgressions belong to **Mindel (Rome)**, **Riss** and **Wurm** glacial periods. Very High Terraces as 520.000-550.000 years corresponds to the **Lower Pleistocene**. Three periods regarding these Pleistocene-deposits which have angular unconformity except the Lower Pleistocene, show that the Mediterranean waters has invaded the Gulf.

Two fault groups formed by compressions in NW-SE directions as Strike Slip and Normal Faults have been effective in the evolution and development of Gulf of İzmit. The ENE- WSW trending strike slip faults are dextral and NW-SE trending ones are sinistral. The normal faults have NNW - SSE trend. The high angle secondary faults which have dominant vertical slip belong to the strike slip faults and have a trend almost subparallel to them. From East to West, 5 blocks in rhomboidal and wedge shape, have been determined between these faults.

Middle and Upper Pleistocene layers have a 4°-5°, rarely 10° dip towards the Gulf. There is reverse dipping at some places where faults of North Anatolian Fault Zone cross. Generally no folding structure is observed.

In the last stage of Late Pleistocene, there are some evidences proving the unification of the Marmara and Black Sea with Gulf of İzmit and Lake Sapanca through Adapazarı Plain. There is a great possibility that with the invasion of the sea, the Adapazarı region, presently in the form of a plain, first became **Gulf of Adapazarı** and then the **Adapazarı Strait** as the Bosphorous.

## GİRİŞ

İzmit Körfezi, bir iç deniz şeklinde olan Marmara Denizinin doğu devamı olup, yaklaşık 50 km uzunlukta dar ve uzun bir şekildedir (Şekil 1).

İzmit Körfezi ilginç deniz dibi özellikleri ile çevresindeki morfolojisi ve jeolojisi ile bir çok yerli ve yabancı yer bilimcinin ilgisini çekmiştir (Risch, 1909; Philipson, 1918; Penck, 1919; Erinc, 1955; Yalçınlar, 1957; Chaput, 1957; Göney, 1964 a,b; Akartuna, 1968; Bargu ve Sakınc, 1984, 1989/1990; Sakınc ve Bargu, 1989; Bargu, 1993 a,b, 1994; Meriç, 1995 a,b; Koral ve Eryılmaz, 1995). Doğuda, ortada ve batıda olmak üzere üç çukur bulunmaktadır (Şekil 2). Bu bölgede son yıllarda jeolojik araştırmalar ve taraçalar ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. Yakın tarihlere kadar araştırmaların az bir kısmı jeoloji ile ilgili yapılmış olup, sınırlı litoloji anlatım ve fosil kapsamına dayanmıştır.

Denizel ve karasal taraçalar, çoğunlukla tortul bir deponun üst yüzeyi veya aşınma yüzeyi olarak görülmektedir. İzmit Körfezi çevresindeki depoların ve üzerinde yer alan taraçaların stratigrafik, paleontolojik ve tektonik özellikleri ile yükseltilerinin saptanması sayesinde bu istifin oluşumuna neden olan denizin seviyesinin ve derinliğinin çok kesin olmamakla birlikte belirlenmesiyle çok önemli bilgiler elde edilmektedir. Tektonik hareketlerin etkisiyle her ne kadar taraçaların orijinal konumları yer yer bozulmuşsa da oluştuğu deniz seviyelerini işaret etmektedir.

Çeşitli yükseltilerde yer alan taraçaların buldukları yükseltileri ile yayılım gösterdiği alanlar karşılaştırılmış ve bunlar elde edilen verilere göre sınıflandırılmıştır. İzmit Körfezinin çevresindeki taraçaların oluşumuna neden olan denizin meydana geldiği İzmit Körfezinin

yapısını kazandıran fayların geometrisi ve faylar arasındaki bloklar, fayların hareket mekanizmaları ile taraçaların yapısı ve ilişkileri araştırılarak bölgenin neotektonik özellikleri ortaya çıkartılmıştır.

İzmit Körfezi çevresindeki taraçalarla ilgili yapılan çalışmalar (Penck, 1918; Pınar, 1943; Erinc, 1955; Chaput, 1957; Göney, 1964 a,b; Akartuna, 1968; Bargu, 1996; Bargu ve Sakınc, 1984; 1989/1990; Sakınc ve Bargu, 1989) ve deniz dibi çökelleri ile ilgili yapılan çalışmalar (Bargu, 1993); Bargu ve Yüksel, 1993 a, b; Meriç, 1995 a, b) Kuvaterner paleocoğrafyası ve jeolojisi, özellikle Kuvaterner stratigrafisi ve ekolojisi ile tektoniği için önemli olmuş ve konunun gelişmesini sağlamıştır. Körfezin çevresindeki taraçalar, Akdenizle Kara Denizin zaman zaman birleşip ayrıldığı Marmara Denizinin doğu devamında ve bağlantı yolları üzerinde yer alması dolayısıyla önemi bir kat daha artmıştır. Aynı zamanda Marmara ile Kara Denizin bağlantısını açıklamaya yönelik bazı deliller saptanmıştır.

İzmit Körfezi çevresinde özellikle kıyılarda ve kıyılara yakın yerdeki akarsu ağızlarında denizel kıyı taraçaları bulunmaktadır. Gölsel ve nehirsal taraçalar ise bugün çoğunlukla kıyıya çok yakın olmayan, nadiren yakın olan alanlarda yer almaktadır. Hemen hemen hepsi çakıl, kum ve silt, nadiren killi gereçler kapsamaktadır. Özellikle Orta ve Geç Pleyistosen'e ait depoların içinde Akdenize ait denizel kavkılar bulunmaktadır.

Pleyistosen başından sonra bölgeyi istila eden Akdenizin deniz seviyesinin zamanımıza kadar geçen süre içindeki gelişimini araştırmak için, bunların kanıtları olan farklı yükseltilerdeki taraçalar incelenecektir. Bu arada tüm bölgeyi ve özellikle İzmit Körfezi ve çevresini etkileyen tektonik hareketlerden dolayı bu taraçaların

orijinal konum ve yükseltilerini kaybettiğini de unutmamak gerekir. Ayrıca, alçak bir kısım taraçaların özellikle yelpaze çökelleri, yamaç döküntüleri ve alüvyonlar tarafından yer yer kısmen veya tamamen örtülmüş oldukları gözlenmiştir.

İzmit Körfezinde farklı seviyelerde bulunan, devamlı olmayan ve çeşitli zamanlarda Akdenizin transgresyonlarını gösteren, çoğunlukla denizel taraçalar ve az sayıdaki karasal taraçalar ile bunların dağılımları, konumları ve özelliklerinin saptanması ve eski kıyı şekillerinin araştırılması, körfezin oluşumu ve gelişiminin anlaşılması için gerekli olduğundan, İzmit Körfezinin çevresi sırasıyla önce kuzey, sonra doğu, en son da güney alanlar olmak üzere üç ana bölgede incelenecektir. Daha sonra bölgenin yapısını oluşturan faylar ve faylar arasındaki bloklar ile bunların hareket mekanizmaları açıklanarak tartışılacaktır.

### İZMİT KÖRFEZİ ÇEVRESİNDEKİ TARAÇALARIN DAĞILIMLARI VE ÖZELLİKLERİ

İzmit Körfezi K ve G inde çoğunlukla denizel, yer yer de karasal taraçalar yer almaktadır (Şekil 2, 1-10 nolu yerler). Taraçalar, bu bölgede oldukça iyi korunmuş olup, yoğun olarak bulunmaktadır.

#### a. İzmit Körfezi Kuzeyi

İzmit Körfezi kuzeyinde genellikle denizel taraçalar, bazen de Dil Deresi K'inde ve Tavşanlıda olduğu gibi karasal taraçalar bulunmaktadır (Şekil 3, 1-7 nolu yerler). Taraçalar 18-20 m, 20-25 m, 25-30 m, 40-42m, 40-50m, 45-50 m yüksekliğinde olup, çoğunlukla denizel fosiller ile yer yer acısu ortamına ait plecyopoda fosilleri kapsamaktadır.

İzmit Körfezi kuzey kıyılarının göstermiş olduğu topoğrafik özellikler ve şekiller, morfolojik gelişimin henüz başlangıç ve gençlik evresinde olduğunu göstermektedir. Bu durum körfezin kuzeyinde yer alan hem yüksek hem de alçak kıyılar için geçerlidir.

İzmit körfezinin güncel kıyı çizgileri ve şekillerine sahip olmasında en büyük etken, diğer yerlerde olduğu gibi burada da deniz seviyesinin alçalıp yükselmesi ve buna bağlı olarak akarsu vadilerinin denizle istilası ile yine denizin kıyı çizgisi boyunca yapmış olduğu farklı şiddetteki dalga erozyonudur. Diğer önemli etken ise tektonik olaylarla gelişen kırık ve faylardır. Akarsularla kırıntılı gereçlerin karadan deniz kıyısına ve denizin içine kadar taşınması ve çökmesi ile kıyı çizgileri ve şekillerinin değiştiği bir gerçektir.

Yüksek kıyılarda oluşan falezlerin oldukça dik olan eğimli yüzeyleri ile tabanlarındaki çentikler ve bunların önlerinde yer alan kayalık kesimler ile henüz düzeltilmemiş aşınma yüzeyleri; alçak kıyılarda oluşan az yüksek falezler ve ön kıyı setleri ile bazı lagünlerin alüv-

yonlarla henüz dolmaya başlaması bize körfez kıyılarının morfolojik gelişiminin başlangıç ve gençlik evresinde olduğunu kanıtlamaktadır.

İzmit Körfezinde, Marmara Denizi çevresindeki diğer yerlerde olduğu gibi taraçaların yükseltilerinin yer yer birbirine uyduğu belirtilmiştir (Ardel ve İnandık, 1957).

### I - TUZLA - DİL İSKELESİ ALANI

Kocaeli Yarımadası'nın güneyi olan Marmara Denizi kıyılarında Tuzla'ya kadar olan kesimde deniz taraçalarının görüldüğü çok eski yıllarda açıklanmıştır (Erguvanlı, 1949; Yalçınlar, 1957; Ardel, 1959, 1967/ 1968)).

#### 1. Tuzla As Alanı

Tuzla yakınlarında (Şekil 1, 3; Lok.1) altta kireçli kumtaşı, üstte ise kumlu killi ve marnlı oluşuklardan meydana gelen bol fosilli kıyı depoları ile Mezarlık Burnu ve Mezbaha arasında 10 m ve Değirmen başı tepesi yolunda 25m yükseklikte güneybatıya, körfeze doğru eğimli olan taraçalar bulunmaktadır. Bu depolarda 8-10 m yükseklikte lümaşel halinde *Ostrea Tabakası*, 10 - 20 m arasındaki tüm yamaçlarda *Ostrea sp.*, *Pecten sp.*, *Cardium sp.* fosilleri bulunduğu halde güney kesimlerde yaklaşık 15 m yükseklikte ise *Murex sp.*, *Cerithium sp.* ve bazı gastropodlar bulunmaktadır. Tuzladaki depoların, fosillere ve morfolojik şekillere dayanılarak Alt Kuvaterneri temsil ettiği açıklanmışsa (Yalçınlar, 1957) da bu depoların Tirenien yaşında olduğu düşünülmektedir.

#### 2. Yelkenkaya - Darıca As Alanı

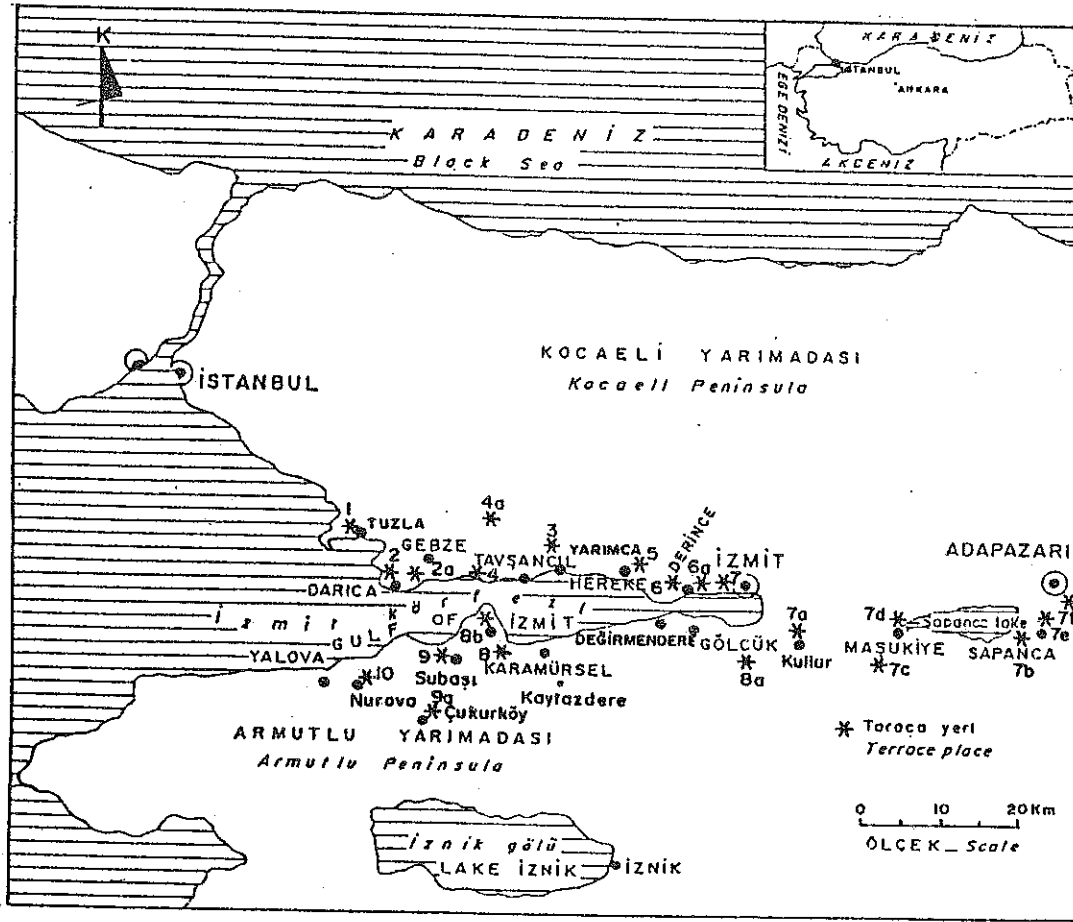
Yelkenkaya-Darıca arasında (Şekil 1, 3; Lok.2) esmer renkli kum ve çakıldan oluşan ve içinde *Pecten sp.* ve *Cardium sp.* kapsayan 18-20 m yükseltisinde denizel Pleyistosen taraçası saptanmıştır (Göney, 1964a).

#### 3. Darıca-Dil Ovası As Alanı

Darıca ile Eskihisar arasındaki falezlerin (Şekil 1,3; Lok. 2a) 10-15 m dolayında yükseltileri vardır. Su Bölümü Çizgisi deniz kıyısından Yelkenkaya ile Gebzedeki Dil Deresine kadar olan alanda yaklaşık 3 km kuzeydeki tepelerden, Dil deresinin doğusundaki alanda ise 12-13 km kuzeydeki tepelerden geçmektedir. Su Bölümü Çizgisinin denize yakın olduğu Eski Hisar ile Muallim Köyü arasında deltanın olmadığı, buna karşın yüksek ve dikçe yamaçların varlığı dikkat çekmektedir.

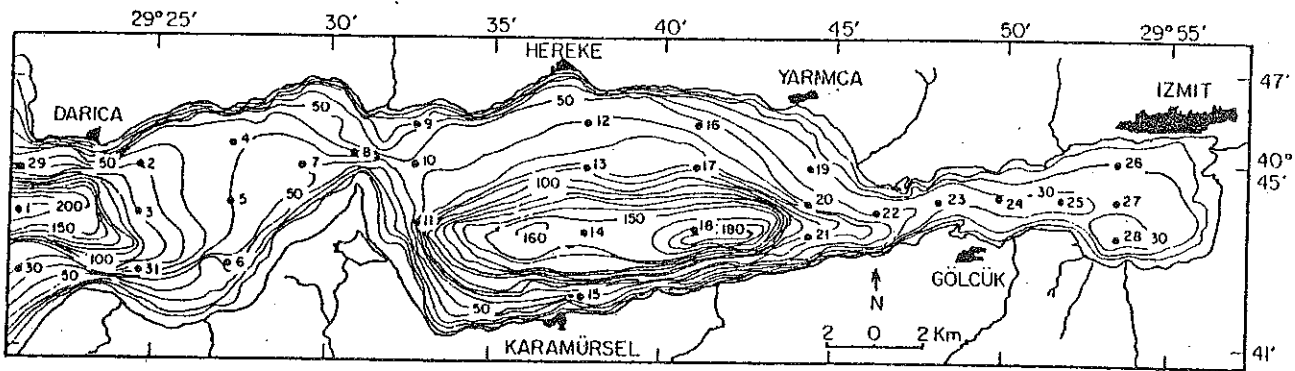
#### 4. Dil Ovası As Alanı

Gebzenin Güneydoğusunda Dil Deresinin denize döküldüğü deniz kıyısı ile Ada Tepe arasında (Şekil 1,3; Lok. 4a) 7-8 m ve 18-20 m yükseltilerde olmak üzere iki taraça bulunmaktadır. Esmer renkli kum ve beyaz renkli marnlı kireçtaşı gibi denizel kum ve çakıllardan oluşmuş bu taraçalar *Cardium sp.*, *Ostrea sp.* ve *Venus sp.* gibi fosilleri kapsamaktadır. Sayılan bu fosiller içinde en çok *Venus sp.* bulunmaktadır (Göney, 1964a).



Şekil 1. Yer Bulduru Haritası ve İzmit Körfezi çevresindeki Pleyistosen ve Holosen yaşındaki taraça çökeltilerine ait mostraların dağılımını gösterir harita.

Figure 1. Location map showing the distribution of the outcrops of the deposits of Pleistocene and Holocene aged terraces at the Gulf of İzmit and its surrounding area.



Şekil 2. İzmit Körfezi deniz dibi topografya haritası (Ergin ve Yörük, 1990).

Figure 2. Bathymetry map of the Gulf of İzmit (Ergin and Yörük, 1990).

