T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

# YÜKSEK LİSANS TEZİ

# İSTANBUL SARIYER İLÇESİ'NİN JEOLOJİSİ VE TEKTONO-STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ

**Mert Eren ERDEM**

**DANIŞMAN**
**Dr. Öğr. Üyesi İsak YILMAZ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Jeoloji Mühendisliği Programı**

**İSTANBUL-2020**

Bu çalışma 20.01.2020 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeoloji Mühendisliği Programı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ

Dr.Öğr.Üyesi İsak YILMAZ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Namık AYSAL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Ömer Faruk ÇELİK
Kocaeli Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

20.04.2016 tarihli resmî gazete ’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa’nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

# ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu tezin başlangıç aşamasından bitimine değin gerek saha çalışmalarında gerekse sahadan derlenen verilerin değerlendirmesi ve yorumlanmasında değerli bilgi ve düşüncelerinden yararlandığım, Lisans ve Yüksek Lisanstaki eğitici ve öğretici katkılarından dolayı danışman hocam Dr. Öğr. üyesi İsak YILMAZ'a,

Bölgesel Jeoloji ve tektonik özelliklerinin yorumlanmasında, yapıcı ve yönlendirici fikir ve düşüncelerinden faydalandığım Genel Jeoloji Anabilimdalından Prof. Dr. Hayrettin KORAL'a,

İnceleme alanından derlenen örneklerin mineralojik bileşimlerinin tayini için yapılan XRD analizlerinin yapılması yorumlanması, jeokimyasal analizlerin değerlendirilmesi ve yorumlanmasında katkılar sunan Mineraloji- Petrografi Anabilimdalından Doç.Dr. Namık AYSAL'a, Dr.Öğr. üyesi Davut LAÇİN'e ve Doktora öğrencisi Ersin KAYGISIZ'a,

Saha çalışmalarında Üst Kretase yaşlı kireçtaşından tarafımdan toplanan foraminifer fosil bulgularının tayinini gerçekleştiren İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliğinden Prof.Dr. Ercan ÖZCAN'a, Jeo.Yük.Müh. Ali Osman YÜCEL'e ve Sadık Can ERBAY'a,

Jeokimyasal deneylerin gerçekleştirilebilmesi için çözeltileri tedarik eden Kimya Bölümü, Organik Kimya Anabilimdalından Prof. Dr. Mehmet ALTUN'a,

Tezin saha çalışmaları aşamasında katkılarını esirgemeyen değerli akrabalarım ve arkadaşlarıma, özellikle Jeo. Müh. Emre ÇAÇUR'a ve

Gerek maddi gerekse manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve bu tezin meydana gelmesi sırasında emeği geçen ismini sayamadığım herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Ocak 2020 Mert Eren ERDEM

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No**

**ÖNSÖZ** ..... **iv**
**İÇİNDEKİLER** ..... **v**
**ŞEKİL LİSTESİ** ..... **viii**
**SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ** ..... **xiv**
**ÖZET** ..... **xv**
**SUMMARY** ..... **xviii**
**1. GİRİŞ** ..... **1**
**1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI** ..... 4
**2. GENEL KISIMLAR** ..... **5**
**2.1. İNCELEME ALANININ COĞRAFİK KONUMU** ..... 5
**2.1.1. Yükseltiler** ..... 5
**2.1.2. İklim** ..... 8
**2.1.3. Bitki Örtüsü** ..... 8
**2.1.4. Akarsu ağı** ..... 9
**2.1.5. Bölgenin Sosyo-Ekonomik Durumu** ..... 10
**2.1.6. Ulaşım** ..... 11
**2.2. ÖNCEKİ İNCELEMELER** ..... 12
**3. MALZEME VE YÖNTEM** ..... **17**
**3.1. MALZEME** ..... 17
**3.2. YÖNTEM** ..... 17
**3.2.1. Arazi Öncesi Çalışmalar** ..... 17
**3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları** ..... 18
**3.2.4. Büro Çalışmaları ve Tez Yazımı** ..... 21
**4. BULGULAR** ..... **23**
**4.1. BÖLGESEL JEOLOJİ** ..... 23
**4.2. STRATİGRAFİ** ..... 28
**4.3. LİTOSTRATİGRAFİ** ..... 32
**4.3.1. PALEOZOYİK** ..... 32
***4.3.1.1. Aydos Formasyonu (Oa)*** ..... *32*
***4.3.1.2. Gözdağ Formasyonu (OSg)*** ..... *35*

*4.3.1.3. Büyükada Formasyonu (DCdb)* ..... *39*
***4.3.1.4. Baltalimanı Formasyonu (DCdbl)*** ..... *41*
***4.3.1.5. Trakya Formasyonu (Ct)*** ..... *43*
**4.3.2. MESOZOYİK** ..... 49
***4.3.2.1. Kapaklı Formasyonu (PTRk)*** ..... *49*
***4.3.2.2. Erikli Formasyonu (TRe)*** ..... *51*
*4.3.2.3. Ballıkaya Formasyonu (TRb)* ..... *54*
***4.3.2.4. Bakırlıkıran Formasyonu (TRbk)*** ..... *58*
***4.3.2.5. Garipçe Formasyonu (Kkg)*** ..... *62*
***4.3.2.6. Kısırkaya Formasyonu (Kkk)*** ..... *65*
***4.3.2.7. Sarıyer Kireçtaşı (Ksk)*** ..... *72*
**4.3.3. SENOZOYİK** ..... 74
***4.3.3.1. Danişment Formasyonu (Td)*** ..... *74*
***4.3.3.2. İstanbul Formasyonu (Ti)*** ..... *76*
***4.3.3.2.1. Kıraç Üyesi (Tik)*** ..... *76*
***4.3.3.2.2. Kayalıtepe Üyesi (Tiky)*** ..... *78*
***4.3.3.2.3. Meşetepe Üyesi (Tim)*** ..... *79*
***4.3.3.3. Belgrad Formasyonu (Tb)*** ..... *80*
**4.3.4. KUVATERNER** ..... 82
***4.3.4.1. Kumul (Qk)*** ..... *82*
***4.3.4.2. Alüvyon (Qal)*** ..... *82*
**4.4. TEKTONO STRATİGRAFİ** ..... 83
**4.5. YAPISAL JEOLOJİ** ..... 86
**4.5.1. Tabakalanma** ..... 87
**4.5.2. Kıvrım** ..... 90
**4.5.3. Kırık ve Çatlaklar** ..... 92
**4.5.4. Faylar** ..... 95
**4.5.5. Uyumsuzluklar** ..... 98
**4.6. EKONOMİK JEOLOJİ** ..... 100
**4.7. İNCELEME ALANININ JEOLOJİK EVRİMİ** ..... 101
**4.7.1. Jeolojik Tarihçe** ..... 101
**4.7.2. Jeodinamik Evrim** ..... 107
**5. TARTIŞMA VE SONUÇ ..... 119**
**KAYNAKLAR ..... 124**

**EKLER..... 137**
1. EK-1 İnceleme alanının Jeoloji haritası ..... 137
2. EK-2 İnceleme alanının Tektonik haritası ..... 137
3. EK-3 İnceleme alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik kesiti ..... 137
4. EK-4 İnceleme alanının ve çevresinin daha önceki bazı çalışmalara göre genel karşılaştırılması..... 137

**ÖZGEÇMİŞ..... 138**

# ŞEKİL LİSTESİ

**Sayfa No**

Şekil 2.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası. ..... 5

Şekil 2.2 : İnceleme alanının sayısallaştırılmış yükseklik modeli (DEM). ..... 6

Şekil 2.3: İnceleme alanının eğim haritası..... 7

Şekil 2.4: İnceleme alanının bakı haritası..... 7

Şekil 2.5: İnceleme alanında bulunan Çam ağaçları ve ahududu bitkileri Karadeniz ikliminde yaygın olarak görülmektedir. ..... 9

Şekil 2.6: İnceleme alanının akarsu ağı. ..... 10

Şekil 2.7: Yavuz Sultan Selim köprüsü ve Anadolu Kavağı'nın Rumeli Kavağından görünümü (Sarı ok Yoros Kalesi'ni göstermektedir)..... 11

Şekil 3.1: İnceleme alanının örnek dağılım haritası..... 18

Şekil 3.2: Alizarin Red S deneyi için uygulanan renk skalası (Yetiş ve diğ. (2017)'den değiştirilmiştir.). ..... 19

Şekil 3.3: İnce kesit hazırlamak için kullanılan Vommak marka kesme ve inceltme cihazı. ..... 20

Şekil 3.4: Jeokimya analizlerin gerçekleştirildiği İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarının görünümü. ..... 21

Şekil 4.1: İstanbul bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Gedik ve diğ., 2005a; 2005b'den değiştirilmiştir). ..... 27

Şekil 4.2: İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti. ..... 31

Şekil 4.3: Kocataş Dağı (11-G) Tepesindeki Aydos formasyon'unun silis çimentolu ince kırıntılı, kumlu düzeyine ait orta kalınlıklı güneybatıya eğimli tabakalarının görünümü (Bakış yönü Doğu). ..... 32

Şekil 4.4: Aydos formasyonuna ait 19 numaralı kuvarsarenit örneği üzerinde yapılan XRD analizi sonucu..... 33

Şekil 4.5: Aydos formasyonunun silis çimentolu, kötü boylanmış ince-orta kuvars taneleri ve taneler arasını dolduran siltli-killi matriksinin çift nikoldeki görünümü..... 34

Şekil 4.6: Gözdağ formasyonuna ait 21 numaralı örnekte yapılan XRD analizi sonucu. ..... 35

Şekil 4.7: Gözdağ formasyonuna ait 21 numaralı örnekten yapılan ince kesit, üzerinde Alizarin Red S uygulaması sonucu kırmızı ve pembemsi ufak kırıntıların, birimin çimentosunda karbonat mineralleri olduğunu göstermektedir (çift nikol). ..... 36

Şekil 4.8: Gözdağ formasyonunun Büyükdere Mahallesindeki yeşilimsi gri renkli laminalarıyla belirgin mostrasına ait görünüm (bakış yönü Batı). ..... 37

Şekil 4.9: Büyükdere Mahallesinde Gözdağ formasyonunun tabaka içi laminasyonları ile belirgin ince orta tabaka kalınlıklı düşük eğimli yoğun alterasyonlu düzeyinden bir görünüm. ..... 38

Şekil 4.10: Büyükada formasyonunun Çırçır deresi (10-H) civarındaki ince tabakalı yumrulu kiteçtaşı şeyl ardalanmalı düzeyleri ile belirgin kıvrımlı-makaslama deformasyonlu düzeylerinden bir görünüm (Bakış yönü Güney). ..... 40

Şekil 4.11: İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeoloji enine kesiti (Baykal ve Kaya, 1966'dan değiştirilmiştir)…… ..... 42

Şekil 4.12: Trakya formasyonun orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanmalı, ince tabakalı kumtaşı ve laminalı bitümlü şeylli (G: Gümüşdere üyesi) fasiyeslerinin mostra görünümü. ..... 44

Şekil 4.13: Trakya formasyonuna ait 43 numaralı örnekten elde edilen XRD analizi sonucu. ..... 45

Şekil 4.14: Trakya formasyonu bitümlü şeyli (Gümüşdere üyesi) düzeyine ait örneğin ince kesitteki görünümü (tek nikol). ..... 46

Şekil 4.15: İstanbul bölgesinin Üst Paleozoyik stratigrafisinin sütun kesiti (Kaya, 1971'den değiştirilmiştir). ..... 47

Şekil 4.16: Kırmızımtırak renkleriyle belirgin olan Kapaklı formasyonunun ince kırıntılı kumlu, siltli ince tabakalı, laminalı düzeylerinin görünümü. ..... 49

Şekil 4.17: Genellikle yoğun demir oksitli bağlayıcılarla tutturulmuş olan birim üst düzeylerindeki ince kırıntıların ardalanmalı düzeylerin yoğun demir oksitli bir karbonat çimento ile tutturulduğu ve yoğun makaslanma çatlaklarıyla belirgin görünümü (Çift nikol). ..... 50

Şekil 4.18: Erikli formasyonunun Gümüşdere köyü güneyindeki laminalı düzeyinden görünüm (5-C). ..... 52

Şekil 4.19: Gümüşdere köyünden alınan Erikli formasyonuna ait örneğin ince-orta kum boyu yuvarlaklaşmış kuvars ve iri mafik kırıntılılarından oluşan orta-kötü boylanmalı silis çimentolu tane destekli kumtaşının tek nikoldeki görünümü. ..... 53

Şekil 4.20: Erikli formasyonuna ait 35 numaralı kumtaşı örneğinde yapılan XRD analizi sonucu. ..... 53

Şekil 4.21: Ballıkaya formasyonu Gümüşdere köyü batısındaki (4-B) dolomitik kireçtaşı düzeyindeki fosil kavkılı ve çatlaklı mostrası. ..... 55

Şekil 4.22: Ballıkaya formasyonuna ait 40 numaralı örneğin XRD analizi sonucu. ..... 56

Şekil 4.23: Ballıkaya formasyonuna ait 40 numaralı örnekte Alzarin Red S uygulamasına göre kayaç içerisindeki MgO artışını gösterir pembemsi renk dönüşümünün görünümü (tek nikol). ..... 56

Şekil 4.24: Ballıkaya formasyonu ince kesitinde gastrapod ve fosil kavkıları gözlenen biomiktirik dolomitik kireçtaşından görünüm (tek nikol). ..... 57

Şekil 4.25: Bakırlıkıran formasyonunun Gümüşdere Köyü güneyindeki (4-C) kumtaşı şeyl ardalanmalı mostrası (bakış yönü GB). ..... 59

Şekil 4.26 Bakırlıkıran formasyonuna ait 3 numaralı örneğin XRD analizi sonucu. ..... 60

Şekil 4.27: Bakırlıkıran formasyonuna ait 3 numaralı örnekten elde edilen ince kesitte uygulanan Alizarin Red S uygulamasının görünümü. ..... 60

Şekil 4.28: Bakırlıkıran formasyonunun ince kuvars taneli kumtaşı seviyesi ve bitki kırıntıları (tek nikol). ..... 61

Şekil 4.29: Garipçe formasyonunun yoğun deformasyonlu ve altere genel görünümünü yansıtan Rumeli Kavağındaki mostrası (J10). ..... 62

Şekil 4.30: Garipçe formasyonuna ait 6 numaralı andezit örneğinin XRD analizi sonucu. ..... 63

Şekil 4.31: Garipçe formasyonunun karbonat kırıntılı düzeyinden alınan 23 numaralı örnekten yapılan ince kesitte uygulanan Alizarin Red S boyamasına dair bir görünüm. ..... 63

Şekil 4.32: Kısırkaya formasyonunun Kilyos civarındaki Alkali olivin bazalt lav akıntılı mostrasından bir görünüm. ..... 66

Şekil 4.33: Kısırkaya formasyonuna ait 4 numaralı bazaltik andezit örneğinde yapılan XRD analizi sonucu ..... 67

Şekil 4.34: Kavaklar Grubu genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Keskin ve diğ., 2003). ..... 68

Şekil 4.35: İnceleme alanından derlenen Üst Kretase volkaniklerinin, Le Bas ve diğ. (1986) ve Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramlarına göre sınıflanması. ..... 69

Şekil 4.36: İnceleme alanından derlenen Üst Kretase volkaniklerinin, Irvine ve Baragar (1971) ve Winchester ve Floyd (1977) diyagramlarına göre sınıflaması. ..... 70

Şekil 4.37: İnceleme alanından derlenen Üst Kretase volkaniklerinin, Paleotektonik ortamlarına yaklaşım yapmak amacıyla Pearce ve Cann (1973), Pearce (1982), Meschede (1986), Wood (1980), Hollocher ve diğ. (2012) *La/Yb-Th/Nb* ve *La/Yb-Nb/La* ayırtlama diyagramları kullanılmıştır. ..... 71

Şekil 4.38: Sarıyer Kireçtaşı'nın ince-orta tabakalı, pembemsi renkli kireçtaşı düzeyi (bakış yönü KD). ..... 72

Şekil 4.39: Sarıyer Kireçtaşından derlenen bazı fosiller; a) *Orbitoides megaloformis* (Papp ve Küpper), b) *Lepidorbitoides bisambergensis* (Jaeger), c-f) *Lepidorbitoides campaniensis* (Van Gorsel). ..... 73

Şekil 4.40: Danişment formasyonunun kum ocağı yarmalarında görülen kömür bantları (Kısırkaya köyü güneyi (A2), sarı kesik çizgili düzeyler kömür bantları, bakış yönü kuzey). ..... 75

Şekil 4.41: Kıraç üyesinin konglomeratik iri çakıllı seviyesi (Gümüşdere doğusu (4-D)). ..... 77

Şekil 4.42: Kayalıtepe üyesinin Marmaracık Koyu civarındaki (3-L) çapraz laminasyonlu kuvars kumtaşı mostrası (bakış yönü güney). ..... 78

Şekil 4.43: Meşetepe üyesinin Uskumruköy kuzeyindeki killi ve kömürleşmiş bitki kırıntılı (5-F) mostrasından bir görünüm. ..... 79

Şekil 4.44: Belgrad formasyonunun Belgrad Ormanı doğusundaki (8-E) matriks destekli Siltli-killi-çakıllı mostrası. ..... 80

Şekil 4.45: İnceleme alanı (a) kumul (Kum köy) ve (b) alüvyon (Marmaracık koyu) çökelleri. ..... 82

Şekil 4.46 : İnceleme alanının Tektonik Bloklarını gösteren üç boyutlu modeli. ..... 85

Şekil 4.47: Gümüşdere köyü güneyindeki (5-C) bölgenin terslenmiş stratigrafisini oluşturan tektonik bloklarının hareket mekanizmasını yansıtan mostra görünümü (bakış yönü GB). ..... 87

Şekil 4.48: İnceleme alanında Erken Paleozoyik (a), Karbonifer (b) ve Triyas (c) çökelimine ait tabaka düzlemlerinin doğrultu-eğim ölçümlerinden elde edilen kontur, doğrultu ve eğim gül diyagramları. ..... 89

Şekil 4.49: Kocataş Dağı güney batısında (11-G) Gözdağ formasyonunun Alpin deformasyonu ürünü GB-KD yönlü sıkışmaya bağlı gelişmiş K75B yönlü kıvrım eksenine sahip Kocataşdağ antiklinaline paralel oluşmuş bir antiklinal (Bakış yönü KB). ..... 91

Şekil 4.50: Bakırlıkıran formasyonunda Alpin deformasyonu sonucunda gelişmiş devrik kıvrımlar (Kırmızı çizgi bindirme fayı, Sarı çizgi kıvrım kanatlarını kesen küçük ölçekli faylar, Mavi ve Turuncu çizgiler kumtaşı tabakası, kesikli yeşil mor çizgiler şeyl tabakaları, Kırmızı oklar hareket yönü, Sarı oklar tabaka üstünü işaret etmektedir, bakış yönü Batı)..... 92

Şekil 4.51: Aydos formasyonu içerisinde gözlenen sol yönlü shear ürünü silis dolgulu en echolon sigmoidal semi brittle (yarı kırılgan) damar gelişimleri (a: mostradaki temiz hali, b: makaslanma yönleri çizilmiş hali). ..... 93

Şekil 4.52: İnceleme alanında Erken Paleozoyik (a), Karbonifer (b), Triyas (c) ve Üst Kretase (d) birimlerine ait Kırık ve çatlakların doğrultu-eğim ölçümlerinden elde edilen kontur, doğrultu-eğim gül diyagramları. ..... 94

Şekil 4.53: Trakya formasyonunun Garipçe formasyonu üzerinde yapmış olduğu bindirme fayı ve Garipçe formasyonu içerisinde gelişmiş kör bindirmeler. ..... 95

Şekil 4.54: Trakya ve Kapaklı formasyonları arasında gözlemlenen bindirme fayı (6-F). ..... 96

Şekil 4.55: Gümüşdere güneyindeki(5-C) tektonik melanj içerisinde gözlemlenen fay çeşitleri. ..... 97

Şekil 4.56: Trakya formasyonuna ait kömürlü seviyesinde gözlemlenen mikro fayın ince kesitteki (tek nikol) görünümü. ..... 97

Şekil 4.57 : Gümüşdere köyü batısındaki (4-B) Erikli formasyonunun ince orta tabakalı kumtaşları ile Kıraç üyesinin çapraz tabakalı çakıl- kaba kum birikintisi arasında gözlemlenen açısal uyumsuzluğundan bir görünüm (bakış yönü Kuzey). ..... 99

Şekil 4.58: Stampfli ve diğerleri (2001) tarafından yeniden yapılandırılan Geç Silüriyen (Ludlow)'deki levha tektoniği (Ruban ve diğ., 2007). ..... 102

Şekil 4.59: Karbonifer öncesinde İstanbul Paleozoyik çökeliminin fasiyes dağılımını gösterir şekil (Önalan1987/88). ..... 103

Şekil 4.60: Trakya formasyonunun çökeliminin fasiyes dağılımını gösterir şekil. ..... 103

Şekil 4.61: Triyas sedimanter kayalarının çökelim ortamlarını gösteren şekil. ..... 104

Şekil 4.62: Kretase zamanı Kavaklar grubunun oluşum ortamları. ..... 105

Şekil 4.63: Erken Eosen zamanı inceleme alanı ve çevresinin jeolojik yapısı (Basitleştirilmiş). ..... 106

Şekil 4.64: Karadeniz bölgesinin tektonik birimleri (Okay ve Nikishin, 2015) (Değiştirilmiş). ..... 107

Şekil 4.65: Erken karbonifer paleocoğrafik yapılandırması. ALT; Alpin grubu (Balkan ve Getik dahil), AL; Alborz, AP; Arap levhası, ARM; Armorica, AT; Anadolu-Toros alanı, BV; Brunovistulian alanı, EAV; Doğu Avaloniya, IBR; Ilberia, IZ; İstanbul- Zonguldak alanı, KA KAZ; Kazak mikrokıtası, L; Lysogory alanı, M; Malopolska, MEG; Meguma, MO; Moeasia, MOLD; Moldanbian alanı, NAK; Kuzey Afgan- Karakum alanı, S; Sakarya alanı, T; Turanperi-Gondwana alanı, TA; Tarim mikrokıtası, WAV; Batı Avaloniya, WC- Batı kimmer (Kaldova ve Babek, 2010'dan değiştirilmiştir). ..... 111

Şekil 4.66. İstanbul zonunun Paleozoyik stratigrafisi (Okay ve Nikishin, 2015). ..... 113

Şekil 4.67: Karadeniz bölgesinin Kretase'deki (Santonian-Kampaniyen) Paleocoğrafyası ve önemli tektonik hatlarını gösteren şekil, oklar hareket yönünü göstermekte, R Doğu Karadeniz bloğunun dönme ekseni merkezi (Okay ve diğ., 1994'ten değiştirilmiştir). ..... 116

Şekil 4.68: Intra Pontid Okyanusu Senoniyen'de kuzeye doğru yitim yaparak kapanmaya başlaması ve gelişen yay mağmatizması sonucu yay ardı olarak açılan Batı Karadeniz havzası. ..... 117

Şekil 4.69: Intra-Pontid Okyanusunun Eosende meydana gelen kapanmasından dolayı Sakarya zonu ve İstanbul zonunun çarpışması sonucu ortamın yükselmesi ve kıvrım bindirme kuşağının meydana gelmesini gösteren şekil..... 118

# SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

| Simgeler | Açıklama |
|---|---|
| **Cu** | : Bakır |
| **K** | : Potasyum |
| **Ni** | : Nikel |
| **kV** | : Kilovolt |
| **mA** | : Miliamper |
| **α radyasyonu** | : Alfa radyasyonu |

| Kısaltmalar | Açıklama |
|---|---|
| **XRD** | : X-Ray Difraction (X Işını Kırınımı) |
| **LOI** | : Ateşte kızdırma kaybı |
| **JCPDS** | : Toz Kırınım Standartları Ortak Komitesi |
| **K** | : Kuzey |
| **G** | : Güney |
| **D** | : Doğu |
| **B** | : Batı |
| **KD** | : Kuzeydoğu |
| **KB** | : Kuzeybatı |
| **GD** | : Güneydoğu |
| **GB** | : Güneybatı |

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### İSTANBUL SARIYER İLÇESİ'NİN
### JEOLOJİSİ VE TEKTONO-STRATİGRAFİK ÖZELLİKLERİ

**Mert Eren ERDEM**

**İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsak YILMAZ**

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu tez, İstanbul ili Sarıyer ilçesinde yer alan inceleme alanının jeolojisini ve tektonik özelliklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda yapılan inceleme alanına ait 1/25000 ölçekli jeoloji haritaları, jeoloji enine kesitler, mineralojik ve petrografik incelemeler, jeolojik evrim modelleri ve Tektonik yapı modelleri hazırlanmıştır.

İnceleme alanı, İstanbul Zonu adıyla bilinen bu zonun, batı kısmında yani İstanbul alanında yer almaktadır. Zonun bu kısmındaki stratigrafik istif Kaledoniyen kristalin bir temel üzerinde Alt Ordovisiyen yaşlı genel litolojisi kumtaşı-şeyl olan Kocatöngel formasyonu ile başlamaktadır. Bu birim üzerine alacalı renklerdeki kumtaşı-çakıltaşı-şeyl litolojili, Orta Ordovisiyen yaşlı Kurtköy formasyonu gelmektedir. Uyumlu olarak devam eden istifte Ordovisiyen yaşlı kuvarsitlerle temsil edilen Aydos formasyonu gelmektedir. Kumtaşı-şeyl-kiltaşı litolojisiyle Ordovisiyen-Silüriyen yaşlı Gözdağ formasyonuyla uyumlu olarak devam etmektedir.

Transgresif olarak çökelmeye devam eden bu istifte kireçtaşlarından oluşan Üst Silüriyen yaşlı Dolayoba formasyonu ile istif devam eder. Dolayoba formasyonu üzerine değişik fasiyeslerle temsil edilen kireçtaşı litolojili İstinye formasyonu (Silüriyen-Devoniyen) gelmektedir. Fosil bakımından bir hayli zengin olan ve genel litolojisi kumtaşı-şeyl olan Kartal formasyonu (Devoniyen) ile devam etmektedir. İstif Orta-Üst Devoniyen'de kireçtaşı-şeyl ve çörtlerle temsil edilen Büyükada formasyonu ile derin denize doğru ilerlemektedir.

Alt Karboniferde kayma yapılarının bol bulunduğu ve genel litolojisi lidit ve silisli şeyl olan Baltalimanı formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu birim üzerine genel litolojisi mikalı kumtaşı-grovak olan ve derince bir ortamdan gittikçe sığlaşan ortam ile temsil edilen Karbonifer yaşlı Trakya formasyonu ile, İstanbul Paleozoyiği adıyla anılan transgresif istif son bulmaktadır.

Karbonifer-Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlere bağlı olarak gelişen Sancaktepe Granitinin sokulumlarıyla ortam kara halini alır. Hersiniyen orojenezinin Tektonik hareketlerine bağlı gelişen deformasyon sonucu kıvrımlanan ve faylanan İstanbul Paleozoyik istifi üzerine, Kocaeli Triyası adıyla anılan Triyas istifi uyumsuzlukla çökelmeye başlamaktadır. Bu istifin tabanda genellikle karasal çökellerle temsil edilen Permiyen-Erken Triyas yaşlı Kapaklı formasyonu ile başlamaktadır.

Transgresif olarak ilerleyen bu istifte kuvars kumtaşı genel litolojisi olan Erikli formasyonu (Alt Triyas) ile devam etmektedir. Bölgedeki karbonat oranının artmasıyla Demirciler formasyonuna (Alt Triyas) geçilmektedir. Platform karbonatlarıyla temsil edilen Ballıkaya ve Kazmalı formasyonlarının uyumlu olarak çökelimleriyle istif devam etmektedir (Orta Triyas). Devam eden istifte kumtaşı-şeyl ardalanmasıyla temsil edilen Tepeköy ve Bakırlıkıran formasyonları ile Kocaeli Triyası istifi son bulmaktadır.

Üst Triyas- Alt Kretase yaşları arasında kaya toplulukları bulunamamıştır. Üst Kretase'de derin denizde olan İstanbul Zonu kayalarında ada yayı volkanizması hâkim olmaktadır. Kavaklar grubu adıyla temsil edilen bu volkanikler İstanbul Paleozoyiği ve Kocaeli Triyası birimleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Aynı dönemde bu istif farklı bir mağma kaynağından gelen Çavuşbaşı granodiyoriti ile kesilmektedir.

Paleosen zamanında tekrar yer yer karasallaşmalar mevcut olup Alpin orojonezi etkisinde kalan bölge Eosen'de kıvrım ve faylarla tekrardan deforme olmuştur. Bu deformasyonla paleotektonik evresi sona ermiştir. Neotektonik dönemde ise Oligosen-Miyosen zaman

aralığında tüm bölge üzerinde kum-kil-siltlerden oluşan genç Neojen birimler hâkim olmaktadır. Miyosen zamanda levha tektoniğine bağlı olarak gelişen sıkışma sonucu bölgede faylanmalar görülmektedir.

Bu çalışmada İstanbul Zonuna ait kayalardan oluşan inceleme alanının jeolojisi ve tektonik özellikleri uygun bir dille anlatılmıştır. İnceleme alanında Eosen zamanda meydana gelen Alpin Orojenizine bağlı gelişen bindirme fayları tektonik bloklar şeklinde ayırtlanmıştır. Bu bindirme faylarının en büyüğü Sarıyer-Şile fayıdır. Daha önceki çalışmalarda yapılan bu fayın türünün bir şaryaj mı yoksa ters fay mı sorusunun cevabı olarak belirlenen bu fayın türü şaryaj olduğu tez içerisinde sunulmuştur.

Ocak 2020, 158 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** İstanbul Zonu, İstanbul Paleozoyiği, Kocaeli Triyası, Sarıyer-Şile Fayı

# SUMMARY

## M.Sc. THESIS

### GEOLOGY AND TECTONO-STRATIGRAPHIC FEATURES OF SARIYER AREA OF ISTANBUL

**Mert Eren ERDEM**

**Istanbul University-Cerrahpasa**

**Institute of Graduate Studies**

**Department of Geological Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Isak YILMAZ**

This thesis was prepared as a master in the Geological Engineering Program of the Institute of Graduate Studies, Istanbul University-Cerrahpasa. This thesis is explain to geology and tectonic features of study area where located to the sarıyer district of Istanbul. Within that thesis, study area's 1/25000 scale geology maps, geological cross-sections, mineralogical and petrographic examination, the geological evolution models and the tectonic structure was prepared.

The study area was located in Istanbul terrane that also knowing west part of The Istanbul Zone. In the west part of the Istanbul zone, the stratigraphic sequence starting with usually consists of the lithology of sandstone-shale (Kocatongel formation) age of early Ordovician which that formation above to Caledonian a crystalline basement. After, The Kurtkoy formation which consists of the lithology of mottled sandstone-conglomerate-shale is deposited on The Kocatongel formation in the middle Ordovician. Aydos formation represented by quartzite is deposited during the ongoing sequence in the Ordovician. The Gozdag formation which

consists of the lithology of sandstone-shale-claystone is deposited compatibly in the Ordovician-Silurian.

The Dolayoba formation which consists of limestones is deposited on the ongoing sequence as a transgression in the Upper Silurian. Dolayoba formation is overlain by Istinye formation which represented by various facies of limestone in the Silurian-Devonian. This sequence is continues with The Kartal formation which consists of the lithology of sandstone-shale and very rich in fossils in the Devonian. The sequence progresses towards the deep sea with Buyukada formation represented by limestone-shale and cherts in the Middle-Upper Devonian.

Baltalimanı formation which consists of the lithology of lyditeis and silicified shale is deposited compatibly in the lower Carboniferous. And that formation has abundant slump structures. After this formation, the Trakya formation which represented by greywackes is deposited in the Carboniferous. That transgression sequence which also known as the Istanbul Paleozoıc sequence is ending.

Sancaktepe Granite developed due to tectonic movements active in the Carboniferous-Permian. With the effects of intrusive of granite, this zone becomes the land. Istanbul paleozoic sequence has a folded and faulted structure due to deformation developed by the Hercynian orogeny movements. After that Triassic sequence which also known as Kocaeli Triassic sequence is deposited unconformably on The Istanbul paleozoic sequence. This sequence is starting with Kapaklı formation represented by terrestrial sediments in the Permian-Early Triassic.

In this sequence which continues transgressively, Erikli formation represented by quartz sandstone is deposited in the Lower Triassic. With the increase of carbonate in the region passes to Demirciler formation in the Lower Triassic. This sequence continuing compatible with Ballıkaya and Kazmalı formations represented by carbonate platforms in the middle Triassic. In the ongoing sequence, Kocaeli Triassic sequence is ending with The Bakırlıkıran and The Tepeköy formations represented by intercalation of sandstone-shale in the Late Triassic.

Between Upper Triassic to lower Cretaceous, rock unit couldn't found. The rock units of Istanbul zone are in the deep-sea in the Upper Cretaceous and they have a island arc volcanism. These volcanic, represented as Kavaklar group, unconformably overlain the Istanbul Paleozoic and Kocaeli Triassic units. In the same period, this sequence is cut by Çavuşbaşı granodiorite from a different magma source.

The tectonics events were responsible for systematic hiatuses or slight unconformities, in the Paleocene. Under the influence of Alpine orogeny, that zone is deformed by the folding and faults in the Eocene. With this deformation, the paleotectonic phase ended. In the Neotectonic period, young neogene units consisting of sand-clay-silts are dominant over the whole region in the Oligocene- Miocene. Faults are dominant in the region as a result of compression developed due to plate tectonics in the Miocene.

In this study, geology and tectonic features of the study area consisting of Istanbul zone rocks are explained in an appropriate language. In the study area, thrust faults developed due to Alpine orogeny occurring in Eocene time were distinguished as tectonic blocks. The largest of these thrust faults is the Sarıyer-Şile fault. In the thesis, this fault is determined as a thrust fault as the answer to the question of whether the fault type is a thrust or reverse.

January 2020, 158 pages.

**Keywords:** The Istanbul Zone, Paleozoic of Istanbul, Triassic of Kocaeli, Sarıyer-Sile fault

# 1. GİRİŞ

İstanbul il alanı, Tersiyer döneme ait örtü birimleri ile Istranca Dağları boyunca büyük bir tektonik hatla birbirinden ayrılan Paleyozoik ve Mesozoyik döneme ait metamorfik ve metamorfizma sunmayan kaya topluluklarından oluşan iki farklı stratigrafik dizilim sunmaktadır. İstanbul ilinin batısında Istranca birliği kayaları (Metamorfitler), doğusunda ise İstanbul birliği (Metamorfizma göstermeyen) adlarıyla tanımlanan litolojiler yer almaktadır (Özgül, 2011). İstanbul'un avrupa yakasında yer alan ve doğudan İstanbul Boğazı suları, kuzeyde ise Karadeniz ile sınırlanan inceleme alanı, Erken Paleozoyik'ten günümüze jeolojik zamanın çoğunu içine alan sedimenter kayaçlar, bunları kesen dayklar ve özellikle K-KD'sunda yüzlekler sunan volkanik kayaçlardan oluşmaktadır.

Artan nüfus yoğunluğuyla birlikte, yeni yerleşim alanlarının kurulumu, artan ulaşım ihtiyacı ile yeraltı ulaşım hatları ve diğer mühendislik yapılarının yanı sıra kentsel dönüşüm ihtiyacından doğan yeni arazi kullanımı düzenlemeleri, İstanbul il alanı ve yakın çevresindeki yer yüzeyi ve yer altı yapılarının detaylıca bilinmesini zorunlu kılmaktadır.

İstanbul'un Avrupa yakasında Kuzey Marmara Otoyolu'nun önemli bir bölümünü kapsayan ve İstanbul Havalimanı güzergâhında yer alan inceleme alanının konumu itibariyle jeolojik özelliklerinin, stratigrafisinin ve özellikle de tektonik yapısının ortaya konması büyük önem arz etmektedir.

İstanbul'un Sarıyer ilçesi, Sarıyer-Şile bindirme hattının bir bölümünü kapsamaktadır. Bu tezin amacı bölgede yapılan daha önceki çalışmalarda bölgenin jeolojisi, stratigrafisi, tektoniği ve evrimi hakkındaki bazı konularda yapılan fikir ayrılıklarına (Fayın açısı gibi) ve İstanbul'un jeolojisine katkı sağlamaktır. Bunu uygun anlaşılır bir dilde açıklamak ve anlaşılırlığı kolaylaştırmak amaçlı çeşitli fotoğraf, şekil ve grafiklerle tezin ilerleyen kısmınlarında anlatılmaya çalışılmıştır.

İnceleme alanında İstanbul Paleozoyik çökeliminin sığ denizden başlayıp derin denize ulaşan Ordovisiyen- Erken Karbonifer aralığında çökelmiş kırıntılı ve karbonatlı birimleri, Triyas çökelimine ait karasal ve genellikle sığ şelf ortam koşullarını yansıtan litolojiler ile Üst Kretase andezitik ve bazik volkanizma ürünü piroklastikler, lav akıntıları, tüfler ile bunlarla ara katkılı

sığ şelf ve açık deniz koşullarını yansıtan kumlu karbonatlı birimlerin çökeldiği gözlenmektedir. Tersiyer öncesi yaşlı bu litolojiler kıvrımlı kırık-çatlaklı ve faylı yoğun deforme özellikleriyle sahada belirgin olup bu birimler karasal ve geçiş ortamını yansıtan çakıllı, kumlu, killi yer yer kömürlü litolojide olup kalınlığı 250-300m bulan Neojen çökelimiyle örtülmektedir.

Neojen örtü birimleri altında yer alan Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlerin bölgedeki dağılımları dikkate alındığında, inceleme alanının ortasında doğu batı yönünde kat eden Sarıyer-Şile bindirme hattı boyunca allokton konumlu olarak hattın güneyinde Kretase öncesi, kuzeyinde ise Üst Kretase yaşlı litolojiler bulunmaktadır. Yer yer özellikle Neotektonik dönem deformasyonları ve vadi kazımaları ile bu hattın sınırları dışına çıkan mostra dağılımları gözlemlenmektedir.

Stratigrafik düzeni faylarla bozulmuş, üst üste ya da yanyana gelmiş, bu farklı kaya stratigrafi paketleri "tektonik bloklar" (Domainler) şeklinde adlandırılmış ve açıklanmıştır. Buna göre inceleme alanında tanımlanan bloklar yerleşim zamanları dikkate alınarak sıralandığında:

**Sarıyer Tektonik Bloğu:** İnceleme alanının güneyinde Çayırbaşı- Sarıyer (Merkez) civarında bulunan bu tektonik blok Sarıyer-Şile bindirme fayının devam eden etkisiyle birlikte düşey faylarla yüzeye çıkmıştır. İnceleme alanının dışında güneyindeki kaya birimlerinin (Silüriyen ve Devoniyen kayaları) devamı olarak düşünülebilir.

- Aydos formasyonu (Oa)
- Gözdağ formasyonu (OSg)

**Zekeriyaköy Tektonik Bloğu**: İnceleme alanında doğu- batı uzanımıyla geniş bir alana yayılan Sarıyer-Şile bindirme fayının büyük bir bölümünü temsil eden bu tektonik blok, çoğunluğunu Trakya formasyonunun oluşturduğu aşağıdaki stratigrafik düzeylerden oluşmaktadır.

- Büyükada formasyonu (DCdb)
- Baltalimanı formasyonu (DCdbl)
- Trakya formasyonu (Ct)

**Gümüşdere Tektonik Bloğu**: Üst Kretase yaşlı birimler üzerinde Gümüşdere- Uskumruköy arasında Kuzeybatı-Güneydoğu uzanımlı Allokton olarak bulunan bu blok aşağıdaki stratigrafik düzeylerden oluşmaktadır.

- Kapaklı formasyonu (PTRk)
- Erikli formasyonu (TRe)
- Ballıkaya formasyonu (TRb)
- Bakırlıkıran formasyonu (TRbk)

**Garipçe Tektonik Bloğu**: İnceleme alanında etkin olan tektonik faaliyet öncesinde otokton halde bulunan Üst Kretase yaşlı kaya birimleri.

- Garipçe formasyonu (Kkg)
- Kısırkaya formasyonu (Kkk)
- Sarıyer kireçtaşı (Ksk)

## 1.1. İNCELEME ALANININ TANITIMI

Sarıyer ve yakın çevresinde araştırmacılar tarafından çok sayıda jeolojik araştırmalar yapılmış olmasına rağmen bölgenin Erken Karbonifer sonrası günümüze deyin farklı zamanlarda farklı jeodinamik koşullar ve yönlerde, tektonik olarak deformasyona maruz kalmasından dolayı, stratigrafik ilişkiler bütünüyle bozulmuş süperimpoze yapılar gelişmiş olmasından dolayı bölgeye dair farklı jeolojik yorumlara neden olmuştur.

Ordovisiyen'den günümüze sadece Jura hariç bütün jeolojik zaman dönemlerine ait kayaç oluşumlarını içerisinde barındıran İstanbul Zonunun bölgedeki mostra dağılımları sunan stratigrafik düzeylerin yapısal ilişkilerinin doğru olarak ortaya konabilmesi için yaklaşık 8km den daha kalın olan istifin oluşum ortamları, çökelme koşulları ve kılavuz düzeyleriyle birlikte stratigrafisinin detaylıca ele alınıp incelenmesini gerektirmektedir. Bu doğrultuda üye hatta tabaka bazında stratigrafik dizilimin takip edilmesiyle birlikte karmaşık tektonik yapı, bozulmuş stratigrafik ilişkilerin tespiti ile doğru bir şekilde yapılabilmesini mümkün kılmaktadır.

İstanbul ve Kocaeli yarımadası üzerindeki farklı çökelme ortamlarında gelişmiş fasiyeslerin iyi tanımlanamaması, bu çökel kayalarının bazılarının fosilce çok fakir olması, bölgede çok fazlı tektonik olayların etkisi ile birimlerin aşırı derecede faylanma ve kıvrımlanmaya uğraması, yerleşim alanlarının ve bitki örtüsünün geniş alanlara yayılması bölgenin yapısal özelliklerinin araştırmacılar tarafından farklı yorumlanmasının sebeplerindendir.

İnceleme alanının morfolojik yapısı ve bölgenin tektonik yapısı, bölgeyi etkilemiş olan Alt Karboniferden sonra oluşan Hersiniyen Orojenezi, Eosen- Miyosen'de oluşan Alpin hareketine ve Neotektonik dönemdeki hareketlere bağlı gelişmiştir.

# 2. GENEL KISIMLAR

## 2.1. İNCELEME ALANININ COĞRAFİK KONUMU

İnceleme alanı, İstanbul ili Avrupa yakasının kuzey doğusunda Sarıyer İlçesi'nin büyük bir bölümünü ve 127 $km^2$ lik bir alanı kapsamaktadır. Türkiye 1/25000 ölçekli haritalardan F22*d1*, F21*b3*, F21*c2* F21*a4* paftalarında yer almaktadır. İnceleme alanında Sarıyer İlçesine bağlı Bahçeköy, Demirciköy, Garipçe, Gümüşdere, Kısırkaya, Rumeli Feneri, Rumeli Kavağı, Sarıyer (Merkez), Uskumruköy ve Zekeriyaköy (*Şekil 2.1*) yerleşkeleri yer almaktadır.

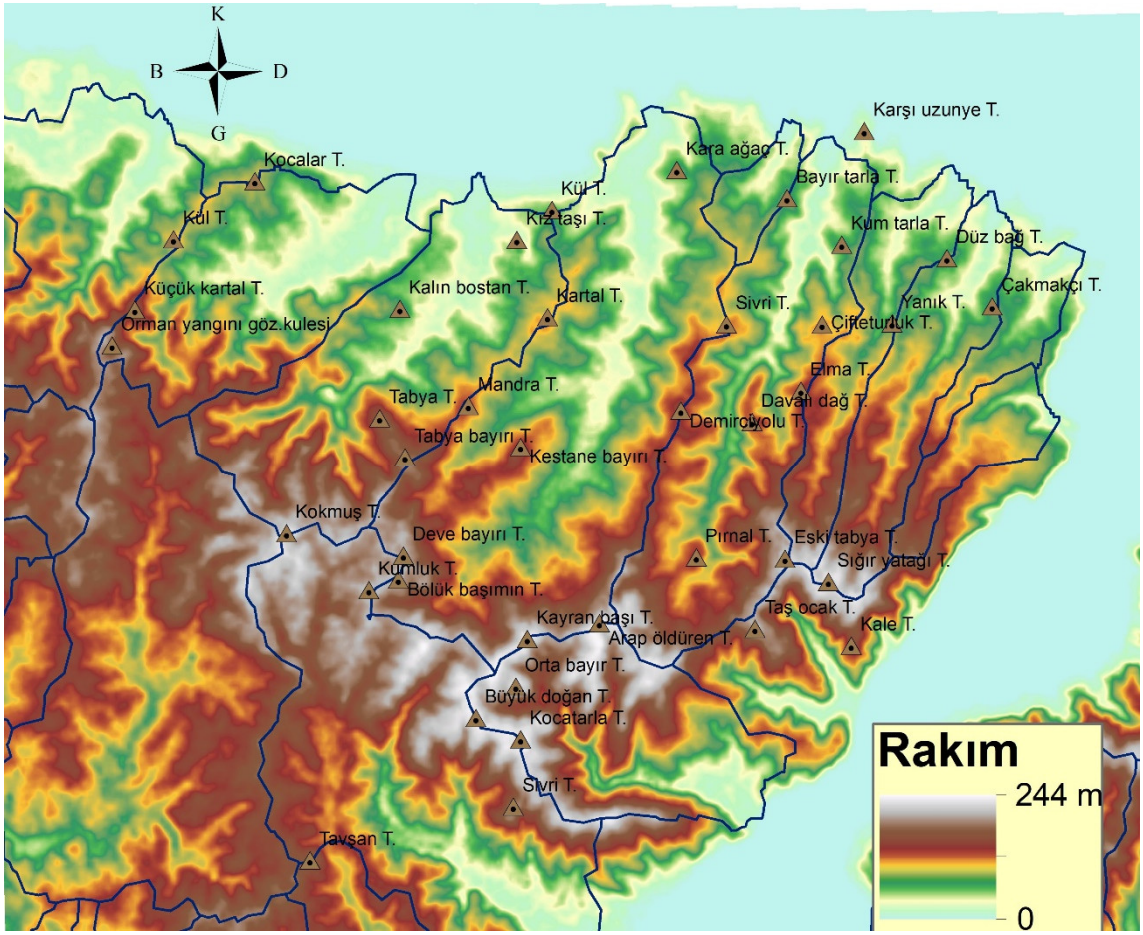



Şekil 2.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası.

### 2.1.1. Yükseltiler

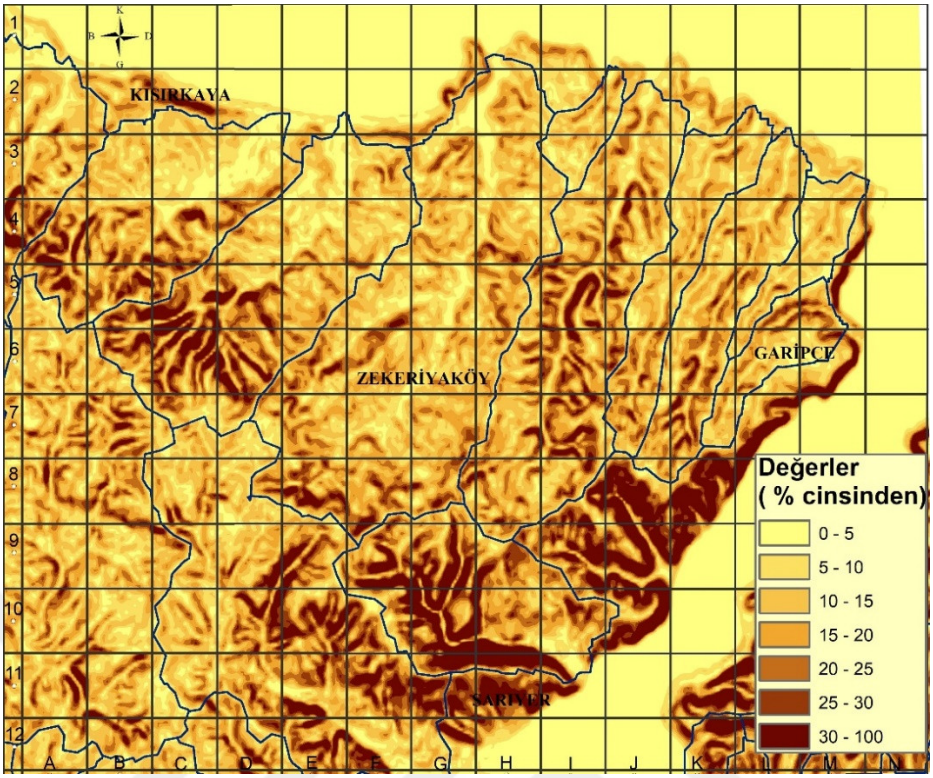
Bölgedeki yüzey şekillerinin litoloji, fay ve kıvrımlarla yakından ilgili olması nedeniyle bölgedeki tepelikler genelde kuvarsit, kumtaşı ve bunlara eşlik eden antiklinal yapılarıdır, arazinin kuzey – kuzey doğusundaki düzlükler ve sırtlar üçüncü jeolojik zamandan sonra oluşan çökellerin aşınmasıyla meydana gelmiştir.

Arazi yapısı engebeli olup ilçe genelde tepelerden ve vadilerden oluşmaktadır. Arazi yapısından dolayı ulaşım olanakları kısıtlıdır. Morfolojik yükseklikler 0-244 m arasında değişim gösterir.

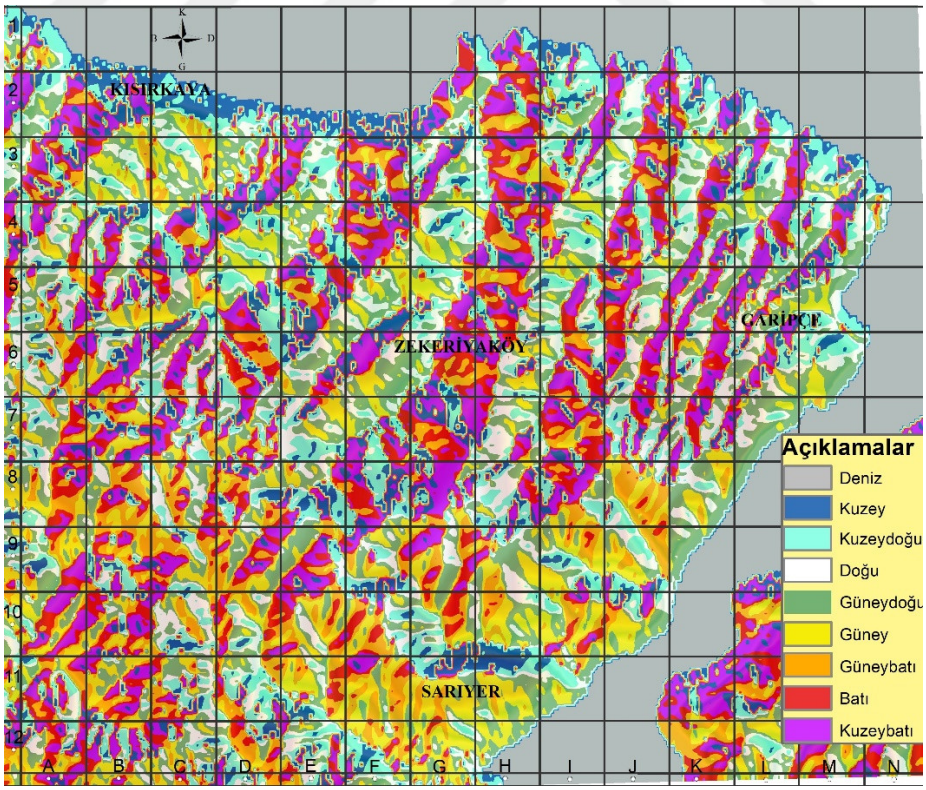



Şekil 2.2 : İnceleme alanının sayısallaştırılmış yükseklik modeli (DEM).

