

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL İLİ, SAZLIBOSNA (ARNAVUTKÖY) - KAYABAŞI
(BAŞAKŞEHİR) CİVARININ JEOLojİSİ VE YAPISAL EVRİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mert BALAMİR

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Uygulamalı Jeoloji Programı

MAYIS, 2014

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İSTANBUL İLİ, SAZLIBOSNA (ARNAVUTKÖY) - KAYABAŞI
(BAŞAKŞEHİR) CİVARININ JEOLojİSİ VE YAPISAL EVRİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mert BALAMİR
(505101320)**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Uygulamalı Jeoloji Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Serdar AKYÜZ

MAYIS, 2014

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505101320 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Mert BALAMİR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**İSTANBUL İLİ, SAZLIBOSNA (ARNAVUTKÖY) - KAYABAŞI (BAŞAKŞEHİR) CİVARININ JEOLJİSİ VE YAPISAL EVRİMİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Serdar AKYÜZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Remzi AKKÖK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hayrettin KORAL
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **05 Mayıs 2014**
Savunma Tarihi : **27 Mayıs 2014**

ÖNSÖZ

Bu çalışma, İTÜ Fen Bilimleri Entitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmada, Sazlıbosna (Arnavutköy)-Kayabaşı (Başakşehir) civarında yüzeyleyen birimler formasyon mertebesinde ayırtılarak haritalanmış ve mostralarda tabakalar, kıvrımlar, faylar incelenerek yapısal jeolojisi irdelenmiş, deformasyon evreleri belirlenmiştir.

Gerek yüksek lisansım boyunca, gerekse tez aşamasında yardımlarını ve desteğini her zaman gösteren değerli hocam Prof. Dr. Fazlı Yılmaz OKTAY'a, gerekli her türlü kaynağa ulaşmamda yardımcı olan Prof. Dr. Metin İLKIŞIK'a, Anadolu Yerbilimleri LTD. Şirketi'ne ve tüm çalışanlarına, mikroskop çalışmalarım sırasında zaman ayırıp yardımcı olan Prof. Dr. Ercan ÖZCAN'a, arazi çalışmalarım da dahi beni yalnız bırakmayan babam Nejdet BALAMİR'e ve Jeoloji Mühendisi Barış ŞİMŞEK'e, üzerimde emeği tartışılmaz olan annem Nuray BALAMİR'e, yeri geldiğinde bir dost olan abim Özgür BALAMİR'e, tezimin her aşamasında desteğini hissettiğim eşim Merve BALAMİR'e ve ayrıca desteğini, sabrını ve bilgisini benden esirgemeyen, sorduğum sorulara yılmadan cevap vererek tezimin şekillenmesini sağlayan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Serdar AKYÜZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2014

Mert Balamir
(Jeoloji Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xiii
SUMMARY	xv
1. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	1
1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı	1
1.2 İnceleme Alanının Tanıtılması	1
1.3 Morfoloji	3
1.4 Önceki Çalışmalar	4
2. JEOLojİ.....	11
2.1 Trakya Formasyonu (Kt).....	12
2.2 Hamamdere Formasyonu (Teh)	16
2.3 Soğucak Formasyonu (Tes).....	18
2.4 Ceylan Formasyonu (Tec).....	22
2.5 Çukurçeşme Formasyonu (Tmç).....	25
2.6 Alüvyon (Qal)	26
3. YAPISAL JEOLojİ	27
3.1 Tabakalar ve Kıvrımlar	27
3.1.1 Karbonifer	27
3.1.2 Eosen.....	29
3.2 Faylar.....	30
3.2.1 Karbonifer	30
3.2.2 Eosen.....	32
3.3 Diskordanslar	33
3.4 Yapısal Verilerin Değerlendirilmesi	33
4. BÖLGEN"İN JEOLojİK ve YAPISAL EVRİMİ	35
5. EKONOMİK JEOLojİ	37
6. DEPREMSELLİK	41
7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR	49
EKLER.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: İnceleme alanı ve yakın çevresinin Google Earth görüntüsü.	2
Şekil 1.2: İnceleme alanının Google Earth Görüntüsü.	2
Şekil 1.3: İnceleme alanına ait tepe ve drenaj ağı haritası.....	4
Şekil 2.1: İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Ölçeksizdir).....	11
Şekil 2.2: Şamlar'ın batısında kumtaşı-şeyl ardalanmasının genel görünümü. Birim bu lokasyonda baskın olarak şeyllerden meydana gelmiştir (Bakış yönü batıya).....	12
Şekil 2.3: Bent Deresi'nin batısında, döküntü halinde görülen kalem tipi klivaj.	13
Şekil 2.4: Bent Deresi ile Domuz Deresi'nin batısında yer alan Trakya Formasyonu içerisindeki kuvars damarları.	13
Şekil 2.5: Kumtaşları üzerinde gözlenen ripıllar. Şamlar Köyü'nün kuzeyi.	14
Şekil 2.6: Kumtaşının mikroskopta polarize ışık altındaki görüntüsü. M: Muskovit, K:Kuvars, F: Feldispat (Plajiyoklas). (Büyütme x22).....	14
Şekil 2.7: Deliklikaya Mahallesi'nin batı-kuzeybatısında yer alan Hamamdere Formasyonu'ndan (kireçtaşı aratabakalı çamurtaşları) bir görünüm (Bakış yönü kuzeydoğuya).	16
Şekil 2.8: Hamamdere Formasyonu içerisindeki mercan fosilleri. Deliklikaya Mahallesi'nin kuzeyi.	17
Şekil 2.9: Biyomikritik kireçtaşlarının mikroskopta doğal ışık altındaki görüntüsü. A: Kırmızı Alg, N:Nummilites sp. (Büyütme x22).....	17
Şekil 2.10: Şamların kuzeyindeki yama tipi resif. (Bakış yönü kuzey- kuzeydoğuya).....	19
Şekil 2.11: Söğütlü Deresi kuzeybatısında yer alan, Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış kireçtaşı ocağı içinde gözlenen mercan fosili.....	20
Şekil 2.12: Söğütlü Deresi kuzeybatısında yer alan, Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış kireçtaşı ocağı içinde gözlenen mercan fosilinin enine kesiti ve Nummulites sp fosilleri.	20
Şekil 2.13: Soğucak Formasyonu, resif önü fasiyesi. Hacımaşlı Köyü'nün güneyindeki Kocabayır Tepesi'nin batı-güneybatı yamacı (Bakış yönü güney-güneydoğuya).	21
Şekil 2.14: Sazlı Dere'nin doğusundaki Kocabayır Tepesi. Soğucak Formasyonu ile Ceylan Formasyonu'nun birbirilerine göre konumu (Bakış yönü doğuya).	21
Şekil 2.15: Soğucak Formasyonu içerisindeki kireçtaşlarının mikroskopta doğal ışık görüntüsü. Biyomikritik Kireçtaşı (Folk, 1962). A:Kırmızı Alg, F:Foraminer, N:Nummulites sp. (Büyütme x22).	22
Şekil 2.16: Bent Deresi'nin batısındaki Trakya ile Ceylan Formasyonları arasındaki sınır (Bakış yönü batıya)	23
Şekil 2.17: Sazlı Dere'nin güneybatısında yer alan Ceylan Formasyonu içerisindeki marnlar.	24

Şekil 2.18: Ceylan Formasyonu içerisindeki kireçtaşlarının mikroskopta doğal ışık altındaki görüntüsü. Mikrokritalin karbonat çamuru. F: Bentik Foraminifer, N: Nummulites sp. (Büyütme x22).....	24
Şekil 2.19: Çukurçeşme Formasyonu içerisindeki ince-orta-kaba tane boyutlu çakıl ve kum tabakaları ile altta kil tabakası. Sazlı Dere'nin güneybatısındaki sırt.	25
Şekil 2.20: Sazlı Dere'nin güneybatısındaki sırt üzerinde yer alan Çukurçeşme Formasyonu içerisinde gelişmiş büyük ölçekli tekne ve kama tipi çapraz tabakalar.	26
Şekil 3.1: Şamlar Köyü civarından alınmış Trakya Formasyonu'na ait 20 adet tabaka ölçümünün Schmidt ağında gösterimi. D-B yönlü sıkışma. Kontür aralığı %2'dir. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.	28
Şekil 3.2: Şamlar Köyü civarı dışındaki Trakya Formasyonu'na ait 39 adet tabakanın Schmidt ağında gösterimi. K20B yönlü sıkışma. Kontür aralığı %2'dir. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.	28
Şekil 3.3: Sazlıbosna Mahallesi'nin güneyinde, Trakya Formasyonu içinde görülen yatık kıvrım. Kıvrım kanatlarının tabaka konumları ve Schmidt ağı üzerindeki görüntüsü (Bakış yönü güneydoğu). K15D yönlü sıkışma. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.	29
Şekil 3.4: Eosen yaşlı birimlerde 42 adet tabaka ölçülmüş ve schmidt ağı üzerinde gösterilmiştir. Eosen sonrasında gelişen KB-GD yönlü sıkışma. Kontür aralığı %2'dir. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.	30
Şekil 3.5: Bent Deresi'nin batısında gözlenen, Trakya Formasyonu içerisinde gelişen bindirme (Bakış batıya). Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.	31
Şekil 3.6: Trakya Formasyonu'nda gözlenen ters fayların Schmidt ağı üzerindeki iz düşümleri. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.	31
Şekil 3.7: Trakya Formasyonu'nda gözlenen normal fayların Schmidt ağı üzerindeki iz düşümü. DKD-BGB açılma. Oklar açılma yönünü göstermektedir.	32
Şekil 3.8: Deliklikaya Mahallesi'nin güneyindeki, Eosen sonrasında gelişmiş normal faylar ve stereonet üzerindeki konumları (Bakış güneybatıdan kuzeydoğuya). Oklar açılma yönünü göstermektedir.	33
Şekil 4.1: Tabaka ölçümlerinden, kıvrımlardan ve faylardan tespit edilen deformasyon evrelerinin Schmidt ağı üzerindeki toplu görüntüsü.	36
Şekil 5.1: Sahadaki çalışan ve terk edilmiş ocakların yerbulduru haritası.	37
Şekil 5.2: Söğütlü Deresi'nin hemen kuzeybatısında, Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış kireçtaşı ocağı.	38
Şekil 5.3: Sazlı Dere'nin güneybatı sırtında yer alan, Çukurçeşme Formasyonu içerisinde açılmış çakıl-kum ocağı.	38
Şekil 5.4: Sazlı Dere'nin güneybatı sırtında yer alan, Çukurçeşme Formasyonu içerisinde açılmış kum ocağı.	39
Şekil 6.1: İstanbul ve çevresindeki aletsel kayıtlara göre (1900-2014), $M \geq 4$ den büyük depremler. Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi deprem kayıtları (http://udim.koeri.boun.edu.tr/).	41
Şekil 6.2: İnceleme alanının KAFZ'ye olan uzaklığı ve çevresindeki, aletsel (1900-2014) kayıtlara göre, $M \geq 4$ den büyük depremler (http://udim.koeri.boun.edu.tr/).	42
Şekil 6.3: KAFZ'nun Marmara Bölgesi tarafındaki eski depremlerin tarihleri ve yaklaşık episantr noktaları (Ambraseys ve Finkel, 1991)	42

Şekil 6.4: Adalar Fayı'nın kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).....	43
Şekil 6.5: Tekirdağ-Yeşilköy segmentinin kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).	44
Şekil 6.6: Batı Marmara Fayı'nın kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).....	44
Şekil 6.7: Tüm fayın kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).....	45
Şekil 6.8: İnceleme alanın İstanbul için Deprem Bölgeleri Haritası'ndaki konumu (http://www.deprem.gov.tr).....	46
Şekil 6.9: İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin hazırlatmış olduğu Deprem Tehlikesi Haritası.....	46

İSTANBUL BATISINDA, SAZLIBOSNA (ARNAVUTKÖY) - KAYABAŞI (BAŞAKŞEHİR) CİVARININ JEOLJİSİ VE YAPISAL EVRİMİ

ÖZET

İstanbul ilinin batısında yer alan Sazlıbosna-Kayabaşı civarında ayrıntılı jeolojik incelemelerle bölgedeki formasyonların litolojik, stratigrafik ve yapısal özellikleri araştırılmıştır. Bu araştırma kapsamında 1/25000 ölçeğinde jeoloji haritası ve kesitleri hazırlanmıştır. Bölgede Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu, Eosen yaşlı Hamamdere, Soğucak ve Ceylan Formasyonları ve Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonları yer almaktadır.

Alt Karbonifer yaşlı, kumtaşı-şeyllerden meydana gelen Trakya Formasyonu sahanın temelini oluşturur. Üzerine Orta-Üst Eosen yaşlı, birbiriyle yanal ve düşey geçişli Hamamdere, Soğucak ve Ceylan Formasyonları açılı uyumsuz olarak gelir. Üst Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu ise bu birimleri örter. Hamamdere Formasyonu sığ denizel-şelf ortamında çökelmiş çamurtaşları ile başlar ve üste doğru resiften taşınan, ince kireçtaşı aratabakalarıyla devam eder. Soğucak Formasyonu, resifal kireçtaşlarından meydana gelir. Şelfe (Hamamdere Formasyonu) ve açık deniz-havzaya doğru ince tabakalar halinde izlenir. Ceylan Formasyonu açık deniz-havza ortamında çökelmiş, kırıntılı kireçtaşı aratabakalı marn ve çamurtaşlarından oluşur. Çukurçeşme Formasyonu akarsu ortamında oluşmuştur ve inceleme alanında yer yer kil bantlı kum ve çakıllar şeklinde izlenmektedir.

Tabaka ölçümleri, kıvrımlar ve faylar incelendiğinde sahanın etkilendiği 4 ayrı deformasyon dönemi ve gerilme yönü tespit edilmiştir. Trakya Formasyonu'nu etkileyen 1. deformasyon evresinin Karbonifer sonrasında, Hersiniyen Orojenezi etkisiyle, D-B yönlü sıkışarak, 2. deformasyon döneminin ise Triyas sonrasında, Kimmeriye Orojenezi döneminde K20B yönlü sıkışarak geliştiği düşünülmektedir. Trakya Formasyonu'nu etkileyen 3. deformasyon dönemi ise Alpin Orojenez döneminde meydana gelen K15D yönlü bir sıkışma ile gelişmiştir. İnceleme alanında tespit edilen 4. deformasyon ürünü ise Eosen çökelleri içinde izlenmiştir. Hafif şiddetli bu deformasyon, Eosen sonrası, Üst Miyosen öncesinde K45B yönlü bir sıkışma ile gelişmiştir.

GEOLOGY OF İSTANBUL, SAZLIBOSNA (ARNAVUTKÖY) - KAYABAŞI (BAŞAKŞEHİR) AREA AND STRUCTURAL EVOLUTION

SUMMARY

Lithological, stratigraphic and structural properties of formations in the area have been investigated in the Sazlibosna-Kayabasi vicinity placed west of İstanbul. A 1/25.000 scale geological map and cross sections were prepared. Lower Carboniferous aged Trakya Formation, Eocene aged Hamamdere, Sogucak and Ceylan Formations, and Miocene aged Cukurcesme Formation were seen in the area.

The Lower Carboniferous age Trakya Formation with a dominant lithology of sandstone and shale forms the base of the field. On the top of the Trakya Formation, the Upper-Middle Eocene aged Hamamdere, Sogucak and Ceylan Formation lie unconformably. Eocene formations show lateral and vertical transitions with each other. The Upper Miocene Cukurcesme Formation covers these lithologies. Alluvium sediments occasionally cover these formations.

The field of investigation is dominated by parallel laminated shales which are, green-yellowish and green-brown-grey-bluish on color and thin-medium layered. Cleavage progression can be seen in the shales within the formation. The formation structure is very fractured, folded, and faulted. There are parallel and small scale, cross sediments within the sand stones and lower sediment layers are sharp and eroded. Ripples are observed on the upper surface of the sandstones were interpreted to be formed by turbidital flows. The petrographic research that was carried out on the thin sections of the sandstone samples within the formation revealed that the grains are scattered randomly. The grains can be mostly classified as angular – semi round and of metamorphic quartz origin. Fillate type, metamorphic originated rocks (usually mica fillate), muscovite, and occasional feldspar (usually plagioclase) are also observed.

The Hamamdere Formation starts with mudstone depositions in a marine-shelf environment and builds up with thin intermediate layers of limestone carried upwards from the reef. The formation developed primarily in three facies, namely: backreef (biomicrit), (Folk, 1962) reef (biolithite), and forereef. These facies generally change lateral and horizontal to one another. Petrographical observation reveals that the limestones are generally composed of coral and red algae colonies of variable size. The age of the formation is determined as Bartonian, by Özcan and Less (2011), via the determination of fossils within.

Sogucak Formation is formed by reef limestones. It is observed as thin layers through the shelf (Hamamdere Formation) and the deeper basin. The unit starts with carbonate enriched mudstones. This varying thickness stratigraphy changes first to thin and scarce, then to medium and common, yellowish grey colored carstic and transported coral reef substratas at the top of the formation.

The petrographic research that was carried out on the thin sections of the limestone samples within the unit revealed that they were made up of biomicritic limestones transported from the reef.

Ceylan Formation is composed of marl and mudstone deposited in the deep marine-basin environment, intercalated with clastic limestones. The field can be observed above the Hamamdere formation at some levels as a result of transgression. Unconformity over Trace formation is also observed to the west of the Bent river and to the North - Northwest of the field. Microcrystalline carbonate mud has revealed benthic Foraminifera and Nummulit fossils upon the thin section samples of the limestones.

Cukurcesme Formation was deposited fluvial environments and determined to be composed of sand and gravel with occasional clay layers within the field. These lithologies interact as eroded surface related lens structures. It contains unit wedged and galliot type cross strata. Cross stratigraphication scale diminishes towards the surface.

Four different deformation periods and tensional directions were determined as a result of bedding, fold and fault analyses. First deformation period, which effected the Trakya Formation, is considered to be caused by the Hercynian Orogeny in the E-W direction after the Carboniferous; whereas the second deformation period is considered to be caused by the Cimmerian Orogeny in the N20W direction after the Triassic. Third deformation period that effected the Trakya Formation is possibly caused by the Alpine Orogeny in the N15E stress direction. The fourth deformation that is determined in the area of investigation was observed on the Eocene sediments. This deformation was not intensive as much as others and occurred between Eocene and Upper Miocene in the N45W stress direction.

Deformations are detected in the Carboniferous Trace formation within the field being observed in different periods; and the Eocene sediments reflect traces of these deformations. When the field data, map remarks, and stereographic projection analysis are evaluated together, it is concluded that the first deformation that effected the rocks in the field are developed through EW direction compression (Figure 3.1). While studying the structural geology of the Trace formation, Ketin and Guner (1989) have concluded that the EW direction compression was effected by Hercynian orogeny.

As referenced by the current geographical location, the field is effected by a new deformation period dominated by N20W direction compression (Figure 3.2). The drifting structures (normal faults) which are positioned perpendicular to this compression trend are the products of the same period (Figure 3.7). Even though it is not seen in the field of observation, sedimentation is apparent within the Triassic period and that it is completed by the end of the Triassic period when the stratigraphy of the Istanbul zone is studied. This is a significant proof of the deformation of the Istanbul zone following the Triassic period. The N20W direction compression is considered to be related to the developing Kimmerian orogeny.

