

# iSTANBUL İL ALANININ JEOLOJİSİ



## YÖNETİCİ ÖZETİ



İSTANBUL  
BÜYÜKSEHIR  
BELEDİYESİ

Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü



**İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ**

**DEPREM RİSK YÖNETİMİ VE KENTSEL  
İYİLEŞTİRME DAİRE BAŞKANLIĞI**

**DEPREM VE ZEMİN İNCELEME  
MÜDÜRLÜĞÜ**

***İSTANBUL KENT JEOLOJİSİ PROJESİ***

## **İSTANBUL İL ALANININ JEOLOJİSİ**

Necdet Özgül

### **Jeolojik Harita Çalışmalarına Katılanlar**

#### ***Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü***

İrfan Özcan, İskender Akmeşe, Kenan Üner, İsmail Bilgin, Ramiz Korkmaz,  
Ümit Yıldırım, Zülfikar Yıldız, Özer Akdağ, Mesut Tekin

#### ***Geçici Anlaşmalı Jeoloji Ekibi***

Ergün Akay, Necati Akdeniz, Rıfkı Bilgin, Halil Dalkılıç, İbrahim Gedik, Necdet Özgül

**İSTANBUL**

Aralık, 2011

## **ÖNSÖZ**

---

Kıymetli Hemşehrilerim,

İstanbul'un tarih boyunca birçok yıkıcı depreme maruz kaldığını ve bunların kente büyük zararlar verdiği biliyoruz. Kamuoyunda tartışıldığı gibi gelecekte de 7'den büyük depremlerle bu ayrıcalıklı kentin sarsılması muhtemel görülmektedir. Olası bir depremde, meydana gelebilecek hasarın artmasına etki eden önemli unsurlardan biri de, hiç kuşkusuz, yerleşimlerdeki yanlış yer seçimidir. İstanbul'un 1950'li yıllarda bu yana plansız geliştiği, kentteki bina stokunun büyük oranda kaçak ve imara aykırı yapılardan oluştuğu göz önüne alındığında bu yanlışlığın hızla düzeltilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu amaçla kentin depreme hazırlanması ve zemin durumunu incelemeye yönelik jeolojik, jeofizik ve jeoteknik çalışmalar, 1994 yılında, Sayın Bakanlığınızın belediye başkanlığı döneminde başlatılmış ve bu çalışmaların belli bir disiplin altında, sürekli ve sürdürülebilir olabilmesi için de, Türkiye'de ilk defa İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesinde "Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü" kurulmuştur.

"İstanbul Kent Jeolojisi Projesi" adı altında sürdürülen bu proje ile altyapı, çevre ve imar planlarına temel oluşturacak büyük ölçekli jeoloji harita yapımının yanı sıra kentin deprem, heyelan, kaya düşmesi, taşkın gibi sorunlarının saptanması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Elinizdeki bu eser, kentin 1/5000 ölçekte üretilen 1088 adet jeoloji haritalarını içeren ve önemli bir birikimi iki kapak arasında toplayan değerli bir kaynaktır. Bu sayede İstanbul Büyükşehir Belediyesinin hizmet ve yatırımlarında vatandaşlarımızın hayat standartlarını yükselten, güvenli ve doğru projeler üretebilmek mümkün hale gelmiştir.

Bu vesile ile İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı olarak bu alanda yapılacak benzer bilimsel çalışmalara katkı sağlayacak "İstanbul Kent Jeolojisi Projesi" başlıklı eserin hazırlanmasında emeği geçen tüm bilim insanlarına ve Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü'ndeki mesai arkadaşlarına teşekkür ediyorum.

**Kadir TOPBAŞ**

**İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanı**

## “İSTANBULLU” OLMAK

---

Bu yazında, üzerinde yaşadığımız yerkürenin İstanbul diye anılan bir yerinde, jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapmanın bilimsel, teknik, idari veya hukuki izahı değil, “İstanbullu” olabilmenin “nasıl”ı ifade edilmeye çalışılmıştır.

M.Ö. 680'lerde Megaralılar diye anılan insanlar, Kadıköy'de "Körler Ülkesi" olarak anılan ve adına Kalkedon dedikleri kenti kurmalarıyla, I. Constantinus, limanlar ve su tesisleri, kent içi su dağıtım sistemlerinin temellerini atıp Aya İrini ve Ayasofya'yı inşa ederek, I. Jüstinyen de Ayasofya'yı bugünkü haliyle yeniden inşa ederek “İstanbullu” olmuştu.

Sahabeden Ebû Eyyûb el-Ensârî İstanbul'u almak için geldiğinde bir daha geri dönmemiş, kendi adının verildiği camii ve semti ile birlikte “İstanbullu” olmuştu.

Fatih Sultan Mehmet, İstanbul'u fethederek o zamana kadar sadece bir devlet olan Osmanlı'yı İmparatorluk, kendini de hem İmparator hem de “İstanbullu” yapmıştır. Ulubatlı Hasan, İstanbul için bedenine ilk okdehydinde, Hızır Bey Çelebi de İstanbul'a ilk belediye hizmetlerini verdiğinde fetihten sonraki ilk “İstanbullu” olmuşlardı.

Yavuz Sultan Selim, Hilafeti Ayasofya'da yapılan törenle ve kendi deyimiyle Hadim-ül Haremeyn, yani Mekke ve Medine'nin hizmetkârı unvanını İstanbul'da devralmak suretiyle artık “İstanbullu” oluyordu.

Kanuni Sultan Süleyman, Şehzade ve Süleymaniye Camii ve Külliyesini Sinan'a yaptırarak Sinan'la beraber “İstanbullu” olmuştu. Abdulmennan oğlu Sinan, İstanbul'da “usta mimar” olmuş, Selimiye aslında İstanbul'da doğmuştur. Mimar Hayreddin, Beyazıt Camii ve Külliyesi ile Sedefkâr Mehmet Ağa Sultanahmet Camii ve Külliyesi ile Davut Ağa, Dalgıç Ahmet Çavuş ve Mustafa Ağa, Yeni Valide Camii'nin mimarı olmakla “İstanbullu” olmuşlardır.

Balyan Ailesi; Beşiktaş ve Beylerbeyi Sarayı, Aynalıkavak Kasrı, Nusretiye Camii, Selimiye Kışlası ve birçok eserle “İstanbullu” olurken, Nikolaos Celepis, Yıldız Hamidiye Camii'nin, Fotiadis Periklis, Ruhban okulunun ve Zoğrafyon Lisesi'nin mimarı olmakla “İstanbullu” dur. Mustafa Kemal Paşa, İstanbul'da düşman gemilerini görünce, "geldikleri gibi giderler" diyerek, işgalcileri geldikleri gibi geri göndermişti. Böylece, Fatih'in emanetini Milletine tekrar iade eden Atatürk' de “İstanbullu” olmuştu.

Yahya Kemal, “Bir Başka Tepeden” adlı şiirinde, İstanbul'a duyduğu derin saygıyı “aziz” hitabıyla ifade etmekle, Münir Nurettin Selçuk da o derin saygıyı bestelemekle “İstanbullu” oluyordu. Aynı şekilde, Arif Nihat Asya “Fetih Marşı” ile Yıldırım Gürses de bestesiyle “İstanbullu” olmuşlardır.

Necip Fazıl, “Canım İstanbul” şiirinde “Ay ve güneş ezelden iki İstanbulludur” diyerek “İstanbullu” olanlara ay ve güneş ilave ediyordu. “İstanbul benim canım; vatanım da vatanım...” ifadesi ile de “İstanbullu” olduğunu haykırıyordu.

Mehmet Akif, Nazım Hikmet, Orhan Veli, Behçet Necatigil, Attila İlhan, Sezai Karakoç, Sunay Akın, Erol Güngör, Cahit Sıtkı ve daha niceleri yazdıkları şiirlerle “İstanbullu” olmuşlardı.

İstanbul'a samimiyetle hizmet eden Vali ve Belediye Başkanlarımız da, yaptıkları hizmet ölçüsünde “İstanbullu” olarak anılacaklardır.

İstanbul'a Belediye Başkanı olduğunda, kimsenin gündeminde yokken, depreme hazırlık için belediyede müdürlük kurulmasını sağlayan ve böylece elinizde bulunan bu çalışmanın önünü açan, Başbakanımız Sayın Recep Tayyip Erdoğan'ı anmamak gerçekten büyük vefasızlık olurdu. Kendisine samimiyetle yapılan hizmeti tarih boyunca karşılıksız bırakmamış olan İstanbul; Belediye Başkanına Başbakanlık yolunu açarak O'nun da bir “İstanbullu” olduğunu tarihe kayıtladı.

O İstanbul ki, Fatih'i “İmparator”, Yavuz'u “Halife”, Kanuni'yi “Muhteşem Süleyman”, Sinan'ı “Koca Sinan”, işgalcileri geldikleri gibi gönderen Mustafa Kemal Paşa'yı ‘da “Halâskârgazi” ilan etmişti.

İçinde bulunduğuuz zaman diliminde, kendi çabalarımızla İstanbul'a yüklediğimiz bunca yükün sonucunda oluşan; başta insanı ilişkilerimiz, deprem, şehirleşme, ulaşım ve benzeri sorunlarımızı belki de “İstanbullu” olma gayreTİyle aşabiliriz. Elinizde bulunan ve yöneticisi olma şansına erişmiş olduğum “İstanbul Kent Jeolojisi Projesi”, tüm çalışanları ile beraber “İstanbullu” olma gayretinin bir ürünüdür.

**Mahmut BAŞ**  
**Deprem ve Zemin İnceleme Müdürü**

## İSTANBUL İL ALANININ JEOLOJİSİ

### ÖZ

İstanbul il alanı, Erken Paleozoyik-Günümüz aralığında oluşmuş çok çeşitli kaya birimlerini kapsaması, oldukça karmaşık yapısal devinimlerin izlerini taşıması ve güncel tektonik hareketlerin etkin olduğu Marmara bölgesinde yer alması dolayısıyla, 19.Yüzyıl'dan bu yana yerli ve yabancı birçok yerbilimcinin ilgisini çekmiş ve değişik amaçlı jeolojik araştırmalara konu edilmiştir.

İstanbul İl sınırları içinde metamorfik olan ve metamorfizma göstermeyen iki büyük kaya-stratigrafi birimi topluluğu yer alır. Büyük bir tektonik hatla biribirinden ayrılan, bu iki topluluktan, Istranca Dağları'nın büyük bölümünü oluşturan metamorfitler **Istranca Birliği**, metamorfizma göstermeyen istif ise **İstanbul Birliği** adlarıyla incelenmiştir.

Istranca Birliği metamorfitlerinin bir bölümü Çatalca ilçesinin batı ve kuzey kesimlerinde İstanbul il alanına girer. Birlik, il alanında, amfibolit ve yüksek yeşilist fasiyes metamorfizması geçirmiş Paleozoyik (*Permiyen* ve öncesi) yaşta **Tekedere Formasyonu**, **Kırklareli Gurubu**'na ait **Şeytandere Metagraniti**, **Kızılıağac Metagraniti** ve **Sivriler Metagranodiyoriti**'nden oluşan bir temeli ve bu temeli transgressif olarak üstleyen, yeşilist metamorfizması geçirmiş Triyas-Jurasik yaşta **Mahya Şisti**, **Kocabayır Gurubu**'na ait **Şermat Kuvarsıti**, **Çiftlik Kuvarsısti**, **Rampana Kuvarsısti**, **Kestanelik Metaçakıltaşı** ve **Serves Metagrovağı** adlarıyla bilinen formasyonları kapsar. Istranca Birliği metamorfitleri **Üst Kretase** yaşta asidik sokulumla (**Demirköy Sokulumu**) kesilmiştir. Istranca Birliği metamorfitleri, projenin amaç ve kapsamıyla sınırlı olarak, bu çalışmada ayrıntılı incelenmemiştir.

İstanbul Birliği, İstanbul Boğazı'nın her iki yakasında, özellikle Kocaeli Yarımadası'nda geniş alanlar kaplayan Paleozoyik ve Erken Mesozoyik yaşta metamorfizma göstermeyen kaya birimlerini içerir. İstanbul Birliği'nin il alanında yüzeyleyen en yaşlı kaya birimini oluşturan Alt Ordovisiyen yaşta karasal istifin, İstanbul ve çevresinde tabanı açığa çıkmamış olmasına karşın, Armutlu Yarımadası ve Bolu yöresinde şist, gnays ve meta-mağmatitleri kapsayan Neoproterozoyik yaşta metamorfik bir temeli açısal uyumsuzlukla üstlediği bilinmektedir.

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

Geç Ordovisiyen-Erken Silüriyen'de bölge Aydos Formasyonu'nun kuvarsitleriyle başlayan genel bir transgresyona uğramıştır. *Silüriyen* ve *Devoniyen*'de bölge, giderek derinleşen tektonik bakımdan duraylı bir çökelme havzasına dönüşür. Bu süreçte yaşıdan gence doğru, delta önü ortamının miltaşı-kumtaşları istifi ile temsil edilen *Yayalar Formasyonu* (*Üst Ordovisiyen-Alt Silüriyen*), şelf tipi resifal ve sığ deniz karbonat çökelimini yansitan *Pelitli Formasyonu* (*Üst Silüriyen-Alt Devoniyen*), düşük enerjili açık şelf ortamını temsil eden bol makrofosilli, seyrek kireçtaşları arakatkılı mikali şeyilleri kapsayan *Pendik Formasyonu* (*Alt-Orta Devoniyen*) ve açık şelf-yamaç ortamını temsil eden yumrulu kireçtaşlarının yoğun olduğu ludit ara düzeyli *Denizli Köyü Formasyonu* (*Üst Devoniyen + Alt Karbonifer*) çökelmiştir. Geç Ordovisiyen'den Karbonifer başlangıcına degen tektonik duraylık gösteren havzada, *Erken Karbonifer*'le birlikte, türbiditik yoğunluk akıntılarının etkin olduğu duraysız ortam koşulları egemen olur; buna bağlı olarak 1000 metreyi aşan kalınlıkta "*Trakya Formasyonu*"nun filiş türü türbiditik kumtaşları-şeyil ardışık istifi çökelir.

Karbonifer-Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlerle ilişkili olarak, bölgede günümüzdeki yönlerde göre kabaca K-G eksen gidişli kıvrım ve D ve B yönlü düşük açılı bindirme fayları gelişmiştir. Örneğin Çamlıca tepelerini oluşturan Aydos Kuvarsı'nın daha genç Paleozoyik yaşındaki birimler üzerine itilmesinin bu süreçte geliştiği düşünülmektedir. Gebze'nin batısında yüzeylenen *Sancaktepe Graniti* (Permiyen) ile temsil edilen mağmatik sokulumların da bu dönemde gelişmiş ve bölgenin su dışına çıkararak yeniden kara halini almış olduğu anlaşılmaktadır.

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

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

Geç Kretase'de yeni bir transgresyon başlar ve *Üst Kretase* yaşılı *Sarıyer Gurubu* (*Bozhane ve Garipçe formasyonları*) volkano-tortullarının ve *Üst Kretase-Paleosen* yaşılı *Akveren Formasyonu*'nun kırıntılı ve sığ fasiyesli karbonatlı istifilerinin çökeldiği bir denizle kaplanır.

Bu süreçte, Tetis Okyanusu'nun kapanma sürecinde gelişmiş *Sarıyer Gurubu*'nun yay-yay gerisi volkanizmasını temsil ettiği düşünülen andezitik volkanitleri bölgenin kuzey kesiminde yer yer geniş alan kaplar. *Üst Kretase* yaşılı *Çavuşbaşı Granodiyoriti* ile Paleozoyik istifi içinde yoğun olarak görülen andezitik volkanik dayklar bu dönemde gelişmiş olmalıdır.

*Eosen*'de Anadolu'nun büyük bölümünü etkisi altına alan kompresif hareketler, Lütesiyen öncesinde, İstanbul yoresini de kapsayan Marmara havzasında yoğun kıvrımlanma ve faylanmalara neden olmuştur. Paleozoyik ve Mezozoyik yaşılı kaya birimlerinin *Erken Eosen* sırasında, Üst Kretase-Erken Eosen yaşılı istifler üzerine bindirmesine de neden olan ve bölgenin Karadenize bakan kuzey kesimini kabaca KKB-GGD doğrultusunda kesen doğrultu atımlı *Sarıyer-Şile Fayı*'nın bu hareketlere bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.

Şile Bölgesi'nde yüzeylenen *Alt Eosen* yaşıta *Şile Formasyonu*'nun şeyilleri içinde, Akveren Formasyonu'na ait *Kretase-Paleosen* yaşılı kireçtaşçı blok ve olistolitlerini içeren olistostromların bu hareketlerin doğurduğu duraysız ortam koşullarına bağlı olarak gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır. *Orta Eosen (Lütesiyen)*'de bölge yeni bir transgresyona uğramış ve *Orta Eosen-Erken Oligosen* aralığında Çatalca ve Şile bölgeleri, kıyılarda kumsal ve resiflerin (*Koyunbaba Formasyonu*, *Yunuslubayır Formasyonu*, *Soğucak Kireçtaşçı*), iç kısımlarına killi çamurların (*Ceylan Formasyonu*) çökeldiği bir denizle kaplanmıştır.

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

*Orta Miyosen-Erken Pliyosen* sürecinde gerilme rejimine giren Marmara bölgesi, çökmeğe başlamış, bu hareketlere bağlı olarak gelişen çukurluklar, İstanbul'un Anadolu yakasında *Sultanbeyli*, Avrupa yakasında *Çekmece* formasyonlarının akarsu ve göl çökelleri ile doldurulmuştur. *Son Buzul Dönemi*'nde Boğaz'a ve Marmara Denizi'ne akan akarsular, yataklarını günümüzdekinden 70-80m alçakta olan deniz düzeyine kadar aşındırmış, buzul sonrası deniz düzeyinin yükselmesine bağlı olarak vadiler boğulmaya başlamış; az çok olgunluğa erişmiş vadiler boyunca kıyıdan içeriilere doğru ilerleyen haliçerde kalınlığı yer yer 60-70m'ye ulaşabilen haliç çökelleri (*Kuştili Formasyonu*) birikmiştir.

İstanbul İl alanında yüzeyleyen Kaya-stratigrafi birimleri, genel mühendislik özelliklerini açısından *Zemin, Kaya* ve *Zemin Benzeri (Yumuşak Kaya)* ortamlar olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilmiştir.

İl alanında yüzeylenen Paleozoyik-Kuvaterner aralığında oluşmuş kaya-stratigrafi birimlerinin genel geçirgenlik özellikleri açısından *geçirimsiz (Gz)*, *yarı geçirimsiz (gz)*, *yarı geçirimli (gç)* ve *geçirimli (Gç)* olmak üzere 4 sınıfa ayrılarak incelenmiştir.

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

## İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER	VIII
ÇİZELGELER	VIII
I. BÖLÜM .....	1
GİRİŞ 1	
I.1. Çalışmanın Amacı ve Gerekçesi .....	1
I.2. Çalışma yeri, Çalışmaya katılanlar ve Çalışma süresi .....	3
II. BÖLÜM .....	7
STRATİGRAFİ .....	7
II.1. İSTANBUL BİRLİĞİ .....	7
II.1.1. Polonezköy Gurubu (Op).....	9
II.1.1.1. Kocatöngel Formasyonu (Opkc) .....	9
II.1.1.2. Kurtköy Formasyonu (Opk) .....	10
II.1.2. Kinalıada Formasyonu (Ok) .....	10
II.1.3. Aydos Formasyonu (OSa) .....	11
II.1.4. Yayalar Formasyonu (OSy).....	12
II.1.5. Pelitli Formasyonu (SDp) .....	13
II.1.6. Pendik Formasyonu (Dp).....	14
II.1.7. Denizli Köyü Formasyonu (DCd) .....	15
II.1.8. Trakya Formasyonu (Ct) .....	16
II.1.9. Kapaklı Formasyonu (PTRk).....	17
II.1.10. Gebze Gurubu (TRg) .....	19
II.1.10.1. Erikli Formasyonu (TRge).....	19
II.1.10.2. Demirciler Formasyonu (TRgd) .....	19
II.1.10.3. Ballıkaya Formasyonu (TRgb) .....	19
II.1.10.4. Tepecik Formasyonu (TRgt) .....	20
II.1.10.5. Bakırlıkiran Formasyonu (TRgbkr).....	20
II.2. ISTRANCA BİRLİĞİ .....	21
II.2.1. Tekedere Formasyonu (Pt) .....	22
II.2.2. Kırklareli Gurubu (Pk).....	23
II.2.2.1. Şeytandere Metagraniti (Pkş) .....	23
II.2.2.2. Kızılıağac Metagraniti (Pkk) .....	23
II.2.2.3. Sivriler Metagranodiyoriti Pks) .....	25
II.2.3. Kocabayır Gurubu (PTRkc).....	25
II.2.3.1. Şermat Kuvarsıti (PTRkcş).....	36
II.2.3.2. Çiftlik Kuvarşisti (PTRkcç) .....	26
II.2.3.3. Rampana Kuvarşisti (PTRkcr) .....	27
II.2.3.4. Mahya Şist (PTRkcm) .....	28
II.2.3.5. Kestanelik Metaçakıltaşı (PTRkck).....	29
II.2.3.6. Serves Metagrovağı (PTRkcs).....	29
II.2.4. Demirköy Sokulumu (Kd) .....	29
II.3. ÜST KRETASE-TERSİYER KAYASTRATİGRAFİ BİRİMLERİ .....	30
II.3.1. Sarıyer Gurubu (Ks) .....	31
II.3.1.1. Bozhanе Formasyonu (Ksb) .....	31

II.3.1.2. Garipçe Formasyonu (Ksg) .....	31
II.3.2. Akveren Formasyonu (KTa).....	32
II.3.3. Şile Formasyonu (Tş) .....	33
II.3.4. Yunuslubayır Formasyonu (Ty) .....	33
II.3.5. Koyunbaba Formasyonu (Tk).....	33
II.3.6. Soğucak Formasyonu (Ts).....	35
II.3.7. Ceylan Formasyonu (Tc) .....	36
II.3.8. Pınarhisar Formasyonu (Tp) .....	36
II.3.9. Danişmen Formasyonu (Td).....	36
<b>II.4. NEOJEN KAYA-STRATİGRAFİ BİRİMLERİ .....</b>	<b>37</b>
II.4.1. İstanbul Formasyonu .....	37
II.4.2. Çekmece Formasyonu .....	39
II.4.3. Sultanbeyli Formasyonu (Ts) .....	40
II.4.4. Alaçalı Kumtaşı (Ta) .....	41
II.4.5. Domuz Deresi Formasyonu (Tdm).....	42
II.4.6. Kuşdili Formasyonu (Qks) .....	42
II.4.7. Güncel Birikintiler (Qg) .....	42
II.4.7.1. Seki birikintisi (Qs) .....	42
II.4.7.2. Alüvyon (Qal).....	43
II.4.7.3. Plaj birikintisi (Qpl).....	43
II.4.7.4. Yalıtaşı (Qyt) .....	43
II.4.7.5. Yamaç Molozu (Qy) .....	45
II.4.7.6. Kumul (Qk).....	46
<b>III. BÖLÜM .....</b>	<b>48</b>
<b>MAĞMATİZMA .....</b>	<b>48</b>
III.1. Sancaktepe Graniti (Ps) .....	48
III.2. Tavşantepe Graniti (Ptv) .....	48
III.3. Çavuşbaşı Granodiyoriti (Kç) .....	49
III.4. Gabro .....	50
III.5. Yakacık Magmatik Kompleksi (KTy).....	50
III.5.1. Diyorit-granodiyorit. ....	50
III.5.2. Diyabaz.....	51
III.5.3. Andezit .....	51
III.6. Ozan Tepesi Volkaniti (KTo) .....	52
<b>IV. BÖLÜM .....</b>	<b>53</b>
<b>YAPISAL JEOLOJİ .....</b>	<b>53</b>
IV.1. Faylar .....	54
IV.1.1. Çamlıca Bindirmesi.....	54
IV.1.2. Hünkar Tepesi Bindirmesi .....	55
IV.1.3. Sarıyer-Şile Fayı .....	55
IV.1.4. Maltepe-Beykoz Fayı.....	57
IV.1.5. Yakacık Fayı .....	58
IV.1.6. Dragos Fayı .....	58
IV.1.7. Ümraniye Fayı.....	58
IV.1.8. Kartal Fayı.....	59
IV.1.9. Gölcük Tepesi Fayı .....	59
IV.1.10. Büyükkada Fayırları .....	60
IV.1.10.1. Eskibağ Fayı.....	60
IV.1.10.2. Camitepe Fayı.....	60
IV.1.11. Hacıllı-Sortullu Fayı .....	61

IV.1.12. Karabeyli Fayı.....	61
IV.1.13. KD-GB ve KB-GD Doğrultulu Faylar.....	61
IV.1.14. Geç Neojen Fayları .....	62
IV.2. Kırımlar.....	62
V. BÖLÜM.....	64
<b>MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ .....</b>	<b>64</b>
V.1. Kaya-Stratigrafi Birimlerinin Genel Mühendislik Özellikleri .....	64
V.1.1. Zemin Ortamlar .....	64
V.1.2. Kaya Ortamlar .....	67
V.1.3. Zemin Benzeri (Ayrışmış Kaya) Ortamlar .....	67
V.2. Kütle Hareketleri .....	69
V.3. Karstlaşma .....	71
V.4. Yapay Dolgular .....	72
VI.. BÖLÜM .....	73
<b>HİDROLOJİ – HİDROJEOLOJİ .....</b>	<b>73</b>
VI.1. Hidroloji .....	73
VI.1.1. Doğal ve yapay göl ve göletler .....	73
VI.1.2. Doğal Kaynaklar ve Çeşmeler .....	75
VI.2. Hidrojeoloji .....	76
VI.2.1. Kaya-stratigrafi birimlerinin Geçirgenlik (jeohidrolik) özellikleri .....	76
VII. BÖLÜM .....	77
<b>DEPREMSELLİK .....</b>	<b>77</b>
VII.1. Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içindeki konumu .....	77
VII.2. Jeofizik İncelemeler .....	79
VIII.BÖLÜM.....	85
<b>SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....</b>	<b>85</b>
VIII.1 Sonuçlar.....	85
VIII.2. Öneriler.....	87

## **ŞEKİLLER**

Şekil 1.Jeolojik harita çalışmalarına katılan ekiplerin 1/5.000 ve 1/25.000 ölçekli pafta bölümlemeli çalışma alanlar.....	4
Şekil 2. İstanbul İl Alanı Jeoloji Haritası .....	5
Şekil 3. İstanbul il alanında yüzeyleyen İstranca ve İstanbul birlikleri ile Üst Kretase ve daha genç örtü birimlerin genel yayılmasını gösteren sadeleştirilmiş harita .....	7
Şekil 4. Kocatöngel ve Kurtköy formasyonlarının yüzeyleme dağılım haritası .....	9
Şekil 5. Kinalıada Formasyonu yüzeylemelerinin yayılım haritası .....	10
Şekil 6.Aydos Formasyonu yüzeylemelerin yayılım haritası.....	11
Şekil 7. Yayalar Formasyonu yüzeylemelerinin dağılımı.....	12
Şekil 8. Pelitli Formasyonu'nun yüzeyleme dağılım haritası. ....	14
Şekil 9. Pendik Formasyonu'nun yüzeyleme dağılım haritası.....	15
Şekil 10. Trakya Formasyonu'nun yüzeyleme dağılım haritası.....	17
Şekil 11.Kapaklı Formasyonu'nun kızılımsı mor renkli arkozik kumtaşından görüntü. ....	17
Şekil 12. Kapaklı Formasyonu ve Gebze Gurubu yüzeylemelerinin yayılım haritası.....	18
Şekil 13. İstranca Birliği'nin kayastratigrafi birimlerinin yüzeyleme yayılım haritası.....	22
Şekil 14.Kızılağaç Granitinden yakın görüntü. Çatalca ilçesinin batısı.....	24
Şekil 15. Tekedere Formasyonu'nun pelitik sıstemi(Pt) ve Kızılağaç Metagraniti (Pk)'nden (sağda sarımsı açık kahverengi) görüntü. Tepekkent sitesi girişi; bakış G'den.....	24
Şekil 16. Şermat Kuvarsıtı'nden görüntü. Akalan Köyü Karacatepe mevkii kuzeyi.....	26
Şekil 17. Çiftlik Kuvarsıtı'nın alacalı renkli serisitli kuvarsıstlarından görüntü. Çiftlik köyünün batısı.....	27
Şekil 18. Rampana Kuvarsıtı'nden yakın görüntü. (Gümüşpinar Köyü-Karamandere Köyü arasındaki vadi.....	27
Şekil 19. Mahya Şisti Balaban Üyesi'nin kuvars-mikaşist (A) ve kalkşist (B) düzeylerinden görüntüler. Çatalca-Çakıl köyü yolunun şevi.....	28
Şekil 20. Kestanelik Formasyonu'ndan görüntüler. Kestanelik köyünün doğusu.....	29
Şekil 21. Serves Metagrovağı'ndan görüntüler.....	30
Şekil 22. Sarıyer Gurubu (Garipçe ve Bozhane formasyonları) yüzeylemelerinin yayılım haritası.....	30
Şekil 23. Garipçe Formasyonu'nun volkanitlerinden görüntü. Rumelikavağı'nın kuzeyi; bakış GD'dan.....	32
Şekil 24. Akveren, Şile ve Yunuslubayır Formasyon'larının yüzeyleme yayılım haritası.....	32
Şekil 25. Soğucak Kireçtaşı, Ceylan Formasyonu ve Koyunbaba Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.....	34
Şekil 26. Koyunbaba Formasyonu'nun kızıl renkli kum ve çakılı düzeyinden görüntü; Yalıköy-Mağaratepe kıyı kesimi.....	34
Şekil 27. Soğucak Formasyonu'nun resif kireçtaşlarından görüntü. Çatalca ilçesinin güneybatısındaki sırt .....	35
Şekil 28. Soğucak Formasyonu'nundan görüntüler; Şamlar dolayı.....	35
Şekil 29. Danişmen Formasyonu yüzeylemelerinin yayılım haritası.....	37
Şekil 30. İstanbul Formasyonu yüzeylemelerinin yayılmasını gösteren harita.....	38
Şekil 31. Çekmece Formasyonu yüzeylemelerinin yayılım haritası.....	40
Şekil 32. Sultanbeyli Formasyonu'nun yüzeyleme dağılım haritası.....	41
Şekil 33. Alaçalı Formasyon'undan görüntü. Kabakoz kuzeyi, Köprücek deresinin akışyükarı kesimi.....	41
Şekil 34. Büyük Dere (Göçbeyli köyü) yatağı boyunca yer yer korunmuş olan seki birikintilerinden görüntü.....	43
Şekil 35. Yalıtaşı'ndan görüntüler. Karadeniz kıyısı, Karaburun-Yeniköy arası.....	45
Şekil 36. Aydos dağının eteklerinde geniş alanlar kaplayan yamaç molozlarından görüntü.. Aydos dağının GD eteği.....	46

Şekil 37. Kinalıada'nın kuzeye bakan tepelerinin eteklerinde kıyı boyunca birikmiş kalın yamaç molozundan uzak(A) ve yakın (B) görüntüler.....	46
Şekil 38. Çavuşbaşı Granodiyoriti'nden görüntüler.....	50
Şekil 39. Yakacık Mağmatik Kompleksine ait mikrigranodiyorit (KTy) ve Pelitli Kireçtaşı (SDp) yan kayası görülüyor. Uğur Mumcu mahallesinde bir temel kazısı.....	51
Şekil 40. Neojen çökellerini kesen D-B doğrultulu K ve G'e 65° eğimli normal faylardan görüntü. Beylikdüzü-Adakent güneyi; Bakış B'ya .....	62
Şekil 41. Pendik Formasyonu'nun Kartal Üyesi'ne ait şeyillerde gelişmiş K-G eksen gidişli ve Doğuya bakışsız antiklinal. Küçük su deresi vadisi.....	63
Şekil 42. İstanbul il alanında Zemin ve Kaya ortamlarının dağılım haritası.....	65
Şekil 43. Ayışma ve bozunma nedenleriyle, yüzeylemelerinde değişen kalınlıkta Zemin Benzeri Ortam oluşmuş kayaların dağılım haritası.....	66
Şekil 44. İl alanında kütle kaymalarının yoğun olduğu alanları gösteren yalnızlaştırılmış harita.....	70
Şekil 45. Soğucak Kireçtaşı içinde gelişmiş karstlaşma görüntüsü. Mağara Tepe-Yalıköy....	72
Şekil 46. İstanbul'un doğal ve yapay göl ve göletleri.....	74
Şekil 47. İstanbul il alanının hidrojeolojik ortamların yayılımı ve dağılım oranlarını gösteren yalnızlaştırılmış harita.....	76
Şekil 48. Marmara Denizi ve çevresinin diri fay böltüleri (segman) ve bu fay böltülerin üretmiş oldukları düşünülen depremlerin tarih ve büyüklükleri.....	77
Şekil 49. Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içindeki geometrisi (Le Pichon, X., et al., 2001).....	78
Şekil 50. Senaryo depremine ( $Mw=7.5$ ) esas alınan fayın konumu, boyutları ve zemin bağımlı en büyük yer hareketi (PGA) dağılım haritası. İlk 30m için kayma dalgası hızı 760m/s kabul edilerek hesaplanan PGA değerlerinin İstanbul il alanındaki dağılımı görülmektedir ..	79
Şekil 51. Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi ortalama Vs30 (kontur bazlı) Haritası .....	80
Şekil 52. Anadolu yakası Mikrobölgeleme Projesi ortalama Vs (grid bazlı) haritası.....	80
Şekil 53. İstanbul ilinin ortalama Vs30 dağılım haritası.....	81

## **ÇİZELGELER**

Çizelge 1. İstanbul Birliği'nin kaya-stratigrafi birimleri. ....	8
Çizelge 2. İstanbul'un başlıca göl ve göletleri.....	75
Çizelge 3. Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi alanı içerisindeki jeolojik birimlerin ortalama Vs30 hız aralıkları.....	82
Çizelge 4. Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Projesi alanın başlıca kayastratigrafi birimlerinin ortalama Vs30 aralıkları.....	83
Çizelge 5. İstanbul Birliği Paleozoyik formasyonlarına ait S-dalga hız histogramları.....	84

## I. BÖLÜM

### GİRİŞ

#### I.1. Çalışmanın Amacı ve Gerekçesi

Dünyanın iki kıtaya yayılan tek metropolü olan İstanbul; doğal güzelliği, 400.000 yıl öncelerine dayanan insanlık tarihi, elverişli iklim koşulları, coğrafyası, zengin ekolojisi, hammadde kaynakları, Karadeniz ile Akdeniz'i birleştiren bir suyolu üzerinde 5461km<sup>2</sup> genişliğinde bir alanda kurulu bulunduğu vb. özellikleriyle sayılı dünya kentlerinden biridir. Yaklaşık 3.000 yılı bulan kentsel tarihi sürecinin 1600 yılını, sırasıyla Doğu Roma İmparatorluğu, Bizans ve 6 asır boyunca Osmanlı İmparatorluğu gibi çeşitli uygarlıkların başkenti olarak geçirmiştir; çeşitli din, dil ve ırktan insanların bir arada yaşadığı medeniyetler mozaiği oluşturmuştur. İstanbul, Avrupa Birliği Kültür Bakanları Konseyi'nin onayıyla 2010 Avrupa Kültür Başkenti kabul edilmiş ve geçmişten günümüze degen dünya kenti olma özelliğini sürdürmektedir. Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan bu yana ülkemizin yaşamsal önem taşıyan en büyük metropolü olan İstanbul, Osmanlı İmparatorluğu döneminde, altyapı ve kent hizmetlerinde önemli gelişmelere sahne olmuştur. Haliç üzerine köprü yapılması, tünel (metro), Rumeli Demiryolu, kent içi deniz taşımacılığının kurulması, kent hizmetleriyle görevli Şehir Emaneti (Belediye Başkanlığı) örgütünün ve diğer belediye dairelerinin kurulması, bu gelişmelerin sadece bazılarıdır.

Halk arasında, "*Üçyüzon Depremi*" (Hicri 1310) denilen 1894 depreminde büyük zarar gören İstanbul, bu depremin ardından yeniden inşa edilmiştir. Ancak, son elli yılda hızla büyüp kalabalıklaşan kent sağıksız ve plansız gelişen yerleşim alanları, yapışma, ulaşım, yer altı ve yerüstü doğal kaynak kullanımı, çevre kirliliği, vb. gibi yerbilimleri ile yakından ilgili konularda, boyutları hızla büyüyen ve karmaşıklaşan sorunlarla iç içe yaşar hale gelmiştir. İstanbul'un su gereksiniminin büyük bölümünün il sınırları içinde yer alan baraj, gölet, akarsu ve keson ya da sondaj kuyuları gibi kirlenmeye duyarlı yer altı ve yerüstü sularından sağlanmakta oluşu, su havzalarının korunmasının önemini arttırmaktadır. Diğer yandan İstanbul kömür, çimento hammaddesi, tras, yapı taşı, mısır, kum-çakıl, tuğla ve seramik kili, cam ve döküm kumu vb. endüstriyel hammadde kaynaklarının büyük bölümünün il sınırları içinden ve yakın dolayından sağlandığı dünyanın ender metropollerinden biridir. Ancak hammadde kaynaklarının bilinçsizce işletilmesi, orman alanlarının tahrip edilmesi, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmesi, kaçak moloz yığınlarından kaynaklanan çevre kirliliği vb. gibi önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır.

Yerleşimde bilinçsiz arazi kullanımından kaynaklanan su baskınları, yer kayması vb. doğal

afetler, zaman zaman önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Gecekondu ve düşük kaliteli imarsız konutların yoğun olduğu yerleşim bölgelerini de kapsayan İstanbul ve yakın çevresi, dünyanın sayılı aktif faylarından biri olan Kuzey Anadolu Fayının 20-30 km kadar yakınında, 7 ve 7 den büyük depremlerin etkileyeceği öngörülen bir bölgede yer almaktadır. Deprem tehlikesi 1999 Marmara depremleriyle daha da belirginleşmiş ve depremin yapılara hasar verici olumsuz etkileri; başta Avcılar olmak üzere çoğu yerleşim birimlerinde gözlenmiştir. Hasarların büyüklükleri ve dağılımları; inşaat kalitesinin yanında, büyük oranda zeminlerin jeolojik ve jeoteknik özellikleriyle yakından ilişkilidir. Bölgede özellikle Büyükçekmece, Beylikdüzü ve Gürpınar semtlerinde, zemin akma ve kaymalarına neden olan ve ayrıntılı araştırmaları gerektiren aktif ve potansiyel heyelanların yoğun olduğu bilinmektedir.

Yer bilimleri ile doğrudan ilişkili olan bu tür sorunların çözümü için jeoloji, jeofizik, jeomorfoloji vd. alanlarda ayrıntılı araştırmaların ivedilikle yapılması kaçınılmaz olmuştur. İl sınırları içinde yerbilimleri dallarında eğitim yapan üniversitelerin bulunmasına karşın; İstanbul il alanının jeolojisinin yeteri dışında incelenmemiş ve uygulamalı jeoloji çalışmalarına baz oluşturacak büyük ölçekli jeoloji haritalarının yapılmamış oluşu, yukarıda değinilen sorunların çözümünü güçlendirmekte ve hatta olanaksızlaştırmaktadır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılmış ve yayımlanmış bulunan 1/50.000 ölçekli jeoloji haritaları, il alanının büyük bölümünün yerleşim yapıları ile örtülü oluşundan kaynaklanan yüzeyleme kitleyi nedeniyle, yukarıda değinilen sorunların çözümü için yeterli ayrıntıyı taşımamaktadır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) yukarıda değinilen ve kent yaşamı açısından ivedilikle çözüm bekleyen sorunların çözümü ve yerleşime uygunluk çalışmaları için baz oluşturacak jeolojik verileri sağlamak amacıyla, İstanbul il alanını kapsayan jeolojik inceleme ve büyük ölçekli jeoloji haritalarının yapımını konu alan *İstanbul İli Kent Jeolojisi Projesi*'ni bizzat kendi bünyesinde planlamak ve gerçekleştirmek zorunluğunu duymuş ve bu proje İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığına bağlı *Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM)* tarafından planlanmış ve yürütülmüştür. Bu çalışmalar sırasında anlaşmalı olarak ilgili üniversite öğretim üyelerinin ve konusunda uzmanlaşmış serbest çalışan yerbilimcilerin katkıları sağlanmıştır.

*İBB DEZİM Kent Jeolojisi ve Mikrobölgeleme projeleri kapsamında üretilen 1/5.000 ve 1/2.000 ölçekli Jeoloji haritalarının sadeleştirilmesiyle oluşturulan 1/100.000 ölçekli Jeoloji Haritası bu raporun ekinde verilmiştir.*

## **I.2. Çalışma yeri, Çalışmaya katılanlar ve Çalışma süresi**

Bu proje, İstanbul Büyükşehir Belediyesi(İBB) Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığına bağlı *Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü (DEZİM)* tarafından planlanmış ve yürütülmüştür.