Büyük doğan Tepe (Kocataş) (11-G) (244m), Kayranbaşı Tepe(8-F) (234m), Arap öldüren Tepe (8-G) (234m), Kocatarla Tepe (10-F) (230m), Kokmuş Tepe (7-C) (219m), Eski Tabya Tepe (7-J) (215m), Küçük kartal Tepe (4-A) (210m), Tabya Tepe (5-D) (183m) ve Çifteturluk Tepe (4-J) (117m) bölgedeki bazı önemli yükselim alanlarıdır *(Şekil 2.2)*. İnceleme alanına ait sayısallaştırılmış yükseklik modeli ile Eğim ve Bakı (Yamaç yönelimi) haritaları yapılmıştır (*Şekil 2.3; 2.4*). Eğim ve Bakı haritaları özellikle yamaç yönelimi ve eğim ile ilişkisini belirlemede faydalıdır.




Şekil 2.3: İnceleme alanının eğim haritası




Şekil 2.4: İnceleme alanının bakı haritası

### 2.1.2. İklim

Sarıyer de ılıman ve nemli bir iklim tipi bulunmaktadır. Bu nedenle Sarıyer İstanbul'un en zengin bitki örtüsüne sahip ilçelerinden birisidir. Belgrad Ormanı'nın doğu ucu ilçe sınırları içine sokulur. Ayrıca Rumeli Kavağı-Rumeli Feneri-Kilyos üçgeni içinde kalan alan, büyük ölçüde ormanlarla kaplıdır. Sarıyer'de genel olarak Karadeniz iklimi hakimdir *(Şekil 2.5)*. Yıllık sıcaklık ortalaması, *13,7℃*, Ocak ayı ortalaması *-5℃*, Temmuz ayı ortalaması, *22,7 ℃* dir. Yıllık yağış *789 mm*. dir. Yağışların *%38*'i kış, %*18*'i ilkbahar, *%13*'ü yaz, %*31*'i sonbahar mevsimindedir. Sarıyer'de rüzgârlar yazın genel olarak poyraz, kışın yıldız, karayel ve lodos eser. Kıble ve lodos yağış getirir. Lodos Marmara'da, Karayel ve Yıldız Karadeniz'de fırtına yapmaktadır (Sarıyer Belediyesi stratejik plan 2015-2019).

### 2.1.3. Bitki Örtüsü

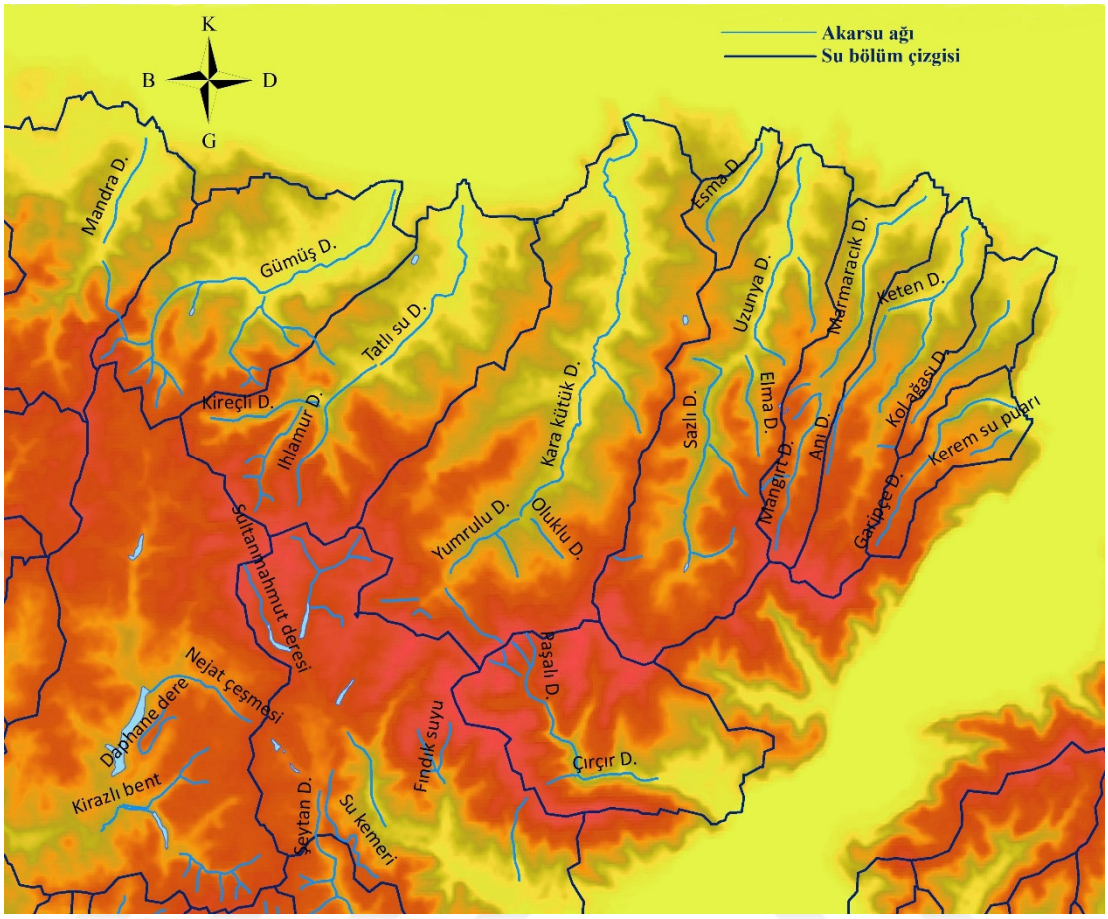
İnceleme alanındaki kaya toplulukları genellikle kum, kil gibi akifer özelliğe sahip olduğundan dolayı bölgenin bitki örtüsü geniş alanlara yayılmıştır. Bölge üzerinde hâkim olan Karadeniz iklimi bitki örtüsünede kaynak olmuştur. Ağaçlar gür, koyu yeşil ve uzun boylu olup, çalışma sahasının her yerinde hakimdirler *(Şekil 2.5)*. Bu durum mostraların devamlılıklarını ve takibini zorlaştırmıştır. Bölgede hâkim olan bitki türleri genelde kestane, gürgen, palamut, meşe, kısa çam, şarmaşıklar ve ahududu gibi Karadeniz bölgesinini temsil eden bitkiler yer alır.



Şekil 2.5: İnceleme alanında bulunan Çam ağaçları ve ahududu bitkileri Karadeniz ikliminde yaygın olarak görülmektedir.

### 2.1.4. Akarsu ağı

Bölgede hâkim olan Karadeniz iklimi sayesinde bölge fazla yağış altında kalmaktadır bu da bölgedeki kolay aşınabilen çökelleri aşındırıp bir çok dere, göl ve bentlerin oluşumuna yardımcı olmuştur (*Şekil 2.6*). Dikkat çeken drenaj birimleri; Küçük kavak Deresi (3-H), Gümüş Dere (3-D), Uzunya Deresi (3-J), Marmaracık Deresi (4-K), Garipçe Deresi (6-L), Tatlı su Deresi (5-D), Şeytan Deresi (11-D), Ihlamur Deresi (6-C), Elma Deresi (6-I), Kestane Suyu, Fındık Suyu (10-E), Kirazlı Bendi (11-A), Büyük Bent (10-A), Topuzlu Bendi (9-D), İkinci Mahmut Bendi (9-C) ve Valide Sultan Bendidir (8-C).




Şekil 2.6: İnceleme alanının akarsu ağı.

### 2.1.5. Bölgenin Sosyo-Ekonomik Durumu

Sarıyer ekonomisinde turizm ve eğitime dayalı hizmet sektörü ön plandadır. Boğaziçi, İstanbul Teknik, Beykent, Koç, Yıldız Teknik Üniversitesi ile İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa'nın bazı fakülteleri ve diğer özel ilköğretim okulları eğitimde önemli bir yer tutar. Belgrad Ormanı içerisindeki Av Koruma-Üretme Sahası ve Balık üretme İstasyonu, mesire yerleri, tarihi bentleri, Fatih Ormanı içerisindeki Park Orman işletmesi, Bahçeköy'deki Atatürk Arberetumu, halkın eğlenme, spor ve dinlenme ihtiyaçlarını karşılamakta olup, ilçe ekonomisinde önemli yer tutmaktadır.

Sarıyer'in son dönemlerde tarım ve hayvancılık ürünleride çeşitlilik ve üretim artışı göstermiştir. Köylerde yerleşik halk, geçimini balcılık, tarım, hayvancılık ve balıkçılık ile sağlamaktadır. Sarıyer, bilindiği üzere böreği ve muhallebisiyle ülke çapında ün salmıştır. Son yıllarda Sarıyer kaymakamlığı öncülüğünde yapılan kampanyalarla balcılık da

yaygınlaştırılarak, Sarıyer bal, börek ve balıkla özdeşleştirilmeye çalışılmıştır (Sarıyer Belediyesi stratejik plan 2015-2019).

Sarıyer bölgesi İstanbul'un hava ve deniz kirliliği bakımından en temiz ilçesidir. Bu bakımdan birçok İstanbullunun dinlenme ve rahatlama amacıyla tercih ettiği ilk yerler arasında Belgrad Ormanı doğası ve Karadeniz'in serin sulu plajı Kilyos yer almaktadır.

### 2.1.6. Ulaşım

İnceleme alanına ulaşım kısıtlıdır. Sarıyer bölgesi İstanbul'un kuzeyinde merkezden uzak olması ulaşım imkânını kısıtlamıştır (*Şekil 2.7*). Bölgede kullanılan üç ana yol vardır; Rumeli feneri yolu, Demirciköy yolu, Kısırkaya yolu bu üç yol inceleme alanının tamamına ulaşmaya imkân sağlamaktadır. Bu üç yola ulaşmak için Sarıyer merkeze gidilmesi gerekmektedir, Sarıyer merkeze ulaşım kara yolu üzerinden tek sahil hattı üzerinden yapılmaktadır. Geçmiş yıllarda yapılan Çayırbaşı tüneli bölgenin trafiğini bir nebze azaltmış bulunmaktadır. Yeni yapılan Kuzey Marmara otoyolunun ilerdeki yıllarda bu üç yol ile bağlantıları kurularak bölgedeki trafiği iyice rahatlatacağı düşünülmektedir. Sarıyer merkezde bulunan tarihi Sarıyer iskelesi günümüzde fazla rağbet görmediği için sefer sayıları kısıtlıdır. Ulaşım için genellikle toplu taşıma araçları kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları 150, 151, 152 sefer numaralı İETT otobüsleridir.



Şekil 2.7: Yavuz Sultan Selim köprüsü ve Anadolu Kavağı'nın Rumeli Kavağından görünümü (Sarı ok Yoros Kalesi'ni göstermektedir).

## 2.2. ÖNCEKİ İNCELEMELER

İstanbul ve yakın çevresi birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (*Ek-4*). İlk olarak Tchihatcheff (1864) tarafından 1864-1877 arasında araştırılıp ciltler halinde basılan "Le Bosphore et Constantinople" adlı kitabında bölgeyi tanıtmıştır. Daha sonraları Walther Penck (1919) boğazın jeolojik yapısına dair incelemelerde bulunmuştur.

**CHAPUT ve HOVASSE (1930);** Sarıyer – Zekeriyaköy – Kumköy arasını detaylı olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar 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 (Akyüz, 1987).

**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 üçüncü zamana ait kum depolarının varlığına ilk kez değinerek bunları "Belgrad Ormanı Çakılları" şeklinde isimlendirmiştir.

**PAECKELMANN (1938);** İstanbul'un Paleozoyik kayalarının paleontolojisini, petrografisini, bölgenin jeoloji haritasını ve diğer jeoloji özelliklerini kapsayan detaylı bir çalışma yürütmüştür. Araştırmacı, bölgedeki arkoz ve kuvars arenitlerin stratigrafik olarak fosil kapsayan Devoniyen yaşlı grovak şistinin altında olduğunu, grovak horizonu diye isimlendirdiği birimin de Alt Devoniyen yaşında olduğunu söylemiştir. Ayrıca Üst Devoniyen yaşını verdiği yumrulu kireçtaşları ve radyolaryalı çörtlerin, stratigrafik olarak şeyl, grovak ve kireçtaşları ile yanal geçişli olduğunu öne sürmüştür.

**BAYKAL (1943);** Şile İlçesi yöresinde yapmış olduğu çalışmada, Silüriyen-Neojen birimlerini tanımlamıştır. Triyas birimlerini Ballıkaya konglomerası, kırmızı kumtaşı, gri renkli kalkerler, yumrulu kalkerler ve killi şistler; Üst Kretase birimlerini ise konglomera-normal fliş ve kaba fliş olarak tanımlar. Araştırıcı, aralarında kalker bulunan marnlarda mikrofauna saptamış, birimin yaşını stratigrafik konumuna göre Geç Kampaniyen olarak benimsemiştir. Araştırıcı, alttaki mavi marnlarla dikey geçişli olduğunu belirtiği "Gri renkli kumtaşlarında saptamış olduğu faunanın Erken Eosen, çoğunlukla İpresiyen katını temsil ettiğini belirtmiştir.

**YALÇINLAR (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, 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.

**ABDÜSSELAMOĞLU (1963);** Trakya Serisi'ni Karbonifer yaşlı olduğunu belirtmiş ve Karbonifer yaşlı serilerin genellikle kuzey güney kıvrılıp Hersiniyen sistemiyle geliştiklerini belirtmiştir.

**AKARTUNA (1963);** Boğazın batı tarafında Sarıyer-Zekeriyaköy hattının kuzeyini, doğu tarafında Beykoz-Mahmut şevket hattının yine kuzey kısmını ihtiva eden ve doğuda Riva, batıda Kilyos Dereleri ile sınırlandırılan bölgenin stratigrafisini ve jeoloji haritasını ortaya koymuştur.

**BAYKAL ve KAYA (1963);** İstanbul civarındaki Karbonifer üzerinde yaptıkları incelemede Üst Paleozoyik istifini; yumrulu kalker, radyolarit ve killi grovak- kalker şeklinde bölümlemişler ve Karbonifer'in Devoniyen ve daha eski temel üzerinde uyumsuz olduğunu belirtmişlerdir.

**BAYKAL ve KAYA (1965);** İstanbul Silüriyeni üzerine karışıklıklara son vermek için Silüriyen birimlerinin kaya stratigrafisi ve kronostratigrafisini hakkında detaylı bir şekilde ortaya koymuşlardır ve yaptıkları haritalar ve kesitlerle bölgenin geleceği için önemli bilgileri ortaya çıkarmışlardır.

**BAYKAL ve KAYA (1966);** "İstanbul boğazı kuzeyi jeolojisi" adlı makalede '63'te yaptıkları stratigrafi çalışmalarının doğrultusunda bölgenin tekrar yorumlanmasına kanaat getirmişlerdir ve bölgenin stratigrafisini ve jeolojisini detaylı bir şekilde açıklayıp, tektonik olarakta yorumlamışlardır.

**KAYA (1971);** İstanbul Karboniferi adlı makalesinde, Karbonifer birimlerini detaylı olarak üye bazında açıklamıştır, bölgenin tektonik evrimini detaylı olarak dile getirip Trakya formasyonu için aydınlatıcı bilgiler açığa çıkarmıştır.

**KAYA (1978);** İstanbul bölgesinin Paleozoyik istifini incelemiş, Ordovisiyen ve Silüriyen kırıntılı kayaçlarının stratigrafi, doku ve bileşim ilişkilerini incelemiş ve Paleozoyik istifi alttan üste doğru şöyle adlamıştır; Kurtköy arkoz birimi, Aydos kuvars arenit birimi, Büyükdere şeyl birimi, İstinye kireçtaşı, Büyükada formasyonu, Kartal formasyonu, Baltalimanı formasyonu, Trakya formasyonu, Belgrad formasyonu.

**BAYKAL ve ÖNALAN (1979);** Şile olistostromu adı altında Şile ve dolayında gözlemlenen Şile bindirmesindeki karışlıkları çözülmesi için yaptıkları çalışmada bölgenin 1/25.000 ve 1/50.000'lik jeoloji haritalarını yapmışlardır. Şile İlçe'sindeki olistostromun oluşum mekanizması ve olistostromu oluşturan materyalin kökeni üzerine yapmış oldukları çalışmada, Paleozoyik birimlerini, Mesozoyik birimlerini, Ballıkaya konglomerası, Dereli kumtaşı, Yunusludere formasyonu ve Ahmetli kireçtaşı; Senozoyik birimlerini Şile sedimenter karışığı ve Yunuslubayır formasyonu adı altında tanıtmışlardır. Ballıkaya konglomerasının stratigrafik konumuna göre yaşının Erken Triyas olması gerektiğini belirtmişlerdir. Kireçtaşı ara tabakalı marnlardan oluşan Yunusludere formasyonu Turoniyen faunası içerir. Altta Orbitoides 'li, üstte ise Globigerina 'lı mikritik kireçtaşlarından oluşan Ahmetli kireçtaşı, araştırıcılara göre altta Yunusludere formasyonu, üstte ise Şile sedimenter karışığı ile uyumsuzdur. Birim, içerdiği faunaya göre Senoniyen yaşlıdır. İpresiyen yaşlı kireçli şeyl-marn-kumtaşı ve bunlar içinde Geç Kretase yaşlı kireçtaşı kırıntı ve blokları ile seyrek olarak andezit çakıllarından oluşan Şile sedimenter karışığı ve bu karışığın üzerinde ise, saptadıkları mikrofauna ile Lütesiyen olarak yaşlandırmış oldukları kireçtaşı ve marndan oluşan Yunuslubayır formasyonu uyumsuz olarak yer alır.

**KAYA ve LYS (1980);** Araştırmacılar Kilyos'un batısında yer alan Kretase öncesi kaya birimlerinin daha önceki çalışmalarda net açıklanamadığını belirterek, yaptıkları geniş çaplı çalışmalarında Kilyos Triyas'ı dedikleri birliğin bölgedeki bindirme yapısı içinde, Alt Karboniferi altlar ve Üst Kretaseyi örttüğünü belirtirler. Triyas kesiti, litoloji ve zaman bölümleri bakımından da Kocaeli Triyası ile eşleştirilebildiğini söylerler. Kilyos kesitinin Kocatarla lav birimi ile başladığı, Çiftalan kumtaşı ile devam ettiği onun üzerine Köseler formasyonu ve Bakırlıkıran geldiğini. Köseler ile Bakırlıkıran arasında stratigrafik kesikliğin olabileceğini söylemişlerdir.

**ÖNALAN (1981);** İstanbul çevresi ve Kocaeli yarımadasında bulunan Alt Paleozoyik birimlerinin stratigrafisini, çökelme ortamlarını ve bölgesel tektoniğini anlattığı bu makalesinde, İstanbul Ordovisiyeninin birimlerini üye bazında blok diyagramlar ve kesitlerle detaylı bir şekilde açıklamıştır.

**KETİN ve GÜNER (1989);** Yaptıkları 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.

**YURTSEVER VE ÇAĞLAYAN (2002);** İstanbul'un Avrupa yakasını detaylı olarak inceleyip jeolojisini ve stratigrafisini ortaya koyup bölgenin jeoloji haritalarını hazırlamışlardır.

**KESKİN ve diğ. (2003);** İstanbul'un kuzeyinde yüzeylenen Kretase volkanik birim topluluğu kavaklar grubunu; Bozhane, Garipçe ve Kısırkaya formasyonları adı altında inceleyip stratigrafilerini ve petrolojisini ortaya koymuşlardır, elde ettikleri veriler doğrultusunda bölgenin tektonik evrimi hakkında da aydınlatıcı bilgiler ortaya çıkarmışlardır.

**GEDİK ve diğ. (2005b);** Araştırmacılar Kocaeli yarımadasında ve İstanbul çevresinde gözlemlenen kayaç topluluklarının detaylı olarak stratigrafini çalışmışlardır. Bölgenin jeoloji haritalarını detaylıca yapıp bölgenin paleocoğrafyası ve tektoniği hakkında bilgi vermişlerdir.

**ZAPÇI (2007);** İstanbul ve yakın çevresinin Triyas stratigrafisi, Kocaeli Triyas birliğini Şile ve Boğaz'ın batısına kadar uzandığını anlatmış ve Triyas birimlerinin stratigrafilerini açıklamıştır.

**YAVUZ ve YILMAZ (2010);** İstanbul kuzeyi volkanitlerinin jeolojik, petrografik ve mineralojik özelliklerini açıkladıkları makalelerinde Kretase volkanik birimlerinin ki bunlar altta Sarıyer formasyonu üstünde Garipçe formasyonu ve bunları kesen dayk serileri hakkında geniş çaplı araştırmada bölgedeki volkanik kayaların riyodasit bileşiminden bazalt bileşimine değişim göstermeleri bunların karmaşık magma ve tektonik rejimler etkisi altında türemiş olabileceklerini ve kalk-alkalen türde kıta kenarı volkanitleri oldukları dile getirmişlerdir.

**ÖZGÜL (2011);** Özgül ve çalışma ekibi İstanbul ilinin tamamını inceleyip stratigrafisini ve jeolojisini ortaya koymuşlardır. Daha önceki araştırmalarda değinilen birimlerin formasyon adlamalarındaki karmaşıklığı gidermek için birimlerin bazılarını yeniden adlandırıp bazılarını üye bazında değerlendirmiştir.

**ŞENGÖR (2011);** "İstanbul Boğazı Niçin Boğaz içinde açılmıştır" adlı makalesinde İstanbul ve çevresi hakkında yapılan çalışmalar ve makalelerden, kendi çalışmalarıyla beraber derlediği İstanbul ve çevresinin jeolojisini ve oluşum evrimini detaylı şekilde uygun bir dille açıklamış ve bazı önemli noktalara değinmiştir.

**LOM ve diğ. (2016);** "İstanbul bölgesinin jeolojisi ve stratigrafisi" makalesinde İstanbul bölgesinin küçük bir alanda böyle karışık bir istifin olduğunu, bölgedeki kayaçlara göre üç büyük orojenezin; Hersiniyen (Geç Paleozoyik), Kimmer (Geç Triyas- Erken Kretase), Alpin

(Geç Kretase – günümüz), etkisinde kaldığından bahsetmiştir. İstanbul'un her iki yakasında bulunan aynı dönemlerdeki kayaçları karşılaştırmış ve benzerliklerini dile getirmiştir.

# 3. MALZEME VE YÖNTEM

## 3.1. MALZEME

İnceleme alanı İstanbul iline bağlı Sarıyer ilçesini kapsayan F22*d1*, F21*b3*, F21*c2*, F21*a4* paftaları içerisinde, kuzeyinde Karadeniz ve doğusunda İstanbul Boğaz'ı ile sınırlandırılan alanda yer almaktadır.

## 3.2. YÖNTEM

Eylül 2018 ile Aralık 2019 tarihleri arasında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan ve İstanbul İline bağlı Sarıyer ilçesini kapsayan bu çalışma; arazi öncesi çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları, büro çalışmaları ve tez yazımı olmak üzere dört aşamada hazırlanmıştır.

### 3.2.1. Arazi Öncesi Çalışmalar

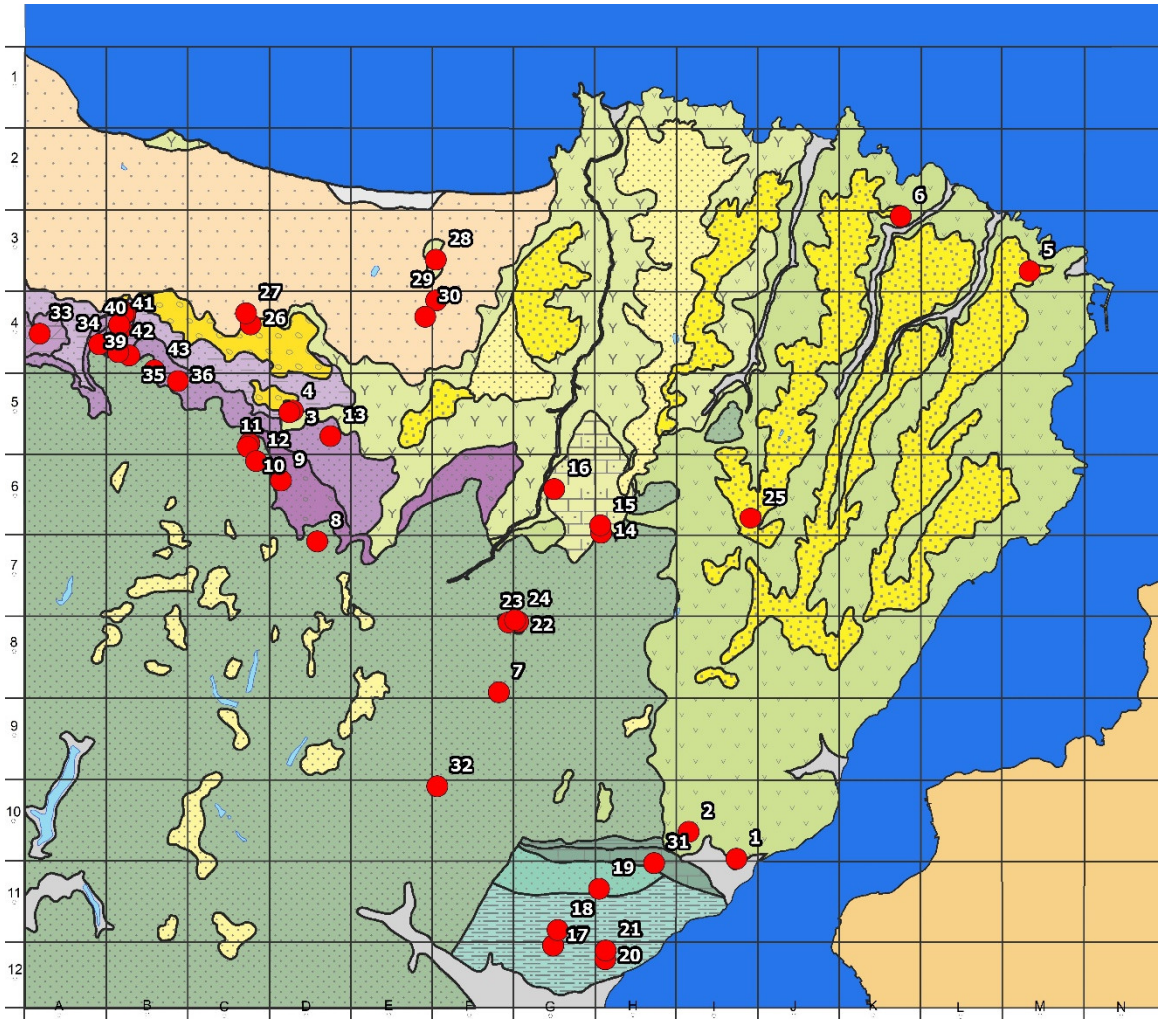
Çalışmanın bu döneminde inceleme alanı ve civarında daha önce yapılmış olan araştırmalar derlenerek incelenmiş, bölgenin jeoloji haritaları ve literatür taramaları yapılmış, bölgenin 1/25000 ölçekli haritaları, bölgenin hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, sayısal yükseklik modelleri (DEM) temin edilerek çalışma alanıyla ilgili bir ön fikir edinilmiş, arazide yapılacak çalışmalara ilişkin yaklaşımlarda bulunulmuş ve bir çalışma programı oluşturulmuştur.

Saha incelemesi öncesinde yapılan büro çalışmalarında İstanbul Paleozoyiği, İstanbul Boğazı jeolojisi, Şile Bindirmesi, Kocaeli Triyası ile ilgili genel çalışmalarla, inceleme alanının civarı ve yakın bölgeleri kapsayan önceki çalışmalar, yayınlar, raporlar derlenmiş ve literatür taraması tekrardan gözden geçirilmiş arazide yapılması gereken jeoloji çalışmalarıyla ilgili çizelge ve çalışma programı belirlenmiştir.

### 3.2.2. Arazi Çalışmaları

Saha çalışmaları 2018 ve 2019 yıllarında, Eylül ayından Nisan ayına kadar geçen sürede sayın hocam Dr. Öğr.Üyesi İsak YILMAZ'ın eleştiri ve önerileriyle gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarında, öncelikle bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritalarının hazırlanması ve stratigrafisinin ortaya konmasına yönelik olarak, uygun hatlar boyunca ölçülmüş kesitler alınmış, litostratigrafik tanımlamaların yanı sıra, ayrıntılı incelemeler için, paleontolojik ve

petrografik çalışmalarda kullanılmak üzere, sistemli örnekler toplanmıştır. Örnekleme haritası ve yapılan gözlem ve değerlendirmeler sonucunda bölgedeki tektonik sisteme ait tektonik blokların ayırtlanması birimler arası uyumsuzlukların ve geçişlerin belirlenmesi ve bindirme yapısının (Sarıyer-Şile fayı) geometrisi yorumlanmıştır. Bölgenin etkin tektonizmasının ortaya konmasına yönelik makro gözlem ve ölçümlerin yanı sıra, kayaçlardaki deformasyonun mikro düzeydeki etkilerinin tespiti amacıyla yönlü numuneler derlenmiştir (*Şekil 3.1*).




Şekil 3.1: İnceleme alanının örnek dağılım haritası.

### 3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Araziden derlenen sistemli ve yönlü örneklerden İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Taş Kesme ve İnce Kesit Hazırlama laboratuvarında örnekleri uygun biçime getirme, temizleme ve benzeri işlemlere (*Şekil 3.3*) tabi tutularak

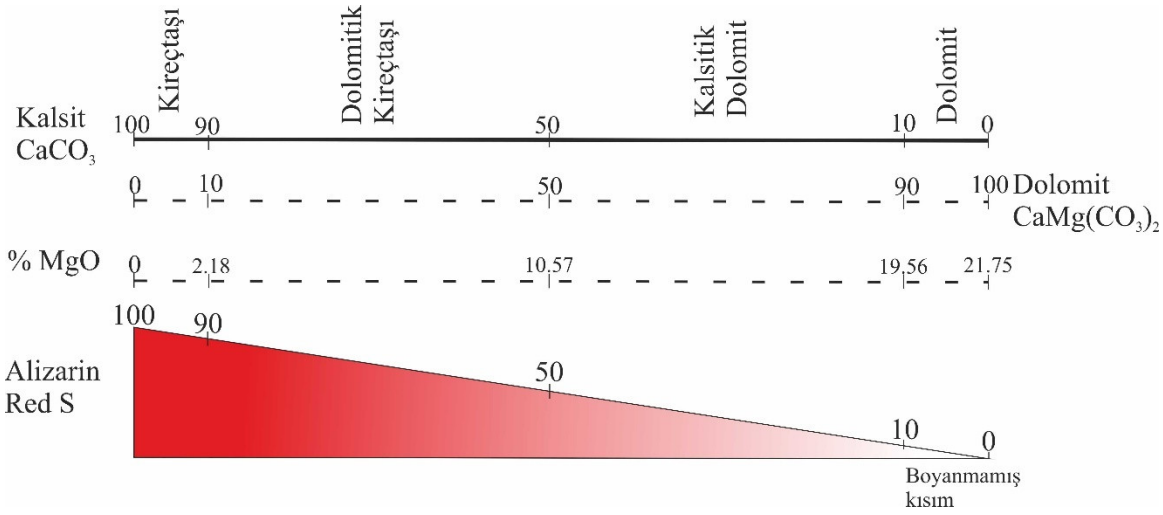
hazırlanan ince kesitlerden paleontolojik, petrografik ve mikrotektonik incelemeler, polarizan mikroskop kullanılarak kayaç tayini yapılmıştır.

*Alizarin Red S deneyi*

İnceleme alanından alınan örneklerden özellikle karbonatlı kayalar olmak üzere birincil ve ikincil dolomit gelişiminin yanısıra, özellikle kırıntılı birimlerin matriks ve çimento bileşenlerindeki karbonat varlığının tespiti amacıyla Alizarin Red S uygulaması yapılmıştır.

Karbonatlı kayalardan kireçtaşı ve dolomit ayrımı yapabilmemizi sağlayan Alizarin Red S deneyi için birçok farklı kimyasal formül bulunmaktadır. Bu çalışmada yapılan Alizarin Red S deneyi Dickson (1966) tarafından geliştirilen %1,5 HCl ile seyreltilmiş 50 ml su içerisine 0.1 gr Alizarin eklenerek elde edilen karşım kullanılmıştır.

Deneyin uygulanılacağı ince kesitler %10 HCl ile seyreltilen su ile temizlenmiştir. Daha sonra yapılan Alizarin Red S karşımı ince kesit üzerinde uygulanacak bölgeye birkaç damla damlatılmıştır. 2-3 dakika sonra ince kesit üzerindeki kalsitler vermiş oldukları renk ile belirginleşmiştir. Deney sonunda kalsit mineralleri kırmızı ve pembe renkleriyle belirgin olup dolomit mineralleri ise boyanmamaktadır. Deneyin uygulandığı formasyonlar Gözdağ, Ballıkaya, Bakırlıkıran ve Garipçe olup litostratigrafi kısmında birimlerin litolojisini anlatırken yapılan deney sonuçlarıda açıklanmıştır (*Şekil 3.2*).




Şekil 3.2: Alizarin Red S deneyi için uygulanan renk skalası (Yetiş ve diğ. (2017)'den değiştirilmiştir.).

*XRD (X-Ray Difraction) analizi*

Örneklerin mineralojik analizi için kayacın genelini temsil edecek şekilde örnekler seçilmiş, seçilen örnekler yıkanıp 50°C sıcaklıkta birkaç saat kurutulduktan sonra öğütülerek analize hazırlanmıştır. Öğütülen numunelerin XRD analizleri; İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı laboratuvarında GNR APD Pro-2000 marka cihazda Cu K α radyasyonu, Ni filtre, 40 kV gerilim, 30 mA akım, 2θ=1°/dk gonyometre hızı, 1 cm/dk duyarlılıklarında yapılmıştır. Elde edilen difraktogramlar Philips High Score Plus yazılımında yer alan JCPDS kartlarıyla eşleştirilerek bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar litostratigrafi kısmında birimlerin litolojisinde sunulmuştur.




Şekil 3.3: İnce kesit hazırlamak için kullanılan Vommak marka kesme ve inceltme cihazı.

*Tam Kayaç Jeokimya Analizi*

Öğütülüp, toz haline getirilmiş numuneler, LOI hesaplamaları yapılarak, metotlarda belirtilen şekilde asitlerle çözeltilere alınmıştır. Çözeltilere alınan numunelerde gerekli seyreltmeler yapılarak, İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarı'nda Perkin – Elmer marka AVIO 200 model ICP-OES kullanılarak analizler yapılmıştır (*Şekil 3.4)*. Elde edilen sonuçlar GCDKit programı kullanılarak yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar litostratigrafi kısmında birimlerin litolojisinde sunulmuştur.




Şekil 3.4: Jeokimya analizlerin gerçekleştirildiği İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Jeokronoloji ve Jeokimya Laboratuvarının görünümü.

### 3.2.4. Büro Çalışmaları ve Tez Yazımı

Saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen bütün veriler değerlendirilmiş. Bu tez inceleme alanının stratigrafik konumunu ortaya koyan, başta 1/25000 ölçekli olmak üzere, farklı amaçlarla değişik ölçeklerde yapılan jeoloji haritaları, jeoloji enine kesitler ve çizilen modeller İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına bağlı kalınarak hazırlanmıştır. Çalışmanın bu aşaması yaklaşık 11 (Aralık 2018- Ekim 2019) aylık bir süreç içerisinde gerçekleşmiştir.

Bölgenin tektonik evriminin ortaya konması amacıyla sahada gerçekleştirilen makro gözlemler ve ölçümler (Tabaka düzlemleri, kırık-çatlak sistemleri, faylar, kıvrımlar, klivajlar vb.) yapılmıştır. Bu deformasyon verileri uygun bilgisayar yazılımları (Stereonet v10.4, Georient32 v9) yardımıyla grafize edilmiş 3D asal gerilme eksenleri tespit edilmiş ve yapılara dair stres ve strain analizleri gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarının temelini teşkil eden 1/25000 ölçekli jeolojik gözlem ve ölçümlere dayalı olarak jeoloji haritaları ve enine kesitleri hazırlanmış olup, bu verilerin değerlendirilmesi ve çizilmesinde sayısal yükseklik haritaları üzerinde uygun yazılımlar (ArcMap 10.5, Global mapper 18, Google Earth Pro 7.3, Corel-Draw 2017,) kullanılarak çizimleri ve yüzey giydirmeleri (render) gerçekleştirilmiştir. Bütün saha ve

laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler yorumlanarak bölgenin üç boyutlu jeolojik evrimini ortaya koyan çizimler gerçekleştirilmiştir.

# 4. BULGULAR

## 4.1. BÖLGESEL JEOLOJİ

İnceleme alanında yer alan kaya birimleri İstanbul Zonu (İstanbul ve Zonguldak Terrainleri) adıyla bilinen Prekambriyen yaşlı bir kristalin temel üzerine Ordovisiyen'den Karbonifer'e kadar transgresif olarak çökelen sedimentlerle başlayan bu zonun batısındaki İstanbul alanına (Terrane) (İstanbul Birliği (Özgül, 2011)) ait kaya topluluklarından oluşmaktadır (Okay ve Nikishin, 2015). Bu istif İstanbul Boğazının her iki yakasında ve Kocaeli Yarımadası'nda Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşta metamorfizma göstermeyen kaya birimleri içerir (*Şekil 4.1*).

İstanbul alanının bilinen en yaşlı kaya birimi Kocatöngel formasyonudur (Erken Ordovisiyen). Formasyonun tabanı İstanbul ili içerisinde görülmez görünür mostradaki birimin alt düzeyleri yeşil renkli, laminalı sert şeyller ile aynı renkli kumtaşı ardalanmasından oluşur. Üste doğru gidildikçe kumtaşı oranı artar ve şeyl oranı azalır. Üst bölümü girimsi yeşil ve pembemsi mor renkli, ince orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt bölümü şelf, üst bölümü delta ortamında çökelmiştir (Gedik ve Önalan, 2001). Üstte Kurtköy formasyonu ile tedrici geçişlidir (Gedik ve Aksay, 2002). Kurtköy formasyonu (Orta Ordovisiyen) genellikle mor renkli karasal çökellerle temsil edilen çakıltaşı, arkoz, feldspatik litarenit ve şeyllerden oluşmuştur.

Ardalanan istiflerden oluşan Kurtköy formasyonu üzerine transgresif olarak kuvars arenitlerden oluşan Aydos formasyonu gelir (Önalan, 1987/1988). Erken Ordovisiyen'de kara halinde bulunan bölge, plaj ortamı ile temsil edilen Aydos formasyonunun (Ordovisiyen) kuvarsitleriyle transgresif istife başlar. Silüriyen–Devoniyen de giderek derinleşen, tektonik bakımdan duraylı bir denizle kaplanır. Bu süreçte Aydos formasyonu üzerine lagün ortamını temsil eden genel litolojisi şeyl-kumtaşı olup yer yer merceksel kireçtaşı blokları içeren Gözdağ formasyonu (Ordovisiyen-Silüriyen) uyumlu olarak çökelir.

İlerleyen istifte Üst Silüriyen'de Gözdağ formasyonu üzerine değişik resif ve resif önü fasiyeslerinden oluşmuş tümüyle kireçtaşlarından oluşan Dolayoba formasyonu çökelmektedir (Önalan, 1987/1988). Dolayoba formasyonu üzerine şelf tipi ramp ortamıyla temsil edilen İstinye formasyonu çökelir (Silüriyen-Devoniyen). Formasyon altta laminalı kireçtaşı-şeyl ardalanmasıyla başlayıp, orta kesimlerinde ince-kalın tabakalı kireçtaşlarına, üstte ise iri

yumrulu kireçtaşı-şeyl ardalanmasından oluşur (Gedik ve diğ., 2005b). Birim üstten çoğunlukla gri renkli ince-orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan ve yer yer killi kireçtaşı arakatmanları içeren (Gedik ve diğ., 2005b) Kartal formasyonuna geçişlidir (Devoniyen). Fosil bakımından zengin olan Kartal formasyonu üstten başlıca mikrokristalli kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı, kalkerli şeyl, lidit (radyolarit-opalimsi çört) ve grovaklardan oluşan Büyükada formasyonuna (Kaya, 1971) geçer. Büyükada formasyonu (Orta-Üst Devoniyen) altta kireçtaşı ile başlayıp ortada şeyl-çört ardalanmasından ve üstte ise genellikle ince yumrulu kireçtaşından oluşur (Gedik ve diğ., 2005b).

Büyükada formasyonu kıta yamacı ortamı ile temsil edilmektedir (Önalan, 1982). Büyükada formasyonu üstte lidit ve silisifiye şeyllerden oluşan Baltalimanı formasyonu ile dereceli geçişlidir (Kaya, 1971). Baltalimanı formasyonu (Alt Karbonifer) kaya türü ve sedimentolojik özellikleri, fosil içeriği ve çekim kayması yapılarının (slump yapıları) varlığı nedeniyle abisale yakın yamaç ortamında çökeldiği düşünülmektedir (Gedik ve diğ., 2005b). Baltalimanı formasyonu üstten türbiditik ortam koşullarında çökelmeye başlayan genellikle yeşilimsi gri renkli ince-orta tabakalı, mikalı kumtaşı şeyl ardalanmasından oluşan Trakya formasyonuna geçer (Gedik ve diğ., 2005b). Trakya formasyonu bize kalın bir çökelim sunmaktadır. Trakya formasyonu (Alt-Orta Karbonifer) altta türbiditlerin geliştiği derince bir denizde başlayıp üst kısımlarında daha sığ çökellerle temsil edilmektedir (Önalan, 1982).

Karbonifer – Permiyen aralığında etkin olan tektonik hareketlere bağlı olarak, Sancaktepe Graniti (Permiyen) ile temsil edilen magmatik sokulumlar gelişir ve bölge yeniden kara halini alır (Özgül, 2011). Buna bağlı olarak genellikle Paleozoyik yaşlı birimlerden türeme çakıltaşları içeren ve karasal çökellerle temsil edilen Kapaklı formasyonu (Permiyen–Erken Triyas) çökelir. Kapaklı formasyonu genellikle Alt Karbonifer çökelleri üzerinde transgresif aşmalı olarak açısal uyumsuzlukla yer alır, üstten ise yersel uyumsuzluklar dışında genellikle Erikli formasyonu ile kenetli (tabakaları birbiriyle girik/ardalanmalı) ilişkilidir (Gedik ve diğ., 2005b).

Erikli formasyonu (Alt Triyas) hâkim litolojisi kuvars kumtaşı olup sarımsı grip ve bej renkli ince-orta tabakalıdır. Kıyı- sığ deniz ortamı çökelleriyle temsil edilen (Gedik ve diğ., 2005b) bu birim istifin karbonat oranının artmasıyla Demirciler formasyonuna (Alt Triyas) geçmektedir. Sığ deniz ortamıyla temsil edilen Demirciler formasyonu gri ve siyah renkli ince-orta tabakalı mikritik kireçtaşı ile yeşilimsi gri, boz renkli ince tabakalı silt taşı, şeyl ve az

oranda kumtaşı ardalanmasından oluşan birim, genelde vermeslerin (solucan) şekillendirdiği çubuk, at nalı ve halka şekilli karbonat yığışımlarından yapılıdır (Gedik ve diğ., 2005b).

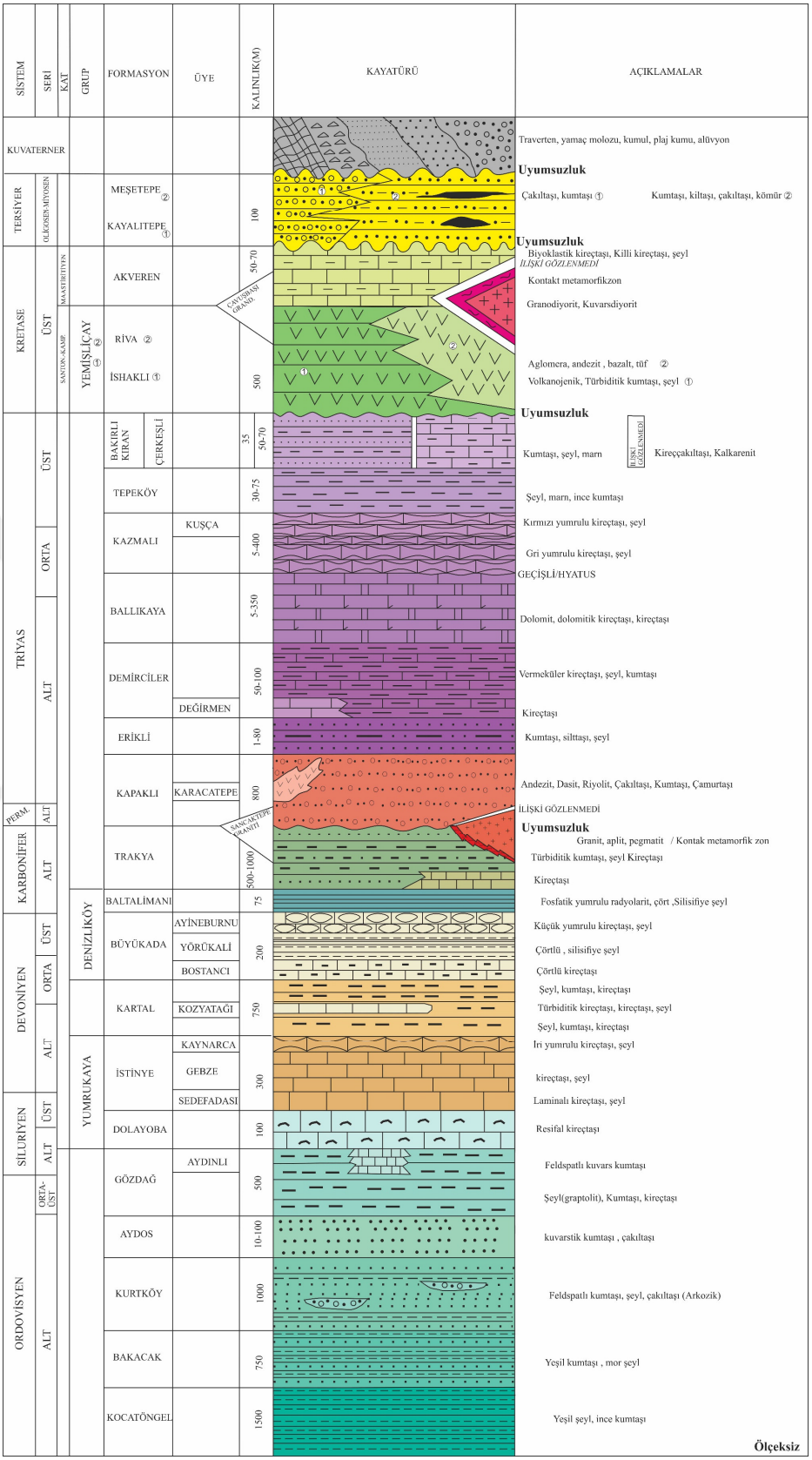
Demirciler formasyonu üzerine ince-orta kristalli çoğunlukla dolomili, yer yer dolotaşlı kireçtaşlarıyla temsil edilen Ballıkaya formasyonu (Gedik ve diğ.,2005) çökelmektedir. Platform karbonatlarıyla temsil edilen (Gedik ve diğ., 2005b) Ballıkaya formasyonu (Orta Triyas) üst düzeylerinde yumrulaşmanın artmasıyla Kazmalı formasyonuna geçer. Gedik ve diğerleri (2005b) Ballıkaya ve Kazmalı formasyonları arası dereceli geçişli olmasına karşın Kazmalı formasyonunun kalınlığının çok az olması ve alt düzeylerinde glokoni içermesi nedeniyle bu iki birim arasında çökelmezlik (Hyatus) olduğunu düşünmektedirler. Genel olarak gri renkli ince-orta tabakalı, yumrulu, ammonitli, mikritik-killi kireçtaşı ile temsil edilen Kazmalı formasyonu (Orta Triyas), açık şelf ortamında çökelmiş olabileceğini söylerler.

Permo-Triyas istifin üst kısımlarında Kazmalı formasyonun üzerine gelen gittikçe sığlaşan şelf ortamını temsil eden kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan (Gedik ve diğ., 2005b) birimler (Tepeköy formasyonu, Bakırlıkıran formasyonu) gelmektedir. Genellikle sarımsı gri, yeşilimsi gri renkli ince-orta tabakalı kumtaşı ve aynı renklerdeki laminalı şeyl ardalanmasından oluşan bu birimler (Üst Triyas) Halobia faunası içermektedirler (Kaya ve Lys, 1980).

İstanbul alanında Üst Triyas ile Üst Kretase yaşları arasında kaya toplulukları bulunamamıştır. Üst Kretase'de başlayan yay mağmatizmasıyla beraber bölgede volkaniklastikler (Kavaklar Grubu (Keskin ve diğ., 2003)) hâkim olmuştur. Üst Kretase yaşlı başlıca siliklastik türbiditlerden oluşan Bozhane formasyonu bu volkanojenik istifin tabanını oluşturur. Formasyon alt düzeylerinde silisiklastik sedimentlerle başlar ve üst düzeylerinde volkaniklastiklerle son bulur. Volkanik katkıların artması ile Garipçe formasyonuna geçiş yapar (Keskin ve diğ., 2003). Kalınca bir istif sergileyen Garipçe formasyonu çoğunlukla volkanik sedimentlerden az oranda lavlardan oluşur (Keskin ve diğ., 2003). Garipçe formasyonu üstten Kısırkaya formasyonuna geçişlidir. İnce-orta kalınlıklı bazaltik lavlar ile bunların kırıntılarından oluşan Kısırkaya formasyonu bu volkanojenik istifin tavanını oluşturur.

Üst Kretase'de derin deniz ortamıyla başlayan volkanojenik istif üzerine Maastrihtiyen zamanında sığlaşma ile beraber karbonat çökelimi (Akveren formasyonu vb.) başlamıştır. Sığlaşmanın devamında Paleosen'de kara halini alan bölge, Eosen'de tekrar deniz ilerlemesi ile beraber kumtaşı ve karbonat çökelimleriyle transgresif süreç başlar.

Geç Oligosen- Erken Miyosen sürecinde Batı Anadolu da kabaca Kuzey-Güney yönlü bir sıkışmaya maruz kalması nedeniyle İstanbul il alanı ve çevresinde genel bir yükselme ve yer yer aşınma ve peneplenleşme sürecinin başlamasına neden olmuştur (Ögzül, 2011). Bu sıkışma hareketine bağlı gelişen karasallaşma ve peneplenleşme sürecinde biriken çakıl, kum, mil vb. akarsu birikintileri İstanbul formasyonunu oluşturmaktadır (Özgül, 2011). Bölge üzerinde Kuvaterner'de vadiler, kıyı alanları ve düzlüklerde dere çökelleri, yamaç molozu ve akıntıları, alüvyon çökelimi söz konusudur.




Şekil 4.1: İstanbul bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Gedik ve diğ., 2005a; 2005b'den değiştirilmiştir).