The third deformation that effected the Trace formation within the boundaries of the field of observation is the N15W direction compression (Figure 3.3) and the North varying structures (Figures 3.5 and 3.6). Upper Cretaceous Volcano sedimentary rocks to the north of both sides of Istanbul and that the Paleozoic rocks are pushed and overlapped towards these sediments to the north are well known (Altınlı, Kaya, Ketin and Akyüz).

It is observed that this structure has developed as a result of the same orogeny. It is also known that the Volcano sedimentary structure shows conformity up until the lower Eocene. That is why this orogeny is accepted as developed between lower and middle Eocene and attributed to the Alpine orogeny. Ketin and Guner (1989) indicated that these NW direction compressions are developed effected by the Alpine orogeny.

The fourth and the last deformation period that effected the field of observation is characterized by the NW-SE direction compressions (Figure 3.4) whose Middle-Upper Eocene sediments are slightly folded and the normal faulting that has developed perpendicular to it (Figure 3.8). Since the Upper Miocene aged Çukurçeşme Formation does not show any deformation, this last deformation is interpreted to happen sometime between the Upper Eocene and the Upper Miocene according to the data in the field.

1. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

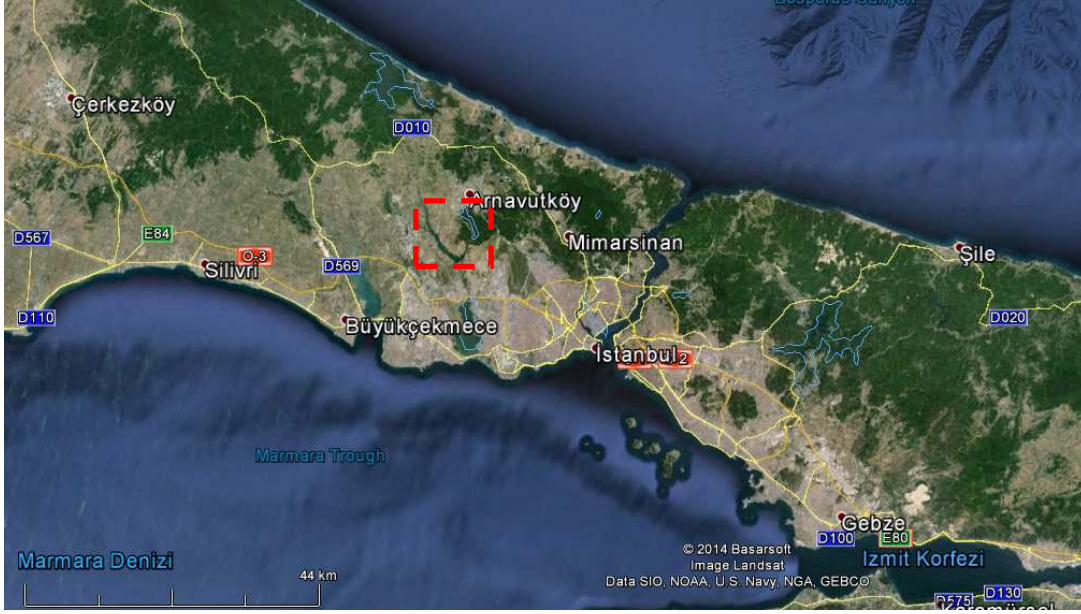
1.1 Giriş ve Çalışmanın Amacı

Dünyanın en önemli metropollerinden biri olan İstanbul, Türkiye ekonomisinin de en önemli kenti olması nedeniyle sürekli büyümeye devam etmektedir. Bu büyüme yeni yerleşim alanları ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. İstanbul'da yerleşimin yavaş yavaş batıya doğru kayıyor olması, bu alanların jeolojik özelliklerinin detaylı ve doğru bir biçimde bilinmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada İstanbul'un batısında yer alan Sazlıbosna (Arnavutköy) - Kayabaşı (Başakşehir) civarının jeolojik evriminin incelenmesi ve sahadaki formasyonların tespiti ile formasyonlar içerisindeki yapılarının araştırılması amaçlanmıştır.

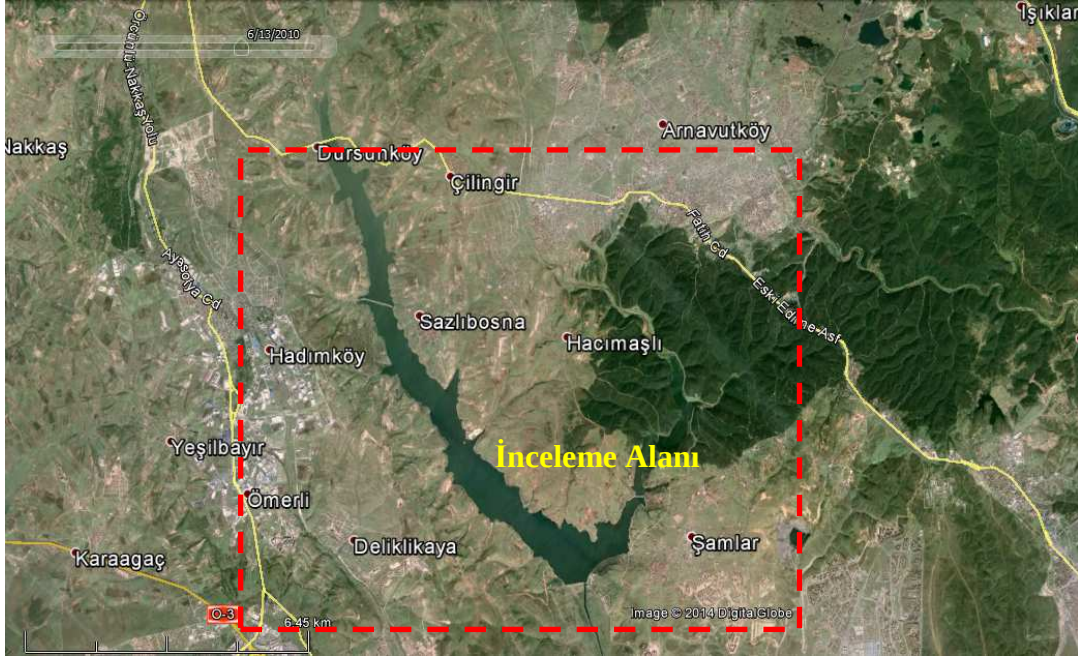
Bu amaca yönelik olarak, inceleme alanında yüzeyleyen birimlerin formasyon mertebesinde, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış ve aynı ölçekte jeoloji kesitleri alınmıştır. Litoloji tanımlama işlemleri nokta gözlemleri ile gerçekleştirilmiş ve petrografik olarak incelemek için temsil edici noktalardan ince kesit örnekleri derlenmiştir. Sahada görülebilen mostralarda tabakalar, kıvrımlar ve faylar incelenerek yapısal jeolojisi irdelenmiştir.

1.2 İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı İstanbul'un batısında, doğuda Eski Edirne Asfaltı'na (Arnavutköy-Habipler Yolu), batıda Ömerli Köyü'ne, kuzeyde Arnavutköy ilçe merkezine ve güneyde ise Sazlıdere Baraj'ı gövdesine kadar uzanmaktadır (Şekil 1.1 ve 1.2). Çalışılan alan F21-d2, F21-d3, F21-c1 ve F21-c4 nolu 1/25000 ölçekli topografik haritalara girmektedir ve yaklaşık 110 km² dir.



Şekil 1.1: İnceleme alanı ve yakın çevresinin Google Earth görüntüsü.

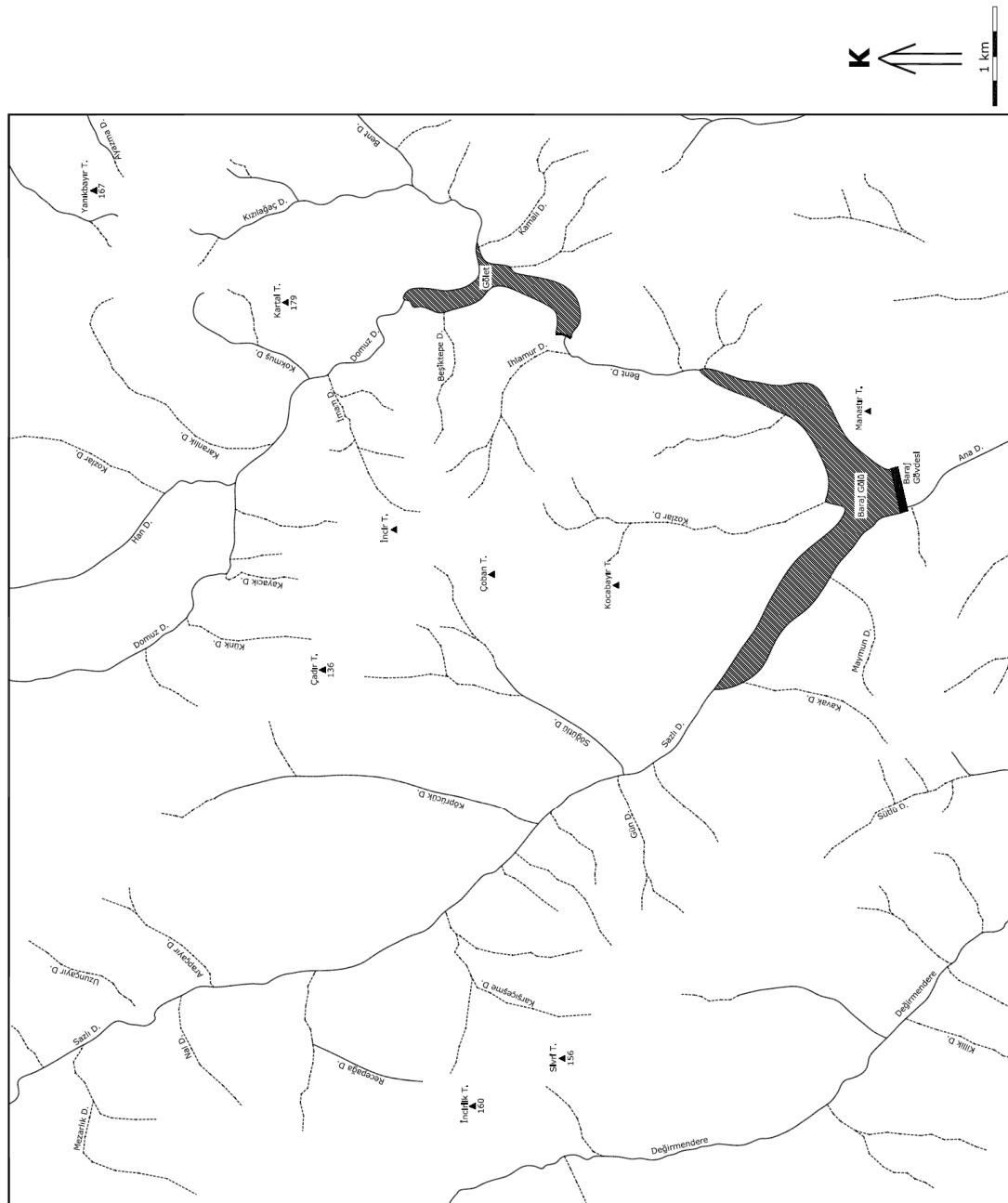


Şekil 1.2: İnceleme alanının Google Earth Görüntüsü.

1.3 Morfoloji

İnceleme alanı genel olarak fazla engebeli olmayan bir yapıya sahiptir. Bölgede en belirgin morfolojik unsurlar KB-GD gidişli yayvan Sazlı Dere vadisi ve KD'da ormanla kaplı engebeli alandır. Arazi yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu yönlü derelerle kesilmiş ve yine aynı uzanımlı sırtlardan oluşmuş bir topografyaya sahiptir. İncelenen sahada Domuz Deresi, Sazlı Dere, Bent Deresi ve Değirmen Dere adında 4 ana dere ve bu derelere bağlanan yan kollar da vardır. Domuz Deresi, Sazlı Dere ve Bent Deresi Sazlıdere Barajı'nı besler. İnceleme alanının güneybatısında yer alan Değirmen Deresi ise arazinin güneydeki Küçükçekmece Gölü'ne boşalır. Sazlı Dere, Domuz Deresi ve Değirmen Dere kuzeybatı-güneydoğu yönlü, Bent Deresi ise kuzeydoğu-güneybatı yönlüdür. Ana derelere bağlanan yan kolların çoğu kuzeydoğu-güneybatı yönlüdür. Bunlardan başlıcaları İmam, Beşiktepe, İhlamur, Kızılağaç, Köprücük, Kozlar, Çatalkaya, Maymun, Köprücük ve Söğütlü Dereleri'dir. Bölgedeki akarsu şebekesi yarı paralel - dendritik bir drenaj ağı gösterir (Şekil 1.3).

Domuz Deresi'nin hemen kuzeydoğusu arazinin en yüksek kesimlerini oluşturmaktadır (~200 m.). Ayrıca, sahanın batı ve kuzeybatı kesimleri daha düz bir morfolojiye sahiptir. Bölgenin önemli yükseltileri Kartal Tepe (179 m.), Yanıkbayır Tepe (167 m.), İncirlik Tepe (~160 m.), Çoban Tepe (~150), Kocabayır Tepe (~150) ve Manastır Tepe'dir (~ 105 m.).



Şekil 1.3: İnceleme alanına ait tepe ve drenaj ağı haritası

1.4 Önceki Çalışmalar

İnceleme alanının çevresinde bazı çalışmalar yapılmıştır. Fakat sahada, bu kapsamda gerçekleştirilmiş bir çalışma bulunmamaktadır. Özellikle Paleozoyik istifi üzerinde çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Aşağıda verilen çalışmalar, bölgede yüzeyleyen formasyonların farklı lokasyonlardaki çalışmalarını içermektedir. Araştırmacılar, sahada gözlenen birimleri formasyon mertebesinde ayırtlamış, adlandırmış ve yaş tayinlerini yapmışlardır.

Penck (1919), Paleozoyik arazisinin sınırları çizilerek gerçekleştirilmiştir. Penck çalışmasında, Sedef Adası'nda "Liegendkalke, Dayia-kalke, Tabulaten (Heliolites)-kalke", "Bunre Bunderkalke", "Halysiteskalke" seviyelerini ayırmış ve Dolayoba çevresinde "Quarzit Serie" ile birbirlerinin içine girerek karışmış olduklarını söylemiştir. Bu birim, İstinye'de Koblensiye "Riffkalk" olarak tanımlanmıştır. Kuvarsit ve arkozların diskordans ile fosilli Devoniyen şist ve grovakları üzerinde durduğunu yorumlamıştır. Yazar, daha sonraları Alt Karbonifer (Vizeyen) olduğu anlaşılan kumtaşı-şeyl ardalanmasını Alt Devoniyen'den Üst Devoniyen'e kadar çökelmiş bir kara fasiyesi olarak düşünüp, "Thrazishe Serie" olarak adlandırmıştır. Penck'e göre, Trakya Serisi'nin altında ise konkordan olarak Orta Devoniyen'e ait "Kieselschiefer" yer almaktadır.

Chaput ve Hovasse (1930), Sarıyer – Zekeriyaköy – Kumköy arasında çalışmalar yapmışlardır. Yazarlar, bu bölgede "Devoniyen arazisi"nin Üst Kretase üzerine itildiğini ve 6-7 km kadar kuzeye ilerleyerek Kretase birimlerini örttüğünü belirtmişler ve bu bindirme hareketinin Alpin orojenezi sırasında oluştuğunu yorumlamışlardır. Bu görüş aynı bölgede incelemeler yapan Parejas ve Baykal (1938) ile Pamir (1948) tarafından da kabul görmüştür (Akyüz, 1987).

Sayar ve Pamir (1933), İstanbul batısında görülen şist, gre ve grovakların Devoniyen "Trakya Serisi" olduğunu söylemişlerdir. 1948 yılında bölgedeki çalışmalarını derleyen Pamir, Trakya Serisi içerisinde fosil bulunmadığını, ancak stratigrafik olarak Orta-Üst Devoniyen olabileceğini belirtmiş ve istifin denizel fasiyese ait olduğunu yorumlamıştır.

Chaput (1936), Trakya Serisi'ni değişik bölgelerde incelemiş ve İstanbul'un batısında ve kuzeyinde meydana çıkan Paleozoyik arazisinin Devoniyen yaşında olduğunu öne sürerek, genel stratigrafinin ana hatlarını belirlemiştir. Kuvarsit, şist ve volkanik kayaların yuvarlanmış çakıllarını içeren 3. zamana ait kum depolarının varlığına ilk kez değinerek bunları "Belgrad Ormanı Çakılları" şeklinde isimlendirmiştir. Hünkartepe'deki otokuvarsitler, yazar tarafından aşınma ve yer değiştirme sonucu bir antiklinalin çekirdeği olarak düşünülmüştür.

Paeckelmann (1938), İstanbul ve civarında yaptığı sistematik çalışmaları sonucu bölgeye ilişkin 1:75000 ölçekli jeoloji haritalarını yayınlamıştır. İstanbul'a ait bu Paleozoyik serinin en altında Geç Silüryen "Hauptkonglomerat", üstüne doğru "Arkose-Horizont" ve "Hauptquarzit" seviyelerinin bulunduğu gösterilmiş ve "Quarzit Serie" olarak yazar tarafından adlandırılmıştır. Ayrıca, lamine şeyller Büyükdere'de "Thrazische Serie", İstinye'de "Obere Pendikschichten", Çamlıca'da ise "Quarzit Serie" olarak isimlendirilmiştir. Çamlıca'daki kuvarsit ve arkozların faylı sınırlarla Devoniyen şistlerinin altında olduğunu yorumlamıştır. Seri içerisinde gözlemlenen yumrulu kireçtaşları ve çörtler, Jediniyen - Orta Devoniyen "Nierenkalk-Kieselschiefer Serie" olarak nitelendirilmiş ve bunlarla yanal geçişli olduğunu öne sürdüğü "Trakya Serisi"nin Üst Devoniyen'e ait denizel bir fasiyes olduğunu ilk kez belirtilmiştir. Paeckelmann, Trakya Serisi'nin alt kesimlerinin kalkerli bir litoloji grubuna ait olduğunu nitelendirerek "Mode Fazies" olarak adlandırmıştır. Yazar tarafından genel çizgileri belirlenen İstanbul Paleozoyik'inin stratigrafik dizilimi alttan üste doğru Konglomera Horizonu, Arkoz Horizonu, Esas kuvarsit Horizonu, Grovak Horizonu, Pendik tabakaları, Grovak grovak şist, Böbrekli kalker, Silisli Silt Serisi, Trakya Serisi şeklindedir.

Yalçınlar (1944), Sarıyer'in kuzeybatısındaki Cebeciköy kireçtaşının sınırlarını çizerken birimin Trakya Serisine ait olduğunu saptamış ve Devoniyen'e dahil etmiştir. Ancak daha sonra bu birimin, içerisindeki brakyapod, gastropod, koray, krinoid gibi fosillerin varlığı ile istifin Alt Karbonifer (Vizeyen)'e ait olduğunu saptamıştır (1951-1954). Böylece Trakya Serisinin yaşı, Yalçınlar tarafından ilk defa Karbonifer veya Permo-Karbonifer olarak ileri sürülmüştür.

Dacı (1951), gerçekleştirdiği paleontolojik çalışma neticesinde Eosen yaşlı istifin Lütisiten-Priaboniyen olarak ortaya koymuştur.