Çalışma yeri, 5216 Sayılı Kanunla belirlenen İstanbul il sınırı içinde kalan ve göller hariç olmak üzere, dört ayrı bölge çalışması şeklinde yürütülmüş olan bu alan 5366 km<sup>2</sup> genişliğindedir.

Birinci bölge, İstanbul'un Avrupa yakasının mikrobölgeleme projesi dışında kalan kesimi ile Anadolu yakasının Beykoz ilçesi dolayını kapsayan kesimini oluşturur (Şekil 1). Bu bölgeye ait 1/5.000 ölçekli jeoloji haritaları *İskender Akmeşe, İrfan Özcan, Kenan Üner, İsmail Bilgin, Ramiz Korkmaz, Ümit Yıldırım, Zülkif Yıldız, Özer Akdağ, Mesut Tekin*'den oluşan İBB-DEZİM jeoloji gurubu tarafından yapılmıştır. Yaklaşık 3800 km<sup>2</sup> genişlikte bir kara alanını kapsayan bu bölgenin saha çalışmaları 2006-2010 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

İkinci bölge, İstanbul'un Anadolu yakasında mülga 3030 sayılı kanunla belirlenmiş olan eski il alanı ile Kocaeli il sınırı arasında kalan alanı kapsar (Şekil 1). Yaklaşık 875 km<sup>2</sup> genişlikteki bu bölgeye raporda “*Şile-Ağva Bölgesi*” adıyla dephinlmektedir. Bu bölgenin 1/5.000 ölçekli jeoloji haritaları İBB-DEZİM ile geçici anlaşmalı *Necati Akdeniz, Rıfki Bilgin, Halil Dalkılıç, İbrahim Gedik ve Necdet Özgül*'den oluşan jeoloji ekibi tarafından yapılmıştır. Bu bölgenin saha çalışmaları 2006 Haziran-Aralık ayları arasında gerçekleştirilmiş ve proje alanının jeolojik harita ve bulgularını içeren rapor 2007 yılı Nisan ayında İBB-DEZİM'e teslim edilmiştir (Özgül ve diğ., 2007).

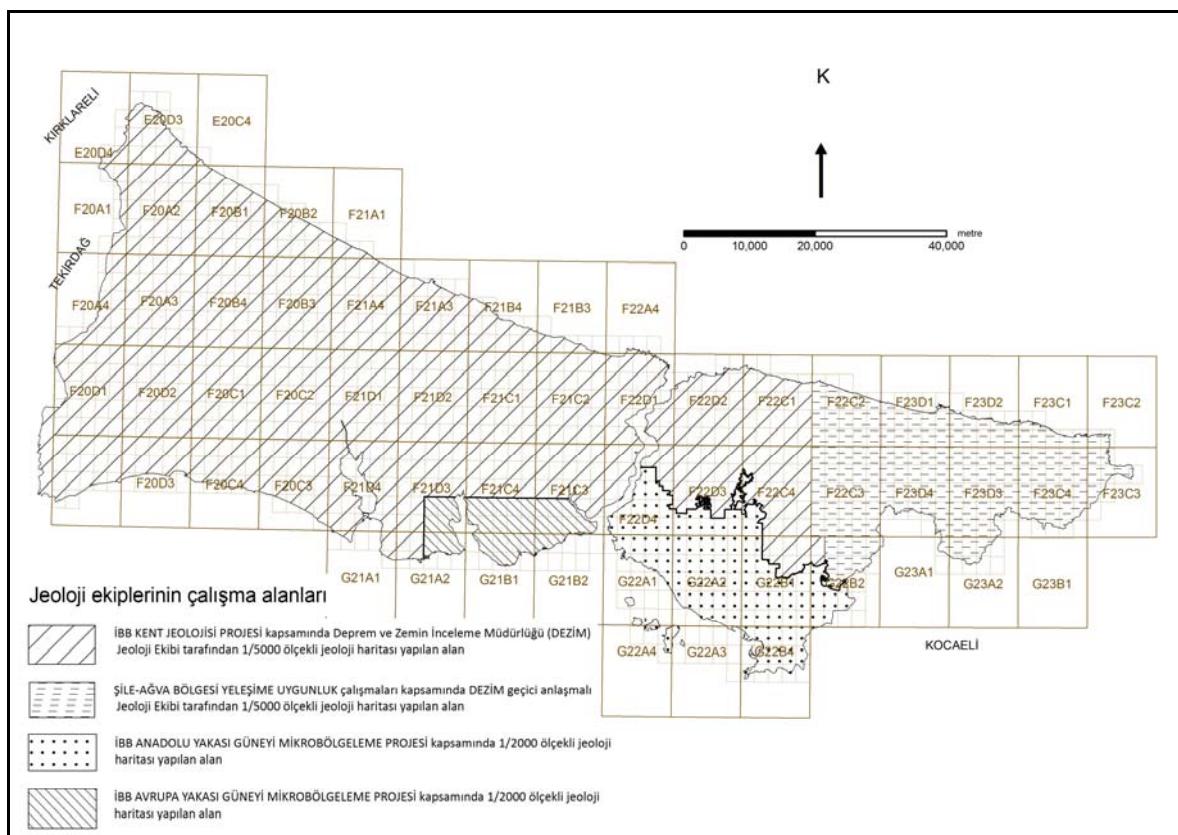
Üçüncü bölge, İstanbul'un Avrupa yakasında Küçükçekmece Gölü-Haliç arasını (İstanbul Yarımadası) ve 182 km<sup>2</sup> genişlikteki alanı kapsar (Şekil 1). Bu bölgeye ait 1/2.000 ölçekli jeoloji haritaları, İBB-DEZİM hesabına OYO International Corporation tarafından “Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi” kapsamında tamamlanmıştır.

Dördüncü bölge, Anadolu yakasının doğu ve güney kesiminde, Boğaz'ın doğu kıyısı ile Kocaeli il sınırı arasında kalan Adalar, Kadıköy, Maltepe, Kartal, Pendik, Tuzla, Üsküdar, Ataşehir, Ümraniye ve Sultanbeyli ilçelerinin tamamını, Beykoz ve Sancaktepe'nin orman ve baraj alanları dışında kalan bölgeleri kapsar (Şekil 1). Yaklaşık 509km<sup>2</sup> genişlikteki bu bölgeye raporda “*Kadıköy-Tuzla Bölgesi*” olarak dephinlmektedir. Bu bölgenin 1/2000 ölçekli jeoloji haritaları İBB-DEZİM tarafından OYO International Corporation'a ihale edilen “İstanbul'un Anadolu Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi” kapsamında *Necdet Özgül*'ün yönetiminde *Ergün Akay, Necati Akdeniz, Rıfki Bilgin, Halil Dalkılıç ve İbrahim Gedik*'den

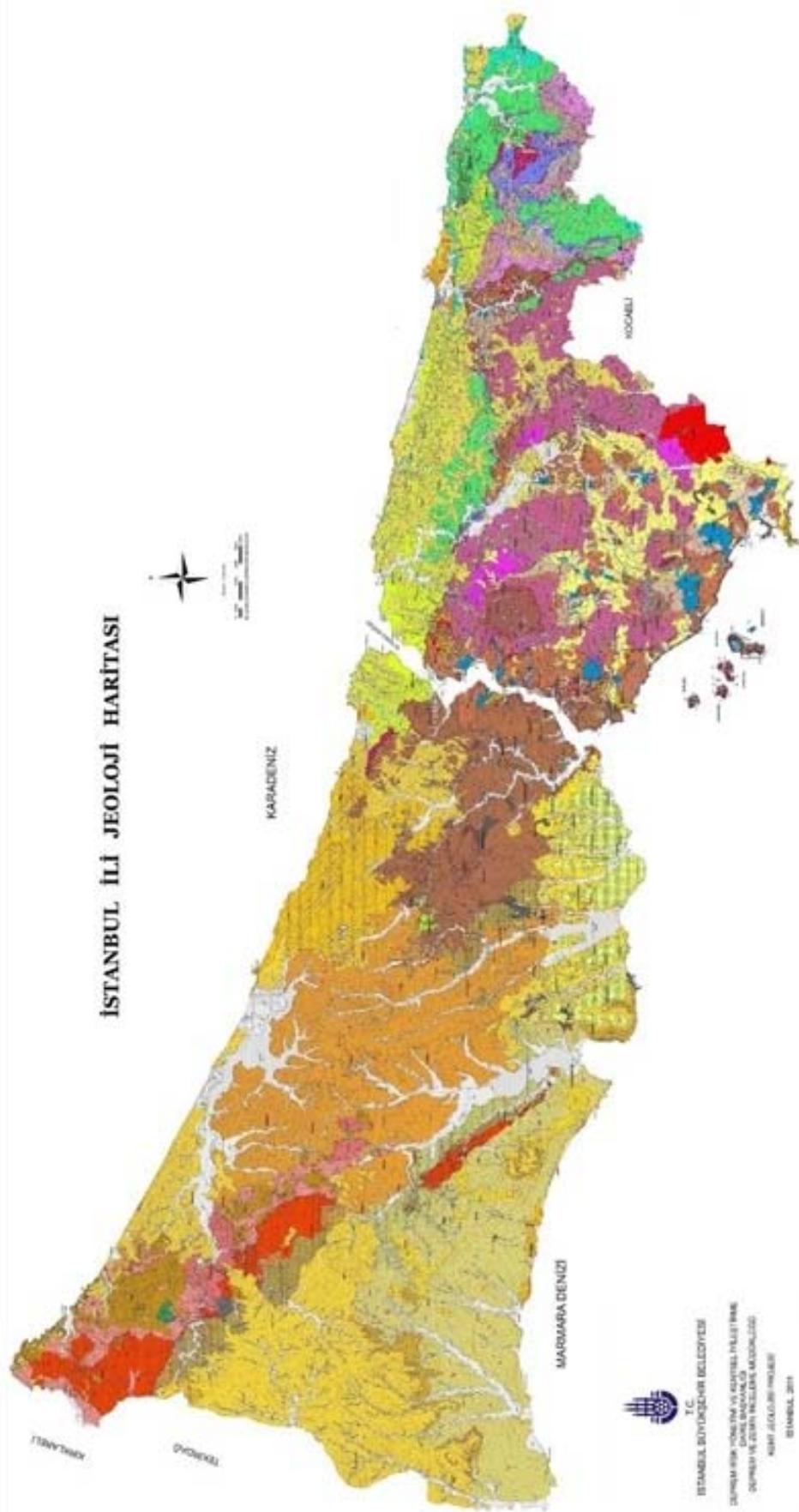
oluşan bir jeolog ekibi tarafından yapılmıştır. Bu proje kapsamında gerçekleştirilen 1/2000 ölçekli jeolojik harita çalışmaları 2008 yılı Nisan ayında başlatılmış, 1 Haziran 2009 tarihinde tamamlanmıştır.

Jeolojik harita ve kesitlerin sayısallaştırma işlemleri DEZİM sayısallaştırma CBS gurubu teknik elemanlarından Ayşe Zeren, Nurcan Seyyar, Gülşen Karaman, Betül Konukçu, Yasemin Yıldız, Emin Y. Menteşe tarafından yapılmıştır.

Proje çalışmaları sonunda üretilen çeşitli ölçekte jeolojik haritaların korelasyonu ve saha verilerinin raporlanması, çalışmaların büyük bölümüne İBB-DEZİM danışmanı olarak katılan Dr. Necdet Özgül tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Jeolojik harita çalışmalarına katılan ekiplerin 1/5.000 ve 1/25.000 ölçekli pafta bölümlemeli çalışma alanları.



Şekil 2. İstanbul İl Alanı Jeoloji Haritası

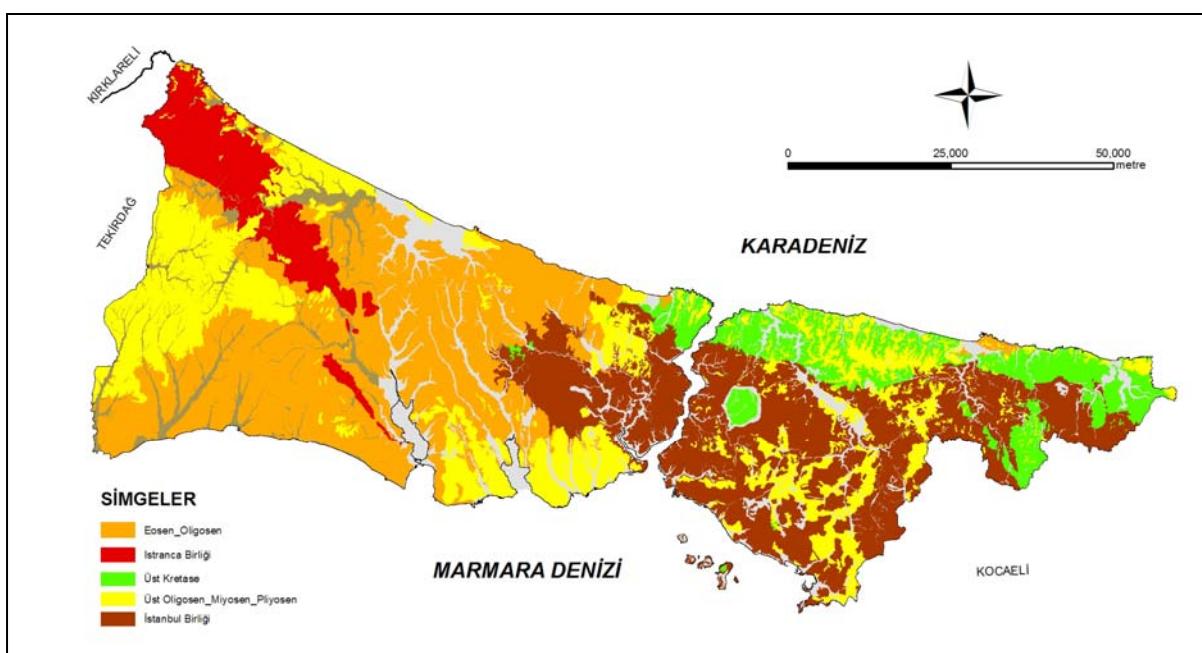
İl alanının Avrupa yakasının güney kesiminde özellikle Marmara kıyı bölgesinde heyelanların yoğun olduğu bilinmektedir. Haramidere'nin ağzı ile Büyükçekmece koyu arasındaki kıyı kesimi ve Büyükçekmece koyunun doğu yamaçları, neredeyse tümüyle heyelanlıdır. Aktif olan heyelanların yanında, günümüzdekinden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

## II. BÖLÜM

### STRATİGRAFİ

Erken Paleozoyik'ten Günümüz'e geçen süren geniş zaman aralığında oluşmuş çok sayıda kaya birimlerini kapsayan ve değişik fazda oldukça karmaşık tektonik hareketlerin etkin olduğu bir bölgede yer alan İstanbul ili ve yakın dolayı, 19.Yüzyıl'dan bu yana yerli ve yabancı birçok yerbilimcinin ilgisini çekmiş ve değişik amaçlı araştırmalara konu edilmiştir. Raporda yeri geldikçe bu çalışmalara değinilmektedir.

İstanbul İl sınırları içinde Bölgesel Jeoloji bölümünde de belirtildiği gibi, metamorfik olan ve metamorfizma göstermeyen iki büyük kaya-stratigrafi birimi topluluğu yer alır (şekil 3).



Şekil 3. İstanbul il alanında yüzeyleyen İstranca ve İstanbul birlikleri ile Üst Kretase ve daha genç örtü birimlerin genel yayılımını gösteren sadeleştirilmiş harita.

Niteliği henüz açığa kavuşturulamamış olan önemli bir tektonik hatla biribirinden ayrılan, bu iki topluluktan metamorfizma göstermiyen istif “*İstanbul Birliği*”, metamorfizma gösteren istif ise İstranca dağıları ve dolayında geniş alan kapladığı için “*İstranca Birliği*” adlarıyla adlandırılmıştır (Özgül, 2005). İstanbul Birliği ve İstranca Birliği'nin kaya-stratigrafi birimleri göreceli olarak yaşlıdan gence doğru bir sıra ile aşağıda açıklanmıştır.

#### II.1. İSTANBUL BİRLİĞİ

İstanbul il alanının, Çatalca dolaylarında sınırlı bir alanda yüzeyleyen İstranca Birliği'nin dışında kalan büyük bölümünü kaplayan ve metamorfizma geçirmemiş Paleozoyik ve Erken

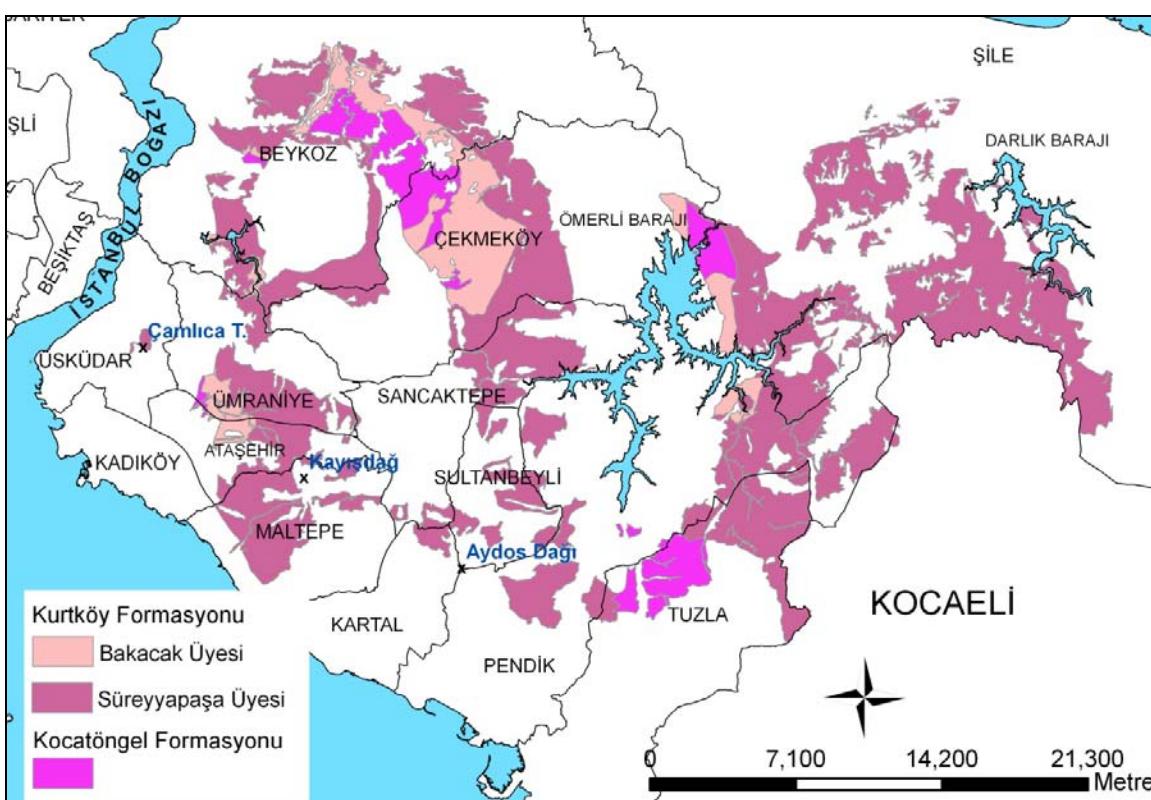
Mesozoyik yaşıta kaya birimleri “*Istanbul Bırlığı*” adı altında incelenmiştir. Birliğin kaya-stratigrafi birimleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. İstanbul Bırlığı'nın kaya-stratigrafi birimleri.

<b>Formasyon</b>		<b>Simge</b>	<b>Üye</b>	<b>Yaş</b>
GEBZE GURUBU	Tepecik Formasyonu (Trgt)	Trgtk	Kazmalı Üyesi	Üst Triyas
	Ballıkaya Formasyonu (Trgb)	Trgtü	Übeyli Üyesi	
	Demirciler Formasyonu (Trgd)	Trgbs	Sortullu Üyesi	Orta Triyas
	Erikli Formasyonu (Trge)	Trgbk	Karabeyli üyesi	
		Trgdh	Hacılı Üyesi	Alt Triyas
		Trgdg	Göksu Deresi Üyesi	
		Trged	Değirmen Üyesi	
		Trgey	Yeniköy Kumtaşı Üyesi	
Kapaklı Formasyonu PTrk		PTrkkc	Kocadere Üyesi	Permiyen-Alt Triyas
		PTrkky	Kayaran Tepe Üyesi	
		PTrkkr	Karacatepe Volkanit üyesi	
		PTrkd	Diyabaz Üyesi	
		PTrkt	Tavşancıl Volkanit Üyesi	
		PTrkk	Kovanlık Çakıltaşı Üyesi	
Sancaktepe Graniti		Ps		Permiyen
Trakya Formasyonu (Ct)		Ctk	Küçükköy Üyesi	Alt Karbonifer
		Cktk	Kartaltepe Üyesi	
		Ctc	Cebeciköy Üyesi	
		Cta	Acıbadem Üyesi	
		DCdb	Baltalimanı Üyesi	
Denizli Köyü Formasyonu		DCda	Ayineburnu Üyesi	Alt Karbonifer
		DCdy	Yörükali Üyesi	Alt Karbonifer-Üst Devoniyen
		DCdt	Tuzla Kireçtaşı Üyesi	Orta-Üst Devoniyen
		Dp	Ayrılmamış	Orta Devoniyen
Pendik Formasyonu		Dpk	Kozyatağı Üyesi	Alt-Orta Devoniyen
		Dpkz	Kartal Üyesi	
		SDp	Ayrılmamış	
Pelitli Formasyonu		SDpsğ	Soğanlık Üyesi	Üst Silüriyen-Alt Devoniyen
		SDps	Sedefadası Üyesi	
		SDpd	Dolayoba Kireçtaşı Üyesi	
		SDpm	Mollafenari Üyesi	
		OSy	Ayrılmamış	
Yayalar Formasyonu		OSyş	Şeyhli Üyesi	Üst Ordovisiyen (?)-Alt Silüriyen
		OSyu	Umur Dere Üyesi	
		OSyg	Gözdağ Üyesi	
		Oa	Ayrılmamış	
Aydos Formasyonu		Oaa	Ayazma Kuvarsit Üyesi	Alt-Orta Ordovisiyen
		Oab	Başbüyük Üyesi	
		Oak	Kısıklı Üyesi	
		Okm	Manastır Tepe Üyesi	
Kinaliada Formasyonu		Ogg	Gülsuyu Üyesi	Alt-Orta Ordovisiyen
		Opks	Süreyyapaşa Üyesi	
POLONEZKÖY GURUBU	Kurtköy Formasyonu	Opkb	Bakacak Üyesi	Alt Ordovisiyen
	Kocatöngel Formasyonu	Opkc	Ayrılmamış	

## II.1.1. Polonezköy Gurubu (Op)

**Tanım ve ad.** Polonezköy Gurubu, İstanbul il alanı ve yakın dolayında yüzeyleyen en yaşlı kaya birimidir. Karasal ortam koşullarında çökelmiş toplam birkaç bin metre kalınlıkta kıritılı kaya birimlerini kapsayan bu istif, Özgül (2005) tarafından, yüzeylemelerinin geniş alan kapladığı Polonezköy’ün adıyla, gurup aşamasında adlandırılmıştır. İstanbul’un yalnızca Anadolu yakasında yüzeyleyen (Şekil 4) Polonezköy Gurubu *Kocatöngel Formasyonu* ve *Kurtköy Formasyonu* olmak üzere iki formasyondan oluşur (Şekil 4).



Şekil 4. Kocatöngel ve Kurtköy formasyonlarının yüzeyleme haritası.

### II.1.1.1. Kocatöngel Formasyonu (Opkc)

**Tanım ve ad.** Başlıca laminalı miltaşı, kiltaşı ve ince taneli kumtaşından oluşan formasyonun, Sakarya ilinin KD’sunda Çamdağ-Kocatöngel köyü dolaylarında yüzeylemeleri Yazman ve Çokuğraş (1983) tarafından “Kocatöngel Formasyonu” adıyla incelenmiş, bu ad Stratigrafi Komitesi tarafından benimsenmiştir (Tüysüz ve diğ., 2004 de). Formasyonun İstanbul il sınırları içinde varlığı Gedik ve Aksay (2002) tarafından saptanmıştır.

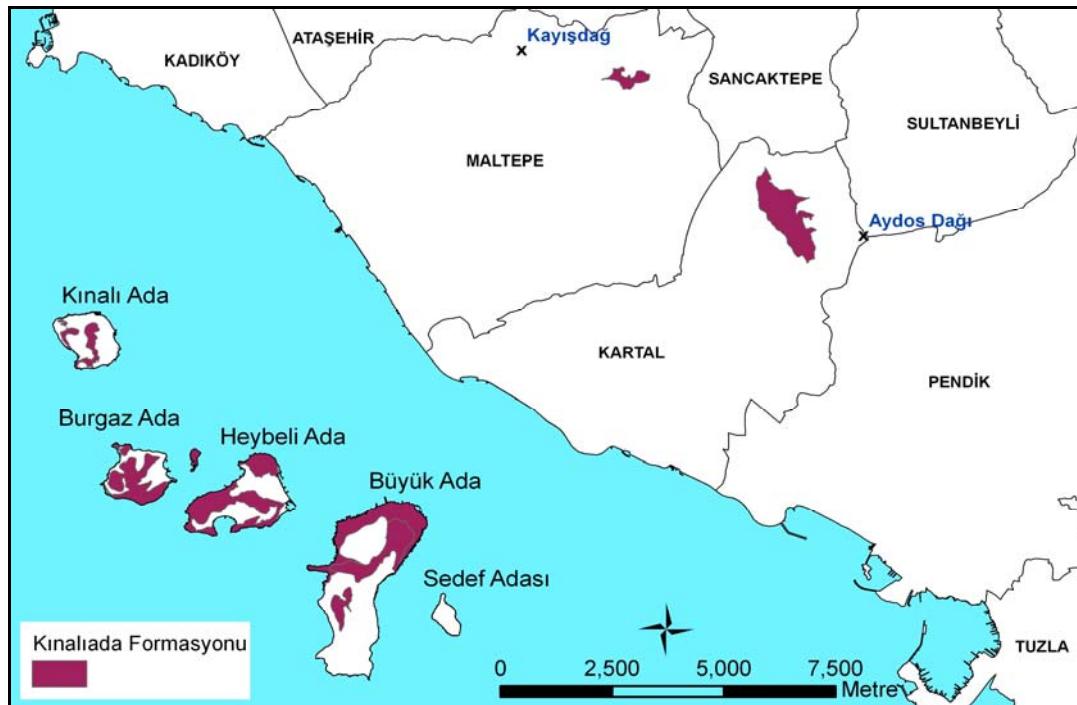
### **II.1.1.2. Kurtköy Formasyonu (Opk)**

**Tanım ve ad.** Kurtköy Formasyonu, arkoz türü kızılımsı, mor, eflatun renkli kıritılı kayalardan oluşur (Şekil 4). Paeckelmann (1938) bu istifi, Siluriyen sonu yaşta düşündüğü, altta taban çakıltaşlı (Hauptkonglomerat) düzeyi ile başlayan ve arkoz (Arkoz-Horizont) olarak devam eden “Quarzit-Serie” içinde tanımlamıştır. Altınlı (1951 a) istifi “Arkozlar” başlığı altında incelemiştir. Haas (1968), formasyonun Kurtköy dolayında geniş alan kapladığını göz önünde tutarak birimi Kurtköy Formasyonu (Kurtköy Schichten) adıyla incelenmiştir. Kaya (1978) Önalan (1981) ve Tüysüz ve diğ. (2004) tarafından aynı ad kullanmıştır. Özgül (2005) formasyonun boz-mor-eflatun renk ardalanmalı, kumtaşlı arakatkılı miltaşlarının egemen olduğu alt düzeyini *Bakacak Üyesi* ve çakıltaşlı arakatkılı şarabi-mor kumtaşından oluşan üst düzeyini ise *Süreyyapaşa Üyesi* adlarıyla incelenmiştir.

Formasyon Kayış dağı ve Aydos dağı eteklerinde, Akfirat köyünün batı ve kuzeyinde, Alemdağ-Ömerli kasabaları arasında, Başbüyük semtinin batısında, E5 (D100) karayolunun Maltepe ilçesi sınırlarında kalan kesiminin yol yarmalarında geniş alanlar kaplar.

### **II.1.2. Kinalıada Formasyonu (Ok)**

**Tanım ve Ad.** Adalar'da özellikle Kinalıada'da temiz yüzeylemeler veren, başlica feldispathlı kumtaşlı-miltaşından oluşan istif Kinalıada Formasyonu adıyla adlandırılmıştır.



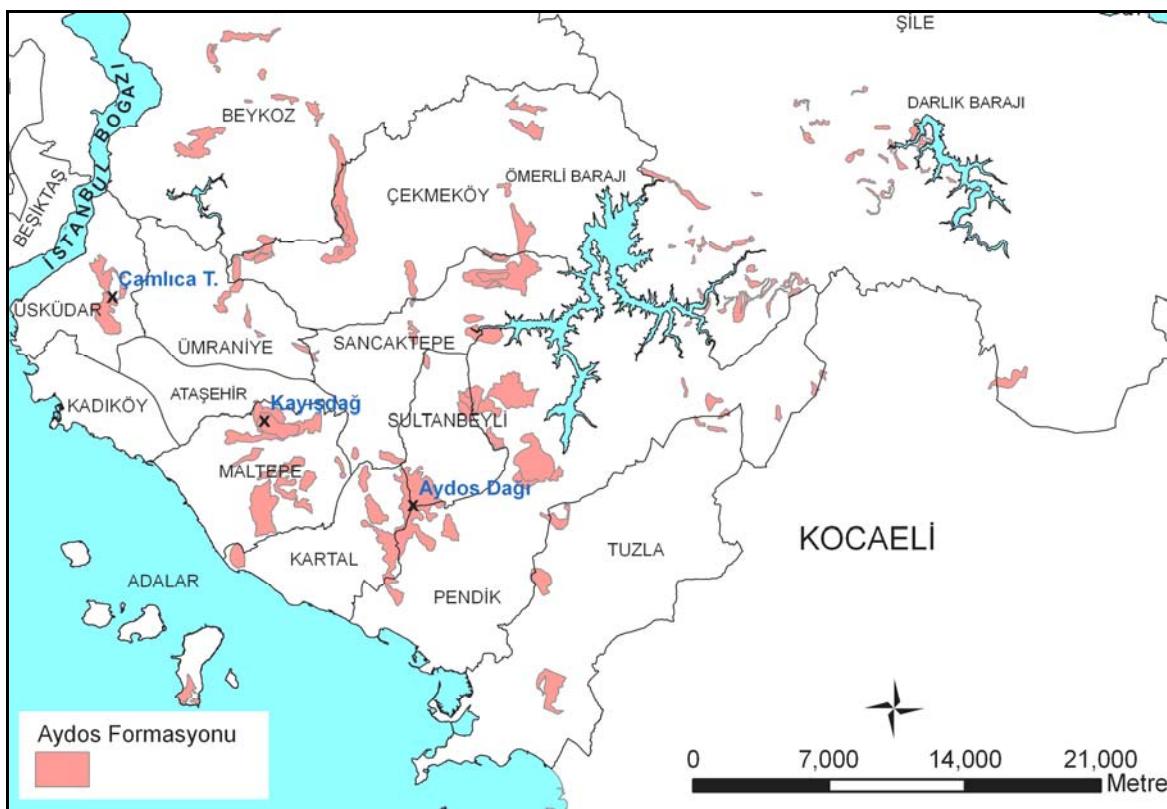
Şekil 5. Kinalıada Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

Kaya (1978) bu istifi “*Kinalıada subarkoz-sublitarenit astbirimi*” adıyla Aydos Formasyonu kapsamında incelemiştir. Önalan (1981) ise istifi “*Kinalıada Üyesi*” ve “*Gülsuyu Üyesi*” olarak iki üyeye ayırmış; ancak, Kinalıada Üyesi’ni Aydos Formasyonu, Gülsuyu Üyesi’ni ise Kurtköy Formasyonu kapsamında düşünmüştür. Özgül (2010) Gülsuyu ve Manastır Tepe üyelerinin, Kurtköy ve Aydos formasyonlarından farklı ortam koşullarında çökelmiş oldukları gerekçesiyle, istifin temiz yüzeylemelerinin yer aldığı Kinalıada’nın adıyla, “*Kinalıada Formasyonu*” olarak farklı bir formasyonu adıyla tanımlamıştır.

Kinalıada ve Burgazada bütünüyle, Heybeliada’nın büyük bölümü ve Büyükkada’nın kuzey yarısı Kinalıada Formasyonu’ndan oluşur (Şekil 5).

### II.1.3. Aydos Formasyonu (OSa)

**Tanım ve Ad.** Formasyon büyük oranda kuvarsit (kuvarsarenit) lerden oluşur İstanbul’un başlıca yüksek dağ ve tepelerini oluşturan kuvarsitler (Şekil 7) farklı zamanlarda çeşitli araştırmacılar tarafından değişik adlar altında incelenmiş ve yorumlanmıştır.



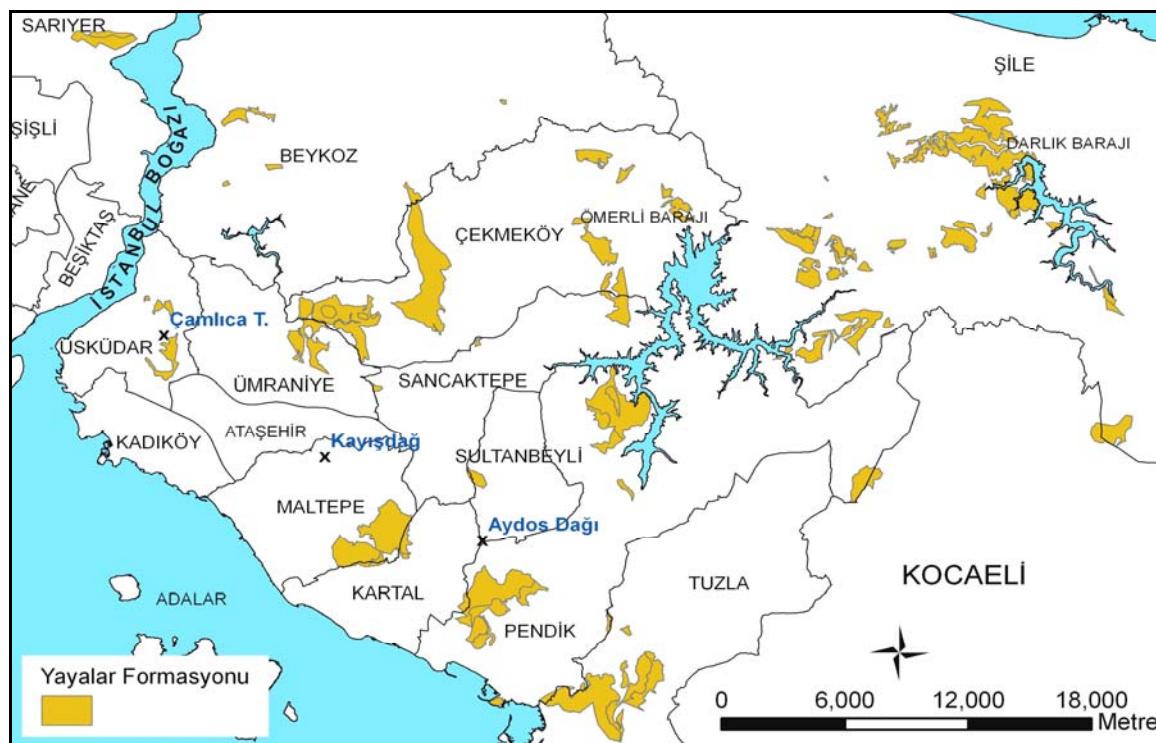
Şekil 6. Aydos Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

Paeckelman (1938) söz konusu kuvarsitleri Silüriyen sonu yaşıta “*Kuvarsit Serisi (Quarzit-Serie)*” kapsamında “*Ana Kuvarsit Düzeyi (Hauptquarzit Horizont)*”, Haas (1968)

**“Ayazma Tabakaları (Ayazma- Schichten)”,** Baykal ve Kaya (1965) **“Ortokuvartsit Formasyonu”**, Kaya (1978) **“Aydos Kuvarsarenit Birimi”**, Önalan (1981) **“Aydos Formasyonu”** adlarıyla tanımlamışlardır. Aydos Formasyonu adı, Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından benimsenmiştir (Tüysüz ve diğ., 2004).

#### II.1.4. Yayalar Formasyonu (OSy)

**Tanım ve Ad.** Büyük bölümüyle mikalı kumtaşlarından oluşan formasyon, inceleme alanının çeşitli kesimlerinde büyülü küçülü yüzeylemeler verir (Şekil 7). Önceki araştırcılar tarafından değişik adlar altında tanımlanmıştır. Paeckelman (1938) tarafından, “*Halysites-Grauwacken Horizont*” adıyla incelenen birim, ilk kez Haas (1968) tarafından kaya-stratigrafi adlama kuralları için gerekli bazı bilgiler de verilerek, “*Yayalar Formasyonu (Yayalar-Schichten)*” adıyla incelenmiş ve kendi içinde *Umur Dere* Üyesi, *Şeyhli Üyesi* ve *Kayalı dere (Kanlı dere)* Üyesi olmak üzere üç alt birime ayrılmıştır. Daha sonraları, Kaya (1978) istifi “*Büyükdere Şeyil Birimi, Gözdağı Litarenit Birimi ve Şeyhli Subarkoz Birimi*” olmak üzere üç birim adı altında incelemiştir. Önalan (1981) ise istifi “*Gözdağı Formasyonu ve Aydınlı Formasyonu*” olmak üzere iki formasyona ayrılmıştır.



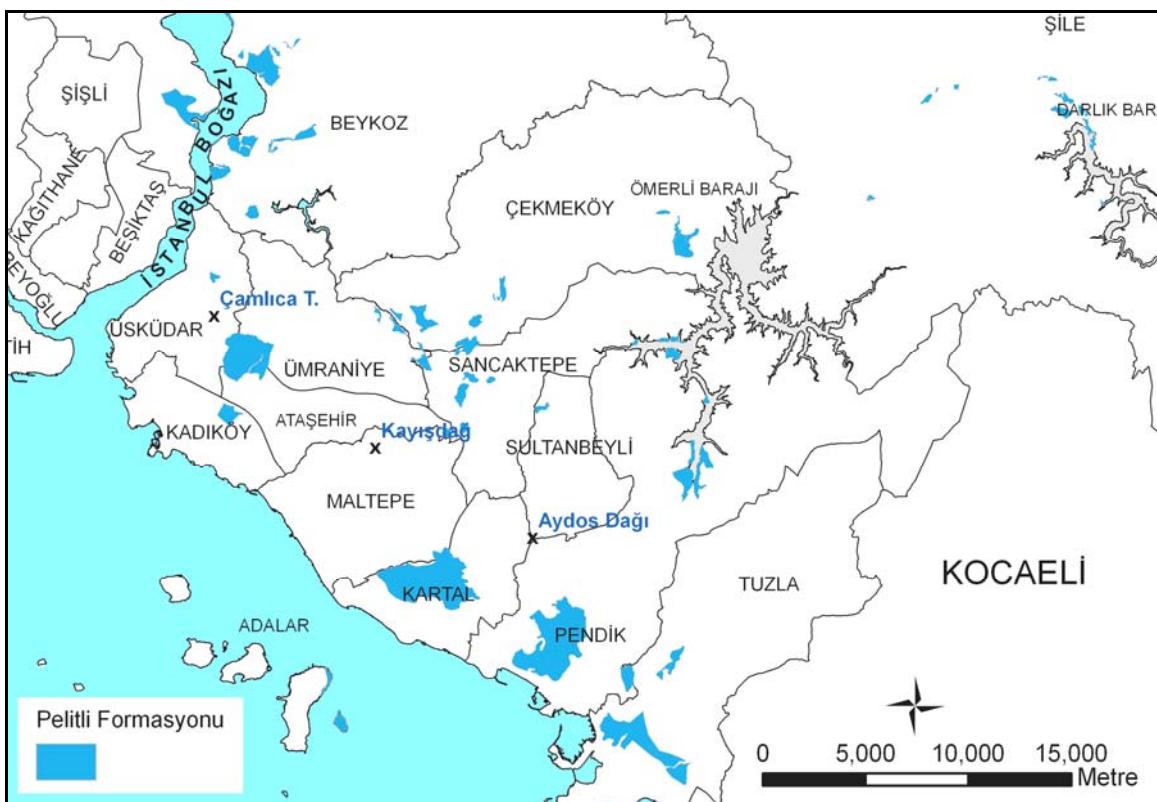
Şekil 7. Yayalar Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

Türkiye Stratigrafi Komitesi Gözdağı Formasyonu adını benimsemiştir (Tüysüz ve diğ., 2004). Özgül (2005), birbirleriyle yanal ve düşey girik olan ve egemen tane boyu, tane

türü, hamur ve çimento oranları açısından birbirlerinden ayırtlanabilen söz konusu birimlerin tümünü tek bir formasyon adı altında incelemiş ve istifin tümü için, ilk kez Haas (1968) tarafından kullanılmış olan “*Yayalar Formasyonu*” adını kullanmıştır.