## 4.2. STRATİGRAFİ

İstanbul bölgesi temel kayaları Erken Ordovisiyen çökelimine ait birimlerle başlar. Bunlar kahverengi, boz renkli laminalı miltaşı-kiltaşı ve ince taneli kumtaşı ile temsil edilen Kocatöngel formasyonudur. Kocatöngel formasyonunun tabanı Çamdağ (Sakarya) civarında görüle bilmesine karşın İstanbul dolaylarında görülmemektedir. Formasyon Üstten dereceli geçişli olarak çakıl taşı, kumtaşı ve şeyl litolojili Kurtköy formasyonuna geçer. Kurtköy formasyonu geçişli olarak üstten kuvars kumtaşı ve laminalı şeyl ardalanması, çakıl taşı ile temsil edilen Aydos formasyonuna geçer. Plaj ve gel-git ortamını temsil eden Aydos formasyonu denizin ilerlemesiyle lagün ortamını temsil eden Gözdağ formasyonuna geçiş yapar.

Silttaşı-şeyl ile kumtaşı ardalanmalı Gözdağ formasyonu tabanda Aydos formasyonu, tavanda ise Dolayoba formasyonu ile geçişlidir. Gözdağ formasyonunun yaşı Üst Ordovisiyen-Alt Landoveriyen olarak tanımlanmıştır (Önalan, 1982). Yumrukaya Grubu içinde resifal kireçtaşı ile temsil olan Dolayoba formasyonunun yaşı Venlokiyen-Ludloviyen olarak belirlenmiştir (Önalan, 1982). Birim tabanda Gözdağ formasyonu tavanda ise İstinye formasyonu ile dereceli geçişlidir. Kireçtaşı ile kalkerli şeyl-kumtaşı litolojili İstinye formasyonuna Üst Silüriyen'in üstü-Alt Devoniyen'in altı yaşı verilmiştir. İstinye formasyonu tabanda Dolayoba formasyonu, tavanda ise Kartal formasyonu ile geçişlidir.

Kumtaşı (grovak)-şeyl, kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ile temsil edilen Kartal formasyonu Erken Devoniyen'in üstü- Orta Devoniyen'in altı olarak yaşlandırılmıştır. Kartal formasyonu üzerine uyumlu olarak Denizliköy Grubu içinde bulunan Büyükada formasyonu gelir. Büyükada formasyonu alt düzeylerde kireçtaşı, ortada şeyl-çört ardalanması ve üst düzeyleri ise genellikle yumrulu kireçtaşı-şeyl ardalanmalıdır. Formasyonun yaşı Orta Devoniyen'in üst seviyeleri-Üst Devoniyen olup tabanda Kartal formasyonu, tavanda ise Baltalimanı formasyonu ile dereceli geçişlidir. Radyolarit, çört ve silisli şeyl ile temsil edilen Baltalimanı formasyonu tabanda Büyükada formasyonunun Ayineburnu üyesi ile tavanda ise Trakya formasyonu ile geçişlidir. Baltalimanı formasyonu yaşı Alt Karbonifer'in alt seviyeleri olarak verilmiştir.

Kireçtaşı-şeyl aradalanması yer yer çört bantlı ve hâkim litolojisi kumtaşı olan Trakya formasyonu tabanda Baltalimanı formasyonu ile geçişli, tavanda aşınmalı olup, kendinden genç birimler tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yaşı Alt Karbonifer'in üstü olarak verilmiştir

(Önalan, 1982). Permiyen yaşlı Sancaktepe Graniti ve Kapaklı formasyonu uyumsuz olarak Trakya formasyonu'nun üstüne gelir.

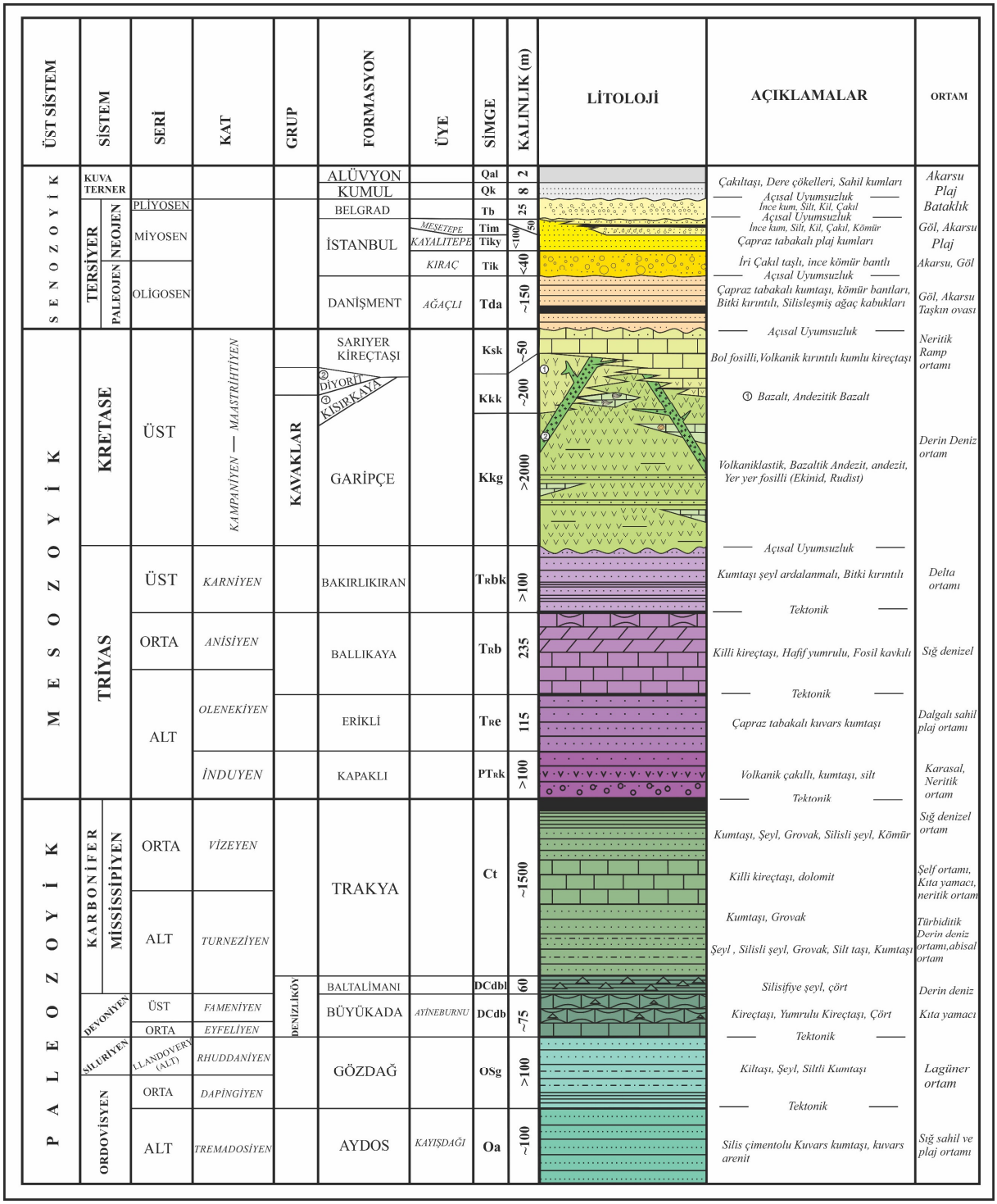
Kocaeli Triyas'ı adı ile anılan birimlerin en yaşlısı Kapaklı formasyonudur. Genel litolojisi çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı-şeyl olan Kapaklı formasyonu'nun yaşı Üst Permiyen-Alt Skitiyen (Alt Triyas) olarak kabul edilir (Yurtsever, 1982). Tabanda Paleozoyik birimlerini açısal uyumsuzlukla üzerler. Tavanda ise Erikli formasyonu ile arasında var olan yersel uyumsuzluğuna karşın, genelde bu formasyon ile dereceli geçişlidir. Kuvars kumtaşı, silttaşı, şeyl ve kumlu kireçtaşı seviyeleri içeren Erikli formasyonu tabanda Kapaklı formasyonu ile yanal ve dikey geçişlidir.

Erikli formasyonu tavanda ise genel litolojisi killi, mikritik kireçtaşı ile silttaşı, şeyl ve kumtaşı olan Demirciler formasyonu ile geçişlidir. Yer yer vermes izleri bulunan Demirciler formasyonu Üst Skitiyen yaşlıdır ve tavanda Ballıkaya formasyonu ile dereceli geçişlidir. Dolomit ve dolomitik kireçtaşı seviyeleri içeren Ballıkaya formasyonunun yaşı Üst Skitiyen-Alt Anisiyen olarak belirlenmiştir. Birim tabanda Demirciler formasyonu, tavanda ise Kazmalı formasyonu ile geçişlidir. Mikritik kireçtaşı ve silttaşı-marn-şeyl seviyeleri içeren Kazmalı formasyonunun yaşı Üst Anisiyen-Alt Karniyen olarak benimsenmiştir (Yurtsever, 1982). Birim tabanda Ballıkaya formasyonu tavanda ise aşınmalı olup, kumtaşı arakatkılı marnlı Üst Karniyen yaşlı Tepeköy formasyonuna geçer (Yurtsever, 1982).

Kazmalı ve Tepeköy formasyonları Triyas istifi içerisinde her kısımda görülmemektedir. Ballkıkaya formasyonu bazı bölgelerde Bakırlıkıran formasyonu ile geçişlidir. Bakırlıkıran formasyonu Noriyen (Kaya ve Lys, 1980) yaşlı olup Triyas istifinin üst kısmını kumtaşı-seyl ardalanmalı litolojisi ile temsil etmektedir.

Üst Kretase zamanında bölge üzerinde hâkim olan volkanojenik birimler hâkim olmaktadır. Silisiklastik sedimentlerle başlayan Bozhane formasyonu bu volkanojenik istifin tabanını oluşturmaktadır. Volkanik katkının artması ile Üst Kretase yaşlı Garipçe formasyonuna geçer. Garipçe formasyonunun ağırlıklı litolojisi volkano sedimanter litolojilerden oluşmakta, yer yer kum-silt-karbonat blokları içermektedir. Garipçe formasyonu, eş yaşlı olduğu düşünülen Kısırkaya formasyonuna geçiş yapar. Kısırkaya formasyonu litolojisi ince–orta kalınlıklı bazaltik lavlar ve bunların kırıntılılarından oluşan bordo ayrışma renkli volkanojenik birimdir. Bu birimler ile ilişkisi girikli olan volkanik kırıntılı, kumlu kireçtaşı litolojili Sarıyer kireçtaşı gelmektedir.

İnceleme alanında Oligosen-Miyosen aralığında birbirine yakın yaşlı oluşan birimlerden oluşmaktadır. Bunlardan en yaşlısı kömür seviyeli kil kumtaşı ile temsil olan Danişment formasyonu olup uyumsuz olarak İstanbul formasyonunun iri çakıl taşlı Kıraç üyesi, çapraz tabakalı kuvars kumlu Kayalıtepe üyesi, kil-silt kumlu Meşetepe üyesi ve kum-silt-çakıllı Belgrad formasyonu ile örtülmektedir (Erdem, 2015' ten değiştirilmiştir) (*Şekil 4.2*).




Şekil 4.2: İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.

## 4.3. LİTOSTRATİGRAFİ

İnceleme alanı Ordovisiyen'den günümüze sadece Jura hariç bütün jeolojik zaman dönemlerine ait magmatik ve sedimenter kaya stratigrafi topluluklarını içermektedir.

### 4.3.1. PALEOZOYİK

Paleozoyik birimler inceleme alanının batı, güney ve orta kesimlerinde gözlenmiştir. Bu birimler Aydos formasyonu (Oa), Gözdağ formasyonu (OSg), Denizliköy Grubuna ait Büyükada (DCdb) ve Baltalimanı formasyonları (DCdbl) ile Trakya formasyonu (Ct) dur.

#### *4.3.1.1. Aydos Formasyonu (Oa)*

Kuvars kumtaşı ve kuvars çakıl taşından oluşan birimi ilk kez Kaya (1978) "Aydos Kuvars arenit birimi" olarak adlamış, Önalan (1981, 1982) ise bu adlamayı "Aydos formasyonu" olarak değiştirmiştir. Adını Aydos Dağ'ından (Kartal – Pendik ilçeleri kuzeyi) alır. Birim inceleme alanındaki mostraları kısıtlı olup Kocataş Dağı'nın (11-G) Doğu-Batı yönlü sırtı boyunca mostralarını vermektedir (*Şekil 4.3*).

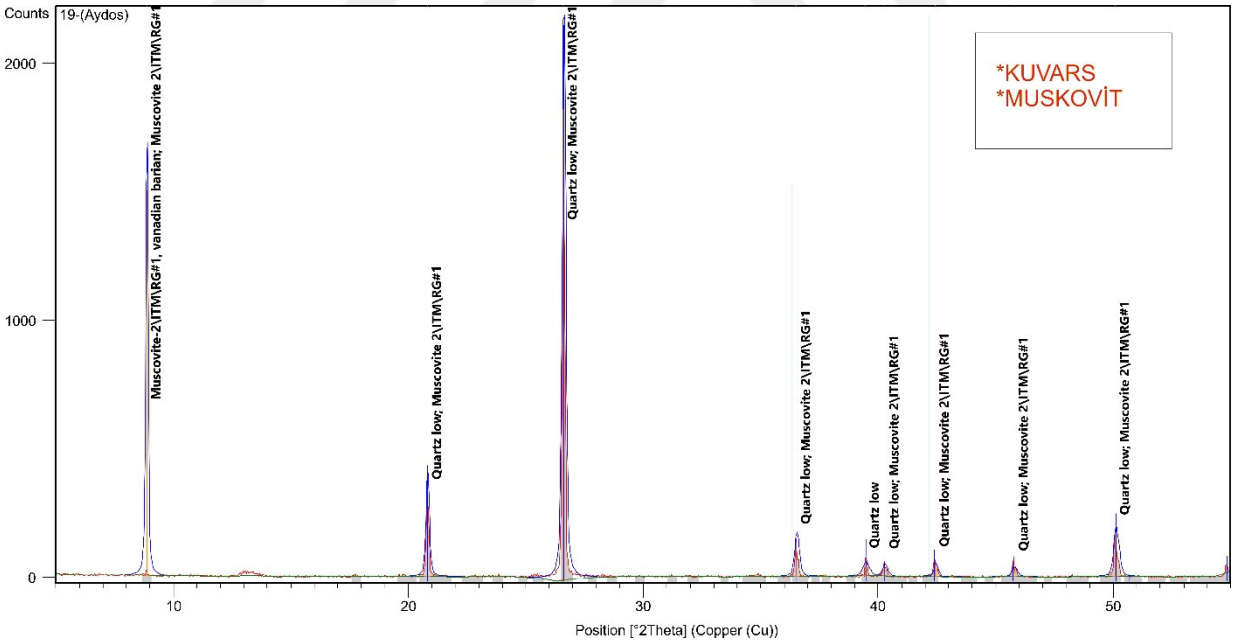



Şekil 4.3: Kocataş Dağı (11-G) Tepesindeki Aydos formasyon'unun silis çimentolu ince kırıntılı, kumlu düzeyine ait orta kalınlıklı güneybatıya eğimli tabakalarının görünümü (Bakış yönü Doğu).

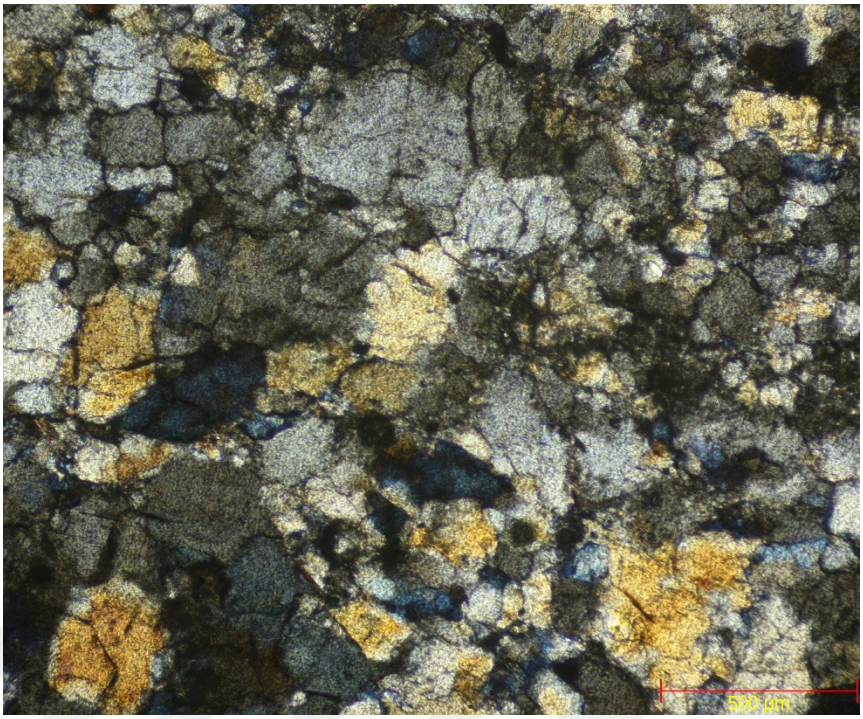
Genellikle beyaz, mavi, gri renklerde, ince-orta tabakalı, silis çimentolu, ince-orta kum boylu kuvars taneli kuvars arenitlerden (*Şekil 4.4*) oluşan birim, kıvrımlı ve tabaka şeklinde yanıltıcı görünümler sunan bol kırık-çatlaklı biçimde Kocataş Dağ (11-G)'ında sırt boyunca mostralarını vermektedir (*Şekil 4.3*).

Aydos formasyonu Önalan (1982) tarafından 4 üyeye ayrılmıştır; pembemsi boz renkli iyi çimentolanmış, silt taşı ve şeyl ara seviyeli kuvars arenitlerden oluşan üyesi "*Kınalıada*", krem, Beyaz renkli, sıkı çimentolanmış kuvars arenitlerden oluşan üyesi "Orhan Tepe", pembemsi ve beyazımsı renkli, sert kuvars arenitlerden oluşan üyesi "Büyükada", beyaz-açık krem renkli silis çimentolu, seyrek çörtlü ve orta-iri kum boyu kuvars taneli kuvars arenitlerden oluşan üyesi" Kayışdağı"dır. İnceleme alanındaki birimin, Aydos formasyonunun üst düzeylerine denk gelen mika ve kil oranı artışıyla Gözdağ formasyonuna geçiş yaptığı Kayışdağı üyesidir.

İnceleme alanından derlenen 19 numaralı Aydos formasyonuna ait kuvarsarenit örneğinden elde edilen XRD verilerine göre kayacın yoğun olarak kuvars ve muskovit minerallerinden oluştuğu gözlenmektedir (*Şekil 4.4*).




Şekil 4.4: Aydos formasyonuna ait 19 numaralı kuvarsarenit örneği üzerinde yapılan XRD analizi sonucu.




Şekil 4.5: Aydos formasyonunun silis çimentolu, kötü boylanmış ince-orta kuvars taneleri ve taneler arasını dolduran siltli-killi matriksinin çift nikoldeki görünümü.

Aydos formasyonu normal stratigrafisinde altta Kurtköy formasyonu ile uyumlu olup üstte Gözdağ formasyonu ile geçişlidir (Gedik ve diğ., 2005b). İnceleme alanında Aydos formasyonunun diğer birimlerle olan ilişkisi tektonik dokanaklı olup, faylarla sınırlandırılmıştır (*Ek-2*). Birimin inceleme alanındaki görünür kalınlığı 100 metre civarıdır.

Formasyon içermiş olduğu fosiller ve kaya litolojisine bakıldığında yüksek enerjili gelgit düzlüğü, plaj ve sığ sahil ortamında çökelmiş olmalıdır (Önalan, 1982). Birimin önceki araştırmacılar tarafından stratigrafik olarak Orta Ordovisiyen – Alt Silüriyen (Landoveriyen) yaşlı Gözdağ formasyonunun uyumlu olarak altında bulunması nedeniyle çökelimin yaşı Erken Ordovisiyen'de gerçekleştiği benimsenmiştir (Gedik ve diğ., 2005b).

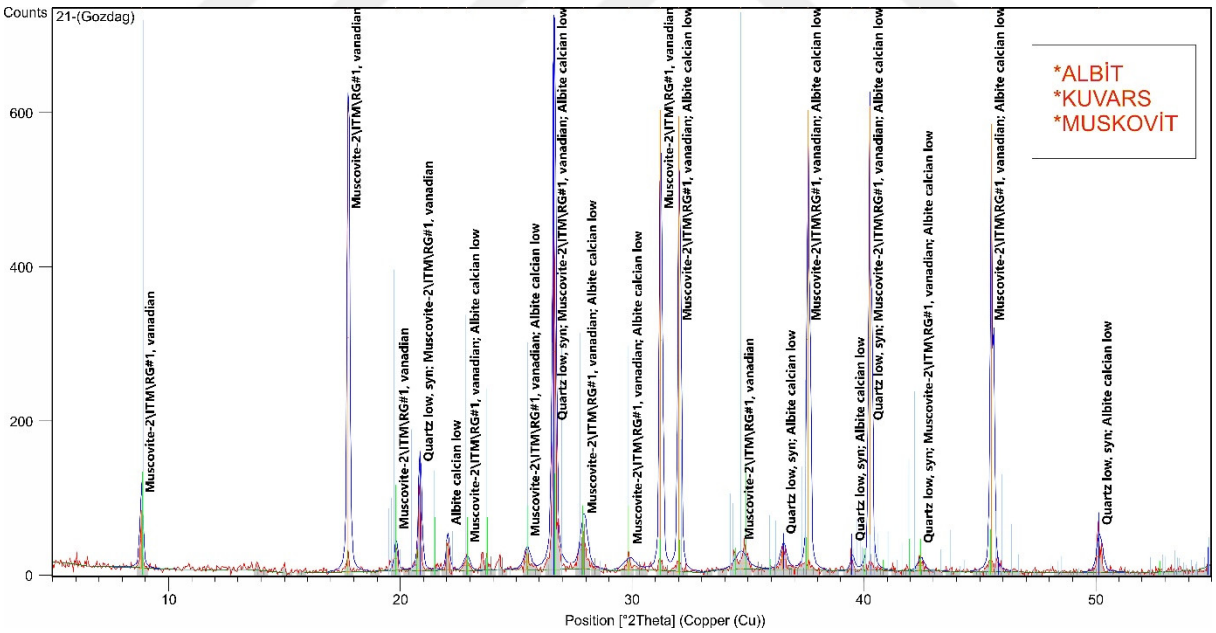
Paeckelmann (1938) tarafından, 'Esas kuvarsit horizonu' adı altında incelenen bu birim, daha sonra Altınlı (1951) tarafından Kayışdağı çevresinde incelenmiş ve altta 'Kuvarsit konglomera', üstte 'Kuvarsit kumtaşı' olarak ayırtlanmıştır. Baykal ve Kaya (1965) birime Aydos kuvars areniti' adını uygun görmüşlerdir. Ketin ve Abdüsselamoğlu (1966)'na göre alttan aşınma yüzeyi üstten yersel feldspatik kuvarsit kapsayan kumlu şeyl ile silt taşları ile çevrili, yersel konglomeratik beyaz kuvarsit şeklinde Silüriyen'in taban kesimini simgeleyen

birim, Haas (1968) tarafından ‘Ayazma bölümü’ olarak ifade edilmiştir. Son olarak Önalan (1982) ‘Aydos formasyonu’ olarak tanımlamıştır.

#### *4.3.1.2. Gözdağ Formasyonu (OSg)*

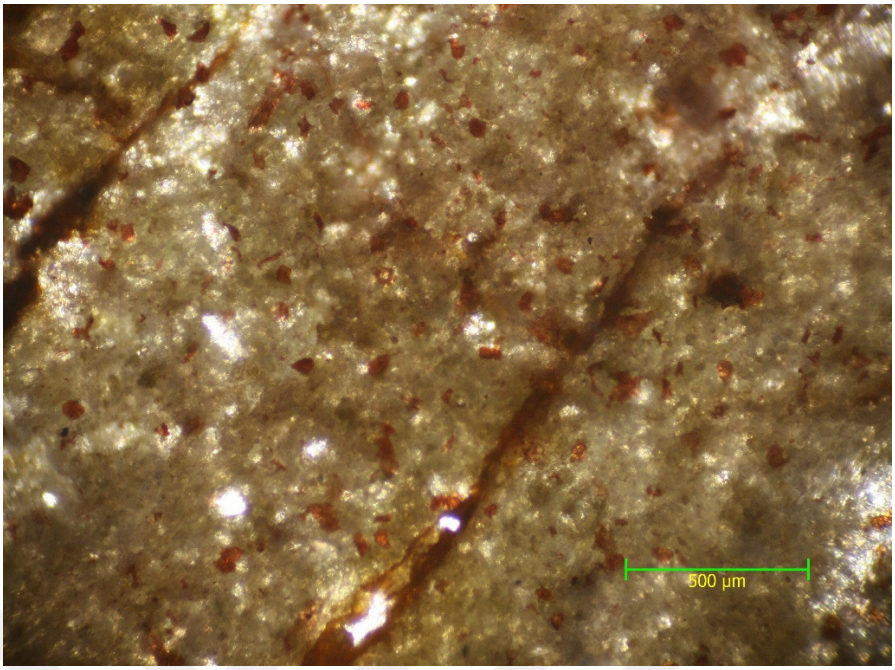
Kumtaşı (grovak) ve şeyl ardalanmasından oluşan birim, Önalan (1982) tarafından “Gözdağ formasyonu” olarak adlandırılmıştır. Adını Pendik kuzeyindeki Gözdağ Tepesinden alır. İnceleme alanında Kocataş Dağı ve Büyükdere Mahallesinde tipik mostralarını vermektedir (*Şekil 4.9*).

Gözdağ formasyonu inceleme alanında genellikle grimsi yeşil, yeşilimsi sarı, yeşilimsi kahverengi ve kahverengimsi siyah bazı kesimlerinde pembemsi renklerde, laminalı yapıda dereceli geçişli killi kum taşı, silt taşı, silisli şeyllerle temsil edilir. Birim içerisinde yer yer kuvars kumtaşı ara düzeyleri yer almaktadır ayrıca tabakaları kesen ince kuvarsit damarları ve yoğun demiroksit alterasyonları gözlenmektedir. Gözdağ formasyonuna ait 21 numaralı örnekte yapılan XRD analizi sonucuna göre birimde kuvars, albit ve muskovit mineralleri gözlenmiştir *(Şekil 4.6*).




Şekil 4.6: Gözdağ formasyonuna ait 21 numaralı örnekte yapılan XRD analizi sonucu.

Birim içerisindeki karbonat çökelimi ve/veya çimentosundaki karbonat içeriğinin tespiti amacıyla yapılan Alizarin Red S deneyi sonucuna göre birim içerisinde az da olsa karbonat varlığı görülmektedir (*Şekil 4.7*).




Şekil 4.7: Gözdağ formasyonuna ait 21 numaralı örnekten yapılan ince kesit, üzerinde Alizarin Red S uygulaması sonucu kırmızı ve pembemsi ufak kırıntıların, birimin çimentosunda karbonat mineralleri olduğunu göstermektedir (çift nikol).

İnceleme alanında Gözdağ formasyonu genel olarak ince tabakalı ve laminalı şeyl-silttaşı ile koyu yeşil ve yeşilimsi gri renklerde ince-orta tabakalı kumtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Kocataş Dağ (11-G)'ının güney kısımlarında yoğun demir içerikli ve laminalı şekilde mostralarını vermektedir (*Şekil 4.8*).



Şekil 4.8: Gözdağ formasyonunun Büyükdere Mahallesindeki yeşilimsi gri renkli laminalarıyla belirgin mostrasına ait görünüm (bakış yönü Batı).

Gözdağ formasyonu çökelimi altta Aydos formasyonu, üstte Dolayoba formasyonu ile geçişli olup (Gedik ve diğ.,2005) inceleme alanında birimin taban ve tavan ilişkisi ilişkisi tektonik dokanaklı olup birim faylarla sınırlandırılmıştır (*Ek-2*). Daha önceki araştırıcılar tarafından oldukça değişken kalınlıklarda (200-500m) gözlenen formasyon (Gedik ve diğ., 2005b), İnceleme alanındaki görünür kalınlığı 150m civarında ölçülmüştür.

Gözdağ formasyonu inceleme alanındaki çoğu mostrasında laminalı gevşek dokulu gözlemlenirken, bazı yerlerinde birim çok silisifiye sert yapılı olup, yoğun tektonik etkilerden dolayı kıvrımlı ve bol kırık-çatlaklı şekilde gözlemlenmektedir. İnceleme alanında birim içerisinde fosil bulgusuna rastlanılmamıştır. Bu durum inceleme alanında yüzlek veren düzeylerin Önalan 1981'de bahsi geçen istifin taban seviyelerini oluşturan fosilce fakir seviyelere karışılık gelmesinden dolayı olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.9: Büyükdere Mahallesinde Gözdağ formasyonunun tabaka içi laminasyonları ile belirgin ince orta tabaka kalınlıklı düşük eğimli yoğun alterasyonlu düzeyinden bir görünüm.

Gözdağ formasyonu litolojik karakteri ve laminalı yapısı itibariyle düşük enerji koşullarında oluşmuştur. Kapsadığı kil oranı, tanelerin kötü boylanmış olması, ayrıca içerisindeki oolitik şamosit ile hematitik kumtaşı gibi bazı demirce zengin birimler bulundurması fazla derin olmayan sularda oluştuğunu belirtir. Genel olarak Gözdağ formasyonu için, trasgresif bir sistem içerisinde gelişmiş lagün çökelleri denebilir. İnceleme alanında gözlenmeyen ancak İstanbul'un Anadolu yakasında sıkça tespit edilen fosillerden *leangella, hindella* gibi brakiyopodlar ile *halysites*, *favosites* gibi tablalı ve rugosa mercanlarda denizin fazla derin olmadığı (40-50m), ılıman bir iklimin buralarda egemen olduğunu belirtir (Önalan, 1981). Daha önceki araştırmacılar tarafından saptanan fosil içeriğine göre Gözdağ formasyonunun yaşı Orta Ordovisiyen – Alt Siluriyen (Landoveriyen) dir.

Paeckelmann (1938) bu formasyonu 'Grovak horizonu' olarak adlamış ve yaşınında Jediniyen olduğunu belirtmiştir. Yalçınlar (1951) Gözdağ formasyon'unun batıya doğru uzantısı olan ve Çengelköy çevresinde gözlenen birimler içerisinde Üst Valensiyen'e ait bazı graptolitler bulmuştur. Ketin (1959)'in Silüriyen olarak yaşlandırdığı birim, Sayar (1962) tarafından bulunan brakyapod türlerine dayanılarak Alt Silüriyen yaşında kabul edilmiştir. Baykal ve Kaya (1965) birimin Orta Ordovisiyen–Üst Valensiyen yaşında olduğunu savunmuşlardır. Ketin ve

Abdüsselamoğlu (1966)'nun Orta Silüriyen yaşlı dediği birim, Haas (1968) tarafından bazı ostracod fosillerine dayanılarak ve Önalan (1982) tarafından da yine fosil bulguları yardımıyla Landoveriyen yaşlı olarak tanımlanmıştır. Genel anlamda Kumtaşı (grovak) ve şeyl ardalanmasından oluşan birim, Önalan (1982) tarafından "Gözdağ formasyonu" olarak adlandırılmıştır.

#### *4.3.1.3.* ***Büyükada Formasyonu (DCdb)***

Başlıca mikritik kireçtaşı tabakaları, yumrulu kireçtaşı, kalkerli şeyl, lidit (radyolarit – opalimsi çört) ve grovak ardalanımından oluşan birim ilk kez Kaya (1971) tarafından adlanmış ve ayrıntılı tanımı Kaya (1973) tarafından yapılmıştır. Birim adını Büyükada'dan alır. Büyükada, Arnavutköy, Rumelihisarı ve İstinye batısında tipik mostralarını veren Büyükada formasyonu, inceleme alanında Kocataş Dağ (10-H)'ının kuzey yamacında Eski Sular Caddesi (Çırçır Deresi civarı (10-H)) civarında tipik mostralarını vermektedir (*Şekil 4.10*).

Büyükada formasyonu inceleme alanında gri, grimsi mavi, mavimsi gri renklerde, yer yer laminalı olup çoğunlukla ince-orta tabakalı, yumru bantları içeren mikritik kireçtaşı şeklinde gözlemlenmektedir. Yumruların boyutu genellikle 1-5 cm uzunluğunda, 2-3 cm genişliğindedir. Birimin yapısı genellikle sert ve masif olup uğramış olduğu tektonik etkiler sonucunda tabakaları kırvımlı yapıdadır.

Kaya (1971; 1973) Büyükada formasyonunu litolojik karakteri bakımından üç üyeye ayırmıştır. Alt düzeylerinde koyu gri-siyah renkli kireçtaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan üyesi "Bostancı", orta düzeylerinde başlıca liditlerden ve gri, pembe ve sarımsı renklerde silisifiye şeyl ile siyah renkli çört radyolarit ardalanmasından oluşan üyesi "Yörükali" ve üst düzeylerinde ise genellikle açık gri renkli ince yumrulu kireçtaşı ve gri ve pembe renkli çok ince şeyl ardalanmasından oluşan üyesi "Ayineburnu" dur. İnceleme alanında Büyükada formasyonu mostraları çoğunlukla yumrulu kireçtaşları ile belirgin yer yer laminalı çört ara düzeyli ve yamalı birimlerden oluşan Ayineburnu üyesine karşılık gelmektedir.



Şekil 4.10: Büyükada formasyonunun Çırçır deresi (10-H) civarındaki ince tabakalı yumrulu kiteçtaşı şeyl ardalanmalı düzeyleri ile belirgin kıvrımlı-makaslama deformasyonlu düzeylerinden bir görünüm (Bakış yönü Güney).

İnceleme alanında gözlenen yumrulu kireçtaşı düzeylerinin Büyükada formasyonunun Ayineburnu üyesi olduğu Kaya (1971) tarafından tanımlamıştır. Ayineburnu üyesi en çok ince laminalı ile kalın tabaka arası kireçtaşı (rekristalize biomikrit, mikrit) ve çok ince laminalı şeyl ile aynı nitelikteki kireçtaşı nöbetleşmesinden; ikinci derece lidit ve açık renkli çörtten yapılıdır.

Stratigrafik olarak inceleme alanında tabanı gözlenmeyen birimin Sarıyer iskelesi civarında Sarıyer-Şile bindirmesinin inceleme alanındaki en doğu kesimini oluşturan hatta Garipçe formasyonu üzerinde tektonik dokanaklıdır. Büyükada formasyonu Çırçır Dersinin kuzeyinde Baltalimanı formasyonu ile uyumlu, Kocataş Dağı'nın kuzey yamacında Aydos formasyonuyla, Kocataş Dağı'nın kuzey doğusunda sahile kadar uzanan yer de Gözdağ formasyonu ile tektonik dokanaklıdır (*Ek-2*). Birimin Kocataş Dağı kuzeyindeki görünür kalınlığı 75 metre civarındadır.

Büyükada formasyonunun alt düzeyleri ramp tipi şelf ortamında kıta yamacına yakın bir yerde çökelmiş olmalıdır. Orta düzeylerinde ise ilerleyen istifte bu rampın önündeki kıta yamacında çökelmiş olmalıdır. Litolojik karakteri itibariyle üst düzeylerinin kıta yamacında çökelmiş olduğu söylenebilir (Önalan, 1987/1988). Genellikle *trilobit*, *goniatit*, *radyolarya* ve *konodot* fosilleri içeren birimin yaşı önceki araştırmacılar tarafından derlenen bazı konodont faunalarına

göre (*P. costatus patulus, Branmehla bohlenana* vb.) belirlenen yaş aralığı Orta-Üst Devoniyen (Eyfeliyen –Fameniyen)dir (Gedik ve diğ., 2005b).

Paeckelmann (1938) İntermediate Fasiyes ve Bantlı şist, Böbrek kalkeri; Abdüsselamoğlu (1963) Yumrulu kalker ve çörtlü yumrulu kalker; Okay (1947) böbreğimsi kalker; Baykal ve Kaya (1963, 1966) Yumrulu kalker; Kaya (1973) Büyükada formasyonu; Haas (1968) Tuzla formasyonunun denizel tabakaları, Okay (1987) ince tabakalı yumrulu kireçtaşı ve çört ile gri kireçtaşı, Önalan (1987/1988) ise Tuzla formasyonu adını kullanmıştır.

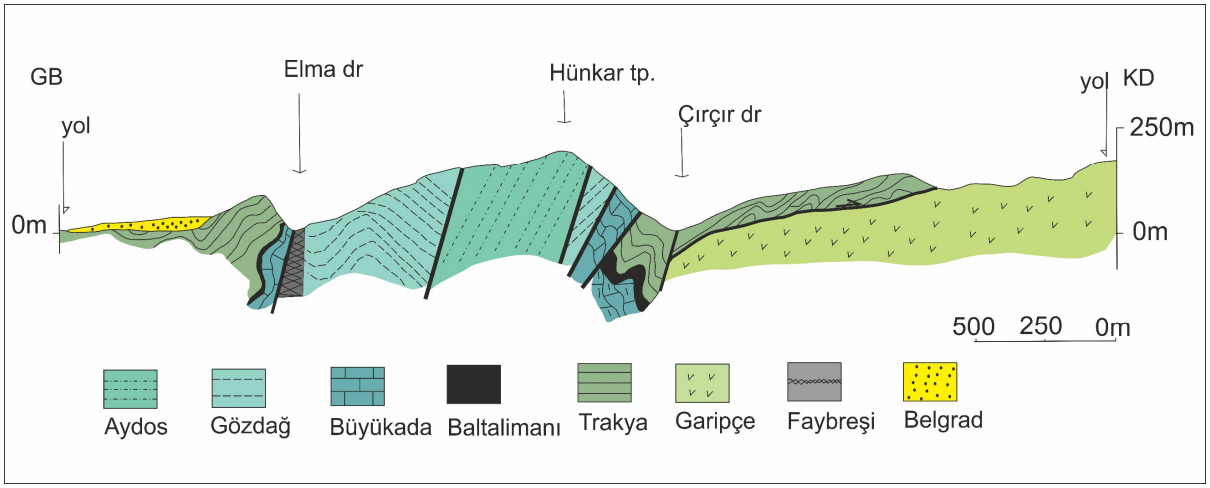
#### *4.3.1.4. Baltalimanı Formasyonu (DCdbl)*

Lidit ve silisli şeyl topluluğundan oluşan birim, ilk kez Kaya (1971) tarafından "Baltalimanı formasyonu" olarak adlanmıştır. Birim adını İstanbul Boğaz'ının batı yakasındaki Baltalimanı Deresi'nden alır.

Baltalimanı formasyonu siyah renkli, laminalı, opalimsi çört ve radyolaryalı çörtlerden oluşan ince tabakalı, sık kıvrımlı bir birimdir. İnceleme alanında Baltalimanı formasyonu kıvrımlı yapısı ve çörtleriyle belirgin olup Çırçır Deresi (10-H) civarında görülebilmektedir.

Silisli şeyller, açık gri, ince laminalı veya homojen, yersel mikrokristalin kuvarslı, beyaz sarımsı gri ayrışma renklidir. Şeyllerde genellikle tabakalanmaya paralel, açık renkli çört mercekleri ve az miktarda bitki kırıntıları bulunur. Silisli şeyller, lidit seviyeleri ile değişik ölçekte ara tabakalanma gösterir (Kaya, 1971).

Baltalimanı formasyonu alttan Ayineburnu üyesi ile uyumlu üstten Trakya formasyonuna geçişlidir, Kıvrım geometrisi ve aynı zamanda birimin sınırlı alanlarda mostra vermesi dokanak takibini güçleştirmektedir. Bölgeyi daha önce çalışmış olan Baykal ve Kaya (1966) inceleme alanını kat eden ayrıntılı jeoloji enine kesitleri (*Şekil 4.11*) ortaya koymuşlardır. Önalan (1982) birimin maksimum kalınlığını 60m olarak belirlemiştir. Bu birim inceleme alanında yaklaşık 75m kalınlıkta görülmektedir.




Şekil 4.11: İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeoloji enine kesiti (Baykal ve Kaya, 1966'dan değiştirilmiştir).

Baltalimanı formasyonuna ait Rumelihisarı'ndan Baykal tarafından toplanan fosil örneklerini inceleyen Haas (1968) Alt Karboniferi gösteren *Cyrtosymbolinae (Trilobit)*' lerden *Liobolina sp.* ve *Libola sp.* türlerini saptamıştır (Özgül, 2011).

Baltalimanı formasyonu altta şelf yamacı ve derin deniz çökellerini üzerlerken, üstten de yine derin denizde oluşmuş türbiditik karakterli şeyl ve grovaklar ile tedrici olarak örtülmüştür. Bu veriler Baltalimanı formasyonu'nu derin denizel bir ortamda, karbonat çökelmezlik sınırı altındaki derinliklerde oluştuğunu gösterir.

Baltalimanı formasyonunun sinsedimenter asimetrik kıvrımlı slump yapısı, eğimli bir yüzey üzerinde ve olasılıkla karbonat duyarlılık sınırı altındaki düzlüklerde çökeldiğini vurgulamaktadır. Çok uzun mesafelerde değişmeden izlenen ince paralel laminasyon, çökelme ortamı enerjinin son derece düşük olduğunu belgelemektedir. Fosfat yumrularının varlığı çökelmenin son derece yavaş geliştiğini ve deniz tabanının zaman zaman çökelmezlik yüzeyi haline dönüştüğünü belgeler. Formasyonun yaygın olarak kayma kıvrımlanması, çökelmeyi hemen izleyen evrede olasılıkla kara bölgesini de kapsayan şiddetli sismik aktivite ile okyanusun kapanma evresinin başladığını ifade eder (Kaya, 1971).

Üst Devoniyen-Alt Karbonifer çökelimini oluşturan derin deniz ince kırıntılı ve karbonatlı düzeylerden Büyükada formasyonunun Yörükali üyesiyle Baltalimanı formasyonu çökelleri birbirine çok benzemektedir. Mostrada ayıtrtlanması çok zor olan bu iki birimin litolojisi için Yörükali üyesinin çört yumruları, Baltalimanı formasyonunun ise fosfat yumruları içeriği

ayırtman özellik olarak kullanılabilir. Çört yumruları homojen iç yapıya sahip olmasına karşın fosfat yumruları konsantrik büyüme halkalarına sahiptir.

Kaya (1971) birimi şöyle tanımlamıştır; "Formasyon lidit, rekristalize radyolarya kavkıları, spikül, ince kıyılmış bitkisel kalıntılar ve mikrokristalin kuvarstan yapılmıştır. Ayrışmış yüzeylerde laminalanma belirgindir. Lidit çökelme birimleri içinde veya arasında daha koyu renkli, organik maddece zengin, beyaz ayrışma renkli, yassı ince mercekler yer alır. Fosfatlı açık gri ile beyaz renkte ayrışan, küresel, diyajenetik orijinli siyah fosfat nodülleri birim için ayırtmandır. Penck (1919), Kieselschifer Horizont; Paeckelman (1938), Orta Devoniyene ait bir seri; Haas (1968), Yelken Tepe şistleri adı altında Baltalimanı formasyonunu çalışmışlardır.

#### *4.3.1.5. Trakya Formasyonu (Ct)*

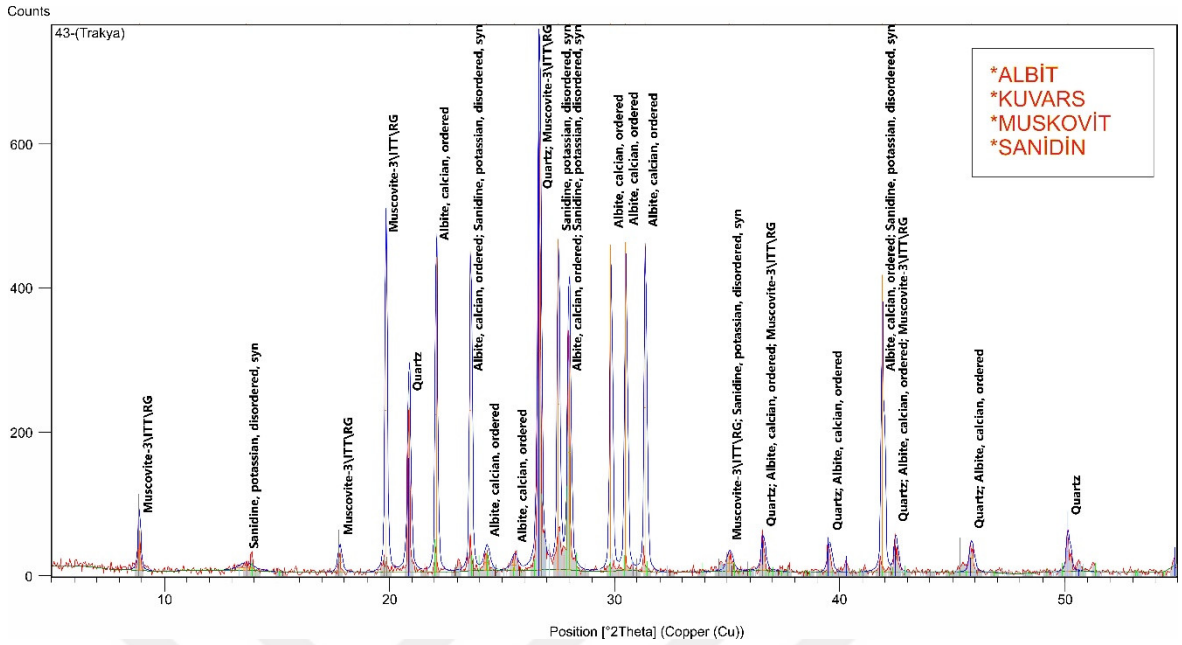
Birim ilk olarak Tchihatcheff (1864) tarafından özellikle Boğaz'ın batısında gelişmiş fosilsiz şeyl ve kumtaşları şeklinde ayırt edilmiştir. Penck (1919), birimi Pendik'te ve kısmen Boğaziçi'nde görülen fosilli seviyelerin («Fossilserie») kalın karşılığı olarak ele alır. Paeckelmann (1938), birimin Nierenkalk – Kieselschiefer – Serie 'nin karşılığı olduğunu vurgulamıştır. Okay (1947), aynı birimi Trakya serisi adıyla incelemiştir. Altınlı (1951), Mutasavvıt fasiyes adını uygun görmüştür. Abdüsselamoğlu (1963), Grovak şistleri, Kaya (1973) ve Önalan (1982), Trakya formasyonu adlarını kullanmışlardır. İnceleme alanında Trakya formasyonunun mostraları Sarıyer, Zekeriyaköy, Bahçeköy, Gümüşdere köyü arasında kalan bölgelerde görülebilmektedir. Formasyon uğramış olduğu tektonik etkiler nedeniyle kıvrımlı ve kırık-çatlaklı mostralar sunmaktadır (*Şekil 4.12*).




Şekil 4.12: Trakya formasyonun orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanmalı, ince tabakalı kumtaşı ve laminalı bitümlü şeylli (G: Gümüşdere üyesi) fasiyeslerinin mostra görünümü.

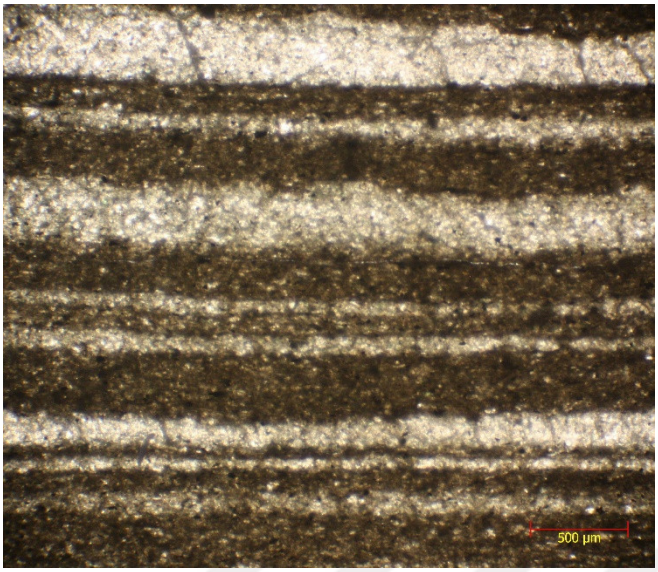
Trakya formasyonu, sarımsı yeşil, yeşilimsi sarı, kahverengimsi sarı renklerde, laminalı şeyl, kumtaşı, siltli kumtaşı, mikalı kumtaşı grovaklardan oluşan geniş yayılımlar gösteren birimdir. Formasyon kıvrımlı yapısı ile belirgin olup, grovaklardan oluşan birimin çoğu orta kalınlıklı (5-20 cm) tabakalardan oluşmaktadır. Yer yer şeyllerle ardalanmalı düzeyleri mevcuttur.

Trakya formasyonuna ait 43 numaralı örnekten yapılan XRD analizi sonucunda kayaçta kuvars, albit, muskovit ve sanidin mineralleri gözlenmiştir (*Şekil 4.13*).




Şekil 4.13: Trakya formasyonuna ait 43 numaralı örnekten elde edilen XRD analizi sonucu.

Karadan türeme materyal ve karbonatların dağılımına göre Trakya formasyonu başlıca 6 üyeden oluşmaktadır (Kaya, 1971; Pehlivan, 1990). Bunlar (Yurtsever ve Çağlayan, 2002); Şeyl, silisli şeyl, kiltaşı, litik grovak ile bunların karbonat bileşenli tiplerinden ve merceksel kireçtaşlarıdan oluşan üyesi "Acıbadem" dir. Birim ilk kez Kaya (1969; 1971) tarafından tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Beyaz gri, sarı ve açık kahve renkli kanal dolgusu ürünü çakıltaşlı üyesi "Balıklıhavuz Çakıltaşı" dır, Kaya (1971) tarafından litolojik olarak adlanan birimi Pehlivan (1990) üye bazında değerlendirmiştir. Trakya formasyonunun önemli bir bölümünü oluşturan şeyl ve grovak ardalanması ile temsil edilen üyesi "Küçükköy Kumtaşı" olarak adlandırılmıştır. Bu düzey adını tip kesit verdiği Küçükköy (Kaya, 1971) den alır. Konglomera ve kumtaşı ara katkılı, kireçtaşı mercekli, killi-kalkerli şeyl, çakılcıklı şeyl ve grovak-şeyl ardalanması ile temsil edilen üyesi "Çamurluhan Şeyl" olarak adlandırılmıştır. Tipik kesiti Cebeciköy de gözlenen birim ilk defa Kaya (1971) tarafından tanımlanmıştır. Başlıca kireçtaşı ile az miktarda killi kireçtaşı kalkerli şeyl ve ikincil dolomit ile çörtlerden oluşan üyesi "Cebeciköy Kireçtaşı" olarak adlandırılmıştır. Birim adını tip kesit verdiği Cebeciköyden almıştır (Baykal ve Kaya, 1963). Trakya formasyonunun üst seviyelerini oluşturan başlıca lidit, grovak ve silisli şeylden oluşan düzeye ilk kez Baykal ve Kaya (1963) Cebeciköy silisli şistleri adını vermişlerdir. Yurtsever (1982) bu düzeyi Trakya formasyonuna bağlayarak üye mertebesinde değerlendirmiş ve "Gümüşdere silisli şeyl-grovak üyesi" adını benimsemiştir (*Şekil 4.14*).