Yalçınlar (1951), İstanbul boğazının batısında farklı yerlerde bulduğu fosilleri genelleştirerek, Trakya serisi için ilk defa Vizeyen (Alt Karbonifer) yaşını ileri sürmüştür.

Ketin (1953), özellikle Prens Adaları ve bu ada takımının en büyüğü olan Büyükada'da yaptığı çalışmalarda Üst Silüryen'e dahil ettiği arkoz ve kuvarsitlerle, Devoniyen şist ve kalkerleri arasında açılı bir diskordansın varlığını belirterek

İstanbul civarı Paleozoyik’inde Kaledoniyen orojenizine ait kıvrımlanma evrelerine değinmiştir. Daha sonra bu doğrultuda Çamlıca bölgesini inceleyen Ketin (1959) arkoz, arkozistleri, grovak, grovak şistleri ve kuvarsitleri Üst Silüryen olarak nitelendirirken bu birimlerin BKB-DGD veya BGB-DKD doğrultusunda olduğunu söylemiştir. Bölgede bulunan kumlu kalker, fosilli killi şist ve yumrulu kalkerler Alt Devoniyen’e dahil edilirken, alttaki birimlerle aralarında orojenik bir uyumsuzluğun olduğu, arkoz kuvarsit serisinin D-B yönlü kıvrımlarının, K-G yönlü Devoniyen kıvrımları tarafından uyumsuz olarak örttükleri gözlemlenmiştir. Ketin 1989 yılında Güner ile beraber yaptığı çalışmada ise Trakya formasyonunun yapısal özelliklerini incelemiş, bu birimde Hersiniyen orojenezi sonucu D-B yönlü sıkışma ve Alpin orojenezi sonucu K-G yönlü sıkışma gerçekleştiğini yorumlamıştır.

Abdüselamoğlu (1963), Trakya Serisi’ni Karbonifer yaşlı olduğunu belirtmiş ve Karbonifer yaşlı serilerin genellikle kuzey güney kıvrılıp Hersiniyen sistemiyle geliştiklerini belirtmiştir.

Baykal ve Kaya (1963-65), İstanbul bölgesindeki Karbonifer oluşumları üzerinde çalışmış ve Üst Paleozoyik istifini yumrulu kalker, radyolarit ve killi grovak-kalker şeklinde ayırtlamışlardır. Yazarlar ayrıca Karbonifer’in Devoniyen ve daha eski temel üzerinde diskordan olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Keskin (1966), Trakya havzasındaki Pınarhisar resif karmaşığının mikrofasiyes çalışması isimli araştırmasında, Eosen yaşlı kireçtaşlarına Kırklareli kireçtaşı adını vermiş ve yaşını da Üst Eosen olarak saptamıştır.

Haas (1968), İstanbul’un değişik bölgelerinde incelemeler yapmış, taban çakıltısı düzeyi ile başladığını öne sürdüğü arkozları “Kurtköy Schichten” olarak adlandırmıştır. Yazar, kuvarsitleri “Ayazma Scichten” şeklinde isimlendirmiş ve “Kurtköy Schichten” ile girişik ve arkoz içinde merceksel oluşuklar şeklinde olduklarını vurgulamıştır. Ayrıca İstinye’deki kireçtaşları Venlokiyen-Jediniyen’e dahil edilen “Akviran Serisi” olarak tanımlamıştır. Ayrıca “Kartal tabakaları” brakyapod ve trilobitlere göre Üst Emsiyen, “Kurtdoğan ve Dede tabakaları” Emsiyen, “Gebze Tabakaları” Alt Eyfeliyen, “Denizli tabakaları” conodotlara göre Üst Eyfeliyen’e dahil edilmiştir.

Sayar (1977), Haliç ve çevresinde yaptığı araştırmasında tutturulmuş kum, kil, silt, çakıldan oluşan birime, en yaygın görüldüğü yer Rami kuzeyindeki Çukurçeşme yöresi olduğundan Çukurçeşme Formasyonu adını vermiş ve yaşı Üst Miyosen olarak belirtilmiştir.

Kaya (1978), İstanbul bölgesinin Paleozoyik istifini incelemiş, Ordovisyen ve Silüriyen kırıntılı kayaçlarının bileşim, doku ve stratigrafi ilişkilerine dayanarak, Karadenizin bugünkü yerinde yer almış olabilecek siyalik nitelikteki bir beslenme alanına değinmiş ve Paleozoyik istifini alttan üste doğru şöyle adlamıştır; Kurtköy arkoz birimi , ydos kuvarsarenit birimi, Büyükdere şeyl birimi, İstinye kireçtaşı, Büyükada Formasyonu, Kartal Formasyonu, Baltalimanı Formasyonu, Trakya Formasyonu, Belgrat Formasyonu.

Görür ve Diğ. (1981), "Trakya Havzası doğusunda Eosen Resifleri" adlı araştırmalarında, inceleme alanında yüzeyleyen Eosen yaşlı tortulların, resif eteği, resif ilerisi, havza ve kanal fasiyeslerinden meydana geldikleri şeklinde geliştiklerini ortaya koymuştur.

Önalın (1982), İstanbul Paleozoyik istifinin özellikle çökelme ortamı ve çökelme özelliklerini incelemiş, stratigrafisini ise alttan üste doğru; Kurtköy formasyonu, Aydos formasyonu, Gözdağ formasyonu, Aydınlı formasyonu, Dolayoba formasyonu, Sedefadası formasyonu, İstinye formasyonu, Kaynarca formasyonu, Kartal formasyonu, Kozyatağı formasyonu, İçerenköy şeyli, Tuzla formasyonu, Baltalimanı formasyonu, Trakya formasyonu, Belgrad formasyonu olarak ayırt etmiştir. Yazar 1987-1990 yılları arasında ki çalışmaları sonrasında ise stratigrafik sıralanımı; Kurtköy formasyonu, Aydos formasyonu, Gözdağ formasyonu, Dolayoba Formasyonu, İstinye formasyonu, Kartal formasyonu, Tuzla formasyonu, Baltalimanı formasyonu, Trakya formasyonu gibi yapmıştır. Önalın, Kurtköy formasyonunun örgülü ve menderesli ırmak, Aydos formasyonunun sahil, plaj gel-git ortamı, Gözdağ formasyonunun lagün ortamında çökeldiğini belirtmiş, Gözdağ formasyonunun üst kesimleri ile Dolayoba formasyonunun alt kesimlerini kum barları olarak değerlendirmiştir. Bu birimlerin üzerine gelen Dolayoba Formasyonu'nu resif ve resif önü, İstinye formasyonun kıyıya çok uzak olmayan, yersel havzaların orta kısımlarında, Kartal formasyonun şelf ve derinleşen şelf, Tuzla formasyonunun kıta yamacında açık ve normal tuzlulukta bir denizin dalga tabanı altındaki kısmında çökeldiği yorumlanmıştır. Çökel havzasının beslenme yönü

kabaca K-G yönelimlidir. Yazar, ayrıca bölgeyi etkileyen ilk tektonik hareketlerin Alt Karboniferden sonra olduğunu öne sürmüştür.

Yavuz (1987), Şamlar-İkitelli (Bakırköy-İstanbul) Köyleri Çevresinin Jeolojisini incelemiş ve Eosen yaşlı tortulların en alt kesimini oluşturan kireçtaşı aratabakalı çamurtaşlarını ayrı bir litostratigrafik birim olarak adlandırmıştır.

Ketin ve Güner (1989), yaptığı çalışmada ise Trakya Formasyonu'nun yapısal özelliklerini incelemiş, bu birimde Hersiniyen orojenezi sonucu D-B yönlü sıkışma ve Alpin orojenezi sonucu K-G yönlü sıkışma gerçekleştiğini yorumlamıştır.

Özcan ve diğ. (2009), Trakya Havzasının (KB Türkiye) doğusu ve kuzeyindeki sığ-denizel Eosen Soğucak Formasyon'una ait bazı kesitler ve Oligosen yaşlı Ceylan Formasyon'una ait bir stratigrafik kesit ile iri bentik foraminiferlerin (başlıca Nummulitidler ve Orthophragminidler) biyometrik özelliklerini irdelleyerek ayrıntılı olarak çalışmıştır.

Less ve diğ. (2011), Trakya Havzası (KB Türkiye) güneyindeki denizel Eosen birimleri stratigrafik konumları tartışmalı platform ve derin-denizel turbiditik ve olistostromal istifleri ile temsil edilir. Havzanın güneyinde, foraminifer ve/veya foraminifermercan-kırmızı alg bakımından zengin birimlerde yaptığımız çalışmalar ilk kez bu birimler için yüksek çözünürlüklü biyostratigrafik bir sistemin oluşturulmasına imkan sağlamıştır.

2. JEOLJİ

İnceleme alanı Karbonifer, Eosen, Miyosen ve Kuvaterner çökellerinden oluşmuştur. Dizilim en altta Trakya Formasyonu (Alt Karbonifer) ile başlar, üzerine uyumsuz olarak Eosen yaşlı Hamamdere (Orta - Üst Eosen), Soğucak (Orta-Üst Eosen) ve Ceylan Formasyonları (Üst Eosen-Oligosen) gelir. Çukurçeşme Formasyonu (Üst Miyosen) ise bu birimleri yer yer örter. Stratigrafik dizilimin en üstünde ise, tüm yaşlı birimlerin üzerine gelen Kuvaterner yaşlı alüvyon çökel birimleri bulunmaktadır. İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafi kesiti Şekil 2.1’de verilmiştir.

SİSTEM	YAŞ		FORMASYON	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	SERİ	KAT			
KUVATERNER		HOLOSEN	ALÜVYON		Alüvyon : Çakıl, kum, silt, kil, gevşek
S E N O Z O Y İ K	MİYÖSEN	ÜST MİYÖSEN	ÇUKURÇEŞME		Tutturulmamış çakıl-çakıllı kum- kum : Sarımsı kahve renkli, gevşek, tutturulmamış ve çapraz tabakalı
		ÜST EOSEN - OLİGOSEN	CEYLAN		Sarımsı açık bej renkli, kırıntılı kireçtaşı aratabakalı, marn.
		ORTA - ÜST EOSEN	SOĞUCAK		Mercan-biyolitit-kırıntılı kireçtaşı, resif-yama resifi
		ORTA - ÜST EOSEN	HAMAMDERE		Killi kireçtaşı-çamurtaşı ardışımı; resif gerisi lagüner
	PALEOZOYİK	ALT KARBONİFER	TRAKYA		Kumtaşı-şeyl: Yeşilimsi kahverenkli, türbiditik kumtaşı ve şeyl ardışımı

Şekil 2.1: İnceleme alanına ait genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Ölçeksizdir).

2.1 Trakya Formasyonu (Kt)

İstif, baskın olarak yeşil - sarımsı yeşil şeyllerden ve yeşilimsi - kahve kumtaşlarından meydana gelir (Şekil-4). Bu istif ilk olarak Tchihatcheff (1864) tarafından "Fosilsiz şeyl ve kumtaşları" olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Penck (1919) "Trakya Serisi" ismini vermiştir. Peackelman (1938) ve Yalçınlar (1951) da bu adlamayı kullanmışlardır. Altınlı (1951) "Mutavassıt Fasiyesi", Abdüsselamoğlu (1963) "Grovağ Şist", Kaya (1978) ve Önalın (1982) Trakya Formasyonu olarak birimi adlamışlardır.

Formasyon, inceleme alanının doğu-kuzeydoğusunda yaygın olarak görölmektedir. Sahanın temelini oluşturan formasyon üstten Hamamdere, Soğucak, Ceylan ve Çukurçeşme Formasyonları ile açılı uyumsuz olarak örtölür.

Bu ve bundan sonraki bütün tabaka kalınlıkları ile ilgili sınıflamalar Veir'e (1953) göre yapılmıştır. Bu sınıflamaya göre 1-3 cm çok ince, 3-10 cm ince, 10-50 cm orta, 50-100 cm kalın, >100 cm çok kalın tabaklıdır.

İnceleme alanında yeşil-sarımsı yeşil-kahve-gri-mavimsi gri renklerde, ince-orta tabakalı, üstten keskin geçişli ve paralel laminalı şeyller baskındır (Şekil 2.2). Formasyon içerisindeki şeyllerde genel olarak klivaj gelişimi izlenir (Şekil 2.3). Formasyon oldukça kırıklı, kıvrımlı ve faylı bir yapıya sahiptir.



Şekil 2.2: Şamlar'ın batısında kumtaşı-şeyl ardalanmasının genel görünümü. Birim bu lokasyonda baskın olarak şeyllerden meydana gelmiştir (Bakış yönü batıya).

Şeyllerin içinde değişik kalınlıkta sarımsı-kahverengi, yeşilimsi-kahve ve gri renkte kumtaşları yer almaktadır. Kumtaşları kırıklı-çataklı bir yapıya sahiptir ve çatlak yüzeyleri oksitlenmiştir. El örneğinde iyi boylanmış olduğu ve bol muskovit içerdiği görülür. Hem kumtaşlarının hem de şeyllerin çatlakları yer yer kalsit ve kuvars ile dolmuştur (Şekil 2.4).



Şekil 2.3: Bent Deresi'nin batısında, döküntü halinde görülen kalem tipi klivaj.

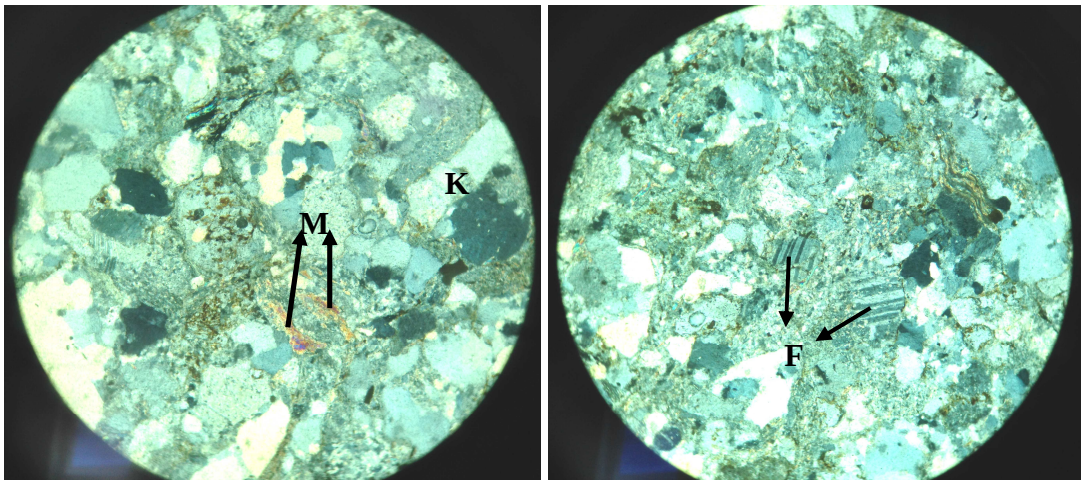


Şekil 2.4: Bent Deresi ile Domuz Deresi'nin batısında yer alan Trakya Formasyonu içerisindeki kuvars damarları.

Kumtaşları içerisinde paralel ve küçük ölçekli çapraz tabakalar vardır ve alt tabaka yüzeyleri keskin, aşınmalı biçimdedir. Türbidit akıntılarıyla oluşmuş kumtaşlarının üst yüzeylerinde ripıllar gözlenmiştir (Şekil 2.5). İstif içinde üste doğru, kumtaşı aratabakalarının hem kalınlıkları hem de oranları artmaktadır. Bu ortam türbiditik serinin yakınsak fasiyesine işaret etmektedir.



Şekil 2.5: Kumtaşları üzerinde gözlenen ripıllar. Şamlar Köyü'nün kuzeyi.



Şekil 2.6: Kumtaşının mikroskopta polarize ışık altındaki görüntüsü. M: Muskovit, K:Kuvars, F: Feldispat (Plajiyoklas). (Büyütme x22).

Formasyon içerisindeki kumtaşı örneklerinin ince kesitleri üzerinde yapılan petrografik incelemelerde tanelerin matriks içerisinde gelişigüzel dağılmış olduğu görülmüştür. Büyük oranda, taneler köşeli-yarı yuvarlak ve metamorfik kökenli kuvarslardan yapılmış olduğu söylenebilir. Bunun yanında fillat tipi metamorfik kayaç parçaları (genel olarak mika fillit), muskovit ve yer yer feldispat (çoğunlukla plajiyoklas) izlenir (Şekil 2.6). Demirli mineralleri oksitlenmiş ve ileri derecede diyajenez geçirmesi sebebiyle matriksi oluşturan killer yönlü serizit iğnelerine dönüşmüşlerdir. Bu durum kumtaşlarının derin gömüldüğünü göstermektedir. Matriks kil ve siltten oluşur ve oranı %15'ten azdır. Bu nedenle kayaç Pettijohn (1978)'e göre "Litik Arenit" olarak adlandırılır.

Birim, ilk olarak Tchihatcheff (1864) tarafından Devoniyen'e dahil edilmiştir. Penck (1919) Trakya Serisi olarak adladığı aynı yaşı kabul etmiştir. Bu yaş Peackelman (1938), Altınlı (1951) tarafından kabul edilmiştir. Daha sonra Trakya Formasyonunun, Vizeyen-Erken Karbonifer yaşında olduğu ilk kez Yalçınlar (1951) tarafından birimin üst seviyelerinde yer alan Cebeciköy kireçtaşında bulunduğu Lithostratigrafi Martini M:EDW, H. Syringopora ramulosa PHILL ve Syringopora geniculata PHILL fosillerine dayanılarak ileri sürülmüştür. Abdüsselamoğlu (1963), kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan birimin altında yer alan çörtlerin (lilit, radyolarit) yaşını Erken Vizeyen olarak belirleyerek Trakya Formasyonunu Erken Karbonifer olarak yaşlandırmıştır. Baykal ve Kaya (1963)'da buldukları Lapidostrobos browni SCHIMPER ve Eleutherophyllum mirabilis STUR fosillerine dayanarak aynı zaman dilimini kullanmışlardır. Haas (1968) altındaki çörtlerde buldukları radyolarit fosillerine dayandırarak yaşını Vizeen-Alt Karbonifer olarak belirlemişlerdir. Önal (1982) ve Seymen (1995)'de birim için Erken Karbonifer (Vizeyen) yaşını kabul etmiştir. İlk olarak Penck (1919) seriyi karasal bir fasiyes olarak belirlemiştir. Daha sonra Pamir ve Sayar (1933) birimin denizel olduğunu ortaya koymuştur. Paackelman (1938) ve sonraki bütün çalışmacılar ortamın denizel olduğunu kabul etmiştir. Birim içerisinde türbiditik yapılar (Şekil-8) bulundurulması sebebiyle denizel olduğunu söyleyebiliriz. Ancak, inceleme alanında görülmesi de istifin üst kesimlerinde yer alan kireçtaşları, ortamın üste doğru sığlaştığını belirtir.

2.2 Hamamdere Formasyonu (Teh)

Formasyon, sarımsı bej- sarımsı kahverenkli, karbonat içerikli ve kireçtaşı aratabakalı çamurtaşlarından oluşmaktadır. Eosen istifinin üst kesimine göre litolojik farklılık göstermesinden ötürü Yavuz (1987) tarafından ayırtlanmış ve adlanmıştır. Oktay ve Eren (1994) tarafından İstanbul Megapol Alanı'nın jeolojisinde ilk defa bu isim altında yayınlanmış ve literatüre geçmiştir.