### **II.1.5. Pelitli Formasyonu (SDp)**

**Tanım ve Ad.** Pelitli Formasyonu büyük bölümyle kireçtaşından oluşur; değişik düzeylerinde değişen oranda kil ara katkılıdır. Resif ve sığ deniz kireçtaşlarıyla başlar, üst kesiminde yumrulu kireçtaşlarıyla son bulur. Kartal-Soğanlık Semti ve Ümraniye-Örnek Mahallesi dolaylarında yüzeylenmeleri yaygındır. Penck (1919) *Kalkerli Pendik Fasiyesi (kalkige Pendikfazies)*, Paeckelmann (1938) Kartal-Pendik yöresindeki yüzeylemelerini “*Kartal-Pendik Halysitesli kireçtaşları*” adlarıyla incelemiştir. Haas (1968) istifin, tabanından başlayarak büyük bölümünü kapsayan kesimini *Akviran Serisi* adıyla tanımlamış; istifin en üst düzeyini oluşturan yumrulu kireçtaşı düzeyini *Marmara Serisi*’ne ait *Soğanlı birimi alt* düzeyini ise *Pelitli Formasyonu* (Pelitli Schichten) adlarıyla incelemiştir. Kaya (1973; 1978) istifin alt bölümünü *Dolayoba Kireçtaşı*, üst bölümünü ise *İstinye Formasyonu* olarak iki formasyona ayırtlamıştır. Stratigrafi Komitesi (Tüysüz ve diğ., 2004) gurup adlaması yapmaksızın, Kaya (1973)’ün adlamasını benimsemiştir. Önalan (1981) ise istifi *Dolayoba, Sedefadası, İstinye* ve *Kaynarca* formasyonları olmak üzere dört formasyona ayırarak incelemiştir. Gedik ve diğ. (2005) Kaya (1973)’nın kullandığı adlamayı, yalnızca gurup adını *Yumrukaya Gurubu* şeklinde değiştirmek kullanmıştır. Özgül (2005) büyük bölümü şelf tipi karbonatlardan oluşan ve çökelmede süreklilik gösteren istifin farklı formasyonlara ayırtlanmasının, adlama kuralları açısından sakıncalı olacağı gibi, sahada izlenebilme, haritalama ve deneştirme sorunları doğuracağı gerekçesiyle, istifin tümünün tek bir formasyon adı altında toplanmasını yeğlemiştir. Bu gerekçe ile, birimin değişik düzeylerini kapsayan Gebze ilçesine bağlı Pelitli köyünün adını, bu adın (Pelite Formasyonu-Pelite Schichten) Haas (1968) tarafından kireçtaşı istifinin büyük bölümü için önceden kullanılmış olduğunu da dikkate alarak, formasyon adı olarak kullanmıştır.

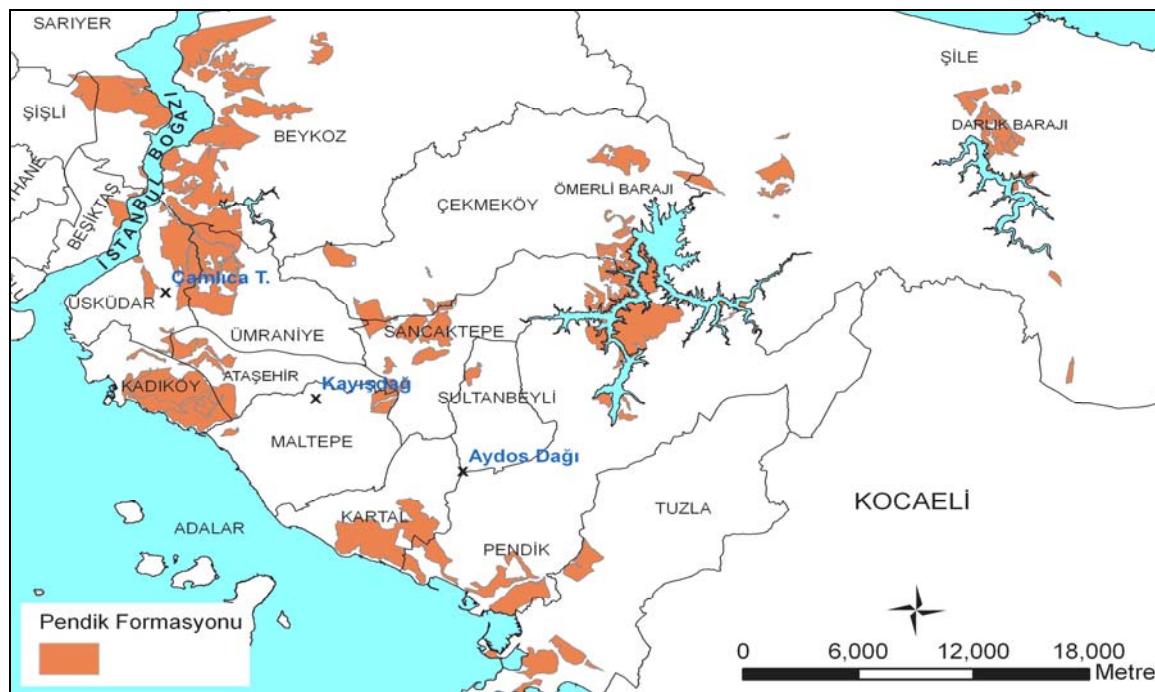


Şekil 8. Pelitli Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

### II.1.6. Pendik Formasyonu (Dp)

**Tanım ve Ad.** Pendik Formasyonu büyük bölümyle, mika pullu, kil-mil boyu ince kıırıntılı kayaçlardan oluşur; belirli düzeylerinde özellikle üst kesimlerinde kireçtaşı arakatkılıdır. Bol makrofossil kapsamıyla ayırtman olan ve bu özelliği ile sahada kolay izlenebilen formasyon, İstanbul'un Anadolu yakasında geniş alanlar kaplar (Şekil 10). Penck (1919) "Bosporianiche Fazies", Paeckelmann (1938) "Pendik Schichten", Altınlu (1951) "Orta Pendik tabakaları=Kanlıca horizonu" ve "Üst Pendik tabakaları" Abdüsselamoğlu (1963) "Killi şist ve kalkerler" gibi istifî deðiþik ad ve başlıklar altında incelemiþlerdir. Haas (1968) istifin Gebze-Kartal dolaylarındaki yüzeylemelerini "Marmara Serisi" kapsamında "Kartal Formasyonu", "Kurtdoðmuş Formasyonu" ve "Dede Formasyonu" adlarıyla formasyonlara ayırarak incelemiþtir. Kaya (1973), "Pendik Gurubu" adıyla adlandırdığı aynı istifî "Kartal Formasyonu", "Kozyataðı Formasyonu" ve "Îçerenköy Seyili" gibi formasyonlara ayırtlamıştır. Önalan (1981; 1982) Kaya (1973)'nın adlamasını olduğu gibi kullanmış; ancak, daha sonraki yayınında (Önalan, 1988) Kartal Formasyonu adını, tüm istifî kapsayacak şekilde kapsamını genişleterek korumuþ ve formasyon aşamasında tanımlamış olduğu Pendik, Kozyataðı ve Îçerenköy birimlerini Kartal Formasyonu içinde üyeleri olarak incelemiþtir. Aksay (2004: Tüysüz ve dið., 2004 de) tarafından Kartal Formasyonu adı benimsenmiştir. Bu adlamalar dikkate

alındığında, Paeckelmann (1938), Altınlı (1951) ve Kaya (1973)'nın "Pendik" adını değişik birimleri içerecek şekilde geniş kapsamlı olarak kullandıkları, Kartal adını ise Haas (1968), Kaya (1973) ve Önalan (1981)'ın söz konusu istifin önemli bölümünü oluşturan mikali şeyilleri temsil edecek şekilde kullandıkları anlaşılmaktadır.



Şekil 9. Pendik Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

Özgül ve diğ. (2009), adlamada öncelik kurallarını gözeterek, "Pendik" adını, istifin bütünü kapsayacak şekilde formasyon adı olarak, *Kartal* adını ise formasyonun büyük bölümünü oluşturan bol makrofossilli mikali kiltaşı-miltaşı-şeyil istifi için üye aşamasında (*Kartal Üyesi*) kullanmıştır. Formasyonun, kireçtaşının egemen olduğu ara düzeyi için Kaya (1973) ve Önalan (1988) tarafından üye ve formasyon aşamasında kullanılmış olan *Kozyatağı* adı ise aynı kapsamda olmak üzere üye adı olarak (*Kozyatağı Üyesi*) korunmuştur.

### **II.1.7. Denizli Köyü Formasyonu (DCd)**

**Tanım ve Ad.** İstanbul'un Anadolu yakasının Boğaz kıyısı ve iç kesimlerinde yer yer yüzeyleyen formasyon, başlıca kireçtaşı, killi kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı ve liditleri (radylaryalı çakmaktaşları) kapsar; değişen oranda ince şeyil arakatkılıdır. Önceki araştırmalarda istifin bütünü ya da bir bölümü için farklı adlar kullanılmıştır. Paeckelmann (1938)'ın "Yumrulu kireçtaşı-silisli şeyil dizisi" ve Haas (1968)'ın "Denizli Tabakaları (Denizli schichten)" na karşılık gelir. İstifi Kaya (1973) "Büyükdada Formasyonu", Önalan

(1981) “*Tuzla Formasyonu*”, Gedik ve diğ. (2005) *Denizli Gurubu* kapsamında incelemiştirlerdir. Aksay (2004: Tüysüz ve diğ., 2004 de) formasyon için Büyükada Formasyonu adını benimsemiştir. Özgül (2005), İstanbul dolayında istifin tamamının yüzeylediği ender yörenlerden biri olan ve Haas (1968) tarafından istifin büyük bölümü için formasyon adı ve Gedik ve diğ. (2005) tarafından ise gurup adı olarak kullanılmış olan *Denizli* adını, adlamada öncelik kuralını da gözeterek, Denizli ilini çağrıştırmamasını önlemek amacıyla “köy” takısıyla birlikte, formasyon adı (*Denizli Köyü Formasyonu*) olarak kullanmıştır.

Denizli köyü dolayı ve Tuzla yöresinde Tuzla, Yörükali ve Ayineburnu üyelerinin yüzeylediği Deniz Harp Okulu sahasının güneye bakan kıyısı Başvuru yeri niteliğindedir. Gebze’nin KD’sunda TEM otoyolunun Arapçeşme Mahallesi yakınından geçen kesiminin (Gebze viyadüğü dolayı) kuzey kenarından geçen yanyol yarması ve Büyükada’nın GB kıyısı formasyonun incelemeye elverişli yüzeylemelerini kapsar.

### **II.1.8. Trakya Formasyonu (Ct)**

**Tanım ve ad.** Başlıca kumtaşı, miltası, şeyil, yer yer çakıltaşı türünden kırıntılı kayaların ardalanmasından oluşur; alt kesimlerinde, değişen kalınlıkta kireçtaşçı arakatkı ve merceklerini kapsar. Avrupa yakasında Boğaz’dan başlayarak Çekmece göllerine kadar geniş bir alana yayılır. Anadolu yakasında Kadıköy-Harem-Üsküdar arasında yaygındır (Şekil 10).

İstanbul’un Avrupa yakasında geniş alanlar kaplaması nedeniyle 1900’lü yılların başlarından beri değişik araştırmacılar tarafından *Trakya Serisi (Thrazische Serie)* adıyla incelenmiştir (Penck, 1919; Paeckelman, 1925; 1938). Penck (1919) *Devoniyen yaşta karasal çökeller*, Paeckelman (1925; 1938) ise *Geç Devoniyen yaşta denizel çökeller* olarak yorumlamışlardır (Kaya, 1973 de). Yalçınlar (1951, 1954) ve Baykal ve Kaya (1963) ilk kez favna ve flora kapsamına dayanarak istifin alt düzeylerinin Vizeyen yaşta olduğunu belirtir. Haas (1968), Gebze yöreni konu alan çalışmasında, istifi Alt Karbonifer yaşta “*Ober Thrazische Serie*” adıyla inceler. Kaya (1971) yaklaşık 2000 m kalınlıkta varsayıdığı kırıntılı istifi “*Trakya Formasyonu*” olarak adlandırmış; Önalan (1981), Aksay (2004: Tüysüz ve diğ., 2004 de), Özgül (2005) ve Gedik ve diğ. (2005) aynı adı kullanmıştır.



Şekil 10. Trakya Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

### II.1.9. Kapaklı Formasyonu (PTRk)

**Tanım ve ad.** İstanbul'un Anadolu yakasının doğu kesiminde Paleozoyik temel kayaları üstleyen volkanit aradüzeyli, şarabi-kızıl renkli karasal çakıltaşı-kumtaşlı istifi (Şekil11)

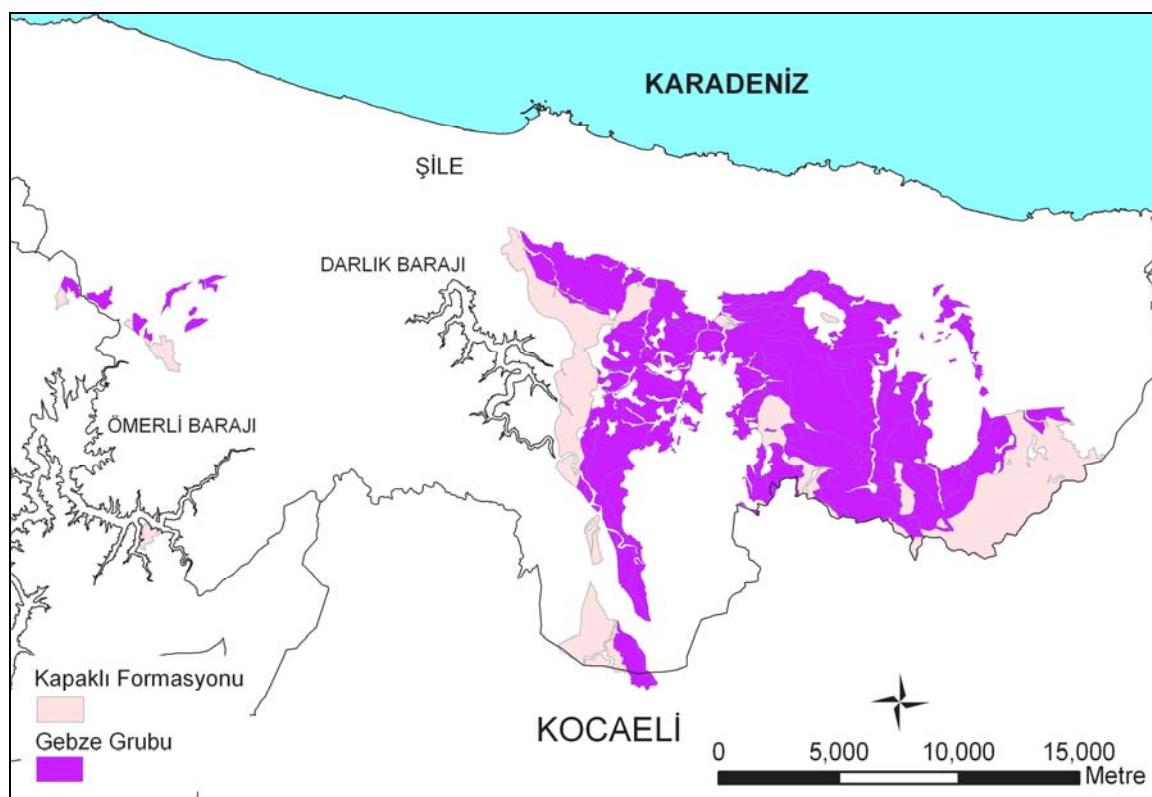


Şekil 11. Kapaklı Formasyonu'nun kızılımsı mor renkli arkozik kumtaşından görüntü.

önceki araştırmalarda “*Taban Konglomerası*” (Baykal, 1943; Erguvanlı, 1949; Yurttaş-Özdemir, 1971; Asereto, 1972) “*Kapaklı Formasyonu*” (Altınlı, 1968; Yurtsever, 1982;

Özgül, 2005; Gedik ve dig., 2005); “*Ballıkaya Konglomerası*” (Baykal ve Önalan, 1979) gibi değişik adlar altında incelenmiştir. Altınlı (1968) sözkonusu karasal istifi volkanit kapsamını göz önünde tutarak iki formasyona ayırmış; volkanitlerin az yer kapladığı istifi “*Kapaklı Formasyonu*”, Kurucadağ yöresinde volkanitlerin egemen olduğu istifi ise “*Dümbüldek Formasyonu*” adlarıyla incelemiştir. Yurtsever (1982) Kocaeli Triyas istifi içinde renge dayalı bir ayırmıla, kırmızı-bordo rengini Kapaklı Formasyonuna özgü bir özellik olarak varsayımiş, üstteki sarı kumtaşı ve kireçtaşlarını Kapaklı Formasyonu’ndan ayırmıştır. Tüysüz ve dig., (2004) ve Özgül ve dig. (2007) Volkanitli karasal kırıntılı istifin tümünü, volkanit ara katkalarını da kapsayacak şekilde, *Kapaklı Formasyonu* adı altında incelemiştir.

Kapaklı Formasyonu Kocaeli ilinin batı kesiminde geniş alanlar kaplar (Şekil 12). İstanbul'un doğu kesiminde Kocaeli iline komşu bölgelerinde Şile güneyinde Karamandere, Ovacık ve Teke köyleri arasında, İstanbul-Ankara E5 (D100) ve TEM otoyolunun Gebze doğusunda Tavşancıl dolayından geçen kesiminin yol yarmalarında temiz kesitleri açığa çıkar.



Şekil 12. Kapaklı Formasyonu ve Gebze Gurubu'nun yüzeylemeye haritası.

## **II.1.10. Gebze Gurubu (TRg)**

**Tanım ve ad.** Şile-Gebze ilçeleri dolaylarında yaygın olan Triyas yaşıta karbonat ve kırintılı kaya birimleri kapsayan kalın transgressif istif, Özgül (2005) tarafından “Gebze Gurubu” adı altında toplanmıştır. Taban ve tavanından uyumsuzlukla sınırlanmış olan bu istif, önceki araştırmacılar tarafından değişik adlar altında incelenmiş çok sayıda kaya birimini kapsar (Toula, 1896, 1898; Kessler, 1909; Arthaber1914, 1915; Baykal, 1943; Erguvanlı, 1949; Altınlı, 1968; Altınlı ve diğ., 1970; Yurttaş-Özdemir, 1971; Asereto,1972; Baykal ve Önalan,1979). Özgül ve diğ. (2007).

### **II.1.10.1. Erikli Formasyonu (TRge)**

**Tanım ve ad.** Triyas transgressif istifinin taban düzeyini oluşturan kırintılıları ve sığ deniz karbonat merceklerini kapsayan Erikli Formasyonu Yurtsever (1982) tarafından adlandırılmıştır. Tüysüz ve diğ. (2004) tarafından da bu ad kullanılmıştır. Erikli Formasyonu Asereto (1972)'nin “*Alacalı (Variegated) Kumtaşı ve Marn*” adı altında incelenmiş olduğu istifin alt bölümüne, Kaya ve Lys (1979-1980)'in ise *Çiftalan Formasyonu*'na karşılık gelir.

### **II.1.10.2. Demirciler Formasyonu (TRgd)**

**Tanım ve ad.** Demirciler Formasyonu başlıca kumtaşı, şeyl, arakatkılı kireçtaşısı ve killi kireçtaşının değişen oranda ardalanmasından oluşur. Birim çeşitli araştırmacılar tarafından tek başına ya da Kapaklı Formasyonu kapsamı içinde, “*Kırmızı renkli gremsi marnlı kalker*” (Erguvanlı, 1949), “*Naticella’lı külrengi-sarı renkli marnlı plaket kalkerler*” (Yurttaş-Özdemir, 1971), “*Değirmendere Formasyonu*”nun alt bölümü (Kaya (1971), “*Alacalı kumtaşı- plaketler halinde killi kireçtaşısı ve dolomitler*” (Özdemir ve diğ., 1973), “*Alacalı (Variegated) Kumtaşı ve Marn*” (Asereto, 1972), ), “*Köseler Formasyonu*”nun alt bölümü (Kaya ve Lys, 1982), *Erikli Formasyonu + Demirciler Formasyonu*” (Dağer, 1978; Yurtsever, 1982; Gedik ve diğ., 2005) gibi değişik ad ve başlıklar altında incelenmiştir. Tüysüz ve diğ. (2004) ve Özgül ve diğ. (2007) tarafından *Demirciler Formasyonu* adı kullanılmıştır.

### **II.1.10.3. Ballıkaya Formasyonu (TRgb)**

**Tanım ve ad.** Formasyon kireçtaşısı, dolomitik kireçtaşısı ve dolomitleri kapsayan kalın karbonat istifinden oluşur. Kocaeli il alanı içinde Gebze ilçesi dolayında ve Gebze-İzmit arasında yaygın yüzeylemeleri bulunan ve çoğu taş ocağı olarak işletilen bu karbonat istfini Baykal (1943) “*Külrengi renkli kalkerler*”; Altınlı (1968) ve Dağer (1978) “*Hereke*

*formasyonu*'nu kapsamında; Yurttaş Özdemir (1971; 1973) ve Abdüsselâmoğlu (1977) “*Dolomitik kalkerler*” ; Özdemir ve diğ. (1973) “*Külrengi renkli kireçtaşları ve dolomitler*”; Kaya ve Lys (1980) ve Yurtsever (1996) “*Demirciler Formasyonu*” ile birlikte “*Köseler kireçtaşı*” adlarıyla incelemişlerdir. Daha çok kaya türlerini yansitan bu adlamalarda coğrafya bileşeni kullanılmamıştır. Yurtsever (1982) tarafından, birimin temiz yüzeylemelerini kapsayan Ballıkaya deresinin adıyla “*Ballıkaya Formasyonu*” olarak adlandırılmıştır; Tüysüz ve diğ. (2004), Gedik ve diğ. (2005), Özgül (2005), Özgül ve diğ. (2007) aynı adı kullanmışlardır. Tepecik köyünün yakın kuzeyinde ve Şile doğusunda Teke köyü dolaylarında yüzeylemeleri bulunur. İnceleme alanının doğu ve güneydoğu kesiminde Teke, Hacılı ve Göksu köyleri dolaylarında yer yer yüzeyleyen formasyon Yazımanayırlı, Osmanköy, Sortullu, Hacılı, Göksu, Çataklı, Übeyli köyleri dolaylarında geniş alanlar kaplar.

#### **II.1.10.4. Tepecik Formasyonu (TRgt)**

**Tanım ve ad.** Ballıkaya Formasyonu'nun üzerinde yer alan, yumrulu kireçtaşı, şeyil, killi kireçtaşı, kireçli kiltaşı ardalanmasından oluşan istif, çeşitli araştırmacılar tarafından, değişik ad ve başlıklar altında incelenmiştir. “*Tepecik Formasyonu*” adı Altınlı ve diğ. (1970) tarafından, istifin temiz yüzeylemelerinden birinin yer aldığı Gebze ilçesine bağlı Tepecik köyünden alınmıştır. Birim Baykal (1943)'ın “*Aralarında marnlar bulunan plaket kalkerleri*”, Abdüsselamoğlu (1977)'nun “*Plaket kalkerleri*” ve Özdemir ve diğ. (1973)'nin “*Yumrulu kireçtaşı*” istiflerinin karşılığıdır. İrtem (1968), Yurtsever (1982), Gedik ve diğ.(2005) istifin yumrulu kireçtaşı düzeyini “*Kazmali Formasyonu*”, Dağer (1978) istifin alt düzeyini “*Übeyli Formasyonu*” üst düzeyini ise “*Tepeköy Formasyonu*” adlarıyla incelemiştir. Tüysüz ve diğ. (2004) halk dilinde Tepecik köyünün adı Tepeköy olarak benimsendiğini gerekçe göstererek Tepeköy Formasyonu adını kullanmıştır. Ancak Özgül (2005) adlamada öncelik kuralını göztererek Altınlı ve diğ. (1970) tarafından verilmiş olan Tepecik Formasyonu adını kullanmıştır.

#### **II.1.10.5. Bakırlıkırın Formasyonu**

**Tanım ve ad.** Kaya ve Lys (1982) tarafından “*Bakırlıkırın Formasyonu*” adıyla kısaca tanıtılmış olan birim, başlıca bitki kıritılı kumtaşı şeyil ardışığından oluşur. Koyu külrengi, ayırmışçı kahverengi-boz, ince-orta katmanlı, koşut ya da çapraz laminalı kumtaşı ile şeyil değişen oranda ardalanma gösterir.

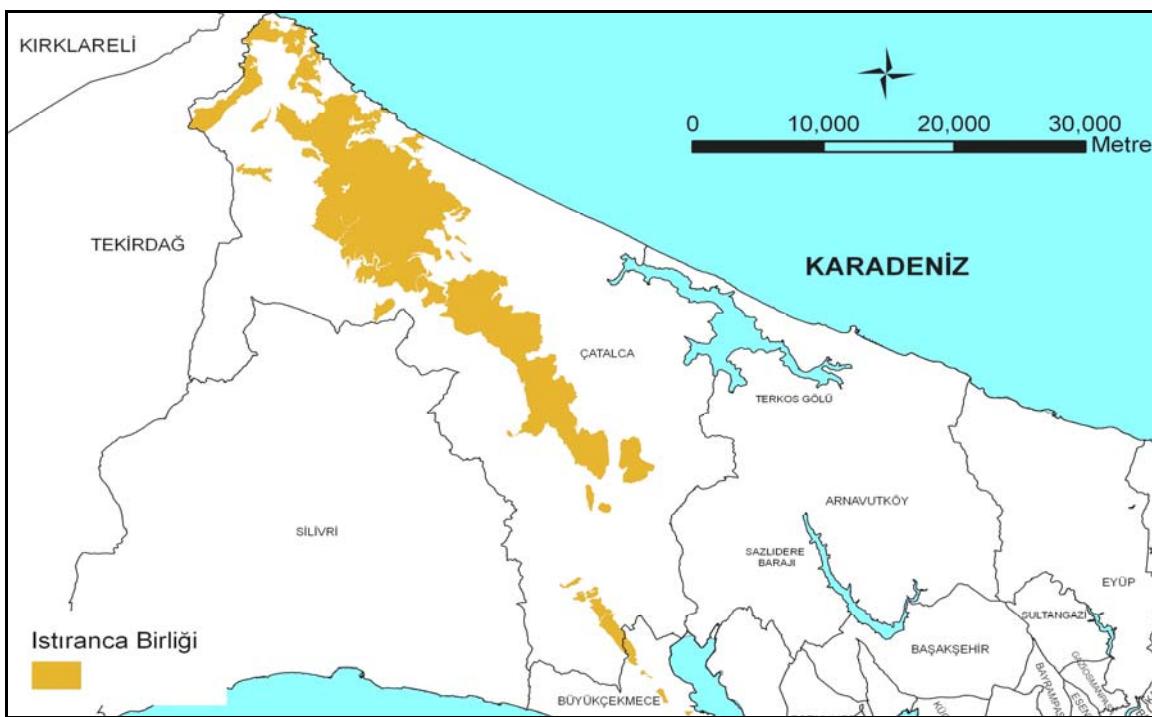
İstanbul'un Avrupa yakasında Gümüşdere köyü dolaylarında ve Anadolu yakasında Tepecik köyü yakınında Pınarlar dolayında yüzeyler.

## **II.2. ISTRANCA BİRLİĞİ**

Trakya yarımadasının kuzey kesiminde Edirne-Kırklareli-Saray-Çorlu-Çatalca hattı ile Karadeniz kıyısı arasında geniş alan kaplayan metamorfit ve metamağmatitler “Istranca Birliği”ni oluşturur. Birliğin bir bölümü Çatalca ilçesinin batı ve kuzey kesimlerinde İstanbul il alanına girer (Şekil 13). Istranca Birliği metamorfitleri “Giriş” bölümünde de belirtildiği gibi, projenin amaç ve kapsamıyla sınırlı olarak, bu çalışmada ayrıntılı incelenmemiştir. Proje amacı için gerekli temel jeolojik veriler, DEZİM çalışma ekibi’nin saha çalışmalarılarının yanında, önemli ölçüde Aydın (1982) ve Çağlayan ve Yurtsever (1998)'den sağlanmıştır.

Istranca Birliği metamorfitleri amfibolit ve yüksek yeşilist metatamorfizması geçirmiş yaşı belirsiz bir temel ve bu temeli uyumsuzlukla üstleyen Triyas-Jurasik yaşılı yeşilist metamorfizması geçirmiş örtü kayalardan olduğu bilinmektedir (Aydın, 1988; Üşümezsoy, 1982; Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Pamir ve Baykal (1947) İğneada dolayında yüzeyleyen metamorfitlerin Orbitolina'lı kireçtaşları tarafından uyumsuzlukla üstlendiğini belirtir. Eldeki verilere göre Demirköy Sokulumu'nun geniş anlamda Üst Kretase (Senomaniyen-Kampaniyen arası) yaşta olduğu anlaşılmaktadır.

Istranca Birliği metamorfitleri İl alanı içinde Orta-Üst Eosen ve daha genç yaşta metamorfik olmayan kaya birimleri tarafın açısal uyumsuzlukla üstlenir. Aşağıda birliğin kaya-stratigrafi birimleri kısaca tanıtılmaktadır.



Şekil 13. İstranca Birliği'nin yüzeyleme haritası.

### II.2.1.Tekedere Formasyonu (Pt)

Tekedere Gurubu, İstranca Birliği'nin Çatalca yöresinde yüzeyleyen en yaşlı birimidir. Çağlayan ve Yurtsever, (1998) tarafından Tekedere Gurubu adıyla tanımlanmış ve haritalanarak yayımlanmış olan bu metamorfitlerin, Okay ve Yurtsever (2006: Stratigrafi Komitesi, 2006 da) tarafından aynı ad altında fakat formasyon aşamasında adlandırılması benimsenmiştir. Tekedere Formasyonu başlıca biyotitli şist, granatlı şist, gözlu gnays, amfibolit, yer yer görülen migmatitleri ve kalkşist merceklerini kapsar. Amfibolit fasiyesinden yeşilşist fasiyesine (biyotit ve granat alt zonu) geçen değişen çeşitli mineral parajenezleri gelişmiştir. İl alanında Binkılıç ve Çatalca dolayındaki metamorfitleri kapsayan Tekedere Formasyonu'nun büyük bölümü Arpat (2009, sözlü bilgi)'a göre Akçansa Çimento hammaddesi olarak da kullanılan kuvarslı mikaşitler silttaşlı, killi silttaşlı, kireçli kiltaşı gibi kıritılı kayalar ve bunlarla arakatkılı olasılıkla asidik veya ortaç türlerden oluşan volkanitlerin başkalaşım sonucu oluşmuşlardır. Metamorfitler mineral bantlaşması ve daha yaygın olarak da ana basınç doğrultularına dik yönde mineral yönlenmeleri sonucunda yapraklanma kazanmışlardır.

Okay ve diğ. (2001) Tekedere Formasyonu için, foliasyona dik yönde hesapladıkları yapısal kalınlığın 5km'yi aştığını belirtirler.

## **II.2.2. Kırklareli Gurubu (Pk)**

Istranca Birliği içinde çok sayıda ve farklı özellikte granitik derinlik kayaları yüzeyler. Stratigrafi Komitesi (2006) Paleozoyik yaştaki granitik derinlik kayalarını Kırklareli Gurubu altında toplamıştır. Çalışma alanında yüzeyleyen *Şeytandere Metagraniti*, *Kızılağaç Metagraniti*, *Sivriler Metagraniti* stratigrafi komitesi (2006) tarafından Kırklareli Gurubu kapsamında düşünülmüştür. Bu gurubu oluşturan granitoidler Triyas yaşıta metasedimanterler tarafından uyumsuzlukla üstlenirler.

### **II.2.2.1. Şeytandere Metagraniti (Pkş)**

Kırklareli ilinin kuzeyinde Şeytan deresi vadisinde yüzeyleyen pembe mikroklin kristalli, biyotitli gnaysik granitler Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından *Şeytandere Metagraniti* adıyla tanımlanmıştır. Çeşitli tonda pembe, boz, yeşilimsi külrengi, porfiroblastlı gnays dokulu metagranitler egemendir. Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından kataklastik zondan alınan örneğin, dinamik metamorfizmaya uğramış iri dokulu albit, plajiyoklas, K-feldispat biyotit ve muskovitli granit özelliği taşıdığı belirtilmiştir. Gümüşpınar'ın kuzeybatısında sınırlı alanlarda yüzeyleler.

Şeytandere Metagraniti Tekedere Formasyonu içine sokulmuştur. Okay ve diğ. (2001) bu granitlerde Pb-Pb ebaporasyon yöntemiyle Geç permiyen'e karşılık gelen  $271\pm2$  my yaş bulmuştur. Kırklareli dolayında yüzeyleyen ve Şeytandere Metagraniti kapsamında düşünülen granitoyitlerden Aydin,1974, Aydin,1982 den) tarafından alınan örneğin biyotit ve mikroklin kristalleri üzerinde, Rb/Sr yöntemi ile Erken Triyas'a karşılık gelen  $244\pm11$  my soğuma yaşı saptanmıştır (Aydin,1982); Okay ve diğ. (2001)'e göre bu yaş bulgusu, kayanın kristalleşme ve metamorfizmasını kapsayan karma bir yaş olarak yorumlanmıştır.

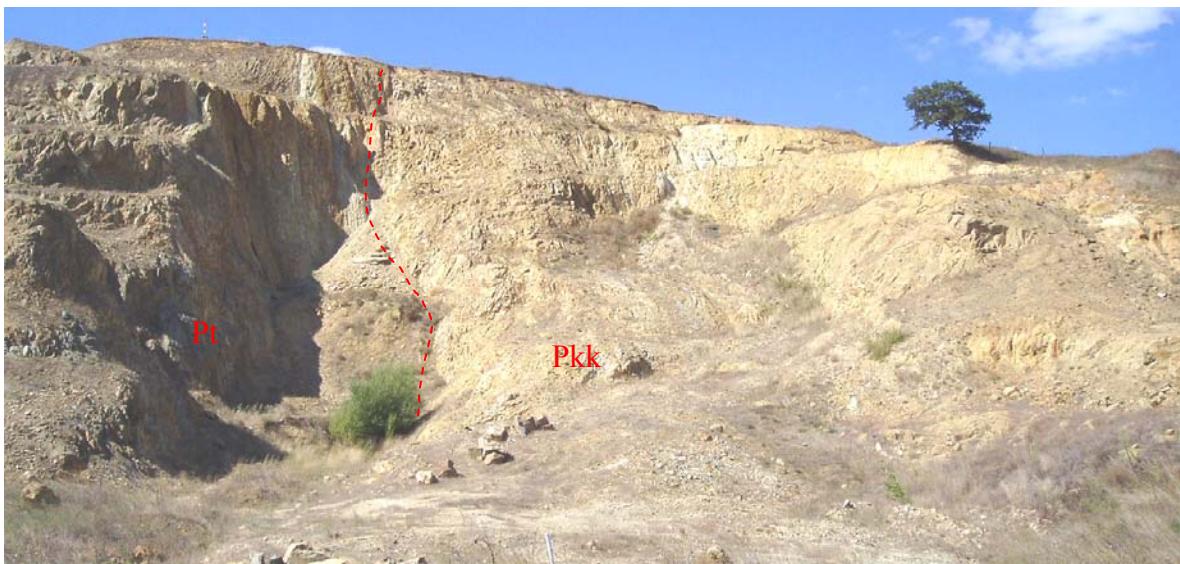
### **II.2.2.2. Kızılağaç Metagraniti (Pkk)**

Çatalca İlçesinin batısı ve kuzeybatısında Çakıl, Elbasan köyleri arasında ve Çiftlik köyünün batı ve güneybatısında, Safaalan-Binkılıç ve Gümüşpınar-İhsaniye köylerinin kuzeyinde, Akalan köyünün kuzeybatısı ve Büyüçekmece Gölü'nün batısında yüzeyleyen metamorfik granitler Kızılağaç Metagraniti adıyla incelenmiştir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).



Şekil 14. Kızılağaç Metaraniti'nden yakın görüntü. Çatalca ilçesinin batısı.

Metagranitler beyaz, açık pembemsi boz renkli, kuvars, biyotit, iri mikroklin kapsar; K-feldispat porfiroblastlı, gnays dokuludur (Şekil 14). Seyrek olarak aplit damarları gelişmiştir. Şekil 15'de görüldüğü gibi Tekedere Formasyonu içine sokulmuştur. Granit yüzeylemelerinin yüzeye yakın kesimleri, yer yer ileri derecede ayrışarak kaba kum boyu taneli gevşek arenaya dönüşmüştür. Büyüçekmece Gölü'nün GB yakasında yer alan Türkoba semtinin kuzeyindeki eski taş ocağında, Tekedere Formasyonu metamorfitlerinin Kızılağaç Metagraniti tarafından kesilmiş olduğu açık olarak görülür; bu yüzeylemede dokanak zonunda kordiyerit mineralleri gelişmiştir (E. Arpat, 2009, sözlü bilgi).



Şekil 15. Tekedere Formasyonu'nun pelitik şistleri(Pt) ve Kızılağaç Metagraniti (Pkk)'nden (sağda sarımsı açık kahverengi) görüntü. Tepekent sitesi giriş; bakış G'den.

### **II.2.2.3. Sivriler Metagranodiyoriti (Pks)**

Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından adlandırılmıştır. Stratigrafi Komitesi (2006) aynı birim için Sivriler Metagraniti adını benimsemiş; başlıca diyorit-granodiyorit türü kayalardan oluşan birim için bu araştırmada da Sivriler Metagranodiyorid adı benimsenmiştir. Yeşil, pembe, boz, kül renklerde, başlıca kuvars diyorit, hornblendli granodiyorit, kuvars diyorit porfir, hornblend porfir, tonalit bileşimli intrüziflerden oluşur; metamorfizma sonucu gnays-gözlü gnaysa dönüşmüştür. Çağlayan ve Yurtseven (1998)'e göre Kocabayır Gurubu kaya birimlerini kestiği için göreceli olarak Jurasik yaşıta olmalıdır. Üşümezsoy (1982)'ye göre Geç Jurasik metamorfizması geçirmiş olmalıdır. Oysa Türkiye Stratigrafi Komitesi (2006) birimin Şermat Kuvarsiti tarafından uyumsuzlukla üstlenildiğini, dolayısıyla Permiyen yaşıta olması gerektiğini belirtmiştir.

### **II.2.3. Kocabayır Gurubu (PTrkc)**

Istranca Masifi'nin Paleozoyik yaşılı kristalen temelini üstleyen metasedimenter örtü kaya birimleri Aydın (1982) tarafından *Fatmakaya Formasyonu*, Üşümezsoy (1982) tarafından *Istranca Grubu*, Çağlayan ve Yurtseven (1998) tarafından *Kocabayır Metakırıntılları* adlarıyla incelenmiştir. Stratigrafi komitesi (2006) tarafından *Kocabayır Gurubu* adı benimsenmiştir.

Külrengi, mavimsi yeşil, boz renklerde metaçaklıtaş. Meta kumtaşları ve şistlerden oluşur. Düşük yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir.

Aydın (1982) ve Çağlayan ve Yurtseven (1998)'e göre Istranca Birliği'nin Paleozoyik yaşılı metamorfitleri (Tekedere Formasyonu vd.) Kocabayır Gurubu tarafından açısal uyumsuzlukla üstlenir. Çağlayan ve Yurtseven (1998)'e göre bu gurubun üst düzeylerine yakın kesimlerindeki kalksist düzeyinde *Geç Jurasik (Domeriyen)* yaşı saptanmış; dolayısıyla gurubun yaşıının *Permiyen-Triyas-Jurasik* aralığına karşılık geldiği belirtilmiştir. Aynı araştırmaya göre gurup Istranca dağlarının batı ve orta kesimlerinde taban kırintılları ile başlar. Stratigrafi komitesi (2006)'ne göre Kocabayır metakırıntılları üste doğru incelerek Mahya Gurubu'na dereceli olarak geçer. Kocabayır Gurubu'nun Tekedere Formasyonu'nu uyumsuz üstlediği ve olasılıkla Alt Triyas yaşı mahya Gurubu ile geçişli olduğu varsayılsa, Üst Permiyen-Alt Triyas yaşıta olma olasılığı yüksektir.