### 5. Dilovası-Tavşanlı As Alanı

Gebzenin Güneydoğusundaki Dil deresi vadisinde Dilovasının kuzey kesiminde İstanbul - İzmit yolunun yakınındaki Kemerköprü civarında (Şekil 1; Lok.4) 6-7 m, 25-30 m ve 50-55 m yükseklikte üç nehir taraçası görüldüğü ve bu taraçaların yardımıyla bölgenin Kuvaternerden beri 40-50 m yükseldiği belirtilmiştir (Erguvanlı, 1949). Yine aynı yerde 3-5 m, 7-8m, 20-21 m ve 42-45 m yükseltilerde nehir taraçaları saptandığı açıklanmıştır. Bu taraçalar, içinde akarsu çakıllarını kapsayan esmer renkli depolardan meydana gelmiş olup, vadi boyunca 3-5 m yükseklikte en yaygın olarak Tavşanlı Köyüne kadar olan alanda görülmektedir (Göney, 1964a).

### II - TAVŞANCIL - HEREKE ALANI

Tavşancılda yüksek kıyımın önünde, genişçe derelelerin denize döküldüğü yerde kum ve çakıllı plajlardan oluşan küçük ve bağımsız bir delta meydana gelmiştir. Tavşancıl-Hereke arasındaki kıyı bölgesinde, kıyıya paralel falezlerin kaideleri ile kıyı çizgileri arasında uzanan ve bağımsız 3-5 m genişlikteki art kıyı set depoları meydana gelmiştir (Göney, 1964a).

### III - HEREKE ALANI

Hereke vadisi içinde (Şekil 1,3; Lok. 3) çok eski yıllarda, 10-12 m, 25-30 m ve 45-50 m yükseltilerde olmak üzere üç denizel taraça bulunduğu açıklanmıştır (Erguvanlı, 1949).

Hereke yerleşim merkezinin içinde ve İstanbul - İzmit Karayolunun deniz tarafında ve güneyinde bulunan deniz düzeyinden 25 - 30 m yükseklikte olan ve pleycypoda kavkıları kapsayan kumlu ve çakıllı bir istiftin oluşan denizel Geç Pleyistosen (Tirenien) yaşlı bir depo saptanmıştır. Ayrıca, bu depodan başka Hereke ana vadisinin batı yamacında dağınık halde tek tük pleycypoda ve *Ostrea edulis* Linne kavkılarına rastlanmaktadır (Bargu, 1996).

### IV - YARIMCA - İZMİT ALANI

Yarımcanın biraz doğusundan başlayarak İzmit'e doğru (Şekil 1,3; Lok. 5,6,7) değişik yükseltilerde taraçalar bulunmakta olup, bunların en yüksek olanı ortalama yaklaşık 60 m dir.

#### 1. Yarımcı As Alanı

Yarımcada fenerin civarında (Şekil 1,3; Lok.5) kıyından itibaren çok belirgin olarak 1.5-2 m, 7-8 m, 18-20 m ve 40-42 m olmak üzere dört denizel taraça bulunmaktadır (Göney, 1964a).

Yarımcı civarında deniz kıyısına yakın yerde yaklaşık 20 m derinliğe kadar Kaskaş A.Ş. tarafından yapılan 8 adet sondajda en üstteki 2-3 m'lik yapay dolgu altında, kumlu, yarı yuvarlak ve yuvarlak çakıl ve iri çakıllar bulunmuştur. Bu istifin içinde 8-10 m derinlikten sonra denizel kavkılı kum ve siltli kum seviyeleri saptanmıştır.

#### 2. Derince As Alanı

Derince yakınında (Şekil 1,3; Lok.6) delta ve alüv-

yal yelpaze şeklinde beyaz renkli kum ve çakıl ile esmer ve mor renkli kum ve çakıldan meydana gelmiş bir istif bulunmaktadır. 1.5-2 m, 7-8 m, 18-20 m, 40-42 m ve 60 m yükseltilerde olmak üzere beş seviyede bulunan taraça şeklindeki depolarda *Venus sp.*, *Cardium sp.*, *Pecten sp.* ve gastropoda fosilleri vardır (Göney, 1964a).

### 3. Derince - İzmit As Alanı

Derince ile İzmit batısı arasında kalan bölgede 20 m yükseklikte (Vürmiyen) bulunan az eğimli deniz taraçalarının eteklerinde yaklaşık 10 m yüksekliğe kadar olan kesimde taş oyan ve yiyen mollusca deliklerinin bulunduğu açıklanmıştır (Penck, 1918; 1919; Pınar, 1943).

Derincenin doğusundaki Soğucaktan Şirintepe ve Kuruçeşmeye kadar uzanmakta olan alanlarda denizel taraça ve depolar Çınarlı Dere ve deltası ile kesintiye uğramıştır. Belirgin olan denizel taraçalar, Şirintepe ve Derince'de olduğu gibi yaklaşık beş seviyede bulunmakta olup, bunlar hemen hemen aynı yükseltilerdir.

Çınarlı Derenin İstanbul - İzmit yolunu kesen yerin (Şekil 1,3; Lok. 7) doğusunda Tepetarla yakınında Pleyistosen yaşlı marnlı seviyeler bulunmuştur. Tabakalanması az belirgin olan bu istiftteki yeşilimtrak marnların içinde *Dreissensia buldurensis* d'Archiarch saptanmıştır. Burasının batı devamında ise yer yer ince tabakalanmalı beyaz renkli tebeşirimsi kireçtaşı ve bazen yumrulu olan marn bulunur. Bu yerin 750 m güneybatısında yaklaşık 20 m'yi geçen kalınlıkta, yine Pleyistosen yaşlı denizel mikrofauna kapsayan kumlar saptanmıştır. Birbirleriyle girik bir şekilde oluşan gerek marnlı gerekse kumlu istif, çoğunlukla yamaç molozları ve birikinti konileriyle kaplanmıştır. Bazen de fabrika inşaatları için bu alanlar kazılıp kaldırılmış veya düzleştirilmiştir (Altınlı, 1968).

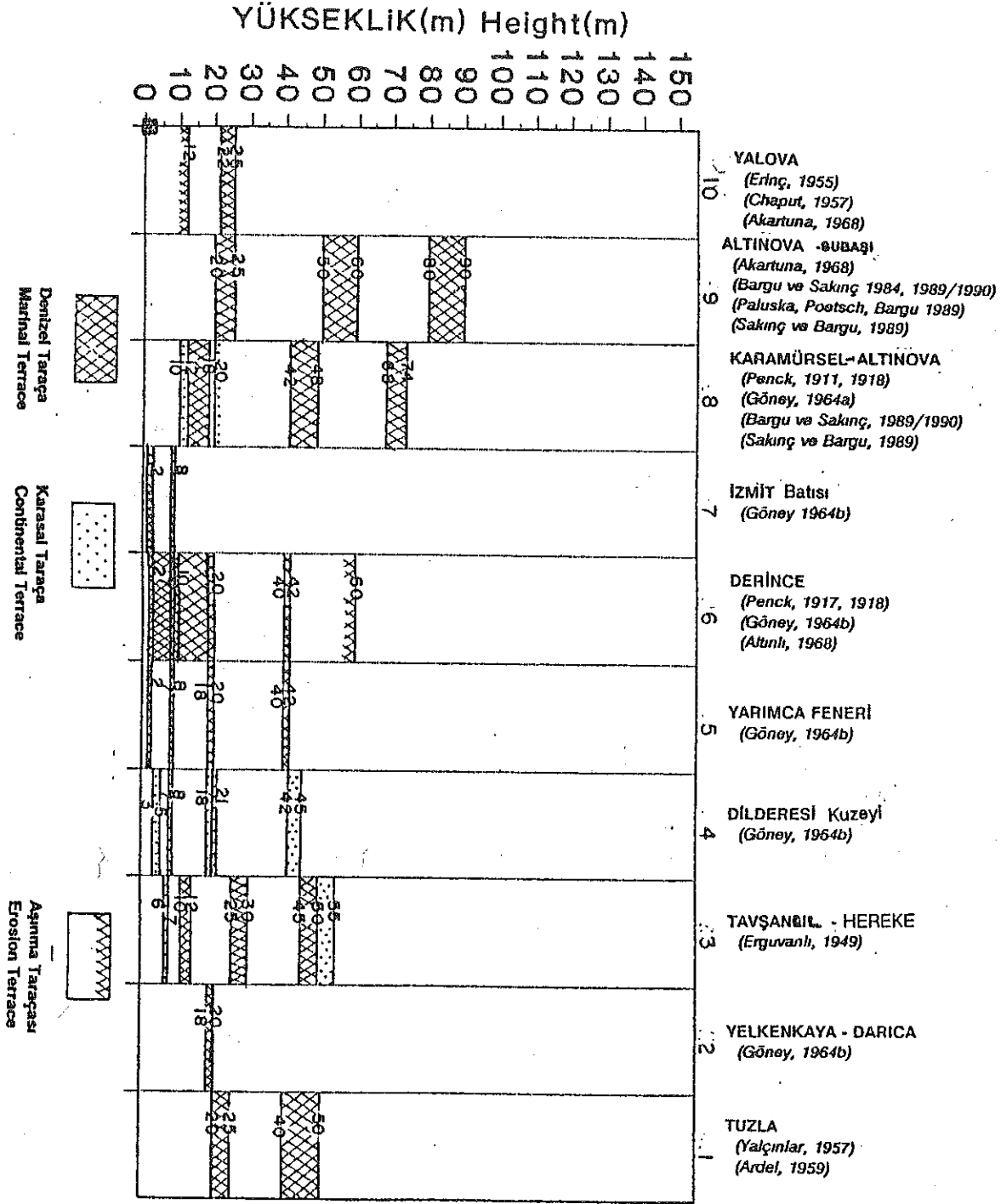
Kuruçeşme doğusu ile İzmit arasında sadece 1-2 m ile 7-8 m yükseltide denizel taraçalar görülmüş olup, yukarıda değinilen diğer yüksek taraçalara rastlanmamıştır (Göney, 1964a). Yüksekliği 1,5-2m olanlar **Çok Alçak Taraçalar**, 7-8m ve 18-20m olanlar **Alçak Taraçalar**, 40-42m ve 60m olanlar **Orta Taraçalar** olarak adlandırılmıştır. İzmit civarındaki 20 m lik taraçaların Hereke civarında 10 m ye, daha batıya doğru da 6 m ve 3 m ye kadar alçaldığı belirtilmiştir (Pfannenstiel, 1944).

### b. İzmit Körfezi Doğusu

İzmit Körfezi doğu kıyısındaki bataklık sahasından daha sonra doğuya doğru İzmit Ovası, Sapanca Gölü ve Adapazarı Ovası bulunmaktadır.

### I. İZMİT OVASI ALANI

İzmit Ovası çok az bir eğime sahip olup, körfez başlangıcından Sapanca Gölüne doğru çok az yükselerek devam etmekte olup, Sapanca Gölü batısındaki ovadan çok az yükseklikteki bir eşikle ayrılmaktadır. Ovanın üst seviyesi Holosen döneminde, tepelerden taşınmış alüvyonal materyaller tarafından eski İzmit Körfezinin kısmen doldurulmasıyla oluşmuştur. Alt seviyelerinde ise



Şekil 3. Tuzla-İzmit-Yalova arasındaki bölgenin Pleistosen ve Holosen yaşındaki taraçalarını ve yükseltilerini gösterir diyagram.

Figure 3. Diagram showing the Pleistocene and Holocene aged terraces and their heights in the region between Tuzla-İzmit-Yalova.

Pleyistosen döneminde denizel ve karasal oluşuklar yer yer girik olarak bulunur.

### 1. Kullar As Alanı

İzmitin yaklaşık 10 km güneydoğusunda ovanın kenarında Kullar kasabasında (Şekil 1; Lok. 7a) Kaskağ A.Ş. tarafından yapılan 5 adet sondajda 20-25 m derinliğe kadar olan kesimde en üstteki 1,5-2 m'lik yapay dolgu altında kahverengimsi kumlu, çakıllı kil ile onun altında mavimsi, yeşilimsi gri renkli organik maddeli, yosunlu ve plecyopoda kavkıları kapsayan denizel kil bulunur. En alttaki iki kil seviyesi arasında gri, mavimsi gri renkli çakıllı, siltli ve killi ince kum gözlenmiştir.

## II. SAPANCA GÖLÜ ÇEVRESİ ALANI

### 1. Sapanca Gölü Doğu, Güneydoğu ve Güneybatı As Alanı

Bu alanda (Şekil 1; Lok. 7b ve 7c) en çok 35-40 m yüksekliğe kadar olan seviyelerde

Orta Pleyistosen yaşında çoğunluğu kum ve silt, yer yer çakıl ve blokta oluşan ve kalınlığı en az 100 m olan dalgalı kıvrımlı Karaçam formasyonu olarak adlandırılan nehirsel ve gölsel çökeller bulunmaktadır. Bunların içinde *Zebrina (Zebrina) detrita* (Müller), *Planorbarius corneus* (Linne) ve *Dreissena polymorpha* (Pallas) gibi fosiller bulunur (Bargu, 1993b).

### 2. Sapanca Gölü Kuzeybatı As Alanı

Bu alanda (Şekil 1; Lok. 7d) jeokronolojik yaşı 350.000 yıla (Paluska ve diğ., 1989b; Bargu, 1993, 1994) karşılık gelen Orta Pleyistosen dönemine ait kum, silt ve bordo ve yeşil renkli killerden oluşan ve Maşukiye formasyonu olarak adlandırılan gölsel çökeller bulunmaktadır.

Bunların içinde *Planorbarius sp.*, *Unio sp.* ve *Helix sp.* gibi fosiller saptanmıştır (Bargu, 1993b).

## III. ADAPAZARI OVASI ALANI

Adapazarı Ovasında Arifiye Köy Ensittüsü bahçesinde (Şekil 1; Lok. 7e) 60 m yüksekliğindeki yüzeyden 170 m derinliğe kadar yapılan sondajlarda, altta bazı çakıl, kum ve marn seviyeleri kapsayan yeşil renkli killer bulunmuştur. Çakıllı ve yeşil renkli killi seviyelerde denizel kavkılara rastlanmıştır. Üstte kum ile bataklık kil ve çamuru, en üstte ise alüvyon malzemelerinden oluşmuş kum ve çakıllı kumlar bulunmaktadır. + 55m'lik yükseklikteki Erenler Sakarya arasındaki yerde (Şekil 1; Lok. 7f) 52m'yi biraz geçen bir sondajda, en altta kil ve marn, üzerinde sırasıyla 22m'lik (30-52m) kavkı kapsayan çakıllar, 20 m lik (10-30m) bataklık mili ve 2m'lik (8-10m) ince kum ve 8m kalınlıkta toprak ve karışık malzeme bulunmuştur. Birinci sondaja göre yüzeyden 30-50 m, bazen de 60-100 m derinlikte, ikinci sondaja göre 30-52m arasında Denizel Kavkıları kapsayan seviyelerin bulunuşu (Ardel ve İnandık, 1957), Akdenizin buraları istila ettiğini kanıtlamaktadır.

Adapazarı Ovasının, 0,6 - 0,8/1000 eğime sahip olduğu ve tektonik olayların etkisiyle meydana gelen çöküntü havzasında altta kavkıları kapsayan depoların, üstte alüvyonların doldurmasıyla oluştuğu belirtilmiştir (Ardel ve İnandık, 1957). Sondajlar temele ulaşmadığı için en altta ne olduğu bilinmemektedir.

### c. İzmit Körfezi Güneyi

Bu alanda Geç Pleyistosen devrine ait genellikle denizel ve denizel - lagüner bazen de karasal kırıntılı tortul depolar saptanmıştır (Şekil 1; Lok.8-10). Bu depolar, deniz seviyesine göre 12-18 m, 20-25 m, 50-60 m, 80-90 m ve 180-190 m'lik yükseltilerde olmak üzere çeşitli seviyelerde taraçalar şeklinde yer almaktadır. 180-190 m'lik gölsel özellikteki taraça dışındakiler ise denizel özellikte olup, içlerinde bazen çok belirgin ve iri boyutta *Ostrea* ve *Cardium*'lar bol, *Pinna* ve *Lithothamnium*'lar az miktarda gözlenmektedir. Bunların yanında küçük boyutlu foraminiferler de bolca bulunmaktadır. Ayrıca, Karamürsel alanında 10-12 m ve 20 m'lerde taraça şeklinde karasal depolar da bulunur.

Yaptığımız çalışmalarla farklı yükseltilerdeki taraçalarda bulunan fosilli ve kırıntılı gereçlerden meydana gelen tortul depoların farklı yaşta olduğu düşüncesi kesinleşmektedir. 20-25 m yükseklikteki depoların C14 yöntemiyle yaşının 40.000 yıl, 50-60 m yükseklikteki depoların Uranyum / Toryum (U/Th) yöntemiyle yaşının 130.000 yıl, 80-90 m yükseklikteki depoların ise Termoluminisans (TL) yöntemiyle yaşının 260.000 yıl olduğu yapılan jeokronolojik yaş tayinleriyle ortaya çıkarılmıştır. Taraça yükseltileri ve jeokronolojik yaşlara göre hazırlanan diyagramdan, 180-190 m yükseltideki depoların jeolojik yaşının 520.000-550.000 yıl olduğu anlaşılmaktadır (Paluska ve diğ., 1989 b).

Kırıntılı çökellerden meydana gelen depolar, oluşumundan sonra binlerce yıl boyunca atmosferik koşulların etkisi altında kalmış ve derelerle yarılmış, kazılmış, aşınmış olup, bir kısmı korunmuş, diğer tarafları ise kısmen veya tamamen ortadan kalkmıştır. Yarıma, kazılma ve aşınma derecesinin farklı olması, bazı yerlerde aynı taraçanın çok olmasa dahi farklı yükseltilerde bulunmasına neden olmuştur.

Depolar ve üzerlerindeki taraçaları kesen ve kazıyan dereler, taraçalarla kıyı ovaları arasında yer yer iç içe geçmiş birikinti yelpazelerinin oluşumuna zemin hazırlamıştır (Göney, 1964b).

Geç Pleyistosen çökel depolarının bulunduğu en yüksek yerlerin yukarısında kalan alanlar, Geç Pleyistosen'de ve öncesi dönemde erozyon ve birikim alanları olmuştur.

İzmit Körfezi güneyinde 10-20m yükseklikteki basamağın nehir taraçası olduğu, Körfezin kuzeyindeki İzmit-Derince arasındaki 20 m'lik deniz taraçalarına karşılık geldiği ve ayrıca, 100 m yükseklikte nehir taraçasının (Siciliyen I) varlığı açıklanmıştır (Penck, 1919).