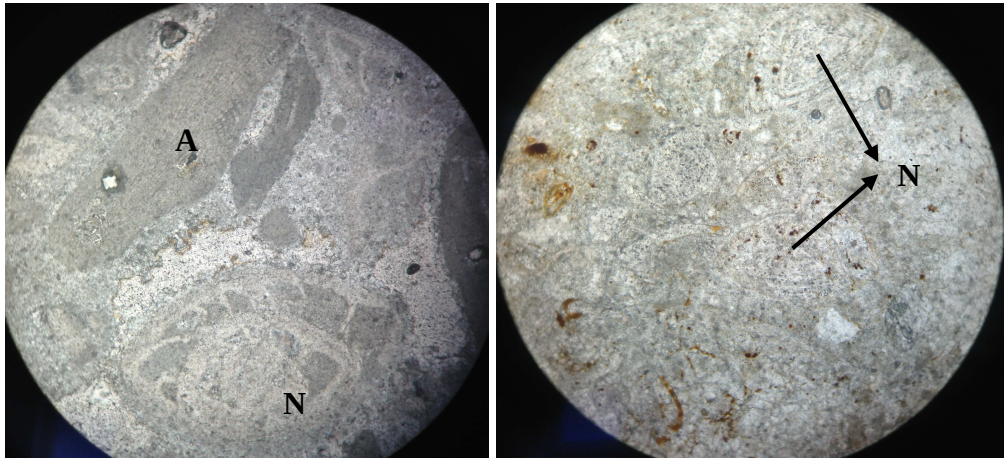
Formasyon inceleme alanının güneybatısında ve güneydoğusunda yaygın olarak gözlenmiştir. Trakya Formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelir, Soğucak Formasyonu ile hem yanal ve düşey geçişli olarak görülür. Birim karbonatça zengin çamurtaşları ile başlar. Değişik kalınlıklardaki bu tabakalanma, Deliklikaya Mahallesi'nin batı-kuzeybatısındaki ve Kayabaşı'nın hemen doğusundaki mostralarda rahatça izlendiği gibi, üste doğru formasyon içinde önce ince ve seyrek, sonra ise sık ve orta, sarımsı bej-boz renkli, karstlaşma gözlenen, demirli mineralleri oksitlenmiş ve resiften taşınmış kireçtaşı aratabakalarına dönüşmektedir (Şekil 2.7). El örneklerinde gözlenen mercan fosilleri, kireçtaşlarının resiften taşındığını göstermektedir (Şekil 2.8). Kireçtaşları çamurtaşlarıyla alttan keskin, üstten ise tedrici geçişlidir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7: Deliklikaya Mahallesi'nin batı-kuzeybatısında yer alan Hamamdere Formasyonu'ndan (kireçtaşı aratabakalı çamurtaşları) bir görünüm (Bakış yönü kuzeydoğuya).



Şekil 2.8: Hamamdere Formasyonu içerisindeki mercan fosilleri. Deliklikaya Mahallesi'nin kuzeyi.



Şekil 2.9: Biyomikritik kireçtaşlarının mikroskopta doğal ışık altındaki görüntüsü. A: Kırmızı Alg, N:Nummilites sp. (Büyütme x22).

Birim içerisindeki kireçtaşlarının, ince kesitleri üzerinde yapılan petrografik incelemelerde, resiften taşınmış biyomikritik kireçtaşları olduğu anlaşılmıştır (Şekil 2.9). Kesit içerisinde Alg, Mercan, Nummulites sp. ve bentik-pelajik foraminiferin yanı sıra Textularia, Astigerina, Bryzoa ve planktonlar saptanmıştır (Paleontolojik tayinler Prof. Dr. Ercan ÖZCAN tarafından yapılmıştır).

Hamamdere Formasyonu'nun Soğucak Formasyonu ile yanal ve düşey geçişlidir. Bu sebeple, formasyon için resiften taşınan kireçtaşları üzerinde yapılan yaşladırımlar kabul edilmiştir. Soğucak Formasyonu ilk olarak İkitelli civarında Daci (1951) tarafından Orta-Üst Eosen olarak yaşlandırılmıştır. Yavuz (1987) çalışmasında birime, içerisinde resiften taşınan kireçtaşlarını bulundurması sebebiyle aynı yaş verilmiştir. Özcan (2011) ise Soğucak Formasyonu üzerinde yaptığı detaylı yaş çalışmasında, formasyonu Bartoniyen olarak belirlemiştir. Birimin çamurlarla başlaması sebebiyle çökelme ortamı resif gerisi-şelf olduğu düşünüldüğünden sığ denizeldir denebilir.

2.3 Soğucak Formasyonu (Tes)

Formasyon krem-bej renkli, resifal, bol fosilli ve karstik kireçtaşlarından oluşmaktadır. İlk kez Holmes (1961) tarafından Kırklareli Formasyonu'nun kireçtaşı üyesi olarak ayırtlanmıştır. Keskin (1966) de bu ayırtlamayı kabul etmiştir. Daha sonra Ünal (1967) tarafından formasyon mertebesine çıkartılarak Soğucak Formasyonu ismi verilmiştir.

İnceleme alanında Hacımaşlı Köyü'nün güneyinde ve Kayabaşı Mevkii'nde yaygın olarak gözlenmektedir. Birim, alttan Hamamdere Formasyonu, üstten Ceylan Formasyonu ile hem yanal hem de düşey geçişlidir. Formasyon resif gerisi (biyomikrit) (Folk, 1962), resif (biyolitit) (Folk, 1962) ve resif önü fasiyesleri olarak başlıca üç fasiyeste gelişmiştir (Oktay ve Eren, 1994). Bu fasiyesler, genelde birbirleriyle yanal ve düşey geçişlidir.

İnceleme alanında resif gerisi fasiyesi, kalınlıkları 1-5 cm. arasında değişen karbonatça zengin çamurtaşı aratabakalı, alt kesimde ince, üst kesimde ince-orta-kalın tabakalı resifal kireçtaşlarından yapılmıştır. Kireçtaşlarının tabakalaşma kalınlıkları alt kesimde 0.3-0.6 metre, üst kesimlere doğru ise 1-1.5 metreye kadar çıkmaktadır. Hamamdere Formasyonu ile yanal geçişlidir.

Resif fasiyesi, gerek resif arkası ve gerekse resif önü fasiyesleri içinde küçük kamalar halinde izlenir (Şekil 2.10). Genelde krem-bej-beyaz-boz renkli, sert, tabakalanmasız ve yaygın karstik özellikte kireçtaşı olarak nitelenebilecek bir fasiyestir. Formasyon içerisinde mağara tipi karstlaşmaya, sahanın güneyinde yer alan Sazlıdere Barajı'nın baraj gövdesinin hemen doğusunda rastlanmıştır.

Formasyonun bu fasiyesinde, mostralarda ve el örneklerinde bol miktarda Mercan bulunur. (Şekil 2.11 ve 2.12). İnceleme alanının yakın çevresinde yapılan bir çalışmaya göre resif, benk tipi olarak belirtilmiştir (Görür ve diğ., 1981). Arazide yer yer yama resifi şeklinde de gözlenmiştir (Şekil 2.10) (Henson, 1950).

Resif önü fasiyesi ise resifile havza ortamları arasında yer alır. Bu fasiyes alt kesimde sarımsı bej renkli, yanal olarak mercekssel ve ince-orta tabakalı kireçtaşlarından yapılmıştır ve düzgün tabakalanma göstermesiyle resiften kolayca ayrılabilir.

Fasiyesin alt kesiminde tabakalar 1-5 m arasında olmalarına karşın üste doğru giderek inceliyor ve tane boyutları küçülür. Kireçtaşı tabaka kalınlıkları bu fasiyes ile yanal geçişli olan Ceylan Formasyonu'na doğru azalır (Şekil 2.13 ve 2.14).



Şekil 2.10: Şamların kuzeyindeki yama tipi resif. (Bakış yönü kuzey - kuzeydoğuya).



Şekil 2.11: Söğütlü Deresi kuzeybatısında yer alan, Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış kireçtaşı ocağı içinde gözlenen mercan fosili.



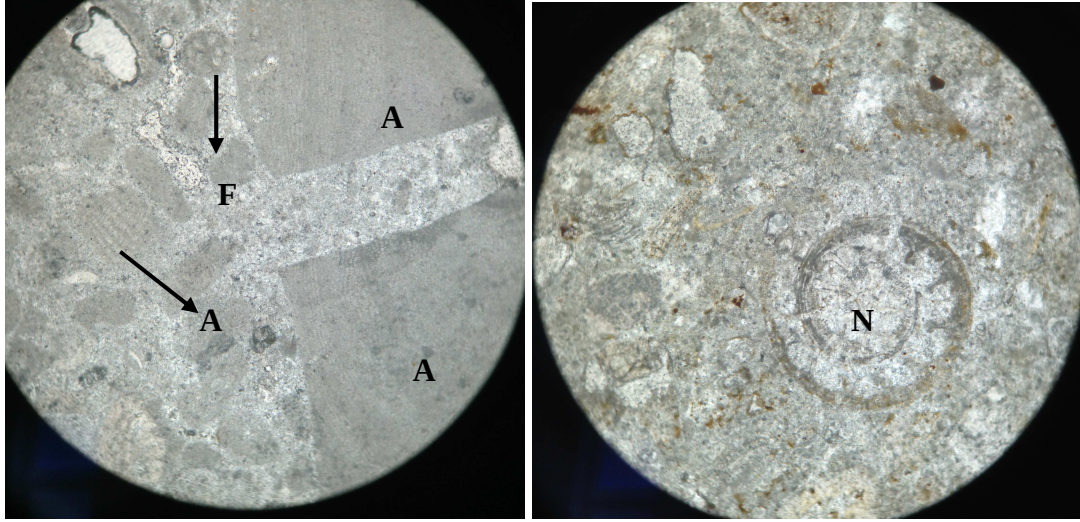
Şekil 2.12: Söğütlü Deresi kuzeybatısında yer alan, Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış kireçtaşı ocağı içinde gözlenen mercan fosilinin enine kesiti ve Nummulites sp fosilleri.



Şekil 2.13: Soğucak Formasyonu, resif önü fasiyesi. Hacımaşlı Köyü'nün güneyindeki Kocabayır Tepesi'nin batı-güneybatı yamacı (Bakış yönü güney-güneydoğuya).



Şekil 2.14: Sazlı Dere'nin doğusundaki Kocabayır Tepesi. Soğucak Formasyonu ile Ceylan Formasyonu'nun birbirlerine göre konumu (Bakış yönü doğuya).



Şekil 2.15: Soğucak Formasyonu içerisindeki kireçtaşlarının mikroskopta doğal ışık görüntüsü. Biyomikritik Kireçtaşı (Folk, 1962). A:Kırmızı Alg, F:Foraminer, N:Nummulites sp. (Büyütme x22).

Kireçtaşları petrografik açıdan, genel olarak değişik büyüklüklerdeki mercan ve kırmızı alg kolonilerinden (Şekil 2.15) yapılmıştır. Bunun dışında *Astigerina*, kronoid, *Nummulites* (Şekil 2.15), *textularia*, *bryzoa* ve planktonik foraminifer içeren mikritle doldurulmuştur (Paleontolojik tayinler Prof. Dr. Ercan ÖZCAN tarafından yapılmıştır).

Formasyonun yaşı Chaput (1938) tarafından Üst Eosen olarak belirlenmiştir. Daha sonra Daci (1951) yapmış olduğu paleontolojik çalışma sonrası Eosen istifin yaşının Lütisiyen-Priaboniyen arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Keskin (1966, 1971) ve Önal (1986) bunu kabul etmişlerdir. İnceleme alanında formasyon ile ilgili en kapsamlı yaş çalışmasını Özcan (2010a) ve Less (2011) yapmıştır. Yazarlar formasyonun içerisindeki fosillerden formasyonun yaşını Bartoniyen olarak belirlemiştir. Birim sığ denizel resif ortamını yansıtmaktadır.

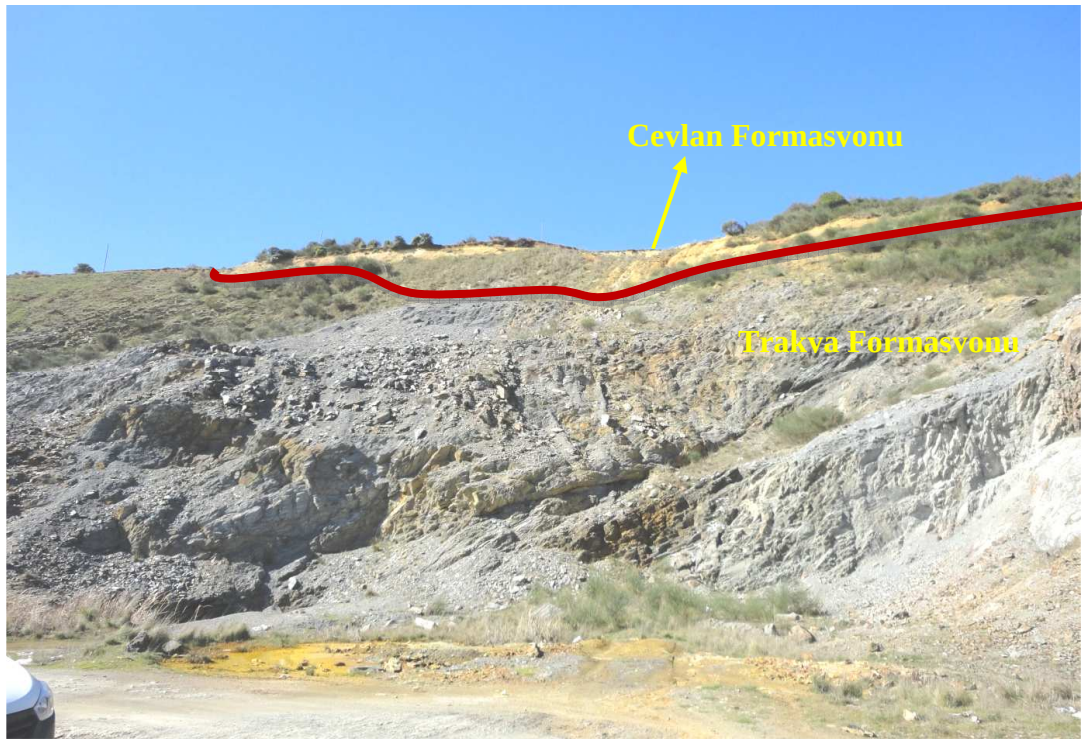
2.4 Ceylan Formasyonu (Tec)

Ceylan Formasyonu genelde kırıntılı kireçtaşı aratabakalı marn ve karbonatça yoğun çamurtaşlarından yapılmıştır. Bu birim Keskin (1974) tarafından formasyon mertebesinde ayırtlanmıştır.

Formasyon, inceleme alanında en yaygın gözlenen ve resiften havzaya doğru gelişen bir karbonat çökelidir. Bu birim stratigrafik istifin alt kesiminde Soğucak Formasyonu ile yanal geçişli olup yer yer üstüne transgresif aşma sonucunda gelmektedir.

Sahanın bazı kesimlerinde transgresif aşma sonucunda Hamamdere Formasyonu üzerine de geldiği görülür. Bent Deresi'nin batısında ve sahanın kuzey-kuzeydoğusunda ise Trakya Formasyonu'nun üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 2.16).

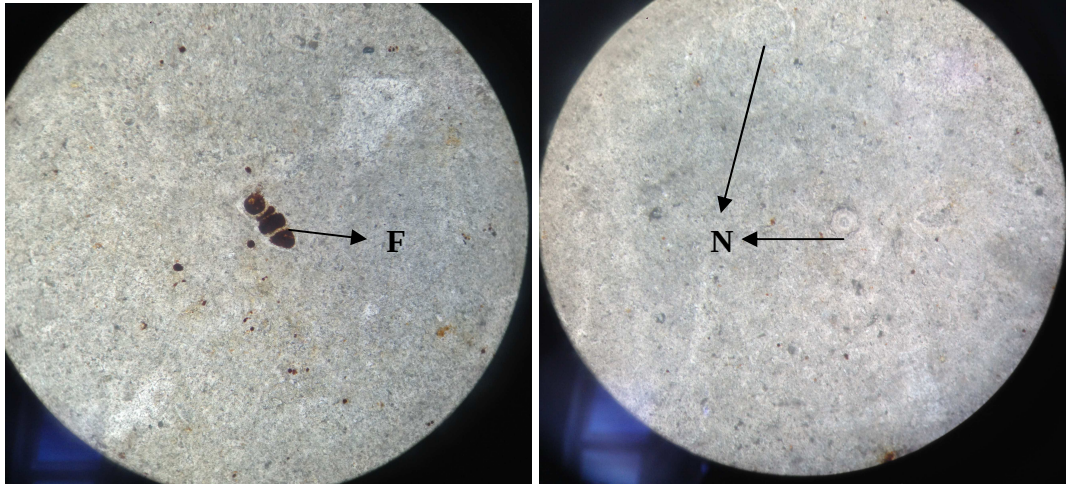
İncelenen sahada bej renkli, ince-orta tabakalı, alt ve üst yüzleri çamurlarla aşınmalı ve keskin geçişli, yer yer oksitli ve ince-orta kireçtaşı aratabakalı, açık yeşilimsi-bej renkli yer yer oksitli marn ve sarımsı kahve-bej renkli, demirli mineralleri oksitlenmiş, karbonatça zengin çamurtaşlarından meydana gelmektedir (Şekil 2.17).



Şekil 2.16: Bent Deresi'nin batısındaki Trakya ile Ceylan Formasyonları arasındaki sınır (Bakış yönü batıya).



Şekil 2.17: Sazlı Dere'nin güneybatısında yer alan Ceylan Formasyonu içerisindeki marnlar.



Şekil 2.18: Ceylan Formasyonu içerisindeki kireçtaşlarının mikroskopta doğal ışık altındaki görüntüsü. Mikrokristalin karbonat çamuru. F: Bentik Foraminifer, N: Nummulites sp. (Büyütme x22).

Kireçtaşlarından hazırlanan ince kesit örneği üzerinde yapılan incelemelerde mikrokristalin karbonat çamuru içerisinde bentik foraminifer ve Nummulit fosilleri gözlenmektedir (Şekil 2.18). Ayrıca plankton ve Astigerina'lar da tespit edilmiştir (Paleontolojik tayinler Prof. Dr. Ercan ÖZCAN tarafından yapılmıştır).

Birimin Trakya'daki batı uzantıları Keskin (1974) tarafından Üst Eosen-Oligosen olarak yaşılandırılmıştır. Diğer çalışmacılarda aynı yaşı kabul etmiştir. Birim, resifin ilerisinde, derin deniz-havza ortamında çökelmiştir.

2.5 Çukurçeşme Formasyonu (Tmç)

Formasyon genellikle tepelerin en üst kesimlerinde izlenir ve çakıl mercekli kumlardan meydana gelmektedir. Birim ilk kez Sayar (1976) tarafından Çukurçeşme Formasyonu olarak adlanmıştır.