### **II.2.3.1. Şermat Kuvarsiti (PTrkçş)**

Şermat Kuvarsiti kirli beyaz, bej, açık külrengi, beyaz mika ve kít feldispatlı kuvarsitten oluşur; yer yer laminalı metakumtaşı-fillit-kuvarsist ardalanmalıdır (Şekil 16). Üst düzeylerine doğruluvars içeriği azalır feldispat oranı artarak feldispatik kuvarsit ve seri,sit, klorit, kuvarsitlere geçer; formasyonun 25m'ye varan kalınlıkta olduğu belirtilmektedir (Stratigrafi Komitesi, 2006). Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından adlandırılmış olan birim, Çatalca ilçesinin güneybatısında, Gökçeli ve İhsaniye köylerinin kuzeydoğusunda, Binkılıç ve Çiftlik köyleri dolaylarında geniş alan kaplar. Permo-Triyas yaşıta oduğu düşünülen Şermat Kuvarsiti'nin, Kızılağaç Metagranitleri üzerinde açısal uyumsuz olarak yer aldığı, Mahya Şisti tarafından geçişli olarak üstlendiği belirtilmektedir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998). Akartuna (1953 a ve b), söz konusu şistlerle kuvarsitlerin geçişli olduğunu belirtir.

Şermat Kuvarsiti Tekedere Grubu metamorfitleri ve Kızılağaç Metagraniti'ni uyumsuzlukla üstler; Çağlayan ve Yurtsever (1998)'e göre Triyas (Alt?) yaşıta olmalıdır.



Şekil 16. Şermat Kuvarsiti'nden görüntü. Akalan Köyü Karacatepe mevkii kuzeyi.

### **II.2.3.2. Çiftlik Kuvarsisti (PTrkçç)**

Alacalı renkli serisitli kuvarsistlerden oluşur (Şekil 17). Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından tanımlanan bu formasyon Çiftlikköy'ün batısında, Aydınlar köyünün kuzeyinde ve Karacaköy batısında yüzeyler.



Şekil 17. Çiftlik Kuvarsısti'nın alacalı renkli serisitli kuvarsıstlarından görüntü. Çiftlik Köyü'nün batısı. Kırmızımsı mor, mavi, boz renk ardalanmalı düzeyleri kapsar. Birim yeşilşist fasiyesinde başkalaşma uğramıştır. Az belirgin ince-orta yapraklanmalıdır. Şermat ve Rampana kuvarsitleri ile dereceli geçişlidir. Olasılı Triyas yaşta ve en az 200m kalınlıkta olduğu düşünülmektedir (Stratigrafi Komitesi, 2006).

### **II.2.3.3. Rampana Kuvarsısti (PTRker)**

Rampana Kuvarsısti başlıca açıkı yeşil, yesilimsi külrengi, boz, kloritli şistlerden oluşur, yer yer gnays dokuludur; Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından adlandırılmıştır. Birim kalınlığı Stratigrafi Komitesi (2006)'ne göre en az 100m'dir.

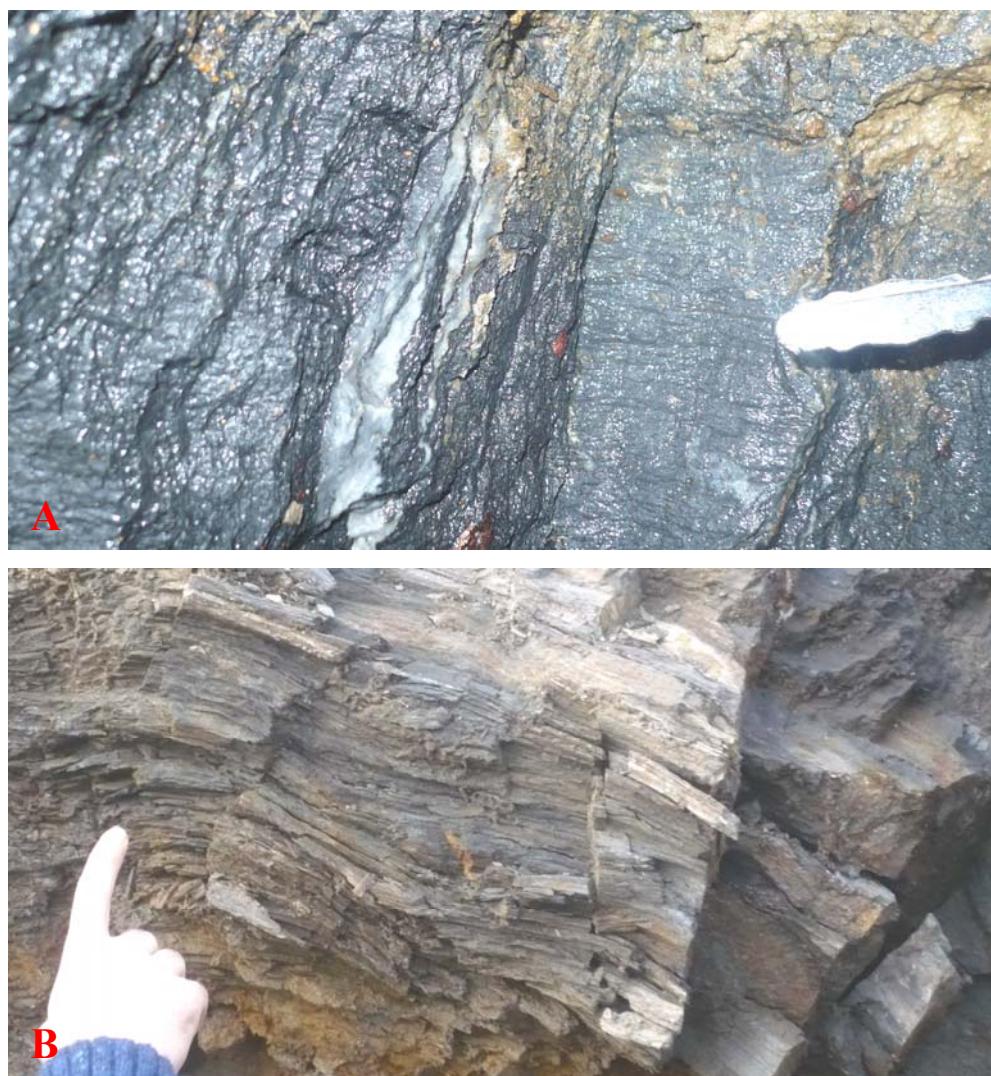


Şekil 18. Rampana Kuvarsısti'nden yakın görüntü. (Gümüşpinar Köyü-Karamandere Köyü arasındaki vadi.)

#### **II.2.3.4. Mahya Şisti (PTrkcm)**

Mavimsi, siyahımsı, yeşilimsi külrengi fillat, kloritli granatlı şist, grafitli şist ve kalkşistlerden luşur (Şekil 19). İnce kireçtaşları arakatkılıdır. Birim adı Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından Istranca Dağları'nın en yüksek tepesi olan Mahya Dağı'ndan alınmıştır. Stratigrafi komitesi (2006) tarafından birim adı değiştirilmeden Mahya Gurubu olarak Gurup aşamasına yükseltilmiştir. Ancak, Kocabayır Gurubu'nun diğer formasyonlarıyla yanal geçişli olan bu birim bu incelemede aynı kapsamda olmak üzere formasyon aşamasında incelenmiştir.

Çağlayan ve Yurtsever (1998)' tarafından Mahya Şisti kapsamında tanımlanmış olan *Yenice Granatlışist Üyesi; Taştepe Kalkşist Üyesi, Balaban Grafitli Kayrak Üyesi ve Manastır Çört Üyesi* buy incelemede 1/5000 ölçekli jeolojik harita çalışmaları bazında haritalanmıştır.



Şekil 19. Mahya Şisti Balaban Üyesi'nin kuvars-mikaşist (A) ve kalkşist (B) düzeylerinden görüntüler. Çatalca-Çakıl köyü yolunun sevi.

### **II.2.3.5. Kestanelik Metaçakıltaşı (PTrkck)**

Sarı, boz metaçakıltaşı ve metakumtaşları egemen kayatürünü oluşturur (Şekil 20 A); metakarbonat ve çok seyrek meta lav arakatkılıdır. Çakıllar yarı küresel, yarı yuvarlanmış, zayıf boyanmış, genellikle mağmatit ve metamorfit kökenlidir.



Şekil 20. Kestanelik Formasyon'ndan görüntüler. (A), yuvarlanmış çakılı meteçakıltaşı; (B), başkalaşım dolayısıyla ilksel özelliğini yitirmiş mercan görünenmiş olasılıkla fosil izi. Kestanelik Köyü'nün doğusu.

Tane boyu üst düzeylere doğru küçülür Kestanelik köyunün batı ve kuzeyindeki yamaçlarda, Kestanelik deresinin köy çıkışındaki köprüünün hemen doğusunda dere tabanında ve köyunun doğusundaki vadi kenarında, askeri mazgalın olduğu tepede temiz yüzeylenmeleri bulunur. Askeri mazgal yanındaki tepede birim içinde mercana benzettiği (Şekil 20 B) belirtilen deform olmuş bir fosil bulunduğu belirtilmiştir (Y. Çelik, sözlü görüşme, 2007).

### **II.2.3.6. Serves Metagrovağı (PTRkcs)**

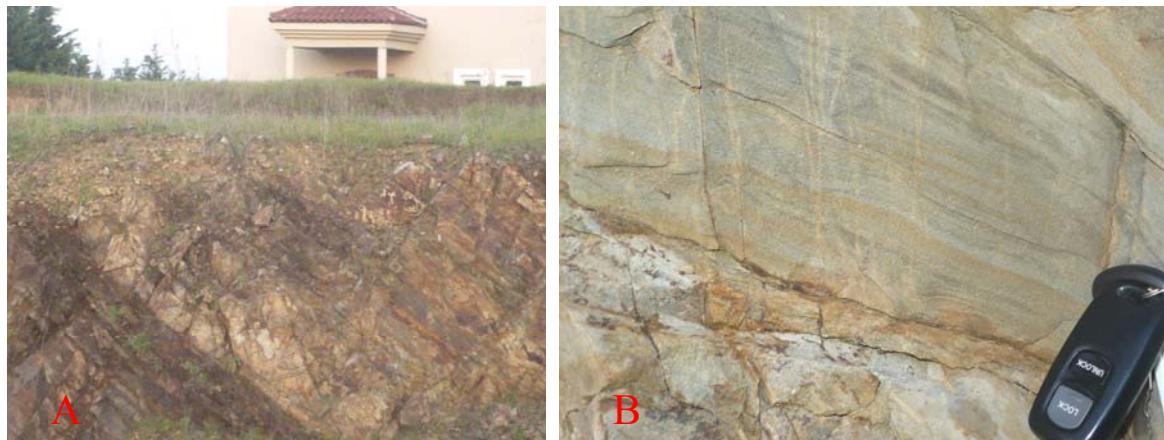
Boz, bej, kahve ve açık yeşil, boz renkli, bazik volkanit arakatkılı metagrovak, metakumtaşları metatüflər, kuvarsşist ve serisitistler (Şekil 22) Çağlayan ve Yurtsever (1998) tarafından *Serves Metagrovağı* adıyla incelenmiştir. Karadeniz kıyı bölgesinde İğneada ile Serves Koyu arasında yüzeyleyen formasyonun il alanında Kestanelik dolayında küçük bir yüzeylemesi yeralır. Mahya Formasyonu ile geçişli olup türbiditik karakter taşıdığı düşünülmektedir (Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

## **II.2.4. Demirköy Sokulumu**

Kırklareli ilinin Demirköy-Çağlayan arasında Bulgaristan sınır dolaylarında yüzeyleyen mağmatitler Aydin (1974) tarafından Kırklareli ili merkez ilçesine bağlı Demirköy kasabasının adıyla incelenmiştir. Formasyon, egemen kayatürünü oluşturan holokristalın dokulu, hornblend, plajiyoklas ve biyotitli granodioritlerin yanında granit, siyenit,

monzonit, diyorit vb. derinliktaşlarını da kapsar (Aydın, 1974; Üşümezsoy, 1982; Çağlayan ve Yurtsever, 1998).

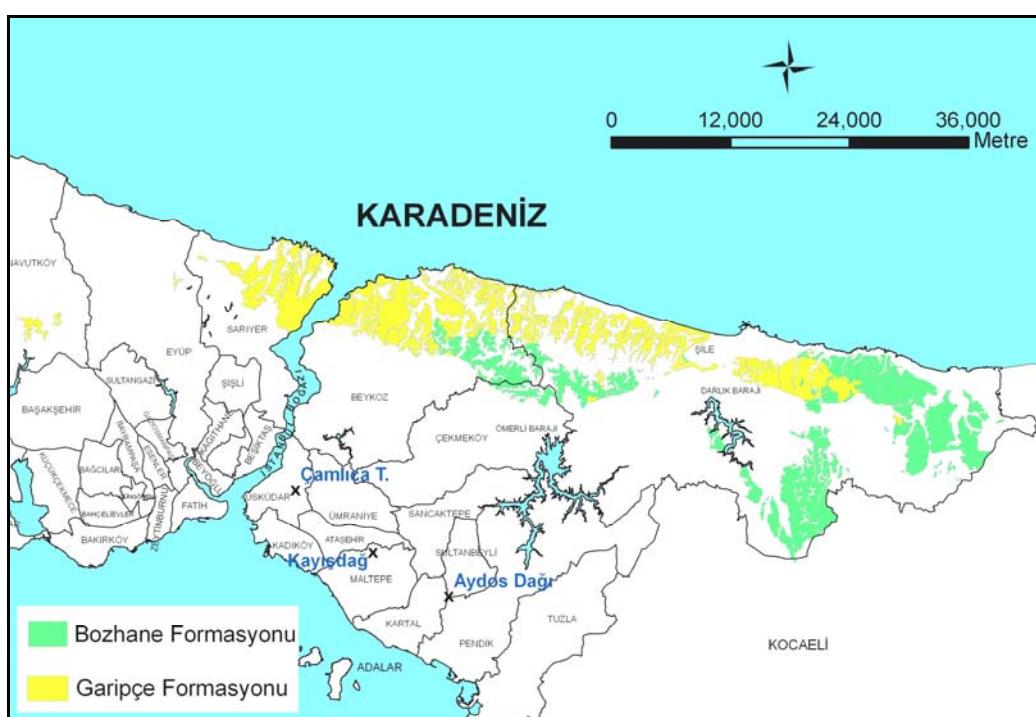
Demirköy mağmatitleri inceleme alanında Şermat Kuvarsıti, Çiftlik ve Rampana formasyonlarını kesmiş ve dokanak zonlarında yer yer kontak metamorfizma ve cevherleşme gelişmiştir. Dolayısıyla sokulum yaşı en azından Triyas'dan genç olmalıdır.



Şekil 21. Serves Metagrovağı'ndan görüntüler. (A) birimin kızılımsı kahverengi bozunma rengi belirgin. (B) metamorfizmaya karşı birimin kumtaşı-şeyil ardalanmalı ilksel türbiditik yapısının korunmuş olduğu görülmüyor.

### II.3. ÜST KRETASE-TERSİYER KAYASTRATİGRAFİ BİRİMLERİ

İstanbul'un her iki yakasında geniş alan kaplayan, Üst Kretase–Senozoyik yaşlı kırıntılı ve volkanik istifler bu başlık altında incelenmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. Sarıyer Gurubu (Garipçe ve Bozhane formasyonları) yüzeyleme haritası.

## **II.3.1. Sarıyer Gurubu (Ks)**

**Tanım ve ad.** İstanbul'un her iki yakasında, Karadeniz kıyı bölgesi ve yakın dolayunda yüzeyleyen Üst Kretase yaşılı kıritılı ve volkanik kayaç topluluğu önceki araştırmalarda *Sarıyer Formasyonu* (Pehlivan, 1990), *Kilyos Volkanitli Flişleri*, *Sarıyer Gurubu* (Yurtsever, 1996, Özgül ve dig., 2007), *Yemişliçay Gurubu* (Gedik ve dig., 2005), *Kavaklar Gurubu* (Keskin ve dig., 2003) gibi değişik adlar altında incelenmiştir. Söz konusu kıritılı ve volkanitlerden oluşan alan üzerinde kurulu bulunan Sarıyer ilçesi adının, Gurup adı olarak korunması, bu incelemede de benimsenmiştir. Sarıyer Gurubu, kıritılıların egemen olduğu alt düzeyi ***Bozhane Formasyonu***, volkanitlerin egemen olduğu üst düzeyi ise ***Garipçe Formasyonu*** olmak üzere iki formasyondan oluşur (Şek. 22).

### **II.3.1.1. Bozhane Formasyonu (Ksb)**

**Tanım ve ad.** Sarıyer Gurubu'nun başlıca kum, mil, kil boyu kıritılı kayaların değişen oranda ardalanmasından oluşan alt düzeyi Keskin ve dig. (2003) tarafından "Bozhane Formasyonu" adıyla incelenmiştir. Formasyon adını, yüzeylemelerinin yaygın olduğu Bozhane köyünden alır; önceki araştırmalarda "Normal fliş" ve "Kaba fliş" (Baykal, 1943), "İstanbul Volkanitli Filişi" (Pehlivan, 1990), "Kilyos Volkanitli Flişleri" (Yurtsever, 1996), "İshaklı Formasyonu" (Gedik ve dig., 2005) gibi değişik adlarla incelenen birimlerin bütününyü ya da büyük bölümlerini karşılar.

### **II.3.1.2. Garipçe Formasyonu (Ksg)**

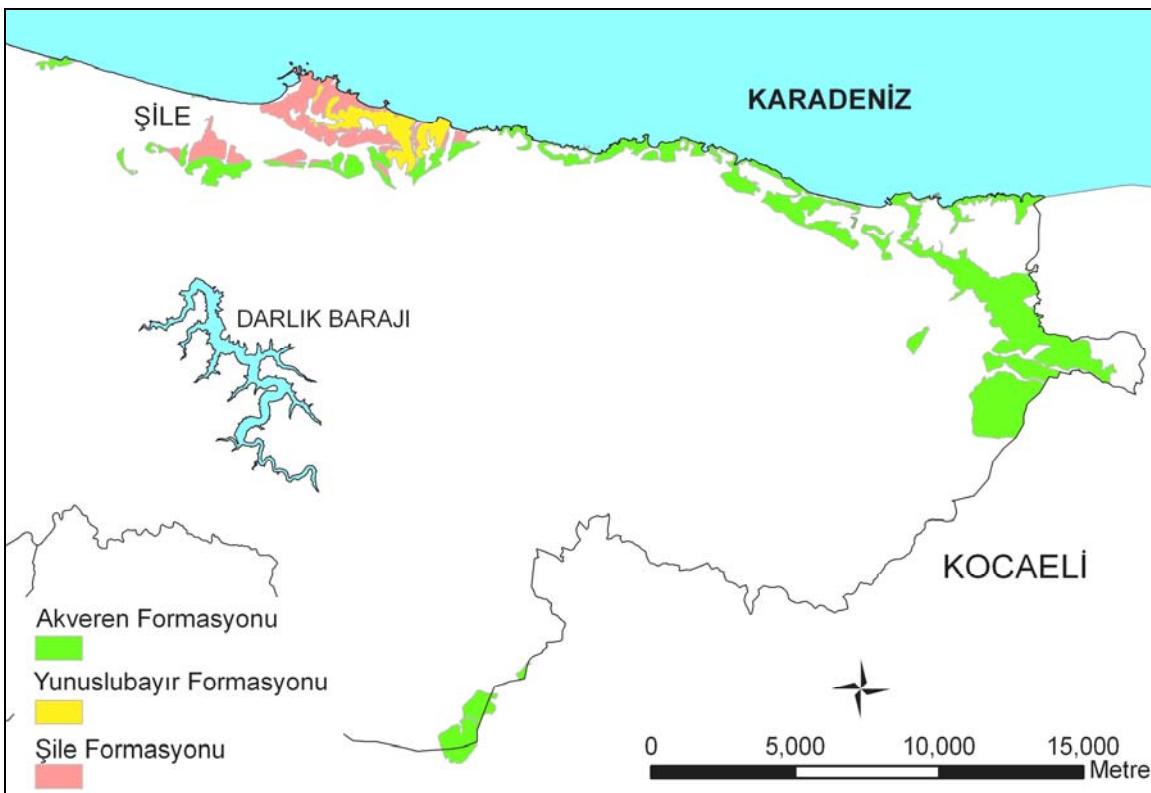
**Tanım ve ad.** Sarıyer Gurubu'nun, büyük bölümyle volkanitlerden oluşan kesimi çeşitli araştırmacılar tarafından "Üst Kretase Püskürmeleri" (Baykal, 1943), "Tuf aglomera, lav" (Akartuna, 1963), "Şile Volkanitleri" (Yurtsever, 1996), "İstanbul Volkaniti" (Pehlivan, 1990), "Riva Formasyonu" (Gedik ve dig., 2005) vb. gibi, değişik adlar altında incelenmiştir. Boğaz'ın Karadeniz'e çıkış bölgesinin her iki yakasında yaygın olan volkano-sedimanter istifin Sarıyer-Riva bölgesindeki yüzeylemelerini ayrıntılı olarak inceleyen Keskin ve dig. (2003) sözkonusu volkanitler için, temiz yüzeylemelerini kapsayan Garipçe köyünden esinlenerek "Garipçe Formasyonu" adını kullanmıştır.



Şekil 23. Garipçe Formasyonu'nun volkanitlerinden görüntü. Rumelikavağı'nın kuzeyi; bakış GD'dan.

### II.3.2. Akveren Formasyonu (KTa)

**Tanım ve ad.** Formasyon büyük bölümyle alglı, bentonik foraminiferli kireçtaşı ve kalkarenitten oluşur; alt düzeylerinde değişen oranda killi kireçtaşı, marn ve kiltası arakatkılıdır, Batı Karadeniz bölgesinde, Gebze-Şile hattı ile doğuda Ayancık ilçesi dolayları arasında geniş alan kaplar (Şekil 24).



Şekil 24. Akveren, Şile ve Yunuslubayır Formasyon'larının yüzeyleme yayılım haritası.

Akveren adı, Keticin ve Gümüş (1962) tarafından istifin Sinop dolayındaki yüzeylemeleri için kullanılmıştır. Formasyonun Kocaeli yarımadasındaki yüzeylemeleri *Ahmediköy Kalkerleri* (Baykal, 1943), *Şemsettin Kireçtaşı* (Altınlı, 1968; Altınlı ve diğ., 1970), *Yunusludere Formasyonu+Ahmetli Kireçtaşı* (Baykal ve Önalan, 1979) ve *Akveren Formasyonu* (Gedik ve diğ., 1981) gibi değişik ad ve başlıklar altında incelenmiştir. Bu araştırmada istif için, adlamada öncelik kuralı gözetilerek, “Akveren Formasyonu” adı kullanılmıştır.

### **II.3.3. Şile Formasyonu (Tş)**

**Tanım ve ad.** Şile ilçe merkezi ve yakın dolayında yüzeyleyen (Şekil 24) çeşitli boyda olistolit, olistostrom ve moloz akıntısı (debris flow) içeren kilitaşı-miltaşı-kumtaşı birimi Baykal ve Önalan (1979) tarafından “*Şile Sedimanter Karışığı (Şile Olistostromu)*” adıyla incelenmiştir. Gedik ve diğ. (2005), istifin hamuru konumunda bulunan kilitaşı-miltaşı-kumtaşı düzeyini “*Atbaşı formasyonu*”, olistostromal düzeylerini ise “*Şile Üyesi*” adıyla Atbaşı formasyonunun üyesi olarak incelemiştir. Özgül (2005) Baykal ve Önalan (1979) tarafından kullanılmış olan “Şile” adını, istifin bütününe kapsayacak şekilde, formasyon adı olarak kullanmış ve formasyonu, istifin kil, mil, kum boyu kırtılı kayalardan oluşan düzeyini “*İmam Tepesi Üyesi*”, moloz akıntısı (debris flow), olistolit ve olistostromal oluşukları içeren düzeylerini ise “*Ağlayankaya Üyesi*” olmak üzere, iki üyeye ayırtlamıştır.

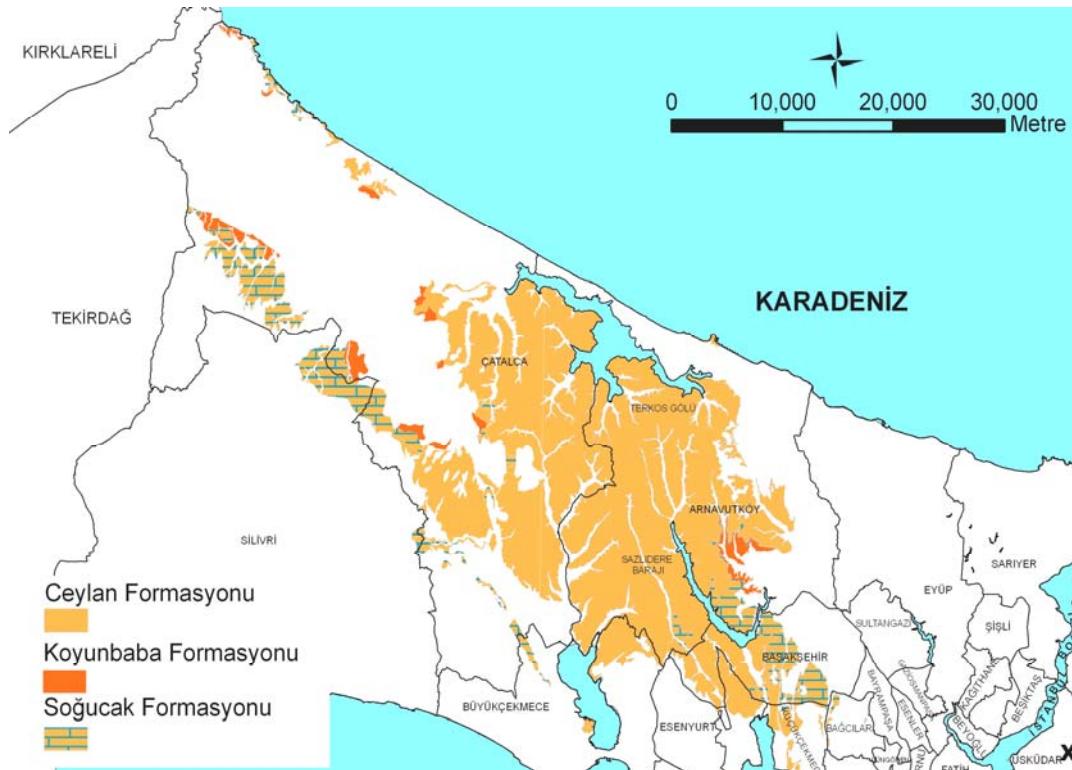
### **II.3.4. Yunuslubayı Formasyonu (Ty)**

**Tanım ve ad.** Yunuslubayı Formasyonu başlıca, sarımsı boz renkli, bol Nummulit’li, kumtaşısı, kumlu-killi kireçtaşı ve çakıltaşından oluşur. Formasyonun inceleme alanındaki yüzeylemeleri, Baykal ve Önalan (1979) tarafından, Şile’nin 5km doğusunda, yüzeylemelerinden birini kapsayan Yunuslubayı sırtının adıyla incelenmiştir.

### **II.3.5. Koyunbaba Formasyonu (Tk)**

**Tanım ve Ad.** Istranca metamorfiteriyle kuzeyden sınırlanan, Kuzey Ergene Havzası olarak da bilinen (Keskin, 1974) Trakya havzasının kuzey kesiminde, Senozoyik denizel çökellerin transgressif taban düzeyini oluşturan kırtılılar (Şekil 25), başlangıçta Krausert ve Malal, (1957: Siyako ve diğ., 1989 den) tarafından “*Koyunbaba Üyesi*” adıyla incelenmiştir. Kemper (1961) haritasında Keşan Formasyonu’nun *Alt Kırtılı (Lower Clastic) Üyesi* adıyla incelediği istifi *Taban Selintisi* (Basement Wash) ve *Tabaklı Taban İstifi* (Bedded Base Sequence) olarak ikiye ayıır. Keskin (1966) istifi, önce *İslambeyli Formasyonu* olarak adlandırmış, daha sonraki yayınında (Keskin, 1974), aynı birim için

“Koyunbaba Formasyonu” adını kullanmıştır. Bölgede çalışan MTA jeologları tarafından (Yurtsever, 1996; Umut ve diğ., 1983 ve 1984; Yıldırım ve Savaşkan, 2003), aynı birim için İslambeyli Formasyonu adı kullanılmıştır. T.S.K (2003) *Koyunbaba Formasyonu*’ adını benimsemiştir.



Şekil 25. Soğucak Kireçtaşı, Ceylan Formasyonu ve Koyunbaba Formasyonu’nun yüzeyleme haritası.



Şekil 26. Koyunbaba Formasyonu’nun kızıl renkli kum ve çakılı düzeyinden görüntü. Şevin üst bölümünde açığa çıkan Soğucak Formasyonu’nun kireçtaşısı-kıllı kireçtaşısı katmanları (mavimsi külrengi ve boz renkli düzey) tarafından uyumlu üstlenmiştir; Yalıköy-Mağaratepe kıyı kesimi.

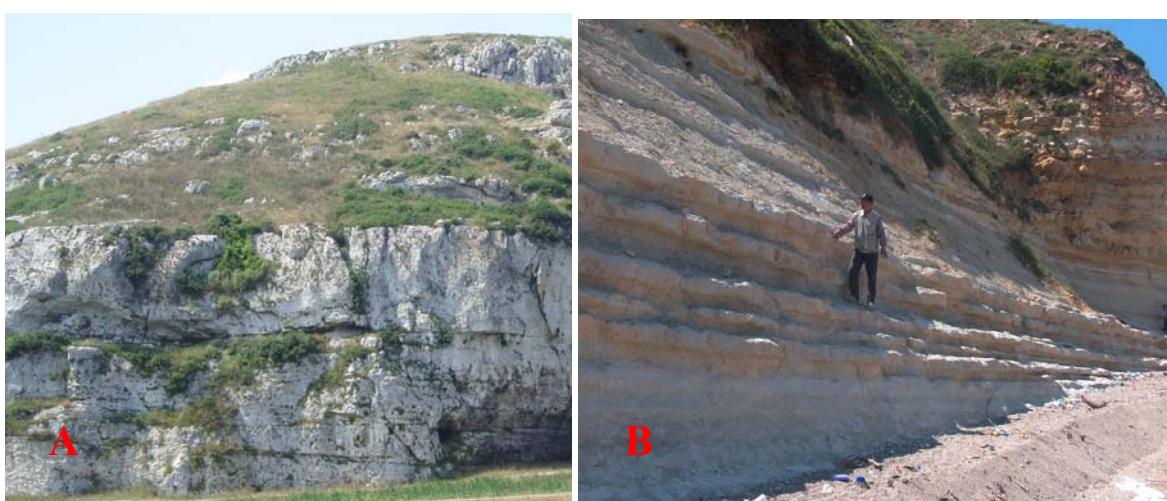
## II.3.6. Soğucak Formasyonu (Tsğ)

**Tanım ve Ad.** Resif ortamının çeşitli fasiyeslerini temsil eden bol makro ve bentonik mikro fosilli kireçtaşları Soğucak Formasyonu'nun egemen kayatürünü oluşturur (Şekil 27).



Şekil 27. Soğucak Formasyonu'nun resif kireçtaşlarından genel görüntü. Çatalca ilçesinin güneybatisındaki sırt.

Soğucak adı, sözkonusu kireçtaşı istifi için, ilk kez Holmes (1961) tarafından Kırklareli Formasyonu'na ait “*Soğucak Üyesi*”, daha sonra formasyon aşamasında “*Soğucak Kalkeri*” (Ünal, 1967), “*Soğucak Kireçtaşı*” Keskin, 1974; Kasar, 1987) ya da “*Soğucak Formasyonu*” (Kasar ve dig., 1983; Sümengen ve dig., 1987; Türkiye Stratigrafi Komitesi, 2003) şeklinde kullanılmıştır.



Şekil 28. Soğucak Formasyonu'nundan görüntüler. (A) kalın katmanlı-som resif kireçtaşı, Altınşehir dolayı; (B) resifler arası, resif kanarlarında çökelmanış killi kireçtaşı-kıltaşı-marn arakatkılı kireçtaşı istifi, Şamlar dolayı.

### **II.3.7. Ceylan Formasyonu (Tc)**

**Tanım ve Ad.** Ceylan Formasyonu başlıca marn, killi kireçtaşı, kireçli kilitası ardalanmasından oluşur; kalkarenit, kumtaşı, kireçtaşı ve seyrek olarak tuf arakatkılıdır. Trakya havzasının il alanı dışında kalan kesiminde, istifin uzanımını kesen petrol ve doğal gaz amaçlı sondajlardan sağlanan yeraltı bilgilerine göre tanımlanan istif için, Holmes (1961) tarafından *Kırklareli Kireçtaşı'nın üst şeyil üyesi*, Ünal (1967) “*Ceylan Şeyli*” (Keskin, 1974 de), Keskin (1974) tarafından “*Ceylan Formasyonu*” adları kullanılmıştır. Birim Doust ve Arıkan (1974) tarafından, Pınarhisar Formasyonu’nun “*İhsaniye Üyesi*”, daha sonraları Yurtsever ve diğ (1991), Yıldırım ve Savaşkan (2003), Gedik ve diğ. (2003) tarafından “*İhsaniye Formasyonu*” adı altında incelenmiştir. T.S.K. (2003) *Ceylan Formasyonu* adını benimsemiştir.

### **II.3.8. Pınarhisar Formasyonu (Tp)**

**Tanım ve Ad.** Pınarhisar Formasyonu başlıca çakıltaşı (kalsirudit) arakatkılı kireçtaşı, kalkarenit ve çakıllı kumtaşından oluşur. “*Konjeriya'lı Kireçtaşı*” adıyla da bilinen istif için Pınarhisar adı, ilk kez Kemper (1961) tarafından, Keşan Formasyonu’na ait üye derecesinde, daha sonraları Keskin (1966) tarafından formasyon derecesinde kullanılmıştır.

### **II.3.9. Danişmen Formasyonu (Td)**

**Tanım ve ad.** Trakya havzasında regressif delta sistemi içinde yer aldığı düşünülen taşkın ovası, göl ve bataklık çökelleri geniş alanlar kaplar. Bu çökeller başlıca, *Yenimuhacir Formasyonu* (Holmes, 1961), *Yenimuhacir Gurubu* kapsamında ya da tek başına *Danişmen Formasyonu* (Boer, 1954, Beer ve Wright, 1960; Ünal, 1967; Kasar ve diğerleri, 1983; Umut ve diğ., 1984, Duman ve diğ., 2004,) *Danişmen Şeyili* (Ünal, 1967) gibi çeşitli adlar altında incelenmiştir. T.S.K.(2003) söz konusu çökelleri *Mezardere*, *Osmancık*, *Çakıl* ve *Danişmen* formasyonları adlarıyla *Yenimuhacir Gurubu* adı altında toplamıştır. Özgül (2005) İstanbul il sınırları içinde Büyüçekmece gölü-Çatalca hattının batısında geniş alan kaplayan (Şekil 30) Oligosen-Erken Miyosen yaşta, biribileriyle girik çökellerin bütünü, adlamada öncelik kuralını da gözterek, *Danişmen Formasyonu* adı altında toplamıştır.



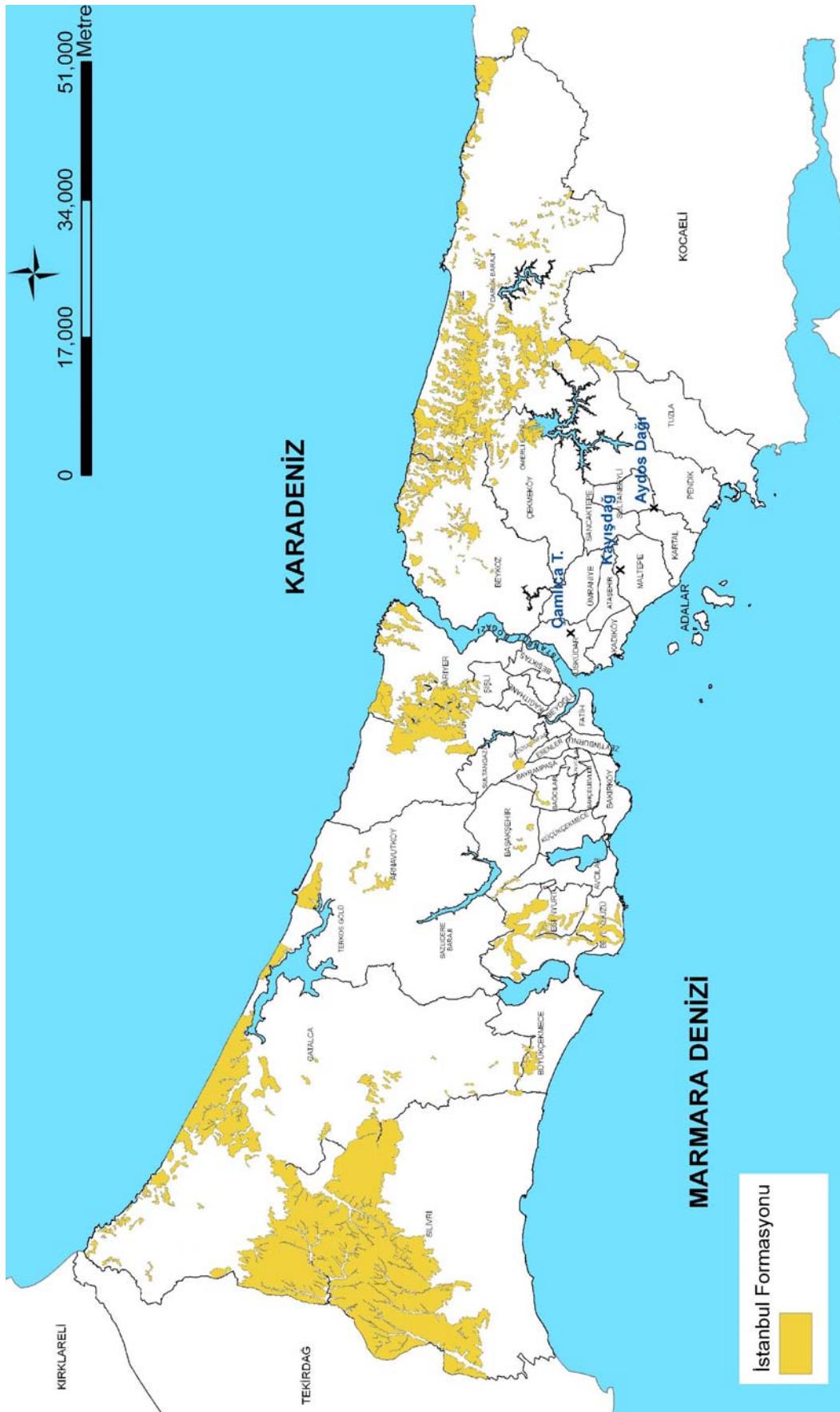
Şekil 29. Danışmen Formasyonu yüzeylemelerinin yayılım haritası.

## **II.4. NEOJEN KAYA-STRATİGRAFİ BİRİMLERİ**

Geç Oligosen-(?)Erken-Miyosen sürecinde Batı Anadolu'nun, kabaca kuzey-güney yönde önemli bir sıkışmaya uğradığı bilinmektedir. Bu sıkışma hareketi, İstanbul il alanı ve dolayını da kapsayan Trakya havzasında, genel bir yükselme ve yer yer önemli boyutlara ulaşan aşınma ve peneplenleşme sürecinin başlamasına neden olmuştur. Peneplenleşme sürecinde mevsimsel seller ve akarsularla taşınmış çakıl, kum mil gibi birikintileri İstanbul'un her iki yakasında geniş alanlar kaplar. Bu bölümde, söz konusu peneplenleşme süreci ve sonrasında Günümüz'e degen İstanbul il alanında oluşmuş çökeller açıklanmıştır.

#### **II.4.1. İstanbul Formasyonu (Ti)**

**Tanım ve ad.** Trakya havzasında Geç Oligosen-(?) Erken Miyosen sıkışma hareketleri sonunda gelişen karalaşma ve peneplenleşme sürecinde biriken çakıl, kum, mil vb. akarsu birikintileri, İstanbul il alanı ve yakın dolayında geniş alanlar kaplar. Sözkonusu birikintilerin İstanbul'un Anadolu ve Avrupa yakalarındaki yüzeylemeleri, günümüze deðin, biribirinden bağımsız olarak düşünülmüş ve farklı adlarla adlandırılmıştır. Bu yüzden İstanbul Boðazı, İstanbul'un 1/25 000 ve daha küçük ölçekli haritalarında, Neojen öncesinde var olan ve İstanbul'un iki yakasını biribirinden ayıran önemli bir yapısal ya da morfolojik unsurmus gibi yaniltıcı bir görünüm kazanmıştır.