İzmit Körfezi güney kesimindeki kara alanları, morfolojik olarak dağlar, platolar ve kıyı bölgeleri olmak üzere üç kısımdır. Bu alanda akarsularla kazılmış derin vadiler ve yer yer de geniş tabanlı vadiler bulunmaktadır. Kıyılara genel olarak bakıldığında, "Alçak Kıyılar" ile "Yüksek Falezli Kıyılar" olmak üzere iki tip kıyı görülmektedir. Ayrıca, yer yer kıyı ovaları ile Yalakdere ve Lalederenin denize döküldükleri yerlerde ve deniz altında devam eden deltalar bulunmaktadır.

Bu bölgede Pleyistosen yaşlı denizel depolar ve bunların da üzerlerinde taraçalar yer almaktadır. Bu depolar ve taraçalar, Gölcük İlçe merkezinin yakınındaki yamaçlarda, Karamürselin batısında Dereköyde, Oluklu Köyünde, Tokmak Köyünde, Altınova Köyü kuzeyindeki Hersek Köyünde 27 m yükseltisindeki Dedeler Tepede, Altınova Köyü güneydoğusu ile Kaytazdere Köyü arasında, Kaytazdere Köyü kuzey batısındaki Karamürsel - Yalova ana yolunun hemen güneyinde bir kaç alanda, Subaşı Köyünde, Çavuşçiftliği Köyünde, Havuzdere Köyü kuzeyi ve kuzeybatısında ve Zeytinbayır mevkiinde, Yalova doğusundaki Nurova ve Yusufklar çiftliğinde görülmektedir. Değişik yükseltilerde olmakla birlikte genellikle alçak (10-20m), orta (50-60 m), yüksek (80-90 m) ve çok yüksek (180-190 m) düzeylerde gözlenmektedir. Bunların genel durumları gösterilmek amacıyla Alçak Taraçalar, Orta Taraçalar, Yüksek Taraçalar ve Çok Yüksek Taraçalar olarak adlandırılmıştır. Genellikle Alçak taraçalar, Orta ve Yüksek taraçalara göre daha az alanda görülmektedir. Alçak taraçaların Tokmak Köyü civarında, Büyükbenli Dağın kuzeyinde ve Havuzdere Köyü kuzeybatısında olduğu gibi, birikinti yelpazeleri ve alüvyonların altında kalarak yer yer örtüldüğü saptanmıştır. Bu depolar, genellikle kil, silt, kum ve çakıllı seviyelerden meydana gelmekte olup, yer yer tabakalanma gösterirler. Depoları oluşturan litolojiler yanıl olarak devam edebildiği gibi birbirleriyle yer yer dereceli geçişli ve girik olarak da bulunmaktadır. Depolar ve taraçalar daha çok derelerin denize döküldüğü yerlere yakın olan ve çıkıntı oluşturan yamaçlarda görülmektedir. Yer yer vadilerin içinde de bulunmaktadır. Dereköy deresi ve Kaytazdere vadilerinin aşağı taraflarında görüldüğü gibi, vadilerde bazen kalın olup, kalınlık yamaçlara doğru giderek azalmaktadır. Kaytazdere vadisinin yamaçlarında kalınlık 1 m'ye kadar düşmektedir. Yalakdere gibi büyük derelerin ve bazı derelerin denizel depolar içinde açtıkları vadilerle taraçaların devamlılığı kesintiye uğramıştır. Dereler, depoları ve üzerlerindeki taraçaları yer yer kısmen veya tamamen aşındırmışlardır. Derelerin getirdiği malzemeler, taraçaları bazen de kısmen veya tamamen örtmüşlerdir.

Karamürsel civarında Pleyistosen depo ve taraçaları, genel olarak 12 - 18 m, 42 - 48 m, ve 68 - 74 m yükseltilerde olduğu açıklanmış olup, 68 - 74 m yüksekliğindeki taraçaların Sicilyen'den sonra trangresyonla oluşan depo ile aynı yaşta olduğu ve diğer iki taraçanın yine aynı yaştaki deponun üzerinde geliştiği ve daha sonradan Akdenizdeki interglasyal evrede olduğu belirtilmiştir (Göney, 1964b).

Geç Pleyistosen depoları bazen Kaytazdere Köyünün kuzeyindeki Karamürsel - Yalova ana yolunun hemen güneyinde (Şekil 1,3; Lok. 8) ve Koca Meşe tepesinde olduğu gibi, alttaki temelin üzerinde sıkı çimentolanmış çakıllı bir taban seviyesi ile başlar. Bazen de Künkboğazı vadisi ve yamaçlarında olduğu gibi, tabanı doğrudan görülemiyen killi kum veya killi ince kumlarla başlamaktadır. Üst düzeyleri Kaytazdere köyü kuzeyindeki Karamürsel - Yalova yolunun hemen güneyinde görüldüğü gibi, özellikle *Ostrea Bankı* olabilecek kadar bol fosilli olduğu veya Künkboğazı vadisinin yamaçlarındaki gibi, konglomeraların bulunduğu yerlerde morfolojik olarak çıkıntılı yüzeyler ve kornişler meydana gelmiştir.

İzmit Körfezi güneyinde (Şekil 1,3; Lok. 8) yapılan araştırmalarla diğer bölgelerde olduğu gibi, burada da genellikle yüksekliği az olan (15-20 m) yerlerde daha genç, yüksekliği çok olan (60-70 m) yerlerde ise daha yaşlı çökel depolarının bulunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, genç depoların daha az alanda, yaşlı depoların uzun zaman erozyon etkisinde kalmasına rağmen daha çok alanda buldukları gözlenmiştir. Bu da bize genç depoların az alanda görünüşü, kıyılara yakın olan alçak seviyedeki yerlerde oluşmasının yanında az kalın olan kesimlerinin aşınma ve abrazyonu ile kısmen veya tamamen ortadan kalkması ve/veya denizin dalga aşındırmaları sonucunda karada oluşan madde kaybı nedeniyle ve yer yer alüvyonlar ve yelpaze çökeltileriyle yamaç döküntüleri tarafından örtülmesi nedeniyle meydana gelebileceğini göstermektedir.

İzmit Körfezi güneyindeki bölgede yer alan taraçalar, Gölcük - Değirmendere - Ereğli alanı, Karamürsel alanı ve Yalova alanı olmak üzere üç alanda incelenmiştir.

## I. GÖLCÜK-DEĞİRMENDERE-EREĞLİ ALANI

Bu alanda çeşitli yerlerde ve Gölcük ile Bahçecik Köyleri arasında, Asar Köyünde (Şekil 1; Lok.8a) Geç Pleyistosen (Tireniyen) yaşlı depolar ve taraçalar bulunmaktadır. kırıntılı çökel depoların üzerinde *Ostrea sp.* ve *Cardium sp.* gibi Akdeniz kökenli denizel fosiller yer almaktadır.

## II. KARAMÜRSEL ALANI

### 1. Altınova As Alanı

Bu alanda Geç Pleyistosen depoları ve taraçalarına diğer yerlere göre oldukça fazla miktarda rastlanmaktadır. Bunlar irili ufaklı olarak çeşitli yükseltilerde bulunmaktadır. Karamürselin yaklaşık 1-2 km batısından (Şekil 1,3; Lok. 8) başlayarak yine batıya doğru Topçular mevkiine kadar olan alanda yer yer görülmektedir.

Bu alanda yaklaşık 20-25 m yükseltide taraça şeklinde bulunan Geç Pleyistosen tortul istifine ait seviyeler eskiden beri bilinmekte (Erinç, 1955; Chaput, 1957; Göney, 1964b; Akartuna, 1968; Bargu ve Sakınç, 1984, 1989/1990; Sakınç ve Bargu, 1989) olup, bunlar Altino-



va formasyonu olarak adlandırılmıştır (Bargu ve Sakıncı, 1984). Geç Pleyistosen taraçaları ile bundan daha yaşlı Pleyistosen taraçalarının yaklaşık yükselteleri, litolojileri ve kapsadıkları fosiller karşılaştırılmış olarak gösterilmiştir (Şekil 4).

Bu formasyon açılı uyumsuz olarak çoğunlukla eğimli Eosen yaşlı, bazen de yine eğimli olan Pliyosen yaşlı tabakalar üzerinde oturmaktadır. Birimin üzerinde erozyona uğramamış ve aşınmamış kesimlerde yer yer eski ve yeni toprak örtüsü de bulunmaktadır.

20-25 m yükseltideki seviyelerde yer alan Altınova formasyonunu (Bargu ve Sakıncı, 1984; 1989/1990; Sakıncı ve Bargu, 1989) oluşturan litolojilere ve bunların kapsadıkları fosillere göre, alt seviyelerde bir transgresyon, üst seviyelerde bir regresyon evresi saptanmıştır. Bu bölgede regresyon evresinde denizin su düzeyinin genel olarak alçaldığını biliyoruz. Fakat, bunun yanında KAF'ından dolayı aktif bir bölge olan İzmit Körfezindeki bu depoların bulunduğu alanların aynı zamanda yükseldiğini de kabul etmek zorunluluğu vardır. Ayrıca, bu evrede hızlı bir yükselmenin sonucu olarak İzmit Körfezine bol miktarda kırıntılı malzeme taşınmıştır. Altınova Köyünün güneydoğusu ile Kaytazdere Köyü arasında kalan Karamürsel - Yalova yolunun hemen güney kenarında istiften toplanan *Ostrea edulis* Linne, *Ostrea edulis boblayei* Deshayes., *Ostrea edulis lamellosa* Brocchi, *Venus (Ventricola) casina* Linne., *Lucina desmaresti* Pay., *Macra subtruncata* Da Costa, *Macra subtruncata triangula* Ren., *Pinna sp.* gibi fosillerle istifin *Tirenien* yaşında olduğu açıklanmıştır (Akartuna, 1968). Yukarıda belirtilen aynı yerde, Karamürsel - Yalova yolunun hemen güneyinde Altınova formasyonundan daha sonra yapılan araştırmalarla elde edilen ölçülmüş stratigrafi kesitleri (Kaytazdere A ve Kaytazdere B) birbirleriyle karşılaştırılmış ve istifteki litolojik birimlerin yer yer birbirleriyle yanall olarak girik olduğu saptanmıştır (Şekil 5 ve 6). İstifteki Kaytazdere (A) kesitindeki alttan üste doğru, volkanik kaya ve kireçtaşı çakılları kapsayan sert taban çakıltısı, gevşek çimentolanmış kum, fosilli killi kum, siltli alg yığılması, siltli kum, karbonat yumrulu marn, kumlu *Ostrea* gibi litolojilere ve Kaytazdere (B) kesitindeki alttan üste doğru, ince kum, kumlu marn, marn, killi kum, fosilli kum, kumlu *Ostrea*, killi kum, kum, marn, kumlu marn, kum, fosilli kum, *Ostrea* lı killi kum, kumlu çakıl gibi litolojilere ve kapsadıkları *Quinqueloculina laevigata* d'Orbigny, *Quinqueloculina seminulum* (Linne), *Triloculina trigonula* (Lamarck), *Biloculina sp.*, *Cibicides lobatulus* (Walter ve Jacob), *Asterigerina sp.*, *Nonion sp.*, *Gyroidina sp.*, *Ammonia beccari* Linne, *Ammonia gaimardi* (d'Orbigny), *Elphidium crispum* Linne, *Cytheridae neopolitana* Kolman, *Cytheratta cf. convexa* Baird, *Loxochoncha rhomboidea* (Fisher), *Aurilla cf. convexa* (Baird), *Lithothamnium sp.*, *Halimeda sp.*, *Chlamys (Aquipecten) cf. opercularis* Linne, *Ostrea edulis* Linne, *Ostrea edulis adriatica* Lamarck, *Ostrea edulis lamellosa* (Brocchi), *Venus (Ventricoloida) cf. multilamella* (Lamarck), *Cerastoderma edulis*

Gmelin, *Ensis sp.*, *Mytilus edulis* Linne, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, *Venerupis (Aurea) calverti* (Newton), *Gastragana fragilis* Linne, *Loripes lacteus* Linne, *Bittium (Bittium) reticulatum* Da Costa, *Theridium (Theridium) vulgatum* Bruguiere, *Gibbula (Adriaria) albida* (Gmelin), *Nassa sp.*, *Balanus sp.* gibi fosillere göre, çökme ortamının denizel ve yer yer lagüner-denizel olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıda adı geçen fosilleri kapsayan bu depo ve taraçadan alınan örneklerden yapılan jeokronolojik yaş tayinine göre, yaşı 40.000 yıl (Paluska ve diğ., 1989a; Bargu, 1989/1990, 1993b, 1994) Geç Pleyistosenin Erken Dönemi olup, Neotirenien'e karşılık gelmektedir.

## 2. Hersek Köyü As Alanı

Altınova Köyü K'inde Hersek Gölünün hemen KB sındaki yaklaşık 27 m yükseklikteki tepede (Şekil 1; Lok. 8b) bulunan sarımsı beyaz ve beyaz renkli kırıntılı gereçlerden oluşan tortul depo Altınova formasyonunun yanall bir devamıdır. Daha önceki araştırmacılar tarafından, bu deponun Pleyistosen yaşında olduğu açıklanmıştır (Akartuna, 1968). Tabanı görülemiyen bu birimin çevresinde düzlükleri oluşturan güncel alüvyonal gereçler bulunmaktadır. İstif gevşek çimentolanmış kum ve siltli kum, kumlu marn ile killi silt gibi kırıntılı gereçlerden oluşmuştur. Kapsadığı plecyopoda fosillerine göre denizel bir ortamın ürünü olarak oluştuğu anlaşılmaktadır (Şekil 7).

## 3. Subaşı Köyü As Alanı

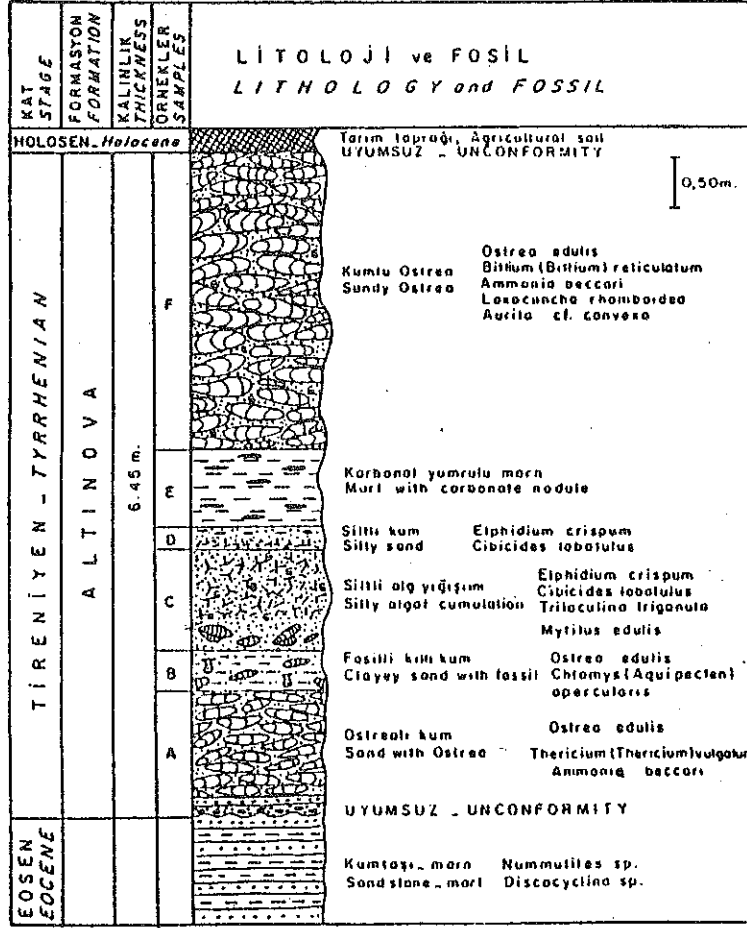
Pleyistosen kırıntılı tortulları Altınova Köyünün güneybatısında yer alan Subaşı Köyü ve yakınında (Şekil 1,3; Lok. 9) görülmektedir. Bu depolar 50-60 m yükseltide ve 80-90 m yükseltide olmak üzere iki taraça şeklinde olup, tarafımızdan Subaşı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Her ikisinde de beyaz renkli, kumlu depolar bulunmaktadır. 50-60 m deki taraçada daha çok *Venerupis (aurea) cf. calverti* (Newton), 80-90 m deki taraçada ise bol miktarda *Cerastoderma edule* (Linne) bulunmaktadır. Her ikisinde de *Mytilus edulis* Linne, *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, *Loripes lacteus* Linne, *Bittium (Bittium) reticulatum* Da Costa, *Theridium (Theridium) vulgatum* Bruguiere, *Gibbula (Adriaria) albida* Gmelin, *Ensis sp.*, *Natica sp.* gibi fosiller saptanmıştır (Şekil 8). Bu fosillere göre, çökme ortamı sıg denizeldir.

Bunların bulunuşu, burada tipik Akdenize ait canlıların yaşadığını göstermektedir. 50-60 m yükseklikteki taraçadan alınan örneklerden Uranyum/Toryum (U/Th) yöntemi ile yapılan yaş tayinine göre, yaşı 130.000 yıl (Paluska ve diğ., 1989b; Bargu, 1993 a,b, 1994), 80-90 m dekinden alınan örneklerden Termoluminisans (TL) yöntemiyle yapılan yaş tayinine göre, yaşı 260.000 yıl (Paluska ve diğ., 1989b; Bargu, 1993 a,b, 1994) bulunmuştur. Bu duruma göre bu as alanda en eski denizel tortul yaş 260.000 yıldır. 50-60 m'lik taraçanın yaşı Orta Pleyistosenin Orta Dönemi olup, Tirenien'e; 80-90

| Yerleşim      | Dereboyu Dere        | Tekirman Köyü   | Alınova   | Fındık Barınak Vadisi  | Çalıf Tepesi   | Hacıoğlu Dere   | Havuzdere Köyü   |
|---------------|----------------------|---|---|--|--|---|--|
| Yükseltilmiş  | Çukurluk Köyü Yakını | Fındık Barınak Köyü (Sarıtepe)  | Çukurluk Köyü Yakını  | Yamaçları  | Koca Mıhlı Tepesi  | Çarşık Çiftliği Köyü  | Kızırcılar Köyü  |
| 63-74<br>BII. |                      | Ostrea edulis<br>Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Gibbula varia<br>Nassa reticulata | Cardium edule<br>Ostrea edulis<br>Tapes calverti<br>Gibbula varia<br>Nassa reticulata<br>Cerithium vulgatum | Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Ostrea edulis<br>Gibbula varia                | Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Gibbula varia<br>Nassa reticulata | Ostrea edulis<br>Cardium edule<br>Tapes calverti<br>Gibbula varia<br>Nassa reticulata | Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Ostrea edulis<br>Gibbula varia  |
| 42-48<br>BII. |                      | Ostrea edulis<br>Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Gibbula varia<br>Nassa reticulata |   | Ostrea edulis<br>Cardium edule<br>Tapes calverti<br>Gibbula varia                |  | Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Ostrea edulis<br>Mytilus sp.<br>Cerithium vulgatum | Cardium edule<br>Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Tapes calverti |
| 12-18<br>BII. |                      | Tapes calverti<br>Cardium edule<br>Ostrea edulis<br>Mytilus sp.<br>Cerithium vulgatum |   | Ostrea edulis<br>Tapes calverti<br>Cerithium vulgatum<br>Venus cf. multiamellosa |  |   | Birkinti yelpazesi ile kısmen örtülmüştür                          |

Şekil 4. Karamürsel civarındaki Pleyistosen depolarının litolojisi ve fosil kapsamı ile bunlara ait taraça yükseltilerinin karşılaştırılması (\*fosillerin bulunduğu seviyeyi gösterir).  
Göney 1964b'den ve arazi çalışmalarından elde edilen verilere göre hazırlanmıştır.

