

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ AVRASYA YER BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAŞIBÜYÜK (MALTEPE)-KURFALI (KARTAL) CİVARINDA İSTANBUL  
PALEOZOYİK İSTİFİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Jeoloji Müh. Pınar Gutsuz**

**Anabilim Dalı: Yer Sistem Bilimleri  
Program: Katı Yer Bilimleri**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. H. Serdar Akyüz**

**EYLÜL 2008**

## ÖNSÖZ

“Başbüyük (Maltepe)-Kurfalı (Kartal) civarında İstanbul Paleozoyik istifinin yapısal evrimi” başlıklı çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri’nde Prof.Dr. H.Serdar Akyüz denetiminde hazırlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim ve tezim süresince her zaman bana destek olan, bilgileri ve görüşleriyle beni aydınlatan ve yönlendiren, okulda çalışma ortamına sahip olmamı sağlayan ve ince esprilerini benden esirgemeyen sevgili danışmanım Prof. Dr. H.Serdar Akyüz’e sonsuz teşekkür ederim. Bilgileriyle beni aydınlatan, tezi ortaya çıkarmamda büyük katkıları olan en başta Ar. Gör. Gürsel Sunal’a, Ar. Gör. Cengiz Zabcı’ya, Ar. Gör. M. Korhan Erturaç’a, arazi çalışmalarında bana destek olan arkadaşım Jeoloji Mühendisi Emre Kasapoğlu’na, Ar. Gör. Eşref Aylan’a, Yüksek Jeoloji Mühendisi Aynur Dikbaş’a, ince kesit çalışmalarında yardımcı olan Prof. Dr. Ş.Can Genç’e ve Ar. Gör. Fatma Gülmez’e, ince kesit fotoğraflarının çekilmesinde yardımcı olan Yüksek Jeoloji Mühendisi Demet Biltekin’e, ince kesitleri hazırlamamda yardımcı olan Mehmet Ali Oran’a teşekkürü borç bilirim.

Beni her zaman destekleyen, yanımda olan, sevgisinden ve varlığından güç aldığım sevgili Ayda Gutsuz’a ve ev halkına sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca, tez döneminde beni anlayışla karşılayan ve destekleyen tüm dostlarıma çok teşekkür ederim.

Eylül, 2008

Pınar Gutsuz

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
EK LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
ÖZET	vii
SUMMARY	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. GENEL	1
1.1.1. İnceleme Alanının Konumu ve Topoğrafik Özellikleri	1
1.1.2. Yerleşim ve Ulaşım Durumu	4
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ	5
1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	6
2. JEOLJİ	14
2.1. STRATİGRAFİ	14
2.1.1. Giriş	14
2.1.2. Kurtköy Formasyonu	17
2.1.3. Aydos Formasyonu	22
2.1.4. Dolayoba Formasyonu	26
2.1.5. Kartal Formasyonu	30
2.1.6. Tuzla Formasyonu	33
2.1.7. Trakya Formasyonu	36
2.1.8. Dayklar	39
2.1.9. Çukurçeşme Formasyonu	43
2.1.10. Belgrad Formasyonu	45
2.2. YAPISAL JEOLJİ	46
2.2.1. Giriş	46
2.2.2. Deformasyon Evresi 1 (d <sub>1</sub> )	51
2.2.3. Deformasyon Evresi 2 (d <sub>2</sub> )	56
2.2.4. Deformasyon Evresi 3 (d <sub>3</sub> )	56
2.2.5. Deformasyon Evresi 4 (d <sub>4</sub> )	57
2.2.6. Deformasyon Evresi 5 (d <sub>5</sub> )	61
2.2.7. Deformasyon Evresi 6 (d <sub>6</sub> )	61
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
5. DEĞİNİLEN KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	70

## **EK LİSTESİ**

**EK-1:** BAŞIBÜYÜK (MALTEPE)-KURFALI (KARTAL) ARASINDA GÖZLENEN DAYKLARIN MEVKİİLERİ VE YÖNELİMLERİ

**EK-2:** BAŞIBÜYÜK (MALTEPE)-KURFALI (KARTAL) ARASININ JEOLJİ HARİTASI

**EK-3:** JEOLJİK ENİNE KESİTLER



## ŞEKİL LİSTESİ:

Şekil 1.1.: İnceleme alanının yer bulduru haritası	1
Şekil 1.2.: İnceleme alanındaki başlıca tepeler ve akarsu ağı.	3
Şekil 1.3.: İnceleme alanında yerleşim durumunun genel görünümü.	4
Şekil 1.4.: Türkiye ve çevresinin tektonik birlikleri	12
Şekil 2.1.: Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti	15
Şekil 2.2.: İstanbul Zonu'nun genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti	16
Şekil 2.3.: Zümrütevler civarında, Kurtköy Formasyonu'na ait konglomera, kumtaşı ve şeyllerden genel bir görüntü	19
Şekil 2.4.: Gülsuyu Mahallesi civarında, Kurtköy Formasyonu'na ait çapraz tabakalardan genel bir görüntü	20
Şekil 2.5.: Kurtköy Formasyonu'nun kumtaşı seviyelerinden yapılmış ince kesit görüntüsü	20
Şekil 2.6.: Gülsuyu Mahallesi civarında, Kurtköy Formasyonu'na ait şeyllerden genel bir görüntü	21
Şekil 2.7.: Başbüyük Mahallesi Mağara Bayırı Tepesi'nde Aydos Formasyonu'na ait konglomeratik seviyelerden genel bir görüntü	24
Şekil 2.8.: Soğanlık Yeni Mahalle civarında, Aydos Formasyonu'na ait kuvarsarenitlerden genel bir görünüş	24
Şekil 2.9.: Aydos Formasyonu'nun konglomeratik seviyelerine ait ince kesit görüntüsü	25
Şekil 2.10.: Aydos Formasyonu'nun kuvarsarenit seviyelerine ait ince kesit görüntüsü	25
Şekil 2.11: Kartal Taşocakları civarında, Dolayoba Formasyonu'na ait kireçtaşlarından genel bir görüntü	28
Şekil 2.12: Soğanlık E-5 kenarında, Dolayoba Formasyonu'na ait kireçtaşlarındaki laminaların genel bir görüntüsü	28
Şekil 2.13. : Kartal Taşocaklarında bulunan Syringopora fosili	29
Şekil 2.14.: Dolayoba Formasyonu'na ait Krinoid sapları ve brakriyapod kavkı parçaları	29
Şekil 2.15.: Maltepe Kaşüstü Mevkii'nde, Kartal Formasyonu'na ait şeyllerden genel bir görüntü	32
Şekil 2.16.: Maltepe Kaşüstü Mevkii'nin güneyinde, Kartal Formasyonu'na ait şeyllerden genel bir görüntü	32
Şekil 2.17.: Yakacık Çarşısı Mahallesi'nde Tuzla Formasyonu'na ait yumrulu kireçtaşlarından genel bir görüntü	35
Şekil 2.18.: Yakacık Çarşısı Mahallesi'nde Tuzla Formasyonu'na ait yumrulu seviyelerin yakından görünümü	35
Şekil 2.19.: Soğanlık Yeni Mahalle'de Trakya Formasyonu'na ait kumtaşlarından genel bir görüntü	38
Şekil 2.20.: Trakya Formasyonu'nun kumtaşı seviyelerine ait ince kesit görüntüsü	38
Şekil 2.21.: Kartal Taşocakları'nda Dolayoba Formasyonu'nu kesen dayklardan genel bir görüntü	41
Şekil 2.22.: Kartal Taş Ocakları'nda Dolayoba Formasyonu'nu kesen dayklardan genel bir görüntü	41
Şekil 2.23.: Zümrütevler civarında, Kurtköy Formasyonu'nu kesen dayklardan genel bir görüntü	42

<b>Şekil 2.24.:</b> İnceleme alanında gözlenen diyabaz bileşimli dayklara ait ince kesit görüntüsü	<b>42</b>
<b>Şekil 2.25.:</b> Samandıra civarında, Çukurçeşme Formasyonu'ndan genel bir görüntü	<b>44</b>
<b>Şekil 2.25.:</b> Samandıra civarında, Çukurçeşme Formasyonu'ndan genel bir görüntü	<b>44</b>
<b>Şekil 2.27.:</b> Başbüyük Keçi Yatağı Mevkii'nde, üstte görülen Belgrad Formasyonu ile alttaki Kurtköy Formasyonu'nun sınırı	<b>45</b>
<b>Şekil 2.28.:</b> Kartal Taş Ocakları'ndan genel bir görüntü	<b>46</b>
<b>Şekil 2.29.:</b> Arazide ölçülen tüm tabaka ölçülerinin stereogramda ve yoğunluk diyagramında gösterimi.	<b>47</b>
<b>Şekil 2.30.:</b> Arazide ölçülen daykların stereogram, yoğunluk diyagramında, Gül Diyagramı'nda gösterimi	<b>47</b>
<b>Şekil 2.31.:</b> Arazide ölçülen çatlak ölçülerinin yoğunluk diyagramında ve Gül Diyagramı'nda gösterimi.	<b>48</b>
<b>Şekil 2.32.:</b> Arazide ölçülen fay düzlemlerinin stereogramda ve yoğunluk diyagramında gösterimi	<b>49</b>
<b>Şekil 2.33.:</b> Fay seti 1 ve 2'nin düzlem ve lineasyonların, hareket düzlemlerinin, $\sigma_1$ , $\sigma_2$ ve $\sigma_3$ ana gerilme yönlerinin gösterimi	<b>50</b>
<b>Şekil 2.34.:</b> Deformasyon evresi 1'e ait kıvrımlar ve klivajlar	<b>52</b>
<b>Şekil 2.35.:</b> Kartal Taşocağında ölçülen kıvrım eksen düzlemlerinin ve çizgilerinin stereogramda ve yoğunluk diyagramında gösterimi.	<b>52</b>
<b>Şekil 2.36.:</b> Arazide ölçülen klivaj ölçüsünün, $d_1$ evresine ait klivajların ve $d_2$ evresine klivajların stereogramda ve yoğunluk diyagramında gösterimi.	<b>53</b>
<b>Şekil 2.37.:</b> $d_1$ evresine ait fay düzlemlerinin ve lineasyonlarının, $\sigma_1$ , $\sigma_2$ ve $\sigma_3$ ana gerilme yönlerinin ve hareket düzlemlerinin stereogramda ve hareket düzlemlerinin yoğunluk diyagramında gösterimi.	<b>54</b>
<b>Şekil 2.38.:</b> $d_1$ evresine ait kıvrımların, $d_4$ evresine ait dayk ile ilişkisi.	<b>55</b>
<b>Şekil 2.39.:</b> $d_1$ evresine ait kıvrımların, $d_2$ evresine ait kıvrımlarla ve klivajlarla ilişkisi	<b>55</b>
<b>Şekil 2.40.:</b> Kartal Taş Ocakları'nda ölçülen normal fayların ve $\sigma_1$ , $\sigma_2$ ve $\sigma_3$ ana gerilme yönlerinin stereogramda gösterimi.	<b>57</b>
<b>Şekil 2.41.:</b> $d_4$ ait fayların, hareket düzlemlerinin, fay düzlemlerinin ve lineasyonların ve $\sigma_1$ , $\sigma_2$ ve $\sigma_3$ ana gerilme yönleri stereogramda ve yoğunluk diyagramında gösterimi.	<b>59</b>
<b>Şekil 2.42.:</b> $d_4$ evresine ait Üst Kretase yaşlı dayklar ve aynı dönemde gelişmiş faylar arasındaki ilişkiler	<b>60</b>
<b>Şekil 2.43.:</b> $d_4$ evresine ait Üst Kretase yaşlı dayk (pembe ile gösterilen) ve aynı döneme ait olduğu belirlenen fayın ilişkisi	<b>60</b>
<b>Şekil 2.44.:</b> Şekil 2.42 ve Şekil 2.43.'de gösterilen fayların düzlemlerinin ve lineasyonlarının ve hareket düzlemlerinin stereogramda gösterimi	<b>61</b>
<b>Şekil 2.45.:</b> Samandıra civarında, Çukurçeşme Formasyonu'na gözlenen normal faydan genel bir görüntü.	<b>62</b>
<b>Şekil 2.46.:</b> Çalışma alanında belirlenen 6 adet deformasyon evresinin genel gösterimi.	<b>64</b>

## ÖZET

İstanbul Zonu'nun özellikle Paleozoyik istifini üzerine yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Paleozoyik istifinin stratigrafisi üzerinde hala farklı görüşler olsa da genel bir fikir birliğine varılmıştır. İstifinin yapısal evrimi, geçirdiği deformasyon evreleri konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu yüzden, İstanbul Zonu'nun deformasyon tarihçesi hala tartışmalıdır.

Bu tartışmalara bir katkı yapabilmek için İstanbul'un doğusunda Maltepe-Kartal arasında Başbüyük- Kurfalı Mahalleri civarında 1/10000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış, birimler ayırtlanmış ve yapısal veriler derlenmiştir.

Bu bölgede, Paleozoyik istife ait Ordovisiyen-Alt Karbonifer yaşlı birimler, Üst Kretase yaşlı magmatik sokulumlar, Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler bulunmaktadır. Paleozoyik istife ait birimler alttan üste Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu ve Aydos Formasyonu, Üst Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu, Alt-Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu, Orta-Üst Devoniyen yaşlı Tuzla Formasyonu, Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu olarak sıralanır. Üst Kretase yaşlı dayklar, tüm Paleozoyik istifini kesmektedir. Bunların üzerinde ise uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Çukurçeşme ve Kuvaterner yaşlı Belgrad formasyonları bulunmaktadır.

Bölgenin yapısal evrimini ortaya koymak amacıyla ölçülen faylar, kıvrımlar, çatlak sistemleri, tabaka yönleri ve sokulumlar ile bunların birbirleriyle olan ilişkileri ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Çalışma alanında yerleşimin yoğunluğu nedeniyle yapısal veriler belirli bölgelerde yoğun olarak gözlenebilmiştir. Elde edilen verilerin çoğunluğu ise Kartal Taş Ocakları'ndan toplanmıştır. Derlenen veriler değerlendirilerek, yapıların birbirini kesme - kesilme ilişkileri göz önüne alınmıştır ve 6 deformasyon evresi belirlenmiştir. Deformasyon evresi 1 ( $d_1$ ), KB-GD yönlü sıkışmayı gösteren, inceleme alanında mostra ölçeğinde çalışılan KD-GB doğrultulu kıvrımlar ve bu kıvrım eksenlerine paralel gelişen faylar ile tanımlanmıştır. Deformasyon evresi 2 ( $d_2$ ), KB-GD yönlü sıkışmayı gösterir ve deformasyon evresi 1'e ( $d_1$ ) ait kıvrım eksenlerinin ve fayların yeniden kıvrılması ile tanımlanmıştır ve  $d_1$  ile aynı döneme aittir. Deformasyon evresi 3 ( $d_3$ ), KD-GB yönlü gerilmeyi temsil eden ve  $d_1$  ve  $d_2$  evrelerine ait yapıları kesen normal faylarla belirlenmiştir.

Deformasyon evresi 4 (d<sub>4</sub>), DKD-BGB yönlü sıkışma ve KKB-GGD yönlü açılmayı temsil eden Üst Kretase yaşlı dayklar, dayk sınırlarına paralel gelişmiş doğrultu atımlı faylar ve daykları kesen faylardan oluşmaktadır. Deformasyon evresi 5 (d<sub>5</sub>), K-G yönlü sıkışma ile ifade edilir. Bu evre, büyük ölçekli, D-B eksenli kıvrımlar ile belirlenmiştir. Deformasyon evresi 6 (d<sub>6</sub>), KD-GB yönlü açılmayı gösteren ve Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu'nu kesen normal faylarla tanımlanmıştır.

## SUMMARY

There are a lot of studies about the İstanbul Zone, especially about the Paleozoic sequence. Even though, there are different ideas on the Istanbul Paleozoic sequence, there is a general acceptance about the stratigraphical relationship of its units. A detailed study about the structural evolution and the deformation episodes of the Paleozoic sequence is absent. For this reason, the deformation history of the İstanbul Zone is still controversial.

To make an addition to this controversy, in the eastern part of Istanbul, between Maltepe and Kartal, around Başbüyük and Kurfalı districts, field observations have been applied. In this field excursion while the 1/10000 scaled geological map is prepared, outcrops of Istanbul Paleozoic are identified and detailed structural data are collected.

In the study area, Ordovician-Lower Carboniferous aged rocks of Paleozoic sequence, Upper Cretaceous aged dykes, Miocene and Quaternary aged units are observed. Paleozoic sequence in the area is represented by units which are, Ordovician aged Kurtköy and Aydos Formations, Upper Silurian-Lower Devonian aged Dolayoba Formation, Lower-Middle Devonian aged Kartal Formation, Middle-Upper Devonian aged Tuzla Formation and Carboniferous aged Trakya Formation. The dykes of the Upper Cretaceous cross cut all the units of the Paleozoic sequence. These are all unconformably overlain by Miocene aged Çukurçeşme Formation and Quaternary aged Belgrad Formation.

Faults, folds, joint sets, strike-dip of the bedding planes and the dykes of the study area within the relation between these structures are studied in detail. The dense settlement prevents the observation of mesoscopic structures in the study area. Most of data is collected from quarries in Kartal. Totally six deformation episodes have been determined by analysing cross-cutting structures. The first deformation episode ( $d_1$ ) is defined by NE-SW directed folds and faults which develop parallel to fold axes, that represent NW-SE compression. The second deformation episode ( $d_2$ ) is defined by folds which re-fold fold axes and faults of the first deformation episode ( $d_1$ ) and it represents the NW-SE compression just same as the first deformation episode ( $d_1$ ). The third deformation episode ( $d_3$ ) is determined by normal faults that cut the structural elements of  $d_1$  and  $d_2$ . This phase represents NE-SW extension. The fourth

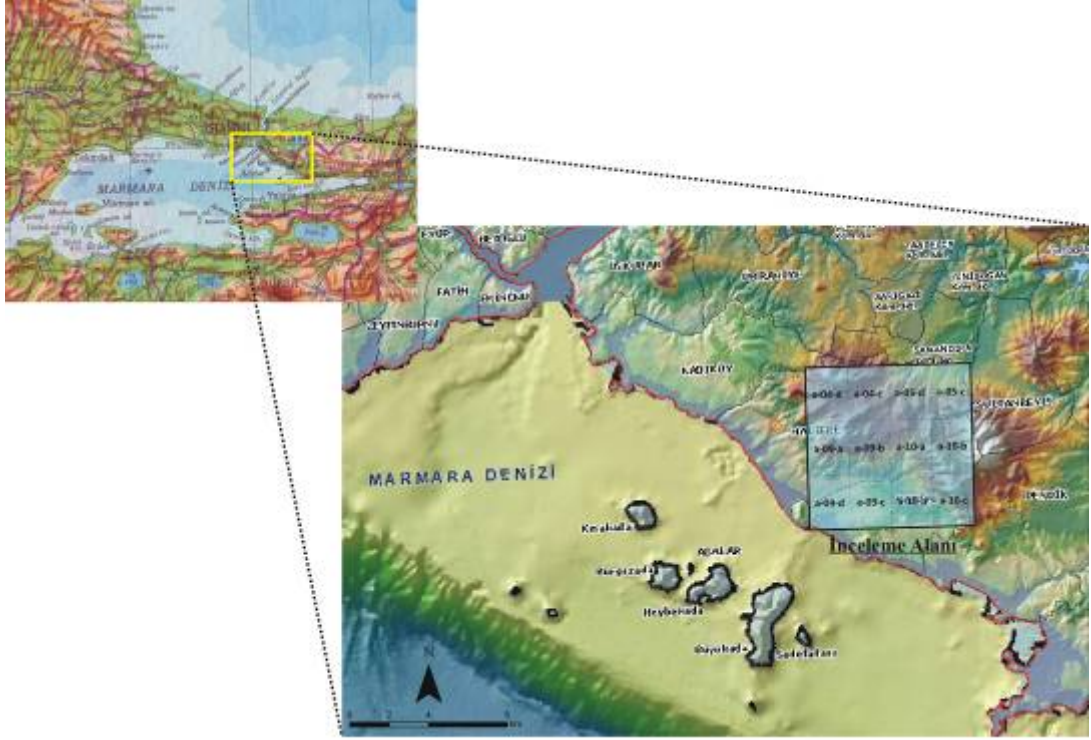
deformation episode (d<sub>4</sub>) is consist of Upper Cretaceous dykes, strike-slip faults that was developed parallel to the dyke boundaries and faults that cut these dykes. These represent ENE-WSW compression and NNW-SSE extension. The fifth deformation episode (d<sub>5</sub>) is identified by E-W oriented folds that show N-S compression. Normal faults which cut the Miocene aged Çukurçeşme Formation, form the deformation episode six (d<sub>6</sub>). This phase of deformation is represented by NE-SW compression.

# 1. GİRİŞ

## 1.1. GENEL

### 1.1.1 İnceleme Alanının Konumu ve Topoğrafik Özellikleri

Bu araştırmaya konu olan bölge, İstanbul'un (Boğazı'nın) doğusunda, batıda Zümrütevler, kuzeyde Büyükbakkalköy, güneyde Cevizli, doğuda ise Hürriyet Mahallesi ile sınırlanan yaklaşık 70 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsar (Şekil 1.1)



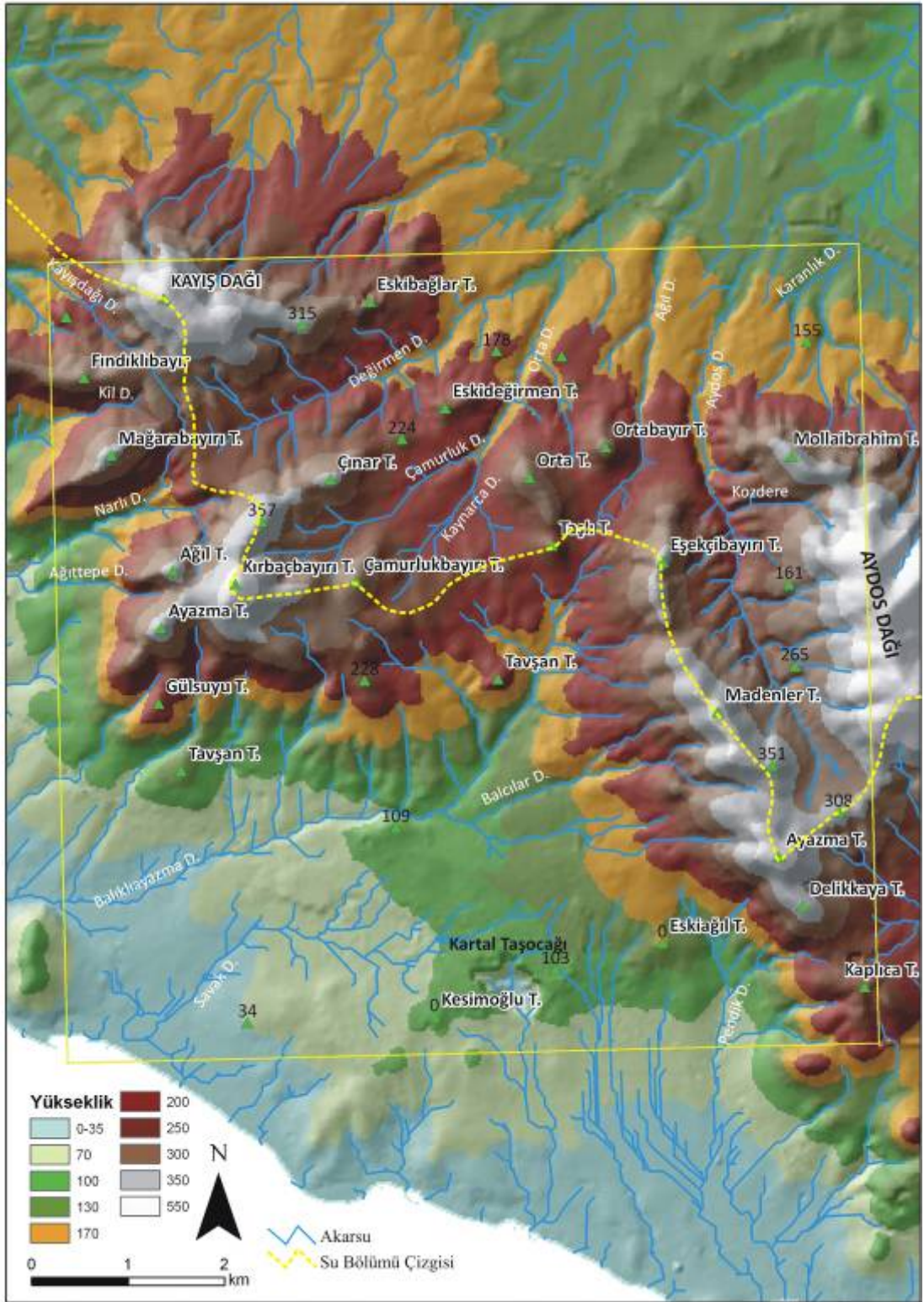
Şekil 1.1: İnceleme alanının yer bulduru haritası.

İnceleme alanındaki tepeler genellikle kuzey-güney yönlü uzanır. Bölgedeki başlıca tepeler şunlardır: Aydos Dağı (537 m), Kayışdağı (438 m), Ayazma Tepesi (380 m), Aydos Madenler Tepesi (380 m), Mağara Bayırı Tepesi (321 m), Orta Tepe (285 m), Orta Bayır Tepesi (260 m).

Bölgedeki tepelerin yüksekliği ile tepeleri oluşturan birimlerin dayanımlılıkları arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Örneğin, inceleme alanındaki en yüksek tepelerden Aydos Dağı ve Kayışdağı, İstanbul Paleozoik istifinde, en dayanımlı birim olan Aydos Formasyonu'nu temsil eden kuvarsarenitlerden oluşmaktadır.