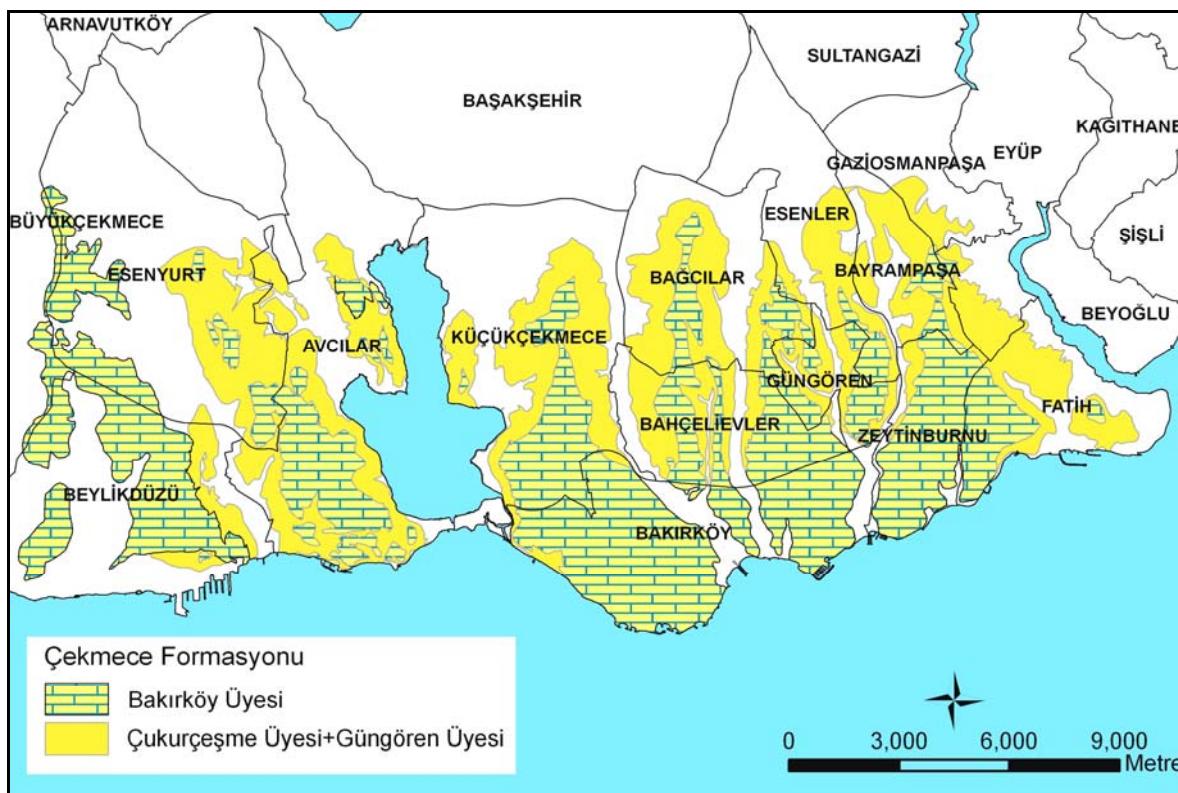


Şekil 30. İstanbul Formasyonu yüzeylemelerinin yayılımını gösteren harita.

Diğer yandan İstanbul'un aynı yakasındaki yüzeylemeler bile, örneğin Avrupa yakasında *Trakya katı* (Hochstetter, 1870; Lebküchner, 1974), *Belgrat çakilları* (Baykal, 1963), *Belgrat formasyonu* (Eroskay, 1978; Önalan, 1982), *Ergene grubu* (Umut ve diğ., 1983), *Ergene formasyonu* (Duman ve diğ., 2004), *Trakya formasyonu* (Umut ve diğ., 1984; Yurtsever, 1996) *Çukurçeşme Formasyonu* (Sayar, 1977), *Kıraç Formasyonu* (Özgül, 2005), Anadolu yakasında, *Kayalitepe ve Meşetepe formasyonları* (Gedik ve diğ., 2005), *Ömerli Formasyonu* (Özgül ve diğ., 2007) gibi, farklı adlar altında incelemiş ve haritalanmıştır. Ayrıntılı sedimentoloji, paleontoloji ve radyometrik yaşı tayinlerini gerektiren bu konu, bu çalışmada, projenin amaçlarıyla sınırlı olarak, yeteri ayrıntıda incelenmemiştir. Bu incelemede söz konusu birikintilere ilişkin formasyon adlamaları yeniden gözden geçirilerek, yanlış yorum ve görünümlelere neden olan isim karmaşasının bir ölçüde giderilmesine çalışılmıştır. Bu çalışmada, İstanbul'un her iki yakasında geniş alanlar kaplayan Erken Neojen'in karasal kum, çakıl, mil, kil birikintileri (Şekil 30) tek bir formasyon adı altında toplanmaya çalışılmış ve ortak formasyon adı olarak *İstanbul Formasyonu* adı kullanılmıştır.

## II.4.2. Çekmece Formasyonu (Tç)

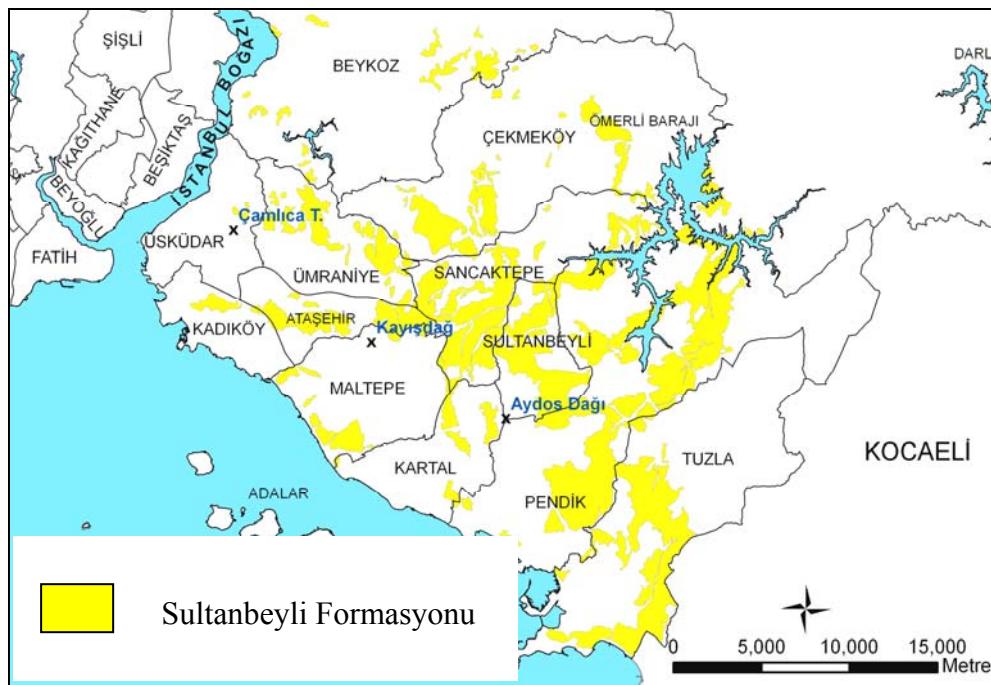
**Tanım ve ad.** Çekmece gölleri dolaylarındaki Neojen çökelleri ilk kez H. N. Pamir ve A. M. Sayar (Ahmet Malik ve Hamit Nafiz, 1933) tarafından “Çekmece Serisi” adıyla incelenmiştir. Arıç (1955), istifi alttan üste doğru, “*Congeria’lı kalker ve greler*”, “*Kemikli kum ve çakillar*”, “*Kil ve Marnlar*” ve “*Mactra’lı kalkerler*” başlıklarını altında tanımlamıştır. Aynı araştıracı sonraları istifi “*Çekmece Gurubu*” kapsamında olmak üzere, “*Çukurçeşme Formasyonu*” “*Güngören Formasyonu*”, “*Bakırköy Kireçtaşı*” olmak üzere üç formasyona ayırtlamış (Sayar, 1976); daha sonra bu birimlerin derecelerini birer kademe düşürerek “*Çekmece Formasyonu*” ve bu formasyona ait *Çukurçeşme*, *Güngören* ve *Bakırköy Kireçtaşı* *üyeleri* olarak adlandırmıştır (Sayar, 1989 a); aynı adlama Özgül (2005) tarafından da kullanılmıştır.



Şekil 31. Çekmece Formasyonu yüzeyleme haritası.

### II.4.3. Sultanbeyli Formasyonu (Ts)

**Tanım ve Ad.** Sultanbeyli, Kurtköy, Orhanlı, Kurnaköy köyleri arasında ve Kılıçlı-Riva (Çayağzı) dolaylarında geniş alanlar kaplayan kum, çakıl birikintileri için Özgül (2005) Ömerli Formasyonu kapsamında “*Sultanbeyli Üyesi*” adını kullanmıştır. Yazar, aynı raporunda Sultanbeyli Üyesi’nin Ömerli Formasyonu’ndan ayrı bir birim olarak, formasyon aşamasında “*Sultanbeyli Formasyonu*” adıyla adlandırılması ve haritalanması gerekebileceğini; ancak araştırmanın o aşamasında, yeterli veriler sağlanmadan, ayrı bir formasyon adlaması yapılamadığını belirtmiştir. İBB-DEZİM tarafından, Anadolu yakasında gerçekleştirilen Mikrobölgeleme Projesi çalışmalarında, il alanının Sultanbeyli dolayını da içine alan güneydoğu kesiminde geniş alan kaplayan Geç Neojen birikintilerinin ortam özellikleri ve taban topografyasının ortaya çıkarılmasını amaçlayan ayrıntılı jeolojik harita alımı, yaş tayinleri ve çok sayıda sondaj yapılmış, bu çalışmalardan sağlanan veriler, istifin formasyon aşamasında tanımlanmasını gerektirmiştir. Sultanbeyli Formasyonu’na ilişkin aşağıdaki açıklamaların bütünü İBB-DEZİM tarafından, Anadolu yakasında yapılan Mikrobölgeleme projesi jeoloji çalışmalarından alınmıştır (Özgül ve diğ., 2009).



Şekil 32. Sultanbeyli Formasyonu'nun yüzeyleme haritası.

#### II.4.4. Alaçalı Kumtaşı (Ta)

**Tanım ve ad.** Anadolu yakasının kuzey kesiminde Şile'nin KB'sında KB'sında yer alan Alaçalı (eski adı Alaçalı) köyü dolayında, küçük bir alanda yüzeyleyen gevşek çimentolu, gözenekli, boz kumtaşları Gedik ve dig. (2005) tarafından **Alaçalı Kumtaşı** adıyla adlandırılmıştır.



Şekil 33. Alaçalı Formasyon'undan görüntü. Açılk kahverengi-boz, ince-orta katmanlı, gözenekli-boşluklu, düşük eğimli kaba kumtaşı. Kabakoz kuzeyi, Köprücek deresinin akış yukarı kesimi.

## **II.4.5. Domuz Deresi Formasyonu (Tdm)**

Çatalca ilçe merkezinin batısında, Istranca metamorfitlerinin oluşturduğu kabaca KB-GD uzanımlı sırtın doğu eteklerinde metrelere boyda bloklar kapsayan gevşek tutturulmuş, kötü boylanmış, kabaca derecelenmiş, siltli, killi kumtaşı-çakıltaşı birimi yüzeylemesinin temiz görüldüğü Domuz deresinin adıyla bu yazının yazarı tarafından adlandırılmıştır<sup>1</sup>. Domuz deresi vadisinin akış aşağı kesiminde vadi girişinde, vadinin her iki yakasında yüzeylemesi bulunur. Yatay katmanlanmalı milli, killi kaba kumtaşı düzeyleri içinde, Çatalca metamorfitlerinden türemiş şist, metagranit ve kuvarsitl blok ve çakıl mercekleri yer alır.

## **II.4.6. Kuşdili Formasyonu (Qkş)**

Marmara Denizi'ne ve Boğaz'a açılan büyük akarsuların akışaşağı kesiminde kalınlığı 20-30m ile 70-80m arasında değişen koyu renkli kil, mil, çamur türü ince gereçten oluşan haliç çökelleri gelişmiştir. Kadıköy semtinde yer alan Kurbağalı dere'nin akışaşağı kesiminde, Kuşdili Çayı olarak bilinen alanda yapılan sondaj verilerini inceleyen Meriç ve diğ. (1991) tarafından birim Kuşdili Formasyonu adıyla tanımlanmıştır. Avrupa yakasında Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri, Haliç, Ayamama deresi, Anadolu yakasında Göksu, Küçüksu, Kurbağalı dere vadi tabanlarında, Dragos'un doğusu, Cevizli'nin güneybatısı ve Tuzla-Abduş gölünün kuzeyindeki düzlüklerde yapılan sondajlarda 20-30m kalınlıkta Kuşdili Formasyonu kesilmiştir.

## **II.4.7. Güncel Birikintiler (Qg)**

### **II.4.7.1. Seki birikintisi (Qs)**

Anadolu yakasında, örneğin, İstanbul Park Oto Yarış Pistinin batısında Ömerli baraj gölüne dökülen akarsu vadisinin yatağından 4-5m yüksekte seki düzлükleri izlenir. Bu sekiler yarı sıkılaşmış, boyanmamış kum, çakıl, mil, kil karışımı ince altıviyal gereç kapsar (Şekil 34). Bu tür sekiler yerel sera ve tarla tarımı için verimli alanlar oluşturur.

---

<sup>1</sup> Bkz. İ.B.B. Metropoliten Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi (İMP) Doğal Yapı Yerbilimleri Araştırma Grubu Büyükçekmece Havzası Araştırma Raporu



Şekil 34. Büyük Dere (Göçbeyli köyü) yatağı boyunca yer yer korunmuş olan seki birikintilerinden görüntü.

Göçbeyli deresi boyunca gelişmiş 5-6m kalınlıkta geniş seki düzlüklerinde yoğun seracılık yapılmaktadır. Mevsimsel akışlı ve çok düşük debili olan bu tür akarsuların günümüzde bu denli seki malzemesini biriktirecek kapasitede değildirler. Olasılıkla, Marmara Denizi havzasının çökmesi ve alçamasına bağlı olarak, bu tür sekileri oluşturmuş olan Karadeniz'e akışlı güçlü akarsuların, güneye akış kazanan akarsular tarafından kapılmasına bağlı olarak, debilerinin düşmüş olabileceği düşünülmektedir.

#### **II.4.7.2. Alüvyon (Qal)**

İstanbul il alanında Karadeniz, Marmara ve Boğaz'a dökülen akarsu vadilerinin tabanında genellikle dar şeritler halinde kum, mil ve boyu çoğunlukla 10cm'yi geçmeyen çakılı gereçten oluşan alüvyon birikintileri gelişmiştir. Alüvyon birikintileri genellikle yuvarlanmış-yarı yuvarlanmış, zayıf-orta boylanmış, çoğunlukla kuvarsit, kumtaşısı, kireçtaşısı ve volkanit türü gereçten oluşur. Karadeniz'e dökülen görelî olarak yüksek eğimli ve dikçe yamaçlı akarsu vadileri boyunca hızlı aşınma ve taşınma nedeniyle çakılı ve bloklu gereç egemendir. Boğaz'a ve Marmara Denizine açılan akarsu vadilerinin akışaşağı kesimlerinde, buzul sonrası deniz düzeyinin yükselmesine bağlı olarak, boğulma ve dolaysıyla düşük enerjili akış nedeniyle, vadi içlerine doğru ilerleyen kum-mil boyu ince gereçli alüvyon birikintileri gelişmiştir. Göksu deresi, Küçüksu deresi, Bekar deresi ve Marmara Denizine açılan Kurbagalıdere, Çamaşırlık deresi, Küçükyalı deresi, Büyükyalı (Narlı) deresi, Tavşan

deresi, Kemikli dere ve Umur deresi vadilerinin tabanında, OYO INC tarafından yapılan sondajlarda Kuşdili Formasyonu'nu oluşturan haliç çökellerinin üstünde 5-6 metreden 20 metrelere kadar değişen kalınlıkta alüvyon kesilmiştir. Örneğin Göksu çayının boğaza açıldığı alanda vadi tabanında yapılan sondajlarda, 40m'yi aşan kalınlıkta Kuşdili Formasyonu'nun haliç çökellerinin üstünde 21m kalınlıkta alüvyon saptanmıştır. Yine Kurbağalıdere'nin Marmara Denizine açıldığı alanda vadi tabanında 35m kalınlıktaki Kuşdili Formasyonu'nun çökellerinin üstünde 7,5m kalınlıkta kum çakıl gereçli alüvyon saptamıştır. Çimen (2000), Ayamama deresi düzüğünde, Kuşdili Formasyonu'nu oluşturan haliç çökellerinin üstünde 6,5 m kalınlıkta alüvyon birikintisinin yer aldığı belirtir.

Alüvyonların bazlarında, özellikle Marmara'ya açılan dere tabanlarında özellikle sondajlarda rastlanan iri kuvarsit çakıl ve blokları yakın yöredeki Sultanbeyli (Altintepe ve Tuğlacıbaşı üyeleri) Formasyonu'ndan ikincil olarak taşınmışlardır. Bazı hallerde bu tür birikintilerin Alüvyon ya da Sultanbeyli Formasyonu'nun ilksel uzantısı olup olmadıkları kuşkuludur.

#### **II.4.7.3. Plaj birikintisi (Qpl)**

Marmara Denizine açılan bazı akarsuların ağızında küçük plaj birikintileri gelişmiştir. Taban kotları deniz düzeyinin 5-6m altına inebilen bu tür birikintiler genellikle denize uzanan doğal sırtların kenarında yer alan, dolayısıyla kıyı akıntısı ve dalgalarдан korunabilen koylarda gelişmiştir (Moda, Caddebostan plajları gibi). Yıkanmış ve boyanmış, kaba kum ve yuvarlanmış ufak çakıl yoğunluktadır. İnce plaj şeritlerinin bir bölümü yol genişletme çalışmalarıyla ilişkili olarak yapay dolgu altında kalmıştır. Karadeniz kıyısı boyunca genellikle dar şeritler halinde uzanan kaba kum ve çakılı plaj birikintilerinin dışında denize açılan büyük akarsuların ağızında göreli olarak daha geniş plaj birikintileri gelişmiştir.

#### **II.4.7.4. Yalıtaşı (Qyt)**

Avrupa yakasının Karadeniz ve Marmara kıyılarında, yer yer küçük boyutlarda plaj kayası (beach rock) olarak da bilinen yalıtaşı oluşumları izlenir. Kireç çimentolu, sıkı tutturulmuş, gözenekli, kavkı kırıklı, zayıf boyanmış çakıl, kum, silt boyu gereçten oluşur. Karadeniz'in Karaburun beldesi doğusunda kalan kıyı kesiminde güzel gelişmiştir (Şekil 35). Yaklaşık 3m kalınlığa erişebilen yüzeylemelerinde denize doğru çok düşük eğimli katmanlanma gösterir. Marmara Denizinin Silivri ve Gümüşdere kıyılarında da yer yer küçük ölçekli yalıtaşı oluşumları izlenir.



Şekil 35. Yalıtaşı'ndan görüntüler. (A) çok düşük eğimle denize dalan, parçalanmış yalıtaşının genel görünüsü. (B) iyi yuvarlanmış, yassı çakıl ve fosil kırıklı yalıtaşının yakından görüntüsü. Karadeniz kıyısı, Karaburun-Yeniköy arası.

#### **II.4.7.5. Yamaç Molozu (Qy)**

Bölgelinin kuvarsit vb. dayanıklı kayaçların oluşturduğu yüksek yamaç eğimli dağ ve tepelerin eteklerinde yer yer kalın yamaç molozu birikintileri gelişmiştir.

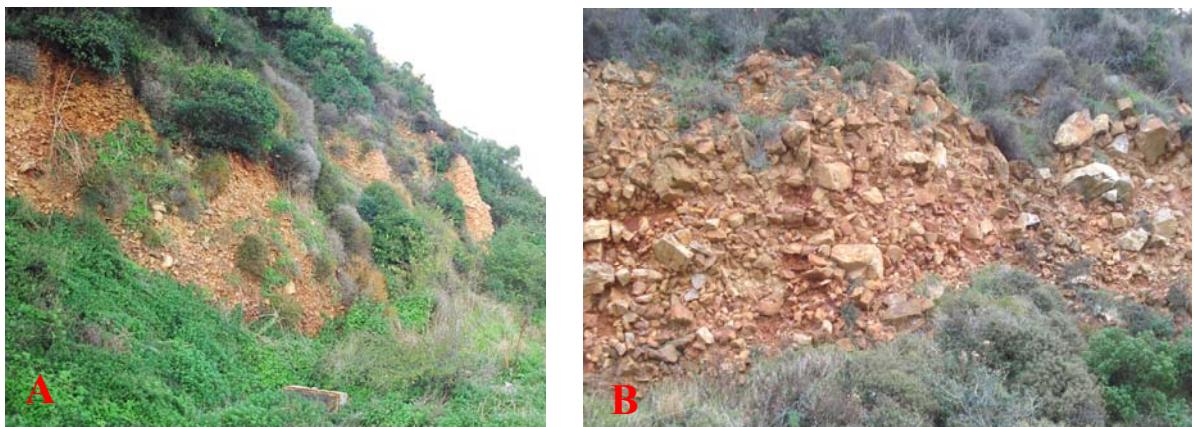
Aydos dağı, Kayış dağı, Büyük ve Küçük Çamlıca tepelerinin yamaç ve eteklerinde yer yer 30–40 metreye varan kalınlıkta bu tür birikintiler yaygındır. Kum, çakıl, kocataş (blok) boyu köşeli-yarı köşeli, kötü boylanmış gereç ve sarımsı kahverengi- kızıl killi milli hamur kapsar (Şekil 36). Yakacık semtinde kimi temel kazlarında açığa çıkan kesitlerde, çakılların yatay sıralanım gösterdikleri ve kızıl renkli kil-kum boyu ince kırıntılarıla kabaca ardalandıkları görülür.

İstanbul'un kuvarsitlerden oluşan yüksek dağ ve tepelerinin yamaç ve eteklerinde gelişen kalın yamaç molozu birikintileri ile, başlangıçta benzer mekanizmayla oluşmuş ancak, daha uzak alanlara sellenme ve yoğunluk akıntılarıyla taşınmış olan Altintepe ve kısmen de Tuğlacıbaşı üyeleri, yüzeylemelerin kıt ya da yetersiz olduğu alanlarda karıştırılabilmekte ve dokanak çizmede zorlanılmaktadır. Altintepe ve Tuğlacıbaşı üyelerinin gereçlerinin yatay dizilik göstermesi, daha sıklaşmış olması, çakıl ve blokların görelî olarak daha yuvarlanmış olması ve taban topografiyasının eğimi ayırtlamada veri olarak kullanılmıştır.



Şekil 36. Aydos dağının eteklerinde geniş alanlar kaplayan yamaç molozlarından görüntü. Aydos kuvarsitlerinden türemiş köşeli ve kötü boylanmış çakıl ve bloklar egemen. Aydos dağının GD etegi.

Kınalıada'nın özellikle doğu ve kuzeye bakan yüksek eğimli yamaçlarında, deniz kıyısında başlayarak 40–50 m yükseltilere deðin ulaşan, eğim aşağı giderek artan kalınlığı 20-30m'yi bulan yamaç moloz birikintileri gelişmiştir (Şekil 37).



Şekil 37. Kınalıada'nın kuzeye bakan tepelerinin eteklerinde kıyı boyunca birikmiş kalın yamaç molozundan uzak(A) ve yakın (B) görüntüler.

#### II.4.7.6. Kumul (Qk)

Kumul birikintileri Karadeniz kıyısı boyunca yer yer geniş alanlar kaplar. Avrupa yakasında Karadeniz'in özellikle Rumelifeneri-Terkos gölü arasında kalan kıyı kesiminde, Gümüşdere-Kilyos, Karaburun-Ormanlı köyleri arasında sarımsı, bo-kızıl renkli, iyi boylanmış kaba kum gereçli kumul birikintileri yer yer geniş alanlar kaplar. Kıyıdan yaklaşık 5 km içlere doğru

ilerleyen ve yüksekliği deniz düzeyinden 40-50 metreye varan tepecikler ya da kıyıya koşut uzanan sırtlar oluşturur. Özellikle Terkos gölü kuzeyindeki kumulların, kumullar için olağan olmayan, kırmızı renkli oluşu, geçmişte oksidasyon koşullarının etkinliği ile açıklanabilir.

Anadolu yakasında Ağva dolayında, Türknil Çayı'nın akışaşağı (mansap) kesiminde, Şile merkezi ile Kumbaba Mahallesi arasında kalan düzükte, Kumbaba Tepesi'nin çevresinde, Riva kasabasının batısındaki sahil kesimlerinde yaygındır. Bu yöredeki kumul birikintileri genellikle açık renkli, kirli beyaz, krem rengi, sarımsı boz, yer yer sütlü kahverengi, boyanmış, yuvarlanmış, tutturulmamış, katmanlanmasız, ince-orta kum boyu %90-95 oranında kuvars gereçten oluşur. Anadolu yakası batı kesimindeki kumullar deniz düzeyinden 25-30 m. yüksekklere kadar yayılabilmektedir. Kumul kalınlığı yerden yere, 1-2m ile 15-20m arasında değişir.

### **III. BÖLÜM**

### **MAĞMATİZMA**

Çeşitli yaş ve türden magmatik etkinliğin yoğun olduğu İstanbul ili ve yakın dolayında, *derinlik*, *yüzey* ve *damar kayaları* yer yer geniş alanlar kaplar. Mağmatitlerin petrolojik özellikleri, bu projenin amaçlarıyla sınırlı olarak ayrıntılı incelenmemiştir. Mağmatitleri kapsayan alanlarda “Yerleşime Uygunluk” çalışmaları için gerekli temel jeolojik veriler, makroskopik saha gözlemleri ve jeolojik haritalama çalışmalarından, petrolojik veriler az sayıda yapılmış mikroskop incelemelerinden sağlanmıştır.

Istranca Birliği içinde yer alan ve tümüne yakını metamorfizma geçirmiş olup metasediment kaya birimleriyle iç içe girmiş bulunan mağmatitler ile İstanbul'un her iki yakasında Karadeniz kıyı bölgesinde geniş alan kaplayan Geç Kretase volkano-sedimanter istif içinde yer alan volkanitlere, Stratigrafi bölümünde sırasıyla İstranca Birliği ve Sarıyer Gurubu kapsamında açıklanmış olduklarından, bu bölümde yer verilmemiştir.

Bu bölümde İstanbul'un Anadolu yakasında Beykoz ilçesinin doğusunda Çavuşbaşı köyü dolayında yüzeyleyen *Çavuşbaşı Granodiyoriti*, Tuzla-Gebze (Kocaeli) ilçelerinin ortak sınır bölgesinde yüzeyleyen *Sancaktepe Graniti*, Pendik kuzeyinde E5 (D100) karayolunun kenarında *Tavşan Tepesi Graniti*, Yakacık'ın batısında ve 2.Zırhlı tuğay sahasında yer yer yüzeyleyen mikrodiyorit vb. damar kayaları kapsayan *Yakacık Magmatik Kompleksi*, kimi sondajlarda kesilmiş olan **gabro**, Büyükkada'da yüzeyleyen *dasitik volkanitler*, Anadolu ve Avrupa yakasında yoğun olarak görülen *andezitik ve diyabazik dayklar* ile ilgili genel açıklamalara yer verilmiştir.

#### **III.1. Sancaktepe Graniti (Ps)**

**Tanım ve ad.** Proje alanının doğusunda Akfirat, Tepeören, Şekerpinar ve Çayırova köyleri arasında yaklaşık  $100 \text{ km}^2$  genişliğinde bir alan kaplayan granitler, Yılmaz (1977) tarafından “*Sancaktepe Graniti*” adıyla incelenmiştir.

#### **III.2. Tavşantepe Graniti (Ptv)**

Pendik ilçe sınırları içinde E5 (D100) karayolu üzerindeki Tavşan tepesi ve çevresindeki granit yüzeylemesi Tavşantepe Graniti adıyla bilinmektedir. Kirli beyaz, açık külrengi, iri kristalli, kuvars, feldspat (ortoklas, plajiyoklas), biyotit ve opak mineral kapsar; eştane boylu ve tam kristallidir. Görünüm ve mineral kapsamı açısından Sancaktepe Graniti ile yakın

benzerlik gösterir. Sancaktepe Graniti’nde olduğu gibi ileri derecede ayışarak arenaya dönüşmüştür. Tavşan tepesindeki yüzeylemesinde Pelitli Kireçtaşı’nı kesmiştir.

Birbirile bağınlı olmayan Sancaktepe ve Tavşantepe granitleri arasında doğrudan ilişki kurulamamıştır. Pelitli Formasyonu’nu kestiğine göre Tavşantepe Graniti’nin de en azından Erken Karbonifer’den genç olması gereklidir. Ancak, intrüzyonun üst yaş sınırı bilinmemektedir. Sancaktepe ile yaşıt olabileceği düşünülmektedir.

### **III.3. Çavuşbaşı Granodiyoriti (Kç)**

Polenezköy’ün güneybatısında Çavuşbaşı Beldesi ile Çekmeköy arasında yüzeyleyen ve yaklaşık  $25\text{ km}^2$  genişliğinde bir alanı kaplayan asidik intrüzifler. Çeşitli araştırmacılar tarafından, örneğin, “Çavuşbaşı granitleri” (Abdüsselelamoğlu, 1963), “Çavuşbaşı Granodiyoriti” (Bürküt, 1966) ve “Çavuşbaşı plütoniti” (Öztunalı ve Satır, 1974) “Çavuşbaşı Çiftliği granodiyorit-kuvardsiyorit plütonu” (Ketin, 1983) gibi değişik adlar altında incelenmiştir.

Başlıca plajiyoklaz, K-feldispat, hornblend, kuvars, biyotit ve ikincil derecede apatit, zirkon, epidot, titanit, ve opak mineral kapsayan istif kuvarslı diyorit ve granodiyorit türünden derinliktaşlığı özelliği taşıır. Sancaktepe Graniti’nde olduğu gibi ileri derecede ayışma gösterir ve yüzeye yakın kesimlerinde genellikle arenaya dönüşmüştür (Şekil 38).

Çavuşbaşı Granodiyoriti Çavuşbaşı dolayındaki yüzeylemelerinde Kurtköy Formasyonu’nun arkozları içine yerleşmiştir; dokanak boyunca belirgin olarak kontak metamorfizma zonu gelişmiştir.

İnceleme alanında, Çavuşbaşı Granodiyoriti’nin Erken Paleozoyik’ten daha genç birimlerle dokanak ilişkisi gözlenmemiştir. Ancak, jeokronolojik yaş belirleme çalışmalarında, K/A yöntemiyle  $87,3 \pm 3$  my (Bürküt, 1966) ve Rb-Sr yöntemiyle  $65 \pm 10$  my ile  $60 \pm 13$  my (Öztunalı ve Satır, 1975) gibi Geç Kretase’yi (Santoniyen-Daniyen) gösteren değerler bulunmuştur.



Şekil 38. Çavuşbaşı Granodioriti'nden görüntüler. Solda, büyük bölümyle ayrılmış ve aranaya dönüşmüş olan granitler; sağda, yer yer korunmuş olan holokristalin doku görülmektedir.

### III.4.Gabro

Proje alanının doğu kesiminde Sancaktepe Graniti'nin yaygın olduğu alanda bazı sondajlarda gabro türü magmatitler kesilmiştir. 540473N-1 nolu sondaj karotundan (19,5m) alınan bir el örneğinin ince kesitinde kayanın %90'dan fazlası yeşil, iri taneli (1-2 mm), yarı özçekilli hornblend kristallerindenoluştugu görülür. Hornblend kristalleri arasında az oranda, kısmen serisitleşmiş, kısmen pumpellit tarafından ornatılmış plajiyoklas kristalleri yer alır. İkincil mineraller olarak epidot, sifen ve turmalin içerir. Belgilemeyi yapan A. Okay (İTÜ)'a göre hornblendlerin özçekilli, yarı özçekilli olarak bulunmaları, kayanın kümülat kökenli olduğunu gösterir.

### III.5. Yakacık Magmatik Kompleksi (KTy)

**Tanım ve Ad.** İstanbul Birliği'nin Paleozoyik kaya birimleri yoğun olarak andezit ve diyabaz doku ve bileşimli dayklarla kesilmiştir. Diğer yandan, İstanbul'un her iki yakasında yapılan sondajlarda kesilen ya da yer yer küçük yüzeylemeler halinde bulunan sıç derinlikli diyorit-granodiyorit bileşimli mağmatitelere rastlanır. Tüm bu volkanitler ve sıç derinlik kayaları "Yakacık Mağmatik Kompleksi" adıyla adlandırılmıştır.

**III.5.1. Diyorit-granodiyorit:** Formasyonun ender yüzeylemelerinden birinin yer aldığı, Kartal-TEM bağlantı yolunun Yakacık-Uğur Mumcu mahalesinin batısından geçen kesiminin hemen batısında 2. Zırhlı Tugay sahasının doğu kesimi (Tavşan tepesinin etegi) tip yer niteliğindedir. Yakacık semtinin Uğur Mumcu Mahallesi çoğunlukla Sultanbeyli Formasyonu, yamaç molozu vb. güncel birikintilerle örtülü olmalarına karşın, az sayıda da olsa bu tür mağmatitlerin yüzeylemelerini kapsar. Bu yörede yapılan sondajlarda ileri derecede ayrılmış olan benzer özellikte mağmatitler kesilmiştir. Mikrogranodiyorit-mikrodiyorit türü damar kayaları genellikle kirli beyaz, kremrengi mikrokristal dokulu,

feldspat, az kuvars ve az mafik kristallidir. Altere plajiyoklas fenokristalleri ve az oranda biyotit, opak mineral ve daha ince boyutlu kuvars ve feldspat kristallerinden oluşan hamur kapsamaktadır.



Şekil 39. Yakacık Mağmatik Kompleksi kapsamında incelenen mikrgranodioritik damar kayası (KTy) ve Pelitli Kireçtaşı (SDp) yan kayası görülüyor. Uğur Mumcu mahallesinde bir temel kazısı.

**III.5.2. Diyabaz:** Gerek sondajlarda ve gerekse temel ve yol kazlarında Paleozoyik yaşılı istifleri kesen sık sık diyabaz damarları izlenir. Koyu yeşil, mavimsi külrengi, intersertal dokulu oluşlarıyla çıplak gözle kolayca izlenebilen bu tür dayklar, andezitik dayklara oranla, daha sağlam ve dayanıklıdır, hafif ayrışma gösterirler. Genellikle ojit (piroksen), plajiyoklas, klorit, opak ve az oranda hornblend içerir; kristal boyu 1-2 mm dolayındadır. Ojitterin çevresinde veya kloritlerin içinde kahvesi yeşil renkte hornblend yer alır; hornblendin ve/veya mağmatik camın alterasyonu sonucu oluşmuş klorit kapsar.

**III.5.3. Andezit:** Proje alanının en yaygın volkanik kayasıdır. Paleozoyik yaşıta kaya birimlerini, özellikle eklem, fay vb. süreksizlikler boyunca, irili ufaklı damarlar şeklinde kesmiştir. Yüzeylemelerinin büyük bölümü ileri derecede ayrılmış, killeşmiş, çoğu durumda ilksel doku ve bileşimleri bütünüyle değişmiştir. Az ayrılmış olanlarında feldspat (plajiyoklas) fenokristalli porfirk doku belirgindir. Ancak, plajiyoklas taneleri albitleşmiş ve kimi hallerde kaolinleşmiştir.

Proje alanında Erken Karbonifer ve daha yaşılı birimleri kesmiş olduğu bilinen Yakacık Mağmatik Kompleksi'nin yaşına ilişkin dolaysız veri elde edilememiştir. Mağmatitler proje alanındaki bazı büyük fay zonlarının içine de yerleşmiş, buna karşılık Geç Miyosen-

Pliyosen yaşıta Sultanbeyli Formasyonu'nu kesmemiştir. Proje alanının hemen kuzeyinde yüzeyleyen Üst Kretase yaşıta olduğu bilinen Çavuşbaşı Graniti, bölgede bu süreçte asidik bir mağmatizmanın etkin olduğunu, dolayısıyla benzer özellikteki mağmatik kompleksin de Geç Kretase-Erken Tersiyer yaşıta olma olasılığının yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

### **III.6. Ozan Tepesi Volkaniti (KTo)**

Büyükada'nın kuzey kesiminde yer alan Ozan tepesinin büyük bölümünü kaplayan dasitik volkanitlere, bu tepeinin adı verilmiştir. Ozan Tepesi Volkaniti kuvvetli hidrotermal alterasyon geçirmiş ve ileri derecede ayrılmıştır. Ayırışma sonucu ilksel doku ve bileşimini önemli ölçüde yitirmiştir, kirli beyaz, sarımsı açık kahve, pas renkli, benekli, gözenekli görünüş kazanmıştır. Alterasyona bağlı olarak volkanitlerin gözenek ve çatlaklarında bakır (malakit) cevherleşmesi izlenir.

320390N-1 nolu sondajdan dokusu az çok korumuş karottan alınan örneği, mikroskop altında dasit olarak tanımlanmıştır (A.Okay, 2009, sözlü görüşme). Örnek, çok ince taneli kuvars, feldspat ve serisitten oluşan bir hamur içinde serisitleşmiş plajiyoklas ve seyrek kuvars fenokristallerini kapsar. Bu fenokristaller dışında, kahverengi ince taneli agregalar halinde yer alan pumpellitler olasılıkla kayada daha önce var olan hornblend fenokristallerini ornatmıştır. 2-3mm büyülükte plajiyoklas fenokristalleri tamamen ince taneli serisit agregaları tarafından ornatılmıştır. Bunlara az oranda 2-3mm büyülükte taze kuvars fenokristalleri eşlik etmiştir. Kayanın hamuru çok ince taneli (tane boyu 0.04mm'den az) kuvars, feldspat ve daha az oranda serisit agregalarından oluşur; ikincil olarak opak mineral içerir.

Tuzla yöresinde yapılan 110453N-2 nolu sondajın 52.metresinden alınan bir karot örneğinde dasitik damar kayası özelliği gösterir. Bu örnekte plajiyoklas, kuvars, kahverengi biyotit ve seyrek kahverengi hornblend fenokristalleri ince taneli bir hamur içinde yer alır. Dasitin hamuru feldspat, kuvars ve opaktan yapılmıştır. Fenokristaller 0.5-3mm arası büyülüktedir, kristalen hamurdaki tane boyu ise 0.02mm'den incedir. Feldspat fenokristallerinde ve hamurda ikincil karbonatlaşma gözlenir, ayrıca örnek ince kalsit damarlarıyla kesilmiştir.

## IV. BÖLÜM

### YAPISAL JEOLOJİ<sup>2</sup>

Marmara bölgesinin İstanbul ve yakın dolayını kapsayan kesimi, Karbonifer-Neojen aralığında etkin olmuş çok sayıda ve değişik nitelikte tektonik devinimlerin derin izlerini taşır. Değişik süreçlerde gelişen ve biribirlerini etkileyen kıvrım, fay vd. yapısal unsurlar bölgeye çok karmaşık yapı kazandırmıştır. Dolayısıyla bölgenin karmaşık yapısal özelliklerinin aydınlatılması ayrıntılı ve sistemli saha çalışmalarını gerektirir. Diğer yandan il alanının özellikle yapısal unsurlarının incelenmesi aşamasında önemli güçlüklerle karşılaşılmaktadır. Büyük bölümü yoğun yerleşim yapılarıyla kaplı olan il alanında, yüzeylemelerin kit, yetersiz ve post-tektonik çökel ve güncel birikintilerle kaplı bulunduğu nedenleriyle sınırlı alanlardaki yüzeylemelerde inceleme yapma durumunda kalınmakta ve yüzeylemeler arasında deneştirme zaman zaman yorumu açık olmaktadır. Bazı büyük faylar, irili ufaklı yaşıt ya da daha genç mağmatik sokulumlar nedeniyle ilksel özelliklerini çoğu durumda yitirmiştir. Bu olumsuzluklar, mikrobölgelendirme projelerinin uygulandığı sınırlı alanlarda, özel amaçlarla yapılan sık ve derin sondajlardan ve son dönemlerde yoğunlaşmış olan, bazıları büyük ve derin temel kazılarından sağlanan yüzeyaltı verilerinin incelenmesiyle giderilmeye çalışılmıştır. Anadolu yakasının güney kesimini kapsayan mikrobölgeleme çalışmaları sırasında genel tektonik sitili aydınlatmaya ışık tutabilecek anahtar alanlar seçilmiş ve yapısal sorunları aydınlatmaya yarayacak sondajlar bu özellikteki yerlerde yoğunlaştırılmıştır. Örneğin, yapısal konumuna ilişkin tartışmaların günümüzde de sürdüğü, Çamlıca tepelerinin yapısal sorunlarının incelenmesine yönelik sık, derin ve eğik sondajlar yapılmıştır. Maltepe-Beykoz Fayı ve Yakacık Fayı gibi bölgenin büyük faylarının niteliğinin aydınlatılması amacıyla yönelik sondajlar, fay hattı boyunca uygun alanlar seçilerek yapılmıştır.