Figure 4. The correlation of the lithology and fossil content of the Pleistocene depots and the heights of their terraces around Karamürsel (\*shows the fossil level). Prepared from the data obtained from Göney 1964b and our field work.



Şekil 5. Geç Pleyistosen yaşlı Altınova formasyonundan (Karamürsel) Kaytazdere (A) Ölçülmüş stratigrafi kesiti (Sakinç ve Bargu, 1989).

Figure 5. Kaytazdere (A) measured stratigraphic section from Late Pleistocene aged Altınova formation (Karamürsel) (Sakinç and Bargu, 1989).

m lik taraçanın yaşı ise **Alt Pleyistosenin Geç Dönemi** olup, **Paleotireniyen'e** karşılık gelmektedir. Görüldüğü gibi, burada 50-60 m ve 80-90 m'deki taraçaların, aralarında bir regresyon dönemi bulunan iki ayrı transgresyon evresine karşılık gelmektedir.

#### 4. Çukurköy As Alanı

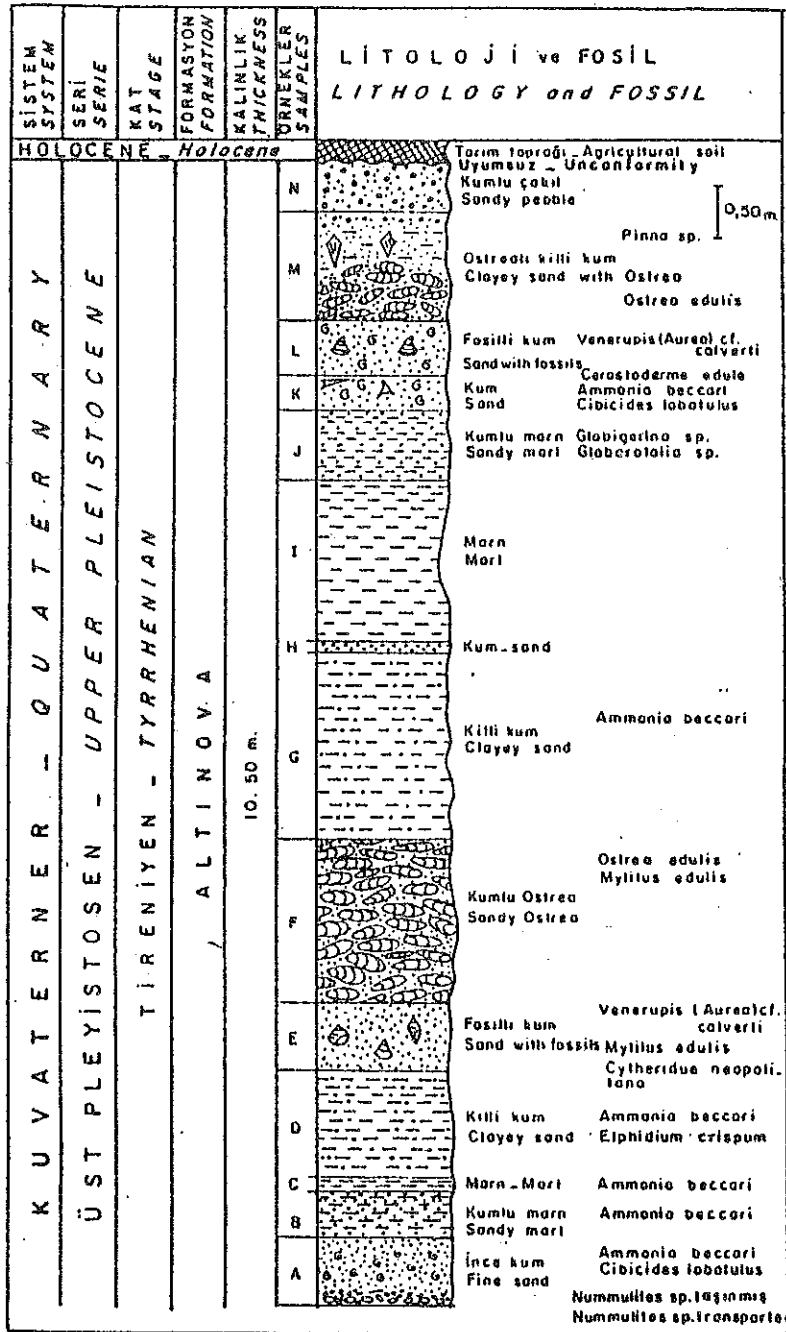
Karamürselin GB'sında ve Kılıç Nahiye Merkezinin G'inde yer alan Çukurköy ve hemen yakınında (Şekil 1; Lok. 9) 180-190 m yükseklikteki taraça, gevşek çimentolanmış ince taneli kırıntılı tortullardan meydana gelmiştir. Bu istif Çukurköy formasyonu olarak adlandırılmıştır. Siltli kum, siltli kil, linyit, silt ve kumdan oluşan birimdeki killerin içinde tatlı ve acı su göllerinde yatan *Melanopsis bonellii* ve *Melanopsis narzolina* saptanmıştır (Şekil 9). Taraçaların yükseltilerine ve jeokronolojik yaşlarına göre hazırlanan diyagramdan 180-190 m yüksekliğindeki bu taraçaya ait deponun yaşı 520.000 - 550.000 yıl çıkmaktadır. Bu yaş, **Alt Pleyistosenin Erken Dönemi** olup (Bargu, 1993 a,b,1994), Akdenizde

**Siciliyene**, Karadenizde ise **Çavda (Bakuniyen)** ya karşılık gelmektedir.

### III - YALOVA ALANI

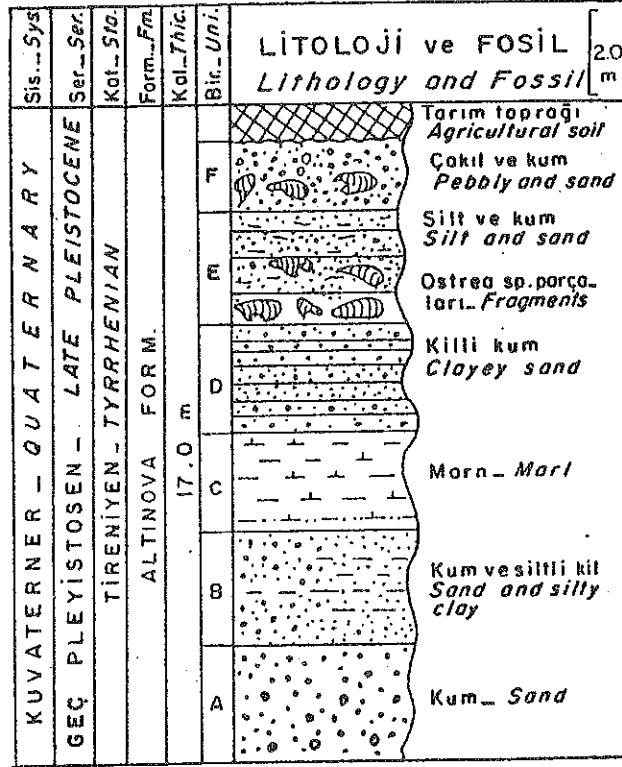
#### 1. Nurova As Alanı

Nurova Çiftliği ve doğusunda ve Nurova Çiftliğine yakın olan tepelerde (Şekil 1,3; Lok. 10) 20-25 m yükseltideki bazı yerlerde depolar ve üzerlerinde taraçalar bulunmaktadır (Erinç, 1955; Chaput, 1957; Akartuna, 1968; Sakinç ve Bargu, 1989). Bunlardan tipik olanı Yalovanın yaklaşık 5.5 km doğusunda Nurova Çiftliğinin kuzey ve kuzeybatısında olan ve deniz kıyısından yaklaşık 500 m içerde bulunan Karamürsel - Yalova ana yolunun yol yarmasının hemen G'indeki 20 m yüksekliğindeki tepede saptanmıştır. İstif, altta 4-5 m yüksekliğe kadar alüvyon dolgusuyla kaplı olduğundan tabanı görülemez. Bu nedenle istifin kalınlığı, tepenin tümünde bulunduğundan yaklaşık 20 m den biraz daha fazla olduğu düşünülmektedir. Burada eski yıllardaki ilk



Şekil 6. Geç Pleistosen yaşlı Altinova formasyonundan (Karamürsel) Kaytazdere (B) ölçülmüş stratigrafi kesiti (Sakıncı ve Bargu 1989).

Figure 6. Kaytazdere (B) measured stratigraphic section from Late Pleistocene aged Altinova formation (Karamürsel) (Sakıncı and Bargu, 1989).



Şekil 7. Geç Pleyistosen yaşlı Altınova formasyonundan (Karamürsel) Hersek ölçülmüş stratigrafi kesiti.  
Figure 7. Hersek measured stratigraphic section from Late Pleistocene aged Altınova formation (Karamürsel)

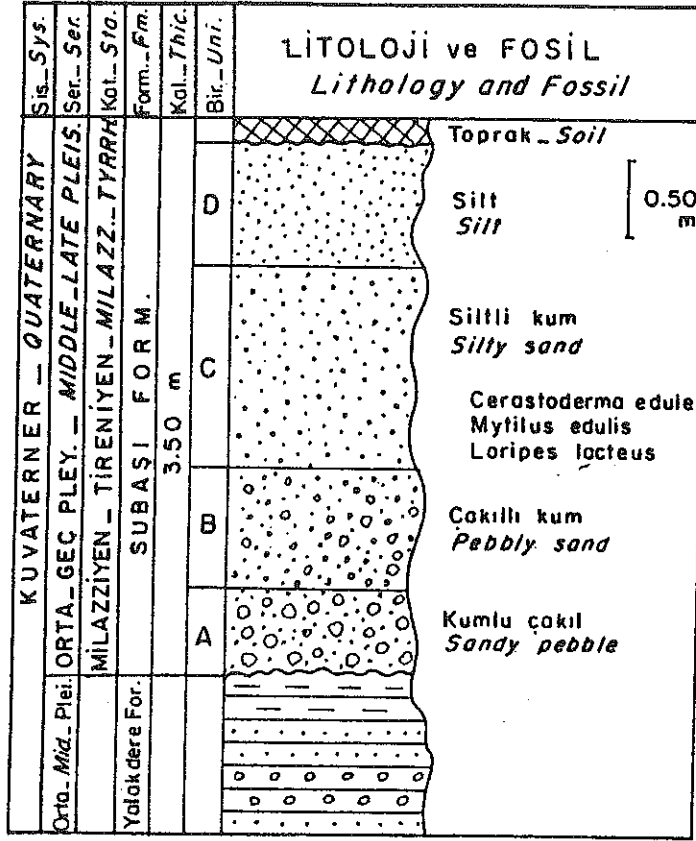
incelemelerde, üzerinde birincisi 10-12 m, ikincisi 20 m yükseklikteki taraça şeklinde iki düzlük bulunduğu ve bu tepenin yamacının ölü bir faleze karşılık geldiği ve önünün ise deniz kıyısında kumlu bir plajın bulunduğu bir kıyı ovası şeklinde uzandığı açıklanmıştır (Erinç, 1955; Chaput, 1957). Daha sonra ise aynı yerin karşıdan bakıldığında üzerinde taraça şeklinde bir düzlük olan yamuk şeklinde olduğu (Ardel, 1959) belirtilmiştir. Bu taraçayı oluşturan istifin en altında çok iyi tabakalanma gösteren küçük çakıllı konglomeralar ve çakıllı kumlar vardır. Bunların içinde *Ostrea* ve *Mytilaster* ile diğer bazı plecyopoda kavkı kırıntıları bulunmaktadır. Üzerindeki ikinci seviye iri taneli kumtaşından oluşmuştur. Daha üstteki üçüncü seviye lümeşelli düzeyden meydana gelmiş olup, bol miktarda plecyopoda kavkılarında başka az miktarda yer yer çok iyi yuvarlanmış yassı çakıllar kapsamaktadır. Fosillerden *Tapes calverti* Newton, *Cardium edule* Linne, *C. tuberculatum* Linne, *Ostrea edule* Linne, *Ostrea edule adriatica* Lamarck ve *Mytilaster sp.* saptanmış olup, en çok *Tapes calverti* ve *Mytilaster* bulunmaktadır. En üstteki dördüncü seviye ise kavkı ve kavkı kırıntıları ile çakılları kapsayan killi ve kumlu oluşuklardan meydana gelmiş olup, belirgin bir tabakalanma görülmemektedir. Alt ve Orta seviyelerde görülen tabakalar, yaklaşık 10° ile güneybatıya, karaya doğru eğimlidir. İstif, hemen hemen aynı faunayı kapsamakta olup, yaş Tirenien I (Riss - Würm interg-

lasyali) olarak kabul edilmiştir (Erinç, 1955). Fakat Riss - Würm İnterglasyali Tirenien II dönemidir.

Üzerinde gelişmiş olan yatay yüzeyli taraçalar "Abrazyon taraçaları" olarak adlandırılmakta olup, bunlar depoları kesmektedir ve yaş Tirenien II olarak belirtilmiştir. Taraçaların üzerindeki fauna ile taraçaların tabanındaki deponun içindeki fauna arasında bir farkın olmayışı, taraçaların oluşum yaşıyla deponun oluşum yaşını buna göre ayırmaya olanak tanımamaktadır. Fakat, bununla birlikte morfolojik durum, taraçaların deponun oluşumundan sonra meydana geldiğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Aynı depo içinde daha sonraki yıllarda *Ostrea edulis* Linne, *Ostrea edulis boblayei* Deshayes, *Ostrea sp.*, *Venus verrucosa* Linne, *Tapes (Venus) vetulus* Bast., *T. rhomboides heligmogramma* Loc., *Tapes sp.*, *Cardium sp.* gibi fosiller bulunmuştur (Akartuna, 1968). Yukarıda belirtilen litolojilere, kapsadığı fosillere ve bulunduğu yüksekliğe göre bu kırıntılı tortul depo, Altınovadaki Geç Pleyistosen (Tirenien) yaşındaki Altınova formasyonunun bir devamı olarak kabul edilmelidir. Kapsadığı fosillere ve litolojilere göre, istifin sığ ve yer yer lagüner bir denizin ürünü olarak çökeldiği anlaşılmaktadır (Şekil 10).

Yalova'daki depoların İzmit Körfezinde ve Çanakale Boğaz'ında hemen hemen aynı yükseltide *Ostrea edulis* ve *Tapes Calverti*'nin birlikte bulunduğu, lüma-



Şekil 8. Orta-Geç Pleistosen yaşlı Subaşı formasyonunda (Karamürsel) Subaşı ölçülmüş stratigrafi kesiti.

Figure 8. Subaşı measured stratigraphic section from Middle - Late Pleistocene aged Subaşı formation (Karamürsel).

şel seviyesi kapsadığı ve Yalovadaki depolarda bu iki fosilin dışında *Cardium (Cerastoderma) edule* Linne ile foraminifera ve ostracodaların bulunduğu açıklanmıştır (Chaput, 1957).

### TEKTONİK ÖZELLİKLER VE JEOLojİK EVRİM

Marmara denizinin doğu devamı olan İzmit Körfezinin tektonik özelliklerinin, Batı Anadolu, Marmara Denizi ve çevresinin tektonik özelliklerinden ayrı düşünülmemesi gerektiği çoğu araştırmacıların ortak görüşüdür. Bu nedenle, Marmara Denizinin oluşumuna neden olan Kuzey Anadolu Fay Zonuna (KAFZ) ait fayların oluşumu, oluşum zamanı ve sonunda kazandığı geometrik şekli, İzmit Körfezinin bugünkü şekli almasında büyük rol oynamıştır (Şekil 11).

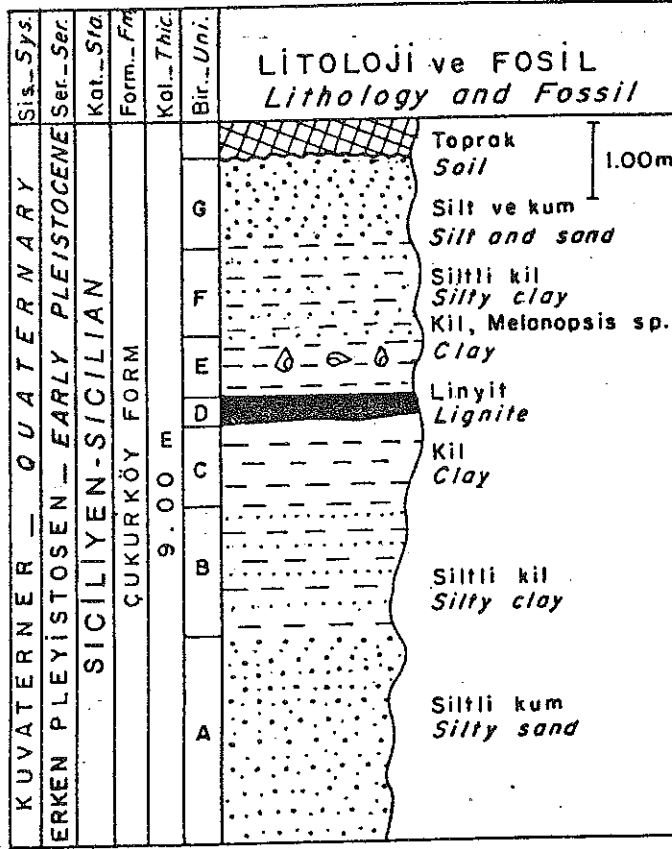
Batı Anadolu'da Üst Kretase - Alt Tersiyer döneminde gelişen kıta - kıta çarpışmasından sonra Orta Miyosene kadar devam eden K-G doğrultulu sıkışma rejimi (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1986) yerine K-G doğrultulu genişleme rejimi egemen olmuş ve batı Anadolu'nun bugünkü yapısı ve morfolojisini kazanmasına neden olan grabenler ve horstlar oluşmuştur (Yılmaz, 1995).