Formasyon, incelenen sahada Karbonifer ve Eosen yaşlı kayaların üzerine uyumsuz olarak gelir. Genel geometrisi örtü şeklindedir. İnceleme alanında gözlemlendiği kadarıyla ince-orta-kaba tane boyutlu çakıl ve kumlardan ve yer yer kil bantlarından meydana gelmiştir (Şekil 2.19). Bu litolojiler birbirleriyle aşınmalı yüzeylerle ilişkili mercekler şeklindedir. Birim kama ve tekne tipi çapraz tabakalar içerir (Şekil 2.20). Çapraz tabakalaşmanın yukarı doğru ölçeği küçülmektedir. Litolojide yer yer dereceli tabakalanma da gözlenmektedir.



Şekil 2.19: Çukurçeşme Formasyonu içerisindeki ince-orta-kaba tane boyutlu çakıl ve kum tabakaları ile altta kil tabakası. Sazlı Dere'nin güneybatısındaki sırt.



Şekil 2.20: Sazlı Dere'nin güneybatısındaki sırt üzerinde yer alan Çukurçeşme Formasyonu içerisinde gelişmiş büyük ölçekli tekne ve kama tipi çapraz tabakalar.

Formasyon içinde literatürde “Küçükçekmece Faunası” olarak bilinen omurgalı faunası bulunmaktadır (Sayar ve Pamir, 1933; Sayar, 1953). Bu fauna formasyonun Sarmasiyen’de (Üst Miyosen) depolandığını ortaya koymuştur. Oktay ve Eren'e (1994) göre karasal örgülü akarsu ortamında çökeltilmiştir. Bu örgülü akarsu fasiyesinin kalınlığı ortalama 35-40 m. civarındadır. Fakat yerel olarak büyük farklılıklar gözlenebilir.

2.6 Alüvyon (Qal)

Gevşek tutturulmuş çakıl, kum, silt ve kilden oluşmuş, Kuvaterner yaşlı akarsu yatak dolgularıdır. İnceleme alanının orta kesimlerinde yaygındır. En belirgin alüvyonel alanlar Bent Deresi, Sazlı Dere ve Domuz Deresidir. Diğer formasyonların üzerine uyumsuz olarak gelir.

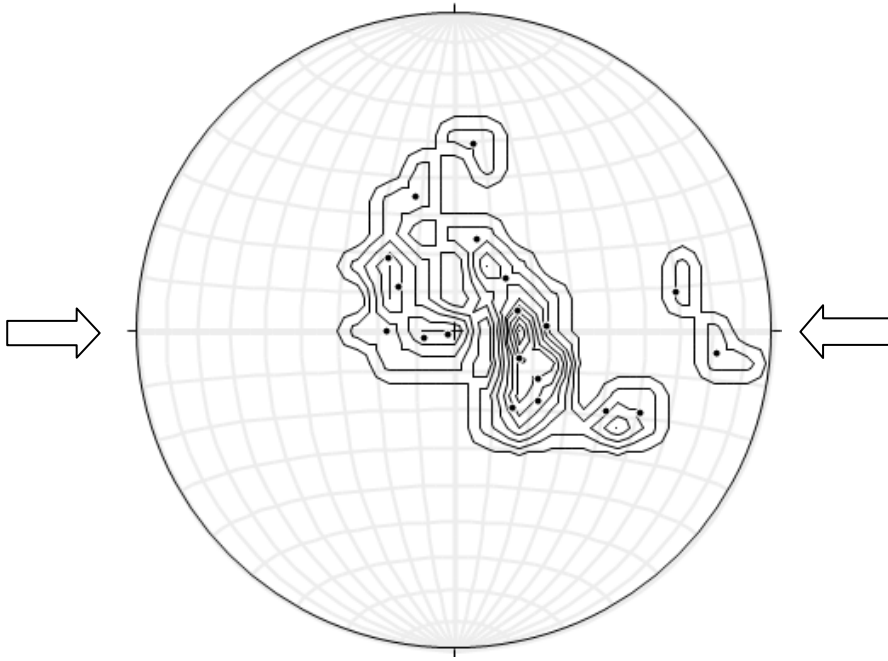
3. YAPISAL JEOLJİ

İncelenen alanda Paleozoyik istife ait Trakya Formasyonu ile birlikte Eosen ve Miyosen yaşlı formasyonların bulunması yapısal özelliklerin ayırtlanmasına olanak sağlaması açısından önemlidir. Sahada Karbonifer ve Eosen yaşlı birimlerin tabaka ölçümleri ve bu birimleri kesen faylar ayrı ayrı incelenmiştir. Elde edilen veriler Schmidt ağı üzerine izdüşürülmüş, birbirleriyle ilişkileri ve farklılıkları araştırılmıştır. Bu araştırmalar ve elde edilen sonuçlar aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

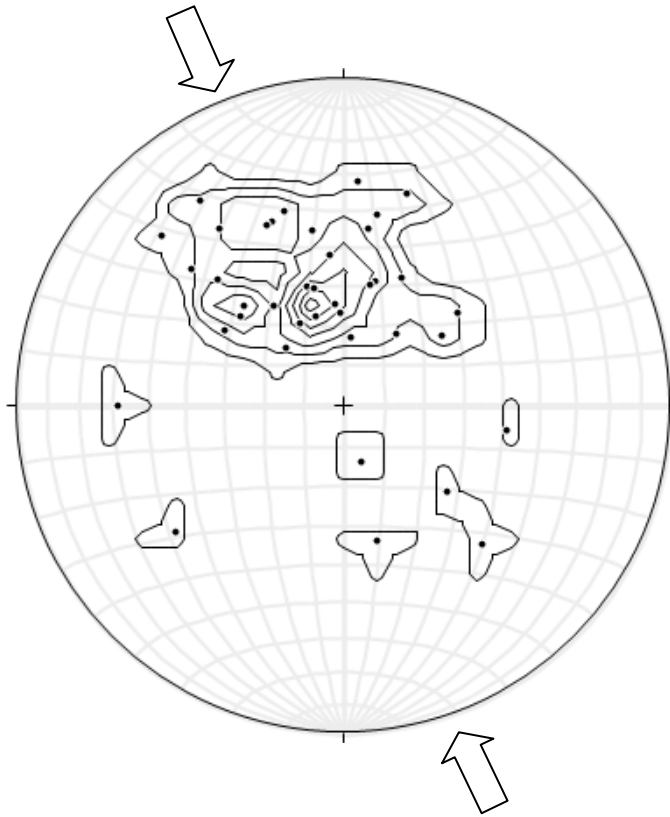
3.1 Tabakalar ve Kıvrımlar

3.1.1 Karbonifer

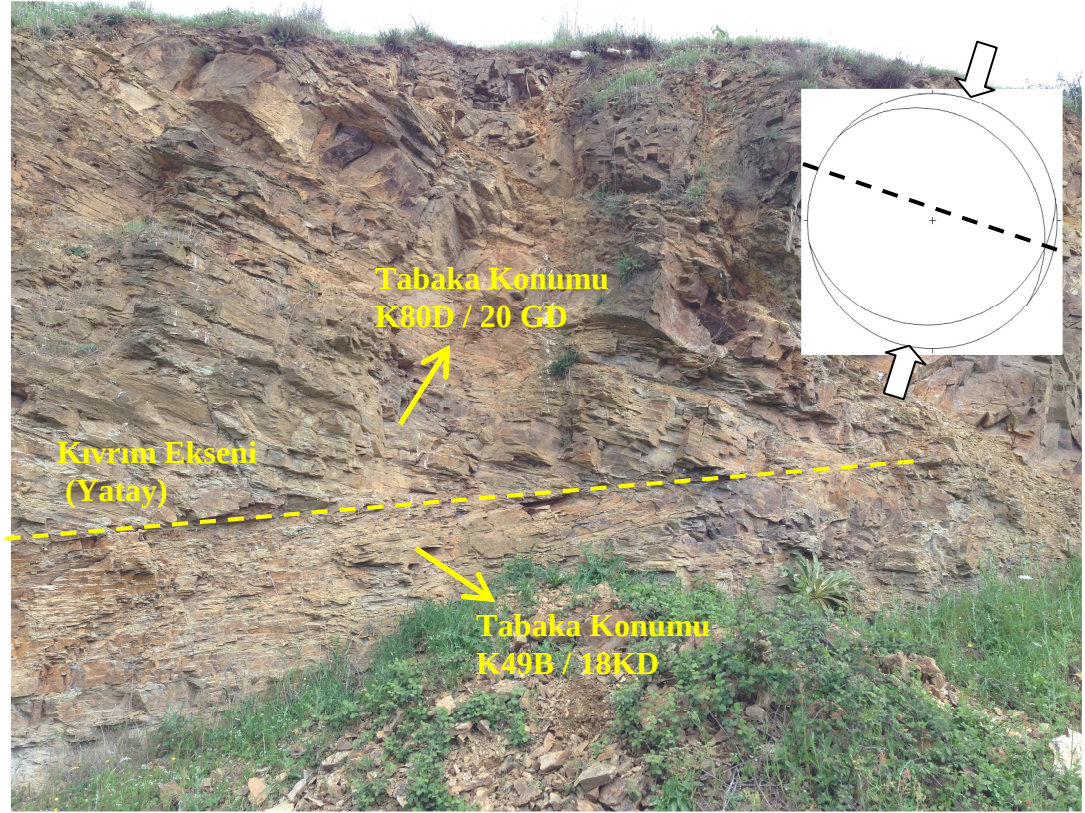
Paleozoyik istife ait Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu'ndan toplam 65 adet tabaka ölçümü alınmıştır. Bütün ölçümler Schmidt ağı üzerine izdüşürüldüğünde güvenilir ve yorumlanabilir yoğunlaşmalar görülebilmiştir. Bu sebeple sahanın farklı bölgelerindeki yoğunlaşmalar hesaba katılarak, güneybatıdaki (Şamlar Köyü civarı ve kuzeydoğusu) ölçümler bir ağ üzerinde, diğerleri ise ayrı bir ağ üzerinde gösterilmiştir (Şekil 3.1 ve 3.2). Şekil 3.1'de Şamlar Köyü ve civarında Trakya Formasyonu'ndan alınmış 39 adet tabaka ölçüsünün Schmidt ağına izdüşürülmüş hali görülmektedir. Bu dağılım tabakaların D-B yönlü sıkışmalarla deforme olduğunu göstermektedir. Şekil 3.2'de ise Şamlar Köyü civarı dışındaki Trakya Formasyonu'nda alınmış 26 adet tabaka ölçüsünün Schmidt ağına izdüşürülmüş hali görülmektedir. Bu diyagrama göre ise tabakaların K20B yönlü sıkışmalarla deforme olduğu görülür. Gerek harita üzerinde belirlenen kıvrım eksenleri, gerekse schmidt ağından elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde D-B yönlü sıkışmalara ait yapıların daha silik K20B yönlü deformasyonlara ait yapıların daha baskın olduğu görülmektedir. Bu nedenle K20B sıkışmanın diğerine göre daha genç olduğu, D-B yönlü gerilmelerin Karbonifer kayalarını deforme eden ilk gerilmeleri yansıttığı düşünülmektedir.



Şekil 3.1: Şamlar Köyü civarından alınmış Trakya Formasyonu'na ait 26 adet tabaka ölçümünün Schmidt ağında gösterimi. D-B yönlü sıkışma. Kontür aralığı %2'dir. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.



Şekil 3.2: Şamlar Köyü civarı dışındaki Trakya Formasyonu'na ait 39 adet tabakanın Schmidt ağında gösterimi. K20B yönlü sıkışma. Kontür aralığı %2'dir. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.

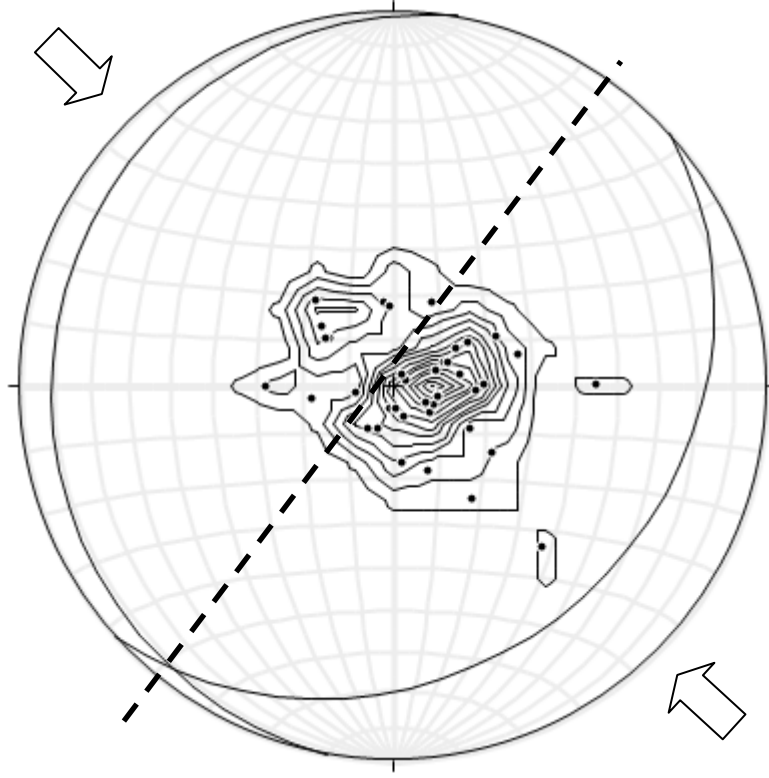


Şekil 3.3: Sazlıbosna Mahallesi'nin güneyinde, Trakya Formasyonu içinde görülen yatık kıvrım. Kıvrım kanatlarının tabaka konumları ve Schmidt ağı üzerindeki görüntüsü (Bakış yönü güneydoğu). K15D yönlü sıkışma. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.

Söğütlü Deresi'nin güneydoğu yamacındaki Trakya Formasyonu üzerinde yatık bir kıvrım tespit edilmiştir. Kıvrım kanatları ve eksenini ölçülmüş ve gerilme yönü tespit edilmiştir. Schmidt ağı üzerine izdüşürülen veriler yaklaşık K15D yönlü bir sıkışma göstermektedir (Şekil 3.3). Bu kıvrım inceleme alanındaki Karbonifer sonrası gelişmiş üçüncü bir deformasyon evresi olduğunu göstermektedir.

3.1.2 Eosen

Eosen yaşlı birimlerin üzerinde toplam 42 adet tabaka konumu ölçülmüştür. Eosen çökelleri şiddetli deformasyon yapıları içermez. Kanat eğimleri 5 ile 25 derece arasında değişen açık kıvrımlar oluşmuştur. Schimdt ağı üzerine iz düşürülen doğrultu ve eğim ölçüleri neticesinde, Eosen sonrasında gelişen yaklaşık K45B yönlü bir sıkışma tespit edilmiştir (Şekil 3.4). Bu sıkışma bize öncekilerden başka ve daha hafif şiddetli bir deformasyon evresinin olduğunu göstermektedir. KB-GD yönlü sıkışmayı gösteren bu 4. deformasyon evresinin, Üst Eosen sonrasında etkili olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.4: Eosen yaşlı birimlerde 42 adet tabaka ölçülmüş ve schmidt ağı üzerinde gösterilmiştir. Eosen sonrasında gelişen KB-GD yönlü sıkışma. Kontür aralığı %2'dir. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.

3.2 Faylar

İnceleme alanında Karbonifer ve Eosen kayalarını kesen faylar izlenmiştir. Normal fayların yanı sıra, Karbonifer'de güneyden kuzeye itilme neticesinde gelişen bindirme fayları tespit edilmiştir. Aşağıda bu fay sistemleri ayrı ayrı incelenmiş ve irdelenmiştir.

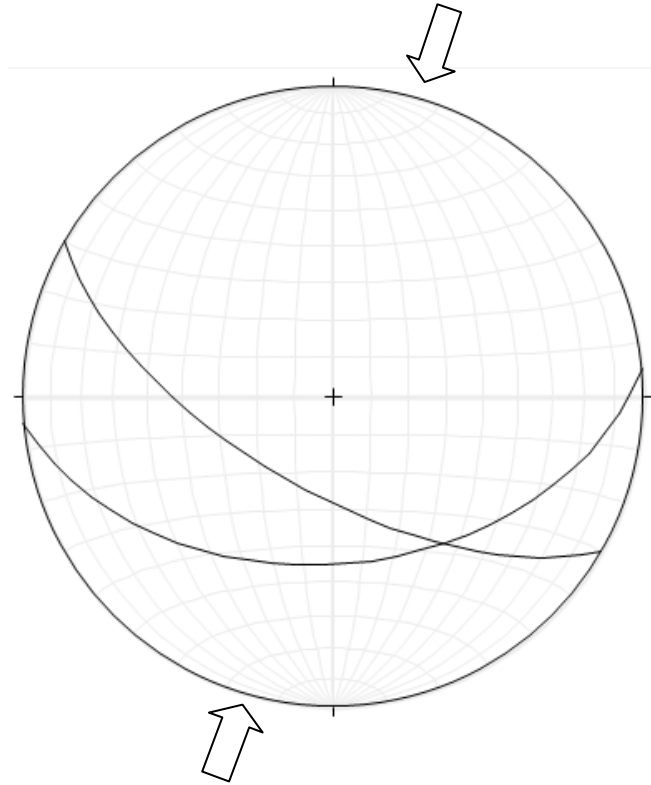
3.2.1 Karbonifer

Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu'nu etkileyen faylar incelendiğinde, normal ve bindirme faylarının geliştiği gözlenmiştir. Bu faylar ayrı ayrı stereonet üzerine iz düşülerek gerilme yönleri belirlenmiştir.

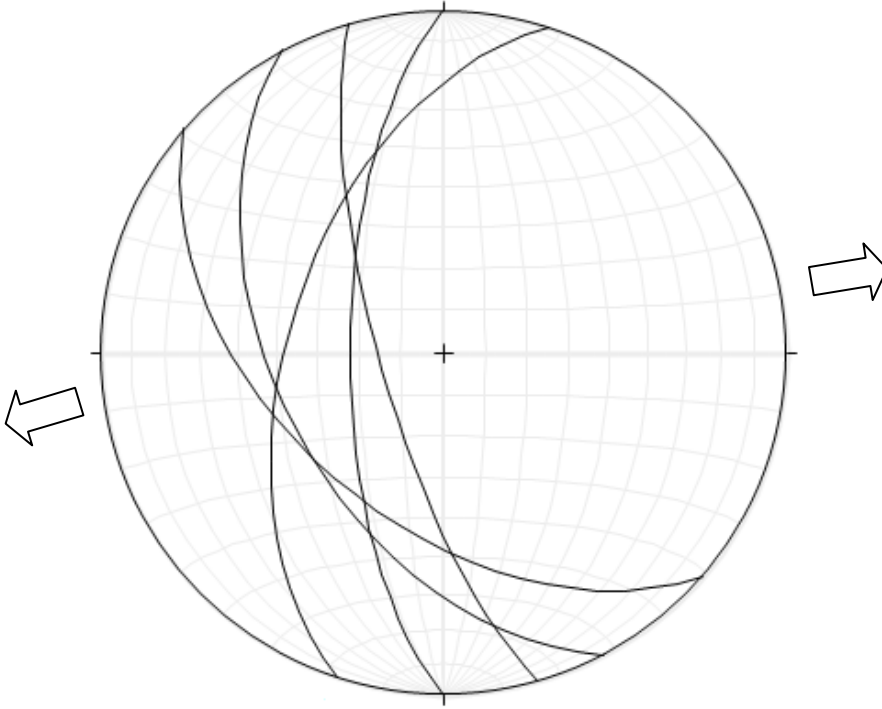
Bent Deresi'nin batısında gelişen bir bindirme fayı üzerinde yapılan doğrultu-eğim ölçümleri neticesinde güneyden kuzeye bir itilme olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.5). Aynı bölgede izlenen bir diğer bindirme fayı da aynı stereonet üzerine iz düşürüldüğünde (Şekil 3.6) yaklaşık K15D yönlü sıkışmalarla geliştiği görülmüştür. Hareketin verjansı kuzeye doğrudur.