Kıvrım, fay ve eklem gibi yapısal unsurların ayrıntılı analizi, bu çalışmanın amacı ve kapsamı dışında tutulduğundan yapılamamıştır. Bu bölümde, inceleme sırasında dikkati çeken yapısal unsurların, kronolojik bir sıralama gözetilmeksızın, ana çizgileriyle belirtilmesiyle yetinilmiştir.

---

<sup>2</sup> Bu bölümde yer alan, Anadolu yakasının fay, kıvrım vb yapısal unsurlarına ilişkin bilgiler “Anadolu Yakası Güneyi Mikrobölgelendirme Projesi” raporundan (Özgül ve diğ.2009) alınmıştır.

## **IV.1. Faylar**

İl alanında, özellikle Anadolu yakasında, bazıları yüzlerce metre uzanım gösteren, büyük atımlı fayların varlığı çok öncelerden bilinmekte ve tartışılmaktadır. Ancak bu tür fayların niteliği ve sürekliliği, günümüze degen yeteri ayrıntıda incelenmemiştir. Bu çalışmada, bazıları il alanını boydan boyan kateden büyük atımlı faylar izlenmiş ve haritalanmıştır. Şile ilçesinin güneyinde orman ve sık bitki örtüsüyle kaplı olan alanda devrik kıvrımlanmalara eşlik etmiş düşük açılı bindirme ve şariyajlı yapılar olabildiğince haritalanmaya çalışılmıştır.

### **IV.1.1. Çamlıca Bindirmesi**

Boğaz'ın Anadolu yakasında, büyük bölümü Aydos kuvarsitlerinden oluşan Küçük Çamlıca (228 m) ve Büyük Çamlıca (263 m) tepelerini kapsayan yüksek alanın yapısal konumu önceki araştırmalarda farklı yorumlara ve tartışmalara konu olmuştur. Paeckelmann (1938) Pendik kuzeyindeki kuvarsitleri, Üst Silüriyen yaşta birimlerle ara katkılı olduğu savıyla, Silüriyen yaşta kabul etmiş, dolayısıyla Devoniyen yaşındaki kaya birimleriyle ilişkisini düşey faylanmalarla açıklamaya çalışmıştır. McCallieen and Kettin (1947) Çamlıca tepelerinin bütünüyle bir klip özelliği taşıdığını savunmuştur. Altınlı (1954), Çamlıca tepelerinin yapısal konumunu McCallieen and Kettin (1947)'in savunduğu gibi şariyajlanmayla kazanmadığını, Çamlıca tepelerin karmaşık yapısından mozayik faylanmaların sorumlu olduğunu savunmuştur.

Çamlıca tepelerinin tartışmalı bulunan yapısal konumunun çözümüne katkıda bulunmak amacıyla, mikrobölgelendirme projesi kapsamında bu yörede yapısal amaçlı sondaj çalışmaları yapılmıştır. Yüksek bölümleri Ordovisiyen yaşta Aydos Formasyonu'nun kuvarsitlerinden oluşan ve yamaçlarında Silüriyen-Karbonifer aralığının farklı kaya birimleriyle kuşatılmış bulunan Çamlıca tepelerinin üzerinde ve çevresinde değişik derinlikte sondajlar gerçekleştirilmiştir. Sondaj verilerinden, Çamlıca tepelerini oluşturan Aydos ve Kurtköy formasyonlarını kapsayan kütlenin bir klip (kondu) özelliği taşımadığı,  $35^{\circ}$  Doğuya eğimli ters faylanma ile Devoniyen yaşta kaya birimlerine bindirdiği sonucu çıkarılmıştır. Çamlıca tepeler, doğu yamacı boyunca yüksek eğimli olasılıkla doğrultu atım bileşenli Ümraniye Fayı ile sınırlanmıştır. Çamlıca tepelerinin yapısal konumu jeoloji haritasındaki AA jeoloji kesitinde gösterilmiştir.

#### **IV.1.2. Hünkar Tepesi Bindirmesi**

Sarıyer ilçesinin batısında Büyükdere'nin kuzeyinde Hünkar tepesi ve Kocataş tepesini kapsayan D-B uzanımlı sırtın büyük bölümünü oluşturan Yayalar Formasyonu kuzeye doğru Trakya ve Denizli Köyü formasyonlarına bindirmiştir. Fayın harita örneğinden fay düzleminin düşük açılı olduğu anlaşılmaktadır. Önceki incelemelerin çoğunda, söz konusu sırtta Yayalar Formasyonu'nu, Trakya Formasyonu'nun üzerinde yatay konumlu tektonik kondu (clippe) olarak yer aldığı düşünülmüştür. MTA Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanmış olan 1/50 000 ölçekli jeoloji haritaları serisinden İSTANBUL-F22d paftasında Hünkar ve Kocataş tepelerini kapsayan sırtta, Trakya Formasyonu'nun üstünde, biri Aydos Formasyonu kuvarsitlerinden diğeri Yayalar Formasyonu (Gözdağ Üyesi) kırıntılarından oluşan üst üste yerleşmiş 2 adet tektonik kondunun (clippe) yer aldığı gösterilmiştir. Ancak adı geçen sırtın üstünde yer alan kuvarsitler, Aydos Formasyonu'na ait olmayıp, Yayalar Formasyonu'nun Gözdağ Üyesi ile çökel ilişkili olan Şeyhli Üyesi'ne ait feldspatlı kuvarsitlerdir; diğer bir anlatımla Gözdağ Üyesi ile söz konusu kuvarsitler arasındaki dokanak tektonik değildir. Her iki üyeyi kapsayan Yayalar Formasyonu, kabaca kuzeye doğru itilmeyle Trakya ve Denizli Köyü formasyonlarına bindirmiştir. Ancak bu bindirme ilişkisi sırtın güney yamacında görülmemektedir. Aksine Yayalar Formasyonu ile Trakya Formasyonu kabaca sırtta koşut uzanan yüksek eğimli ya da düşey fayla biribirinden ayrılmaktadır. **Büyükdere Fayı** olarak adlandırılabilen ve yırtmaç faylarla atılmış olan bu fayın, yüksek eğimli ve doğrusal gidişli oluşundan dolayı, yanal atımlı bir fay niteliği taşıdığı düşünülmektedir. Dolaysıyla Kocataş ve Hünkar tepelerini kapsayan sırttaki yapının, önceki araştırmalarda belirtildiği gibi bir klip özelliği taşımadığı, güneyinden yüksek eğimli fayla sınırlanmış G'e eğimli bindirme düzlemi boyunca kuzeye ilerlemiş bir bindirme özelliği taşıdığı anlaşılmaktadır.

#### **IV.1.3. Sarıyer-Şile Fayı**

Sarıyer-Zekeriyaköy bölgesinde varlığı ilk kez Chaput and Hovasse (1930, Baykal 1943'de) tarafından ortaya konmuş olan bu fayın doğu uzanımı, Boğaz'ın Anadolu yakasında Üvezli-Hüseyinli köyleri arasında Okay (1948 a ve b) tarafından “*Övezli-Hüseyinli Şariyajı*”, Şile bölgesinde Parejas et Baykal (1938), Baykal (1943) ve Akartuna (1963) tarafından “*Şile Şariyajı*”, Baykal (1963) tarafından “*Sarıyer-Zekeriya köyü Şariyajı*” yada “*Sarıyer Şariyajı*” adlarıyla incelenmiştir. Önceki araştırmacıların tümü, bu fayın, şariyaj niteliği taşıdığı ve bu hareket sonucu, Paleozoyik ve Triyas yaşılı kaya birimlerinin Geç Kretase-Erken Tersiyer yaşılı kaya birimlerini üstlediği görüşünde birleşmişlerdir. Baykal (1943) *Şile*

*Şariyajı* adı altında incelediği hareketin, İpreziyen-Lütesiyen aralığında gerçekleştiğini ve bu harekete bağlı olarak Paleozoyik yaşılı birimlerin ve “Ahmediköy kireçtaşı” adını verdiği (Ahmetli Kireçtaş Üyesi) Üst Kretase yaşılı kireçtaşı blok ve dilimlerinin, İpresiyen marnları üzerine “şariye” olduğunu ve kireçtaşı bloklarının İpreziyen marnları içine gömüldüğünü savunur. Baykal ve Önalan (1979), İpreziyen marnları içindeki kaotik oluşumun, Baykal (1943)'ın aksine, söz konusu şariyaj hareketine bağlı olarak gelişmediğini, Erken Tersiyer (İpreziyen) yaşta sedimanter kökenli bir olistostromal oluşumla açıklanması gerektiği görüşünü savunur. Varlığı tüm araştırmacılar tarafından kabul edilmiş olsa da, niteliği ve bölgesel anlamı tartışmalı olan bu fay için Özgül (2005) tarafından, henüz yeterince incelenemediği gerekçesiyle, “şariyaj” ya da “Bindirme” gibi nitelik belirten sözcüklerin kullanılmasından kaçınılarak “*Sarıyer-Şile Fayı*” adı yeğlenmiştir.

Sarıyer-Şile Fayı, İstanbul'un Anadolu yakasında Ömerli barajının kuzeyinden başlayarak Avrupa yakasında Gümüşdere köyünün batısına kadar, kabaca KD-GB doğrultusunda doğrusal uzanım gösterir (Ek 2). Bu fay boyunca, Paleozoyik ve Triyas yaşılı kaya birimleri ile Üst Kretase-Paleosen yaşta kaya birimleri (Sarıyer Gurubu, Akveren Formasyonu) karşı karşıya gelmiştir. Fay düzlemi çoğunlukla dik ya da yüksek eğimlidir; dolayısıyla bu yazının yazarına göre Sarıyer-Şile Fayı genel anlamda doğrultu atımlı bir hareketi yansımaktadır. Fay zonu boyunca KB-GD ve KD-GB doğrultulu verev atımlı faylarla K ve G'e bindirmeli düşük açılı fay ve sürüklenimler gelişmiştir. Örneğin Avrupa yakasında Sarıyer-Zekeriyaköy arasında Trakya Formasyonu'nun Sarıyer Formasyonu üzerinde ilerlemesine neden olan düşük açılı bindirme özelliği kazanmıştır. Jeoloji haritasında da görüldüğü gibi Hünkar deresine kuzeyden kavuşan yan derenin yatağında Trakya Formasyonu içinde açılmış bir tektonik pencerede Sarıyer Formasyonu'nun volkano-sedimanter kayaçlarının aşağı çıktıgı bilinmektedir. Fayın her iki tarafında yer alan kaya birimleri, makaslama ve yatay yer değiştirmelere neden olan kuvvetli deformasyona uğramışlardır. Ömerli barajının doğusu ile Şile güneyi arasında özellikle Paleozoyik ve Triyas yaşılı kaya birimlerinin yüzeylediği alanda, Genellikle yoğun bitki örtüsüyle kaplı ormanlık alan içinde kaldığı için ayrıntılı olarak incelenmemiş olmasına karşın, Ek 2'deki jeoloji haritasında görüldüğü gibi, çok sayıda düşük açılı karmaşık bindirmelerin varlığı dikkati çeker. Diğer yandan Ömerli barajının doğusu ile Şile arasında makaslama fayları ve düşük açılı bindirmelerle oldukça karmaşık yapı kazanmış olan Sarıyer-Şile Fayı zonunun egemen KB-GD doğrultulu doğrusal gidişinin bozulduğu ve KKD'ya yöneldiği görülür. Bu yörede yüzeylenen Üst Senonyen, Paleosen ve Alt Eosen (İpreziyen) yaşta Akveren ve Şile formasyonlarını da faylanmadan

etkilenmiştir. Örneğin Ahmetli köyünün hemen G’inde Paleozoyik yaşı birimler Senonyien+Paleosen yaşta Ahmetli Kireçtaşının Üyesi’ne bindirmiştir. Onlarca metre boyutlu olistolit ve olistostromal oluşukları kapsayan Şile Formasyonu’nun, bölgeyi etkisi altına alan kompressif sistemle yakın ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu gözlemler, Şile-Sarıyer Fayı’nın genel anlamda doğrultu atımlı fay niteliği taşıdığını, ancak daha sonraki K-G doğrultulu kuvvetli sıkışma sistemi içinde gelişmiş makaslama ve düşük açılı faylanmalarla deformasyona uğramış olduğunu gösterir. Fayın, söz konusu KB-GD doğrultulu yanal hareketini doğuran sistem ile bu fay zonunu deform eden düşük açılı bindirme ve sürüklemlere neden olan sistemlerin nitelikleri ve aralarındaki ilişki bu araştırmmanın amacıyla sınırlı olarak yeterince incelenmemiştir. Söz konusu hareketlerin nitelikleri, arda ya da farklı fazlarda gelişmiş olma olasılıkları, il sınırlarını da aşabilecek bölgesel incelemeyi gerektirmektedir.

#### **IV.1.4. Maltepe-Beykoz Fayı**

İstanbul’ın Anadolu yakasında Maltepe-Beykoz arasında, Özgül (2005) tarafından “Maltepe-Beykoz Fayı” adıyla incelenmiş olan fay, proje alanında Küçükyalı yanyol tüneli ile Ümraniye kuzeyi ve Elmalı bendinin göl alanı arasında kabaca KB-GD doğrultusunda uzanır. Fayın bazı bölümlerinin konumu ve niteliği değişik araştırcılar tarafından farklı yorumlanmıştır. Kaya (1973) Paleozoyik yaşta farklı kaya birimlerinin yan yana gelmiş olmasını fay yerine stratigrafik aşmalarla açıklamaya çalışmıştır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2005 tarihinde basılan 1/50 000 ölçekli jeoloji haritasında fayın bir bölümü düşey fay olarak çizilmiş, ancak bu fayın Küçükyalı-Maltepe arasında bir ters fayla kesildiği gösterilmiştir. Özgül (2005)’e göre düşey ya da yüksek eğimli ve doğrusal gidişli oluşu nedeniyle bu fay genel anlamda doğrultu atımlı fay özelliği taşır.

Maltepe-Beykoz Fayı KB-GD genel gidişini korumasına karşı jeoloji haritasında görüldüğü gibi, keskin dönüşlü zikzaklar çizer. Ancak keskin dönüş noktaları arasında kalan parçaların doğrusal gidişlerini korumuş olmaları fay eğimlerinin dik ya da dike yakın olduğunu gösterir. Ancak, bu fay ikincil faylarla zikzaklı gidiş kazanmıştır. İkincil faylar da genellikle dik ya da yüksek eğimlidirler; çok seyrek de olsa, ikincil faylardan bazlarının ters fay özelliği gösterdiği görülür.

Sonuç olarak, Maltepe-Beykoz Fayı’nın gerek düz doğrusal gidişli olması, gerekse fay boyunca yapılan sondajlarda, fayın çok yakınında yapılmış olmalarına karşın, fay düzleminin

kesilmemiş olması, bu fayın dik ya da dike yakın eğimli, dolayısıyla doğrultu atımlı olduğunu gösterir. Fayın KB-GD gidişli olması bölgenin genel yapısıyla uyuşmaktadır.

#### **IV.1.5. Yakacık Fayı**

Aydos dağının GB eteğinde Yakacık-Dolayoba arasında Aydos Formasyonu kuvarsitlerini batıdan ve güneyden sınırlayan bu fay “Yakacık Fayı” adıyla incelenmiştir (Özgül, 2005). Proje alanının önemli faylarından biridir. Kuzeyden güneye doğru Yakacık tepesi, Deliklikaya tepesi, Kurfaklı tepesi, Orta tepe ve Gözdağ tepesi gibi deniz düzeyinden 200-380m yükseklikte kuvarsit tepelerini kapsayan yüksek alanın batı eteğinden geçen bu fay, Aydos Formasyonu’nun kuvarsitleri ile Kartal Üyesi’nin bol makrofossilli şeyilleri arasından geçer. Fay zonu genellikle yamaç molozu ile örtülüdür, ya da andezitik volkanitler tarafından deformasyona uğratılmış olduğundan, fayın eğimi ve niteliği konusunda sağlıklı saha verisi edinilememiştir. Ancak, faya çok yakın noktalarda yapılan sondajların, bazlarında 40-50m derinliğe inilmiş olmasına karşın, hiç birinde fay düzlemi kesilememiş, fayın eğimli olduğunu gösterecek veri bulunamamıştır. Fayın harita örneğinin düz doğrusal gidişli oluşu da göz önünde tutulduğunda, bu fayın da dik ya da dike yakın eğimli yanal atımlı fay özelliği taşıdığı anlaşılmaktadır.

#### **IV.1.6. Dragos Fayı**

Kartal ilçe sınırları içinde Dragos Tepesi Çamlıca tepelerine benzer yapısal konumdadır. Kabaca K-G doğrultusunda uzanan bu tepe, Çamlıca tepelerinde olduğu gibi B’dan ve D’dan faylarla sınırlanmıştır. Dragos Tepesi’nin batı yamacında geçen K-G doğrultulu fay “Dragos Fayı” adıyla haritalanmıştır. Bu fay boyunca, Dragos tepesinin yüksek kesimlerini oluşturan Aydos kuvarsitleri ile Trakya Formasyonu’nun kumtaşları karşılaşmıştır. Fay deniz kıyısından başlar Dragos Tepesi’nin batı yamacı boyunca K-G doğrultusunda uzanır, kuzeyde Sultanbeyli Formasyonu’nun altına dalar; büyük olasılıkla daha kuzeyden gelerek Sultanbeyli Formasyonu’nun altına dalan Maltepe-Beykoz Fayı ile birleşir. Yoğun yerleşim yapılarıyla kaplı olan alanda, amaca uygun sondaj yeri saptamak çoğunlukla olanaksız olmuştur.

#### **IV.1.7. Ümraniye Fayı**

Çamlıca tepelerinin doğu yamacı boyunca kuvarsit ve onun altında stratigrafik olarak yer alan arkozların oluşturduğu kütle ile Paleozoyik yaşta daha genç birimleri (Pendik ve Pelitli formasyonları) yan yana getiren fay bu çalışmada “Ümraniye Fayı” adıyla incelenmiştir.

Kabaca K-G doğrultusunda uzanan bu fay olasılıkla verev atımlı yırtmaç faylarla zikzaklı bir gidiş kazanmıştır. Fayın niteliğini ve fay düzleminin eğimini araştırmak amacıyla fay yakınında yapılan sondajlardan edinilen verilere göre, bu fayın düşey ya da düşeye yakın eğimli olduğu sonucu çıkarılmıştır.

#### **IV.1.8. Kartal Fayı**

Kartal ilçe sınırları içinde E5 (D100) karayolu boyunca, yaklaşık 1km uzunluğundaki bölümü yola koşut uzanan fay bu incelemede “Kartal Fayı” olarak adlandırılmıştır. Fayın kuzey kenarında eski Köy İşleri müdürlüğünün (İBB Darülaceze Müdürlüğü Çocuk ve Gençlik Evi) bulunduğu alandaki yan yol şevinde, Yayalar Formasyonu'nun Şeyhli Üyesi'ne ait feldspatlı kuvarsitler yüzeyler. E5 karayolunun güneyinde ise Pelitli Formasyonu'na ait Sedefadası Üyesi'nin üst düzeyleri ve daha doğuda Kartal taşocağında Soğanlık Üyesi'nin yumrulu görünüslü kireçtaşları yüzeyler. Kartal taş ocağından yapılan 510417D-1 nolu sondaj verilerine göre Pelitli Formasyonunun kalınlığı 370m dolayındadır. Yani Şeyhli Üyesi'nin üstünde yaklaşık 370m kalınlıkta Pelitli Formasyonu'nun kireçtaşı istifi yer alır. Bu yörede yalnızca Sedefadası Üyesi'nin kalınlığı 240m dolayındadır. Şeyhli Üyesi ile Sedefadası Üyesi'nin üst düzeylerini ve/veya Soğanlı Üyesini karşı karşıya getiren fayın düşey bileşeninin atımı yaklaşık 200m'den fazla olduğu anlaşılmaktadır. Ancak büyük bölüm benzer fasyeste kireçtaşlarını karşı karşıya getiren bu fayın eğim yönü ve derecesini sondajlar yardımıyla bulmak çok güç ve çok sayıda sondajı gerektirir ki, böyle bir araştırma, bu projenin amacı dışına taşılmış olacağından yapılamamıştır. Ancak, fayın E5 karayolu boyunca sondaj ve bazı yüzeylemeler yardımıyla izlenebilen bölümünün doğrusal gidişi bu fayın da yanal atımlı fay niteliği taşıdığını düşündürmektedir.

#### **IV.1.9. Gölcük Tepesi Fayı**

İstanbul ilinin GD kesiminde Büyük Mal ve Küçük Mal dağları ve Gölcük tepesini kapsayan yüksek alanın batı yamacından ve eteğinden geçen KD-GB doğrultulu fay “Gölcük Tepesi Fayı” adıyla incelenmiştir. Deniz düzeyinden 120-130m yükseklikte olan bu tepelerin büyük bölgeleri Yayalar Formasyonu'na ait Şeyhli Üyesi'nin feldspatlı kuvarsitlerinden oluşur. Büyük ve Küçük Mal dağlarını oluşturan bu kuvarsitler ile daha batıda yüzeyleyen Pendik Formasyonu'nun Kartal Üyesi'ne ait şeyiller arasından geçen bu fay özellikle Gölcük tepesinin batı ve kuzeyinde büyük zikzaklar çizer. Farklı formasyonları karşılaştırılmış olan bu fay yerleşim yapıları ve yamaç birikintileriyle örtülü olduğundan, çoğu yerde yorumsal

olarak çizilmiştir. Fayın, çok yakından geçmesi gerektiği düşünülen bazı yerlerde yapılan sondajlar fayın varlığını ve dik ya da dike yakın eğimli olduğunu göstermiştir.

#### **IV.1.10. Büyükada Fayları**

Büyükkada'nın GB ve KD kesiminde kabaca biribirine koşut uzanan K-G gidişli 2 fay yer almaktadır. Bu çalışmada, Ada'nın GB'sındaki fay **Eskibağ Fayı**, KD'sundaki fay ise **Camitepe Fayı** adıyla haritalanmıştır

##### **IV.1.10.1. Eskibağ Fayı**

Büyükkada'nın GB ucunda yer alan Eskibağ mevkiiinin adı verilen bu fay Aydos Formasyonu'nun kuvarsitleri ile Denizli Köyü Formasyonu'nun değişik düzeyleri arşından geçer. Kaya (1973) ve Önalan (1981) tarafından da belirtilmiş olan bu fay dik ya da dike yakın yüksek eğimlidir. Büyükkada'yı içine alan jeoloji haritasında da görüldüğü gibi verev atımlı faylarla ötelenen bu fay, yamaç molozuyla örtülü olmasına karşın, Ada'nın doğusunda yer alan Dil burnu'na kadar kabaca izlenebilmektedir. Yine olasılıkla Dil burnunda geçen kabaca D-B doğrultulu bir fayla kesilmektedir. Fayın eğiminin çok yüksek oluşu, doğrusal gidişli bu fayın yanal atımlı fay özelliği taşıdığını düşündürmektedir.

##### **IV.1.10.2. Camitepe Fayı.**

Büyükkada'nın KB'sında kıyıya yakın kesiminde Aydos Formasyonu'nun Gülsuyu Üyesi'ne ait feldspatlı kumtaşlarıyla Pelitli Formasyonu'nun arasından geçer. Yüzeyde izlenemiyen bu fayın varlığı, sözkonusu formasyonların yan yana bulunuşunun, normal bir startigrafik ilikiyle açıklanamayacak olmasına anlaşılmaktadır. Diğer yandan fayın geçtiği düşünülen alanda yapılan 142.5m derinlikteki 0340394D-1 nolu sondaj 3m kalınlıkta yamaç molozundan sonra bütünüyle fay zonunda ilerlemiştir. Bu sondajda kesilen kil, mil boyu ince gereç, fay zonunda yer alan Pelitli Formasyonu'na ait kireçtaşının istifinde (Sedefadası Üyesi) fay düzlemi boyunca gelişmiş karstik boşlukları doldurmuş malzeme olarak yorumlanmıştır. Yoğun yerleşim alanı içinden geçen fayın devamı sahada izlenmemiş ve niteliği hakkında yeterli veri toplanamamıştır. Ancak 0340394D-1 nolu sondajın, 142.5 m düşey yönde ilerlemiş olmasına karşın fay zonu içinde kalmış oluşu, bu fayın da Eskibağ Fayı gibi yüksek eğimli ve olasılıkla yanal atımlı olduğunu düşündürmektedir

#### **IV.1.11. Hacılı-Sortullu Fayı**

Şile'nin GD'sunda Sivriburun Tepesi ve Doğanyuvası Tepesi yükselimleri Sortollu-Hacılı köyleri arasında uzanan KB-GD doğrultulu doğrultu atımlı. **Hacılı-Sortullu Fayı** ile kesilmiştir. Bu fay doğrusal gidişli, yani düşey ya da yüksek eğimlidir; çok sayıda KB-GD ve KD-GB doğrultulu eşlenik yırtmaç faylarla parçalanmıştır.

#### **IV.1.12. Karabeyli Fayı**

Bu fay boyunca, Demirciler Formasyonu'nun tabanını oluşturan Hacılı Üyesi, Ballıkaya Formasyonu'nun üzerine, YılGIN tepesi - Geyiklerini tepesi arasında ise Kapaklı Formasyonu'nun Karacatepe volkanitleri Demirciler Formasyonu'nun üzerine itilmiştir. Fay çizgisinin gidişinden, fay düzleminin düşük eğimli olduğu anlaşılmaktadır.

Karabeyli Fayı'nın kuzeyinde gelişmiş, batıda Geyiklerini -YılGIN tepeleri, doğuda Kocatepe dolaylarında D-B eksen gidişli G'e devrik antiklinal yapıları gözlenir.

Denizli-Sevişli ve Karabeyli faylarının Kretase yaşıta kaya birimleri üzerindeki etkisi, yüzeylemelerin örtülü ya da yetersiz oluşu nedeniyle, açılığa kavuşturulmamıştır. Ancak, bölgenin kuzeyinde, bölge ile Karadeniz kıyısı arasında yaygın olan Üst Kretase yaşıta kaya birimleri içinde D-B eksen gidişli kıvrımların gelişmiş olması, sözkonusu kıvrım ve bindirmelerin aynı sistemde, dolayısıyla Geç Kretase'den genç yani Paleosen-Erken Eosen hareketlerine bağlı olarak, gelişmiş olabileceği düşündürmektedir.

#### **IV.1.13. KD-GB ve KB-GD Doğrultulu Faylar**

İstanbul il alanında KD-GB ve KB-GD doğrultulu düşey yada yüksek eğimli faylar yoğunluk gösterir. Riva çayı, Ömerli barajı ve yan kolları, Göçbeyli deresi, Darlık barajı vadisi ve yan kolları, Kağıthane deresi gibi başlıca büyük akarsular KD-GB ve KB-GD eşlenik doğrultulu zikzaklı bir akaçlama örneği verirler. Alibey deresi, Kağıthane deresi, Riva çayı ve yan kolları gibi başlıca büyük akarsular ile Boğaz ve Haliç aynı eşlenik doğrultulu zikzaklı gidişli morfolojiye sahiptirler. Bu morfolojinin, K-G doğrultulu Oligosen sıkışma hareketleri sonucu gelişmiş olan KD-GB ve KB-GD doğrultulu eşlenik fay vb. süreksızlıkların oluşturduğu zayıflık zonların kontrol ettiği akaçlama örneğinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Sultanbeyli Formasyonu'nun taban topografyasını da şekillendiren bu tür fayların oluşturduğu zayıflık zonlarının, Geç Miyosen-Pliyosen'de Marmara bölgesinde etkin olan genişleme tektoniğinin etkisiyle gelişen eğim atımlı normal fayları kontrol ettiği anlaşılmaktadır.

#### **IV.1.14. Genç Neojen Fayları**

Avrupa yakasında Çekmece Formasyonu üzerinde yapılan temel kazılarında eğim atımlı normal faylara sıkça rastlanmaktadır (Şekil 40) . Atım miktarı genellikle 5-10m dolayında olan bu tür faylar, Marmara havzasını şekillendiren Geç Miyosen-Pliyosen tansiyon hareketlerine bağlı olarak gelişmiştirler.



Şekil 40. Neojen çökellerini kesen D-B doğrultulu K ve G'e  $65^{\circ}$  eğimli normal faylardan görüntü. Faylar. Çukurçeşme Üyesi (Tçç)'nın ince kumları ile onun üzerinde yer alan Güngören Üyesi (Tçg)'nin seyrek kireçtaşları arakkatılı kıl katmanlarını kesmiş; Beylikdüzü-Adakent güneyi; Bakış B'ya.

#### **IV.2. Kırımlar**

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, yoğun yerleşim yapılarıyla kaplı olan proje alanında, yüzeylemelerin kit, yetersiz ve post-tektonik çökel ve yüzlek birikintilerle kaplı bulunduğu, düzenli katman ölçümlerinin yapılmasını olanaksızlaşmıştır. Karotlarda katmanların eğim yönleri belirlenemediğinden kıvrımların saptanmasında sondajlardan yararlanılamamıştır. Yüzeylemelerin çoğu zaman ancak yamalar halinde bulunmaları, yüzeylemeler arasında bağlantılarının kurulmasında belirsizliklerin çoğu kez büyük olması, kıvrımlı yapının ortaya çıkarılmasını engellemiştir. Diğer yandan, çeşitli süreçlerde yoğun ve karmaşık olarak faylanmış olan bölgede kıvrımlı yapıların saptanması ve sahada izlenmesi çoğu yerde olanaksızlaşmış; dolayısıyla sınırlı alanlardaki yüzeylemelerde inceleme yapma durumunda kalınmış ve kıvrım eksenlerinin çoğu yorumu açık olmuştur. Boğaz'ın Anadolu yakasında, jeoloji haritasında da izlenebileceği gibi, kuvarsitlerden oluşan Aydos dağı, Gülsuyu-Kayışdağı, Çamlıca tepeleri ve Büyükkada'nın Avcı tepesi-Belen tepesi kabaca K-G doğrultuda uzanım gösteririler. Bu tür yükseltilerin doğu ve batı yamaçlarında genel katman duruşları, kuvarsitlerin K-G eksen gidişli büyük ve yayvan senkinal yapılarında korunmuş

oldukları izlenimi doğmaktadır. Ancak temel kazılarında ve kıyı kenarlarında açığa çıkan temiz yüzeylemelerde, bölgede sıkışık kıvrımların gelişmiş olduğu izlenmektedir (Şekil 41).



Şekil 41. Pendik Formasyonu'nun Kartal Üyesi'ne ait şeyillerde gelişmiş K-G eksen gidişli ve Doğuya bakışimsız kıvrımlar; bakış güneyden. (A) Küçüksu deresi vadisi; (B) E5 (D100) karayolunun Kartal ilçesinden geçen kesiminde, yol genişletme çalışmaları sırasında açığa çıkan kazı şevi.

## V. BÖLÜM

### MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ

İstanbul İl alanı mühendislik jeolojisi açısından birbirlerinden farklı özellikte, farklı ortam ve süreçlerde oluşmuş çok sayıda kaya-stratigrafi birimini kapsar. Kayaçların oluşum koşulları, kayatürü özellikleri, oluşumdan günümüze degen geçirmiş oldukları tektonik hareketler, başkalaşım (metamorfizma), atmosferik ve/veya hidrotermal ayrışma ve bozunma vb. etkenler kayaçların mühendislik niteliklerini önemli ölçüde etkilemiştir.

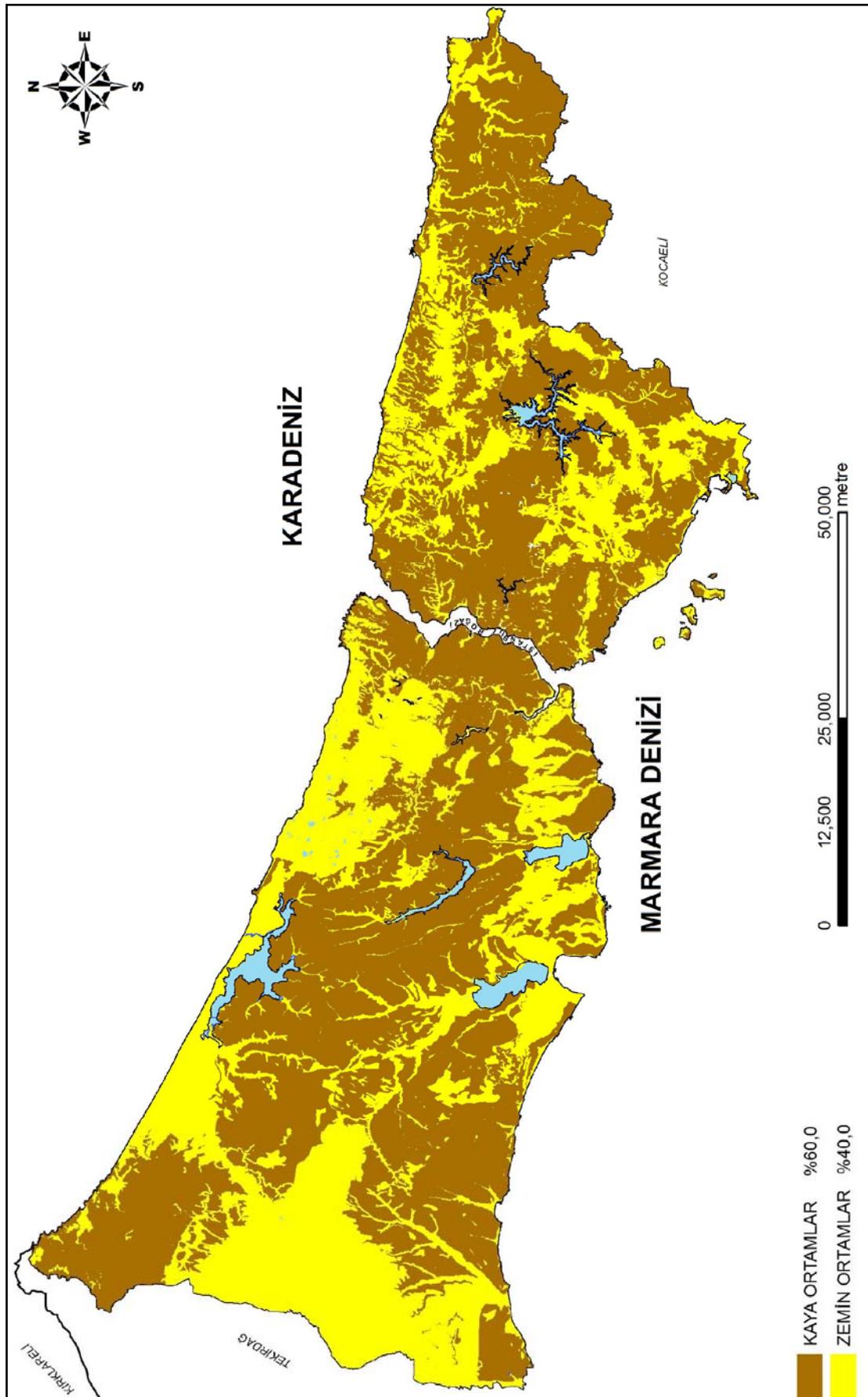
Kayaçların laboratuvar ve yerinde deneylerle mühendislik parametrelerinin saptanması, bu incelemenin kapsamı dışında tutulmuştur. Bu bölümde, kaya-stratigrafi birimlerin egemen kayatürü özellikleri dikkate alınarak, saha jeolojisi çalışmalarından ve mikrobölgeleme projeleri kapsamında yapılan zemin deneylerinden sağlanan verilere dayanan genel mühendislik özellikleri belirtilmiştir.

#### **V.1. Kaya-Stratigrafi Birimlerinin Genel Mühendislik Özellikleri**

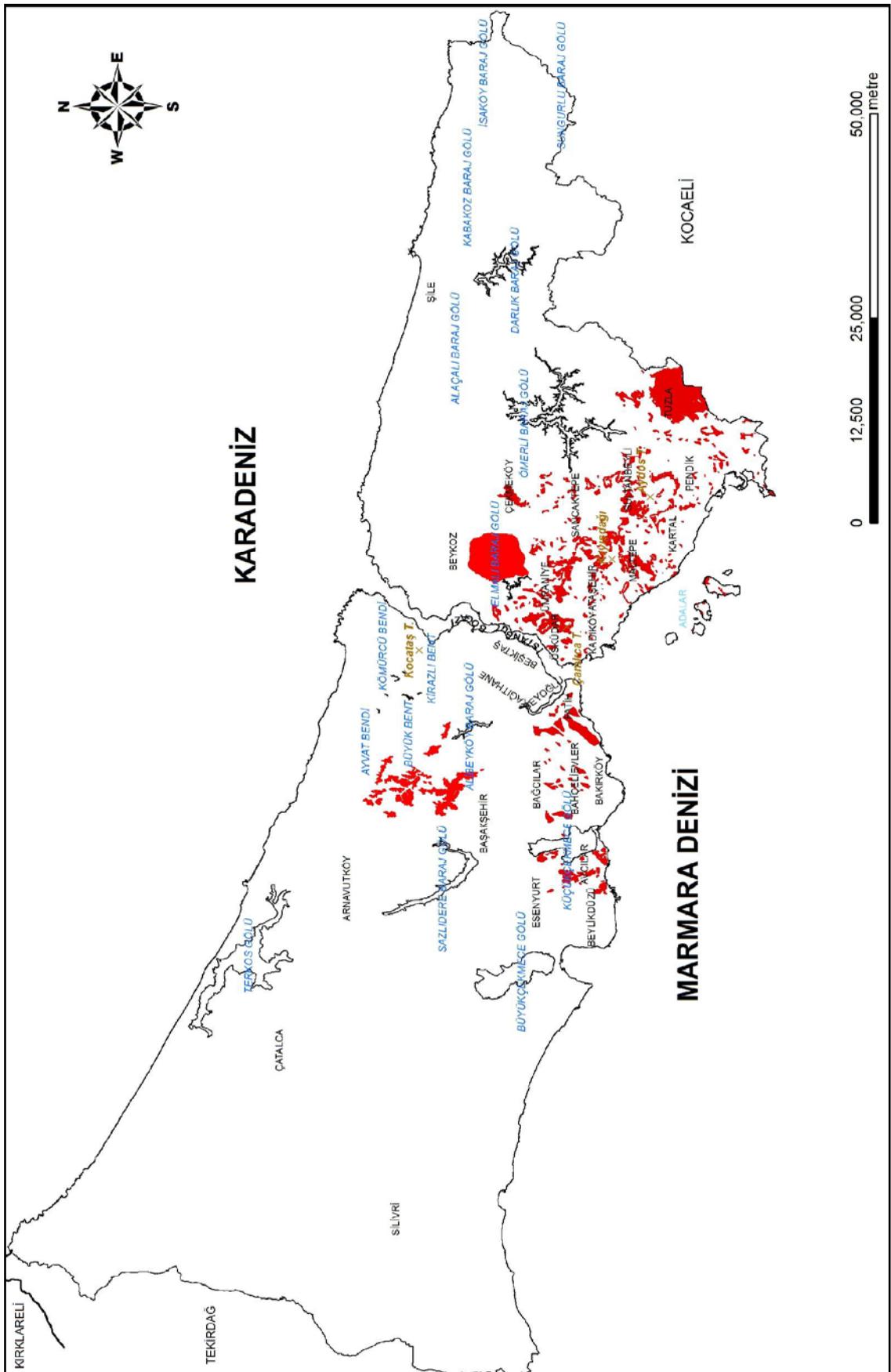
İstanbul İl alanında yüzeyleyen kaya-stratigrafi birimleri, genel mühendislik özellikleri açısından **Zemin, Kaya ve Zemin Benzeri (Yumuşak Kaya) ortamlar** olmak üzere üç ana başlık altında değerlendirilmiştir. Genel olarak, tutturulmamış ya da yarı tutturulmuş, çoğunlukla ayrik gereçten oluşan taneli birimler **Zemin Ortamlar**, herhangi bir çimento maddesi ile sıkı ya da gevşek çimentolanmış, çimentolanmamış olmasına karşın iyi sıkılaşmış birimler ise **Kaya Ortam** özelliği taşırlar (Şekil 42). Aşırı tektonizma, başkalaşım, hidrotermal ayrışma, atmosferik koşullar vb. iç ve dış etkenlerle, ileri derecede ayrışma sonucu Kaya Ortam özelliğini önemli ölçüde yitiren bazı kayaçlar “**Zemin Benzeri (yumuşak kaya) ortam**” özelliği kazanmışlardır (Şekil 43).