Kocaeli yarımadası üzerinde yer alan inceleme alanında iki farklı akaçlama alanı bulunmaktadır. Akış yönü, K-KD olan akan akarsular Karadeniz'e, G-GB olanlar ise Marmara Denizi'ne akmaktadır ve su bölümü çizgisi de Kayışdağı-Aydos Dağı hattından yaklaşık olarak KB-GD doğrultusunda geçmektedir. Akarsular ve drenaj ağı Şekil 1.2'de görüldüğu gibi dendritiktir.





Şekil 1.2: İnceleme alanındaki başlıca tepeler ve akarsu ağı.

### 1.1.2. Yerleşim ve Ulaşım Durumu

İnceleme alanında, askeri bölgeler ve orman arazileri dışında yerleşim oldukça yoğundur ve artmaktadır (Şekil 1.3). Yerleşimin yoğunluğu nedeniyle inceleme alanının çoğu bölgesine ulaşım kolaydır. Kentin önemli merkezlerinden bölgeye toplu taşıma araçları ile ulaşılabilir.



Şekil 1.3: İnceleme alanında yerleşim durumunun genel görünümü.

## 1.2 ÇALIŞMANIN AMACI VE YÖNTEMİ

İstanbul Paleozoyik istifini, birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve stratigrafisi konusunda bazı farklı görüşler olsa da genel bir fikir birliğine varılmıştır. Buna rağmen istifin geçirdiği birden çok deformasyon evresi yüzünden jeolojik evrimi tartışmalıdır ve bu konuda yeterli çalışmalar bulunmamaktadır.

Bölgenin genel jeolojisini ve İstanbul Paleozoyik istifinin bölgedeki deformasyon evrelerini incelemek amacıyla Maltepe-Pendik arasında yaklaşık 70 km<sup>2</sup>'lik alanda çalışılmıştır. Çalışmada, 1/10000 ölçekli jeoloji haritasının hazırlanması planlanmıştır. Sahada gözlenen yapısal unsurlardan veriler toplanarak detaylı yapısal kesitlerin hazırlanması, yapılan ölçümlerin Schmidt ağına değerlendirilerek yapısal özelliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bölgenin jeoloji haritası hazırlanırken İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen 1/5000'lik topoğrafya haritaları kullanılmıştır. Sahadaki yapısal unsurların ölçülmesinde Brunton jeolog pusulası kullanılmıştır.

Haritaların hazırlanmasında ArcGIS 9 ve Corel DrawX3 programları, yapısal analiz için Stereonett (Johannes Duyster, 2000) programı kullanılmıştır.

### 1.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İstanbul – Kocaeli Paleozoyik istifi üzerine yapılmış birçok araştırma bulunmaktadır. Bunlardan ilki P. de Tchihatcheff'in 1864 yılında yayınlanan "Le Bosphore et Constantinople" adlı çalışmasıdır. Boğazköy, Belgrad Ormanı, Sarıyer ve Haliç arasında yapılan çalışmada, Paleozoyik istifin Devoniyen yaşında olduğu belirtilmiştir. İstanbul Boğazı'nın kuzeyindeki volkaniklerin Paleozoyik istifi ile olan sınırı kabaca çizilmiştir.

Bu bölgedeki ikinci önemli çalışma ise 1919 yılında Penck tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, Paleozoyik arazisinin sınırları çizilmiştir. İstifi, Sedefadası'nda "Liegendkalke", "Dayia-kalke", "Tabulaten (Heliolites)-kalke", "Bunte Bander-kalke", "Halysites-kalke" düzeylerine ayırmış, bunların Dolayoba çevresinde "Quarzit Serie" ile girift olduğunu belirtmiştir. İstinye'de, bu birimi Geç Koblensiyen yaşta "Riffkalk" olarak tanımlamıştır. Ayrıca, kumtaşı-şeyl ardalanmasını Devoniyen yaşlı bir kara fasiyesi olarak ayırtlamış ve "Trakya Serisi" olarak adlandırmıştır.

Bölge hakkındaki ilk tektonik yorumu, 1930 yılında Chaput ve Hovasse Sarıyer-Zekeriya köy-Kumköy arasında yaptıkları çalışmalar sonucunda yapmışlardır. Yazarlar, bu bölgede Devoniyen Arazisinin Üst Kretase üzerine itildiğini ve 6-7 km kadar kuzeye ilerleyerek Kretase birimlerini örttüğünü belirlemişler ve bu bindirme hareketinin Alpin orojenezi sırasında oluştuğunu yorumlamışlardır.

Sayar ve Pamir (1933), İstanbul'un batısında görülen şist, gre ve grovakların Devoniyen yaşlı "Trakya Serisi" olduğunu belirtmişlerdir. Daha sonra Pamir (1938), Trakya Serisinin fosil içermediğini, ancak stratigrafik olarak Orta- Üst Devoniyen yaşlı olabileceğini belirtmiştir.

Chaput (1936), "Trakya Serisi"ni değişik bölgelerde incelemiş ve İstanbul'un batısında ve kuzeyinde görülen Paleozoyik arazisinin Devoniyen yaşında olduğunu belirtmiştir. Kuvarsit, şist ve volkanik kayaların yuvarlanmış çakıllarını içeren kum depolarının bulunduğuna değinmiş ve bunları "Belgrad Orman Çakılları" olarak isimlendirmiştir.

Paeckelmann (1938), İstanbul ve çevresinde ilk defa ayrıntılı bir jeolojik çalışma yapmış ve bölgenin 1/75.000 ölçekli jeolojik haritasını hazırlamıştır. Paleozoyik istifi stratigrafik olarak alttan üste doğru sıralamıştır. En altta, Geç Silüriyen yaşlı “Hauptkonglomerat”, üzerinde “Arkose-Horizont” ve “Hauptquarzit” düzeylerini kapsayan “Quarzit Serie” nin bulunduğunu ileri sürmüştür. Yumrulu kireçtaşlarına ve fosfat yumrulu çörtlere Devoniyen yaşını vermiş ve “Nierenkalk – Kieselschifer Serie” olarak adlandırmıştır. “Trakya Serisi” nin ise Üst Devoniyen yaşlı bir denizel formasyon olduğunu belirtmiştir.

McCallien (1947), kuvarsit ve arkozların Devoniyen üzerinde tektonik bir dokanakla “klip” şeklinde durduğunu ve İstanbul Paleozoyik’inin çörtlü birimlerinin radyolaryaya içerdiğini öne sürmüştür.

Okay (1947), İstanbul Boğazı’nın doğu kesiminde yaptığı incelemelerde Arkoz biriminin “killi şist ve grovak”larla yanal geçiş gösterdiğini ve bu nedenle “arkoz, killi şist ve grovak fasiyesleri”ne ayrılabilceğini belirtmiştir. Ayrıca, İçerenköy doğusunda “Radiolarit”leri ilk kez haritalayarak, birimin Orta Devoniyen yaşlı olduğunu yorumlamıştır.

Erguvanlı (1949), Gebze- Hereke arasında yaptığı incelemede Silüriyen’de arkoz, kuvars konglomerası ve kuvarsit, Alt Devoniyen’de killi şist, grovak ve kireçtaşı birimlerini tespit etmiştir.

Altınlı, 1951-1954 yılları arasında yaptığı çalışmalar sonucunda arkoz içerisinde “arkozik konglomera ve konglomeratik arkozlar”ın arakatkılar şeklinde tekrarlandığını tespit etmiş ve merceksel kuvarsitleri, altta arkozlar içinde kamalanan “quartz conglomerate” ve üstte “quartzitic sandstone, quartzite” olarak ayırmıştır.

Yalçınlar (1951), yaptığı çalışmada “Trakya Serisi”ni ve Cebeci civarında bu serinin içinde yer alan mavi kalkerlerden oluşan birimi incelemiştir. Mavi kalkerlerden toplanan fosillerin bir kısmı tayin edilmiş, *Lithostratation Martini* M.EDW ve H., *Syrnigopora ramulasa* PHILL, *Syringopora geniculata* PHILL oldukları anlaşılmıştır. Bu tayinler sonucunda, mavi kalkerli birimin ve bunun üzerinde yer alan “Trakya Serisi”nin Karbonifer yaşlı oldukları anlaşılmıştır.

Ketin (1953), Prens Adaları ve bu ada takımının en büyüğü olan Büyükada’da yaptığı çalışmalarda Üst Silüriyen’e dahil ettiği arkoz ve kuvarsitlerle, Devoniyen

şist ve kalkerleri arasında açılı bir diskordansın varlığını belirterek İstanbul civarı Paleozoyik’inde Kaledoniyen orojenezine ait kıvrımlanma evrelerine değinmiştir. Daha sonra, bu doğrultuda Çamlıca bölgesini inceleyen Ketin (1959), arkoz, arkozşistleri, grovak, grovak şistleri ve kuvarsitleri Üst Silüriyen olarak nitelendirirken bu birimlerin BKB-DGD veya BGB-DKD doğrultusunda olduğunu söylemiştir. Bölgede bulunan kumlu kalker, fosilli killi şist ve yumrulu kalkerler Alt Devoniyen’e dahil edilirken, alttaki birimlerle aralarında orojenik bir uyumsuzluğun olduğu, arkoz kuvarsit serisinin D-B yönlü kıvrımlarının, K-G yönlü Devoniyen kıvrımları tarafından uyumsuz olarak örttüğü gözlenmiştir.

Abdüselamoğlu (1963), İstanbul Boğazı doğusunda İçerenköy – Küçükyağlı civarında yaptığı çalışmalarda, Paleozoyik istifi alttan üste: Arkoz, gre ve konglomeraları, Killi şist ve kalkerler, Yoğun kalkerler, Yumrulu kalkerler, Çörtler (lidit ve radyolarit) ve Grovak şistler olarak ayırtlamıştır. Yoğun kalkerlerde, Orta Devoniyen’e ait bazı Conodont ve Ostracod türleri ve bunların üzerinde konkordan olarak bulunan yumrulu kalkerlerde Famennien’e ait Conodont türleri bulmuştur. Bunların üzerinde konkordan olarak durduğu belirtilen çörtlerde ise, Viseen’e ait Radyoler türleri görmüştür. Bu tabakaların Orta Devoniyen – Alt Karbonifer’e ait olduklarını açıklamıştır. Ayrıca, Ordovisiyen’e ait arkoz serisinin genel kıvrım yönünün doğu-batı olup Kaledoniyen sistemine ait olduğu, Devoniyen ve Karbonifer tabakalarının kıvrım doğrultularının genelde kuzey-güney olup Hersiniyen sisteme ait olduğunu belirtmiştir.

Baykal ve Kaya (1963), İstanbul genelindeki Karbonifer istiflerini çalışmışlar ve Üst Devoniyen’den başlayarak Karbonifer stratigrafisini alttan yukarıya doğru: Yumrulu kalker, Radyolarit- silisli şist, Bitkili killi grovak şist, Konglomera- gre grovak, Cebeciköy killişist- grovak (faunalı), Cebeciköy kalkerleri ve Cebeciköy silisli şistleri olarak ayırt etmişlerdir. Ayrıca Devoniyen’den daha eski temel üzerinde diskordan olduğunu ileri sürmüşlerdir. Aynı yazarların, 1965 yılında yaptıkları çalışmada, Alt Paleozoyik istifi alttan üste doğru: Arkoz formasyonu, Ortokuarsit formasyonu, Silisli Şeyl formasyonu, Subarkoz formasyonu ve Mercanlı kalker formasyonu şeklinde sınıflanmıştır. Arkoz için Alt Ordovisiyen, Ortokuarsit için Orta Ordovisiyen ve Silisli şeyl için Orta Ordovisiyen – Üst Valentien yaşını vermişlerdir. Subarkoz için kesin yaş vermemişler ve Mercanlı kalkerini ise Silüriyen-Devoniyen arası geçiş fasiesi olarak değerlendirmişlerdir. Baykal ve Kaya’nın, 1966 yılında



yayınladıkları bir çalışmalarında “Diastrofizma” başlığı altında Paleozoyik birimlerinin KD-GB doğrultusunda kuzeye doğru Kretase üzerine itildiğini ve Eosen başında normal ve bindirme faylarının geliştiğini yorumlamışlardır. Ayrıca, Silüriyen, Devoniyen ve Karbonifer istifini inceleyerek, alttan üste: Ortokuarsit, Silisli Şeyl, Grovak Şeyl, Yumrulu Kireçtaşı, Radyolarit ve Kalkerli-killi şeyl, litik kumtaşları olarak adlandırmıştır. Eski çalışmalarda Devoniyene dahil edilen “Trkaya serisi” ve radyolarit birimlerinin Karbonifer yaşlı olduklarını ileri sürmüşlerdir.

Ketin ve Abdüsselamoğlu (1966), yaptıkları çalışma sonucunda, kuvarsitlerin alttan aşınma yüzeyi, üstten “yersel feldispatik kuvarsit içeren kumlu şeyl ve silttaşı” düzeyi ile çevrili “yersel konglomeratik kuvarsit” şeklinde Silüriyen’in taban kesimini oluşturduğunu ileri sürmüşlerdir. Yazarlara göre bu birimin üzerine Silüriyen ortasına ait “zeytuni kumlu şeyl, silttaşı ve grovak” birimi uyumlu olarak gelmekte ve bunların üzerinde ise Silüriyen sonu- Devoniyen başı aralığına ait “koyu renkli, kalsit damarlı ve altta kumlu kireçtaşı” uyumlu olarak yer almaktadır.

Haas (1968), İstanbul’un değişik bölgelerinde çalışmalar yapmış ve tabanın çakıltası düzeyi ile başladığını öne sürdüğü arkozları “Kurtköy Schichten” olarak adlandırmıştır. Kuvarsitleri “Ayazma Scichten” şeklinde isimlendirmiş ve “Kurtköy Schichten” ile girişik ve arkoz içinde merceksel oluşuklar şeklinde olduklarını vurgulamıştır. Ayrıca İstinye’deki kireçtaşlarını Venlokiyen- Jediniyen’e dahil edilen “Akviran Serisi” olarak tanımlamıştır. Ayrıca “Kartal tabakaları” Brakyapod ve Trilobitlere göre Üst Emsiyen, “Kurtdoğan ve Dede tabakaları” Emsiyen, “Gebze Tabakaları” Alt Eyfeliyen, “Denizli tabakaları” Conodotlara göre Üst Eyfeliyen’e dahil edilmiştir.

Sayar (1969), İstanbul Boğazı’nın doğusunda Anzavur Dere’deki fosilli şeylleri, arkoz ve arkoz şistleri ve grovak- grovak şistleriyle birlikte arkoz horizonu bileşenleri olarak yorumlamış ve arkoz için Orta Ordovisiyen yaşını vermiştir. Pendik kuzeyindeki çalışmalarında (1979) grovaklarda iki farklı fosil düzeyi saptamıştır. Birimin üst kesimlerinde (Üst Grovak) Erken-Orta Landoveriyen yaşlı bentik organizmalar (Brakyapod, Mercan) bulunduğunu tespit etmiştir. Alt Grovak tabakalarında saptadığı Brakyapod ve Graptolit fosillerine dayanarak ise bunların Ordovisiyen sonu- Landoveriyen başı yaşlı olduklarını belirlemiştir.

Kaya (1973)'nın, İstinye, Bostancı ve Büyükada civarında yaptığı çalışmada Devoniyen ve Alt Karbonifer istifini sınıflamıştır. Kocaeli, Sedef ve Pendik gruplarına ayırmış ve formasyonları alttan üste: İstinye formasyonu, Kartal formasyonu, Kozyatağı formasyonu, İçerenköy formasyonu, Büyükada formasyonu, Baltalimanı formasyonu ve Trakya formasyonu olarak adlandırmıştır. Yazarın 1978 yılında yaptığı çalışmada, Ordovisiyen ve Silüriyen'i 3 tane birliğe ayırmıştır. Bunlar; Arkoz, Kuvarsarenit-Şeyl-Litarenit ve Kireçtaşı-Subarkoz-Litarenit Birlikleri'dir. Alttan üste doğru: Kurtköy Arkoz Birimi, Aydos Kuvarsarenit Birimi, Büyükdere Şeyl Birimi, Gözdağ Litarenit Birimi, Şeyhli Subarkoz Birimi ve Dolayoba Kireçtaşı Birimi olarak bölümlemiştir. İstanbul bölgesi Ordovisiyen ve Silüriyen'inin, İstanbul'dan Zonguldak'a uzanan, güneyden Gemlik-Almacık Dağ çizgisi ile sınırlı "miyojeosenklinal" nitelikteki Paleozoyik kaya topluluğunun bir bölümünü oluşturduğunu belirtmiştir.

Önalın (1981), Ordovisiyen ve Silüriyen istifini alttan üste: Kurtköy Formasyonu, Aydos Formasyonu, Gözdağ Formasyonu, Aydınli Formasyonu ve Dolayoba Formasyonu olarak isimlendirmiştir. Bölgeyi etkileyen önemli orojenik hareketlerin, Alt Karbonifer'den sonra oluştuğunu belirtmiştir. Ayrıca, incelenen fayların çoğunluğunun, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu eğim atımlı normal faylar olduğunu doğu-batı doğrultulu fayların ise çoğunlukla kuzeydeki bloklarının yükselmiş veya güneydeki bloklarının alçalmış olduğunu ileri sürmüştür. Yazar, 1987 yılında yaptığı çalışmada, istifin Devoniyen çökellerini incelemiş ve alttan üste doğru şu şekilde sınıflamıştır: İstinye Formasyonu, Kartal Formasyonu ve Tuzla Formasyonu. İstanbul Devoniyen istifinin, kuzeyde ve açılma rejimi altında bulunan bir karanın (kıtanın) güneye bakan rampında oluştuğunu belirtmiştir.

Şengör (1984), "Türkiye'nin Tektonik Tarihinin Yapısal Sınıflaması" başlıklı çalışmasında İstanbul Zonu'na değinmiştir. Bu zonu, "İstanbul Napı" olarak adlandırmıştır. Türkiye'nin Hersiniyen Orojenezi'ne ait Avrupa Hersiniyen sistemleri (Bard ve diğerleri, 1980) ile doğrudan tektonik ilişkisi olan ve/veya bu sistemlerin birlikleri ile deneştirilebilen zonların Türkiye'nin yalnızca kuzeybatısında olduğunu belirtmiştir. Brinkmann'ın "kuzey kenar zonu" olarak adlandırdığı kuşağın aslında o bölgede gelişen ve kuzeye bakan, Abdüsselamoğlu (1977) ve Şengör ve Yılmaz'ın (1981) tanıtmış oldukları Atlantik-tipi kıta kenarını temsil ettiğini öne sürmüştür. Yazar, özetle, kuzeybatı Türkiye'de bulunan Hersiniyen Orojeni'ni



Gondwanaland'ın kuzey kenarında Teik Okyanusu'nun (Leford, 1983) güneye dalması sonucu Devoniyen-Karbonifer aralığında gelişmiş olan And tipi bir magmatik yayla, bugün İstanbul-Zonguldak Paleozoyik istifleri tarafından temsil olunan güneye dönük bir Atlantik-tipi kıta kenarının erken Karbonifer'de çarpışmalarının bir sonucu olarak yorumlamıştır. Bu orojenik kuşağın doğuya doğru nereye gittiği, daha sonraki tektonik olayların ilişkilere zarar vermesinden dolayı belli değildir.

Akyüz (1987), İstanbul Boğazı'nın batı yakasında yaptığı yüksek lisans çalışmasında, litostratigrafik adlandırma ilkelerine işaret ederek, formasyon isimlendirmesi kullanmadan stratigrafi ayırt etmeyi Gözdağ formasyonu eşleneğinden başlayarak gerçekleştirmiştir. Bu dizilim alttan üste doğru şu şekilde sıralanmıştır: Laminallı şeyller, Fosilli kireçtaşları, Fosilli şeyller, Yumrulu kireçtaşları, Fosfat yumrulu çörtler ve Kumtaşı - şeyl ardışımı. Yazar, ayrıca İstanbul kuzeyindeki volkanik seri içerisindeki kireçtaşı merceklerinde bulduğu fosillere dayanarak Üst Kretase yaşını belirlemiştir.

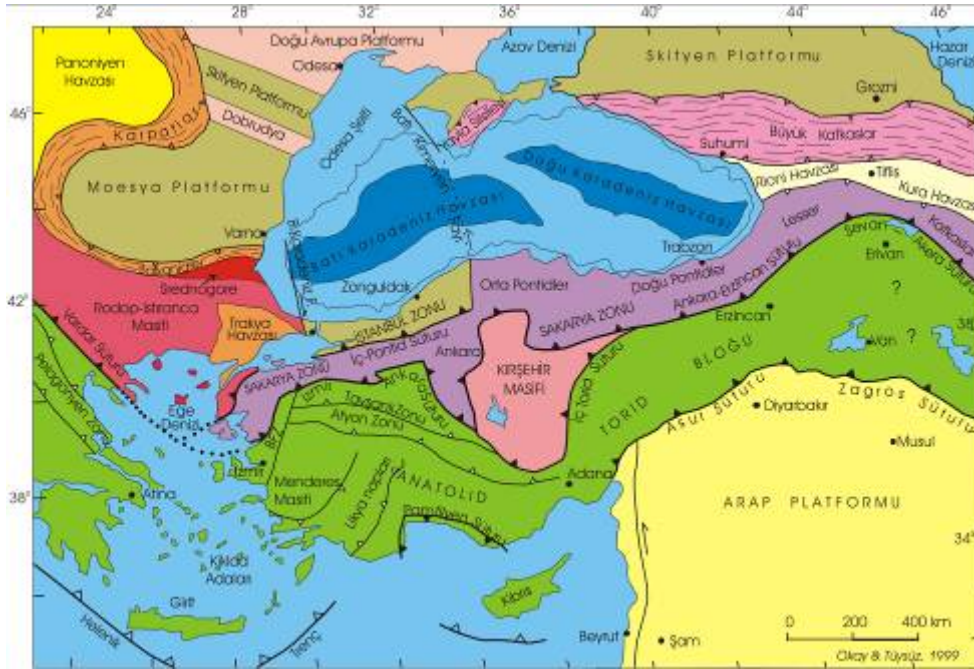
Ketin ve Güner, 1989 yılında beraber yaptıkları çalışmada Trakya Formasyonu'nun yapısal özelliklerini incelemiş, bu birimde Hersiniyen orojenezi sonucu D-B yönlü sıkışma ve Alpin orojenezi sonucu K-G yönlü sıkışma gerçekleştiğini yorumlamışlardır.

Önalın (1990), yaptığı çalışmada, İstanbul Devoniyen istifindeki yumrulu kireçtaşlarının oluşumunu incelemiştir. İstanbul bölgesindeki Alt-Orta-Üst Devoniyende görülen yumrulu kireçtaşlarının, erken diyajenetik evrede sıkışma-yüklenme, basınç erimesi ve kısmen de tektoniğin müşterek etkisiyle meydana geldiklerini belirtmiştir.

Ustaömer ve Robertson (1993), yaptıkları çalışmada, "İstanbul Paleozoyik"inin kökeni hakkında iki alternatif yorum ortaya koymuşlardır. Bunlara göre, başlangıçta Gondwanaland'ın bir parçası olup daha sonra Lavrasya ile birleşmesi veya Geç Kretase'de Karadeniz bir yay ardı havza olarak açılana dek Lavrasya'nın sınırının bir parçası olmasıdır.

Okay ve diğerleri (1994), "Karadeniz'in açılması ve bunun çevre bölgeler üzerinde etkisi" başlıklı çalışmalarında, "İstanbul Zonu" nun kökenini sorgulamaktadır. İstanbul Paleozoyik istifi, Karbonifer-Permien zaman aralığında deforme olmuş ve

özellikle İstanbul'un doğu kesimlerinde iyi gelişmiş bir Triyas çökel istifıyla uyumsuz olarak örtülmüştür. İstanbul Zonu'nun Paleozoyik ve Triyas kayalarından paleo-enlemler sonucunda bu zonun en azından Triyas sonuna kadar Lavrasya'nın güney kenarının bir parçası olduğu ileri sürülmüştür. Çalışma sonucunda, İstanbul Zonu, önceleri batıdaki Moezya Platformu ile bitişik durumdayken, Geç Kretase-Paleosen döneminde iki transform fay boyunca Odessa Şelfine göre güneye kaydığını ileri sürmüşlerdir. Bahsi geçen bu iki transform fay, sağ atımlı Batı Karadeniz ve sol atımlı Batı Kırım faylarıdır (Şekil 1.4.). Erken Eosen'de İstanbul Zonu'nun, güneydeki Sakarya Zonu ile çarpışması sonucu, bu transform fayların işlevi sona ermiştir (Okay vd., 1994 ve Okay ve Tüysüz, 1999).



**Şekil 1.4.:** Türkiye ve çevresinin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999)

Seymen (1995), Kocaeli yarımadasındaki Paleozoyik istifile ilgili çalışmaları derlemiş ve stratigrafik dizilimi alttan üste şu şekilde ayırt etmiştir; Kurtköy formasyonu, Aydos formasyonu, Yayalar formasyonu, Şeyhli formasyonu, Dolayoba formasyonu, Soğanlı formasyonu, Kartal formasyonu, Denizli formasyonu, Yelkentepe formasyonu ve Trakya formasyonu.

Chen ve diğerleri (2002), yaptıkları çalışmada komşu tektonik zonlarının aksine, İstanbul Zonu'nda bulunan Erken Kambriyen mineral yaşlarının, Hersiniyen, Kimmeriyen ya da Alpin orojenezleri sırasında termal olarak yeniden aktive

olmadıklarını gösterdiğini öne sürmüşlerdir. İstanbul Zonu'nun, Güney Avrupa Sütur Zonu boyunca yerleşmiş olduğunu varsayarak, taşınmış zirkonları almış olabileceği kuzeydoğu Gondwanaland'e yakın bir yerde olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, Sarıbudak ve diğ. (1989) ve Evans ve diğ. (1991) tarafından belirlenen paleomanyetik verilerin, bu zonun ve Lavrasya'nın güney kenarının paleoenlemleri ile uyumlu olduğunu ileri sürmüşlerdir.