Şekil 4.14: Trakya formasyonu bitümlü şeyli (Gümüşdere üyesi) düzeyine ait örneğin ince kesitteki görünümü (tek nikol).

Trakya formasyonu inceleme alanındaki Sarıyer-Şile bindirme hattı boyunca Kretase yaşlı Garipçe ve Kısırkaya formasyonları, Triyas yaşlı Kapaklı ve Erikli formasyonları üzerinde tektonik dokanaklıdır. Altta ise Baltalimanı formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Gözdağ ve Aydos formasyonları bu birim üzerinde tektonik dokanaklıdır. Belgrad üyesi birim üzerinde inceleme alanının batısında ve ortasında (Bahçeköy civarı) uyumsuzlukla çökelmiştir

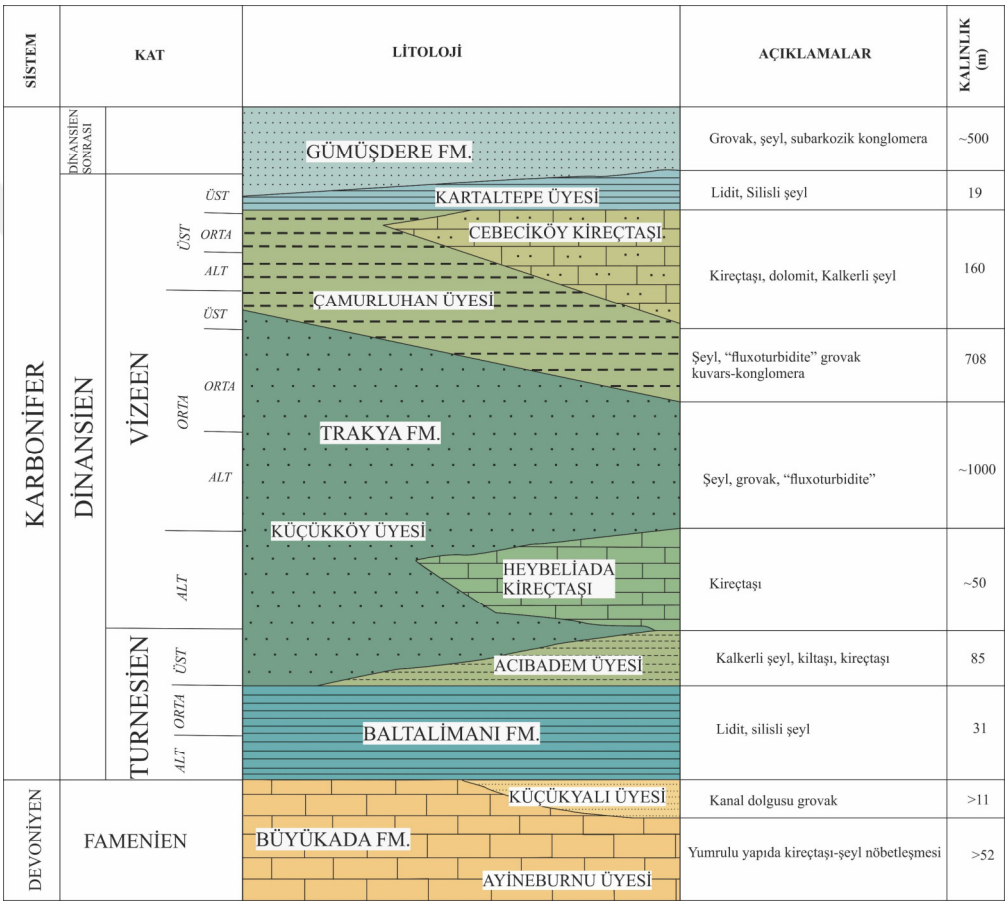
Trakya formasyonu çoğu yerde morfolojiyi oluşturmaktadır. Genellikle birimin yüzeye yakın olduğu kesimlerde ağaçlar üzerindeki 3-4 metrelik sarmaşıklar kapalı mostrada birim hakkında bilgi verebilmektedir. Kıvrımlı yapısı ile değişken kalınlıklar sunan Trakya formasyonunun tahmini kalınlığı 500m dir.

Formasyon genel olarak önceki araştırmacılar tarafından 600-1700 metre arası kalınlıkta olabileceği belirtilir. İstanbul boğazı batısında, İstinye-Ayazağa-Cebeciköy doğrultusunda ölçülen kalınlık 510 m (Kaya, 1971); birimin tüm kalınlığı yaklaşık 1000m (Kaya, 1971; Okay, 1987) dir. Kaya ve Lys (1980) ise kalınlığın 2000 m'yi aşkın olduğunu ileri sürer (Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

Baykal ve Kaya (1963), Prof. Dr. R. Kräusel tarafından tayin edilen *Lepidostrobus browni Schimper*, Eleutherophyl *lummirabile Sternb*. gibi "Trakya serisi" anlamındaki tabakalardan derlenmiş fosillere dayanarak Vizeen yaşını ileri sürmüşlerdir. Abdüsselâmoğlu (1963)

«grovak şistlerin» (Trakya formasyonu), «çörtler (lidit, radyolarit)» üzerinde bulunmaları dolayısıyla Karbonifer yaşında olduklarını bildirmiştir (Kaya, 1971).

Kaya (1971) Trakya formasyonunun kısmen transgresif, üstte ise regresif bir salınımı yansıttığını ve türbidit oluşuklarının hâkim olduğu, fosilsiz büyük bir kesim için başta daralan sona doğru tekrar genişleyen bir neritik kuşağa bağlı batiyal bir ortamda çökeldiğini belirtmiştir (*Şekil 4.15*).




Şekil 4.15: İstanbul bölgesinin Üst Paleozoyik stratigrafisinin sütun kesiti (Kaya, 1971'den değiştirilmiştir).

Paeckelmann (1938), birimin denizel kökenli olduğunu belirtmiş ve birime değişik yerlerde Orta ve Üst Devoniyen yaşını vermiştir. Yalçınlar (1951), ilk olarak Cebeciköy de Vizeen yaşlı kireçtaşının varlığını ortaya koymuş, Trakya serisinin Karbonifer yaşında olabileceğini söylemiştir. Yalçınlar (1954) Cebeciköy kireçtaşının üzerine gelen silisli şeyllerin florasına dayanarak, buna eşit tuttuğu Trakya serisini Üst Dinansiyen veya Vesifaliyen'e karasal terrijen bir istif olarak niteler. Baykal ve Kaya (1963) "Thrazische Serie" tabakalarından derlenmiş fosillere dayanarak Vizeen yaşını ileri sürmüşlerdir. Abdüsselamoğlu (1963), birimin grovak

şistlerin çörtler (Baltalimanı) üzerinde bulunmalarından dolayı Karbonifer yaşında olabileceğini belirtmiştir. Haas (1968) birimi Trakya serisi olarak ayırmış, alttaki kireçtaşı mercekli ve kumtaşlı istifi radyolaritlerle birlikte Yelkentepe tabakaları olarak tanımlamış, birimin üst kesimini Üst Trakya Serisi olarak Namuriyen yaşında olduğunu belirtmiştir. Okay (1987) alttan üste kumtaşı-şeyl, çörtlü kireçtaşı ve miltaşı, şeyl ve grovak olarak tanımladığı birimi 1000 metreye varan kalınlıkta ve başlıca Vizeen yaşında olduğunu bildirmiştir. Birim araştırmacılar tarafından genel olarak Trakya formasyonu olarak adlandırılmıştır.

### 4.3.2. MESOZOYİK

Mesozoyik birimler inceleme alanının kuzey, doğu ve orta kesimlerinde gözlemlenir. Bu birimler Kapaklı formasyonu (PTRk), Erikli formasyonu (TRe), Ballıkaya formasyonu (TRb), Bakırlıkıran formasyonu (TRbk), Garipçe formasyonu (Kkg), Kısırkaya formasyonu (Kkk) ve Sarıyer Kireçtaşı (Ksk) dır.

#### *4.3.2.1. Kapaklı Formasyonu (PTRk)*

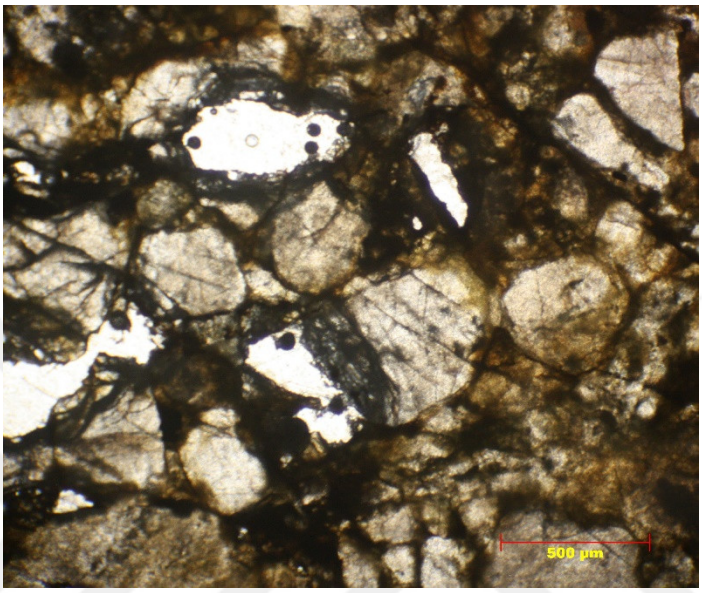
Altınlı (1968), ilk kez "Kapaklı formasyonu" adını Gebze civarında bulunan volkanik arakatkılı konglomera ve kumtaşları için kullanmıştır. Kapaklı formasyonu tektonik deformasyon ve bitki örtüsü nedeniyle inceleme alanındaki mostraları kısıtlı olmakla beraber Kestanebayırı Sırtı (6-F) ile taş ocakları (6-D) bölgesi arası mostralarını vermektedir (*Şekil 4.16*). İnceleme alanında Kapaklı formasyonu Kaya ve Lys (1980) tarafından ilk defa Kocatarla formasyonu olarak bazaltlı ve volkanik çakıllı mostraları şeklinde yorumlanmıştır. İnceleme alanındaki bu düzey Kocaeli Triyas istifindeki Kapaklı formasyonunun üst seviyelerine denk gelmektedir.



Şekil 4.16: Kırmızımtırak renkleriyle belirgin olan Kapaklı formasyonunun ince kırıntılı kumlu, siltli ince tabakalı, laminalı düzeylerinin görünümü.

Kapaklı formasyonu genelde kırmızımsı renklerde, ince-orta-kalın tabakalı ve çapraz tabakalı, kumtaşı, çakıltaşı, çakıllı kaba kumtaşı, mikalı kumtaşı ve mikalı çamurtaşı-şeyl ardalanmasından oluşmaktadır (Gedik ve diğ., 2005b). Formasyon içerisinde bulunan çakıllar

genellikle kendinden önceki birimlerden türemedir. İnceleme alanında Kapaklı formasyonu ileri derece altere, iç yapısız ve çok yersel gaz boşlukları içeren bazaltik lav katmanlı düzeyi (Kaya ve Lys, 1980) ve Erikli formasyonuna geçiş yaptığı kısımlarda ise demiroksit içeren iri kuvars çakıllı düzeyleri mevcuttur.




Şekil 4.17: Genellikle yoğun demir oksitli bağlayıcılarla tutturulmuş olan birim üst düzeylerindeki ince kırıntıların ardalanmalı düzeylerin yoğun demir oksitli bir karbonat çimento ile tutturulduğu ve yoğun makaslanma çatlaklarıyla belirgin görünümü (Çift nikol).

Kapaklı formasyonu Gümüşdere tektonik bloğunda yer almaktadır. Garipçe tektonik bloğu üzerine tektonik dokanakla gelmiştir (*Ek-2*). Tabya Tepe (6-D) civarında ise üstten Erikli formasyonuna geçişlidir. Trakya formasyonu birim üzerinde tektonik dokanaklıdır. İnceleme alanında taban düzeyleri gözlenmeyen birimin, faylarla sınırlandırılmış mostralarının yoğun kıvrımlı ve faylı yapısından dolayı oldukça değişken kalınlıklar (100-300 m) sunduğu gözlenmektedir.

Çimentosunda bolca demiroksit ve demirli karbonatlar gözlenen Kapaklı formasyonu karasal bir çökelimle başlayıp devamında yavaş yavaş derinleşen denizel bir ortamda çökelmiş olmalıdır (Özdemir ve diğ., 1975).

Az yuvarlanmış çakıllardan ve kumlardan oluşan kayaların oluşturduğu Kapaklı formasyonu, özellikle kırmızı-kırmızımsı bordo rengiyle karasal, değişik akarsu alt fasiyerlerine karşılık gelen bir ortamda çökelmiştir. Bu litolojilerin Hersiniyen dağ oluşumunu izleyen molas

çökelleri oldukları ve içerdiği bazaltik lav merceklerinin ise havzalaşmaya bağlı başlangıç mekanizmasını işaret ettiği düşünülmektedir (Seymen, 1995).

Günümüze değin fosil verisine rastlanılmayan Kapaklı formasyonu için verilen yaş aralığı, ilksel çökelim ilişkisi içerisinde altında kalan Üst Permiyen yaşlı Sancaktepe graniti ve üstünde bulunan Alt Skitiyen yaşlı Erikli formasyonuna göre Üst Permiyen –Alt Skitiyen'dir.

Baykal (1943) bu kırmızı renkli kırıntılılar için "Taban konglomerası" adlamasını kullanmıştır. Gebze civarında bulunan Kırmızı renkli volkanitli kırıntılılar Altınlı (1968) tarafından "Kapaklı formasyonu" ve "Dümbüldek formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Altınlı ve diğ. (1970), Hereke-Tavşanlı–Tepecik bölgesinde genişlettikleri çalışmalarında birimi tek isim altında "Kapaklı formasyonu" olarak incelemişlerdir. Yurtsever (1982), her iki birim içinde "Kapaklı formasyonu" adını kullanmıştır.

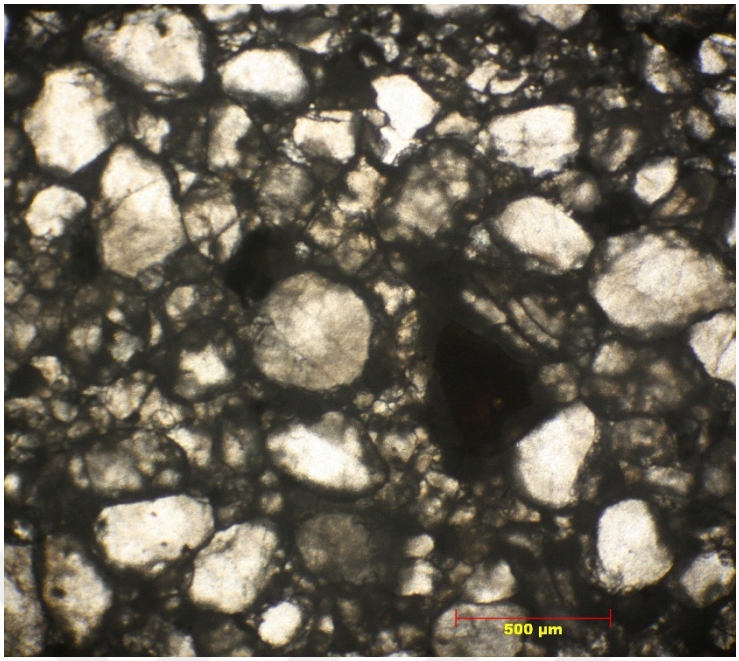
#### *4.3.2.2. Erikli Formasyonu (TRe)*

Silttaşı-şeyl aratabakalı kumtaşı ve üst düzeylerinde kumlu kireçtaşından oluşan birim, ilk kez Yurtsever (1982) tarafından "Erikli formasyonu" olarak adlanmıştır. Birim adını Erikli Dereden (Gebze- Anibal Tepe güneyi) almaktadır (Gedik ve diğ., 2005b). İnceleme alanında Erikli formasyonu mostraları kıvrımlı ve genellikle bitki örtüsü tarafından kapalı şekilde görünmektedir. Buna karşın Tabya Tepe kuzeyi (5-D) ve Gümüşdere köyü güneyindeki tır parkında (5-C) iyi mostralar (*Şekil 4.18*) sunmaktadır.



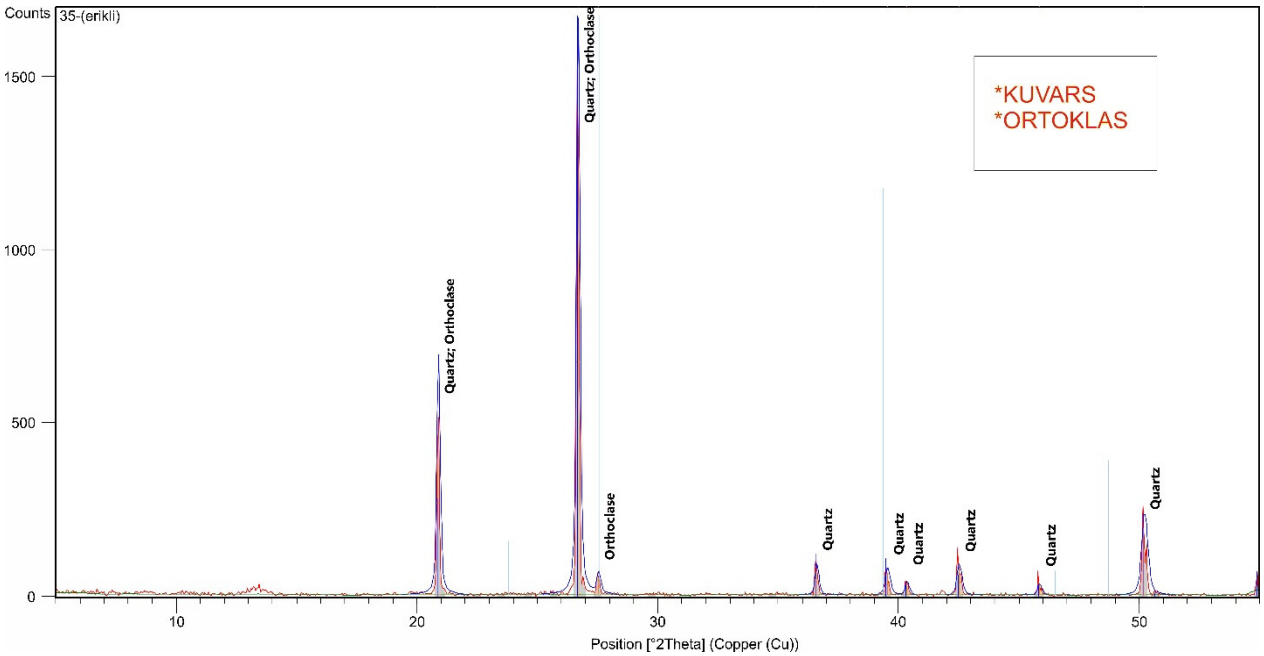
Şekil 4.18: Erikli formasyonunun Gümüşdere köyü güneyindeki laminalı düzeyinden görünüm (5-C).

Erikli formasyonunun beyaz, sarı, bej renklerde, genellikle ince–orta tabakalı, iri ve iyi boylanmış kuvars taneli kuvars kumtaşı (*Şekil 4.19*), yer yer kuvars ve volkanik çakıllı, demirli ve ince kumlu düzeyleri gözlenmektedir. Bu litolojiler inceleme alanında Kaya ve Lys (1980) tarafından Çiftalan formasyonu olarak tanımlanmıştır. Birim Kocaeli Triyası istifindeki Erikli formasyonu ile eş özelliktedir.




Şekil 4.19: Gümüşdere köyünden alınan Erikli formasyonuna ait örneğin ince-orta kum boyu yuvarlaklaşmış kuvars ve iri mafik kırıntılılarından oluşan orta-kötü boylanmalı silis çimentolu tane destekli kumtaşının tek nikoldeki görünümü.

Erikli formasyonuna ait 35 numaralı örnekten yapılan XRD analizi sonucuna göre kayacın yoğun olarak kuvars minerallerinden oluştuğu görülmektedir (*Şekil 2.20*).




Şekil 4.20: Erikli formasyonuna ait 35 numaralı kumtaşı örneğinde yapılan XRD analizi sonucu.

Erikli formasyonu Kocaeli Triyas çökeliminde altta Kapaklı formasyonu üstte ise Demirciler formasyonu ile geçişlidir (Gedik ve diğ., 2005b). İnceleme alanında Sarıyer-Şile bindirme hattında doğu-batı uzanımlı yüzlekler sunan Erikli formasyonunun stratigrafik olarak tavan ilişkisi bu hat boyunca görülmemekle birlikte Senozoyik birimler tarafından açısal uyumsuzlukla üzerlendiği görülmektedir. Tabya Tepede (6-D) tabanda Kapaklı formasyonu ile geçişli olup, Gümüşdere köyünün güneyinde Bakırlıkıran formasyonu ve Trakya formasyonu ile tektonik dokanaklı, Küçük Kartal Tepe civarında (4-A) Ballıkaya formasyonu ile tektonik dokanaklıdır. Gümüşdere Tektonik Bloğunda yer alan Erikli formasyonu, Garipçe Tektonik Bloğu içerisinde yer alan Kısırkaya formasyonu üzerinde tektonik dokanaklıdır.

İnceleme alanında Erikli formasyonu için Kaya ve Lys (1980) 115m kalınlık vermişlerdir.

Erikli formasyonu çoğunlukla lagün-sığ kıyı ortamında çökelmiş olup, taban düzeyinde bulunan çapraz tabakalı ve dalga kırışıklı, iyi yıkanmış kuvars kumtaşları yüksek enerjili kıyı koşullarını yansıtmaktadır (Özgül, 2011). Bu birimin yaşı daha önceki araştırıcıların derledikleri foraminifer türlerine göre Erken Skitiyen olarak belirlenmiştir (Yurtsever, 1982). Bu çalışmada birim içerisinde fosil bulgusuna rastlanılmamıştır.

Okay (1948) ve Abdüsselamoğlu (1963)'nun sarı renkli kumlu kalker veya sarı renkli kumtaşı; Özdemir ve diğerleri (1975)'nin sarı renkli kumlu kireçtaşı, Abdüsselamoğlu (1977)'nun t2 olarak tanıttıkları birimlerin karşılığıdır. Son olarak Yurtsever (1982) birimi Erikli formasyonu olarak adlandırmıştır.

#### *4.3.2.3.* ***Ballıkaya Formasyonu (Tʀb)***

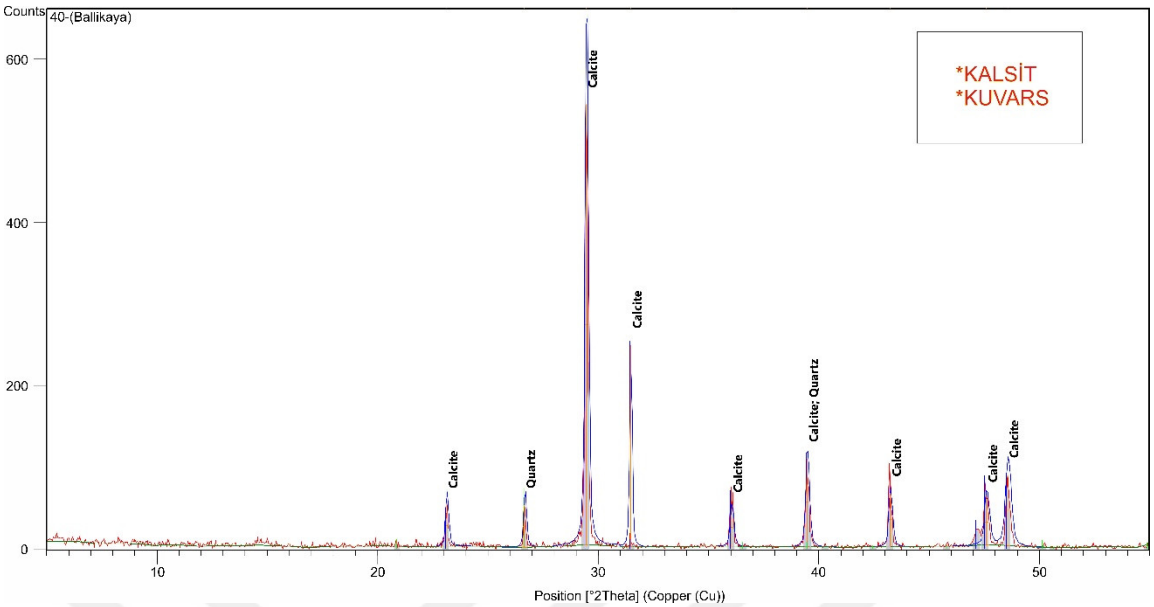
İnce-orta kristalli, çoğunlukla dolomitli ve yer yer dolotaşlı kireçtaşları, ilk kez Yurtsever (1982) tarafından "Ballıkaya formasyonu" olarak adlanmıştır. Birim adını Ballıkaya Dere den (Tavşanlı köyü kuzeyi (Kocaeli)) alır. Taban ve tavan ilişkisi faylarla sınırlandırılmış olan formasyon Gümüşdere köyü batısında (4-B) yüzlekler sunmaktadır (*Şekil 4.21*). İnceleme alanındaki Ballıkaya formasyonu ilk kez Kaya ve Lys (1980) tarafından Köseler Kireçtaşı olarak tanımlanmış ve Kocaeli Triyas istifindeki Ballıkaya formasyonu ile deneştirilmiştir.



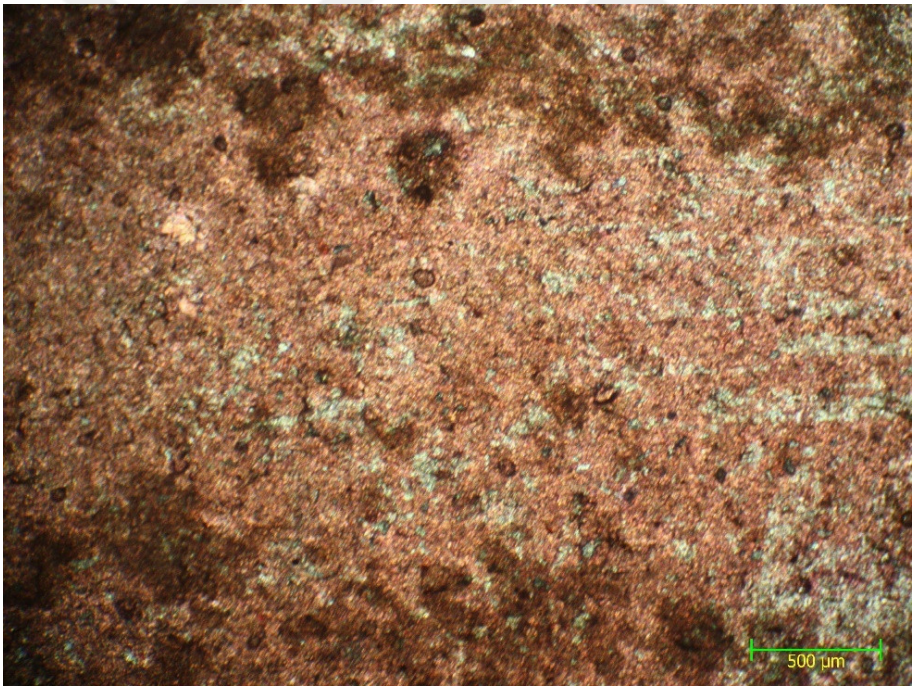
Şekil 4.21: Ballıkaya formasyonu Gümüşdere köyü batısındaki (4-B) dolomitik kireçtaşı düzeyindeki fosil kavkılı ve çatlaklı mostrası.

Ballıkaya formasyonu genellikle gri renk tonlarında, değişken kalınlıklı tabakalı, altere yüzeyleri rombusal geometri ile belirgin, dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kırıldığında ise hidrojen sülfür (çürük yumurta kokusu) kokusu vermektedir. Üst düzeyleri yer yer krinoidli olan birimin alt kesimleri gri renkli ince tabakalı mikritik kireçtaşı arakatmanları içerir (Gedik ve diğ., 2005b). İnceleme alanında Ballıkaya formasyonu açık mavimsi, gri renklerde killi kireçtaşı, dolomitleşmiş kireçtaşlarından oluşur. Fosil kavkıları ve yumrulu doku birim içinde yaygındır (*Şekil 4.24*).

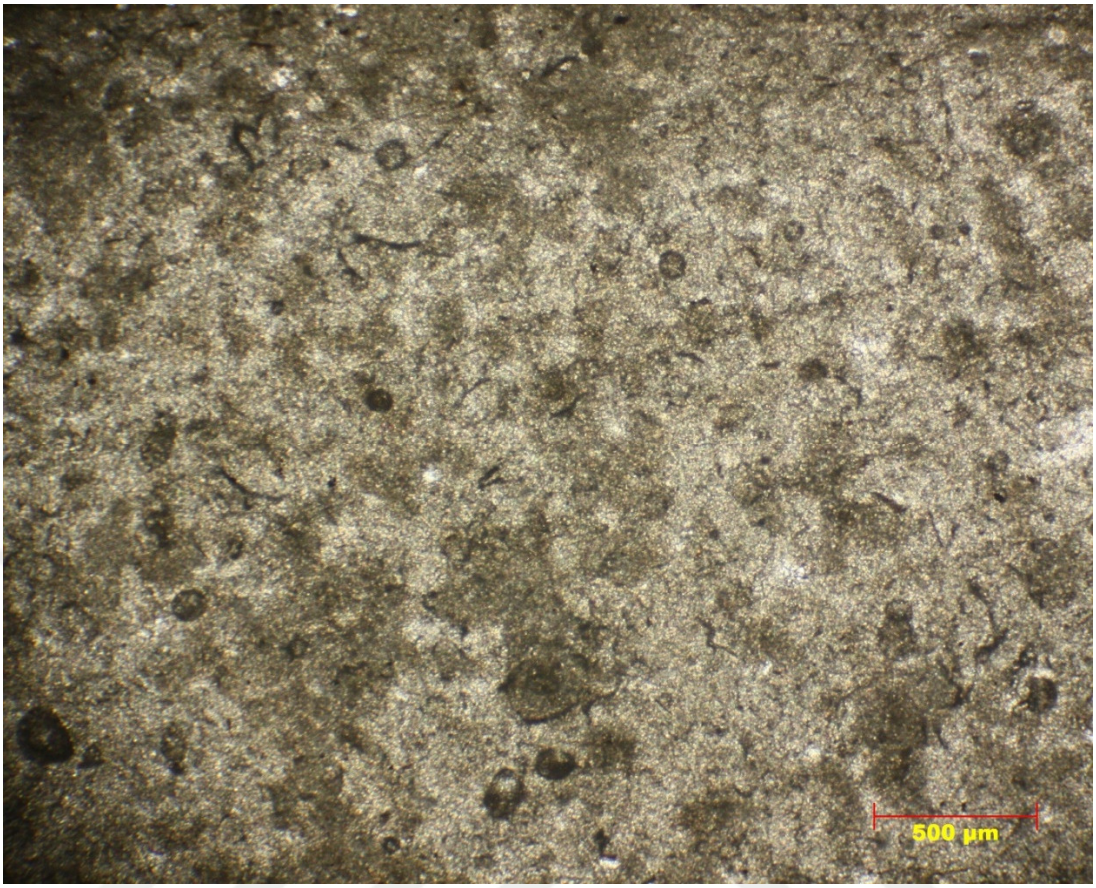
Ballıkaya formasyonuna ait 40 numaralı örnek üzerinde yapılan XRD analizi sonucuna göre kayaçta kalsit ve kuvars minerallerinin varlığı görülmektedir (*Şekil 4.22*). Aynı örnek üzerinden hazırlanmış olan ince kesit üzerinde yapılan Alizarin Red S uygulamasına göre almış olduğu renk açık pembe ve pembe olmasından dolayı renk skalasına göre (*Şekil 3.2*) kayaç dolomitik kireçtaşı olarak değerlendirilebilir (*Şekil 4.23*).




Şekil 4.22: Ballıkaya formasyonuna ait 40 numaralı örneğin XRD analizi sonucu.




Şekil 4.23: Ballıkaya formasyonuna ait 40 numaralı örnekte Alzarin Red S uygulamasına göre kayaç içerisindeki MgO artışını gösterir pembemsi renk dönüşümünün görünümü (tek nikol).




Şekil 4.24: Ballıkaya formasyonu ince kesitinde gastrapod ve fosil kavkıları gözlenen biomiktirik dolomitik kireçtaşından görünüm (tek nikol).

Normal stratigrafisinde altta Demirciler formasyonu ve üstte Kazmalı formasyonu ile geçişli olan (Gedik ve diğ., 2005b) Ballıkaya formasyonu inceleme alanında Küçükkartal Tepe (4-A) civarında Erikli formasyonu ve Bakırlıkıran formasyonu ile tektonik dokanaklıdır (*Ek-2*). Gümüşdere Tektonik Bloğu içerisinde yer alan birim, Garipçe Tektonik Bloğunda yer alan Kısırkaya formasyonu üzerinde tektonik dokanaklıdır. İnceleme alanındaki Ballıkaya formasyonunun kalınlığı Kaya ve Lys (1980) tarafından 235m olarak belirlenmiştir.

Ballıkaya formasyonunda, orta derecede korunmuş yerel foraminifer topluluklarına rastlanılmış ve Dinansiyen sonrası yaşı verilmiştir (Kaya, 1969; 1971). Kocaeli Triyas'ında Ballıkaya formasyonunun yaşı, birimin alt bölümündeki foraminiferlere (Dağer, 1978) göre Skitiyen sonu – Anisiyen başı'dır. Bu verilere göre Ballıkaya formasyonu, Skitiyen sonu – Ladiniyen yaş aralığında çökelmiş olmalıdır. Oolitik kireçtaşları, karadan türeme kaba malzemenin olmayışı, bol gastropodlu seviyeler, Ballıkaya formasyonunun, kıyı yakını sığ denizel ortamda çökeldiğini göstermektedir (Gedik ve diğ., 2005b).

Penck (1919) ve Pacckelmann (1938), birimi İstanbul Boğazı'nın her iki yanında geniş yüzlekler veren Devoniyen «Pendik serisi ve kireçtaşı» şeklinde belirtirler. Kaya (1969; 1971) birimi «Değirmendere formasyonu» olarak adlamış ve Dinansiyen sonrası Karbonifer yaşta ele almıştır (Kaya ve Lys, 1980). Baykal (1943)'ın gri masif kalkerlerinin, Erguvanlı (1949)'nın gri dolomitik kalkerlerinin, Altınlı (1968)'nın Hereke formasyonunun, Özdemir vd. (1975)'nin Dolomitik kireçtaşlarının eş değeridir. Abdüsselamoğlu (1977)'nun t3 seviyesi veya Eskihisar kireçtaşına karşılıktır. Birim son olarak Yurtsever (1982) tarafından Ballıkaya formasyonu olarak adlandırmıştır.

#### *4.3.2.4. Bakırlıkıran Formasyonu (TRbk)*

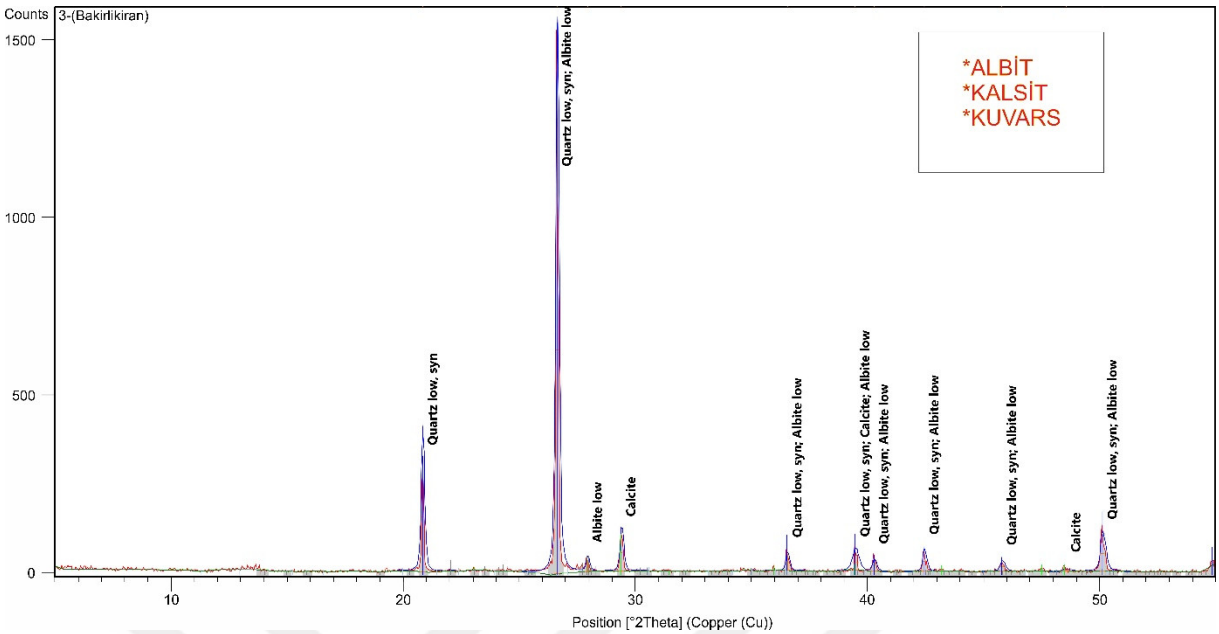
Kaya ve Lys (1980) tarafından Kilyos Triyası kapsamında değerlendirilen genellikle grimsi litarenit, çakıllı sublitarenit ve ardalanmalı kumtaşı-şeyllerden oluşan birimi Bakırlıkıran formasyonu olarak adlandırmışlardır. Birim adını Tepeköy batısındaki Bakırlıkıran Tepeden almaktadır (Gedik ve diğ., 2005b). Bakırlıkıran formasyonu Dağer (1978) tarafından Tepeköy formasyonu kapsamında "Bakırlıkıran üyesi" olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında kuzey batıda Küçük Kartal Tepe (4-A) ve Taş Ocağı (5-C) mevkisi arasında mostralarını vermektedir.



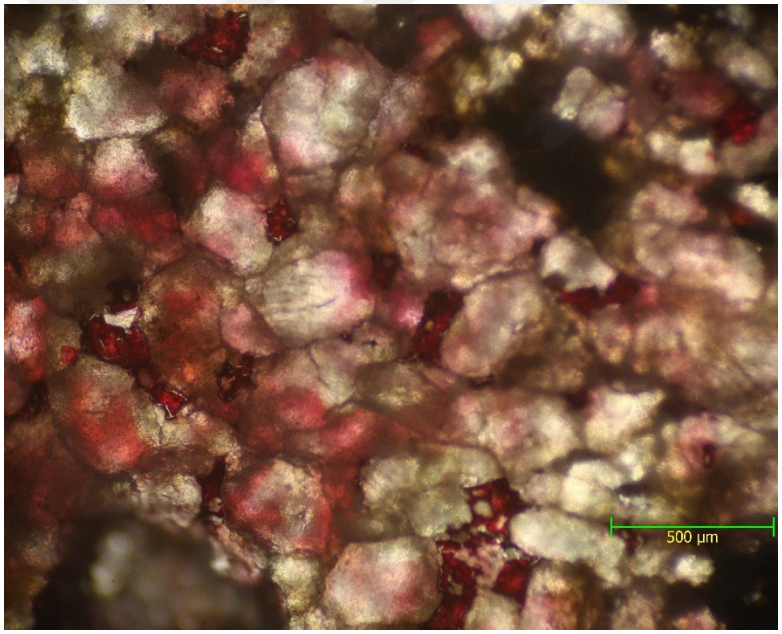
Şekil 4.25: Bakırlıkıran formasyonunun Gümüşdere Köyü güneyindeki (4-C) kumtaşı şeyl ardalanmalı mostrası (bakış yönü GB).

Bakırlıkıran formasyonu sarı, sarımsı, bej, beyaz, krem renklerde ince orta tabakalı yer yer laminalı kil-şeyl ardalanmalı kuvars kumtaşı olarak gözlemlenir (*Şekil 4.25*).

Bakırlıkıran formasyonuna ait 3 numaralı örnek üzerinde yapılan XRD analizi sonucuna göre kayaçta kuvars, albit ve kalsit mineralleri görülmektedir (*Şekil 4.26*). Aynı örnekten yapılmış olan Alizarin Red S uygulamasına göre kayacın çimento hammaddesinde kalsit bulunduğu vermiş olduğu kırmızı renk ile belirginleşirken kuvars mineralleri renk almamaktadır (*Şekil 4.27*).




Şekil 4.26 Bakırlıkıran formasyonuna ait 3 numaralı örneğin XRD analizi sonucu.

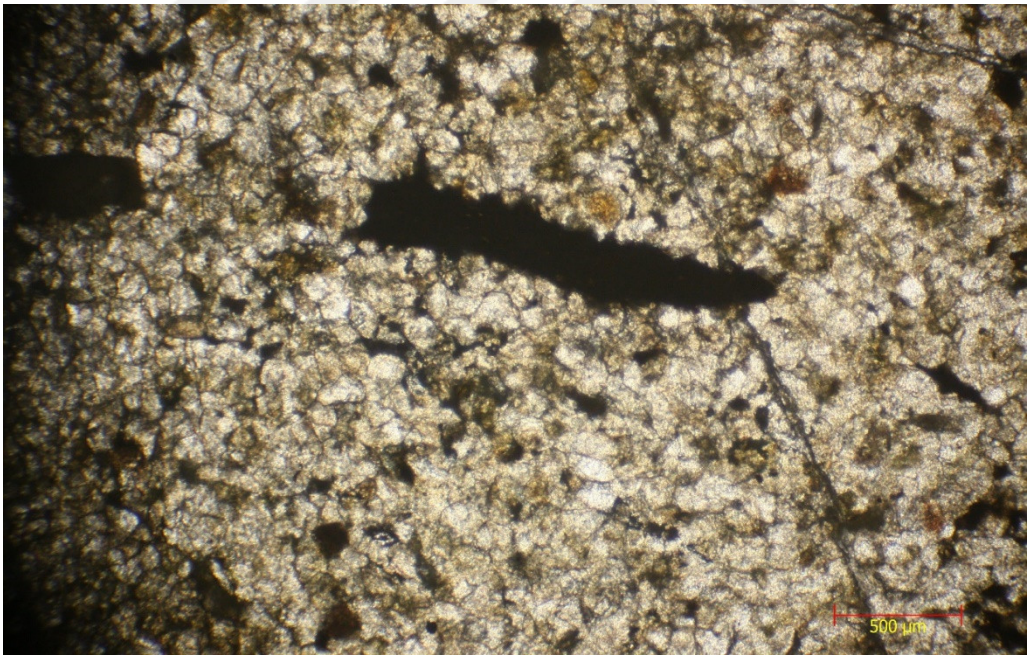



Şekil 4.27: Bakırlıkıran formasyonuna ait 3 numaralı örnekten elde edilen ince kesitte uygulanan Alizarin Red S uygulamasının görünümü.

İnceleme alanında yoğun deformasyon nedeniyle birim içerisinde yer yer devrik konumlu ardışık antiklinal ve senklinaller ve bunları kesen farklı açılı ve hareket bileşenli fayları görmek mümkündür.

Bakırlıkıran formasyonu Gümüşdere Tektonik Bloğunun içerisinde yer almaktadır ve Bloğun en çok deformasyona maruz kalan birimidir. Altındaki Garipçe Tektonik Bloğunun Kısırkaya formasyonu üzerinde tektonik dokanaklıdır. Gümüşdere güneyinde Erikli formasyonu ve Ballıkaya formasyonu ile tektonik dokanaklıdır (*Ek-2*). Birim üzerine Tersiyer birimleri uyumsuz olarak çökelmektedirler. İnceleme alanındaki Bakırlıkıran formasyonunun kalınlığı Kaya ve Lys (1980)'e göre 100 metreden fazla olmalıdır. Tabanı ve tavanı faylı olan oldukça sıkışık ve dar zonlarda mostra veren birimin tahmini kalınlığı 110 metre civarıdır.

Bakırlıkıran formasyonu, başlıca grimsi litarenit, çakıllı sublitarenit ve şeylden yapılıdır. Şeyllerle ardalanmalı kumtaşlarında dağınık olarak kömürleşmiş bitki kalıntıları ve ince kömür oluşukları olağandır. Kalın kumtaşlarında ender olarak bulunan krinoid kalıntıları denizel ortama işaret eder (Kaya ve Lys, 1980) (*Şekil 4.28*). Bakırlıkıran formasyonunu Kaya ve Lys (1980) Kocaeli Triyası istifindeki Karniyen yaşlı *Halobia*'lı kumtaşı-şeyl ardalanımlı düzeye litolojik açıdan benzerlik sunduğunu belirtmişlerdir.




Şekil 4.28: Bakırlıkıran formasyonunun ince kuvars taneli kumtaşı seviyesi ve bitki kırıntıları (tek nikol).

Paeckalmann (1938) birimi, Gümüşdere köyü güneyinde "liegende quarzit" şeklinde ayırtlar ve Boğaz içindeki Alt Devoniyene ait "Pendik schichten, quarzit in Istinye" seviyeleriyle yaşıt tutar. Kaya (1969; 1971) Uskumruköy formasyonu adını verdiği formasyonun yanal eş değeri,

Kocaeli Yarımadası'nda Yurtsever (1982) tarafından Tepeköy formasyonu kapsamında Bakırlıkıran üyesi olarak ayırtlanmış ve adlanmıştır.

#### *4.3.2.5.Garipçe Formasyonu (Kkg)*

Keskin ve diğerleri (2003) Sarıyer-Şile bindirmesi hattı boyunca görülen volkanik birimleri Kavaklar grubu adı altında inceleyip, yer yer sarı bej renkteki volkanoklastik yer yer iri bloklar halindeki andezitik bileşimli volkanik birimi Garipçe formasyonu olarak değerlendirmişlerdir. İnceleme alanında tipik mostralarını Rumeli Kavağı, Garipçe ve Rumeli Feneri hattı boyunca farklı fasiyesleriyle görmek mümkündür (*Şekil 4.29*).

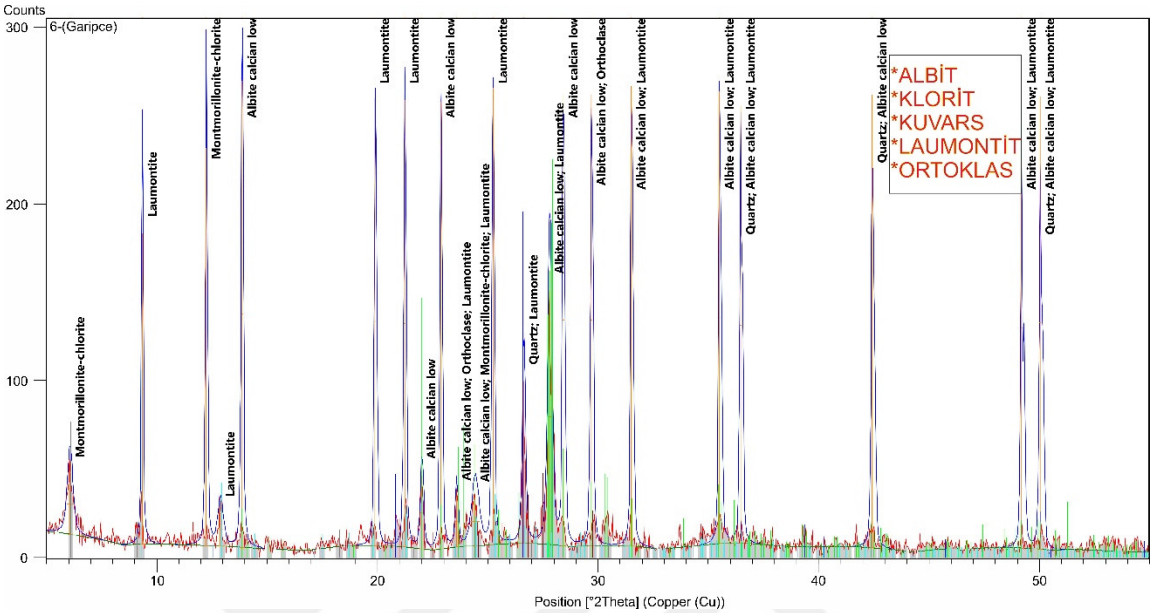


Şekil 4.29: Garipçe formasyonunun yoğun deformasyonlu ve altere genel görünümünü yansıtan Rumeli Kavağındaki mostrası (J10).

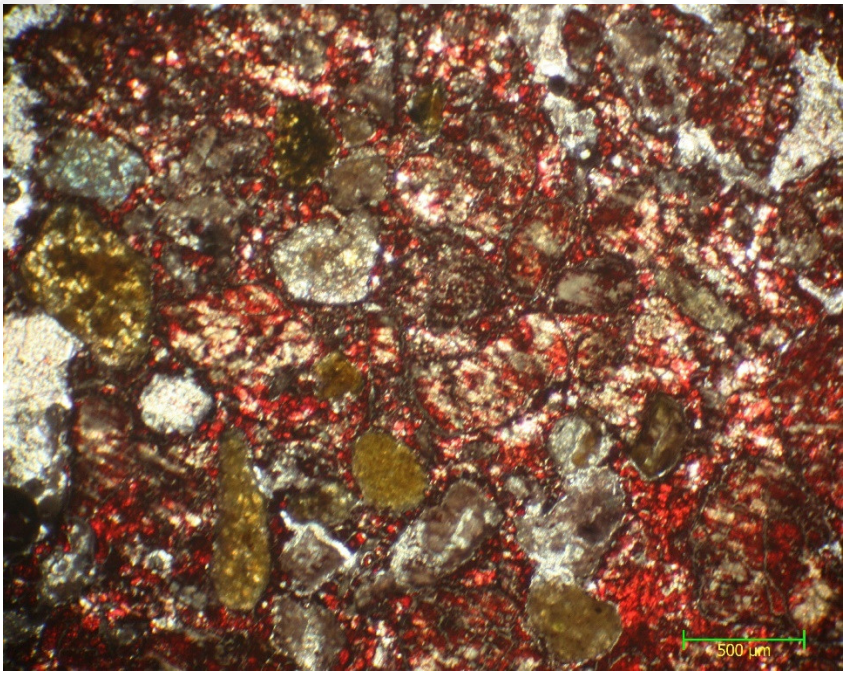
Garipçe formasyonu; sarımsı beyaz, beyazımsı yeşil, sarımsı yeşil renklerde tüf ve lav akıntısı şeklinde izlenen andezitik ve bazaltik bileşimli yer yer karbonat ara düzeyli litolojiler ve volkanoklastiklerden oluşan bir birimdir.

Garipçe formasyonuna ait 6 numaralı andezit örneği üzerinde yapılan XRD analizine göre kuvars, albit, ortoklas, laumontit ve klorit mineralleri görülmektedir (*Şekil 4.30*). Garipçe formasyonunun karbonatlı düzeyinden alınan 23 numaralı örnekte yapılan ince kesit, üzerinde

uygulanan Alizarin Red S uygulamasına göre çimentosu tamamen kırmızı renk almaktadır içerisindeki kırıntılar ve mineral taneleri ise renk almamaktadır (*Şekil 4.31*).




Şekil 4.30: Garipçe formasyonuna ait 6 numaralı andezit örneğinin XRD analizi sonucu.




Şekil 4.31: Garipçe formasyonunun karbonat kırıntılı düzeyinden alınan 23 numaralı örnekten yapılan ince kesitte uygulanan Alizarin Red S boyamasına dair bir görünüm.