##### **V.1.1. Zemin Ortamlar**

Çimentolanmamış, sıkılaşmamış ya da gevşek tutturulmuş kaba ve ince taneli gereçler “**Zemin ortam**” sınıfına girer. Bu sınıfa giren gereçlerin dayanımları sıkılaşma derecesi, boylanma derecesi, gözeneklilik vb. mekanik özellikler, taneler arasındaki sürtünme ya da elektrokimyasal bağlar tarafından belirlenir; mühendislik davranışları gözeneklilik oranı, suyun varlığı ve gözenek suyu basıncından çok etkilenen birimlerdir.



Şekil 42. İstanbul il alanında *Zemin ve Kaya Ortamları*'nın dağılım haritası.



Şekil 43. Ayırışma ve bozunma nedenleriyle, yüzeylemelerinde değişen kalınlıkta **Zemin Benzeri Ortam** olmuş kayaların dağılım haritası.

İstanbulun Avrupa yakasında yüzeyleyen Tersiyer yaşta kaya-stratigrafi birimlerinden *Çekmece Formasyonu'nun Güngören ve Çukurçeşme üyeleri ile İstanbul Formasyonu'nun Kiraç Üyesi*, Pliyokuvaterner yaşılı *Domuz Deresi Formasyonu, Danişmen Formasyonu'nun Süloğlu ve Ağaçlı üyeleri, Koyunbaba Formasyonu*, Anadolu yakasında yüzeyleyen *Sultanbeyli ve İstanbul formasyonlarının tüm üyeleri, Şile Formasyonu'nun İmam Tepesi Üyesi, ve Bozhane Formasyonu'nun Şuayıplı Üyesi* İstanbul'un her iki yakasında kıyı ve akarsu yataklarında yer yer kalın birikintiler oluşturan *Kuşdili Formasyonu, kumullar, alüvyon ve seki birikintileri, eski ve yeni plaj birikintileri yamaç molozu, Kollüviyal birikintiler, toprak, yapay dolgular vb. yüzlek* birikintiler zemin ortam özelliği gösteren birimlerdir.

Yer yer kabul edilebilir limitleri aşabilen ani (elastik) ve uzun dönem (konsolidasyon) oturmaları, eğimli yamaçlarda ve kazı şevlerinde sıkça gözlenen duraysızlıklar ile sınırlı taşıma kapasitesi, **Zemin Ortamları** genel mühendislik davranışlarıdır.

Mikrobölgelendirme projeleri kapsamında üzerinde sondaj yapılmış **Zemin ortam** özelliği taşıyan birimlerden seçilmiş örselenmemiş (UD) karot örneklerinde gerçekleştirilen zemin deneylerinden sağlanan değerler belirtilmiştir. Hidrometre analizi tane boyu 0.074mm'den küçük bölümü % 25-%50 arasında olan örnekler üzerinde yapılmıştır.

### V.1.2. Kaya Ortamlar

İl alanında yüzeylenen Paleozoik, Mezozoik ve Oligo-Miyosen yaşta kaya-stratigrafi birimleri mühendislik davranışları açısından **Kaya Ortam** özelliği taşırlar. Bu tür ortamların mühendislik özellikleri birimlerin gereç türü, oluşum ortamı, katmanlanma, eklem, kırık, çatlak, fay gibi süreksızlıkların nitelik ve niceliği, ayıurma ve bozunma derecesi vb. özellikleriyle denetlenir.

### V.1.3. Zemin Benzeri (Ayırmış Kaya) Ortamlar

Aşırı tektonizma, pinomatolitik ve hidrotermal ayıurma, atmosferik koşullar vb. iç ve dış etkenlerle, ileri derecede ayıurma ve bozunma sonucu “Kaya” özelliğini önemli ölçüde yitirerek zemin davranışları gösteren kayaçlar “**Zemin Benzeri (yumuşak kaya)**” sınıfını oluşturur.

Zemin Benzeri nitelikli birimlerin dayanımlılıkları süreksızlıklarından çok, ayıurma sonucu oluşmuş kil vb. dayanımsız minerallere dönüşen feldspat, mika vb. mineral kapsamı tarafından denetlenir. Bu açıdan bakıldığında Paleozoyik yaşılı kıritılı kaya birimlerinden,

mika ve feldspat kapsamı yüksek olan Kinalıada Formasyonu'nun Gülsuyu Üyesi, **Kurtköy Formasyonu**, Yayalar Formasyonu'nun **Gözdağ Üyesi**, Pendik Formasyonu'nun **Kartal Üyesi** ve **Trakya Formasyonu**'nun Çebeciköy Kireçtaşı Üyesi dışında kalan tüm üyelerinin bol mikali kumtaşı ve şeyilleri, Üst Kretase yaşılı **Akveren Formasyonu**'nun kil-mil boyu kıritılı kayaları kapsayan **Bucaklı ve Bağcılar üyeleri**, Sarıyer Gurubu'nun volkano-sedimanter kayaları Şile Formasyonu'nun özellikle **İmam Tepesi Üyesi** aşırı faylanma, hidrotermal ayırtma, uzun süreli atmosferik koşullara açık kalma gibi iç ve dış dinamik etmenlerin etkisiyle belirli zonlar boyunca yer yer ileri derecede ayırtma ve bozunmaya uğrayarak mühendislik açısından kaya özelliklerini yitirmiş, zemin benzeri özellik kazanmışlardır. Bu formasyonların özellikle Oligo-Miyosen peneplenleşme aşamasında uzun süre atmosferik koşullar altında kalan yüzeylemelerinde yer yer kalın ayırtma zonları gelişmiştir. Örneğin, Jeoloji haritasında da görüldüğü gibi, Kemerburgaz-Göktürk bölgesinde Trakya Formasyonu'nun üst düzeyinde gelişmiş olan ve bu yörede geniş alan kaplayan ayırtma zonu, büyük olasılıkla söz konusu peneplenleşme sürecinde Trakya Formasyonu'nun atmosfere açık üst düzeylerinde 20-30m derinlere kadar ilerlemiş zemin benzeri zon gelişmiştir. İstanbul Formasyonu tarafından örtülü olmuş olan bu tür ayırtma zonları, aşınmadan korundukları için, varlığını günümüze degen sürdürmüştür. Dolaysıyla İstanbul Formasyonu tarafından üstlenmiş olan ayırtmaya yatkın kıritılı kaya birimleri, dokanak boyunca az ya da çok ayırtarak değişen kalınlıkta zemin benzeri özellik kazanmışlardır.

Diğer yandan Çavuşbaşı ve Sancaktepe granitlerinde, pnomatolitik ayırtma sonucu derin bir ayırtma zonu gelişmiştir. Bu intrüzif yüzeylemelerinin üst düzeylerinde, atmosferik koşulların etkisinin de eklenmesiyle, ileri derecede bozunma ve ayırtma sonucu 5-10 m kalınlıkta zemin benzeri zonlar gelişmiştir.

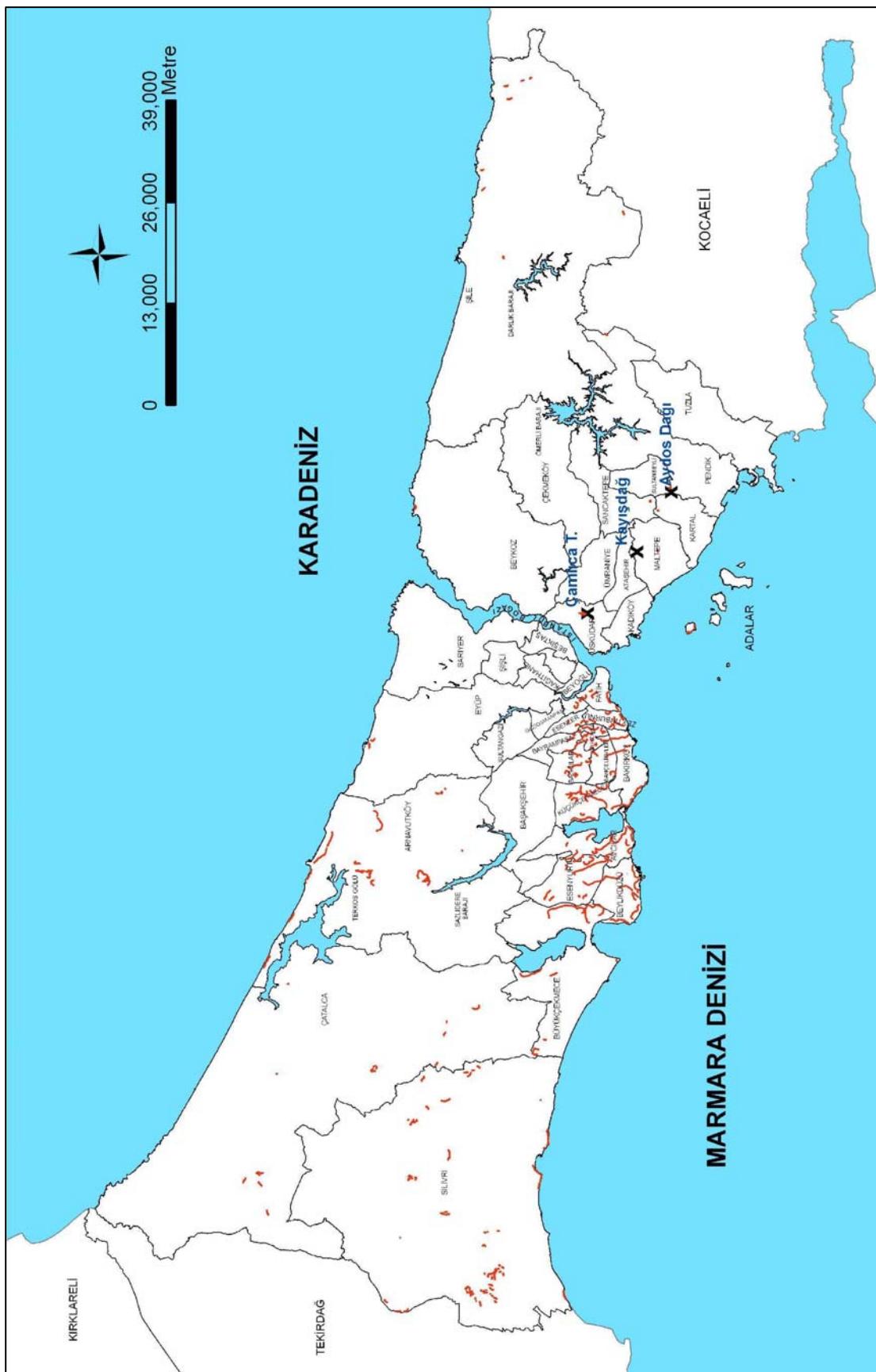
İl alanında çok yoğun olarak izlenen andezitik dayklar duraysız mineral kapsamından dolayı hidrotermal ve atmosferik koşullar altında kaya özelliklerini çoğu kez hemen hemen bütünüyle yitirerek zemin özelliği kazanmıştır.

Jeolojik haritalama çalışmalarında, güncel birikintiler ve yerleşim alanlarıyla örtülü oluşları nedeniyle, kısıtlı yüzeylemelerde izlenebilen ayırtma zonlarının izlenmesi ve haritalanması çoğu zaman olanaksız olmaktadır. Haritalama ölçüğinden kaynaklanan sorumlarda eklenince sözü edilen ayırtma zonları çoğunlukla haritalanamamıştır. Ancak Mikrobölgeleme çalışmaları tamamlanan sahalarda yer alan kaya stratigrafi birimlerinde yapılan sondaj verileri ve saha gözlemlerine dayanılarak üretilen kaya kalitesi dağılım haritalarında ayırtma zonları ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

## V.2. Kütle Hareketleri

Haramidere ağzı ile Büyükçekmece koyu arasındaki kıyı kesimi ve Büyükçekmece koyunun doğu yamaçları, neredeyse tümüyle heyelanlıdır. Aktif olan heyelanların yanında, günümüzdekinden farklı bir topografyada gelişmiş eski heyelanlar da yer almaktadır. Heyelanlı sahaların büyük bölümü, su taşıma kapasitesi yüksek ve aşınmaya karşı daha dayanıklı olan çakıl ve kaba kum boyu gereçli Kıraç Üyesi tarafından üstlenen geçirimsiz, aşınmaya karşı dayanımsız ve kayma direnci düşük Gürpınar ve Güngören üyelerinin kiltaşlarının yaygın olduğu bölgelerde gelişmiştir.Çoğu, deniz düzeyinin günümüzdekinden yaklaşık 100m daha alçakta olduğu buzul döneminde aktif olmuş olan bu tür heyelanların önemli bölümü, buzul dönemi sonrası deniz düzeyinin yükselmesi sonucu günümüzde duraylılık kazanmışlardır. Ancak, adeta uyuklamakta olan bu tür heyelanlar, bilinçsiz kazı ve yanlış yapılışma yeri seçimi nedeniyle, aktif duruma geçebilmektedirler. Söz konusu heyelanlı bölge günümüzde yoğun yapılışma alanı içinde kalmıştır. Bu aşamadan sonra bölgede yapılacak heyelanlı alan çalışmalarının amacı, aktif, fosil ve uyuklayan (dormant) heyelanların ayrıntılı olarak saptanması ve bu tür heyelanların duraylılığının bozulmaması için alınması gereken önlemlerin belirlenmesine ışık tutacak ipuçlarını bulmak olmalıdır. Hava fotoğrafları ve uzay görüntüleri aracılığı ile morfolojik inceleme ve jeolojik verilerin birlikte değerlendirilmesiyle heyelanların ayrıntılı olarak belirlenmesi, tür ve özelliklerinin saptanması gerekmektedir.

Anadolu yakasında ise bazı sınırlı alanlar dışında önemli kütle hareketleri gelişmemiştir. Şile bölgesinin güney ve doğu kesimlerinde, kiltaşı-miltaşı kapsamı yüksek olan ince gereçli istiflerde kontrollsüz yapılan eğim artırıcı kazılarda ve akarsu aşındırması, sellenme vb. işlevlerle doğal eğimi bozulan yamaçlarda küçük boyutlu heyelan, krip, toprak akması vb. kütle hareketleri gelişmiştir. İnce gereçli kırıntılarından oluşan **Bozhane Formasyonu** ile **Akveren Formasyonu**'nun **Bucaklı ve Bağcılar üyeleri, İstanbul Formasyonu**'nun kil-mil-ince kum gereçli **Meşe Tepe Üyesi**'nin bu tür kütle hareketlerine elverişli kaya birimleridir.



Şekil.44. İl alanında kütle kaymalarının yoğun olduğu alanları gösteren yalınlaştırılmış harita.

Bunların dışında, İstanbul Formasyonu'nun gevşek tutturulmuş ya da tutturulmamış kumçakıl ağırlıklı **Kayalı Tepe Üyesi**, **Demirciler Formasyonu**'nun **Hacılı Üyesi**'nin kiltaşimiltaşı yoğunluklu yüzeylemelerinde yerel yer kaymaları gelişebilmektedir.

Aydos dağı, Kayış dağı, Büyük ve Küçük Çamlıca tepeleri gibi kuvarsit vb. dayanıklı kayaçların oluşturduğu yüksek yamaç eğimli dağ ve tepelerin eteklerinde, daha çok eğim kırılma alanlarında yer yer 30–40 metreye varan kalınlıkta yamaç molozu birikintileri yaygındır. Kum, çakıl, kocataş (blok) boyu köşeli-yarı köşeli, kötü boylanmış tutturulmamış gereçtene oluşan bu tu tu birikintilerde yamaç aşağı hareket eden küçük boyutlu kaymalar ve toprak akmaları gelişebilmektedir.

Göreli olarak yüksek eğimli yamaçlar oluşturan kuvarsit, kireçtaşları vb. sert kayaçların sık eklem ve çatlaklı kesimlerinde yamaç eğimi boyunca, örneğin, Kinalıada'nın güney kıyılarında olduğu gibi, kaya kayması ve düşmesi gibi duraylılık sorunlarıyla karşılaşılabilmektedir. Kütle kaymalarının yoğun olarak geliştiği alanlar Şekil 44'deki yalnızlaştırılmış haritada belirtilmiştir.

### V.3. Karstlaşma

Kireçtaşının yoğun olduğu kaya birimlerinde yer yer karstlaşmanın ilerlemiş olduğu gözlenmektedir. Anadolu yakasında özellikle Pelitli Formasyonu'nun Sedefedası Kireçtaşı ve daha az oranda Dolayaba Kireçtaşı üyeleri, Ballıklaya Formasyonu'nun Karabeyli Üyesi, Denizliköyü Formasyonu'nun Tuzla Kireçtaşı Üyesi içinde yapılan sondajlarda kızıl kil, kum ve çakıl boyu köşeli parçacıklı dolgu gereçli bazen birkaç metre boyutta boşluklar geçilmiştir. Ancak Pelitli Formasyonu ve Cebeciköy Kireçtaşı Üyesi gibi kireçtaşının egemen olduğu birimler içinde açılmış derin taş ocaklarının şevlerinde, büyük karstik boşluklara rastlanmamıştır. Örneğin Kartal semtinde Yunus Çimento tarafından açılmış olan yaklaşık 100m derinlikteki eski taş ocağının şevlerinde, Cebeciköy Kireçtaşı ocaklarının şevlerinde büyük karstik boşluklar izlenmemiştir. Bunun yanında Avrupa yakasında Soğucak Kireçtaşı içinde karstlaşma yer yer gelişmiştir (Şekil 45). Örneğin tarihi Yarım Burgaz Mağarası Soğucak Kireçtaşı içinde gelişmiştir.



Şekil 45. Soğucak Kireçtaşı içinde gelişmiş karstlaşma görüntüsü. Mağara Tepe-Yalıköy.

#### V.4. Yapay Dolgular

Mühendislik açıdan sorunlu alanlardan bir diğeri de yapay dolgu sahalarıdır. Özellikle evsel ve kimyasal atıkların depolandığı sahalar ile eski taş ocaklarının hafriyat gereci ve inşaat yıkıntı ve atıkları ile doldurulmuş olan kalın depolama sahaları, yerleşim yeraltı suyu ve çevre kirlenmesi açısından yakın dolayını olumsuz yönde etkileyebilecek bölgelerdir. 18 Mart 2004 Tarih 25406 Sayılı Resmi Gazetede; "Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği" yayınlanmış olup, Yönetmeliğe göre hafriyat toprağı ile inşaat ve yıkıntı atıklarının çevreye zarar vermeyecek şekilde öncelikle kaynakta azaltılması, toplanması, geçici biriktirilmesi, taşınması, geri kazanılması, değerlendirilmesine yönelik planlama, ruhsatlandırma, denetim ve sonlandırma görevi Büyükşehir Belediyelerine verilmiştir. Bu kapsamında çalışma alanı içerisinde 29 adet kalıcı depolama sahasına izin belgesi verilmiş olup bu sahalardan 12 adedinde depolama çalışması tamamlanmıştır.

Ayrıca İstanbul'da günlük ortalama 14.000 ton evsel atık, İSTAÇ A.Ş. tarafından işletilen 7 adet aktarma istasyonu üzerinden Avrupa yakasında Göktürk-Odayeri ve Asya yakasında Şile-Kömürçüoda depolama sahalarında standartlara uygun olarak depolanarak etkisizleştirilmektedir. İl sınırları içinde Halkalı, Ümraniye ve Uğur Mumcu çöp depolama sahaları gibi büyük çöp toplama alanları yer almaktadır.

## VI. BÖLÜM

### HİDROLOJİ – HİDROJEOLOJİ

İstanbul il alanının 1/5.000 ölçekli jeoloji haritasının yapılmasını amaçlayan bu çalışmada, il alanının hidrolojik ve hidrojeolojik özelliklerine ilişkin açıklamalar, proje amacıyla sınırlı olarak, aletsel ölçüm ve laboratuar deneyleri yapılmaksızın, salt saha gözlemlerine dayanır. Bu bölümde, DEZİM bünyesinde farklı projeler kapsamında eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiş olan hidrolojik ve hidrojeolojik çalışmalardan elde edilen sonuçlar, saha çalışmaları sırasında yapılan gözlemler ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

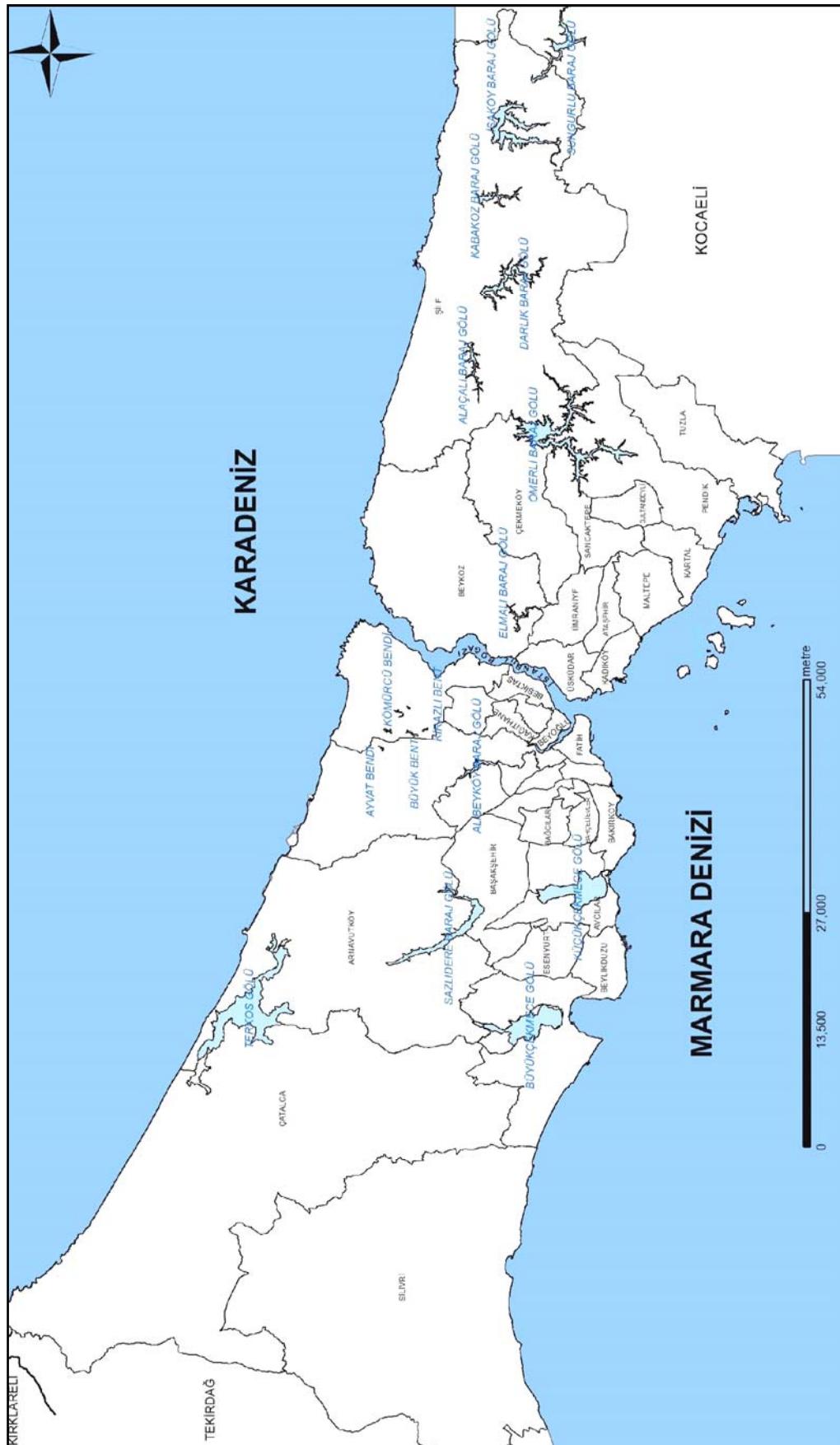
#### **VI.1. Hidroloji**

İstanbul İl alanında bulunan göl ve göletler, akarsular ve dereler, doğal kaynak çıkışları ve çeşmeler, adı ve keson kuyular ile su sondajı kuyuları bölgenin hidrolojik unsurlarını oluşturur. Bu bölümde, raporun Coğrafya-Jeomorfoloji konulu 2. Bölümü’nde açıklanmış olan morfoloji, akarsular ve iklim özellikleri ile ilgili konuların dışında kalan hidrolojik açıklamalara yer verilmiştir.

İstanbul Metropolitan Projesi (IMP) kaynaklarından sağlanan meteoroloji verilerine göre İstanbul'da yıllık ortalama yağış 787 mm'dir. İstanbul İl alanına düşen yıllık yağışın 760.000.000 m<sup>3</sup>'ü baraj, göl ve bentlerde, 30.000.000m<sup>3</sup>'ü ise yeraltı suyu havzalarında değerlendirilebilmektedir. Bu kaynaklar, kentin su ihtiyacının ancak % 76,3'ünü karşılar durumdadır. İl çeperinden ve dışından sağlanan su miktarı 245.200.000m<sup>3</sup> olup toplam su ihtiyacının % 23,7'sini oluşturmaktadır.

#### **VI.1.1. Doğal ve yapay göl ve göletler**

İstanbul İl alanında İSKİ verilerine göre 19 adet irili ufaklı göl ve gölet bulunmaktadır. Bunların 16 tanesi farklı derelerle beslenen, önleri set ya da bentlerle kesilerek oluşturulmuş baraj ve göletlerdir. Terkos, Büyükçekmece ve Küçükçekmece gölleri ise, günümüzde akarsularla beslenmemelerine karşın, lagün oluşumlu doğal göllerdir; ancak günümüzde çeşitli amaçlarla önleri kapatılarak denizle bağlantıları kesilmiştir. Bölgedeki göl ve göletlerin toplam alanı 127,86km<sup>2</sup> dir; en büyük alana sahip olanı 31,77km<sup>2</sup> ile il alanının kuzeybatısında yer alan Terkos gölüdür. İl alanının başlıca göl ve göletleri Şekil 46'de belirtilmiştir.



Şekil 46. İstanbul'un doğal ve yapay göl ve göleleri.

Çizelge 2. İstanbul'un başlıca doğal göl ve göletleri.

GÖL-GÖLET	Alan ( km <sup>2</sup> )
Terkos gölü	31.77
Ömerli baraj gölü	21.07
Küçükçekmece gölü	19.57
Büyükçekmece gölü	15.14
İsaköy baraj gölü	11.38
Sazlıdere baraj gölü	9.91
Darlık baraj gölü	5.93
Sungurlu baraj gölü	5.32
Kabakoz baraj gölü	2.30
Alaçalı baraj gölü	2.09
Alibeyköy baraj gölü	1,66
Elmalı baraj gölü	1.13
Büyük bent	0.21
Kömürçü bendi	0.13
Valide sultan bendi	0.087
Ayvat bendi	0.06
İl.mahmut bendi	0.05
Kirazlı bent	0.05
Topuzlu bent	0.033

### VI.1.2. Doğal Kaynaklar ve Çeşmeler

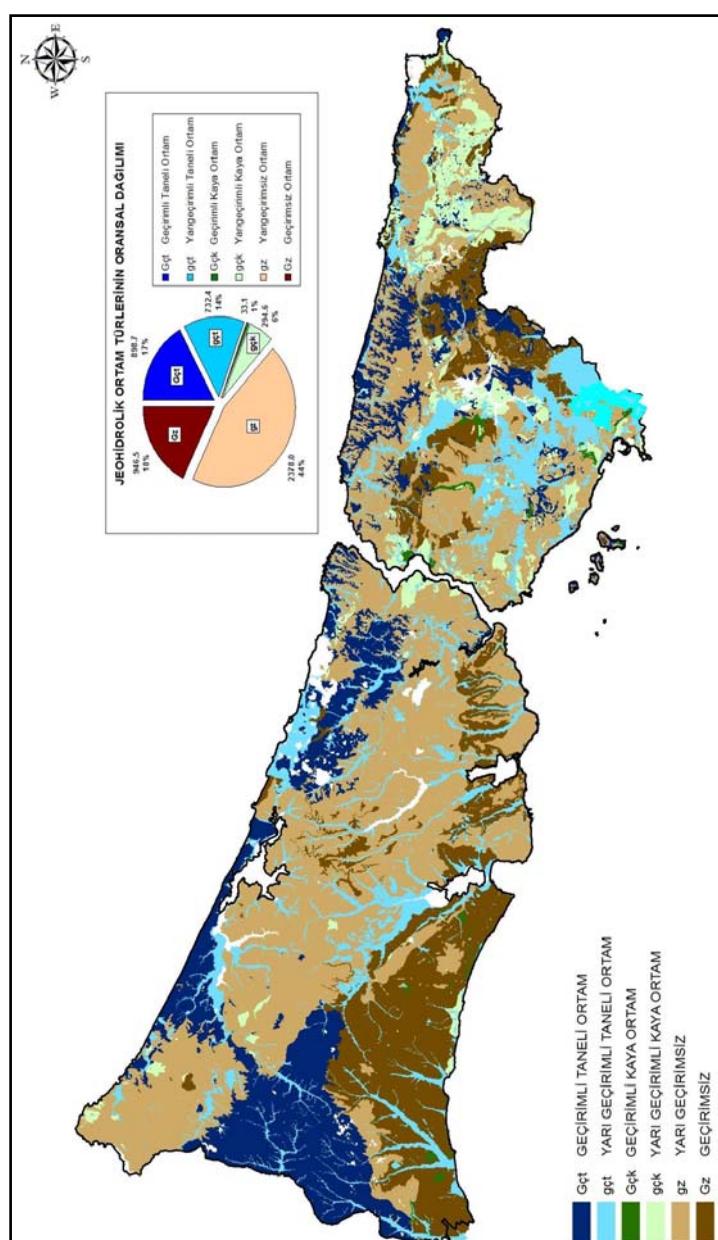
1/5.000 ölçekli topografya haritalarında çok sayıda pınar yerleri işaretlenmiştir. Bu pınarlar genellikle geçirimli ve yarı geçirimli birimlerin geçirimsiz birimler ile dokanak zonlarında ya da fay ve kırıkçı çatlaklı zonlarda gelişmiştir; çoğunlukla düşük debili ve mevsimsel akışlıdırlar. Bu tür doğal kaynakların bileşim ve kalitesi, ait oldukları sutaşır ortamların kimyasal bileşimleri ve kayatürü özellikleriyle denetlenmektedir.

Akış sürekliliği ya da uygun debili olanların üzerinde yalaklı çeşme yapılarak ya da yerinde ya da yerleşim yerlerinin yakınına yapılmış depo ve çeşmelere taşınarak yararlanılmaktadır. Proje sahası içerisinde yer alan henüz yapılaşmamış ormanlık alanların çoğunda çok sayıda bu tür kaynakların varlığı bilinmektedir. Diğer taraftan İl alanında sutaşır birimlerin kayatürü ve hidrojeoloji özelliklerine bağlı olarak herhangi bir arıtma işlemeye gerek duyulmayan, içme suyu niteliği taşıyan kaynak suları yer almaktadır. Bölgede Vakıf işletmesi (Taşdelen, Karakulak) ve İBB bünyesindeki (Hamidiye) kaynak suları dışında halen İl Özel İdaresi tarafından kiraya verilerek çalıştırılan Kaynak ve yeraltı sularına ilişkin bilgiler Çizelge 2' de verilmiştir.

## VI.2. Hidrojeoloji

### IX..2.1. Kaya-stratigrafi birimlerinin *Geçirgenlik* (*jeohidrolik*) özellikleri

İl alanında yüzeylenen Paleozyik-Kuvaterner aralığında oluşmuş kaya-startigrafi birimlerinin genel *Geçirgenlik* özellikleri kabaca belirtilmeye çalışılmıştır. Bu çizelgede kaya-stratigrafi birimleri “*Geçirgenlik*” özellikleri açısından **geçirimsiz (Gz)**, **yarı geçirimsiz (gz)**, **yarı geçirimli (gc)** ve **geçirimli (Gç)** olmak üzere 4 sınıfa ayrılmış; birimlerin egemen kaya türleri de göz önünde tutularak, çimentolu kayalar için (**k**), taneli zeminler için (**t**) ek harfleri kullanılmıştır. Şekil 47’de birimlerin *geçirgenlik* sınıflamasına göre il alanındaki alansal dağılımları ve dağılım oranlarına ilişkin bilgiler yer almaktadır.



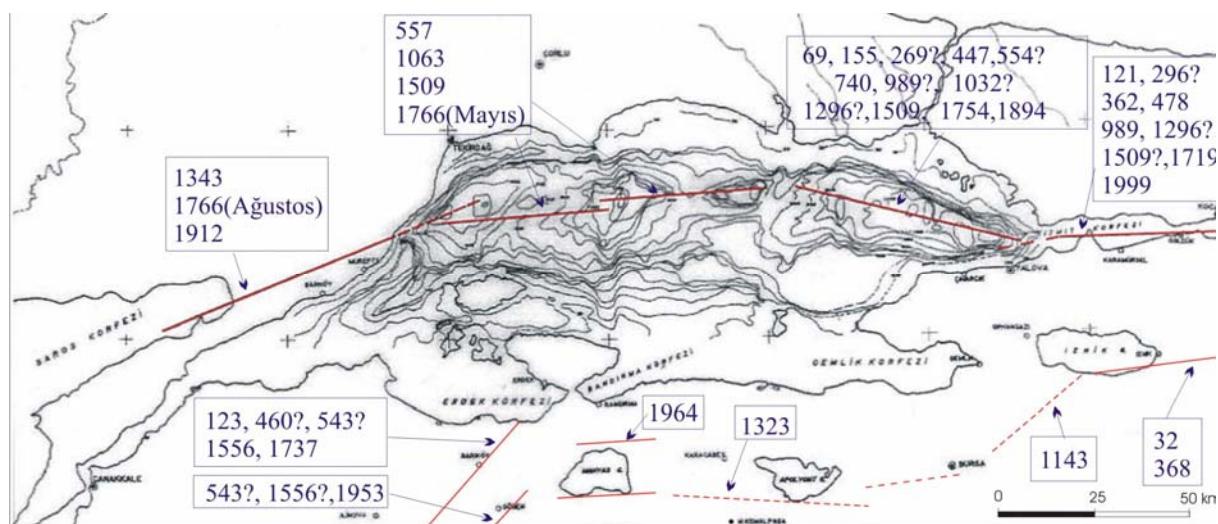
Şekil 47. İstanbul il alanının hidrojeolojik ortamların yayılımı ve dağılım oranlarını gösteren yalınlaştırılmış harita.

## X. BÖLÜM

### DEPREMSELLİK

#### X.1. Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içindeki konumu

İstanbul il alanının yer aldığı Marmara bölgesi zaman zaman büyük can ve mal kayıplarına neden olan depremlere sahne olmuştur (Şekil 48). Bu depremlerin kaynaklandığı Kuzey

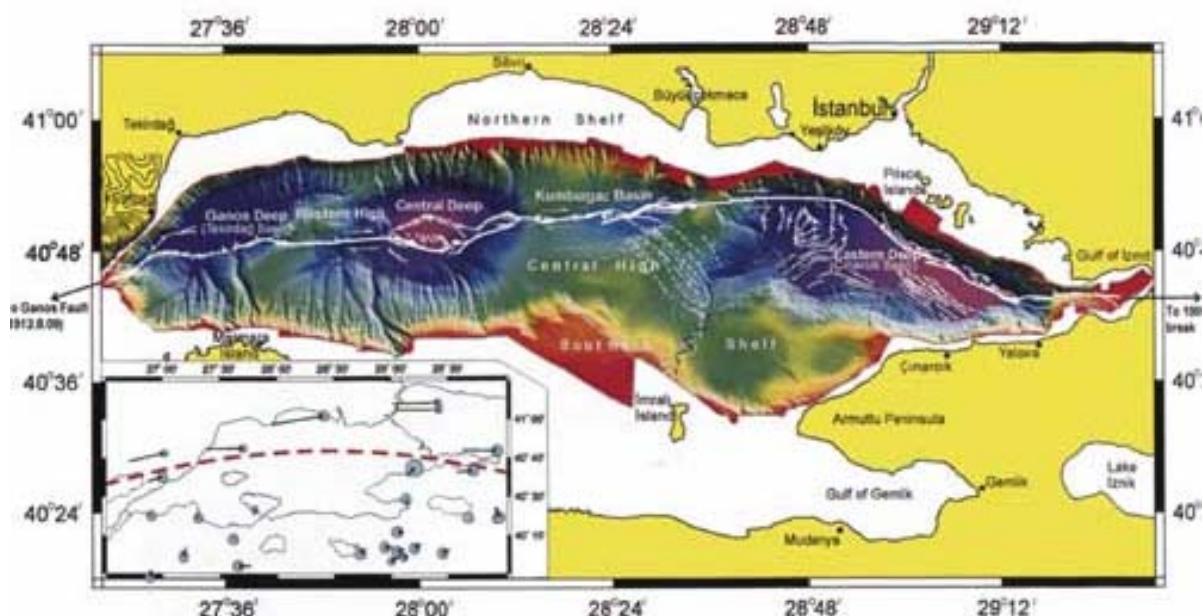


Şekil 48. Marmara Denizi ve çevresinin diri fay bülütleri (segman) ve bu fay bülütlerin üretmiş oldukları düşünülen depremlerin tarih ve büyüklükleri.

Anadolu Fay Zonu'nun Marmara denizi içindeki konumu, değişik araştırmacılar tarafından farklı modellerle açıklanmaya çalışılmıştır. Marmara Denizi içinde İzmit Körfezi ile Ganos dağları arasında uzanan iki fay hattının geçtiği ilk kez Pınar (1942) tarafından öne sürülmüştür. Bu iki faydan, kuzeyde yer alanı (Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey kolu), 600m ile 1200m arasında değişen derinliklerde çukurluk ve sırtları kapsayan kabaca D-B uzanımlı deniz tabanı morfolojisini izler. Bu morfoloji ile Kuzey Anadolu Fayı (KAF) arasındaki ilişki ve dolaysıyla bu fay zonunun niteliği değişik yorumlamalara neden olmuştur. Marmara Denizi'nin kuzey kesiminin bir graben olduğu (Ketin, 1968; Aksu et al, 2000), bu kesimden geçen fayın (KAF'nın kuzey kolu) transtansiyonel özellik taşıdığı (Şengör, 1979; Aksu et all, 2000), fayın izlediği çukurlukların en-echelon dizilimalı pull-apart sisteminde geliştiği gibi farklı görüşler savunulmuştur (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; Wong ve diğ., 1995; Armijo ve diğ., 1999). 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'nin ardından Maramara Denizin'de MTA tarafından Sismik 1 araştırma gemisiyle yapılan çok kanallı derin sismik çalışmaları, Dz. K.

K. Seyir Hidrografî ve Oşinogrfî Dairesi (SHOD) tarafından yapılan multi-beam batimetri çalışmaları ve Fransa Surtoit gemisiyle gerçekleştirilen batimetri ve sismik yansımıza çalışmaları sonunda KAFZ'nun Marmara Denizi içersindeki geometrisine ilişkin önemli bulgular sağlanmıştır (Okay et al., 2000; Le Pichon et al., 2001).

KAFZ'nun Marmara denizi içindeki konumu, Le Pichon vd. (2001) tarafından Le Suroit gemisi ile elde edilen veriler ışığında yorumlanmıştır. Batimetri ve sismik yansımıza profillerine dayanan bu araştırmaya göre Marmara Denizi'nin yapısı, Şekil 49'de gösterilmiştir. Bu haritaya göre Kuzey Anadolu Fay'ının Marmara Denizi'ne İzmit Körfezi doğusundan giren ana kolu Körfez çıkışında, Çınarcık Çukuru'lu içerisinde girmekte ve bu çukuru'lu kuzeyden sınırlar bir şekilde, adaların yakın güneyinden geçerek Boğaz girişine



Şekil 49. Kuzey Anadolu Fay'ının Marmara Denizi içindeki geometrisi (Le Pichon, X., et al., 2001).

kadar izlenmektedir. Çınarcık Çukuru'nu'nun güneyinde Çınarcık-Yalova arasında uzanan ve özellikle 17 Ağustos Depremi'nin artçıları ile açık bir şekilde belirlenen fay, bu haritada sıçulardan veri alınamamış olmasından dolayı görülememektedir. Bu fay ile Çınarcık Çukuru'lu arasında ise az eğimli bir şelf bulunmaktadır. Bakırköy açıklarından sonra ana fay kolu dönerek doğu-batı uzanım kazanır. Bu dönüm noktasının güneyinde Çınarcık Çukuru'nu' batıdan, bu dönüşün doğurduğu sıkışmalı etkiden kaynaklanan K-G gidişli bindirme fayları sınırlar. Daha batıda yer alan Orta Marmara Çukuru'lu ile Çınarcık Çukuru'lu arasında Orta Marmara Yükselimi yer alır. Bu durum fayın dönüşünün burada sıkışmalı bir etki yarattığını işaret etmektedir.