Alt Pliyosende yer kabuğunun Doğu Anadolu'da sıkışıp kalınlaşması ve yükselmesi sonucunda Kuzey Anadolu Fayı (KAF) oluşmuştur. Batı Anadolu'da ise Marmara Denizi ve İzmit Körfezi kesimi genel olarak genişlemiş, incelmış ve çökmüş olup, çevresindeki alanlar da yükselmiştir.

Marmara Denizindeki çukurların ve doğu devamındaki İzmit Körfezinin, Müreftenin kuzeyinden geçen ve batıda Saroz Körfezi ve Yunanistana, Doğuda ise Bolu'ya ve oradan da daha doğuya doğru uzanan bu fay sonucu meydana geldiği ve İstanbul ile Marmara Bölgesindeki depremlerin merkezlerinin bu hattın üzerinde olduğu geçmiş yıllarda açıklanmıştır (Pamir, 1938). Gerçekten bugün çoğu araştırmacıların da kabul ettiği gibi Kuzey Anadolu Fay Zonu değinilen bölgelerde etkin olmuştur.

Adı geçen bu fay, İzmit Körfezi güneyindeki Miyosen yaşlı tabakaları kesmiş olduğundan, Miyosenden genç ve Ege Bölgesindeki dislokasyonlarla ilişkili olduğu ve Marmara çöküntüsünün oluşumuna neden olduğu yine eski yıllarda açıklanmıştır (Pamir, 1938; Akartuna, 1968; Altınlı, 1968; BARGU ve SAKINÇ, 1984, 1989/1990).

Marmara Denizi ortasında ve kuzeyindeki çöküntü, doğuda Adapazarı Ovasından batıda Marmara Denizi batısına kadar devam ettikten sonra, daha da batıda Gaziköy fayından (BARGU, 1989/1990) sonra tekrar Saroz



Şekil 9. Erken Pleyistosen yaşlı Çukurköy formasyonundan (Karamürsel) Çukurköy ölçülmüş stratigrafi kesiti.  
Figure 9. Çukurköy measured stratigraphic section from Early Pleistocene aged Çukurköy formation (Karamürsel).

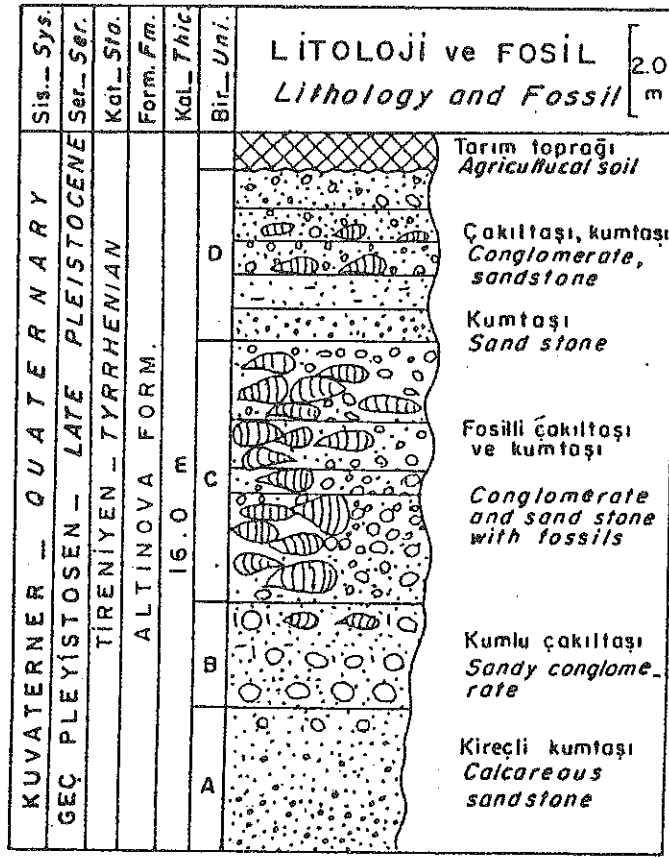
Körfezi ve Gökçeada kuzeyinden Yunanistan'a kadar ulaşmaktadır. Genel olarak Marmara'daki çukur " **Marmara Grabeni**", İzmit Körfezi'ndeki ise " **İzmit Grabeni**" olarak adlandırılmıştır. Bazı araştırmacılar tarafından İzmit Grabeni için bir coğrafya adı kullanılması gerekirken " **İzmit - Sapanca Grabeni**" adı da verilmektedir. İzmit Körfezinde sismik kesitlerden (Şekil 12 ve 13) elde edilen veriler yeniden yorumlanarak fayların haritası ve hareket mekanizması çıkarılmış olup, üç grabenin varlığı ortaya konmuştur (Şekil 14).

Üst Miyosen döneminde çukur alanlarda gelişen acı ve tatlı su göllerinde İstanbul'da Küçükçekmece ve Bakırköy, Gelibolu yarımadasında Mürefte, Hoşköy ve Eceabat ile Biga yarımadasında Çanakkale yakınlarında bol fosilli kırıntılı ve karbonatlı çökeller oluşmuştur.

Pliyosen başlarında Doğu Anadolu'da yer kabuğunun sıkışıp kalınlaşması ve yükselmesine karşın, Orta ve Doğu Anadolu'da meydana gelen Kuzey Anadolu Fayı (KAF) boyunca çeşitli yerlerde dar ve derin hendekler oluşmuş, Batı Anadolu'da ise Marmara Denizi ve Ege Denizinin bulunduğu bölgede yer kabuğu genişleyerek incelmış ve çökmüş, buna paralel olarak da yükselmeler ve aşınmalar meydana gelmiştir. Bu dönemde İstanbul

ve Çanakkale boğazlarındaki vadiler kazılmaya başlamış olup, sonradan oluşan fayların boğazların gelişimine etkisi olmuştur. Üst Pliyosen- Alt Kuvaterner (Siciliyen) döneminde bugünkü Ege Denizinin bulunduğu yerde, üzerinde göllerin ve nehirlerin olduğu az çok tatlı eğimli bir morfolojinin bulunduğu, Giritten Batı Anadolu ve Delos adalarına *Elephas antiquus*'un yayılmış olmasından anlaşılmaktadır (Ardel, 1967/1968).

Pliyosen devrinde, tüm bölgede çökmelerin ve çukurlukların meydana geldiği havzalarda ve bunlarla bağlantılı vadilerde, iklimlere ve tektonik hareketlerin etkisine bağlı olarak çevrelerindeki yüksek kesimlerde kayaların aşındırılması ve aşınan malzemenin birikmesiyle akarsu ve akarsu - göl çökelleri oluşmuştur. Pliyosen Sonuna doğru bazı havzaların dolması ile geniş alüvyal düzlükler ve ovalar meydana gelmiştir. Akarsuların erozyonlarla taşıdıkları malzemeleri herhangi bir yere depo etmesi ve zaman zaman tektonik hareketlerin aktif olması dolayısıyla yer yer diğer akarsularla birleşip yatak ve akış yönünü değiştirdiklerini unutmamak gerekir. Ayrıca, tektonik hareketlerin etkin olduğu Üst Pliyosen döneminde dolan havzaların tekrar kazılmaya başladığı bilinmektedir (Erol, 1968, 1983, 1985).



Şekil 10. Geç Pleyistosen yaşlı Altınova formasyonundan (Yalova) Nurova ölçülmüş stratigrafi kesiti.

Figure 10. Nurova measured stratigraphic section from Late Pleistocene aged Altınova formation (Yalova).

Marmara Denizinin de içinde bulunduğu bölgenin tektonik hareketlerin etkisi altında kalarak çökmesiyle büyük çukurluklar oluşmuştur (Bargu, 1993). Çöküntüler, Marmara denizinin içinde (ortasında) ve dışında (güneyinde) meydana gelmiştir. Bunlar, ortada **Marmara Grabeni**, batıda **Saroz Grabeni**, doğuda İzmit Körfezi ve devamında oluşan **İzmit Grabeni**, güneyde ise Manyas, Uluabat gölleri ile Mustafa Kemal Paşa ovasının bulunduğu **Manyas-Uluabat Çöküntüsü**dür (Şekil 11).

**Orta Pleyistosen**de Ege Denizi alanının açılmaya başlamasından sonra, zamanımızdan 260.000 yıl önce **Orta Pleyistosen**de, sonra 130.000 yıl ve 40.0000 yıl önce **Geç Pleyistosen**de, daha sonra son onbin yıl içinde **Holosende (Flandriyen)** Akdenizin transgresyonu ile deniz, Marmara çukurluğu ve İzmit körfezi oluşuna sokulmuş ve Marmara, Akdeniz suyuna kavuşarak Pleyistosen ve Holosen denizel çökelleri meydana gelmiştir. Marmara Denizi bu dönemde tektonik etkenler sonucu gelişmiştir.

Marmara Havzasının, Akdeniz ve Karadeniz havzalarının zaman zaman birleştiği ve ayrıldığı bu yörede bulunuşu, Marmara Havzası ve boğazlardaki denizel ve karasal depo ve taraçaların önemini çok daha fazla artırmaktadır. Farklı düzeylerde bulunan ve devamlı olmayan söz konusu bu taraçaların, eski kıyı şekillerinin belirlenmesi bakımından önemli oldukları için bunların

saptanması, konumlarının ve özelliklerinin bilinmesi, Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale boğazları ve İzmit Körfezi ile diğer körfezlerin oluşumu ve gelişiminin açıklanmasına yardımcı olacaktır.

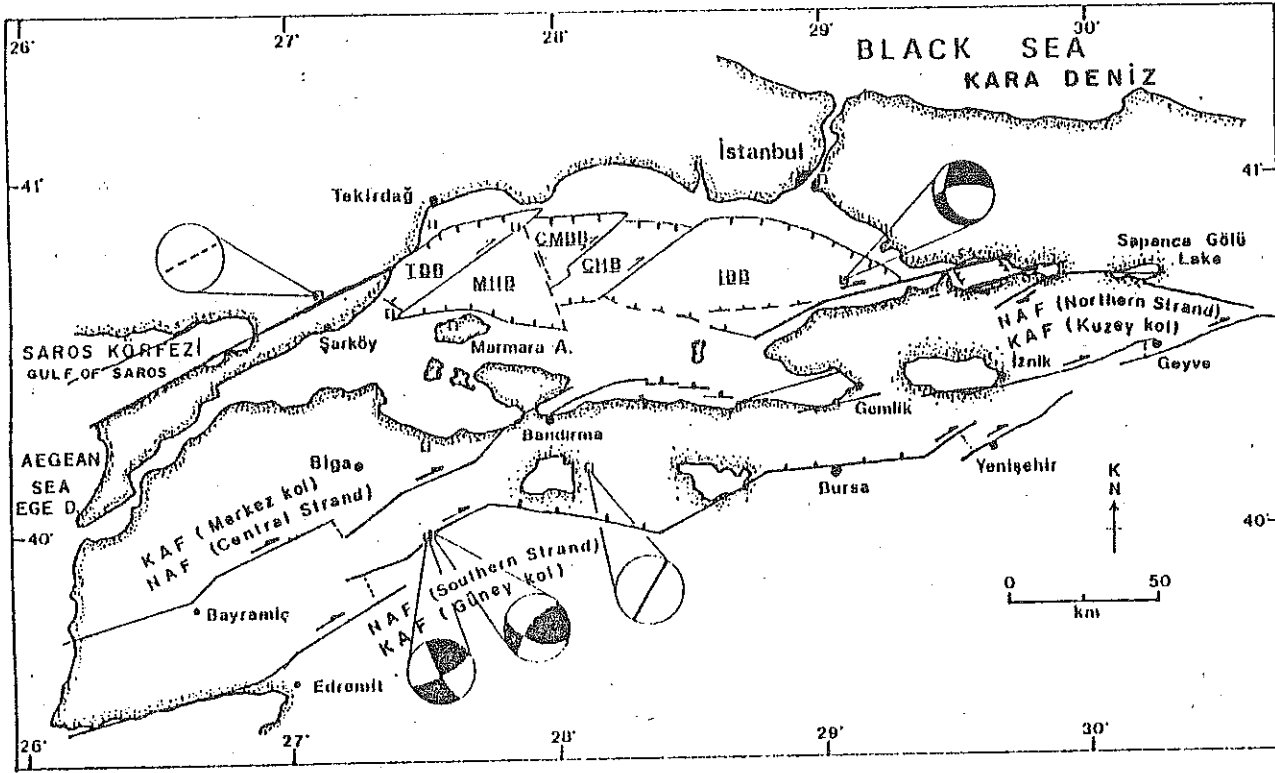
Yapılan araştırmalarla İzmit Körfezi çevresinde, Akdenizin çeşitli zamanlardaki transgresyonları ile ilgili olarak oluşan taraçaların devamlı olmadığı ve farklı seviyelerde bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun Kuvaterner devrindeki Marmara ve Kara Deniz çukurluklarının derinleşmesi ile ilişkili olduğu eski yıllarda açıklanmıştır (İnandık, 1957).

İzmit Körfezinin çevresindeki kıyı şekilleri Türkiye kıyılarındaki herhangi bir yerdeki kıyı şekli gibi, o yerin deniz istilasına uğramadan evvelki yeryüzü rölyef şekillerine bağlı olup, tektonik olaylarla aşındırmanın ortak faaliyeti olarak gelişmiştir.

Marmara Denizi'nde Holosen döneminde oluşan fasiyeslerin tarihlendirilmesi, Doğu Akdeniz ile Kara Deniz arasındaki istiflerin daha hassas bir şekilde karşılaştırılmasını ve önemli bölgesel iklimatik ossilasyonlar neticesinde meydana gelen su kütlesinin alçalıp yükselme modeliyle litolojik farklılığın açıklanmasını sağlamaktadır (Stanley ve Blanpied, 1980).

İzmit Körfezinin jeomorfolojik ve jeolojik oluşumu ve gelişiminin anlaşılması bu bölgede yaygın olarak bu-





Şekil 11. Marmara bölgesi ve yakın çevresinin şematik tektonik haritası (Mc. Kenzie 1988; Barka, Kandinsky-Cade, 1988; Wong H.K. ve Diğ., 1990'den birleştirilmiştir).

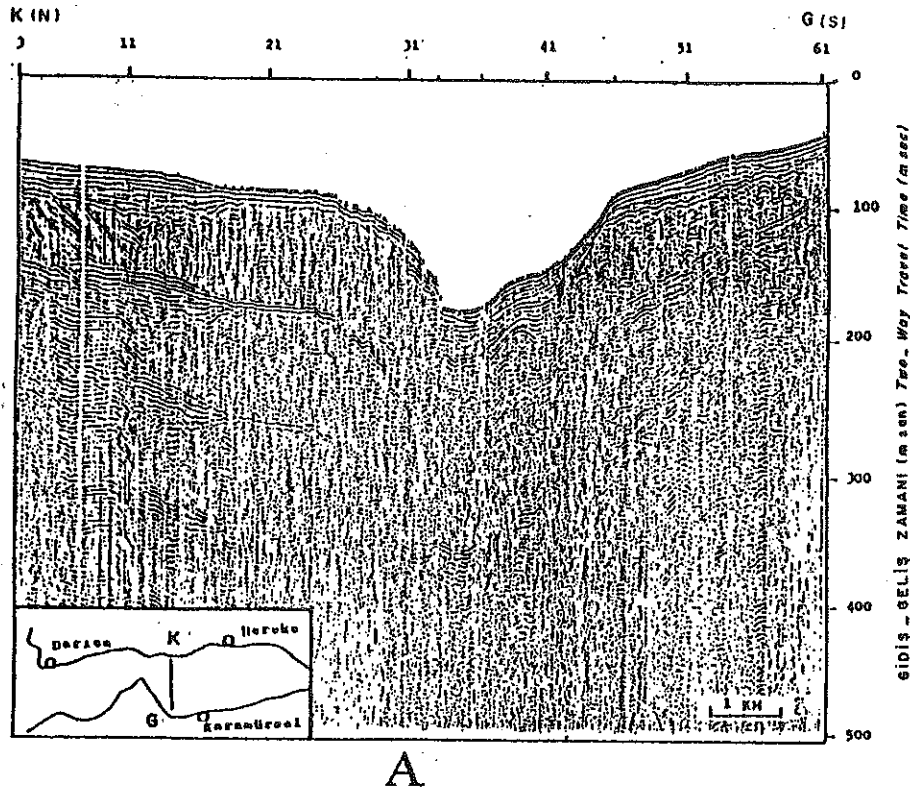
Figure 11. Schematic tectonic map of the Marmara region and its surroundings (Composed from Mc. Kenzie, 1978; Barka Kandinsky - Cade, 1988; Wong. H. K. and others, 1990).

lunan anahtar özelliğindeki denizel Kuvaterner depoları ve bunların üzerindeki taraçaların incelenmesinden elde edilen bilgilere dayandırılmıştır. Pliyosende oluşan Marmara Çöküntüsünün doğu devamı olan ve yine çöküntü şeklindeki İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü ve Adapazarı Ovasını içine alan "İzmit Grabeni" (Bargu, 1993b), muhtemelen Pleyistosen dönemi başında, kuzeyindeki plato ve güneyindeki dağlık bölgenin daha çok yükselen erozyona uğraması ile meydana gelen malzemelerin taşındığı bir birikme havzası niteliğindedir. İzmit Körfezi'nin, eski yıllardan beri graben olduğu belirtilmiştir (Risch, 1909; Penck, 1918; Phillipson, 1918; Akartuna, 1968; Ketin, 1968; Bargu ve Sakinç, 1984, Yılmaz ve diğ., 1986; Paluska, Poetsch ve Bargu, 1989 a,b; Bargu, 1993b; Bargu ve Yüksel, 1993 a,b) olup, doğusunda yer alan Sapanca Gölü ve Adapazarı Ovası, İzmit Körfezi gibi tektonik olayların etkisinde kalarak çökmüş alanlardır. Keza, Adapazarı Ovasının geometrik şekline dikkat edildiğinde, akarsu erozyonlarının ve tektonik hareketlerin etkisi altında kaldığı anlaşılmaktadır.