Garipçe formasyonu sarı ve beyaz renklerde çakıllı (hyaloklastit) volkano sedimenter bir litoloji ile inceleme alanının orta kısımlarında gözlemlenir, kuzeye doğru gidildikçe andezitik ve

bazaltik bir şekilde yeşil ve sarımsı yeşil renklerde gözenekli 1-5m arası değişken kaya blokları halinde bol kırık ve çatlaklı halde gözlemlenir. Kısırkaya ile dokanak yaptığı yerlerde karbonat ve çakılı kumtaşı, siltli killi kum şeklinde yer yer görülmektedir. Buda birimin derin deniz, sahil kenarı (şelf), resif arkası ve önü ortamları temsil eden fasiyesleri göstermektedir. İnceleme alanında geniş alana yayılmış olan Garipçe formasyonu bölgedeki temel kayaları oluşturmaktadır. İnce kesit altında çoğunlukla bozuşmuş şekilde plajioklas, piroksen ve feldspatlar görülmektedir. Plajioklaslar Alkali feldispatlara göre daha yoğun bulunmaktadırlar. Plajioklaslar dilinim düzlemleri ve kenarları boyunca killeşmiş kloritleşmiştir. Piroksenlerde bozuşmaya bağlı kloritleşmiştir. Hamur içindeki mikrolitlerde yönlenmeler ve akma yapıları görülmekte. Opak minerallerede (magnetit, hematit vb.) bolca rastlanılmaktadır.

Garipçe formasyonu Kavaklar grubu'nun ağırlıklı litolojisini oluşturur ve başlıca volkaniklastik sedimentler (>%98) ve az oranda lavlardan (<%1-2) oluşur. Yer yer oluşan kumtaşları ve silt taşları seviyeleri vardır. Silttaşlarının üst kesimi 1-1,5 m kalınlıklı karbonat moloz akıntısı kapsar. Bu seviye bol miktarda fosil kırıntıları içerir. Ekinid (mikraster), alg ve mercan parçaları bu seviyelerde bulunmuştur. Garipçe formasyonu tabaka kalınlığı ve tane boyu bakımından üste doğru incelen bir istiftir. Tanelerin boylanması son derece kötüdür. Yer yer moloz akıntılarına özgü derecelenme ve ters derecelenmelere rastlanır. Bu istif yerel olarak dayklar, siller ve intrüzyonlar ile kesilir. Formasyonda neptüniyen dayklar ve sin-sedimenter normal faylara da rastlanır (Keskin ve diğ., 2003).

Garipçe formasyonu yanal yönde ve üstte Kısırkaya formasyonu ile uyumlu, üstten Gümüşdere Tektonik Bloğu birimleri ile tektonik dokanaklı, yine üstten Sarıyer Tektonik Bloğu birimleri ile tektonik dokanaklı (*Ek-2*), üstten uyumsuz olarak Tersiyer birimleri tarafından örtülür. Normal stratigrafik istifte birimin altında bulunan Bozhane formasyonu inceleme alanında görülmemektedir. Birimin kalınlığı 2000 metreden fazla olduğu düşünülmektedir (Keskin ve diğ., 2003).

Garipçe formasyonunu oluşturan kırıntılı istiflerin neredeyse tamamı volkanik kökenli olsada Kampaniyen dönemindeki lav ara katkılarının istifteki hacimsel oranı nispeten düşük kalmıştır. Bu gözlem bu dönemde tüm bölgeyi etkilemiş, horst/graben morfolojisinin ortaya çıkmasına ve derin denizel bir ortamda volkanik materyalin sürekli taşınıp çökelmesine neden olan bir gerilmeli tektonik rejimin egemen olduğunun belirtisi olarak yorumlanmaktadır

(Keskin ve diğ., 2003). Birimin yaşı daha önceki araştırmacılar tarafından fosil içeriğine göre verilen yaş aralığı Üst Santoniyen-Maastritiyendir (Özgül, 2011).

Formasyon daha önceki araştırmacılar tarafından Yemişliçay grubu adı altında ilk kez Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Sinop bölgesinde volkanik tüf, aglomera, alacalı marn, şeyl ve kumtaşından oluşan Geç Kretase birimleri olarak değerlendirilmiş, Kocaeli ve İstanbul yörelerinde İshaklı formasyonu ve Riva formasyonu olarak söz edilmiştir. Önalan (1982) Heybeli ada asit volkaniti yine bu kapsamda değinilmiştir. Baykal ve Kaya (1966) İstanbul boğazını sedimenterlere ağırlık verdikleri makalelerinde volkanik birimlere Kretase adı altında değinmişlerdir. Keskin ve diğ. (2003) Sarıyer-Şile bindirmesi hattı boyunca görülen volkanik birimleri Kavaklar grubu adı altında inceleyip Bozhane formasyonu, Garipçe formasyonu ve Kısırkaya formasyonu olarak ayırmışlardır.

#### *4.3.2.6. Kısırkaya Formasyonu (Kkk)*

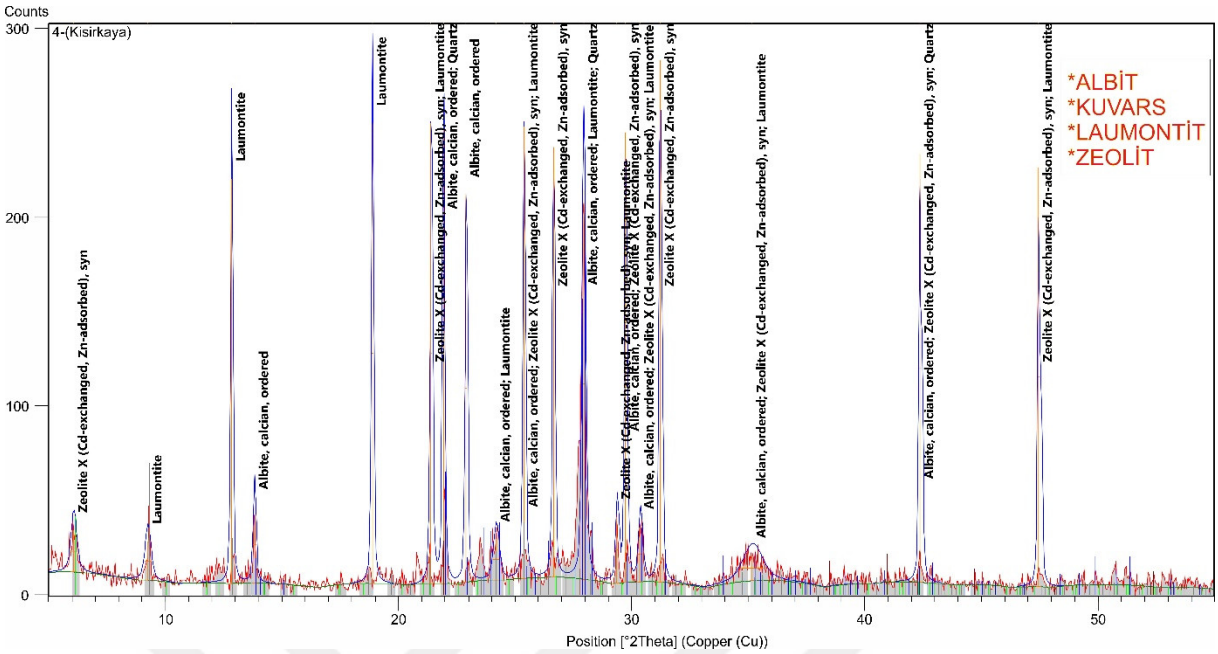
Keskin ve diğ. (2003) Sarıyer-Şile bindirmesi hattı boyunca görülen volkanik birimleri Kavaklar grubu adı altında inceleyip Garipçe formasyonundan farklı olarak bazik bileşime sahip olan birimi Kısırkaya formasyonu olarak tanımlamışlardır. Kısırkaya formasyonu inceleme alanında Kısırkaya ve Demirciler köyleri arasındaki çoğu yerde gözlenebilmektedir (*Şekil 4.32*).



Şekil 4.32: Kısırkaya formasyonunun Kilyos civarındaki Alkali olivin bazalt lav akıntılı mostrasından bir görünüm.

Kısırkaya formasyonu bazaltik lav akıntılı ve bunların kırıntılarından oluşan, kırmızı bordo koyu yeşil renklerde volkanojenik bir birimdir. Petrografik incelemede Garipçe formasyonu ile benzer özellikler göstermektedir. Plajioklaslarda karbonatlaşmalar görülmekte, piroksenler kloritleşmiş, ayrışmalara bağlı karbonatlaşmalar görülmektedir. Garipçe formasyonundan farklı olarak birim olivin içermektedir. Garipçe formasyonu andezitik bazalt- andezit olup, Kısırkaya formasyonu ise alkali levha içi bazaltik Andezit- Olivinli bazalttır.

Kısırkaya formasyonuna ait 4 numaralı bazaltik andezit örneğinde yapılan XRD analizi sonucuna göre kuvars, albit, laumontit ve zeolit mineralleri görülmektedir (*Şekil 4.33*).




Şekil 4.33: Kısırkaya formasyonuna ait 4 numaralı bazaltik andezit örneğinde yapılan XRD analizi sonucu.

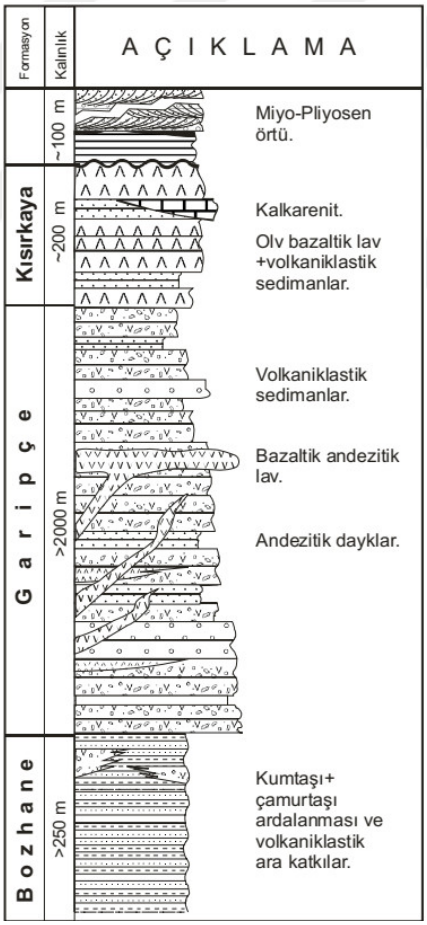
Kavaklar Grubunun üst kesimini oluşturan Kısırkaya formasyonu, ince-orta kalınlıklı bazaltik lavlar ile bunların kırıntılılarından oluşan, bordo ayrışma renkli volkanojenik bir birimdir. Kısırkaya formasyonu'nun görünür alt seviyelerini siyah, yeşilimsi ve kırmızımsı siyah renkli bazaltlar oluşturur. Genelde 30-40 cm kalınlıklı lav akıntıları aralarında herhangi bir kırıntılı düzey olmaksızın 50 m ye yakın kalınlıkta bir istif oluşturur. Bazaltlar vesiküler, ince taneli ve olivin fenokristallidirler. Olivinler öz şekilli olup alterasyon ile tamamen kırmızı renkli iddingsit'e dönüştükleri çıplak gözle bile görülebilmektedir (Keskin ve diğ., 2003).

Kısırkaya formasyonu alttan ve yanal yönden Garipçe formasyonu ile uyumludur. Üstten Gümüşdere Tektonik Bloğu ve Zekeriyaköy Tektonik Bloğunda yer alan Trakya formasyonu birim üzerinde tektonik dokanaklıdır. İnceleme alanının kuzey batısında Tersiyer birimleri Kısırkaya formasyonunu açısal uyumsuz olarak örtmektedirler. Birimin kalınlığı yaklaşık 200 metre olarak tanımlanmıştır (Keskin ve diğ., 2003).

Kırmızı-bordo renkli volkaniklastikler orta-kalın katmanlı moloz akıntılarından ve volkanizma su-lav etkileşimi sonucu oluşmuş hyaloklastik düzeylerden oluşur. Tane boyutu birkaç mm'den 50 cm'ye kadar değişken boylardadır. Hyaloklastikçe zengin düzeylerde lav tüpleri ve bunların parçalarının bulunması lav deltası ortamını çağrıştırmakta olduğu söylenmektedir

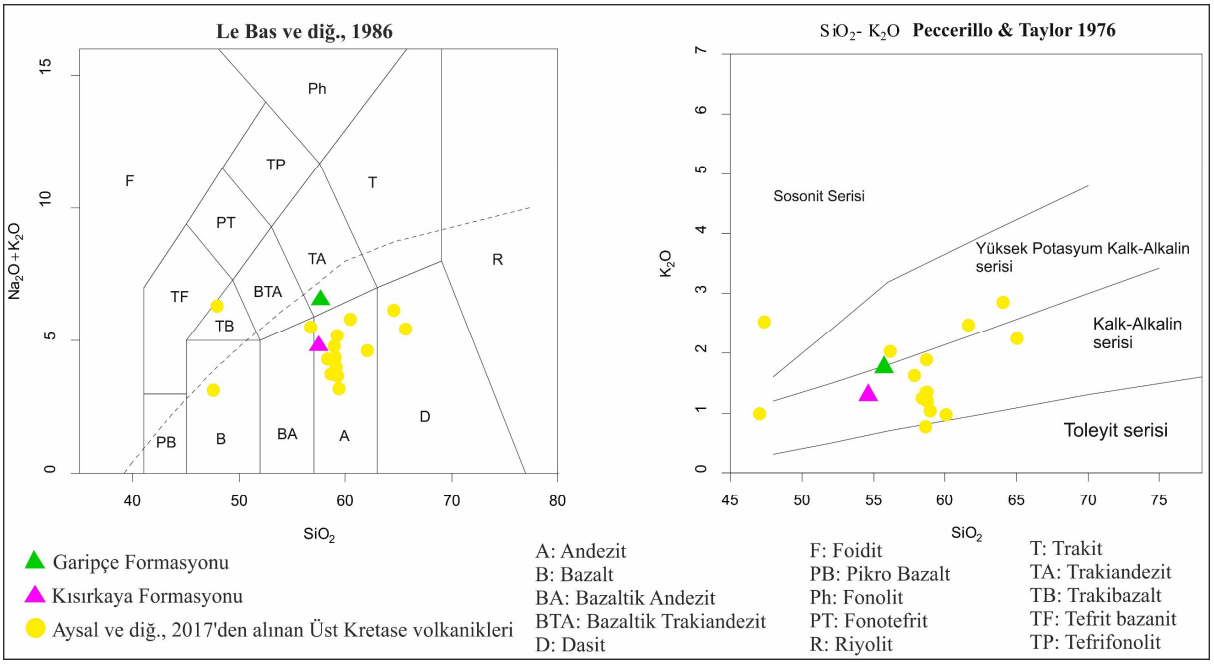
(Keskin ve diğ., 2003). Birimin yaşı daha önceki araştırmacılar tarafından Garipçe formasyonu ile uyumlu olmasından dolayı Üst Kretase olarak belirtilmiştir.

Formasyon daha önceki araştırmacılar tarafından Yemişliçay grubu adı altında ilk kez Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Sinop bölgesinde volkanik tüf, aglomera, alacalı marn, şeyl ve kumtaşından oluşan Geç Kretase birimleri olarak değerlendirilmiş, Kocaeli ve İstanbul yörelerinde İshaklı formasyonu ve Riva formasyonu olarak söz edilmiştir. Baykal ve Kaya (1966) İstanbul Boğazını inceledikleri makalelerinde volkanik birimleri Kretase adı altında değinmişlerdir. Keskin ve diğ. (2003) Sarıyer- Şile bindirmesi boyunca görülen volkanik birimleri Kavaklar grubu adı altında inceleyip Garipçe formasyonundan farklı olarak değerlendirdikleri bu birimi Kısırkaya formasyonu olarak tanımlamışlardır (*Şekil 4.34*).

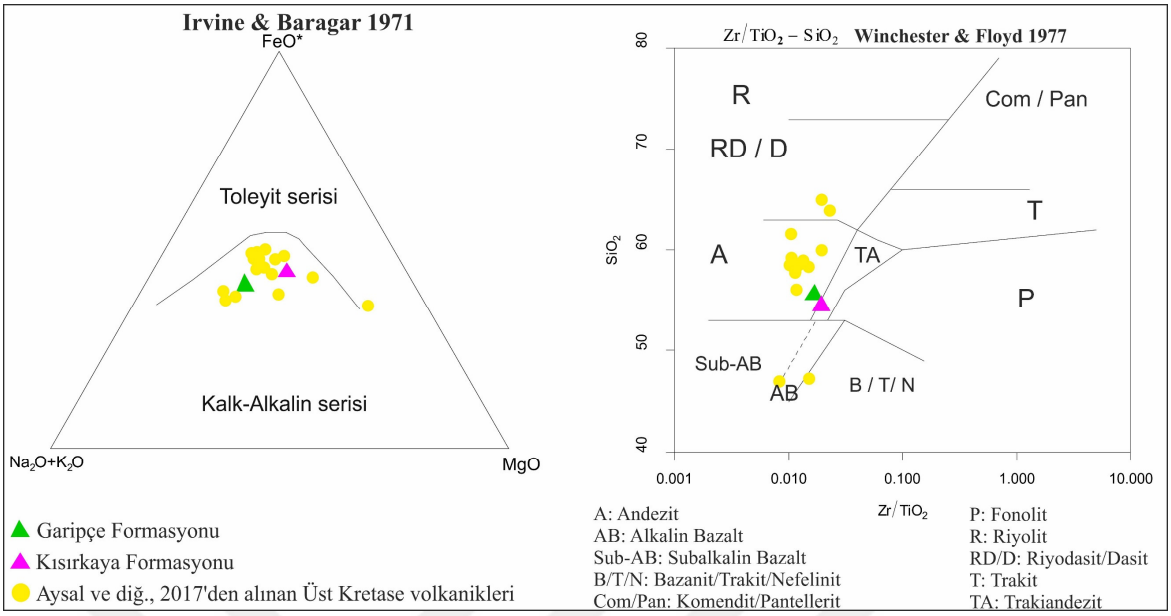



Şekil 4.34: Kavaklar Grubu genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Keskin ve diğ., 2003).

İnceleme alanından Garipçe formasyonu (Örnek No:6) ve Kısırkaya formasyonuna (Örnek No:4) ait örneklerin ve Aysal ve diğ. (2017)'den alınan Üst Kretase volkaniklerini kesen mafik ve ortaç dayklar ve küçük stoklara ait iz ve nadir toprak elementlerinden GCDkit programı yardımıyla Jeokimyasal sınıflama ve tektonik ayırtlama diyagramları yapılmıştır. Volkanik örneklerin Jeokimyasal sınıflandırılmasında Le bas ve diğ. (1986), Peccerillo ve Taylor (1976), ve Irvine ve Baragaar (1971) diyagramları kullanılmıştır. Ayrışma/bozuşmanın ana ve iz element jeokimyası üzerindeki olası etkilerini kontrol edebilmek için ayrıca Winchester ve Floyd (1977) $Zr/TiO_2$- $SiO_2$ diyagramıda kullanışmıştır, zira bazı lavların ateşte su kaybı (LOI) yüksektir (*Şekil 4.35; 4.36*).

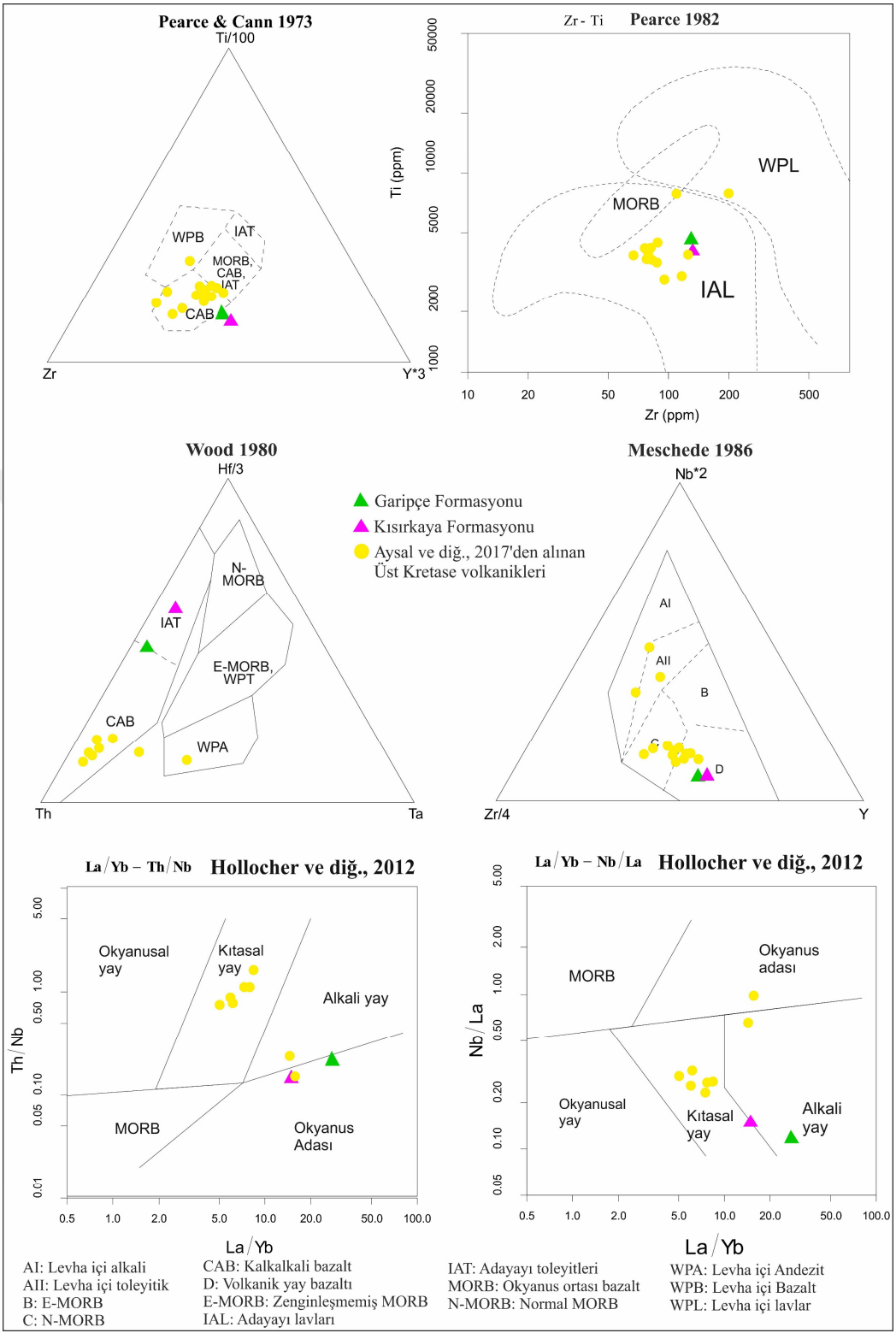



Şekil 4.35: İnceleme alanından derlenen Üst Kretase volkaniklerinin, Le Bas ve diğ. (1986) ve Peccerillo ve Taylor (1976) diyagramlarına göre sınıflanması.




Şekil 4.36: İnceleme alanından derlenen Üst Kretase volkaniklerinin, Irvine ve Baragar (1971) ve Winchester ve Floyd (1977) diyagramlarına göre sınıflaması.

İnceleme alanından Garipçe formasyonu ve Kısırkaya formasyonuna ait örneklerin ve Aysal ve diğ. (2017) den alınan Üst Kretase volkaniklerini kesen mafik ve ortaç dayklar ve küçük stokların, Paleotektonik ortamlarına yaklaşım yapmak amacıyla Pearce ve Cann (1973), Pearce (1982), Meschede (1986), Wood (1980), Hollocher ve diğ. (2012) *La/Yb – Th/Nb* ve *La/Yb-Nb/La* ayırtlama diyagramları kullanılmıştır (*Şekil 4:37*).




Şekil 4.37: İnceleme alanından derlenen Üst Kretase volkaniklerinin, Paleotektonik ortamlarına yaklaşım yapmak amacıyla Pearce ve Cann (1973), Pearce (1982), Meschede (1986), Wood (1980), Hollocher ve diğ. (2012) *La/Yb-Th/Nb* ve *La/Yb-Nb/La* ayırtlama diyagramları kullanılmıştır.

#### *4.3.2.7. Sarıyer Kireçtaşı (Ksk)*

Zekeriyaköy'ün kuzeyinde yer alan pembemsi renkli kaba taneli bioklastlı kireçtaşları Kaya (1971) tarafından Sarıyer Kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. Formasyon bazında değerlendirilebilinmesine karşın bu birim ilk adlamaya sağdık kalınarak Sarıyer kireçtaşı olarak değerlendirilmiştir. Bol fosilli olan bu birim inceleme alanında Zekeriyaköy – Demirciköy arasındaki alanda bloklar halinde gözlenmektedir *(Şekil 4.38*).

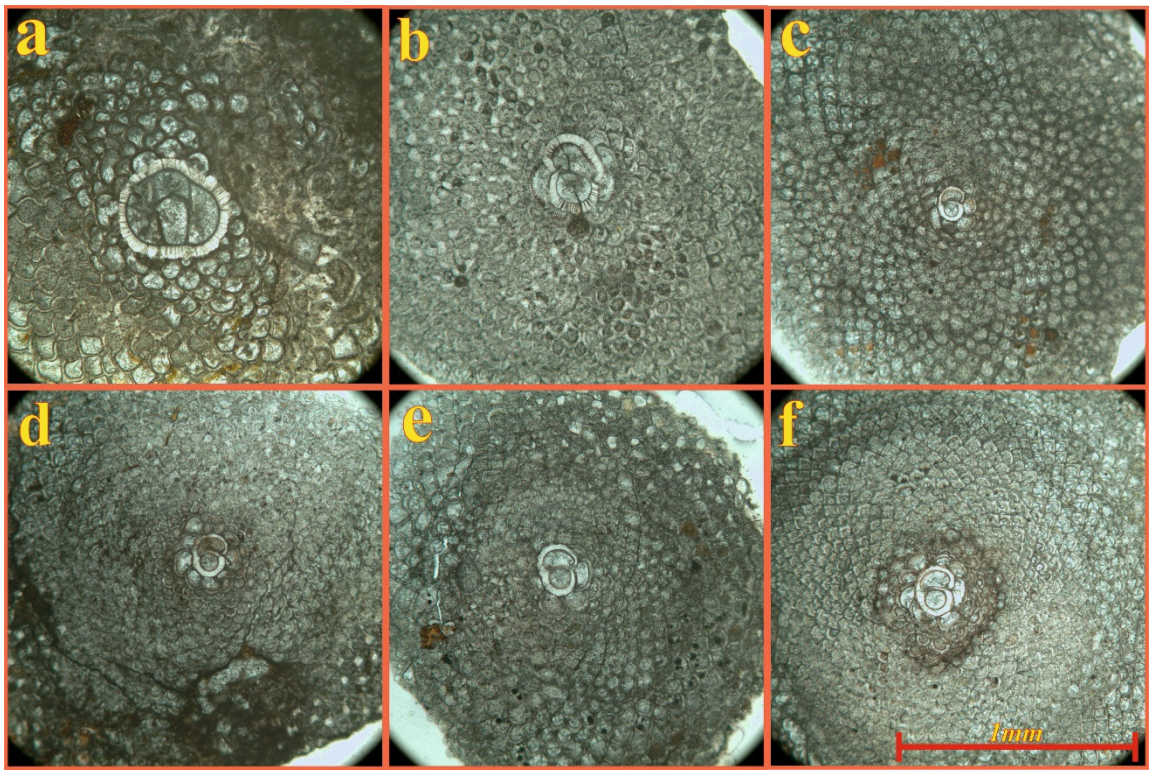
Sarıyer kireçtaşı sarı, sarımsı beyaz, kırmızı, pembemsi mor renklerde, ince-orta-kalın tabakalı kırıntılı (Volkanik kökenli), kumlu kireçtaşı ve kireçtaşıdır. Mikritik kireçtaşı, bioklastik kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kalkarenit gibi değişik türden kireçtaşı katmanlarıyla tüf ve aglomera düzeyleri ile ardalanmalı olup, uğramış olduğu tektonizma nedeniyle aşırı deforme olan birimde düzenli bir istiflenme görülmemektedir (Özgül, 2011).



Şekil 4.38: Sarıyer Kireçtaşı'nın ince-orta tabakalı, pembemsi renkli kireçtaşı düzeyi (bakış yönü KD).

Sarıyer Kireçtaşı, Garipçe ve Kısırkaya formasyonları ile geçişli olup üstten İstanbul formasyonunun Kayalıtepe ve Meşetepe üyeleri ile uyumsuzlukla örtülmüştür. Birimin inceleme alanındaki yaklaşık kalınlığı 50 metre civarındadır.

Birimin içerisinde *Orbitoides megaloformis*, *Lepidorbitoides campaniensis*, *L. bisambergensis*, *L. bisambergensis asymmetrica* foraminifer topluluklarına rastlanmıştır (*Şekil 4.39*).




Şekil 4.39: Sarıyer Kireçtaşından derlenen bazı fosiller; a) *Orbitoides megaloformis* (Papp ve Küpper), b) *Lepidorbitoides bisambergensis* (Jaeger), c-f) *Lepidorbitoides campaniensis* (Van Gorsel).

Bu birim ilk defa Chaput (1932) tarafından, Sarıyer'in kuzey batısında Kilyos'a 3 *km* mesafede kırmızı kalkerler içinde: Orbitoides socialis, Orbitoides apiculata fosillerini bulmasıyla ortaya çıkmış, Akartuna (1963) Sarıyer- Şile bindirme fayı çizgisinde paleozoyik birimler altında kalan Orbitoidesli ve Actaeonella'lı kalker, Kaya (1971) tarafından belirlenen fosillere göre Üst Kretasede oluşmuş resifal özellikte Sarıyer kireçtaşı birimi olarak değinilmiştir. Özgül (2011) ise Garipçe formasyonunun Zekeriyaköy üyesi olarak ele almıştır.

### 4.3.3. SENOZOYİK

Senozoyik birimler genellikle yataya yakın tabakalanma gösterirler. İnceleme alanının genellikle kuzeyinde gözlemlenen bu birimler Danişment formasyonu (Td) ve İstanbul formasyonu (Ti) ve Belgrad formasyonudur (Tb).

#### *4.3.3.1. Danişment Formasyonu (Td)*

Ekonomik kömür seviyeleri içeren ve üst düzeyleri konjeryalı kireçtaşı ara tabakalı kiltaşı, miltaşı, kumtaşı ardalanmasından oluşan birim danişment formasyonu olarak ilk kez Boer (1954) tarafından adlandırılmıştır. Adını Keşan'ın Danişment köyünden almaktadır. İnceleme alanında Gümüşdere ve Kısırkaya köyleri arasında kalan bölgede mostralarını vermektedir.

Danişment formasyonu sarı, sarımsı gri, beyaz, bej renklerde ince orta tabakalı kuvars çakıllı ve mikalı kum taşı ve killi kumtaşı birimin genel litolojisini oluşturmaktadır. Yer yer formasyon içerisinde çapraz tabakalanma, silisleşmiş ağaç parçaları ve kömür bantları mevcuttur. Danişment formasyonu Özgül (2011) tarafından 6 üyeye ayrılmıştır bunlar tabandan tavana doğru; koyu yeşilimsi, kül renkli dağılgan, levhamsı karton şeyllerle temsil edilen "Süloğlu şeyl" üyesi (Tds), yeşilimsi, kahverengimsi renklerde orta-kalın tabakalı bitki kırıntılı kumtaşları ile temsil edilen "Silivri kumtaşı" üyesi (Tdsl), yeşilimsi kahverengimsi renklerde ince laminalı kumtaşı kiltaşı-şeyllerle temsil edilen "Gürpınar" üyesi (Tdg), yeşilimsi, kirli beyaz renklerde camsı hamurla tutturulmuş felsik tüf litolojili "Çantaköy tüf" üyesi (Tdç), gri renkli kalın tabakalı sıkı tutturulmuş kumtaşı üyesi "Sinekli" üyesi (Tds) ve gri, boz renklerde çapraz tabakalı kumtaşı- çakıltaşı, koyu külrengi kil ve kömür ardalanmalı litolojiye sahip "Ağaçlı" üyesi (Tda) dir.

Danişment formasyonu Kısırkaya formasyonu ve Bakırlıkıran formasyonu üzerine uyumsuz olarak çökelmiştir. Üstten İstanbul formasyonunun Kıraç üyesi ile uyumsuz örtülür. Danişment formasyonunun kalınlığı 1000 metreye kadar çıkmaktadır fakat daha fazla olduğu düşünülmektedir (Siyako, 2006). İnceleme alanında Danişment formasyonunun görünür kalınlığı yaklaşık 150 metredir. Birim içerisinde açılmış kum ve kömür ocakları mevcuttur (*Şekil 4.40*).



Şekil 4.40: Danişment formasyonunun kum ocağı yarmalarında görülen kömür bantları (Kısırkaya köyü güneyi (A2), sarı kesik çizgili düzeyler kömür bantları, bakış yönü kuzey).

Danişment formasyonu litolojik karakteri ve sedimenter yapıları itibariyle, delta düzlüğü fasiyeslerini temsil etmektedir. Göl, bataklık, taşkın ovası ve akarsu ortamında gelişmiş yer yer ince laminalı olan kiltaşı ve şeyl, kumtaşı, çakıltaşı ve kömürler birimi oluşturan asıl litolojilerdir. Formasyonun inceleme alanındaki litolojisi ve fasiyes özellikleri dikkate alındığında, oldukça geniş bir yelpazede ve farklı enerji koşullarında çökelim sunan, kalın istifin Ağaçlı üyesi olarak tanımlanan düzeylere karşılık geldiği söylenebilir. Ağaçlı üyesi linyitlerinin spor ve polen içeriğine göre yaşının Geç Oligosen – Erken Miyosen olduğu belirtilmiştir (Akyol ve Akgün, 1995).

Danişment formasyonu kuzey Trakya da açılan Osmancık-1 kuyusunda saptanan Osmancık Kumtaşı (Ünal, 1967) ve Osmancık formasyonu (Kasar ve diğ., 1983) ile yaş ve kaya türü benzerliğinden dolayı deneştirilebilir (Özgül, 2011).

#### *4.3.3.2. İstanbul Formasyonu (Ti)*

Trakya havzasında Geç Oligosen–Erken Miyosen sıkışma hareketleri sonunda gelişen karasallaşma ve penepleşme sürecinde biriken çakıl, kum, mil vb. akarsu birikintileri, İstanbul il alanı ve yakın çevresinde geniş alanlara yayılan karasal ortamın değişik fasiyeslerindeki çakıl-kum-siltten oluşan çökelleri, Özgül (2011) tarafından karışıklıklara son vermek için İstanbul formasyonu adı altında toplamıştır. Formasyonu Kıraç, Kayalı Tepe, Meşe Tepe olarak üç üyeye ayırmıştır.

- **Kıraç Üyesi (Tik)**
- **Kayalı Tepe Üyesi (Tiky)**
- **Meşe Tepe Üyesi (Tim)**

##### *4.3.3.2.1. Kıraç Üyesi (Tik)*

İlk kez Boer (1954) tarafından kullanılan Ergene adı, Umut ve diğ. (1983) tarafından orta ve kuzey Trakya havzasındaki Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner birimlerini kapsayacak şekilde grup aşamasında (Ergene Grubu), Duman ve diğ. (2004) tarafından ise formasyon (Ergene formasyonu) bazında değerlendirilmiştir (Özgül, 2011). Özgül (2011) tarafından ise İstanbul formasyonu içerisinde Kıraç üyesi şeklinde adlanmıştır.

Kıraç üyesi sarımsı, kırmızımsı, beyazımsı renklerde kumtaşı, silttaşı, çakıltaşından oluşur. İçerisindeki çakılların (kuvars, volkanik) boyutu 2cm ile 20 cm arası değişen gevşek tutturulmuş bir birimdir (*Şekil 4.41)*. İnceleme alanında birimin beyaz kuvars çakıllı kumtaşı ve kumlu-siltli konglomeratik iri çakıllı iki farklı seviyesi görülmektedir.



Şekil 4.41: Kıraç üyesinin konglomeratik iri çakıllı seviyesi (Gümüşdere doğusu (4-D)).

Kıraç üyesi inceleme alanında Danişment formasyonu ve Bakırlıkıran formasyonu üzerinde uyumsuzdur. Birimin altındaki Ağaçlı üyesi ile dokanak kısmında ince kömür damarı bantlar halinde görülmektedir. Birimin kalınlığı inceleme alanında 40 metreyi geçmemektedir.

Kıraç üyesi gevşek akarsu ve göl ortamı ürünü çapraz tabakalı çakıltaşı ve kumtaşlarıyla bol bitki ve omurgalı fosili içeren kumtaşı, miltaşı ve kiltaşlarından oluşur (Umut ve diğerleri, 1983; Duman ve diğerleri, 2004).

Birimi Sayar (1976) Çukurçeşme formasyonu, daha sonra aynı yazar Çekmece formasyonu Çukurçeşme üyesi (Sayar, 1989), Kasar ve diğ. (1983), Turgut ve diğ. (1983) ve Perinçek (1991) çalışmalarında Ergene formasyonu'nu Kırcasalih formasyonu ile beraber Ergene Grubu adı altında İncelemişlerdir (Perinçek ve diğ., 2015). Ergene formasyonu Özgül (2005) tarafından önce Kıraç formasyonu olarak daha sonra ise üye bazında değerlendirilip İstanbul formasyonunun Kıraç üyesi (Özgül, 2011) olarak adlamıştır.

#### *4.3.3.2.2. Kayalıtepe Üyesi (Tiky)*

Gedik ve diğ. (2005a) zayıf tutturulmuş kuvars kumtaşı ve çakıltaşlarını "Kayalıtepe formasyonu" olarak, Özgül (2011) de İstanbul formasyonunun üyesi olarak değerlendirmiştir. Arazinin kuzey doğusunda geniş yayılım gösteren bu birim Rumelifeneri ve batısında mostralarını vermektedir.



Şekil 4.42: Kayalıtepe üyesinin Marmaracık Koyu civarındaki (3-L) çapraz laminasyonlu kuvars kumtaşı mostrası (bakış yönü güney).

Kayalı tepe üyesi kırmızımsı sarı, sarımsı turuncu, turuncumsu kırmızı renklerde kuvars çakılları ve taneleri içeren kuvars kum taşından oluşur (*Şekil 4.42*). Kayalıtepe üyesinin kuvars taneleri iyi yuvarlaklaşmıştır. Çarpraz tabakalanma ve akıntı izleri görülmektedir. Birim oldukça aşınmaya müsaittir. Bölgedeki Garipçe Tektonik Bloğu birimleri üzerine yatay ve yataya yakın şekilde çökelmiş olup alt düzeylerinde tabakalar belirgindir.

Kayalıtepe üyesi alttan Kretase yaşlı temel birimler üzerine açısal uyumsuzlukla çökelmiştir. Yanal yönde Meşetepe üyesi ile geçişlidir. Kayalıtepe üyesi Kretase volkanikleri üzerinde açısal uyumsuz olarak yatay konumludur. Fakat bazı mostralarında (Garipçe köyünün batısında) KB ve B yönünde 5 dereceye varan eğimler sunduğu gözlenmektedir. Arazi çalışmalarından elde edilen verilere göre birim 25-100 m arasında değişken kalınlıklarda görülmektedir.

Akarsu çökelleri ile temsil edilen üye daha önceki araştırmacılar tarafından Meşetepe üyesi ile olan yanal girikliği nedeniyle Geç Oligosen – Erken Miyosen olarak benimsenmiştir (Gedik ve diğ 2005a).

#### *4.3.3.2.3. Meşetepe Üyesi (Tim)*

Ağırlıklı olarak kömürlü kiltaşı, şeyl, marn, silttaşı ve az oranda kumtaşı ve çakıl taşlarından oluşan birim Gedik ve diğ. (2005a) tarafından Meşetepe formasyonu olarak, Özgül (2011) tarafından ise İstanbul formasyonu'nun kömür ara katkılı ince kumlu düzeyini Meşe Tepe üyesi olarak değerlendirmiştir. Mostralarının çoğu kapalı olan bu birimi Uskumruköy kuzeyinde (4-F) ve Karaağaç Tepe (2-H) civarında gözlemlemek mümkündür.

Yeşil, sarı, beyaz renklerde killi-siltli yer yer beyaz çakıl taşlı seviyeleri olan kumtaşı çökelidir (*Şekil 4.43*). Meşetepe üyesi Kayalıtepe üyesinden farklı olarak daha düşük enerji koşullarında, daha ince kırıntılı bir çökelim ürünü olduğu görülmektedir.



Şekil 4.43: Meşetepe üyesinin Uskumruköy kuzeyindeki killi ve kömürleşmiş bitki kırıntılı (5-F) mostrasından bir görünüm.

Birim Kayalıtepe üyesi üzerinde yanal ve düşey geçişli olup, Garipçe formasyonu ve Kısırkaya formasyonu üzerinde açısal uyumsuzlukla çökelmiştir. Birimin kalınlığı en çok 100 *m* dolayındadır (Gedik ve diğ., 2005a).

Birim göl, akarsu ve yelpaze çökelleri ile temsil edilmektedir. Palinolojik yaş verilerine göre üye Geç Oligosen – Erken Miyosen aralığında çökelmiş olmalıdır (Gedik ve diğ., 2005a).

#### *4.3.3.3. Belgrad Formasyonu (Tb)*

Neojen depolanma havzalarının sığlaşması, dağınık gölcüklerde başlıca kum ve çakıl birikmesiyle sonuçlanmıştır. Belgrad formasyonu olarak adlanan (Baykal ve Kaya, 1966) bu karasal sedimanlar, uygun oksidasyon şartları altında sarı-kırmızı, demirli kil zarfları ile çevrili kum, çakıl, çakılcık ve çok az miktarda killi-kalkerli seviyeden yapılıdır. İnceleme alanında çoğu yerde bitki örtüsü ile kaplı olan ve aşınmaya meyilli olan bu birim Bahçeköy civarında mostralarını vermektedir.

Belgrad formasyonu tabanda yeşilimsi gri renkli, kil ara seviyeli, genelde kırmızı, kahvemsi sarı renkli tutturulmamış, kırmızı renkli kil hamurlu, kötü boylanmalı çakıl ve kaba çakıllar ile tanımlanmıştır (Yurtsever ve Çağlayan, 2002) (*Şekil 4.44*).



Şekil 4.44: Belgrad formasyonunun Belgrad Ormanı doğusundaki (8-E) matriks destekli Siltli-killi-çakıllı mostrası.

Belgrad formasyonu Trakya formasyonu üzerine uyumsuzlukla çökelmiştir. Meşetepe üyesi ve Kayalı tepe üyesi ile dokanak ilişkisi görülmemektedir. Kıraç üyesi ve Danişment formasyonu

üzerine açısız diskordansla gelmektedir (Yurtsever ve Çağlayan, 2002). Birimin kalınlığı daha önceki araştırmacılar tarafından 25*m* olarak belirlenmiştir (Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

İçerisinde fosil bulunmayan birimin yaşı en geç Üst Miyosen – Pliyosen (Umut ve diğ., 1984) olarak kabul edilmektedir. Belgrad formasyonu, kurak bir iklimde, kısmen bataklık veya taşkın ovası çökelleriyle başlayan, menderesli ve örgülü akarsu çökellerinden oluşmuştur (Yurtsever ve Çağlayan, 2002).

Paekelmann (1938) Belgrad serisi; Baykal (1963) Belgrad çakılları; Eroskay (1978) Belgrat formasyonu; Hochstetter (1870) ve Lebküchner (1974) Trakya katı; Umut ve diğ. (1984) ile Yurtsever (1996) Trakya formasyonu adlarını vermişlerdir. Ketin (1970) Karaburun-Kemerburgaz-Kilyos dolaylarında birimi, çakıl, kum, kil, turba, kömürlü karasal tortullar olarak göstermiş, aynı alanda çalışan Bayrak ve Murat (1990) Belgrad formasyonu olarak tanımlamıştır.

### 4.3.4. KUVATERNER

#### *4.3.4.1.Kumul (Qk)*

Tersiyer birimlerinden türeme kuvars çakıllı sarımsı renklerdeki plaj kumları, Kumköy'den itibaren batıya doğru sahil hattı boyunca gözlenmektedir.

#### *4.3.4.2.Alüvyon (Qal)*

Bölgedeki alüvyonlar genellikle güncel dere çakılları, kumullar ve moloz akıntıları şeklinde gözlenmektedir (*Şekil 4.45*).




Şekil 4.45: İnceleme alanı (a) kumul (Kum köy) ve (b) alüvyon (Marmaracık koyu) çökelleri.

## 4.4. TEKTONO STRATİGRAFİ

İnceleme alanı Hersiniyen ve sonrası dönemlerdeki farklı zamanlarda farklı yönelimlerdeki tektonik aktivitelerin etkin olduğu alt üst ilişkisi itibariyle ilksel konumu bozulmuş İstanbul Zonu litolojilerinin, stratigrafik paketler (tektonik bloklar) halinde bir araya geldikleri bir alandadır. Bu açıdan ele alındığında mevcut konum itibariyle tektonostratigrafik olarak taban birimleri, stratigrafik olarak kendinden daha yaşlı birimler tarafından tektonik olarak üzerlenen Üst Kretase yaşlı Garipçe Tektonik Bloğu litolojilerinden oluşur.

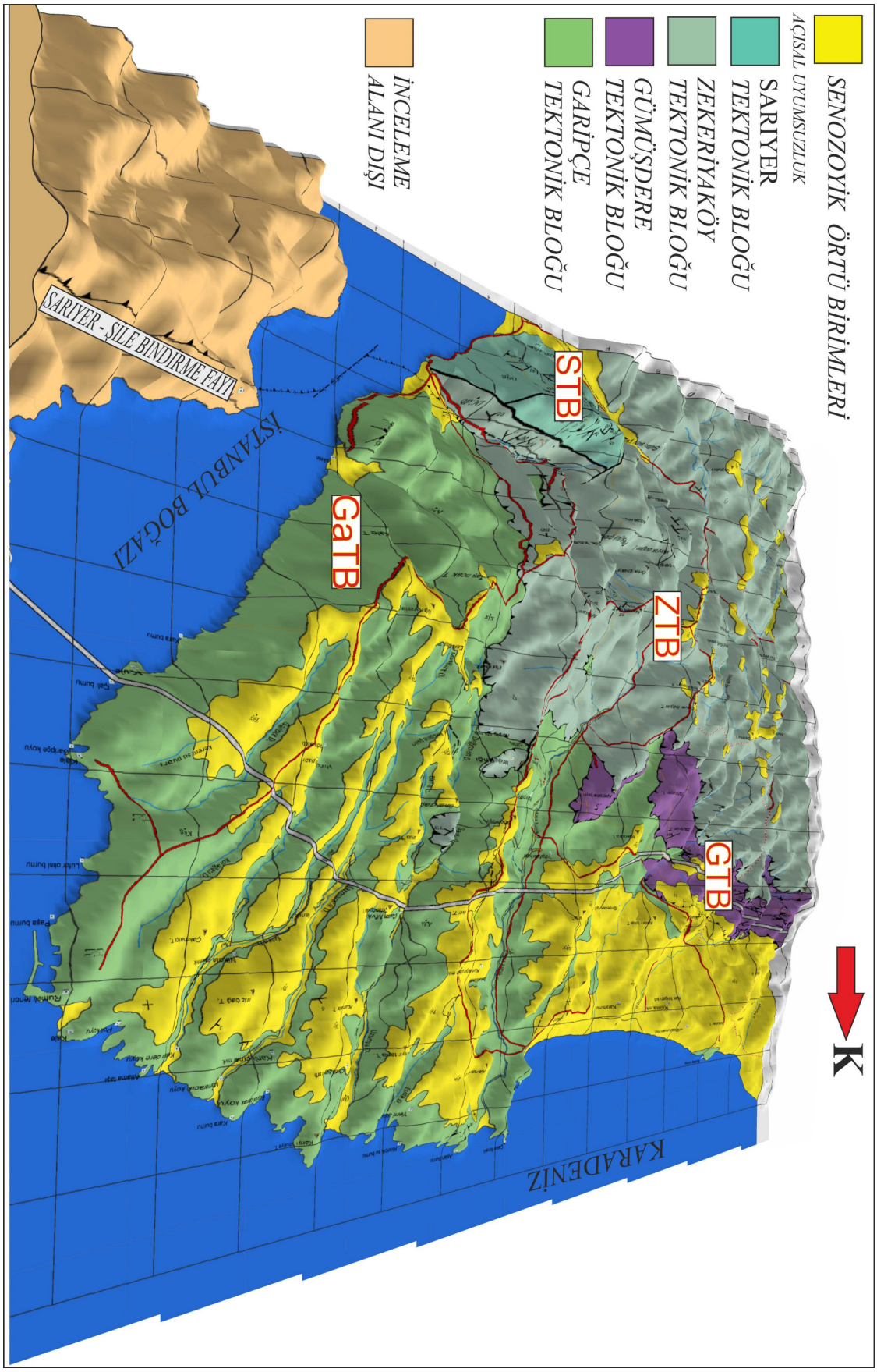
Bu blok çoğunlukla volkanitler ve volkanoklastikler ile bunlarla ara katkılı karbonatlı ve kırıntılı düzeyleri ihtiva eden Kavaklar gurubu kayaçlarından oluşmaktadır. Kavaklar Grubu tabanda silisiklastik sedimentler ile başlayıp üste doğru volkaniklastik çökellerle son bulan Bozhane formasyonu ile başlar. Bozhane formasyonu üzerine, Kavaklar grubu'nun ağırlıklı litolojisini oluşturan volkaniklastik sedimentlerle temsil edilen Garipçe formasyonu uyumlu olarak gelir. Garipçe formasyonunda yer yer kum-silt ve kireçtaşı mercekleri, hyaloklastitler, demir cevherleşmeleri, kalsedonlar ve kömürleşmeler görülmektedir. Garipçe formasyonu üzerine uyumlu olarak Kısırkaya formasyonu gelmektedir. Kısırkaya formasyonu ince-orta kalınlıklı bazaltik lavlar ile bunların kırıntılarından oluşan bordo-yeşil ayrışma renkli volkanojenik bir birimdir. Garipçe ve Kısırkaya formasyonlarının oluşumu derin deniz ortamından başlayan ve ilerleyen süreçte gittikçe sığlaşan ortam ile temsil edilmektedir. Bu birimler ile ilişkisi uyumlu olduğu düşünülen volkanik kırıntılarda içeren kumlu kireçtaşı litolojili (Üst Kretase) Sarıyer kireçtaşı birimler üzerine uyumlu gelmektedir.

Tabandaki Kretase birimleri (Garipçe Tektonik Bloğu) üzerine gelen ilk tektonik blok Gümüşdere Tektonik Bloğudur. Gümüşdere Tektonik Bloğu birimleri arasında ilk temas eden birim Bakırlıkıran formasyonudur. Bakırlıkıran formasyonu delta ortamı ürünü kumtaşı-şeyl ardalanmalı bitki kırıntıları içeren bir birimdir. Bakırlıkıran formasyonu üzerine dubleks yapısı ile Ballıkaya formasyonu gelmektedir. Ballıkaya formasyonu alt kısımları mikritik killi kireçtaşı üste doğru dolomitleşen hafif yumrulu bir birimdir. Ballıkaya formasyonu üzerine Kapaklı formasyonu ve Erikli formasyonu birlikte hareket ederek dubleks yapısı ile bölgeye dahil olur. Kapaklı formasyonu çakıltaşı kumtaşı, çamurtaşı şeyl ve yer yer volkanik arakatkılı düzeylerle temsil edilen litolojiye sahiptir. Üst seviyelerinde iri kötü boylanmış kuvars çakıllı seviyesinden Erikli formasyonuna geçiş yapmaktadır. Erikli formasyonu ince-orta iyi yuvarlaklaşmış kuvars taneli plaj ortamını temsil eden kuvars arenitlerden oluşma birimdir.