## **2. JEOLojİ**

### **2.1 STRATİGRAFI**

#### **2.1.1 Giriş**

İnceleme alanında, İstanbul Paleozoyik istifine ait çökel kayalar, Üst Kretase yaşlı magmatik sokulumlar, Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler bulunmaktadır (Şekil 2.1). İnceleme alanının tabanını Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu oluşturur. Uyumlu olarak Aydos Formasyonu bu birimi örtmektedir. Kuvarsarenitlerden oluşan Aydos Formasyonu'nun üzerinde uyumsuz olarak Üst Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu bulunmaktadır. Bu birimi, uyumlu olarak Alt-Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu örtmektedir. Fosilli şeyllerden oluşan bu birimi, Orta-Üst Devoniyen yaşlı Tuzla Formasyonu uyumlu olarak örtmektedir. Tuzla formasyonu üzerinde yeralan Baltalimanı formasyonu tektonizma nedeniyle inceleme alanında görülmez. Paleozoyik istifin son üyesi olan Karbonifer yaşlı Trakya formasyonu, diğer Paleozoyik çökellerle tektonik dokanaktır.

Çalışma alanında Paleozoyik istif, Üst Kretase yaşlı olduğu kabul edilen magmatik sokulumlar tarafından kesilmektedir. Paleozoyik istifin üzerinde uyumsuzlukla Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı Belgrad Formasyonu bulunmaktadır.

İstanbul Zonu'nun geneline bakıldığında (Şekil 2.2.), Permo- Karbonifer'deki tektonizma ile ilgili çökelmezlik döneminden sonra Triyas'ta yeni bir çökelme dönemine geçilir. Triyas'taki çökelme dönemi sonrasında yeni bir orojenik dönemle aşınma dönemine geçilir. Üst Kretase döneminde yeni bir çökelme başlar. Eosen'e kadar büyük kesintiler içermeyen süren çökelim dönemi sonrasında tekrar bir çökelmezlik dönemine geçilir. İnceleme alanı içinde Triyas ve Kretase yaşlı kayalar yer almamaktadır.

Bu bölümde, inceleme alanında yer alan formasyonlar yaşlıdan gence doğru tanıtılacaktır.

Y A S		LITOLOJİ	AÇIKLAMALAR	FOSİL
SENZOYİK	Kuvater.		Belgrad Fm.	
	Miyosen		Çukurçesme Fm.	
P A L E O Z O Y İ K	Karbonifer		Trakya Fm. Kumtasi-seyl ardalanması	
			— tektonik dokanak —	
	Devoniyen		Tuzla Fm. Yumrulu kireçtasi	Konodont Ostrakod
			Kartal Fm. Fosilli seyl	Brakyapod (Spirifer, Strophodonta, Strophomena, Atrypa, Orthis, Leptaena) Mercan (Pleurodictium, Halysites, Zaphrentis) Trilobit Notiloidler (Ortoseras, Cyrtoceras, Gyroceras)
	Silüriyen	Sig sokulum kayalari	Dolayoba Fm. Fosilli kireçtasi	Brakyapod, Mercan (Halysites, Favosites, Syringopora) Bryozoa (Fenestella) Krinoid saplari
Ordovisiyen		— tektonik dokanak —		
		Aydos Fm. Kuvars arenit		
		Kurtköy Fm. Kumtasi, konglomera, seyl		

Şekil 2.1: Çalışma alanının geliştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

Y A Ő		LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	FOSİL İÇERİĞİ
SENOZOYİK	Eosen sonrası		Eosen ve sonrası çökeller	
	Paleosen A. Eosen			
MESOZYİK	Üst Kretase		Kretase çökelleri ve volkanikleri	
	Triyas		Triyas çökelleri	
PALEOZOYİK	Karbonifer		Trakya Fm. Kumtaşı-şeyl ardalanması üst kesimler kçt, çörtlü kçt seviyeli	Kireçtaşlarında bazı foraminiferler
			Baltalimanı Fm. Radyolaryalı çört	Radyolarya
	Devonyen		Tuzla Fm. Yumru lu kireçtaşı	Konodont Ostrakod
			Kartal Fm. Fosilli şeyl	Brakyapod (Spirifer, Strophodonta, Strophomena, Atrypa, Orthis, Leptaena) Mercan (Pleurodictum, Halysites, Zaphrentis) Trilobit Notiloidler (Orthiseras, Cyrtoceras, Gyroceras)
	Silüriyen	Sığ sokulum kayalari	Dolayoba Fm. Fosilli kireçtaşı	Brakyapod, Mercan (Halysites, Favosites, Syringopora) Bryozoa (Fenestella) Krinoid sapları
			Gözdağ Fm. Laminali şeyl, üst kesimlerde kuvarsit merccekleri	Brakyapod, Conularia, Graptolit
	Ordovisiyen	Permiyen Graniti	Aydos Fm. Kuvars arenitler	
Kurtköy Fm. Kumtaşı, konglomera, şeyl				
Prekambriyen		Metamorfik kayalar		

HSA, 2007

Şekil 2.2. İstanbul Zonu'nun genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (Akyüz, 2007)

### 2.1.2 Kurtköy Formasyonu (Ok)

İnceleme alanındaki Paleozoyik istif, mor renkli konglomera, kumtaşı ve şeylden oluşan kırıntılılarla başlar (Şekil 2.3.).

Paeckelmann (1938), birimi “Quarzit-Horizont” içinde, altta “Hauptkonglomerat” ve üstte “Arkose-Horizont” olarak ayırarak adlandırmıştır. Abdüsselamoğlu (1963), “Arkoz, gre ve konglomeraları”, Baykal ve Kaya (1965), “Arkoz Formasyonu”, Haas (1968), “Kurtköy Schichten” ve Kaya (1978), “Kurtköy arkoz birimi” olarak isimlendirmiştir. Bu çalışmada, Önalın (1982)’ın verdiği “Kurtköy Formasyonu” adı kullanılmıştır.

Kurtköy Formasyonu, inceleme alanının batısında Zümrütevler, Gülsuyu, Gülsusu ve Başbüyük Mahalleleri civarında, doğusunda Aydos Dağı Mevkii’nde, kuzeyinde Büyükbakkalköy ve Samandıra civarında, güneydoğusunda ise Hürriyet Mahallesi civarında birçok mostra vermektedir.

Kurtköy Formasyonu’nun tabanı gözlenmemektedir. Yapılan arazi çalışmalarında, Aydos Dağı civarında Aydos Formasyonu ile uyumlu geçişi görülmektedir. Aydos Dağı’nın doğu kısmında kuvarsarenitlerle olan uyumlu sınır faylarla ötelenmiştir. Aynı şekilde, Zümrütevler ve Gülsusu Mahalleri civarında Aydos Formasyonu ile uyumlu sınırları bulunmaktadır ve faylarla ötelenmiştir. Başbüyük Mahallesi’nin kuzeyinde Aydos Formasyonu’nu bindirme ile üzerlemiştir.

Bu birim üç farklı litolojiden oluşmaktadır:

#### Konglomera

Konglomeralar genellikle mor ve alacalı renklere, altere kısımları ise gri-mor renklere görülür. Tanelerin boyları, en fazla 4 cm olarak görülür ve genelde orta-iyi boylanma gösterir. Konglomeralar içerisinde 5 cm’e kadar ulaşan baget biçimli mor renkli şeyl parçaları bulunmaktadır. Taneler, çoğunlukla kuvars, daha az oranda metamorfik ve volkanik kaya parçalarından oluşmaktadır. Tanelerin küresel-yarı köşeli oldukları gözlenmiştir.

#### Kumtaşı

Kumtaşı seviyeleri mor-gri arasında değişir, altere olmuş kısımlarında ise açık mor-gri renkler hakimdir. Birim, genelde orta-kaba taneli, çok iyi boylanmış

kumtaşlarından oluşmuştur., taneler köşeli-yarı köşelidir. Ayrıca, kumtaşı seviyelerinde yer yer düzlemsel, ender olarak da tekne tipi çapraz tabakalanma gözlenmiştir (Şekil 2.4.)

İnce kesitte yapılan incelemelerde, serisitleşmiş kil matriks içinde kuvars, feldispat, mika ve litik taneler gözlenmiştir (Şekil 2.5.).

Kuvarslar, volkanik, metamorfik ve az oranda da magmatiktir. Volkanik olanlar düz yanıp sönmeli ve metamorfik olanlar ise kuvvetli dalgalı yanıp sönmelidir. Feldispatlar, genelde plajyoklaslar olarak görülmektedir ve oldukça altere olmuşlardır. Mikalar, ikincil oluşumlar şeklinde kil matriksin serisitleşmesi sonucu oluşmuştur. Litik taneler, çoğunlukla altere olmuş volkanik kayalardan ve daha az oranda ise sedimenter kayalardan oluşmaktadır. Tali mineraller ise muskovit, amfibol, opak mineraller ve az oranda piroksenden oluşmaktadır. İncelenen kesitlerde, kumtaşları %15 den fazla matriks içermektedir. Bu gözlemler sonucunda Dott (1964)'e göre, "feldispatlı vake" olarak tanımlanabilirler.

#### Şeyl

Birimin şeyl seviyeleri ise mor ve morumsu gri renklerde görülür (Şekil 2.6.). Tabakalanma belirgindir ve kalınlıkları 2-10 cm arasındadır. Yer yer paralel laminasyon gösterirler. Şeyl düzeyleri formasyon içinde birkaç cm'den 5 m'ye değişen kalınlıklarda yer alır.

Birim, Paeckelmann (1938) ve Ketin (1959) tarafından Üst Silüriyen, Arıç (1955) ve Abdüsselamoğlu (1963) tarafından Ordovisiyen, Yalçınlar (1956) Ordovisiyen ortasından daha yaşlı olarak yaşlandırılmıştır. Baykal ve Kaya (1965) Alt Ordovisiyen'e, Haas (1968) Ordovisiyen'e, Kaya (1978) Ordovisiyen'e dahil etmiştir. Sayar, 1969'da yayınlanan makalesinde mor renkli arkozların üzerinde bulunan gri-bej renkli laminalı şistlerin içerisindeki şamozitli oolitik bir tabakadan topladığı Conularia fosillerinden *Exoconularia bohemica* BARRANDE, *Exoconularia cf. E. pyramidata* HOENİNGHAUS, *Archaeoconularia fecunda* BARRANDE ve yeni bir tür olan *Exoconularia istanbulensis* SAYAR 'ı ayırtlamış ve buna göre Ordovisiyen yaşını vermiştir. Önalın (1981) yaptığı çalışmada, birimin Ordovisiyen yaşlı olduğunu belirtmiştir.



Önalın (1981)'a göre, bu formasyonu oluşturan kalın karasal çökeller, sıcak veya ılıman iklim koşullarında yer yer volkanik damarlarla katedilmiş granitik ve metamorfik bir kaynak araziden türetilmiştir. Yazar, ayrıca tekrarlanan istiflerin oluşmasının, kaynak alanın faylanma ile zaman zaman hareketliliğini ve benzer çökme koşullarının tekrarlandığını gösterdiğini belirtmiştir.

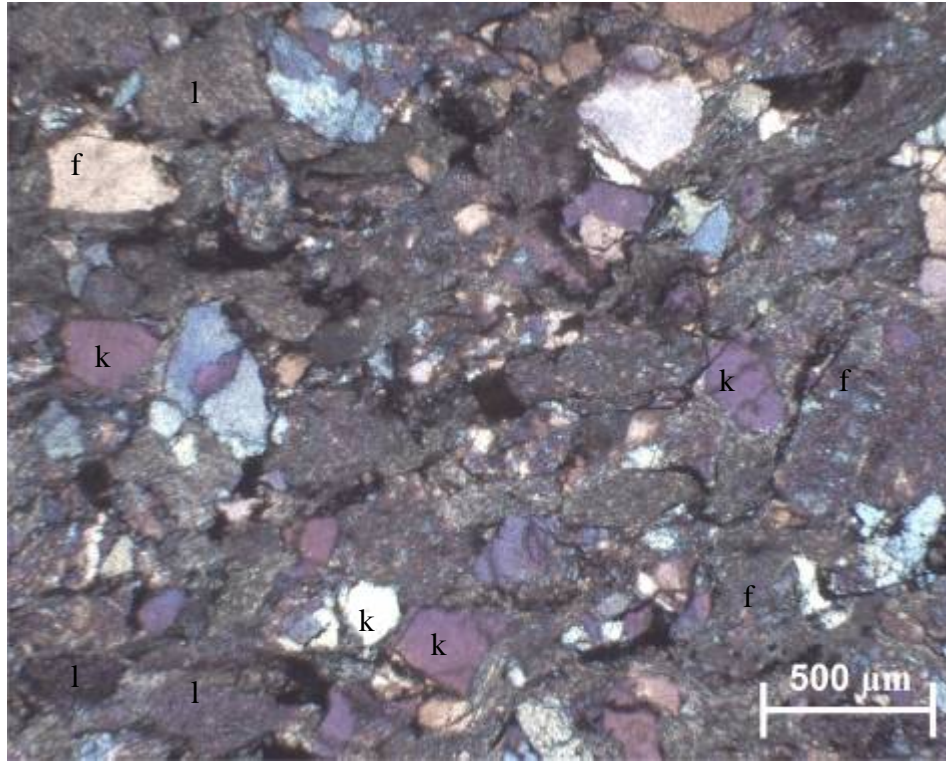
Birimin tekrarlanan istiflerden oluşması, fosilsiz oluşu ve rengi, bu birimin karasal ortamda çökeldiğini göstermektedir. Bu karasal ortamın ise akarsu ortamı olduğu düşünölmektedir.



**Şekil 2.3.:** Zömrötevrler civarında, Kurtköy Formasyonu'na ait konglomera, kumtaşı ve şeyllerden genel bir göröntü. Bakış GD'ya.



**Şekil 2.4.:** Gülsuyu Mahallesi civarında, Kurtköy Formasyonu'na ait çapraz tabakalardan genel bir görüntü. Bakış GD'ya.



**Şekil 2.5.:** Kurtköy Formasyonu'nun kumtaşı seviyelerinden yapılmış ince kesit görüntüsü (k: kuvars, f: feldispat, l: litik taneler).



**Şekil 2.6.:** Gülenü Mahallesi civarında, Kurtköy Formasyonu'na ait şeylerden genel bir görüntü. Bakış GD'ya.

### 2.1.3. Aydos Formasyonu (Oa)

Aydos Formasyonu, alacalı renkte kuvars konglomerası ve beyaz-gri-pembe kuvarsarenitlerden oluşan bir birimdir.

Paeckelmann (1938), “Quarzit-Horizont” içinde, “Hauptquarzit-Horizont”, Altınlı (1951) birimin tabanını “Quartz Conglomerate” ve üst kesimini “Quartzite Sandstone”, Baykal ve Kaya (1965) “Ortokuarsit formasyonu”, Haas (1968) “Ayazma-Schichten” ve Kaya (1978) “Aydos Kuvarsarenit Birimi” olarak adlandırmıştır. Önalın (1981) ve Seymen (1995) bu birimi, “Aydos Formasyonu” olarak adlandırmış ve çalışmada bu isim kullanılmıştır.

Birim, inceleme alanında geniş bir bölümü kaplamaktadır. Kirli beyaz ve pembe renklerde gözlenen kuvarsarenitler inceleme alanının batısında Gülensu, Gülsuyu, Esenkent, Başbüyük Mahallelerinde ve Çınartepe Mevkii’nde, kuzeydoğuda Orta Bayı Tepe Mevkii’nde, Aydos Dağı’nda, güneydoğuda Yakacık Mahallesi, Ayazma Tepe, Dolayoba Mevkii’nde, Hürriyet Mahallesi’nde, güneybatıda ise Soğanlık Yeni Mahalle civarında geniş bir alanda mostra vermektedir. Kuvars konglomerasının en iyi gözlemlendiği yerler ise Başbüyük, Gülsuyu ve Gülensu Mahalleleri civarındadır.

Aydos Formasyonu’nun stratigrafik dizilimde altında bulunan Kurtköy Formasyonu ile uyumlu dokanağı Aydos Dağı civarında gözlenmektedir. Aydos Dağı’nın doğusunda, Zümrütevler ve Gülensu Mahalleleri civarında Kurtköy Formasyonu ile olan uyumlu sınır faylarla kesilmiştir. Başbüyük Mahallesi’nin kuzeyinde ise Kurtköy Formasyonu bindirme ile bu birimin üzerine gelmiştir. Ayazma Tepesi civarında, Kartal ve Tuzla Formasyonları ile tektonik dokanağı bulunmaktadır. Üzerinde bulunan laminalı şeylerden oluşan Gözdağ Formasyonu’na ise inceleme alanında rastlanmamıştır.

Arazi gözlemlerinde, kuvars konglomerasının alacalı renkte olduğu görülmüştür (Şekil 2.7.). Tabakalanma yer yer belirgindir, tabaka kalınlıkları 20-40 cm arasında değişmektedir. Tanelerin boyları en fazla 6 cm olarak görülür ve genelde kötü boylanma gösterir. Taneler, çoğunlukla kuvarstan, az miktarda ise çörtten oluşmaktadır. Taneler silis çimento ile tutturulmuştur. Tanelerin küresel-yarı köşeli oldukları gözlenmiştir. Kuvarsarenitler, mor-pembe-gri-beyaz renklerde

görülmektedir (Şekil 2.8.). Tabakalar belirgindir, tabaka kalınlıkları 5-30 cm arasında değişmektedir. Orta-iri kum boyutlu kuvars tanelerinden meydana gelmiştir. Kuvarsarenitlerin dayanımları oldukça yüksektir.

Birimin kuvars konglomasından oluşan seviyelerinden alınan örneklerden yapılan ince kesit incelemelerinde tanelerin kötü boylandığı gözlenmiştir (Şekil 2.9.). Çakıl boyutlu malzeme genelde kuvarstan ve çörtten oluşmuştur. Kuvars çakıllarının çoğunluğu, kuvvetli dalgalı yanıp sönme gösteren birleşik kuvarslardır. Daha az kesimi ise hafif dalgalı yanıp sönme gösteren tek kuvars tanelerinden oluşmaktadır. Kesitlerde görülen kum boyutlu malzeme, kuvars ve çörtten, çok az miktarda ise muskovitlerden oluşmaktadır. Matriks ise yaklaşık %1-2 oranında, serisitleşmiş kilden meydana gelmektedir. Bunlara göre, kuvars çakılları ve kum boyutlu kuvarslardan oluşmuş kuvars kongloması olarak tanımlayabiliriz.

Birimin kuvarsarenit seviyelerinden alınan numunelerden yapılan ince kesit gözlemlerinde tanelerin çok iyi boylanmış olduğu görülmüştür (Şekil 2.10.). Ana mineraller, kuvars, çört ve çok az oranda (%1) muskovittir. Kuvarslar, çoğunlukla dalgalı yanıp sönme, ender olarak ise düz yanıp sönme göstermektedir. Çörtler, mikrokristalen halde bulunmaktadır. Örneklerde çok az oranda (~%1-2) silis çimento görülür. İncelenen bazı kesitlerde, %1 oranında kil matrikste serisitleşme olduğu belirlenmiştir. Tane dokanakları, çoğunlukla uzun-konkavkonveks, ender olarak da girik dokanaktır. Yaygın olarak görülmesi de, ana tane etrafında kırılanmış kuvars taneleri bulunmaktadır. İncelenen kuvarsarenitlerin kataklastik dokuya sahip oldukları gözlenmiştir.

Daha önceki çalışmalara göre bu birimin yaşını: Paeckelmann (1938) Silüriyen başı, Baykal ve Kaya (1965) Orta Ordovisiyen den daha genç, Sayar (1969) ve Yalçınlar (1956) Ordovisiyen ortası, Taugourdeau ve Abdüsselamoğlu (1962) Ordovisiyen sonu, Haas (1968) Silüriyen başı olarak kabul edilmiştir. Önalın (1981) ise Orta – Üst Ordovisiyen yaş aralığını vermiştir.

Aydos Formasyonu'nun litolojisi göz önüne alınarak yüksek enerjili plaj ve sığ denizel ortamda çökemiş olduğu söylenebilmektedir. Bu birim, Kurtköy Formasyonu'na ait çökellerin duraylı bir bölgede, bol enerjili sığ bir denizde veya sahilinde yeniden işlenerek oluşmuşlardır (Önalın, 1981).

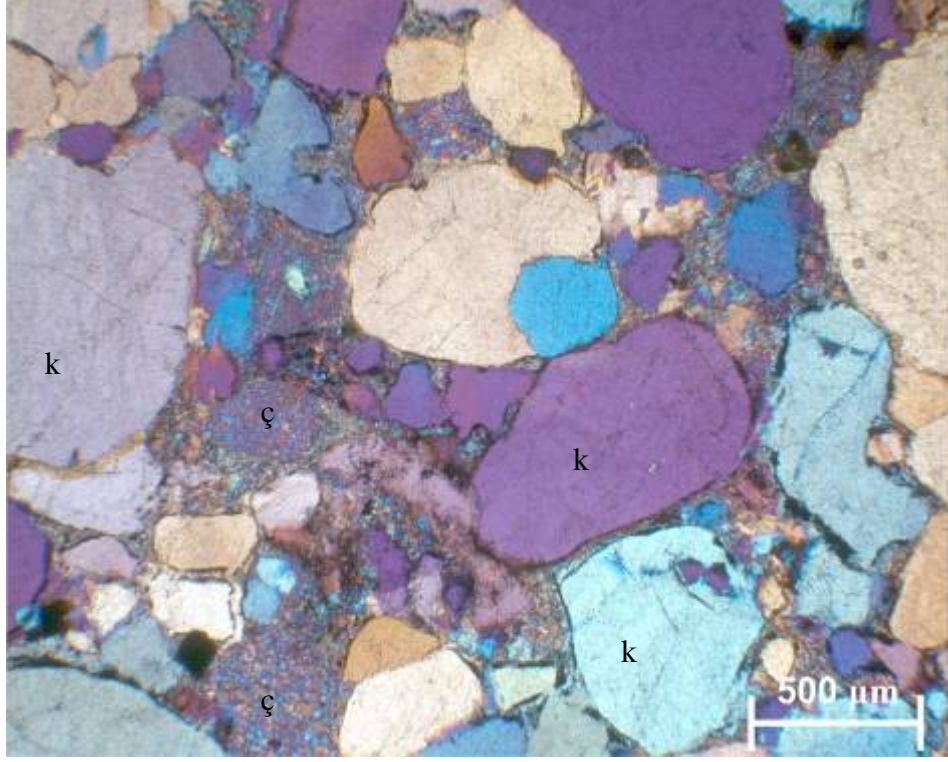




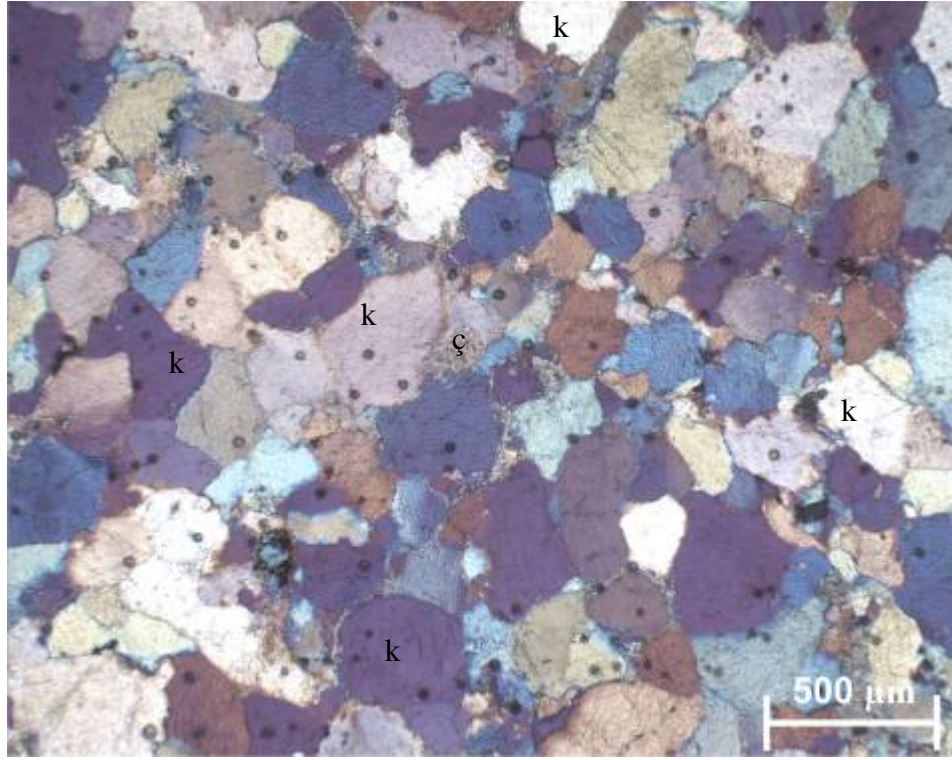
**Şekil 2.7.:** Başbüyük Mahallesi Mağara Bayırı Tepesi'nde Aydos Formasyonu'na ait konglomeratik seviyelerden genel bir görüntü. Bakış KB'ya.



**Şekil 2.8.:** Soğanlık Yeni Mahalle civarında, Aydos Formasyonu'na ait kuvarsarenitlerden genel bir görünüş. Bakış GD'ya.



**Şekil 2.9.:** Aydos Formasyonu'nun konglomeratik seviyelerine ait ince kesit görüntüsü (k: kuvars, ç: çört).



**Şekil 2.10.:** Aydos Formasyonu'nun kuvarsarenit seviyelerine ait ince kesit görüntüsü (k: kuvars, ç: çört).

#### 2.1.4. Dolayoba Formasyonu (SDd)

Dolayoba Formasyonu gri, mavimsi gri renkli, fosilli, yer yer iri yumrulu ve kırıntılı kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.10.).