Şekil 3.5: Bent Deresi'nin batısında gözlenen, Trakya Formasyonu içerisinde gelişen bindirme (Bakış batıya). Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.



Şekil 3.6: Trakya Formasyonu'nda gözlenen ters fayların Schmidt ağı üzerindeki izdüşümleri. Oklar sıkışma yönünü göstermektedir.

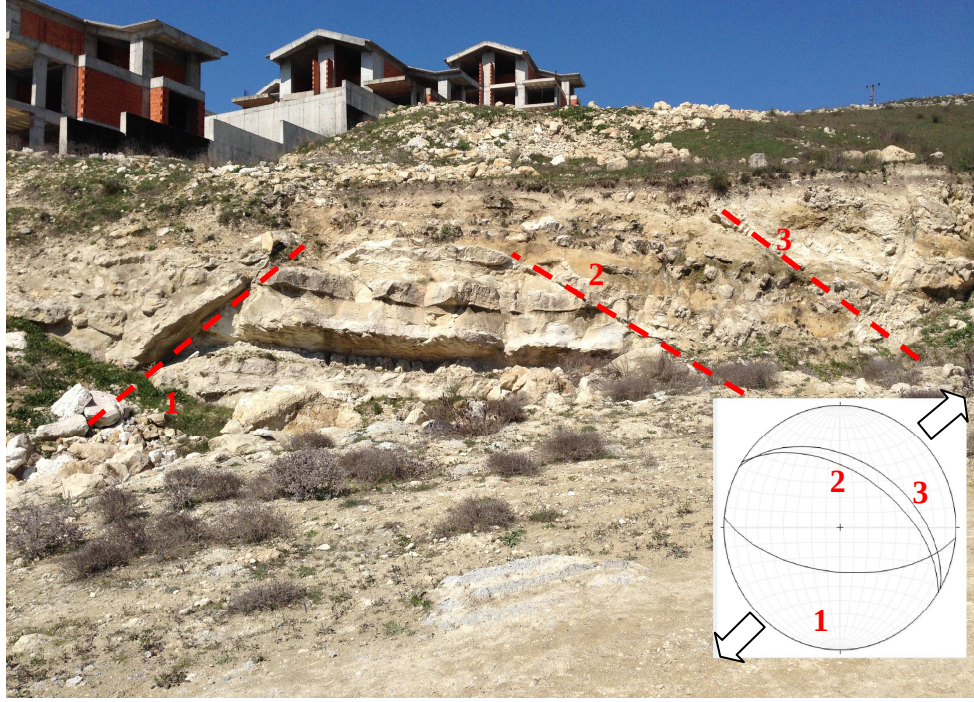


Şekil 3.7: Trakya Formasyon'unda gözlenen normal fayların Schmidt ağı üzerindeki iz düşümü. DKD-BGB açılma. Oklar açılma yönünü göstermektedir.

Trakya Formasyonu'nda ölçülen ve Schmidt ağı üzerine iz düşürülen normal faylar analiz edildiğinde yaklaşık DKD-BGB yönlü bir açılmanın ürünleri oldukları anlaşılır (Şekil 3.7). Deformasyon elipsi gözönüne alındığında faylanmaya yol açan sıkışmalara dik yönde açılmalar ve buna uygun normal faylanmalar geliştiği görülür. Trakya Formasyonu'nda izlenen normal fayların, Şamlar Köyü civarının dışındaki tabaka ölçümlerinden elde edilen deformasyon evresi ile aynı dönemde gelişmiş kompresyonel gerilmelerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

3.2.2 Eosen

İnceleme alanında görülen Eosen yaşlı kayaların şiddetli bir deformasyona maruz kalmadıkları, az eğimli kıvrımlanmalar geliştiği ve normal faylanmalarla kesildiği görülür. Deliklikaya Mahallesi'nin güneyinde gözlenen normal fayların doğrultu-eğimleri stereonet üzerine izdüşürülmüş, bu normal fayların KD-GB yönlü açılma gerilmeleriyle oluştuğu anlaşılmıştır (Şekil 3.8). Eosen yaşlı formasyonlarda görülen açık kıvrımlanmayı oluşturan sıkışma yönlerinin KB-GD olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4). Bu sıkışma yönüne dik gelişen açılma gerilmeleri aynı dönemde normal faylar gelişmesine yol açmıştır. Bu deformasyonların Üst Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu'nda görülmemesi nedeniyle Üst Eosen sonrasında ve Üst Miyosen öncesinde geliştiği söylenebilir.



Şekil 3.8: Deliklikaya Mahallesi'nin güneyindeki, Eosen sonrasında gelişmiş normal faylar ve stereonet üzerindeki konumları (Bakış güneybatıdan kuzeydoğuya). Oklar açılma yönünü göstermektedir.

3.3 Diskordanslar

İnceleme alanında, Trakya Formasyonu ile üzerine gelen Hamamdere, Soğucak, Ceylan ve Çukurçeşme Formasyon'ları arasında açılı diskordans vardır. Eosen yaşlı Hamamdere, Soğucak ve Ceylan Formasyon'ları üstten ve alttan birbirleriyle uyumludur. Hamamdere Formasyonu Soğucak Formasyonu ile, Soğucak formasyonu ise Ceylan Formasyonu ile yanıl ve düşey geçişlidir. Üst Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu kendisinden önce oluşmuş tüm birimleri uyumsuz olarak örter. Kuvaterner yaşlı güncel çökeller ise üzerine geldiği formasyonları örtmektedir.

3.4 Yapısal Verilerin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında yer alan Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu'nun farklı dönemlerde deforme olduğu, Eosen yaşlı çökellerin ise bir deformasyonun izlerini taşıdığı görülmektedir. Arazi verileri, harita yorumu ve streografik izdüşüm analizleri birlikte değerlendirildiğinde bölgedeki kayaları etkileyen ilk deformasyonun D-B sıkışmalarla geliştiği anlaşılmaktadır (Şekil 3.1). Trakya Formasyonu'nun yapısal özelliklerini inceleyen Ketin ve Güner (1989), D-B yönde sıkışmaların Hersiniyen Orojenezi etkisiyle geliştiğini söylemişlerdir.

Bu deformasyon döneminden sonra bölge, bugünkü coğrafi konumu referans alındığında K20B yönlü sıkışmaların hakim olduğu yeni bir deformasyon döneminden etkilenmiştir (Şekil 3.2). Bu sıkışma yönüne dik konumlu açılma yapıları (normal faylar) yine bu dönemin eş zamanlı ürünleridir (Şekil 3.7). İnceleme alanında görülmesi de İstanbul Zonu'nun stratigrafisine bakıldığında Triyas'ta bir çökelim olduğu ve Triyas sonunda kesildiği görülür. Bu Triyas sonrasında İstanbul Zonu'nun deforme olduğunun önemli bir kanıtıdır. K20B yönlü sıkışmaların bu dönemde gelişen Kimmeriyen Orojenezi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. İnceleme alanında Trakya Formasyonu'nu etkileyen bir diğer deformasyon K15D yönlü sıkışmalar (Şekil 3.3) ve kuzeye veryanslı yapılardır (Şekil 3.5 ve 3.6). İstanbul'un her iki yakasının kuzeyinde Üst Kretase yaşlı volkanosedimanter istifin varlığı ve Paleozoyik kayaların bu istif üzerine kuzeye doğru itilerek bindirdiği bilinmektedir (Altınlı, Kaya, Ketin ve Akyüz). Bu yapının da aynı orojenez sonucu geliştiği görülmektedir. İstanbul'un kuzeyindeki volkanosedimanter istifin Alt Eosen'e kadar uyumlu olarak dizildiği bilinmektedir. Bu nedenle bu orojenezin Alt ve Orta Eosen arasında geliştiği ve Alpin Orojenezi'ne atfedildiği kabul edilmiştir. Ketin ve Güner (1989), bu K-G sıkışmaların Alpin Orojenezi etkisiyle geliştiğini belirtmişlerdir.

Bölgeyi etkileyen dördüncü ve son deformasyon dönemi Orta-Üst Eosen yaşlı çökelleri hafifçe kıvrımlandıran KB-GD yönlü sıkışmalar (Şekil 3.4) ve buna dik yönde gelişmiş normal faylarla karakterize olur (Şekil 3.8). Bölgedeki verilere göre Üst Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu'nda herhangi bir deformasyon izi olmaması, bu son deformasyon döneminin Üst Eosen-Üst Miyosen arasında bir dönemde meydana geldiğini gösterir.

4. BÖLGENİN JEOLJİK ve YAPISAL EVRİMİ

İnceleme alanının temelini Alt Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu oluşturmaktadır. Bu birimin içinde izlenen sedimenter yapılar derin denizel koşullarda türbid akıntıları ile türbidit yelpazeleri şeklinde çökelediğini göstermektedir. Muhtemelen Kimmeriyen Orojenezi ile Triyas sonunda yeniden deforme olan bölge Alt-Orta Eosen arasında yaklaşık K-G sıkışmalarla kuzeye doğru itilmiştir. Alpin Orojenezi sonucu gelişen düşey hareketler sonrasında ise bölgeye yeniden denizel koşullar hakim olmuş ve yeni gelişen denizel ortamda Orta Eosen'den itibaren bir karbonat çökelişi başlamıştır. Genelde, bu birimler harita paterninden anlaşıldığı gibi doğudan batıya sıg denizel-şelf (Hamamdere Formasyonu), Resifal (Soğucak Formasyonu) ve derin denizel (Ceylan Formasyonu) koşullarda çökelmişler ve Lütesiyen'den Oligosen başlarına kadar batı-güneybatıdan doğu-güneydoğuya doğru transgresif aşmalı olarak gelişmişlerdir.

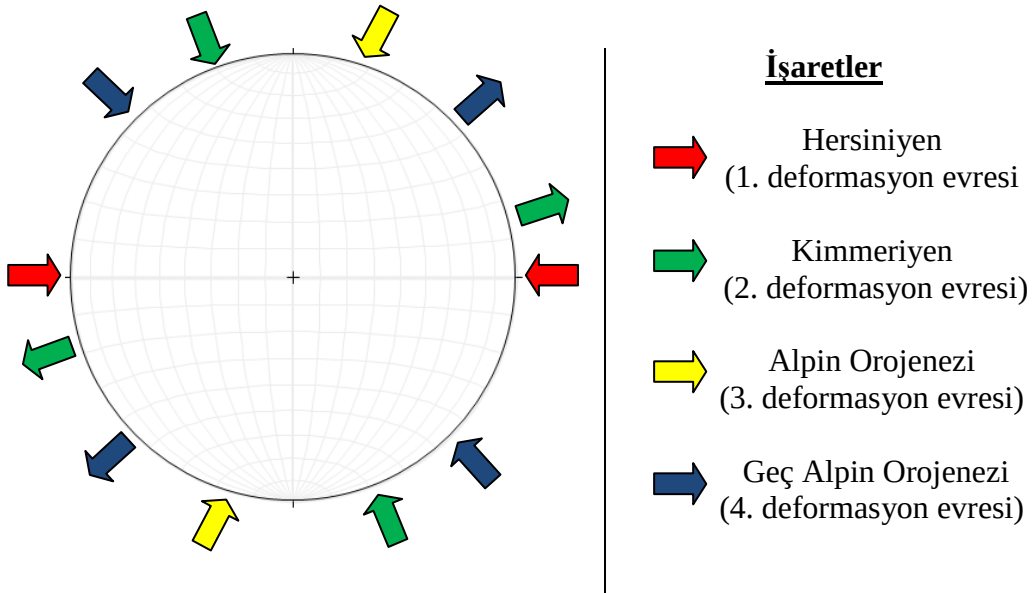
Bölge Üst Eosen, muhtemelen Oligosen sonrasında şiddetli kıvrımlanma türünde olmayan düşey hareketlerle tekrar kara halini almaya başlamıştır. Bu durum olasılıkla Üst Miyosen'in başlarına kadar sürmüştür ve Üst Miyosen'de bölge yeniden bir çökeltme havzası şeklini almıştır. Önce karasal akarsu koşullarında çökelen çakıl-silt-kum-kil depoları şeklinde Çukurçeşme Formasyonu gelişmiştir. Daha sonra, aşınma nedeniyle inceleme alanında gözlenemesede denizel koşullar bölgeye tekrar hakim olmuştur (Sayar, 1976). Halen dere içerisinde kil-kum-çakıl şeklinde alüvyon çökelişi sürmektedir.

Günümüzde Dünya coğrafyasının oluşmasına sebep olan şiddetli orojenik faaliyetler İstanbul'da, özellikle Paleozoyik yaşlı birimler üzerinde kıvrımlı ve bindirmeli bir yapının gelişmesine neden olmuştur. İnceleme alanında da bu sebeple gelişen kıvrımlanmalar ve bindirmeler gözlenmiştir.

Trakya Formasyonu'nun tabaka ölçümlerine göre Karbonifer sonrası gelişen ve inceleme alanını etkilemiş D-B ve K20B yönlü sıkışan iki deformasyon evresi tespit edilmiştir (Şekil 4.1). D-B yönlü 1. deformasyon evresinin Permien'de gelişen Hersiniyen Orojenezi etkisiyle (Ketin ve Güner, 1989), K20D yönlü 2. deformasyon evresinin ise Triyas'tan sonra gelişen Kimmeriye Orojenezi ile geliştiği düşünülmektedir.

Trakya Formasyonu'nda izlenen bindirme faylarının fay düzlemleri ve kıvrımların kanatları ölçüldüğünde K15B yönlü bir sıkışma tespit edilmiş ve bunun 3. deformasyon döneminin ürünü olduğu düşünülmüştür (Şekil-32). Bu deformasyonun, Alpin Orojenezi döneminin Üst Kretase sonrasında meydana gelen kuzey varyanslı, şiddetli gerilmelerle meydana geldiği düşünülmektedir (Ketin ve Güner, 1989).

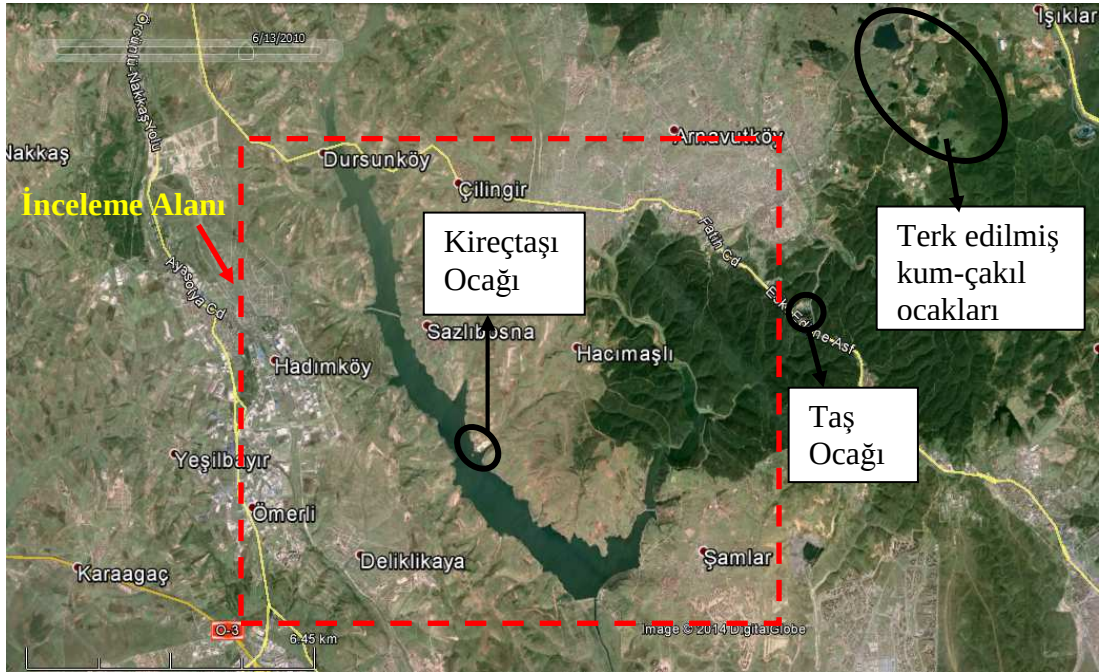
İncelenen sahada Eosen yaşlı kayaların şiddetli deformasyona maruz kalmamış, az eğimli tabakalardan oluşmuş ve normal faylanmalarla kesilmiş çökellerden meydana geldiği görülmüştür. Eosen istifinin tabaka doğrultu ölçülerinden ve normal fayların konumundan anlaşıldığı üzere K45B yönlü bir sıkışma daha tespit edilmiş ve bu sıkışmanın inceleme alanını etkileyen 4. deformasyon dönemine ait olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.1). Muhtemelen bu sıkışma, Üst Eosen sonrasında Miyosen öncesinde gelişmiş Geç Alpin Orojenezi'nin ürünü olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.1: Tabaka ölçümlerinden, kıvrımlardan ve faylardan tespit edilen deformasyon evrelerinin Schmidt ağı üzerindeki toplu görüntüsü.

5. EKONOMİK JEOLJİ

İnceleme alanında ve yakın çevresinde halen işletilen bazı taş ocakları ve terk edilmiş kum-çakıl ocakları vardır (Şekil 5.1). İnceleme alanının sınırları dışında, sahanın doğusunda Bolluca Yolu üzerinde Trakya Formasyonu içerisinde açılmış taş ocağı mevcuttur. Sazlı Dere'nin hemen batısında ise Soğucak Formasyonu içerisinde açılan bir kireçtaşı ocağı vardır. Trakya Formasyonu içerisinde açılan bu ocaklar açık işletme şeklinde işletilmektedir. Bu taş ocaklarından çıkarılan kumtaşları inşaatlarda agrega olarak kullanılır. Agregalar, çeşitli boylarda üretilerek stabilize için yol altlarında (balast) ve temel altında kullanılmaktadır. Ayrıca, taş tozu, dolgu taşı, duvar taşı, kırma taş ve drenaj malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış olan bir kireçtaşı ocağından çıkartılan malzemeler ile çimento, dolgu malzemesi, yapı malzemesi, tebeşir imalatı ve kireç olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.1: Sahadaki çalışan ve terk edilmiş ocakların yerbulduru haritası.

Ayrıca, inceleme alanında ve yakın çevresinde Çukurçeşme Formasyonu içerisinde, dönemsel olarak kum ve çakıl ocakları açılmış ve terk edilmiş olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.3 ve 5.4). Bu ve bu tip ocaklardan çıkartılan kum ve çakıl malzemeleri ise inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Kumtaşı ve kireçtaşı ocakları ile kum-çakıl ocakları ve işletmeleri bölgede arttırılabilir ve sürdürülebilir durumdadır.



Şekil 5.2: Söğütli Deresi'nin hemen kuzeybatısında, Soğucak Formasyonu içerisinde açılmış kireçtaşı ocağı.



Şekil 5.3: Sazlı Dere'nin güneybatı sırtında yer alan, Çukurçeşme Formasyonu içerisinde açılmış çakıl-kum ocağı.