Garipçe ve Gümüşdere Tektonik Blokları üzerine tektonik dokanaklı Zekeriyaköy Tektonik Bloğu gelmektedir. Zekeriyaköy Tektonik Bloğu birimlerinden en yaşlısı Devoniyen yaşlı genel litolojisi kireçtaşı olan Büyükada formasyonudur. İnceleme alanında tabanı görülemeyen birimin genellikle üst kısımları görülmektedir ki bunlar küçük yumrulu kireçtaşlarıyla temsil edilen Ayineburnu üyesidir. Ayineburnu üyesi üzerine derin deniz ortamı silisifiye şeyllerle temsil edilen Baltalimanı formasyonu gelmektedir. Baltalimanı formasyonu siyah laminalı şeyller ve radyolaryalı çörtlerden oluşan sık kıvrımlı birimdir. Baltalimanı formasyonu üzerine geçişli olarak bölgede geniş alanlar kaplayan genellikle mikalı kumtaşı- grovaklarla temsil edilen Trakya formasyonu gelmektedir.

Trakya formasyonu yaygın litolojisi grovak-şeyl ardalanmasından oluşmaktadır. Yer yer kireçtaşları, bitümlü şeyller ve kömür damarları birim içerisinde görülmektedir. Zekeriyaköy Tektonik Bloğu üzerine Aydos ve Gözdağ formasyonları ihtiva eden Sarıyer Tektonik Bloğu yüksek açılı ters bileşenli faylarla gelmektedir.

Bölgedeki tektonik bloklar üzerine Tersiyer'de delta düzlüğü ortamı ile temsil edilen Danişment formasyonu uyumsuz olarak çökelir. Ağırlıklı litolojisi çapraz tabakalı kumtaşı ve kömür damarları olan bu birim den sonra birbirine yakın yaşlı ve farklı ortam koşulları ile temsil edilen litolojiler topluluğunun oluşturduğu İstanbul formasyonu gelmektedir. Formasyon üye bazında oluşum yaşına göre sırasıyla, Kıraç üyesi, Kayalı Tepe üyesi, Meşetepe üyesidir ve bunlar üzerine uyumsuz olarak Belgrad formasyonu gelmektedir. Bu birimler üzerine aşınma ve alterasyon sonucu Kuvaterner'de kumullar ve alüvyon çökelleri gelmektedir (*Şekil 4.46*) (*Ek-1; Ek-2*).




Şekil 4.46 : İnceleme alanının Tektonik Bloklarını gösteren üç boyutlu modeli.

## 4.5. YAPISAL JEOLOJİ

İnceleme alanı birimlerinde Hersiniyen (Karbonifer) ve Alpin (Eosen) Orojenezlerinin ve Neotektonik dönem hareketlerinin izlerini yansıtan litolojik oluşuklar, yapılar, mağmatik ve metamorfik oluşumlar görebilmek mümkündür. İnceleme alanında bu dönemlerin etkisi Hersiniyen Orojenik dönemi İstanbul Zonunda doğu-batı sıkışma ile belirgin olup Alpin Orojenezi dönemi yaklaşık kuzey-güney sıkışma ürünü yapılar ile temsil edilir. Üst Miyosen sonrasında bölgede etkin olan Neotektonik dönem ise sağ yönlü makaslanma rejiminin doğurduğu yanal atımlı faylar ve bu faylar arasında gelişen çökme ve yükselme yapıları ile belirgindir.

İstanbul Zonunun batısındaki Paleozoyik kayaları Trakya formasyonu ile son bulur ve bu formasyon fliş karakterine sahip sedimenter istifdir (Şengör, 2011). Karboniferde İstanbul'un bulunduğu kara parçası Lavrasya kıtası ile çarpışarak Hersinid dağ kuşağının bir kısmını meydana getirmektedir (Şengör, 2011). Karboniferdeki bu sıkışmaya bağlı İstanbul Paleozoyik kayaları faylı ve kıvrımlı yapılara sahip olmuştur. Bu deforme olan istifi Geç Permiyende büyük ihtimalle bir çarpışma sonrası gelişen bir plüton (Sancaktepe Graniti) tarafından kesilmiştir (Şengör, 2011).

Geç Permiyende başlayan karalaşma Kocaeli Triyası grubu ile temsil edilir ve Kapaklı formasyonu ile başlamaktadır. Bu Triyas istifi karadan başlayıp derinleşen koşullarda çökelimi devam etmekte, Geç Triyas'ta ise tekrardan sığlaşarak Bakırlıkıran formasyonu ile yeniden su üstüne çıkmaktadır (Şengör, 2011). Jura- Erken Kretase dönemi Paleotetis'in kapanması sırasında oluşan Kimmerid Orojenezi ve buna bağlı kuzey-güney yönlü sıkışmanın oluşturduğu dağ oluşumu evresine karşılık geldiği için bölgede bu döneme ait kayaçlar gözlenmemektedir (Şengör, 2011).

Bölgenin taban kayalarını oluşturan Üst Kretase yaşlı Kavaklar grubu ise İstanbul Zonunun kuzeyindeki riftleşme ile gelişen bir volkanik ada yayı istifi olduğu düşünülmektedir (Keskin ve diğ., 2003). Taban kayaları litolojisi (Hyaloklastit gibi) derin denizel ortamı temsil etmektedir. İstanbul Zonu, güneyindeki Sakarya Zonu ile yaklaşımının sonucu bölge üzerinde Eosendeki sıkışmaya bağlı gelişen tektonizmayla bindirme fayları, ters faylar, doğrultu atımlı faylar ve birçok kıvrım sistemleri gelişmiştir. Bu tektonik sürecin inceleme alanındaki en belirgin hattı Sarıyer-Şile bindirme fayıdır. Sarıyer-Şile bindirmesi ilk adlandırmada Şile şaryajı (Chaput ve Hovasse, 1930) olarak adlandırılsada zaman içerisinde ters fay ve bindirme

fayı olarak birçok araştırmacı (Baykal, 1943; Akartuna, 1963; Baykal ve Kaya, 1966; Baykal ve Önalan, 1979) tarafından araştırılmıştır. Bu çalışmada Sarıyer-Şile fayı bir bindirme fayı olarak kabul edilmiştir. Paleotektonik ve Neotektonik dönemdeki tektonizmaya bağlı gelişen yapısal unsurlar ve bu dönemlerin oluşum mekanizması Tabakalanma, Kıvrım, Kırık ve Çatlaklar, Faylar, Uyumsuzluklar, Jeolojik evrim ve Jeodinamik evrim olarak alt başlıklar altında açıklanmıştır (*Şekil 4.47*) (*Ek-2*).




Şekil 4.47: Gümüşdere köyü güneyindeki (5-C) bölgenin terslenmiş stratigrafisini oluşturan tektonik bloklarının hareket mekanizmasını yansıtan mostra görünümü (bakış yönü GB).

### 4.5.1. Tabakalanma

İnceleme alanında Ordovisiyen den Miyosene kadar yayılım sunan birimler genellikle ince, orta tabaka kalınlıklıdır. Başlıca Hersiniyen, Alpin ve Neotektonik dönem tektonizması ile tabaka konumları farklı yönelimler kazanmış olup, özellikle Sarıyer İlçe merkezi civarındaki Erken Paleozoyik kırıntılı ve karbonatlı birimler yüksek açılı, eğimleriyle dikkat çekmektedir (*Şekil 4.48(a)*). Yaklaşık B-KB doğrultulu yönelim sunan bu düzeylere karşın, hemen kuzeyinde yer alan ve oldukça yaygın mostralar sunan Karbonifer yaşlı Trakya formasyonunun türbiditik

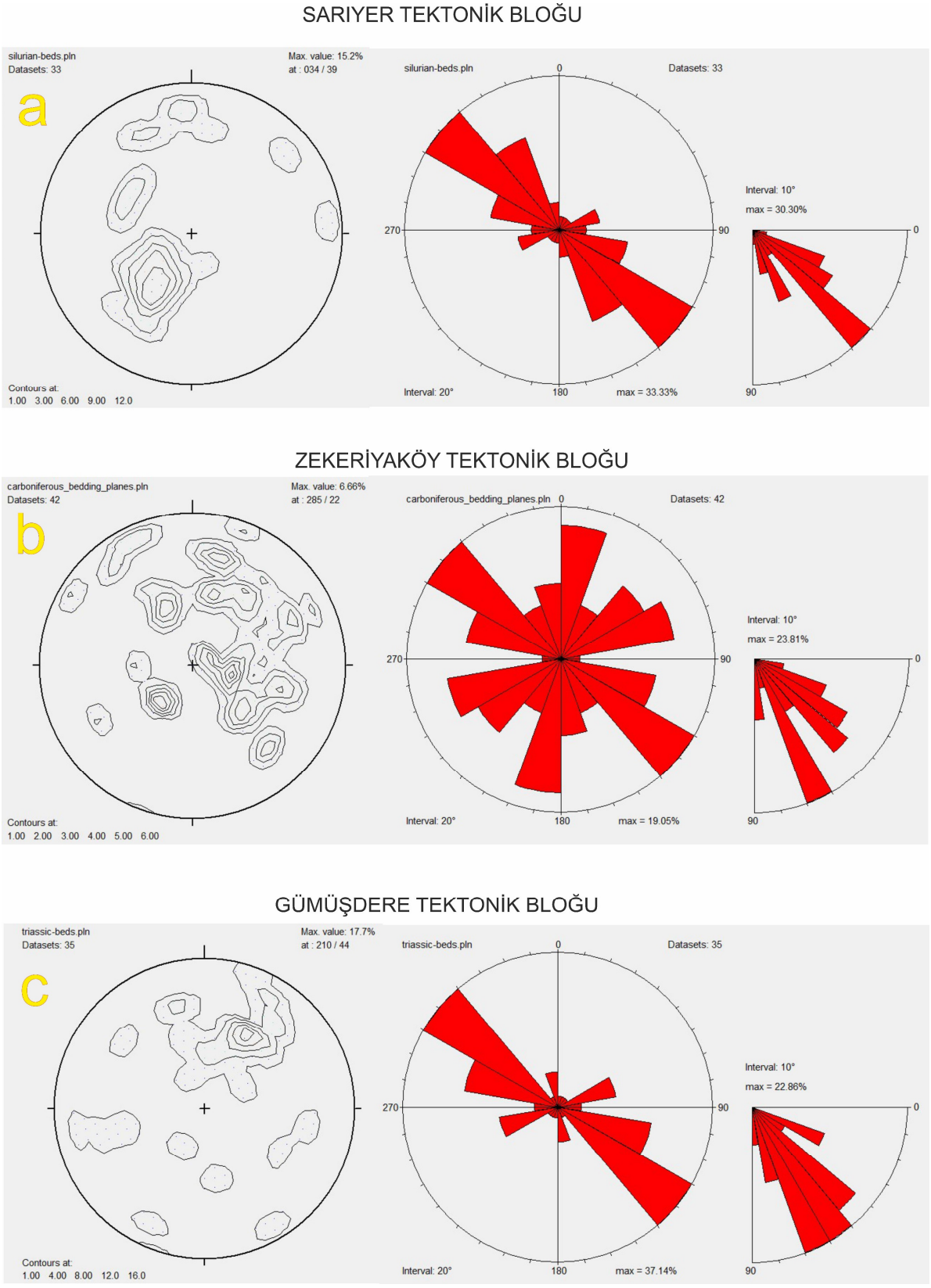
karakterli ince kırıntılı tabakalarının, yukarıda belirtilen polifaz tektonik etkiyi yansıtacak şekilde farklı yönelimli tektonik duruşlar sergilediği gözlenmektedir. KD ve KKB eksenli ve düşük açılı kıvrım sistemlerini oluşturan bu tabakalanma geometrisinin mostra dağılımındaki genel görüntüsü itibariyle Eosen dönemindeki çarpışma ürünü bindirmeye koşut KB doğrultulu tabaka duruşları gözlenmektedir. Yitimin tavan bloğunu oluşturan bu düzeyin ardışık ekaylı ve yataya yakın fay düzlemleri ile sıkışmayı karşıladığı için eğim açılarının düşük kalmasını temin ettiği söylenebilir (*Şekil 4.48(b)*).

Zekeriyaköy kuzeyindeki yitim zonunda benzer düşük açılı tabaka geometrisi baskın olarak gözlenen Triyas çökelleri bu zonun batısındaki alanlarda, Üst Kretase ve sonrasında yaklaşık K-G yönlü sıkışma ve ekaylanmalı tektonik domainler içerisinde dar sıkışık zonlarda tabakalar genellikle benzer doğrultulu ancak yüksek açılı geometriler sunmaktadır (*Şekil 4.48(c)*).

İnceleme alanında Sarıyer-Şile bindirme hattının kuzeyinde, Garipçe-Kısırkaya arasında yaygın yüzlekler sunan Üst Kretase yaşlı volkanoklastikleri ve lav akıntısı düzeyleri, rengi ve dokusuyla belirgin katmanlı yapı sunmakta olup, kayaçlar oldukça değişken kalınlıklı ve yoğun ayrışmalı ve genellikle düşük açılı olarak kuzeye eğimli duruşlar sergilemektedir.

Bölgenin daha çok Kuzeyinde yaygın yüzlekler sunan Oligo-Miyosen yaşlı geçiş ortamını karakterize eden kırıntılı örtü birimleri, Miyosen dönemi K-G sıkışma ürünü olarak yataya yakın oldukça düşük açılı tabakalanmalarıyla belirgindir.

İnceleme alanının en genç çökelimini oluşturan kırmızı rengiyle belirgin kaba klastiklerden oluşan Belgrad üyesi ve kuzeydeki vadilerde ve düzlüklerde gözlenen alüvyal dolgular şeklinde tabakalanma yapısı sunmamaktadır.




Şekil 4.48: İnceleme alanında Erken Paleozoyik (a), Karbonifer (b) ve Triyas (c) çökelimine ait tabaka düzlemlerinin doğrultu-eğim ölçümlerinden elde edilen kontur, doğrultu ve eğim gül diyagramları.

### 4.5.2. Kıvrım

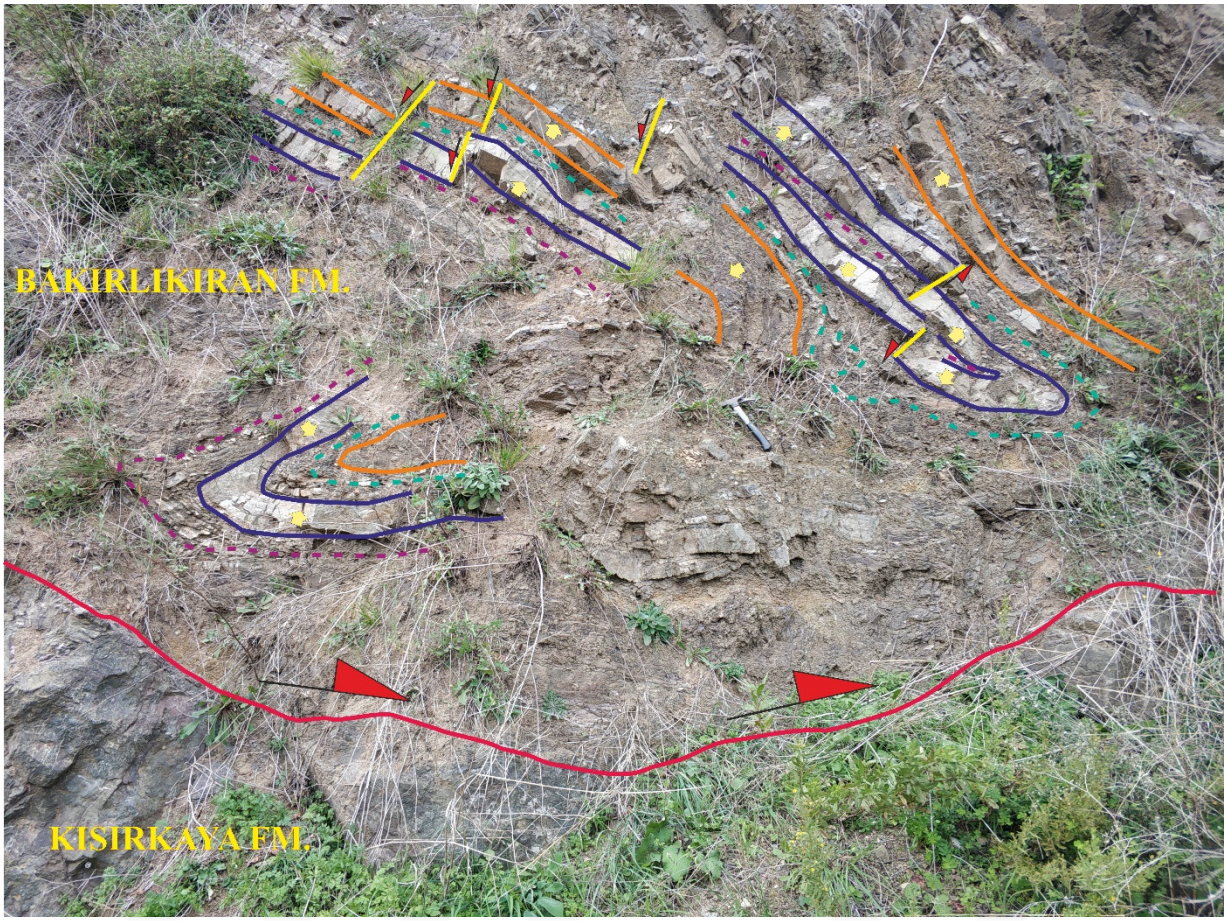
İnceleme alanında Sarıyer-Şile bindirmesiyle sınırlanan alanın güneyindeki Erken Paleozoyik Geç Paleozoyik ve Triyas birimlerinde farklı yönelimli, zamanlı ve mekanizmalı tektonik etkileri yansıtan kıvrımlı yapılar gözlenmektedir. Özellikle Hersiniyen ve Alpin dönemi sıkışma tektoniğinin baskın olduğu bu yapılardan Paleozoyik birimlerinde gözlenenler polifaz tektonik etkiyi yansıtacak şekilde süper impoze yapılar oluşturmaktadır. Hem Orta-Üst Karbonifer- Permiyen hemde özellikle Kretase döneminde üzerindeki kalın Triyas istifle birlikte sıkışma mekanizmasının Paleozoyik birimlerinin gömülü derin zonlarda semi brittle yapılara (sigmoidal damarlar, buden yapıları vb.) eşlik edecek şekilde kıvrım kanatlarının progresif deformasyona uğradığı gözlenmektedir (Yılmaz ve diğ., 2018).

Sarıyer-Şile bindirmesinin güneyinde kalan Erken ve Geç Paleozoyik kırıntılı ve karbonatlı birimleri (Sarıyer ve Zekeriyaköy tektonik blokları) yaklaşık D-B ve KD-KB eksenli kıvrımlar oluşturduğu gözlenmektedir. İnceleme alanındaki Triyas birimlerinde (Gümüşdere tektonik bloğu) ise etkin olan bindirme hattının dar sıkışık zonlarında devrik ve yatık kıvrımların yanı sıra şevron (chevron) kıvrımları ve kink kıvrımları gözlenmektedir. Elde edilen arazi verileri doğrultusunda tespit edilen kıvrım çeşitleri ve duruşları jeoloji haritası üzerinde gösterilmiştir (*Ek-1*). Bunlardan Kocataşdağ antiklinalı, genellikle D-B gidişli olup bunları kesen K-G faylarla sınırlandırılmıştır (Kaya, 1971). Kocataş dağının güneyinde yaklaşık K75B gidişli eksene sahip olup asimetrik antiklinal yapısında olduğu düşünülmektedir. Gözdağ formasyonu içerisindeki bu antiklinale paralel gelişen daha küçük ölçekte senklinal ve antiklinaller (*Şekil 4.49*) bulunmaktadır.



Şekil 4.49: Kocataş Dağı güney batısında (11-G) Gözdağ formasyonunun Alpin deformasyonu ürünü GB-KD yönlü sıkışmaya bağlı gelişmiş K75B yönlü kıvrım eksenine sahip Kocataşdağ antiklinaline paralel oluşmuş bir antiklinal (Bakış yönü KB).

Trakya formasyonunda Büyükdoğan Tepe (9-E)'de yaklaşık K40D gidişli antiklinal ekseni, Bilezikçi çiftliği kuzeyinde (10-E) K30B gidişli kıvrım eksenine paralel senklinal ve antiklinal serisi bulunmaktadır. Gümüşdere Köyü güneyinde (5-D) bindirme fayının daha etkili olduğu kesimde Bakırlıkıran formasyonu taş ocağı bölgesinde devrik kıvrım (*Şekil 4.50*), Küçük kartal tepe (4-A) civarında antiklinal mevcuttur. Gümüşdere köy güneyindeki alanda (5-C) Erikli formasyonu antiklinal ve senklinal serisi yapmaktadır.




Şekil 4.50: Bakırlıkıran formasyonunda Alpin deformasyonu sonucunda gelişmiş devrik kıvrımlar (Kırmızı çizgi bindirme fayı, Sarı çizgi kıvrım kanatlarını kesen küçük ölçekli faylar, Mavi ve Turuncu çizgiler kumtaşı tabakası, kesikli yeşil mor çizgiler şeyl tabakaları, Kırmızı oklar hareket yönü, Sarı oklar tabaka üstünü işaret etmektedir, bakış yönü Batı).

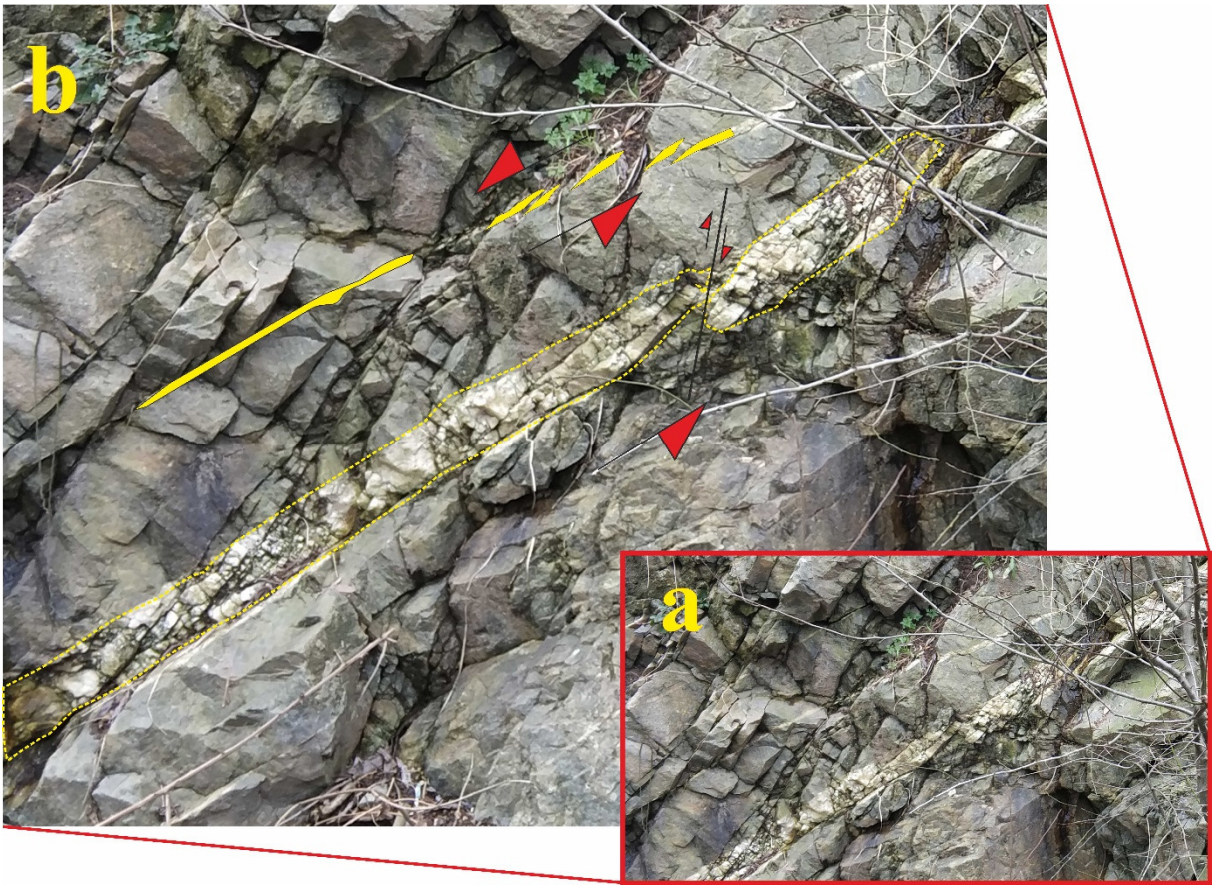
### 4.5.3. Kırık ve Çatlaklar

Kırılgan deformasyonun ana unsurlarından biri olan kırık-çatlaklar inceleme alanının her yerinde görülebilmektedir. Kabuğun sığ zonlarında görülen bu deformasyon türünde bölgedeki farklı deformasyon evrelerinin özelliklerini yansıtan kırık çatlak sistemleri görülmektedir.

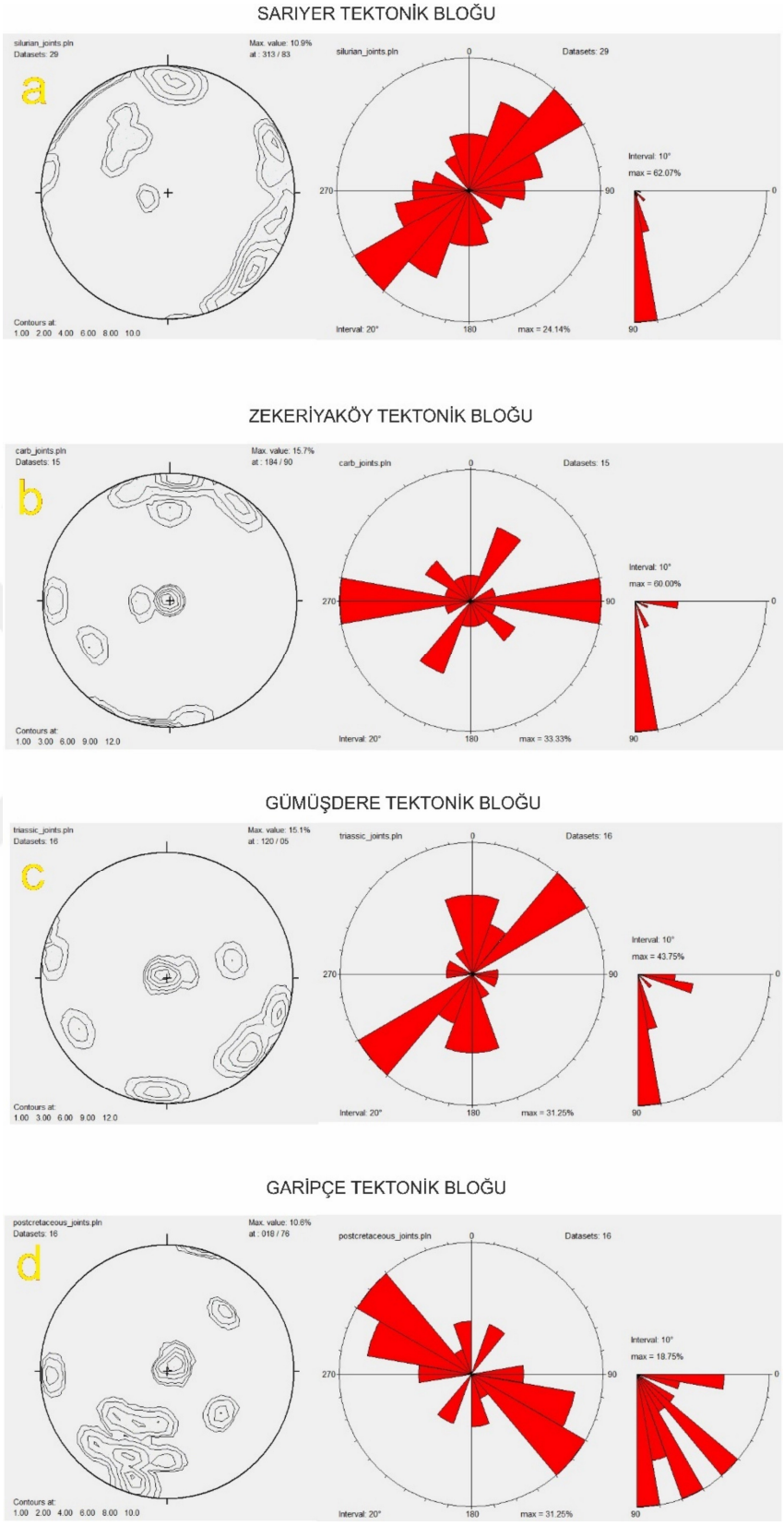
Bölgede farklı tektonik dönemleri yansıtan, farklı yönelimli sıkışma, gerilme ve makaslamalı rejimde geliştiği görülen kırık-çatlak sistemleri ölçülmüştür. İnceleme alanındaki birimlerden elde edilen ölçümler sonucunda ağırlıklı olarak K-KD yönlü sıkışmayı temsil makaslama ve tansiyon çatlaklarının varlığı gözlenmektedir (*Şekil 4.52*)

Ayrıca semi brittle (yarı kırılgan) zonda Sol yönlü dar bir shear zonu içerisinde sıkışmaya paralel yönlü uzanım sunan simetrik çatlak sistemlerinin progresif deformasyonla birlikte sigmoidal (asimetrik) bir görünüm kazanmışlardır. Kuvarsit dolgulu en-echolon (kademeli)

çatlak dolgularının daha sonraki aşamalarda daha sığ zonlarda benzer stres yönelimleri altında normalinden daha dar açılı (35-40) makaslama çatlakları ile kat edildiği görülmektedir (*Şekil 4.51*).




Şekil 4.51: Aydos formasyonu içerisinde gözlenen sol yönlü shear ürünü silis dolgulu en echolon sigmoidal semi brittle (yarı kırılgan) damar gelişimleri (a: mostradaki temiz hali, b: makaslanma yönleri çizilmiş hali).




Şekil 4.52: İnceleme alanında Erken Paleozoyik (a), Karbonifer (b), Triyas (c) ve Üst Kretase (d) birimlerine ait Kırık ve çatlakların doğrultu-eğim ölçümlerinden elde edilen kontur, doğrultu-eğim gül diyagramları.

### 4.5.4. Faylar

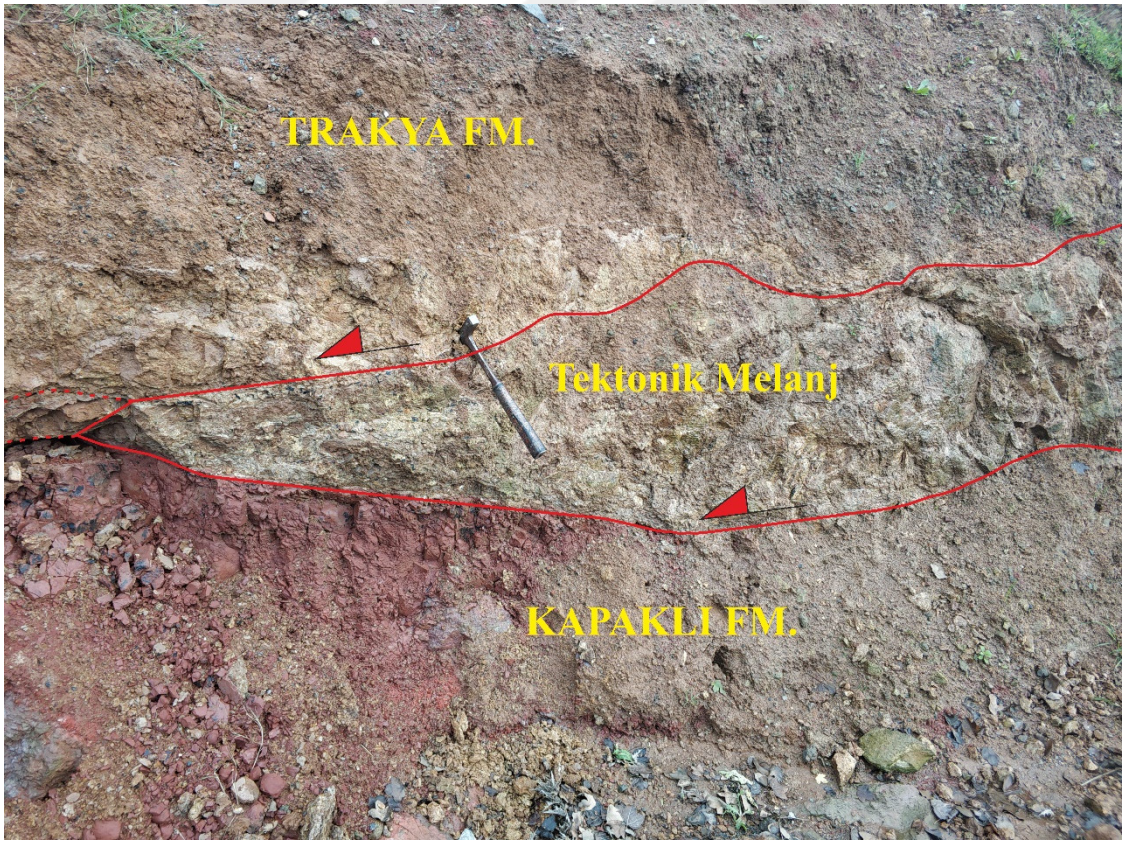
İstanbul Sarıyer ilçesinin büyük bir kısmını kapsayan inceleme alanında değişik tür ve büyüklükte birçok fay saptanmıştır. Bunlardan bazıları önemli bir atım göstermeyen ve fazla devamlı olmayan faylar olup, bölgenin yapısal gelişiminde fazla etkin değillerdir. Bazıları ise büyük atımlı ve devamlı faylardır ki bunlar bugünkü morfolojinin gelişmesinde ve bölgenin yapısal evriminde önemli rol oynamışlardır.

İnceleme alanındaki faylar genel olarak yaklaşık Doğu batı uzanımlı ters faylar, K-KD doğrultulu sol yönlü faylar, K-KB yönlü sağ yönlü faylar şeklinde görülmektedir. Bu faylardan en büyük ve en etkili olanı bindirme (Şaryaj) fayıdır. Daha önceki araştırmacılar tarafından ilk kez Boğaz'ın batı yakasında Chaput ve Hovasse (1930), Yalçınlar (1953), Baykal ve Akartuna (1953) tarafından çalışılmıştır (Akartuna, 1963). Bölgedeki fayın daha önce Baykal (1943) Şile şaryajı olarak gördüğü bindirme hattını devamı olarak yorumlanmıştır. Bu tezde Sarıyer-Şile bindirmesinin inceleme alanındaki birimler üzerinde yapmış olduğu deformasyon sonucunda gelişen dubleks yapılarına ve etki alanlarına göre tektonik bloklara bölünmüştür (Garipçe, Gümüşdere, Zekeriyaköy, Sarıyer).




Şekil 4.53: Trakya formasyonunun Garipçe formasyonu üzerinde yapmış olduğu bindirme fayı ve Garipçe formasyonu içerisinde gelişmiş kör bindirmeler.

İnceleme alanında yapılan ön araştırmalar sonucunda tahmin edilen bindirme hattı boyunca yapılan gözlemler doğrultusunda; bindirme fayının Gümüşdere Tektonik Bloğunda Gümüşdere köyü güney (5-D) ve güneybatısında (5-C) 0-10 derecelik bir eğimle güneye dalımlı olup K-K10D yönünde itilmektedir (*Şekil-4.50*). Daha sonra aynı hareketin devamında gelişen Zekeriyaköy Tektonik Bloğunda Gümüşdere Köyü güneyinde (5-C) eğim açısı 40-60 arası güneye dalımlı K20-40D yönünde itilmekte olduğu, Zekeriyaköy (6-F) ve Maden mahallesi kuzeyinde (9-H) Eğim açısının 30 derece güney-güneybatıya eğimli Maden Mahallesindeki tektonik pencerede (10-H) ise bindirme fayı yataya yakın olup K30-60D yönünde itilmektedir (*Şekil 4.53; 4.54*). Hareketin devamında veya duraksadığı dönemde Aha momenti (Eureka momenti) (Davis ve diğ., 2012) etkisiyle gelişen Sarıyer tektonik bloğu düşey faylarla yükselmesi ve devam eden hareket sonucunca ters fay açısının en uçta 40-50 ama genelde 60-70 derece güneye eğimli olup K10-30D yönünde ilerlediği arazi gözlemleri ve elde edilen ölçümlerle saptanmıştır.



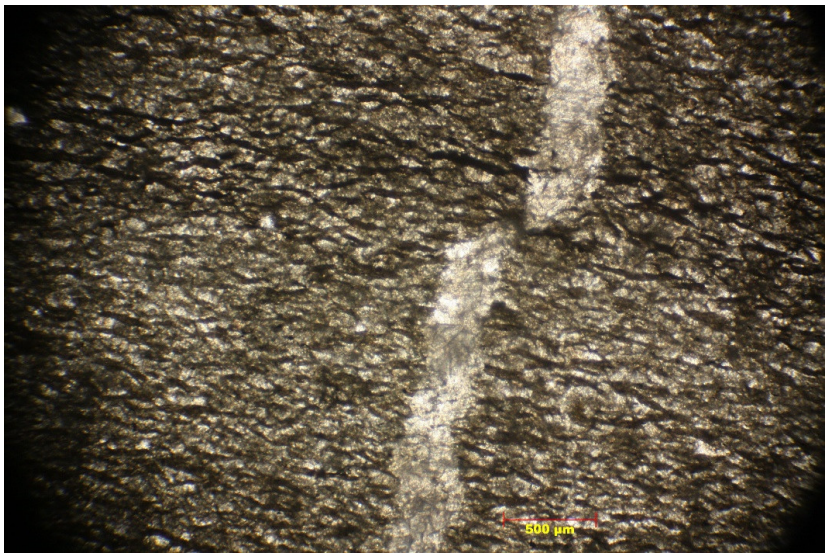

Şekil 4.54: Trakya ve Kapaklı formasyonları arasında gözlemlenen bindirme fayı (6-F).

İnceleme alanında daha önceki çalışmacılar tarafından isimlendirilmiş, Çırçır deresi(10-G) üzerinde bulunan fay (Baykal ve Kaya, 1966), Kocataş Dağı batısındaki (11-F) sol yönlü

doğrultu atımlı fay, Kocataş Dağ (11-G) içine Kuzeyden güneye eğimli faylar, Kocataş Dağı güneyindeki (11-G) normal fay (Baykal ve Kaya, 1966) ve isimlendirilmemiş diğer faylarla beraber gözlemlenen tüm faylar harita üzerinde gösterilmeye çalışılmıştır (*Şekil 4.55;4.56*) (*Ek-1*).



Şekil 4.55: Gümüşdere güneyindeki(5-C) tektonik melanj içerisinde gözlemlenen fay çeşitleri.




Şekil 4.56: Trakya formasyonuna ait kömürlü seviyesinde gözlemlenen mikro fayın ince kesitteki (tek nikol) görünümü.

### 4.5.5. Uyumsuzluklar

Bölgede ayırtlanan kaya birimleri genellikle uyumlu ve bazıları yanal ve düşey geçişlidir. Bölgedeki stratigrafik kesiklik Paleozoyik sonrası, Triyas sonrası, Orta Eosen ve Orta Miyosen sonrasında görülmektedir.

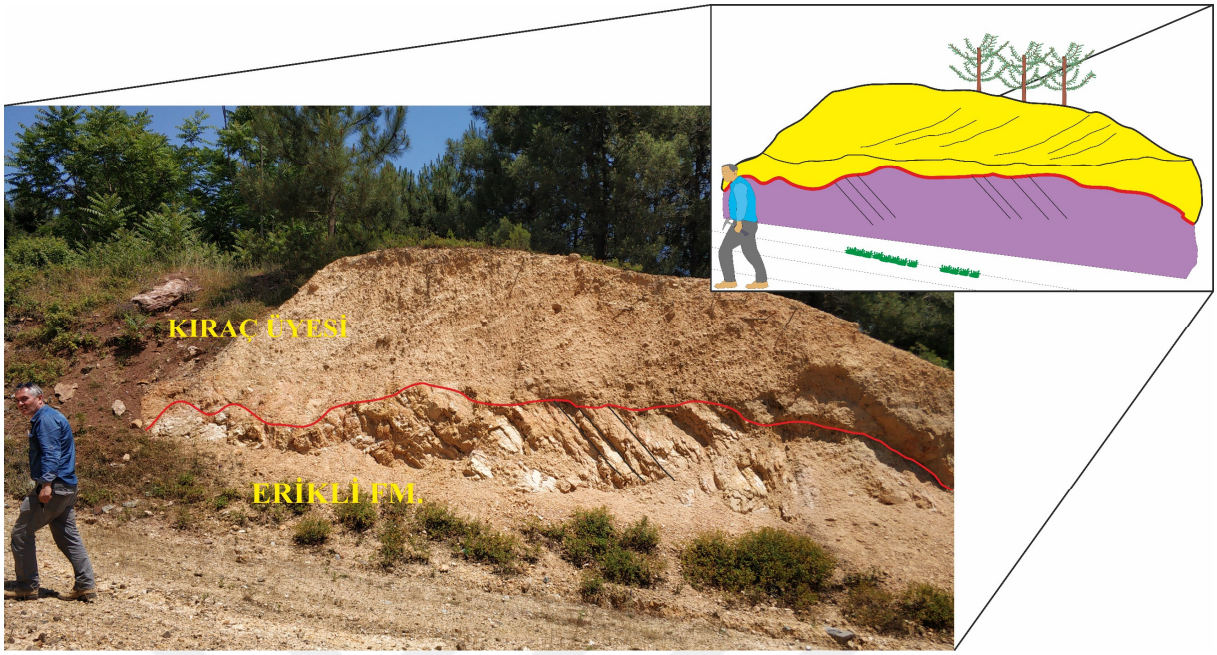
Bölgedeki kaya birimleri Alt Ordovisiyen'den Orta Karbonifer'e kadar uyumlu olarak çökelmektedir. Daha sonra Karboniferdeki Hersiniyen Orojenezine (Kaya, 1971) bağlı olarak Paleozoyik kayalarının yükselimiyle bölge kara halini almaktadır. Kara halini alan bölgede kıvrımlanan ve faylanan Paleozoyik kayaları üzerine Permiyen'de kırmızı renkli karasal çökelleri (Kapaklı Formasyonu) uyumsuzlukla gelmektedir. Bu karasal çökelleri üzerine transgresif olarak Üst Triyas'a kadar çökeller uyumlu çökelmektedir. Üst Triyas'taki Kimmer Orojenezinin (Şengör, 2011) etkisiyle Alt Kretase'ye kadar stratigrafik eksiklik görülmektedir.

Triyas ve Paleozoyik kayaları üzerine Üst Kretase'de etkin olan riftleşme ve volkanizmayla (Okay ve Nikishin, 2015) bölgedeki kaya birimleri üzerine Üst Kretase yaşlı volkaniklastikler uyumsuz olarak gelmektedir. Paleosen – Alt Eosen aralığında Stratigrafik kesiklikler görülmektedir. Eosendeki Alpin orojenezinin (Şengör, 2011) etkisiyle bölgedeki kayalar tekrar sıkışmış ve tekrardan kıvrımlı ve faylı bir yapı kazanmıştır. Üst Eosen kayaları bu birimler üzerine uyumsuzlukla çökelmiştir.

Bölge Miyosen 'deki makaslanma rejimi (Özgül, 2011) altında tekrar yükselmiş ve miyosen birimlerinin uyumsuzlukla çökelmesine sebep olmuştur. Kuvaterner'de ise alüvyonlar, kumullar ve yamaç molozları kendinden yaşlı birimler üzerine uyumsuzlukla çökelmektedir.

İnceleme alanındaki Aydos ve Gözdağ formasyonlarının dokanak ilişkisi tektoniktir. Bu birimler Karbonifer birimleri (Büyükada fm., Baltalimanı fm., Trakya fm.) ile dokanak ilişkisi tektoniktir. Trakya formasyonu ile Triyas Çökelleri (Kapaklı fm., Erikli fm.) ile dokanak ilişkisi tektoniktir. Erikli formasyonu ile Ballıkaya formasyonu dokanak ilişkisi tektoniktir. Ballıkaya formasyonu ile Bakırlıkıran formasyonu dokanak ilişkisi tektoniktir.

Paleozoyik ve Triyas kayaları Üst Kretase yaşlı volkaniklastiklerle (Garipçe fm., Kısırkaya fm., Sarıyer Kireçtaşı) dokanak ilişkisi tektoniktir. Bütün birimler üzerine Oligosen- Orta Miyosen birimleri (Danişment fm., İstanbul fm.) uyumsuzlukla çökelmektedir (*Şekil 4. 57*). Üst Miyosen- Pliyosen 'de Belgrad formasyonu bu birimlerin üzerine uyumsuzlukla çökelmektedir. Son olarak Kuvaterner alüvyon çökelleri uyumsuzlukla gelmektedir.




Şekil 4.57 : Gümüşdere köyü batısındaki (4-B) Erikli formasyonunun ince orta tabakalı kumtaşları ile Kıraç üyesinin çapraz tabakalı çakıl- kaba kum birikintisi arasında gözlemlenen açısal uyumsuzluğundan bir görünüm (bakış yönü Kuzey).

## 4.6. EKONOMİK JEOLOJİ

İnceleme alanındaki birimler içerisinde açılan birçok ocak bulunmaktadır. Danişment formasyonu içerisinde açılmış kömür ve kum ocakları, Kısırkaya, Ballıkaya, Bakırlıkıran formasyonları içerisindeki taş ocakları, Trakya formasyonu üyesi Cebeciköy kireçtaşında açılmış taş ocakları bölgedeki ocaklardandır.

Sarıyer bölgesinin tarihine bakıldığında Bizans ve Osmanlı döneminde kullanılmış taş ocağı (Büyükada formasyonu) ve altın, bakır, demir madeni (Garipçe formasyonu) Sarıyer merkez ve Maden mahallesi civarında olduğu düşünülmektedir. Yakın geçmişe kadar bölgede işletilen bazı ocaklar ekonomik değerlerini kaybedince kullanım dışı kalmıştır.

Bölge içerisinde açılan ve doğal yollarla açılmış birçok su puarı yerel halk tarafından sıklıkla kullanılmaktadır.

## 4.7. İNCELEME ALANININ JEOLOJİK EVRİMİ

İnceleme alanının yer aldığı bölgenin jeolojik evrimi jeolojik tarihçe ve jeodinamik süreçlerin anlatıldığı iki farklı biçimde ele alınmıştır.

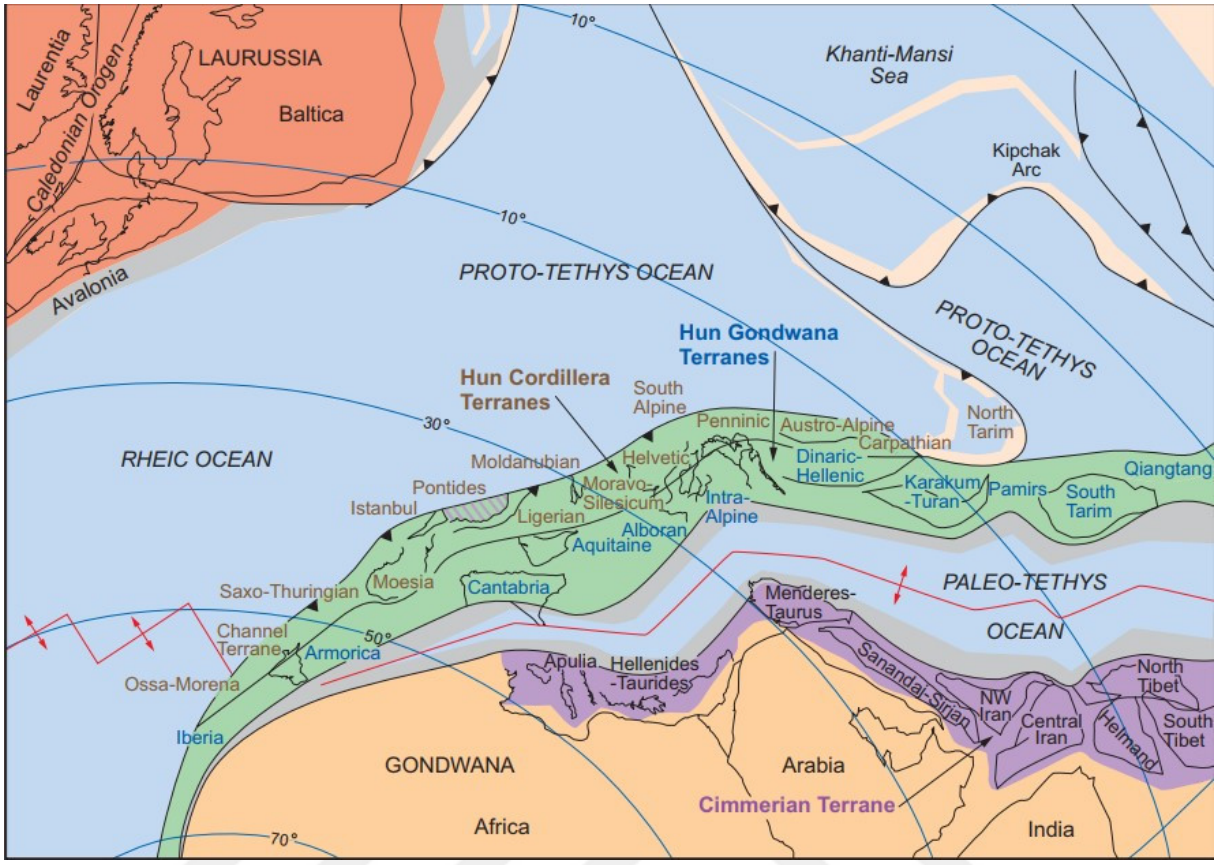
### 4.7.1. Jeolojik Tarihçe

İstanbul Zonu, 400 km uzunluğunda ve 70 km genişliğinde, Karadeniz'in güney batı sahil kenarında bulunan küçük kıtasal parça (levha) dır. Prekambriyen kristalin temelin, Hersiniyen Orojenezi (Karbonifer) zamanında deforme olmuş, Ordovisiyen'den Karbonifer'e iyi gelişmiş transgresif sedimenter istifin çökelmesi ile oluşmuştur (Aydın ve diğ., 1986; Dean ve diğ., 1997; Görür ve diğ., 1997) (Okay ve Tüysüz, 1999).

İstanbul Zonunun stratigrafisi birbirine benzeyen iki farklı istiften oluşur doğuda Zonguldak alanı ve batıda İstanbul alanı. İstanbul alanı içerisinde yer alan inceleme alanının jeolojik evrimi anlatılmaya çalışılmıştır.

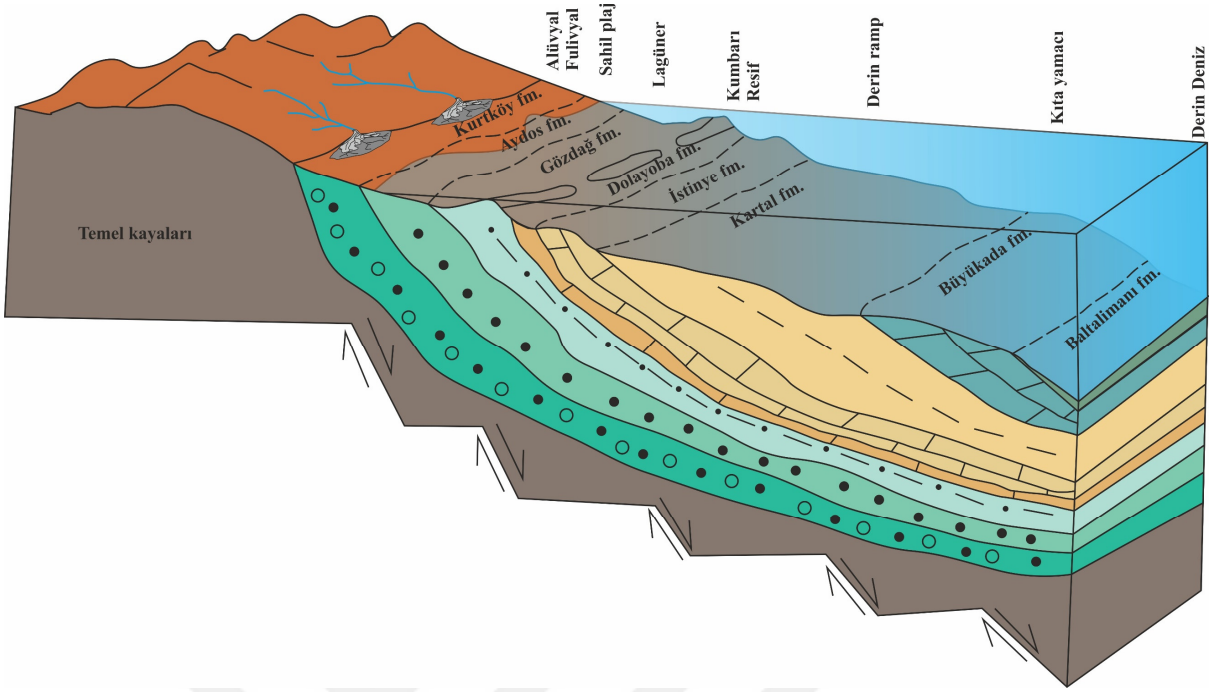
İstanbul ve Kocaeli Yarımadası üzerinde yaygın olarak bulunan Paleozoyik istif Prekambriyen yaşlı bir temel üstüne açısal uyumsuzlukla gelir (Önalan, 1987/1988). İstanbul alanında yer alan Paleozoyik yaşlı birimler alttan üste doğru genellikle sığ denizelden derin denize doğru giderek derinleşen bir ortam içinde çökelmiştir.

İstanbul alanındaki Paleozoyik istifin en yaşlı kaya birimi Kocatöngel formasyonudur (Erken Ordovisiyen). Formasyonun tabanı İstanbul ili içerisinde görülmez görünür mostradaki birimin alt düzeyleri yeşil renkli, laminalı sert şeyller ile aynı renkli kumtaşı ardalanmasından oluşur. Üste doğru gidildikçe kumtaşı oranı artar ve şeyl oranı azalır. Üst bölümü girimsi yeşil ve pembemsi mor renkli, ince orta tabakalı kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşur. Birimin alt bölümü şelf, üst bölümü delta ortamında çökelmiştir (Gedik ve Önalan, 2001). Üstte Kurtköy formasyonu ile tedrici geçişlidir (Gedik ve Aksay, 2002). Kurtköy formasyonu (Orta Ordovisiyen) genellikle mor renkli karasal çökellerle temsil edilen çakıltaşı, arkoz, feldspatik litarent ve şeyllerden oluşmuştur. Bu birimi Ordovisiyen yaşlı olan sahil-gel git ortamında çökelen Aydos formasyonu izler. Aydos formasyonu üzerine lagünel ortamda çökelen Gözdağ formasyonu, onun üzerinde resifal ortamda çökelen Silüriyen yaşlı Dolayoba formasyonu gelir. Silüriyen birimlerini Devoniyen yaşlı çökeller izler (Önalan, 1987/1988) (*Şekil 4.58*).



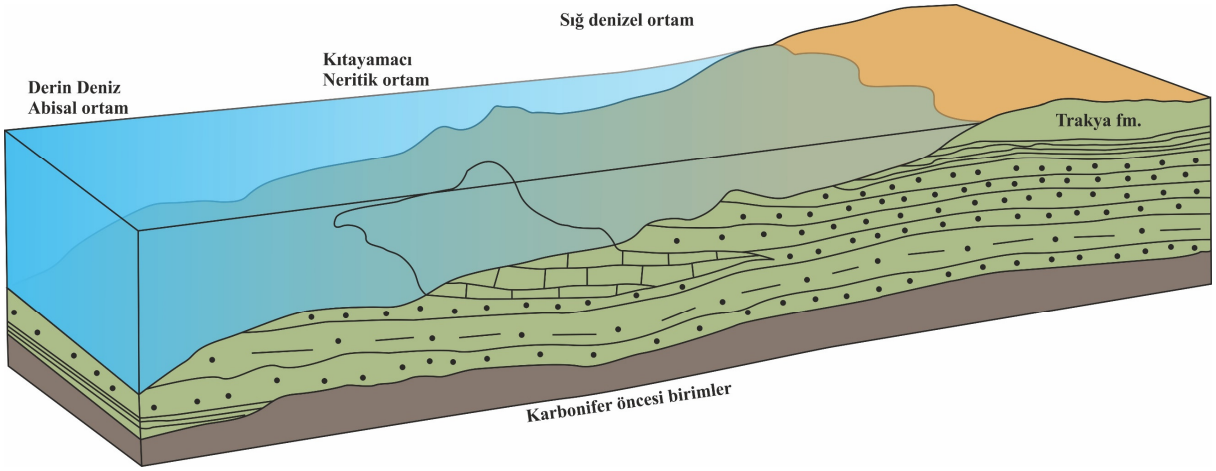

Şekil 4.58: Stampfli ve diğerleri (2001) tarafından yeniden yapılandırılan Geç Silüriyen (Ludlow)'deki levha tektoniği (Ruban ve diğ., 2007).

İstinye ve Kartal formasyonlarından oluşan Erken-Orta Devoniyen yaşındaki çökeller ise gittikçe derinleşen şelf çökelleri karakterindedir. Kartal formasyonu derince bir yamaç boyunca çökelmiştir. Geç Devoniyen'de bölgede şeyl, kireçtaşı, çört ve ince yumrulu kireçtaşları derin deniz ortamlarında çökelmiştir (*Şekil 4.59*) (Önalan,1987/1988).




Şekil 4.59: Karbonifer öncesinde İstanbul Paleozoyik çökeliminin fasiyes dağılımını gösterir şekil (Önalan1987/88).

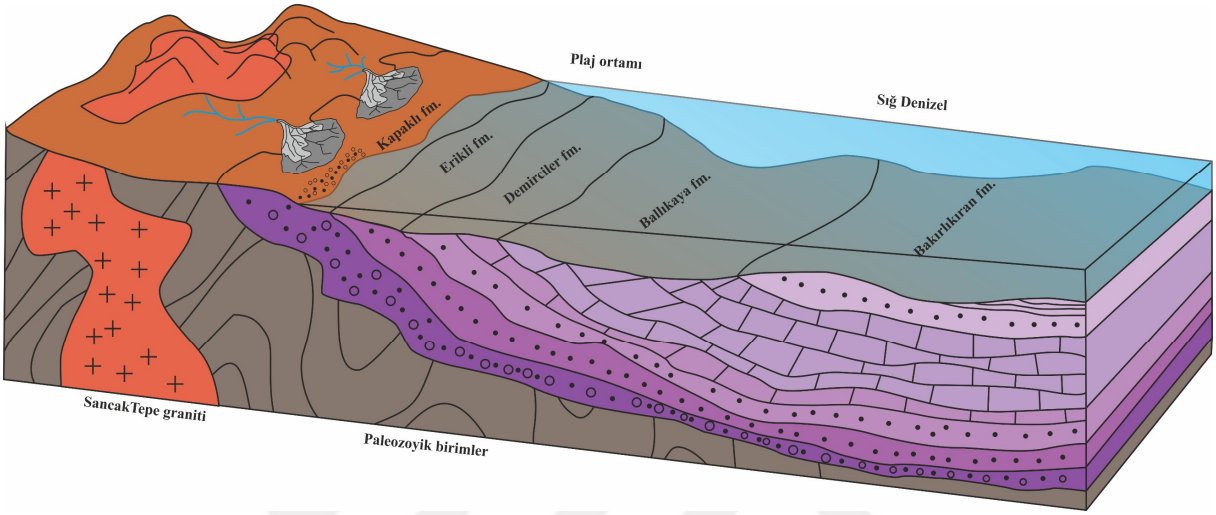
Bölgede Geç Devoniyen deki ince yumrulu kireçtaşları üstten lidit ve silisli şeyllere geçer. Bu şeylleri takiben Alt Karbonifer'de türbiditik karakterli grovaklar çökelir. Vizeyen başına kadar transgresif olarak çökelen Paleozoyik istif Alt Karbonifer'de meydana gelen Hersiniyen Orojenik hareketi nedeni ile bölgesel regresyona uğramıştır (Kaya, 1971) (*Şekil 4.60*).




Şekil 4.60: Trakya formasyonunun çökeliminin fasiyes dağılımını gösterir şekil.

İstanbul Zonundaki Hersiniyen deformasyonu doğudakilere (Zonguldak alanı) (Geç Karbonifer) göre batıda (İstanbul alanı) (Orta Karbonifer) daha erken başlamış ve daha güçlüdür. İstanbul alanı küçük kıvrımlarla, nispeten nadir ve kesintili bindirme fayları ve küçük

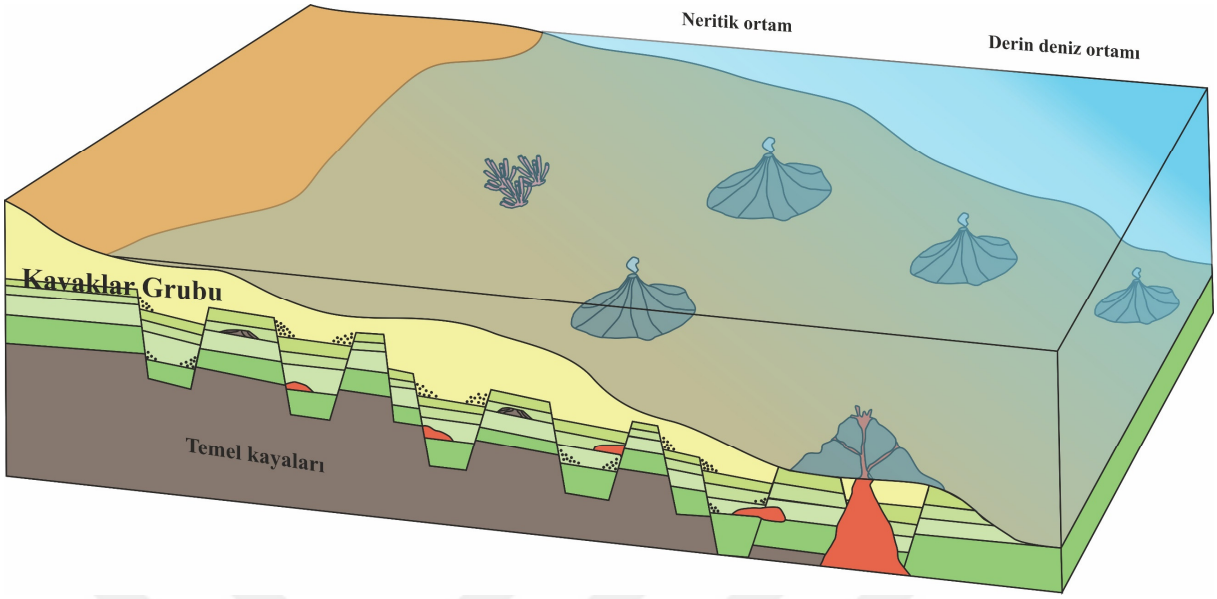
ama geniş alanlara yayılmış doğrultu atımlı faylar ve makaslanma zonları ile karakterize edilir (Okay ve Tüysüz, 1999). Bu sıkışma döneminde (Orta Karbonifer- Permiyen) deforme olmuş, yükselerek kara halini almış Paleozoyik istif, Erken Triyas sedimenter kayaları tarafından uyumsuzlukla örtülür (*Şekil 4.61*).




Şekil 4.61: Triyas sedimanter kayalarının çökelim ortamlarını gösteren şekil.

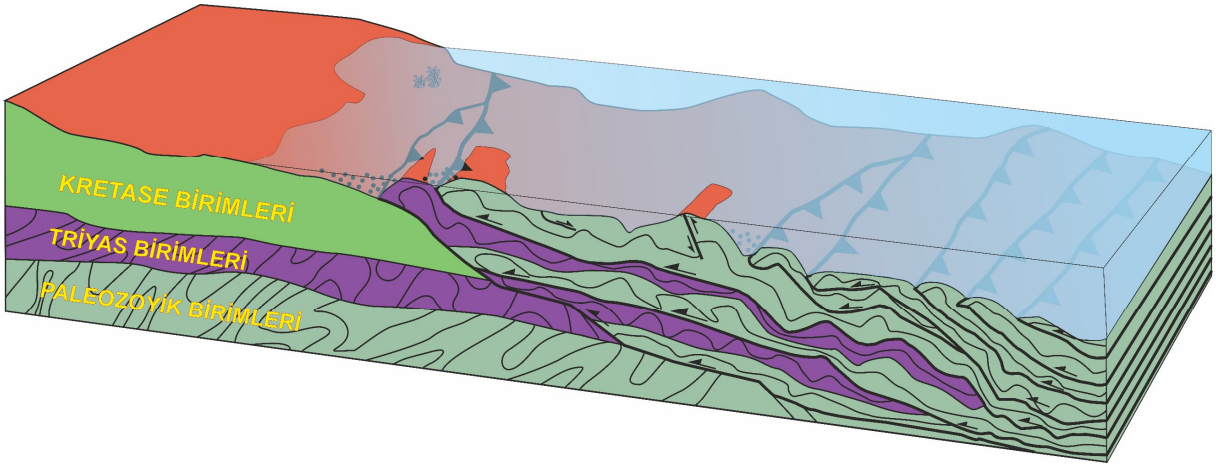
Triyas istifi İstanbul alanında iyi gelişmiştir ve yaklaşık olarak 800 metre kalınlıkta Erken Skitiyen-Noriyen yaşlı transgresif istiftir (Okay ve Tüysüz, 1999). Geç Triyas'taki Kimmer deformasyonunun işaretçisi "*Halobia sp.*" içeren şeyl ve kumtaşı istifli (Bakırlıkıran formasyonu?), bir filiş ile biter. İstanbul alanının (batı) aksine, İstanbul Zonunun doğu parçasındaki Triyas istif terrijen çökellerden oluşur. Bu istif toplam kalınlığı 800m olan rengârenk kumtaşları ve konglomeralardan oluşur. Bu kıtassal çökellerin üst parçası Geç Triyas yaşlı marn ve kireçtaşlarından oluşur (Akyol ve diğ., 1974; Alişan ve Derman, 1995). İstanbul Zonu Triyas kayalarının paleomagnetik sonuçları Lavrasya ile devam ettiğini işaret eder (Sarıbudak ve diğ., 1989; Theveniaut, 1993).

İstanbul Zonunun batı kısmında Jura ve Alt Kretase istif gözlenmez. Doğusunda ise Alt Jura görülmemektedir. Geç Kretase'de Senomaniyen andezitik lavları, daykları ve küçük asidik sokulumlar İstanbul Zonunun kuzeyinde geniş yayılımlar gösterir, İntra-Pontid okyanusu yitiminin kuzey tarafında meydana gelmiştir (Okay ve Tüysüz, 1999) (*Şekil 4.62*).




Şekil 4.62: Kretase zamanı Kavaklar grubunun oluşum ortamları.

İstanbul Zonu Paleozoyik-Mesozoyik stratigrafisi Moesiyan platformuna bir benzerlik gösterir ve Geç Kretase de açılan Batı Karadeniz havzasının, Odessa şelfi güneyinde bulunduğunu gösterir. Daha batıdaki Paleozoyik istiflerle de benzerlik gösterir bunlar; Montagne Noire (Fransa), Carnic Alpler (Avusturya), Krajstides (Bulgaristan), İstanbul zonu ve devamındaki İstikler platformu hepsi beraber Lavrasya'nın pasif kıta kenarını şekillendiren parçalarıdır. Yay arkası açılmasıyla, riftleşen İstanbul Zonu Odessa şelfinden ayrılır ve güney yönüne geçiş yapar ve iki transform fayla sınırlandırılır. Batıda Batı Karadeniz Fayı, doğuda Batı Kırım fayı (Okay ve diğ., 1994). Her iki transform fay açık denizdeki sismik kesitle haritalanmıştır (Finetti ve diğ., 1988). Güneye doğru ilerleyen İstanbul Zonu İntra-Pontid okyanusunun kademeli kapanmasına (kuzeye dalımlı dalmabatma) yol açtı. Erken Eosen de İstanbul Zonu, Sakarya Zonu ile çarpışarak İntra-Pontid süturunu oluşturur (Okay ve Tüysüz, 1999).



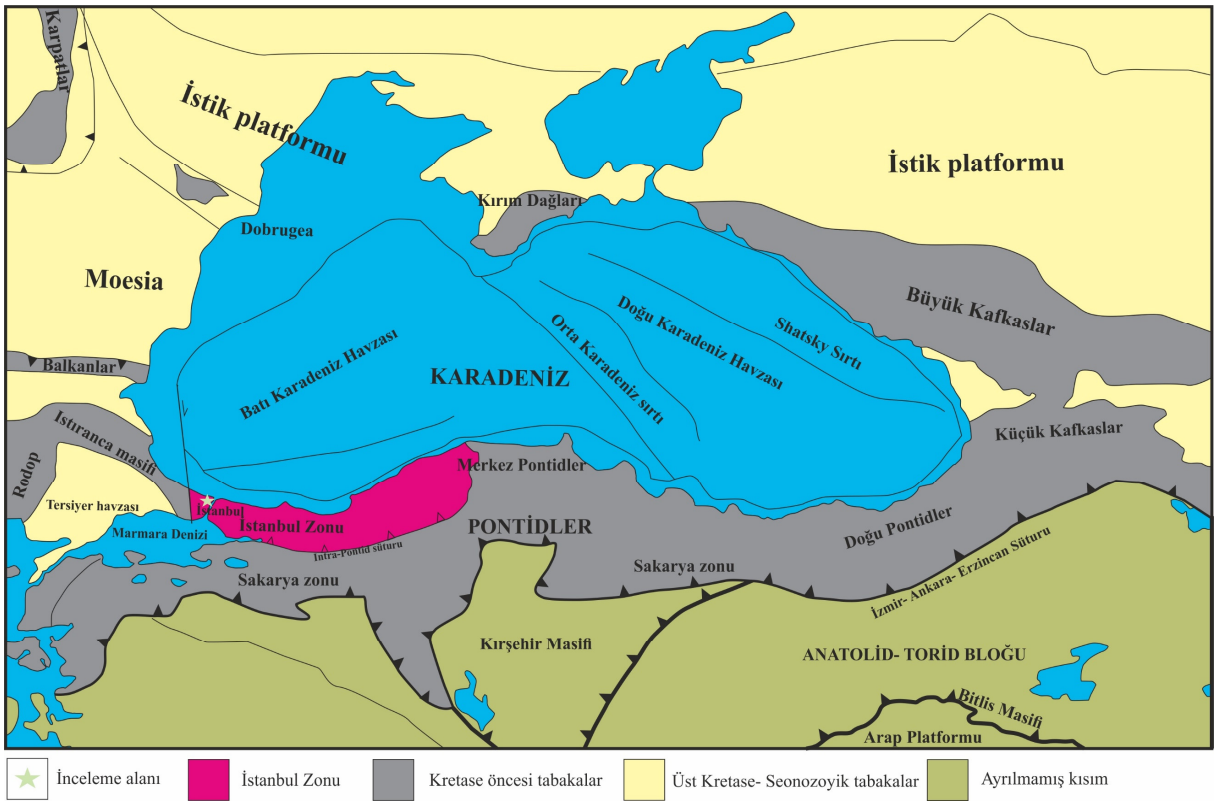

Şekil 4.63: Erken Eosen zamanı inceleme alanı ve çevresinin jeolojik yapısı (Basitleştirilmiş).

Eosen mağmatizması (Armutlu'dan batıya) ve oluşan sıkışmadan dolayı ortam yükselmektedir. Bu da inceleme alanında bulunan Sarıyer-Şile bindirmesine yol açmaktadır (*Şekil 4.63*). Geriye bindirme (Back thrust) olarak gelişen bu bindirme fayı yaklaşık 10 km derinlikten yani İstanbul Paleozoyiği ve Kocaeli Triyasının tamamını neredeyse kapsamaktadır (Kocatöngel-Bakırlıkıran).

Gelişen bu geriye bindirme (back thurst) iki aşamada oluşmuştur ilk evresi dalma batmanın etkisiyle kuzey yönünde ikinci evresinde ise Sağ doğrultu atımlı fay (intrapontid fayı (anadolunun batıya kaçması)) etkisiyle K-KD yönünde Kretase volkanoklastikleri üzerine ilerler. Daha sonrasında gelişen transgresyon ve regresyon etkisiyle bölge üzerinde çapraz tabakalı kumtaşı ve çakıltaşları ve killi-marnlı-kömürlü neojen çökelleri meydana gelmiştir. İnceleme alanında ve İstanbul'un bazı alanlarında Paleosen birimlerinin eksikliği Üst Kretase'den sonra bu alanın yükselip kara halini almış olabileceğini düşündürür.

### 4.7.2. Jeodinamik Evrim

İnceleme alanı İstanbul Zonunun batısında İstanbul alanı (terrane) içerisinde yer almaktadır. İstanbul Zonu Karadeniz havzasının güney batı sahil kenarında bulunan 400km (D-B) uzunluğunda ve 70km (K-G) genişliğinde bir kıtasal parçacıktır (Okay ve Tüysüz, 1999) (*Şekil 4.64*). İstanbul Zonu (IZ) batısında İstanbul alanı (Terrane) ve doğusunda Zonguldak alanı (Terrane) olmak üzere birbirine benzeyen iki farklı stratigrafik kesit sunar (Okay ve Tüysüz, 1999). İstanbul Zonunun paleocoğrafyası birçok araştırmacı tarafından çalışılmış ve çeşitli modeller ortaya konulmuştur. Bu başlık altında bölge ve yakın civarının jeodinamik evrimini ortaya koyan çalışmalar Orojenik dönem aralıkları düzeni içerisinde sıra ile sunulmuştur.




Şekil 4.64: Karadeniz bölgesinin tektonik birimleri (Okay ve Nikishin, 2015) (Değiştirilmiş).

İstanbul Zonu, Karadeniz bölgesindeki diğer benzer zonlarla beraber Gondwana kıtasından türetildiği düşünülmektetir. Bunlar Avaloniya tipi ve Armorica tipi olarak ikiye ayrılır (Okay ve Nikishin, 2015).

Avaloniya bloğu: Moesiya, Dobrugea, İstanbul Zonu ve İstik platformunun parçasından oluşur. Bunlar genellikle Geç NeoProterozoyik temelin üzerine Ordovisiyen-Karbonifer yaşlı Paleozoyik istifin çökelmesiyle karakterize edilir. Ordovisiyen kıtasal klastiklerinden Üst

Devoniyen-Alt Karbonifer derin deniz sedimenter kayaların farklı fasiyesleri ile temsil edilir ve son olarak Alt Karbonifer türbiditleri veya üst Karbonifer kömürleriyle biter (Okay ve Nikishin, 2015).

Armorica bloğu; Büyük ve Küçük Kafkaslar, Istranca Masifi ve Sakarya Zonu ile temsil edilir. Alt Paleozoyik istif blok içerisindeki farklı zonlarda farklı metamorfik koşulları yansıtırken aynı zamanda Karbonifer plütonizması ve yüksek sıcaklık metamorfizması etkilerinin farklılığıda tartışılan konular arasında yer almaktadır (Okay ve Nikishin, 2015).

*Paleozoyik zamanı*

İstanbul Zonu, Moesiya ve İstik platformunun parçası, Erken Ordovisiyen zamanında Gondwana'nın kenarından ayrılıp kuzeye doğru sürüklenir ve bu sürede Reyik Okyanusu açılmaya başlar. Bu bloklar geniş mikro levhalardan oluşur ve Erken Paleozoyikte paleocoğrafik olarak Avrupadadır (Cocks ve Torsvik, 2002) (*Şekil 4. 58*).

İstanbul Zonu kristalin temeli geniş Geç Neoproterozoyik granitoyid birimleri, o zaman zarfı içerisinde Gondwana'nın kuzey kenarında bulunmaktadır. Bu temel Alt-Orta Ordovisiyen zamanında kumtaşı ve konglomeralar tarafından üzerlenir. Bu karasal sedimentler İstanbul Zonunun Gondwana'nın kuzey kenarındaki riftleşmeyi işaret edebilir (Okay ve Nikishin, 2015) (*Şekil 4. 58*).

İstanbul Zonunun iyi gelişmiş ve kalın Paleozoyik istifindeki Erken Paleozoyik tarihçesi ve trilobit ve brakyapod faunaları, Kuzey-Batı Avrupadaki Avaloniya'dakiler ile benzerdir (Dean ve diğ., 2000) ve İstanbul zonunun Avaloniya'nın doğu tarafında olduğu düşünülür (Stampfili ve diğ., 2002). Bu düşünce ayrıca Ordovisiyen ve Silüriyen kumtaşlarındaki zircon analizleri ile desteklenir (Ustaömer ve diğ., 2011).

Kaldova ve diğ., (2002) ne göre İstanbul Zonu Neoproterozoyik ve Paleozoyik kayaları Brunovistulian (Bohemian Masifi (Merkez Avrupa)) Zonu ile benzer özellik taşımaktadır. Jeolojik yapısı, litolojisi ve Kadomiyen jeokronolojisi birbiri ile uyuşmaktadır. Merkez Malopolska, Brunovistulian ve Moesiyan zonlarındaki Vendiyen ve Kambriyen sekansları İstikler platformunu oluşturur. İstanbul Zonu için Ordovisiyen öncesi sedimanter sekans aralığı (Kambriyen) İstanbul alanı için onaylanmamıştır.

Avaloniya Erken-Orta Ordovisiyen'de Gondwana'dan ayrılır ve Geç Ordovisiyen'e kadar Avaloniya Baltık'ın güney batı kenarına eklenir (Cocks ve Torsvik, 2002).

Kuzeybatı Avrupadaki verilere göre Geç Ordovisiyen'de Avaloniya Lavrasya ile çarpışır (Cocks ve Torsvik, 2002). İstanbul ve Moeasian blokları Lavrasya'ya eklenir. İstanbul ve Boğaz alanındaki Üst Ordovisiyen Pendik şeylleri sıcak su faunalarını içmektedir (Sayar ve Cocks, 2013). Bunlardan bazı brakyapod türleri; *Nicolella, Sulvorthis (Orthambonites), Saukrodictya* ve *Kullervo* gibileri Avaloniya-Baltık'takilere benzemektedir (Sayar ve Cocks, 2013). Pendik formasyonu Byrozoanca zengin kireçtaşları Boda küresel ısınmasıyla (Orta Katiyen) temsil edilebilir olmasına karşın, Türkiye'nin güneyindeki Toroslarda bulunanlar gibi, Batı Pontidlerde Hirnantiyen buzul Orojenezi kayası bulunmamaktadır (Sayar ve Cocks, 2013).

Üst Ordovisiyen kumtaşı-şeyl-silt taşı türbiditik ortamda oluşmuştur (Sayar ve Cocks, 2013). Bu depolanma İstanbul alanının Lavrasya'ya eklenirken oluşmuş olabilir. MOIS (Moeasiya ve İstanbul Zonu) bloğunun Lavrasya'ya çarpması yumuşak şekilde olmuş olmalıdır. Aynı zamanda da Kuzeybatı Avrupada, Avaloniya ile Lavrasya çarpışır. İstanbul Zonu, Moeasiya ve Dobrugea'nin İyi gelişmiş Ordovisiyen-Siluriyen stratigrafisi volkanik kayalarca yoksundur bu da bizde Lavrasya'nın altına dalan Avaloniya'nın batı tarafında dalmadığını ima eder (Okay ve Nikishin, 2015). Ayrıca İstanbul alanının Batı Amozoniya'dan Kuzeybatı Afrikaya yer değiştirdiğini ve bu yer değiştirmenin Kadomiyan alanındaki riftleşmeden daha önce olduğunu ve Geç Ordovisiyen'deki buzullaşmadan kaçtığıda söylenmektedir (Ustaömer ve diğ., 2011).

İstanbul Zonunun diğer zonlarla Paleozoyik'teki en iyi eşleştiği zaman aralığı Devoniyen – Karboniferdir. Olempska ve diğ. (2014) Pendik formasyonu Kozyatağı üyesindeki yaptıkları araştırmada Büyükdere kesitinin önemli osctracod faunası içerdiğini belirtmişlerdir. Bu osctracodların epineritik yüksek enerjili ortamda Eyfeliyen birim ile basinal düşük enerjili ortamda Türingiyan (Siluriyen- Alt Devoniyen) birim arasında diğer faunalarla karışmış şekilde olduklarını ve bu osctracodların bazı konodont türlerinin oluşumuna katkı sağladığını söylemişlerdir. Pendik formasyonundaki *Serotinus, Patulus* ve *Partitus* biyozonlarıda (Geç Emsiyen- Erken Eyfeliyen) temsil edilen konodont faunalarının kuzey batı Türkiye'deki Batı Pontidlerin (İstanbul alanı) Emsiyen ostracodlarının türleri ile Cantabrian dağları (İspanya), Fas ve Turingiya (Almanya) daki eş zamanlı fauna toplulukları ve benzer biyofasiyesler arasında bağlantı bulunmaktadır. Buna göre Erken Devoniyen zamanında İstanbul alanının (Batı pontidlerin) Gondwana'nın kuzey sahil kenarı ve Armorican alanın yakınlarında olduğunu söylemişlerdir.

İstanbul Zonu ve Moeasiya'nın Siluriyen kayaları Lavrasya'nın güneyindeki pasif kıta kenarını temsil eder ve derinleşen bu istif güneyindeki Reyik okyanusu ima eder. İstanbul Zonunun doğu tarafı ise daha sığ ve kıtaya daha yakındır (Okay ve Nikishin, 2015).

Stampfli ve diğerleri (2001) tarafından yeniden yapılandırılan Geç Siluriyen (Ludlow)'deki levha tektoniği, Gondwana süper kıtasından ayrılan Hun süper zonunun riftleştiğini ve Gondwana ile süperzon arasında Paleo Tetisin formlandığını söylemişlerdir. Hun Süper zonu güneyde Gondwana ve kuzeyde Kordillera alanı (Terrane) olarak bölündü. Stampfli ve diğerleri İstanbul ve Pontidler zonunu (kuzey Türkiye), Hun Kordillerra alanının (Terrain) kuzey sınırındaki bir yitim zonunun yanına konumlandırmıştır (Ruban ve diğ., 2007) (*Şekil 4. 58*).

Zonguldak ve İstanbul alanlarının sedimentlerine göre Brunovistulian alanında gelişmiş Moravian Karst ve Ludmirov fasiyesi ile korelasyonu çok benzerdir. Bu korelasyon, İstanbul Zonu ve Brunovistulian Zonundaki Geç Viseyen- Erken Namuriyen ve Westphaliyen-Stephaniyen aralıklarındaki Variskan deformasyon fazıyla benzerlikleri artmaktadır. Bu kanıtla beraberindeki Paleobiyocoğrafik verileri yorumlarsak, İstanbul ve Zonguldak alanları Merkez Avrupadaki Rhenohersiyen ve alt Variskan Zonunun parçası olarak düşünülebilir. İstanbul Zonu Sakarya Zonunun karşısında düşünülebilir (Kaldova ve diğ., 2002).

Brunovistulian Zonu ve İstanbul Zonu paleozoyik zamanda istik platformuna (Odesa Şelfi) ait olabilirler. Kaldova ve diğerleri (2002) Brunovistulian Zonu, İstanbul Zonu ve ilişkilendirilen diğer zonların Lavrasya'nın güney doğu sahil kenarında bulunduklarını söylemişlerdir (*Şekil 4.65*).

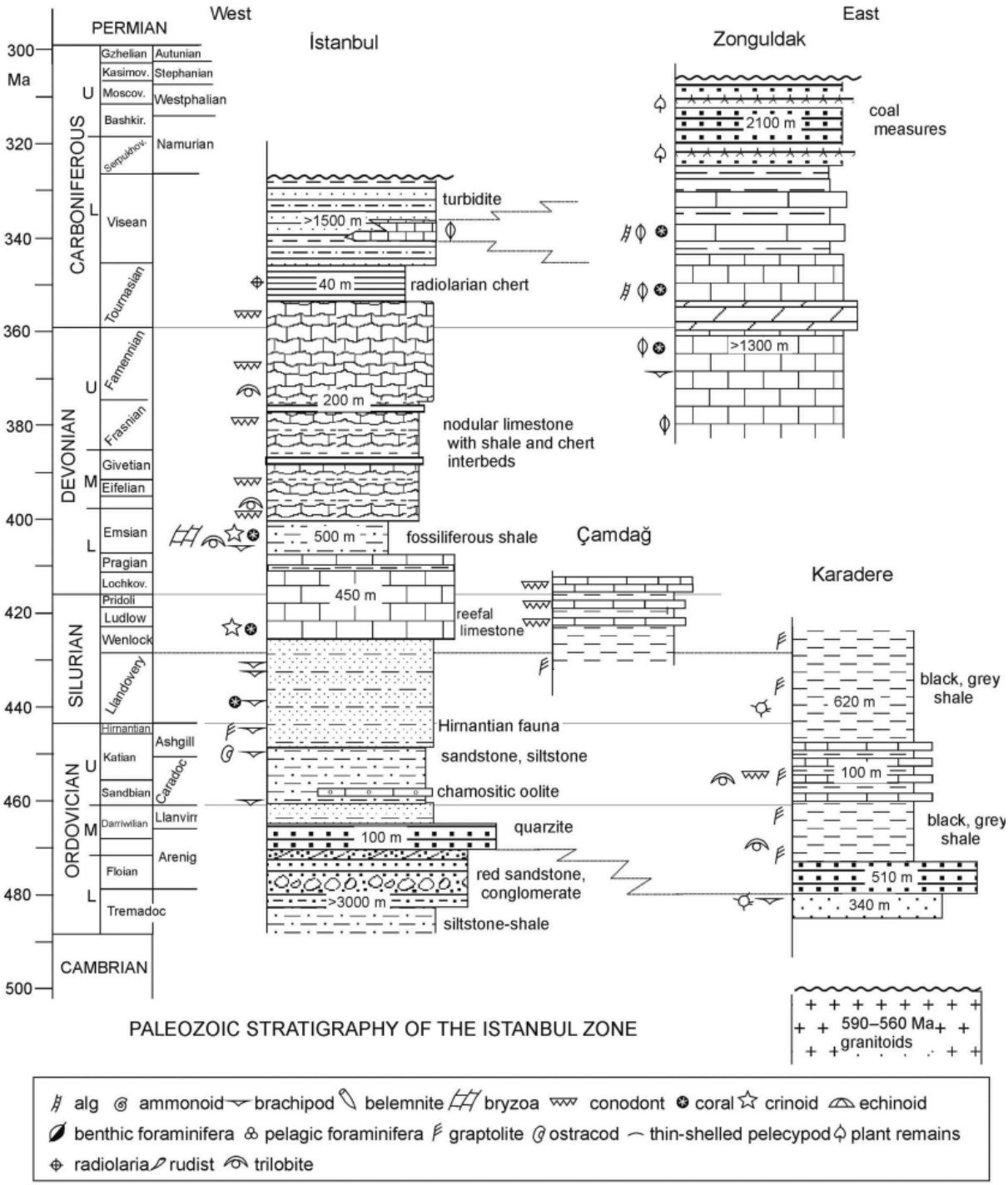



Şekil 4.65: Erken karbonifer paleocoğrafik yapılandırması. ALT; Alpin grubu (Balkan ve Getik dahil), AL; Alborz, AP; Arap levhası, ARM; Armorica, AT; Anadolu- Toros alanı, BV; Brunovistulian alanı, EAV; Doğu Avaloniya, IBR; Ilberia, IZ; İstanbul- Zonguldak alanı, KA KAZ; Kazak mikrokıtası, L; Lysogory alanı, M; Malopolska, MEG; Meguma, MO; Moeasia, MOLD; Moldanbian alanı, NAK; Kuzey Afgan- Karakum alanı, S; Sakarya alanı, T; Turanperi-Gondwana alanı, TA; Tarim mikrokıtası, WAV; Batı Avaloniya, WC- Batı kimmer (Kaldova ve Babek, 2010'dan değiştirilmiştir).

Geç Kretase'de açılan Batı Karadeniz den önce İstanbul Zonu Moesiya ile bitişiktir. Moesiya Kretase ve genç sedimenter kayalarla örtülü olmasına rağmen, Paleozoyik istifi İstanbul Zonu ile benzerdir, Özellikle İstanbul Zonundaki Zonguldak bölgesindeki Karbonifer Kömürlü seviyeleri ile (Okay ve Nikishin, 2015) (*Şekil 4.66*).

Karbonifer zamanında Kıtasal mağmatik yay ile Lavrasya'nın Güney kenarı çarpışmaktadır. Karadeniz bölgesindeki bu yay Avaloniya bloğunun güneyindeki Permo-Karbonifer metamorfizması ve mağmatizması ile temsil edilir. Bunlar Kafkaslar, Balkanlarda Istranca ve Rodop Masifi, Ponditlerde ise Sakarya Zonudur. Bunlar merkez avrupada Armorica alanı ile korele edilebilir. Armorica alanı Avaloniya bloğunun güneyindedir. Armorica alanı Gondwana'dan ayrıldığıda söylenmektedir, Siluriyende riftleştiğide. Avaloniya ve Armorica

alanları için en iyi kanıt ise Karadeniz bölgesindeki Kafkasların kuzey kenarıdır Perchuk ve Philippot (1997) ve Philippot ve diğ. (2001)'nin tanımladıkları Geç Karbonifer yaşlı Ultramafik tektonik kuşağıdır. Karbonifer granitoyidleri 300-330 My yaşlı ve jeokimyasal yapısı büyük Kafkaslar ve küçük Kafkaslar-Doğu Pontidlere yayılmıştır. İki bölgede de Granulitden yüksek amfibolit fasiyesine metamorfik kayalar ve migmatitlerle ilişkilidir (Okay ve Nikishin, 2015).




Şekil 4.66. İstanbul zonunun Paleozoyik stratigrafisi (Okay ve Nikishin, 2015).

İstanbul Zonu ve Moeasiya Devoniyen veya Karbonifer mağmatizmasından yoksundur ve pasif kıta kenarı ile temsil edilir (Reyik okyanusunun güney tarafı). Armorica mağmatik yayı ve Lavrasya'nın pasif kenarının çarpışması Doğu Ponditlerdeki ve Kafkaslardaki molas tipi sığ denizelden karasala olan sedimenter istif (Levent ve Okay, 1996) çarpışmanın tavan yaşını

belirler. Doğuda Doğu Pontidler ve Kafkaslardaki çarpışmanın yaşı 320-310 my olmalıdır. Batıda ise İstanbul zonu ve Balkanlarda bu çarpışma daha erken olmalıdır. Detrital zircon-Rutil verilerine ve Karboniferdeki türbiditik ortamı temsil eden siliklastik istifie göre Armorica (Sakarya Zonu ve istanbul parçası) alanı Lavrasya'nın kenarı ile çarpışması batıda Erken Karboniferde başlamıştır (340-330my) (Okay ve Nikishin, 2015).

*Mesozoyik*

Lavrasya ve Gondwana'nın Karboniferdeki çarpışması Süper Kıta Pangea'yı oluşturur. Karadeniz bölgesi bu zamanda bir yandan aşınmış bir yandan da yükselim göstermektedir. Kırmızı karasal çökellerin Alt Triyas mı Permiyen mi olduğu tam anlaşılamasada İstanbul Zonunun doğusundaki bazı kırmızı karasal çökellerindeki paleontolojik bulgular Permiyeni onaylamaktadır (Stolle, 2015). Meydana gelen Geç Permiyen granotoyidi Istranca masifinde ve ayrıca İstanbul Zonu ve Dobrugea'da geniş bir alanda meydana gelmiştir (Okay ve Nikishin, 2015).

Geç Triyas'ta Karadeniz bölgesi yükselim ve deformasyon ve yerleşen okyanusal yığışım prizmasını takiben çökelen türbiditik siliklastiklerle karakterize edilir (Nikishin ve diğ., 2012). Bu dönemde gerçekleşen orojenez Kimmer Orojenezidir. Kimmer Orojenezi Kimmer kıtasının Lavrasya'nın kenarıyla çarpışmasıyla oluşmuştur (Şengör, 1984). Kimmerid deformasyonu ve metamorfizması kısa sürede gerçekleşir (Geç Triyas-Erken Jura) (Okay ve Nikishin, 2015).

Sakarya Zonuna eklenen Permo Triyas yaşlı okyanusal birlik Karakaya kompleksidir (Okay ve Göncüoğlu, 2004). Karakaya kompleksi çoğunlukla kalınca bir metabasit istiften oluşur, azınlık olarak Triyas yaşlı mermer ve fillatlar bulunur. Bunlar alt karakaya kompleksi olarak adlandırılmıştır ve Sakarya Zonu boyunca uzanırlar. Alt Karakaya kompleksi yüksek basınç yeşilşist metamorfizmasıdır ayrıca Üst Triyas yaşlı eklojit ve mavişist fasiyesi de bulunur (Okay ve diğ., 2002). Levha içi jeokimyaya sahip olan bu metabasitler ve alt karakaya kompleksi Triyas okyanusal levha olarak söylenebilir (Okay ve Nikishin, 2015). Bu okyanusal levha ile Lavrasya'nın kenarı Geç Triyas'ta çarpışmıştır (Okay, 2000).

Kimmer Orojenezi Erken Jura'da geniş ölçüde bitmiş bölgedeki yükselim ve erozyonu transgresyon takip etmiştir, bunun işaretleri özellikle Sakarya Zonu ve Kafkaslarda gözükmektedir (Okay ve Tüysüz, 1999). Erken Jura'da biten Kimmer orojenezinin ardından Batı ve Doğu Karadeniz arasında farklılıklar mevcuttur (Okay ve Nikishin, 2015).

Doğu Karadeniz'de Lavrasya'nın güney kenarında gelişmiş büyük bir mağmatik yay (Orta-Geç Jura) mevcuttur. Bu yay Merkez Pontidlerden Doğu Pontidlere ve Kafkaslardan Makrana kadar uzanan çizgisel bir kuşaktır (Okay ve diğ., 2014). Batı Karadeniz'de ise İstanbul Zon'unda Alt –Orta Jura istifi eksiktir. Istranca masifinde ise sığ denizel sedimentlerle temsil edilir. Doğu ve batıdaki bu farklılık Geç Jura'da da devam etmektedir. Doğuda Sakaya Zon'unda, Kırımda, Kafkaslarda karbonat platformları oluşurken, batıda Kuzey yönlü Sıkışma mevcuttur (Istranca masifi ve Kırım-Rodop kuşağı) (Okay ve Nikishin, 2015).

Lavrasya'nın Güney kenarında bulunan okyanusal yığışım prizmasındaki verilerine göre Lavrasya'nın altındaki yitim, Erken Kretase'nin ikinci yarısında olmuştur (Aptian-Albian) (Okay ve diğ., 2013). Bu yitim-yığışım kompleksi İstanbul ve Sakarya Zonunun birbirinden uzaklaşmasını sağlar (Akbayram ve diğ., 2013). Bu uzaklaşma ya bir doğrultu atımlı fayla (Elmas ve Yiğitbaş, 2001) ya da iki blok arası Mesozoyikte genişleyen okyanusladır (Okay ve Nikishin, 2015).

Aptian-Albian yitiminin öncesinde geniş alanda Erken Kretase'nin ortasında bir yükselim meydana gelmektedir. Sakarya, Kırım ve Kafkaslarda karbonat çökelimi meydana gelmektedir. Çoğu bölge ise Geç Kretaseye kadar deniz seviyesinin üstünde kalmaktadır (Okay ve Nikishin, 2015).

Yakınsayan yitim zonlarında erozyon olması muhtemeldir. Buradaki erozyonu Orta Jura yaşlı karaya göç eden bir mağmatik yay temsil eder. Bu mağmatik yay eksiktir çoğunlukla yitim erozyonuna maruz kalmıştır. Bu erozyon Geç Jura- Erken Kretase arasında olduğu düşünülür ve çoğunlukla Erken Kretase Karadenizdeki yükselim sırasında olmuştur (Okay ve Nikishin, 2015).

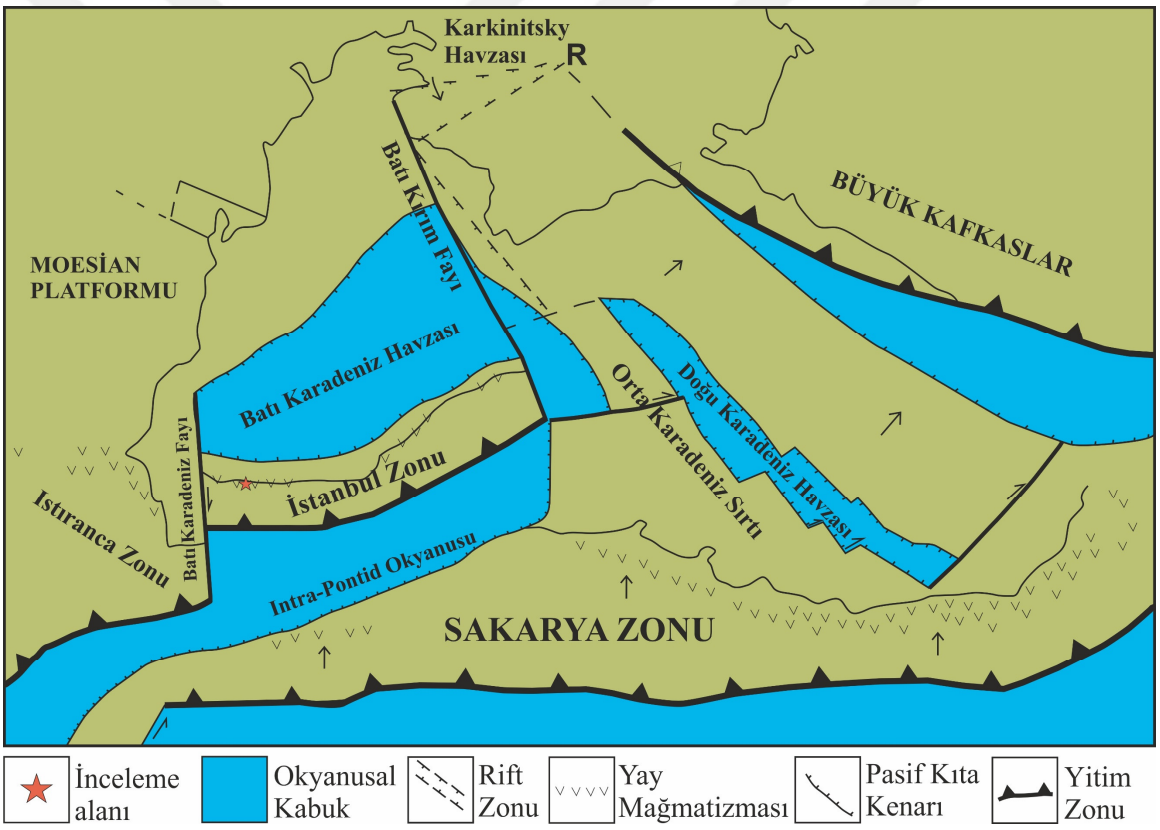
Karadenizde Geç Kretase'de (Turoniyen) başlayan yay mağmatizması Kapmaniyene kadar devam eder (Okay ve Şahintürk, 1997). Küçük Kafkaslardan Balkanlara kadar uzanan bir Üst Kretase volkanik kuşaktır (Okay ve Nikishin, 2015). Bu volkanik kuşağın güneyinde kalınca bir turbiditik siliklastiklerden oluşan yay ardı havza gelişir (Nikishin ve diğ., 2008). Geç kretase volkanizması tamamen deniz altı volkanizmasından oluşur bu da gerilmeli bir mağmatik yayı belirtir (Okay ve Nikishin, 2015). Açılan Batı ve Doğu Karadeniz havzası bu mağmatik yayı meydana getirir (Coniacian-Sanoniyen) (Okay ve diğ., 2013).

İstanbul Zonu Kretaseye kadar konumu Odesa şelfi ile Moesiya ve Kırım arasındadır. Aptian-Albian daki riftleşme (Görür, 1988) ile güneye ilerleyen bu kıtasal parçacık (Terrane) İki

tarafında transform fayla sınırlandırılmıştır ve Batı Karadeniz havzasının açılımı başlamıştır (Okay ve diğ., 1994).

İstanbul zonundaki Turonian yaşlı kalk- Alkalin volkanizmasına (Tokay, 1952) göre İntra Pontid okyanusunun dalımı ve batı Karadeniz havzasının riftleşmesi Aptian-Senomaniyen'de başlamıştır (*Şekil 4.67*).

İstanbul ve Sakarya Zonları arasındaki çarpışma Erken Eosende olmuştur. Denizel sedimantasyon Geç Kretase-Paleosen arasında devam etmiştir (Dizer ve Meriç, 1980/1981) ve ilk yükselim Erken Eosende olmuştur. Karadeniz havzasının açılımı gerilmeli-sıkışmalı faylanmayı oluşturmuştur (Finetti ve diğ., 1988).

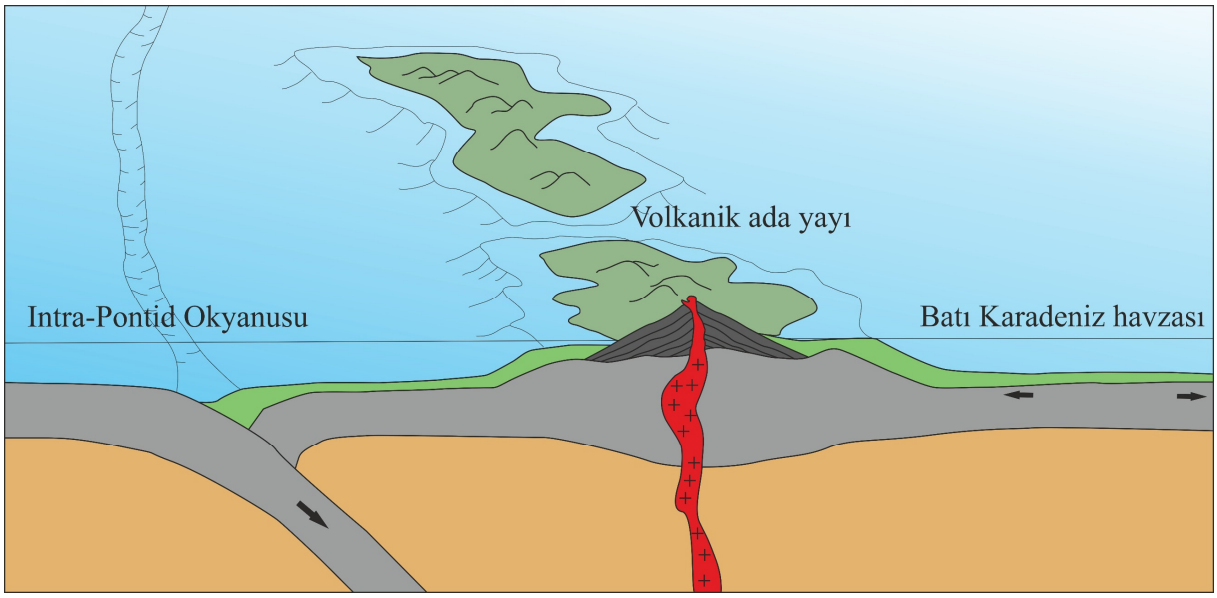



Şekil 4.67: Karadeniz bölgesinin Kretase'deki (Santonian-Kampaniyen) Paleocoğrafyası ve önemli tektonik hatlarını gösteren şekil, oklar hareket yönünü göstermekte, R Doğu Karadeniz bloğunun dönme ekseni merkezi (Okay ve diğ., 1994'ten değiştirilmiştir).

İstanbul Zonunun güneyinde açılan okyanus İntra-Pontid Okyanusudur. İzmir-Ankara-Erzincan'dan türeyen bir koydur. Ege denizinin kuzeyi ile beraber üçlü açılma yapmaktadır. Bu okyanus Geç Kretase'de genişlemeye başlar bu yaşı bize pelajik kireçtaşları vermektedir (Okay ve Tüysüz, 1999).

İntra-Pontid sütur zonu İstanbul ve Sakarya zonları arasındaki sınırda 400km uzunluğundadır. Batıya doğru uzanan bu sütur Sakarya Zonu ve Rodop-Istranca masifi arasında ayrıca güneye döndüğü kısımda İzmir-Ankara-Erzincan süturu ile kesişebilir. Bu anlamda bu zon Doğu da İstanbul-Sakarya Zonu batıda Rodop-Istranca ve Sakarya Zonu arasında iki parça olarak değerlendirilebilir. İstanbul ve Sakarya zonları arasında doğu batı uzanımlı bu zon kuzey yönlü iki fay tarafından sınırlandırlır (Batı Karadeniz fayı ve Batı Kırım fayı) (Okay ve Tüysüz, 1999).

Senoniyen'de kuzeye doğru yitim yaparak kapanmaya başlar. Senoniyen yay mağmatizması İstanbul Zonu ve Istranca masifinde görülür. Bu Kuzey yönlü dalım sayesinde yay ardı havza olarak batı Karadeniz havzası açılır (*Şekil 4.68*).



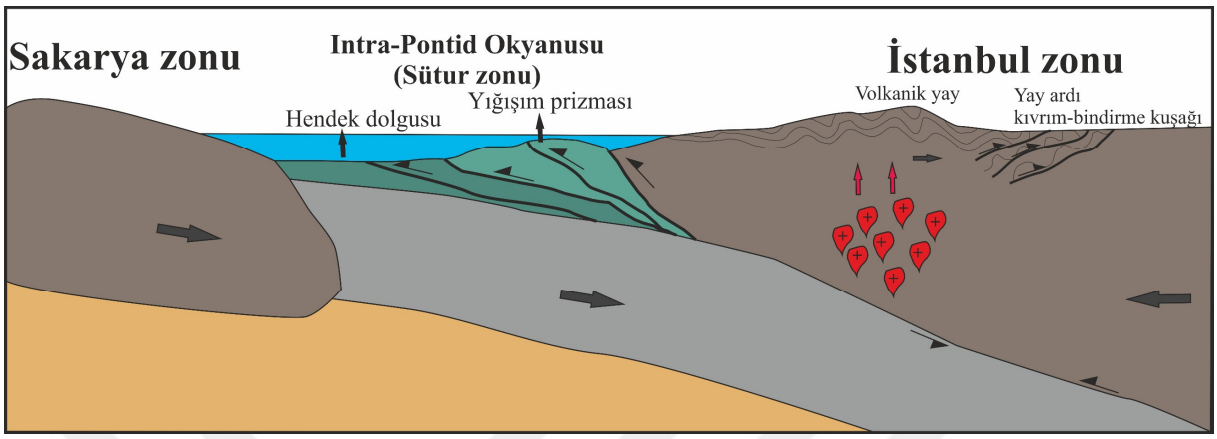

Şekil 4.68: Intra Pontid Okyanusu Senoniyen'de kuzeye doğru yitim yaparak kapanmaya başlaması ve gelişen yay mağmatizması sonucu yay ardı olarak açılan Batı Karadeniz havzası.

*Senozoyik*

Sakarya Zonu ve İstanbul Zonu arasındaki çarpışma Sakarya Zonundaki stratigrafiye göre Erken Eosen'de olmuştur. Bu yaşı ayrıca İstanbul Zonunun kuzey ve merkez parçasının stratigrafisine göre Geç Kretase-Paleosen'deki denizel karbonat çökelimi verileride verir (Dizer ve Meriç, 1980/1981). Intra-Pontid süturunun batı parçasındaki çarpışma doğuya göre daha sonra gerçekleşmiştir (Okay ve Tüysüz, 1999) (*Şekil 4.69*).

İntra-Pontid süturu doğusundaki çarpışmanın Erken Eosende bitmiş ve kuzeye ilerlemenin durmuş olduğu, batıda ise bu Oligosene kadar devam ettiği, bölgede gelişen tersiyer havzasının

İntra-Pontid süturunun kuzeye dalımından dolayı yay ardı olarak gelişmiş olduğu öne sürülmüştür (Görür ve Okay, 1996).




Şekil 4.69: Intra-Pontid Okyanusunun Eosende meydana gelen kapanmasından dolayı Sakarya zonu ve İstanbul zonunun çarpışması sonucu ortamın yükselmesi ve kıvrım bindirme kuşağının meydana gelmesini gösteren şekil.

İstanbul alanında Erken Eosen'de meydana gelen çarpışmanın ardından tüm bölge sıkışarak yükselmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). İstanbul alanının batısının tekrar denizel ortam olması Geç Eosenin başlarında çakıltaşı kumtaşı çökelimiyle başlayıp daha sonrasında çökelen bol nümmilitli resifal kireçtaşları ile devam eder. İlerleyen çökelimde Oligosene kadar derin denizel kumtaşları ile kalınca bir istif görülür. Oligosende molas çökelleri bölgede hâkim olur ve açısal uyumsuzlukla Miyosen çökelleri bölgeyi örter. Toplam kalınlıkları yaklaşık 1,5 km kadar olan acısu çökelleri Üst Miyosen yaşlıdır bunların en yaşlı biriminden derlenen iri memeli fosilleri ve acısu çift kabukluları Vallesiyen yaşını vermektedir. Bu çökellerle beraber paleotektonik dönem bitmektedir (Şengör, 2011).

# 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sarıyer ilçesinin tektonostratigrafik özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda stratigrafik olarak en yaşlı kaya birimi Aydos formasyonudur. Silis çimentolu kuvars kumtaşı litolojili Aydos formasyonu inceleme alanının güney doğusunda Kocataş sırtında gözlemlenmektedir. Aydos formasyonunun yaşı normal stratigrafik ilişkide üzerine uyumlu olarak gelen Gözdağ formasyonunun yaşına (Orta Ordovisiyen-Landoveriyen) göre Erken Ordovisiyen olarak benimsenmiştir (Gedik ve diğ., 2005b). İnceleme alanında stratigrafik olarak Aydos formasyonundan sonra gelen birim Gözdağ formasyonudur. Laminalı düzeylerinde bulunduğu genel litolojisi killi kumtaşı olan bu formasyon inceleme alanının güney doğusunda Büyükdere mahallesi civarında mostralarını vermektedir. Gözdağ formasyonunun yaşı içerisinde bulunan fosil türlerine göre Orta Ordovisiyen- Alt Silüriyen (Landoveriyen) olarak belirlenmiştir (Önalan, 1981).

İnceleme alanında İstanbul Paleozoyik istifinin Erken-Orta Devoniyen çökelimine ait şelf - yamaç (Ramp) ortamını karakterize eden karbonatlı ve kırıntılı düzeyler gözlenmemektedir. Geç Devoniyen Erken Karbonifer çökelimi Büyükada formasyonu, sınırlı alanlarda Baltalimanı formasyonu ve inceleme alanının batısında yaygın yüzlekler sunan türbiditik karakterli ince kırıntılı birimlerle karakterize olunan Trakya formasyonu ile temsil edilmektedir.

Büyükada formasyonu inceleme alanında genellikle yumrulu halde bulunur. Laminalı düzeylerinin de bulunduğu fakat genel litolojisi mikritik kireçtaşı olan Büyükada formasyonu inceleme alanının güney doğusunda Kocataş dağının kuzey yamaçlarında mostralarını vermektedir. Büyükada formasyonunun yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Orta-Üst Devoniyen (Eyfeliyen-Fameniyen) olarak belirlenmiştir (Gedik ve diğ., 2005b). Büyükada formasyonu üzerine uyumlu olarak Baltalimanı formasyonu gelmektedir. Bol kıvrımlı yapısı ve fosfat yumrularıyla belirgin karakterde olup genel litolojisi silisifiye şeyl ile temsil edilen Baltalimanı formasyonu, inceleme alanının güney doğusunda Çırçır deresi civarında mostralarını vermektedir. Baltalimanı formasyonunun yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Alt Karbonifer olarak belirlenmiştir (Haas, 1968). Baltalimanı formasyonu üzerine uyumlu olarak genel litolojisi mikalı kumtaşı olan Trakya formasyonu gelmektedir. Genel litolojisi kumtaşı olan Trakya formasyonu laminalı şeyl, kireçtaşı ve çakıllı fasiyesleride olup kalın bir stratigrafik istif sunmaktadır. İnceleme alanının orta ve güney kesimlerinde genişçe bir alanda

mostralarını veren Trakya formasyonu içermiş olduğu fosil içeriğine göre yaşı Karbonifer olarak belirlenmiştir (Kaya, 1971).

İnceleme alanında stratigrafik olarak Trakya formasyonundan sonra gelen birim Kapaklı formasyonudur. Genel litolojisi kumtaşı-kiltaşı-çakıltaşı olan bu birim yer yer volkanik düzeyleride görülmektedir. Kapaklı formasyonu İnceleme alanının ortalarında Zekeriyaköy'ün batısında yer almaktadır. Stratigrafik olarak Geç Permiyen yaşlı Sancaktepe graniti üzerinde ve Erken Skitiyen yaşlı Erikli formasyonunun altında yer almasından dolayı Kapaklı formasyonunun yaşı Geç Permiyen- Erken Skitiyen olarak belirlenmiştir (Gedik ve diğ., 2005b). Kapaklı formasyonu üzerine Erikli formasyonu gelmektedir. Genel litolojisi kuvars kumtaşı olan Erikli formasyonu inceleme alanının kuzey batısında Gümüşdere köyü güneyinde yer almaktadır. Erikli formasyonunun yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Erken Skitiyen olarak belirlenmiştir (Yurtsever, 1982).

Kocaeli Triyas'ında Erikli formasyonundan sonra görülen bol vermes fosilli Demirciler formasyonunun mostraları inceleme alanında görülmemektedir fakat bloklar halinde inceleme alanının batısında görülmektedir. Erikli formasyonundan sonra Ballıkaya formasyonu gelmektedir. Genel litolojisi dolomitik kireçtaşı olan Ballıkaya formasyonu inceleme alanının kuzey batısında Gümüşdere köyü güneyinde mostralarını vermektedir. Ballıkaya formasyonunun yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Skitiyen sonu- Landiniyen olarak belirlenmiştir (Gedik ve diğ., 2005b). Ballıkaya formasyonundan sonra inceleme alanında stratigrafik olarak Bakırlıkıran formasyonu gelmektedir. Genel litolojisi kumtaşı-şeyl ardalanmasıyla belirgin olan Bakırlıkıran formasyonu inceleme alanının kuzey batısında Gümüşdere köyü güneyinde mostralarını vermektedir. Bakırlıkıran formasyonunun yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Karniyen olarak belirlenmiştir (Kaya ve Lys, 1980).

İnceleme alanında stratigrafik olarak devam eden istifte Bakırlıkıran formasyonundan sonra gelen birim Garipçe formasyonudur. Genellikle volkaniklastik sedimentlerden oluşan Garipçe formasyonu inceleme alanının kuzey doğusunda Zekeriyaköy-Rumeli Kavağı-Garipçe civarında geniş bir alanda mostralarını vermektedir. Garipçe formasyonu yaşı karbonatlı düzeylerinden elde edilen fosil türlerine göre Üst Kretase olarak belirlenmiştir (Keskin ve diğ., 2003). Garipçe formasyonu üzerine uyumlu olarak Kısırkaya formasyonu gelmektedir. Genellikle bazaltik lavlardan oluşan Kısırkaya formasyonu inceleme alanının kuzey batısında Gümüşdere köyü civarı ve kuzeyde Kumköy civarında mostralarını vermektedir. Kısırkaya

formasyonunun yaşı stratigrafik olarak Garipçe formasyonuyla uyumlu olmasından dolayı Üst Kretase olarak belirlenmiştir (Keskin ve diğ., 2003). İnceleme alanında stratigrafik olarak Kısırkaya formasyonu üzerine uyumlu olarak gelen birim Sarıyer kireçtaşıdır. Volkanik kırıntılar içeren kumlu kireçtaşı litolojisiyle belirgin olan bu birim inceleme alanında Zekeriyaköy civarında görülmektedir. İçermiş olduğu fosil türlerine göre birimin yaşı Üst Kretase olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanında stratigrafik olarak Sarıyer Kireçtaşından sonra gelen birim Danişment formasyonudur. Genel litolojisi kumtaşı olan Danişment formasyonu inceleme alanının kuzey batısında Gümüşdere köyü civarında mostralarını vermektedir. Danişment formasyonunun yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Geç Oligosen – Erken Miyosen olarak belirlenmiştir (Akyol ve Akgün, 1995). Danişment formasyonu üzerine inceleme alanında uyumsuz olarak İstanbul formasyonu gelmektedir. Geç Oligosen- Erken Miyosen sıkışma hareketleri sonucunda gelişen çakıl-kum-kil-silt gibi değişik fasiyeslerden oluşan bu birim inceleme alanının kuzeyinde Gümüşdere, Demirciköy, Garipçe civarlarında geniş bir alanda görülmektedir. İstanbul formasyonu yaşı içermiş olduğu fosil türlerine göre Geç Oligosen- Erken Miyosen olarak belirlenmiştir (Özgül, 2011). Son olarak Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı Belgrad formasyonu çökelmektedir.

İnceleme alanında bulunan kaya birimleri İstanbul Zonu olarak adlandırılmış olan zonun batı parçasındaki İstanbul alanına aittirler. Bu zon Prekambriyen yaşlı bir kristalin temelin üzerine Ordovisiyen'den Karbonifer'e kadar transgresif olarak çökelen sedimenter bir istifle başlar. Zonun bu kayaları Gondwana'nın kuzeyinde yer almaktadır. Karboniferde etkin olan Gondwana ve Lavrasya'nın çarpışmasıyla oluşan Hersiniyen Orojenezi sonrasında bu kayalar kıvrımlı ve faylı bir yapıya sahip olmuşlardır (Okay ve Nikishin, 2015). Permiyen'deki aktifleşen mağmatizmayla da beraber ortam yükselmektedir. Bu yükselme sonucu karasal çökeller bölgede bulunan Paleozoyik kayaları üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Bu karasal çökeller üzerine transgresif olarak geç Triyas'a kadar uyumlu sedimenter bir istif gelmektedir. Geç Triyas- Erken Jura da gerçekleşen Kimmer kıtası ile Lavrasya'nın çarpışması sonucu Kimmer Orojenezi oluşmuştur (Okay ve Nikishin, 2015).

Erken Jura ile Geç Kretase arası istifte eksiklikler gözlenmektedir. Geç Kretase'deki riftleşmeye kadar bu zon Odesa şelfi ile Moesiya ve Kırım arasındadır. Geç Kretase'deki riftleşmeyle beraber bu zon güneye doğru ilerlemeye başlamıştır (Okay ve Nikishin, 2015). Bu

riftleşme beraberinde gelişen yay mağmatizması Küçük Kafkaslardan Balkanlara kadar uzanan bir Üst Kretase volkanik kuşağını oluşturur (Okay ve Nikishin, 2015). Bu volkanik kuşağın güneyinde kalınca bir türbiditik siliklastiklerden oluşan yay ardı havza gelişir (Nikishin ve diğ., 2008). Denizel sedimantasyon Geç Kretase-Paleosen arasında devam etmiştir (Dizer ve Meriç, 1980/1981). Eosende İstanbul Zonu güneyindeki zonla (Sakarya Zonu) çarpışmaktadır. Bu çarpışmayla tüm bölge sıkışarak yükselmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Orta Eosen-Erken Oligosen zamanında bölgede yeni bir transgresyon başlamasıyla kum ve karbonat çökelimi gerçekleşmektedir. Oligosen başlangıcında denizin sığlaşmasıyla kömür ara düzeyli lagün ve göl birikintileri çökelmeye başlamıştır (Özgül, 2011). Oligosen sonunda bölgeyi etkileyen tektonik hareketlere bağlı olarak, bölge yeniden yükselerek günümüze değin süren bir karalaşma sürecine girmektedir. Erken Miyosen sırasında havza sığlaşmaya ve özellikle güney kesimler karalaşmaya başlamış ve peneplenleşme evresine girmesiyle akarsu birikintileri bölge üzerinde geniş alanlar kaplamaktadır (Özgül, 2011).

İnceleme alanında paleotektonik dönemde meydana gelmiş olan faylar ve kıvrımlar tespit edilmiştir. Paleozoyik kayalarında görülen D-B yönlü sıkışma (Hersiniyen Orojenezi) ürünü yapısal unsurlar daha sonrasında Triyas kayalarıyla beraber K-G yönlü (Alpin Orojenezi) sıkışmaya maruz kalmıştır. Üst Kretase de meydana gelen K-G yönlü gerilmeli sistemle bölgede bulunan kayalar tekrardan faylanmıştır. Eosen zamanında K-G yönlü (Alpin Orojenezi) sıkışmanın etkisiyle bölge bir kez daha kıvrımlı ve faylı bir yapı kazanmıştır. Eosen'de etkin olan bu sıkışmanın ürünü olarak inceleme alanında bindirme fayları oluşmuştur. Bölgenin stratigrafik istifte terslenmiş konumlara neden olan bu tektonik etkinin genellikle geniş yayılımlı blok davranışlar şeklinde stratigrafik paketler oluşturmuştur. Bu düzeyler ilk defa bu çalışmada tektonik bloklar şeklinde ayırtlanmış ve adlanmıştır.

İnceleme alanının kuzeyinden doğusuna kadar geniş alanda yüzlekler sunan Üst Kretase yaşlı volkaniklastik birimleri otokton halde bulunmaktadır ve Garipçe Tektonik Bloğunu oluştururlar. İnceleme alanının kuzey batısında Gümüşdere köyü güneyinde yer alan Triyas yaşlı kayaların oluşturduğu blok Gümüşdere tektonik bloğudur. Bu tektonik blok birimleri Gümüşdere köyü güney ve güneybatısında Garipçe Tektonik Bloğu üzerinde güney yönünde 10 derecelik eğimle K-K10D yönünde itilerek bindirme fayı yapmaktadır.

İnceleme alanının yaklaşık doğu batı uzanımlı doğrultuda kesen Sarıyer-Şile bindirme fayının güneyinde yer alan ve Karbonifer yaşlı kaya birimlerinden meydana gelen blok Zekeriyaköy

tektonik bloğunu oluştururlar. Zekeriyaköy tektonik bloğu Gümüşdere köyü güneyinde Gümüşdere tektonik bloğu üzerinde güneye 40-60 derecelik eğimle K20-40D yönünde itilerek bindirme fayı yapmaktadır. Zekeriyaköy tektonik bloğu Garipçe tektonik bloğu üzerinde K30-60D itilerek, Zekeriyaköy ve Maden mahallesi kuzeyinde 30 derece güney-güneybatıya, Maden mahallesindeki tektonik pencerede ise yataya yakın bir eğimle bindirme fayı yapmaktadır.

İnceleme alanının güney doğusunda yer alan Ordovisiyen kayalarından oluşan tektonik blok Sarıyer tektonik bloğudur. Sarıyer tektonik bloğu Eosende meydana gelen bu K-G yönlü sıkışma hareketinin devamında veya duraksadığı dönemde Aha momenti (Eureka momenti) etkisiyle Zekeriyaköy tektonik bloğu üzerinde yırtılma fayına bağlı olarak yükselmesi ve devam eden hareket sonucunca ters fay açısının en uçta 40-50 ama genelde 60-70 derece güneye eğimli olup K10-30D itildiği, arazi gözlemleri ve elde edilen ölçümlerle saptanmıştır.

İnceleme alanı Miyosen sonrasında Kuzey Anadolu Fayının sağ yönlü bölgesel makaslama rejimi altında K–G'e yakın doğrultulu sol yönlü ve KB doğrultulu sağ yönlü makaslama faylarıyla kat edilerek günümüz drene sistemlerini kontrol eden vadi ve sırtların oluşumuna yol açmıştır.

# KAYNAKLAR

Abdüsselamoğlu, Ş., 1963, İstanbul Boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşhadeler, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, Cilt 60, ss.1-6, Ankara.

Abdusselamoglu, S., 1977, The Paleozoic and Mesozoic in the Gebze region; explanatory text and excursion guidebook, *4th Colloquium on Geology of the Aegean*, excursion 4: Western Anatolia and Thrace, 30.9-6.10.1977, Istanbul Technical University, Istanbul, 16 p.

Akartuna, M., 1963, Şile şaryajının İstanbul Boğazı kuzey yakalarında devamı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, Cilt 61, ss. 14-20, Ankara.

Akbayram, K., Okay, A.I. & Satır, M., 2013, Early Cretaceous closure of the Intra-Pontide Ocean in western Pontides (Northwestern Turkey): *Journal of Geodynamics*, Volume 65, pp. 38-55. DOI: 10.1016/j.jog.2012.05.003

Akyol, E. ve Aygün, F., 1995, Trakya karasal Tersiyer'inde yaş tayinleri, *Trakya havzası jeolojisi Sempozyumu Bildiriler kitabı*, Lüleburgaz- Kırklareli, ss. 28-29.

Akyol, Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göğer, E., Şaroğlu, F., Şentürk, İ., Tütüncü, K. ve Uysal, Ş., 1974, *Cide-Kurucasile Dolayının Jeoloji Haritası*, 1:50000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası serisi, Ankara, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.

Akyüz, S., 1987, *İstanbul boğazı batısının jeolojisi*, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi (yayımlanmammış).

Alisan, C. & Derman, A. S., 1995, *The first palynological age*, Sedimentological and stratigraphic data for Çakraz Group (Triassic), Western Black Sea, In: Erler, A., Ercan, T., Bıngöl, E. ve Örçen, S. (eds) Geology of the Black Sea Region. Directorate of the Mineral Research and Exploration, Ankara, 93-98.

Altınlı, İ. E., 1951, Kayışdağı bölgesinin jeolojisi; *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B, C. XVI, S.2, ss. 189–205, İstanbul.

Altınlı, İ.E., 1968, İzmit- Hereke- Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi, Maden Tetkik ve Arama dergisi, 71, 1-28.

Altınlı, İ. E., Soytürk, N. ve Saka, K., 1970, Hereke – Tavşancıl – Tavşanlı – Tepecik alanının jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, C. XXXV, S. 1 -2, ss. 69 – 75, İstanbul.

Aydın, M., Şahintürk, O., Serdar, H.S., Özçelik, Y., Akarsu, I., Üngör, A., Çokuğraş, R. ve Kasar, S., 1986, Ballıdağ- Çangaldağı (Kastamonu) arasındaki bölgenin jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt 29/2, 1-16.

Aysal, N., Keskin, M., Peytcheva, I. & Duru, O., 2017, Geochronology, geochemistry and isotope systematics of a mafic–intermediate dyke complex in the İstanbul Zone. New constraints on the evolution of the Black Sea in NW Turkey", in: Petroleum Geology of the Black Sea, Sımmons, M.D., Tarı, G.C., Okay, A.I., Eds., *Geological Society of London*, Londra, pp.37-73,

Baykal, A. F., 1943, Şile bölgesinin jeolojisi, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri*, S. 3, 81s, İstanbul.

Baykal, A. F., 1963, İstanbul Boğazı batısındaki sahanın jeolojik etüdü, *Maden Tetkik Arama raporları*, No. 3267, Ankara (yayımlanmamış).

Baykal, A. F. ve Kaya, O., 1963, İstanbul Bölgesinde bulunan Karbonifer'in Genel Stratigrafisi, *Maden Tetkik ve Arama dergisi*, C. 61, 1-11, Ankara.

Baykal, A. F. ve Kaya, O., 1965, İstanbul Silüriyeni hakkında, *Maden Tetkik Arama dergisi*, C. 64, ss.1-7, Ankara.

Baykal, A. F. Ve Kaya, O., 1966, İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,* C.10/1-2, ss.31-44, Ankara.

Baykal, A. F. ve Önalan, M., 1979, Şile sedimenter karışığı (Şile olistostromu), Altınlı Simpozyumu 6-7 Mart 1979, *Türkiye Jeoloji Kurumu-İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Bölümü*, ss. 15-25.

Bayrak, A. ve Murat, M., 1990, İstanbul ve Kocaeli illeri Dolayının 1/100.000 Ölçekli Derlenmiş jeoloji haritası (yayımlanmamış).

Boer, N., P., 1954, Report on a Geological Reconnaissance in Turkish Thrace, September, December G. A. Report no: Ç 25373.

Chaput, E., 1932, Contribution a L'étude Géologique de la Turquie, Bulletin de la Société Géologique de France, (5), pp. 9-16.

Chaput, E., 1936, Voyages d'études géologiques et géomorphogéniques en Turquie, *Mémoires de l'Institut d'Archéologie de Stamboul*, II. E. De Boccard, Paris, VIII+312 p., 27 pls.

Chaput, E. & Hovasse, R., 1930, Notice preliminaire sur le Cretace superieur de Zekeriya Köy, au Nord de Constantinople. *Bulletin de la Faculté des Sciences de Stamboul*, No. 4, 1-16, Istanbul.

Cocks, L.R.M. & Torsvik, T.H., 2002, Earth geography from 500 to 400 million years ago: A faunal and paleomagnetic review: *Journal of the Geological Society*, London, Volume 159, pp. 631-644. DOI: 10.1144/0016-764901-118.

Dağer, Z., 1978, *Les foraminiferes du Trias de la penninsule de Kocaeli, Turquie*, La Faculte des Science de I'Universite de Geneve, Thése de Doctorat (yayımlanmamış).

Davis, G.H., Reynolds, S.J. And Kluth, C.F., 2012, *Faults*, Structural geology of rocks and regions (Third edition), chapter 6, John Wiley ve Sons, Inc., ISBN 978-0-471-15231-6, New Jersey, USA, 305-321.

Dean, W.T., Martin, F., Monod, O., Demir, O., Rickards, A.B., Bultynck, P. & Bozdogan, N., 1997, *Lower Paleozoic stratigraphy,* Karadere-Zirze area, central Pontides, northern Turkey. In: Göncüoglu, M.C. ve Derman, A.S. (eds) Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana. Turkish Associations of Petroleum Geologists Special Publications, 3, 32-38.

Dean, W.T., Monod, O., Rickards, R.B., Demir, O. & Bultynck, P., 2000, *Lower Paleozoic stratigraphy and paleontology*, Karadere-Zirze area, Pontus Mountains, Northern Turkey: Geological Magazine, Volume 137, pp. 555-582. DOI: 10.1017/S0016756800004635.

Dickson, J.A.D., 1966, Carbonate identification and genesis as revealed by staining, *Journal of Sedimentary Petrology*, Volume 36, No 2, pp. 491–505.

Dizer, A. ve Meriç, E., 1980/1981, Kuzeybatı Anadolu'da Üst Kretase-Paleosen Biyostratigrafisi, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 95/96, 149-163.

Duman, T.M., Keçer, M., Ateş, Ş., Emre, Ö., Gedik, İ., Karakaya, F., Durmaz, S., Olgun, Ş., Şahin, H. ve Gökmenoğlu, O., 2004, İstanbul metropolü batısındaki (Küçükçekmece-Silivri-Çatalca yöresi) Kentsel gelişme alanlarının yer verileri, *Özel Yayın Serisi-3*, Maden Tetkik ve Arama, Ankara.

Elmas, A. & Yiğitbaş, E., 2001, Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and the Sakarya Zone in northwestern Anatolia, Turkey: *International Journal of Earth Sciences*, Volume 90, pp.257-269. DOI: 10.1007/s005310000129

Erdem, M.E., 2015, *Muallim köy- Pelitli köy (Gebze/Kocaeli) arasının Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri*, İstanbul Üniversitesi Mühendislik fakültesi, Lisans tezi(yayımlanmamış).

Erguvanlı, K., 1949, *Hereke pudingleri ile Gebze taşlarının inşaat bakımından etüdü ve civarının jeolojisi*. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi.

Eroskay, S.O., 1978, Kocaeli yarımadası Güneyindeki Kireçtaşlarının Hidrojeolojisi ve Karst Parametrelerinin Analizi, *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi*, TÜBİTAK TBAG-124 projesi (yayımlanmamış).

Finetti, I., Bricchi, G., Del Ben, A., Pipan, M. & Xuan, Z., 1988, Geophysical study of the Black Sea, *Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata*, Volume 30, pp. 197-324.

Gedik, İ. ve Aksay, A., 2002, 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, *Adapazarı G25 paftası*: Pafta No. 32, Maden Tetkik ve Arama, Ankara.

Gedik, İ. Ve Önalan, M., 2001, Çamdağ (Sakarya ili) Paleozoyik stratigrafisine ait yeni gözlemler, *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi,* Cilt 14, Sayı 1-2, ss. 61-76, İstanbul.

Gedik, İ., Timur, E., Duru, M. Ve Pehlivan, Ş., 2005a, 1/50.000 Ölçekli Türkiye Jeolojsi haritaları, *İstanbul – F22d paftası*: Pafta No. 10, Maden Tetkik ve Arama, Ankara.

Gedik, İ., Timur, E., Duru, M. Ve Pehlivan, Ş., 2005b, 1/50.000 Ölçekli Türkiye Jeolojsi haritaları, *Bursa – G23a paftası*: Pafta No. 16, Maden Tetkik ve Arama, Ankara

Görür, N., 1988, *Timing of opening of the Black Sea Basin*: Tectonophysics, Volume 147, pp. 247-262.

Gorur, N. & Okay, A.I., 1996, Fore-arc origin of the Thrace Basin, northwest Turkey. *Geologisches Rundschau,* 85, 662-668.

Gorur, N., Monod, O., Okay, A.I., Sengor, A.M.C., Tuysuz, O., Yigitbas, E., Sakınc, M. & Akkok, R., 1997, Paleogeographic and tectonic position of the Carboniferous rocks of the western Pontides (Turkey) in the frame of the Variscan belt. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 168, 197-205.

Haas, W., 1968, Das Alt- Palaozoikum von Bithynien (NordWest- Türkei), *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie- Abhandlungen*., 131-2, ss. 178-242, Stuttgart.

Hochstetter, F. V., 1870, Die geologischen Verhaltnisse des östlichen Theiles der europaischen Türkei. *Jahrbuch der Kaiserlich Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, Bd.20, Hft.3, ss. 365-461, Wien.

Hollocher, K., Robinson, P., Walsh, E. & Roberts, D., 2012, Geochemistry of amphibolite facies volcanics and gabbros of the Støren Nappe in extensions west and southwest of Trondheim, Western Gneiss Region, Norway: a key to correlations and paleotectonic settings. *American Journal of Science*, Volume 312, pp. 357–416.

Irvine, T.N. & Baragar, W.R.A., 1971, A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Science*, Volume 8, pp. 523-548.

Kaldova, J. & Babek, O., 2010, The Margins of Laurussia in Central and Southeast Europe and Southwest Asia, *Gondwana Research*, Volume 17, pp. 526-545.

Kaldova, J., Melichar, R., Babek, O. & Leichmann, J., 2002, Late Proterozoic-Paleozoic tectonostratigraphic development and paleogeography of Brunovistulian Terrane and comparision with other terranes at the SE margins of Baltica-Laurussia. *Journal of the Czech Geological Society*, 47, 32-41.

Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M. ve Demir, O., 1983, Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Grubu Arşivi*, (yayımlanmamış) rapor no: 1771, 71s., Ankara.

Kaya, O., 1969, Karbon bei Istanbul, *Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie Monatshefte*, 3, 16-173.

Kaya, O., 1971, İstanbul'un Karbonifer stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt 14, S.2, ss. 143-199, Ankara.

Kaya, O., 1973, The Devonian and Lower Carboniferous stratigraphy of the Istinye, Bostancı and Büyükada subareas (Paleozoic of Istanbul: Ed. O. KAYA). *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi*, No.40, ss. 1-36, İzmir.

Kaya, O., 1978, İstanbul Ordovisiyen ve Silüryeni. Yerbilimleri, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Yayın Organı*, Cilt 4, S.1-2, ss. 1-22, Ankara.

Kaya, O. ve Lys, M., 1979/1980, İstanbul Boğazı'nın batı yakasında (Kilyos) yeni bir Triyas bulgusu, *Maden Tetkik ve Arama dergisi*, S. 93/94, ss.20-26, Ankara.

Keskin, M., Ustaömer, T. ve Yeniyol, M., 2003, İstanbul kuzeyinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volkano-sedimente birimlerin stratigrafisi, petrolojisi ve tektonik konumu: *İstanbul'un jeolojisi Sempozyumu*, 19-22 Aralık 2003, 23-35, Bildiriler kitabı, Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.

Ketin, İ., 1959, Çamlıca Bölgesinin Tektoniği Hakkında, *Türkiye jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt 14/1, 31-84, Ankara.

Ketin, İ., 1970, 1/50.000 Ölçekli İstanbul Boğazı'nın jeoloji Haritası (yayımlanmamış).

Ketin, İ. & Abdüsselamoglu, Ş., 1966, Report of CENTO Stratigraphic working group field meeting (yayımlanmamış).

Ketin, İ., ve Gümüş, A., 1963, Sinop-Ayancık güneyinde III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi hakkında rapor (2. Kısım: Jura ve Kretase formasyonlarının etüdü). *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı,* Rapor No. 288, Ankara (yayımlanmamış).

Ketin, İ. ve Güner, G., 1989, İstanbul Bölgesinde Karbonifer yaşlı Trakya formasyon'unun yapısal özelliği, *Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni*, Sayı 11, ss. 13-17.

LeBas, M.J., LeMaitre R.W., Streckeisen, A. & Zanettin, B., 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total Alkali-Silica diagram, *Journal of Petrology*, Volume 27, pp. 745-750.

Lebküchner, R.F., 1974, Orta Trakya Oligosen'inin jeolojisi hakkında*, Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 83, 1-29.

Levent, E.J. & Okay, A.I., 1996, Foraminifera from the exotic Permo-Carboniferous limestone blocks in the Karakaya Complex, northwest Turkey, *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, 102, 139-174.

Lom, N., Ülgen, S.C., Sakınç M. & Şengör, A.M.C., 2016, Geology and stratigraphy of Istanbul region, In Sen S.(ed.), Late Miocene mammal locality of Küçükçekmece, European Turkey. *Geodiversitas* 38(2): 175-195.

Meschede, M., 1986, A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chemical Geology*, Volume 56, pp. 207–218.

Nikishin, A.M., Alekseev, A.S., Baraboshkin, E.J., Kopaevich, L.F., Gabdullin, R.R. & Badulina, N.V., 2008, The Cretaceous history of the Bakhchisaray area, southern Crimea (Ukranie): *Bulletin De L Instıtut Royal Des Sciences Naturelles De Belgique-Sciences De La Terre*, Volume 78, pp. 75-85.

Nikishin, A.M., Ziegler, P., Bolotov, S. & Fokin, P., 2012, Late Paleozoic to Cenozoic Evolution of the Black Sea-Southern Eastern Europe Region: A view from the Russian Platform: *Turkish Journal of Earth Sciences*, volume 21, pp. 571-634.

Okay, A. C., 1947, Geologische und petrographische Untersuchung des Gebiets zwischen Alemdağ, Karlıdağ und Kayışdağ in Kocaeli (Bithynien, Turkei), *Rev. Fac. Sci. I'Üniv. d'İstanbul*, Serie B, T.XII, Fas4. ss.269-289, İstanbul.

Okay, A.C., 1948, Şile, Mudarlı, Kartal ve Riva arasındaki bölgenin jeolojik etüdü, *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B, Cilt XIII, Sayı 4, 311-335.

Okay, A.I., 1987, Guide book for the field excursion along Western Anatolia, Turkey. IGCP project No:5, *Maden Tetkik ve Arama*, Ankara.

Okay, A.I., 2000, Was the Late Triassic orogeny in Turkey caused by the collision of an oceanic plateau? İn: Bozkurt, E., Winchester, J.A. ve Piper, J.A.D., eds., Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area, London, *Geological Society*, 25-41. Special Publication 173.

Okay, A.I. & Göncüoğlu, M.C., 2004, Karakaya Complex: A review of data and concepts: *Turkish Journal of Earth Sciences*, Volume 13, p. 77-95.

Okay, A.I. & Nikishin, A.M., 2015, Tectonic evolution of the southern margin of Laurasia in the Black Sea region, *International Geology Review*, DOI: 10.1080/00206814.2015.1010609.

Okay, A.I. & Şahintürk, Ö., 1997, Geology of the Eastern Pontides, in Robinson, A.G., Ed., Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region: *American Association of Petroleum Geologists* (AAPG), p. 291-311. Memoir 68.

Okay, A.I. & Tüysüz, O., 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F. ve Seranne, M. (eds) The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen, *Geological Society*, London, Special Publications, 156, 475-515.

Okay, A.I. Monod, O. & Monie, P., 2002, Triassic blueschists and eclogites, from northwest Turkey: Vestiges of the Paleo Tethyan subduction, *Lithos*, Volume 64, p. 155-178. DOI: 10.1016/S0024-4937(02)00200-1.

Okay, A.I., Şengör, A.M.C. & Görür, N., 1994, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, *Geology*, Volume 22, pp. 267-270.

Okay, A.I., Sunal, G., Tüysüz, O., Sherlock, S., Keskin, M. & Kylander-Clark, A.R.C., 2014, Low-pressure-high temperature metamorphism during extension in a jurassic magmatic arc, Central Pontides, Turkey: *Journal of Metamorphic Geology*, Volume 32, p. 49-69. DOI:10.1111/jmg.12058.

Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altiner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C. & Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey: *Tectonics*, Volume 32, P. 1247-1271. DOI: 10.1002/tect.20077.

Olempska, E., Nazik, A., Çapkınoğlu, Ş. & Saydam-Demiray, D.G., 2014, Lower Devonian ostracods from the Istanbul area, Western Pontides (NW Turkey): Gondwanan and peri-Gondwanan affinities, *Geological Magazine Volume,* 152(2), 2015, pp. 298-315. Cambridge University Press 2014.

Önalan, M., 1981, İstanbul Ordovisiyen ve Siluriyen istifinin çökelme ortamları, İstanbul *Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, Cilt 2, S.3-4, ss.161-177, İstanbul.

Önalan, M., 1982, *Pendik bölgesi ile adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri*, İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Bölümü, Doçentlik tezi, İstanbul (yayımlanmamış).

Önalan, M., 1978/1988, İstanbul Devoniyen çökellerinin sedimenter özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, Cilt 6, S.1-2, ss.93-108, İstanbul.

Özdemir, Ü., Talay, G. ve Yurtsever, A., 1975, Kocaeli Triyası Projesi "Kocaeli Triyasının Biyostratigrafik etüdü", Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi. Maden Tetkik ve Arama, ss.112-127, Ankara.

Özgül, N., 2005, İstanbul il alanının genel jeoloji özellikleri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Planlama ve İmar Daire Başkanlığı Report (yayımlanmamış).

Özgül, N., 2011, İstanbul il alanının jeolojisi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem risk yönetimi ve kentsel iyileştirme daire başkanlığı deprem ve zemin inceleme müdürlüğü (yayımlanmamış).

Paeckelmann, W., 1938, Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie, Palaontologie und Petrographie der Umgegend von Konstantinopel. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt,* Neue Folge; Heft 186, Berlin.

Pearce, J.A., 1982, Trace Element Characteristics of Lavas from Destructive Plate Boundaries. In: Thorpe, R.S., Ed., Andesites: *Orogenic Andesites and Related Rocks*, John Wiley and Sons, 252-548.

Pearce J.A. & Cann, J.R., 1973, Tectonic Setting of Basic Volcanic Rocks Determined Using Trace Element Analyses. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 19, pp. 290-300.

Peccerillo, A. & Taylor, S.R., 1976, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from The Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, Volume 58, pp. 63-81.

Pehlivan, R., 1990, *Kemerburgaz- Bahçeköy-Gümüşdereköy-Çiftalan (İstanbul) dolayının jeolojisi ve kil mineralojisi*, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, İstanbul.

Penck, W., 1919, Grundzüge der Geologie Bosphorus, *Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde und des Geographisches Institut an der Universität Berlin*, Neue Folge Reihe A, 4, 71s., Berlin.

Perchuk, A. & Philippot, P., 1997, Radip cooling and exhumation of eclogitic rocks from the Great Caucasus, Russia: Journal of Metamorphic Geology, Volume 15, p. 299-310. DOI: 10.1111/j.1525-1314.1997.00022.x

Perinçek, D., 1991, Possible strand of the North Anatolian Fault in the Thrace Basin, Turkey-An Interpretation, *American Association Of Petroleum Geologists bulletin*, 75,241-257.

Perinçek, D., Ataş, N., Karatut, Ş. ve Erensoy, E., 2015, Trakya havzasında Danişmen formasyonu içindeki linyit katmanlarının potansiyelini kontrol eden jeolojik faktörler*, Maden Tetkik ve Arama dergisi*, sayı 150, ss.79-110, Ankara.

Philippot, P., Blichert-Toft, J., Perchuk, A., Costa, S. And Gerasimov, V., 2001, Lu-Hf and Ar-Ar chronometry supports extreme rate of subduction zone metamorphism deduced from geospeeddometry: *Tectonophysics*, Volume 342, pp. 23-38. DOI: 10.1016/S0040-1951(01)00155-X

Ruban, D. A., Al-Husseini, M. I. & Iwasaki, Y., 2007, Review of Middle East Paleozoic plate tectonics, GeoArabia, Volume 12, No. 3, pp. 35-56.

Sarıbudak, M., Sanver, M. & Ponat, E., 1989, Location of western Pontides, NW Turkey, during Triassic time: preliminary paleomagnetic results, *Geophysical Journal*, 96, 43-50.

Sayar, C., 1962, New observations in the Paleozoic sequence of the Bosphorus and adjoinning areas, İstanbul, Turkey: *Internationale Arbeitstagung Ueber Die Silur/Devon-Grenze Und Die Stratigraphie Von Silur Und Devon*, 2, Bonn-Bruxelles, 1960: Symposiums-Band, 222-223, Stuttgart.

Sayar, C., 1976, Haliç ve Civarının Jeolojisi, *Haliç Sorunları ve Çözüm Yolları Ulusal Sempozyumu*, 11-13 Şubat 1976, Boğaziçi Üniversitesi, 355-374, İstanbul.

Sayar, C., 1989, İstanbul ve çevresi Neojen çökelleri ve Paratetis içindeki konumu, *İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi. 35. Yıl Sempozyumu Kitabı*, ss. 250-266.

Sayar, C. & Cocks, L.R.M., 2013, A new Late Ordovician Hirnantia brachiopod Fauna from NW Turkey, its biostratigraphical relationships and paleogeographical setting, *Geological Magazine*, volume 150, pp. 479-496. DOI: 10.1017/S0016756812000520

Seymen, I., 1995, *İzmit Körfezi ve Çevresinin Jeolojisi*, İzmit körfezi Kuvaterner İstifi, In. E. Meriç (Ed), Kocaeli Valiliği çevre koruma vakfı, ss.1-21.

Siyako, M., 2006, Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri (Tersiyer Bölümü). Stratigrafi Komitesi, Litostratigrafi Birimleri Serisi-2. Maden Tetkik ve Arama, 70s.

Stampfli, G.M., Von Raumer, J.F. & Borel, G., 2002, *Paleozoic evolution of pre-Variscan terranes*: From Gondwana to the Variscan collision, In Martinez, C.J.R., Hatcher Jr., R.D., Arenas, R. ve Diaz Garcia, F., eds., Variscan-Appalachian dynamics: The building of the Late Paleozoic basement: Geological Society of America, Special Paper 364, pp. 263-280.

Stampfli, G.M., Mosar, J., Favre, P., Pillevuit A. & Vanney, J.C., 2001, *Permo-Mesozoic evolution of the western Tethys realm*: the NeoTethys East Mediterranean Basin connection, In, Ziegler, P.A., Cavazza, W., Robertson, A.H.F. ve Crasquin-Soleau, S. (Eds.), Peri-Tethyan Rift/Wrench Basins and Passive Margins, Memoires du Museum National d'Historie Naturelle, Paris, v. 51-108.

Stolle, E., 2015, Çarkaz Formation, Çamdağ area, NW Turkey: Early/mid-Permian age, Rotliegend (Germany) and Southern Alps (Italy) equivalent-A stratigraphic re-assessment via palynological long-distance correlation: *Geological Journal*. DOI: 10.1002/gj.2620

Şengör, A.M.C., 1984, The Cimmeride Orogenic system and the Tectonics of Eurasia, *Geological Society of America*, Special paper, 195, 1-74. DOI:10.1130/SPE195-p1

Şengör, A.M.C., 2011, İstanbul Boğazı niçin Boğaz içinde açılmıştır, Fiziki Coğrafya Araştırmaları; Sentez ve Bölgesel, *Türk Coğrafya Kurumu yayınları*, No:3, 1-51, İstanbul.

Şengör, A.M.C. & Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, Volume 75, p. 181-241. DOI: 10.1016/0040-1951(81)90275-4

Tchihatcheff, P. De., 1864, Le Bosphore et Constantinople avec perspectives des pays limitrophes. 589 p. 2nd edition Paris 1866, 3rd edition Paris 1877. Paris.

Thevenıaut, H., 1993, *Evolution de la Tethys occidentale et de la Pangea au Trias*, PhD Thesis, Universite de Paris VII.

Tokay, M., 1952, Geologie de la region de Bartın (Zonguldak, Turquie de Nord): *Mineral Research Exploration Insitute of Turkey*, Bulletin, Volume 46/47, pp. 46-63.

Turgut, S., Siyako, M. ve Dilki, A., 1983, Trakya havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olanakları, *Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni*, 4, 35-46.

Umut, M., İmik, M., Kurt, Z., Özcan, İ., Sarıkaya, H. ve Saraç, G., 1983, Tekirdağ, Silivri (İstanbul), Pınarhisar alanının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama, (yayımlanmamış) rapor no: 7349, Ankara.

Ustaömer, P.A., Ustaömer, T., Gerdes, A. & Zulauf, G., 2011, Detrial zircon ages from a Lower Ordovician quartzite of the Istanbul exotic terrane (NW Turkey): Evidence for Amozonian affinity: *International Journal of Earth Sciences*, Volume 100, pp. 23-41. DOI: 10.1007/s00531-009-0498-1.

Ünal, O.T., 1967, Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Dairesi Arşivi*, teknik rapor no: 391,80s (yayımlanmamış).

Yalçınlar, İ., 1944, İstanbul Boğazı batısında jeomorfolojik araştırmalar. Türk Coğrafya Dergisi, 2, 131-136.

Yalçınlar, İ., 1951, İstanbul Civarının Paleozoyik Arazisine Ait Yeni Müşahadeler, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 3, 125-130, Ankara.

Yalçınlar, İ., 1953, Nouvelles observation sur la tectonique des regions de Sarıyer Zekeriyaköy et de Şile (NW de la Turquie), E*xtrait du C.R. Sommaire des Seances de la Societe Geologique de France*, no:10, Paris.

Yalçınlar, İ., 1954, Sur la presence des schistes Carboniferes et des plantes fossiles a l'W. D'İstanbul, E*xtrait du C.R. Sommaire des Seances de la Societe Geologique de France*, no:12, Paris.

Yavuz, O. ve Yılmaz, Y., 2010, İstanbul kuzeyi volkanitlerinin jeolojik, petrografik ve mineralojik özellikleri, *İstanbul Teknik Üniversitesi dergisi*, C:9, S:3, ss.38-46, Haziran 2010, İstanbul.

Yetiş, C., Mert, B.A. & Yeşilot Kaplan, M., 2017, Origin of Dolomitization in Demirkazık Formation (Adana-Turkey), *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5, 135-146. DOI:10.4236/gep.2017.56014

Yılmaz, I, Akgündüz, S. & Dursun, G., 2018, Stratigraphy and tectonic features of the northern Gebze (Kocaeli), *International Congress on Engineering and Technology Management*, İstanbul, Türkıye, 24-25 Aralık 2018, pp. 564-564.

Yurtsever, A., 1982, Gebze-Hereke- Tepecik Alanında Mesozoyik-Senozoyik Kayaçların Jeolojisi (Kocaeli Triyas Biyostratigrafi Projesi), Maden Tetkik ve Arama, Raporu. No:7195, Ankara (yayımlanmamış).

Yurtsever, A., 1996, 1/200.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli, *Trakya jeoloji Haritası Tanıtım Raporu,* Maden Tetkik ve Arama, Çorlu (yayımlanmamış).

Yurtsever, A. Ve Çağlayan, M.A., 2002, 1/100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları, *İstanbul- F21 ve G21 (kısmen) paftaları*, Pafta No:65, MTA, Ankara.

Zapcı, C., 2007, İstanbul ve yakın çevresinin Triyas stratigrafisi: *İstanbul'un jeolojisi Sempozyumu III*, 7-9 Aralık 2007, 63-73, Bildiriler kitabı, Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi.

Winchester, J.A. & Floyd, P.A., 1977, Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, Volume 20, pp. 325-343.

Wood, D.A., 1980, The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, Volume 50, pp. 11–30.

Sarıyer Belediyesi Stratejik plan 2015-2019, http://www.sp.gov.tr/tr/stratejik-plan/s/1304/Sariyer+Belediyesi+_Istanbul_+2015-2019 , [Ziyaret Tarihi: 12 Ocak 2019].

# EKLER

1. **EK-1 İnceleme alanının Jeoloji haritası**
2. **EK-2 İnceleme alanının Tektonik haritası**
3. **EK-3 İnceleme alanının Genelleştirilmiş Stratigrafik kesiti**
4. **EK-4 İnceleme alanının ve çevresinin daha önceki bazı çalışmalara göre genel karşılaştırılması**

# ÖZGEÇMİŞ

| Kişisel Bilgiler | |
|---|---|
| Adı Soyadı | Mert Eren ERDEM |
| Doğum Yeri | ÜSKÜDAR |
| Doğum Tarihi | 06.06.1991 |
| Uyruğu | ☑ T.C. ❒ Diğer: |
| Telefon | 05396579202 |
| E-Posta Adresi | Meeaslan50@gmail.com |
| Web Adresi | |



| Eğitim Bilgileri<br>Lisans | |
|---|---|
| Üniversite | İstanbul Üniversitesi |
| Fakülte | Mühendislik Fakültesi |
| Bölümü | Jeoloji Mühendisliği |
| Mezuniyet Yılı | 2014 |

| Yüksek Lisans | |
|---|---|
| Üniversite | İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa |
| Enstitü Adı | Lisansüstü Eğitim Enstitüsü |
| Anabilim Dalı | Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı |
| Programı | Jeoloji Mühendisliği |

| Makale ve Bildiriler |
|---|
| |