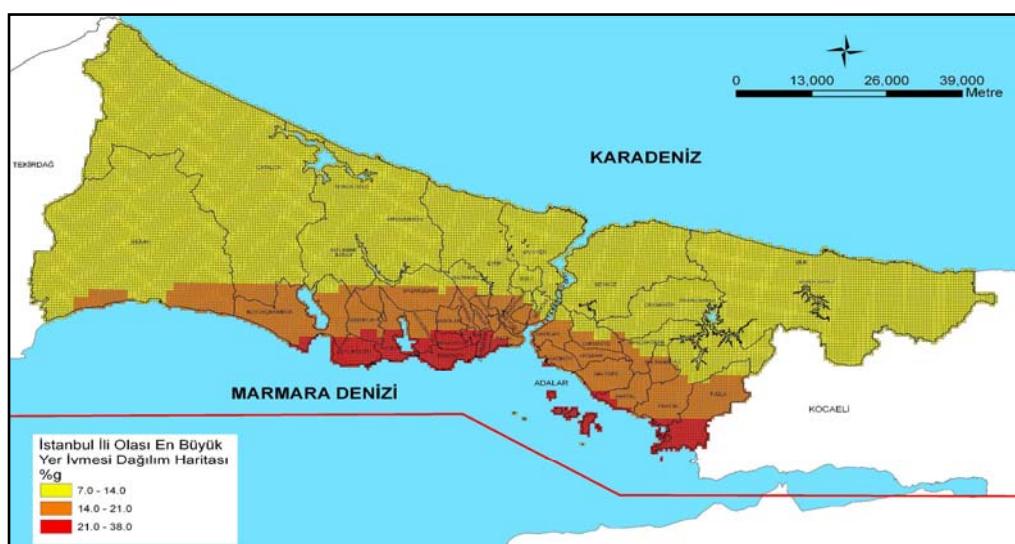
Orta Marmara Yükselimi'nin kuzeyinden devam eden ana fay, Kumburgaz Çukuru'ndan geçerek batıdaki Orta Marmara Çukuru'na girer. Tutturulmamış yumuşak ve suya doygun çökellerle dolu olan bu çukurluk içinde fay diğer kesimlerdeki kadar iyi izlenememekte, çok sayıda küçük faylar şeklinde görülmektedir. Burada fayın saçılmasının havzayı dolduran çökellerin yapısından kaynaklandığı kabul edilmiştir.

Orta Marmara Çukuru'nun batı sınırını oluşturan Batı Marmara Yükselimi'nde ana fayın izi son derece belirgindir. Burada sırtı keskin bir biçimde kesen fay batıya doğru Tekirdağ Çukuru'nu içeresine girer. Çukuru'ndan güneyinden geçen ana fay daha sonra karada Ganos dağlarının güneyinden Saros Körfezi'ne devam eder.

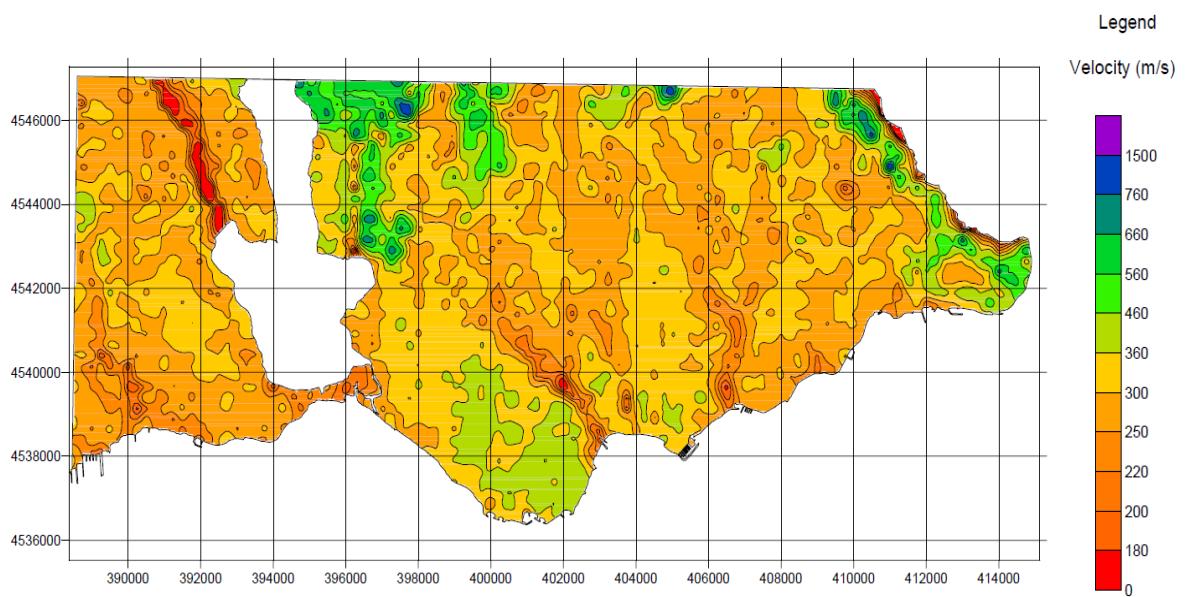
## X.2. Jeofizik İncelemeler

İstanbul ili Mikrobölgeleme Projeleri kapsamında jeolojik haritası yapılan toplam 5460,83 km<sup>2</sup> genişliğindeki alanın 182+509=791 km<sup>2</sup>'lik bölümünde, zemin bağımlı deterministik yer hareketi belirleme çabalarına girdi sağlamak amacıyla yönelik, jeofizik çalışmalar gerçekleştirılmıştır. Bu çalışmalardan sağlanan veriler ve yorumlamalar ayrı bir rapor kapsamına girdiğinden, bu bölümde jeofizik çalışmalardan sağlanan özellikle kaya birimlerinin depremsellik özelliklerine ilişkin verilere öz olarak deñinilmiştir. Bu proje kapsamında gerçekleştirilen temel jeofizik çalışmalardan sağlanan bulgulardan bazıları aşağıda öz olarak belirtilmiştir.

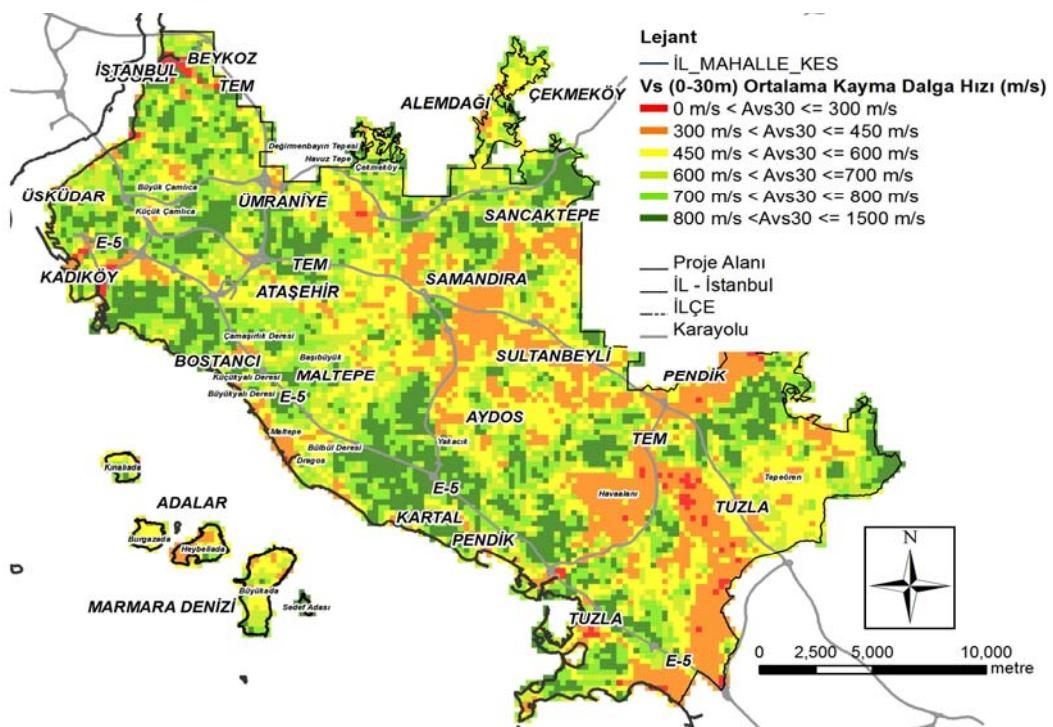
Marmara Denizi'nde olacak Mw=7.5 senaryo depreminden kaynaklanan zemin-bağımlı en büyük yer ivmesinin (PGA) farklı bölge ve farklı zeminler için dağılımı Şekil 50'da gösterilmiştir.



Şekil 50. Senaryo depremine (Mw=7.5) esas alınan fayın konumu, boyutları ve zemin bağımlı en büyük yer hareketi (PGA) dağılım haritası. İlk 30m için kayma dalgası hızı 760m/s kabul edilerek hesaplanan PGA değerlerinin İstanbul il alanındaki dağılımı görülmektedir.



Şekil 51. Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi ortalama Vs30 (kontur bazlı)

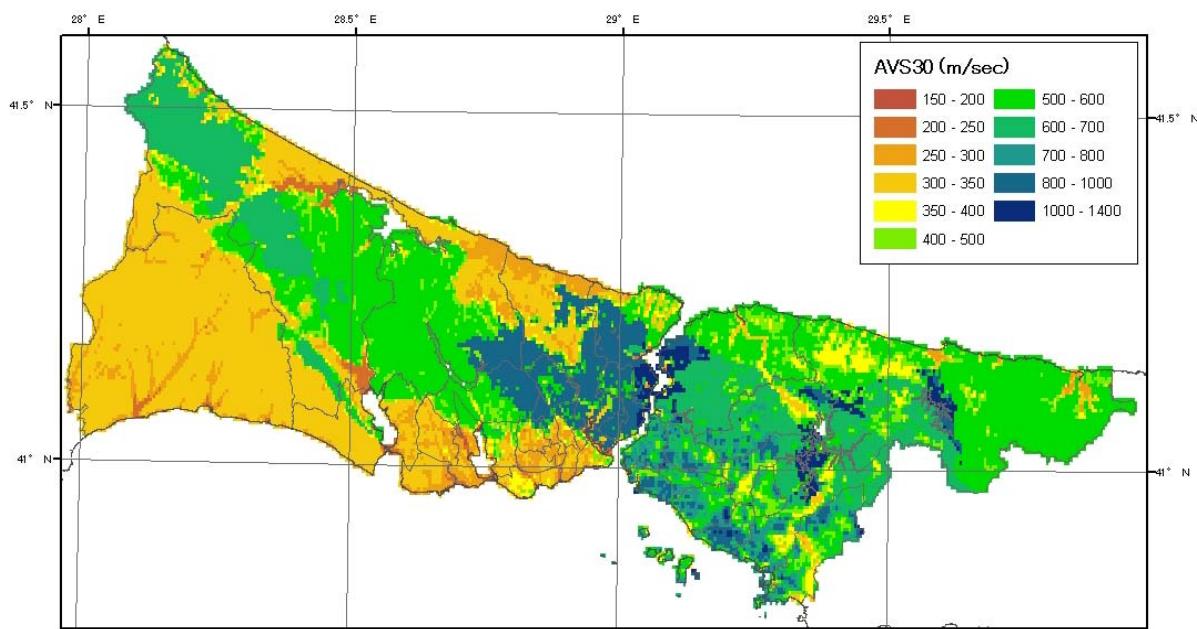


Şekil 52. Anadolu yakası Mikrobölgeleme Projesi ortalama Vs (grid bazlı) haritası.

İl alanında yüzeyleyen çeşitli zemin ve kaya birimlerinin ortalama kesme dalgası hızları bu çalışma kapsamında belirlenmiştir. Ortalama Vs30'u hesaplamak için PS Logging (kuyu içi sismik ölçü) verileri ve ReMi/MASW ölçümlerinin sonuçları kullanılmıştır. Ölçü alınamayan ara kesimler için ise, S-dalga enterpolasyonu yapılmıştır. Ortalama Vs30 olarak belirtilen bu

kesme dalgası hızlarının çalışma alanı içinde Avrupa yakasındaki dağılımı Şekil 51'da, Anadolu yakasındaki dağılımı ise Şekil 52'de konturlanmış olarak gösterilmektedir. 53'te ise İstanbul il alanının, Mikrobölgeleme proje alanlarının dışında kalan kesimlerini de kapsayacak şekilde, bütünü için ortalama Vs30 dağılımı görülmektedir. Ortalama Vs30 hızlarının çalışma alanındaki çeşitli zemin ve kaya türlerine göre dağılımı ise Anadolu yakası için Çizelge 3'de görülmektedir.

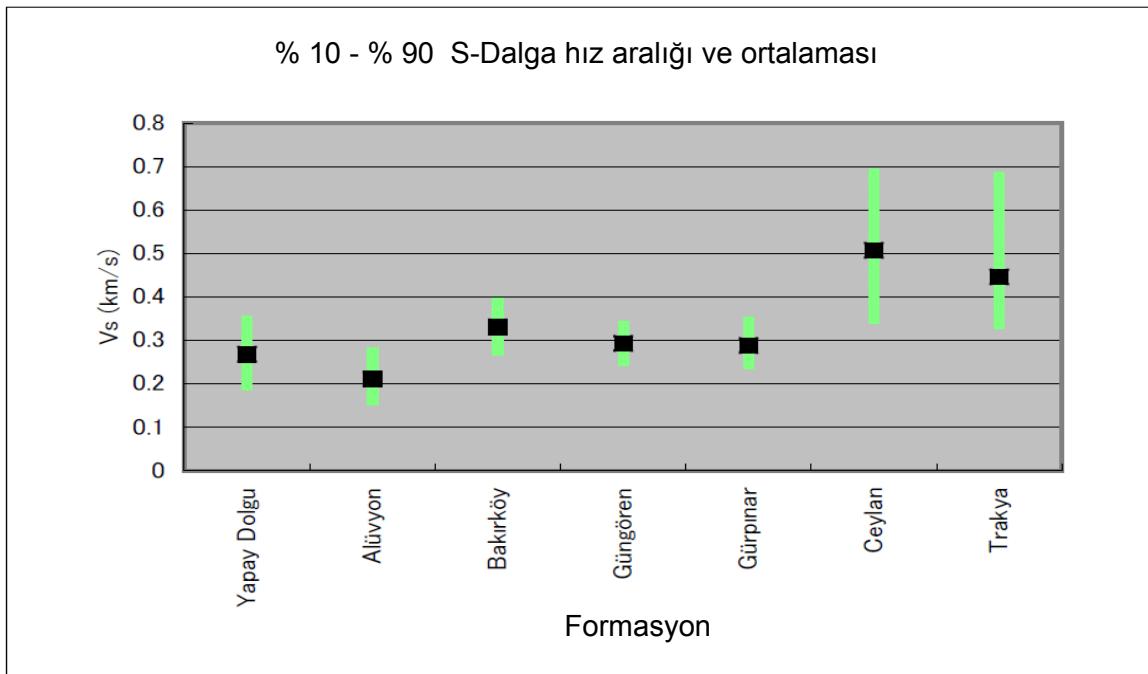
Baskın jeolojik birim; yüzeyden 30 m derinliğe kadar olan kesimde en büyük hacimde yer alan formasyon şeklinde tanımlandığında, Şekil 51'da Avrupa yakasındaki jeolojik birimlerin S-dalga hızı dağılımına göre göze çarpan özellikleri şu şekilde özetlenebilir: Baskın jeolojik birimlerindeki ortalama Vs30 aralıkları alüvyondan başlayarak Yapay dolgu, Güngören, Gürpınar, Bakırköy, Trakya (derin ayırmış) ve Ceylan formasyonlarına doğru artmaktadır. Ortalama Vs30 jeolojik zaman ölçüği ile kabaca uyumludur. Ancak, ortalama Vs30 değerinin sadece baskın jeolojik birimlere değil, aynı zamanda 30m lik dilimde yer alan diğer formasyonlara da bağlı olduğunu göz önünde tutmak gereklidir.



Şekil 53. İstanbul ilinin ortalama Vs30 dağılım haritası.

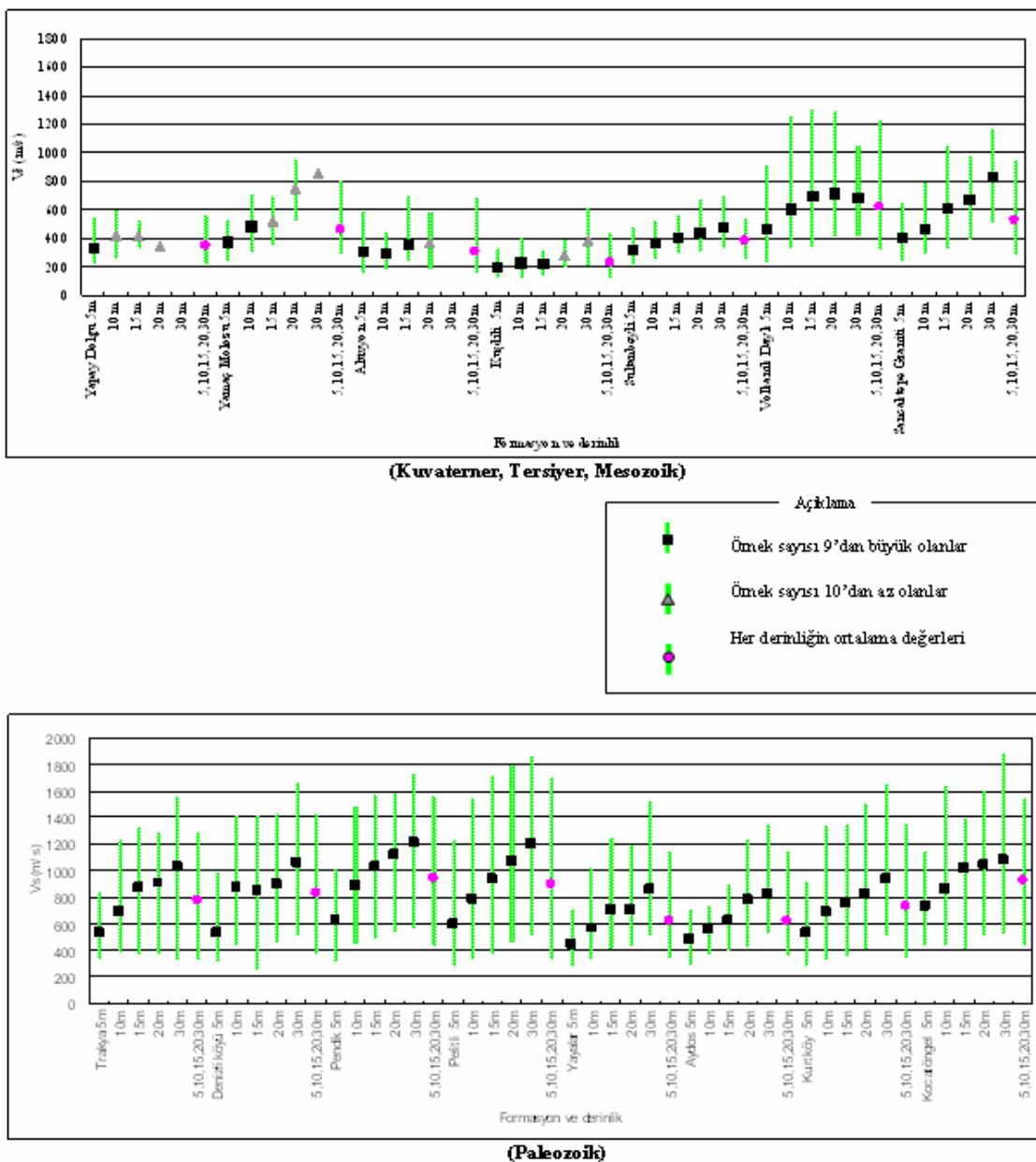
Anadolu yakasındaki ortalama Vs30 hızlarında gözlemlenen jeolojik formasyon-hız ilişkisi ise, ana çizgileri ile şöyle özetlenebilir (Çizelge 3): Ortalama S-dalga hızlarının yaşlı kayastratigrafi birimlerine doğru artma eğilimi vardır. Yapay dolgu alanlarındaki ortalama S-dalga hızı 220 m/s ile 580 m/s aralığında değişmektedir. Yamaç molozu, Alüvyon

Çizelge 3. Avrupa Yakası Güneyi Mikrobölgeleme Projesi alanı içerisindeki jeolojik birimlerin ortalama Vs30 hız aralıkları.



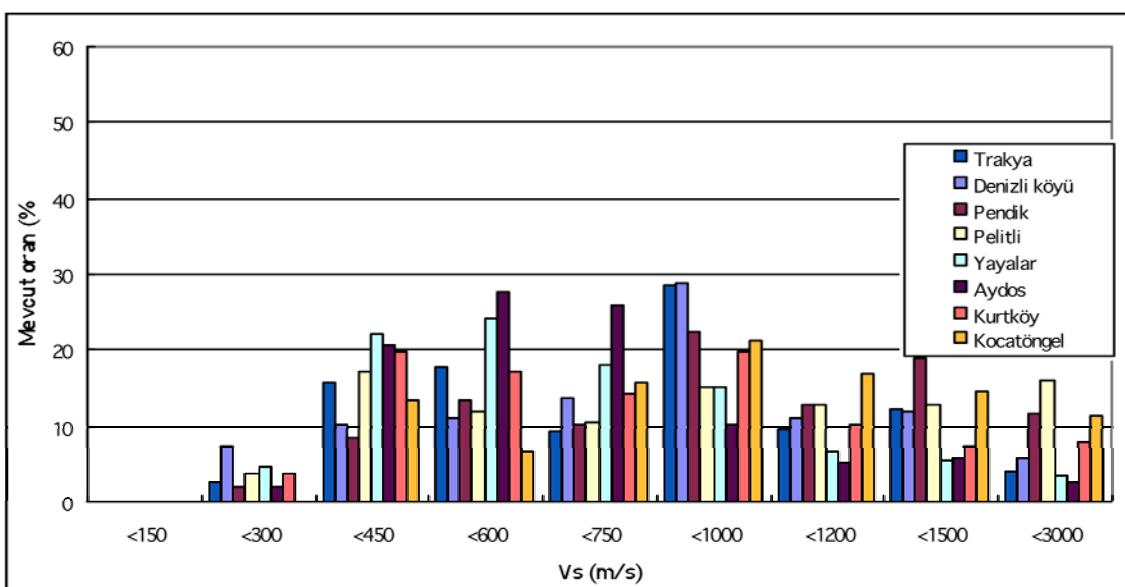
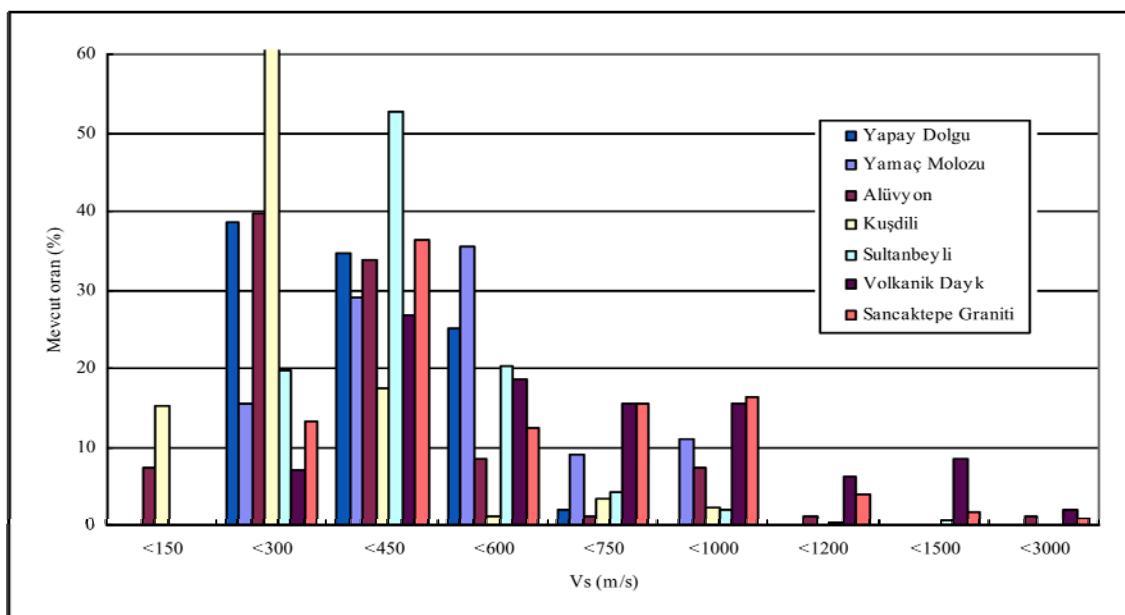
ve Kuşdili gibi Kuvaterner çökeller 226 m/s ile 457 m/s arasında değişen ortalama S-dalga hızı sahiptir. En düşük hız olan 226 m/s hızı Kuşdili Formasyonu’nda ölçülmüştür. Kuşdili’nden sonra 300 m/s ile alüvyon gelir; 460 m/s ile yamaç molozu daha yüksek bir hızı sahipdir. Tersiyer çökellerden Sultanbeyli Formasyonu, Kuvaterner çökellerden biraz daha yüksek hızı sahiptir. Tersiyer çökellerinin hızları 230 ile 680 m/s aralığında olup, ortalama hız 380 m/s dir.

Çizelge 4. Anadolu Yakası Mikrobölgeleme Projesi alanın başlıca kayastratigrafi birimlerinin ortalama Vs30 aralıkları.



Paleozoik çökellerin ortalama S-dalga hızları, 280 m/s ile 1880 m/s aralığında değişmektedir. Çizelge 5'da görüleceği üzere İstanbul Birliği'nin Paleozoyik yaşı formasyonlarında hızlarda değişim aralıkları çok genişdir. Bu durum bu çökellerin yer yer derin bozunmaya uğramış olmalarından kaynaklanmaktadır. Kuvarsitlerin yoğun olduğu Aydos Formasyonu'nda görülen ortalama düşük hızların hız ölçümleri yapılabilen yerlerin bu formasyonun çok kırıklı-çatlaklı bölgelerine rastlamış olmasından kaynaklanmış olabileceği ile açıklanabilir. Sancaktepe Graniti'nde ölçümlerin yaklaşık %80 inin 750m/s den düşük hızlar bulmuş olması ise söz konusu granitin çok derin ayrışarak arenaya dönüşmüş olması ile uyumludur.

Çizelge 5. İstanbul Birliği Paleozoyik yaşı formasyonlarına ait S-dalga hız histogramları.



## **VIII. BÖLÜM**

### **SONUÇLAR ve ÖNERİLER**

#### **VIII. Sonuçlar ve Öneriler**

##### **VIII.1. Sonuçlar**

İstanbul metropolünün 5216 sayılı yasa ile belirlenen 5461km<sup>2</sup> genişliğindeki il alanının temel jeoloji özelliklerinin incelenmesini ve yerlesime uygunluk çalışmalarına baz oluşturacak büyük ölçekli jeoloji haritalarının yapılmasını amaçlayan İBB Kent Jeolojisi Projesi çalışmalarından sağlanan sonuçlar aşağıda öz olarak belirtilmiştir.

- İstanbul'un her iki yakasında, Kent Jeolojisi Projesi kapsamında 4675km<sup>2</sup> 1/5.000 ölçekli ve Mikrobölgeleme projeleri kapsamında 691km<sup>2</sup> 1/2.000 ölçekli olmak üzere, toplam yaklaşık 5366km<sup>2</sup> genişliğindeki alanın jeoloji haritası yapılmıştır.
- Farklı zamanlarda ve değişik ekipler tarafından yapılmış değişik ölçekli (1/5.000, 1/2.000) jeoloji haritaları arasında deneştirme çalışmaları yapılmış, il alanının bütününe kapsayan yerlesime uygunluk çalışmalarına baz oluşturacak 1/5.000 ölçekli jeoloji haritaları hazırlanmıştır.
- 1/5.000 ölçekli jeoloji haritalarından küçültülmeyeyle, İstanbul ilinin 1/100.000 ölçekli Jeoloji Haritası hazırlanmış ve bu raporun ekinde verilmiştir. Küçültme çalışmalarında, büyük ölçekli haritalarda yer almış olmalarına karşın, 1/100.000 ölçekli haritada seçilemeyecek kadar küçük ya da haritanın okunurluğunu güçlentirecek sıkıktaki yüzeyleme ve yapısal unsurlar yok edilmiştir.
- Stratigrafi amaçlı derin sondajlarla, bazı kaya-stratigrafi birimlerinin, örneğin Pelitli Formasyonu'nun 370m, Yayalar Formasyonu'nun 280-300m kalınlıkta oldukları saptanmıştır.
- Yüzeyleme ve kazılarda açığa çıkan istiflerin kayatürü özellikleri, fay, eklem, katmanlanma vb. süreksizlikler incelenmiş ve görüntülenmiştir.
- Jeolojik verilerin tümü Coğrafi Bilgi Sistemi içinde sayısallaştırılmıştır.
- İl alanında etkin olmuş Permiyen, Geç Kretase, Erken Tersiyer ve Oligosen tektonik hareketlerinden kaynaklanan ve bazıları il alanını boydan boyan kat edip il sınırları dışında da devam eden bölgesel faylar adlandırılarak haritalanmıştır.

- Saha jeolojisi çalışmaları, Şile-Sarıyer Fayı'nın genel anlamda doğrultu atımlı fay niteliği taşıdığı, ancak daha sonraki K-G doğrultulu kuvvetli sıkışma sitemi içinde çoğunlukla K yönde gelişmiş makaslama ve düşük açılı faylanmalarla deformasyona uğradığı düşüncesini desteklemektedir.
- Saha çalışmaları eşliğinde gerçekleştirilen sondaj verilerinden, Çamlıca tepelerini oluşturan Aydos ve Kurtköy formasyonlarını kapsayan kütlenin bir klip (kondu) özelliği taşımadığı,  $35^{\circ}$  Doğuya eğimli ters faylanma ile Devoniyen yaşta kaya birimlerine bindirdiği sonucu çıkarılmıştır.
- Bölgede yoğun olarak görülen bindirme ve doğrultu atımlı faylarla KD-GB ve KB-GD doğrultulu eşlenik faylar, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Sultanbeyli Formasyonu'nun yüzeylemeleri ile örtülü bulundukları alanlarda, bu formasyonları etkilememişler; dolayısıyla aktif fay özelliği taşımamaktadır.
- Üst Miyosen-Pliyosen yaşta karasal çökelleri kapsayan Sultanbeyli Formasyonu'nun taban rölyefini ortaya çıkarmak amacıyla Kadıköy-Tuzla arasını kapsayan Mikrobölgeleme Projesi kapsamında yapılan sondajlarla, bu formasyonun çökelmanı sırasında da etkin olmuş, KB-GD, KD-GB doğrultulu faylarla sınırlanmış yüksek rölyefli tektonik çukurluklarda çökelmanış olduğu kanıtlanmıştır.
- Çekmece Formasyonu içinde yapılan geçici temel kazılarında ve Mikrobölgeleme Projesi kapsamında yapılan sondajlarda izlenen faylar, Geç Miyosen-Pliyosen genişleme rejiminin Avrupa yakasını da etkilemiş olduğu saptanmıştır.
- Pelitli ve Denizli Köyü formasyonlarının çeşitli üyelerinden derlenen örneklerde, konodont kapsamına dayanan yaş tayinleri yaptırlarak, Silüriyen ve özellikle Devoniyen sistemlerine ait kat düzeyinde yaşlar elde edilmiştir.
- MTA Genel Müdürlüğü'nün yayımlamış olduğu 1/50.000 ölçekli jeoloji haritalarında, Oligosen-Alt Miyosen yaşta Meşetepe ve Kayalıtepe Formasyonu adlarıyla haritalanmış olan karasal çökellerin kapsamına sokulmuş bulunan Sultanbeyli Formasyonu'nun, Üst Miyosen (?)-Pliyosen yaşta olduğu, gerek sondajlarla saptanan taban rölyefinin yorumlanmasıından, gerekse bu birim içinden alınan karot örneklerinde yapılan palinolojik yaş tayininden anlaşılmıştır.
- Küçüksu deresinin Boğaz'a kavuştuğu düzükte Mikrobölgeleme Projesi kapsamında yapılan sondaj karotlarından alınan kömürleşmiş bitki parçacıklarından C14 yöntemiyle yaş tayinleri

yaptırılmıştır. Kuşdili Formasyonu'nun **Holosen** yaşıta olduğu ilk kez C14 yöntemi ile yapılan yaş tayinine dayandırılmıştır.

- Çalışma alanının genel jeohidrolik ve hidrojeolojik özellikleri, kayastratigrafi birimlerinin geçirgenliği, baraj, akarsu, pınar, çeşme vb. yerüstü su kaynakları ile igili veriler rapor içinde belirtilmiştir.
- Kaya-stratigrafi birimlerinin egemen kayatürü özellikleri dikkate alınarak, mühendislik jeolojisi açısından genel özellikleri belirtilmeye çalışılmıştır. İl alanının kaya-stratigrafi birimleri mühendislik özellikleri açısından “**Kaya**”, “**Zemin**” ve “**Zemin Benzeri (yumuşak kaya)**” sınıfları içinde değerlendirilmiştir.
- İl alanında yüzeylenen Paleozoyik-Kuvaterner aralığında oluşmuş kaya-startigrafi birimleri, genel *geçirgenlik* özellikleri açısından **geçirimsiz (Gz)**, **yarı geçirimsiz (gz)**, **yarı geçirimli (gç)** ve **geçirimli (Gç)** olmak üzere 4 sınıfa ayrılarak incelenmiştir.
- Mikrobölgeleme Projeleri kapsamında jeolojik haritası yapılan alanın, Avrupa ve Anadolu yakasında toplam 691 km<sup>2</sup>'lik bölümünde, zemin bağımlı deterministik yer hareketi belirleme çabalarına girdi sağlamak amacıyla yönelik, jeofizik çalışmalar gerçekleştirılmıştır. Bu çalışmalardan sağlanan veriler ve yorumlamalar ayrı bir rapor kapsamına girdiğinden, bu raporda özellikle kaya birimlerinin depremsellik özelliklerine ilişkin verilere öz olarak değinilmiştir.
- Marmara'nın Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleri arasında kalan kıyı kesimi ve Büyükçekmece koyunun doğu yamaçları, hemen hemen bütünüyle heyelanlıdır. Heyelanlı sahaların büyük bölümü, su taşıma kapasitesi yüksek ve aşınmaya karşı daha dayanıklı olan çakıl ve kaba kum boyu gereçli Kırac Üyesi tarafından üstlenen geçirimsiz, aşınmaya karşı dayanımsız ve kayma direnci düşük Gürpınar ve Güngören üyelerinin kiltaşlarının yaygın olduğu bölgelerde gelişmiştir. Aktif olan heyelanların yanında, özellikle deniz düzeyinin günümüzdekinden yaklaşık 100m daha alçakta olduğu buzul devrinde farklı bir topografyada gelişmiş eski heyelanlar da yer almaktadır.

## VIII.2. Öneriler

- İ.B.B. DEZİM Kent Jeolojisi ve Mikrobölgeleme projeleri kapsamında yapılan bu çalışmalarda, proje amaçlarıyla sınırlı kalındığından, gerekli bazı haller dışında, ayrıntılı jeolojik incelemeler gerçekleştirilememiş; ancak, kentleşme ve yerlesime uygunluk

çalışmaları için, eksikliği duyulan temel jeolojik haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmalardan sağlanan ayrıntılı yüzey ve yüzeyaltı jeolojik veriler ve jeoloji haritaları, yerbilimlerinin çeşitli dallarında yapılacak ayrıntılı bilimsel araştırmalar için yönlendirici temel veri kaynağı niteliğindedir. Bu çalışmalar, Marmara havzasının jeolojik gelişimi açısından özel önem taşıyan İstanbul il alanı ve yakın dolayının, günümüze degen bilinenlerde çok daha karmaşık ve ilginç jeolojik özelliklere sahip olduğunu ve sorunların çözümü için çok ayrıntılı ve titiz bilimsel araştırmaların gerekli olduğunu açıkça ortaya çıkarmıştır. Örneğin;

1. İstanbul Birliği'nin çoğu birbirleriyle yanal ve düşey geçişli olan Paleozoyik yaşılı kaya stratigrafi birimlerinin, bazı bölgelerde beklenen stratigrafik konumlarında da izlenmemiş oluşu, önceki çoğu araştırmalarda fasiyes ve dolayısıyla kaya türü değişimleri gözetilmeksızın faylanmalarla açıklanmaya çalışılmıştır. Bu varsayımlar, jeoloji haritalarına yorumlanması güç, karmaşık faylı görünüm kazandırmıştır.
2. Kaya-stratigrafi birimlerinin, çoğu önceki çalışmalarдан aktarılan *Tip kesit* ve/veya *Tip yer* açıklamalarında, koordinat bilgileri yer almamaktadır. Adlama kuralları açısından gerekli olan bu ve benzeri adlama verilerinin sağlanması bu konuda ayrıntılı stratigrafik incelemeyi gerektirir.
3. Önemli bir tektonik hareketle yan yana gelmiş olan *Istranca Birliği* metamorfitleriyle *İstanbul Birliği* kaya birimleri arasındaki ilişkinin niteliği tartışımalıdır. Özellikle, metamorfizma açısından aralarında belirgin farklılık bulunan bu iki birliği yanyana getiren tektonik hareketin niteliği henüz tam olarak açığa kavuşturulamamıştır. Permiyen, Geç Kretase, Erken Tersiyer ve Oligosen hareketleriyle önemli ölçüde etkilenmiş olan il alanı ve özellikle Anadolu yakasında bu hareketlerin özelliklerini ortaya çıkarmak için ayrıntılı yapısal incelemeler yapılmalıdır.
4. İstanbul, Çekmece ve Sultanbeyli formasyonları, Marmara bölgesini derinden etkileyen ve bazlarının etkisi Holosen'e degen süren Miyosen-Pliyosen hareketlerinin anlaşılması açısından özel önem taşırlar.
5. İstanbul Formasyonu'nun Kıraç Üyesi ile Çekmece Formasyonu'nun Çukurçeşme Üyesi, önceki araştırmaların çoğunda Çukurçeşme Formasyonu ya da Ergene Formasyonu adlarıyla tek bir birim varsayılmıştır. Son yıllarda bu konu üzerinde bu raporun yazارının da katıldığı çalışmalar söz konusu iki birim arasında yaş ve ortam özellikleri açısından belirgin ayırmaların bulunduğu öne sürülmüştür. Bu iki birim arasındaki ilişkinin ayrıntılı olarak

incelenmesiyle Alt-Orta Miyosen peneplenleşme hareketine ilişkin önemli ipuçları sağlanabilecektir.

6. Oligosen-Alt Miyosen çökellerinin değişik düzeylerinde ara katkı ve mercekler halinde görülen felsik tuf ve tüfit düzeylerinden seçilecek örneklerde, Potasyumlu mineral konsantrelerinde (örneğin sanidinlerde) K-Ar yöntemi ile radyometrik yaşı tayini yapılarak, bu süreçle ilişkili stratigrafiyi ve tektonik gelişmenin aydınlatma çabalarına katkı sağlanacaktır.
7. Üst Miyosen-Pliyosen yaşta olduğu bilinen Çekmece Formasyonu'nun alt ve üst yaş sınırlarına ilişkin yeterince ayrıntılı paleontolojik inceleme günümüze deðin yapılmamıştır. Ayrıntılı palinolojik incelemelerle bu eksikliğin giderilmesine çalışılmalıdır.
8. Marmara Denizi'nin Küçükçekmece ve Büyükçekmece gölleri arasında kalan kıyı kesimi ve Büyükçekmece koyunun doğu yamaçları, hemen hemen bütünüyle heyelanlıdır. Bir bölümü uyuklamakta olan bu heyelanlar, bilinçsiz kazı ve yanlış yapışma yeri seçimi nedeniyle, aktif duruma geçebilmektedirler. Söz konusu heyelanlı bölge günümüzde yoğun yapışma alanı içinde kalmıştır. Bu aşamadan sonra bölgede yapılacak heyelanlı alan çalışmalarının amacı, aktif, fosil ve uyuklayan (dormant) heyelanların ayrıntılı olarak saptanması ve bu tür heyelanların duraylılığının bozulmaması için alınması gereken önlemlerin belirlenmesine ışık tutacak ipuçlarını bulmak olmalıdır.