

SAPANCA GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ ORTA PLEYİSTOSEN ÇÖKELLERİNİN STRATİGRAFİSİ, YAKIN DOLAYINDAKİ ÇÖKELLERLE KARŞILAŞTIRILMASI VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

STRATIGRAPHY OF MIDDLE PLEISTOCENE DEPOSITS OF THE CIRCUMFERENCE OF LAKE SAPANCA, ITS CORRELATION WITH THE DEPOSITS IN THE ADJACENT AREA AND ITS TECTONIC FEATURES

Simav BARGU

İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul

ÖZ: İnceleme alanı, İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasında ve Sapanca Gölü çevresinde olup, Kuzey Anadolu Fay Zonunun batı kısmı içinde yer alan "İzmit Grabeni" nin bir bölümünü kapsamaktadır.

Bölgede Kuvaterner öncesi kayalar ile bunun üzerinde açılı uyumsuz Kuvaterner tortulları saptanmıştır. Bu iki birim arasındaki dokanak çoğu yerlerde faylıdır.

Kuvaterner öncesi kayalar, İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü hattı güneyinde, Armutlu yarımadasının en alt seviyelerini oluşturan Paleozoyik yaşlı "Armutlu metamorfileri" olarak adlandırılan Geyve ve Sapanca metamorfileri ve İznik mermeri üzerinde açılı uyumsuz olarak oturan Alt-Orta Eosen yaşlı kırıntılı ve volkanik kırıntılı tortul kayalar ile bunları yer yer örten Orta-Üst Eosen yaşlı volkanik kayalardan meydana gelmiştir. İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü hattı kuzeyinde ise birbirleriyle açılı uyumsuz olan Triyas, Üst Kretase ve Eosen yaşlı kırıntılı tortul kayalardan oluşmuştur. Pliyosen yaşlı kırıntılı tortul depolar ise İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü hattının hem güneyinde hem de kuzeyinde alttaki birimlerin üzerinde açılı uyumsuz olarak oturmaktadır.

Kuvaterner tortulları, Orta Pleyistosen yaşlı nehrisel-gölsel fasiyesli Karaçam Formasyonu, gölsel fasiyesli Maşukiye Formasyonu ve bunların üzerinde bulunan nehrisel fasiyesli "Belgrad Ormanı Çakılları" ile Holosen yaşlı yamaç birikintileri ve alüvyonlarla temsil edilmiştir. Karaçam ve Maşukiye formasyonları birbirleriyle yanal geçişlidir. Bu devirde önce "Paleo Sapanca Denizi" veya "Eski Sapanca Denizi" olarak adlandırılan oldukça büyük bir gölün sahilinde ve gölün dışında nehrisel ile gölsel geçiş ortamında Karaçam formasyonu, gölün biraz derince kesiminde ise Maşukiye formasyonu oluşmuştur. Daha sonra "Paleomodumu Nehri" olarak adlandırılan bir nehrde Belgrad Ormanı Çakılları oluşmuştur.

Maşukiye formasyonu, *Unio* sp., *Planorbarius* sp. ve *Helix* sp. fosillerini kapsamakta olup, yapılan jeokronolojik tayinlere göre, yaşı 350.000 yıldır. Karaçam formasyonu *Zebrina (Zebrina) detrita* (Müller), *Planorbarius corneus* Linné ve *Dreissena polymorpha* Pallas gibi fosilleri kapar. Terkos Gölü doğusunda Akpınar Formasyonuna ait killi seviyelerde *Unio* sp. ve *Potamius* sp. fosilleri saptanmış olup, alınan örneklerden yapılan jeokronolojik tayinlerle yaşı 350.000 ve 400.000 yıl bulunmuştur. Buna göre, Maşukiye Formasyonu, Karaçam Formasyonu ve Akpınar Formasyonu hemen hemen aynı yaşta olup, Orta Pleyistosen'e karşılık gelmektedir. Orta Pleyistosen'e ait olan kırıntılı tortullardaki tabakaların kıvrımlanmış oluşu ve bu kıvrımların eksenlerinin gidişleri ile fayların doğrultuları arasında küçük de olsa bir açı farkının oluşu kıvrımları oluşturan tektonik hareketlerin faylanma esnasında ve sonra da devam ettiğini göstermektedir. Maşukiye formasyonu içindeki *Gastropoda* fosillerinin tektonik streslerle deformasyona uğrayarak yamulmaları Kuzey Anadolu Fayının Orta Pleyistosen ve Üst Pleyistosen'de etkin olduğunu göstermektedir.

İzmit Körfezi-Sapanca Gölü ve Adapazarı Ovası doğusuna kadar uzanan ve "Asimetrik Graben" örneği sunan "İzmit Grabeni" nin her iki tarafındaki fayların, grabenin orta kesimlerinde yerin aşağısındaki derinliklerde tek fay olarak birleştiği sanılmakta ve bunların "Negatif Çiçek yapısı" gösterdiği düşünülmektedir.

ABSTRACT: The investigation area is located between Gulf of İzmit and the surrounding area of Lake Sapanca and covers a part of the "İzmit Graben" located in the western part of the North Anatolian Fault Zone.

In the region, there are Pre-Quaternary rocks and Quaternary deposits lying in angular unconformity over them. The contact between these two units has faulting in most places.

The Pre-Quaternary rocks consist of Paleozoic aged Geyve and Sapanca metamorphites and İznik marble named as "Armutlu metamorphites" forming the lowest levels of the Armutlu Peninsula and Lower-Middle Eocene aged clastic and volcanoclastic sedimentary rocks lying in angular unconformity over them, and Middle-Upper Eocene aged volcanic rocks which locally cover them in the south of Gulf of İzmit and Lake Sapanca line. In the north of this line, it consists of Triassic, Upper Cretaceous and Eocene aged detritic sedimentary rocks in angular unconformity with each other. The Pliocene aged detritic sedimentary deposits lie in angular unconformity over the units both on the South and North of the Gulf of İzmit and Lake Sapanca Line.

The Quaternary deposits are represented by Middle Pleistocene aged Karaçam Formation with fluvatile-lacustrine facies and Maşukiye formation with lacustrine facies "Belgrad Forest Pebble" with fluvatile facies

over them and Holocene aged slope deposits and alluviums. Karaçam and Maşukiye Formations have lateral transition with each other. At first, Karaçam Formation had been formed at the shore and outside of the lake in fluvial-lacustrine transitional environment and the Maşukiye Formation had been formed at a deeper part of the big lake which was called "The Paleo Sapanca Sea" at this period. Afterwards, Belgrad Forest Pebbles have been formed in a river called "Paleomudurnu River".

Maşukiye Formation consists of fossils as *Unio sp.*, *Planorbarius sp.* and *Helix sp.*, and the geochronological age had been determined as 350.000 years. Karaçam formation contains fossils as *Zebrina (Zebrina) detrita* (Müller), *Planorbarius corneus* (Linné) and *Dreissena polymorpha* Pallas. *Unio sp.* and *Potamius sp.* fossils have been determined in the upper levels of the clay belonging to the Akpınar Formation at the east of Lake Terkos, and age determination on the samples obtained from the area gave results of the geochronological age to be 350.000 and 400.000 years. According to this, Maşukiye Formation, Karaçam Formation and Akpınar Formation are nearly of the same age and correspond to the **Middle Pleistocene**. The bedding in the clastic sedimentary deposits belonging to the Middle Pleistocene being folded and the small angular difference of the strike of the faults and the trends of folds axes, show that the tectonic movements forming the folds continued during and after the faulting. The bending of the **Gastropoda** fossils in the Maşukiye Formation due to deformation as a result of the tectonic stress prove that North Anatolian Fault had been effective during **Middle Pleistocene** and **Upper Pleistocene**.

The Faults on both sides of the İzmit Graben which presents an "Assymetrical Graben" example lying from the Gulf of İzmit-Lake Sapanca to the East of Ova of Adapazarı, are supposed to unite as a single fault at the depth underneath the earth in the middle parts of the graben and are thought to show a "Negative Flower Structure".

GİRİŞ

Marmara Bölgesinde, özellikle İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasındaki alanda, Sapanca Gölü çevresi ve yakın dolayında, Tersiyer ve Kuvaterner tortuları eski yıllardan beri yapılan çalışmalarla açıklanmaya çalışılmıştır. Yeterli olmayan bu çalışmaları geliştirmek, daha çok bilgi elde etmek ve özellikle Kuvaterner yaşlı oluşuklarla ilgili konulara daha fazla açıklık getirmek amacıyla bu bölgede incelemeler yapılmıştır. İnceleme alanı, Marmara bölgesinde olup (Şekil 1), bilindiği gibi Kuzey Anadolu fayının batı kesimindeki graben içinde yer almaktadır (Şekil 2). Graben içindeki tortul kayaçların grabenin oluşumu ile ilişkisi halen yeteri derecede açıklığa kavuşturulmamıştır. Ayrıca, grabenin yapısı da yeteri kadar bilinmemektedir.

Sapanca Gölü çevresinde daha önce Kuvaternerden daha yaşlı (Pliyosen) olduğu ileri sürülen tortul kaya birimlerinin en azından bazılarının Orta Pleyistosen olduğu anlaşılmıştır (Şekil 3). Böylelikle Kuzey Anadolu Fay zonu (KAFZ) içinde ve yakınında saptanmış olan Orta Pleyistosen kırıntılı tortullarının stratigrafisinin ortaya çıkarılması, Kuzey Anadolu fayının batı kesiminde, Kuzey Anadolu fayının aktif olmaya başladığı zamanın bilinmesine, çökme ortamının tayin edilmesi ve açıklanması ise o zamanın Paleocoğrafya ve Paleohidrografik özelliklerin anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Bu tortullar içinde deformasyona uğradığı saptanmış olan fosillerin bulunuşu da bölgenin tektonik hareketlerden ne kadar çok etkilendiğini göstermesi bakımından önemlidir.

Sapanca Gölü çevresinde ve Sapanca Gölü ile İzmit Körfezi arasındaki alanda yapılan jeolojik araştırmalarla Kuvaterner öncesi temel olarak kabul edilen Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kaya birimleri ile bunların üzerinde açılı uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı tortul örtü birimlerinin bulunduğu anlaşılmıştır (Şekil 3 ve 4). Araştırma konusu Kuvaterner tortullarının zaman ve yer içindeki dağılımı ile tektonik özellikleri olduğundan, Kuvaterner dışındaki kaya birimlerinin özellikleri genel

olarak açıklanacak fakat, bunlara ayrıntılı olarak değinilmeyecektir.