Bu birim, ilk defa Penck (1919) tarafından “Kalkerli Pendik Fasiyesi” olarak adlandırılmıştır. Daha sonra, Paeckelmann (1938) Liegenkalke, Dayia – Kalke, Tabulaten (Heliolites) Kalke” “Bunte Banderkalke”, “Halysites-Kalke”, Baykal ve Kaya (1965) “Mercanlı Kalkerler”, Haas (1968) “Akviran Serisi” içinde “Kireçhane tabakaları” ve “Soğanlı Tabakaları”, Kaya (1973) “İstinye Kireçtaşı”, (1978) “Dolayoba Kireçtaşı” ve “İstinye formasyonu”, Önalın (1982) “Dolayoba, Sedefadası, İstinye ve Kaynarca Formasyonları ”, (1987) “İstinye Formasyonu”, Akyüz (1987) “Fosilli Kireçtaşı”, Seymen (1995) “Dolayoba Formasyonu” ve “Soğanlı Formasyonu”, Gedik ve diğeri (2001, 2002) “Yumrukaya Grubu” isimlerini vermiştir. Bu çalışmada, Önalın (1981)’in verdiği “Dolayoba Formasyonu” adı kullanılmıştır.

Dolayoba Formasyonu, çalışma alanının güneyinde Soğanlık Yeni Mahalle, Soğanlık Orta Mahalle, Cumhuriyet Mahallesi, Soğanlık E-5 kenarı ve Kartal Taşocaklarında geniş mostralar vermektedir.

Bu birimin stratigrafik dizilimde altında bulunan Gözdağ Formasyonu inceleme alanı içerisinde bulunmamaktadır. Üzerine gelen Kartal Formasyonu ile uyumlu sınırı ise Cumhuriyet Mahallesi civarında görülmektedir.

Birimin altere rengi, koyu gri, koyu sarı ve kahverengi, taze rengi ise genelde mavimsi gridir (Şekil 2.11.). Birim içerisinde killi ara seviyeler bulunmaktadır. Bu seviyelerde paralel laminasyon gözlenmiştir (Şekil 2.12.). Bu kireçtaşlarının yer yer iri yumrulu kısımları gözlenmiştir. Tabaka kalınlığı, 3-25 cm arasında değişmektedir. Bazı kesimlerde değişik kalınlıklarda ve sık kalsit damarları ile kesilmektedir. Kalsit damarlarının kalınlığı en fazla 10 cm’ye kadar ulaşmaktadır. Bazı kesimlerde mikrokıvrımlar, mikrofaylar ve de slump yapıları görülmüştür. Arazi gözlemleri sonucunda, bu birimin sparitik-mikrosparitik kireçtaşlarından oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca, yapılan arazi çalışmalarında, Syringopora fosilleri bulunmuştur (Şekil 2.13.).

Birimin fosilli seviyelerinden toplanan numunelerden yapılan ince kesit gözlemlerinde, kılcal kalsit damarlarıyla kesilmiş, mikrosparitik kireçtaşı olduğu



belirlenmiştir. Bol miktarda fosil içermektedir. Bunlar, Krinoid sapları, Echinid dikenleri (radyolleri), mercan ve Brakiyopod kavkı parçalarından oluşmaktadır (Şekil 2.14.).

Penck (1919), Dolayoba Formasyonu'nun yaşı için Geç Kobleniyen'i önermiştir. Paeckelmann (1938), bu birimin yaşını Ludloviyen başı olarak vermiştir. Ketin ve Abdüsselamoğlu (1966) Silüriyen sonu – Devoniyen başı, Haas (1968) Orta Silüriyen-Alt Devoniyen, Kaya (1973) Jediniyen (Alt Devoniyen), Önalın (1981) Orta – Üst Silüriyen (Venlokiyen-Ludloviyen) yaşlarını vermişlerdir. Önalın, 1987 yılında yaptığı çalışmada Dolayoba Formasyonu'nun yaşını Alt Devoniyen (Jediniyen-Sigeniyen) olarak vermiştir. Akyüz (1987) tarafından Dolayoba Formasyonu içerisinde *Fletcheria tabifera* MILNE-EDWARDS-HENRY, *Tryplasma tabulatum* SCHLOTHEIM, *Heliplites berrandei* PENECKE var. *turrica* WEISSERMEL, *Alveolites lemniscus* SMITH, *Syringhopora* sp., *Rhombotrypa* sp., *Sieberella* sp., *Dayia* sp., *Ozarkodina pandora*, *Spathoghathodus* sp. fosilleri bulunmuş ve birimin yaşı Geç Silüriyen- Erken Devoniyen olarak belirtilmiştir.

Dolayoba Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşlarının dokusu, rengi, tabaka kalınlıkları ve fosil içeriği göz önüne alındığında, sığ denizel bir ortamda çökeldiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada ve önceki çalışmalarda bulunan mercan fosilleri ortamın resifal karakterde olduğunu gösterir. Önalın (1981), bu birimin, resif, resif arası ve resif önü ortamlarında oluştuğunu belirtmiştir.



**Şekil 2.10:** Kartal Taşocakları civarında, Dolayoba Formasyonu'na ait kireçtaşlarından genel bir görüntü. Bakış B'ya.



**Şekil 2.11:** Cumhuriyet Mahallesi'nde Dolayoba Formasyonu'na ait kireçtaşlarından genel bir görüntü. Bakış KD'ya.





**Şekil 2.12:** Soğanlık E-5 kenarında, Dolayoba Formasyonu'na ait kireçtaşlarındaki laminaların genel bir görüntüsü. Bakış KD'ya.



**Şekil 2.13. :** Kartal Taşocaklarında bulunan Syringopora fosili. Bakış GD'ya.



**Şekil 2.14.:** Dolayoba Formasyonu'na ait Krinoid sapları ve brakiyapod kavkı parçaları (Doğal ışık)

### 2.1.5. Kartal Formasyonu (Dk):

Bu birim, genel olarak bol fosilli, sarımsı kahverengi şeyllerden meydana gelmektedir (Şekil 2.15.). Birimin alt ve üst seviyelerinde yer yer karbonatça zengin araseviyeler bulunmaktadır.

Birimi, Penck (1919) "İstanbul Boğazı fasiyesi", Paeckelmann (1938) "Pendik tabakaları", Erenköy'de "Intermediare Fazies", Büyükkada'da "Bantlı şist Fasiyesi", Okay (1947) "Grauwackenschiefer", Altınlı (1951) "Mutavassıt Fasiyesi", "Kanlıca Horizonu/Orta Pendik tabakaları/Üst Pendik tabakaları", Abdüsselamoğlu (1963) "Schistes argileux et calcaries", "Killi Şist ve Kalker", "Yoğun Kalkerler", Baykal ve Kaya (1966) "Grovak Şeyl", Haas (1968) "Soğanlı – Schichten" "Kartal - Schichten", "Kurtdoğan Tabakaları", "Dede Tabakaları", "Gebze Tabakaları", Kaya (1973) "Pendik Grubu" adı altında "Kartal, Kozyatağı formasyonları ve İçerenköy şeyli", Akyüz (1987) "Fosilli şeyl", Önalın (1987) ve Seymen (1995) "Kartal Formasyonu" olarak isimlendirmiştir.

Bu birim, inceleme alanının kuzeyinde Büyükbakkalköy, güneydoğusunda Kartal Taşocakları Mevkii, Kurfalı, Hürriyet ve Cumhuriyet Mahalleleri civarında mostra vermektedir. Cumhuriyet Mahallesi civarında Dolayoba Formasyonu ile uyumlu geçiş gösteren bu birimin üzerine yine uyumlu olarak Ayazma Tepesi civarında Tuzla Formasyonu gelmektedir. Kartal formasyonu ile Dolayoba formasyonu, Taşocakları Mevkiinin batısında uyumlu, güneyinde ise tektonik bir dokanakla yanyana gelmiştir.

İnceleme alanında Kartal Formasyonu, sarımsı kahverengi, sarı ve yeşilimsi sarı renklerinde görülmektedir (Şekil 2.16.). Genellikle laminalı-ince tabakalı bir yapıya sahiptir. Kimi yerlerde tabaka kalınlığı 10 cm'ye kadar ulaşmaktadır. Şeyller deformasyonlar ve alterasyon nedeniyle genelde gevrek ve dağılğan bir görünüm arzeder. Ancak karbonat çimento ile tutturulmuş düzeyler daha dayanımlıdır. İnceleme alanındaki mostralarda, *Pleurodictyum constantinopolitanum*, *Hysterolithes suspeciosus* DE VERN., *Cyrtospirifer verneuli* MURCHISON, *Fimbrispirifer trigeri* VERN., *Zaphrentis* sp., *Atrypa reticularis* LINNEE., *Asteropyge* sp. fosilleri bulunmuştur.

Kartal Formasyonu'nun yaşı Paeckelmann (1938) ve Okay (1947) tarafından Geç Koblensiyen olarak belirlenmiştir. Altınlı (1951), birimi Alt Devonyen'e dahil

ederken, Abdüsselamoğlu (1963), fosil olarak *Pleurodictyum constantinopolitanum* varlığından söz etmiştir. Haas (1968) bulduğu Trilobit ve Bracyapod türlerine göre “Kartal Tabakaları” olarak adlandırdığı kısmı Geç Emsiyen olarak yaşlandırırken, “Kurtdoğmuş ve Dede Tabakaları” birimlerini Emsiyen, “Gebze Tabakaları” olarak adlandırdığı üye için ise *Leonaspis leucothea* HAAS, *Leonaspis elliptica* BURMESITER, *Gyroceratites gracilis* BRONN fosilleri ile Erken Eyfeliyen yaşını kullanmıştır. Babin (1973), birim içerisinde Pelecypod, Strophomonid ve Trilobit türlerine rastlamıştır. Kaya (1973) *Pleurodictyum* türlerine dayanarak birimin alt kısımlarını Jediniyen-Koblensiyen’e dahil etmiştir. Kullmann (1973), Haas’ın “Kurtdoğmuş ve Dede Tabakaları” için *Anetoceras egensis* ROEMER, *Barrenlephyllum parvum* KULLMANN, *Zaphrentis endrissi* WEISSERMEL, *Keyserops astiferus* HAAS, *Phacops pantichionesis* HAAS fosillerine dayanarak Geç Emsiyen, “Gebze Tabakaları” olarak adlandırdığı kısım içinde; *Letanarcestes noeggerati* VON BUCH, *Mimagoniatites erbeni* KULLMANN, *Mimagoniatites cf. zorgensis* ROEMER, *Gyroceratites gracilis* BRONN, *Zaphrentis endrissi* WEISSERMEL, *Barrendeophyllum parvum* KULLMANN, *Pentaphyllum irregulare* KULLMANN, Goniatit ve Mercan türlerine dayanarak Geç Emsiyen- Erken Eyfeliyen, Babin (1973) pelecypodları inceleyerek Koblentziyen-Emsiyen, Carls (1973) strophomenidlerden Geç Emsiyen, Gandl (1973) trilobitleri inceleyerek Geç Emsiyen yaşlandırmasını kullanmıştır. Önalın (1987), Kartal Formasyonu’nun “Pendik Üyesi” olarak adlandırdığı birimi için; *Loptostrophia explanata* SOWERBY, *Chonetes cf. couvien* SCHLOTHEIM, *Leptostrophia cf. couvien* ASSELBERGHS, *Uncinulus eucharis* BARRAND, *Hysterolithes suspiciosus* DE VERNEU, *Brechyspirifer carinatus* fosillerine dayanarak Emsiyen yaşlandırmasını kullanırken “İçerenköy Şeyl Üyesi” için Eyfeliyen yaşını göstermiştir. Akyüz (1987) bulduğu ve tayin ettirdiği, *Pleurodictyum problematicum* GOLDFUS, *Pleurodictyum constantinopolitanum*, *Zaphrentis* sp., Krinoid sapları, Sprifer trigeri, *Acrospirifer* sp., *Stropheodonta* sp., *Leptostagphis* sp., *Leptaena* sp., *Atrypa* sp., *Acastoides* sp., *Acastoides paeckalmani* R. Ve E. RICHTER, *Acastoied* sp., *Acastellina* sp., *Asteropyge* sp. fosilleri ile birimi Alt-Orta Devoniyen olarak yaşlandırmıştır.

Kartal Formasyonu’nun, litolojisi, içerdiği fosilleri ve laminalı yapısı göz önüne alındığında dalga tabanının altında, düşük enerjili, açık denizel bir ortamda çökeldiği anlaşılmaktadır. Önalın (1987), Kartal Formasyonu’nu üyelere ayırmış ve bunların



dalga tabanı altında derin bir rampta, yer yer enerjili bir rampta ve rampın derin kesimlerinde çökeldiklerini belirtmiştir.



**Şekil 2.15.:** Maltepe Kaşüstü Mevkii'nde, Kartal Formasyonu'na ait şeylerden genel bir görüntü. Bakış B'ya.



**Şekil 2.16.:** Maltepe Kaşüstü Mevkii'nin güneyinde, Kartal Formasyonu'na ait şeylerden genel bir görüntü. Bakış GD'ya.

### 2.1.6. Tuzla Formasyonu (Dt)

Birim genel olarak gri renkli ve yumrulu kireçtaşlarından ve ender karbonatlı şeyl düzeylerinden oluşmaktadır (Şekil 2.17). Tuzla Formasyonu, inceleme alanının güneydoğusunda çok dar bir alanda yüzlek vermektedir.

Birimi ilk olarak Penck (1919) “Knoilenkalk”, Paeckelmann (1938) Bostancı’da “Intermediare Fazies” ve “Lydite ve Banderschifer”, Büyükada’da “Böbrek Kalkerli Horizonu” ve “Nierenkalk-Kieselschiefer Serie” olarak adlandırmıştır. Daha sonra Okay (1947) ve Ketin (1953), aynı birimi “Böbrek kalker”, Abdüsselamoğlu (1963), “Yoğun kalker” ve “Yumrulu kalker”, Baykal ve Kaya (1963) “Yumrulu Kalker”, Haas (1968), “Denizli Tabakaları”, Kaya (1971) “Büyükada Formasyonu”, Kaya (1973) “Bostancı Üyesi”, “Yörükali Üyesi” ve “Ayineburnu Üyesi” ni ayırt ederek “Büyükada Formasyonu”, Önalın (1987) “Bostancı Üyesi”, “Yörükali Üyesi” ve “Ayineburnu Üyesi” ni ayırt ederek “Tuzla Formasyonu”, Akyüz (1987) “Yumrulu kireçtaşı”, Seymen (1995) ise “Denizli Formasyonu” olarak isimlendirmişlerdir. Bu çalışmada birim “Tuzla Formasyonu” olarak adlandırılacaktır.

Tuzla Formasyonu, inceleme alanında güneydoğuda yer alan Yakacık Çarşı Mahallesi civarında gözlenmektedir.

İnceleme alanında Tuzla Formasyonu, sarımsı gri karbonatlı şeyl seviyeleri içeren gri renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşı tabakaları 3-10 cm arasında değişirken daha az bulunan şeyl aratabakaları 1-3 cm arasındadır. Bu tabakaları oluşturan mikritik-mikrosparitik kireçtaşları çok ince kalsit damarları ile kesilmektedir. Tuzla Formasyonu’nun karakteristik litolojisi olan yumrulu kireçtaşı sınırlı alanlarda mostra verir. Yumrular kısa eksenini 0.5-1 cm, uzun eksenini 1.5-3 cm arasında değişen elips geometrisine sahiptir (Şekil 2.18). Tuzla Formasyonu’nda gözle görülebilen makro ve mikrofosil bulunmamaktadır. Ancak önceki araştırmacılar tarafından mikroskop altında Conodont türleri belirlenmiştir (Abdüsselamoğlu, 1963; Haas, 1968).

Akyüz (1987), bu birimden aldığı örneklerin kalsit ve demiroksit dolgulu yoğun çatlaklı ve yer yer az oranda terrijen kırıntılar ve intraklastlar içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca, ince kesitlerde serisitleşme, otujenik olarak büyümüş pirit kristalleri ve silisleşme gözlemlenmiştir.



Tuzla Formasyonu'na ait mostralara, inceleme alanında Ayazma Tepe civarında bulunmaktadır. Altında bulunan Kartal Formasyonu ile uyumlu geçiş göstermektedir. Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonu bu birimi, bindirme ile üzerlemiştir. Fakat genel dizilimde bu birimin üzerinde bulunan Baltalimanı Formasyonu'na inceleme alanında rastlanmamaktadır.

Tuzla Formasyonu'nun yaşı Penck (1919) ve Paeckelmann (1938) tarafından Orta Devoniyen olarak verilmiştir. Daha sonra Okay (1947) ve Ketin (1953) de aynı şekilde Orta Devoniyen yaşlı olarak kabul etmişlerdir. Altınlı (1951) yumrulu kireçtaşlarının yaşını Geç Devoniyen'e kadar çıkartmıştır. Abdüsselamoğlu (1963) bulduğu; *Palmatolepis minuta* BRANSON & MEHL, *Ozarkodina cf. arcuata* BRANSON & MEHL, Conodont nevillelerine göre Frasnien-Fameniyen, *Ozarkodina arcuata* fosiline göre Geç Frasnien-Fameniyen, *Palmatolepis glabra* BRANSON & MEHL, *Palmatolepis distorta* BRANSON & MEHL, *Palmatolepis inflaxa* MULLER, *Palmatolepis gracilis* BRANSON & MEHL, *Ozarkodina regularis* BRANSON & MEHL, *Prioniodina smithi* STANFFER, *Hindeodella germana* HOLMES, *Nothognatella* sp. gibi Conodont türleri ile Fameniyen yaşlandırmasını yapmıştır. Baykal ve Kaya (1963) stratigrafik ilişkileri göz önünde bulundurarak birimi Üst Devoniyen ve Karbonifer'in en alt katına dahil etmişlerdir. Haas (1968), Denizli Tabakaları olarak adlandırdığı birim içerisinde bulduğu Conodontlara göre Geç Eyfeliyen, Geç Devoniyen yaşlandırmasında bulunmuştur. Kaya (1971), Büyükada Formasyonu olarak adlandırdığı birimin Ayineburnu Üyesi içinde bulduğu *Trimerocleptalus mastophthalmus* RICHTER ile Fameniyen, *Merocanites* sp., *Ammonellipticus* sp. ile Fameniyen'den Turnesiyen'e kadar bir zaman aralığı vermiştir. Haas (1968), Kullmann (1973) ve Gandl (1973) ise buldukları Goniatit, Mercan ve Trilobitlerle Eyfeliyen- Jivesiyen aralığını öne sürmüşlerdir. Önalın (1982) ise bu birim için Orta-Geç Devoniyen yaşını kabul etmiştir.

Tuzla Formasyonu'nun ince tabakalı olması, ince taneli dokusu ve fosil içeriği açık denizel bir ortamı yansıtır. Önalın (1987), formasyonu farklı üyeler altında değerlendirerek bunların ramp ortamında kıta yamacına yakın olan kısmında, ramp önündeki yamaç ortamında ve kıta yamacında çökdiklerini belirtmiştir.



**Şekil 2.17.:** Yakacık Çarşı Mahallesi'nde Tuzla Formasyonu'na ait yumrulu kireçtaşlarından genel bir görüntü. Bakış KD'ya.



**Şekil 2.18.:** Yakacık Çarşı Mahallesi'nde Tuzla Formasyonu'na ait yumrulu seviyelerin yakından görünümü. Bakış KD'ya.

### 2.1.7. Trakya Formasyonu (Kt)

Genelde kumtaşı – şeyl ardalanmasından oluşan Trakya Formasyonu'nun, çalışma alanında sadece kumtaşı seviyeleri gözlenmiştir (Şekil 2.19.). Bu birim, inceleme alanının güneyinde Soğanlık Yeni Mahalle civarında küçük bir bölgede mostra vermektedir.

Birim, ilk olarak Tchihatcheff (1864) tarafından “Fosilsiz şeyl ve kumtaşları”, Penck (1919) tarafından “Thrazische Serie” olarak adlandırılmıştır. Paeckelmann (1938), Okay (1947) ve Yalçınlar (1951) aynı adlandırmayı kullanmışlardır. Daha sonra Altınlı (1951) “Mutavassıt fasiyes”, Abdüsselamoğlu (1963) “Grauwackes schistes”, Baykal ve Kaya (1963) “Bitkili killi grovak şist”, Haas (1968) “Obere Thrazische – Serie”, Baykal ve Kaya (1966), Kaya (1971), Önalın (1982) ve Seymen (1995) “Trakya Formasyonu” olarak birimi adlandırmışlardır.

İstanbul Paleozoyik istifinin en üzerinde bulunan Trakya Formasyonu'nu Ordovisiyen yaşlı Aydos Formasyonu ve Geç Silüriyen- Erken Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu ile tektonik dokanakları bulunmaktadır. Aydos Formasyonu, bu birimi bindirme ile üzerlemiştir. Genel dizilimde Trakya Formasyonu'nun altında bulunan Baltalimanı Formasyonu'na arazide rastlanmamıştır.

İnceleme alanında sınırlı mostra gösteren birimin karakteristik özellikleri, gözlenememiştir. Türbiditik kumtaşı-şeyl ardalanmasından meydana gelen Trakya Formasyonu'nun sadece kumtaşı seviyelerine rastlanmıştır. Birimin altere rengi koyu sarı ve kahverengi, taze rengi ise açık kahverengi ve sarıdır. Kumtaşları, bol miktarda mika içermektedir. Tabaka kalınlıkları 5 -15 cm arasında değişmektedir. Taneler yarı köşeli- köşeli ve iyi boylanma göstermektedir. Tabakaları diyagonal kesen genel bir klivaj gelişimi gözlenmiştir.

İnce kesit gözlemlerinde, kuvars, litik taneler, feldispat ve muskovitten oluştuğu görülmüştür (Şekil 2.20.). Matrikste serisitleşme vardır. Kuvarslar, ağırlıklı olarak volkaniktir. Düz yanıp sönme göstermektedir. Litik taneler, volkanik kayac parçalarından oluşmaktadır. Litik tanelerin, feldispatlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Feldispatlar, genelde plajioklaslar olarak görülmektedir. Az oranda ise küçük alkali feldispatlar görülmüştür. Kataklastik doku gelişmiştir. Matriksteki serisitler bir yönde dizilim göstermektedirler ve dizilimi kesen ikincil klivaj

oluşumları bulunmaktadır. Bütün bu gözlemler sonucunda Dott (1964)'e göre, "litik vake" olarak tanımlanabilir.

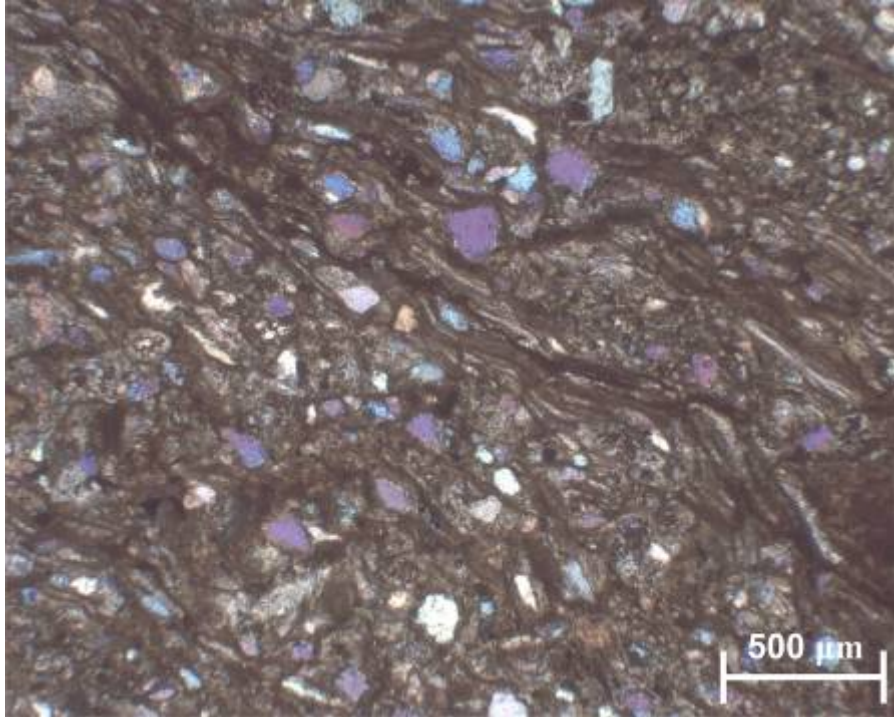
Trakya Formasyonu, Tchihatcheff (1864) tarafından Devoniyen yaşlı olarak kabul edilmiştir. Daha sonra Penck (1919), Paeckelmann (1938), Okay (1947) ve Altınlı (1951) tarafından da kabul görmüştür. Yalçınlar (1951), Trakya Formasyonu'nun üst kesimlerinde yeralan Cebeciköy kireçtaşı içinde *Lithostratation Martini* M.EDW ve H., *Syrnigopora ramulasa* PHILL, *Syringopora geniculata* PHILL fosillerini belirlemiş ve ilk olarak Trakya formasyonu için Karbonifer yaşını öne sürmüştür. Abdüsselamoğlu (1963), kumtaşı-şeyl ardalanmasından meydana gelen Trakya Formasyonu'nun altında bulunan çörtlerin yaşını Erken Vizeyen olarak belirlemiş, buna göre de birimin yaşının Erken Karbonifer olduğunu kabul etmiştir. Baykal ve Kaya (1963), *Lapidostrobus browni* SCHIMPER, *Eleutherophyllum mirabila* STUR fosillerinden dolayı aynı yaş kabul etmişlerdir. Haas (1968), Kaya (1973), Önalın (1982) ve Seymen (1995) de aynı şekilde birimin erken Karbonifer yaşlı olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Birim, litolojisinden dolayı derin denizel ortamı temsil etmektedir. Türbiditik karışık kumtaşı-şeyl çökelişi, kırıntı geliminin durduğu dönemlerde lidit araseviyelerinin oluşması, özgün tabaka altı içi yapıları ve kayma kıvrımlarına sahip olması, kalınlığının 2000 m'ye ulaşması, Trakya Formasyonu'nun kıta yamacı ve eteğinde çökeldiğini ortaya koymaktadır (Seymen, 1995). Ayrıca, Ordovisyen- Erken Vizeyen zaman aralığında transgresif gelişen sedimantasyonun, Erken Karbonifer'de Trakya Formasyonu çökmesi sürecinde regresif olarak sona erdiği belirtilmiştir (Seymen, 1995).





**Şekil 2.19.:** Soğanlık Yeni Mahalle’de Trakya Formasyonu’na ait kumtaşlarından genel bir görüntü. Bakış GD’ya.



**Şekil 2.20.:** Trakya Formasyonu’nun kumtaşı seviyelerine ait ince kesit görüntüsü. Mikalar belirgin bir yönelim göstermektedir. Parlak taneler kuvars, mat taneler feldispat ve litik tanelerdir.

### 2.1.8. Dayklar

İnceleme alanında bulunan İstanbul Palezoik istifine ait birimleri kesen magmatik sokulumlar gözlenmiştir (Şekil 2.21.). Değişik bileşimde ve çoğunlukla açık sarı, bej ve yeşil renkli yüzey kayalarından oluşmaktadır. Daykların kalınlıkları yaklaşık 10 cm'den 10 metreye kadar değişmektedir (Şekil 2.22). Bazı mostralarda aşırı altere olmuş ve taneleri gözlenememiştir (Şekil 2.23.). Fakat özellikle, Kartal Taşocakları'nda bulunan sokulumlar, masif kayalardan oluşmaktadır. İnceleme alanında gözlenen tüm daykların mevkiileri ve yönelimleri EK-1'de liste halinde verilmiştir.

Araziden toplanan numuneler incelenerek daykların, andezit, bazaltik andezit, porfirik andezit ve diyabaz bileşimli oldukları belirlenmiştir.

Andezitler, mikrolitik bir matriks içinde iri plajioklas fenokristallerinden oluşmuştur. Plajioklaslar, albit ikizlenmesi göstermektedir. Sönme açısı tayinine göre andezin türü plajioklas oldukları belirlenmiştir. Plajioklaslar, çoğunlukla bozunmaya uğrayarak serisit ve kalsite dönüşmüştür. Gözlemlenen opak minerallerin bir kısmının hematit ve magnetitten, bir kısmının ise mafik minerallerin bozuşmasıyla oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca ikincil kuvarslar, az miktarda iri piritler ve aksesuar mineral olarak da apatitler bulunmaktadır. Porfirik ve intersertal doku gözlenmiştir.

Bazaltik andezitler, birincil plajioklaslardan ve opak minerallerden oluşmuştur. Plajioklaslar, mikrolit halinde bulunmaktadır, fenokristal oluşturmamıştır. İkincil mineraller ise klorit, kalsit ve kuvarstan oluşmaktadır. Pilotaksitik dokuya sahiptir.

Porfirik andezitler, iri plajioklas fenokristallerinden oluşmuştur. Bunlar, serisit ve kil minerallerine dönüşmüştür, bu nedenle türlerini belirlemek mümkün olmamıştır. Kayaç bol miktarda opak mineral içermektedir. Ayrıca ikincil kalsit mineralleri gözlenmiştir. Kayaç porfirik bir dokuya sahiptir.

Diyabazları oluşturan ana mineraller, amfibol, plajioklas, piroksen ve opak minerallerdir (Şekil 2.24.). Piroksen ve plajioklaslar, fenokristaller şeklinde görülmektedir. İkincil mineraller ise kuvars, kalsit, klorit ve serisitlerden oluşmaktadır. Kalsit ve kloritler, psedomorflar olarak görülmektedir. İntersertal dokuya sahiptir. Ayrıca, çok sık kalsit damarları ile kesilmiştir.

Akyüz (1987), İstanbul kuzeyindeki yaygın volkanik kayalarda yaptığı çalışmada bulunduğu kireçtaşı merceklerinde bulunduğu mikrofosillere dayanarak birimin yaşını Üst Kretase olarak belirlemiştir. Paleozoyik istifini kesen volkanik kayaların da aynı magmatik aktivite ürünü olduğu kabul edildiğinden, bu sokulumların yaşı da Üst Kretase olarak kabul edilmiştir.

Keskin ve diğerleri (2003), yaptıkları çalışmada İstanbul kuzeyinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volkano-sedimenter Kavaklar grubunu incelemiş, ve bu grubun birbiriyle uyumlu Bozhane, Garipçe ve Kısırkaya formasyonlarından meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca İstanbul Paleozoyik istifini kesen daykların dokuları, minerolojik bileşimleri ve jeokimyasal özellikleri Kavaklar grubu ile karşılaştırılmıştır. Paleozoyik istifini kesen sokulumlar, lamprofir daykları, Bazaltik andezit-andezit sığ sokulumları ve mikro-diorit/-granit sığ sokulumları olarak üçe ayrılmıştır. Lamprofilerin jeokimyasal özelliklerinin Kısırkaya formasyonu ile benzerlik taşıdığını, ancak dokusal ve mineral bileşimi açısından büyük farklar olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Paleozoyik istifini kesen daykların yaşlarının henüz saptanmamış olması sebebiyle Üst Kretase volkanizmasıyla ilişkilendirilemeyeceğini öne sürmüşlerdir.

Özgörüş ve Okay (2005), yaptıkları çalışmada üç dolaylı veri sıralayarak İstanbul Bölgesinde Paleozoyik istifini kesen andezitik damar kayalarının yaşının Üst Kretase olduğunu kabul etmiştir. Bu dolaylı veriler:

- 1- Paleozoyik seride, bunu uyumsuz örten Triyas serisinde, en altta yer alan seyrek bazaltik lavlar dışında, bütün eski birimleri örten Eosen çökelleri içinde magmatik kayalara rastlanmamıştır. Bu gözlemlere göre Paleozoyik kayalarını kesen andezitik damar kayalarının yaşı Triyas ile Eosen arası olmalıdır.
- 2- İstanbul'un kuzeyinde Şile ve Kilyos arasında Kretase yaşlı yaygın bir volkanosedimenter seri bulunmaktadır. İstanbul Boğazı kuzeyindeki andezitik lav ve diğer volkanik kayalar ile Paleozoyik istifini kesen andezitik dayklar arasında jenetik bir bağ olmalıdır.
- 3- İstanbul'un Anadolu yakasında Beykoz'un doğusunda yer alan Çavuşbaşı granodiyoriti, Ordovisiyen yaşlı arkozları kesmektedir, bu plütonun yaşı

65±10 Ma olarak saptanmıştır (Öztunalı ve Satır, 1975). İstanbul bölgesi daykları Geç Kretase yaşlı bu magmatizmanın bir parçası olarak sayılabilir.





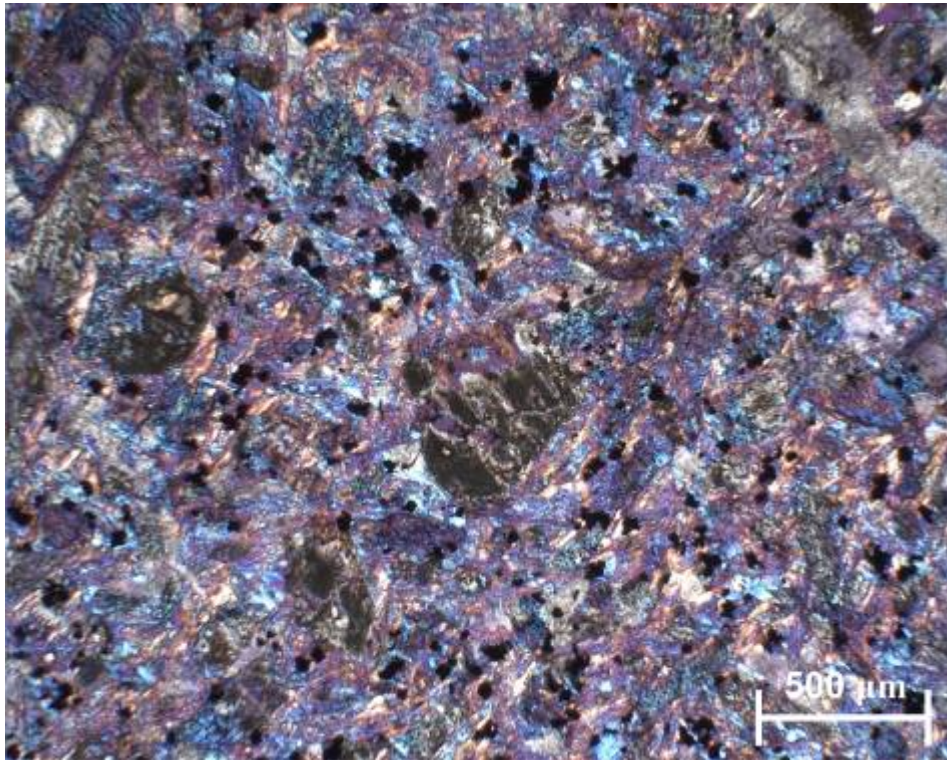
**Şekil 2.21.:** Kartal Taşocakları'nda Dolayoba Formasyonu'nu kesen dayklardan genel bir görüntü. Bakış KB'ya.



**Şekil 2.22.:** Kartal Taş Ocakları'nda Dolayoba Formasyonu'nu kesen dayklardan genel bir görüntü. Bakış D'ya.



**Şekil 2.23.:** Z m r tevrler civarında, Kurtköy Formasyonu'nu kesen dayklardan genel bir görüntü. Bakış KD'ya.



**Şekil 2.24.:** İnceleme alanında gözlenen diyabaz bileşimli dayklara ait ince kesit görüntüsü.

### 2.1.9. Çukurçeşme Formasyonu (Mç)

Birim, genel olarak kıvı, kahverengi blok, çakıl, kum, silt ve killerden oluşmaktadır (Şekil 2.25.). Çakıllar, kuvars, kuvarsarenit ve mor renkli kumtaşı çakıl ve bloklarından oluşmaktadır. Tanelerin boyları genelde 1-10 cm arasında değişmektedir ve çok iyi yuvarlanmıştır. Gevşek tutturulmuş bu malzeme incelenen kesimde hemen hemen tamamen Paleozoyik çökellerden oluşan bir kaynaktan malzeme almıştır. Tabakalar hemen hemen yataydır ve deforme olmamıştır, ancak yer yer normal faylarla kesilmiştir. Ayrıca yer yer çapraz tabakalanmalar gözlenmiştir (Şekil 2.26.).

Çukurçeşme Formasyonu, inceleme alanının kuzeydoğu kısmında geniş bir alanda görülmektedir. Uyumsuz olarak, Ordovisiyen yaşlı Kurtköy ve Aydos Formasyonları'nı ve Alt-Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu'nu örtmektedir.

Arıç (1955), "Haliç-Küçükçekmece Gölü bölgesinin jeolojisi" isimli çalışmasında, bu birimi Üst Miyosen yaşlı "Kemikli kum ve çakıllar" adlandırmasını kullanarak incelemiştir. Birimin, çapraz tabakalanma gösteren gri-beyaz-sarı-mor renkli kumlardan, kuvars, kuvarsarenit, killi, grovak, ayrılmış andezit çakıllarından oluştuğunu belirtmiştir. *Hipparion gracile* KAUP., *Giraffa (Camelopardalis) attica* GAUD. et. LART., *Rhinoceros pachygnathus* WAGNER, *Gazella gaudry* SCHLOS., *Helicotragus rotundicornis* WEITH., *Dorcatherium puyhauberti* ARAM. et PIVET, *Testudo marmoreum* GAUDRY, *Tragocerus amaltheus* ROTH et WAGNER, *Mastodon angustidens* CUV., *Machaerodus aphanistus* KAUP., *Mastodon sp.*, *Aceratherium sp.*, *Dinotherium sp.*, *Machairodus sp.*, *Trinix sp.*, *Siluridae* ve diğer balık ve omurgalılara ait birçok omur, kemik, diş ve boynuz parçaları bulunmuştur. Ayrıca, mollusklardan sadece küçük bir *Macra* ve büyük *Unio* iç kalıpları da bulunmuştur.

Çukurçeşme Formasyonu, litolojisi ve önceki çalışmalarda belirtilen fosil içeriği nedeniyle karasal ortamı temsil etmektedir. Çukurçeşme Formasyonu, göl ortamına gelen akarsu ve delta ortamı ürünlerinden oluşmuştur. Dereceli olarak göl ortamına geçmektedir (<http://www.ibb.gov.tr/trTR/SubSites/IstanbulVeDeprem/Documents/avrupa.doc>). Sakıncı (1994), bu formasyonun akarsu ortamında gelişmiş olduğunu belirtmiştir.





**Şekil 2.25.:**Samandıra civarında, Çukurçeşme Formasyonu'ndan genel bir görüntü. Bakış D'ya.



**Şekil 2.26.:** Samandıra civarında, Çukurçeşme Formasyonu'na ait çapraz tabakalanmadan genel bir görüntü. Bakış D'ya.

### 2.1.10. Belgrad Formasyonu (Qb)

Bu birim, bloklu çakıl, kum ve kil boyutlu malzemeden oluşan karasal tortullardır. Paleozoyik istifini uyumsuzlukla örtmektedir.

Chaput (1936), bu birimi “Belgrad Orman Çakılları” olarak adlandırmıştır. Kaya (1973) ve Önalın (1982), “Belgrad Formasyonu” ismini vermişlerdir.



**Şekil 2.27.:** Başbüyük Keçi Yatağı Mevkii'nde, üstte görülen Belgrad Formasyonu ile alttaki Kurtköy Formasyonu'nun sınırı görülmektedir. Bakış D'ya.

Belgrad Formasyonu'na, inceleme alanının kuzeyinde özellikle Kayışdağı Mevkiileri'nde rastlanmıştır (Şekil 2.27.). Kayışdağı Mevkii'nde çalışılan mostralarda, görülen mor renkli çakıllardan dolayı, birimin Kurtköy Formasyonu'ndan malzeme aldığı belirlenmiştir. Genelde, kil matriks ile gevşek olarak tutturulmuş kum boyutlu malzeme, kuvarsarenit, kireçtaşı ve volkanik çakılları ve bloklarından meydana gelmiştir.

## 2.2. YAPISAL JEOLJİ

### 2.2.1. Giriş

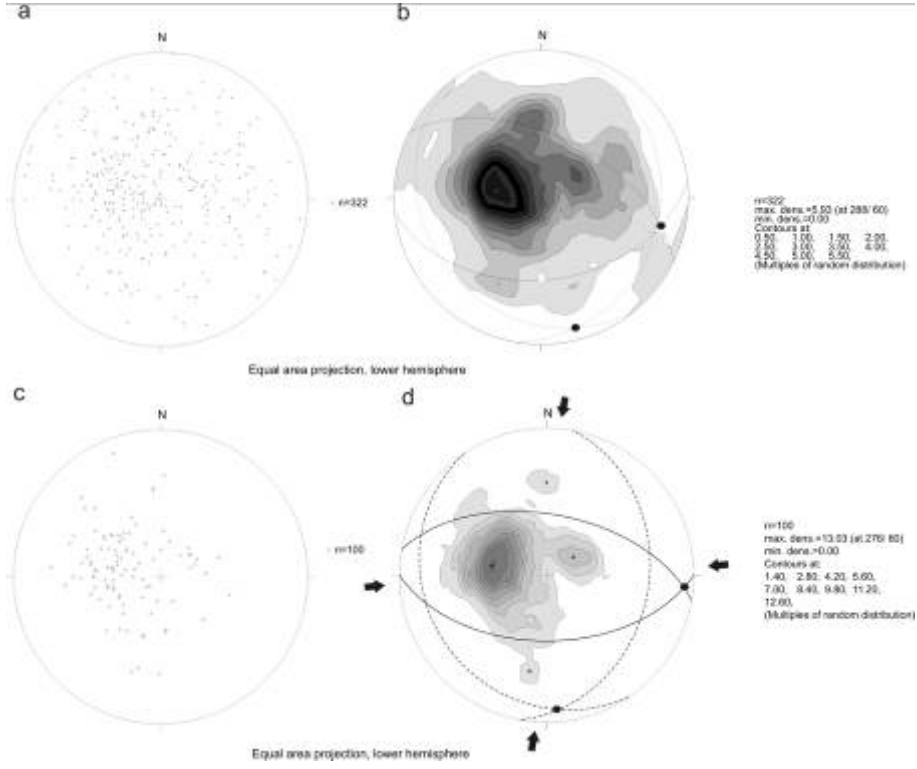
İnceleme alanında, genel olarak Ordovisiyen - Alt Karbonifer aralığında çökelen birimler gözlenmektedir. Paleozoyik istifini oluşturan birimler yoğun ve çok fazlı tektonik deformasyona maruz kalmışlardır. Bu deformasyonlar sonucu, sahada farklı karakterde ve boyutta kıvrımlar ve faylar oluşmuştur. Bu bölümde arazide ölçülen faylar, kıvrımlar, çatlak sistemleri, tabaka yönleri ve sokulumlar ile bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin ayrıntılı analizinin sonuçları sunulacaktır. Elde edilen verilerin büyük çoğunluğu Kartal Taş Ocağından derlenmiştir (Şekil 2.28.).



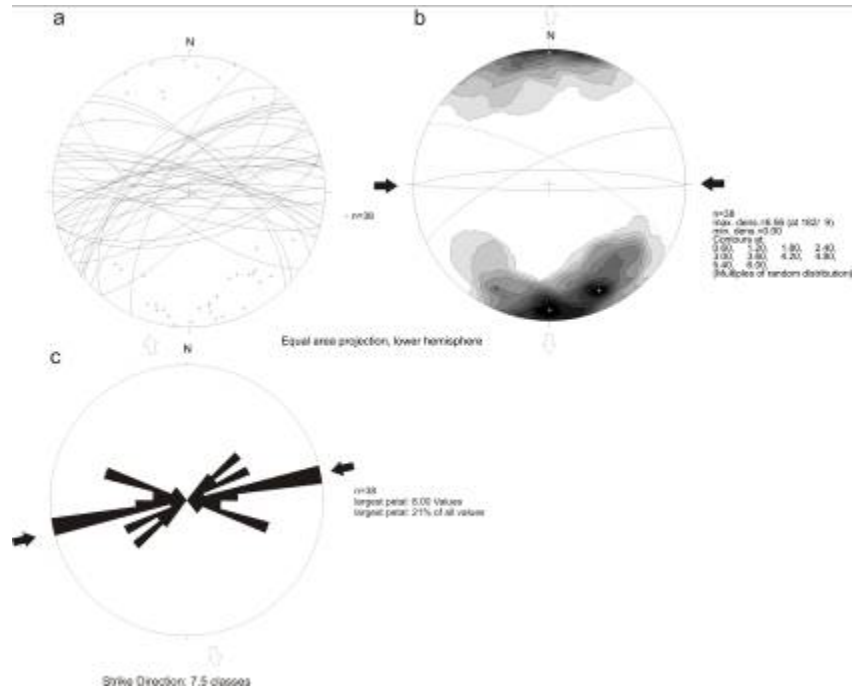
Şekil 2.28.: Kartal Taş Ocakları'ndan genel bir görüntü. Bakış K'ye.

Arazide ölçülen tabakalar genel olarak BKB-DGD yönelimlidir. Tüm tabakalar değerlendirildiğinde iki ana kıvrım sisteminin varlığı belirlenmiştir (Şekil 2.29.). Kıvrım eksenleri, yaklaşık BKB-DGD ve KKB-GGD yönelimlidir. BKB-DGD kıvrımlar açık, KKB-GGD olanlar ise daha kapalı kıvrım geometrisi vermektedir. Ölçülen daykların büyük bir kısmı, BGB-DKD doğrultulu, daha az bir kısmı ise diğer yönlerde saçılım göstermektedir (Şekil 2.30.). Ölçülen çatlaklar, çoğunlukla BGB-DKD ve KKB-GGD doğrultulu olmak üzere birbirine dik iki farklı sistem göstermektedir (Şekil 2.31.).

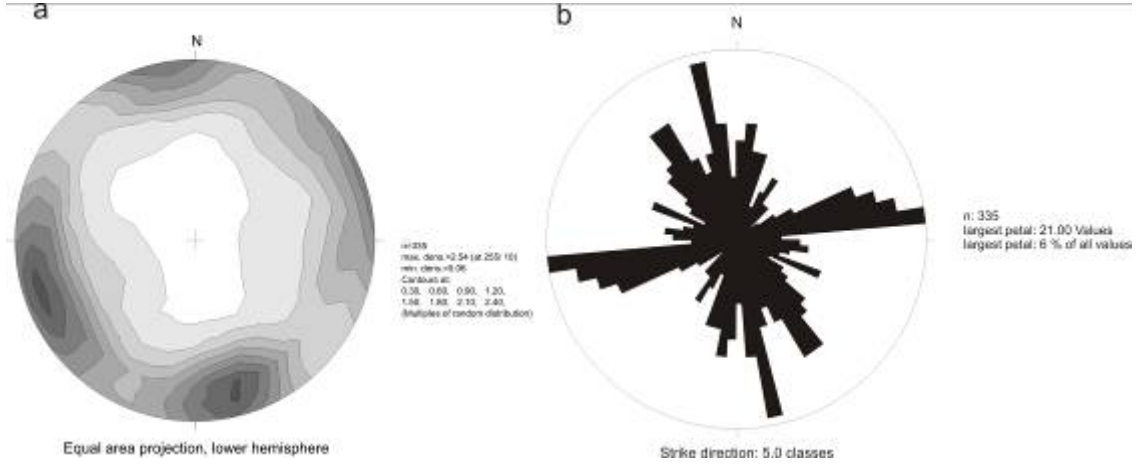




**Şekil 2.29.:** Arazide ölçülen 322 adet tabaka ölçüsünün a) stereogramda ve b) yoğunluk diyagramında gösterimi. İnceleme alanının kuzeyinde ve batısında ölçülen 100 adet tabaka ölçüsünün c) stereogramda ve d) yoğunluk diyagramında gösterimi.



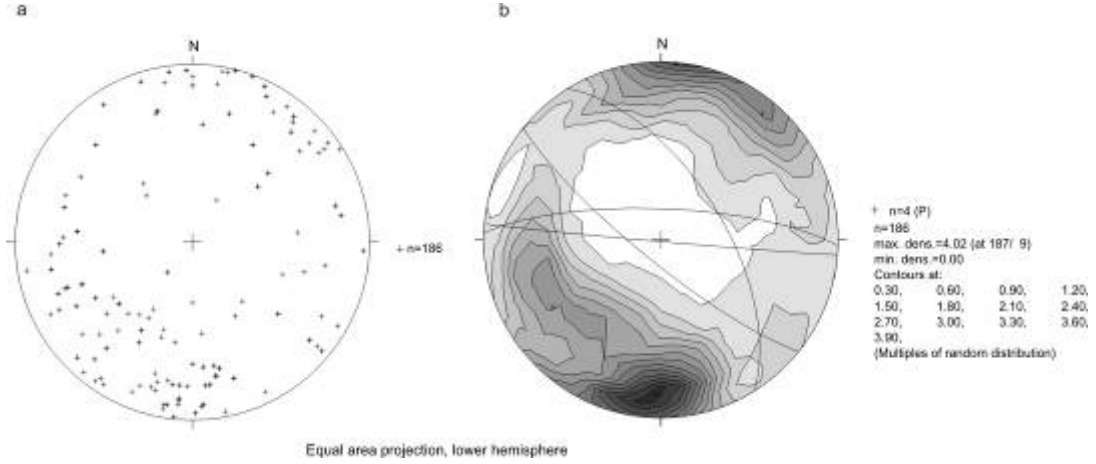
**Şekil 2.30.:** a) Arazide ölçülen 38 adet daykın stereogram üzerinde gösterimi. b) 38 adet daykın yoğunluk diyagramında gösterimi (genel saçılıma göre K-G yönlü açılma ve D-B yönlü sıkışmayı göstermektedir). c) Dayk doğrultularının Gül Diyagramı'nda gösterimi (genel saçılıma göre KKB-GGD yönlü açılma ve BGB-DKD yönlü sıkışma göstermektedir)



**Şekil 2.31.:** a) Arazide ölçülen 335 adet çatlak ölçüsünün yoğunluk diyagramında gösterimi, b) Çatlak ölçülerinin doğrultularına göre Gül Diyagramı'nda gösterimi.

Tüm faylar, stereogramlara izdüştürüldüğünde çoğunluğunun genellikle D-B doğrultulu yönlendiği, bir kısmının da KB-GD yönlendiği görülmektedir (Şekil 2.32.). Faylar, genellikle yüksek açılı olup, KD'ya eğimli olanlar 45-50° civarında eğim göstermektedir. Ancak fayların bu durumu ve faylar üzerinde yapılan gözlemlerin tam olmayışı, fayların genel haliyle değerlendirilmesini mümkün kılmamaktadır. Fay seti havuzunda birbirleriyle ilintili olan ve aynı dönemde geliştiği düşünülen faylar, m-plane (hareket düzlemi) yöntemiyle ayırtılmaya çalışılmıştır. M-plane yöntemi, basitçe, aynı dönemde gelişen ya da o deformasyon döneminde hareket eden fayların belirlenmesinde kullanılabilir. Bunun için basit olarak faylara ait lineasyonlar ve  $\pi$  kutuplarının birleştirilmesiyle hareket ya da makaslama düzlemleri (m-plane) oluşturulur. Aynı dönemde oluşmuş ya da yeniden hareketlenmiş faylara ait hareket düzlemleri stereogramda bir noktada kesişirler. Bu kesişme noktası, fayın karakterine bağlı olarak  $\sigma_1$  ya da  $\sigma_3$  ana gerilme eksenini ifade eder. Hareket düzlemlerinin kutupları 0 makaslama düzlemlerine işaret ederler. Genellikle yoğunluk diyagramında belirgin bir büyük daire üzerinde sıralanırlar. Bunların en yoğun olduğu kısım ise  $\sigma_2$  ana gerilme yönünü vermektedir. Bu amaçla tüm fay setinden yapılan analiz, bize iki farklı dönemde gelişmiş fay sisteminin varlığını göstermektedir.

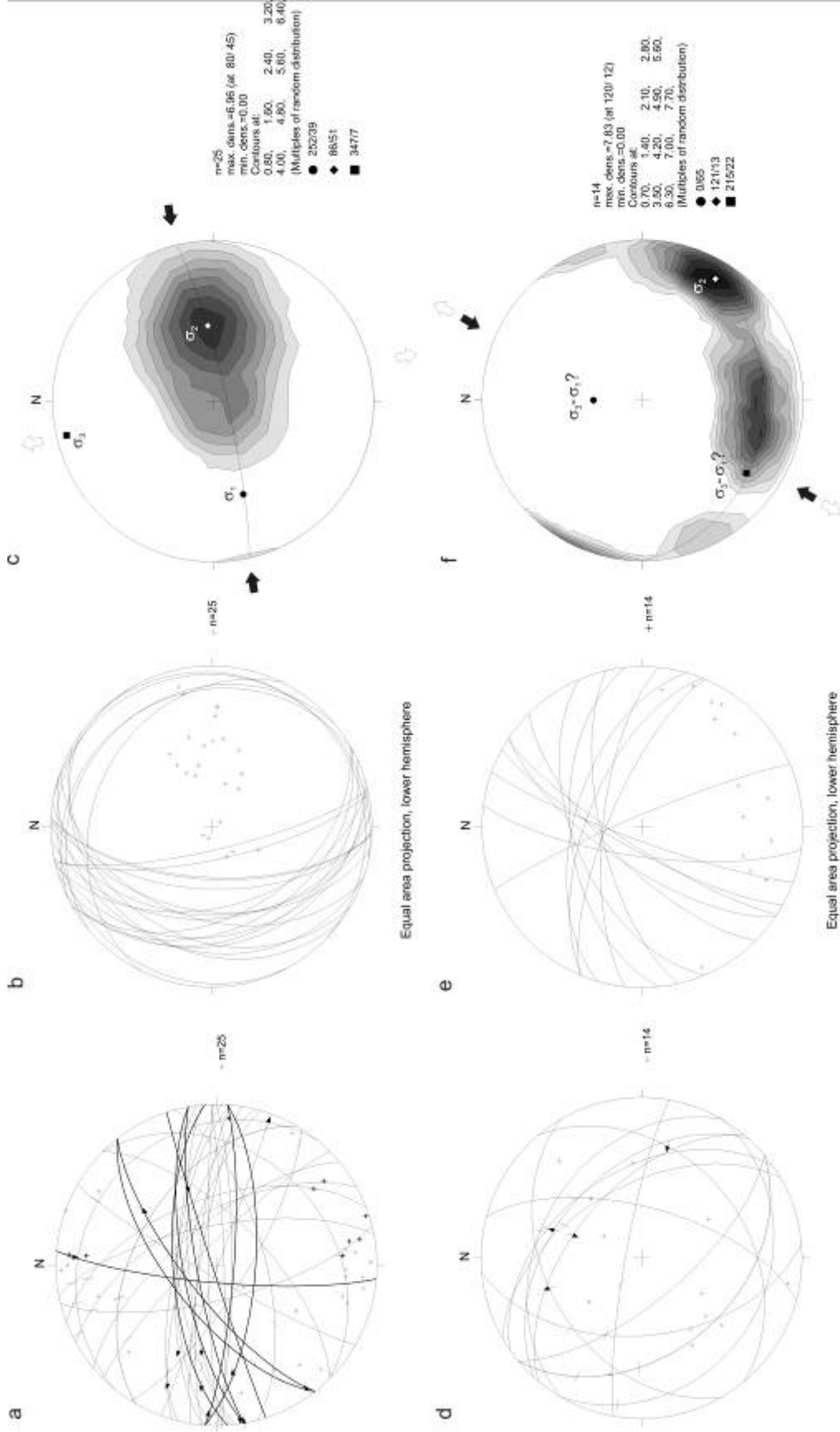




**Şekil 2.32.:** Arazide ölçülen 186 faya ait düzlemlerin a) stereogramda ve b) yoğunluk diyagramında gösterimi

Bunlardan ilki (Şekil 2.33a,b,c), K-KB yönünde m-plane kesişim noktaları veren ( $\sigma_1$ - $\sigma_3$ ) ve  $\pi$  yoğunluklarının da D'ya doğru yaklaşık  $50^\circ$  dalımlı olduğu  $\sigma_2$  'yi veren fay setidir. Bu fay seti içinde yapılmış olan gözlemler, genellikle D-B doğrultulu fayların bir kısmının sol yanal olarak hareket ettiğini göstermektedir. Buna dayanarak, fay seti üzerindeki  $\sigma_1$  ve  $\sigma_3$  yönleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu fay setinin  $\sigma_1=252/39$ ,  $\sigma_2=86/51$  ve  $\sigma_3=347/7$  ana gerilme yönlerinde oluştuğu anlaşılmaktadır. Bunun yanında, fayların dağılımına bakılırsa (Şekil 33a) fayların bir kısmının en azından bu gerilme yönünde oluşmadıkları düşünülmektedir. Bu da bize daha önce oluşmuş fayların bu sistem içinde yeniden hareketlendiklerini göstermektedir. Bu fay setine dair ek bilgiler, Kartal Taş Ocakları'nda gözlenmiş fayları kapsayan deformasyon evresi 4'de (d<sub>4</sub>) detaylı olarak anlatılacaktır.

İkinci fay seti yine hareket düzlemlerinin diğer bir kesişim noktası göz önüne alınarak ayırtlanmıştır (Şekil 33d,e,f). Bu fay setinin ana kesişme alanı K'ye doğru yaklaşık  $65^\circ$  eğimlidir ( $\sigma_1$ - $\sigma_3$ ). Hareket düzlemi kutbundan elde edilen  $\sigma_2$  yönü ise GD'ya doğru yaklaşık  $13^\circ$  dalımlıdır. Faylar üzerinde yapılan gözlemler, bize hem normal hem de ters hareket veren benzer fay yönelimlerinin olduğunu göstermiştir. Bu veri ışığında yapılabilecek yorumlar ya farklı dönemlerde fakat benzer gerilme yönleriyle oluşmuş iki fay setinin varlığına ya da mevcut deformasyon evrelerinden birinin diğerini yeniden hareket ettirdiği fikrine götürmektedir. Ancak faylar üzerinde iki farklı deformasyona ait fay çiziği gelişimi gözlenememiştir. Bu nedenle,



**Şekil 2.33.:** Fay seti 1'in faylarına ait a) düzlem ve lineasyonların gösterimi, b) hareket düzlemlerinin gösterimi, c) hareket düzlemlerinin  $\pi$  kutuplarının yoğunluk diyagramında gösterimi, buna göre  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönleri hesaplanmış ve KKB-GGD yönlü açılma ve BGB-DKD yönlü açılma yönleri bulunmuştur. Fay set 2'nin faylarına ait d) düzlem ve lineasyonların gösterimi, e) hareket düzlemlerinin gösterimi, f) hareket düzlemlerinin  $\pi$  kutuplarının yoğunluk diyagramında gösterimi, buna göre  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönlerinin yaklaşık olarak gösterimi

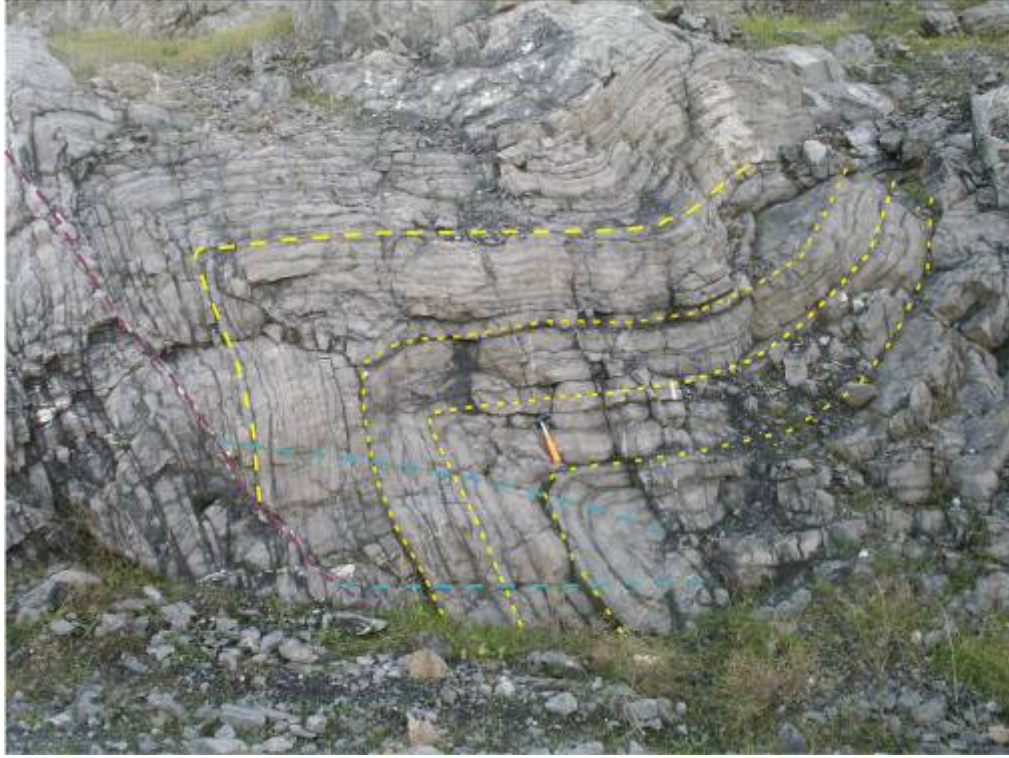
ana gerilme yönlerinin belirlenmesinde iki farklı deformasyon sisteminin aynı ana gerilme yönlerinde geliştikleri sonucuna varılmıştır. Bunlardan biri KD-GB sıkışmayı veren, diğeri ise aynı yönde gerilmeyi veren deformasyon fazıdır. Aşağıda ayrıntılı olarak anlatılan deformasyon evresi 3 ( $d_3$ ) içerisinde de benzer bir gerilmeli sistemin varlığı tespit edilmiştir.

Çalışma alanında 6 farklı deformasyon evresi belirlenmiştir. Bu evreler, faylar, kıvrımlar, klivajlar ve daykların birbirleriyle olan ilişkileri sonucunda ayrtlanmıştır. Aşağıda detaylı verilen deformasyon evrelerinin zamanlandırılmasında temel olarak Üst Kretase'de gelişmiş olan deformasyon evresi referans alınmıştır ve deformasyonlara ait gelişen yapıların arazide birbirleriyle kesme-kesilme ilişkilerine bakılmıştır. Deformasyon fazlarının ayrtlanmasında kullanılan verilerin çoğunluğu Kartal Taş Ocakları'ndan elde edilen detaylı gözlemlere dayanmaktadır. Buna rağmen, deformasyon evrelerinin aralarındaki ilişkiler net olarak gözlenememiştir. Buna dair tartışmalar, her bir deformasyon evresi içerisinde tartışılacaktır. Bu 6 farklı evre, aşağıdaki alt bölümlerde detaylı olarak tanıtılacaktır.

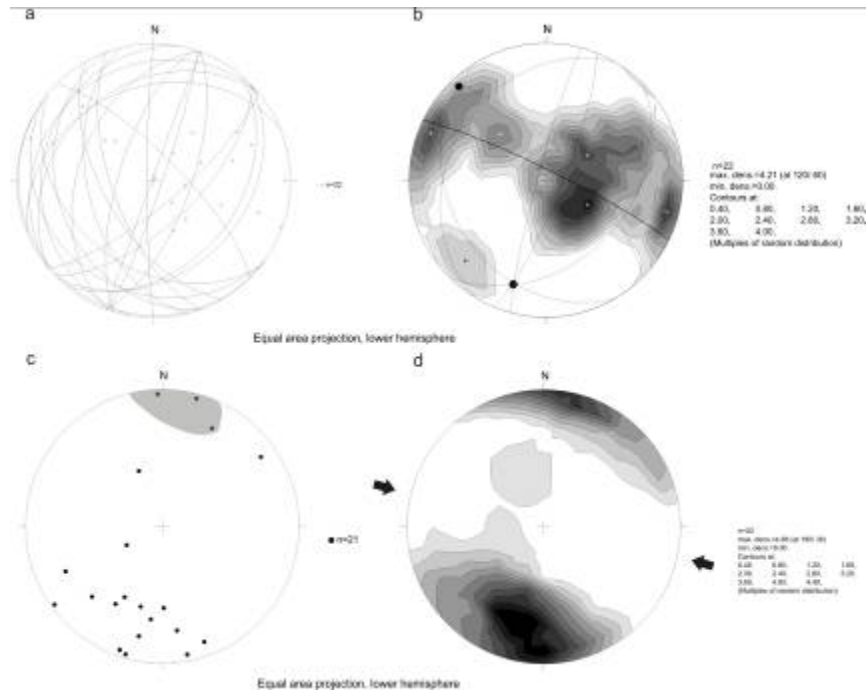
### **2.2.2. Deformasyon Evresi 1 ( $d_1$ )**

En yaşlı olarak belirlenen bu evreyi, taş ocağında ölçülen kıvrımlar ve bu kıvrımların eksenlerine dik olarak gelişen faylar oluşturmaktadır.

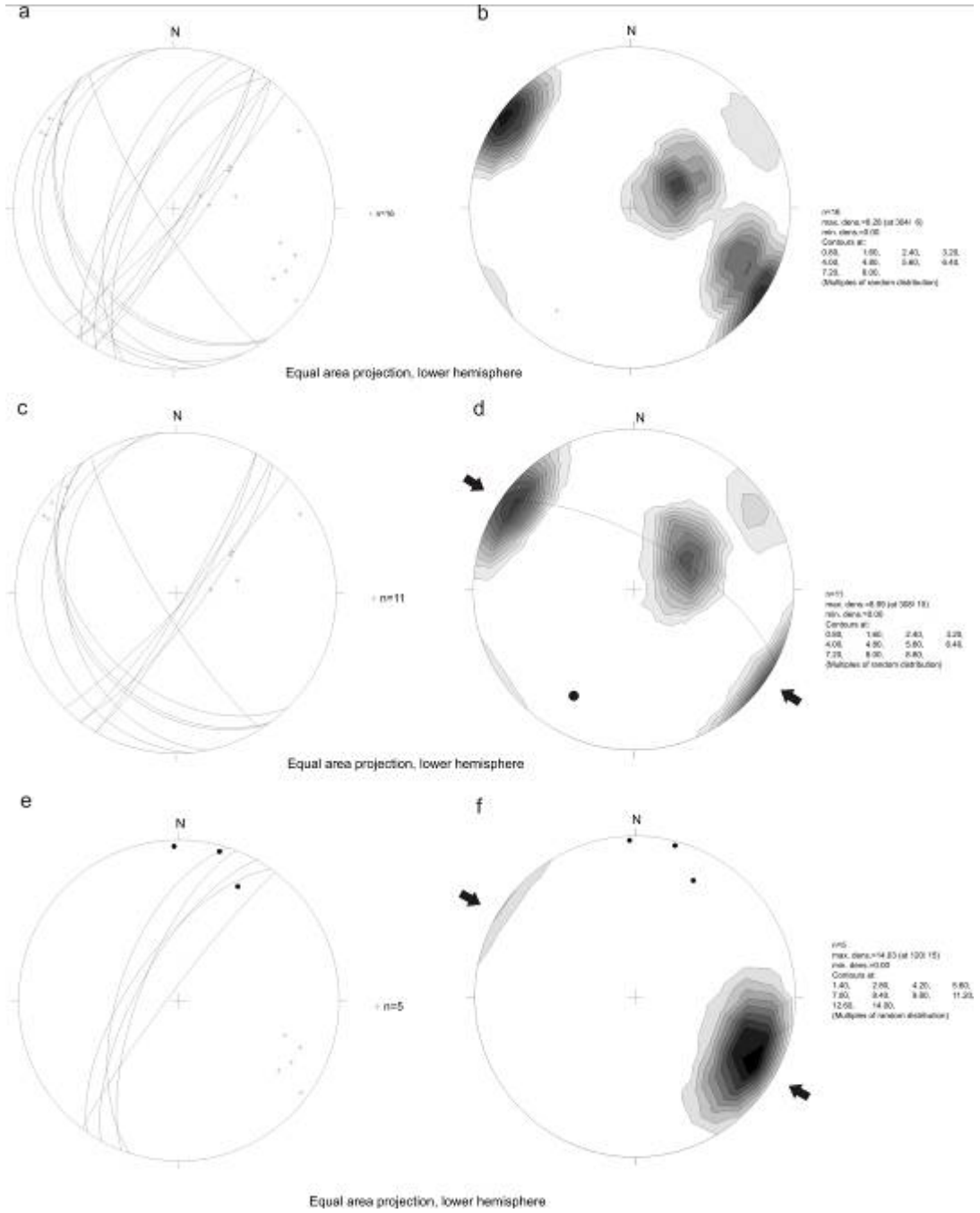
Kıvrımlar, genellikle asimetric, devrik, açık kıvrımlardan oluşmaktadır. Kanat açıklıkları genelde 70-90° arasında değişmektedir (Şekil 2.34.). Kıvrım eksen düzlemleri, çoğunlukla KD-GB ve KKD-GGB doğrultuludur (Şekil 35a,b). Kıvrım eksen çizgileri, GB yönelimlidir (Şekil 35c). Kıvrım eksen çizgileri, yoğunluk diyagramında incelendiğinde (Şekil 35d) kıvrımların BKB-DGD yönlü sıkışmaya maruz kaldığı ortaya çıkmıştır. Kartal Taşocakları'ndaki kıvrımların geneli ele alındığında, verjansın GD yönünde olduğu görülmüştür. Bu kıvrımlara ait klivajlar, KD-GB ve KB-GD doğrultuludur (Şekil 2.36c). Stereogram üzerinde klivajların kesiştiği nokta, kıvrım eksen çizgilerinin genel yönelimini vermektedir. Şekil 2.36d'de görüldüğü gibi genel kıvrım eksen çizgisi yönelimi, GB yönündedir. Bu da aynı şekilde, yaklaşık KB-GD yönlü bir sıkışma rejiminin varlığını göstermektedir.



**Şekil 2.34.:** Deformasyon evresi 1'e ait kıvrımlar (sarı çizgiler) ve klivajlar (mavi çizgiler). Bakış yönü GB .

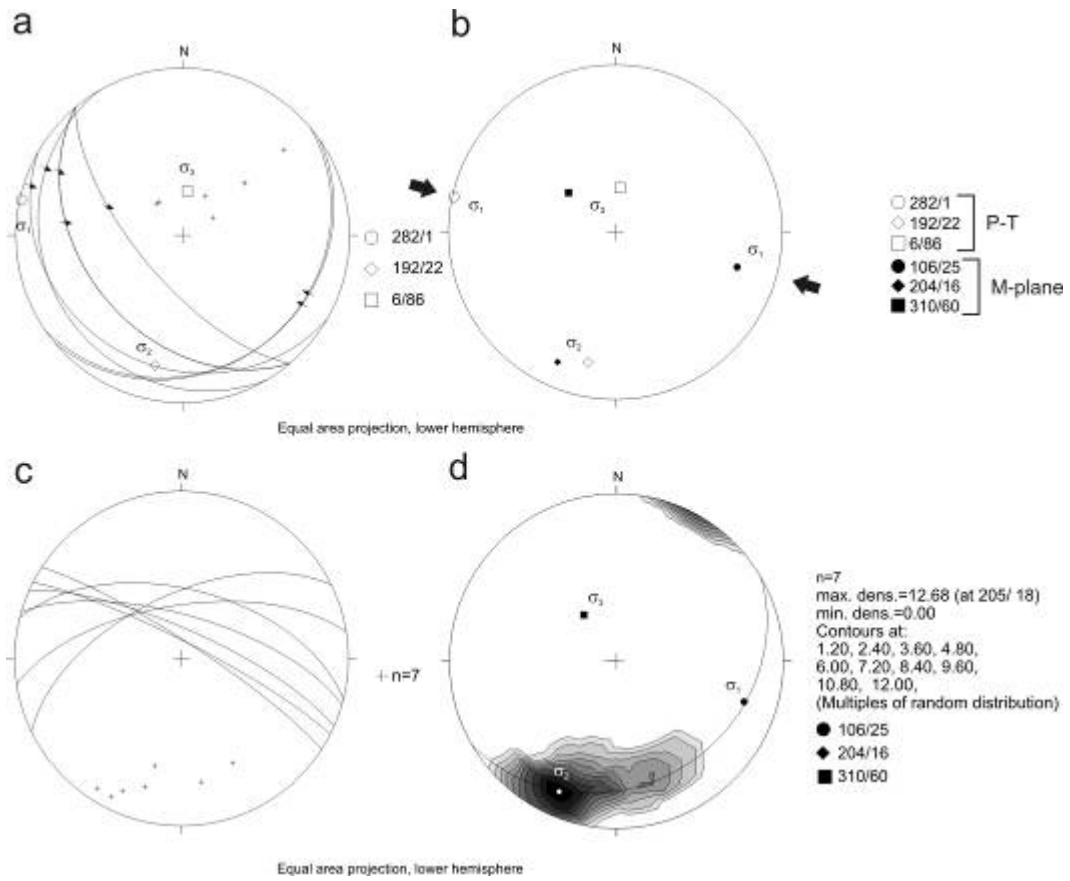


**Şekil 2.35.:** Kartal Taşocağında ölçülen 22 adet kıvrım eksen düzlemlerinin a) stereogramda ve b) yoğunluk diyagramında gösterimi. c) Kıvrım eksen çizgilerinin stereogramda gösterimi (gri ile taralı alan  $d_2$  evresine ait kıvrım eksen çizgileridir) d) Kıvrım eksen çizgilerinin yoğunluk diyagramında gösterimi.



**Şekil 2.36.:** Arazide ölçülen 16 adet klivaj ölçüsünün a) stereogramda ve b) yoğunluk diyagramında gösterimi.  $d_1$  evresine ait 11 adet klivajın c) stereogramda ve b) yoğunluk diyagramında gösterimi, bunlar yaklaşık KB-GD yönlü sıkışmayı göstermektedir.  $d_2$  evresine klivajların e) stereogramda ve f) yoğunluk diyagramında gösterimi (bu klivajların ait olduğu kıvrım eksen çizgileri de gösterilmiştir), bunlar yaklaşık KB-GD yönlü sıkışmayı verir.

Bu evrede, düşük eğimli ters faylar ya da bindirme fayları ve oblik ters faylar oluşmuştur. Fay düzlemleri ve lineasyon verileri kullanılarak P-T eksenleri metodu (Şekil 2.37a,b) ve m-plane (hareket düzlemleri) yoğunluk diyagramı yardımıyla (Şekil 2.37c,d) paleostress yönleri hesaplanmıştır. P-T eksenleri metoduyla,  $\sigma_1=282/1$ ,  $\sigma_2=192/22$  ve  $\sigma_3=6/86$  ana gerilme yönleri bulunmuştur. Faylara ait hareket düzlemleri yaklaşık olarak B-KB'da kesişme noktası vermektedir.  $\pi$  kutupları yoğunluk diyagramına izdüşürülerek yoğunluğun en fazla olduğu noktadan  $\sigma_2=204/16$  gerilme yönü elde edilmiştir. Bu faylardan derlenen veriler, bunların ters faylar olduğunu göstermektedir. Bunun sonucu olarak, m-plane yöntemiyle  $\sigma_1=106/25$  ve  $\sigma_3=310/60$  ana gerilme yönleri elde edilmiştir. Bu iki metod sonucunda, BKB-DGD yönlü sıkışma elde edilmiştir.



**Şekil 2.37.:** d<sub>1</sub> evresine ait fayların a) fay düzlemleri ve lineasyonlarının stereogramda gösterimi. b) P-T eksenleri metoduyla ve m-plane (hareket düzlemleri) yöntemi ile hesaplanan  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönlerinin gösterimi. c) Hareket düzlemlerinin stereogramda gösterimi. d) Hareket düzlemlerinin  $\pi$  kutuplarının yoğunluk diyagramında gösterimi.



$d_1$  deformasyon evresi, bölgede bilinen en yaşlı deformasyon evresidir. Çalışma alanında yapılan gözlemler ışığında,  $d_1$  deformasyon evresinin  $d_2$ ,  $d_3$  ve  $d_4$  evrelerine ait yapılar tarafından kesildiği gözlenmiştir (Şekil 38 ve 39).



**Şekil 2.38.:**  $d_1$  evresine ait kıvrımların (sarı çizgi)  $d_4$  evresine ait dayk (turuncu çizgi) ile ilişkisi. Bakış yönü GB.



**Şekil 2.39.:**  $d_1$  evresine ait kıvrımların (sarı çizgi)  $d_2$  evresine ait kıvrımlarla (mavi çizgi) ve klivajlarla (turuncu çizgi) ile ilişkisi. Bakış yönü GB.



### 2.2.3. Deformasyon Evresi 2 (d<sub>2</sub>)

Deformasyon evresi 2'de (d<sub>2</sub>), sadece deformasyon evresi 1'e (d<sub>1</sub>) ait kıvrım eksenlerini ve fayları kıvrıran yaklaşık aynı yönelime sahip ikinci bir sıkışmalı sistem gözlenmiştir.

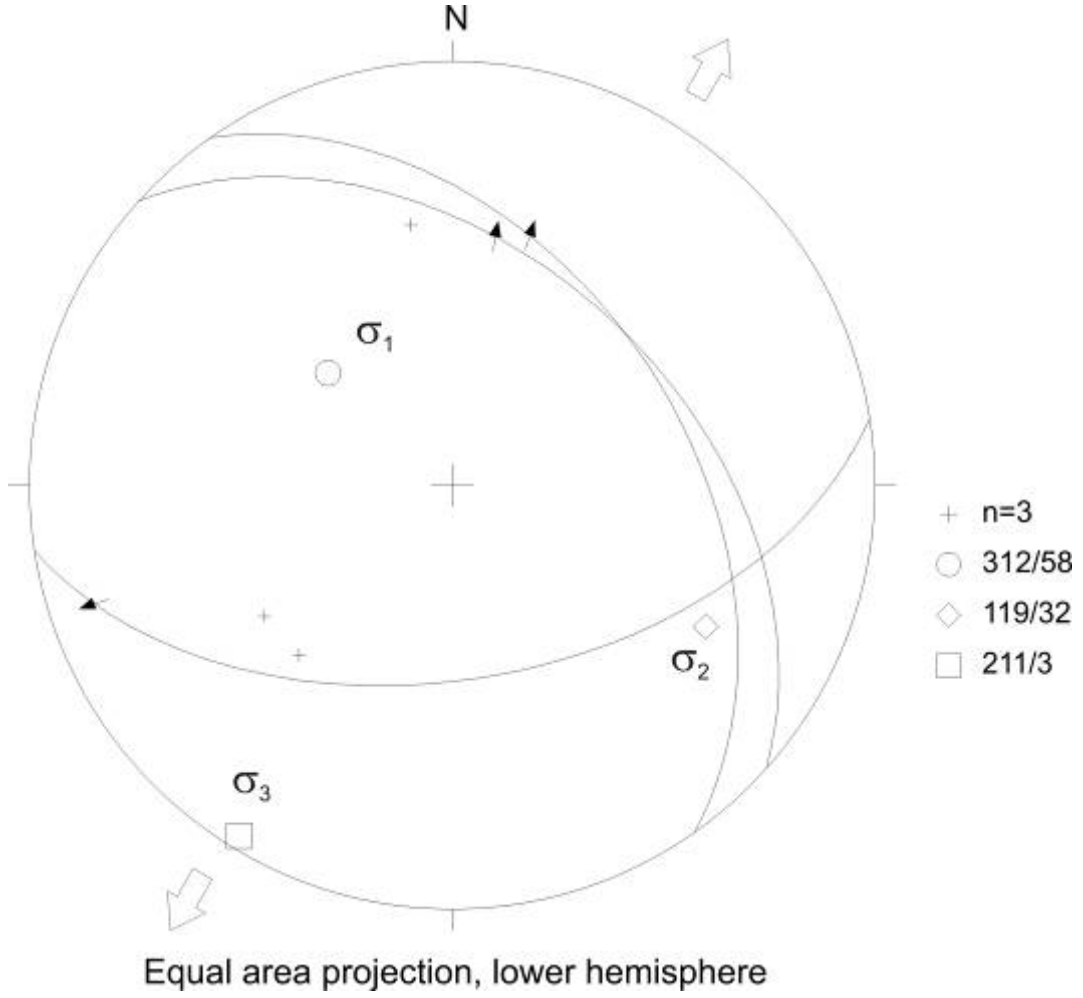
Kıvrımlar, kanat açıklıkları 160-170° arasında değişen geniş ve simetrik kıvrımlardır. Kıvrım eksen çizgileri, Şekil 2.35c'de gri renkle taralı alanda görüldüğü gibi yaklaşık K-KB yönlüdür. Bu kıvrımlara ait klivajlar ise yüksek açıdır, yaklaşık 65-85° eğime sahiptir (Şekil 2.36e). Bu evreye ait klivajlar, d<sub>1</sub>'e ait kıvrımları ve klivajları kesmektedir (Şekil 2.39). Kıvrım eksen çizgileri ve klivajlar Şekil 2.36e'de birlikte gösterilmiştir. Şekil 2.36f'de klivajlar yoğunluk diyagramına izdüşürülerek bu evrede KB-GD yönlü bir sıkışmanın egemen olduğu bulunmuştur.

Şekil 2.39.'da mavi renk ile gösterilen kıvrımlar ve turuncu renkle gösterilen klivajlar, deformasyon evresi 2'ye (d<sub>2</sub>) aittir. d<sub>2</sub>'ye ait kıvrımlar sarı ile gösterilmiş olan deformasyon evresi 1'e ait kıvrımları tekrar kıvrımıştır. Bu evre, hem sıkışma yönü hem de yapısal elementler açısından d<sub>1</sub> deformasyon evresine benzerlik göstermektedir. Bu iki evre, her ne kadar kesme-kesilme ilişkisine göre ayırtlanmış olsa da, büyük ihtimalle aynı tektonik sistemin ilerleyen evrelerini temsil etmektedir.

### 2.2.4. Deformasyon Evresi 3 (d<sub>3</sub>)

Deformasyon evresi 3'te çok fazla veri olmamasına rağmen, bölgede bir dönem gerilmeli yapıların varlığından söz etmek mümkündür. Kartal Taş Ocakları'nda ölçülen 3 adet normal fay, bölgedeki KD-GB yönlü gerilmeyi göstermektedir. P-T eksenleri metodu kullanılarak ana gerilme yönleri hesaplanmıştır. Buna göre,  $\sigma_1=312/58$ ,  $\sigma_2=119/32$  ve  $\sigma_3=211/3$  yönlerinde bulunmaktadır (Şekil 2.40.).

Bu gerilmenin evreler içerisindeki konumu, önceki deformasyon evrelerinden etkilenmemesi ve onları kesmesiyle belirlenmiştir. Ancak deformasyon evresi 4 (d<sub>4</sub>) ile olan ilişkisi inceleme alanında gözlenememiştir.



**Şekil 2.40.:** Kartal Taş Ocakları'nda ölçülen 3 adet normal fayın stereogramda ve P-T eksenleri yöntemiyle hesaplanan  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönlerinin gösterimi. Bu veriler KD-GB yönlü açılmayı göstermektedir.

#### 2.2.5. Deformasyon Evresi 4 ( $d_4$ )

Bu evre, önceki tüm deformasyon evrelerini kesen Üst Kretase yaşlı dayklar ve dayk sınırlarına paralel gelişmiş doğrultu atımlı faylar ile bu daykları kesen faylar ile tanımlanır.

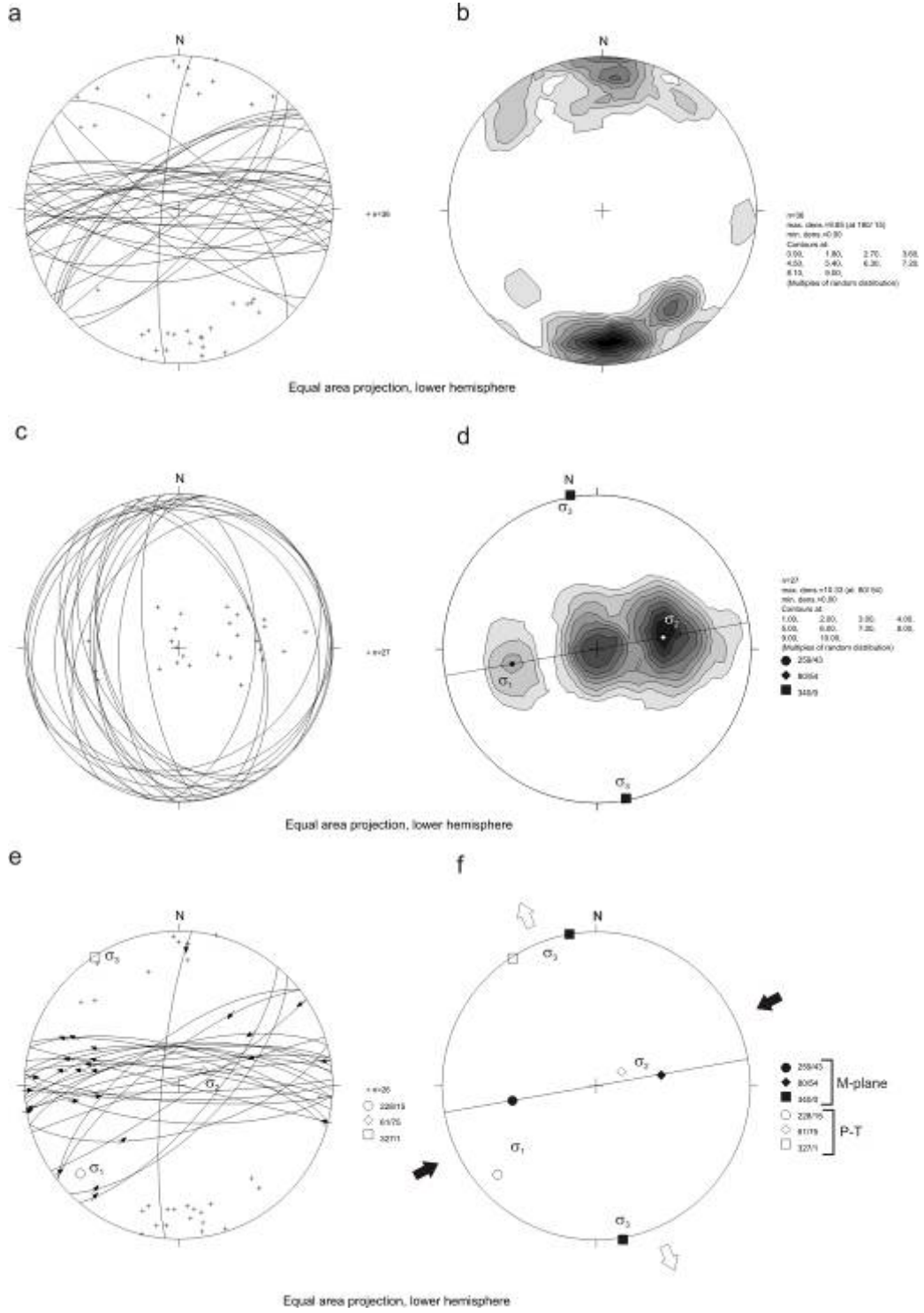
Faylar, yaklaşık KD-GB ile D-B uzanımlıdır. Ölçülen 36 fay ve bu faylara ait hareket yönünü belirten 26 lineasyon bilgisi kullanılarak m-plane girdle ve P-T eksenleri metoduyla paleostress yönleri hesaplanmıştır. Hareket düzlemleri stereograma yerleştirildiğinde ana kesişme noktasının K-KB yönünde olduğu görülmüştür. M-plane metoduyla hareket düzlemlerinin  $\pi$  kutupları yoğunluk diyagramına izdüşürülerek en yoğun olduğu D kısımdan  $\sigma_2=80/54$  gerilme yönü elde edilmiştir. Bu dayklarla ilintili faylar genellikle sol yanal doğrultu atım özelliklidir. Bu veriden

yararlanarak  $\sigma_1=259/43$  ve  $\sigma_3=340/0$  ana gerilme yönleri hesaplanmıştır (Şekil 2.41c,d). P-T eksenleri metoduyla,  $\sigma_1=228/15$ ,  $\sigma_2=61/75$  ve  $\sigma_3=327/1$  ana gerilme yönleri elde edilmiştir (Şekil 2.41e,f). Elde edilen sonuçlara göre, DKD-BGB yönlü sıkışma ve KKB-GGD yönlü açılma egemendir.

Dayklar, genellikle BGB-DKD doğrultulu, daha az bir kısmı ise diğer yönlerde saçılım göstermektedir (Şekil 2.30a). Şekil 2.30b'de, daykların kutupları yoğunluk diyagramına izdüşürüldüğünde D-B yönlü sıkışma, K-G yönlü açılma olduğu görülmektedir. Gül diyagramı kullanılarak, daykların genel doğrultusunun BGB-DKD yönlerinde olduğu ve hakim sıkışma rejiminin bu yönde olduğu belirlenmiştir (Şekil 2.30c).

Şekil 2.42.'de dört tane dayk ayırtlanmıştır. Dayk 1, dayk 2 ve dayk 3 mor renkle gösterilen birbirine paralel iki fayla ötelenmiştir. Dayk 4 ise fayı kesmiştir. Şekil 2.43.'te kırmızı renkle gösterilen dayk, lacivertle gösterilmiş olan fayla ötelenmiştir. Bu faylar, düşük eğimli ancak doğrultu atımlı faylardır. Bu faylara ait m-planeler (Şekil 2.44.) bu evreye ait faylarla aynı yerde kesişmektedir. Bu da bize bu fayların diğer faylarla aynı dönemde hareketlenmiş eski yapılar olduğu göstermektedir. Bu veri ışığında dayklar ve faylar birbirlerini etkilemiş ve aynı dönem içerisinde gelişmişlerdir.

Bu deformasyon evresi, Üst Kretase'ye atfedilmiştir. Bunun başlıca nedeni, fayların genelde dayklarla birlikte bulunması, daykların yönelimini belirlemesi, kimi yerde daykları ve yan kayayı kesmesi, kimi yerde ise dayklar tarafından kesilmesidir.



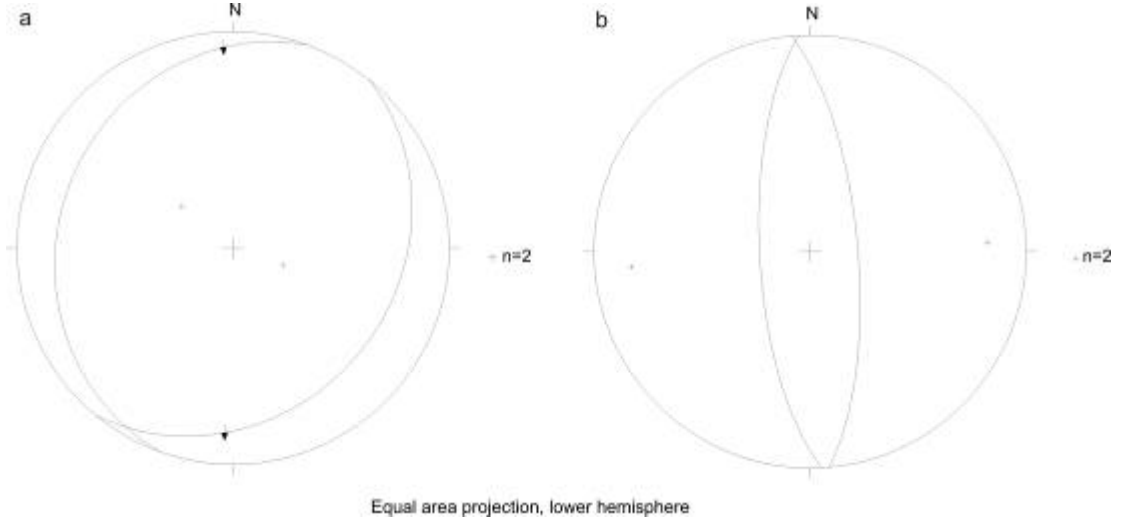
**Şekil 2.41.:**  $d_4$  ait fay düzlemlerinin a) stereogramda ve b) yoğunluk diyagramında gösterimi. c) Bu faylara ait hareket düzlemlerinin stereogramda gösterimi. d) Hareket düzlemlerinin  $\pi$  kutuplarının yoğunluk diyagramında gösterimi. Buna göre  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönleri bulunmuştur. e) Bu faylara ait düzlemlerin ve lineasyonların stereogramda gösterimi. Buna göre P-T eksenleri metoduyla  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönleri bulunmuştur. f) P-T eksenleri metodu ve m-plane yöntemiyle hesaplanan  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$  ve  $\sigma_3$  ana gerilme yönlerinin beraber gösterimi. Buna göre DKD-BGB yönlü sıkışma ve KKB-GGD yönlü açılma belirlenmiştir.



**Şekil 2.42.:** d<sub>4</sub> evresine ait Üst Kretase yaşlı dayklar (kırmızı ile gösterilen) ve aynı dönemde gelişmiş faylar arasındaki ilişkiler



**Şekil 2.43.:** d<sub>4</sub> evresine ait Üst Kretase yaşlı dayk (pembe ile gösterilen) ve aynı döneme ait olduğu belirlenen fayın ilişkisi



**Şekil 2.44.:** Şekil 2.42 ve Şekil 2.43.'de gösterilen fayların a) düzlemlerinin ve lineasyonlarının stereogramda gösterimi, b) hareket düzlemlerinin stereogramda gösterimi.

### 2.2.6. Deformasyon Evresi 5 ( $d_5$ )

Bu deformasyon evresi, D-B doğrultulu, hem kuzeye hem güneye eğim gösteren tabakaları ve yaklaşık olarak D-B gidişli kıvrım eksenleri vermektedir. Çalışma alanında mostra ölçeğinde yapılan gözlemlerde, bu sisteme ait kıvrımlara ait veriler mostra ölçeğinde elde edilememiştir. Sadece çalışma alanında, Maltepe Kaşüstü Mevkii civarında ölçülen kalem klivajı konumları bu kıvrımlanmaya ait olabilecek eksen yönelimleri ile çakışmaktadır. Dolayısıyla, bu deformasyon evresinin bir önceki deformasyon evreleri ile ilişkisi net değildir. Bu evreye ait kıvrımlar, büyük olasılıkla büyük ölçekli olmaları nedeniyle mostra boyutunda gözlenememiştir. Çalışma alanına ait jeoloji haritasında (EK-2). Kurfalı Mahallesi ve Ayazma Tepesi civarında bu K-G yönlü sıkışmayı veren D-B eksenli kıvrımlar işaretlenmiştir.

Bu deformasyon evresinin sıralamadaki konumunu, kendinden sonraki evreleri etkilememesi ve onlar tarafından kesilmesi belirlemiştir. İlk iki deformasyon fazıyla olan ilişkileri net değildir.

### 2.2.7. Deformasyon Evresi 6 ( $d_6$ )

Bu deformasyon evresi, Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu'nu kesen KB-GD uzanımlı normal faylarla (Şekil 2.45.) temsil edilmektedir. Bu faylar hakkında ayrıntılı veri bulunmamaktadır. Konumları göz önüne alınarak KD-GB yönlü açılma rejiminin mevcut olduğu belirlenmiştir.





**Şekil 2.45.:** Samandıra civarında, Çukurçeşme Formasyonu'na gözlenen normal faydan genel bir görüntü. Bakış D'ya.



### 3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1- Bu çalışmayla, İstanbul'un doğusunda yer alan Başbüyük-Kurfalı arasında yaklaşık 70 km<sup>2</sup>'lik bir alanın 1/10000 ölçekli jeoloji haritası ve en kesitleri yapılmıştır.

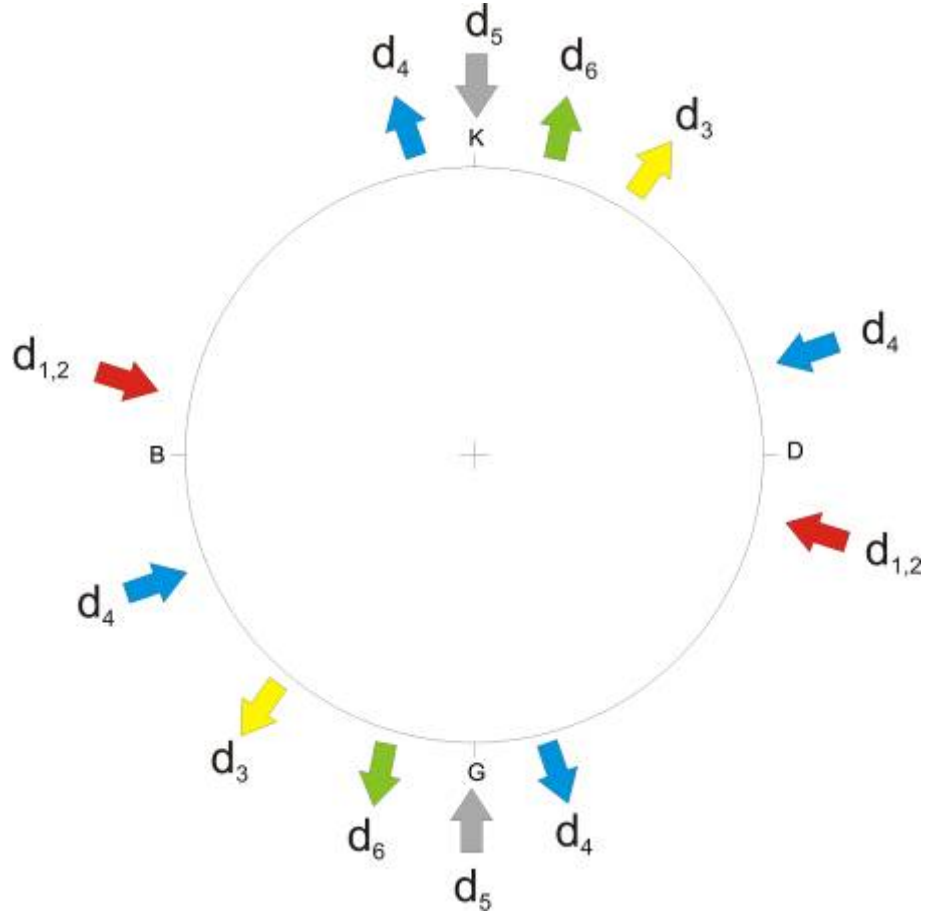
2- Çalışma alanında, İstanbul Paleozoyik istifine ait Ordovisiyen-Alt Karbonifer yaşlı birimler, Üst Kretase yaşlı magmatik sokulumlar, Miyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler bulunmaktadır. Paleozoyik istife ait birimler alttan üste Ordovisiyen yaşlı Kurtköy Formasyonu ve Aydos Formasyonu, Üst Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı Dolayoba Formasyonu, Alt-Orta Devoniyen yaşlı Kartal Formasyonu, Orta-Üst Devoniyen yaşlı Tuzla Formasyonu, Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu. Üst Kretase yaşlı dayklar, tüm Paleozoyik istifi kesmektedir. Bunların üzerinde ise uyumsuz olarak Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu bulunmaktadır.

3- İnceleme alanında yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen veriler değerlendirilerek, yapıların birbirini kesme-birbiriyle kesilme ilişkileri göz önüne alınmıştır ve çalışma alanındaki birimlerin, 6 farklı deformasyon evresi geçirdiği belirlenmiştir (Şekil 2.46.).

4- Deformasyon evresi 1 (d<sub>1</sub>), KB-GD yönlü sıkışma ile ifade edilir. Bu evre, arazide mostra ölçeğinde çalışılan KD-GB doğrultulu kıvrımlar ve bu kıvrım eksenlerine paralel gelişen faylar ile tanımlanmıştır.

5- Deformasyon evresi 2 (d<sub>2</sub>), KB-GD yönlü sıkışma ile ifade edilir. Bu evre, deformasyon evresi 1'e (d<sub>1</sub>) ait kıvrım eksenlerinin ve fayların yeniden kırılması ile tanımlanmıştır. d<sub>2</sub> evresi, sıkışma yönü ve yapısal unsurları ile d<sub>1</sub> evresi ile büyük benzerlik taşımaktadır. Bu bilgiler sonucunda, bu iki evrenin aynı tektonik sistem içerisinde birbirini takip eden fazlar olabileceği ortaya çıkmıştır.

6- Deformasyon evresi 3 (d<sub>3</sub>), KD-GB yönlü gerilme ile tanımlanmıştır. Bu evre, d<sub>1</sub> ve d<sub>2</sub> evrelerine ait yapıları kesen normal faylarla belirlenmiştir.



**Şekil 2.46.:** Çalışma alanında belirlenen 6 adet deformasyon evresinin genel gösterimi.

7- Deformasyon evresi 4 (d<sub>4</sub>), DKD-BGB yönlü sıkışma ve KKB-GGD yönlü açılma ile ifade edilir. Üst Kretase yaşlı dayklar, dayk sınırlarına paralel gelişmiş doğrultu atımlı faylar ve daykları kesen faylar, bu evreyi oluşturmuştur.

8- Deformasyon evresi 5 (d<sub>5</sub>), K-G yönlü sıkışma ile ifade edilir. Bu evre, büyük ölçekli, D-B eksenli kıvrımlar ile belirlenmiştir.

9- Deformasyon evresi 6 (d<sub>6</sub>), KD-GB yönlü açılma ile ifade edilir. Bu evre, Miyosen yaşlı Çukurçeşme Formasyonu'nu kesen normal faylarla tanımlanmıştır.

10- İstanbul Zonu'nun geçirdiği deformasyon fazlarının belirlenebilmesi için tüm istiflerinde ayrıntılı yapısal jeolojik çalışmalar yapılması gerekmektedir.

11- İstanbul Bölgesi'nde yapılan çalışmalara bakıldığında İstanbul Paleozoyik istifini kesen daykların yaşları konusu hala tartışmalı olduğu görülmektedir. Daykların ayrıntılı çalışılarak tekrar yaşlandırılması bu tartışmalara yeni bir yön katabileceği gibi, deformasyon evrelerinin yaşlandırmasına da büyük katkı sağlayacaktır.

## 5. DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

- Abdüsselamoğlu, Ő.**, 1963. İstanbul Boğazı doğusunda mostra veren Paleozoyik arazide stratigrafik ve paleontolojik yeni müşahedeler. *MTA Derg.*, **60**, 1-6, Ankara.
- Akyüz, H. S.**, 1987, İstanbul Boğazı batısının jeolojisi, *Yüksek Lisans Tezi*. İTÜ Fen Bilimleri Enst., İstanbul.
- Akyüz, H. S.**, 2007, İstanbul Paleozoik İstifinin Özellikleri, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu-III.
- Altınlı, E.**, 1951, Geology of the Kayışdağ region, *Rev. Fac. Sci. Univ. İstanbul*, R, B.16, 153-188.
- Altınlı, E.**, 1954, Çamlıca şaryajlı mıdır? *İ. Ü. Fen Fak. Monogr.*, 19, 213- 223, İstanbul.
- Arıç, C.**, 1955, İstanbul Paleozoik arazisinde bulunan oolitle ve fosilli demir madeni, İst. Tek. Üniv. Neşr, İstanbul.
- Arıç, C.**, 1955, Haliç-Küçükçekmece gölü bölgesinin jeolojisi, Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
- Babin, C.**, 1973, Bivalvia of the Kartal formation of Devonian age In: Paleozoic of İstanbul (ed. O. Kaya). Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, **40**, 37- 87, İzmir.
- Baykal, A.F., and Kaya, O.**, 1963, İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel stratigrafisi, *MTA Dergisi*, **61**, 1-9.
- Baykal, A. F. ve Kaya, O.**, 1965, İstanbul Silüryen'i Hakkında, *M.T.A Derg.*, **64**, 1-8, Ankara.
- Baykal, F., ve Kaya, O.**, 1966, İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi. *TJK Bült.* **10**, 31- 44.
- Carls, P.**, 1973, Strophomenids of the Lower Devonian Kartal formation, In: Paleozoic of İstanbul (ed. O. Kaya). Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, **40**, 89, İzmir.

- Chaput, E.**, 1936, Voyages d'études géologiques et géomorphogéniques en Turquie.
- Chaput, E. ve Hovasse, R.**, 1930, Notice préliminaire sur le Crétasé supérieur de Zekeriyaköy, au Nord de Constantinople, İ.Ü. Fen Fak. Mec., B, **4**, İstanbul.
- Chen, F., Siebel, W., Satır, M., Terzioğlu, N. ve Saka, K.**, 2002, Geochronology of the Karadere basement (NW Turkey) and implications for the geological evolution of the Istanbul Zone. *Int J Earth Sc.*, **91**, 469-481.
- Dott, Jr. R. H.**, 1964, Wacke, graywacke and matrix-wacke approach to immature sandstone classification, *J. Sed. Petrology*, **34**, 3, 625-632.
- Erguvanlı, K.**, 1949, Hereke pudingleriyle Gebze taşlarının inşaat bakımından etüdü ve civarının jeolojisi, 1- 89, İstanbul.
- Gandl, J.**, 1973, Trilobites from the Devonian of İstanbul, In: Paleozoic of İstanbul (ed. O. Kaya). Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, **40**, 95, İzmir.
- Gedik, İ. ve Önalın, M.**, 2002, Çamdağ (Sakarya ili) Paleozoyik Stratigrafisine ait yeni gözlemler, *Yerbilimleri Dergisi*, İ.Ü., 14, **1-2**, 61 - 76, İstanbul.
- Haas, W.**, 1968, Das Alt- Paleozoikum von Bithyien (Nordwest Türkei), *N. Jb. Geol. Paleont. Abh.* **131-2**, 60-68.
- Kaya, O.**, 1971, İstanbul'un Karbonifer stratigrafisi (The Carboniferous stratigraphy of Istanbul). *TJKB*, 143-199.
- Kaya, O.**, 1973, Paleozoic of İstanbul, Ege Üniv. Fen Fak. Kitapları, **40**, İzmir.
- Kaya, O.**, 1978, İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen. *Yerbilimleri. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Yayın Organı*, **4**, ½, 1-22, Ankara.
- Keskin, M., Ustaömer, T. Ve Yenişol, M.**, 2003, İstanbul kuzeyinde yüzeylenen Üst Kretase yaşlı volkano-sedimenter birimlerin stratigrafisi, petrolojisi ve tektonik ortamı, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu, 23-35.
- Ketin, İ.**, 1953, Tektonische Untersuchungen auf den Prinzeninseln nahe Istanbul (Türkei), *Geol. Rundschau*, **41**, 161-172.
- Ketin, İ.**, 1959, Çamlıca bölgesinin tektoniği hakkında. *TJK Bülteni*, c. VII, **1**, 1-18, Ankara.
- Ketin, İ. ve Abdüsselamoğlu, Ş.**, 1966, Reports, Cento Stratigraphic Working

Group Field Meeting.

- Ketin, İ., ve Güner, G.,** 1989, İstanbul bölgesinde Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu'nun yapısal özelliği. *Müh. Jeol. Bült.*, **11**, 13-18.
- Kullmann, J.,** 1973, Goniatite-coral associations from the Devonian of Istanbul, Turkey, In: Paleozoic of İstanbul (ed. O. Kaya). Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, **40**, 97-116, İzmir.
- McCallien, W. J.,** 1947, A note on the Devonian Kiesel-schiefer of Bosphorus. *Rev. Fac. Sci. D'Istanbul*, B, II, **4**, İstanbul.
- Okay, A. C.,** 1947, Geologische und Petrographische Untersuchung des Gebietes zwischen Alemdağ, Karlıdağ und Kayışdağ in Kocaeli (Bithynien, Türkei)(Alemdağ, Karlıdağ ve kayışdağ arasındaki bölgenin jeolojisi ve petrografisi), *Rev. De la Fac. Des Sc. De L'Univ, d'Istanbul*, B, XII, **4**, İstanbul.
- Okay, A.I., Şengör, A.M.C. ve Görür, N.,** 1994, Karadeniz'in açılması ve bunun çevre bölgeler üzerinde etkisi, *Jeofizik*, 9,10, 83-87.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O.,** 1999, Tethyan sutures of northern Turkey, "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), Geological Society, Special Publication 156, 475-51, Londra.
- Önalın, M.,** 1981, İstanbul Ordovisiyen ve Silüriyen İstifinin Çökelme Ortamları, *İstanbul Yerbilimleri Derg.*, c. 2, **3-4**, 161-177
- Önalın, M.,** 1982, Pendik bölgesi ike adaların jeolojisi ve sedimenter özellikleri. İ. Ü. Yerbilimleri Fak. Jeoloji Böl. İstanbul (Doçentlik tezi yayınlanmamış).
- Önalın, M.,** 1987, İstanbul Devoniyen Çökellerinin Sedimenter Özellikleri ve Çökelme Ortamları, *İst. Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, c. 6, **1-2**, 92- 108, İstanbul.
- Özgörüş, Z. ve Okay, A.I,** 2005, İstanbul bölgesindeki andezitik daykların konumları: Kretase'de gerilme dağılımına bir yaklaşım, *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, **130**, 17-27.
- Öztunalı, Ö. ve Satır, M.,** (1975), Rubidium-Strontium Altersbestimmungen antiefengesteinen Aus Çavuşbaşı (İstanbul), *İ.Ü. Fen Fakültesi Mecmuası*, B, **40**, 1-7.

- Paeckelmann, W.**, 1938. Neue Beitrage zur Kenntnis der Geologie, Palaontologie und Pertographie der ungegard von Konstantinopel. Herausg. Von der Preuss. Geol. L.A.N.F. 18.
- Pamir, H.N.**, 1938, İstanbul Boğazının Teşekkül Meselesi, MTA Enst. Mec., **3-4**, 61-68, Ankara.
- Penck, W.**, 1919, Grundzüge der Geologie des Bosporus. Veröff. Des Instit für Meereskunde, Geol.- Nalturw, Reihe, H. 4, Berlin.
- Sakıncı, M.**, 1994, Karaburun (B İstanbul) denizel Oligoseninin stratigrafisi ve paleontolojisi, MTA Dergisi, **116**, 9-14.
- Sayar, C.**, 1969, Boğaziçi arazisinde Ordovisiyen Conularia'ları, T.J.K. Bült., **12**, Ankara.
- Sayar, C.**, 1979, İstanbul Alt Paleozoyik Serilerinde Brakiyopod- Diplograptid Zonu fosilleri, Altınlı Sempozyumu, 27-35.
- Sayar, M.H. Ve Pamir, H.N.**, 1933, Vértébrés fossilles de Küçükçekmece, İ.Ü. Fen Fak. Mec., **3-4**, İstanbul.
- Seymen, İ.**, 1995, İzmit Körfezi ve çevresinin jeolojisi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: Engin Meriç), 1-21.
- Şengör, A.M.C.**, 1984, Türkiye'nin tektonik tarihinin yapısal sınıflanması, Ketin Sempozyumu, 37-62.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz Y.**, 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, Tectonophysics, **75**, 181-241.
- Taugourdeau, P. ve Abdüsselamoğlu, Ş.**, 1962, Presence de Chitinozoaires dans le Siluro-Devonien Turc des environs d'Istanbul. CRSGF 1962, 238-239.
- Tchihatcheff, P., de**, (1864), Le Bosphore et Constantinople, avec carte geologique, Paris.
- Ustaömer, T. Ve Robertson, A.H.F.**, 1993, A late Palaeozoic-early Mesozoic marginal basin along the active southern continental margin of Eurasia: evidence from Central Pontides (Turkey) and adjacent regions, Geol.J., **28**, 219-238.
- Yalçınlar, İ.**, 1951, İstanbul civarının Paleozoyik arazisine dair yeni müşahedeler, TJK Bült. **III**, 125- 129, Ankara.



**Yalçınlar, İ.**, 1956, İstanbul'da bulunan graptolitli Silur şistleri hakkında not. İ. Ü. Coğrafya Derg., **4**, 157-160, İstanbul.

<http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/SubSites/IstanbulVeDeprem/Documents/avrupa.doc>.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1981 yılında İstanbul'da doğdu. İstanbul'da Özel Yeni Yıldız Lisesi'ni bitirdi. 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2005'te İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans programına başlamıştır.

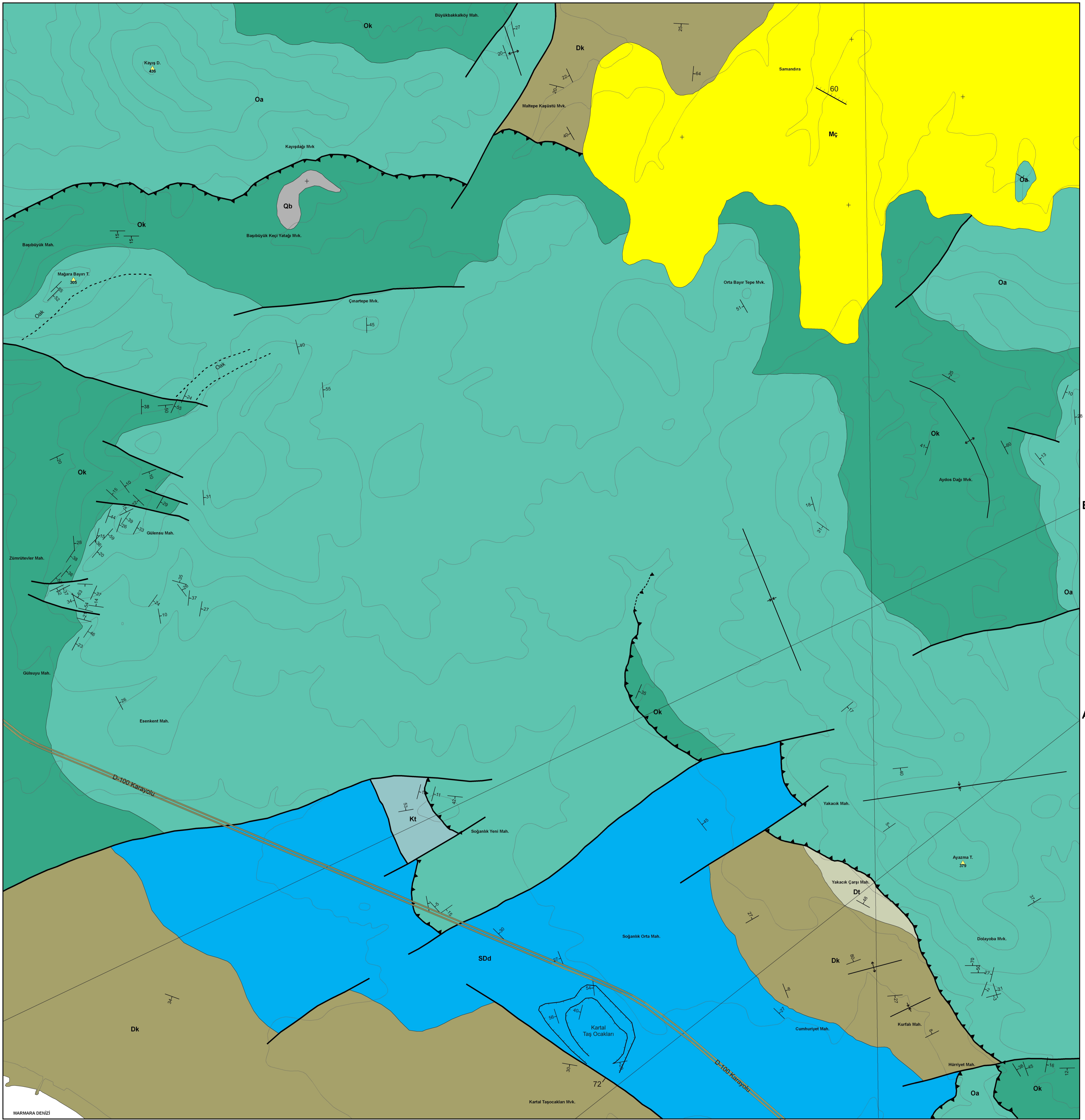
**EK-1: BAŞIBÜYÜK (MALTEPE)-KURFALI (KARTAL) ARASINDA  
GÖZLENEN DAYKLARIN MEVKİİLERİ VE YÖNELİMLERİ**

Gözlem	Koordinat <sup>1</sup>		Eğim	Eğim Açısı	Mevkii
	X	Y			
1	688687	4531157	152	88	Dolayoba Mevkii
2	685455	4531279	345	85	Soğanlık Orta Mahalle
3	685455	4531279	164	87	Soğanlık Orta Mahalle
4	683918	4532454	45	65	Soğanlık Yeni Mahalle
5	683918	4532454	41	65	Soğanlık Yeni Mahalle
6	683918	4532454	165	60	Soğanlık Yeni Mahalle
7	681428	4535489	335	60	Zümrütevler Mahallesi
8	681212	4535409	335	85	Zümrütevler Mahallesi
9	687250	4534786	376	76	Aydos Dağı Mevkii
10	685263	4537783	200	89	Maltepe Kaşüstü Mevkii
11	685712	4530586	165	65	Kartal Taş Ocakları
12	685712	4530586	6	89	Kartal Taş Ocakları
13	685712	4530586	310	55	Kartal Taş Ocakları
14	685712	4530586	9	82	Kartal Taş Ocakları
15	685712	4530586	359	86	Kartal Taş Ocakları
16	685712	4530586	178	86	Kartal Taş Ocakları
17	685712	4530586	322	74	Kartal Taş Ocakları
18	685712	4530586	148	74	Kartal Taş Ocakları
19	685712	4530586	345	69	Kartal Taş Ocakları
20	685712	4530586	350	73	Kartal Taş Ocakları
21	685712	4530586	324	65	Kartal Taş Ocakları
22	685712	4530586	350	74	Kartal Taş Ocakları
23	685712	4530586	316	76	Kartal Taş Ocakları
24	685712	4530586	215	72	Kartal Taş Ocakları
25	685712	4530586	12	78	Kartal Taş Ocakları
26	685712	4530586	355	76	Kartal Taş Ocakları
27	685712	4530586	28	60	Kartal Taş Ocakları
28	685712	4530586	195	75	Kartal Taş Ocakları
29	685712	4530586	20	77	Kartal Taş Ocakları
30	685712	4530586	184	81	Kartal Taş Ocakları
31	685712	4530586	348	86	Kartal Taş Ocakları
32	685712	4530586	295	74	Kartal Taş Ocakları
33	685712	4530586	130	72	Kartal Taş Ocakları
34	685712	4530586	330	60	Kartal Taş Ocakları
35	685712	4530586	320	65	Kartal Taş Ocakları
36	682131	4534840	15	80	Gülensu Mahallesi

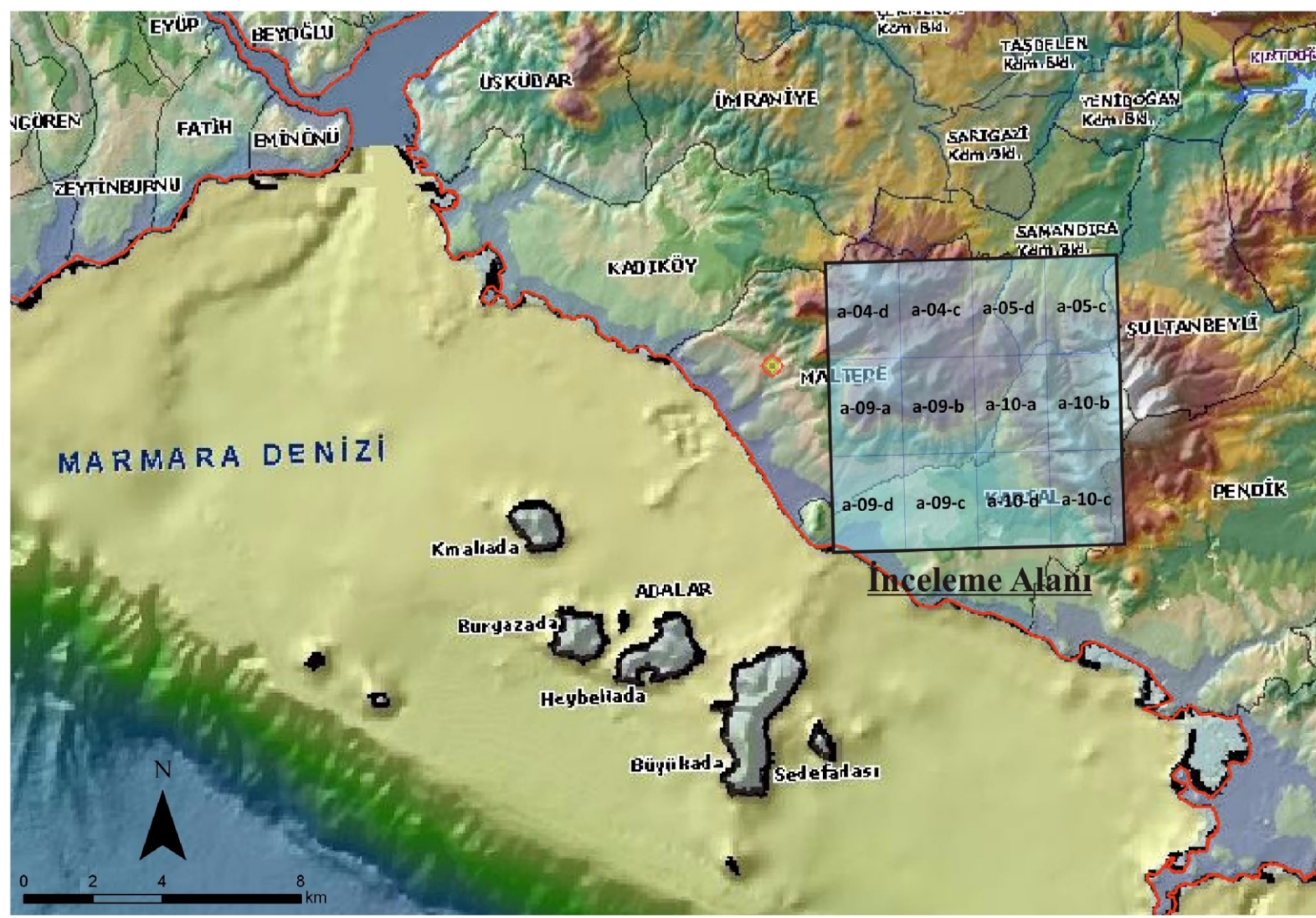
<sup>1</sup> Koordinatlar, European 1950 Datum, UTM Zone 35 projeksiyonuna göre verilmiştir.



# BAŞIBÜYÜK (MALTEPE)-KURFALI (KARTAL) ARASININ JEOLJİ HARİTASI



## AÇIKLAMALAR

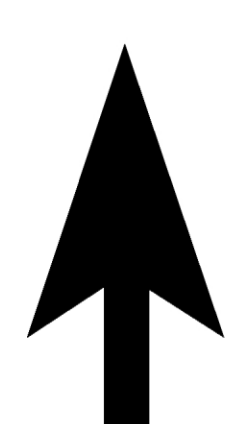


Formasyonlar	
Kuvaterner	Qb Belgrad Formasyonu
Miyosen	Mç Çukurçeşme Formasyonu
Alt Karbonifer	Kt Trakya Formasyonu
Orta-Üst Devoniyen	Dt Tuzla Formasyonu
Alt-Orta Devoniyen	Dk Kartal Formasyonu
Alt Devoniyen Üst Silüriyen	Sdd Dolayoba Formasyonu
Ordovisiyen	Oa Aydos Formasyonu
	Oak Oak: Konglomeratik Düzey
	Ok Kurtköy Formasyonu

## İşaretler

15	Doğrultu / Eğim
+	Yatay Tabakalar
—	Fay
▲	Bindirme Fayı
▲	Normal Fay
▲	Kıvrım Ekseni
—	Eş Yükseklik Eğrisi (50 m)
▲	Tepeler
A—A'	Kesit Doğrultusu

K

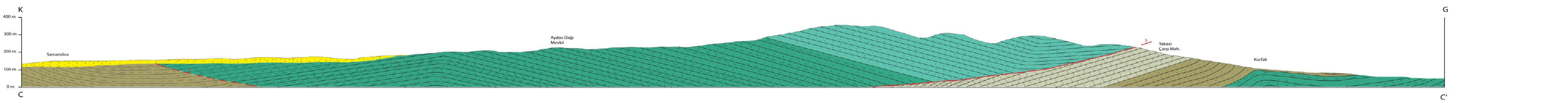
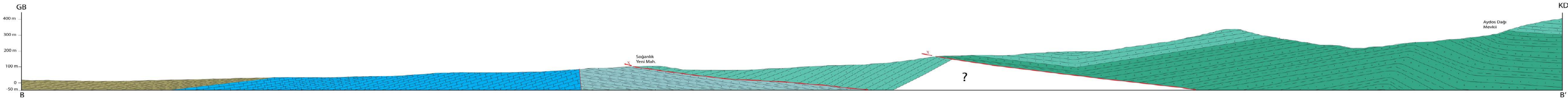
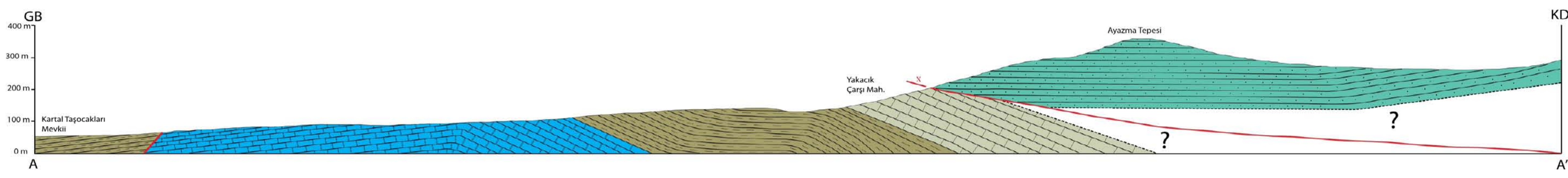


0 0.25 0.5 1 km

PINAR GUTSUZ, 2008

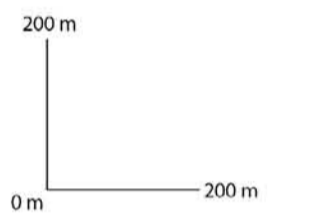
EK-2





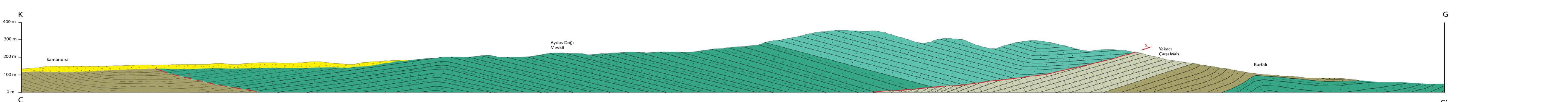
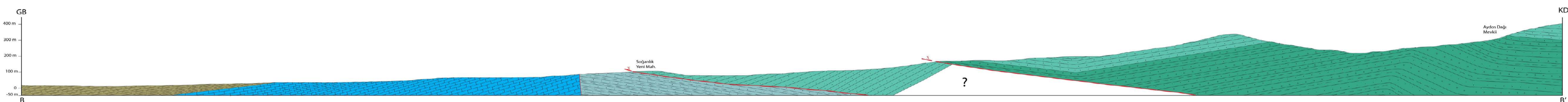
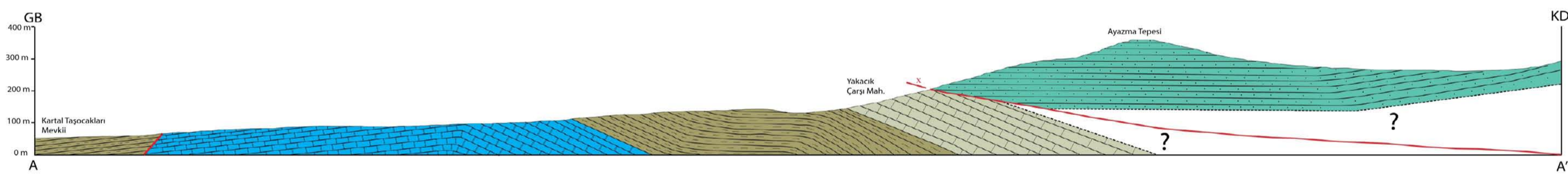
**AÇIKLAMALAR**

	Bindirme Fayı	ALT KARBONİFER		Trakya Formasyonu	ÜST SILÜRIYEN ALT DEVONİYEN		Dolayoba Formasyonu
	MİYOSEN Çukurçesme Formasyonu	ORTA-ÜST DEVONİYEN		Tuzla Formasyonu	ORDOVİSİYEN		Aydos Formasyonu
		ALT-ORTA DEVONİYEN		Kartal Formasyonu			Kurtköy Formasyonu



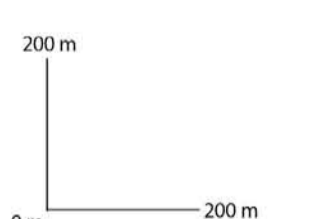
PINAR GUTSUZ, 2008

**EK 3**



**AÇIKLAMALAR**

	Bindirme Fayı	ALT KARBONİFER		Trakya Formasyonu	ÜST SILÜRIYEN ALT DEVONİYEN		Dolayoba Formasyonu
	MİYOSEN Çukurçesme Formasyonu	ORTA-ÜST DEVONİYEN		Tuzla Formasyonu	ORDOVİSİYEN		Aydos Formasyonu
		ALT-ORTA DEVONİYEN		Kartal Formasyonu			Kurtköy Formasyonu



PINAR GUTSUZ, 2008

**EK 3**