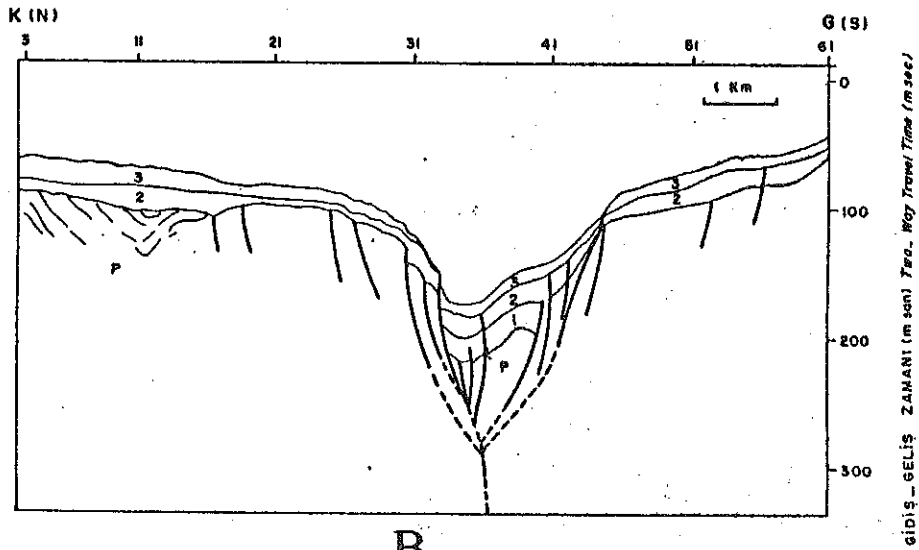
Neotektonik dönemde özellikle Pliyosende İzmit Körfezi ve çevresindeki alanın yapısını Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin batı devamındaki Kuzey kolu

oluşturmuştur (Şekil 14). Marmara Denizi ve buna yakın bölgelerle körfezlerin oluşumu için Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilgili olarak çek-ayır basenlerin meydana geldiği düşüncesi yakın tarihlerde önerilmiştir (Barka ve Kandinsky-Cade, 1988). Daha sonra Kuzey Anadolu Fayı ile ilgili olarak İzmit Körfezinin kademeli faylardan meydana geldiği ve Negatif Çiçek Yapısı olduğu ve bunların arasındaki çökmelerle grabenlerin meydana geldiği belirtilmiştir (Bargu, 1993b; Bargu ve Yüksel, 1993 a,b). Ayrıca, İzmit Körfezinin *en echelon* örnek sunan doğrultu atımlı fayların aşma gösterdiği alanlarda, doğu-batı yönlü grabenlerin geliştiği açıklanmıştır (Koral ve Eryılmaz, 1995). Daha sonra ise burasının sağ kademeli doğrultu atımlı faylarla olduğu ve üç basenin meydana geldiği belirtilmiştir (Barka ve Kuşçu, 1996).

Kuzey Anadolu Fayı Pliyosen yaşlı çökelleri kesmiş ve aynı zamanda bu çökellere geç sağlamış olduğundan, İzmit Körfezi ve Marmara Çukurluğunun Orta veya Geç Pliyosende olduğu düşünülmektedir. Körfezin içinde ve çevresindeki fay zonunda birincisi Doğrultu Atımlı veya Yanal Atımlı faylar, ikincisi Normal faylar ve üçüncüsü Düşey veya Düşeye Yakın faylar bulunmaktadır. Doğrultu atımlı faylardan sağ yönlü olanlar



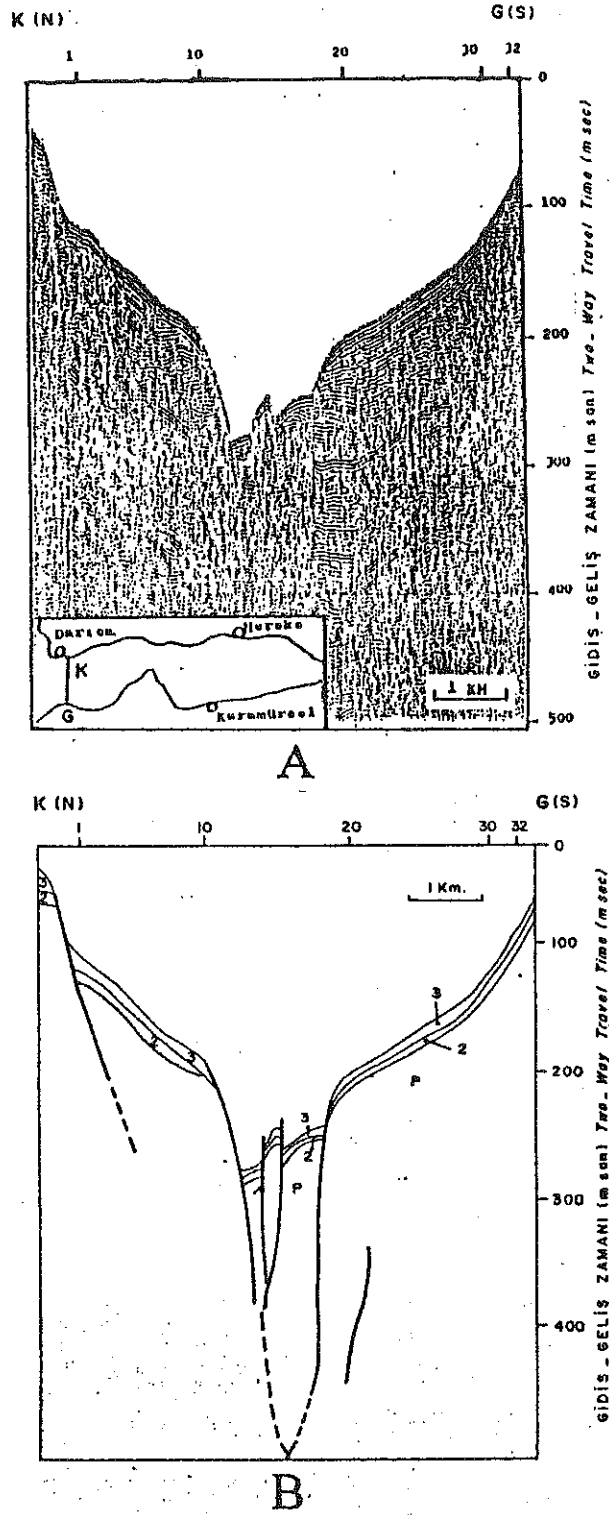
A



B

Şekil 12. İzmit Körfezi, Yalacdere deltasının D sunda K-G doğrultulu kesitler. A. Yorumlanmamış sismik kesit. B. Sismik kesitten yeniden yorumlanarak elde edilen jeolojik kesit. P: Pliyosen ve/veya Pliyosen öncesi, 1: Orta Pleyistosen, 2: Geç Pleyistosen, 3: Holosen (Bargu ve Yüksel, 1993).

Figure 12. Sections seen in N-S direction of E of Yalacdere Delta, Gulf of İzmit. A. Uninterpreted seismic profile. B. Geological section obtained from the seismic profile by reinterpretation. P: Pliocene and/or Pre-Pliocene, 1: Middle Pleistocene, 2: Late Pleistocene, 3: Holocene (Bargu and Yüksel, 1993).



Şekil 13. İzmit Körfezi, Yalacdere deltasının B'sında K-G doğrultulu kesitler: A. Yorumlanmamış sismik kesit. B. Sismik kesitten yeniden yorumlanarak elde edilen jeolojik kesit. P: Pliyosen ve/veya Pliyosen öncesi, 2: Geç Pleyistosen, 3: Holosen (Bargu ve Yüksel, 1993).

Figure 13. Sections seen in N-S direction of W of Yalacdere Delta, Gulf of İzmit. A. Uninterpreted seismic profile. B. Geological section obtained from the seismic profile by reinterpretation. P: Pliocene and/or Pre-Pliocene, 2: Late Pleistocene, 3: Holocene (Bargu and Yüksel, 1993).

DKD-BGB gidişli, sol yönlü olanlar KKB-GGD gidişlidir. Normal Faylar ise 2 sağ yönlü fay arasında KB-GD doğrultusunda olup, sol yönlü fayların gidişine yakın olmakla birlikte, arasında az da olsa bir açı farkı vardır. Yüksek açılı faylar, esasen Doğrultu Atımlı faylar olup, az çok bunlara paralel gidişli ve fay düzlemi düşey veya düşeye yakın eğimlidir. Gerçekten de yanal hareket olurken fay düzlemi düşey olduğunda bloklardan körfezin ortasına bakan blok; fay düzlemi eğimli olduğunda, fay düzlemi üzerindeki blok aşağıya doğru hareket etmiştir. Körfezdeki faylara genel olarak bakıldığında bunlar, **Serbestleşen Kademeli Faylar** olarak adlandırılmaktadır. Sismik kesitlerde "**Negatif Çiçek Yapısı**" belirgin olarak görülmektedir. İzmit Körfezinde sıkışma sonucu yukarı itilmeler ve çökmelerle birbirinden doğudan batıya doğru ayrılan 1. İzmit Baseni 2. Karamürsel Baseni ve 3. Doğu Marmara Baseni oluşmuştur. Ayrıca, İzmit Körfezinde deniz dibi içindeki faylar arasında İzmit Basen Blok (İBB), Karamürsel Basen Blok (KBB), Tavşancıl Yüksek Blok (TYB), Laledere Delta Blok (LDB) ve Doğu Marmara Basen Bloku (DMBB) olmak üzere 5 blok saptanmıştır (Şekil 14). Bu bloklar dörtgen ve kama şeklindedir. Hareket mekanizması göz önüne alındığında hareket, Karamürsel Basen Blokunun saat dönüşünün tersi yönünde, Tavşancıl Yüksek Blokunun Kuzey yönünde, Laledere Delta Blokunun ise güney yönündedir. Tavşancıl Basen Bloku kuzeyde sıkışmış, Laledere Delta Bloku ise güneyde daha çok sıkışmanın etkisi altında kalmıştır. KD-GB sıkışmalarla oluşan doğrultu atımlı faylara dik doğrultuda ise normal faylar oluşmuştur. Bunun sonucu olarak Karamürsel Basen Blokunun bulunduğu kesimler genellikle çökmüş olduğundan burası **Karamürsel Grabeni** olarak adlandırılmıştır. Bu durum, Yaladere Deltasının doğusundan ve batısından sağlanan sismik verilerin yeniden yorumlanması ile elde edilen sismik kesitlerden görüldüğü gibi söz konusu alanlarda birer graben yapısı belirlenmiştir (Şekil 12 ve 13).

Körfez ve çevresi sismik aktivite bakımından incelendiğinde oldukça yoğun olduğu anlaşılmaktadır. Makro ve mikro depremler yaklaşık olarak Kuzey Anadolu Fay Zonunun ana yapısını oluşturan **Doğrultu Atımlı faylar**ın üzerinde yoğunlaşmış olup, çoğunluğu körfezin güneyinde meydana gelmiştir. Sismik kesitlerden görülebileceği gibi, körfezin güneyindeki fayların, daha çok egemen ve aktif olduğu anlaşılmaktadır. Körfezin ortasından doğu batı doğrultusunda bir dizi gözüken mikro depremler ise, körfezin kuzey ve güneyindeki fayların, yerin derinliklerinde birleşmesinden oluşan tek bir fayın hareketiyle ilişkili olduğunu kanıtlamaktadır. Deprem episantrlarının yoğunluğu ile kara ve deniz dibi morfolojisinden, Körfezin güneyindeki kısmın daha aktif olduğu anlaşılmıştır.

İzmit Körfezi çevresinde bugüne kadar Orta Pleyistosen'den yaşlı herhangi bir denizel çökele rastlanmamıştır (Bargu, 1989/1990, 1993). **En Alt Pleyistosen veya Alt Pleyistosen (Çavda)** çökelleri Gelibolu (Andrussov,

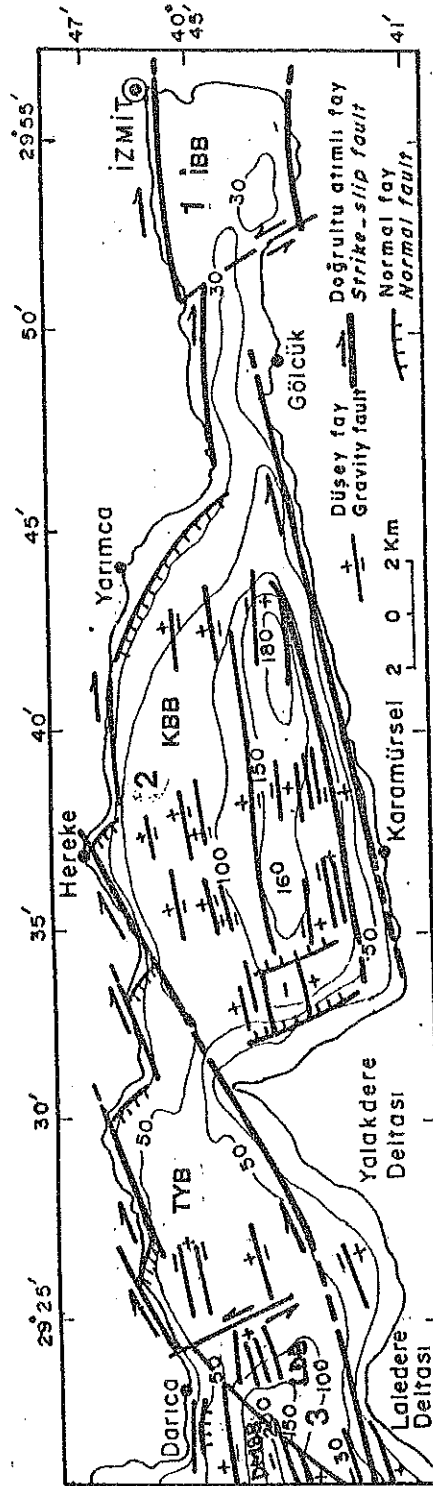
1897; English, 1904; Chaput, 1936; Erol ve Nuttal, 1973; Taner, 1981), Hoşköy (English, 1904; Gutzwiller, 1923; Chaput, 1936), Çardak (English, 1904; Erol ve Nuttal, 1973; Erol, 1985) ve Çanakkale yakın kuzeyinde (Toula, 1900) bulunmaktadır.

İzmit Körfezi doğusundaki Sapanca gölü çevresindeki Orta Pleyistosen yaşlı nehirselle ve nehirselle-gölselle özellikteki kırıntılı tortullara ait tabakalar, Sapanca Gölü güneydoğusu, güneyi ve güneybatısında dalgalı kıvrımlanmışlar ve 10°-15°lik, Sapanca Gölü kuzeybatısında homoklinal yapıda olup, kuzeybatıya 57°lik eğimler kazanmışlardır (Bargu, 1993). Bu, Orta Pleyistosen'de başlayarak Geç Pleyistosen'e kadar geçen sürede Sapanca Gölü ve İzmit Körfezinde graben içinde şiddetli deformasyonların olduğunu göstermektedir.

Orta ve Geç Pleyistosen'den önce Pliyosen'de bir çöküntü havzası şeklinde olan Marmara Denizinin bulunduğu bölgenin D devamında olan İzmit Körfezinin yer aldığı kesim bir oluk şeklinde olduğu için "**İzmit Körfezi Oluğu**" diye adlandırılan bu oluk, Orta ve Geç Pleyistosen'de Akdeniz'den gelen ilk suların Marmara depresyonu ile hemen hemen aynı anda istila edildiği düşünülmektedir. Çünkü, Orta ve Geç Pleyistosen tortulları, İzmit Körfezi çevresindeki karadaki çeşitli yerlerde (Bargu, 1989/1990, 1993b; Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990; Bargu ve Yüksel, 1993 a,b) ve İzmit Körfezi dibinde (Bargu, 1993b; Meriç, 1995 a,b) yer almıştır. Akdeniz ve Kara Deniz Kuvaterner birimlerinin olduğu deniz seviyelerinin En Alt Pleyistosen'den günümüze kadar geçen sürede, genel olarak bakıldığında alçalıp yükselmelerin dışında giderek düştüğü saptanmıştır (Paluska ve Degens"ten; Schrader, 1978) (Şekil 15). Bu verilere göre, inceleme alanında da Orta Pleyistosen'de bölgeyi ilk olarak istila eden Akdenizin deniz seviyesinin ulaştığı en yüksek seviyenin, zamanımıza kadar geçen sürede Akdeniz ve Karadeniz'deki gibi giderek düştüğü anlaşılmaktadır (Şekil 16).

İzmit Körfezinin kuzey ve güneyindeki Kuvaterner depoların eğimleri düşük açılı olmakla beraber yine körfeze doğru olduğu eski yıllarda belirtilmiştir (Ardel, 1959). İzmit Körfezinin kuzeyindeki Tuzla ve civarında 10m ve 20-25 m yükseltilerde zengin bir fauna kapsayan Tirenien yaşındaki denizel taraçalar (Erguvanlı, 1949) ve fosilli kıyı depoları (Yalçınlar, 1957; Ardel, 1959) ile Derince - İzmit arasında 20 m yükseklikteki taraçalar (Penck, 1919; Pınar, 1943) bulunmuş olup, tabakalar 5°-6° batıya ve güneybatıya, körfeze doğru eğimlidir. Tuzla civarındaki deponun üzerindeki taraçanın Yalovadaki gibi 20 - 22 m yükseklikte olduğu belirtilmiştir (Ardel, 1967/1968). Derince - İzmit arasında 20 m'lik taraçanın 10 m yüksekliğe kadar olan kesiminde taş oyan ve taş yiyen *Mollusca* deliklerinden (Penck, 1919, Pınar, 1943) dolayı 10 m yükseldiği anlaşılmaktadır.

Batı Anadolu ve Marmara Havzasındaki genişleme ve çökmelerle İzmit Körfezinde oluşan ve genel gidişi bakımından "**İzmit Grabeni**" olarak adlanan (Bargu,



**Şekil 14.** İzmit Körfezi içinde ve çevresindeki fayları ve faylar arasındaki blokları gösteren tektonik harita. 1: İzmit Baseni 2: Karamürsel Baseni 3: Doğu Marmara Baseni. İBB: İzmit Basen Bloku, KBB: Karamürsel Basen Bloku, TYB: Tavşancıl Basen Bloku, LDB: Lale Dere Basen Bloku, DMBB: Doğu Marmara Basen Bloku.

**Figure 14.** Tectonic map showing the faults and the blocks located between faults in and around the Gulf of İzmit. 1: İzmit Basin, 2: Karamürsel Basin, 3: East Marmara Basin. İBB: İzmit Basin Block, KBB: Karamürsel Basin Block, TYB: Tavşancıl Basin Block, LDB: Lale Dere Basin Block, DMBB: East Marmara Basin Block.

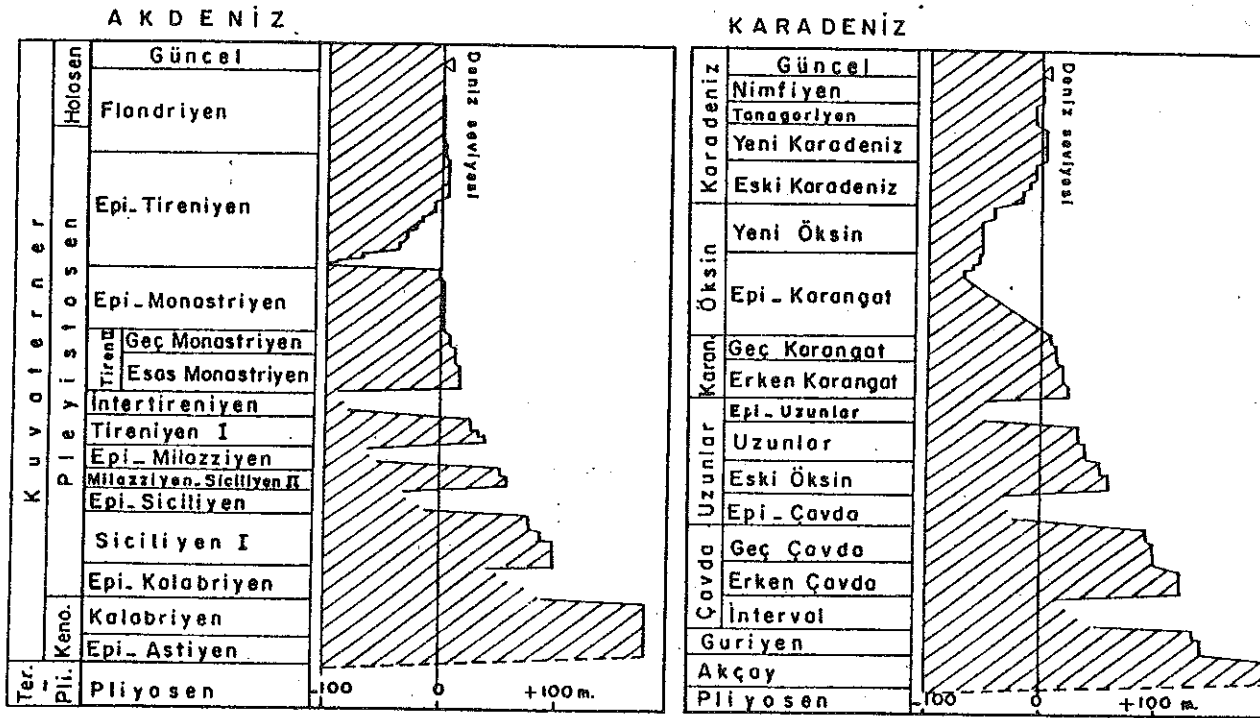
1993b; Bargu ve Yüksel, 1993a,b) grabenin içinde KB-GD doğrultusunda meydana gelen sıkışmalar nedeniyle çökel tabakalarında yer yer hafif dalgalı kıvrımlar ve eğiklenmeler görülmektedir.

İzmit Körfezi güneyindeki *Orta-Geç Pleyistosen* yaşlı denizel depolara ait tabakalar belirgin olarak gözlenmekte olup, genellikle 5° ile bazen 10° ye kadar İzmit Körfezine doğru eğimlidir. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) nın geçtiği Karamürseldeki Altınova köyünde, tabaka eğimleri fayın kuzey blokunda 10°-15° kuzeye, körfeze, güney blokunda 15°-20° güneye, fayın biraz uzak kesiminde yine 5°-10° kuzeye, körfeze doğru eğimlidir. Subaşı köyünde de tabakalar kuzeye eğimlidir.

Yalova yakınındaki Nurova Çiftliğinde *Tirenien* yaşlı istifin alt ve orta seviyelerindeki tabakalar yaklaşık 10° ile güneybatıya eğimlidir (Erinç, 1955).

Yalakdere deltası ile Dil Ovası deltası arasındaki K-G doğrultusunda mevcut olan bir denizaltı eşiği, deltaların gelişiminde önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Pfanstiel, 1944).

Orta ve Geç Pleyistosen tortullarının 4°-5° lik eğimlere sahip oluşu (Ardel 1959), bunların **Geç Pleyistosenin Geç Döneminde** ve **Holosende** KAF tarafından etkilendiğini ve dolayısıyla fayın aktif olduğunu göstermektedir. Ayrıca, bölgede insanlık tarihinin belirli bir döneminden sonra tarihsel olarak kaydedilmiş olan ve periyodik olarak meydana gelen depremler, Kuzey Anadolu Fayı (KAF) nın aktifliğinin halen devam ettiğini göstermektedir. Denizel Kuvaterner (*Tirenien*) depolarının İzmit Körfezindeki doğrultuları ile tektonik olarak meydana gelen İzmit Körfezinin genel gidişi arasında bir açı mevcuttur. Bu depoların İzmit Körfezi boyunca uzanmaları, körfezin hiç değilse ana hatları bakımından **Tirenien I** döneminde belirmiş olduğunu ortaya koymaktadır. Depolar kırılmış ve faylanmış. İzmit Körfezini sınırlayan faylar, bu depoları da kesmiş olduğundan İzmit Körfezinin bugünkü durumunun, **Post - Tirenien** tektonik hareketlerin etkisinde meydana geldiği sonucu çıkarılmaktadır. Bu sonuç önceki bazı çalışmacıların görüşüyle uyumludur (Erinç, 1955; Chaput, 1957; Akartuna, 1968; Bargu ve Sakıncı, 1989/1990; Sakıncı ve Bargu, 1989; Bargu, 1993b, 1996; Bargu ve Yüksel, 1993 a,b).



Şekil 15. Akdeniz ile Karadeniz Kuvaterner stratigrafik biriminin alt bölümleri ve deniz seviyelerinin karşılaştırılması (Paluska ve Degens'den. Schrader, 1978).

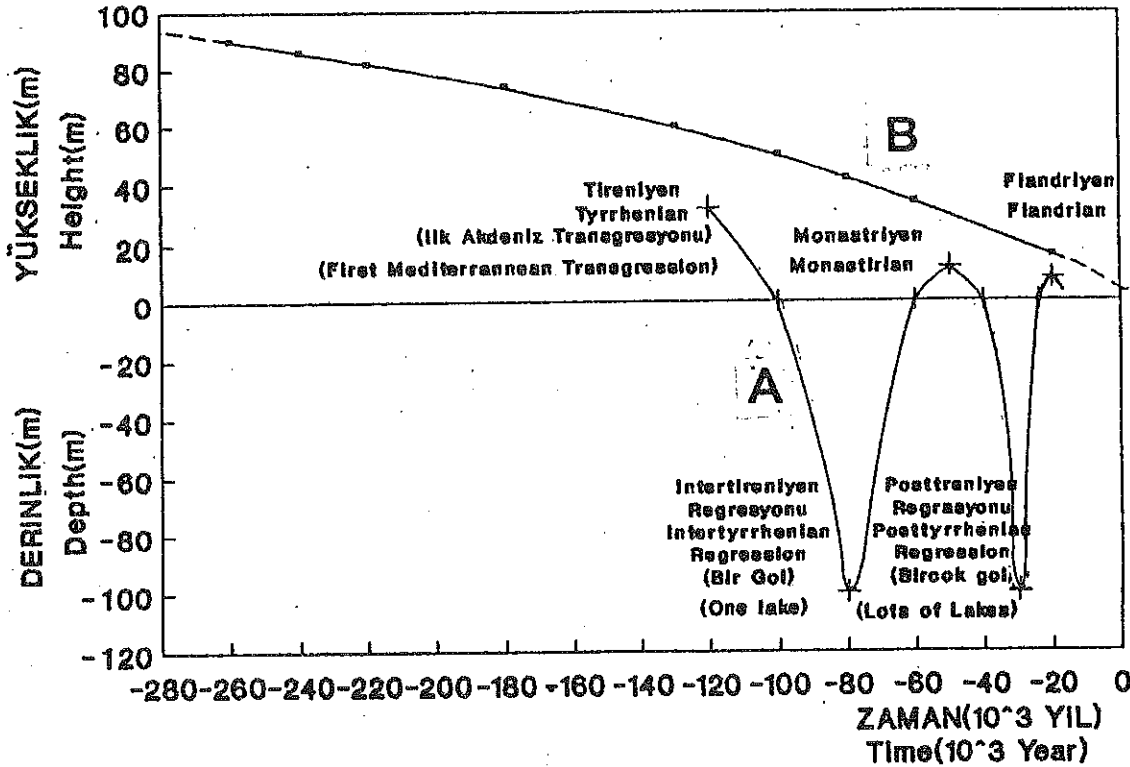
Figure 15. Subdivisions of Quaternary stratigraphic unit and correlation of sea levels (From Paluska and Degens. Schrader 1978).

Bargu, 1993b, 1996; Bargu ve Yüksel, 1993 a,b). Taraçalar üzerindeki fauna ile taraçaların tabanındaki depoların içindeki faunanın arasında bir farkın olmayışı, taraçaların oluşum yaşı ile deponun oluşum yaşını buna göre ayırmaya olanak tanımamaktadır. Fakat, bununla birlikte morfolojik durum, taraçaların, deponun oluşumundan sonra meydana geldiğini açık bir şekilde göstermektedir. Taraça yüzeylerinin yatay şeklinin ve yükseltilerinin korunmaları, deponun oluştuğu eski bir Akdeniz istilasından sonraki yeni bir Akdeniz istilasıyla meydana geldiği görüşünü desteklemektedir (Erinç, 1955).

**Günz - Mindel İnterglasyali (Çavda) döneminde** Marmara Denizi ve İzmit Körfezinin Kara Deniz bağlantısı Sapanca Gölü ve Sakarya vadisi ile buradaki diğer geçitler yoluyla birleştiği düşüncesine karşı, kenarı faylarla dolu olan ve İstanbul Boğazına benzer bir boğazla birleştiği hayal edilen bu görüşün bilimsel dayanaklardan yoksun olduğu (Pfannenstiel, 1944) belirtilmiş ve daha sonraki yıllarda **Çavda** tipi kavkılar kapsayan depolara Terkosta ve Aşağı Sakarya bölgelerinde rastlanmadığından dolayı Karadeniz bağlantısının buradan olmayacağı açıklanmıştır (Ardel ve İnandık, 1957; Ardel, 1967/1968). Aynı dönemde Marmaranın Kara Deniz bağlantısının **İzmit Kanalı** adı verilen İzmit Körfezi, Sapanca Gölü ve Adapazarı yoluyla gerçekleştiği belir-

tilmiştir (Tshepalyga, 1995).

İzmit Körfezinden doğuya doğru Sapanca Gölü ve Adapazarı Ovasının bulunduğu çukur alanda "**Orta Pleyistosenin Orta Dönemi**"nde "**Eski Sapanca Denizi**" adı verilen büyük bir göle akan "**Paleo Mudurnu Nehri**" adı verilen (Bargu, 1993b) nehrsel bir ortamın bulunduğu ve aşınmanın egemen olduğu anlaşılmaktadır. **Orta Pleyistosenin Geç Dönemlerinde** Akdenizin istilasıyla İzmit Körfezinde bugünkünden daha büyük ve derin olan bir körfez oluşmuştur. İzmit Körfezini istila eden bu denizin **Orta Pleyistoseninde** ve / veya **Geç Pleyistoseninde** Adapazarı Ovasına kadar gittiği ve orada "**Adapazarı Körfezi**" olarak adlandırılan bir körfezin oluştuğu düşünülmektedir. Hatta buradan Kara Denizle birleştiği ve bu birleşmenin Adapazarı Körfezinin giderek su seviyesinin yükselmesiyle oluşan "**Adapazarı Boğazı**" olarak adlandırılan bir boğaza dönüşmesiyle gerçekleşmiş olduğu sanılmaktadır. Çünkü, İzmit Körfezinde deniz dibi çökellerinde yapılan sondajlarda Kara Denizde yaşayan *foraminifera*, Kara Deniz ve Azak Denizinde yaşayan ostracoda, Paratetisde yaşayan *plecypoda* ile tatlısu *gastropodları* bulunmuştur (Meriç, 1995a). Günümüzde Sapanca gölünde yaşayan ve Kara Deniz ve Azak Denizinde halen yaşayan ostracoda sarmatik kökenli ve Akdeniz göçmen balıkları ile Paratetise



Şekil 16. İzmit Körfezi çevresindeki Orta ve Geç Pleyistosen taraçalarına ait olan yükseltilerin zaman içindeki değişimi. A. Önceki araştırmalardaki deniz düzeyi değişimleri. B. Bu çalışmadaki taraça yükseltilerinin değişimleri.

Figure 16. Change within the time frame of the heights of the Middle and Late Pleistocene aged terraces around the Gulf of İzmit. A. Sea level changes from previous investigations. B. Changes of heights of terraces in this investigation.

Adapazarı ovasında yapılan sondajlarda, altta bazı çakıl ve kum seviyeleri ile marn seviyeleri kapsayan yeşil renkli killerde çakıllar ve denizel kavkılar, üstte kum ile bataklik kil ve çamuru, en üstte ise alüvyona ait kum ve çakıllı kumlar saptanmıştır. 30-50 m, bazen de 60-100 m derinlikte Denizel kavkılar kapsıyan seviyelerin bulunuşu (Ardel ve İnandık, 1957), Akdenizin buraları istila ettiğini kanıtlamaktadır. Adapazarı Ovasının, Akdenizin istilasından sonra deniz seviyesinin düşmesi ve devam eden akarsu erozyonlarıyla alüvyonal malzemelerin taşınarak o zamanki "Adapazarı Körfezi" ni de kısmen doldurmasıyla bu alanın, Sapanca Gölü ile birlikte büyük bir göl haline geldiği ve daha sonra da Mudurnu Suyu ve Sakarya Nehrinden gelen alüvyonal malzemelerle dolarak bugünkü Sapanca Gölünden ayrıldığı ve ova şeklini aldığı düşünülmektedir.

## SONUÇLAR

1. İzmit Körfezi çevresinde çeşitli yükseltideki taraçalar sınıflandırılarak a. Çok Alçak Taraçalar (0-6 m), b. Alçak Taraçalar (7-30m), c. Orta Taraçalar (40-60m), d. Yüksek Taraçalar (80-90m), e. Çok Yüksek Taraçalar (180-190m) olmak üzere 5 gruba ayrılmıştır. Bazı taraçaların yer yer tektonik etkilerin altında kalarak değişik yükseltilerde bulunduğu saptanmıştır.

2. Çok Yüksek taraçaların (180-190 m) 520.000-550.000 yıl **Alt Pleyistosen**, Yüksek taraçaların (80-90m) 260.000 yıl **Orta Pleyistosen (Paleotirenien)**, Orta taraçaların (40-60m) 130.0000 yıl **Geç Pleyistosen (Tirenien)**, Alçak Taraçaların (20-30 m) 40.000 yıl **Geç Pleyistosen (Neotirenien)** olduğu anlaşılmıştır.

3. Orta Pleyistosen'de bir kez, Geç Pleyistosen'de iki kez, Holosende bir kez olmak üzere dört kez Akdenizin Marmara Denizine ve İzmit Körfezine girdiği belirlenmiştir. Alt Pleyistosen'de ise tatlı su ve acı su gölü dönemi egemen olmuştur.

4. Taraçalarda saptanan fosillerden Akdenize ait olan denizel kavkılarının en önemlilerinin *Ostrea edulis*, *Tapes calverti*, *Cardium (Cerastoderma) edule*, *Mytilus galloprovincialis*, *Loripes lacteus*, *Pinna sp.*, *foraminiferler* olduğu ve *Ostrea Bankı*'nın bir klavuz seviye oluşturduğu anlaşılmıştır.

5. Körfezin oluşumuna neden olan Kuzey Anadolu Fay Zonuna (KAFZ) ait fayların geçtiği yerlerin dışında, Pleyistosen taraçalarına ait tabakaların eğimleri genellikle 4°-5° ile körfeze doğrudur. Genellikle bir kıvrım yapısı görülmemektedir. İzmit Körfezi deniz dibinde ve Sapanca gölü çevresinde graben içindeki kalan kesimlerde Pleyistosen çökellerinde bir kıvrım gözlenmesine karşın, graben dışındaki alanlarda kıvrım yapıları görülmemektedir.

6. Sismik kesitlerde görüldüğü gibi deniz dibi çökellerinde paleotopografyaya bağlı olan ilksel eğimlerin dışındaki deformasyonlar tektonik kökenlidir.

7. Karada ve deniz dibinde etkin olan faylar, **Sağ yönlü ve Sol yönlü Doğrultu Atımlı Faylar ve Normal Faylar** olmak üzere iki grupta sınıflandırılmıştır. Düşey fay gibi gözüken faylar, düşey atımı egemen olan doğrultu atımlı faylardır. Sağ yönlü olanlar çoğunluktadır. Deprem episantrlarının yoğunluğu ile kara ve deniz dibi morfolojisinden, körfezin güneyindeki kısmın daha aktif olduğu anlaşılmıştır.

8. Özellikle İzmit Körfezi deniz dibinde bulunan Pleyistosen çökellerindeki deformasyonlara göre sismik kesitlerde de görülebildiği gibi bunların "**Serbestleşen Kademeli Faylar**" olduğu ve "**Negatif Çiçek Yapısı**" gösterdiği anlaşılmaktadır.

9. Deniz dibi içindeki faylar arasında İzmit Basen Blok (İBB), Karamürsel Basen Blok (KBB), Tavşancıl Yüksek Blok (TYB), Laledere Delta Blok (LDB) ve Doğu Marmara Basen Bloku (DMBB) olmak üzere 5 blok saptanmış ve bu blokların hareket mekanizmaları belirlenmiştir.