PRE KUVATERNER STRATİGRAFİSİ

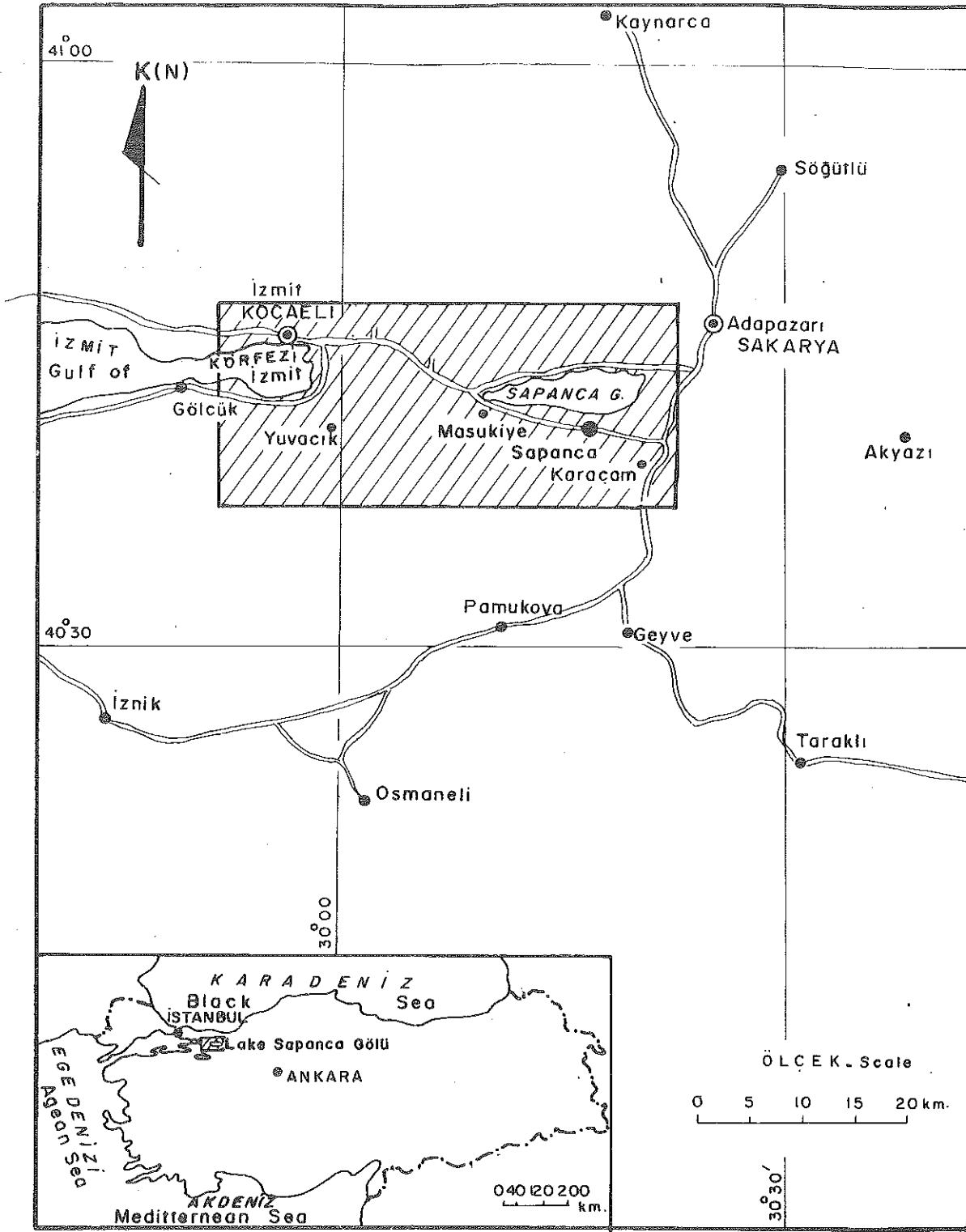
Kuvaterner öncesi kayalar, İzmit körfezi ile Sapanca gölü hattı G'inde ve K'inde olmak üzere iki bölgede incelenmiştir. G'indeki bölgede Armutlu Yarımadasının temelini oluşturan Paleozoyik yaşlı **Armutlu metamorfitle**ri bulunmaktadır. Bunlar birbirleriyle uyumlu olarak altan üste doğru Merdigöz metamorfitle (Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990), Dereköy metamorfitle (Bargu, 1982) ve İznik mermerinden (Bargu, 1982) meydana gelmiştir. Yapılan bu araştırma ile Merdigöz metamorfitle yerine "**Geyve metamorfitle**", Dereköy metamorfitle yerine de "**Sapanca metamorfitle**" adı kullanılmaya başlanmıştır. Üç formasyondan oluşan Armutlu metamorfitlelerinin üzerinde açılı uyumsuz olarak Üst Kretase yaşlı Oluklu ve Kokarca formasyonlarına ait kırıntılı ve volkanik kırıntılı tortullar oturmaktadır (Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990). Bunları da yer yer Orta-Üst Eosen yaşlı **Kızderbent volkanitleri** (Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990) örtmektedir (Şekil 4). İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü hattının K'inde ise birbirleriyle açılı uyumsuz olarak alttan üste doğru Triyas yaşlı **Kapaklı formasyonu** Üst Kretase yaşlı **Adapazarı formasyonu** ve Eosen yaşlı **Eşme formasyonu**na ait kırıntılı tortul kayalar yer almaktadır.

İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü hattının G'inde ve K'indeki her iki kesimde Eosen yaşlı kayaların üzerinde açılı uyumsuz olarak yer yer Pliyosen yaşlı kırıntılı tortul birikintiler bulunmaktadır.

KUVATERNER STRATİGRAFİSİ

ORTA PLEYİSTOSEN ÇÖKELLERİ

Kuvaterner tortulları, Kuvaterner öncesi oluşukların üzerinde açılı uyumsuz olarak bulunmaktadır. Kuva-

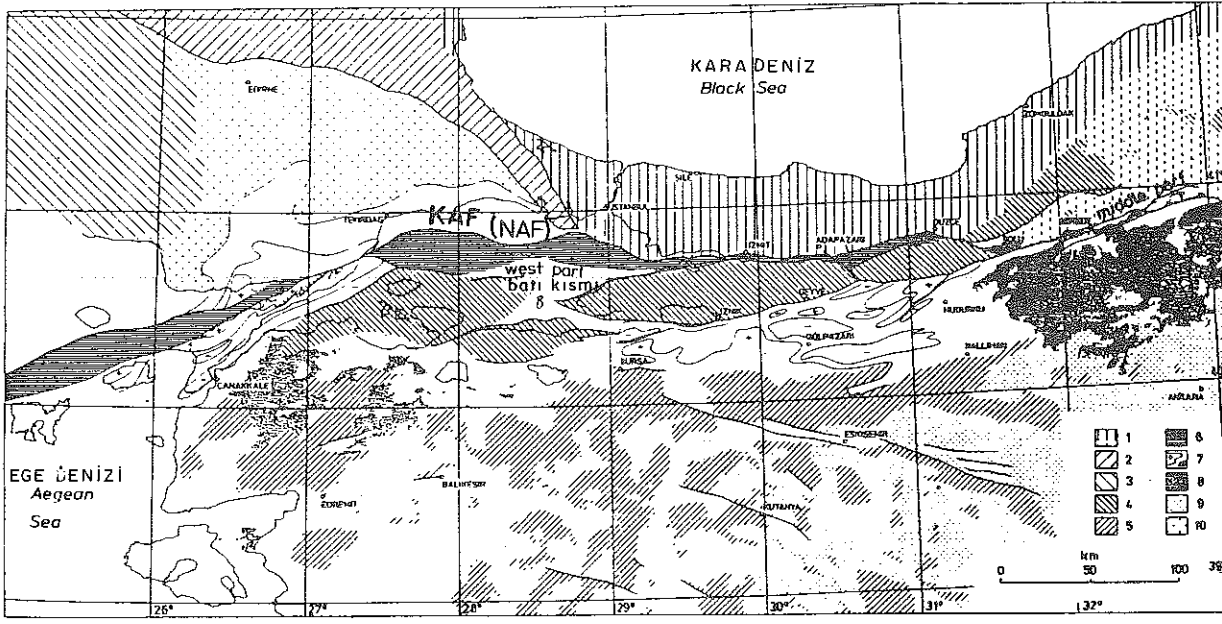


Şekil 1. İnceleme alanının mevkii haritası.

Figure 1. Location map of the investigated area.

terner tortulları, Sapanca gölü çevresinde ve Sapanca Gölü ile İzmit Körfezi arasındaki alanda, Orta Pleyistosen yaşındaki Karaçam Formasyonu (Paluska, Poetsch

ve Bargu, 1989b) ve Maşukiye Formasyonundan, Holosen yaşındaki Yamaç birikintileri ve Alüvyondan oluşmuştur (Şekil 3 ve 4). Yapılan arazi gözlemleriyle Kara-



Şekil 2. Kuzey Anadolu Fayının (KAF) Orta ve Batı Kesimini gösterir Tektonik harita (Paluska, Poetsch ve Bargu, 1989 b'den) 1- Pontidler; 2- Istranca masifi; 3- Rodop masifi; 4- Bitniyen masifi; 5- Anatolitler; 6- Grabenler ve depresyonlar (ovalar); 7- Kıvrımlarla birlikte sıkışma sahaları; 8- Volkanik kayalar; 9- Anatolitler üzerindeki Mesozoik ve Tersiyer sedimentlerin aşınma ve taşınmasıyla oluşan birikintiler; 10- Trakya baseni.

Figure 2. Tectonical map of middle and west of the North Anatolian Fault (NAF) (From Paluska, Poetsch and Bargu, 1989 b). 1- Pontides; 2- Istranca massive; 3- Rhodope massive; 4- Bithynian massive; 5- Anatolides; 6- Grabens and depressions (ovas); 7- Compression areas with folding; 8- Volcanic rocks; 9- Denudation rests of the Mesozoic and Tertiary sediments upon the Anatolides; 10- Thracian basin.