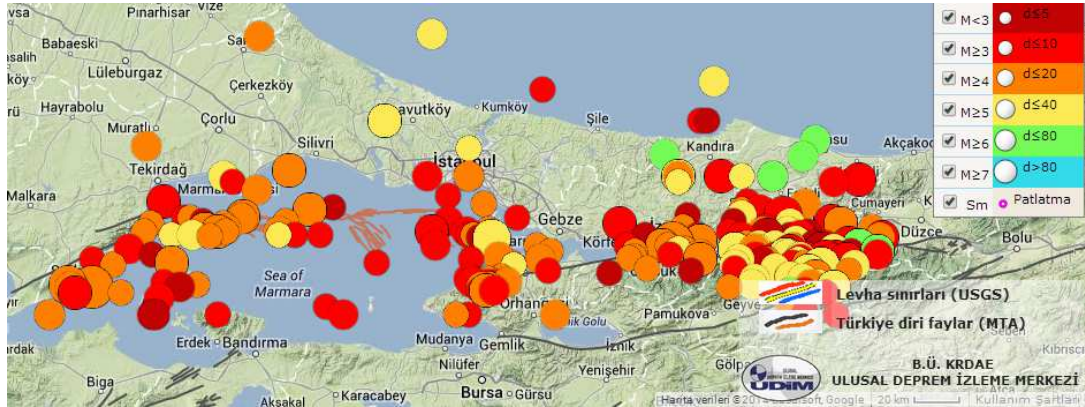


Şekil 5.4: Sazlı Dere'nin güneybatı sırtında yer alan, Çukurçeşme Formasyonu içerisinde açılmış kum ocağı.

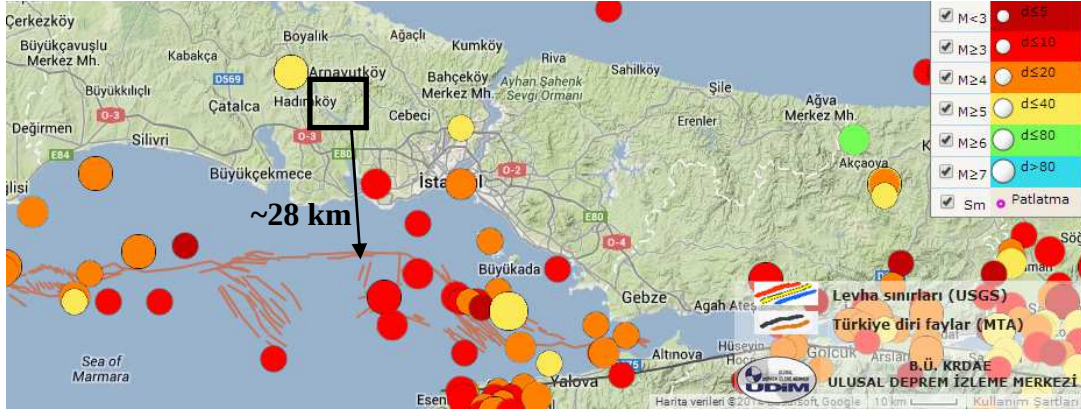
6. DEPREMSELLİK

Marmara Bölgesi civarının aletsel dönemlerdeki (1900-2014) depremselliği incelendiğinde bölgenin sismik bakımdan oldukça aktif olduğu görülmektedir. Bu depremlerden bazıları büyük hasarlara ve can kayıplarına sebep olmuştur. Artık İstanbul yerleşim açısından çalışılan bölgeye doğru kaymakta, bu sebeple bölgenin depremselliği, yerleşime uygunluk açısından da önem arz etmektedir. Özellikle son yıllardaki aletsel kayıtlar, etkinliğin İzmit Körfezi, Yalova-Çınarcık ve Tekirdağ açıklarında yoğunlaştığını göstermektedir (Şekil 6.1).

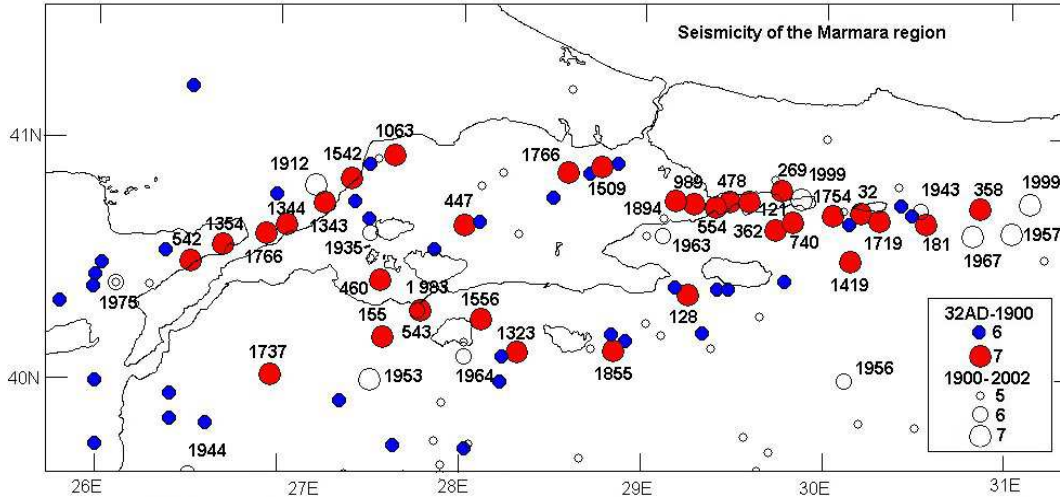
Günümüzde İstanbul'u etkileyeceği düşünülen çeşitli deprem senaryoları konuşulmaktadır. İBB-JICA (2002) çalışmasında yer aldığı gibi en olasılıklı senaryo, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun adaların güneyinden Tekirdağ'a kadar olan parçasının kırılması ile $M=7.4-7.5$ büyüklüğünde bir deprem üretme potansiyelidir. İnceleme alanının bu faya uzaklığı ~ 28 km civarındadır (Şekil 6.2).



Şekil 6.1: İstanbul ve çevresindeki aletsel kayıtlara göre (1900-2014), $M \geq 4$ den büyük depremler. Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi deprem kayıtları (<http://udim.koeri.boun.edu.tr/>).



Şekil 6.2: İnceleme alanının KAFZ'ye olan uzaklığı ve çevresindeki, aletsel (1900-2014) kayıtlara göre, $M \geq 4$ den büyük depremler (<http://udim.koeri.boun.edu.tr/>).



Şekil 6.3: KAFZ'nun Marmara Bölgesi tarafındaki eski depremlerin tarihleri ve yaklaşık episantır noktaları (Ambraseys ve Finkel, 1991)

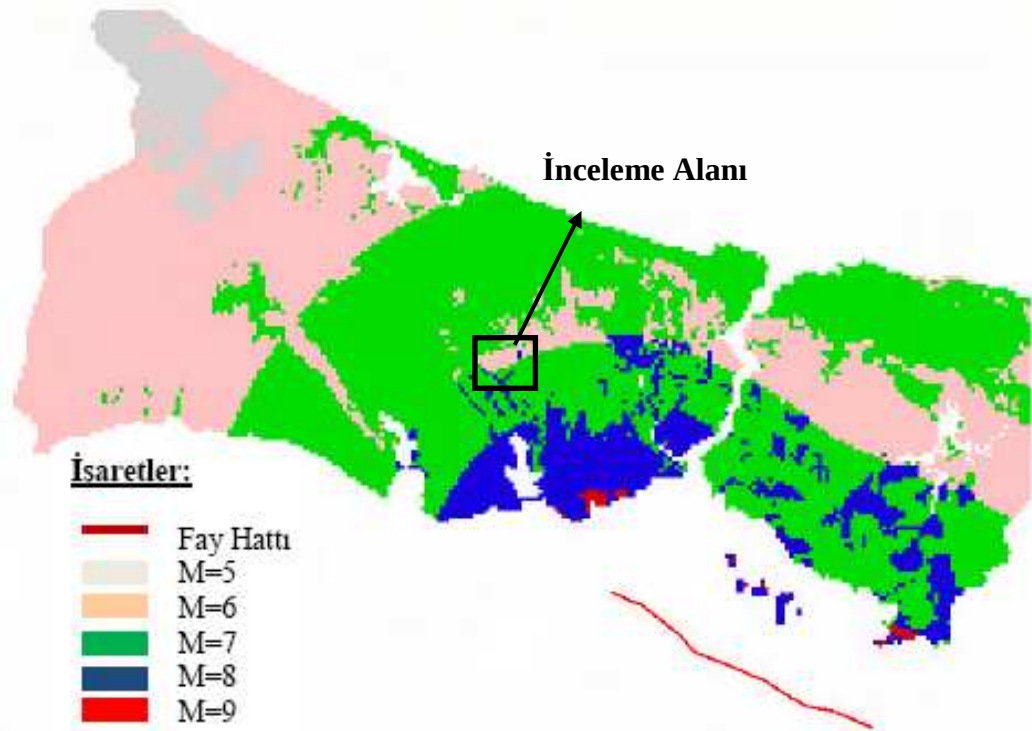
İstanbul yakınında, KAFZ üzerinde oluşmuş tarihsel depremler incelendiğinde aktivitenin sürekli devam ettiği görülmektedir (Şekil 6.3).

Kuzey Anadolu Fayı dünyadaki en önemli ve tahrip edici depremler üreten faylardan biridir. Türkiye'nin kuzey kesimini yaklaşık D-B istikametinde kesen bu fay hattının üzerinde pek çok önemli yerleşim yeri ve sanayi tesisleri mevcuttur. Sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterindeki bu fay üzerinde 20. yy'da büyük depremler meydana gelmiş ve fay hattı iki bölge dışında tamamen kırılmıştır.

Kırılmayan kesimlerden biri Marmara Denizi'nin altında yer alan yaklaşık 160 km uzunluğundaki Marmara Fayı'dır. Bu fay İstanbul'a yakınlığı nedeniyle son derece önemlidir. 1999 yılında meydana gelen İzmit-Yalova depremi sonrasında Marmara Fayı üzerinde enerji birikimi artmıştır. Yapılan istatistiksel hesaplamalar önümüzdeki 20 yıl içinde Marmara Fayının kırılacağını göstermektedir. Günümüzde asıl tartışma konusu ise, fayın bir kerede mi yoksa bir kaç kerede mi kırılacağıdır.

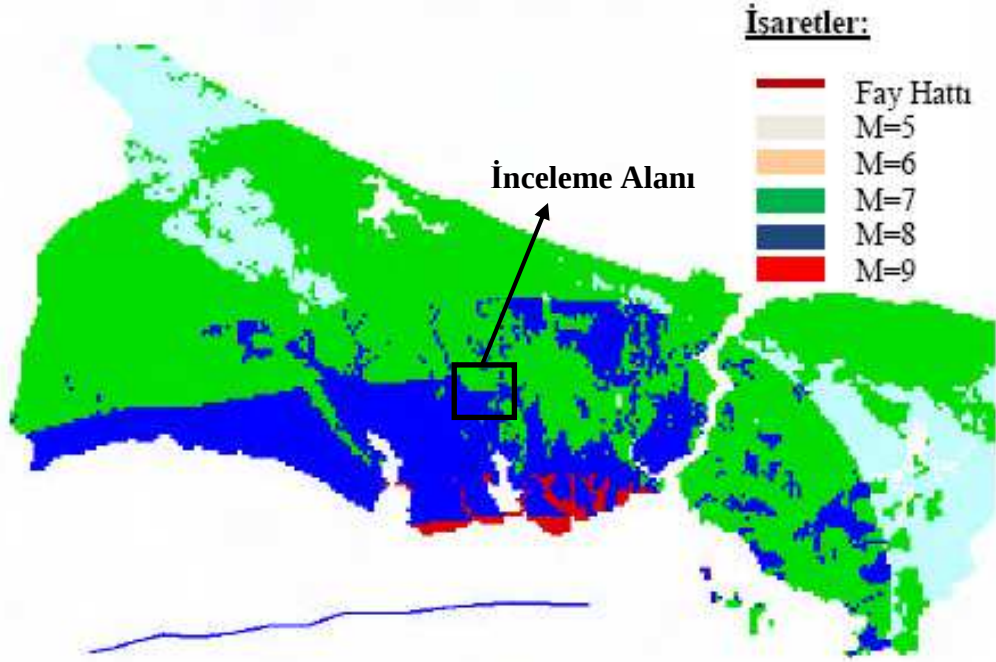
Tüysüz (2003), jeolojiyi ve formasyonlardaki birimlerin parametrelerini (kaya/zemin türü, V_s hızı vb.) göz önünde bulundurarak olası İstanbul depremi için senaryolar hazırlamış ve coğrafi bilgi sistemlerinde (CBS) bu senaryoları sayısallaştırarak haritalar hazırlamıştır. Çalışmasında, Marmara Fayı'nı Ganos-Tekirdağ segmenti, Tekirdağ-Yeşilköy segmenti, Batı Marmara Fayı segmenti, Adalar Fayı ve Marmara Fayı olarak 5 ayrı senaryoda incelemiştir. İnceleme alanına yakınlığından ötürü Adalar Fayı, Tekirdağ-Yeşilköy segmenti, Batı Marmara segmenti ve fayın tek seferde kırılması senaryoları aşağıda irdelenmiş ve bu senaryolara göre hazırlanan eşşiddet haritalarında inceleme alanının konumu gösterilmiştir.

37 km uzunluğundaki Adalar Fayı'nın kırılması durumunda incelenen saha genel olarak 6-7 şiddetinde etkileneceği öngörülmüştür (Şekil 6.4).



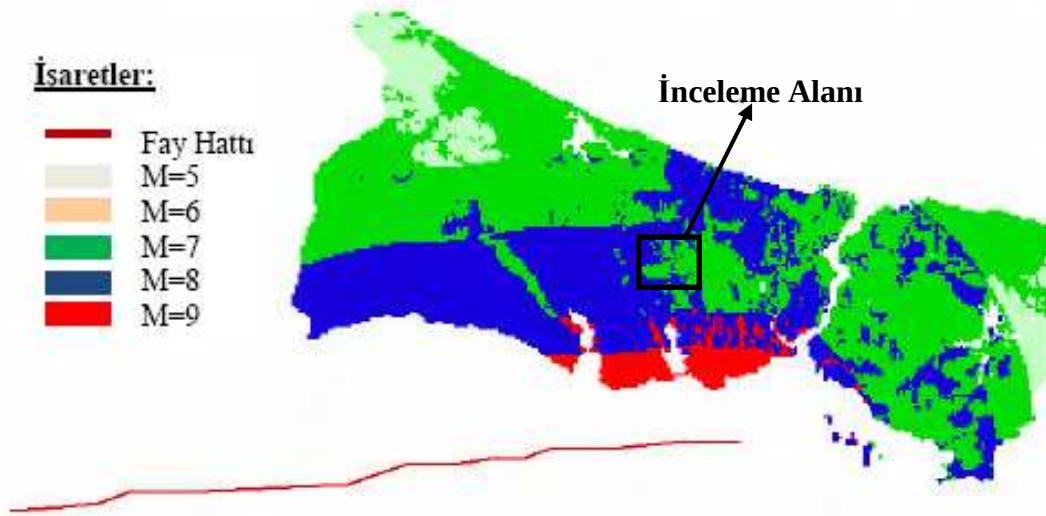
Şekil 6.4: Adalar Fayı'nın kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).

Adalar fayı ile Tekirdağ çukurluğu arasında yer alan Tekirdağ-Yeşilköy segmenti (65 km) kırıldığında, incelenen saha 7-8 şiddetinde etkileneceği öngörülmüştür (Şekil 6.5).



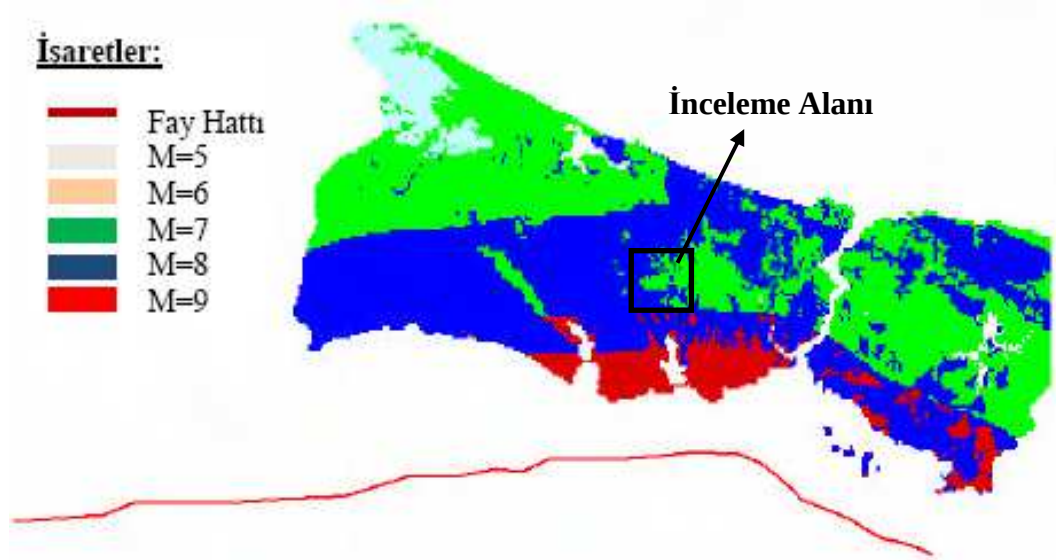
Şekil 6.5: Tekirdağ-Yeşilköy segmentinin kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).

Batı Marmara Fayı, Ganos açıklarından başlayarak Yeşilköy açıklarına kadar uzanır ve 122 km uzunluğundadır. Bu fayın kırılması durumunda incelenen sahanın eşşiddet haritasına göre 7-8 şiddetinde etkilenmesi beklenmektedir (Şekil 6.6).



Şekil 6.6: Batı Marmara Fayı'nın kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).

Tüm segmentlerin birlikte ve tek seferde kırılma ihtimali en kötü senaryo olarak değerlendirilmektedir. Uzunluğu 159 km olan bu fay kırıldığında incelenen saha 7-8 şiddetinde etkilenecektir. Güney kesimlerinde bazı bölgeler 9 şiddetine kadar etkilenebilir (Şekil 6.7).