10. Sismik verilerin yeniden yorumlanmasıyla elde edilen sismik kesitlerden görüldüğü gibi Yalacdere Deltasının doğu ve batısında **graben** yapıları bulunmaktadır.

11. Denizel taraçaların yükseltilerine göre ilk Akdeniz baskını ilgili olarak Orta Pleyistosen'de denizin ulaştığı en yüksek seviyenin zamanımıza kadar geçen sürede zaman zaman alçalıp yükselmesi dışında giderek düştüğü ve bugünkü durumuna geldiği belirlenmiştir.

12. Marmara Denizi ile Kara Denizin **Geç Pleyistosen - Holosen Döneminde**ki bağlantısı Sapanca Gölü ve Adapazarı yoluyla olduğu anlaşılmıştır. Buna kanıt olarak Sapanca Gölündeki denizel kökenli balıklar ve ostracodlar ile Adapazarı Ovasında yapılan sondajlardan saptanan denizel kavkılardır.

13. Marmara Denizi Kara Deniz bağlantısının, Adapazarı bölgesinde önce Adapazarı Körfezi, daha sonra Adapazarı Boğazı haline gelmesiyle gerçekleşmiş olması büyük bir olasılıktır.

## SUMMARY

The Gulf of İzmit is an area located at the Eastern continuation of the Sea of Marmara, morphologically at its young stage, 50 km long, narrow and composed of three pits. Having a few deltas, coastal plains, plateaus and medium height mountains, Gulf of İzmit is under the effect of the fault which is the northern strand of the North Anatolian Fault Zone which has splitted in three sections starting from Akyazı towards the West.

In the Gulf where low and high shores exist, the steep slopes continuing under the sea show the faulted shores. On the coasts around the Gulf, there are generally discontinuous and different elevations of marinal terraces showing the old shore lines and locally seen fluvial and lacustrine terraces. These terraces have been analyzed according to areas and their subareas.



These terraces around the Gulf are observed as the upper plane over a deposit with horizontal or nearly horizontal dip or as an erosion surface. The original location develops depending on the morphological state of the paleotopographical surface, lithology of the basement rocks and tectonic movements. The depots lie in angular unconformity over a Pre-Quaternary basement. The thickness and size of the deposit depends on the duration of the sedimentation period and the depth of the sea and has been partially protected according to its resistance to the further developing erosions.

The sedimentary deposits are observed by the shores and near the places of rivers reaching the sea in the form of cornices and within the valleys. They are thick at the bottom of the valleys and get thinner towards the sides and sometimes discontinued by wide valleys. They start with strongly cemented hard basement conglomerate. At places where there is transgressive overlapping, sand and silt is observed at the very bottom. Transgressive and regressive sediments in the vertical direction, are sometimes laterally with graded transition and interfingering. The ones with abundant fossils contain **Ostrea Bank**. The lower terraces are young whereas the higher ones are old in age. The old aged terraces, being on the earth for longer years and subject to atmospheric and hydrographic conditions, were observed in a wider area although discontinued and engraved by rivers.

The Terraces are divided into five groups as **Very Low (0-6m)**, **Low (7-30 m)**, **Middle (40-60 m)**, **High (80-90m)** and **Very High (180-190m)**. The Very Low terraces belong to Holocene whereas the rest belong to Pleistocene Age. As a result of being covered locally due to the wave erosion of the sea at the coast, erosion effect behind the sea shore and fan deposits, slope wastes and alluviums, the outcrop areas have gotten smaller and gradually lost.

It is difficult and almost impossible to determine the age of the terraces by means of the scarce flora and the fauna which consists of the plecypoda, especially *Ostrea edulis*, *Tapes calverti*, *Cardium (Cerastoderma) edule*, *Mytilus galloprovincialis* and *Loripes lacteus*. The height, stratigraphy and geochronological age have been taken into consideration for age determination. Geochronologically, from the Pleistocene terraces containing marinal fossils of the Mediterranean especially in the south of the Gulf, High terraces 260.000, Middle terraces 130.000 and Low terraces are determined as 40.000 years old. The first one corresponds to **Middle Pleistocene (Paleotyrrenian)** and others belong to the **Late Pleistocene (Tyrrenian and Neotyrrenian)** period. Regressions between transgressions belong to **Mindel (Rome)**, **Riss** and **Wurm** glacial periods. From the diagram drawn according to the terrace heights, the age of the Very High Terraces as 520.000-550.000 years corresponds to the **Lower Pleistocene**. Three periods regarding these Pleistocene deposits which have angular unconformity except the Lower Pleistocene, show that the Mediterranean waters has invaded the Gulf. Investigations made on the seismic data and samples obtained from drillings from the bottom of the Gulf of İzmit are usually suitable to the ones obtained from the land, although not exactly.

Two fault groups formed by compressions in NW-SE directions as Strike Slip and Normal Faults have been effective in the evolution and development of Gulf of İzmit, which is formed by İzmit, Karamürsel and East Marmara Basins, separated by transpressional push up structures from each other. The ENE- WSW trending strike slip faults are dextral and NW-SE trending ones are sinistral. The normal faults have

NNW - SSE trend. The high angle secondary faults which have dominant vertical slip belong to the strike slip faults and have a trend almost subparallel to them. From East to West, 5 blocks in rhomboidal and wedge shape, have been determined between these faults as **İzmit Basin Block (İBB)**, **Karamürsel Basin Block (KBB)**, **Tavşancıl High Block (TYB)**, **Laledere Delta Block (LDB)** and **East Marmara Basin Block (DMBB)** and their movement mechanism have been identified.

Middle and Upper Pleistocene layers have a 4°-5°, rarely 10° dip towards the Gulf. There is reverse dipping at some places where faults of North Anatolian Fault Zone cross. Generally no folding structure is observed. Due to the faults of this fault zone, the relative subsidence of the gulf portion in the middle of the region and rapid and high uplift of the surrounding land especially in the south part, the original location and height of the terraces have undergone some changes and thick deposits are formed in deltas near and in the sea and the grabens in the sea due to rapid erosion. The height of the terraces is an important factor in determining their age.

The old river valleys first got the form of bays and gulfs and then lagoons, coastal planes and deltas with reincrease of the sea level in Holocene proceeding the fall after Late Pleistocene. The actual new coastal planes have been reformed at some places on the sides of the old high terraces facing the sea after further faulting process. In the last stage of Late Pleistocene, there are some evidences proving the unification of the Marmara and Black Sea with Gulf of İzmit and Lake Sapanca through Adapazarı Plain. There is a great possibility that with the invasion of the sea, the Adapazarı region, presently in the form of a plain, first became **Gulf of Adapazarı** and then the **Adapazarı Strait** as the Bosphorous.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Akartuna, M., 1968**, Armutlu Yarımadasının Jeolojisi. İst. Üniv. Fen Fak. Monog., 20, 105s.
- Altınlı, İ. E., 1968**, İzmit-Hereke-Kurucadağ Alanının Jeolojik İncelemesi. MTA Mec., 71,1-26.
- Andrussov, N., 1897**, Fossile und lebende Dreissensidae Eurosiensi Ext. des Trav. de la Soc. Nat. de St. Geol. et de Min., XXV.
- Ardel, A., 1959**, İzmit Körfezinden İznik Gölüne. İst. Üniv. Coğ. Enst. Derg., 10, 145-151.
- Ardel, A., 1967/1968**, Türkiye Kıyılarının Teşekkül ve Tekamülüne Toplu Bakış. Türk Coğrafya Derg., 24-25,1-6.
- Ardel, A., ve İnandık H., 1957**, Marmara Denizinin Teşekkül ve Tekamülü. Türk Coğrafya Derg., 17, 1-14.
- Bargu, S., 1989/1990**, Kuzey Anadolu Fayının Gaziköy ve Mürefte (Tekirdağ) dolaylarında yapısal özellikleri ve Hareket Mekanizması. Yer Bilimleri, Derg., İst. Üniv. Müh. Fak., 7, 77-97.
- Bargu, S., 1993a**, Geç Pleyistosen (Tireniyen) Taraçaları ve Marmara Denizinin Evrimindeki Rolü, 46. Tür-

- kiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 1993, TMMOB Jeoloji Müh. Odası, Ankara, 118-119.
- Bargu, S., 1993b**, Sapanca Gölü Çevresindeki Orta Pleyistosen Çökellerinin Stratigrafisi, Yakın Dolayındaki Çökellerle Karşılaştırılması ve Tektonik Özellikleri. İst. Üniv. Müh. Fak., İstanbul Yer Bilimleri, 8, 35-49.
- Bargu, S., 1994**, Kuzeybatı Anadolu Pleyistosen Stratigrafisi, 47. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 1994, TMMOB Jeoloji Müh. Odası, Ankara, 170.
- Bargu, S., 1996**, Hereke (İzmit) Kuvaterner Çökellerinin Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri (Basımda).
- Bargu, S. ve Sakıncı, M., 1984**, Armutlu Yarımadasında Karamürsel ile İznik Gölü Arasındaki Kesimin Doğal Agregat Potansiyelinin Araştırılması ve Değerlendirilmesi. TÜBİTAK, TBAG-587, Ankara, 214 s.
- Bargu, S. ve Sakıncı, M., 1989/1990**, İzmit Körfezi ile İznik Gölü Arasında Kalan Bölgenin Jeolojisi ve Yapısal Özellikleri. İstanbul Yerbilimleri, İst. Üniv. Müh. Fak., 7, 45-76.
- Bargu, S. ve Yüksel, F. A., 1993 a**, İzmit Körfezindeki Kuvaterner Deniz Dibi Çökellerinin Dağılımı ve Özellikleri (KB Türkiye).46. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 1993, TMMOB Jeoloji Müh. Odası, Ankara, 120.
- Bargu, S. ve Yüksel, F.A., 1993 b**, İzmit Körfezinin Kuvaterner Deniz Dibi Çökellerinin Stratigrafik ve Yapısal Özellikleri ile Kalınlıklarının Dağılımı, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8, TMMOB Jeoloji Müh. Odası, Ankara, 169-187.
- Barka, A. A. and Kadinsky-Cade, K., 1988**, Strike-Slip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity. *Tectonics*, 7, 663-684.
- Barka, A. and Kuşçu, İ., 1996**, Extents of the North Anatolian Fault in the İzmit, Gemlik and Bandırma Bays, *Turkish Journal Mar., Sci.* 2, 93-106.
- Chaput, E., 1936**, Voyages d'Etudes Geologiques et Geomorphologiques en Turquie. Mem. de Inst. Fr.d"Arche d"İstanbul, II, VIII, Paris, 203-204.
- Chaput, G., 1957**, Etudes sur les Terrasses Marines du Littoral de la Mer de Marmara. I-Les Terrasses de Yalova. Travaux du Laboratoire de Geologie de la Faculte Des Sciences de Dijon, 129-136.
- English, T. 1904**, Eocene and Later Formations Surrounding the Dardanelles. *The Quarterly Jour. of the Geol. Soc.*, London, 60, 243-296.
- Erol, O., 1968**, Çanakkale Boğazı Çevresinin Jeomorfolojisi Hakkında Ön Not. *Coğrafya Araştırmaları Derg.*, 2, 53-62.
- Erol, O., 1983**, Türkiyenin Genç Tektonik ve Jeomorfolojik gelişimi. *Jeomorf. Derg.*, 11,1-22.
- Erol, O., 1985**, Çanakkale Yöresi Güney kesiminin Jeomorfolojisi. *Jeomorf. Derg.*, 13, 1-7.
- Erol, O. ve Nuttall, C.P., 1973**, Çanakkale Yöresinin Bazı Denizel Kuvaterner Depoları, *Coğ. Araş. Derg.*, 5-6, 27-90.
- Erol, O. ve İnal, A., 1980**, Çanakkale Yöresi Karacaviran Köyü Çevresindeki Kuvaterner Depoları ve Denizel Fosilleri. *Jeomorf. Derg.*, 9, 1-35.
- Ergin, M. and Yörük, R., 1990**, Distribution and Texture of the Bottom sediments in a Semi-enclosed Coastal Inlet, İzmit Bay from the Eastern Sea of Marmara (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Sci.*, 30, 647-654.
- Erguvanlı, K., 1949**, Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının İnşaat Bakımından Etüdü ve Civarlarının Jeolojisi. *İst. Tek. Üniv.*, İstanbul, 88s.
- Erinç, S., 1955**, Yalova Bahri Pleyistosen Depoları ve Taraçaları. *Türk Coğr. Derg.*, 15-16, 188-190.
- Göney, S., 1964 a**, İzmit Körfezi ve Kuzey Kıyılarının Jeomorfolojisi. *Türk Coğr. Derg.*, 22-23, 187-199.
- Göney, S., 1964 b**, Karamürsel Civarında Pleyistose Ait bazı Eski Kıyı İzleri. *Coğ. Enst. Derg.*, 14, 200-208.
- Gutzwiller, O., 1923**, Beitrage zur Geologie der Umgebung von Merfete am Marmarameer. *Basel Univ.*, 25p.
- Ketin, İ., 1968**, Türkiye'nin Genel Tektonik Durumu ile Başlıca Deprem Bölgeleri Arasındaki İlişkiler. *Maden Tetkik Arama Enst. Derg.*, 71, 129-134.
- Koral, H. ve Eryılmaz, M., 1995**, İzmit Körfezinin Tektoniği. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi, Editör E. Meriç, 277-283.
- Meriç, E., 1995 a**, İzmit Körfezi (Hersek Burnu - Kaba Burun) Kuvaternerinin Stratigrafisi ve Ortamsal Özellikleri. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi, Editör E. Meriç, 251-257.
- Meriç, E., 1995 b**, İstanbul Boğazı öncesinde Marmara Denizi - Karadeniz bağlantısının İzmit Körfezi - Sapanca Gölü - Sakarya Vadisi Boyunca Gerçekleştiğinin ön Bulguları. İzmit körfezi Kuvaterner İstifi, Editör E. Meriç, 295-301.
- McKenzie, D.P., 1978**, Active Tectonics of the Alpine - Himalayan Belt: The Aegean Sea and Surrounding Region. *Geophys. J.R. Aston. Soc.*, 55, 217-251.
- Paluska, A., Poetsch, Th. and Bargu, S., 1989a**, Dating and Mechanism of Paleoseismotectonic Activities in the Sapanca- Abant Region (NW Turkey, North Anatolian Fault Zone) in Relation to Recent Earthquakes. The 25th General assembly of International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI), İstanbul, Turkey, 329.

- Paluska, A., Poetsch, Th. and Bargu, S., 1989b**, Tectonics, Paleoseismic Activity and Recent Deformation Mechanisms in the Sapanca-Abant Region (NW Turkey, North Anatolian Fault Zone). Turkish-German Earthquake Research Project, edited by J. Zschau and O. Ergünay, University of Kiel, Kiel, West Germany and Earthquake Research Institute, Ankara, Türkiye, 18-33.
- Pamir, H.N., 1938**, İstanbul Boğazının Teşekkülü Me-selesi. MTA Enst. Mec., 4, 61-68.
- Penck, W., 1918**, Die Tektonische Grundzüge Westkle-nasiens. J. Engelhorns Nachf., Stuttgart, 120 p.
- Penck, W., 1919**, Grundzüge der Geologie des Bospho-rus. Veröffentlichung des Inst. für Meereskunde Univ. Ber-lin, N.F.H.4.
- Pfannenstiel, M., 1944**, Die diluvialen Entwicklun-gsstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmarameer und Bosphorus. Geologischen Rundschau, Stuttgart, 34, 343-424.
- Phillipson, A., 1918**, Kleinasien. Handbuch der Regio-nalen Geologie, Heft, 22. Bd. 5, Abt. 2, Heidel-berg, 183 p.
- Pınar, N., 1943**, Marmara Denizi Havzasının Sismik Je-oloji ve Meteorolojisi. İst. Üniv. Fen Fak. Tabii İlim-ler kısmı, 5, 64s.
- Risch, C., 1909**, Der Sabandjasoe und seine Umgebung, Pettermanns Mitteilungen, 55 Band, 10-17.
- Sakıncı, M. and Bargu S., 1989**, İzmit Körfezi Güne-yindeki Geç Pleyistosen (Tireniyen) çökel stratigra-fisi ve Bölgenin Neotektonik Özellikleri. Türkiye Jeol.Kur.Bült., 32, 51-64.
- Schrader, H.J., 1978**, Quaternary through Neogene History of the Black Sea. Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, XLII, 788-902.
- Stanley, D. J. and Blanpied, C., 1980**, Late Quaternary Water Exchange Between the Eastern Mediterranean and the Black Sea, Nature, 285, 537-541.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981**, Tethyan Evolu-tion of Turkey; a Plate Tectonic Approach. Tec-tonophysics, 75, 181-241.
- Taner, G., 1983**, Hamzaköy Formasyonunun Çavda (Bakuniyen) Bivalvleri, Gelibolu Yarımadası. Türk Jeol. Kur. Bült., 26, 59-64.
- Toula, F., 1900**, Eine Geologische Reise Nach Klein Asien. beitr.z.Paleont.n. Geol. Esterreich - Ungarnsu. Orients, 12, 1.
- Tshepalyga, A., 1995**, Pliyo-Pleyistosen Kara Deniz Havzaları ve bunların Akdenizle İlişkileri. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi, Editör E. Meriç, 303-311.
- Wong, U.K., Uluğ, A., Özel, E. and Lüdmann, T., 1990**, Neotectonic Structure of the Sea of Marmara. Mitt. Geol. Paleontol. Inst. Univ. Hamburg, Degens Mem, 69, 99-116.
- Yalçınlar, İ., 1957**, Tuzlada Bulunan Fosilli Kıyı Depo-ları (Kocaeli). İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg., 8, 100-101.
- Yılmaz, Y., 1989**, An Approach to the Origin of Young Volcanic Rocks of Western Turkey, in: A.M.C. Şen-gör (editor) Tectonic Evolution of the Tethyan Region. Kliver. The Hauge. 159-189.
- Yılmaz, Y., 1995**, Ege Bölgesinde Genç Magmatizma-nın Oluşumu ile Litosferin Evrimi Arasındaki İlişki üzerine Düşünceler. Jeofizik, TMMOB Jeofizik Müh. Odası, 9, 107-110.
- Yılmaz, Y., Şaroğlu, F. and Gürer, Y., 1986**, Initiation of the Neomagmatism in East Anatolia. Tecto-nophysics, 134, 177-199.

*Makalenin geliş tarihi : 20.3.1997*

*Makalenin yayına kabul edildiği tarih : 16.6.1997*

*Received March 20, 1997*

*Accepted June 16, 1997*