çam Formasyonu ile Maşukiye Formasyonunun hemen hemen aynı zamanda olduğu ve yanıl geçişli olduğu anlaşılmıştır. Bu ilişki genelleştirilmiş stratigrafi kesitlerinde gösterilmiştir (Şekil 4 ve 5).

Bu araştırmada, önce Karaçam formasyonunun özellikleri kısaca, sonra Maşukiye formasyonunun stratigrafi, fosil kapsamı ve çökme ortamı özellikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Daha sonra aynı yaştaki Karaçam ve Maşukiye formasyonları ile yakın dolayındaki oluşuklar karşılaştırılmış ve tektonik özellikleri belirtilmiştir. Bunların yanısıra, Pleyistosen oluşuklarının zaman içindeki dağılımları da irdelenmiştir.

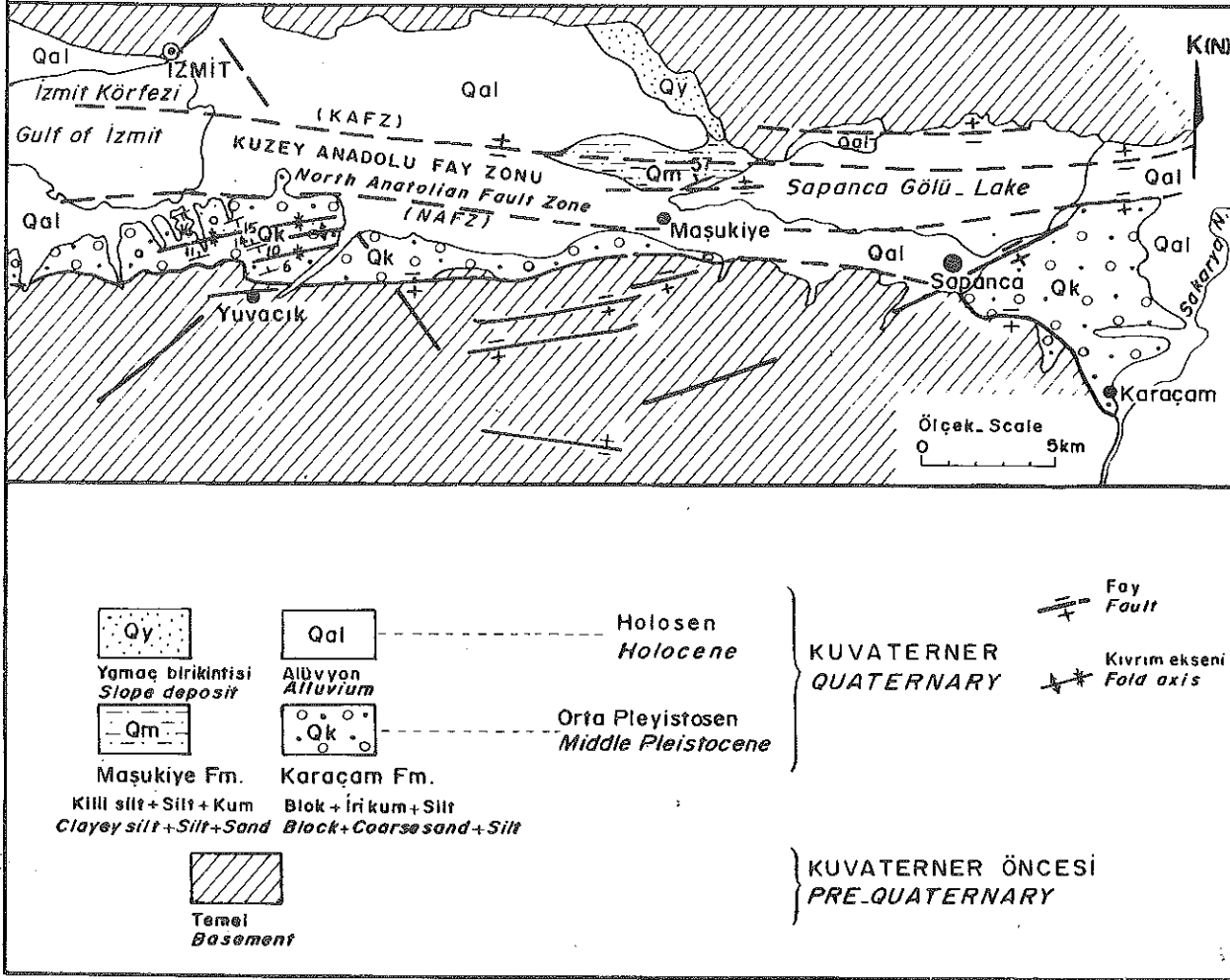
KARAÇAM FORMASYONU

İnceleme alanının GD'sundaki Karaçam Köyünde tipik olarak görüldüğünden birim, Karaçam Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Paluska, Poetsch ve Bargu, 1989b). Genellikle Sapanca Gölü D, GD su ve GB'sında yüzeylenmektedir (Şekil 3). Kum ve silt egemen olup, yer yer çakıl ve blok kapsamaktadır. Kalınlığı kesin olarak bilinmemesine rağmen en az 100 m olduğu düşünülmektedir (Şekil 4 ve 5). Uzun zaman boyunca aranmasına rağmen bol miktarda fosil bulunamamıştır. Ancak gölün GD'sundaki örneklerde *Zebrina* (*Zebrina*) *detrita* (Müller), *Planorbarius corneus* (Linné), *Dreissena polymorpha* Pallas gibi fosiller saptanmıştır. Bu fosiller SCHÜTT tarafından tayin edilmiştir.

Sapanca Gölünün GB'sında ise çakıl ve kum egemendir. Yer yer bloklar kapsar ve K'e doğru tane boyutlarında bir küçülme görülür. İstifte, tabakalanma ve yer yer de çapraz tabakalanma görülmektedir. Burada da uzun bir zaman aranmasına rağmen formasyonu oluşturur kırıntılı tortul istifte herhangi bir fosile rastlanmamıştır. Litolojilere, fosillere ve saha gözlemlerinden elde edilen verilere göre, formasyonun karasal ve nehrsel ile gölsel geçiş ortamında olduğu ve Maşukiye Formasyonu ile yanıl geçişli olduğu ve Maşukiye Formasyonunda tayin edilmiş 350.000 yıl yaşma karşılık gelen Orta Pleyistosen yaşında olduğu düşünülmektedir.

MAŞUKİYE FORMASYONU

Formasyon, Sapanca Gölü B'sı ve KB'sında yer alır. Sapanca Gölünün GB ucunda Maşukiye Köyünün yakınında tipik olarak görülmekte olup, Maşukiye Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 3). Genellikle silt ve kil egemen olup, yer yer kum ve çakıl bulunur (Şekil 4,5 ve 6). Çok uzun zaman ve ısrarlı aramalardan sonra Maşukiye Köyü yerleşim merkezinin K'inde Kuvaterner olduğu şüphelenilen bazı yerler içinden tek bir yerde Gastropoda fosilleri saptanmıştır. Bunun D ve B'ya doğru devamında aynı birim içinde fosil araştırılmışsa da bulunamamıştır. Ancak bu fosillerin aranışı litostratigrafik istifin çıkartılmasında çok yararlı olmuştur. Fosilli olan yerler ile bunun D ve B'sında yapılan gözlemler so-



Şekil 3. İnceleme alanının jeoloji haritası.

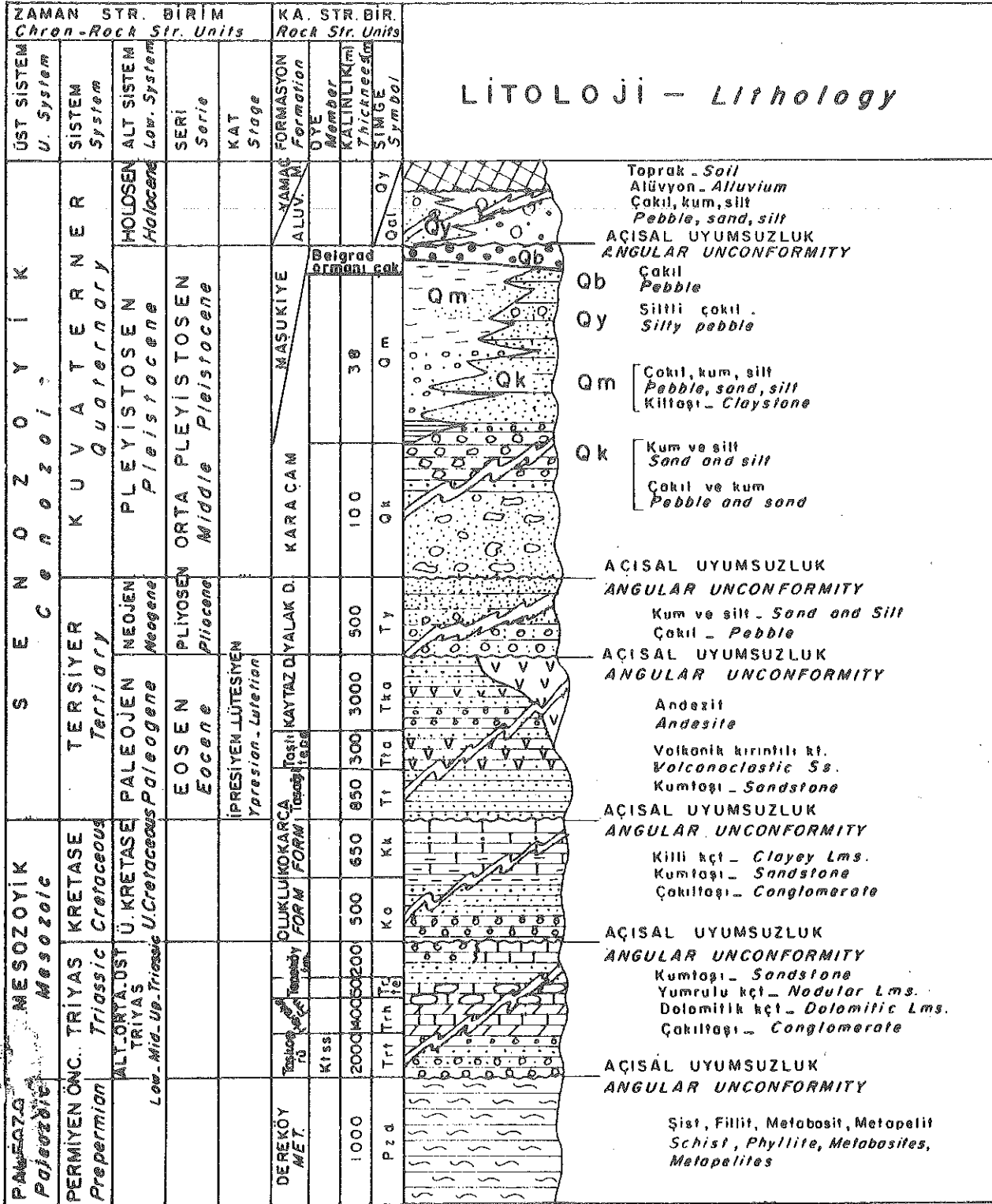
Figure 3. Geological map of the investigated area.

nucunda ölçülmüş stratigrafi kesiti yapılmasına karar verilmiştir. Ölçülmüş stratigrafi kesitine Gölün KB kıyısından başlanmış olup, K'e doğru devam edilerek bitirilmiştir. İstifin tabanı göl içinde kaldığından gözleme imkanı olamamıştır (Şekil 3). Formasyonun kalınlığı 38 m olup, istif alttan üste doğru aşağıda belirtilen litolojilerden (Şekil 5 ve 6) meydana gelmiştir.

Laminallı kiltası ve silttaşı, kum ve çakıl, silt, çakıllı kum, silttaşı, fosilli kum ve silt, kiltası, silt, yer yer beyaz renkli kaolinleşmiş bordo renkli kil ve yeşil renkli kil, silttaşı ve toprak. Ölçülmüş stratigrafi kesitinde sadece C seviyesinde fosillere rastlanmıştır (Şekil 6). Bu fosillerin çoğu genellikle iri ve ufak boyutlu *Gastropoda*'ya ait olup, boyutları yaklaşık 1 cm den 4-5 cm ye kadar değişmektedir. 30-35 adet fosil örnek toplanmıştır. Bunlar çok ince kavkılı olduklarından ele alınırken kırıldığı için korunması ve taşınması oldukça güçtür.

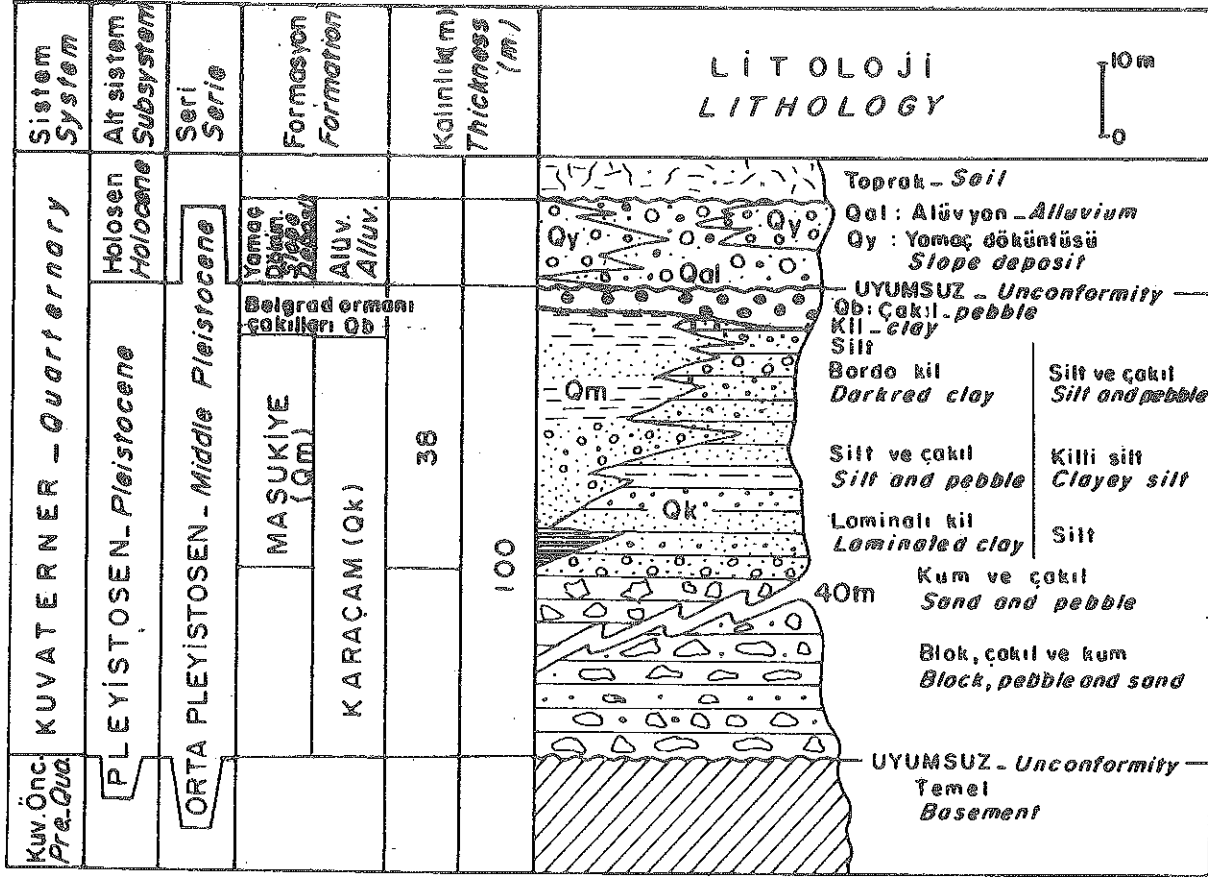
Ölçülmüş stratigrafi kesitindeki litolojilere ve kapsadığı fosillere göre, çökme ortamının gölsel olduğu anlaşılmaktadır. Fosiller, tayin edilmek üzere Hamburg Üniversitesine bırakılmıştır. Fosillerin elliptik deformasyona uğramaları ve bundan dolayı da yamulmaları nedeniyle tayinlerini yapmak oldukça zordur (Şekil 7). SCHÜTT tarafından fosillerde yapılan ilk incelemeler sonucunda *Planorbarius* sp., *Helix* sp., ve *Unio* sp. tanımlanmıştır.

Fosillerin deformasyona uğraması (Şekil 7) ve bunların canlı türlerinin günümüze kadar devam etmesi nedeniyle formasyonun yaşı fosillere göre, tam olarak bilinemediğinden alınan örneklerde termoluminisans (TL) yöntemiyle yaş tayini yaptırılmıştır. Buna göre Maşukiye Formasyonunun yaşı 350.000 yıl çıkmış olup, Orta Pleyistose'ne karşılık gelmektedir (Şekil 8). Yaş tayinleri Almanya'da ZÖLLER ve MANGİNİ tarafından yapılmıştır.



Şekil 4. İzmit Körfezinin D ve GD kesiminin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.

Figure 4. Generalized stratigraphical section of E and SE of Gulf of İzmit.



Şekil 5. İnceleme alanındaki Kuvaterner tortulların genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.

Figure 5. Generalized stratigraphical section of Quaternary deposits of the investigation area.

BELGRAD ORMANI ÇAKILLARI

Çakıllardan oluşan ve Karaçam, Maşukiye ve Yakdere formasyonları üzerinde, Holosen yaşlı Alüvyonun altında yer almaktadır. Nehir taraçaları olarak bulunmaktadır.

SAPANCA GÖLÜNÜN YAKIN DOLAYINDAKİ PLEYİSTOSEN ÇÖKELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yukarıda anlatılan verilere göre, İzmit'ten Sapanca'ya uzanan graben içinde temelin üzerinde en yaşlı birimin Alt Pleyistosen tortulları olduğu anlaşılmaktadır. İnceleme alanı içinde kalan kesimde temelin en genç birimi ise Eosen ve Pliyosen olarak belirlenmiştir. Oligosen ve/veya Miyosen yaşında herhangi bir oluşuk bugüne kadar saptanamamıştır. Bundan da bölgede Oligosen ve Miyosen devrinde çökme olmadığı anlaşılmaktadır. Pliyosende ise bölgede penplenleşme ile yer yer çökmenin olduğu bazı araştırmacılar tarafından da açıklanmaktadır.

Pleyistosen döneminin ilk kesimi olan Alt Pleyistosen'de, inceleme alanı dışında ve yakın dolayında bulu-

nan Çukurköy ve civarında Limnik fasiyesli, az miktarda kum ve silt kapsayan killi ve kömürlü seviyelerden meydana gelen Çukurköy Formasyonu oluşmuştur.

Orta Pleyistosen'de, inceleme alanı içinde Sapanca Gölü çevresinde Karaçam ve Maşukiye formasyonları oluşmuştur. Bu dönemde nehirselleştirme ile nehirselleştirme geçiş ortamı egemen olmuştur. *Unio sp.* gibi fosillerin hem Maşukiye formasyonu içinde, hem de Terkos gölü doğusundaki Akpınar formasyonu içindeki Ağaçlı İnyit üyesi üzerindeki seviyelerde bulunması, bu formasyonların oluşum ortamlarının benzer olduğunu belirtmektedir. Bu formasyonlarda jeokronolojik yaş tayinleri yapılmış olup, Maşukiye formasyonu için 350.000 yıl, Akpınar formasyonu için 350.000 ve 400.000 yıl çıkmıştır. Bu yaşlar Orta Pleyistosen'e karşılık gelmektedir. Bu değerlerin birbirine yakın çıkması bu formasyonların hemen hemen aynı zamanlarda oluştuğunu göstermektedir (Şekil 8).

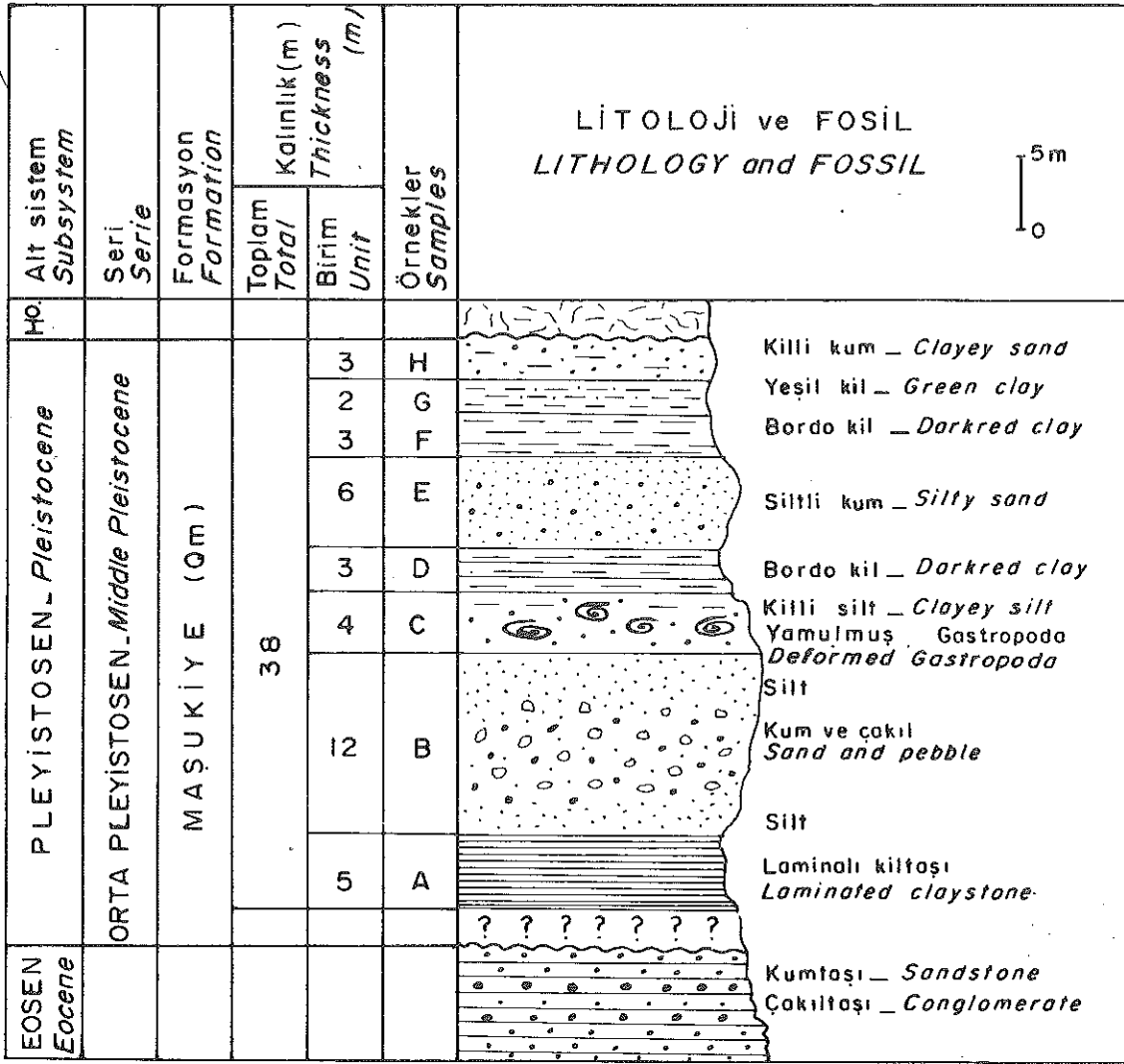
Karamürselin B kesiminde Altınova Formasyonu olarak adlandırılan Üst Pleyistosen (Tirenien) yaşlı lagüner-denizel fasiyesli kırıntılı çökeller saptanmıştır (Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990. Sakıncı ve Bargu, 1989). Burada yine yer yer Orta Pleyistosen'e karşılık

gelen ve jeokronolojik yaşı 130.000 yıl ve 260.000 yıl olan denizel fasiyesli Subaşı Formasyonu bulunmaktadır (Şekil 8).

Subaşı Formasyonu'nun altında ise Pliyosen yaşında olduğu açıklanan nehrsel ve gölsel fasiyesli Yalakdere Formasyonu olarak adlandırılan (Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990) birim yer almaktadır. Kırıntılı tortullardan oluşan Yalakdere Formasyonunun daha önceden Pliyo-sen yaşında olduğu açıklanmışsa da bunların, Sapanca Gölü GD ve GB'sındaki Orta Pleyistosen yaşındaki Karaçam formasyonunun kırıntılı tortul litolojilerine ve bunların arazideki bulunuş şekli ve konumu ile arazi morfolojisine benzemektedir. Ayrıca, Yalakdere formasyonunun, Üst Pleyistosen'e ait Altınova formasyonunun altında yer alması dolayısıyla ve yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı yaşının, Orta Pleyistosen olabileceği düşünülmektedir. Kaldı ki Karamürsel'in GB'sındaki

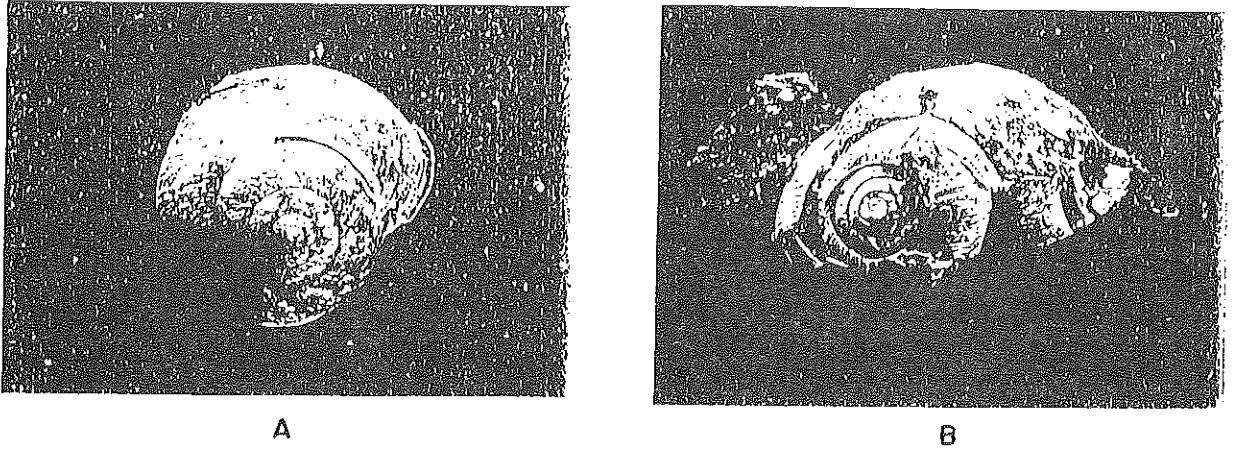
Çukurköy ve civarında, Yalakdere formasyonu, Çukurköy Formasyonunun (Paluska, Poetsch ve Bargu, 1989b) üzerinde oturmaktadır. Ayrıca, Çukurköy Formasyonunun dışındaki Pleyistosen yaşlı diğer formasyonlardan alınan örneklerden yapılan jeokronolojik analizlerden elde edilen jeolojik yaşlar ile taraça yükseltilerine göre hazırlanan diyagramda, Çukurköy formasyonunun yaşı taraça yükseltisi dikkate alındığında 550.000 yıl bulunmaktadır. Buna göre, Çukurköy formasyonunun yaşı Alt Pleyistosen karşılık gelmektedir (Şekil 8).

Bu durumda, Yalakdere Formasyonu, Üst Pleyistosen lagüner-denizel tortulların altında ve aynı zamanda Alt Pleyistosen limnik tortullarının üzerinde bulunduğu yaşının, Orta Pleyistosen olduğu anlaşılmaktadır. Böylelikle Yalakdere Formasyonunun, Karaçam Formasyonu ve Maşukiye Formasyonu ile aynı zamanda bulunduğu sonucu çıkarılmaktadır (Şekil 8).



Şekil 6. Maşukiye Formasyonu (Orta Pleyistosen) ölçülmüş stratigrafi kesiti.

Figure 6. Measured stratigraphical section of the Maşukiye formation (Middle Pleistocene).



Şekil 7. Kuzey Anadolu Fayının tektonik etkisiyle mikroyapısal olarak deformasyona uğramış olan ve eski bir sıkıştırma gerilim alanını gösteren fosiller:

A- Deformasyona uğramamış bir Gastropoda (*Helix lucorum*) kavkısı (Karşılaştırmak için).

B- Killi silt ve marnların (Maşukiye Formasyonu) içinde elliptik deformasyona uğramış bir Gastropoda (*Helix* sp.) kavkısı.

Figure 7. Fossils undergone microstructural deformation with tectonic effect of the North Anatolian Fault and showing old compressive stress area.

A- Gastropoda shell (*Helix lucorum*) not undergone deformation (For correlation).

B- Gastropoda shell (*Helix* sp.) undergone elliptical deformation in clayey silt and marl (Maşukiye Formation).

İzmit Körfezi G'inde, karada en yaşlı denizel tortul depolar, 260.000 yıl olup, Orta Pleyistosen'dir. İzmit Körfezi ve Marmara Denizi çevresinde, karada daha yaşlı olan denizel Alt Pleyistosen tortul depolarının saptanmadığı açıklanmıştır (Bargu, 1989/1990). Buna göre, Akdenizin bu bölgeye Holosenden önce Pleyistosende, 260.000 yıldan önce girmediği, üç kez girdiği ve ilk girişinin 260.000 yıl önce Orta Pleyistosenin Orta Döneminde, ikinci girişinin 130.000 yıl önce Orta Pleyistosenin Geç Döneminde ve üçüncü girişinin ise 40.000 yıl önce Üst Pleyistosenin Orta Döneminde olduğu anlaşılmaktadır.

Arazi verilerine ve elde edilen tüm verilere göre, Alt Pleyistosen yaşlı Çukurköy, Orta Pleyistosen yaşlı Karaçam, Maşukiye, Belgrad Ormanı çakılları ve Yalakdere ile Subaşı, Üst Pleyistosen yaşlı Altınova Formasyonlarının İzmit Körfezi Deniz dibine devam ettiği anlaşılmaktadır.

TEKTONİK ÖZELLİKLER

Sapanca Gölü ve çevresi, G'deki yüksek dağların bulunduğu Armutlu Yarımadası ile K'deki daha alçak tepelerin bulunduğu kesim arasında kalan bölgedir.

Armutlu Yarımadası'nın en yüksek yeri olan Kartepe ve civarı "Armutlu Horstu" adı ile tanımlanan bir horst şeklinde yükselmiş, Sapanca Gölü ve İzmit Körfezi'nin bulunduğu alan ise "İzmit Grabeni" olarak anılan bir graben şeklinde çökmüştür. Bu çöküntü alanı, B'da Marmara Denizi ile Marmara Denizinin B kıyısına, D'da ise Adapazarı Ovası'nın D'suna kadar devam etmektedir.

İzmit Körfezi'nin eskiden beri bir grabene karşılık geldiği (Risch, 1909; Penck, 1918; Akartuna, 1968; Bargu, 1982, Bargu, 1989/1990; Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990; Sakıncı ve Bargu, 1989; Paluska, Poetsch ve Bargu, 1989a ve b) açıklanmış, Körfezin D ucundan Sakarya'ya uzanan bir kırık hatının varlığı (Phillipson, 1918) ileri sürülmüştür. Bu grabenin D-B doğrultulu ve B'ya eğimli olduğu ve İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü'nün bu graben içinde olduğu (Risch, 1909) belirtilmişse de, bu grabenin henüz Trakya penepleninin şeklini almamışken Miyosen yaşlı faylarla (Penck, 1918) ve Pliyosen sonrası Alpen hareketlerle (Valak fazı) (Akartuna, 1968) meydana geldiği açıklanmıştır. Ayrıca, grabenin Miyosenden genç oluşuklarla da doldurulduğu belirtilmiştir (Penck, 1918).

Sapanca Gölü G'inde yer alan Armutlu Yarımadası'ndaki bazı yerlerde, Neojen yaşında olduğu eskiden beri bilinen karbonat ve kömür katkılı kırıntılı tortulların bulunduğu açıklanmıştır (Fritsch, 1882; Endriss, 1926; Chaput, 1936).

Sapanca Gölü yakın dolaylarında yapılan araştırmalarda ise bölgenin tektonik bakımdan çok aktif olduğu ve bu aktivitenin buraya yakın olan bazı yerlerde, özellikle İzmit Körfezi GD ve GB'sında ve Sapanca Gölü D'sunda bulunan kırıntılı tortulların Pliyosen yaşında olduğu düşünülmüşü nedeniyle Pliyosen sonrası etkili olduğu ve bölgenin tatlı su rejiminden kurtulup kara haline geçtiği belirtilmiştir (Akartuna, 1968). Yine çalışma alanına yakın olan Karamürsel B'sındaki Subaşı ve Taşköprü köylerinde yer yer, Karamürsel G'indeki Yalakdere ve çevresinde ise geniş alanlarda görülen karbonat ve kömür katkılı gölsel kırıntılı tortulların, Pliyosen yaşın-

da olduğu ve bunların Pliyosen sonrasında kıvrımınma ve faylanma olaylarından etkilendiği açıklanmıştır (Akartuna, 1968; Bargu ve Sakıncı, 1984, 1989/1990).

Batı Anadolu'da Orta Pleyistosen'deki tektonik hareketlerin jeolojik-jeomorfolojik ortam değişimlerine neden olduğu ve Pliyosen'de giderek daralıp derinleşen hendeklerin meydana geldiği ve Orta Pleyistosenin en son evresinde ise belirgin fayların oluştuğu açıklanmıştır (Erol, 1982 a, b).

İnceleme alanının içinde bulunduğu geniş bir bölgede genç Tersiyer tortullarının üst yüzeyinin yükseltileri dikkate alınarak hazırlanan topografik eşyüksekti çizgileri gibi Paleotopografik konturların göstermiş olduğu şekillere ve gidişlere göre, burada eski bir vadinin olduğu kanısına varılmıştır. Orta Pleyistosen'de, önce bir gölün varlığı, daha sonra bugünkü Mudurnu Vadisi ile Sapanca Gölü ve İzmit Körfezi boyunca düşünülen ve Paleomudurnu Nehri olarak adlandırılan bir nehrin, Mudurnu vadisinden B'ya doğru Sapanca Gölü ve İzmit Körfezi yoluyla Marmara Denizi'nin bulunduğu yere, oradan da İstanbul Boğazının olduğu yerden Eski Karadeniz'e doğru aktığı anlaşılmaktadır. Önce Sapanca gölü ve İzmit Körfezinin bulunduğu yerde ise "**Paleosapanca Denizi**" veya "**Eski Sapanca Denizi**" olarak adlandırılan büyük bir gölün varlığı düşünülmektedir (Şekil 9). Bu nehrin güzergahı boyunca oluşmuş nehir taraçalarının varlığı, araştırma yapılan arazide yer yer gözlenmektedir. İzmit Körfezi'nin K kıyılarındaki Tuzla'da **Dreissena** sp. gibi fosilleri kapsayan Pleyistosen yaşındaki taraçaların varlığı saptanmıştır (Yalçınlar, 1957). İstanbul Boğazının B'sında Pliyosen-Pleyistosen yaşında kum ve çakıl depoları bulunduğu (Bargu ve Sakıncı, 1990) gibi İstanbul Boğazı D'sunda da çeşitli yerlerde aynı yaşlı tortul depolar bulunmaktadır. Bu nehir taraçaları, Orta Pleyistosen yaşlı Akpınar, Karaçam, Maşukiye ve Yalçınlar formasyonları üzerinde yer alan "**Belgrad Ormanı Çakılları**" adı verilen kırıntılı tortullardan meydana gelmiştir. Ayrıca, Çanakkale civarında da **Siciliyen (Alt Pleyistosen)** döneminde aşınmanın egemen olduğu açıklanmış ve nehir taraçalarının varlığı belirtilmiştir (Erol ve İnal, 1980). Bu ve yukarıda belirtilen veriler, Marmara Denizi B'sının da D'sunda olduğu gibi aşınma, taşınma ve depolanma ile ilgili jeolojik olayların geliştiğini ve büyük bir gölün var olduğu düşüncesini desteklemekte hatta kanıtlamaktadır.

Sapanca gölü çevresinde ve yakın dolayında Orta Pleyistosen yaşlı tortul kayalardaki kıvrımlara ve faylara bakıldığında bölgenin o dönemde ve daha sonra aktif olduğu kolayca anlaşılmaktadır. Özellikle G'in 15°-16°'lik eğimlerin bulunması, bu hareketlerin şiddetini göstermektedir.

Orta Pleyistosen yaşlı Maşukiye formasyonuna ait kırıntılı tortul depolarının kapsadıkları **Gasropoda** fosillerinin tümünün mikroyapısal olarak eliptik deformasyona uğraması (Şekil 7), ilk deformasyonun çökmeyle yaşıt olduğunu ve Kuzey Anadolu Fayının Orta ve Üst Pleyistosen'de etkin olduğunu göstermektedir.

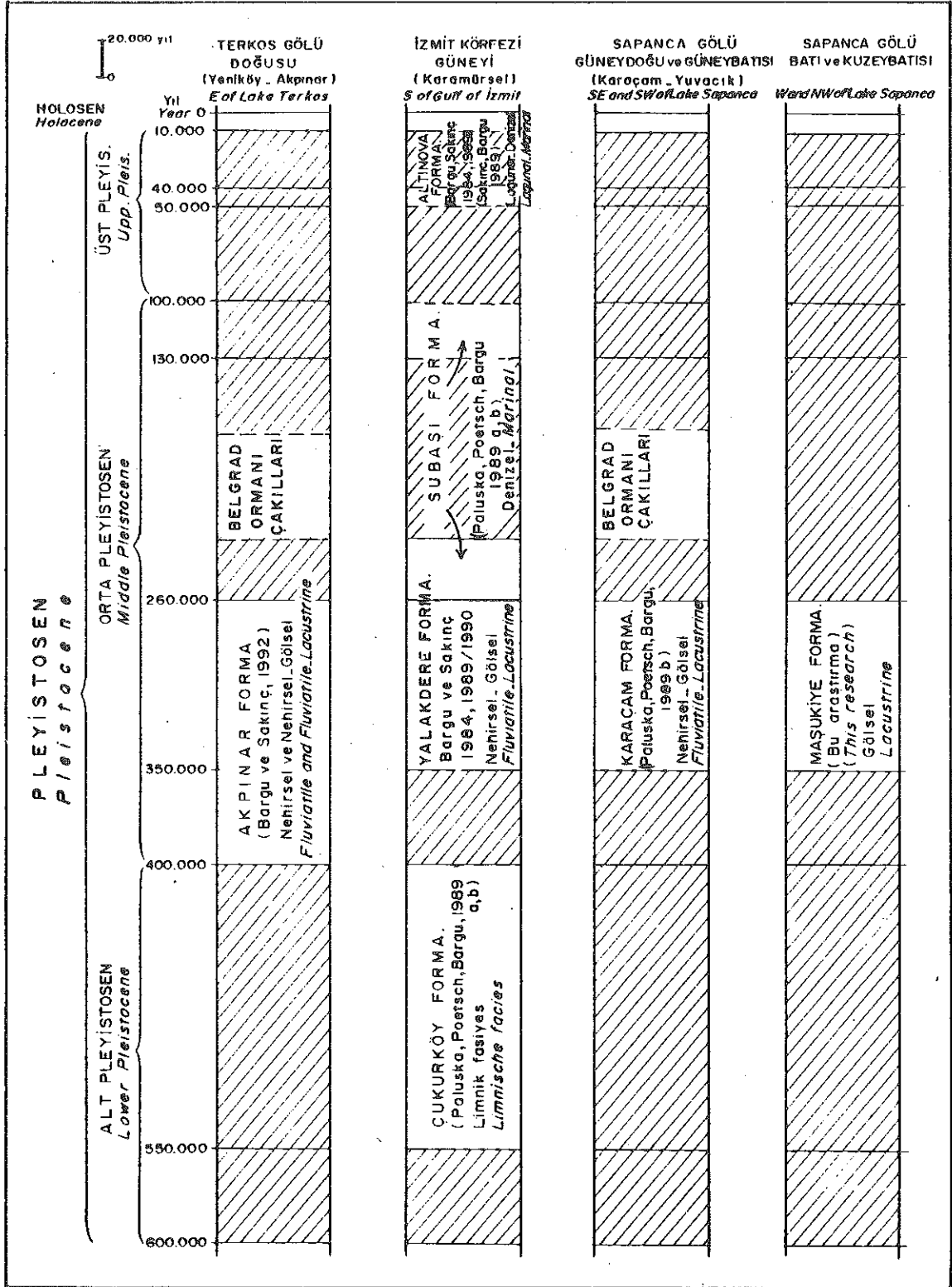
İzmit-Sapanca ve Adapazarı bölgesinde egemen olan ve "**İzmit Grabeni**" adını alan graben, Pliyosen dönemindeki yer kabuğunun deformasyonları ile oluşan Kuzey Anadolu Fay zonundaki fayların hareketiyle meydana gelmiştir. Grabeni oluşturan normal faylar, Sapanca Gölü G'inde K'e, K'inde ise G'e doğru düşeye yakın eğimlidir. Gölün G'indeki Armulu Yarımadasında gelişen normal faylar, Kuvaterner öncesi yaşındaki temelî de yer yer kesmiştir (Şekil 3 ve 10).

Graben içinde yer alan Orta Pleyistosen yaşlı kırıntılı tortul depolar, Orta Pleyistosen ve Üst Pleyistosen'de deformasyona uğramış ve kıvrımlar oluşmuştur. Gölün G'indeki kıvrımlar, Karaçam Formasyonunda açıkça görülmekte olup, bunlar iki senklin ile arasındaki bir antiklinalden meydana gelmiştir (Şekil 3 ve 10). Bunlara ait tabakalar en çok 15°-16° eğimlere sahiptir. Gölün K'inde ise tabakalar Maşukiye formasyonuna ait olup, K'e doğru eğimli olan homoklinal bir yapı vardır. Tabakalar en çok 57° eğime sahiptir (Şekil 3 ve 10). Bu Orta Pleyistosen tabakaları için oldukça yüksek bir eğimdir.

G'deki kıvrımlar incelendiğinde bunların asimetrik olduğu görülmektedir. İki senklinin de KB kanatları daha çok (15°-16°), GD kanatları ise daha az (6°-10°) eğimlidir. Kıvrımları oluşturan basınçlar, KKB-GGD doğrultusunda etkin olmuş ve KKB'dan daha çok gelişmiştir.

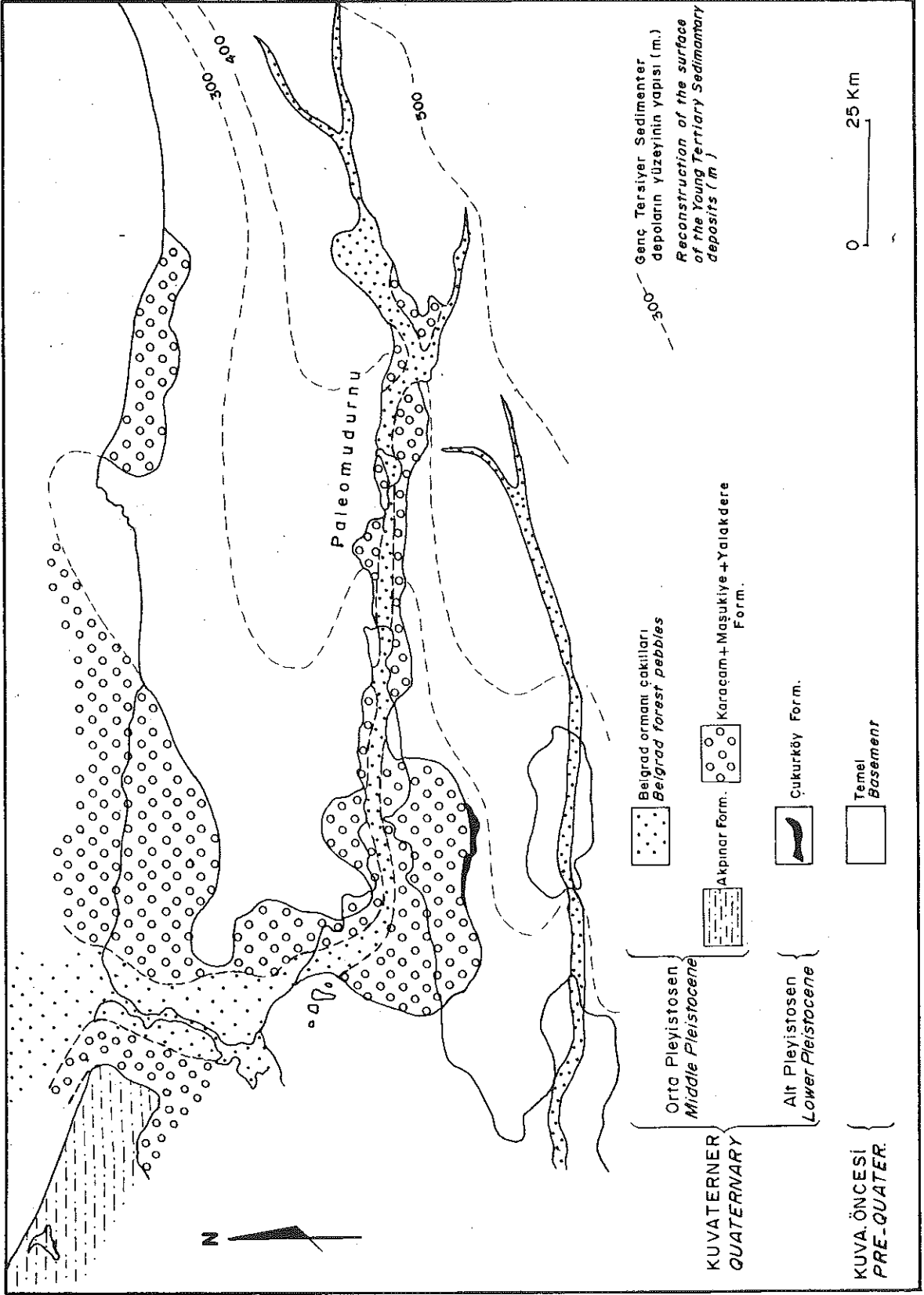
Orta Pleyistosen yaşındaki Karaçam formasyonunda kıvrımların meydana gelişi, tektonik hareketlerin ne kadar çok etkin olduğunu göstermeleri bakımından önemlidir. Bu kıvrımların eksen gidişleriyle fayların doğrultuları arasında küçük de olsa bir açı farkının oluşu (Şekil 3), önce kıvrımları, daha sonra da fayları oluşturan Paleosismotektonik hareketlerin Orta ve Üst Pleyistosen'de geliştiğini göstermektedir. Üst Pleyistosen'den sonraki ve günümüzdeki depremlerle yeni fayların oluşması, tektonik hareketlerin halen devam ettiğini belirtmektedir (Paluska, Poetsch ve Bargu, 1989a ve b).

Graben'e genel olarak bakıldığında '**Asimetrik Graben**' örneği bulunduğu görülür (Şekil 10). Faylar hem büyüklük olarak, hem de sayıca daha çok G'deki yamaçlarda bulunur. Daha çok aktif kenar da burasıdır. Düşey atımlar, G kesimindeki faylarda K'e göre oldukça fazladır. K'deki 57°'lik eğim ise Grabenin daha çok orta kesimindeki sıkışma bölgesine yakın olmasından kaynaklanmış olabilir. Olasılıkla Kuzey Anadolu Fay Zonundaki ana fayın, grabenin G'deki kenardan geçtiği ve G'deki diğer



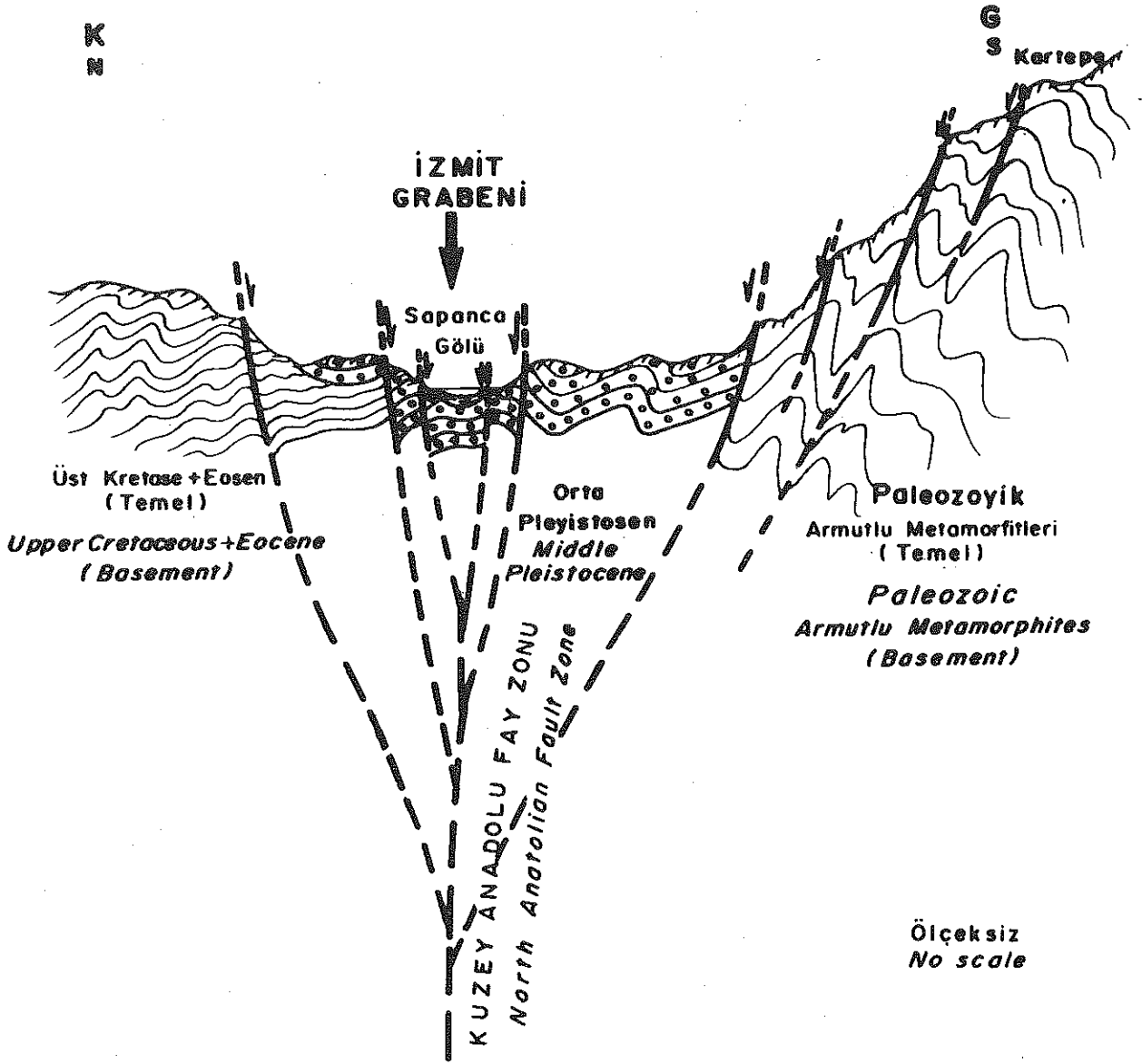
Şekil 8. İnceleme alanı ve yakın çevredeki Pleistosen çökel depolarının jeokronolojik yaşlarla stratigrafik karşılaştırılması.

Figure 8. The stratigraphical correlations of the Pleistocene sedimentary deposits with geochronological age in the investigated area and its near surroundings.



Şekil 9. İnceleme alanı ve yakın çevredeki Alt Pleyistosen ve Orta Pleyistosen'deki Paleocoğrafya haritası.

Figure 9. Paleogeographic map of the investigated area and its near surroundings during the Lower Pleistocene and Middle Pleistocene.



Şekil 10. İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasındaki alanda yer alan "İzmit Grabeni" ve bu graben içindeki Orta Pleyistosen tortullarının deformasyonu ile oluşmuş asimetrik kıvrımlarla (G kesimde) ve homoklinal yapının (K kesimde) görüldüğü şematik jeolojik enine kesit.

Figure 10. Schematic geological cross section showing the asymmetrical folds (at the S) and homoclinal structure (at the N) formed by deformation of the Middle Pleistocene sediments in "İzmit Graben" between area of Gulf of İzmit and Lake Sapanca.

faylar ile K'deki fayların inceleme alanının orta kesimlerinde, yerin aşağısındaki derinliklerde tek fay olarak birleştiği sanılmaktadır. Sonuç olarak, graben şeklinde görülen bu bölgenin İzmit Körfezinde olduğu gibi 'Negatif Çiçek Yapısı' gösterdiği düşünülmektedir (Şekil 10).

SONUÇLAR

1. Sapanca Gölü çevresinde daha önce Pliyosen olarak düşünülen seviyelerden bir kısmı tarafımızdan Maşukiye Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Gölsel kırınılı çökellerden oluşan istiften alınan örneklerden yapı-

lan jeokronolojik yaş tayini ile ilk olark 350.000 yıl yaşında olduğu ve bunun Orta Pleyistosen'e karşılık geldiği anlaşılmıştır.

2. Gölsel fasiyesli Maşukiye Formasyonu ile hemen hemen aynı yaşta olan ve daha önce adlandırılmış bulunan nehrsel - gölsel fasiyesli Karaçam Formasyonunun birbirleriyle yanal geçişli olduğu anlaşılmıştır.

3. Alt-Orta Pliyostosende "**Paleomodurnu Nehri**" olarak adlandırılan nehrin Sapanca Gölünün bulunduğu yerden Marmara Denizinin bulunduğu Marmara çöküntüsüne doğru, bugünkü İzmit Körfezi yoluyla İstanbul Boğazı'nın bulunduğu yere akarak oradan da Eski Karadeniz'in bulunduğu yere kavuştuğu sonucuna ulaşılmıştır.

4. Orta Pliyostosende Paleomodurnu nehrinin aktığı yerin yakınında bugünkü Sapanca Gölünün bulunduğu yeri de içine alan fakat, bu gölden daha büyük olan "Paleo-Sapanca Denizi" veya "Eski Sapanca Denizi" adı verilen büyük bir gölün var olduğu ortaya çıkartılmıştır.

5. Terkos Gölü D'sunda nehrsel ve nehrsel-gölsel geçiş fasiyesli Akpınar Formasyonunda yapılan yaş tayini ile formasyonun yaşının 350.000 ve 400.000 yıl olduğu anlaşılmış olup, inceleme bölgesindeki Maşukiye Formasyonu ile hemen hemen aynı zamanda olduğu anlaşılmıştır.

6. Yalakdere Formasyonunun alt seviyelerinde, kum ve silt kapsayan killi ve kömürlü seviyelerden oluşan ve Çukurköy formasyonu olarak adlandırılan birimin jeokronolojik yaşının 550.000 yıl olduğu ve bunun Alt Pleyistosen'e karşılık geldiği anlaşılmaktadır.

7. Karamürsel'in B'sında ve G'inde yer alan Yalakdere Formasyonu olarak adlandırılan kırıntılı tortul istifin, Alt Pleyistosen'in üstünde ve Üst Pleyistosen'in altında olması dolayısıyla Orta Pleyistosen yaşında olduğu sonucu çıkarılmıştır.

8. Kuzey Anadolu Fayının Batı kısmı içinde yer alan bu bölgenin arazi gözlemlerinden Graben yapısı özelliği gösterdiği saptanmış olup, burada bazı yeni faylar ortaya çıkarılmıştır.

9. "**İzmit Grabeni**" olarak adlandırılan grabeni oluşturan Kuzey Anadolu Fay Zonundaki fayların, inceleme alanının orta kesimlerinde yerin aşağısındaki derinliklerde birleştiği ve İzmit Körfezinde olduğu gibi tek bir fay olduğu sanılmaktadır. Büyük bir olasılıkla bu fayların "**Negatif Çiçek Yapısı**" gösterdiği düşünülmektedir.

10. Orta Pleyistosen yaşlı Maşukiye Formasyonuna ait tabakaların kıvrılmış oluşu ve kıvrım eksenleri ile fayların arasında bir açı farkının bulunuşu ve tortulların içinde elliptik deformasyona uğrayarak yamulmuş Gastropoda fosillerinin yer alışı, bu bölgede Kuzey Anadolu Fay Zonundaki fayların ve dolayısıyla Paleosismik aktivitenin Orta Pleyistosen ile Üst Pleyistosen'de etkin

olduğunu ve deformasyonun çökelme ile yaşıt olduğunu göstermektedir. Günümüzde meydana gelen depremler ve bu depremlerle oluşan yeni faylar tektonik hareketlerin halen devam ettiğini göstermektedir.

KATKI BELİRME

Yayındaki şekillerin çiziminde emeği geçen sayın Cazibe Hoşgören'e teşekkür ederim.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Akartuna, M., 1968**, Armutlu yarımadasının jeolojisi. İst. Üniv. Fen Fak. Monog., 20, 105s.
- Bargu, S., 1982**, The Geology of İzmit-Yenişehir (Bursa)-Osmaneli (Bilecik) Area. İstanbul Earth Sciences Review. İstanbul Univ. Earth Sci. Fac. 3, 191-233.
- Bargu, S., 1989/1990**, Kuzey Anadolu Fayının Gaziköy ve Mürefte (Tekirdağ) Dolaylarında Yapısal Özellikleri ve Hareket Mekanizması. İstanbul Yerbilimleri Derg. İst. Üniv. Müh. Fak., 7, 77-97.
- Bargu, S. ve Sakınc, M., 1984**, Armutlu yarımadasında Karamürsel ile İzmit gölü arasındaki kesimin doğal agrega potansiyelinin araştırılması ve değerlendirilmesi. TÜBİTAK, TBAG-587, Ankara, 206s.
- Bargu, S. ve Sakınc, M., 1989/1990**, İzmit körfezi ile İzmit gölü arasında kalan bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri. İstanbul Yerbilimleri, İst. Üniv. Müh. Fak. 7, 45-76.
- Bargu, S. ve Sakınc, M., 1992**, İstanbul Boğazı ile Silivri-Karacaköy Hattı Arasında Kalan (İstanbul Yarımadası) bölgenin Doğal Agrega Olanaklarının Araştırılması. TÜBİTAK projesi. TBAG-749/YBAG-002, 97s.
- Chaput, E., 1936**, Voyages d'Edutes Geologiques et Geomorphogeniques en Turquie. Mem. de l'Inst. Francais d'Archeologie d'İstanbul II.
- Endriss, W., 1926**, Geologgische Beobachtungen auf der Bithynischen Halbinsel, Separat-Absdruck aus dem neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. B, LIV, Abt. B.
- Erol, O., 1982a**, Türkiye'de Orta Pleyistosen genç tektonik hareketlerin önemini vurgulayan yeni gözlemler: Türkiye Jeol. Kurultayı Bildiri Özetleri, Ankara, 114.
- Erol, O., 1982b**, Batı Anadolu genç tektoniğinin jeomorfolojik sonuçları. Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması paneli, Türkiye Jeol. Kurultayı, Ankara, 15-21.
- Erol, O., ve İnal, A., 1980**, Çanakkale yöresi Karacaviran Köyü çevresindeki Kuvaterner depoları ve denizel fosilleri, 9, 1-35.

- Fritsch, K. Von., 1882,** Acht Tage in Kleinasien Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle Saale, 101-139.
- Paluska, A., Poetsch, Th. ve 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. ve 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.
- Penck, W., 1918,** Die tektonische Grundzüge westkleinasiens. J. Engelhorn's Nachf., Stuttgart, 120 p.
- Phillipson, A., 1918,** Kleinasien. Handbuch der regionalen Geologie, Heft, 22. Bd. 5, Abt. 2, Heidelberg, 183p.
- Risch, C., 1909,** Der Sabandjasoe und seine Umgebung, Pettermann's Mitteilungen, 55 Band, 10-17.
- Sakıncı, M. ve Bargu S., 1989,** İzmit körfezi güneyindeki Geç Pleyistosen (Tireniyen) çökel stratigrafisi ve bölgenin neotektonik özellikleri. Türkiye Jeol. Kur. Bül. 32, 51-64.
- Yalçınlar, İ., 1957,** Tuzlada bulunan fosilli kıyı depoları (Kocaeli): İst. Üniv. Coğr. Enst. Derg. 8, 100-101.