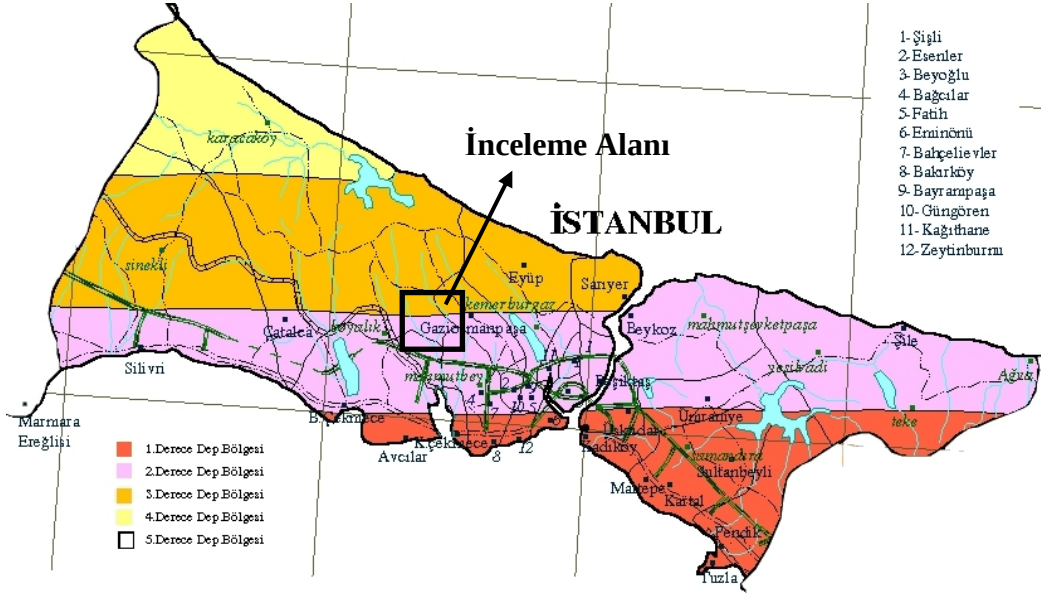


Şekil 6.7: Tümü fayın kırılması durumunda oluşacak eşşiddet haritası (Tüysüz, 2003).

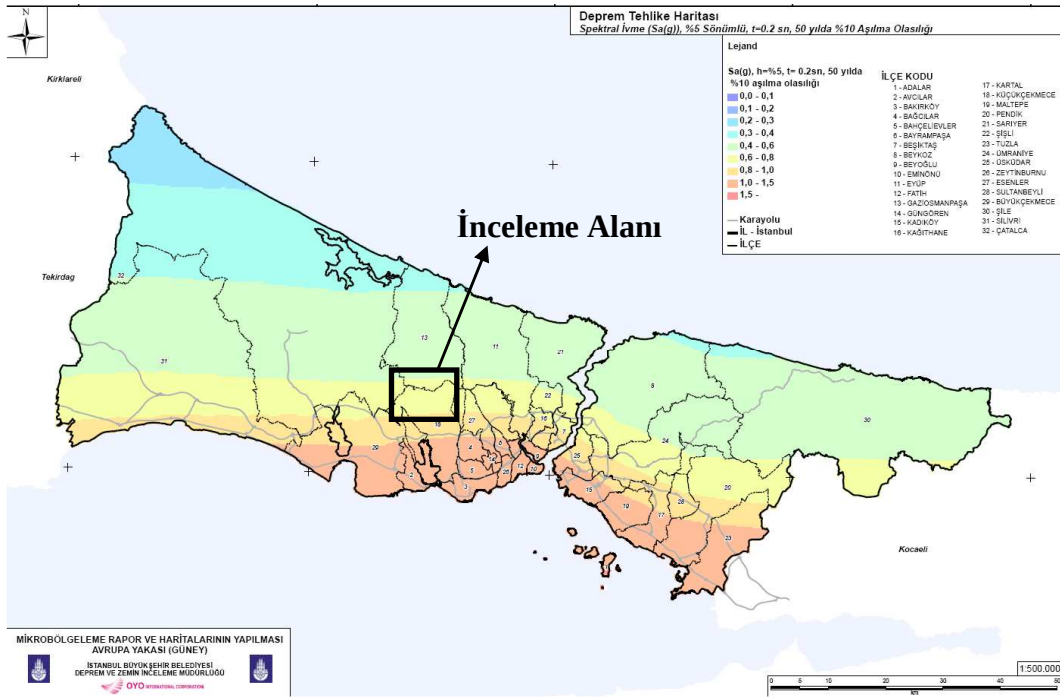
Hazırlanan eşşiddet haritaları değerlendirildiğinde, olası bir İstanbul depreminde incelenen sahanın genel olarak 7 ila 8 şiddetinde etkileneceğini söyleyebiliriz.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 18.04.1996 gün ve 96/8109 sayılı kararı ile bir deprem yönetmeliği yürürlüğe sokmuş ve bir deprem haritası hazırlamıştır. Daha sonra 06.03.2007 tarihinde harita revize edilmiştir. Bakanlığın hazırlamış olduğu yönetmelikteki harita, bölgenin aktif faya olan uzaklığına göre hazırlanmış ve litoloji anakaya olarak düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır. Bu yönetmeliğe göre inceleme alanı **2. ve 3. derece deprem bölgesinde** yer alır (Şekil 6.8). Bu tanımlamaya göre, hesaplamalarda kullanmak için etkin yer ivme katsayısının $0.20 \leq A_0 < 0.40$ alınması gerekmektedir.

Bir diğer deprem haritası da İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin hazırlatmış olduğu Deprem Tehlikesi Haritası'dır. Bakanlığın haritasıyla benzer kriterlerde hazırlanan bu haritaya göre inceleme alanının yer ivme katsayısı $0.40 \leq A_0 < 0.80$ arasında verilmiştir (Şekil 6.9).



Şekil 6.8: İnceleme alanın İstanbul için Deprem Bölgeleri Haritası'ndaki konumu (<http://www.deprem.gov.tr>).



Şekil 6.9: İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin hazırlatmış olduğu Deprem Tehlikesi Haritası.

7. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sazlıbosna-Kayabaşı (İstanbul) civarında yürütülen bu araştırma neticesinde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Bu çalışmayla yukarda bahsi geçen bölgenin, yaklaşık 110 km²'lik alanında 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası ve aynı ölçekte jeoloji kesitleri hazırlanmıştır. Ayrıca, jeolojik ve yapısal evrimini anlaşılabilmesi için yapısal unsurlar detaylı bir şekilde incelenmiştir.

İncelenen sahada Karbonifer, Eosen, Miyosen ve Kuvaterner çökelleri görülür. Dizilim en altta derin denizel ortamda çökelmiş türbiditik bir istif olan, Alt Karbonifer yaşlı kumtaşı ve şeyllerden oluşan Trakya Formasyonu ile başlar. Trakya Formasyonu'nun üzerine uyumsuz olarak sığ deniz-şelf ortamında çökelmiş Orta-Üst Eosen yaşlı, kireçtaşı aratabakalı çamurtaşlarından meydana gelen Hamamdere Formasyonu, sığ denizel resif ortamında çökelmiş Orta-Üst Eosen yaşlı, resifal kireçtaşından oluşan Soğucak Formasyonu ve derin deniz-havza ortamında gelişmiş Üst Eosen-Oliosen yaşlı, kırıntılı kireçtaşı aratabakalı marn ve çamurtaşlarından meydana gelen Ceylan Formasyonu gelir. Bu formasyonlar birbiriyle düşey ve yanal geçişlidir. Bu birimleri, genel geometrisi örtü şeklinde olan ve akarsu ortamında çökelmiş, Üst Miyosen yaşlı, kum-çakıl-kil depoları şeklinde meydana gelen Çukurçeşme Formasyonu örter. Stratigrafik dizilimin en üstünde ise, tüm yaşlı birimleri örten Kuvaterner yaşlı alüvyon çökel birimleri bulunmaktadır.

Bölgedeki yapısal unsurların analizi sonucunda 4 ayrı deformasyon dönemi tespit edilmiştir. Trakya Formasyonu'nda ölçülen tabaka konumlarından 2 farklı gerilme yönü tespit edilmiştir. Bunların birincisi D-B yönlü bir sıkışma olarak belirlenmiştir. Bu sıkışmanın Permiyen sonrasında gelişen Hersiniyen Orojenezi etkisiyle oluştuğu düşünülmektedir. İkinci deformasyon yönü K20B şeklindedir. Bu sıkışmanın Triyas sonrasında gelişen Kimmeriyen Orojenezi etkisiyle oluştuğunu söyleyebiliriz. Bu sıkışma yönüne dik gelişen açılma yapılarının gene aynı dönemin ürünleri olduğu anlaşılmaktadır.

Trakya Formasyonu'nu etkileyen bir diğerk deformasyon K15D yönlü ve kuzeye varyanslı yapılardır (3. deformasyon dönemi). Bu yapıların, İstanbul'un her iki yakasında görülen ve Alpin Orojenezi etkisiyle olduğu düşünölen, Paleozoyik kayaların kuzeye doğru itilerek Üst Kretase yaşlı volkanosedimanter istifinin üzerine bindirmesiyle benzer dönemde geliştiğı düşünölmektedir.

Bölgeyi etkileyen dördüncü deformasyon dönemi ise Eosen yaşlı istifte izlenen, KB-GD yönlü sıkışmalar ve buna dik gelişen açılmalarla karakterize olur. Bu gerilmelerin Üst Eosen sonrası Miyosen öncesi geliştiğı düşünölenerek, Geç Alpin Orojenez dönemine atfedilmiştir.

Tüysüz (2003), jeolojik birimlerin dağılımını ve formasyonlardaki birimlerin parametrelerini (kaya/zemin türü, V_s hızı vb.) göz önünde bulundurarak olası İstanbul depremi için senaryolar hazırlamıştır ve eşşiddet haritaları oluşturulmuştur. Depremsellik bölümünde bu seneryolar inceleme alanı için ayrı ayrı değerkendirilmiştir. Değerkendirmeler neticesinde olası bir İstanbul depreminde incelenen sahanın 7 ila 8 şiddetinde etkileneceğini söyleyebiliriz.

Tezin amaç kısmında da belirttiğim gibi İstanbul sürekli büyüyen ve gelişen bir megapoldür. Hızla devam eden şehirleşme yeni yerleşim alanlarının ihtiyacını doğurmaktadır. Bu sebeple bölgede ve yerleşime açılacak bütün alanlarda jeolojik, yapısal ve depremsellik açısından bu tip detaylı çalışmalar yapılmalıdır. Bu gibi çalışmalar yerleşime uygunluk projelerine de temel yol gösterici olmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, Ş.** (1963). İstanbul Boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşadeler. MTA Derg., s.60, 1-6.
- Akyüz, S.** (1987). İstanbul Boğazı batısının jeolojisi (*yüksek lisans tezi*). İTÜ Fen Bilimleri Enst. 83 s.
- Altınlı, E.** (1951). Geology of the Kayışdağ region. *Rev.Fac.Sci.Univ.İstanbul*, R, B.16, 153-188.
- Altınlı, İ. E.** (1968). İzmit-Hereke-Kurucadağ Bölgesinin Jeolojik İncelemesi, MTA Derg., c. 71
- Ambraseys, N. N. ve Finkel C. F.** (1991). Long-term seismicity of Istanbul and of the Marmara Sea region, *Terra Nova*, 3, 527-539.
- Baykal, F. ve Kaya, O.** (1963). İstanbul Bölgesinde Bulunan Karboniferin Genel Stratigrafisi. M.T.A. Dergi, S.61, ss. 1-91, Ankara
- Zabcı, C.** (2003). Denizliköy (Gebze) civarında İstanbul Paleozoyik istifinin jeolojisi ve yapısal evrimi. İTÜ Jeoloji Müh. Böl. Lisans tezi.
- Chaput, E. ve Hovasse, R.** (1930). Note préliminaire sur le Crétacé supérieure ae Zekeriyaköy au N. de Constantinople. *Bull. Fac. Se, Üniv. İstanbul*, No. 4, İstanbul.
- Chaput, E.** (1936). Voyages d'études géologiques et géomorphogéniques en Turquie, Paris.
- Chaput, E. ve Gillet, S.** (1938). Les faunes de Mollusques des terrains â Hipparion gracile de Küçükçekmece près. -İstanbul *Bull. Soc. Géol. France*, Paris.
- Dacı, A.** (1951). Etude paleontologique du Nummulitique entre Küçükçekmece et Çatalca II, *Revue de la Fac. des Sc. de e' Univ. d' İstanbul. Série B, T. XVI, Fasc. 3*, İstanbul.
- Folk, R.L.** (1962). Spectral subdivision of limestone types, in Ham, W.E., ed., *Classification of carbonate Rocks-A Symposium: American Association of Petroleum Geologists Memoir 1*, p. 62-84.
- Görür, N., Akkök, R., Seymen, İ., Akkaya ve F., Oktay, F.Y.** (1981). Trakya Havzası Doğusunda Eosen Resifleri. İstanbul *Yerbilimleri Dergisi*, Cilt 2 (3-4). 303-306.
- Haas, W.** (1968). Das Alt-Paleozoikum von Bithynien (Nordwest Turkei), *N. Jb. Geol. Paleont. Abh.* 131-2, s. 60-68.
- Holmes, A.W.** (1961). Stratigraphic review of Thrace: TPAO Rap., Arşiv no: 368.

- Kaya, O.** (1978). İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyeni, H.Ü. Yerbilimleri Enstitüsü Yayını, Cilt-4, S.1-2, Ankara.
- Keskin, C.** (1966). Microfacies study of Pınarhisar reef Complex. İ.Ü.F.F. Mecmuası, Seri:B, Cilt:31, Sayı:3-4, İstanbul.
- Keskin, C.** (1971). Pınarhisar alanının Jeolojisi [Geology of Pınarhisar region]. Türkiye Jeoloji Kurumu Bulteni 14, 31–84 [in Turkish with English abstract].
- Keskin, C.** (1974). Kuzey Ergene Havzası'nın stratigrafisi: Türkiye 2. Petrol Kongresi, Tebliğler, S.137-163, Ankara.
- Ketin, İ.** (1953). Tectonische Untersuchungen auf den Prinzeninseln nahe Istanbul (Turkei). *Geol. Rundschau*, 41, 161-172.
- Ketin, İ.** (1959). Çamlıca bölgesinin tektoniği hakkında. *TJK Bülteni*, c.VII, s.1, 1-18.
- Ketin, İ.** (1959). Türkiye'nin orojenik gelişmesi. *M.T.A. Derg.*, no. 53, Ankara.
- Ketin, İ.** (1977). Türkiye'nin başlıca orojenik olayları ve Paleocoğrafik evrimi, *M.T.A. Derg.*, sayı:88, Ankara.
- Ketin, İ.** (1983). Türkiye Jeolojisine Genel bir bakış. İTÜ Matbaası
- Ketin, İ. ve Güner, G.** (1989). İstanbul bölgesinde Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu'nun yapısal özelliği, *Müh. Jeol. Bült.*, s. 11, syf.13-18
- Less Gy., Özcan E. ve Okay A.I.** (2011). "Stratigraphy and Larger Foraminifera of the Middle Eocene to Lower Oligocene Shallow-Marine Units in the Northern and Eastern Parts of the Thrace Basin, NW Turkey", *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 6, No. 20, s. 793-845.
- Okay, A.I., Şengör, A.M.C. ve Görür, N.** (1994). Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, *Geology* 22, 267–270.
- Oktay, F.Y. ve Eren R.H.** (1994). İstanbul Megapol alanının jeolojisi.
- Önal, M.** (1982). Pendik bölgesi ile adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri. İ.Ü. Yer Bilimleri Fak. Jeoloji Böl. İstanbul (Doçentlik tezi yayınlanmamış).
- Önal, M.** (1986). Gelibolu Yarımadası orta bölümünün sedimenter fasiyesleri ve tektonik evrimi, KB Anadolu, Türkiye [Tectonic evolution and sedimentary facies of the central part of the Gelibolu Peninsula]. *Jeoloji Mühendisliği* 29, 37–46 [in Turkish with English abstract].
- Özcan E., Less Gy., Okay A.I., Baldi-Beke M., Kollanyı K. ve Yılmaz Ö.I.** (2010). "Stratigraphy and larger foraminifera of the Eocene shallow-marine and olistostromal units of the southern part of the Thrace Basin, NW Turkey.", *Turkish Journal of Earth Sciences*, No. 19, s. 27-77
- Paeckelman, W.** (1938). Neue Beiträge zur Kenntnis der Geologie, Paläontologie und Petrographie der umgebung von Konstantinopel: Abh. d. Preuss. Geol. Landes. 186, s.1-202.

- Pamir, H.N.** (1948). Une mise au point de la stratigraphie de la presquile de Çatalca. İÜFFM, 13, 123-134.
- Parejas, E. ve Baykal, F.** (1938). Une lame de charriage â Şile (Anatolie). Publ. Inst. Geol. Univ. İstanbul, yeni seri, no. 1, s. 1-5.
- Penck, W.** (1919). Grundzüge der Geologie des Bosphorus. Veröff. des Instit für Meereskunde, Geol.-Naturw, Reihe, H.4.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E. ve Siever, R.** (1987). Sand and Sandstone. Springer-Verlag, Berlin. 306 pp.
- Sayar, C.** (1976). Haliç ve Civarının Jeolojisi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu, Bildiriler s:355-374.
- Sayar, C.** (1977). İstanbul yeni iskan yöreleri jeoteknik ve sismik etüdü. Basılmamış rapor, cilt:1, Büyükçekmece-Küçükçekmece Göllerarası Yöre: Boğaziçi Üniv. Deprem Mühendisliği Araştırma Enstitüsü, İstanbul.
- M Sayar, M. ve Pamir, H. N.** (1933). “Küçükçekmece Fosil Fıkralı Hayvanlar Mecmuası”, İstanbul Darıl. Jeol. Enst. Neşr. 8, İstanbul.
- Sayar, M.** (1953). “İstanbul Civarında Üst Miosen Omurgalılarına Ait Yeni Müşahedeler” İ.T.Ü. Derg. cilt 9, sayı 3, s. 9-12, İstanbul.
- Seymen, İ.** (1995). İzmit Körfezi ve çevresinin jeolojisi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: Engin Meriç), s. 1-21.
- Tchihatcheff, P.** (1864). Le Bosphore et Constantinople, avec carte geologique, Paris.
- Tuzcu, S. ve Karabıyıkoglu, M.** (1991). Resifler: Genel karakterleri, fasiyesleri, evrimi ve ekonomik önemi. MTA Dergisi, Jeoloji Mühendisliği s.38, 5-38.
- Tüysüz, O.** (2003). İstanbul İçin Deprem Senaryolarının Hazırlanmasında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Entitüsü, Bilimsel Araştırmalar Birimi.
- Ünal, O.T.** (1967). Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. Yayınlanmamış T.P.A.O. raporu. Arşiv no:391, ANKARA.
- Yalçınlar, İ.** (1944), İstanbul Boğazı batısında jeomorfolojik araştırmalar. Türk Coğrafya Dergisi, 2, 136.
- Yalçınlar, İ.** (1951). İstanbul civarının Paleozoik arazisine dair yeni müşahedeler. T.J.K. Bült., cilt III, sayı I, Ankara.
- Yalçınlar, İ.** (1953). Nouvelles observations sur la tectonique des regions de Sariyer-Zekeriyaköy et de Şile (NW de la Turquie). CRSGF 1953, 71-73.
- Yalçınlar, İ.** (1955). Notes sur la structure de la region de Sariyer-Zekeriyaköy (N d'Istanbul, Turquie). Review Geogr. Ins. Univ. Ist., 2, 176-181.
- Yavuz, O.** (1987). Şamlar-İkitelli (Bakırköy-İstanbul) Köyleri Çevresinin Jeolojisi, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

Zabcı, C., Akyüz, H.S. ve Sunal, G. (2003). İstanbul Zonu'nun yapısal evrimine bir yaklaşım; Denizliköy (Gebze) bölgesi. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, TMMOB-JMO, s. 5-14.

EKLER

EK-1: Jeoloji Haritası

EK-2: Jeoloji En Kesitleri

ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad :Mert Balamir

Doğum Tarihi ve Yeri: 26.05.1984

E-posta : mertbalamir@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- Lisans : 2009, Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendislik.
- Yüksek lisans : 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı.