

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TARSUS-SEYHAN-CEYHAN NEHİRLERİ
DELTA KOMPLEKSİNİN KUVATERNER JEOLJİSİ, ADANA GD TÜRKİYE**

Yasemin GEZE KALANYUVA

JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TARSUS-SEYHAN-CEYHAN NEHİRLERİ DELTA KOMPLEKSİNİN KUVATERNER JEOLJİSİ,
ADANA, GD TÜRKİYE

Yasemin GEZE KALANYUVA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI

Türkiye'nin en geniş su dışı düzlüğüne sahip olan Seyhan-Ceyhan Deltası, Adana Havzası'nın güncel tortul birikim alanıdır. Bu tortul havza Afrika Levhasının Anadolu plakası altına dalmasına bağlı olarak Geç Oligosen-Erken Miyosende açılmış olup, doğuda Misis Dağları (Misis yükselimi), batıda Ecemiş Fay Zonu ve güneyde Kıbrıs Beşparmak Dağları ile sınırlıdır. Birikiminde tektonizma kontrolünün öne çıktığı 6000 metreyi geçen tortul dolgusu vardır. Bu dolgunun Miyosen bölümü, başta Kozan Fayı olmak üzere KD-GB uzanımlı faylar ile yükseltilmiş ve kısmen yüzeye çıkmıştır. Dolgunun Pliyosen ve Kuvaterner bölümü ise kısmen Seyhan-Ceyhan Deltası karasal tortulları ile örtülmekte büyük kısmı da su altında bulunmaktadır. Tez çalışması bu örtülü kısmın incelenmesine odaklanmış olup, sahadaki gözlem olanaklarının sınırlı olması nedeniyle bulgular büyük oranda sondaj ve sismik verilere dayanmaktadır. Adana Havzası tortul dolgusu, kapsadığı mercekli yapıdaki evaporitlerin varlığı (Gökkuyu Üyesi; Mesiniyen) ve bunların temsil ettiği Akdeniz'in kuruması olayı esas alınarak, jeolojik evrim bakımından iki büyük kısma ayrılabilir. Alttaki Miyosen istifi (4800 m) bir ön ülke havzasının açılması, derinleşmesi ve tekrar sığlaşmasının bütün tortul özelliklerini taşır. Üstteki ikinci bölüm (2200 m; Avdan ve Kuranşa formasyonları; Pliyosen-Pleyistosen), kara yönünde ince, deniz yönüne doğru kalınlaşan tortul prizması şeklindedir. Bu nedenle karadaki sondajlarda istif yaklaşık 240 m kesilirken deniz yönünde kalınlık bunun beş katına ulaşmaktadır. Avdan Fm, Akdeniz'in kuruma sonrası yeniden su ile dolmaya başlaması ve bunu temsil eden transgresyonun (Zanklean) temsilcisi olup kaba taneli kırıntılılar ve çamurtaşlarından oluşur. Fosil kapsamaz, yaşı göreceli olarak verilmiştir. Kuranşa Formasyonu ise fosil verilerine göre Pliyosen-Pleyistosen boyunca, temele yakın yerlerde kırmızı renkli karasal çökeller, yanal yönde ve açıklarda ise denizel tortullar olarak depolanmıştır. En üst sınırının Pleyistosen içinde nereye kadar çıktığı kesin değildir. Kuranşa Fm.'nin Pliyosen bölümünün iki, Pleyistosen bölümünün de iki ayrı delta evresi kapsadığını ve bu nedenle "delta kompleksi" olduğunu inceleme sonuçlarımız ortaya koymuştur. Delta kompleksi tuz tektoniği ile büyük oranda etkilenmiştir. Üst üste gelişen delta evreleri deniz seviyesinin en az dört kez önemli ölçüde düştüğü ve yükseldiğini, her yükselimde kara yönüne doğru bugünkünden çok daha ilerilere ulaştığını göstermektedir. Güncel Seyhan-Ceyhan Deltası, bu dört ayrı gelişimin üzerine, Holosen transgresyonundan sonra ilerlemeye başlamıştır. Birikimin yaşı Orta-Geç Holosen'dir. Önceki delta düzlüklerinin oluşturduğu tortul platform nedeniyle su derinliği azdır ve bu yüzden delta ilerlemesi çok hızlı olmuştur. Son yirmi yıldır nehirler üzerine inşa edilen barajlar tortul beslenmesini durdurmuş ve güncel delta dalga aşındırmasıyla tahrip olmaya başlamıştır.

Nisan 2021, 252 sayfa

Anahtar Kelimeler: Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi, Kuvaterner, sedimantoloji, Doğu Akdeniz, Adana Havzası

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

QUATERNARY GEOLOGY OF THE TARSUS-SEYHAN-CEYHAN RIVERS DELTAIC COMPLEX,
ADANA, SE TURKEY

Yasemin GEZE KALANYUVA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Nizamettin KAZANCI

The Seyhan-Ceyhan Delta having the largest subaerial plain in Turkey is the actual sediment deposition area of the Adana basin. This sedimentary basin was opened in the Late Oligocene-Early Miocene in relation to the subduction of the African Plate under Anatolia, and is bounded by the Misis Mountains (Misis uplift) in the east, the Ecemiş Fault Zone in the west and the Cyprus Beşparmak Mountains in the south. There is a sedimentary fill exceeding 6000 meters, which its deposition was mainly controlled by tectonics. The Miocene part of this fill was uplifted by NE-SW aligned faults, mainly the Kozan Fault, and partially exposed to the surface. The Pliocene and Quaternary part of the fill is partially underlain by the terrestrial sediments of the Seyhan-Ceyhan Delta, and most of it is subaqueous. This study focuses on the examination of the buried part of the Quaternary fill. The findings are mostly based on drilling and seismic data due to the limited outcrops in the field. Based on the presence of lenticular evaporites (Gökkuyu Member; Messinian) representing the dessication of the Mediterranean, the sedimentary fill in the Adana Basin can be divided into two major parts in terms of geological evolution. The Miocene sequence (4800 m) at the bottom comprises all of the sedimentary characteristics of the opening, deepening and shallowing of a foreland basin. The overlying second part (2200 m; Avdan and Kuranşa formations; Pliocene-Pleistocene) is represented by sedimentary deposit in the shape of prism thickening seaward. For this reason, while the thickness of the sequence is measured as approximately 240 m in the drillings on land, in the seaward drillings, it reaches to a thickness which is five times thicker than these. Avdan Fm is characterized by coarse grained clastics and mudstones. It represents the inundation of the Mediterranean following its drying (Zanklean transgression). It does not contain fossils. It is dated relatively. According to fossil data, the Kuranşa Formation, which was dated as Pliocene-Pleistocene, was deposited as red-colored terrestrial sediments near the basement and as marine sediments in the lateral direction and offshore. Our investigation results revealed that the Pliocene part of the Kuranşa Formation includes two delta phases and the Pleistocene part also comprises two separate delta phases and therefore it is considered as a delta complex which has been significantly affected by salt tectonics. The overlapping delta phases show that the sea level has fallen and risen significantly at least four times, and that, with each sea level rise, the shoreline reaches far further towards the land than it is today. The present Seyhan-Ceyhan Delta has begun to progress over these four separate developments following the Holocene transgression. The age of the deposition is Middle-Late Holocene. Due to the sedimentary platform formed by the previous delta flats, the water depth is shallow and therefore delta propagation was very rapid. Dams built on rivers during the last two decades have stopped sediment input and the present delta deposits became destroyed by the wave erosion.

April 2021, 252 pages

Key Words: Seyhan-Ceyhan Delta Complex, Quaternary, sedimentology, Eastern Mediterranean, Adana Basin

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

“Tarsus-Seyhan-Ceyhan Nehirleri Delta Kompleksinin Kuvaterner Jeolojisi, Adana, GD Türkiye” başlıklı bu çalışma, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI danışmanlığında DOKTORA TEZİ olarak gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmalarına engin bilgi ve tecrübesiyle katkı sağlayan ve çalışmalarımın her aşamasında beni destekleyen danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Nizamettin KAZANCI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda kullandığım verilerin sağlanması ve laboratuvar analizlerinin gerçekleştirilmesi için destek sağlayan TPAO Arama Dairesi ve AR-GE Merkezi yönetimine teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmamın şekillenmesinde bilgileri ve yorumlarıyla katkıda bulunan tez izleme komitesinden değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Mustafa ERGİN ve Sayın Prof. Dr. Hükmü ORHAN'a; Tezimin son şeklini almasında emeği geçen tez savunma komitesinde yer alan Sayın Prof. Dr. Mehmet ÖZKUL'a ve Prof. Dr. Erdoğan TEKİN'e; tezimin son süreçlerinde desteğini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na;

Tez örneklerimin fosil tanımlamalarında danışmanlık yapan ve her türlü desteğini esirgemeyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi'nden Sayın Sevinç KAPAN'a;

Çalışma örneklerimin AR-GE çalışmalarında desteğini esirgemeyen Sn. Zühtü BATI'ya; kullandığım veri setinin sağlanmasında destek veren Sayın Ayhan ERCAN'a; tez örneklerimin bileşen analizlerinin yorumlanmasında değerli katkılar sağlayan TPAO AR-GE Merkezi Sedimantoloji ve Stratigrafi Müdürlüğünden Sayın Macide Zeynep YÜCEL'e ve Sayın Yinal Neşes HÜVAJ'a; sondaj örneklerimin hazırlamasında katkılarından dolayı Sayın Şenol ÜNSAL'a; örneklerimin kil minerolojisine yönelik

değerlendirmelerinde önemli katkılar koyan Ankara Üniversitesi'nden değerli hocam Sayın Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ'a;

TPAO Arama Dairesi Başkanlığından; gerek saha çalışmaları gerekse geçmiş yıllardaki tecrübeleriyle çalışmalarına destek veren Sayın Halit ALKAN'a; Sedimentoloji yorumlarında desteğini esirgemeyen Sayın Özlem KORUCU'ya; Tez süreçlerinde desteklerinden dolayı Sayın Bahar DİNÇER'e ve Sayın Deniz ATASOY'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamda Kuvaterner birimlerin adlanması ve haritalanmasında katkılarını sağlayan Sayın Dr. Ayla BULUT ÜSTÜN'e (MTA); Tane boyu değerlendirme çalışmalarımda katkı sağlayan Sayın Dr. Zeynep ERGUN KILIÇ'a (MTA); Tezimin şekillendirilmesinde emeği geçen Sayın Özgür YEDEK'e; Doktora sürecim boyunca her türlü desteğini sağlayan değerli dostum Sayın Aysen ÖZGÜNEYLİOĞLU'na;

Her zaman yanımda olan ve çalışmalarım süresince büyük özveri gösteren aileme;

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması değerli eşim Hamdi KALANYUVA'nın anısına ithaf edilmiştir.

Yasemin GEZE KALANYUVA
Ankara, Nisan 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışma Yeri ve Konusu	1
1.2 Doğu Akdeniz'in Jeodinamik Evrimi.....	2
1.3 Çalışma Alanı: Seyhan-Ceyhan Deltası	4
1.4 Problem ve Amaç	6
1.5 Terimler ve Tanımsal Çerçeve.....	9
1.6 Seyhan-Ceyhan Deltası'nın Coğrafik Özellikleri.....	11
1.6.1 Tarsus Çayı	13
1.6.2 Seyhan Nehri	14
1.6.3 Ceyhan Nehri.....	15
1.6.4 Lagünler	18
1.7 İklim Bilgileri.....	19
1.8 Önceki Çalışmalar.....	21
2. MATERYAL ve METOD.....	29
2.1 Sondaj Verileri	29
2.2 Sismik Veriler	33
2.3 Arazi Çalışmaları	33
2.4 Laboratuvar Çalışmaları.....	34
2.4.1 Tane boyu analizi ve fasiyes çalışmaları.....	35
2.4.2 Rezidüel analiz çalışmaları	36
2.4.3 Makro paleontoloji kavkı tayinleri	37
2.4.4 XRD tüm kayac ve kil analizi –XRF analizleri	39
2.5 Ofis Çalışmaları.....	41
3. GENEL JEOLJİ.....	42
3.1 Havza Dolgusu.....	42
3.1.1 Miyosen birimleri.....	42
3.1.2 Pliyosen-Pleyistosen birimleri	50
3.1.3 Holosen Birimleri	57
3.2 Tektonik Durum.....	58
4. SEDİMANTOLOJİ-BULGULAR.....	60
4.1 Pliyo-Kuvaterner İstifin Litolojik Özellikleri.....	60
4.1.1 K-1 Sondajı verileri.....	60
4.1.2 K-2 Sondajı verileri.....	89
4.1.3 K-3 Sondajı verileri.....	96
4.1.4 K-4 Sondajı verileri.....	105
4.1.5 D-1 Sondajı verileri	116
4.1.6 D-2 Sondajı verileri	120

4.1.7 DSI Sondajları	123
4.2 Sondaj Örnekleri Paleontoloji Tanımlamaları.....	125
4.2.1 K-1 sondajı paleontoloji tanımlamaları	125
4.2.2 K-2 Sondajı paleontoloji tanımlamaları	127
4.2.3 K-3 Sondajı paleontoloji tanımlamaları	128
4.2.4 K-4 Sondajı paleontoloji tanımlamaları	130
4.2.5 D-1 Sondajı paleontoloji tanımlamaları.....	134
4.2.6 D-2 Sondajı paleontoloji tanımlamaları.....	137
4.3 Sondaj Örnekleri Bileşen Analizleri.....	149
4.3.1 K-1 sondajı kesintilerinde XRD tüm kayaç ve kil bileşimi sonuçları.....	149
4.3.2 K-1 sondajında XRD-kil analizi sonuçları.....	160
4.3.3 K-1 Sondajı kesintilerinde XRF element analiz sonuçları	162
4.3.4 K-2 sondajı kesintilerinde XRD sonuçları	165
4.3.5 K-2 sondajı örneklerinde XRD kil analizi sonuçları.....	172
4.3.6 K-2 Sondajı kesintilerinde XRF element analizi sonuçları	174
4.3.7 K-3 sondajı kesintilerinde XRD sonuçları	177
4.3.8 K-3 sondajı kesintilerinde XRD kil analizi sonuçları	186
4.3.9 K-3 sondajı kesintilerinde XRF element analiz sonuçları	188
4.4 Sismik Çalışmalar	191
4.5 Fasiyes Analizi	201
4.5.1 Fasiyes adları	202
4.5.2 Fasiyes toplulukları.....	219
4.5.3 Fasiyes toplulukları ve istif mimarisi	224
3. BULGULARIN DENEŞTİRİLMESİ ve TARTIŞMA	231
5.1 Misis Yükselimi ve Depolanmadaki Rolü	231
5.2 Litofasiyes Topluluklarının Gelişimi.....	232
5.3 İstiflerin Karşılaştırılması	235
5.4 SCDK ile Nil Deltasının Karşılaştırılması.....	238
5.5 Güncel Seyhan-Ceyhan Deltası ve Gelişimi.....	240
6. SONUÇLAR	241
KAYNAKLAR	244
ÖZGEÇMİŞ.....	251

SİMGELER DİZİNİ

CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
Si	Silisyum
Al	Aliminyum
Fe	Demir
Mn	Mangan
Ca	Kalsiyum
Na	Sodyum
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
P	Fosfor
S	Kükürt
Cr	Krom

Kısaltmalar

SCD	Seyhan-Ceyhan Deltası
SCDK	Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi
YHG	Yaban Hayatı Geliştirme
DEM	Digital Elevation Model
My	Milyon Yıl
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
AR-GE	Araştırma Geliştirme Merkezi
EİE	Elektrik İşleri Etüd İdaresi
ÇOMÜ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
XRD	X-Işınları Difraksiyonu
XRF	X-Işınları Floresansı
GR	Gamma Ray Logu
DT	Sonic Logu
SP	Spontaneous Potential Logu
DSG	Decision Space Geosciences
2B	İki Boyutlu
3B	Üç boyutlu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Alpin orojenezi ile ilgili ana yapılar ile Akdeniz-Karadeniz sistemlerinin jeotektonik haritası.....	2
Şekil 1.2 Doğu Akdeniz'in genelleştirilmiş tektonik haritası ve çalışma alanının konumu	4
Şekil 1.3 Çalışma alanı yer bulduru ve coğrafik haritası	5
Şekil 1.4 Seyhan-Ceyhan Deltası jeoloji haritası.....	7
Şekil 1.5 Çukurova Bölgesi tarihi yapılar ve Tarsus-Kleopatra Kapısı.....	9
Şekil 1.6 Adana-Mersin Havzası alanı.....	11
Şekil 1.7 Seyhan-Ceyhan Deltası yayılım alanı ve mesafeleri	12
Şekil 1.8 Tarsus Alt Havzası'nı besleyen akarsu ağı ve Tarsus Nehri'nin DEM harita görüntüsü.....	14
Şekil 1.9 Seyhan Havzası'nı besleyen akarsu ağı ve Seyhan Nehri'nin DEM harita görüntüsü.....	15
Şekil 1.10 Ceyhan Havzası'nı besleyen akarsu ağı ve Ceyhan Nehri'nin DEM harita görüntüsü.....	16
Şekil 1.11 Tarsus-Seyhan nehirlerinin boşalım ağzı ve delta düzlüğü üzerindeki menderesli yatağı.....	17
Şekil 1.12 Ceyhan'a Nehri'nin boşalım ağzı ve delta düzlüğü üzerindeki menderesli yatağı	17
Şekil 2.1 Tez çalışmasında kullanılan sondaj lokasyonları vesismik profiller	29
Şekil 2.2 Tane boyu dağılımı analizinde kullanılan K-1 sondajı numuneleri ve elek dizisi	35
Şekil 2.3 Tane boyu dağılım analizi laboratuvar çalışmaları.....	36
Şekil 2.4 Rezidüel analiz sırasında asitte çözme ve damıtma işlemleri.....	37
Şekil 2.5 Sondaj kesintilerinden toplanan makro fosillerin tayin çalışmaları.....	38
Şekil 2.6 Mollusk türlerine ait kavkaların mikroskop altında incelenmeleri.....	38
Şekil 2.7 Bileşen analizleri için numunelerin hazırlanması	40
Şekil 3.1 Çalışma alanı jeoloji haritası.....	43
Şekil 3.2 Adana Havzası'nın sadeleştirilen stratigrafisi.	44
Şekil 3.3 Adana'nın kuzeybatısında Messiniyen yaşlı Gökkuyu evaporitleri	49

Şekil 3.4 Seyhan-Ceyhan Deltası üzerinde tariflenen Kuvaterner birimlerinin haritası.....	53
Şekil 3.5 Pleyistosen taraça çökelleri.....	54
Şekil 3.6 Pleyistosen taraça çökelleri.....	55
Şekil 3.7 Bölgedeki kalış çökelleri	57
Şekil 3.8 Çalışma alanının tektonik haritası.....	59
Şekil 4.1 K-1 sondajı litoloji logu	61
Şekil 4.2 K-1 sondajı 6-44 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler	63
Şekil 4.3 K-1 sondajı 46-84 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler....	64
Şekil 4.4 K-1 sondajı 86-124 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler..	66
Şekil 4.5 K-1 sondajı 126-164 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler	67
Şekil 4.6 K-1 sondajı 166-204 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.	68
Şekil 4.7 K-1 sondajı 206-244 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	69
Şekil 4.8 K-1 sondajında 6. m ve 18. m’den alınan örneklerinin tane boyu dağılımı.....	71
Şekil 4.9 K-1 sondajında 26.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	72
Şekil 4.10 K-1 sondajında 36.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	72
Şekil 4.11 K-1 sondajında 46.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	73
Şekil 4.12 K-1 sondajında 56.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	73
Şekil 4.13 K-1 sondajında 66.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	74
Şekil 4.14 K-1 sondajında 76.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	75
Şekil 4.15 sondajında 86.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	76
Şekil 4.16 K-1 sondajında 96.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	76
Şekil 4.17 K-1 sondajında 106.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	77
Şekil 4.18 K-1 sondajında 106.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	77
Şekil 4.19 K-1 sondajında 126.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	78
Şekil 4.20 K-1 sondajında 146.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	78
Şekil 4.21 K-1 sondajında 156.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	79
Şekil 4.22 K-1 sondajında 166.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	80
Şekil 4.23 K-1 sondajında 176.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	80
Şekil 4.24 K-1 sondajında 186 m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	81
Şekil 4.25 K-1 sondajında 196 m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	82

Şekil 4.26 K-1 sondajında 206 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	82
Şekil 4.27 K-1 sondajında 216 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	83
Şekil 4.28 K-1 sondajında 226 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	83
Şekil 4.29 K-1 sondajında 236. m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı.....	84
Şekil 4.30 K-1 sondajında 246. m'den alınan 24 nolu örnek.....	84
Şekil 4.31 K-1 sondajı 266. m örneğinde yapılan tane boyu analizi.....	85
Şekil 4.32 K-1 sondajında derinliğe göre tane boyu dağılımları değişim grafiği.	87
Şekil 4.33 K-1 sondajına ait örneklerin rezidüel analizi verileri	88
Şekil 4.34 K-2 sondajı litoloji logu	90
Şekil 4.35 K-2 sondajı 28 m seviyesi kalış örneği	91
Şekil 4.36 K-2 sondajı 10 m-58 m aralığında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	92
Şekil 4.37 K-2 sondajı 60-98 m'leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	93
Şekil 4.38 K-2 sondajının 110-148 m'leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	94
Şekil 4.39 K-2 sondajının 150-248 m'leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	95
Şekil 4.40 K-3 sondajı litoloji logu	97
Şekil 4.41 K-3 sondajı litoloji logu	98
Şekil 4.42 K-3 sondajı 2-40 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	99
Şekil 4.43 K-3 sondajı 42-80 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	101
Şekil 4.44 K-3 sondajı 82-120 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	102
Şekil 4.45 K-3 sondajının 122-150 m'leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler.....	104
Şekil 4.46 K-3 sondajının alt seviyelerinde 10'ar m aralıklarla görülen örneklerdeki litoloji değişimleri	105
Şekil 4.47 K-4 sondajında kesilen istifin üst bölümünün litoloji logu.....	106
Şekil 4.48 K-4 sondajında kesilen istifin alt bölümünün litoloji logu	107

Şekil 4.49 K-4 sondajının 40-230 ft'leri (12-70 m) arasındaki sondaj kesintileri	110
Şekil 4.50 K-4 sondajının 240-430 ft'leri (73-131 m) arasındaki sondaj kesintileri	111
Şekil 4.51 K-4 sondajının 440-630 ft'leri (131-192 m) arasındaki sondaj kesintileri ..	112
Şekil 4.52 K-4 sondajının 640-830 ft'leri (192-253 m) arasındaki sondaj kesintileri ..	113
Şekil 4.53 K-4 sondajının 840-990 ft'leri (256-302 m) arasındaki sondaj kesintileri ..	114
Şekil 4.54 K-4 sondajının 1090-1150 ft'leri (332-351 m) arasındaki sondaj kesintileri	115
Şekil 4.55 D-1 sondajında çalışılan istif ve GR-Dt log yorumları	118
Şekil 4.56 D-1 sondajının farklı seviyelerine ait litoloji örnekleri	119
Şekil 4.57 D-2 sondajında kesilen seviyeler ve soldan sağa doğru sırasıyla Sp,GR ve Dt logları	121
Şekil 4.58 D-2 sondajı 110-283 m (360 ft-930 ft) arasında fasiyes değişimleri	122
Şekil 4.59 Akyatan Lagünü'nün kuzeyinde DSI tarafından açılan sondajın logu	124
Şekil 4.60 SCD'nin batı kenarında A-A'hattı boyunca DSI tarafından açılan sondajların korelasyonları	124
Şekil 4.61 K-1 sondajı kesintilerinde tanımlanan kavkı türlerinden örnekler	126
Şekil 4.62 K-2 sondajı kesintilerinde tanımlanan kavkı türlerinden örnekler	128
Şekil 4.63 K-3 sondajı kesintilerinde tanımlanan kavkı türlerinden örnekler	129
Şekil 4.64 K-4 sondajının ilk derinliklerinde görülen gastropoda çeşitliliği	130
Şekil 4.65 K-4 sondajının 12 m derinliğine ait numune tabağından sediman ve kavkılı seviyeler	132
Şekil 4.66 K-4 sondajının ilk 76 m'sinde yapılan fosil tanımlamaları	134
Şekil 4.67 Levha-1'i temsil eden kavkı türleri	141
Şekil 4.68 Levha-2'yi temsil eden kavkı türleri	142
Şekil 4.69 Levha-3'ü temsil eden kavkı türleri	143
Şekil 4.70 Levha-4'ü temsil eden kavkı türleri	144
Şekil 4.71 Levha-5'i temsil eden kavkı türleri	145
Şekil 4.72 Levha-6'yı temsil eden kavkı türleri	146
Şekil 4.73 Levha-7'yi temsil eden kavkı türleri	147
Şekil 4.74 Levha-8'i temsil eden kavkı türleri	148
Şekil 4.75 K-1 sondajının ilk 56 m'sinden alınan örneklerin XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	152

Şekil 4.76 K-1 sondajının 58-120 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	154
Şekil 4.77 K-1 sondajının 128-196 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	156
Şekil 4.78 K-1 sondajının 204-300 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	158
Şekil 4.79 K-1 sondajı XRD mineral analizinden elde edilen mineral bolluk oranları	159
Şekil 4.80 K-1 sondaj örneklerinde kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımları	162
Şekil 4.81 K-1 sondajı örneklerinin Na-K-Fe ve Mg elementlerinin konsantrasyonları	164
Şekil 4.82 K-2 sondajının 10-74 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	167
Şekil 4.83 K-2 sondajının 88-158 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	169
Şekil 4.84 K-2 sondajının 160-258 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	171
Şekil 4.85 K-2 sondajı XRD mineral analizinden elde edilen mineral bolluk oranları	172
Şekil 4.86 K-2 sondaj örneklerinde kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımları .	174
Şekil 4.87 K-2 sondaj örneklerinde Na-K-Fe ve Mg elementlerinin konsantrasyonları	176
Şekil 4.88 K-3 sondajının 2-68 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	179
Şekil 4.89 K-3 sondajının 2-68 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	181
Şekil 4.90 K-3 sondajının 168-280 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	184
Şekil 4.91 K-3 sondajının 302-408 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri	185
Şekil 4.92 K-3 sondajı XRD mineral analizinden elde edilen mineral bolluk oranları	186
Şekil 4.93 K-3 sondaj örneklerinde kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımları .	188

Şekil 4.94 K-3 sondajı örneklerinde Na-K-Fe ve Mg elementlerinin konsantrasyonları	190
Şekil 4.95 Kara alanında 2B sismik kesitlerde Pliyo-Kuvaterner istifinin yorumu	191
Şekil 4.96 Havzanın doğusunda, kara alanında Pliyo-Kuvaterner istifinin yorumu ve tektonik unsurlar	192
Şekil 4.97 Seyhan Nehri açıklarında kuyu ve sismik verilerle Seyhan Deltası Pliyo-Kuvaterner istifinin yorumlanması.....	194
Şekil 4.98 D-1 ve D-2 sondajlarından geçen sismik kesitte fosil tanımlamaları ve istifin yorumlanması	195
Şekil 4.99 Basenin deniz alanında Ceyhan Deltası'nın sismik kesit üzerinde yorumlanması	196
Şekil 4.100 Günümüz deniz seviyesinden 520 m daha alçakta kıyı çizgisi ve morfolojisi	197
Şekil 4.101 Günümüz deniz seviyesinden 285 m daha alçakta paleo-Seyhan Deltası sismik modelleme çalışması.....	197
Şekil 4.102 Tarsus ve Seyhan nehirleri paleo kanallarının ve sellenme dönemlerinin sismik z düzleminde görünüşleri.	198
Şekil 4.103 Seyhan Deltası'nın paleo evrimi	200
Şekil 4.104 Tarsus-Seyhan-Ceyhan nehirlerinin Kuvaterner dönemindeki göçleri	201
Şekil 4.105 K-1 sondajının litofasiyes ayrımları.....	207
Şekil 4.106 K-1 Sondajında kesilen delta istiflerinin mineral bileşimi ve element dağılımı.....	208
Şekil 4.107 K-2 sondajı litofasiyesleri	211
Şekil 4.108 K-2 sondajında kesilen delta istiflerinin mineral bileşimi ve element dağılımı.....	212
Şekil 4.109 K-3 Sondajı litofasiyesleri	215
Şekil 4.110 K-3 sondajında kesilen delta istiflerinin mineral bileşimi ve element dağılımı.....	216
Şekil 4.111 D-1 sondajında delta istiflerinin fasiyes tanımlamaları	217
Şekil 4.112 D-2 sondajında delta istiflerinin fasiyes tanımlamaları	218
Şekil 5.1 G-K yönünde karada açılan K-4 ve K-3 sondajlarının korelasyonu.....	233
Şekil 5.2 SCD'nin delta düzlüğünün paleocoğrafik evrimi	234

Şekil 5.3 Adana-Mersin Havzası Pliyosen ve Kuvaterner istifin toplam kalınlığı	235
Şekil 5.4 Zanklean sonrası istifin sondaj ve paleontoloji verileriyle korelasyonu	236
Şekil 5.5 SCD'nin diyagramatik stratigrafik kesiti	237
Şekil 5.6 Nil Deltası'nın diyagramatik stratigrafik kesiti	239



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Seyhan-Ceyhan Deltasını besleyen nehirlerin özellikleri	13
Çizelge 1.2 Adana'da kaydedilen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı	20

Çizelge 1.3 Adana ve Çukurova bölgesinde yüksek lisans ve doktora çalışmaları	27
Çizelge 4.1 Tane boyu çalışmalarında kullanılan elek dizilimi ve elekten geçen g cinsinden tane miktarları	70
Çizelge 4.2 Tane boyu çalışmalarından elde edilen sonuçların yüzde cinsinden ifadeleri.....	86
Çizelge 4.3 Rezidüel analiz sonucunda ölçülen numunelerin bileşen miktarları.....	88
Çizelge 4.4 K-1 sondajı örneklerinin XRD- tüm kaya mineral bileşimi.....	150
Çizelge 4.5 K-1 sondajı örneklerinin XRD- kil analizi sonuçları.....	161
Çizelge 4.6 K-1 sondaj örneklerinde 10 m-300 m derinlikleri arasında element konsantrasyonları	163
Çizelge 4.7 K-2 sondajı örneklerinin XRD-tüm kaya mineral bileşimi.....	165
Çizelge 4.8 K-2 sondajı örneklerinin XRD kil analizi sonuçları	173
Çizelge 4.9 K-2 sondajı örneklerinin element bileşenleri.....	175
Çizelge 4.10 K-3 sondajı kesintileri XRD-tüm kaya mineral bileşimi	177
Çizelge 4.11 K-3 sondajı örneklerinin XRD kil analiz sonuçları	187
Çizelge 4.12 K-3 sondajı kesintilerinin XRF analiz sonuçları.....	189
Çizelge 4.13 Sondaj örneklerinin mineral bileşenlerinin jeolojik kaynaklarla verilerinin karşılaştırılması	227
Çizelge 4.14 Sondaj örneklerinin element bileşenlerinin jeolojik kaynaklarla verilerinin karşılaştırılması	229

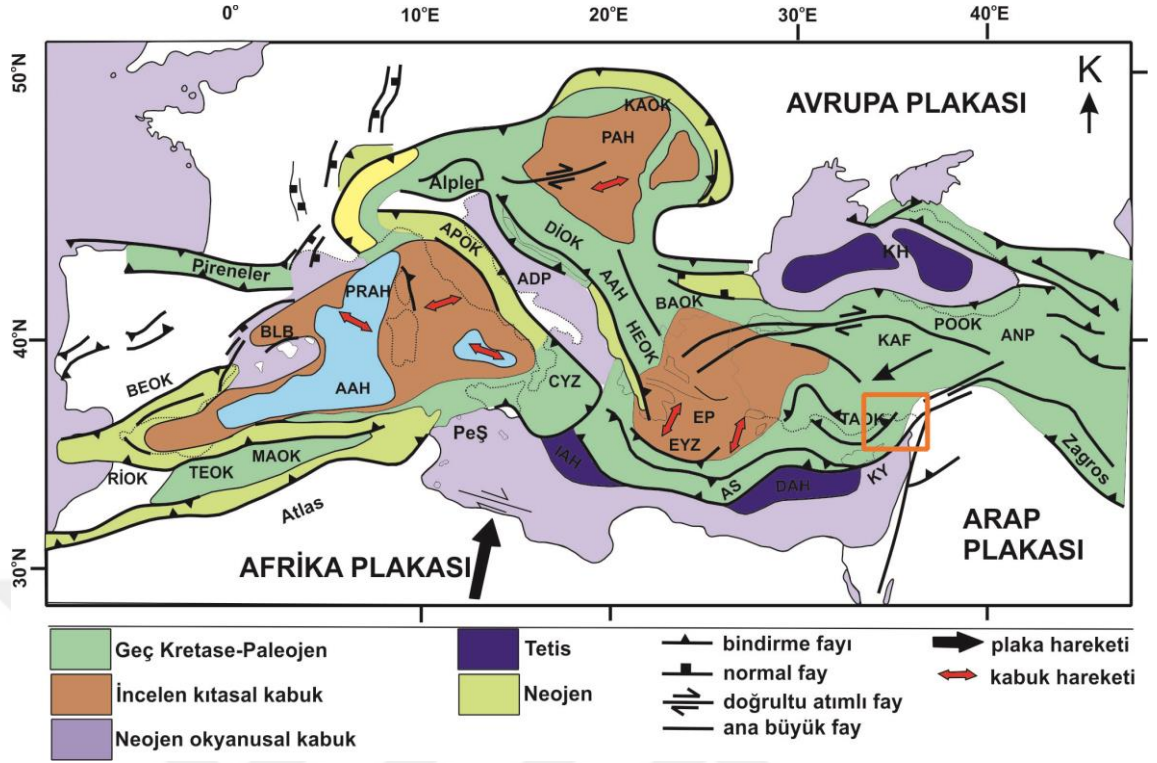
1. GİRİŞ

Bu bölümde çalışma yeri ve konusu, bu konunun seçilme nedenleri anlatılacaktır. Başlık altında sunulan konular, tezin ileriki bölümlerinde verilecek olan araştırma bulguları ile çalışma alanına yönelik mevcut bilgiler arasındaki farkları ortaya koymak için bilinenlerin tekrarı niteliğindedir.

1.1 Çalışma Yeri ve Konusu

Çalışma konumuz olan Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi (SCDK) Doğu Akdeniz'in göreceli büyük tortul birikimidir. SCDK'nın içinde olduğu Doğu Akdeniz, deniz bilimleri ve oşinografik literatüründe Levant Denizi, Ege Denizi, Marmara Denizi ve Karadeniz'i kapsamakta olup, bütün dünya denizleri ve bölgeleri içinde en çok araştırılan, üzerinde çalışma yapılan yerlerdendir (Şekil 1.1). Bu olağan bir durum sayılabilir, çünkü Doğu Akdeniz hem Afrika, Avrupa, Asya (Orta Doğu) kıtaları ile çevrili hem de Alp-Himalaya Sisteminin sıradağları ile çevrilidir ve buralardan beslenir. Bu dağlar dolayısı ile kendine has iklimi, dört mevsimi olan tek coğrafya meydana gelmiştir (Poulos 2020).

Doğu Akdeniz Bölgesine ilginin şüphesiz en önemli sebebi ilk insan yerleşiminin bu bölgede olması, Neolitik devrimin verimli Hilal (Mezopotamya) içinde gelişmesi, denizcilik ve medeniyetlerin de bu bölgede doğmasıdır. (Akurgal 1997). Yer Bilimleri açısından Doğu Akdeniz SCDK'yı içinde bulunduran havzaların oluşumu itibariyle de önemlidir. SCDK'yı anlatabilmek için Doğu Akdeniz'in jeolojik kökenine göz atmak gerekir.



Şekil 1.1 Alpin orojenezi ile ilgili ana yapılar ile Akdeniz-Karadeniz sistemlerinin jeotektonik haritası; Poulos (2020)'den alınmıştır (Günümüze (c. 66 Ma BP) Cavazza vd. (2004) ve Faccenna vd. (2014)'ün çalışmalarına dayandırılmıştır)

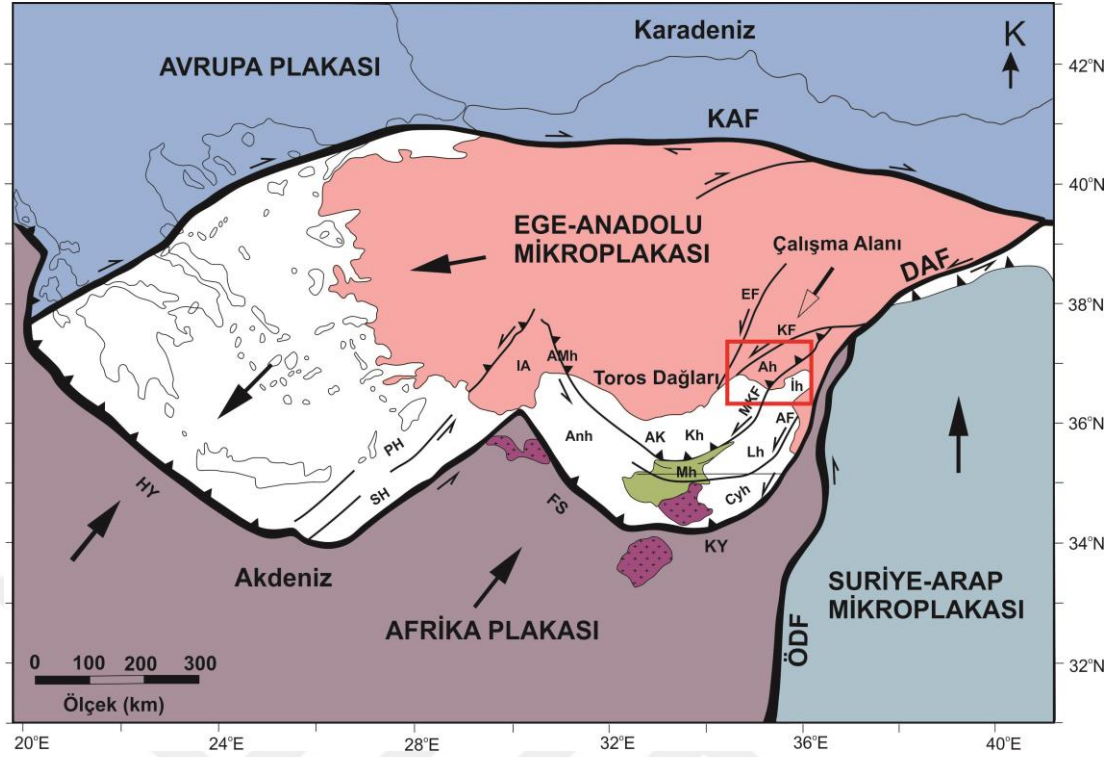
AMP: Adria Mikroplakası; EP: Ege Mikroplakası; AOK: Albanid Orojenik Kuşağı; AAH: Alboran Alt Havzası; ANP: Anadolu Mikroplakası; APOK: Apenin Orojenik Kuşağı; EYZ: Ege Yitim Zonu (Ege Yayı); BLB: Balear Bloğu; BAOK: Balkanid Orojenik Kuşağı; BEOK: Betik Orojenik Kuşağı; KH: Karadeniz Havzası; KAOK: Karpat Orojenik Kuşağı; CYZ: Calabria Yitim Zonu (Kalabria Yayı); KY: Kıbrıs Yayı; DIÖK: Dinaridler Orojenik Kuşağı; DAH: Doğu Akdeniz Havzası; HEOK: Hellinid Orojenik Kuşağı; IAH: İyon Alt Havzası; MAOK: Maghrebid Orojenik Kuşağı; AS: Akdeniz Sırtı; PAH: Pannoniyen Alt Havzası; PEŞ: Pelagiyen Şelfi; PRAH: Provensal Alt Havzası; RİÖK: Rif Orojenik Kuşağı; TAOÖK: Torid Orojenik Kuşağı; TEOK: Tell Orojenik Kuşağı; POÖK: Pontid Orojenik Kuşağı; KAF: Kuzey Anadolu Fayı.

1.2 Doğu Akdeniz'in Jeodinamik Evrimi

Doğu Akdeniz, Alp-Himalaya orojenik kuşağın batı kısmını temsil eder. Bu kuşağın jeolojik tarihçesinin ayrıntıları çalışma konusu dışındadır. Süper kıta Pangea'nın parçalanması ile ortaya çıkan Lavrasya ve Gondwana'nın arasında Tetis Okyanusu'nun oluşumu (252-66 my) aynı zamanda, orojenik kuşağın kayaçlarının meydana gelmesini sağlamıştır. Mesozoyik boyunca gerçekleşen kıta hareketleri çeşitli okyanusal havzaları doğurmuş (örn. Vardar, Pindos, Neotetis), kıta kenarlarında sığ karbonat platformları oluşurken, dalma-batma zonlarında ise derin deniz çökelleri ve ofiyolit zonları teşekkül

etmiştir (Dewey vd. 1986, Şengör ve Yılmaz 1981). Akdeniz, Neotetis olarak bilinen okyanusun kalıntısı olup yaklaşık son 45 my geçmişe sahiptir (Şekil 1.2). Bu zaman zarfında Neotetis parçalanmaya, dalma-batma ve riftleşmelere uğramıştır. Bunların izleri çeşitli kıvrım bindirme kuşakları ve çökel havzaları olarak görülür. Pireneler, Atlas Dağları, Alpler, Pirinadlar, Karpatlar, Toroslar, Pontidler, Kafkaslar, Elbruz ve Zagroslar; Alp-Himalaya sistemi olarak bilinen dağ kuşakları son büyük çarpışmanın ürünüdürler. Bu çarpışma ile Neotetis, Paratetis ve Akdeniz olarak iki büyük okyanusa bölünmüş, Orta Asya ve Doğu Avrupa'yı kaplayan göreceli sığ kütlesi Paratetis olarak ayrılmıştır. Güneydeki Akdeniz ise Ortadoğu üzerinden Hint Okyanusu'na, İber Yarımadası üzerinden Atlantik Okyanusu'na bağlanmıştır (Şengör ve Yılmaz 1981). Bu olaylar sonucu günümüzdeki Avrupa, Asya, Ortadoğu alanlarının ana iskeleti şekillenmiş ve paleotektonik dönem böylece kapanmıştır. Göreceli yakın zamanda (Miyosen; 23-5,3 my) Afrika ve Arap yarımadasının kuzeye doğru hareketi başlamış ve Avrupa'nın altına dalmıştır. Bu çarpışmalar ile Akdeniz, Hint Okyanusu'ndan, Karadeniz ise diğer Paratetis bölgelerinden ayrılmış ve kıta içi denizlere dönüşmüşlerdir. Miyosen sonunda Akdeniz bütünüyle kurumuş ve Zanklean transgresyonu adı verilen deniz ilerlemeleri ile Atlantik Okyanusu üzerinden yeniden dolmuştur (5,3-3,6 My). Bu dolmanın tektonik sebeplerle mi, yoksa iklim değişikliği nedeniyle mi olduğu hala tartışma konularındandır (Aksu vd. 2005, Grunert vd. 2016).

Zanklean transgresyonu öncesinde Akdeniz'in kurumasını temsil eden evaporitler (Messiniyen Krizi), Akdeniz'in ortasında olduğu kadar kenar havzalarda da bulunur. Bunun en iyi örnekleri Manavgat Meydan Yaylası, Adana Havzası, İskenderun-Arsuz Alt Havzası'nda görünür (Tekin vd. 2010, Boulton vd. 2007, Darbaş ve Nazik 2010, Dündar ve Varol 2019). Zanklean transgresyonu sonrasında (Neotektonik dönem), Akdeniz çevresinin bugünkü morfolojisi ortaya çıkmış ve Neojen Havzaları parçalanmaya başlamıştır (Aksu vd. 2005).

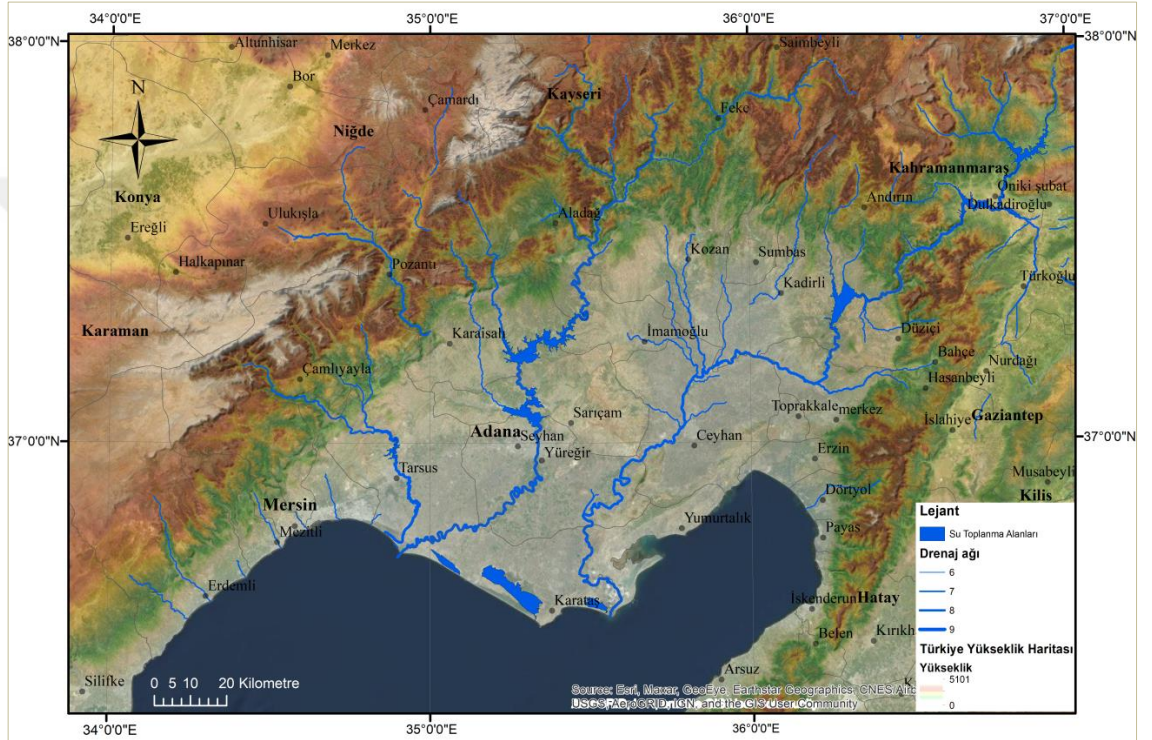


Şekil 1.2 Doğu Akdeniz'in genelleştirilmiş tektonik haritası ve çalışma alanının konumu (Şengör ve Yılmaz 1981'den renklendirilmiştir)

Ah:Adana Havzası, AF:Amanos Fayı, Anh:Antalya Havzası, KY:Kıbrıs Yayı, Kh:Klikya Havzası, ÖDF: Ölüdeniz transform fayı, DAF:Doğu Anadolu transform fayı, EF:Ecemis Fayı, FS:Florans Sırtı, HY: Helenik yayı, IHH:İskenderun-Hatay Havzası, Lh:Latakya Havzası, Mh:Maserya Havzası, MAh:Misis-Andırın Havzası, MK:Misis-Kreniya Fayı, KAF:Kuzey Anadolu transform fayı, PH:Pliny hendeği, SH: Strabo hendeği. Büyük oklar sabit Avrasya levhasına göre levha hareketinin yönünü gösterir, yarım oklar transform / doğrultu atımlı fayları gösterir.

1.3 Çalışma Alanı: Seyhan-Ceyhan Deltası

Çalışma alanı; Toros Dağları'nın güneyinde, Akdeniz'in Levant bölümünün kuzeyinde yer alan Neojen havzasıdır (Şekil 1.3). Toroslar göz önüne alınırsa "dağ arası havza" olarak nitelenebileceği gibi, güneydeki Helenik yay ve Kıbrıs yayı dikkate alındığında ise "yay-önü havza" olarak kabul edilebilir (Aksu vd. 2005). Ölüdeniz Fayının doğudan, Kıbrıs yayının güneyden sınırladığı bu Neojen çöküntüsü Misis yükselimi ile doğuda İskenderun, batıda Adana havzaları olarak ikiye ayrılmıştır. Amanos Fayı, Kozan Fayı ve Ecemiş Fayı da bölgenin deforme olmasına katkıda bulunmuşlardır.



Şekil 1.3 Çalışma alanı yer bulduru ve coğrafik haritası

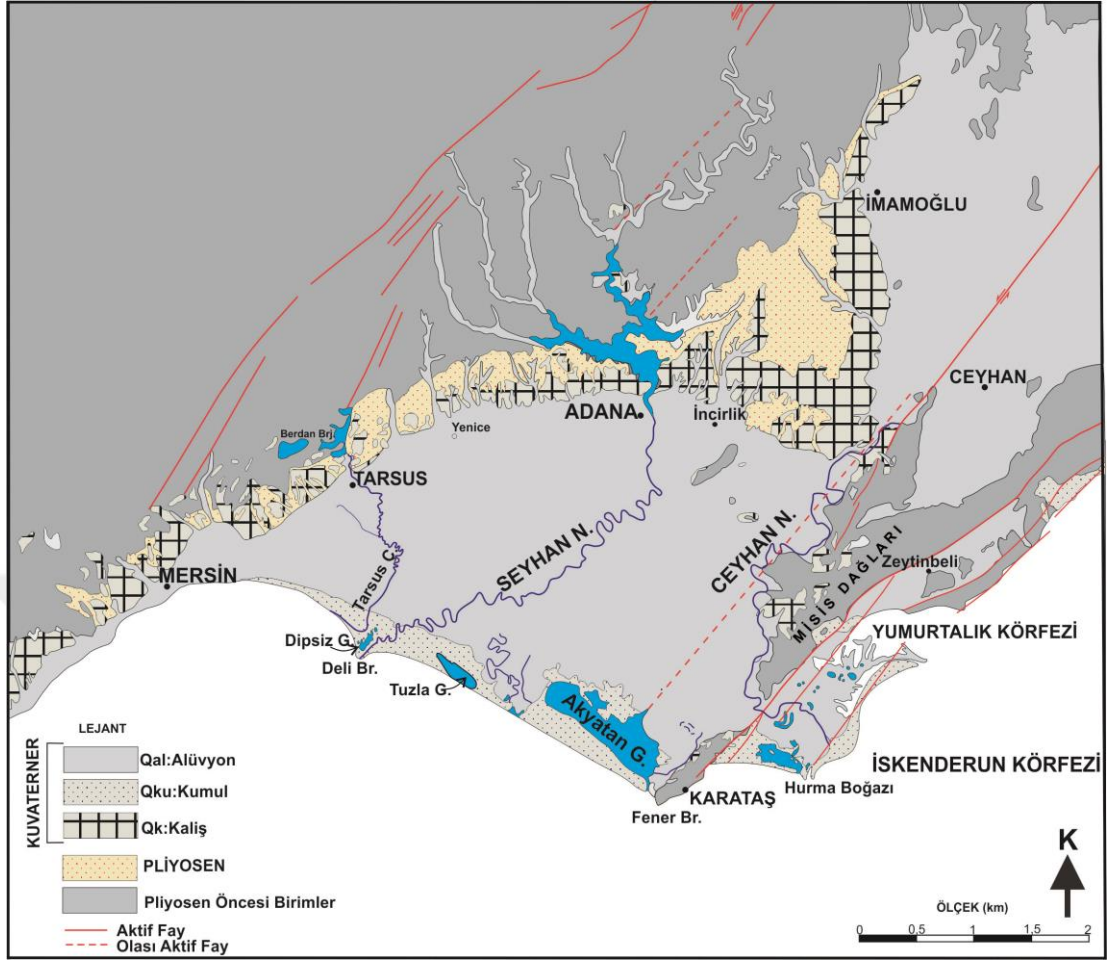
Neojen istiflerini barındıran Torosların 1700-2000 m kadar yükselmesi ve Adana Havzası istiflerinin önemli ölçüde yüzeylenmesi, yukarıda adları verilen fayların genel olarak Neotektonik dönemdeki tesiriyle olmuştur. İnceleme bölgesi olarak SCDK Adana Havzası'nın bir bölümünü oluşturur. Bir başka ifade ile SCDK Adana Havzası dolgusunun kısmen su dışındaki kısmı, günümüzde dolmaya devam etmektedir.

Tez konusu bu havza dolgusunun delta kompleksi şeklinde gelişen ve günümüzde Seyhan ve Ceyhan deltaları tarafından en üst bölümü oluşturulan bu istifin Pliyosen ve

Kuvaterner'deki gelişimini incelemektir. Bir bakıma tez konusu, Zanklean transgresyonu sonrası Adana Havzası'nın gelişimini irdelemektir.

1.4 Problem ve Amaç

Doğu Akdeniz bölgesinin iki büyük deltası Afrika kıtası üzerindeki Nil Deltası ile Anadolu levhası üzerindeki Seyhan-Ceyhan Deltası Kompleksidir (SCDK). Her ikisinin de jeolojik gelişim tarihçesi paraleldir ve Akdeniz'in evrimini temsil ederler. En önemli fark Nil Deltası'nın dalan ve tektonik bakımdan göreceli sakin Afrika Kıtası üzerinde gelişirken, SCDK'nın sismik bakımdan son derece aktif bir bölgede bulunmasıdır. Tektonizma nedeni ile Adana Havzası çokça parçalanmış ve bir kısmı yükselip su dışı olurken bir bölümü deniz altında kalmış ve üzerinde depolanma devam etmiştir. Yükselen kesimlerin üstü önemli ölçüde aşınıp, aşınmayan kısımlar üzerinde karasal genç çökeller ve toprak oluşumu gelişmiştir (Kaplan 2012). Ancak bu gelişimin stratigrafisi ve ortamsal tarihçesi çok açık ve kesin değildir. Özellikle son buzul çağında deniz seviyesinin bugüne göre 130 m kadar düşük olması aşınma alanlarını genişletmiş ve derin yarılmaların olmasını sağlamıştır. Bu derin yarılmaların yanında, fay kökenli yükseltilerin önünde kaba taneli yamaç döküntüleri ile alüvyon yelpaze gelişimleri söz konusudur. Bütün bu jeolojik olaylar Holosen transgresyonu ile örtülmüş ve Orta Holosen'den bu yana günümüzde görünür olan delta gelişmiş ve Çukurova adı ile bilinen geniş düzlük teşekkül etmiştir (Şekil 1.4). Problem, bu düzlüğün örttüğü ve önemli kısmı da deniz altında kalan çökel istifinin Zanklean transgresyonundan sonraki jeolojik evrimidir. Pasif kıta kenarı üzerinde bulunan Nil Deltası'nın evrimi doğrudan karasal malzeme gelişi ve deniz seviyesi değişiklikleri ile belirlenirken, SCDK'nın Holosen öncesi evrimi açık değildir. Örneğin Pliyosen-Kuvaterner olarak bilinen bu çökel paketi delta olarak mı, yoksa platform-şelf istifi olarak mı gelişmiştir? Tektonik ile yükselmiş denizel Neojen istifinin Miyosen bölümü hem filiş hem kireçtaşlarını kapsar (Görür 1992, Darbaş ve Nazik 2010, Avşar vd. 2006, Görür 1979, Gürbüz ve Kelling 1993, Ünlügenç vd. 1993, Schmidh 1961, Yalçın ve Görür 1984).



Şekil 1.4 Seyhan-Ceyhan Deltası jeoloji haritası (fay hatları, Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler 1/500 000 ölçekli MTA (2003) haritasından alınmıştır).

Çukurova düzlüğü güney ucunda ve denizde yapılan sondajlarda ise genellikle tuz tektoniği ile aşırı şekilde deforme olmuş bir istif ile karşılaşılır, kalınlıklar ve fasiyesler kısa mesafelerde değişmektedir (Aksu vd. 2005). Adana Havzası'nın su altı kesimleri tektonik hatlarla İskenderun Havzası, Mersin Havzası olarak da isimlendirilmektedir. Özetle hem farklı isimlendirmeler hem de tektonizmanın etkileri nedeniyle istif stratigrafisi oldukça karışıktır. Bu çalışmanın amacı Zanklean transgresyonu sonrası su ve su dışı alanlarda kalan (güncel Seyhan-Ceyhan Deltası düzlüğü ve bunun deniz içindeki devamı) Adana Havzası çökel istifinin tarihçesini ortaya koymaktır. Güncel Seyhan-Ceyhan Deltası bu istif üzerinde ince bir örtü şeklinde durmaktadır. Altta gerçekten bir delta olup olmadığı (Seyhan-Ceyhan nehirlerinin Geç Miyosen'den bu yana var olup olmadıkları), yani Zanklean transgresyonu ile dolan Adana Havzası'nda delta oluşmaya başlayıp başlamadığını tespit etmek çalışmanın amaçlarından birisidir.

Önceki bütün jeoloji incelemelerinde Neojen istif, Adana Havzası, Adana Havzası'nın paleontolojisi gibi genel başlıklarda verilmiş delta oluşumu ortaya konulmamıştır.

Jeofizik incelemelerine dayanan denizaltındaki istifin jeolojisi, sismik kesitlerin yorumunu kapsar (Aksu vd. 2005). Sismik kesitlerde istif sınırları belirgin fakat farklı yönlerle doğru çok değişkenlik göstermektedir. Karadaki istif stratigrafisi ve yorumu ile denizaltındaki eşdeğerlilikleri önemli farklılıklar bulundurmaktadır. Bu çalışmada sismik veriler ile birlikte sondaj verileri ve sondajlardan alınan kırıntı örnekleri kullanılarak yorumlar litoloji ile denetirilecektir.

Bu çalışmanın bir başka amacı da Pliyosen ve Kuvaterner istiflerinin oluşumu sırasındaki Akdeniz su seviyesi hakkında veriler toplamak ve bunları zamana bağlamaktır. Nil Deltası ve onun su altı eşdeğerleri pasif kıta kenarı üzerinde geliştiğinden dolayı teorik olarak yalnızca deniz seviyesi kontrolünde depolanmıştır. Su seviyesinin aynı denizin kuzey kenarında da aynı olacağı varsayımından hareketle eğer deltayık çökelim söz konusu ise iki delta istifleri denetirilerek Adana Havzası-SCDK içinde deniz seviyesi değişimi eğrisi örneklenmeye çalışılacaktır. Bütün bu sonuçlar için öncelikle güncel Seyhan-Ceyhan Deltası tanımlanacak ve gelişimi ortaya konulacaktır.

Seyhan-Ceyhan Deltası'nın su dışı düzlüğü halk dilindeki adı ile Çukurova, Türkiye'nin en önemli tarım ve ticaret merkezidir ve çok sayıda yerleşim bulundurur. Bu coğrafi ve ekonomik önem tarihin eski dönemlerinde de mevcut olup bunun işareti olarak onlarca tarihi kent ve yerleşim yeri (höyük, kale, eski şehir kalıntıları) bulundurur. Özellikle son üç bin yıldan bu yana bu zengin Anadolu bölgesini ele geçirmeye çalışan ve yerleşen kültürler vardır. Hititler, Asurlar, Selevkoslar, Romalılar, Selçuklular ve Osmanlılar bu bölgedeki uzun süreli yerleşim kuranların başında gelirler (Akurgal 1997). Bu yerleşim yerlerin bir bölümü tarihi kıyı kentleri olup, deltanın ilerleme durumu hakkında veriler teşkil ederler. Örneğin Tarsus kenti eski bir liman kenti iken bugün 20 km kadar içeride kalmıştır (Öner vd. 2005) (Şekil 1.5).



Şekil 1.5 Çukurova Bölgesi tarihi yapılar ve Tarsus-Kleopatra Kapısı

Çukurova ve Seyhan-Ceyhan Deltası aynı zamanda önemli bir habitat teşkil eder. Kendine özgü iklimi ve buna bağlı özel fauna ve florası vardır. Özellikle kıyı kuşağında birçok yerin korunması için çalışılmakta çok sayıda doğa koruma bölgesi ilan edilmiştir. Hali hazırda Tuzla yaban hayatı geliştirme sahası (YHG), Akyatan YHG sahası, Kozan Çandık YHG sahası, Anavarza kayalıkları YHG sahası dahil olmak üzere on kadar koruma alanı vardır. Ayrıca tabiat parkı, Aladağlar Milli Parkı, Karataş Tuzla Gölü, Yumurtalık Lagünü, Akyatan Gölü nitelikli koruma alanlarıdır (www.dkmg.gov.tr).

1.5 Terimler ve Tanımsal Çerçeve

Seyhan-Ceyhan Deltası (SCD), Holosen transgresyonu ile oluşan bir tortul birikimdir. Son buzul çağında Akdeniz’de su seviyesinin bugünkünden 110-130 m daha aşağıda olması, bunun yanında İstanbul Boğazı taban eşiğinin -32 m, Çanakkale Boğazı eşiğinin -74 m olması nedeniyle Karadeniz ve Marmara denizi göl haline gelmiştir (Ryan vd. 1998, Ergin vd. 1997). Bu sırada Adana Havzası’nın büyük bölümü su dışında ve

aşınmaya uğramakta idi. Seyhan-Ceyhan nehirlerinin getirdiği tortullar şimdilerde de deniz altında kalan bir yerlerden kıyıya ulaşıyor ve belki delta oluşturmakta idi. İşte SCD olarak adlanan tortul birikimi, son buzul çağından bu yana oluşan, şimdilerde su dışı düzlüğü Çukurova'yı oluşturan tortul kütlesidir.

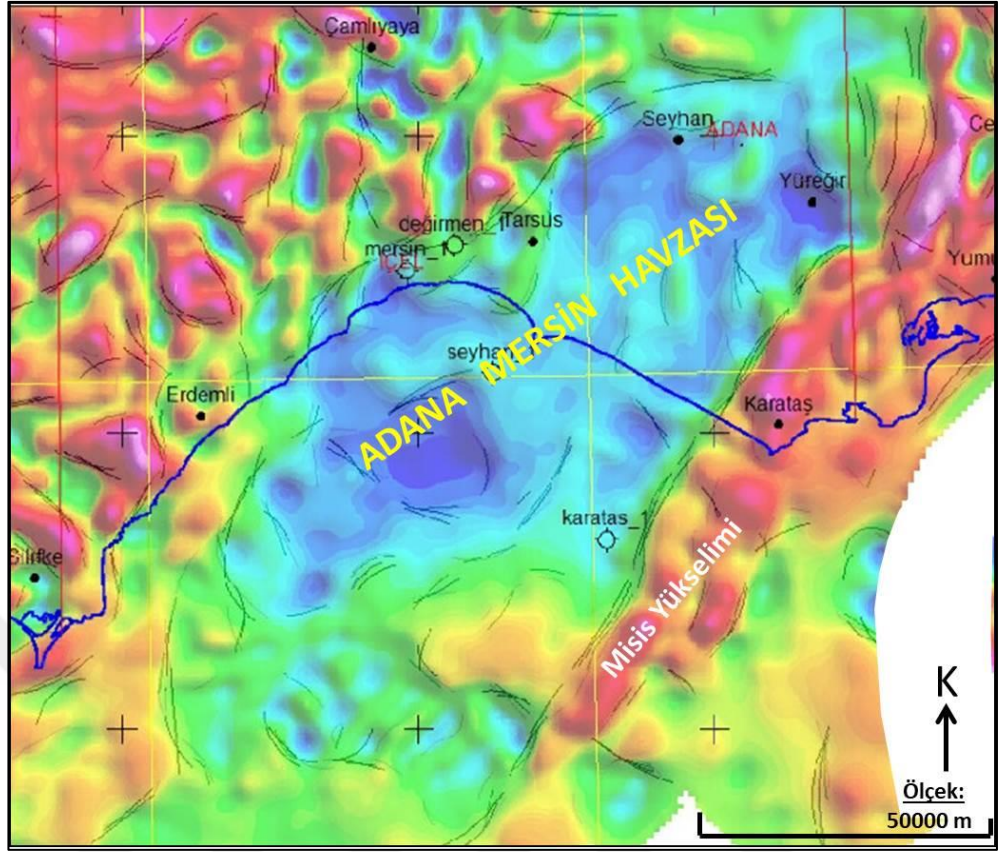
Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi (SCDK) olarak adlanan tortul prizması ise Zanklean transgresyonu sonrası oluşan Pliyosen-Pleistosen yaşlı, Adana Havzası dolgusunun en üst, en genç bölümüdür.

Bu bölümde çalışmada kullanılan bazı terimlerin tanımları verilecektir. Bu açıklamalara bölgede yapılan çok sayıda birbirine yakın çalışmanın karışıklığını önlemek adına ihtiyaç duyulmuştur.

Bu çalışmada hem SCD, hem de SCDK ele alınmaktadır. Holosen Deltası, daha önceki delta kompleksinin oluşum şartlarının anlaşılmasını sağlayacağından öncelikle ele alınacaktır.

Adana Havzası, batıda Ecemiş Fayı, kuzeyde Toros yükselimi, doğuda ise Amanos Dağları ve Misis yükselimi ile sınırlandırılmış, güneyde ise Kıbrıs'a kadar devam eden depolanma yeridir (Kozlu 1997, Meşhur vd. 1994). Bu çalışmada konu edilen SCD ve SCDK Adana Havzası'nın kuzey yarısında yer almaktadır (Şekil 1.4).

İskenderun Havzası, belki de-Adana Havzası'nın bir parçası (alt havzası) olmakla birlikte birçok çalışmada bu ilişkiye değinilmemektedir. Misis yükseliminin doğusunda kalan, Ölüdeniz fayı ile sınırlanmış, esas itibarıyla denizel bir havzadır (Aksu vd. 2005, Boulton vd. 2007, Tekin vd. 2010).



Şekil 1.6 Adana-Mersin Havzası alanı; gravite-manyetik haritada koyu mavi renkli alan basen çukurluğunu temsil etmektedir. Haritada 4000 m derinliğine kadar olan faylar görülmektedir)

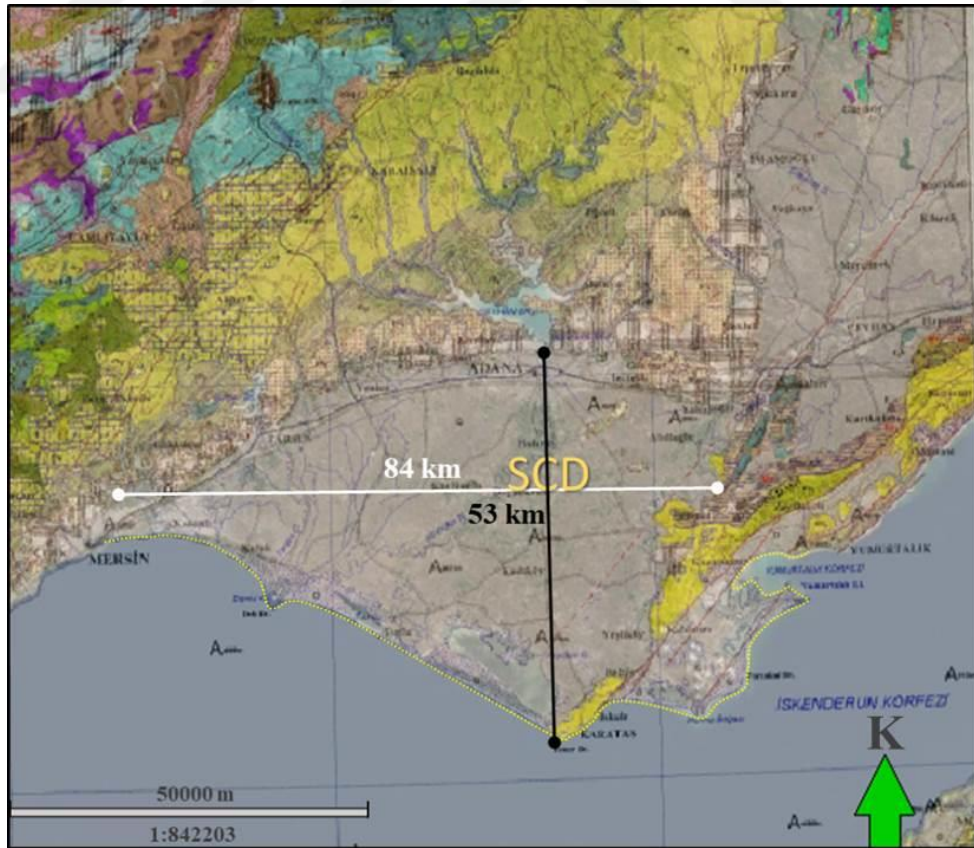
1.6 Seyhan-Ceyhan Deltası'nın Coğrafik Özellikleri

İnceleme bölgesi, esas olarak Adana Havzası Geç Miyosen-Geç Pleyistosen çökellerinin dağılım alanı ile sınırlıdır. 1/500.000'lik jeoloji haritalarında Adana Havzası birimlerinin yaklaşık 1300 m'lere kadar yükseldiği görülür. En yüksekte olanlar Alt Miyosen birimleri, özellikle resifal kireçtaşlarıdır (bkz MTA-2002, Adana Paftası). Pliyosen birimleri daha alçak kotlarda 570 m kotlarına kadar izlenir (bkz MTA-2009 1/100 000'lik Mersin O-33 paftası). Kuvaterner birimleri ile Neojen Birimleri arazide morfolojik kesiklik gösterir. Çukurova olarak bilinen bölümü (Adana, Kozan, Kadirli, Osmaniye gibi büyük yerleşim yerlerinin olduğu alan) rakımı 30 m-140 m arasındadır. Denize kadar düzlüğün eğimi ‰15 kadardır. Bu neredeyse yataya yakın morfolojide akarsular menderesler çizerek ilerlemek durumundadır. Çukurova'nın kuzey-güney

yönde uzunluğu 53 km, D-B yönünde 84 km'dir. Deniz alanları da dikkate alınırsa Adana Havzası yaklaşık 36-38⁰K, 34-36⁰ D koordinatlarında yer alır (Şekil 1.7).

Misis yükselimi karada zayıf yükselti halinde yaklaşık 100-300 m kotlarında izlenir. Deniz altında Karataş açıklarında KD-GB yönlü bir hat boyunca devam ederek Kıbrıs Beşparmak dağlarına bağlanır (Şekil 1.6). Deniz bölümü de dikkate alındığında, Adana Havzası yerine Adana-Mersin Havzası denilmesi daha uygun olurdu.

İnceleme bölgesinin karasal alçak alanları morfolojik olarak iki kısımdır. 100-30 m arasında karbonatlı şekiller, 30-0 m arasında ise delta düzlüğü görülmektedir. Seyhan-Ceyhan Deltası olan bu düzlük ayrıca ele alınmıştır. Seyhan ve Ceyhan nehirleri ile kısmen de Tarsus Çayı tarafından oluşturulan Seyhan-Ceyhan Deltasının görülen kısmı (=su dışı delta düzlüğü 3,5 km' dir ve üçgen görüntüsü ile tipik delta morfolojisini yansıtır (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Seyhan-Ceyhan Deltası yayılım alanı ve mesafeleri

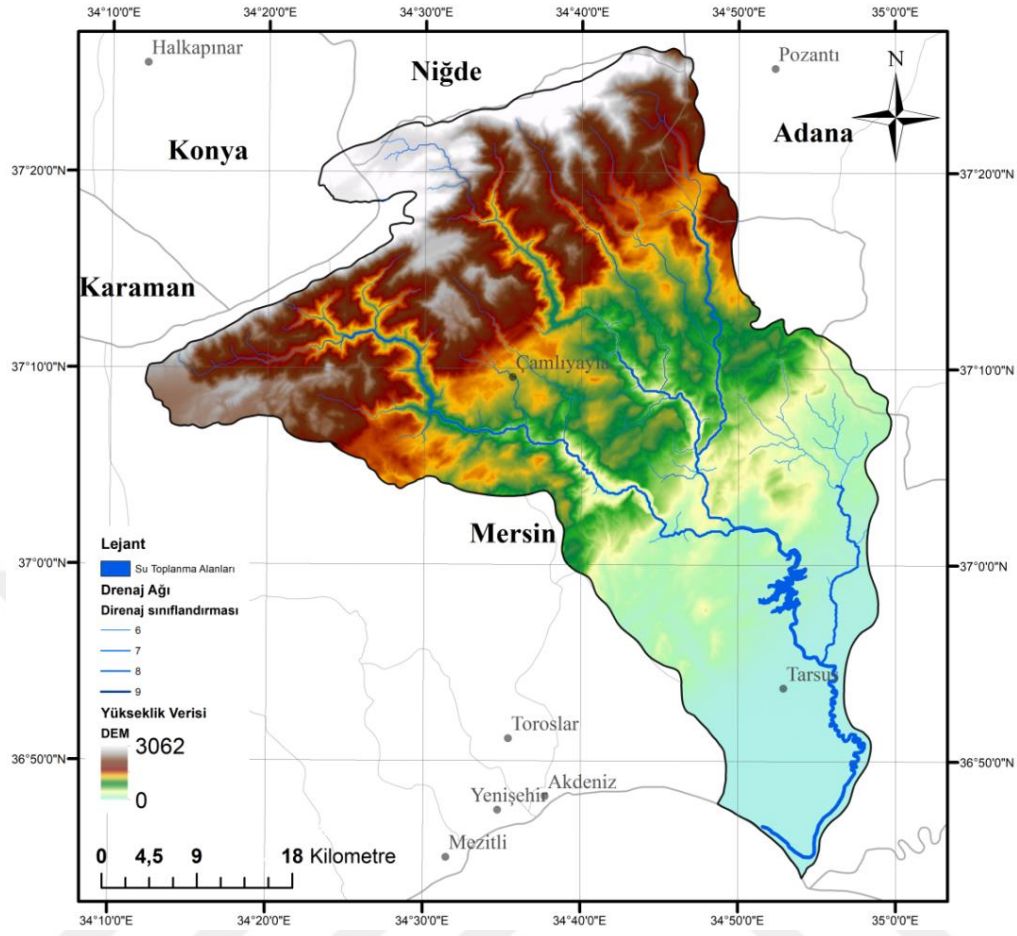
Seyhan-Ceyhan Deltası (SCD), Türkiye'nin en büyük ve şekil olarak en tipik deltasıdır. İki büyük (Seyhan, Ceyhan), bir küçük (Tarsus Çayı) akarsu tarafından oluşturulmuştur. Tarsus Çayı denize kavuştuğu yerde Seyhan Nehri ile birleştiğinden delta ismine girmemiştir. Nehirlerin drenaj alanı ve taşıdıkları su-yük durumu Tablo-1'de listelenmiştir. Hemen belirtilmesi gereken durum, bu alanlar üzerine yapılan çok sayıda baraj ve gölet nedeniyle son yıllarda denize tortul taşımaları kesilmiştir.

Çizelge 1.1 Seyhan-Ceyhan Deltasını besleyen nehirlerin özellikleri (EİE 1993; Kaya 2008'den alınmıştır).

NEHİRLER	Drenaj alanı (Km ²)	Ortalama Debi (m ³ /sn)	Ortalama Asılı Madde (kg/sn)	Çökel Miktarı (ton/yıl)
Tarsus	1426	42	4,1	129*103
Seyhan	19352	274	164,4	5185*103
Ceyhan	20466	303	173,2	542*103
Toplam	51309	745	422	13315*103

1.6.1 Tarsus Çayı

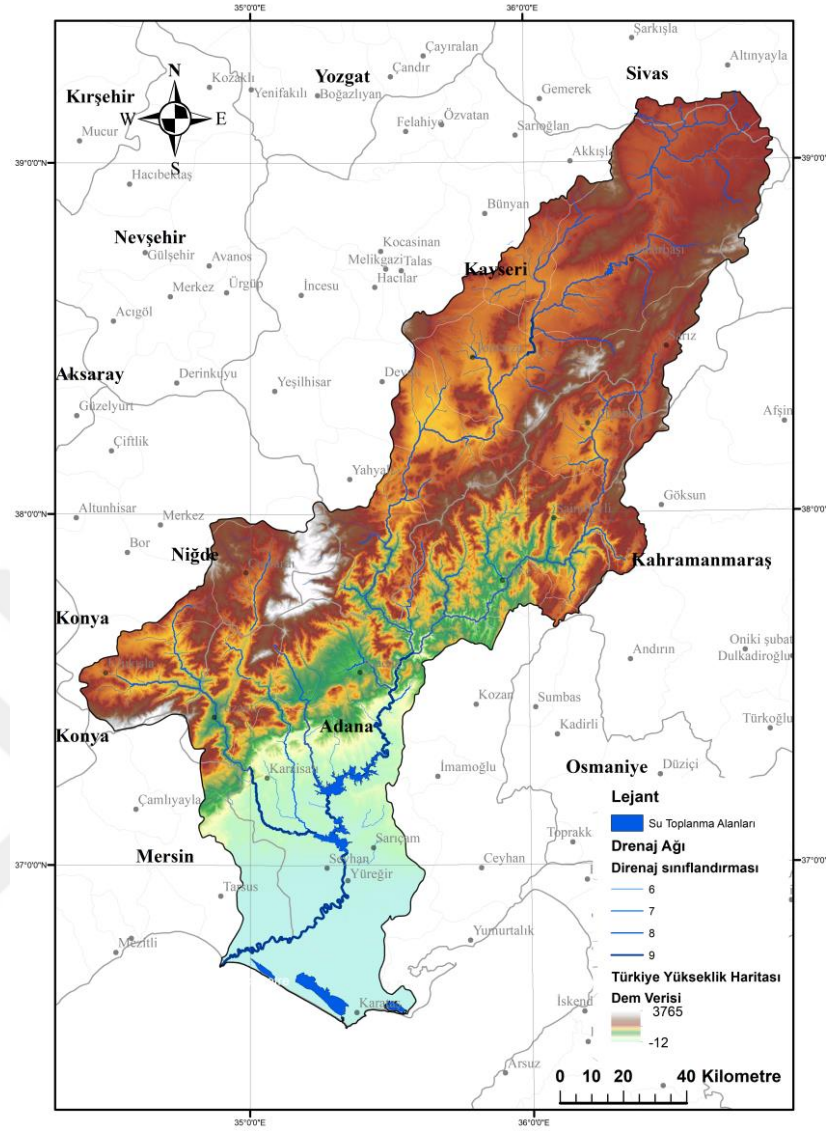
Toros dağlarından çıkan kaynaklarla oluşan Kadıncık ve Cehennem derelerinin birleşmesiyle meydana gelmiştir. (Şekil 1.8). Akarsu, Tarsus'un doğusunda kavis yaparak Akdeniz'e dökülür. Yatak derinliği 4-6 m; genişliği 10-75 m'dir. Drenaj alanı Muhat Köprüsü'ne kadar 1426 km²'dir (EİE 1993).



Şekil 1.8 Tarsus Alt Havzası'nı besleyen akarsu ağı ve Tarsus Nehri'nin DEM harita görüntüsü

1.6.2 Seyhan Nehri

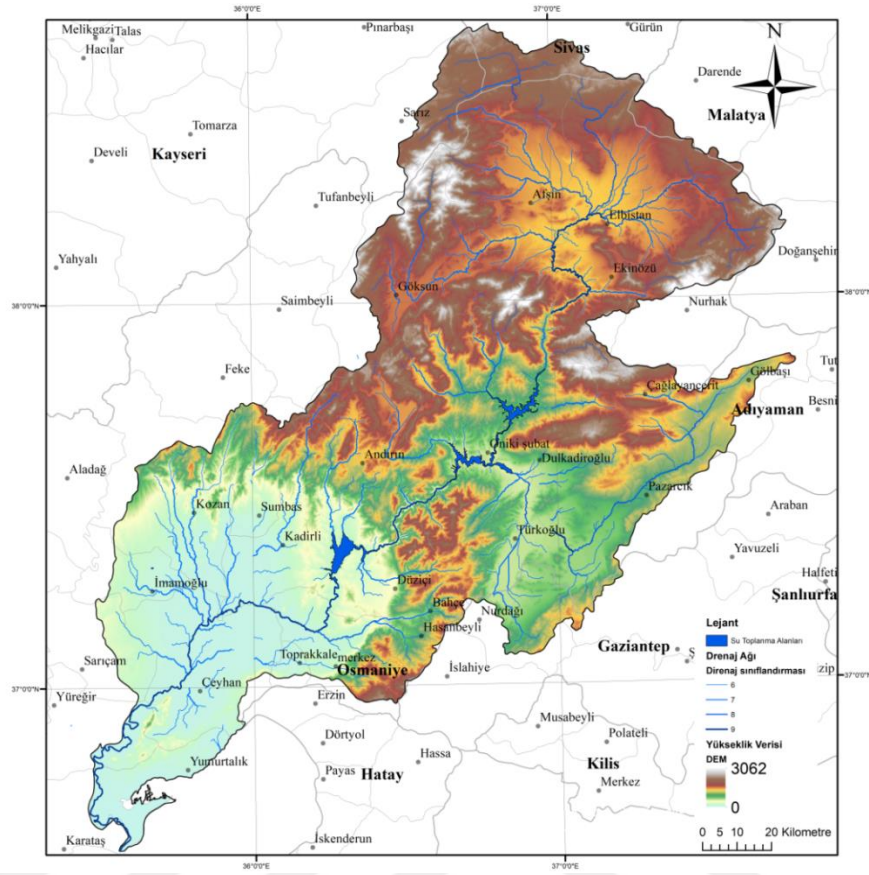
Seyhan Nehri; Kayseri-Pınarbaşı ilçesinden, 1500 metre yükseklikteki Uzun Yayla yöresinden doğan Zamantı Irmağı (317 km) ve bunun doğusundaki Göksu Nehri'nin (198 km) birleşmesiyle meydana gelir (Şekil 1.9). Toros Dağları'ndan Akdeniz'e doğru sağdan sırasıyla; Eğlence (87 km), Körkün (157 km), Üçürge (60 km) ve Çakıt (162 km) derelerini içine alır. Adana Kenti'nin içinden geçerek ovada güneybatı istikametinde birçok menderesler çizer ve Berdan Çayı'nın 3 km kadar doğusunda, Deliburun adı verilen bir delta lobu meydana getirerek Akdeniz'e dökülür. Seyhan Nehri'nin toplam uzunluğu 560 km olup Akdeniz'e döküldüğü yerlerde havza alanı 22035 km²'dir (DSİ 2012).



Şekil 1.9 Seyhan Havzası'nı besleyen akarsu ağı ve Seyhan Nehri'nin DEM harita görüntüsü

1.6.3 Ceyhan Nehri

509 km uzunluğa sahip olan Ceyhan Nehri bölgenin ve deltaının ikinci büyük akarsuyudur. Elbistan'ın 3 km güneydoğusunda, Pınarbaşı Mevkii'nden doğar ve menderesli bir kanal ile İskenderun Körfezi'ne dökülür (Şekil 1.10). Başlıca kolları; Söğütlü, Hurman, Göksun, Mağara Gözü, Fırınz, Tekir, Körsulu ve Aksu çaylarıdır. Ceyhan Nehri yukarı ve orta yatağında genellikle derin vadilerden geçmektedir. Bu vadilerin birçoğu baraj suları altında kalmıştır. DSI sondajlarında Nehrin yatağının killi olduğu bu nedenle ovadaki akiferleri yeraltı suyu yönünden beslemediği bilinmektedir.



Şekil 1.10 Ceyhan Havzası'nı besleyen akarsu ağı ve Ceyhan Nehri'nin DEM harita görüntüsü

Aşağıda yer alan Şekil 1.11 ve Şekil 1.12'de Tarsus-Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin modern görünümü ve döküldükleri alanın kıyı morfolojileri görülmektedir.



Şekil 1.11 Tarsus-Seyhan nehirlerinin boşalım ağzı ve delta düzlüğü üzerindeki menderesli yatağı. Tarsus Çayı'nın boşalım ağzının kıyı kumullarının gelişimi nedeniyle batıya doğru yer değiştirdiğine dikkat ediniz



Şekil 1.12 Ceyhan'a Nehri'nin boşalım ağzı ve delta düzlüğü üzerindeki menderesli yatağı. Kopmuş menderes kollarının çokluğuna dikkat ediniz. Bunlar ilkbaharda göl oluştururlar fakat çoğu sonbaharda kurur. Nehrin boşalım ağzı günümüzde düzenlenmiştir

1.6.4 Lagünler

SCD üzerinde küçükü büyüü birçok lagün vardır. Bir kısmı oluşur ve kısa sürede kaybolur. Bunlardan iki tanesi delta ilerlemesinin önemli elemanlarıdır.

1.6.4.1 Akyatan Lagünü

Türkiye'nin en büyük lagünüdür. DSI (2012) verilerine göre yüzey alanı 147 km², ortalama su seviyesindeki alanı yaklaşık 5,027 km²'dir (yaz sonunda su seviyesi düşmekte ve alanı küçölmektedir). Seyhan ve Ceyhan Deltası sulak alan sistemlerinin ekolojik olarak en önemli bileşenlerinden biridir. Lagün, güneydoğusundan çıkan 2 kilometrelik dar bir kanalla denize bağlanmaktadır. Göl sularının yüksek olduğu dönemlerde kanal vasıtasıyla gölden denize, düşük olduğu dönemlerde ise denizden göle doğru su akışı olmaktadır. Bu nedenle göl suyundaki tuzluluk mevsimlere göre değişiklik gösterir. Kışın ve ilkbaharda, drenaj kanalları ile taşınan sular ve yağışların etkisi ile göl suyu tatlılaşır, yazın ise yüksek buharlaşma ve denizden göle olan su girişı nedeniyle tuzluluk artar. Tuzluluk, gölün değişik noktalarında farklılıklar gösterir. Denize bağlantının olduğu kesimde yüksek, sızıntı ve drenaj sularının etkili olduğu kuzeydoğu kesimlerde ise daha düşüktür.

1.6.4.2 Tuzla Dalyan Gölü

Akyatan Lagünü'nün ardından bölgedeki ikinci büyük lagündür. Deniz seviyesindeki Tuzla Lagünü Seyhan Nehri'nin ağzının doğusunda yer alır. Tuzla Lagünü, göl alanı 11 km², kumul ve tarlalar 33 km² olmak üzere yaklaşık 44 km² genişliğindedir. Yılın büyük bölümünde hafif tuzlu olan lagünün su seviyesi özellikle kış yağışlarından sonra yükselir. Bu dönemde göldeki tuzluluk azalır. Gölün özellikle doğu tarafında geniş çamur düzlükleri ve tuzcul bataklıklar bulunur. Denizden alçak ve dar bir kumul şeridiyle ayrılır. Kuzeyinde 500 m genişliğinde bir şerit üzerinde kuru tarım yapılan tarlalar ve çayırlar vardır. Günümüzde sulu tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Kısa bir kanal lagünün denizle bağlantısını sağlar (DSI 2012).

1.7 İklim Bilgileri

Deltaları oluşturan ve besleyen akarsular en az etkisiyle iklim kontrolündedir. Suları vasıtasıyla hem tortul taşır hem de deltanın gelişimini kontrol ederler. Bu nedenle bütün delta incelemelerinde iklime özel olarak değinilir.

İklim, yağış ve sıcaklığın fonksiyonu olup, bu iki parametre ile belirlenir. SCD bölgesinde tipik Akdeniz iklimi (yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı) egemendir. Buharlaşma ve su kaybı sıcaklığı ortalama 30-38° arasında olduğu yaz aylarında belirgindir. Akarsuları besleyen yağış kış aylarında (Aralık, Ocak) ve ilkbahar (Mayıs)'da görülmektedir (DMI 2012). Bununla birlikte yağışlar yıllara göre farklılık göstermekte, bazı yıllar ciddi kurak geçmektedir. Ortalama yağışın 350 mm olduğu delta bölgesinde 1960, 1973, 1982, 2002, 2005, 2008, 2013 yılları belirgin olarak kurak geçmiş ve yıllık yağış ortalaması 100 mm'nin altında kalmıştır (Çizelge 1.2).

Daha önce de belirtildiği gibi akarsuların üzerinde çok sayıda baraj inşa edilmiştir (örn: Seyhan Barajı-1956, Çatalan Barajı-1982-1997). Bu yüzden günümüzde yağışların delta ilerleme-gerilemesine tesiri ortadan kalkmıştır. Çünkü akarsularla sağlanan tortul barajlarda tutulmaktadır.

Çizelge 1.2 Adana’da kaydedilen yağış verilerinin yıllara göre dağılımı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)

YILLAR	EN FAZLA YAĞIŞ ALAN AY	YAĞIŞ MİKTARI (mm)
1960	Mayıs	64.5
1961	Aralık	364.2
1962	Aralık	273.6
1963	Mayıs	211.4
1964	Şubat	136.8
1965	Aralık	180.1
1967	Nisan	192.8
1968	Aralık	345.8
1969	Ocak	202.2
1970	Şubat	97.1
1971	Nisan	127.3
1972	Şubat	87.3
1973	Nisan	86.3
1974	Aralık	334.4
1975	Nisan	154.4
1977	Ocak	154.8
1978	Aralık	176.4
1979	Aralık	137.3
1980	Ocak	182.2
1981	Ocak	394.5
1982	Aralık	69.1
1983	Şubat	145.3
1984	Ocak	145.8
1985	Ocak	178.1
1986	Ocak	107.2
1987	Aralık	201.3
1988	Şubat	130.6
1989	Aralık	131.3
1990	Şubat	134.1
1991	Aralık	415.6
1992	Kasım	218.3
1993	Mayıs	101.7
1994	Kasım	318.1
1995	Ocak	181.8
1996	Ocak	152.9
1997	Aralık	177.8
1998	Aralık	173.9
1999	Şubat	102.3
2000	Ekim	135.7
2001	Aralık	320.9
2002	Ocak	109.2
2002	Nisan	88.8
2003	Aralık	167.2
2004	Ocak	252.1
2005	Şubat	75.6
2006	Ekim	156.3
2007	Şubat	127.0
2008	Aralık	58.2
2009	Ocak	145.7
2010	Aralık	194.5
2011	Aralık	156.4
2012	Aralık	298.4
2013	Mayıs	61.5

1.8 Önceki Çalışmalar

Seyhan-Ceyhan Deltası ve delta kompleksi, jeoloji literatüründe “Adana Havzası” olarak bilinen çökelme alanında bulunur. Burası Doğu Toroslar ile Kıbrıs arasındaki alanı kaplar. İskenderun Körfezi’nin bitişiğinde ve batısında bulunur (Şekil 1.1).

Doğu Akdeniz, Toroslar ve Adana-İskenderun havzalarında pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bunlardan doğrudan jeoloji ile alakalı ve Adana Havzasına yoğunlaşmış olanlara aşağıda değinilmiştir. Burada verilenler Havza boyutunda yapılan genel incelemeler olup, stratigrafi, paleontoloji, sedimantoloji, jeofizik, tektonik vb. özel alanlara indirgenmiş olanlara ayrıca yeri geldiğinde değinilmiştir. Çukurova Üniversitesi mensupları tarafından yapılan incelemeler çoğunluktadır.

Adana Havzası’nda ilk detaylı jeoloji çalışması Mobil Oil Şirketi tarafından 1953-1960 yıllarında yapılmıştır. Formasyon adlamalarının yapıldığı bu çalışmada Seyhan Grubu adı altında Gildirli, Karaisalı, Cingöz ve Güvenç Formasyonları; Adana Grubu adı altında ise Memişli, Koson, Sucular ve Handere Formasyonlarının ayrımı yapılmıştır.

Yetiş vd. (1986), "Adana Havzası Kuzgun Formasyonunun (Üst Miyosen) Fasiyes ve Ortamsal Nitelikleri" adlı çalışmada doğudan batıya seri kesitler ölçerek Kuzgun Formasyonu'nun fasiyes ve ortamsal özelliklerini incelemişlerdir. Formasyonun alüvyal, örgülü nehir çökelleri ve sık denizel nitelikli çökellerden oluştuğu belirtilmiş, Geç Miyosen döneminde karadan beslenmenin şimdiki Seyhan baraj yeri ve uzanımından olduğunu vurgulamışlardır.

Çuhadar (1988), "Adana Baseni Değerlendirmesi" adlı TPAO raporunda sismik kesit ve kuyu verileri kullanılarak formasyonların kalınlık haritaları ve ilgili çizelgeler hazırlanmıştır. Orta Miyosen sonuna doğru yükselmiş olan Misis baseninden, Adana Basenine doğru kırıntılı beslenimlerinin olduğunu belirlemiş ve petrol aramacılığı açısından önemlerine değinerek prospektif olabilecek alanlara yönelik önerilerde bulunmuştur.

Akça (1994), "Adana Kuzeydoğusu-Kozan Civarı Miyosen-Pliyosen Çökellerinin Nannoplankton Biyostratigrafisi ve Sayısal Değerlendirmesi" adlı çalışmasında, stratigrafik kesit ölçümleri ve örneklemelerle, *Helicosphaera ampliaperta* (Geç Burdigaliyen-Erken Langiyen), *Sphenolithus heteromorphus* (Alt Langiyen- Alt Serravaliyen), *Discoaster exilis* (Serravaliyen), *Discoaster kugleri* (Serravaliyen) olmak üzere 4 adet nannoplankton zonu belirlemiş ve Türkiye ve diğer ülkelerdeki çalışmalarla karşılaştırmıştır.

Erol (1997)'de, Seyhan ve Ceyhan ırmaklarıyla oluşturulan Çukurova Deltası'nın yaklaşık olarak son 4000 yılda gelişmiş ve Türkiye'nin halen şekillenmekte olan en genç delta ovası olduğunu belirtilmiştir. Deltaya ait 6 adet delta lobu ayırt edilen çalışmada Ceyhan Irmağı'nın ağzının tıkanmasıyla ırmağın Akyatan, Dalyan lagününe yönelebileceğini öne sürülmüştür.

Kozlu (1997), "Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Neojen Basenlerinin Tektonostratigrafi Birimleri ve Bunların Tektonik Gelişimi" adlı doktora tezinde Misis-Andırın ve İskenderun havzalarının tektonik gelişim modellerini açıklamış, temel birimlerini ayrıntılı olarak yorumlamıştır. Çalışma bölgesini baz alarak Antalya'dan Kahramanmaraş bölgesine kadar tüm Neojen havzalarının stratigrafisine dayalı bölgesel korelasyon yapmıştır.

Öğrünç, vd. (2000) tarafından yapılan "Adana Baseni Üst Miyosen-Pliyosen İstifinde Messiniyen Tuzluluk Krizine Ait Bulgular" adlı çalışmada Adana Havzası sedimanter istifine ait Geç Miyosen-Pliyosen zaman aralığındaki jeolojik olaylar, sedimantolojik ve paleontolojik veriler kullanılarak incelenmiştir. Yaklaşık 5,5 milyon yıl önce gerçekleşen Messiniyen tuzluluk kriziyle (MTK) ortaya çıkan ortamsal değişimin biyota üzerindeki olumsuz etkilerine değinmişlerdir.

Ege (2001), "Tufanbeyli Havzası ve Yakın Çevresinin (Adana) Jeomorfolojisi" adlı yüksek lisans çalışmasında, bölgenin tektonik bakımdan hareketli olması, flüviyal aşındırmanın tektonik hareketlerin akabinde arazi üzerinde son derece etkili olması, tektonik hareketlerin neden olduğu bloklar ve kireçtaşlarının kartlaşması ve yükseltisi 2200 m. 'yi geçen alanların Pleyistosen'in son dönemlerinde buzullarla kaplanmasıyla

sahanın oldukça karmaşık ve çeşitli şekilleri bir arada bulunduran bir yapıda olduğunu belirtmiştir. Kuvaterner dönemindeki iklim değişmelerine bağlı olarak çeşitli seki sistemlerinin geliştiğini, Tufanbeyli Havzasını kuzeyden güneye kat eden Göksu (Sarız Çayı, Mağara Suyu) nehrinin havza tabanını parçalayarak kendisine geniş bir vadi tabanı oluşturduğunu vurgulamıştır.

Öğrünç (2001), "Messiniyen Tuzluluk Krizi Sırasındaki ve Sonrasındaki Çökellerin Stratigrafisi ve Paleoekolojisi, Bir örnek: Adana Baseni" adlı doktora çalışmasında Messiniyen Tuzluluk Krizi'nin Adana Baseni'ndeki etkileri paleontolojik ve mineralojik incelemeler ile araştırılmıştır. Tortoniyen'de, silttaşı, kiltaşı, çamurtaşı, siltli marn ve ince taneli kumtaşından oluşan birimlerin sığ denizel bir ortamda çökeldiği ve kaolinit mineralinin yüksek oranda bulunmasıyla da nemli bir iklimin varlığı, Messiniyen'de evaporit mineralleri ve akarsu çökellerinin varlığı ile havza kenarlarında ortamın karasallaştığı ve kaolinit miktarındaki azalma ile kurak bir iklim özelliğinde olduğu, ancak paleontolojik bulgularla derin kısımlarda denizel özelliğin korunduğu, Pliyosen' de ise ince taneli sedimanların bulunması ve zengin planktik foraminiferlerin varlığı ile yeni bir transgresyon başladığı ve kaolinit miktarındaki artış ile de yeniden ortamın nemli sürece girdiği yorumunu yapmıştır.

Yılmaz (2003), evaporitleri konu alan doktora çalışmasında; Adana-Tarsus arasında bulunan Neojen evaporit yatakları çalışılmış, tüm Akdeniz'i etkileyen Messiniyen tuzluluk krizinde; ilki başlangıç aşamasında gerçekleşen ve küresel soğumanın olduğu bir süreçte, ikincisinin ise küresel ısınmanın olduğu bir dönemde meydana gelen iki evaporit oluşum safhası saptanmıştır.

Okuyucu vd. (2005), Mersin Körfezi'nin batı şelfinde yüksek çözünürlüklü sismik yansıma profilleri ve sondaj verilerini kullanarak yürüttükleri çalışmada C (Üst Holosen) ve B (Holosen öncesi) olmak üzere iki majör depolanma sekansı belirlemişlerdir. En üstte yer alan C sekansının tabakalı (basitten karmaşığa) kaotik yansıma konfigürasyonları ile B'nin ise, sürekli ve dalgalı yansıma konfigürasyonları ile karakterize edildiğini belirtmişlerdir. C sekansının GB'ye doğru kıyıya paralel akıntıların olduğu şelfte biriken çökel dizisi olduğunu belirtmişlerdir. B sekansındaki bazı birikim döngüleri,

Pleyistosen'deki iklimsel dalgalanmalar ve deniz seviyesi değişimlerinin sonucudur. Sondaj verilerinden yararlanarak körfezde Pliyo-Kuvaterner istifinin kalınlık değişimlerini yorumlanmaya çalışılmış, körfezin batı şelfinde Holosen'in maksimum kalınlığının 4 cm/yıl sedimantasyon hızına karşılık geldiği belirtilmiştir.

Usta ve Beyazçiçek (2006), "Adana İlinin Jeolojisi" adlı MTA raporunda; Doğu Torosların batısında yer alan Adana ili ve çevresini kapsayan alanda çalışmalarını yürütmüşler, Paleozoyik-Kuvaterner yaş konağında çökelmiş olan kaya birimlerinin stratigrafik özelliklerini, maden potansiyeli ve depremselliği ortaya koymaya çalışmışlardır.

Darbaş ve Nazik (2010), Adana Baseni Neojen sedimanlarının Mikropaleontolojisi ve paleoekolojisi adını verdikleri çalışmada; ostrocod ve planktonik foraminifer tanımlamalarıyla Adana Baseni'nin Geç Miyosen istiflerine yönelik stratigrafi çalışması yürütmüşlerdir. Çalışma kapsamında Adana'nın orta ve batı kesiminden, Messiniyen evaporitlerinin alt ve üst seviyelerinden alınan örnekleri ve kuyu verilerini kullanmışlardır. Adana'nın batı alanındaki lokasyonlarda, evaporitlerin alt seviyelerindeki Üst Tortoniyen ve Alt Messiniyen yaşlı Kuzgun Formasyonu sedimanlarının fosil içeriği bakımından steril olduğunu; evaporit çökeliminin gözlenmediği orta kesimlerde ise iyi korunmuş ostrakod topluluklarıyla sığ denizel ortam koşullarının hakim olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kil minerolojisi yardımıyla Tortoniyen'de hümid iklim koşullarının, Messiniyen döneminde ise arid iklim koşullarının hakim olduğunu belirtmişlerdir.

Sınacı ve Toker (2010), Adana Havzası'nda Miyosen (Langiye-Messiniyen) yaşlı birimlerde nannoplankton florasını incelemişlerdir. İki adet kuyudan alınan 152 adet örnekte 7 adet nannoplankton biyozonu saptamışlardır.

Tekin vd. (2010), İskenderun-Hatay civarındaki Messiniyen evaporitlerinin sedimantolojisi ve paleoortamsal evrimine yönelik çalışmalarında; İskenderun-Arsuz alt baseni Messiniyen dönemi sedimantasyonunun kıyı lagünü silisiklastikleri ile ardalanmalı sığ su çökellerinden olduğunu; Hatay-Samandağ alt baseninin ise Ölü

Deniz Fay Zonu'nun etkisiyle gerçekleşen bölgesel tektonizmaya bağlı olarak derinleşme geçirdiğini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışma bölgesinde Miyosen/Pliyosen sınırının büyük ölçüde konkordan olduğunu ve lago–mare tipi çökelden gel-git düzlüğü-sahil kompleksi ve derin su çökellerine kadar geniş bir çökelleme yelpazeyle temsil edildiğini belirtmişlerdir. Evaporit istiflerinin sığ ve derin su silisiklastikleri ve lago-mare tipi tabakalarla lokal ara katkılı karbonatlardan oluşan Erken Pliyosen (Zanklean) çökelleriyle overlendiğini belirtmişlerdir.

Karakuş (2011), Adana Havzası'nın batısı, Tarsus'un kuzeyinde yüzeylenen Messiniyen yaşlı evaporitik kayalar sedimantolojik, petrografik ve jeokimyasal yöntemlerle irdelenmiştir. Bahse konu evaporitlerin Geç Miyosen'in ortalarında meydana gelmeye başlayan ve Messiniyen tuzluluk krizi sırasında da etkisini sürdüren zorunlu regresyon sonucu depolanmış delta çökellerinin sığlık alanlarında çökelmiş olduğunu belirtmiştir.

Cipollari vd. (2012), Akdeniz'in Cebelitarık Boğazı yoluyla Atlantik okyanusu sularıyla yeniden buluştuğu; Zanklean transgresyonuna yönelik Avadan lokalitesinde yaptıkları kesit ölçümü ve T-191 olarak adlandırdıkları sondaj çalışmalarında bölgede söz konusu sellenmenin Messiniyen Salinity Krizi (MSC) sonrasında (5.33 Ma) meydana geldiğini bölgedeki MZT'nin (Akdeniz Zanklean Sellanması), Sicilya'nın güney kıyısı ve Akdeniz'deki diğer stratigrafik kesitlerdeki Miyosen/Pliyosen geçişiyle aynı özellikleri gösterdiğini belirtmişlerdir. Adana'nın Kuzeybatı sınırını oluşturan, Orta Anadolu Platosu'nun GD marjini boyunca gerçekleşen hızlı yükselme oranının görece havza yükselmeye başladıktan sonra da devam ettiğini belirtmişlerdir.

Kaplan (2012), "Adana Yöresi ve Yakın Çevresi Kaliş Gelişimi ve Kökeni" adlı doktora çalışmasında; Adana yöresi ve yakın çevresi ile Nizip (Gaziantep) yöresinde olgunlaşmış ve olgunlaşmamış olmak üzere başlıca iki gruba ayrılan kaliş profillerini incelemiştir. Arazide küçük sırt ve tepelerin üzerinde veya yüzeye yakın kısımlarında görülen kaliş profillerinde, olgunlaşmış profillerin altta kaliş yumru, tüp ve çatlak dolgusu seviyesini içermekte olduğunu, üzerine dereceli geçişle karbonat kabuk seviyesinin geldiğini, olgunlaşmamış kaliş profillerinde ise sadece kaliş yumru, tüp ve

çatlak dolgusunu içeren seviyelerin görüldüğünü belirtmiştir. Kaliş yumrularının küçük sırtların yüzeye yakın kısımlarında veya karbonat kabuk altında yoğunlaşmakta olduğunu ve derine gidildikçe göreceli olarak azalmakta olduğunu, bu göreceli azalmanın Adana yöresindeki kalişlerin sızma modeliyle oluştuğunu vurgulamıştır. Adana yöresinde bulunan konglomeratik kalişlerin varlığının kalişlerin vadoz ortam ürünü olduğunu belirtmiştir.

İlgar vd. (2013), Adana Baseni'nde Geç Miyosen yaşlı çökellerin sedimentolojisi ve sekans stratigrafisine yönelik çalışma yürütmüşler ve Tortoniyen-Messiniyen yaşlı Handere Formasyonu üzerinde arazi gözlemlerine dayalı ayrıntılı fasiyes çalışmaları yapmışlardır. Çalışmalarında formasyonun alt kısmında; Serravaliyen sonu (Tor-1) östatik deniz seviyesi düşüşüne karşılık gelen zorunlu bir regresyonun olduğuna değinmişler; Handere Formasyonu'nun alt ve orta kısmının ise transgresif olduğunu (offshore çamurtaşı fasiyesine geçiş) belirtmişlerdir. Bahse konu formasyonun üst kısmının ise regresif olarak Gilbert tipi deltayık çökeller ve flüvyal kazıma vadi çökel fasiyesleriyle ilişkili üç adet izole, konglomeratik üyeye (Muratlı, Tepeçaylak ve Söğütlü) ayrıldığını vurgulamışlardır. Ayrıca Messiniyen'de su seviyesindeki alçalma ve evaporasyonun erken safhasında diğer bir zorunlu regresyonun gerçekleştiğini ve bölgesel ölçekte günümüzden yaklaşık ~6 My öncesine denk geldiğini belirtmişlerdir. Torosların post orojenik izostatik yükselmesinin Adana Baseni'nin ~5,3 My B.P. Zanklean bölgesel transgresyonundan etkili bir şekilde korunacak kadar yükseldiğini belirtmişlerdir.

Çalışma alanında; Adana ve Çukurova bölgesinde Jeoloji ve jeofizik alanında yapılan yüksek lisans ve doktora çalışmaları tablo halinde sunulmuştur (Tablo 1.3). Bölgede ayrıca farklı disiplinlere yönelik, özellikle de Çukurova Deltası'nın tarımsal açıdan verimliliğine bağlı olarak ziraat alanında çok sayıda akademik çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca bölgede birçok hidrojeolojik etüd ve rezerv çalışmaları bulunmaktadır (Özbek 1960, Taylan 1983, İzçankurtaran 2003; bu tez çalışmasında kullanılan DSİ raporlarında adı geçen öncel çalışmacılardır).

Çizelge 1.3 Adana ve Çukurova bölgesinde yüksek lisans ve doktora çalışmaları

ÇALIŞMACI	TEZ KONUSU	ALAN, YIL
Bayrak M.	Çukurova Deltası: Arazi kullanımı ve insan ortam ilişkisi	Coğrafya, doktora, 2020
Dinçer İ.	Çukurova Bölgesi kaliçi, kaliçi-taraça birimlerinin jeomekanik ve dinamik davranışlarının değerlendirilmesi	Jeofizik, doktora, 2007
Tiringa D.	Karaçat Demir Yatağı (Mansurlu Havzası, Adana) ve doğusunda yer alan demir yatakları ve zuhurlarının jeolojisi	Jeoloji, doktora, 2016
Yeşilot Kaplan M.	Adana yöresi ve yakın çevresi kaliş gelişimi ve kökeni	Jeoloji, doktora, 2012
Karakuş E.	Tarsus (Mersin) Yöresi Messiniyen (Üst Miyosen) evaporitlerinin sedimantolojisi	Jeoloji, yüksek lisans, 2011
Lağap H.	Adana Baseni kuzeydoğu kesiminin stratigrafisi: Hovdu-Feke	Jeoloji, doktora, 2003
Yılmaz D.	Adana baseni evaporitli serilerinin (neojen) mineralojisi petrografisi ve jeokimyası	Jeoloji, doktora, 2003
Akyıldız M.	Pozantı'nın (Adana) doğu (Akdağ) ve kuzeydoğusunda (Karıncadağ) yüzeyleyen kurşun-çinko yatakları	Jeoloji, doktora, 1999
Uçar L.	Gülek-Pozantı-Kamışlı dolayının stratigrafik ve sedimanter petrografik incelenmesi	Jeoloji, doktora, 1997
Sarıfakioğlu E.	Bahçe-Haruniye (Adana) dolayındaki ofiyolitik serinin petrografisi, jeokimyası ve bu seriye bağlı kromik yataklarının metalojenezi	Jeoloji, doktora, 1993
Şinik M.	Kentleşme ve kent morfolojisi ilişkileri: Ceyhan örneği	Coğrafya, yüksek lisans, 2016
Erdeve E.	100. Yıl Heyelanı (Adana) jeolojik-jeoteknik incelemesi	Jeoloji yüksek lisans, 2006
Yaman Z. B.	Adana dolayının kuvaterner stratigrafisi ve alüvyal zeminlerdeki fore kazık çalışmaları	Jeoloji, yüksek lisans, 2003
Coşgun A. A.	Kireç ocağı (Seyhan-Adana) dolayının mühendislik jeolojisi incelemesi	Jeoloji, yüksek lisans, 2003
İzcankurtaran Y.	Adana ili Seyhan Nehri sol sahil (Yüreğir) hidrojeolojik etüdü	Jeoloji, yüksek lisans, 2003
Kentli B.	Assessment of excavability and slope stability for Çiftahan-Pozantı segment of the Ankara-Pozantı Motorway	Jeoloji, yüksek lisans, 2002
Cengiz C.M	Adana metrosu aç-kapa tünel inşaatı jeoteknik uygulamaları	Jeoloji, yüksek lisans, 2002
Boyraz O	Demirtaş-Sarımazı (Adana-Yumurtalık) arasının tektonostratigrafisi	Jeoloji, yüksek lisans, 2002
Uras Y.	Feke (Adana) ve Bayındır (Kaman) fluoritlerinin nadir toprak elementlerinin karşılaştırılması Feke (Adana) ve Bayındır (Kaman) fluoritlerinin nadir toprak elementlerinin karşılaştırılması	Jeoloji, yüksek lisans, 2002
Arpacıoğlu B.	27.06.1988 Adana depreminin odak mekanizması çözümü, moment tensör analizi ve teknik yorumu	Jeofizik, yüksek lisans, 2000

Çizelge 1.3 Adana ve Çukurova Bölgesinde yüksek lisans ve doktora çalışmaları (devam)

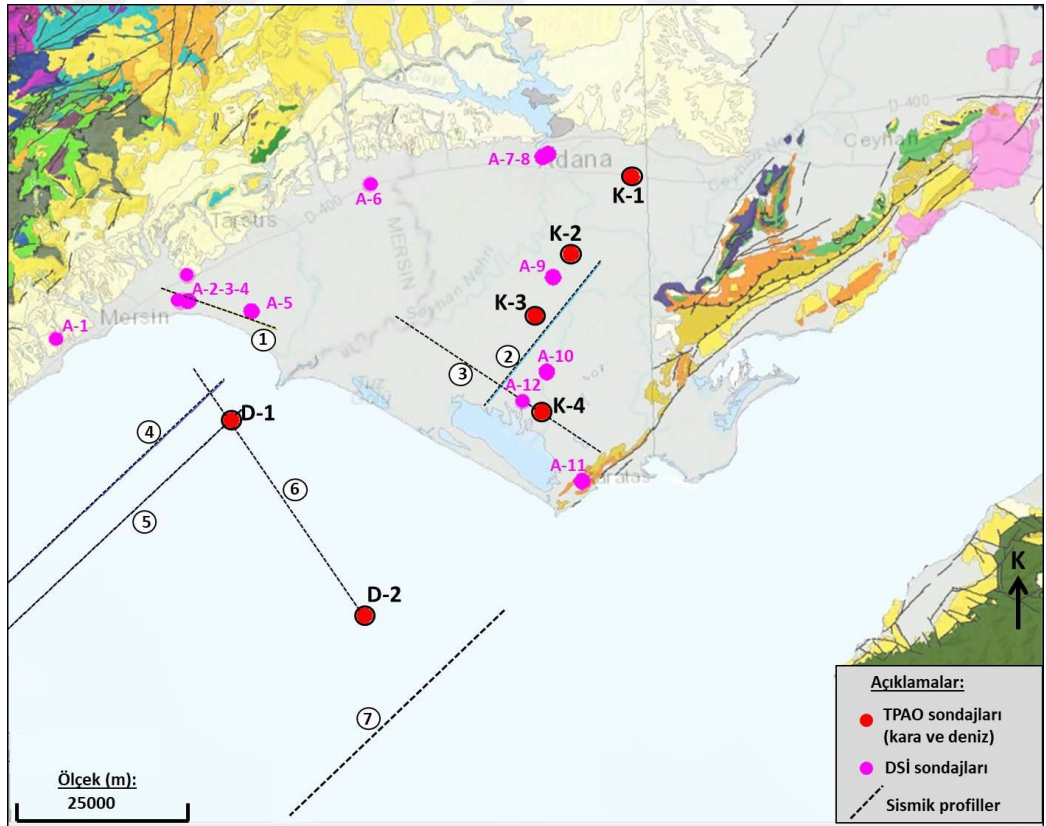
ÇALIŞMACI	TEZ KONUSU	ALAN, YIL
Yetiker N.	Adana (Merkez) yol tozlarında ve yol kenarındaki topraklarda ağır metal kirliliği	Jeoloji, yüksek lisans, 1998
Sayarslan M.	Karaisalı/Salbaş (Adana) yöresindeki killerin jeokimyası, oluşumu ve endüstriyel hammadde potansiyeli	Jeoloji, yüksek lisans, 1997
Seda A.	Adana Bölgesi yeraltı su kaynaklarının kirlenme nedenlerinin incelenmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1997
Güzel M.	Güneşli çöp döküm alanında jeofizik araştırmalar	Jeoloji, yüksek lisans, 1996
Uyar G.	Neojen yaşlı Kuzgun ve Handere formasyonları mollusk biyostratigrafisi (Adana)	Jeoloji, yüksek lisans, 1996
Tümüklü A.	Büyüksofulu-Yeniköy ve Soğukoluk kuzeyinde oluşan kromit yataklanmasının jeolojik ve metalojenik incelenmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1996
Güneyli H.	Horzum (Kozan-Adana) Bölgesinin jeolojisi ve tektoniği	Jeoloji, yüksek lisans, 1995
Akça N.	Adana Kuzeydoğusu-Kozan civarı Miyosen-Pliyosen çökellerinin nannoplankton biyostratigrafisi ve sayısal değerlendirmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1994
Özdoğan M.	Kozan (KD Adana) civarındaki Alt-Orta Miyosen yaşlı çökellerin sedimantolojik incelenmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1994
Erdemoğlu M.	Çevretepe (Ceyhan Adana) Manganez yataklarının metalojenik incelenmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1992
Özçelik N.	Adana Baseni Tersiyer istifi Güvenç Formasyonu'nun fasiyes ve ortamsal nitelikleri	Jeoloji, yüksek lisans, 1993
Usta D.	Kuşcular-Belemedik alanının strigrafisi	Jeoloji, yüksek lisans, 1993
Aksoy Ö.	Ceyhan-Berke barajı ve HES UT4-UT6 ulaşım tünellerinin jeolojik ve jeoteknik incelenmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1992
Baykul A.	Aşılık (Saimbeyli-Adana) demir yatağının metalojenik incelenmesi	Jeoloji, yüksek lisans, 1990
Şevkin M.	Sağkaya (Adana) alanının stratigrafisi ve yeraltı suyu niteliklerinin araştırılması	Jeoloji, yüksek lisans, 1991
Yalçın M.G.	Feki-Belenköy barit yatakları ve köken sorunları	Jeoloji, yüksek lisans, 1991
Karadenizli L.	Pozantı (Ecemiş koridoru, Adana) civarındaki Oligosen-Alt Miyosen istifinin fasiyes özellikleri: depolanma-tektonik ilişkisinin araştırılması	Jeoloji, yüksek lisans, 1991

2. MATERYAL ve METOD

Tez çalışmasının yapıtaşını oluşturan Seyhan-Ceyhan Deltası'nın ve delta kompleksinin çözümlenmesi ve gelişiminin anlaşılmasında temel unsur sondaj ve sismik kayıtlar olmuştur. Tez çalışması sırasıyla; “824” dosya numarası ve “0608” belge nolu doktora izni; “32573851-770-E.1052” sayılı; “ 32573851-770-E.52236” sayılı ve “32573851-770-.85467” sayılı Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Dairesi Başkanlığı'nın data izinleri ve desteğiyle yürütülmüştür.

2.1 Sondaj Verileri

Çalışmanın ana unsurunu oluşturan sedimantoloji ve stratigrafi çalışmaları için kullanılan temel veriler DSİ ve TPAO sondaj bilgileri ve kesintileridir. Şekil 2.1'de delta düzlüğünde açılan sondajların yerleri görülmektedir.



Şekil 2.1 Tez çalışmasında kullanılan sondaj lokasyonları ve sismik profiller

Tezin stratigrafi ve fasiyes çalışmalarında Türkiye Petrolleri'ne ait çeşitli yıllarda açılmış olan 4 adet kara sondajı (Adana), 2 adet deniz sondajının (Mersin Körfezi) kırıntı verileri kullanılmıştır.

Bu tez çalışmasında kolay anlaşılır olması amacıyla kara sondajları kuzeyden güneye doğru sırasıyla K-1, K-2, K-3 ve K-4 olarak adlandırılmıştır. Bunlardan K-2 ve K-3 bölgede Darbaş ve Nazik (2010) çalışmasında KM-1 olarak adlandırılmıştır. Denizde açılan sondajlar ise tez çalışmasında sırasıyla D-1 ve D-2 olarak adlandırılmıştır. Bunlar ise Çiftçi vd (2012) makalesinde yer alan Seyhan-1 ve Karataş-1 kuyularına karşılık gelmektedir.

K-1 sondajı; Delta kompleksinin en kuzey ucunda yer almaktadır. Zemin rakımı: 50,73 m; sondaj yüksekliği: 45,53 m'dir. Numune alımının 2 m aralıklarla yapıldığı bu sondajdan tez çalışması için 300 m derinliğine kadar 1'er set kırıntı örnek temin edilmiştir. Bu örnekler üzerinde ayrıntılı fasiyes ve analiz çalışmaları yapılmıştır. Kuyuda Kuranşa Formasyonu 250 m sondaj derinliğine kadar kesilmiş daha sonra Avdan Formasyonu'na girilmiştir (ayrıntılı fasiyes yorumları için bkz. bulgular bölümü). Kuyunun çalışılan derinliğinde sondaj loglarından faydalanılmıştır.

K-2 sondajı; Adana kara alanında, düzlüğün orta kısmında açılmıştır. Zemin rakımı: 11,30 m; sondaj yüksekliği: 15,70 m'dir. 1984 yılında açılan kuyuda sondaj verilerine göre 208 m sondaj derinliğine kadar Kuranşa Formasyonu kesilerek ardından Avdan Formasyonu'na ve 426 m'de Handere Formasyonu'na girilmiştir. Tez çalışmasında bu kuyunun ilk 250 m derinliğinde ayrıntılı fasiyes tanımlaması yapılmıştır. Çalışmalarda kuyu loglarından yararlanılmıştır.

K-3 sondajı; Karada K-2 sondajının hemen güneyinde 1970 yılında açılmıştır. Zemin rakımı: 7,70 m; sondaj yüksekliği: 12,10 m'dir. Kuranşa Formasyonu 478 m kesilmiştir. Tez çalışması için kesinti örnek tabakları 280 m'ye kadar incelenmiş olup daha alt seviyeler kuyu kesinti ve kompozit loglarından çalışılmıştır.

K-4 sondajı; Delta düzlüğünün kıyıya en yakın olan güney ucunda, Akyatan Lagünü kıyısında açılmıştır. Zemin rakımı: 6 m; sondaj yüksekliği: 2,7 m'dir. 1966 yılında Mobil şirketi tarafından açılan kuyuda sondaj kesintileri yıllar içinde yapılan incelemelerden dolayı seyrekleşerek yıpranmıştır. Sondaj sırasında örnek alımı feet birimi ile ifade edilerek yapılan kuyuda 10 feet aralıklarla (yaklaşık 3 m de bir) numune alınmıştır.

D-1 sondajı; Deniz alanında, körfezin kuzeybatı ucunda; Seyhan Nehri kıyısında 1966 yılında açılmıştır. Kuyuda sondaj sırasında 10 feet aralıklarla (yaklaşık 3 m'de bir) numune alınmıştır. Bu örnekleme aralığında korunabilen numune tabaklarından tez çalışması kapsamında kuyunun Pliyo-Kuvaterner seviyesine kadar olan örnek tabaklarında fasiyes incelemesi yapılarak 1500 m derinliğine kadar fosillerin izlenebildiği seviyelerde makro kavkı ayıklanmıştır. GR ve Dt sonik logları ve check-shot verilerinden yararlanılan kuyu sismik kesit üzerine oturtulmuştur.

D-2 sondajı; Körfezin doğusunda, Misis yükseliminin batısında 74 m su derinliğinde açılmıştır. 1970 yılında açılan kuyunun Pliyo-Kuvaterner seviyesinde (ilk 2200 m derinliğinde) kırıntı örneklerinde genel fasiyes tanımlamaları yapılmış ve fosil izlenebilen 1000 m derinliğine kadar olan seviyelerden makro kavkı seçilmiştir. Kuyunun tuz ve tuz üstü Pliyo-Kuvaterner istifinde yapılan tanımlamalarında GR ve Dt loglarından yararlanılmıştır. Kuyu derinlik-zaman dönüşümleriyle sismik kesitlere taşınmıştır.

DSİ sondajları; Bölgedeki alüvyon çökellerinin ve Kuranşa Formasyonu'nun akifer özellikleri nedeniyle DSİ tarafından çalışma alanında çok sayıda su kuyusu açılmış ve bölgenin hidrojeolojisi ve rezervuar karakteristiklerine yönelik çok sayıda etüd çalışması yapılmıştır. Bölgede DSİ tarafından yapılan sondajların genellikle sığ derinliklerde olması nedeniyle bu kuyulara ait bilgiler tezde oturtulan stratigrafi ve fasiyes çalışmalarının desteklenmesinde, çalışılan istifin en üst seviyelerinin (Geç Pleyistosen ve Holosen) deneştirilmesinde ve Kuvaterner seviyelerin harita sınırlarının ayrılmasında kullanılmıştır.

Bölgede yapılan su sondajlarının adları DSİ tarafından kuyu numaralarıyla kullanılmaktadır. Tezde kullanılan sondajlar A-1'den A-12'ye kadar numaralandırılarak adlandırılmıştır. Deltanın batı ucunda Mersin ve Tarsus arasında G'den K'ye doğru sondaj adları ve bilgileri sırasıyla;

A-1 (DSİ): Sondaj İçel Merkezde 1993 yılında açılmıştır (ZR: 48 m). Son derinliği 143 m'dir.

A-2 (DSİ): Sondaj; Mersin-Kazanlı'da 1988 yılında açılmıştır (ZR: 5 m). Derinliği 70 m'dir.

A-3 (DSİ): Sondaj; İçel-Kazanlı Soda Sanayii'nde 1971 yılında açılmıştır. Son derinliği 183 m'dir.

A-4 (DSİ): Sondaj; İçel-Kazanlı Soda Sanayii'nde 1971 yılında açılmıştır. Son derinliği 159 m'dir.

A-5 (DSİ): Sondaj; İçel-Tarsus'ta 1971'de açılmıştır. Son derinliği 213 m'dir.

A-6 (DSİ): Sondaj; Tarsus-Yenice Belediyesi'nde (ZR: 29 m) 1989 yılında açılmıştır. Sondaj derinliği 80 m'dir.

Deltanın orta kısmında; Seyhan Barajı'nın güneyinden K-G yönlü bir hat boyunca sahile kadar devam eden sondajlar sırasıyla (TPAO sondajlarıyla yapılan yorumların desteklenmesinde kullanılmıştır);

A-7 (DSİ): Sondaj Adana-Seyhan ilçesinde DSİ VI. Bölge Müdürlüğü'nde 2001 yılında açılmıştır (ZR:27 m). Kuyu derinliği 52 m'dir.

A-8 (DSİ): Sondaj Adana-Yüreğir İl Sağlık Müdürlüğü'nde 2001 yılında açılmıştır (ZR:28 m). Derinliği 56 m'dir.

A-9 (DSİ): Sondaj Adana-Yüreğir Doğankent'te 2001 yılında açılmıştır (ZR: 11m). Kuyu derinliği 52 m'dir.

A-10 (DSİ): Sondaj; Adana-Karataş Yüzbaşı beldesinde 2002 yılında açılmıştır (ZR: 5 m). Derinliği 192 m'dir.

A-11 (DSİ): Sondaj; Adana-Karataş Eğitim Tesisleri'nde 1986 yılında açılmıştır (ZR: 20 m). Kuyu derinliği 34 m'dir.

A-12 (DSİ) Sondaj; İshacılı köyünde Akyatan Lagünü kıyısında açılmıştır.

2.2 Sismik Veriler

Bölgede Türkiye Petrolleri'ne ait çeşitli yıllarda atılan 2B ve 3B sismik hatlar bulunmaktadır. Adana kara alanında atılan sismik hatlar genellikle Miyosen yaşlı birimlerin petrol aramacılığına yönelik olarak atılmaktadır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan Kuranşa Formasyonu'nun stratigrafinin en üstünde yer alması ve kara alanında birimin kalınlığının genellikle az olması nedeniyle bölgedeki sismik hatlarda ayrıntılı fasiyes özellikleri seçilememektedir. Çalışma kapsamında kara sismikleri birimin havza genelinde kalınlık ve yayılımının anlaşılması, tektonizmanın etkilerinin yorumlanmasında kullanılmıştır.

Havzanın kara alanında yapılan yorumlamada kullanılan hatlar sırasıyla; 1970 yılı (derinlik prosesi), 1983 yılı ve 1997 yıllarına ait 2B sismik hatlardır (Şekil 2.1). Mersin Körfezi'nde ise 1974 yılı ve 1991 yılına ait 2B sismik verilerinden yararlanılmıştır. Körfezin batı kenarında, Seyhan Nehri açıklarında atılan KD-GB yönlü 2 adet sismik hatta delta seviyeleri ayırtılırken; doğuda Ceyhan nehri deltasının Pliyo-Kuvaterner çökel fasiyesi ve bu fasiyese tektonik etkilerin yorumlanmasında ve her iki deltanın genç loblarının belirlenmesinde 2013 yılı Mersin 3B sismik verisinden yararlanılmıştır.

2.3 Arazi Çalışmaları

Çalışma bölgesinde çeşitli dönemlerde arazi incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları çoğunlukla kurumdaki görevlendirmeler kapsamında yapılmıştır. Tez çalışma alanı ve ilişkili havzalarda ilk olarak 2007 yılında Mut-Ermenek-Adana-K.Maraş yörelerinde daha çok Miyosen yaşlı karbonat ve klastik istiflere yönelik saha çalışması Sami Derman danışmanlığında yapılmıştır. Sonraki süreçte 2011-2017 yılları arasında çeşitli dönemlerde Adana-Mersin ve İskenderun alanlarında saha çalışmaları yürütülmüştür. Bu çalışmalarda Mersin-Anamur arasında O.Toros otoktonu temel birimlerine, Miyosen yaşlı resifal ve klastik istiflere ve Messiniyen evaporitlerine yönelik olarak çalışılmış, Adana kuzey alanları, Kayseri civarında Doğu Toros otoktonuna yönelik saha gezilerine katılım sağlanmıştır. Yine Adana ve civar

lokalitelerde Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner istiflerinin tanımlanmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Gerek çalışma gerekse de saha gezileri kapsamında tez alanı ve komşu havzalarda yapılan tüm çalışmalar, bölgedeki stratigrafinin alt-üst ilişkilerinin kurulmasında, ana tektonik unsurların etkilerinin anlaşılmasında katkı sağlamıştır. Ayrıca Pliyo-Kuvaterner yaşlı istiflerin provenansının tanımlanmasında ve yeraltı sondaj ve sismik kesitlerde kurulan stratigrafik çatının arazi gözlemleriyle denştirilmesine olanak sağlamıştır.

2.4 Laboratuvar Çalışmaları

Tezin laboratuvar çalışmaları üç farklı alanda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sırasıyla aşağıda özetlenmiştir;

Birinci aşama; Türkiye Petrollerinin sedimantoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm sondajların kesinti numunelerinde ilksel litoloji incelemeleri yapılmıştır. Bu çalışmanın sonrasında AR-GEM laboratuvarlarında karada açılan üç adet sondajın (K-1, K-2 ve K-3) belirlenen derinlikteki örneklerinden XRD-tüm kayaç ve kil çekimi analizleri, devamında XRF analizleri yapılmıştır.

İkinci aşama; tez çalışması için 1'er set örnek temin edilen K-1 nolu kara sondajından Ankara Üniversitesi Suat Erk Sedimantoloji Laboratuvarı'nda aşağıda ayrıntılarıyla anlatılan tane boyu ve rezidüel sedimanter analizleri gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü aşama; Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi'nde Doç.Dr. Sevinç Kapan'ın danışmanlığıyla iki farklı dönemde gerçekleştirilmiştir. Sondaj kırıntı örneklerinden ayıklanan makro fosillerin 2017 yılı temmuz ayında ilksel tanımlamaları; 2018 yılı Nisan ayında ise ayrıntılı ortamsal ve yaş tayinleri yapılmıştır.

2.4.1 Tane boyu analizi ve fasiyes çalışmaları

Bu tez çalışması için K-1 nolu kara sondajından yaklaşık olarak 100'er g'lık kırıntı zarf numunesi temin edilmiştir. Sondajın en üst seviyesinden 266 m derinliğine kadar 10 m'de bir (birkaç istisna örnek dışında) 50'şer g'lık numunelerde yaş elek analizi yapılmıştır. Kullanılan elekler Tyler serisine aittir. Elek dizilimi üstten alta doğru sırasıyla 4 nolu (4,76 mm), 10 nolu (2,00 mm), 18 nolu (1.00 mm), 40 nolu (0,420 mm), 120 nolu (0,125 mm) ve <0,125 mm'dir (Şekil 2.2).

Analiz sırasında 50'şer gramlık kesinti örneklere 300 ml sıcak su ve 40-50 ml hidrojen peroksit ilave edilerek kil bağlayıcılı tanelerin dağılması sağlanmıştır. İkinci aşamada yıkama ve eleme işlemleri yapılarak tane boyu değerlerine göre ayrılan örnekler etüvde kurutulmuş ve ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2 Tane boyu dağılımı analizinde kullanılan K-1 sondajı numuneleri ve elek dizisi



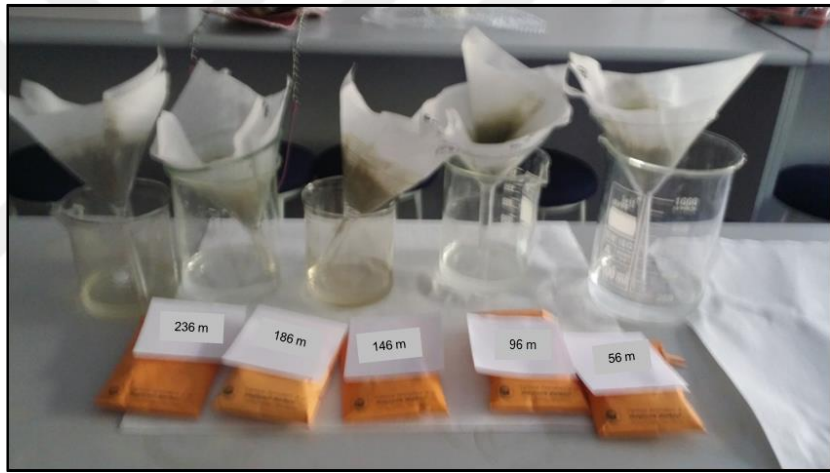
Şekil 2.3 Tane boyu dağılım analizi laboratuvar çalışmaları

2.4.2 Rezidüel analiz çalışmaları

Ankara Üniversitesi sedimantoloji laboratuvarında gerçekleştirilen bu analiz sedimanların CaCO_3 ve kil bileşenlerinin ayrıştırılarak miktarlarının belirlenmesinin amaçlandığı geleneksel bir yöntemdir. K-1 nolu sondaj örneğinden tane boyu analizi sonuçlarına göre seçilen beş farklı seviye değerlendirmeye alınmıştır. Analizin aşamaları aşağıda belirtilmiştir;

Hazırlık aşamasında; sondajın 56 m, 96 m, 146 m, 186 m ve 236 m derinliklerinden alınan kırıntı örneklerinden 10'ar g alınarak pirinç havanda öğütülmüştür.

Birinci aşamada; öğütülen numuneler behere alınarak %10'luk (10 cc) hidroklorik asit ilave edilmiştir. Yaklaşık 2 saat asitte bekletilen numuneler saf suyla beherden temizlenerek süzdürme kağıtlarına alınmıştır. Kağıtlardan damıtma işlemi sonrasında (30-40 dk.) numuneler etüvde kurutularak (40-50 dk.) tartılmıştır (Şekil 2.4) Analizin bu aşamasında CaCO_3 bileşeni ayrıştırılarak miktarı belirlenmiştir.



Şekil 2.4 Rezidüel analiz sırasında asitte çözme ve damıtma işlemleri

2.4.3 Makro paleontoloji kavkı tayinleri

Tezin bu aşamasında; dördü kara, ikisi denizde açılmış olan Türkiye Petrollerine ait sondajların kesinti tabaklarından alınan makro kavkıların tanımlamaları ve paleo-ortamsal yorum çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Aşağıda sondaj metrajları verilen örneklerin fosil tayeinlerinde izlenen yol sırasıyla şu şekildedir;

Her seviye örneğinde öncelikle aynı cinslerin bir araya getirilerek gruplandırılması yapılmış; sonrasında formlarını koruyabilmiş olan kavkıların cins isimlerinin

belirlenmesi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.5, 2.6). Tayini yapılan her bir kavkının mikroskop altında apex ve tur oranları ölçülerek uygun pozlarda fotoğrafları çekilmiştir. Son olarak fosillerin levhaları hazırlanmıştır.



Şekil 2.5 Sondaj kesintilerinden toplanan makro fosillerin tayin çalışmaları



Şekil 2.6 Mollusk türlerine ait kavkılar mikroskop altında incelenmeleri

K-1 sondajı makro fosil tanımlamaları; sondajın ilk metrajından Messiniyen'e kadar olan aralığındaki (6m-300 m) örnekler arasından toplanan kavkılarda yapılmıştır.

K-2 sondajı makro fosil tanımlamaları; Sondajın 10 m-258 m arası (Kuvaterner ve Pliyosen) kesinti örneklerinden ayıklanan kavkılar üzerinde yapılmıştır.

K-3 sondajı makro fosil tanımlamaları; Sondajın 2 m-502 m arasındaki derinlikte (Kuvaterner-Pliyosen) toplanan kavkılar üzerinde yapılmıştır (Kuyuda 478 m'de Handere Formasyonuna girilmiştir).

K-4 sondajı makro fosil tanımlamaları; kavkıların seçilebildiği 12 m-225 m derinlik aralığının numunelerinde (Kuvaterner-Pliyosen yaşlı seviyelerden; Kuraşa Formasyonu'ndan,) yapılmıştır.

D-1 sondajı makro fosil tanımlamaları; denizde açılan kuyunun 67 m sondaj derinliğinden (KB:18 m; Su kolonu:40 m) 1500 m derinliğine kadar olan kesinti tabaklarından (Kuvaterner-Pliyosen) toplanan kavkılarda yapılmıştır.

D-2 sondajı makro fosil tanımlamaları; denizde açılan ikinci kuyunun 110 m-1000 m aralığından (Kuvaterner-Orta-Geç Pliyosen; Kuraşa Formasyonu'ndan seçilen kavkılarda yapılmıştır (kuyunun sondaj yüksekliği 27 m, su kolonu kalınlığı 74 m ve deniz tabanı giriş metrajı 101 m'dir).

2.4.4 XRD tüm kayaç ve kil analizi –XRF analizleri

Tez çalışmasında incelenen örneklerin mineral bileşenlerini anlamak, kil tiplerini belirlemek için Türkiye Petrolleri Sedimentoloji laboratuvarında sırasıyla XRD-tüm kayaç ve kil analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin yapıldığı örnekler içinden seçilen uygun seviyelerde ise element içeriklerinin saptanmasına yönelik XRF analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalar karada açılan K-1, K-2 ve K-3 sondajlarının örneklerinde yapılmıştır (Şekil 4.1, Şekil 4.34, Şekil 4.40 ve Şekil 4.41'de litoloji loglarında kırmızı renkli sembollerle gösterilmiştir). Analiz için yaklaşık 30 gr örnek alınarak 1 gr örnek tüm kaya, 25 g örnek kil analizi, 4 g örnek miktarı ise XRF analizinde kullanılmıştır.

İncelenmek üzere teslim alınan numuneler, Retsch RS-200 halkalı öğütücüde öğütülmüş ve temsil edici şekilde örneklenmiştir (Şekil 2.7). XRD tümkaya analizlerinin ardından örnekler öncelikle HCl asit yardımıyla karbonatlardan arındırılmış ve saf su ile temizlendikten sonra Moore ve Reynolds (1997)'de anlatılan "Smear Mount" metodu takip edilmek suretiyle kil plakeleri hazırlanarak oda sıcaklığında kurutulmuş, etilen

glikol buharı ile doydurulmuş (60°C’de 2,5 saat) ve fırınlanmış (550°C’de 2,5 saat) olarak üç farklı XRD kil mineral analizine tabi tutulmuştur. XRD incelemeleri için, öğütülmüş örneklerden hazırlanan toz plakette üzerinde yapılan XRD tükme ve kil mineral analizleri aşağıdaki aletsel koşullarda gerçekleştirilmiştir:

- Jeneratör : Rigaku D/Max-2200 Ultima+/PC
- Tüp : Cu
- Gerilim : 40 kV
- Akım : 20 mA
- Dalga Boyu : (CuK α 1) 1.54059 Å
- Tarama Hızı : 1°/dk



Şekil 2.7 Bileşen analizleri için numunelerin hazırlanması

Elde edilen XRD difraktogramları, difraktometre’ye bağlı olan bilgisayarda bulunan “MDI Jade 7.0” yazılımında ve ICDD (International Centre for Diffraction Data)’nin ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)’sine göre değerlendirilmiştir. Bunun için, analiz sonucunda cihaz çıktısı olarak elde edilen difraktogramlardaki XRD desenleri, difraktometreye bağlı bilgisayardaki MDI Jade 7.0 yazılımında profil bazlı eşleştirmeler ve “Easy Quant” eklentisindeki referans şiddet oranları (RIR) dikkate alınmıştır. Böylelikle örnekleri oluşturan ve cihazın algılama sınırları içerisinde algılanabilen

tüm kaya ve kil mineralleri, tür ve bağl bolluk olarak 0.01 (%1) genişletilmiş belirsizlik oranı ile belirlenmiştir.

Örneklerin elementer bileşen analizleri (XRF, ICP-MS) ise yine TPAO-ARGE laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. XRF cihazı ile toz pelletler üzerinden elementer analiz yapılmıştır. Analizin tekniği; 4 gr öğütülmüş örneğin wax ile harmanlanıp sıkıştırılarak (madeni para şeklinde), verilen basınçla pellet hazırlanmasına ve cihazdaki kapalı devre sisteminde XRF ışınıyla analiz edilmesine dayanmaktadır.

2.5 Ofis Çalışmaları

Tez çalışmasının ofiste yürütülen aşaması, laboratuvar verilerinin denetirilmesi, harita ve log çizimleri, sismik modelleme çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Harita çizimlerinde; Arc-Map, Corel draw programlarından yararlanılmıştır. Kuyu korelasyonları ve sismik yorum aşamasında Landmark-DSG ve Petrel programları kullanılmıştır.

3B sismik verilerden deltanın jeolojik evriminin, eski akarsu kanallarının belirlenmesine ve tektonizmanın etkilerinin görülmesine yönelik olarak Paradigm, DSG ve Petrel programlarında sismik modelleme çalışmaları (attribute) yapılmıştır. Bunlardan klastik kanal geometrilerini anlamak ve paleo kanalları ortaya koymak için “Reflection stretch” ve “sweetness” (DSG), voxel-geo (Paradigm), specdecomp (Petrel; delta lob geometrileri ve sellenme dönemlerinin belirlenmesinde kullanılan çalışmada 10-30-60 Hz frekanslar seçilmiştir) modellemeleri kullanılmıştır.

3. GENEL JEOLoji

Adana Havzası tortul dolgusunun stratigrafisi yüzey ve yer altı çalışmaları ile oldukça erken zamanlarda kurulmuştur (Schmidt 1961). Havza dolgusunun Miyosen bölümü Adana Grubu, Pliyo-Kuvaterner bölümü ise Mersin grubu olarak ayrılan bu stratigrafide zamanla grup adları yerine formasyon adları öne çıkmıştır. Özellikle yüzey çalışmaları ile havzanın göreceli yaşlı kısımları çokça tartışılmıştır (Yetiş vd. 1986, Görür 1985).

Adana Havzası'nın Miyosen öncesi temelini Toros tektonik kuşağı ve bunları oluşturan birimler teşkil eder. Özgül (1976) tarafından Geyikdağı Birliği, Aladağ Birliği ve Bozkır Birliği olarak birbirinden ayrılan bu tektonik otokton ve allokton kütleler jeolojik geçmişte olduğu gibi bugün de Adana Havzası'nın tortul kaynaklarını oluşturmaktadır. Her üç birlikte Paleozoyik ve Mesozoyik'e ait kayaçlar bulunur. Geyik Dağı Birliği Kambriyen-Kretase arası yaşlarda, göreceli daha az metamorfizmaya uğramış şelf karbonatları ile sığ denizel kırıntılardan oluşurken, Aladağ Birliği Devoniyen-Geç Kretase yaşlı birimlerden kuruludur. Bozkır Birliği ise öncekilerden bütünüyle farklı özellikler taşır. Triyas-Geç Kretase aralığında derin deniz, yamaç ve şelf ortamlarında çökelmiş birimleri bulundurur ve geniş ofiyolitik melanj kütleleri eşlik etmektedir (Özgül 1976, Özgül ve Kozlu 1993).

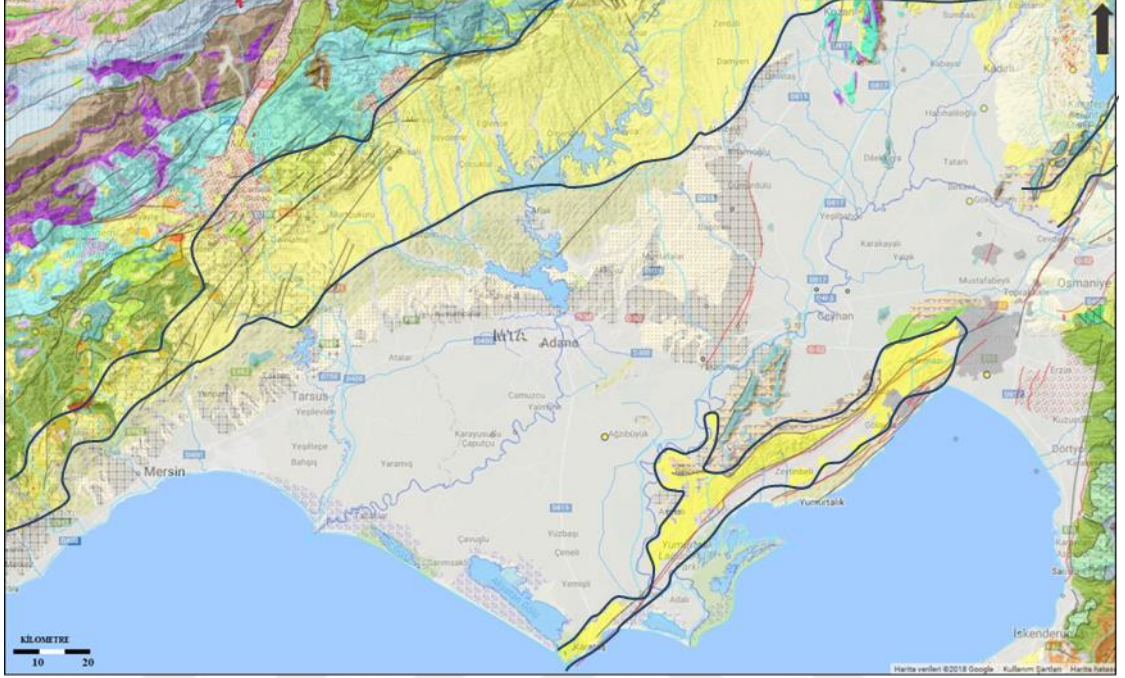
3.1 Havza Dolgusu

3.1.1 Miyosen birimleri

Adana Havzası'nın stratigrafisi önceki çalışmalarda kurulmuş olup, ayrıntıda özellikle depolanma ortamları konusunda tartışmalar devam etmektedir (Çuhadar 1988, Kozlu 1997, Darbaş ve Nazik 2010, Öğrünç vd. 2000, Sınacı ve Toker 2010, Ilgar vd. 2013).

Burada havza dolgusunun alt bölümleri genişçe özetlenerek verilecektir. Üst bölümü ise tez çalışmasının konusu olduğundan sedimantoloji bölümünde ele alınacaktır.

Çalışma alanının Şekil 3.1’ de yer alan jeoloji haritasında Miyosen ve alt istifleri havzanın iki kenarında KD-GB yönlü iki hat boyunca izlenmektedir.



Şekil 3.1 Çalışma alanı jeoloji haritası (1/500 000 ölçekli MTA (2002)’den alınmıştır). Miyosen birimleri koyulaştırılarak gösterilmiştir.

Çalışma alanında dolgunun alt bölümlerinde kurulan stratigrafi özetle aşağıdaki gibidir (Şekil 3.2).

KUVATERNER SİSTEM	SERİ	KAT	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
NEOJEN	HOLOSEN					Denizel, akarsu ve etek çökelleri
	PLEYİSTOSEN		KURANŞA	1200-1400		Karasal-Denizel Konglomera, kumtaşı, şeyl, kıltaşı, kılış
	PLİYOSEN	G.PLİYOSEN				
		E.PLİYOSEN	AVDAN	140-900		Kıltaşı, kumtaşı
	MİYOSEN	MESSİNYEN		60		Evaporit: Jips, anhidrit
		TORTONİYEN	HANDERE	600		DELTAYİK
			SARIVELİ			Tüf Üyesi
			SALBAŞ			DELTAYİK
		KUZGUN		700		Delta ilerisi: Koson Üyesi
						Delta önü: Memişli Üyesi
		LANGİYEN-SERRAVALİYEN				Delta düzlüğü: Kumtaşı, şeyl
						Tüf seviyesi
						Ostrea biyoherm
						Basen düzlüğü: Kumtaşı ara katkılı iraksak şeyl
PALEOZOYİK MESOZOYİK	TEMEL		CİNGÖZ			
				GÜVENÇ	1200	
				TOPALLI	1400	Dış yelpaze: kumtaşı-şeyl
				EĞNER	500	Orta yelpaze: kumtaşı
				AYVA	50	Kanyon konglomera
				240		Alt yelpaze? Basen geçişi
						Pelajik marn ve şeyl-Resifal kireçtaşı
						Gölsel klastikler-Karasal konglomera
						Temel Kayaçları

Çalışma konusu

Şekil 3.2 Adana Havzası'nın sadeleştirilen stratigrafisi; Miyosen'e kadar olan bölümü Kozlu'dan (1997) alınmıştır. Pliyosen-Pleyistosen ve Holosen bölümü tarafımızdan revize edilmiştir. Kalınlık sütununda ikincil olarak yazılan değerler Avdan ve Kuranşa formasyonlarının deniz alanında kuyu ve sismiklerde görülen kalınlıklarını ifade etmektedir.

Gildirli Formasyonu: Birim ilk kez Mobil şirketi çalışmalarında tanımlanmıştır. En kalın görüldüğü yer tip kesitinin olduğu Gildirli Köyü civarındadır. Çuhadar (1988)'a göre Gildirli köyü ve Çukurköy arasında kalan kısmı genellikle menderesli akarsu çökelleri şeklinde olup bazı alanlarda alüvyon yelpazeleri şeklinde depolanmıştır. Birimin kalınlığı kuzey alanlarda 0-350 m arasında değişmektedir. Derman ve Gürbüz (2007) çakıltası, kumtaşı ve şeyl litolojisinde olan birimin hakim depolanma ortamının alüvyal yelpaze olduğunu belirtmişlerdir. Basenin batı ve kuzeybatısında birimin gölsel Sebil Formasyonu ile geçişli olduğu görülmektedir.

Kaplankaya Formasyonu: Adana Havzası'nın KB'sında Gildirli Formasyonu üzerine gelen birim Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından tanımlanmıştır. Havzanın ilk denizel çökellerini temsil etmektedir. Formasyon çakıltası, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşı litolojilerinden oluşur. Kuzeye doğru Karaisalı Formasyonu'nun resifal kireçtaşlarına ile yanal yönde geçiş gösteren birim havza yönünde Cingöz Formasyonu Güvenç Üyesi'nin derin denizel çökellerine geçmektedir (İlgar vd. 2016).

Karaisalı Formasyonu: İlk kez Schmidt (1961) tarafından adlanan birimin kalınlığı ve yayılımı değişkenlik göstermektedir. Arazi çalışmalarında 300 m'ye varan kalınlık izlenmiştir. Genellikle algli kireçtaşı ve killi kireçtaşı fasiyesindeki birim içinde sıklıkla kumtaşı, çakıltası gelişimleri olmuş yer yer mercan, bryozoa gibi resifal fasiyesler gözlenmiştir. Birimin yaşı havzanın güney alanlarında Burdugaliyen, Tarsus civarında ise Serravaliyen'e kadar çıkmaktadır (Çuhadar 1988, Kozlu vd 2001). Birim denizin Erken Miyosen'den itibaren güneyden kuzeye doğru havzayı basması esnasında transgresif olarak oluşur ve kuzeye doğru gençleşerek devam eder. Miyosen öncesi temelin oluşturduğu yükselimlerde havza merkezinden kenarlara doğru B-KB doğrultusunda aşmalarla gençleşerek çökeldiği sahada ve sismik kesitlerde görülmektedir (Çuhadar 1988, Kozlu vd. 2001, Çiftçi vd. 2012).

Köpekli Formasyonu: Erken Miyosen dönemindeki transgresyon sırasında Miyosen öncesi paleo-topografyanın yüksek kesimlerde Karaisalı karbonatları çökelirken daha çukur kısımlarda onlarla yanal geçişli Köpekli Formasyonu marn fasiyesleri çökelmiştir. Genellikle gri açık yeşil renkte izlenen birim bol miktarda gastropod ve

lamellibrans kavkısı içermesi ve CaCO₃ oranının çok daha fazla olmasıyla Güvenç Formasyonu'ndan ayırt edilir (Çuhadar 1988).

Cingöz Formasyonu: İlk kez Schimidt (1961) tarafından tanımlanan birim havzanın kuzey alanlarında; batıdan doğuya doğru dört adet denizaltı kanyonu (Karayertepe, Ayva Tepe, Andıldağ ve Hokkadağ) tarafından beslenen bir denizaltı yelpazesi istifidir (Çuhadar ve Naz 1988). Cingöz Formasyonu alttan üste doğru Ayva, Topallı ve Eğner üyelerine ayrılmıştır. Ayva Üyesi, Cingöz Formasyonu içinde alt seviyedeki çakıltası-şeyl (denizaltı kanyonlarınca beslenen) birimlerini temsil etmektedir. Eğner Üyesi, kumtaşı oranının hakim olduğu yakınsak türbidit fasiyesi için ayırtlanmış ve Topallı Üyesi, kumtaşı ile şeyl litolojilerinin eşit oranda ardalanmasından oluşan, yamaç çökelleri için adlandırılmıştır (Çuhadar 1988). Cingöz Formasyonu'nun görece derin denizel alanlarda çökelen şeyl ve kumtaşı birimleri ise Güvenç Üyesi olarak adlandırılmıştır. Arazi çalışmaları ve petrol kuyularında 2500 m ye varan kalınlıkta gözlenmiştir (Çuhadar ve Naz 1988). Adana ilinin kuzey kısmında Güvenç şeylleri sığlaşarak regresif olarak Kuzgun Formasyonu'na geçmektedir (Şekil 3.2). Serravaliyen-Tortoniyen döneminde bu istif havzaya giren akarsuların oluşturduğu delta ortamında çökelmiş Kuzgun Formasyonu tarafından aşınmalı olarak örtülmektedir (Kozlu 1997).

Kuzgun Formasyonu: Geç Miyosen (Tortoniyen) yaşı verilen birim ilk kez Schmidth (1961) tarafından tanımlanmıştır. Kendinden önceki formasyonları uyumsuzlukla örtüğü saha çalışmaları ve sismik kesitlerde açık bir şekilde izlenebilmektedir. Havzanın kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde karasal fasiyeste görülen birim güney ve güney batıya doğru sığ denizel kırıntılı ve karbonatlı fasiyeslere geçmektedir. Formasyon başlıca çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı ve sığ denizel ostrealı düzeylerin ardalanmasından oluşmaktadır ve en üst düzeyini bölgesel ölçekte devamlılık gösteren Salbaş Tüf Üyesi oluşturmaktadır. Schmidth (1961) tarafından tanımlanan bu üyenin hemen altında birimin tavan seviyelerinde; menderesli nehir çökelleri ile taşkın ovasında gelişen sığ gölsel çökeller bulunmaktadır. Beslenme alanı şimdiki Seyhan Barajı civarındadır (Yetiş vd. 1986). TPAO çalışmalarında formasyonun sığ denizel fasiyesleri; kırıntılı ve kırıntılı karbonat çökelimlerini temsil eden Kurbanlı Üyesi;

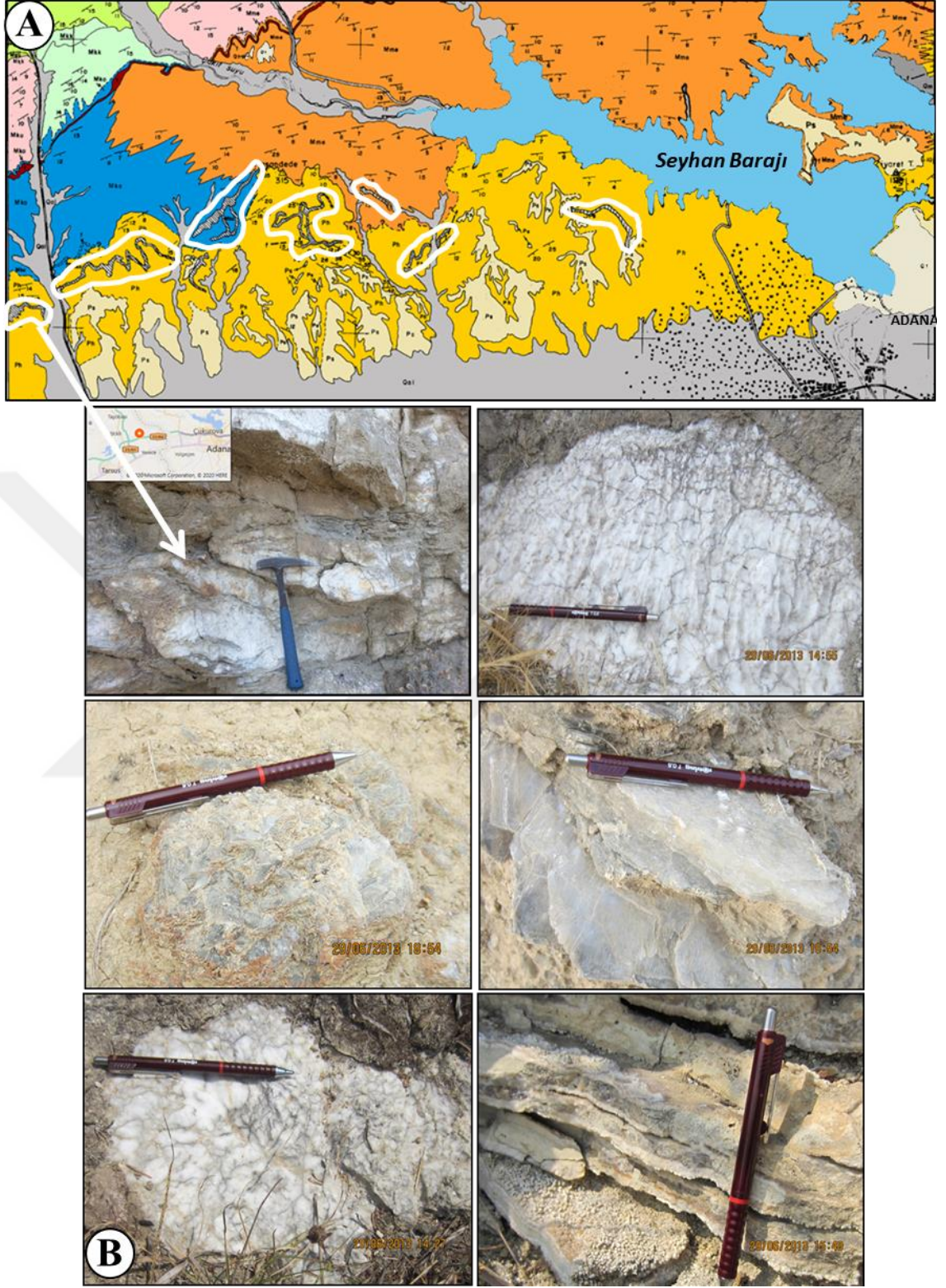
resifal kireçtaşı ve kırıntılı kayaç çökelimlerini temsil eden fasiyesleri ise Sarıveli Üyesi olarak tanımlanmıştır. Formasyonun sığ denizel fasiyesleri üzerine gelen birbirleriyle yanal yönde geçişli deltayık fasiyesleri ise Memişli ve Koson üyeleri olarak adlandırılmıştır (İlker 1975, Kozlu vd. 2002). Ilgar vd. (2016) G.Serravaliyen döneminde bölgede meydana gelen bağıl deniz düzeyi düşmelerine dayandırarak birimi G.Serravaliyen-E.Tortoniyen yaş aralığında tanımlamıştır. Birimin tuf seviyeleri üzerinde havzanın GB kesiminde izlenen transgresyon yüzeyi Kuzgun-Handere formasyonlarının dokanağını oluşturur (Çuhadar 1988, Ilgar vd. 2016). Havzada açılan kuyularda ve sismik çalışmalarda birimin kalınlığının havzanın doğusuna ve güneyine doğru arttığı ve deniz alanında 1200 m'nin üzerine ulaştığı görülmektedir.

Handere Formasyonu: İlk kez Schmidt (1961) tarafından adlandırılan formasyon sığ denizel, geçiş ve akarsu çökel fasiyeslerini içermektedir (Şekil 3.2). Birimin bazı çalışmacılar tarafından Kuzgun Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmekte olduğu ve fosil tayinlerine göre yaşının Geç Miyosen-Pliyosen olduğu düşünülmektedir (Yetiş ve Demirkol 1986, Öğrünç vd. 2000). Ilgar vd. (2016) ise formasyon üzerinde yaptıkları ayrıntılı fasiyes çalışmaları, haritalama ve yaş verileri sonrasında, birimin yaş aralığı ve alt-üst sınırlarındaki fasiyes belirsizliğini gidermek amacıyla Handere Formasyonu'nu, Kuzgun Formasyonu'nun kazınma vadisi dolgusu çökelleri üzerinde yer alan ve ana denizel transgresyon ile başlayan, üst kesimi ise evaporitler ile sınırlanan geç Miyosen yaşlı kayaç topluluğu olarak tanımlamışlardır.

Bu çalışmada Kuzgun Formasyonu'nun üst kısmında yer alan karasal Salbaş Tuf Üyesi'nin varlığına dayanarak üstteki Handere Formasyonu ile dokanağının uyumsuz olması gerektiği varsayılmıştır (Şekil 3.2). Messiniyen krizine bağlı olarak havzada lagüner ortamlarda sedimanlarla ardalanmalı evaporitler çökmüştür. İki ayrı seviye halinde izlenen ve havzanın batı alanlarında yüzlek veren evaporit çökelleri Handere Formasyonu'nun Gökkuyu Üyesi olarak tanımlanmıştır (Yetiş ve Demirkol 1986). Bu birimler havzanın batı ve güney alanlarında Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerin alt sınırını teşkil etmesi ve Mersin Körfezi'nde açıkça izlenebilen tuz tektoniği ile bu birimleri etkileyerek çökelmeyi kontrol etmesi bakımından ayrıca önem taşımaktadır (bknz bölüm 4).

DSİ'nin bölgede yapmış olduğu sondaj ve etüd çalışmalarında formasyonun ağırlıklı olarak kırıntılı litolojilerden oluştuğu, en üst seviyelerinde ise evaporit çökellerinin yer aldığı izlenmektedir. Bu sondajlarda formasyonun evaporit istifi; jips, anhidrit, kayatuzu mercek ve tabakalarının kesilmesiyle tanımlanmıştır. Mersin Soda Sanayinin, E5 karayolunun kuzeyinde Arapali çiftliği mevkiinde bulunan şantiye ve işletme kuyuları bölgesinde yapmış olduğu sondajlarında Handere Formasyonu ve Gökkuyu Üyesi ayrıntılı olarak izlenmektedir. Formasyonda yüzeyden 300 m derinliğe kadar kil seviyeleri, 375- 400 m'ye kadar killi-anhidritli ve tuz arakatmanlı geçiş tabakaları kesilmiştir. Bu seviyenin altında kalınlıkları 100-200 m'ye erişen saf kayatuzu tabakalarının geçildiği ve daha derinde tekrar kil seviyelerine girildiği gözlenmiştir. Bölgedeki 22 adet tuz işletme sondajının hemen hepsinde kaya tuzu tabakaları kesilmiştir. Soda sanayinin 1978 yılında Adana Hipodromu ile Tarsus arasında sık noktalarla E5 karayolu boyunca almış olduğu jeofizik ölçüler kayatuzu tabakalarının aynı derinliklerde Tarsus'a kadar devam ettiğini göstermektedir (DSİ 2012).

Tez çalışması sırasında; farklı dönemlerde yapılan arazi çalışmalarında, Messiniyen evaporitlerinin alt ve üst ilişkileri anlaşılmaya çalışılmıştır. Şekil 3.3.'de Adana'nın KB'ında yüzeylenen evaporit lokaliteleri ve bunlardan Yenice'nin kuzeybatısında Muratlı Köyü'nün güneyinde çeşitli doku ve özellikte evaporit çökelleri görülmektedir (nodüler jipsler, bağırsağımsı jipsler ve mikrokristalen dokuda jipsler bunlardan en belirgin olanlarıdır). Muratlı Köyü'nün doğusunda, Adana-Erdemli otoyolunun yaklaşık 1,5 km kuzeyinde Türkiye Petrolleri tarafından yapılan sondajda Gökkuyu Üyesi'nin jips seviyeleri 78 m derinlikte gri renkli, siltli kıltaşı seviyeleri içinde katkı olarak görülmektedir. Kesilen istifin altına doğru ise kıltaşı, çakıltaşı ve şeyl araldanmalı seviyelerde jips ve anhidrit katkılarının artarak devam ettiği gözlenmekte, 196-206 m'ler arasında şeyl ara tabakalı jips seviyesine girilmektedir. Çalışma alanı batısındaki sondajların aksine havzanın doğu kanadı ve kuzey alanlarında yapılan sondajlarda evaporit seviyeleri görülmemekte ya da numune tabaklarında ince katkılar şeklinde izlenebilmektedir. Havzanın güney alanlarında; Mersin Körfezi'nde ise evaporit kalınlıklarının 2500-3000 m'ye ulaştığı sismik kesitlerde görülmektedir.



Şekil 3.3 Adana'nın kuzeybatısında Messiniyen yaşlı Gökkuşu evaporitleri A: Adana ilinin KB'ında evaporit çökelim alanları beyaz çizgilerle çevrelenmiştir, harita 1/100.000'lik TPAO N34 paftasından renklendirilmiştir. B; Çökelim alanının batısında Muratlı Köyü yakınlarında yüzlek veren çeşitli dokuda jips örnekleri

3.1.2 Pliyosen-Pleyistosen birimleri

Avdan Formasyonu: Birimin tip yeri Avdan Köyü yakınındadır. Birim denizel kıltaşı ve marn fasiyesleriyle karakterizedir. Sondajlarda kalın kıltaşı seviyelerinin yanı sıra özellikle istif tabanında transgresif kumtaşı seviyeleriyle de izlenmektedir. Alt Pliyosen'de denizin tekrar transgresyonu ile sığ denizel bir ortama geçilmiş ve Messiniyen evaporitlerinin üzerine tekrar ince taneli kırıntılardan oluşan bir istif çökelmiştir (Avadan lokalitesi). İspanya, İtalya, Sicilya, Kıbrıs gibi Akdeniz'de birçok ülkede çeşitli araştırmacılar tarafından tariflenen Messiniyen Zanklean geçişi Adana'nın batısında ölçülen Avadan kesitinde tariflenmiştir (Cippolari vd. 2012).

Birimin karada çok fazla yüzlek vermemesinin nedeni Adana Havzası'nda orojenez sonrası bölgesel izostatik yükselmeye bağlı olarak Adana Havzası'nın da yükselmeye maruz kalması (Jaffey ve Robertson 2005, Cosentino vd. 2012) ve böylece Zanklean (Pliyosen) denizel transgresyonunun havzayı basmasının engellenmesi olarak düşünülmektedir (İlgar vd. 2013). Söz konusu yükselme ve aşınma havzanın GB'sında kıyıya yakın alanda açılan iki adet kara sondajında da belirgin şekilde görülmektedir. Sondajlarda sırasıyla 60 m ve 157 m kalınlıklarda kesilen Kuranşa Formasyonu'ndan sonra Kuzgun Formasyonu Sarıveli Üyesi'ne girilmiştir. Havzanın orta kısımlarında ve Misis yükselim alanına kadar olan doğu bölümünde açılan sondajlarda ise Zanklean transgresyon çökelleri kesilmiştir. Tezin ileriki bölümlerinde bu çökeller ve üzerinde gelişen istifler anlatılacaktır.

Havzanın deniz tarafında (Mersin Körfezi'nde) birimin kalınlığının 900 m'ye ulaştığı sismik kesit ve sondajlarda görülmektedir. Formasyon deniz sondajlarında Messiniyen yaşlı evaporit çökeliminin üst jips üyesi olarak adlandırılan sediman-evaporit ardalanmalı seviyesinin hemen üzerinde tanımlanmaktadır. Birimin jeoloji ve sedimentolojik durumu bu tez çalışmasının konusudur. Birimin karada gerek arazide gerekse sondajlarda tuz kalınlıklarının azalması/çökelmemesi ve klastik istifin devamlılığı ve alt-üst ilişkilerinin görülmemesi nedeniyle karada genellikle tanımlanması güçtür.

KuraŇsa Formasyonu: Tip yeri KuraŇsa Köyü'd r. Kozlu (1987) ve  uhadar'a (1988) göre birim Handere Formasyonu'ndan türeme kırıntılılar ile taraça çakıllarından oluŇmaktadır ve Geç Pliyosen-Kuvaterner yaŇ konağındadır.

Birimin yüzeyde görüldüğü kısımlar; 10-30 m arasındaki taraçalar yardımı iledir. Bu kısımlarda esas itibariyle kaliŇ oluŇumları gözlenir. KaliŇ olan ve olmayan yerlerde yapılan sondajlar 1000 m'yi geçen kıltaŇı, kumtaŇı, konglomera türü kırıntılı bir istif kesmekte olup tümü, ilk sondajın yapıldığı ve gözlendiği yere atfen (KuraŇsa-1 sondajı) KuraŇsa Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim yanal yönde nitelik deėiŇtirir ve denizel birimlere geçer. Bu yanal ge iŇ birimlerinin Avdan Formasyonu olup olmadığı tezin ileriki bölümlerinde tartıŇılacaktır.

Adana kara alanında Adana-Osmaniye yolunun kuzeyinde açılan  ncirlik-2 sondajının örneklerinde yapılan biyostratigrafik  alıŇmada KuraŇsa Formasyonu'nun 0-244 m aralığında kesildiği belirtilmiŇtir. Birimin stratigrafik konumu da dikkate alınarak Geç Pliyosen-Güncel zaman aralığında çökeldiği sonucuna varılmıştır ( anga vd. 2005). Kuyuda 244 m-850 m aralığında tanımlanan Handere Formasyonu için Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaŇı verilmiŇtir. Pliyosen-Pleyistosen sınırının Uluslararası Stratigrafi Komisyonu tarafından 2,58 my'a geniŇletilmesi dikkate alınarak, birimin yaŇının fosil verileriyle Pleyistosen-Geç Pliyosen olduğu kesinleŇmiŇ gibidir. En azından bu  alıŇmada KuraŇsa Formasyonu'nun G.Pliyosen-Pleyistosen birimi olduğu kabul edilmiŇtir.

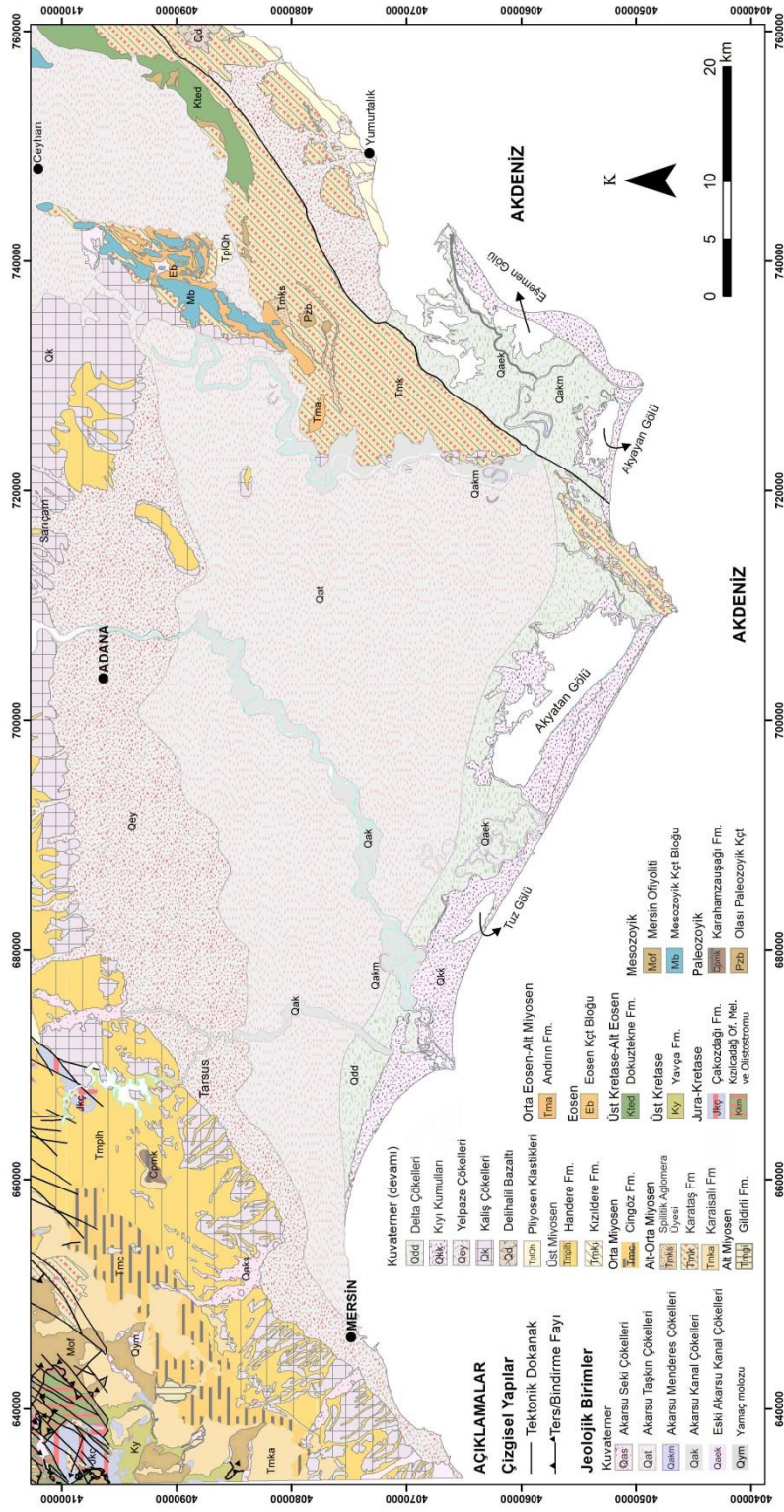
KarıŇık yapılı birikim yeri olan Çukurova düzlüğü ve güneyindeki kıyı kuŇaėı, Holosen yaŇlı tortulları temsil etmektedir. Bunun gerisinde KuraŇsa Fm ile yanal ge iŇli Pleyistosen'e ait sığ denizel kırıntılı bir istif daha y zeylenmiŇtir. Tortul yapıları bakımından delta istif niteliğindeki bu çökeller bugün üç ayrı taraça halinde yüksekte kalmıŇtır. Bütün ovada çok yaygın halde bulunan alüvyon, Ceyhan Nehri'nin sağ sahilinde açılmış olan sondaj kuyularında çok sığdır Mobil Oil Şirketi'nin Gemisura Köyü'nde a mıŇ olduğu sondaj kuyusunda 91 m alüvyon kesilmiş daha sonra Handere Formasyonu'na girilmiŇtir.

Tez çalışması kapsamında, Kuranşa kuyusu ile birlikte daha güney kesimlerde açılmış DSI ve TPAO kuyu verileri ve sismik hatlar yardımıyla Kuranşa Fm'nun yanal yöndeki litofasiyes değişimleri incelenmiştir. Üzerleri Holosen çökelleri ile kaplı güneye doğru sığ denizel olan tortulların Kuranşa Fm'na ait olduğu değerlendirilmiştir. Sismik kesitlerde Kuranşa Formasyonunun kalınlığının havzanın kuzey alanlarından güney alanlara; havzanın batı ve doğu alanından merkezine doğru gidildiğinde arttığı görülmektedir.

Çalışma alanında Pliyosen ve sonrasında oluşan birimler daha yaşlı birimlerin üzerine uyumsuzlukla gelir. Bunların litolojisi genelde kumtaşı, konglomeralar ile daha genç delta çökelleri, kumul ile pedolojik oluşuklar (kaliş), kahverengi toprak ve alüvyal topraklardır. Bu alanın Kuvaterner Jeolojisi ve morfolojisine yönelik detaylı çalışmalar havzanın batı alanında Mersin O33 1/100 000'lik pafta sınırında yapılabilmektedir (Şenol vd. 1998).

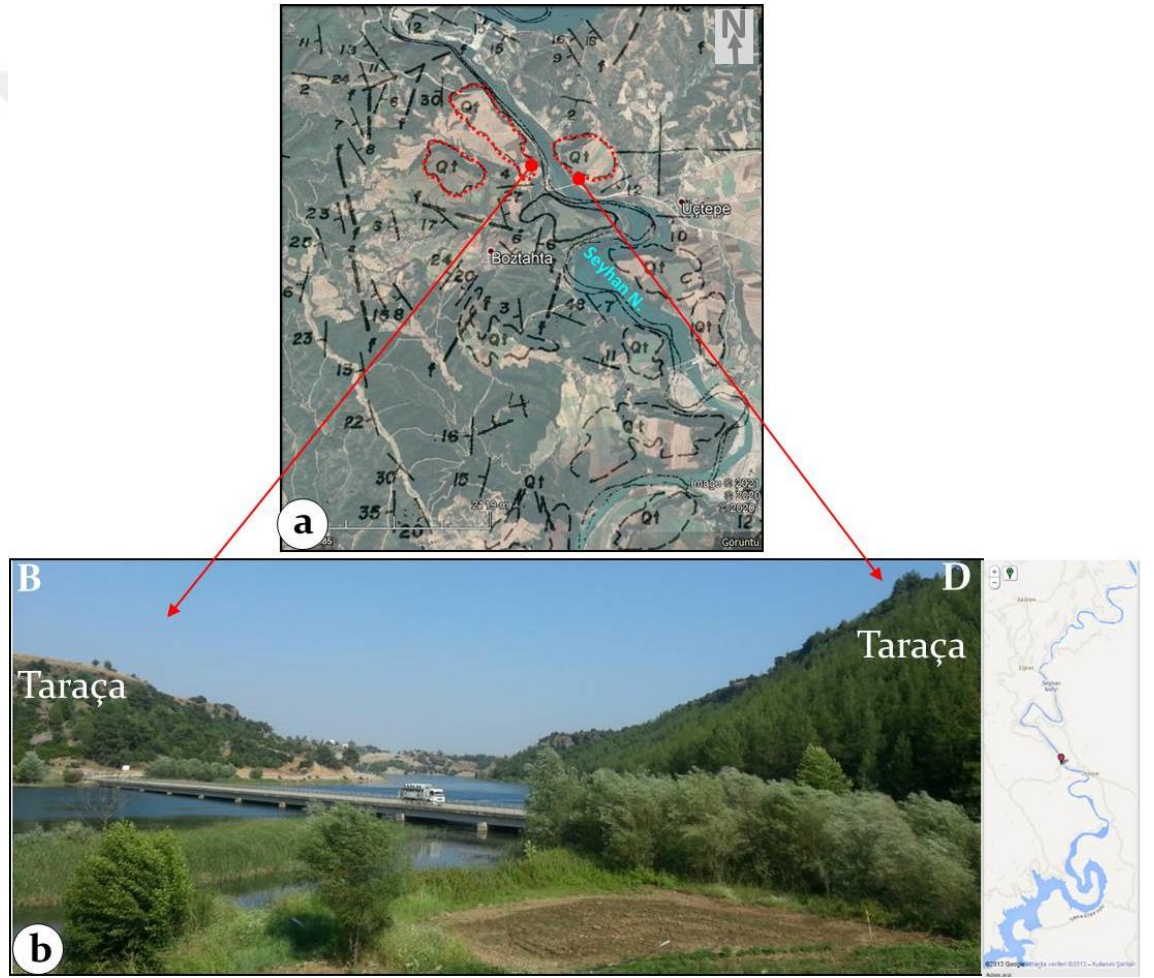
MTA (2009) yılı haritalarında bölgede kaliş, delta çökelleri, kumul ve alüvyonların haritalaması yapılmış olup “Sıvılaştırma Projesi” kapsamında yüzey çökelleri ve sığ metrajlarda açılan sondajlara dayanılarak Kuvaterner birimlerinin çökel ortamları göz önünde bulundurularak alt gruplara ayrılması ve haritalamada sembol ve adlamalarda standartta gidilmesi için çalışma yürütülmüştür (Üstün vd. 2018). Devam etmekte olan çalışmanın bilgi notları ve sözlü görüşme ile sağlanan katkılar ile Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi alanındaki Kuvaterner istifleri tez çalışması için değerlendirilmiş ve sadeleştirilerek Şekil 3.4'te yer alan jeoloji haritası üzerine işlenmiştir. Sınırların çizilmesinde tez çalışmasında kullanılan özellikle DSI'ye ait sondajların kesinti tanımlarından yararlanılmıştır.

Tez çalışmasında sondajlarda yüzeyden itibaren kesilen ilgili birimlerin ayrıntılı tane boyu, mineral ve element bileşenleri, kil tipleri çalışılarak makro kavkı tanımlamaları yardımıyla fasiyes ve ortam yorumları yapılmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.4 Seyhan-Ceyhan Deltası üzerinde tariflenen Kuvaterner birimlerinin haritası (Şenol vd. (1998) MTA etüt raporu ve Üstün vd. (2018) MTA bilgi notunda yer alan stratigrafiden yararlanılarak MTA 1/100 000’lik O33, O34 ve O35 paftaları üzerinde çizilerek birleştirilmiştir)

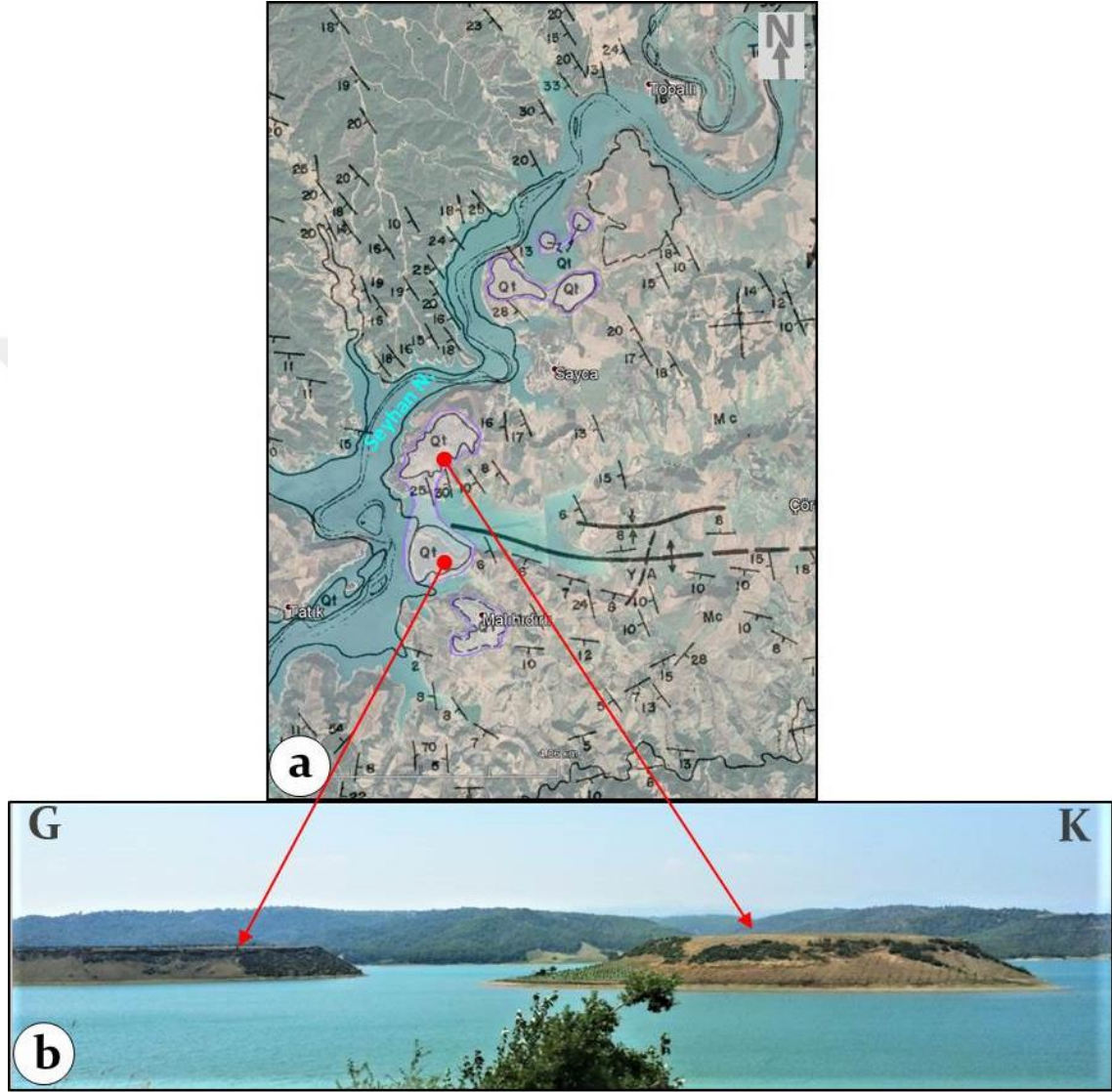
Taraça: İnceleme bölgesinde eski ve yeni olmak üzere başlıca iki tür taraça varlığından söz edilebilir. Birinci grup, ya da eski taraçalar. Handere Formasyonu'nun topoğrafik yükseklikleri üzerine oturan, bir bakıma eski alüvyonları temsil eden kuzeydeki taraça çökelleridir. Bunlar nispeten tutturulmuşlardır. İkinci grup taraça çökelleri ise Çakıt Çayı, Körkün ve Eğlence Suyu ile Seyhan Nehri yatağına az çok paralel gelişen taraçalardır ve göreceli gençtirler (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). Topografik olarak da alçak kotlarda bulunurlar. Eski ve yeni taraçaların tümünün stratigrafik kalınlığı 30 m'ye ulaşmaktadır.



Şekil 3.5 Pleyistosen taraça çökelleri; a) Seyhan Nehri taraçalarının harita üzerindeki görünümü (Jeoloji haritası İlker vd.1975'ten alınmıştır) b) Üçtepe alanından taraçaların arazi fotoğrafı

Eski taraça çökelleri tabanda çakıltaşı, çakıllı kumtaşı ile başlar ve gri renkli çapraz katmanlı, çakıllı kaba kumtaşı ile devam eder. Birimin üst kesiminde sellenme

dönemlerini temsil eden bloklı çakıltı yer almaktadır. Yeni taraçalar seki morfolojisi ile belirgindir (Usta ve Beyazçiçek 2006). DSİ sondaj loglarında çakıllı kum ve silt litolojileriyle gösterilmektedir.



Şekil 3.6 Pleyistosen taraça çökelleri; a) Seyhan Nehri taraçalarının harita üzerindeki görünümü b) Çatalan Barajı KD alanından taraçaların arazi görünümü

Kaliş: Seyhan-Ceyhan Deltası düzlüğünün kuzey kesimlerinde, yaklaşık 30-20 m kotlarda, bir kısmı yüzeylemiş, bir kısmı yüzey altında ve DSİ sondaj kayıtlarında görülen yumrulu karbonatlardır. Yüzeylemiş olanlar sertlikleri nedeniyle aşınmaya dayanıklıdır, bu nedenle seki veya sırtlar oluşturur. Bölgede MTA tarafından yapılan çalışmalarda iki tür kaliş tanımlanmıştır. Akdeniz kırmızı toprağının ilk oluşum evresi

olan Paleosolik kalışlar ve bunların üst kesimlerinde tamamen kalsite doygun hale gelmesi sonucunda oluşan sert kalışlar (%85 CaCO₃) görülmektedir. Alt kesimlere doğru paleosolik kalışların oluşumu devam etmektedir.

Kalış gelişimi, kurak ve yarı kurak iklimlerde, yıllık yağışın 400-600 mm (Goudie 1983) ve buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu yerlerde yaygındır (Tucker 1992). Eren (2006)'nın Adana ve Mersin Bölgesi'nde yaptığı çalışmaya göre kalışlar, oksijen ve karbondioksit izotop verilerine göre pedojenik kökeni yansıtmaktadır. Mersin kalışlarına göre Adana kalışlarındaki ¹⁸O zenginleşmesi arazi yüzeyindeki yüksek havalandırmaya bağlı yüksek evaporasyon sebebiyledir. ¹³C değerleri modern Akdeniz tipi bitki örtüsüne benzer C3 bitki örtüsü ile ilişkili kalış oluşumunu göstermektedir.

Tez çalışması kapsamında bölgede yapılan saha çalışmalarında Kuzgun Formasyonu karasal çökelleri içinde de kırmızımsı sarı renkli kalış gelişimleri gözlenmiştir. Tez çalışması için örnek temin edilen Adana kara alanında açılan K-1 kuyusunda ilk 26 m'de kalış gelişimi gözlenmiştir (Şekil 3.7b). Bu durum bölgede eski ve yeni çökeller içinde kurak dönemlerde devamlı kalış oluşumunun geliştiğini işaret etmektedir.

Bölgenin 1/100 000'lik TPAO haritalarında (Akarsu 1965, İlker 1973-1975, Kozlu 1985); Geç Pliyosen-Kuvaterner; kalış (Ps); Kuvaterner: Alüvyon (Qal), yamaç molozu ve taraça (Qym-Qt), alüvyon konisi (Qak); bazalt tuf, aglomera (QB) olarak haritalanmıştır. Bölgenin 1/100 000'lik MTA haritalarında ise G.Miyosen-Pliyosen çökelleri: Adana Grubu altında haritalanmıştır.



Şekil 3.7 Bölgedeki kalış çökelleri; a) Arazide gözlenen kalışlar b) Adana kara alanında açılan K-1 sondaj kesintilerinden kalış örnekleri

3.1.3 Holosen Birimleri

Alüvyon: Çalışma alanında eski alüvyonlar (delta oluşumları) ve dere boylarında gelişen genç alüvyonlar yer almaktadır. Üzerinde günümüz toprak örtüsünün bulunduğu, Seyhan Ceyhan ırmaklarının denize döküldüğü yerlerde çöktüğü çökeller eski alüvyonları temsil etmektedir.

Genç alüvyonlar akarsu boylarında gelişmiştir. Kötü boylanmalı, gevşek litolojilerden oluşan alüvyonların çakıl, kum mil oranları derelerin özelliklerine göre değişmektedir. Taşıdıkları malzemeler Toros orojenik kuşağının litolojisine bağlı olarak ofiyolit, kireç taşları, radyolarit, çört, kuvarsitlerden türemiştir.

Bölgenin en genç oluşumu akarsu ve derelerde çökelen alüvyonlar ile Seyhan, Ceyhan Deltasına ait tortullardır. Kalınlıkları 1-15 m arasındadır.

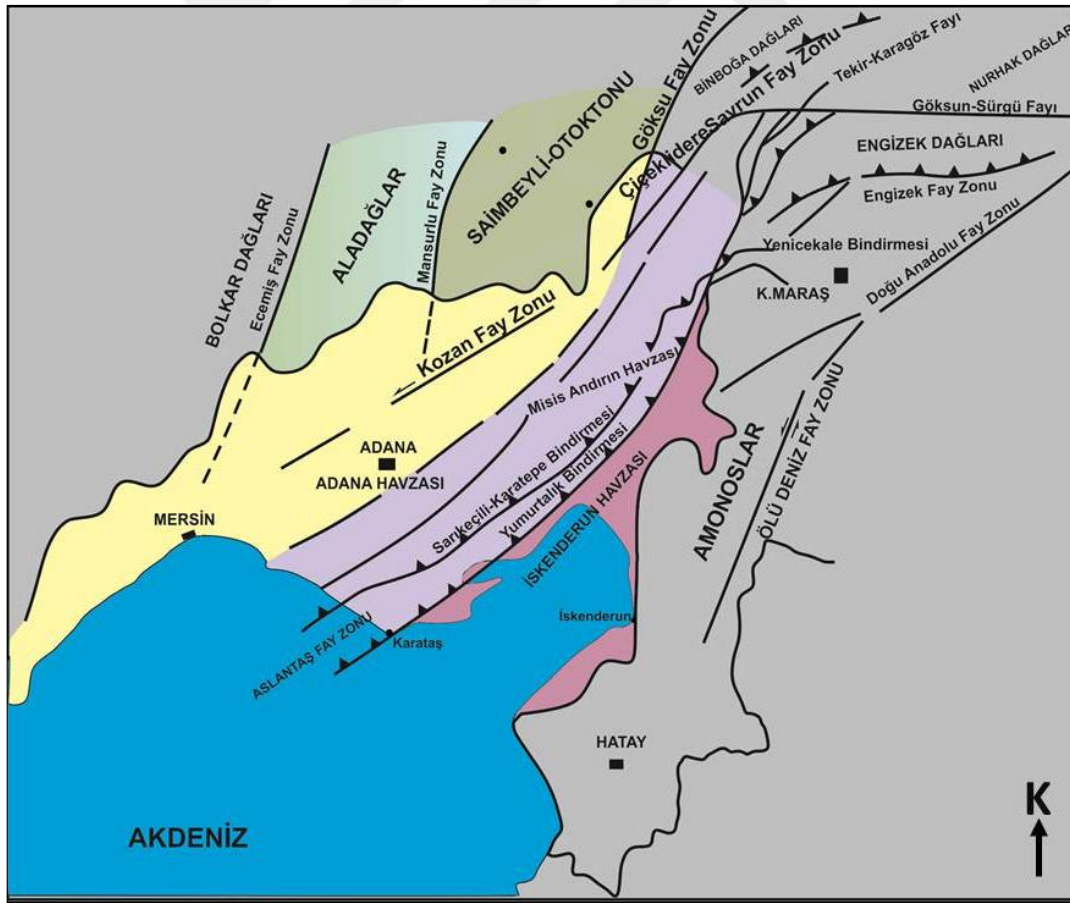
3.2 Tektonik Durum

İnceleme yeri eski tektonik ile birlikte aktif tektonik hatlarının birlikte bulunduğu bölgedir. Adana Havzası, İskenderun Havzası birbirinden doğrultu atımlı fay sistemleri ile ayrılmaktadır.

İskenderun Havzası'nın temel birimleri kenet kuşağı ve Arap-Afrika kıtalarına aittir. Arap ve Afrika levhalarının sınırı Ölüdeniz Fayı, Anadolu ve Afrika levhalarının sınırı Aslantaş Fay Zonu ve onun bileşeni olan Yumurtalık bindirmesi, Anadolu ve Arap levhalarının sınırı ise Engizek Fay Zonu'dur (Kozlu 1997).

Kozlu (1997)'de açıkça belirtildiği üzere hem Neojen havzası (Adana ve İskenderun havzaları) birbirinden büyük fay zonları ile ayrılmakta, hem de Afrika, Arabistan, Anadolu levhaları burada birbirlerine tektonik hatlarla yaklaşmaktadır (Şekil 2.15). Öncelikle Adana Havzası'nın temel birimlerinin Anadolu levhasına ait olmasına karşılık İskenderun Havzası temel birimleri Afrika-Arabistan levhasına aittir. Bu durum iki havzanın Neojen ve sonrasında Neotektonik dönemde şekillendiklerini işaret etmektedir. Ölüdeniz Fayı ve Hatay Grabeni aktif riftleşme işareti olarak kabul edilmektedir. Yumurtalık Fayı, kuzeydoğuya doğru Doğu Anadolu Fay Zonu ile birleşir ve İskenderun Havzası ile Adana Havzasını birbirinden ayırır. Aslında bu hat Misis Misis-Andırın yükselimini de aktif hale getirmektedir (Şekil 3.8). Misis yükselimi, Tortoniyen döneminde yükselmeye başlamış olup halen yükselmeye devam etmekte olduğu sismik kesitlerde gözlenmektedir.

Kozan Fayı bölgenin en önemli tektonik hatlarından birisi olup Toros yükselimi ile Çukurova düzlüğünün oluşmasını sağlamaktadır. Ecemiş Fayı Adana Havzasını batıdan sınırlar. Deniz içinde kalan Kıbrıs Yayı ve onun güneyindeki Helenik Yay, Afrika Levhasının Anadolu levhası altına dalmasının oluşturduğu hendekler olup bölgenin sismik hareketliliğini sağlamaktadır. Bölge tektoniğinin ayrıntıları bu çalışmanın kapsamı dışındadır. Tez çalışmasında incelenen istiflerde; havzanın kuzeybatı alanlarında yer alan mostralarda tuz çökelinin kısıtlı/az kalınlıklarda ve aşınmış olduğu gözlenmektedir. Tuz tektoniğinin etkilerinin çok fazla görülmediği bu alanlarda Pliyosen yaşlı çökellerin de morfolojik olarak genellikle sakin bir yayılım gösterdiği izlenmektedir. Mersin Körfezi'nde ise bu durumun aksine kalınlığı yaklaşık 2,5-3 km'yi bulan tuzların yarattığı tektoniğin Pliyosen ve Kuvaterner istiflerinin etkilediği hatta çökmeyi kontrol ettiği görülmektedir (bu durum tezin ileriki bölümlerinde ayrıntılarıyla gösterilecektir).



Şekil 3.8 Çalışma alanının tektonik haritası (Kozlu 1997'den renklendirilmiştir, ölçeksizdir)

4. SEDİMANTOLOJİ-BULGULAR

Bu bölümde çalışmanın esas unsurunu oluşturan Seyhan-Ceyhan Deltası'nın evriminin anlaşılması ve istif gelişimlerinin takip edilmesi için Materyal-Metod bölümünde bilgileri verilen sondaj kayıtları ve sismik kesitleri üzerinde yapılan analiz, çalışma ve yorumlamalar anlatılacaktır.

4.1 Pliyo-Kuvaterner İstifin Litolojik Özellikleri

TPAO tarafından açılan sondaj örneklerinde öncelikle renk, doku, litoloji ve tane boyu dağılımları incelenmiştir. Bu bölümde karada açılan sondajlarda ayrıntılı olarak tanımlanan litolojilere değinilecek, deniz sondajları ise log verileriyle birlikte anlatılacaktır (sondajlarda genel tanımlamalar sonrasında yapılan litofasiyes ayrımları 4. bölümün sonunda ele alınmıştır).

İnceleme sırasında kolaylık sağlaması bakımından kesilen istifler kara sondajlarında üstten alta doğru genel benzerliklerine göre seviyelere bölünmüştür. Bu seviyeler sondaj loglarının sağ kısmında numaralandırılarak gösterilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.34, Şekil 4.40, Şekil 4.41).

4.1.1 K-1 Sondajı verileri

Sondajın genel bilgileri; Adana ili O34-b2 paftasında açılmıştır. Zemin rakımı: 45,53 m, sondaj yüksekliği: 50,73 m ve son derinliği: 951 m'dir.

K-1 sondajında 250 m sondaj derinliğine kadar Kuranşa Formasyonu kesilerek daha sonra Avdan Formasyonu'na girilmiştir. Kuyuya ait örneklerin 300 m'ye kadar olan kısmında fasiyes çalışması yapılmıştır.

Bu kuyuda diğer kuyulardan farklı olarak örneklerden tane boyu dağılımı ve kaba bileşen analizleri yapılmıştır.

DERİNLİK (MD)	LİTOLOJİ	ÖRN.	TANIMLAR	SEVİYE
0 m				
10 m		●	Kırmızımsı bej renkli köşeli, yarı köşeli çakıllı, granüllü kili seviyesi	K1S1
20 m				
30 m		●	Açık gri renkli gevrek kırılğan marn, granüllü seviye (granüller üsttekilere benzer özelliktedir)	K1S2
40 m		●	Gri renkli, karbonatlı, yer yer granüllü kilaşı seviyesi	K1S3
50 m		●	Açık gri, yer yer kırmızı renkli, çakıllı, yer yer killi ve siltli granüllü seviye	K1S4
60 m		●	(56 m'de kil değeri yüksek örnek içerir)	
70 m		●	Yeşilimsi gri renkli, granüllü, siltli, killi kumtaşı seviyesi; seyrek kavkı parçalı, yer yer saçılmış kümeli piritli, gevrek, sertçe yarı köşeli, yarı yuvarlak ve karbonat çimentoludur.	K1S5
80 m		●	(70-72 m kömür kırıntılı seviye içerir)	
90 m		●	Açık yeşilimsi gri renkli, killi, siltli, granüllü kaba kum seviyesi	K1S6
100 m		●	Yeşilimsi gri renkli gevrek-kırılğan nadiren glokonilli marn	K1S7
110 m		●	Açık yeşil renkli, polijenik elemanlı, köşeli, yarı köşeli, orta-kötü boylanmalı, zayıf-orta karbonat çimentolu, yer yer saçılmış ender kümeli piritli kumtaşı yer yer fosil kavkıdır.	K1S8
120 m		●	Koyu yeşil renkli, killi, granüllü, kavkı parçalı kumtaşı seviyesi	K1S9
130 m		●	Yeşilimsi gri renkli kumtaşı seviyesi (hakim litolojisi ince taneli kumtaşıdır)	K1S10
140 m		●	Yeşilimsi gri renkli, yer yer siltli, killi, marnlı kumtaşı seviyesi seyrek kavkı parçası içerir.	K1S11
150 m		●	Açık yeşilimsi kahve renkli, siltli, killi kumtaşı	K1S12
160 m		●	Açık yeşilimsi kahverengi kumlu, milli marn seviyesi (146 m'de tane boyu analizinde kil değeri 42,6 g çıkmıştır)	
170 m		●	Açık yeşilimsi kahverengi, kaba taneli, polijenik elemanlı (kuvars bileşenleri hakim), köşeli, kili, marnlı, yer yer ince taneli kumtaşı seviyesi; yer yer çakıl bileşenleri içerir.	
180 m		●	Grimsi yeşil renkli, köşeli, yarı köşeli, kötü boylanmalı, yer yer kavkı, ender kümeli piritli kumtaşı seviyesi	K1S13
190 m			(176 m'de kil oranı 17,7 değerindedir, 177-180 m arası marn litolojisindedir)	
200 m		●	Granül-Çakıltaşı: Grimsi yeşil renkli (grimsi yeşil renkli çakıllar hakimdir), parçalı granül-çakıltaşı seviyesi; 174,184,188 m'lerde kavkı parçaları içerir.	
210 m		●	Yeşilimsi bej renkli marnlı, granüllü, siltli, karbonatlı kilaşı seviyesi (196 m'de tane boyu analizinde kil miktarı:33,8 g ölçülmüştür)	K1S14
220 m		●	Küf yeşili renkli marnlı, yer yer kumlu kilaşı seviyesi	K1S15
230 m		●	Gri renkli, kötü boylanmalı, köşeli kaba kum, çakıltaşı seviyesi Gri ve yeşil renkli çakıllar hakimdir, yer yer kuvars kumları içerir. (212 m'de kırık gastropod fosili görülmüştür)	K1S16
240 m		●	Koyu grimsi yeşil renkli marn	K1S17
250 m		●	Yeşilimsi gri renkli temiz marn seviyesi	K1S18
		●	300 m'de üsttekiyle aynı, koyu renkli temiz marn,	
		●	316-324 m'de yer yer kırmızımsı sarı renkli granül içerir.	
		●	346 m'den sonra kilaşı-silttaşı (sakin ortam çökelleri)	

Şekil 4.1 K-1 sondajı litoloji logu

K1-S1: 6 m-16m sondaj derinlikleri arasında gözlenen seviye olarak tanımlanmıştır. Kırmızımsı bej renkli, granüllü ve karbonatlı fasiyestir. Örneklerin analiz sırasındaki yıkama ve ayrımlarından “kaliş” olduğu görülmüştür (Şekil 4.1). İstifin 18 m’ye kadar olan seviyesi tamamen kaliş özelliği gösterirken 26. m örneğinde kalişlerle beraber çeşitli çakıl ve kum girişleri gözlenmiştir. Deltanın kuzey alanlarında, sondajın yapıldığı lokalitelerde de kalişlerin yüzlek verdiği görülmektedir.

K1-S2: Kaliş fasiyesinin hemen altında yer alan seviye 26-36 m’ler arasında gözlenmekte olup gri renkli, killi ve granüllü fasiyestir. Fasiyes 44 m’ye kadar aynı litolojide olmakla birlikte kendi içinde renk ve kil oranındaki değişim göz önünde bulundurularak iki seviyeye ayrılmıştır.

K1-S3: Gri renkli killi granüllü fasiyestir. 36-44 m aralığında tanımlanmıştır. Kil oranında üstteki seviyeye göre artış gözlenmiştir.

K1-S4: Tanımlama 44-64 m arasını temsil etmektedir. Açık gri, yer yer kırmızı renkli, granüllü ve çakıllı fasiyestir.

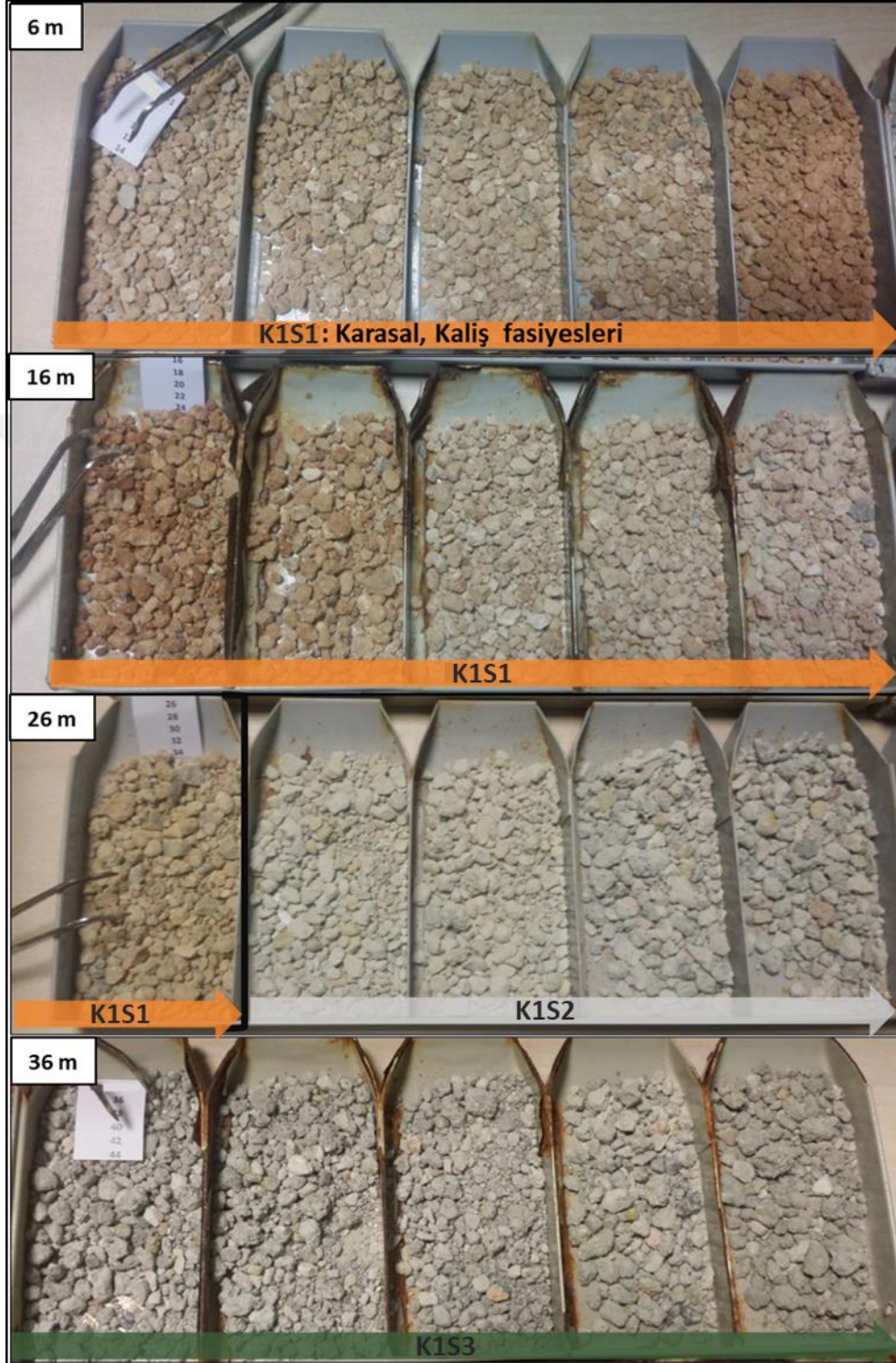
K1-S5: Sondajın 64-84 m aralığı için tanımlanmıştır. Yeşilimsi gri renkli, granüllü, siltli, killi, seyrek kavkı parçalı, bol miktarda siltli, nadir kömür kırıntılı bir fasiyesi temsil etmektedir (Şekil 4.3).

K1-S6: Sondajın 84-100 m aralığında tanımlanan açık grimsi renkli, granüllü, kaba kumlu, siltli litolojilerde tanımlanmıştır.

K1-S7: 105-106 m aralığında tanımlanmıştır. Yeşilimsi gri renkli marn litolojisindedir (Şekil 4.4).

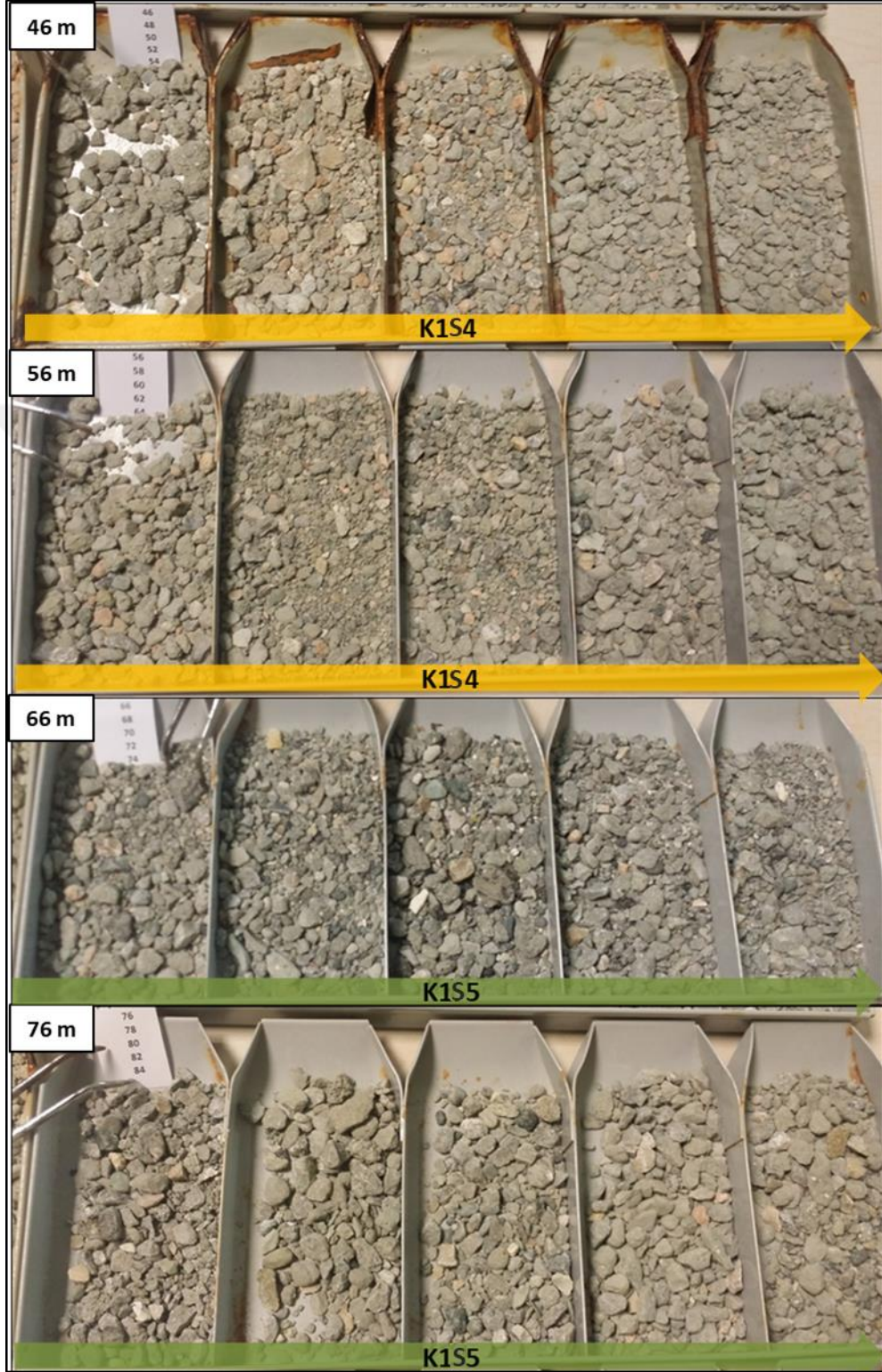
K1-S8 (106m-120 m): Açık yeşil renkli, polijenik elemanlı, köşeli, yarı köşeli, orta-kötü boylanmalı, zayıf-orta karbonat çimentolu, yer yer fosil kavkılı kumtaşı seviyesidir.

6 m-44 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri:



Şekil 4.2 K-1 sondajı 6-44 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler (Kırıntı tabakları 2’şer m aralıklarla dizilmiştir. Sondajın 6-26 m’leri arasında kaliş; 26-44 m’leri arasında killi, granüllü seviyeler izlenmektedir)

46 m-84 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri:



Şekil 4.3 K-1 sondajı 46-84 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

K1-S9 (120m-124 m): Koyu yeşil renkli killi, marnlı granüllü, seyrek kavkı parçalı seviyedir.

K1-S10 (124m-130 m): Yeşilimsi gri renkli genel olarak ince taneli kumtaşı içeren seviyedir (Şekil 4.5).

K1-S11 (130m-140 m): Yeşilimsi gri renkli kumlu, yer yer siltli, killi, kavkı parçalı seviyedir.

K1-S12 (140m-164 m): Açık yeşilimsi kahverengi seviyenin üst kesimleri siltli, killi kumtaşıdır. Arada marnlı bir seviye tanımlanmaktadır. İstifin alt seviyeleri ise kaba taneli, polijenik elemanlı, kuvars bileşenli, köşeli, yer yer ince taneli kumtaşı geçişli ve çakıl bileşenli kumtaşlarıyla tanımlanmıştır.

K1-S13 (164m-192 m): Grimsi yeşil renkli köşeli-yarı köşeli, kötü boylanmalı, yer yer kavkı parçalı, marn seviyeli granüllü, çakıllı istife karşılık gelmektedir.

K1-S14 (192m-202 m): Yeşilimsi bej renkli granüllü killi, marnlı seviyedir (Şekil 4.6).

K1-S15 (202m-212 m): Küf yeşili renkli, marnlı, killi, kumlu yer yer granüllü seviye olarak tariflenmiştir.

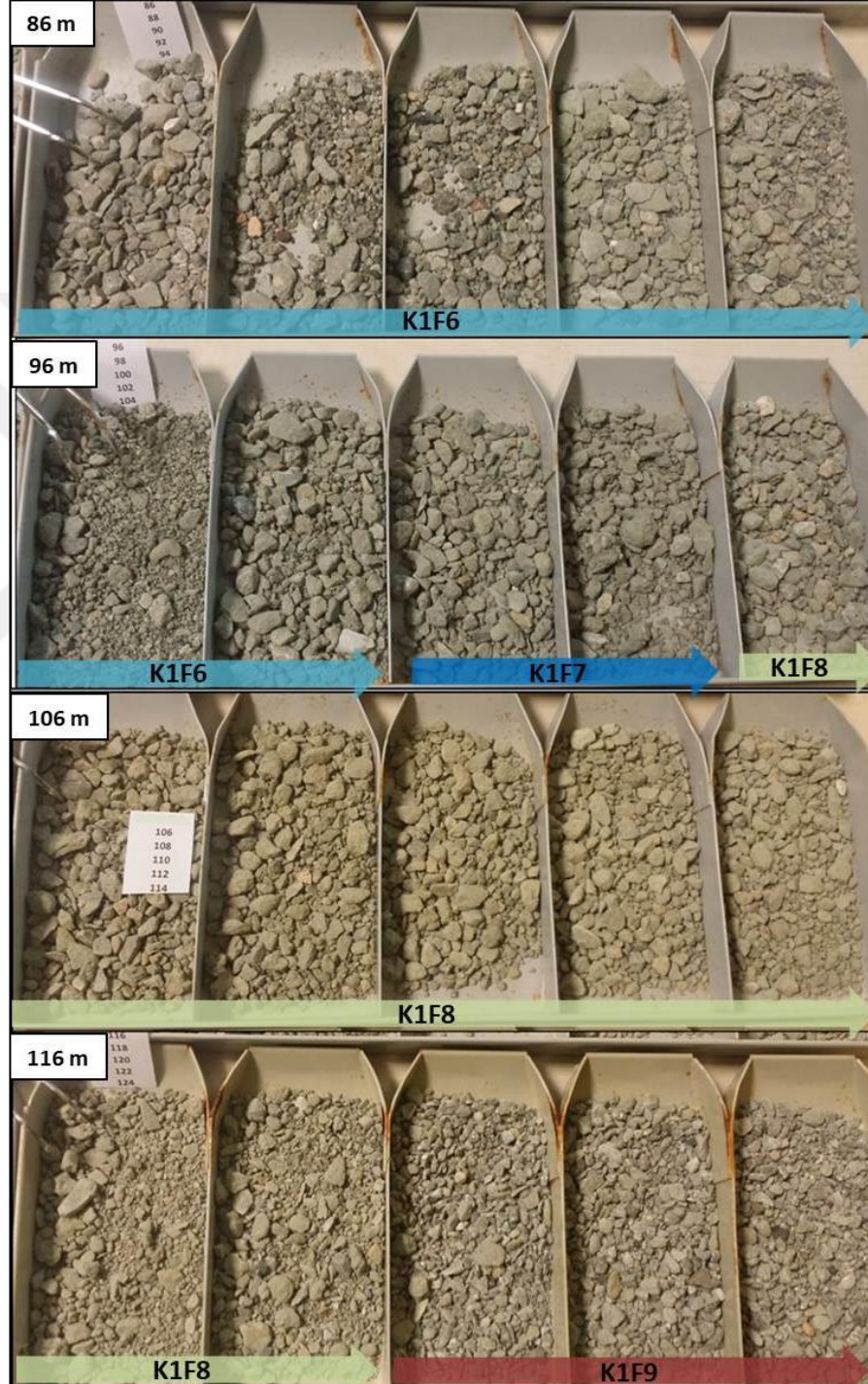
K1-S16 (212m-232 m): Gri renkli kötü boylanmalı, köşeli, yer yer kuvars kumları içeren seyrek kavkılı kaba kum, çakıl seviyesidir.

K1-S17 (232m-234 m): Koyu grimsi yeşil renkli marndır.

K1-S18 (234m-246 m): Yeşilimsi gri renkli kalın killi marnlı istiftir (Şekil 4.7). Kuyunun 300 m derinliğine kadar aynı koyu renkli marn litolojisi devam etmektedir. İnceleme alanının kapsamı dışında yer alan istifin daha alt seviyelerinde ise (316-324

m'lerde) yer yer kırmızımsı sarı renkli granül tanımlanmış olup 346 m'nin altında sakin ortam çökellerine çamurtaşı, silttaşı litolojilerine girilmektedir.

86 m-124 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri:



Şekil 4.4 K-1 sondajı 86-124 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

126 m-164 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



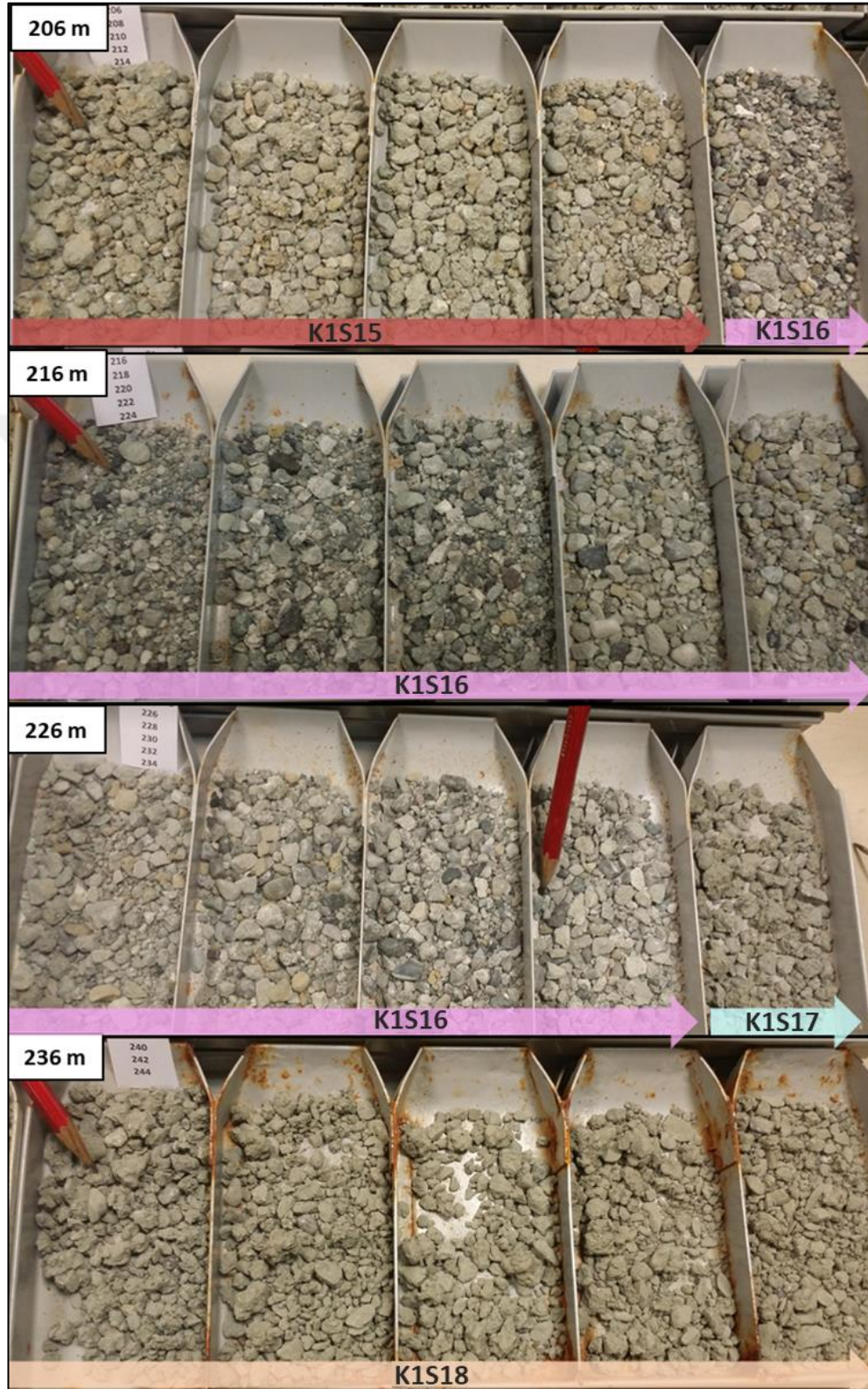
Şekil 4.5 K-1 sondajı 126-164 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

166 m-204 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



Şekil 4.6 K-1 sondajı 166-204 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

206 m-244 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



Şekil 4.7 K-1 sondajı 206-244 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

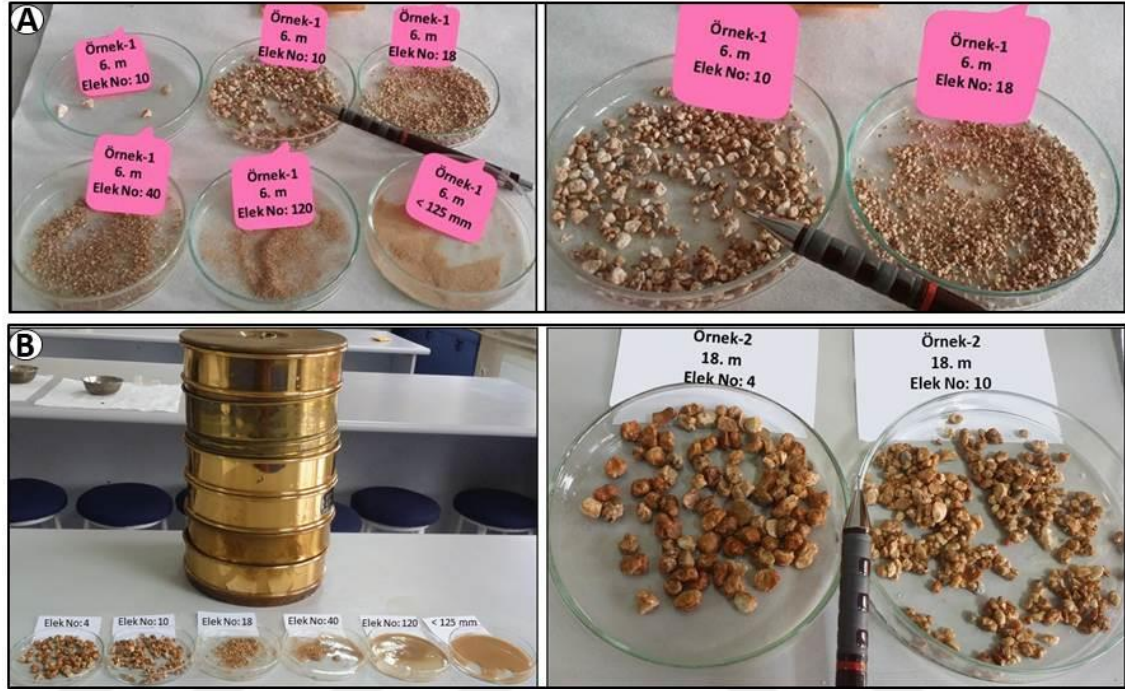
K-1 Sondajı Tane Boyu Değerlendirme Çalışmaları

Tane boyu dağılımı K-1 sondajında gerçekleştirilmiş olup elde edilen veriler; çakıl, granül, kum ve silt-kil boyu malzemeleri göstermektedir. Bu bölümde örneklerin tanımlama ve sınıflamaları Şekil 4.8'den Şekil 4.31'e kadar olan analiz sırasında çekilen fotoğraflarla anlatılmıştır. Örneklerde eleklerden geçen tane miktarları Çizelge 4.1'de görülmektedir.

Çizelge 4.1 Tane boyu çalışmalarında kullanılan elek dizilimi ve elekten geçen g cinsinden tane miktarları (4, 10, 18, 40, 120 rakamları Tyler serisi elek numaralarıdır. Parantez içinde delik çapları belirtilmiştir)

Örnek No	Derinlik (m)	Elek Üzerinde Kalan Tane Miktarı (g)					
		4 (4,76 mm)	10 (2 mm)	18 (1 mm)	40 (0,420 mm)	120 (0,125 mm)	< 0,125 mm
Örnek-3	26	8,8	15,4	6,6	2,2	1,1	15,9
Örnek-4	36	3,8	10,2	9,4	5,3	4,3	17
Örnek-5	46	1,5	5,8	5,2	3,7	4,3	29,5
Örnek-6	56	7,2	8,7	7	2,8	1,5	22,8
Örnek-7	66	12,5	11,1	13,8	4,7	2	5,9
Örnek-8	76	22,6	16,3	4,8	3,5	1,7	1,1
Örnek-9	86	12,6	12,3	12,6	6,7	2,2	3,6
Örnek-10	96	7,3	8,4	16,3	5,9	4,6	7,5
Örnek-11	106	9,3	12,5	4,2	2,9	6,2	15
Örnek-12	116	5,5	4,2	6,8	6	8,1	19,4
Örnek-13	126	3	20,7	13,2	2,9	2,8	7,4
Örnek-14	146	1,7	1,6	1,1	2,1	1,1	42,4
Örnek-15	156	5,4	10,1	9,5	3,3	1,7	7
Örnek-16	166	15,9	13,6	3,2	0,7	1,6	2,8
Örnek-17	176	7,7	14,4	2,9	0,7	6,6	17,7
Örnek-18	186	7,5	16,1	7,9	1,6	3,4	13,5
Örnek-19	196	4,2	3,9	1,5	1,8	4,8	33,8
Örnek-20	206	2,7	2	1,9	3	11,2	29,2
Örnek-21	216	3,8	14,8	16,6	7,9	1,8	5,1
Örnek-22	226	7,9	15,2	12,5	3,2	1,4	9,8
Örnek-23	236	4,3	5,2	3,4	1,7	2,5	32,9
Örnek-25	266	3	2,6	1,3	0,3	1,4	41,4

Örnek-1-2 (6.m ve 18.m): Kırmızımsı bej renkli, granüllü, karbonatlı özelliklerde tanımlanan örneklerin analiz sırasındaki yıkama ve yapılan ayrımlarında “kaliş” olduğu açıkça görülmüştür. Elek dizilimlerinden geçen her iki seviyeye ait örnekler Şekil 4.8’de görülmektedir.



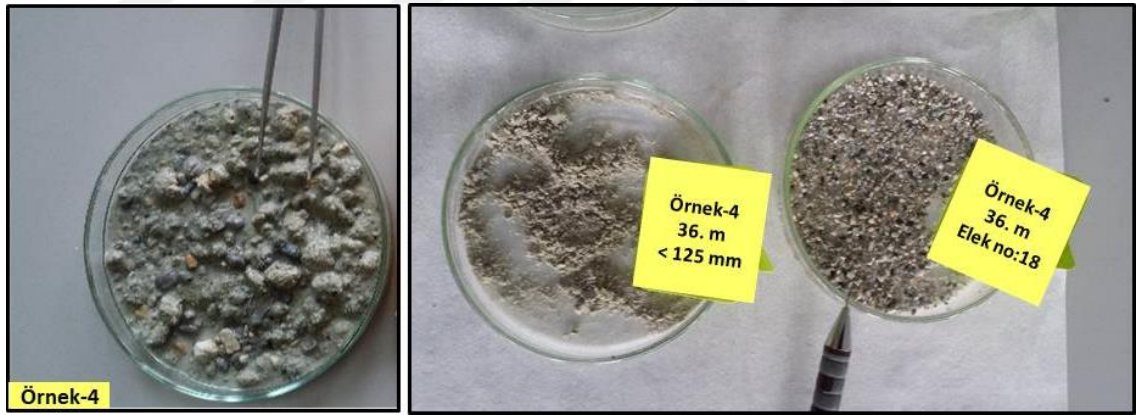
Şekil 4.8 K-1 sondajında 6. m ve 18. m’den alınan örneklerinin tane boyu dağılımı; A: 1 nolu örneği; B:2 nolu örneği temsil etmektedir. Her iki örnekte sarımsı kırmızı rengiyle karasal fasiyesi temsil etmektedir.

Örnek-3 (26. m): Sarımsı bej renkli, granüllü ve karbonatlıdır. Numunelerin bir kısmında kaliş litolojilerinin hala devam ettiği görülmektedir. Sırasıyla tane boyuna göre elek dizisinden geçen örnek miktarları Şekil 4.9’da ve Çizelge 4.1’de, örneğin tane boyu yüzde dağılımları Çizelge 4.2’de görülmektedir.



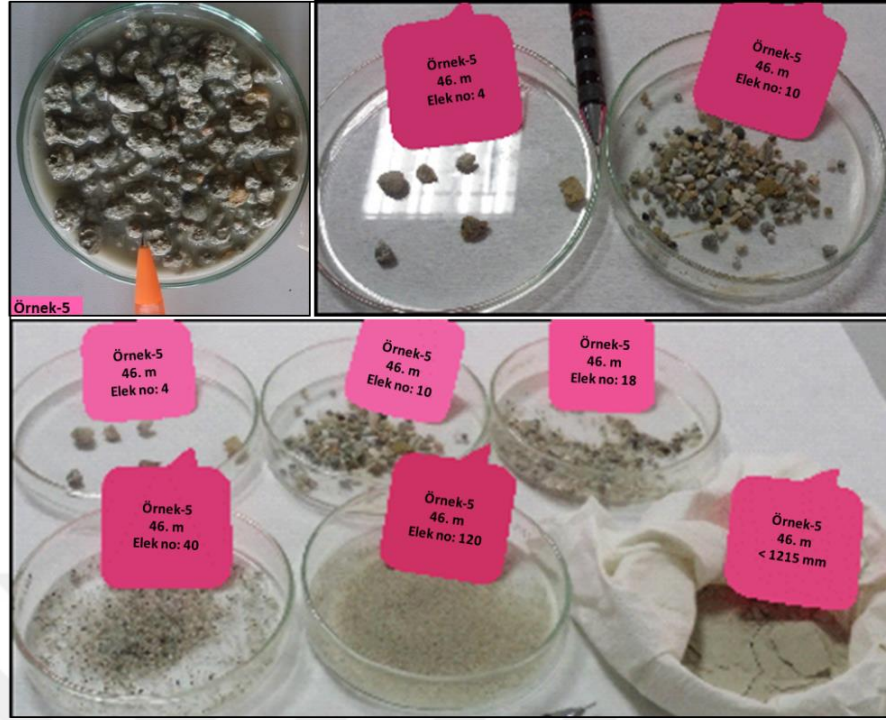
Şekil 4.9 K-1 sondajında 26.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-4 (36. m): Gri-açık gri renkli, yumuşak, dağılgan, yer yer karbonatlı, killi ve granüllü litolojilerde tariflenmiştir. Kalışlerin hemen altına yer alan ilk fasiyestir. Bu örneğe ait tane boyu dağılım miktarları Şekil 4.10'da, Çizelge 4.1'de görülmektedir.



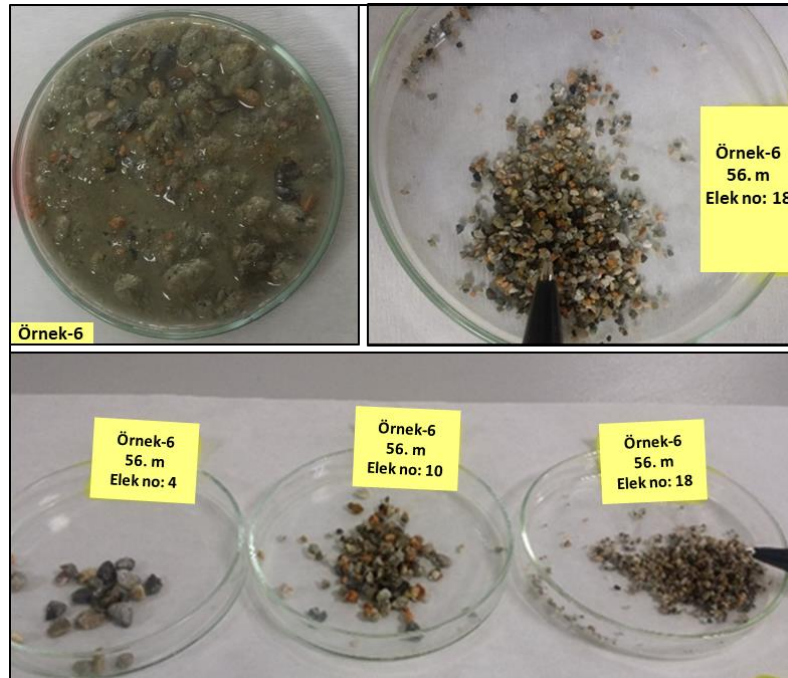
Şekil 4.10 K-1 sondajında 36.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-5 (46. m): Gri-açık gri, yer yer kırmızımsı sarı renkli, siltli ve killi granül ağırlıklı örnektir. Sırasıyla tane boyuna göre elek dizisinden geçen örnek miktarları Şekil 4.11 ve Çizelge 4.1'de, tane boyu dağılım yüzdeleri Çizelge 4.2'de görülmektedir.



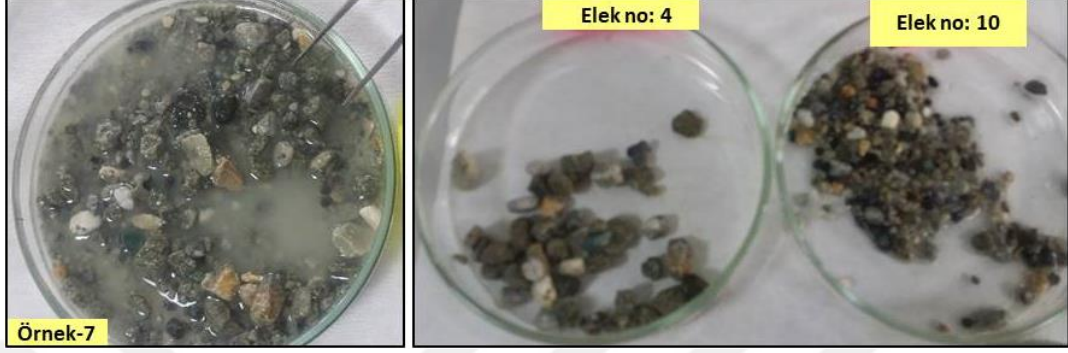
Şekil 4.11 K-1 sondajında 46.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-6 (56. m): Gri-açık gri, yer yer kırmızımsı sarı renkli granüllü, killidir. Sırasıyla tane boyuna göre elek dizisinden geçen örnek miktarları ve değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.12 ve Çizelge 4.1).



Şekil 4.12 K-1 sondajında 56.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

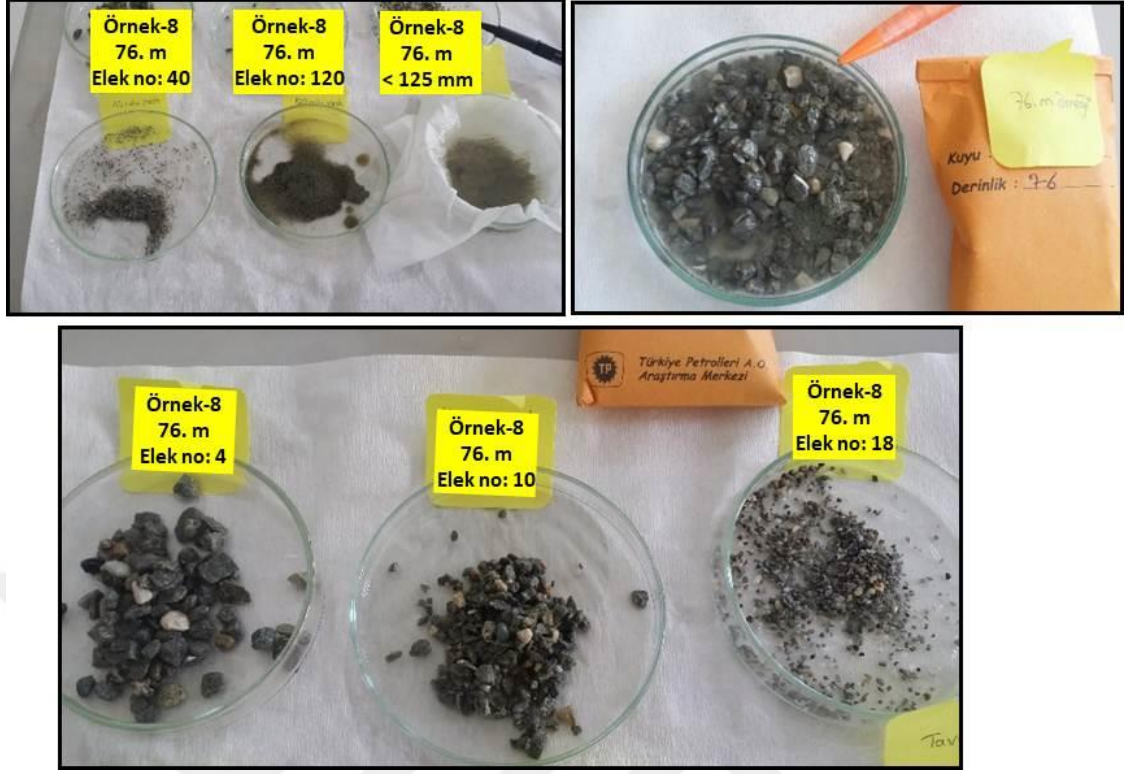
Örnek-7 (66. m): Yeşilimsi gri renkli, polijenik elemanlı granüllü ve çakıllıdır. Ender oranda silt ve kil içermektedir. Tane boyu dağılım analizinde kaba taneli malzemelerin ağırlıkta bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.13 ve Çizelge 4.1).



Şekil 4.13 K-1 sondajında 66.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı; Çakıltaşları polijenik elemanlı olup ofiyolit çakılları da içermektedir.

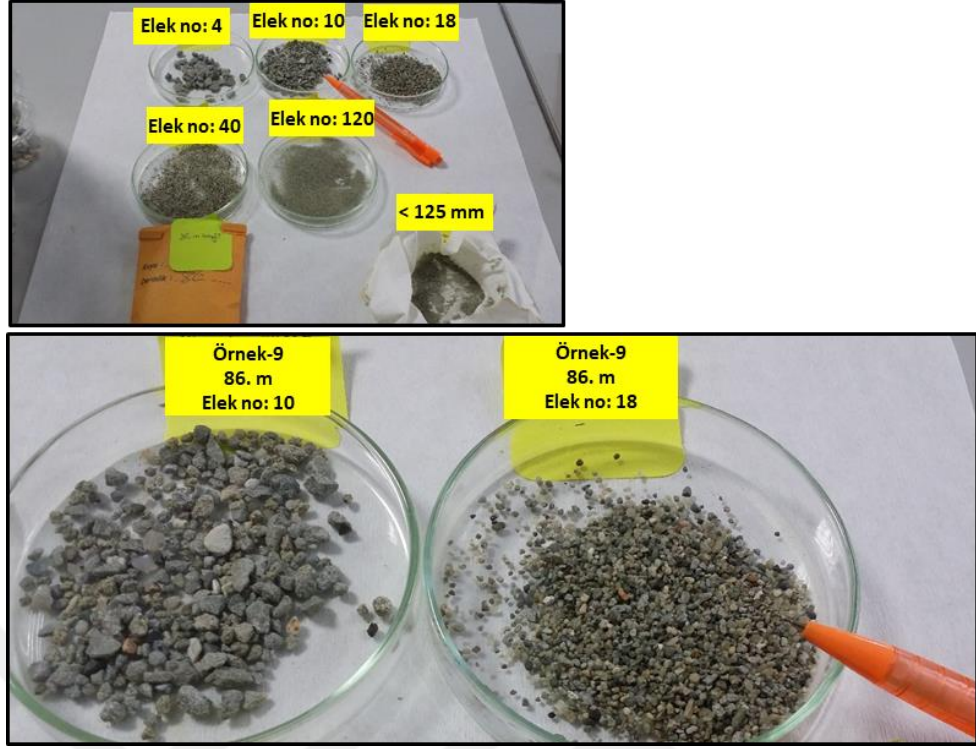
İstif içerisinde kaba taneli bileşenlerin bulunduğu seviyelerde; bölgedeki Miyosen yaşlı birimlere ait bileşenler (açık grimsi renkte izlenmektedir), yer yer ofiyolit çakılları, yer yer Paleozoyik birimlerine ait siyah renkli çakıllar ve bol miktarda kuvars kumları görülmektedir.

Örnek-8 (76. m): Granüllü, siltli, kumtaşı örneğine ait numune tabağı çok berrak olup kil içeriği çok düşük gözlenmektedir. Örnekteki hakim litoloji gri renkli, köşeli kireçtaşı çakıllarıdır. Arazi gözlemleriyle tez örnekleri denestirildiğinde genel olarak açık renkli bu tanelerin Miyosen yaşlı kireçtaşlarına ait olduğu, koyu renkli tanelerin ise yukarıda da bahsedildiği gibi Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlerden taşındığı düşünülmektedir. Örneğin tane boyu dağılımları Şekil 4.14 ve Çizelge 4.1'de görülmektedir.



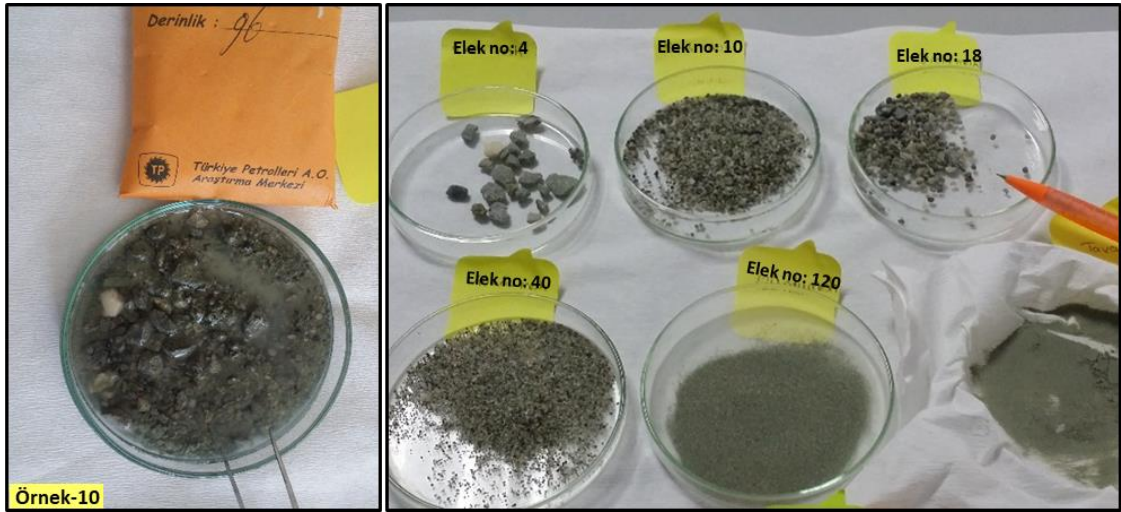
Şekil 4.14 K-1 sondajında 76.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-9 (86. m): Açık yeşilimsi, gri renkli, siltli, granüllü, kaba kum fasiyesindedir. En fazla malzeme miktarları 4, 10 ve 18 numaralı eleklerde izlenmiştir (Şekil 4.15, Çizelge 4.1). Polijenik elemanlı kum boyu malzemeler ağırlıklı olarak kuvars mineralleri içermektedir. Çakıllar, yarı köşeli, yarı yuvarlak özellikte izlenmektedir.



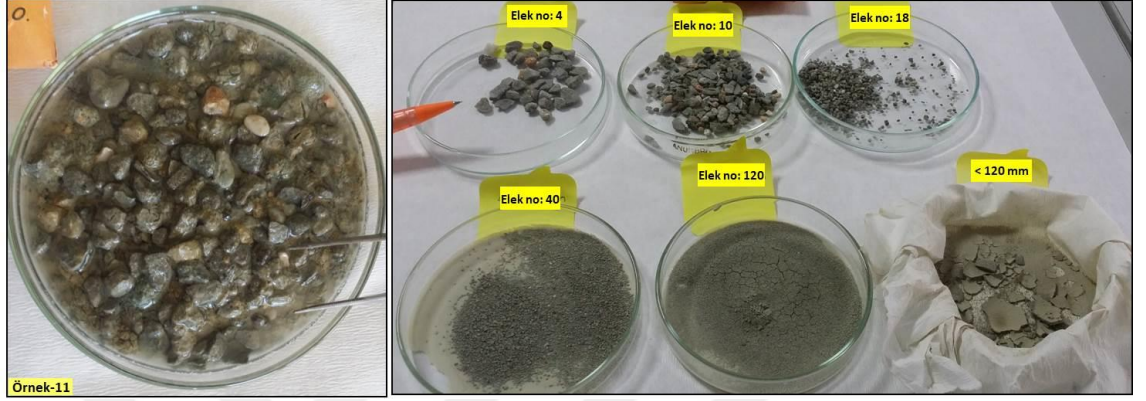
Şekil 4.15 sondajında 86.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-10 (96. m): Açık yeşilimsi, gri renkli, yer yer granüllü, kumtaşı örneğinin tane boyu dağılım analizinde en fazla malzeme 18 nolu elek üzerinde görülmektedir (Şekil 4.16, Çizelge 4.1). Kumlar; polijenik elemanlı, genellikle kuvars bileşenli, gevrek, sertçe, yarı köşeli, yarı yuvarlak, kabadan inceye çeşitli büyüklüklerde olup, örnekte % 53,6 oranında görülmektedir (Çizelge 4.2).



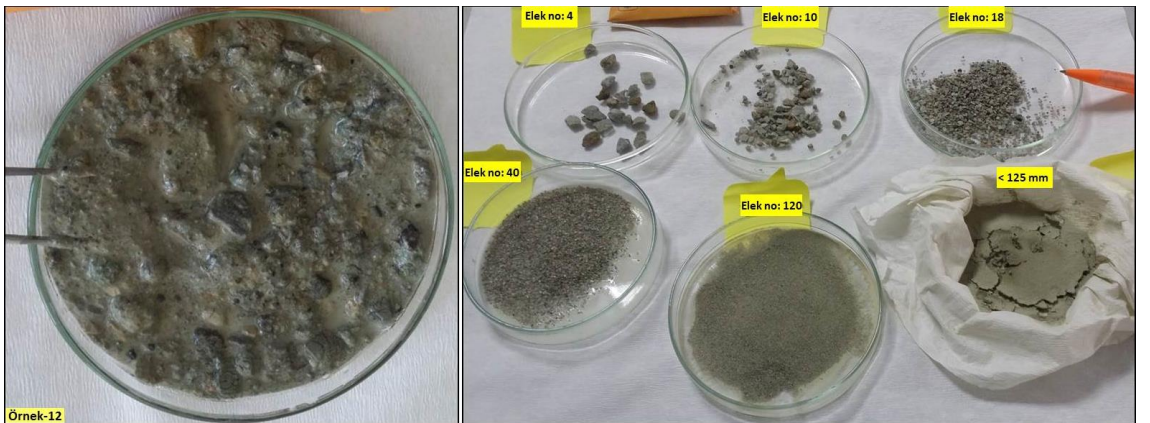
Şekil 4.16 K-1 sondajında 96.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-11 (106. m): Yeşilimsi gri renkli, kumlu, granüllü, çakıllı, gevrek ve kırılkan marnlı fasiyeslerden oluşmaktadır. Örnekte Tane boyu 0,125 mm'den küçük malzemeler yüksek oranda bulunmaktadır (%29,8; Çizelge 4.2). Çakıl ve granül boyu malzemeler genellikle köşelidir ve gri renkli bileşenler ağırlıktadır (Şekil 4.17).



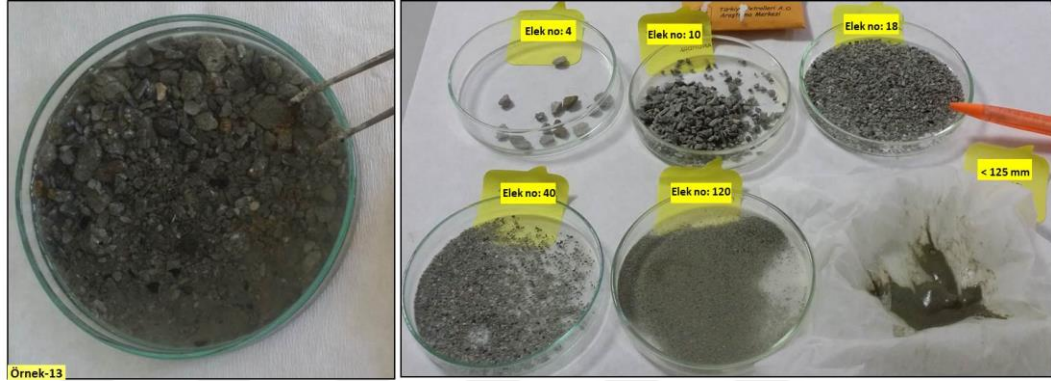
Şekil 4.17 K-1 sondajında 106.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-12 (116. m): Muhtelif renkli, genellikle yeşilimsi, gri renkli, killi, karbonatlı kumtaşı fasiyeslerini içermektedir. Örnekte 0,125 mm'den küçük malzemeler %38,8 oranında görülmektedir (Çizelge 4.2). Kum boyu malzemeler polijenik elemanlı, köşeli, yarı köşeli, orta-kötü boylanmalı, zayıf-orta karbonat çimentolu, yer yer fosil kavkılıdır (Şekil 4.18, Çizelge 4.1).



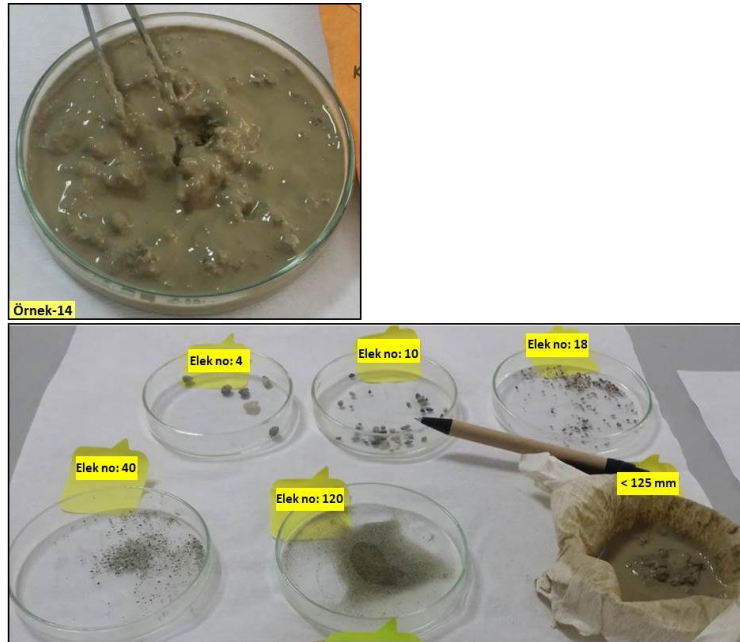
Şekil 4.18 K-1 sondajında 106.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-13 (126. m): Yeşilimsi, gri renkli, kuvars, metamorfik kayaç elemanlı, yer yer serbest taneli, sertçe, ince-orta taneli, yarı köşeli, orta kötü boylanmalı, zayıf karbonat çimentolu, yer yer saçılmış ender kümeli piritli, taneler arası zayıf poroziteli kumtaşı örneğin tane boyu dağılım miktarları Şekil 4.19 ve Çizelge 4.1’de sunulmuştur.



Şekil 4.19 K-1 sondajında 126.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-14 (146. m): Açık yeşilimsi, kahve renkli, dağınık, yer yer sertçe, bol karbonatlı, kumlu, milli yer yer fosilli, marn fasiyesindedir. Örneğin 125 mm’den küçük açıklığa sahip en alt eleği üzerinde kalan malzeme miktarı (42,4 g; Çizelge 4.1), örnekte ve hatta tüm istif çerisinde en yüksek değerde görülmektedir (%84,8; Çizelge 4.2)



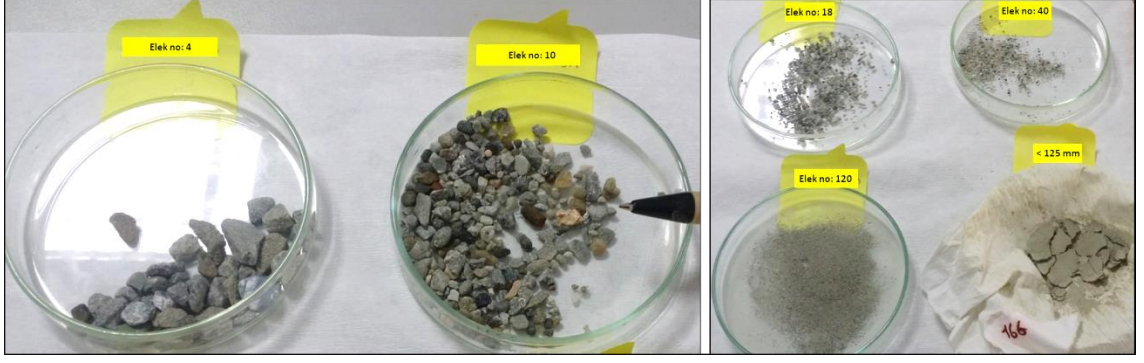
Şekil 4.20 K-1 sondajında 146.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-15 (156. m): Açık yeşilimsi, kahve renkli, kaba taneli, polijenik elemanlı (kuvars, çört ağırlıktadır), yarı köşeli, yarı yuvarlak, zayıf karbonat çimentolu, yer yer ince taneli çakıllı kumtaşıdır. En fazla tane boyu 10 ve 18 numaralı elekler üzerinde görülmüştür (Şekil 4.21). Örneğin tane boyu dağılım miktarları ve yüzdeleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.



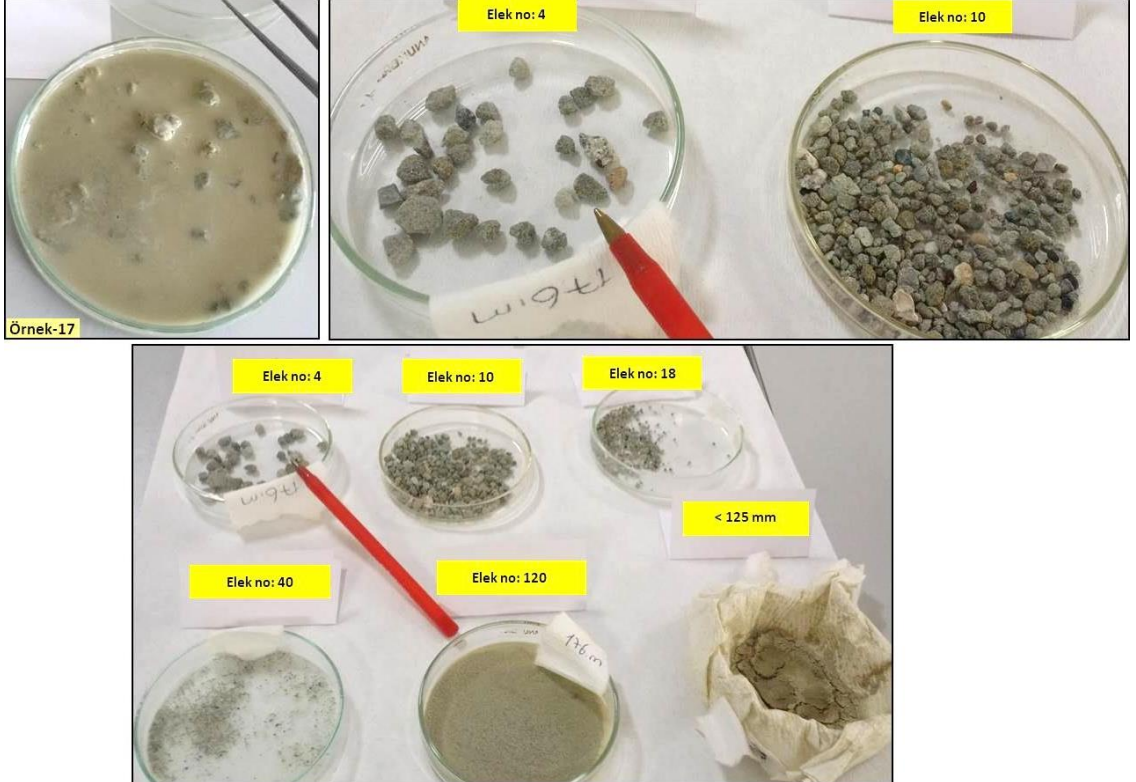
Şekil 4.21 K-1 sondajında 156.m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-16 (166. m): Grimsi yeşil renkli, granüllü, çakıllı fasiyeslerin görüldüğü örnek, köşeli, orta-kötü boylanmalı, karbonat çimentolu, ender kümeli piritlidir ve yer yer kavkı parçaları içermektedir. Örneğin tane boyu dağılım analizinde en fazla malzeme miktarı 4 nolu (15,9 g %31,8) ve 10 nolu (13,6 g; %27,2) eleklerde izlenmiştir (Şekil 4.21, Çizelge 4.1, Çizelge 4.2).



Şekil 4.22 K-1 sondajında 166.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-17 (176. m): Yeşilimsi gri renkli, granüllü, çakıllı (yarı yuvarlak, kötü boylanmalı) kavkı parçalı; kumlu, killi marnlı seviye örneğidir. Çakıl ve granül boyu malzemeler polijenik elemanlı olup gri renkli bileşenler ağırlıklı olarak izlenmektedir (Şekil 4.23). Örneğin tane boyu dağılım miktarları ve yüzdeleri ve Çizelge 4.1, Çizelge 4.2'de görülmektedir.

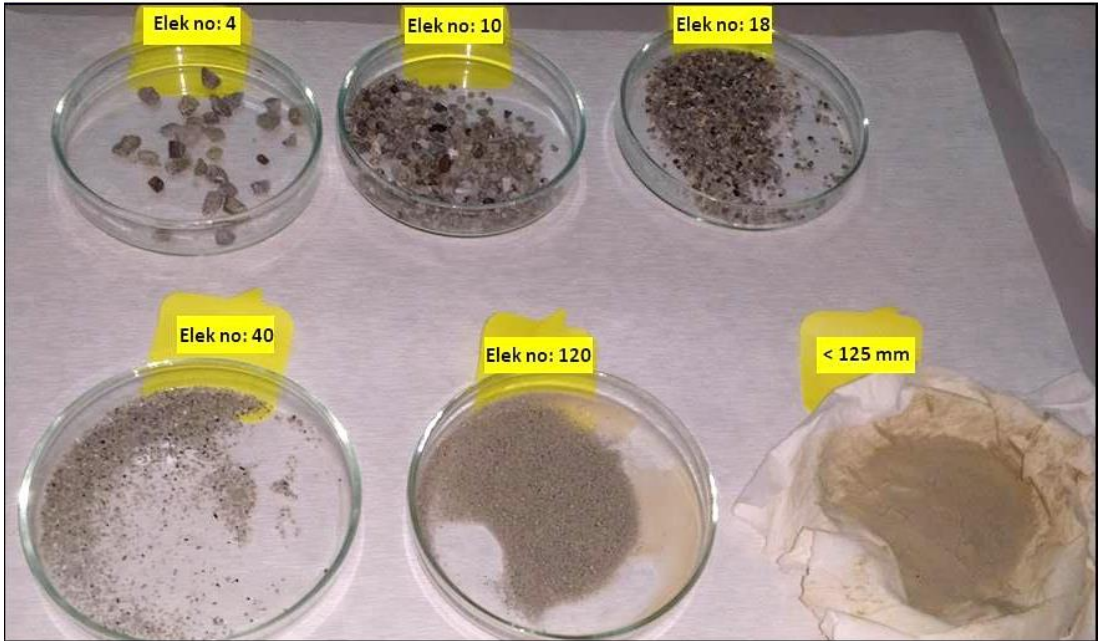


Şekil 4.23 K-1 sondajında 176.m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-18 (186. m): Gri renkli, köşeli, zayıf karbonat çimentolu, killi, serbest taneli granüllü, çakıltaşı örneğidir. Kuvars ve kireçtaşı bileşenleri ağırlıktadır (Şekil 4.24). Örneğin tane boyu dağılım miktarları ve yüzdeleri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

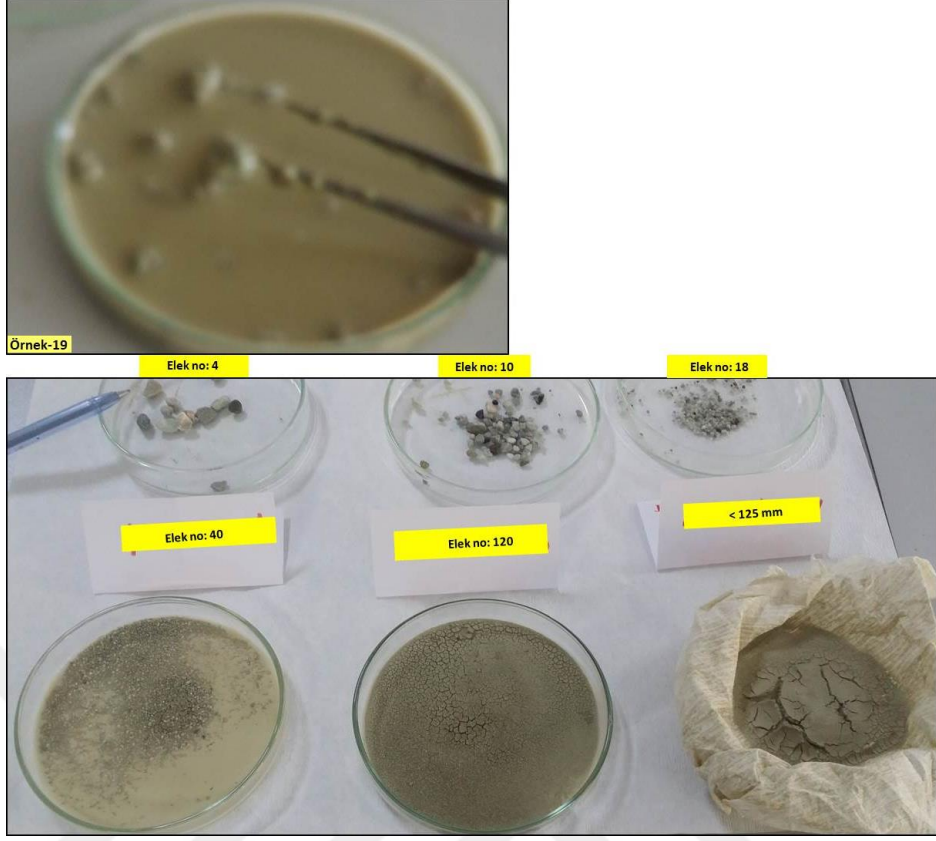


Örnek-18



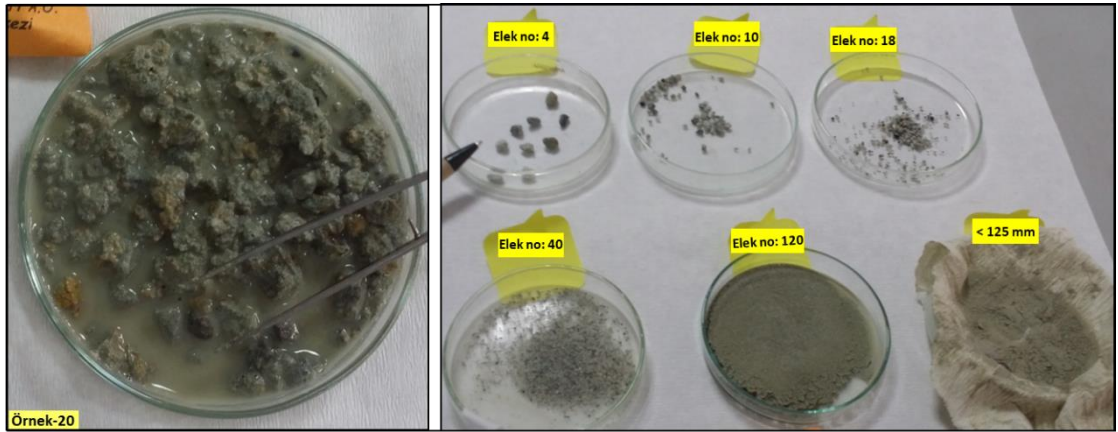
Şekil 4.24 K-1 sondajında 186 m’den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-19 (196. m): Yeşilimsi bej renkli granüllü (köşeli), ince-orta taneli, karbonat çimentolu, ender kümeli piritli, kumlu, marnlı örnektir. Şekil 4.25’te görüldüğü gibi örneğin ince taneli malzeme miktarı oldukça yüksektir (<0,125 mm; 33,8 g-% 67,6; Çizelge 4.1, Çizelge 4.2).



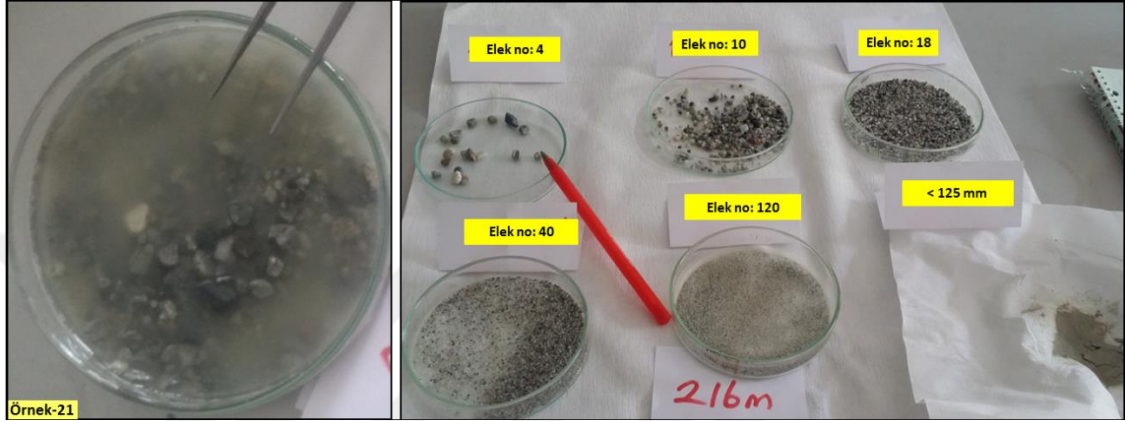
Şekil 4.25 K-1 sondajında 196 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-20 (206. m): Kүf yeşili renkli, yer yer köşeli granüllü, yumuşak, dağılgan, bol karbonatlı killi-milli marn seviyesine ait örnektir. Örneğin tane boyu dağılım miktarları Şekil 4.26 ve Çizelge 4.1 ve yüzdeleri Çizelge 4.2'de sunulmuştur.



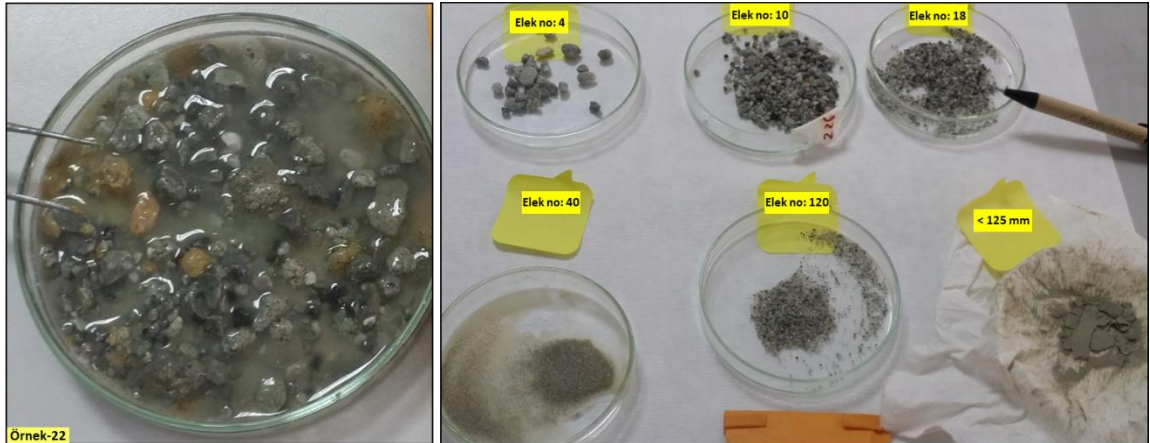
Şekil 4.26 K-1 sondajında 206 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-21 (216. m): Polijenik elemanlı, çakıllı (kötü boylanmalı, köşeli, serbest taneli, tane arası düşük poroziteli, hakim yeşil renkli çakıllı, siyah, kırmızı ve beyaz çakıl bileşenli, ender kireçtaşı çakıllı), kumlu (iri taneli, ağırlıklı olarak kuvars bileşenli) olarak görülmektedir. Örneğin tane boyu dağılım analizinde en fazla malzeme miktarı 10 ve 18 nolu elekler üzerinde izlenmiştir. (Şekil 4.27, Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2).



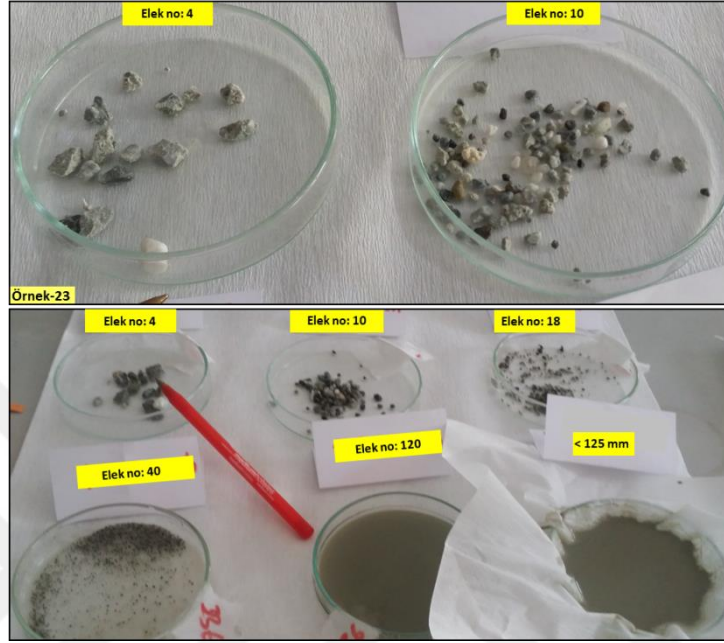
Şekil 4.27 K-1 sondajında 216 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-22 (226. m): Gri, açık gri renkli, köşeli, serbest taneli, irili ufaklı çakıllı (kötü boylanmalı), kumlu (kuvars ağırlıklı), ender killi, marnlı seviyeye ait örnektir. Tane boyu dağılımında üstteki örneğe benzer şekilde en fazla malzemenin 10 ve 18 numaralı elekler üzerinde kaldığı görülmüştür. (Şekil 4.28, Çizelge 4.1, Çizelge 4.2).



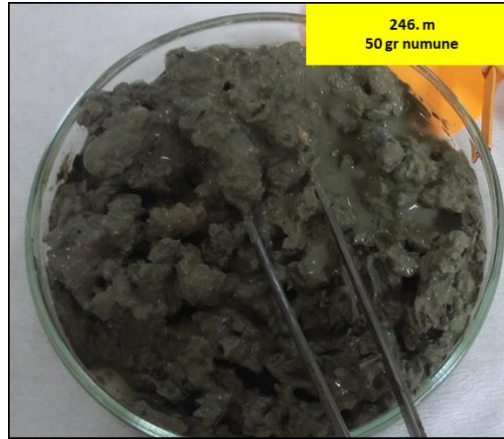
Şekil 4.28 K-1 sondajında 226 m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-23 (236. m): Yeşilimsi gri renkli, köşeli çakıllı, dağınık, cüzi karbonatlı, kumlu killi, marnlı seviyedir. Örneğin tane boyu dağılım miktarları ve değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.29 ve Çizelge 4.2).



Şekil 4.29 K-1 sondajında 236. m'den alınan örneğin tane boyu dağılımı

Örnek-24 (246. m): Yeşilimsi gri renkli, fosilli marn seviyesi. Bu örnek ağırlıklı olarak kil-marn bileşenindedir ve balçık görünümünde olması nedeniyle tane boyu analizi yapılmamıştır ancak içeriğindeki kavrıklar hidrojen peroksitle ayrıştırılarak paleontolojik çalışma yapılmıştır (bkz paleontoloji bölümü).



Şekil 4.30 K-1 sondajında 246. m'den alınan 24 nolu örnek

Örnek-25 (266. m): Yeşilimsi gri renkli, seyrek çakıllı (kireçtaşı), seyrek kumlu, killi marn fasiyesindedir. Numune tabağı ıslatıldığında balçık görünümünü almıştır. Analiz sırasında eleklerde kalan tane boyu dağılımları aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.31). Örnekte 0,125 mm'den küçük taneler %82,8 seviyesinde izlenmektedir Çizelge 4.2).



Şekil 4.31 K-1 sondajı 266. m örneğinde yapılan tane boyu analizi

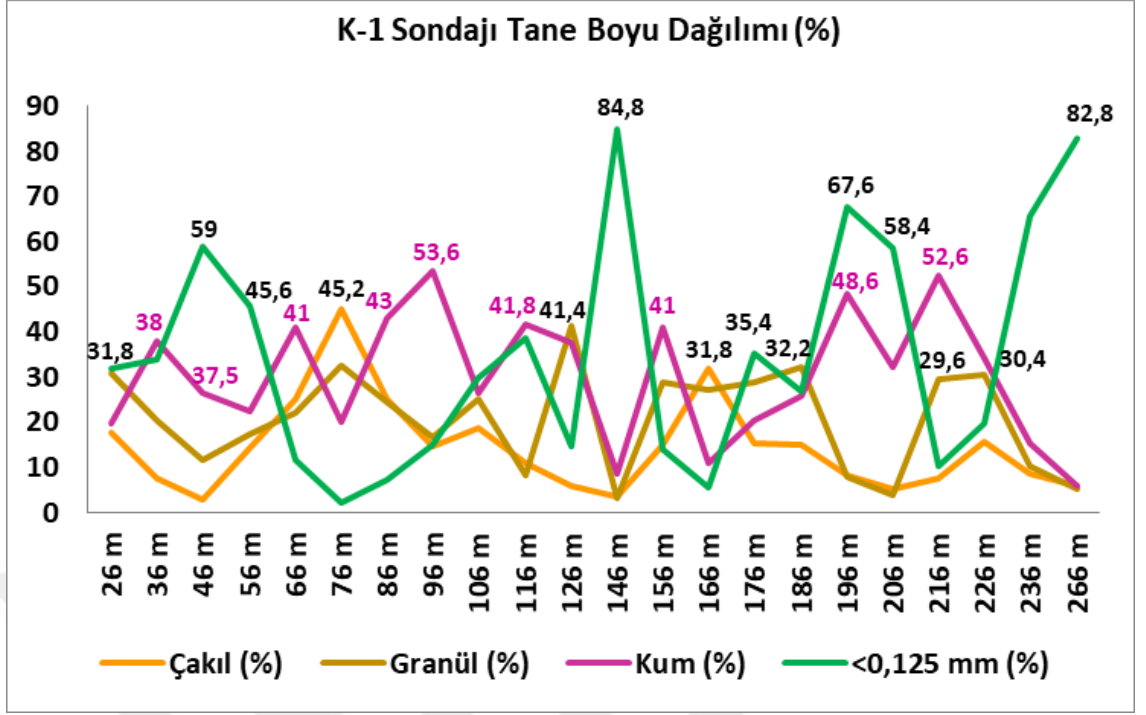
K-1 sondajının kırıntı numunelerinden alınan örneklerin tane boyu dağılım analizi sonuçları Çizelge 4.2'de gösterilmektedir. Buradan yola çıkarak tüm örneklerin genel dağılımı göz önünde bulundurulduğunda, kum boyu malzemenin diğer boy oranlarına göre, ağırlıkta olduğu tespit edilmiştir. Bu genel incelemeler sonucunda, K-1 sondaj örneklerinin boy dağılımlarında en az orana çakıl boyu malzemeler bulunmaktadır. Sondajın 46.m, 146.m, 196.m, 206.m, 236.m, 246.m (analize dahil edilmemiştir), 266.m örneklerinde çok ince kum, sil ve kil boyu malzemenin çok yüksek olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.2 Tane boyu çalışmalarından elde edilen sonuçların yüzde cinsinden ifadeleri

Örnek No	Derinlik (m)	% çakıl	%granül	%kum	<0,125 mm (%)
Örnek-3	26	17,6	30,8	19,8	31,8
Örnek-4	36	7,6	20,4	38	34
Örnek-5	46	3	11,6	37,5	59
Örnek-6	56	14,4	17,4	10	45,6
Örnek-7	66	25	22,2	41	11,8
Örnek-8	76	45,2	32,6	20	2,2
Örnek-9	86	25,2	24,6	43	7,2
Örnek-10	96	36,5	16,8	53,6	15
Örnek-11	106	18,6	25	26,6	29,8
Örnek-12	116	11	8,4	31	38,8
Örnek-13	126	6	41,4	37,8	14,8
Örnek-14	146	3,4	3,2	8,6	84,8
Örnek-15	156	15	29	41	14
Örnek-16	166	31,8	27,2	11	5,6
Örnek-17	176	15,4	28,8	20,4	35,4
Örnek-18	186	15	32,2	25,8	27
Örnek-19	196	8,4	7,8	48,6	67,6
Örnek-20	206	5,4	4	32,2	58,4
Örnek-21	216	7,6	29,6	52,6	10,2
Örnek-22	226	15,8	30,4	34,2	19,6
Örnek-23	236	8,6	10,4	15,2	65,8
Örnek-25	266	6	5,2	6	82,8

Tane boyu dağılımından elde edilen veriler tane boyunun en az 4 birimde kabalaştığını; yani çakıl, granül ve kumca nispeten zengin olduğunu ve buralarda silt ve kil miktarlarının azaldığını göstermektedir. Kaba taneli birimlerin örneklerin alındığı 206-236 m, 196-156 m, 146-116 m ve 106-56 m derinliklerinde artan miktarda çakıl, granül ve kum sergilemektedirler. 236 m derinliğin altında kaba tanelerin azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.2, Şekil 4.32)

Şekil 4.32’de tüm örneklerin karşılaştırmalı tane boyu dağılım grafiği yer almaktadır. Grafikte yeşil renkli eğri ile temsil edilen silt-kil boyu tanelerin dört seviyede 46-56 m, 146-156 m, 196-206 m ve 226 m derinliğinde artış gösterdiği ve bu 4 seviyenin deltanın sellenme dönemlerine karşılık geldiği düşünülmektedir.



Şekil 4.32 K-1 sondajında derinliğe göre tane boyu dağılımları değişim grafiği: Grafikte granül olarak yapılan adlamlama 4,76 mm-2 mm arasındaki tane boyları için kullanılmıştır. Grafikte yeşil renkli eğriyle temsil edilen ince tanelerdeki artış sellenme dönemlerine karşılık gelmektedir.

K-1 Sondajı Rezidüel Analizi

K-1 Sondajının tane boyu tanımlamaları sonrasında seçilen aşağıdaki örneklerde Rezidüel Analiz Çalışmaları yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.3 ve Şekil 4.33'te sunulmuştur.

K1-56 m örneği; Tane boyu çalışmalarında silt-kil boyu malzeme miktarının tane boyu dağılım analizlerinde %45olarak görüldüğü, kireçtaşı bileşenlerinin ağırlıklı gözlendiği grimsi yeşil renkli, granüllü, killi ve marn bileşenlidir.

K1-96. m örneği; Çakıl ve kum fasiyeslerinin (%53,6 kum) yoğunlukta olduğu, kireçtaşı bileşenli seviyeyi temsil etmektedir.

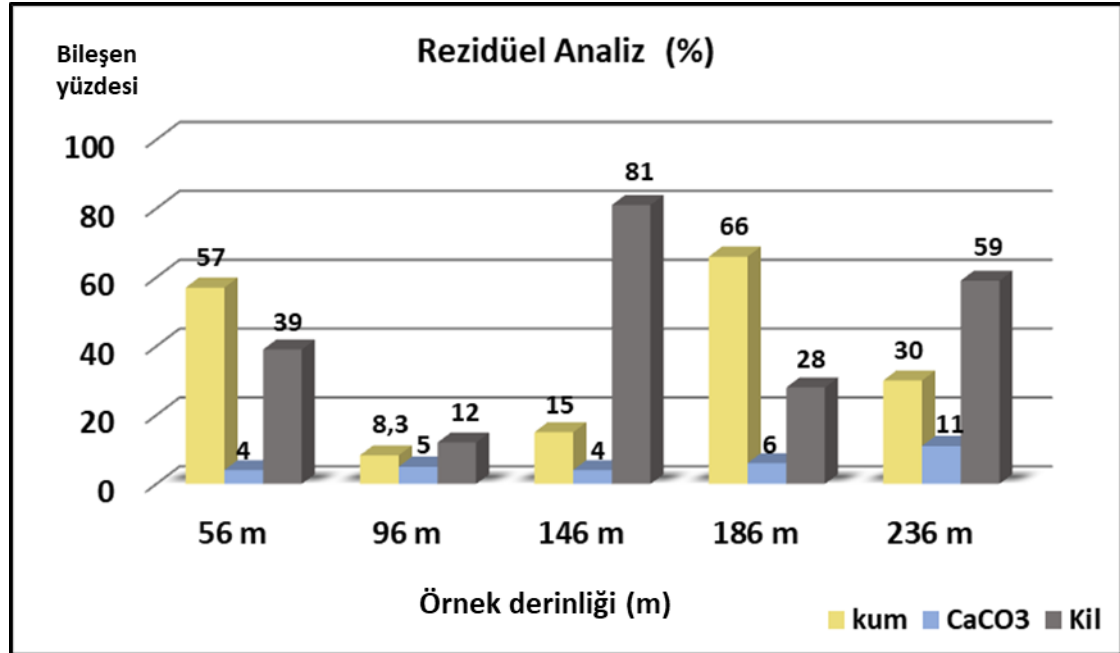
K1-146. m örneği; Kil boyu malzeme miktarının %84,8 oranında tespit edildiği yeşilimsi gri renkli marn seviyesidir.

K1-186. m örneği; granül boyu malzemenin %32,2; kil boyu malzeme miktarının ise %27 olarak görüldüğü marnlı ve çakıllı (kireçtaşı çakılları hakimdir) seviye örneğidir.

K1-236. m örneği; Yeşilimsi gri renkli, kiltası, marn fasiyeslerinin ağırlıkta görüldüğü seviyeyi temsil etmektedir. Tane boyu dağılımında kil boyu malzeme miktarı %65,8 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3 Rezidüel analiz sonucunda ölçülen numunelerin bileşen miktarları

Örnek Derinliği	Kum (%)	CaCO ₃ (%)	Kil (%)
56 m	57	4	39
96 m	83	5	12
146 m	15	4	81
186 m	66	6	28
236 m	3	11	59



Şekil 4.33 K-1 sondajına ait örneklerin rezidüel analizi verileri

4.1.2 K-2 Sondajı verileri

Sondajın genel bilgileri; Sondaj Adana ilinde açılmıştır. Zemin rakımı: 11 m; sondaj yüksekliği: 15,70 m; sondaj derinliği: 2305 m'dir.

K-2 kuyusuna ait kesinti örneklerinin 250 m'ye kadar olan kısmında ayrıntılı tanımlama yapılmıştır (Şekil 4.34). İncelenen örnekler Şekil 4.35'ten Şekil 4.39'a kadar olan numune fotoğraflarında sunulmuştur. Sondaj verilerine göre 208 m sondaj derinliğine kadar Kuranşa Formasyonu kesilmiştir, sonrasında Avdan Formasyonu'na girilmiştir ve 426 m'de Handere Formasyonu'na girilmiştir. İstifin alt seviyeleriyle kuyu logları ve sondaj verilerinin yardımıyla ilişki kurulmuştur.

K2-S1: Sondajın 28 m derinliğine kadar olan kısmıdır. Sarımsı boz renkli, mikro fosilli, çamurtaşdır. İstifin 16. m'sinde kömürleşme ve pirit görülmüştür (Şekil 4.35).

K2-S2: 28-44 m aralığını temsil eder. Kırmızımsı sarı renkli (karasal), kumlu, mikro fosilli çamurtaşdır (kaleleşmiştir).

K2-S3: 44-62 m derinliklerinde görülen sarımsı boz renkli, granüllü, çakıllı, kaba kumlu (polijenik elemanlı) seviyedir. 52-54-56 m seviyelerinde polijenik elemanlı, iri çakıllar gözlenmiştir. 60 m numune tabağında köşeli, orta boylanmalı üste göre daha küçük çakıllı seviye görülmektedir (Şekil 4.36, Şekil 4.37).

K2-S4: 62-72 m'ler arasında kırmızımsı bej renkli ince orta taneli kumtaşı, çamurtaşı fasiyeslerinden oluşmaktadır.

K2-S5: 72-86 m'leri arasında görülen yeşilimsi bej renkli, siltli, polijenik elemanlı granüllü- çakıllı seviyedir.

K2-S6: 86-88 m'ler arasını temsil eden sarımsı bej renkli, karbonatlı seviyedir.

K-2-S7: 88-98 m'ler arasında bej renkli, polijenik elemanlı, granüllü, çakıllı seviyedir.

DERİNLİK (MD)	LİTOLOJİ	ÖRN.	TANIM	SEVİYE
10 m		●	Sarımsı boz renkli, yumuşak, dağılgan, plastik, cüzi kalkerli ve siltli çamurtaşı seviyesi; alt seviyeler grimsi açık yeşil, boz renklidir.	K2S1
20 m		●	Koyu gri renkli, yumuşak, dağılgan, plastik, siltli çamurtaşı	
30 m		●	Sarımsı beyaz, boz renkli, gevrek, killi, mikro fosilli kalker, marn seviyesi	K2S2
40 m			Sarımsı, esmer renkli, az miktarda kumlu, mikro fosilli, üst seviyeleri cüzi kalkerli, siltli, plastik çamurtaşı	
50 m		●	Muhtelif renkli, polijenik elemanlı (0,1-2 mm), kaba taneli kumtaşı, Muhtelif renkli, polijenik elemanlı, (kuvars, volkanik kayaç, radyolarit, kalker), yarı yuvarlak, heterojenik (2-5 mm) çakıltası-granül (50-56 m), Sarımsı boz renkli, yumuşak, dağılgan, plastik kıltaşı seviyesi	K2S3
60 m		●	Çamurtaşı: Açık sarı renkli, yumuşak, dağılgan, plastik, kalkerli Kumtaşı: Sarımsı bej renkli, ince-orta taneli kumtaşı	K2S4
70 m		●	Polijenik elemanlı (2-10 mm) çakıl, kum ve kil ardalı granül seviyesi 80 m'den sonra renk değişimi vardır, kil ve karbonat girdisi artmıştır. 84-86 m'de muhtelif renkli, polijenik elemanlı (5-14 mm), köşeli çakıltası seviyesi görülmektedir.	K2S5
80 m		●	Bej renkli, kumlu, killi karbonatlı seviye	K2S6
90 m		●	Muhtelif renkli, polijenik elemanlı, iri taneli, köşeli, kalsit çimentolu, killi kumtaşı	K2S7
100 m		●	Yeşilimsi gri renkli, köşeli çakıltası-granül seviyesi (2-8 mm)	K2S8
110 m		●	Yeşilimsi gri renkli granül çakıltası (2-8 mm), yeşilimsi-gri renkli kıltaşı (seviyenin %20'sini oluşturur) ve muhtelif renkli, ince-iri taneli, polijenik elemanlı kumtaşı seviyesi	
120 m		●	Yeşilimsi, gri, alacalı renkli, yer yer bol kalkerli kıltaşı, kumtaşı seviyesi (126-128 m'ler arası ve 130-136 m'ler arasında balçık görünümlü, plastik)	K2S9
130 m		●	Alacalı renkli kıltaşı seviyesi	
140 m		●	Yeşilimsi bej renkli, seyrek çakıllı, granüllü marn seviyesi	K1S11
150 m		●	Küf yeşili, alacalı renkli karbonatlı seviye	K2S12
160 m		●	Yeşilimsi krem renkli siltli çamurtaşı, Kırmızımsı bej renkli granül seviyesi	
170 m		●	Yeşilimsi gri renkli, ince taneli seyrek çakıllı kumtaşı Yeşilimsi gri renkli çamurtaşı seviyesi; (176-178 m arasında yumrulu, karbonatlı seviye)	K2S13
180 m		●	Gri renkli kumtaşı, çamurtaşı	
190 m		●	Alacalı renkli, polijenik elemanlı, yer yer kumtaşı geçişli granül, Grimsi yeşil renkli, sert, polijenik elemanlı kumtaşı, çamurtaşı, marn seviyesi	
200 m		●	Koyu gri renkli marn seviyesi	
210 m		●	Yeşilimsi bej renkli, ince taneli seyrek çakıllı kumtaşı, Açık yeşilimsi gri renkli, yumuşak, seyrek milli ve kumlu çamurtaşı seviyesi	K2S15
220 m		●	250 m'nin altındaki seviyeler kıltaşıdır yer yer mil ve kum içerir.	
230 m		●		
240 m		●		
250 m		●		

Şekil 4.34 K-2 sondajı litoloji logu

K-2-S8: 98-126 m'ler arasında grimsi bej renkli kumlu, muhtelif renkli, ince-iri taneli polijenik elemanlı çakıl fasiyesi olarak tanımlanmıştır.

K-2-S9: 126-150 m'ler arasını temsil eden tuğla kırmızısı, küf yeşili, alacalı renkli, yer yer bol kalkerli çamurtaşı. 126-128 m'ler ve 130-136 m'ler arasında kiremit kırmızımsı küf yeşili renkte, balçık görünümde (plastik) çamurtaşı seviyesi içermektedir.

K-2-S10: 150-152 m aralığında görülen alacalı renkli çamurtaşı fasiyesinin ağırlıkta görüldüğü seviyedir.

K-2-S11: 152-158 m sondaj derinlikleri aralığıdır. Yeşilimsi bej renkli marn, seyrek çakıllı ve granül içeren seviye.

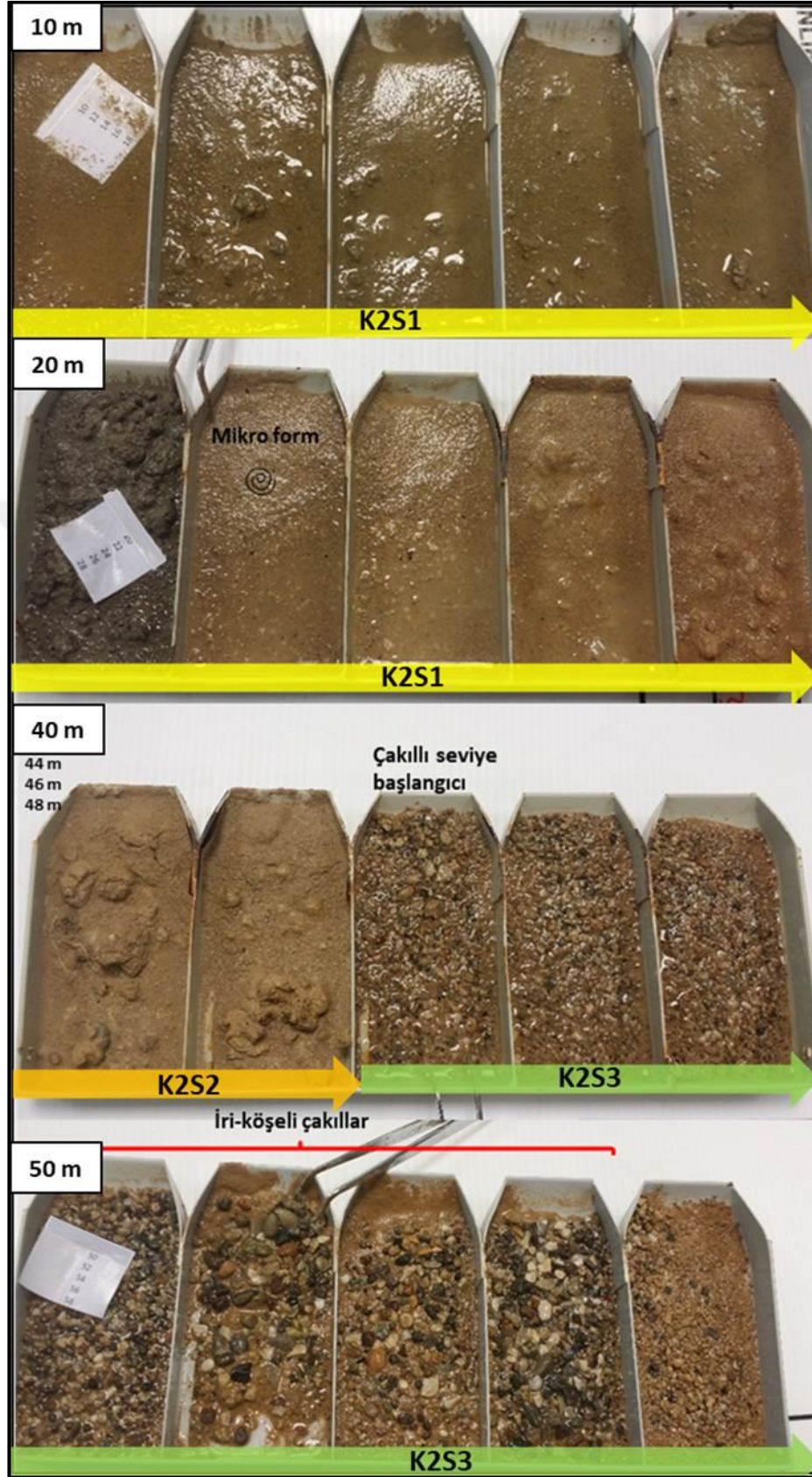
K-2-S12: 158-160 m aralığı; tuğla kırmızısı, yeşil alacalı renkli, çamurtaşı seviyesi.

K-2-S13: 160-212 m'leri arasındaki; yeşilimsi gri renkli, bazı seviyeleri kırmızımsı gri, alacalı renkli kum, çamurtaşı, kıltaşı seviyeleridir (166 m kalış fasiyesi görülmektedir).

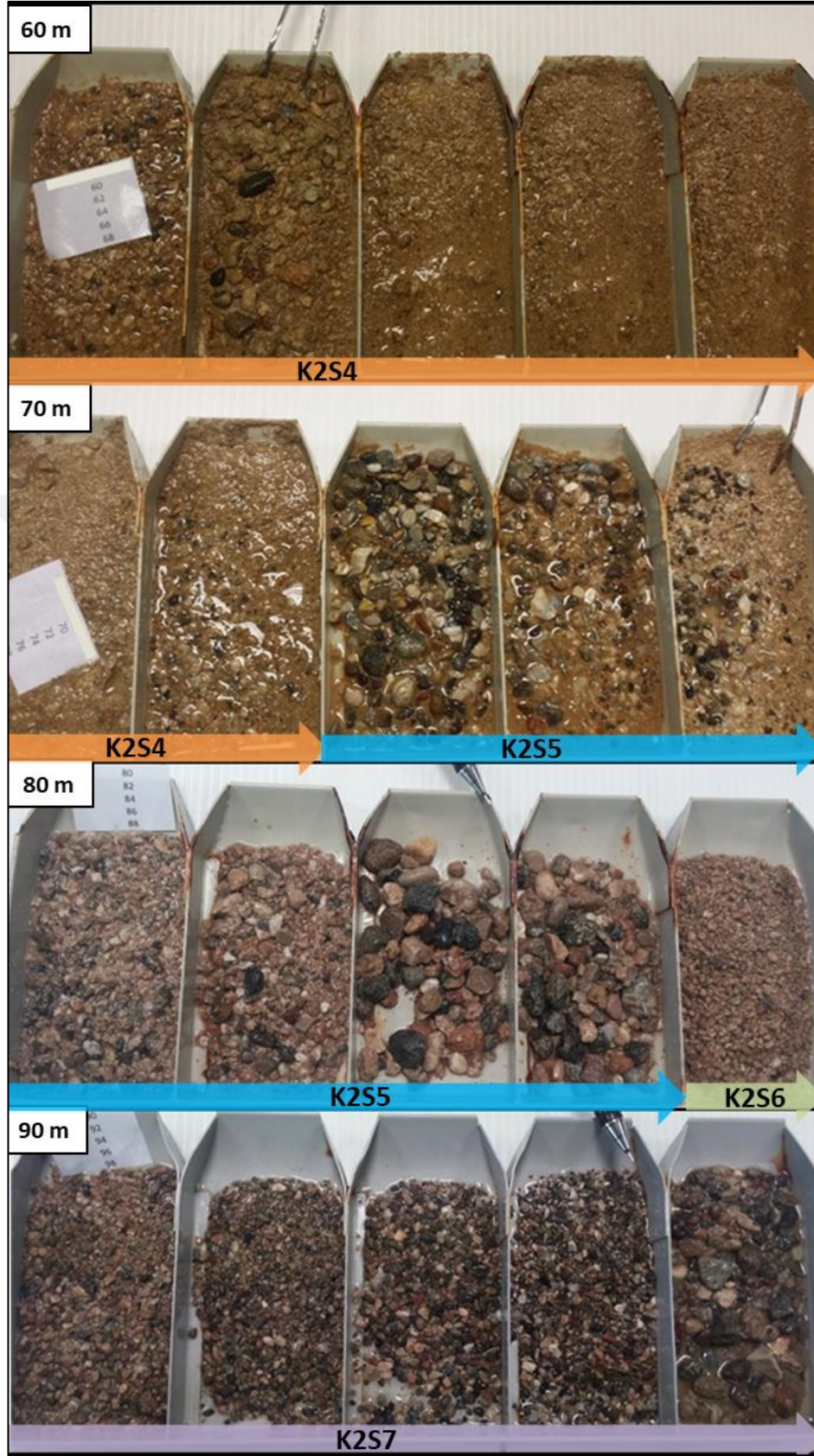
K-2-S14: 212-216 m'ler arasında koyu gri renkli marn olarak tanımlanmıştır.



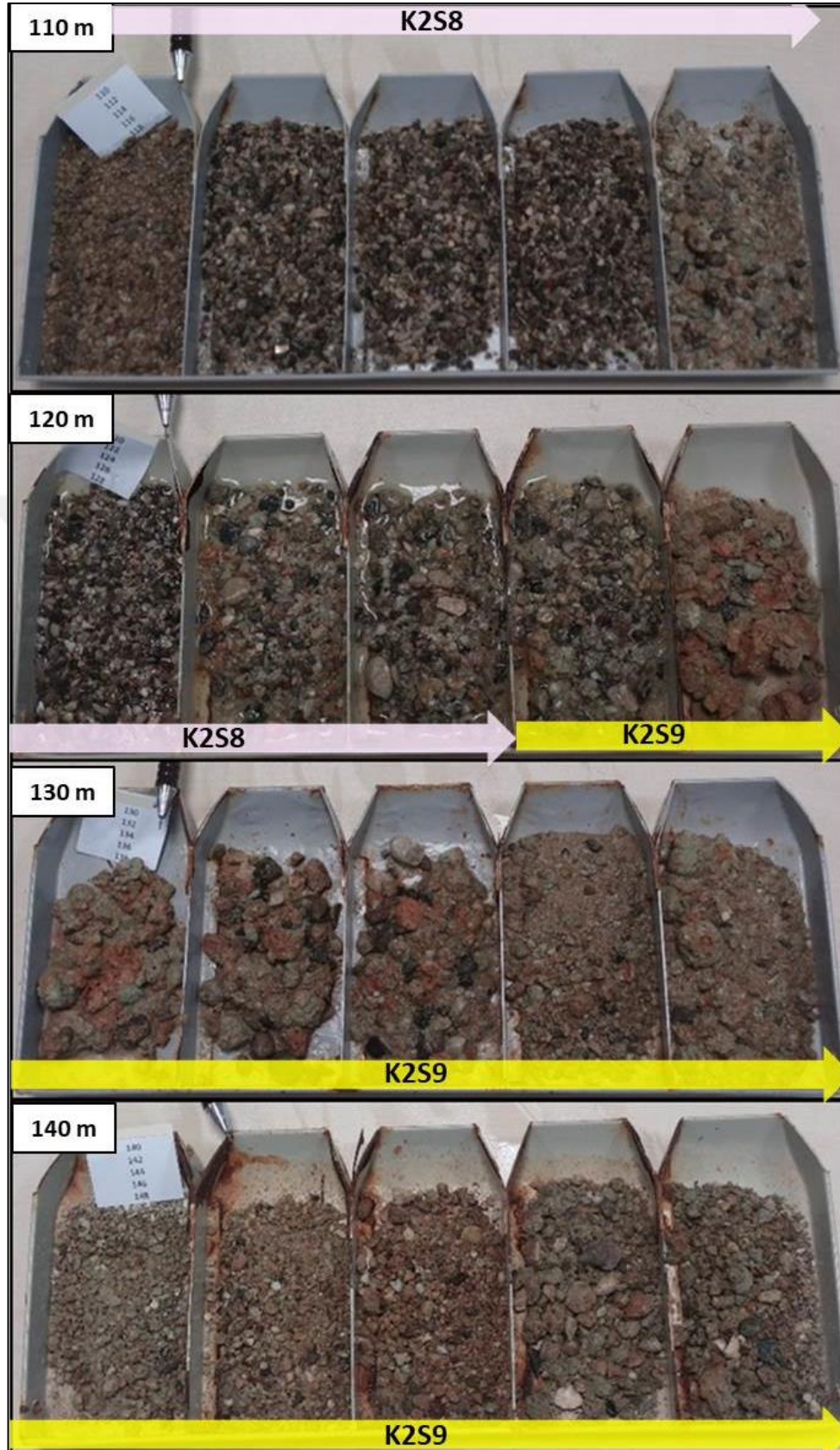
Şekil 4.35 K-2 sondajı 28 m seviyesi kalış örneği



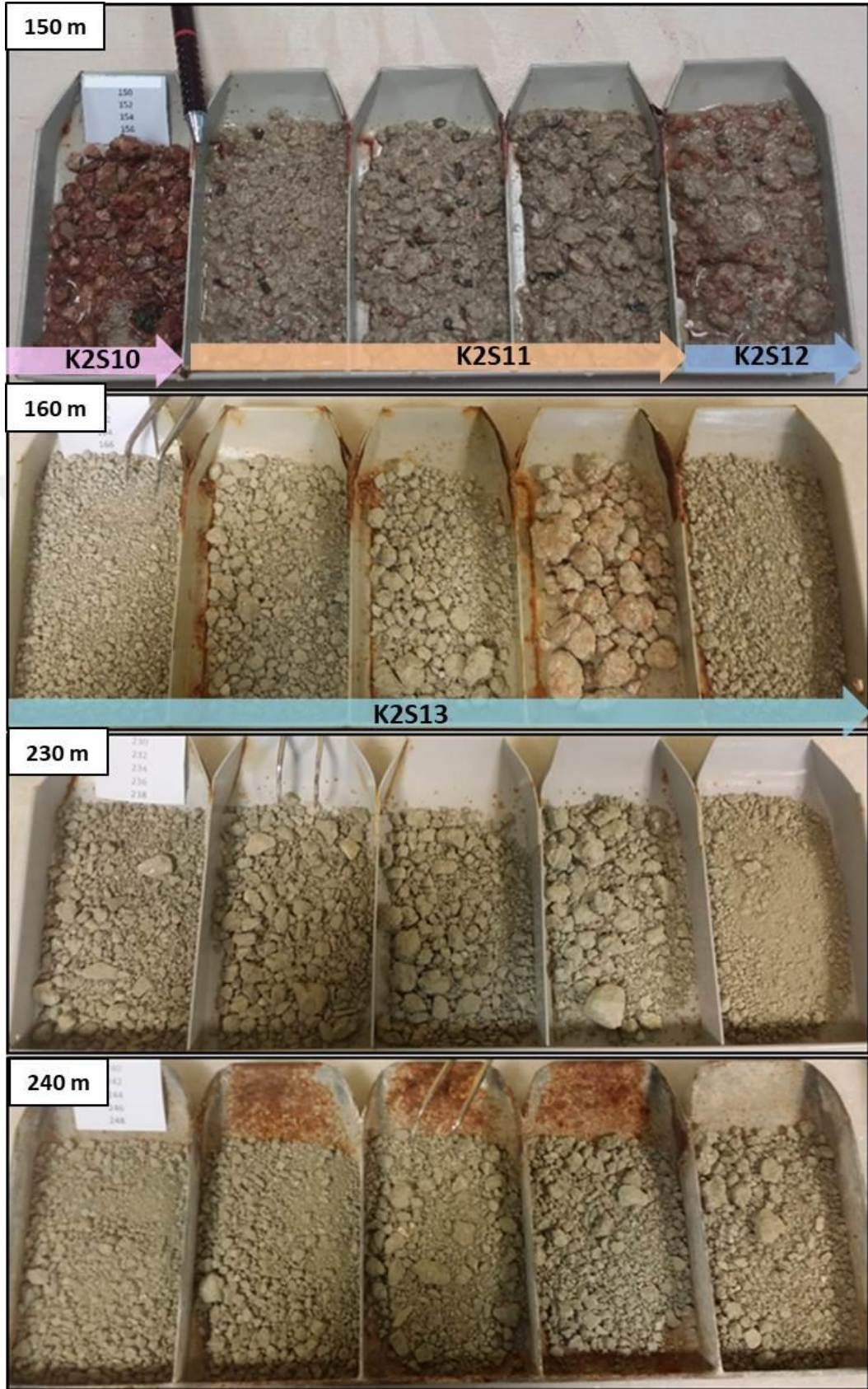
Şekil 4.36 K-2 sondajı 10 m-58 m aralığında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler



Şekil 4.37 K-2 sondajı 60-98 m’leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler



Şekil 4.38 K-2 sondajının 110-148 m'leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler



Şekil 4.39 K-2 sondajının 150-248 m'leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

4.1.3 K-3 Sondajı verileri

Sondajın genel bilgileri; sondaj Adana ili O34-b4 paftasında açılmıştır. Zemin rakımı: 7,70 m; sondaj yüksekliği: 12,10 m; sondaj derinliği: 1933 m'dir.

K-3 Kuyusu kesinti örneklerinin 280 m'ye kadar olan kısmında fasiyes çalışması yapılmıştır (Şekil 4.40). Sondajda kesilen istifin derinliğe göre değişimi Şekil 4.41'den Şekil 4.46'ya kadar izlenebilmektedir. Kuranşa Formasyonu 478 m kesilmiştir. İstifin alt seviyeleri kuyunun kompozit loglarından çalışılmıştır. Kuyuda kıltaşı-konglomera ar dalanması şeklinde kesilen birimde geçilen litolojiye göre periyodik bir transgresyon-regresyon söz konusudur. Kıyı şeridi, karasal-denizel ortam koşullarının hakim olduğu fasiyesler gözlenmiştir.

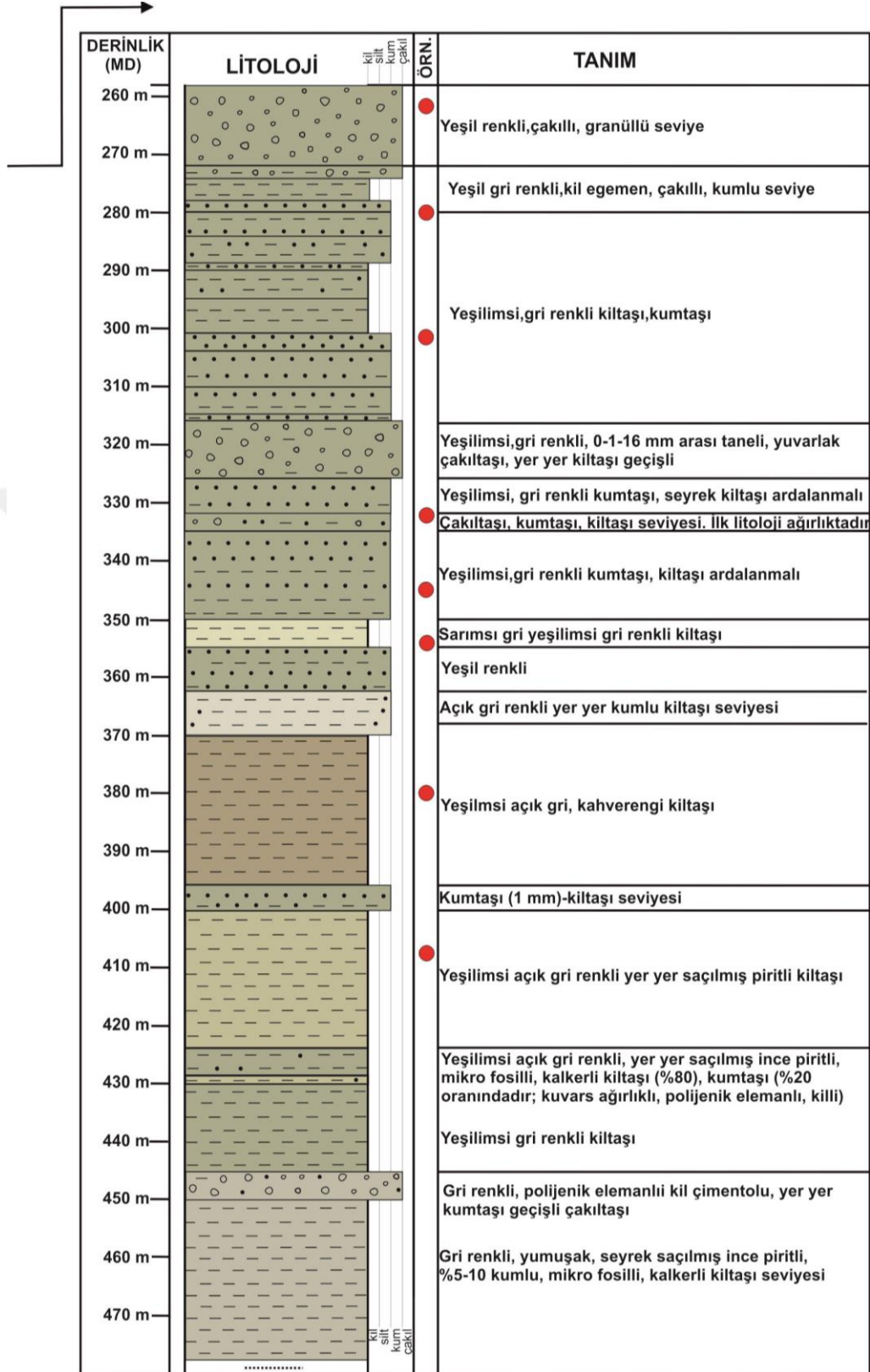
Kesinti örneklerinin derinlik değişimine göre yapılan incelemelerdeki litoloji değişimleri kuyu logunda tanımlanan seviyeler yardımıyla aşağıda anlatılmıştır.

K3-S1: Sondajın başlangıç derinliğinden 26 m'sine kadar kesilen plastik özellikteki çamurtaşı aralığı için tanımlanmıştır. İstif; üst kısımlarında grimsi bej renkli, orta seviyelerinde açık sarı bej renkli karbonatlı ve 16-26 metreler arasındaki alt seviyelerinde ise koyu gri renkli gastropod ve bivalvia kavrıkları içeren çamurtaşı seviyeleriyle birbirinden ayrılmaktadır.

K3-S2: Plastik özellikteki çamur seviyesinin hemen altında 26 m-36 m 'ler arasında tanımlanmıştır. Kahvemsı bej renkli az miktarda granüllü, siltli, fosilli çamurtaşı seviyesidir. Kil oranı 1. seviyeye göre daha az, silt oranı ise daha fazla oranda bulunmaktadır. Alt seviyelerinde kaba kum ve çakıl girdileri görülür. 34-36 m numune tabaklarında gözlenen çakıllar genellikle yuvarlak olup (ofiyolit, serpantin türü yeşil sert çakıl bileşenli, kahverengi, bordo ve beyaz renkli çakıl bileşenlidir) polijenik elemanlıdır (litofasiyes ayrımları bölüm sonunda anlatılmıştır).

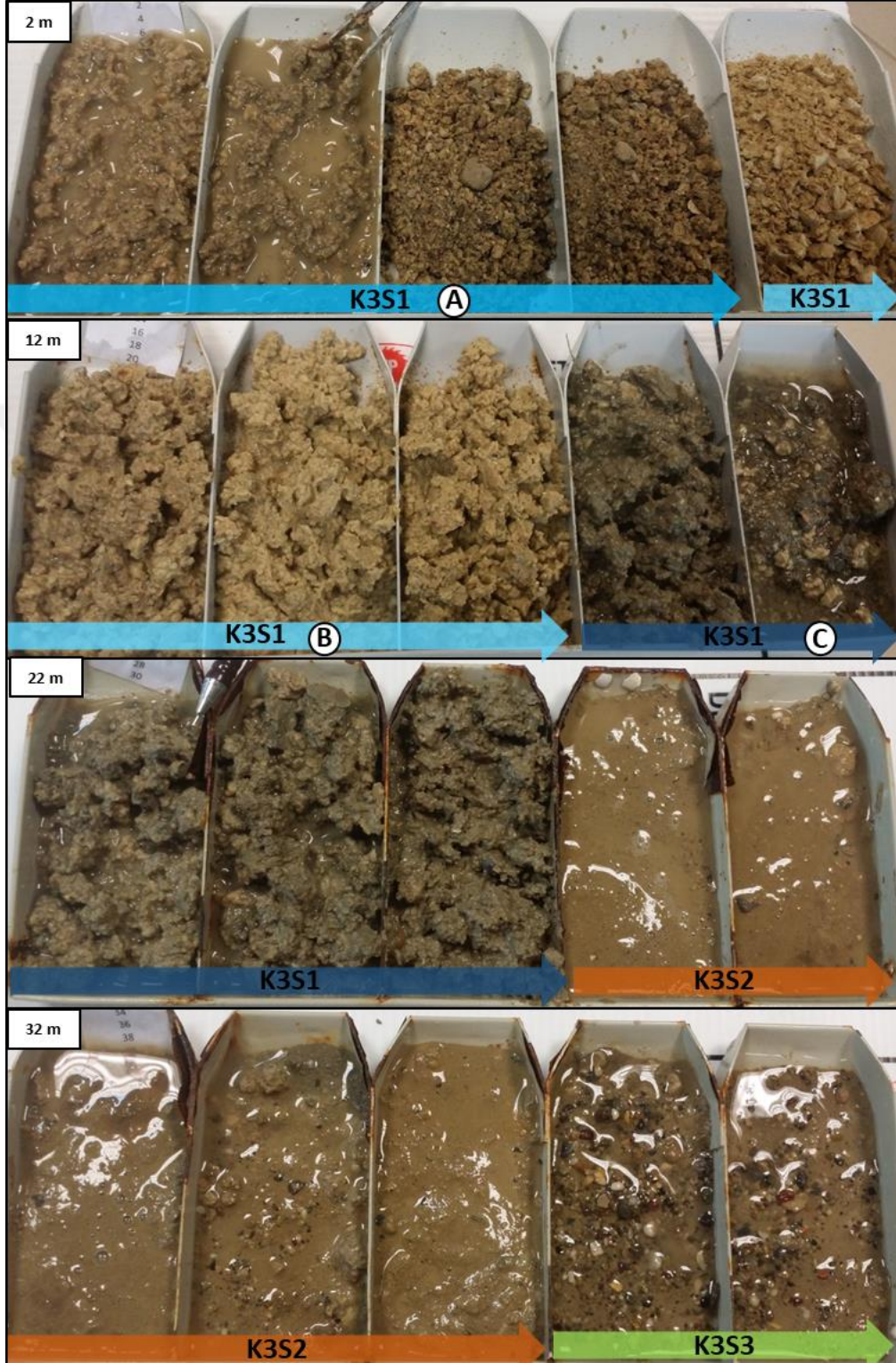
DERİNLİK (MD)	LİTOLOJİ	ÖRN.	TANIM	SEVİYE
0 m				
10 m		●	Grimsi bej renkli plastik çamur	K3S1
20 m		●	Açık sarı, bej renkli plastik çamur, karbonat	
30 m		●	Yeşilimsi gri renkli plastik çamur, bol fosilli (gastropod, lamelli kavkılar)	
40 m		●	Kahvemsı bej renkli, az miktarda granüllü, fosilli çamur (kil oranı üste göre daha az, silt oranı fazladır) 32 m'den sonra kaba kum, çakıl başlıyor (loglarda)	K3S2
50 m		●	Grimsi kahve renkli, granüllü, polijenik elemanlı ince çakıllı (serpantin/ofiyolit/çört...), köşeli, yarı köşeli, seyrek kavkı parçalı (1 tabakta gözlenmiştir) seviye	K3S3
60 m		●	Koyu yeşil renkli fosilli (gastropod, lamelli) çamurtaşı, nadiren kumlu seviye	K3S4
70 m		●	Kahvemsı bej renkli, kaba kum (polijenik elemanlı; yeşil kayaç, kuvars, kalker) yer yer çakıl bileşenli, Yer yer kil girdisi artıyor, (60-62 m, 86-88 m, 94-96 m tabaklarında kil girdisi artıyor)	K3S5
80 m		●		
90 m		●		
100 m		●	Yeşil renkli seyrek miktarda granüllü çamur	K3S6
110 m		●	Sarımsı, kırmızımsı bej renkli kumtaşı, yer yer çmt, kavkı parçaları var	K3S7
120 m		●		
130 m		●	Yeşilimsi gri renkli köşeli, polijenik elemanlı, iri çakıllı seviye (yeşil kyç. çakılları)	K3S8
140 m		●	Açık gri, beyaz renkli karbonatlı çamur (seyrek çakıllı)	
150 m		●	Sarımsı yeşil, boz renkli, seyrek çakıllı, kavkılı çamur	K3S9
160 m		●	Açık bej renkli kaba kumlu, karbonatlı, kavkılı çamurtaşı	K3S10
170 m		●	158-162 m kalker(kompozit):kırmızımsı sarı renkli, yer yer kumtaşı geçişli	
180 m		●	Grimsi yeşil renkli, ince granüllü çamurtaşı, kumtaşı	K3S11
190 m		●	Beyaz renkli, kumlu, karbonatlı çamurtaşı	K3S12
200 m		●	Sarımsı bej renkli, ince kumlu çamurtaşı	K3S13
210 m		●	Küf yeşili renkli marn/kil, yer yer granüllü seviye	K3S14
220 m		●	Gri renkli, kötü boyanmalı, köşeli kaba kum, çakıl gri ve yeşil renkli çakıllar hakim, yer yer kuvars kumları içerir (212 m'de kırık gastropod kavkısı saptanmıştır)	
230 m		●	Koyu grimsi yeşil renkli kiltası marn	
240 m		●	Sarımsı bej renkli yer yer granüllü çamurtaşı	K3S15
250 m				
258 m				

Şekil 4.40 K-3 sondajı litoloji logu



Şekil 4.41 K-3 sondajı litoloji logu (258 m-478 m arası)

2 m-40 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



Şekil 4.42 K-3 sondajı 2-40 m'ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler; A: istifin en üst seviyesindeki çamurtaşı; B: aradaki çamurtaşı fasiyesi; C: yeşilimsi gri renkli çamurtaşı seviyesi

K3-S3: Kesinti örneklerinin 36 m-52 m aralığını tariflenen; grimsi kahve renkli granüllü, ince çakıllı seyrek kavkî parçaları içeren seviyedir. Çakıllar genel olarak mercimek, pirinç boyunda gözlenmekte olup polijenik elemanlı (serpantin, ofiyolit, çört vd. bileşenleri içerir), kötü boylanmalı, yarı köşeli-yarı yuvarlak özelliktedir.

K3-S4: İstifin 52 m-58 m'ler arası için tanımlanan koyu yeşil renkli nadir kumlu, gastropod ve bivalvia kavkî parçalı çamurtaşı seviyesidir.

K3-S5: İstifin 58 m-98 m'leri arasında tanımlanmıştır. Kahvemsî bej renkli, polijenik elemanlı (kuvars, yeşil kayaç bileşenli, kalkerli) yer yer çakıllı, kaba kumlu seviyedir. Kumlar orta-kötü boylanmalı olup genellikle yarı yuvarlak, yarı köşelidir. Kil girdilerinin yer yer arttığı görülmektedir.

K3-S6: Seviye 98 m-102 m'ler arasında tanımlanan yeşil renkli seyrek miktarda granüllü çamurtaşı fasiyesinden oluşmaktadır.

K3-S7: 102 m-126 m aralığı için tanımlanmıştır. İstifin üst kısmı sarımsı, kırmızımsı bej renkli kumtaşı, yer yer çamurtaşı litolojilerinde görülmekte olup kavkî parçaları içermektedir. Bu seviyenin hemen altında yeşilimsî gri renkli köşeli, polijenik elemanlı iri çakıllı seviye gelmektedir. Seviyenin en altında ise irili ufaklı çakıllar görülmektedir. Yumrumsu şekilde gözlenen litolojilerin “kalış”olabileceği düşünülmektedir.

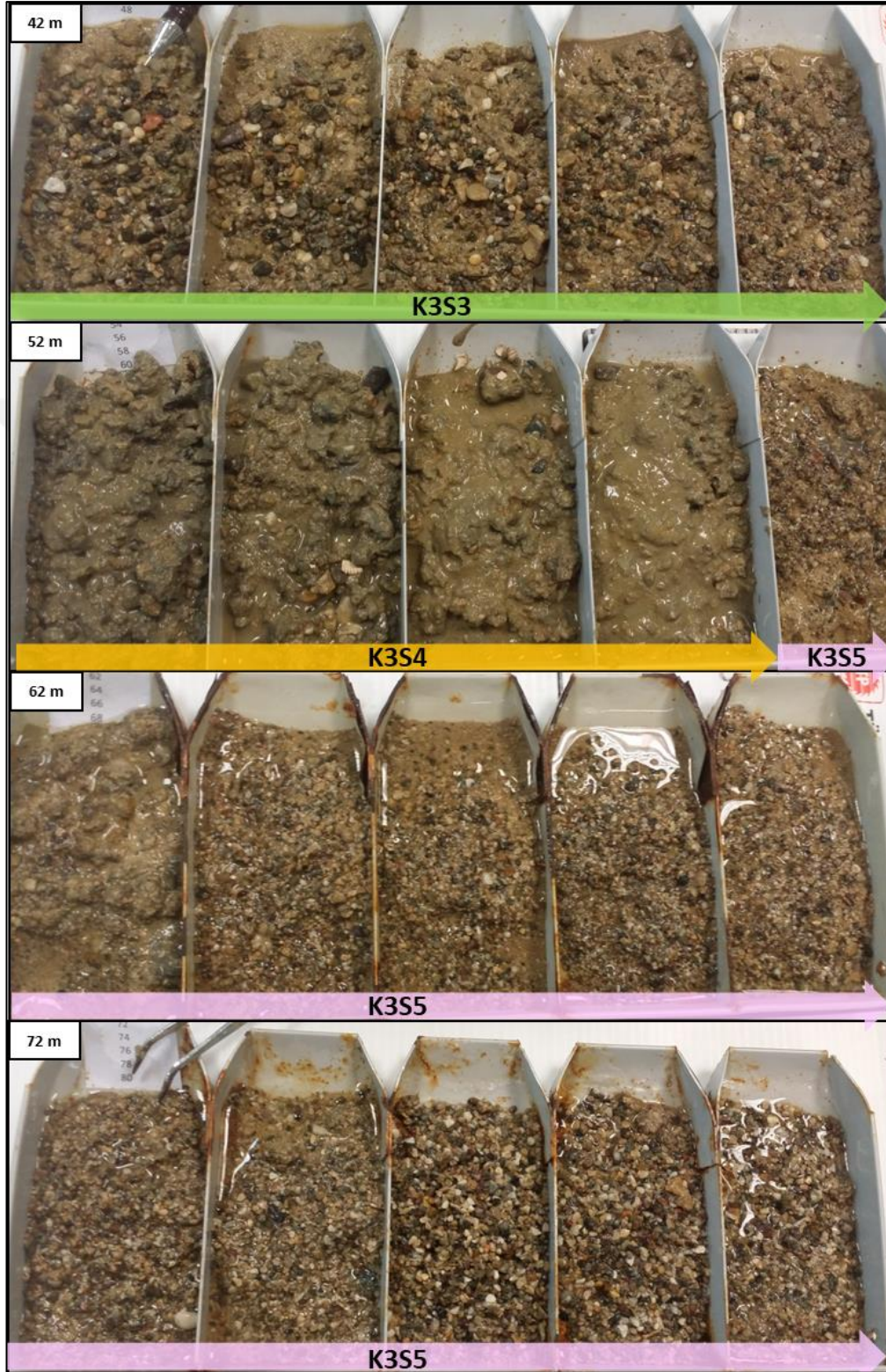
K3-S8: 126 m-128 m'ler arasında yer alan açık gri, beyaz renkli karbonatlı, seyrek çakıllı çamurtaşı seviyesidir.

K3-S9: 128 m-150 m'ler arası için tanımlanan sarımsı yeşil, boz renkli seyrek çakıllı, kavkî parçalı, çamurtaşı seviyesidir.

K3-S10: Seviye 150 m ve 166 m'ler arası için tanımlanmıştır. Açık bej renkli kaba kumlu, karbonatlı, kavkılı çamurtaşı fasiyeslerini içermekte olup, 158-162 m'ler arasında kırmızımsı sarı renkli, yer yer kumtaşı geçişli kalker seviyesi içermektedir.

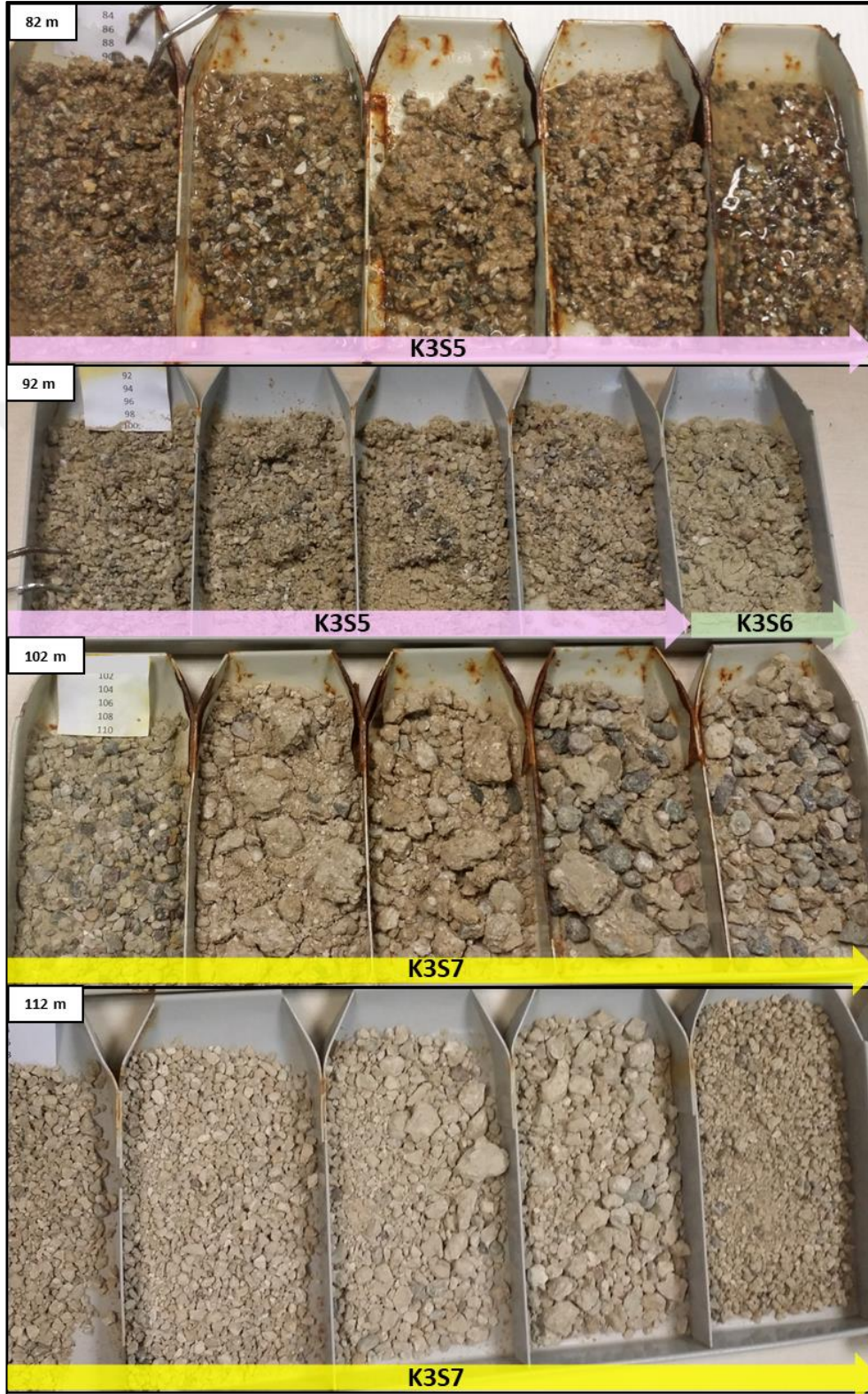
K3-S11: 166 m-178 m'ler arasında tanımlanan seviye grimsi yeşil renkli ince granüllü çamurtaşı, kumtaşı litolojilerinden oluşmaktadır.

42 m-80 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



Şekil 4.43 K-3 sondajı 42-80 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

82 m-120 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



Şekil 4.44 K-3 sondajı 82-120 m’ler arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler

K3-S12: Kuyuda 178 m ve 186 m'ler arasında tanımlanan beyaz renkli kumlu, karbonatlı çamurtaşı seviyesidir.

K3-S13: 186-202 m'ler arasında tariflenen sarımsı bej renkli, ince kumlu çamurtaşı seviyesidir.

K3-S14: Bu seviye 202 m-232 m'ler arası için tanımlanmıştır. Seviyenin üst kısımları küf yeşili renkli, yer yer granüllü kil ağırlıklıdır. Alt seviyeleri ise gri renkli, kötü boylanmalı, köşeli, gri ve yeşil renkli çakılların hakim olduğu, yer yer kuvars kumları içeren kaba kum, çakıl litolojilerinden oluşmaktadır. Seyrek kavkı parçaları içermektedir.

K3-S15: 232 m ve 234 m'ler arasında yer alan seviye koyu grimsi yeşil renkli marn-kiltaşı seviyesidir.

K3-S16: İstifin 234 m-258 m'ler arasında tariflenen sarımsı bej renkli, yer yer granüllü çamurtaşı seviyesidir.

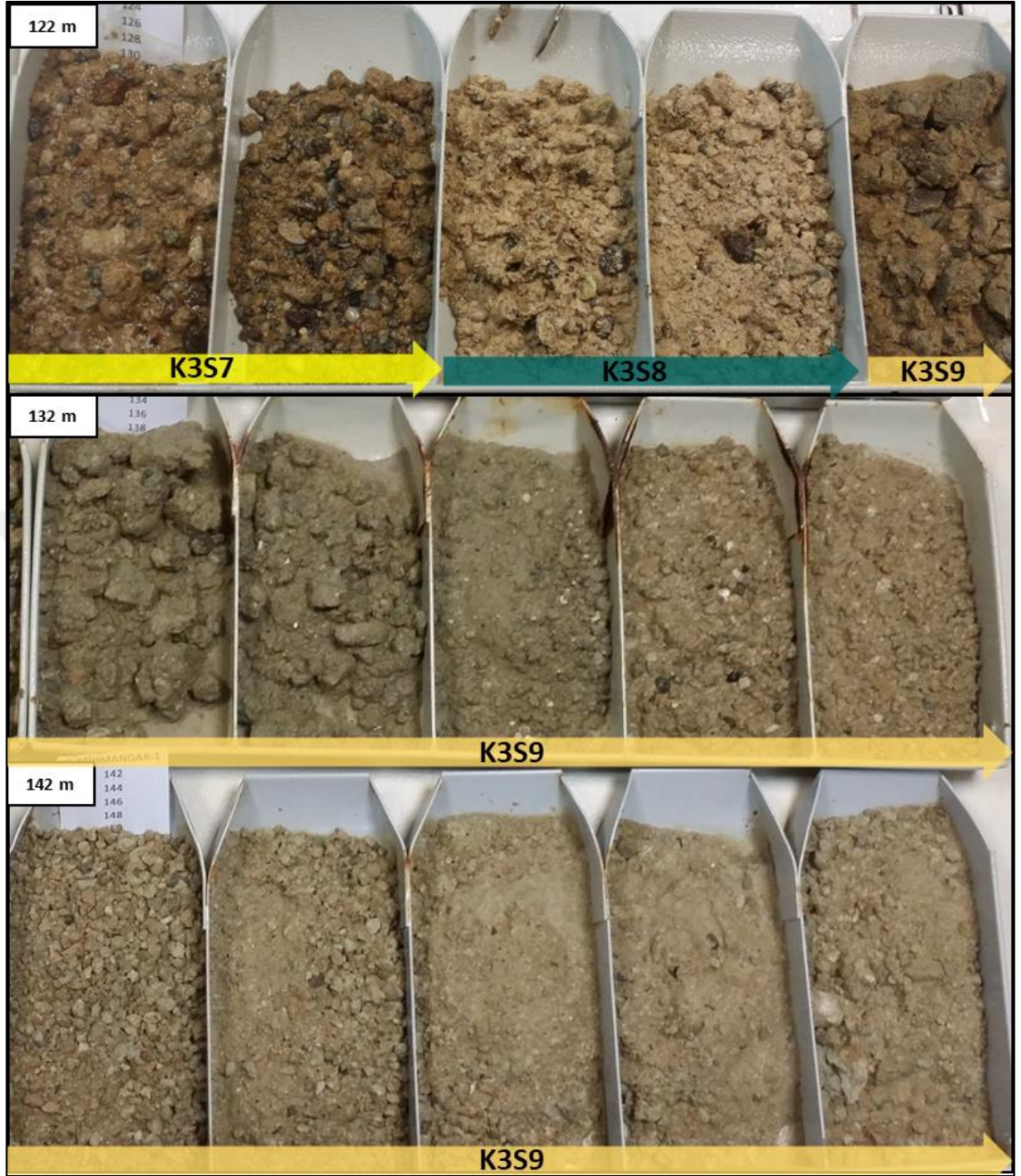
K3-S17: İstifin 258-270 m'leri arasında tanımlanan yeşil renkli çakıltaşı seviyesidir.

K3-S18: İstifin 270-350 m'leri arası kırmızımsı yeşilimsi gri renkli çamurtaşı yer yer kum ve çakıltaşı içeren seviyedir.

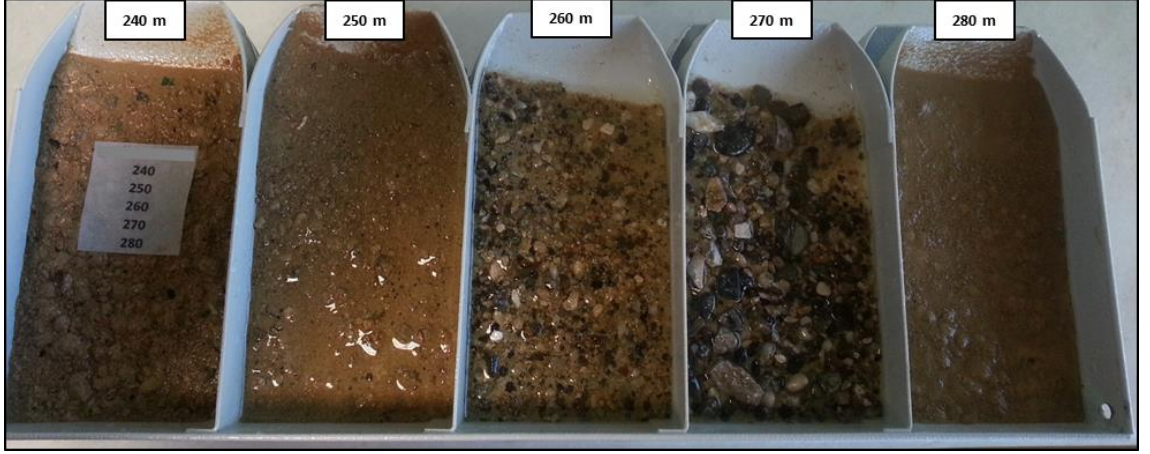
K3-S19: İstifin 350-368 m'leri arasında yeşil renkli yer yer kumlu, kiltası seviyesidir.

K3-S20: İstifin 368-404 m'leri arası kırmızı renkli kiltası seviyesidir.

K3-S21: İstifin 404 m ve 472 m'leri arasında izlenen yeşil renkli kiltası, yer yer çakıltaşı içeren seviyedir.



Şekil 4.45 K-3 sondajının 122-150 m’leri arasında kesilen seviyelerde tanımlanan örnekler



Şekil 4.46 K-3 sondajının alt seviyelerinde 10’ar m aralıklarla görülen örneklerdeki litoloji değişimleri

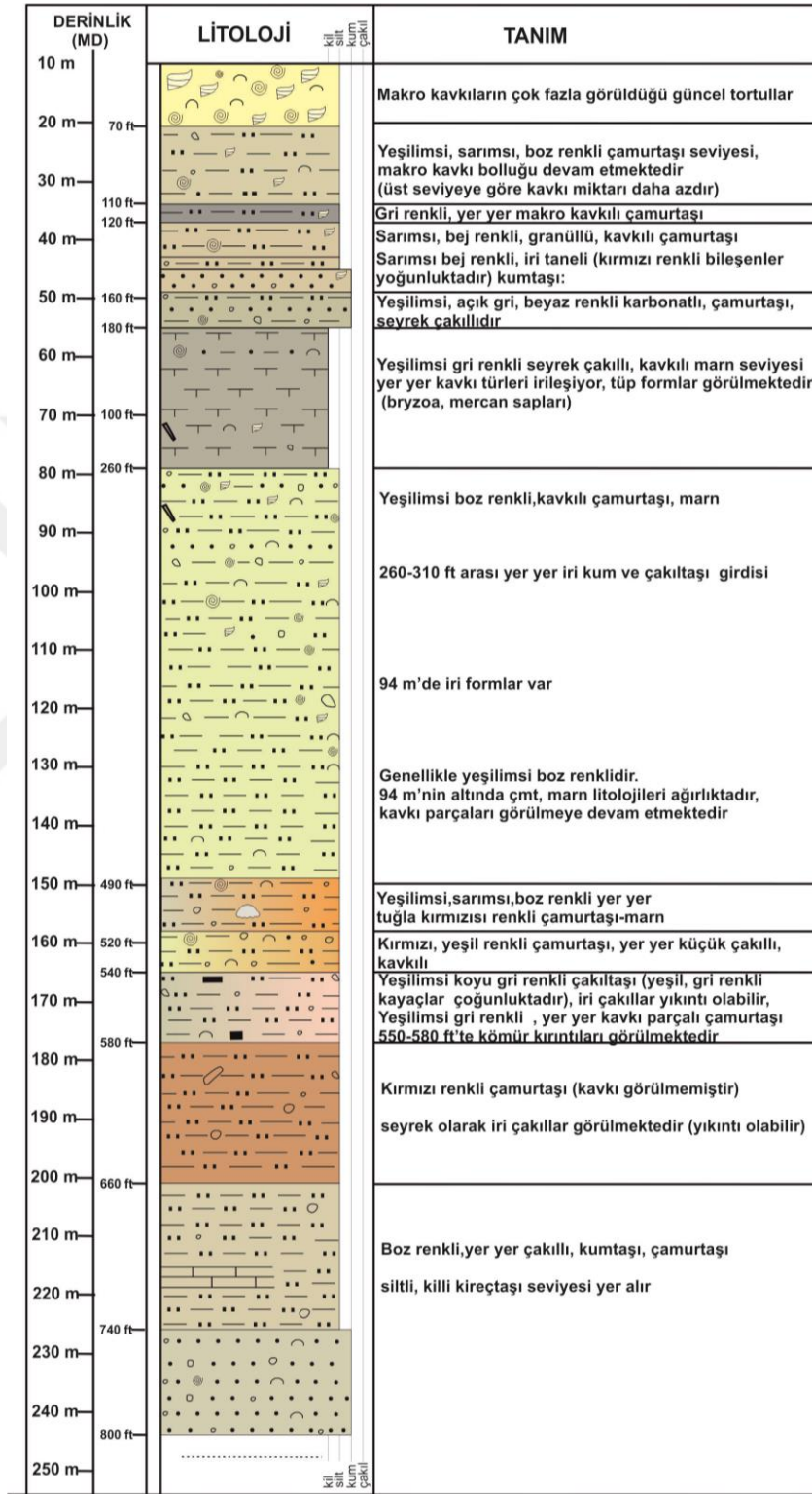
4.1.4 K-4 Sondajı verileri

Sondajın genel bilgileri; sondaj Adana ili O34-c1 paftasında açılmıştır. Zemin rakımı: 2,70 m; Sondaj yüksekliği: 6 m; sondaj derinliği: 1370 m’dir. Mobil tarafından 1961 yılında açılmıştır. Kuyuda örnekleme feet (ft) cinsinden yapılmıştır. Bu nedenle aşağıda yapılan tanım ve tariflerde metrik değerlerin yanında ft karşılıkları da verilmiştir.

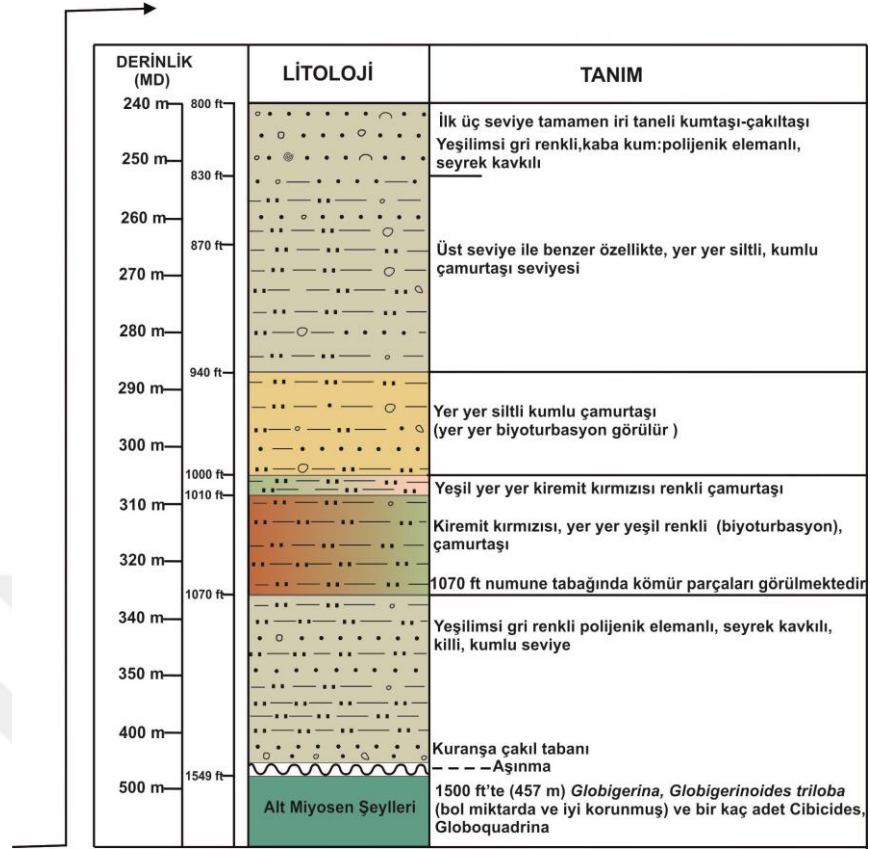
K-4 kuyusu delta düzlüğünün en güney ucunda Akyatan Lagünü kıyısında yer alması bakımından önem teşkil etmektedir. Ayrıca kuyunun Misis istifi üzerinde açılmış olması nedeniyle kesilen istifin Misis Zonu tektonizmasından doğrudan etkilendiği görülmektedir. Bu kuyuda Tortoniyen ve Üst Miyosen istifi yükselimin etkisiyle aşınmıştır ve Alt Miyosen istifinin üzerine Pliyo-Kuvaterner istifi gelmektedir. Üzerinde çalışılan istifin örnekleri ve sondaj logları Şekil 4.47’den Şekil 4.54’e kadar sunulmuştur.

Kuyuda 150 m sondaj derinliğinden itibaren log alımı yapılmıştır. Üst seviyedeki fasiyes tayinleri kırıntı örnekleri ve sondaj tanımlamalarından yapılmıştır. Sondaj sırasında 454 m’de Rotalia, Gastropoda, Ostrocada; 451-457 m’ler arasında bitki kırıntılı, gri, koyu gri renkli kumtaşı seviyeleri tariflenmiştir. Bu derinliğe kadar olan seviyelerde yer yer ağız barı, delta önü fasiyeslerine gelebilecek log karakterleri izlenmiştir.

K-4 sondajında Pliyo-Kuvaterner yaşlı istiften sonra 472 m’de globigerina fosillerinin izlenmesiyle Alt Miyosen yaşlı şeyllere geçilmektedir.



Şekil 4.47 K-4 sondajında kesilen istifin üst bölümünün litoloji logu



Şekil 4.48 K-4 sondajında kesilen istifin alt bölümünün litoloji logu. Kuyuda aşınma fazı sonrasında kuyu jeologları tarafından sondaj sırasında tanımlanan *Globigerina triloba*, *cicibides* ve *globoquadrina* foraminiferlerinin görülmesiyle A.Miyosen yaşlı şeyl istifine girilmiştir.

K4-S1: Sondajın ilk 21 m'ye (70 feet) kadar olan derinliğinde bol miktarda makro kavkılı içeren seviyedir.

K4-S2: Sondajın 21 m ve 34 m'leri (70-110 ft) arasında tariflenmiştir. Yeşilimsi sarımsı boz renkli bol miktarda fosilli çamurtaşı olarak tanımlanmıştır (fosil miktarı üstteki seviyeye oranla daha azdır).

K4-S3: 34-37 m'leri (110-120 ft) arasında tanımlanan seviye doku ve bileşen bakımından üst seviye ile benzerdir. Koyu gri renkli, kavkılı çamurtaşıdır.

K4-S4: 37-43 m'leri (120-140 ft) arası için tanımlanan seviye; sarımsı kırmızımsı bej renkli, granüllü, kavkılı çamurtaşı litolojisindedir.

K4-S5: Sondaj örneklerinin 43-49 m'leri (140-160 ft) arasında tanımlanan seviye üstteki ile benzer özellikler taşımakta olup kumtaşı ve çakıltaşı (kırmızı renkli) litolojilerinde artış gözlenmiştir.

K4-S6: Sondaj örneklerinin 49-55 m'ler (160-180 ft) arasında tanımlanmıştır. Yeşilimsi açık gri, beyaz renkli, seyrek çakıllı, kavkılı karbonatlı çamurtaşı seviyesidir.

K4-S7: 55 m-79 m (180-260 ft) arasında gözlenen yeşilimsi gri renkli, seyrek çakıllı, kavkılı marn/kiltaşı (denizel), yer yer iri pelecypod, gastropod fosilli ve tüp formunda (bryzoa dalları, mercan sapı vb.) kavkı ve kavkı parçaları içermektedir.

K4-S8: İstifin 79 m ve 149 m (260-490 ft) seviyesinde tanımlanan yeşilimsi boz renkli, kavkılı çamurtaşı, marn seviyesidir. 79 m-94 m kesinti tabaklarında yer yer iri kum ve çakıltaşı girdileri vardır. 94 m sonrası fasiyeslerde çamurtaşı, marn litolojisi hakim olup kavkı parçaları gözlenmeye devam etmektedir.

K4-S9: Kesinti örneklerinin 149-158 m'ler arasında (490-520 ft) tanımlanmıştır. Yeşilimsi, sarımsı, boz renkli yer yer tuğla kırmızısı çamurtaşı litolojisindedir.

K4-S10: İstifin 158-165 m (520-540 ft) aralığında gözlenen kırmızı yeşil renkli yer yer küçük çakıllı, kavkılı çamurtaşıdır.

K4-S11: İstifin 165-177 m (540-580 ft) aralığında; yeşilimsi koyu gri renkli, çakıllı (yeşil ve gri renkli bileşenler hakimdir) yer yer kavkı parçalı çamurtaşı olarak tanımlanmıştır. 168-177 m numune tabaklarında kömür kırıntıları gözlenmiştir.

K4-S12: İstifin 177-201 m (580-660 ft) aralığı için tanımlanmıştır. Kırmızı renkli çamurtaşıdır. Seyrek çakıllar görülmektedir. Fosil içeriği gözlenmemekte olup pekten türüne ait bir adet kavkının yıkıntı olabileceği düşünülmektedir.

K4-S13: Sondaj örneklerinin 201 m-226 m (660-740 ft) seviyelerinde; Boz renkli, yer yer çakıllı çamurtaşı, konglomera litolojilerinde görülmektedir. 219 m örneği kalker/kireçtaşı olarak kuyu logunda tariflenmiştir.

K4-S14: Sondaj örneklerinin 226-244 m (740 -800 ft) aralığında yeşilimsi boz renkli, kavkılı, polijenik elemanlı çakıltaşı, iri kumtaşı ve yer yer çamurtaşı içeren seviye için tanımlanmıştır.

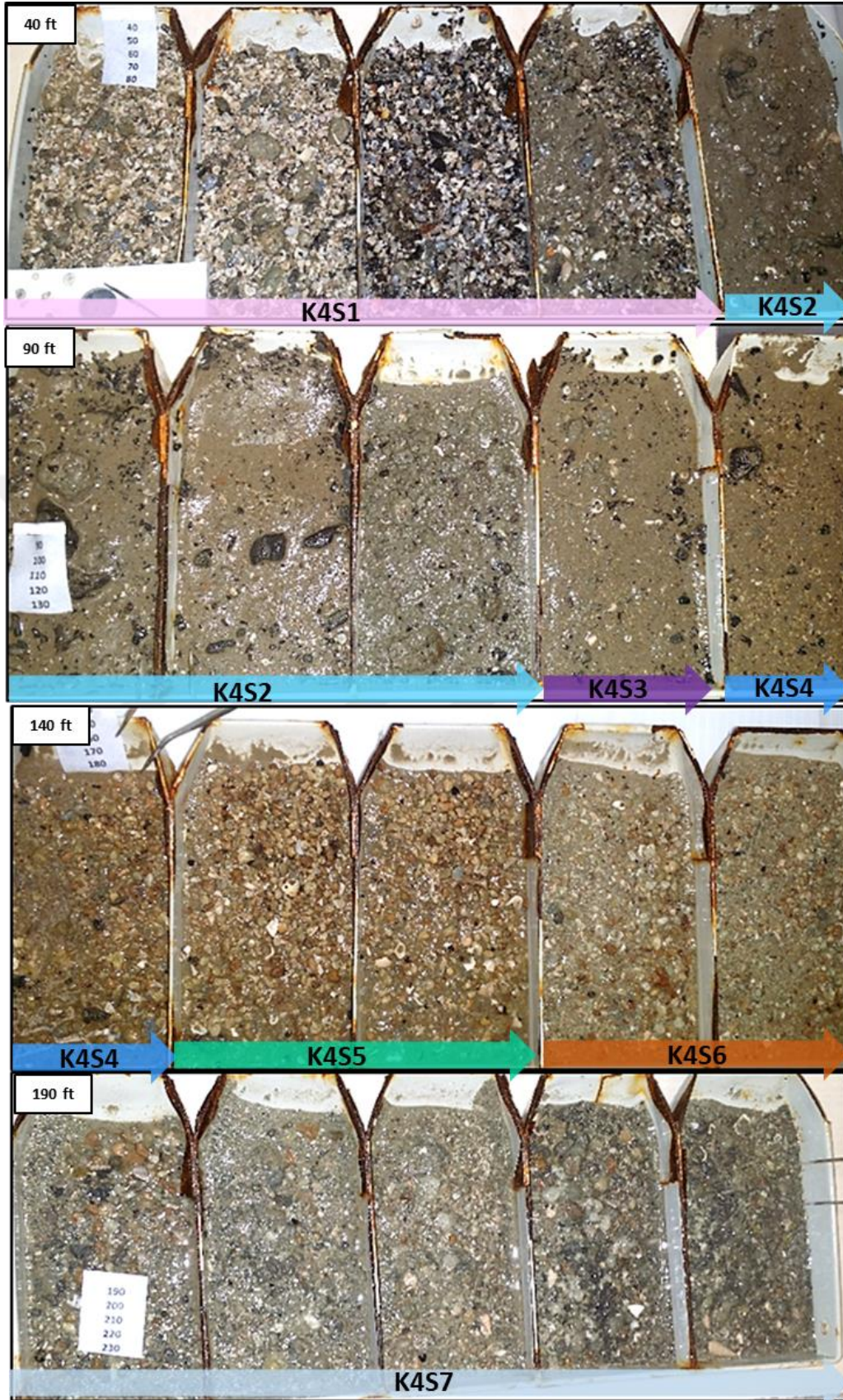
K4-S15: İstifin 244-287 m (800-940 ft) aralığı için tanımlanan yeşilimsi gri renkli polijenik elemanlı, seyrek kavkılı, kaba kum, çakıltaşı ve çamurtaşı içeren seviyesidir. Bu fasiyesin üst kısımları tamamen iri taneli kumtaşı, çamurtaşı içerirken alta doğru çamurtaşı seviyeleri artmaktadır.

K4-S16: İstifin 274-305 m (940-1000 ft) arasında; bir üstteki seviye ile benzer renkte, kiremit kırmızısı renk artışlı, seyrekçe biyoturbasyonlu çamurtaşı seviyesidir.

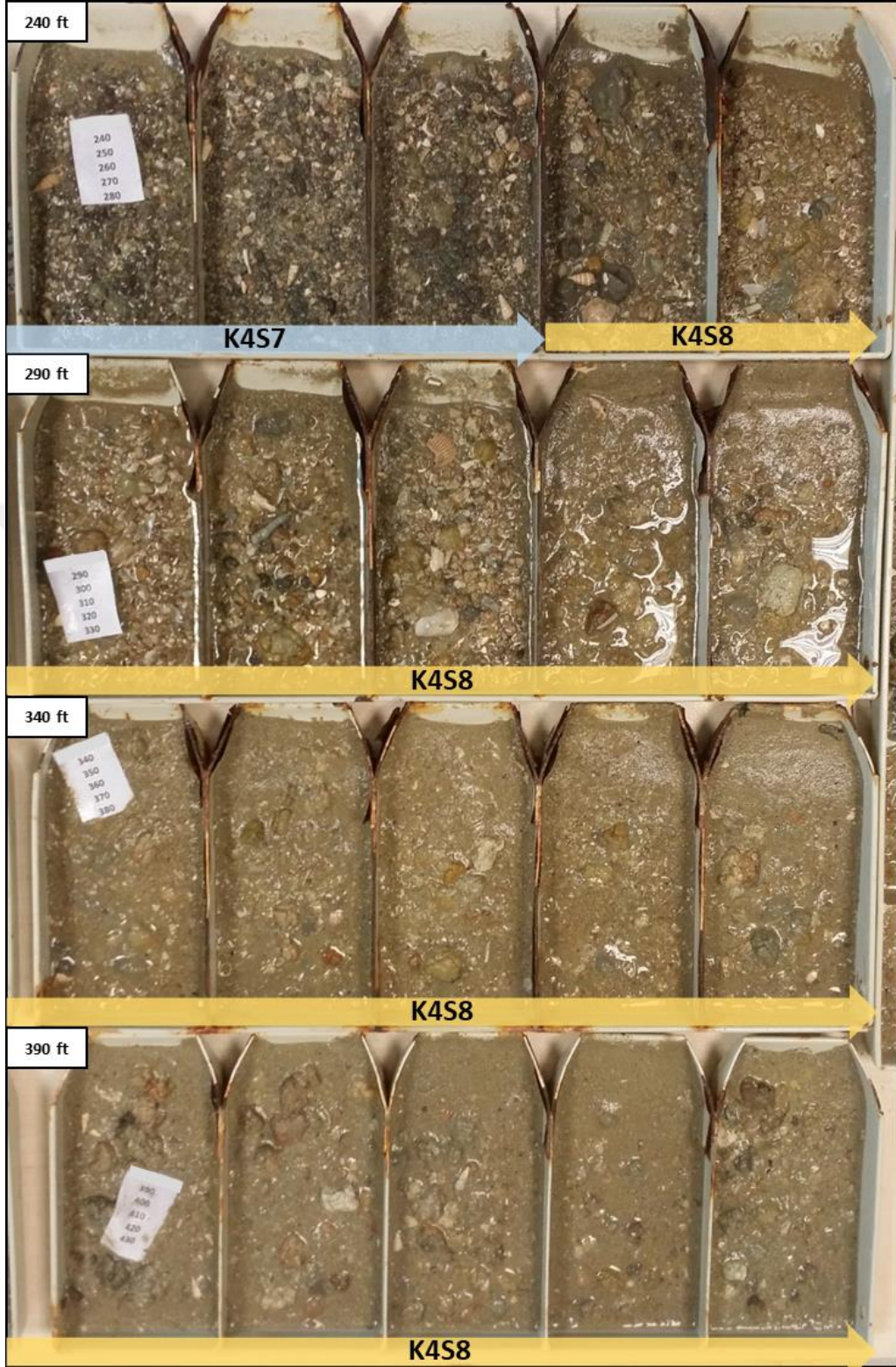
K4-S17: İstifin 305-308 m (1000-1010 ft) arasında tanımlanmıştır. Yeşil renkli yer yer kiremit kırmızısı renkli çamurtaşı içeren seviyedir.

K4-S18: Sondajın 308-326 m (1010-1070 ft) aralığı için tanımlanan kiremit kırmızısı, yer yer yeşil renkli (biyoturbasyon), çamurtaşıdır. 326 m örnek tabağında kömür kırıntısı olabileceği düşünülen siyah renkli bileşenler bulunmaktadır. Bu tabak diğerlerine göre yoğun kırmızı renkte gözlenmektedir.

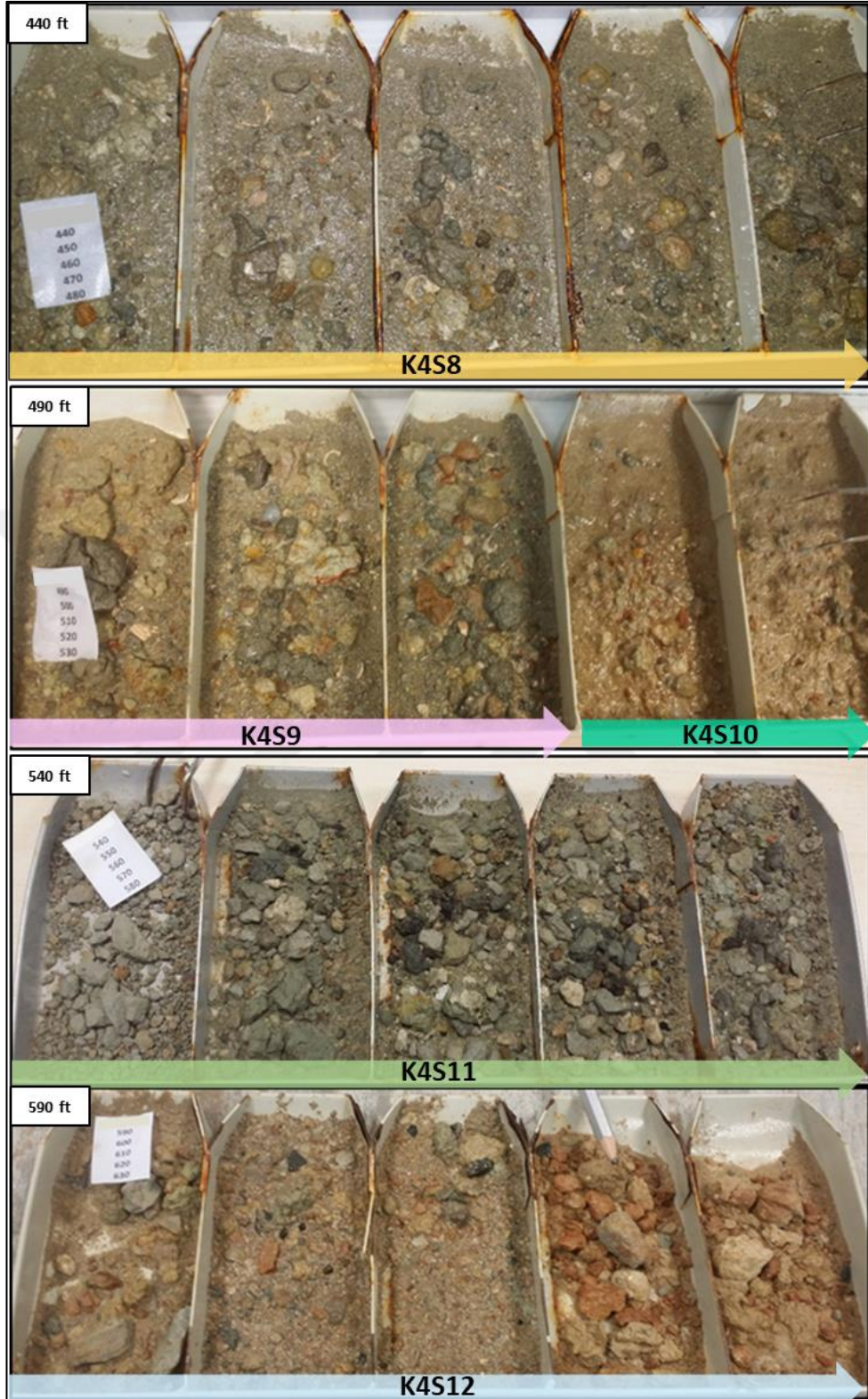
K4-S19: Numune aralığı 326-351 m (1070-1150 ft) arası için tanımlanan; yeşilimsi gri renkli, polijenik elemanlı, seyrek kavkılı kaba kum litolojilerinden oluşan seviyedir.



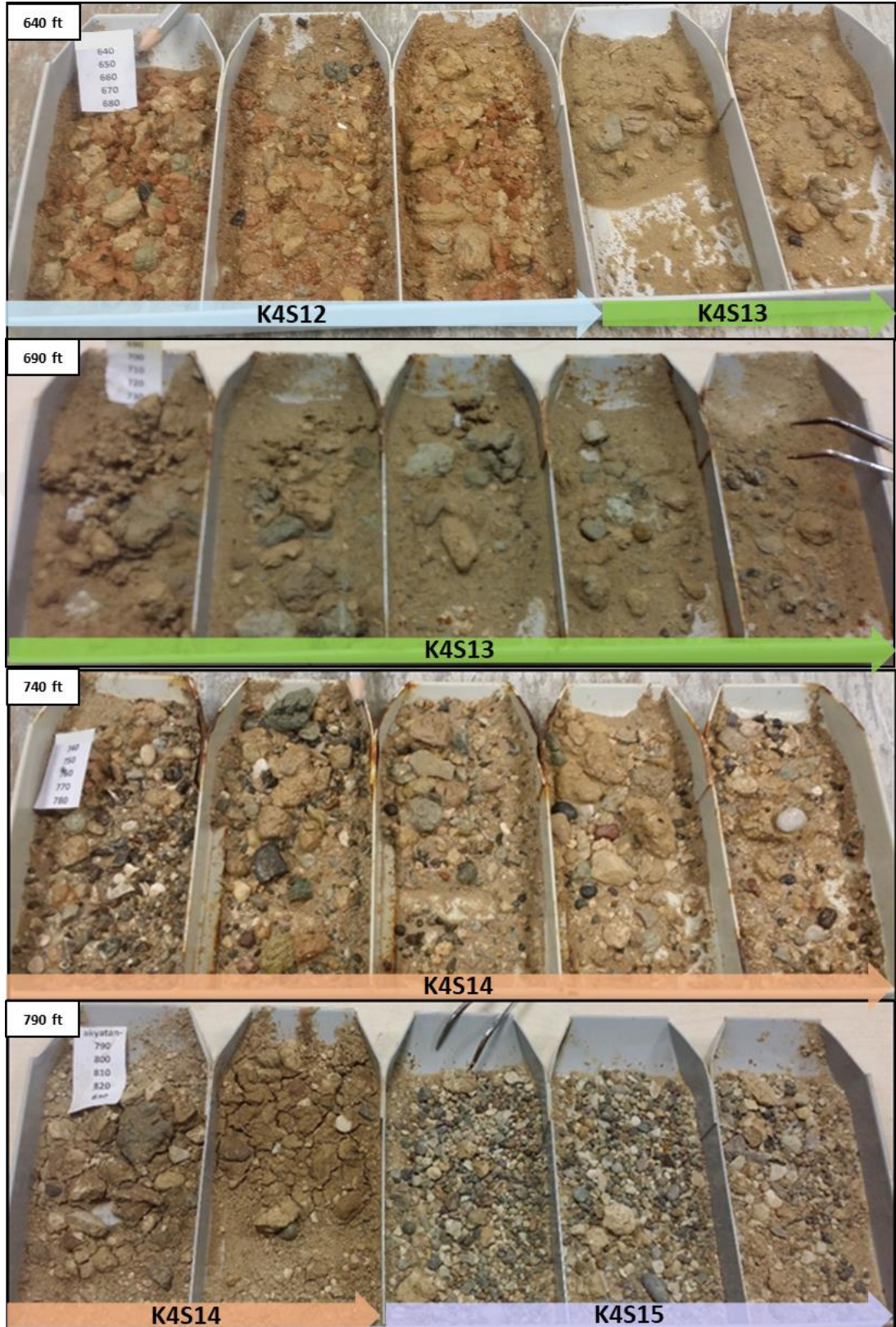
Şekil 4.49 K-4 sondajının 40-230 ft'leri (12-70 m) arasındaki sondaj kesintileri



Şekil 4.50 K-4 sondajının 240-430 ft'leri (73-131 m) arasındaki sondaj kesintileri



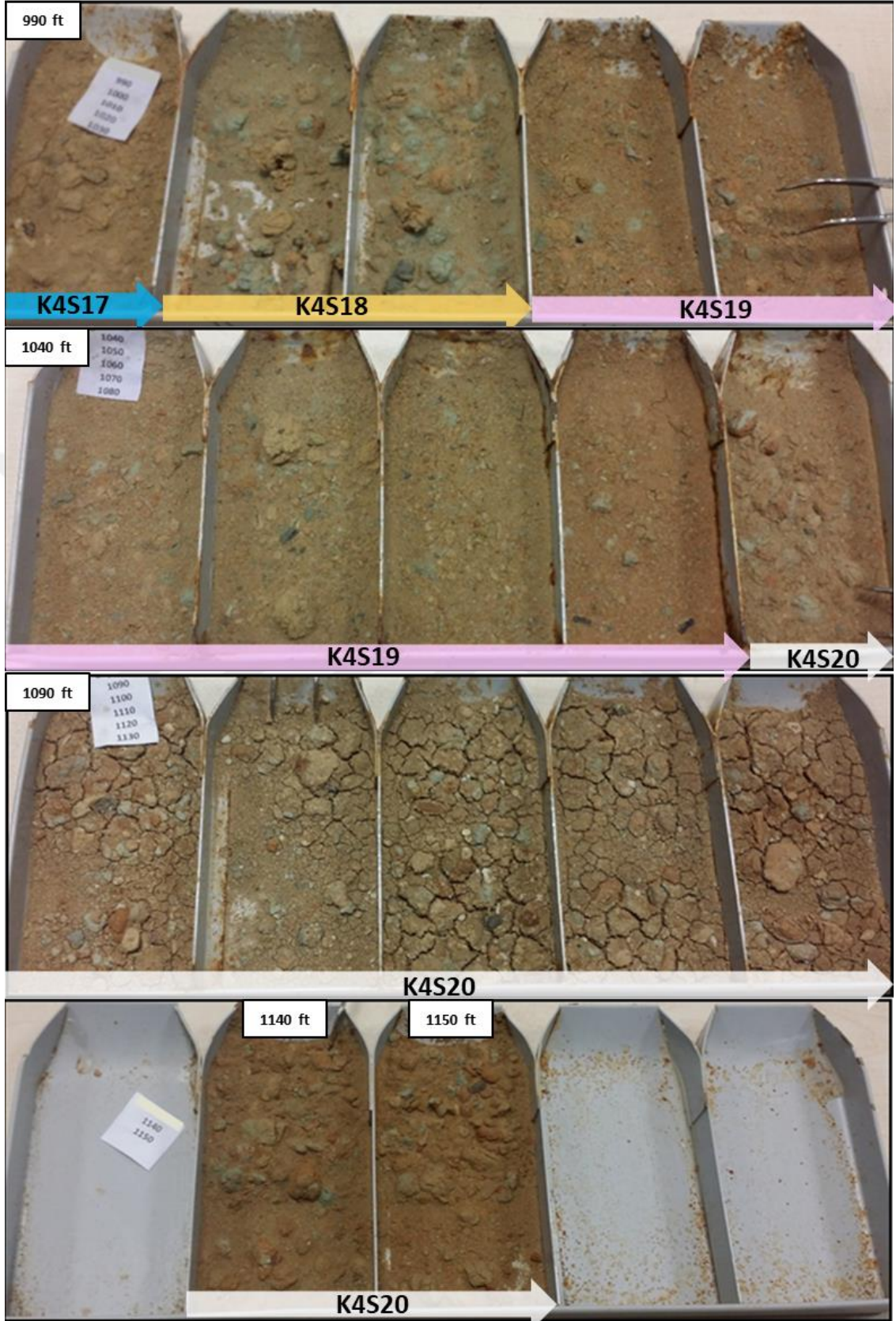
Şekil 4.51 K-4 sondajının 440-630 ft'leri (131-192 m) arasındaki sondaj kesintileri



Şekil 4.52 K-4 sondajının 640-830 ft'leri (192-253 m) arasındaki sondaj kesintileri



Şekil 4.53 K-4 sondajının 840-990 ft'leri (256-302 m) arasındaki sondaj kesintileri



Şekil 4.54 K-4 sondajının 1090-1150 ft'leri (332-351 m) arasındaki sondaj kesintileri

4.1.5 D-1 Sondajı verileri

Sondajın genel bilgileri; D-1 sondajı Mersin Körfezi'nde günümüz Seyhan Nehri ağzının açıklarında açılmıştır. Sondaj yüksekliği: 18 m; su kolonu:40 m, sondaj derinliği: 4084 m'dir. 1966 yılında açılmıştır. Tanımlamalarda sondaj sırasında yapılan kesinti tarifleri de göz önünde bulundurularak değerlendirmeler yapılmıştır.

D1-58 m-76 m (190-250 ft): Sığ su derinliğinde Jack-up ile yapılan sondajda 58 m'de deniz tabanına inilmiştir (Şekil 4.55, Şekil 4.56). Bu fasiyes deniz tabanının ilk çökel seviyesini temsil etmektedir. Sondaj sırasında bu seviye; hafif gri renkli, çok yumuşak, hafif kalkerli, seyrek granüllü tutturulmamış kum geçişli, bol miktarda deniz kabukları içeren kilaşı (balçık) olarak tariflenmiştir (Şekil 4.56).

D1-76-1248 m (250-4095 ft): Sondaj tanımlamalarında balçık, gevşek kum ve çakıllı katmanlardan oluşmaktadır. Bu seviyede yer alan aşağıdaki tanımlamalar sondajın açıldığı zamanda Continental Oil Compony of Turkey tarafından yapılan tarifleriyle verilmiştir.

Kilaşı (balçık): Gri, hafif sarımsı, pembe-kararmış hafif yeşil-hardal nebati sarısı, çok yumuşak, kalkerli, çamur yapabilen deniz kabukları kırıkları içermektedir. Kum: İnce-çok iri taneli, alt tarafı köşeli-yuvarlak, katılaşmamış, yarı şeffaf ve donuk, yeşil hakim renkli, açık sarı, portakal rengi, kırmızı kırıklar ve aynı zamanda koyu gri-siyah metamorfikler içermektedir.

Çakıl: Bezelye büyüklüğünde, bazen bezelye büyüklüğünden daha iri, yuvarlak-tam yuvarlak, katılaşmamış, yarı şeffaf-donuk, beyaz, açık gri, gri-siyah, kararmış kahverengi, kırmızı ve yeşil renkli çakıllar (daha koyu renklileri muhtemelen metamorfik), bazı gri dolomit ve kararmış fosilleşmiş kireçtaşı çakılları ve suyla yıpranmış bol miktarda deniz kabukları kırıkları içermektedir.

D1-1248-2217 m (4095-7272 ft Pliyosen): Şeyl, az miktarda katılaşmamış-az katılaşmış mil, kum ve çakıl litolojilerini içermektedir. Şeyl: Soluk gri-yeşil renkli çok yumuşak, çamur yapabilen kalkerli, mevzii milli, hafif karbonlu, hafif kükürtlüdür. Mil: Soluk gri, balçık matrisli, yumuşak kalkerli, hafif karbonlu, hafif mikamsıdır.

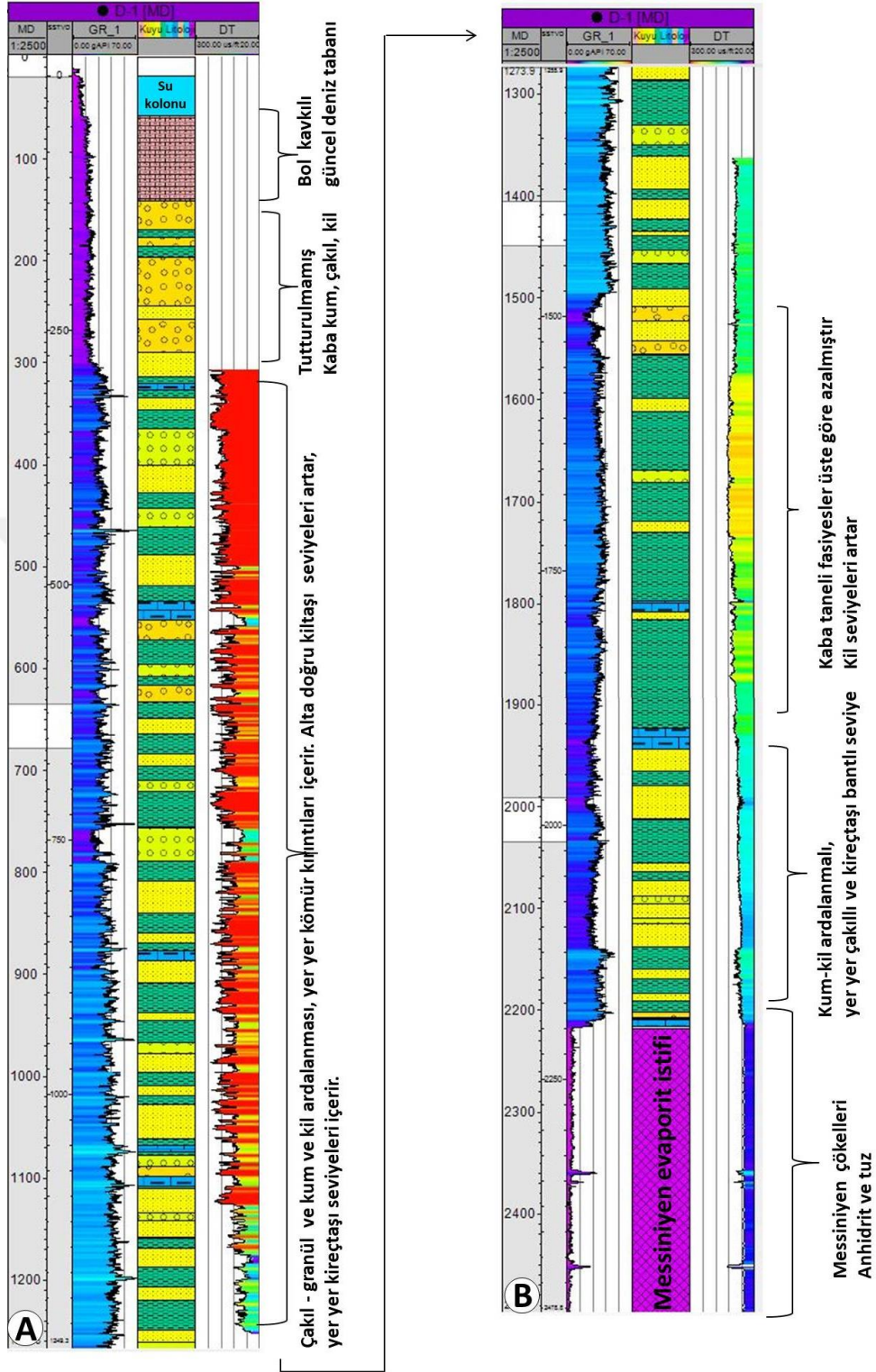
Tez çalışması sırasında yapılan tanımlamalarda;

Sondajın ilk metrajlarında bol miktarda kavkı içeren kıltaşı, çakıltaşı ve yer yer kum litolojilerinin ağırlıklı olduğu görülmüştür (Şekil 4.55, Şekil 4.56). Yer yer kömür kırıntıları izlenmektedir (940 ft-287 m). Sondajın 1060 ft derinliğinde (323 m) beyaz renkli killi kireçtaşı tanımlanmıştır.

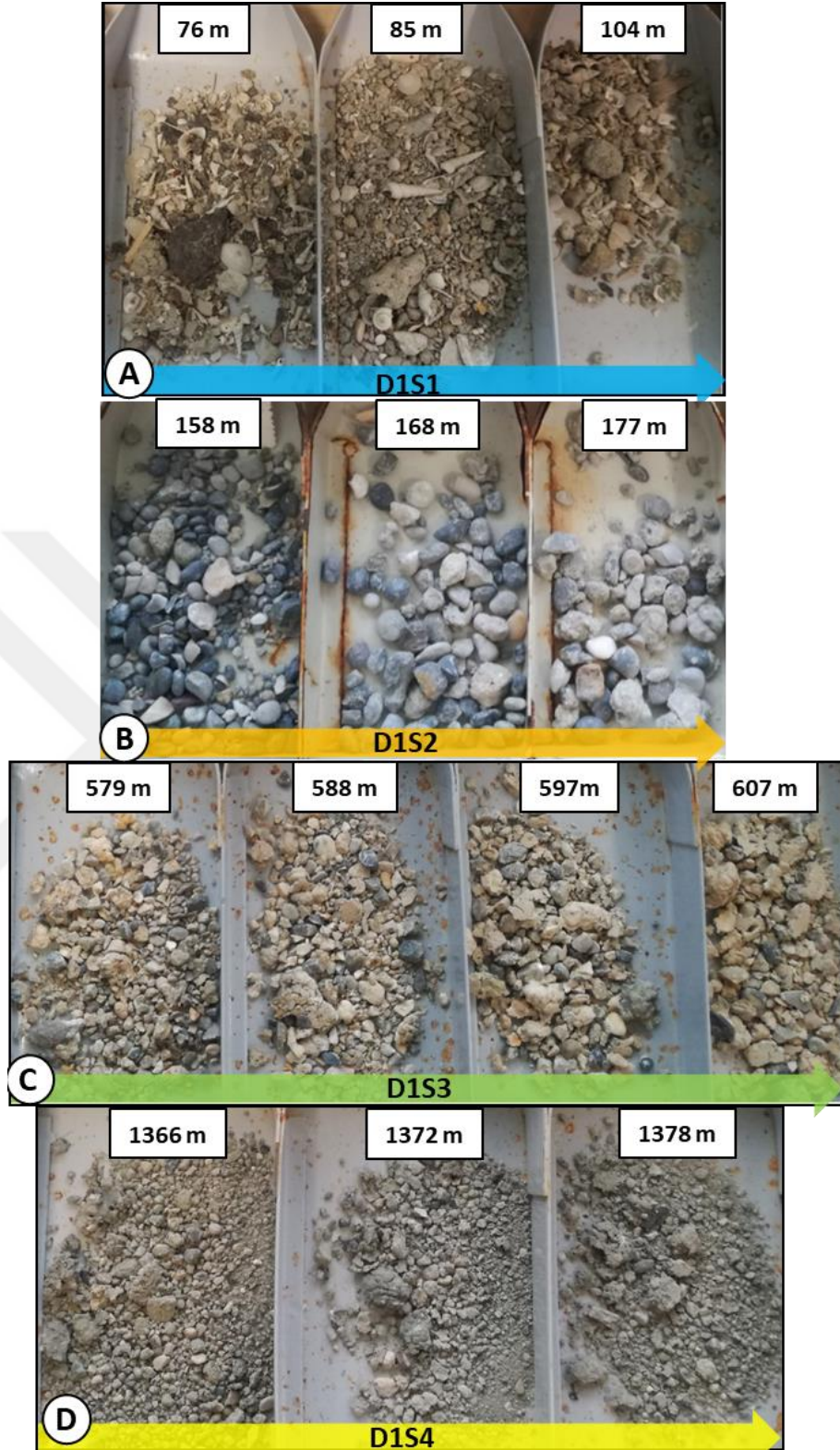
Kesilen istifin 4100 ft-4180 ft (1250-1274 m) derinliğinden itibaren kumtaşı seviyelerinde artış görülmektedir. Sondajın 4160 ft (1268 m) ve 4500-4520 ft (1372-1378 m) derinliklerine ait olan numune tabaklarında kömür kırıntıları izlenmiştir.

D-1 sondajının 4720 ft (1439 m)'den itibaren yeşilimsi renkli kıltaşlarına girilmiştir ve bu seviyeden itibaren alt seviyelere doğru artan kalınlıklarda kıltaşı kesilmeye devam etmiştir.

Kuyu 2209 m'de Messiniyen evaporit istifine girmiştir. Kesilen istif GR ve Dt loglarıyla birlikte Şekil 4.55'te verilmiştir.



Şekil 4.55 D-1 sondajında çalışılan istif ve GR-Dt log yorumları: Kuyu logu kalınlık artışı nedeniyle A ve B olarak iki kısma ayrılarak gösterilmiştir. Kuyu logunun solundaki eğri GR logunu temsil etmektedir. GR'in artış gösterdiği (sağa doğru) seviyeler istifte çamur ve kil seviyelerine; azalma gösterdiği seviyeler ise kaba taneli (çakıl, granül ve kum) seviyelerine karşılık gelmektedir.



Şekil 4.56 D-1 sondajının farklı seviyelerine ait litoloji örnekleri; A:Deniz tabanı ilk çökel fasiyesini göstermektedir ve örnekler bol miktarda makro kavkı içermektedir. B: Çakıltaşı, C: Granül-çamurtaşı fasiyesini göstermektedir. D: Sondajın kumtaşı fasiyesinden örnekleri temsil etmektedir; son iki numune tabağı kömür kırıntıları içermektedir.

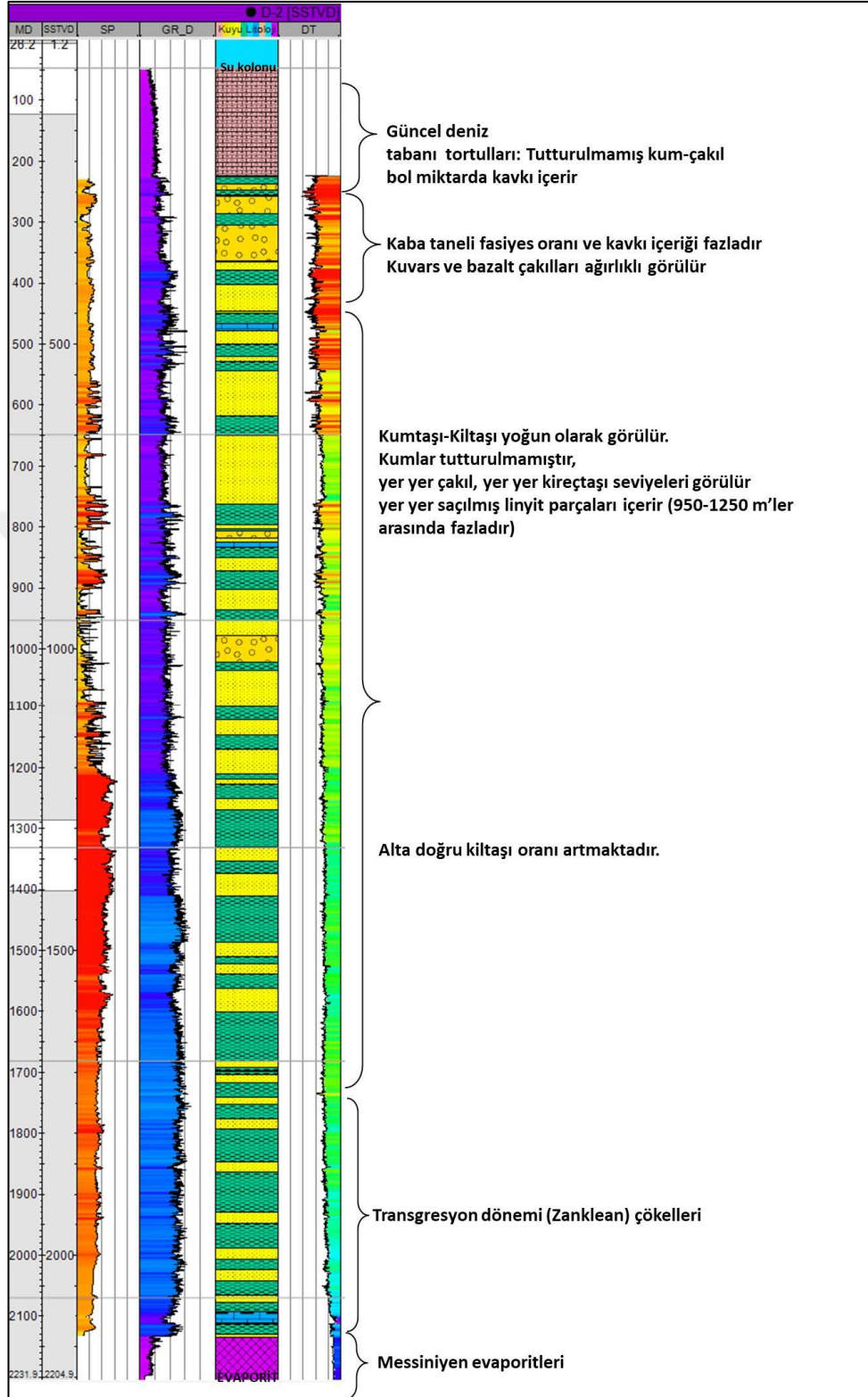
4.1.6 D-2 Sondajı verileri

Sondajın genel bilgileri; sondaj Mersin Körfezi'nde Karataş'ın açıklarında açılmıştır. Sondaj yüksekliği: 27,10 m; su kolonu 74 m, sondaj derinliği: 4154 m'dir. 1970 yılında açılmıştır.

D2-101 m-283 m (329-929 ft): Sondajda su kolonu geçildikten sonra 101 m'de deniz tabanına inilmiştir. Bu seviye deniz tabanının ilk çökel seviyesini temsil etmektedir. Türlü renkli, orta-iyi yuvarlanmış, gevşek ve bol miktarda bryozoa, pelecypod, cephalopod, alg ve mercan parçaları ile kuvars ve feldispat bileşenleri içeren kaba taneli kum ve çakıllar, bazalt çakılları ve yer yer kalker ve iz miktarda kil içermektedir. Tutturulmamış özellikteki bu seviyede sondaj sırasında 235 m'de çamur kaçağı görülmüştür (Şekil 4.57 ve Şekil 4.58).

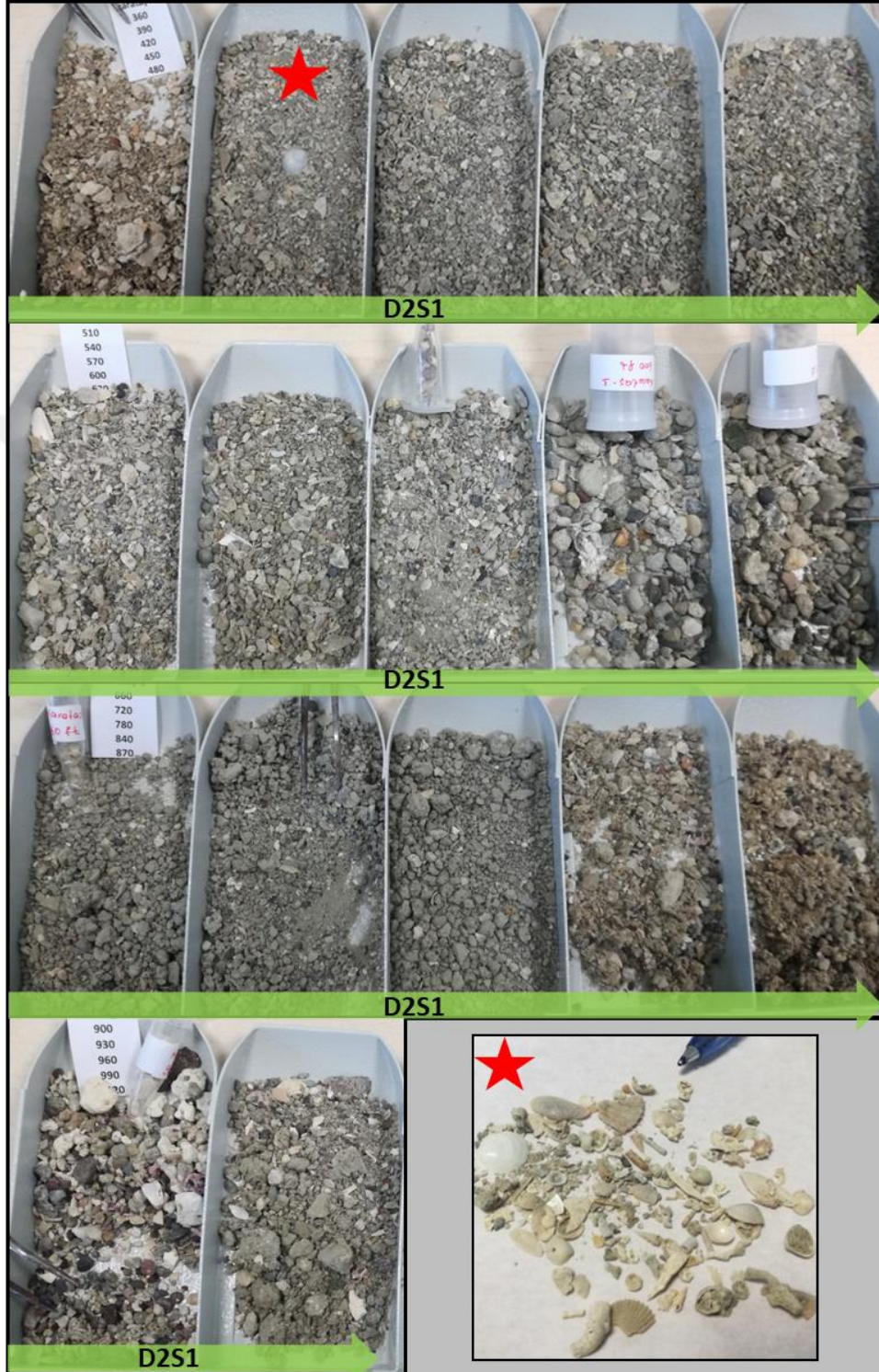
D2-283 m-1283 m (929-4212 ft): Bu seviye gri, kahverengi ve türlü renkli, az düzden az köşeliye, karbonat çimentolu, pekişmemiş ve kil içeriği yüksek, orta ve iri taneli kum, çakıl ve killerden oluşmaktadır. 1000 m'den itibaren çakıl seviyeleri azalmıştır. Yer yer saçılmış linyit parçaları içermektedir.

D2-1283 m-2127 m (4212-6978 ft): Kumtaşı-kiltaşı aralanması görülmektedir. Alt seviyelere doğru kumtaşı oranı azalmakta, silt miktarı ve kiltaşı seviyeleri artmaktadır. Sondajda 2127 m'de Messiniyen çökellerine girilmiştir.



Şekil 4.57 D-2 sondajında kesilen seviyeler ve soldan sağa doğru sırasıyla Sp, GR ve Dt logları; İstifin incelenen kısmında kaba ve ince taneli seviyelerde log karakterlerindeki değişim açık bir şekilde izlenmektedir. Sellenme dönemlerini temsil eden killi seviyelerde GR artışları (sağa doğru) net bir şekilde görülmektedir

110 m-283 m Aralığındaki Sondaj Örnekleri



Şekil 4.58 D-2 sondajı 110-283 m (360 ft-930 ft) arasında fasiyes değişimleri; örnekler bol miktarda makro kavkı içermektedir. Yıldız işaretiyle gösterilen kavkılar fasiyesin 119 m (390 ft) seviyesinden alınmıştır.

4.1.7 DSI Sondajları

DSİ tarafından bölgede açılan kuyularda alüvyon ve Kuranşa Formasyonu'nun akifer özellikleri önem kazanmıştır ve genellikle bu yönde değerlendirilme yapılmıştır.

Adana ili merkezi içerisinde ve ovanın güney alanlarında konglomera ve kum-çakıl fasiyeslerinin çok iyi akiferler olduğu ve alüvyon katmanlarının güneye doğru giderek arttığı gözlenmiştir.

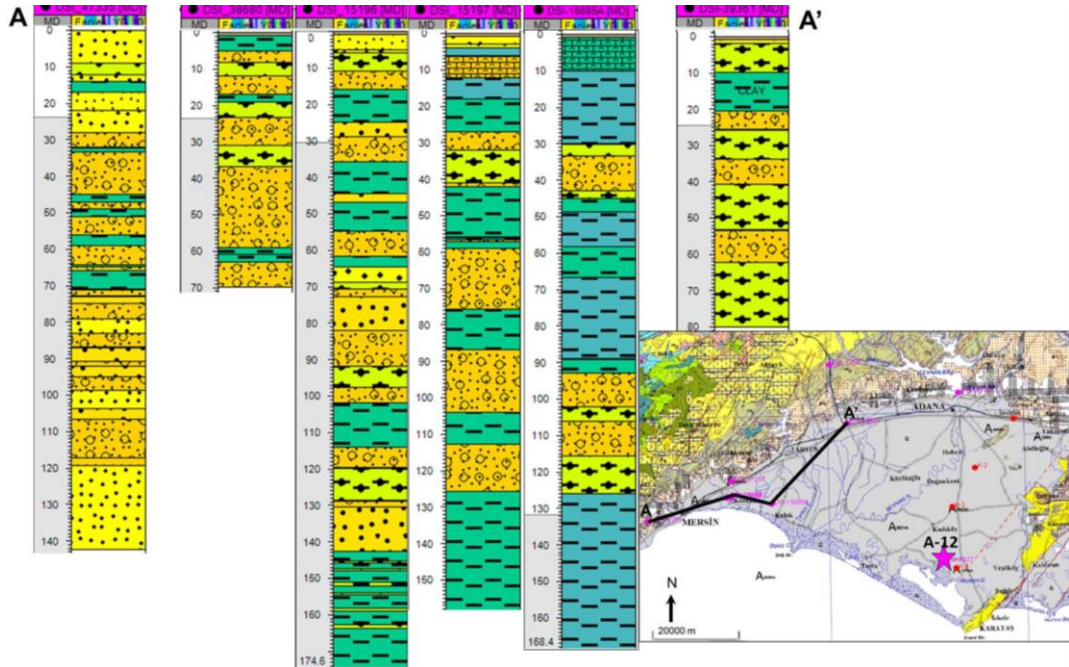
Doğu-batı doğrultusunda İncirlik bucağından Tarsus ilçesine kadar akifer özelliği taşıyan formasyonların alüvyon ve konglomera bantları olduğu, ovanın doğu ve güneydoğusunda; İncirlik'ten Misis'e kadar ise, formasyonların killi birimlerden oluştuğu ve akifer özelliği taşıyan formasyon bulunmadığı DSI tarafından yapılan sondajlarda görülmüştür.

Adana-İncirlik E5 karayolu üzerinde; Bossa-Pilsa-Efes Pilsen sanayi tesislerinde açılan çok sayıda yeraltı suyu sondaj kuyusunda, sert kaliçi ve konglomera kesilmiş ve bu tabakalardan da yeraltı suyu alınmıştır. Adana ilinin kuzeyinde; DSI Makina İkmal Tesisleri kanal et ve boru fabrikalarına açılan sondajlarda 100 m kalınlığında konglomera tabakaları kesilmiş ve kil tabakalarına girilmemiştir. Sondajlarda kesilen konglomera seviyeleri karbonat çimentoludur ve kireçtaşı, kuvarsit, serpantin vd. çakıllardan oluştuğu ve oldukça sert olduğu görülmüştür.

Akyatan Lagünü'nün hemen kuzeyinde İshacı köyünde yapılan sondajın ayrıntılı tanımlamaları Şekil 4.59'da; SCD'nin batı kesiminde yaklaşık GB-KD istikametinde açılan sondajların korelasyonu Şekil 4.60'da gösterilmektedir.



Şekil 4.59 Akyatan Lagünü'nün kuzeyinde DSI tarafından açılan sondajın logu (A-12)



Şekil 4.60 SCD'nin batı kenarında A-A' hattı boyunca DSI tarafından açılan sondajların korelasyonları (G'den K'ye doğru sırasıyla A-1, A-2, A-3, A-4, A-5 ve A-6 sondajları)

4.2 Sondaj Örnekleri Paleontoloji Tanımlamaları

Bu bölümde dört tanesi kara iki tanesi denizde açılan sondajların kesintilerinden toplanan makro kavkılarının tanımlamalarına yer verilecektir. Bu kavkılarda yapılan tanımlamalar Poppe ve Goto (1991); Poppe ve Goto (1993) referans alınarak gerçekleştirilmiştir.

4.2.1 K-1 sondajı paleontoloji tanımlamaları

Karada; deltanın kuzeyinde açılan K-1 kuyusunda sondaj başlangıç derinliğinden 300 m derinliğe kadar bakılan seviyelerde fosil tanımlamaları yapılmıştır (Şekil 4.61). Tanımlamalar sırasıyla aşağıda verilmiştir.

64 m Örnekleri: *Kavkı parçaları içermektedir.*

68 m Örnekleri: *Donax vittatus* (sığ denizel form), *Nassarius coromatus*, *Pirenella* sp., *Bittium scabrum* (erimiş kavkılar)

70 m Örnekleri: *Kırık mercanlar*, *Bittium* sp. (erimiş kavkılar)

72 m Örnekleri: *Cerithium* sp., *kırık mercan*, *kavkı parçaları* (erimiş kavkılar)

76 m-84 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

102 m Örnekleri: *Cerithium* sp.

104 m-106 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

116 m Örnekleri: *Bittium scabrum*

118 m-126 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

128 m Örnekleri: *Bittium* sp., *kavkı parçaları*

130 m Örnekleri: *Bittium* sp., *Cerithium* sp., *Pagodula* sp., *Kavkı parçaları*,

132 m-134 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

136 m Örnekleri: *Turitella* sp., *kavkı parçaları*,

138 m. Örnekleri: *Pirenella conica*, *kavkı parçaları*

140 m-142 m ve 182 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

184 m Örnekleri: *Cerithium* sp., *kavkı parçaları*

186 m Örnekleri: *Porifera*

192 m-212 m Örnekleri: *Kavkı parçaları içermektedir.*

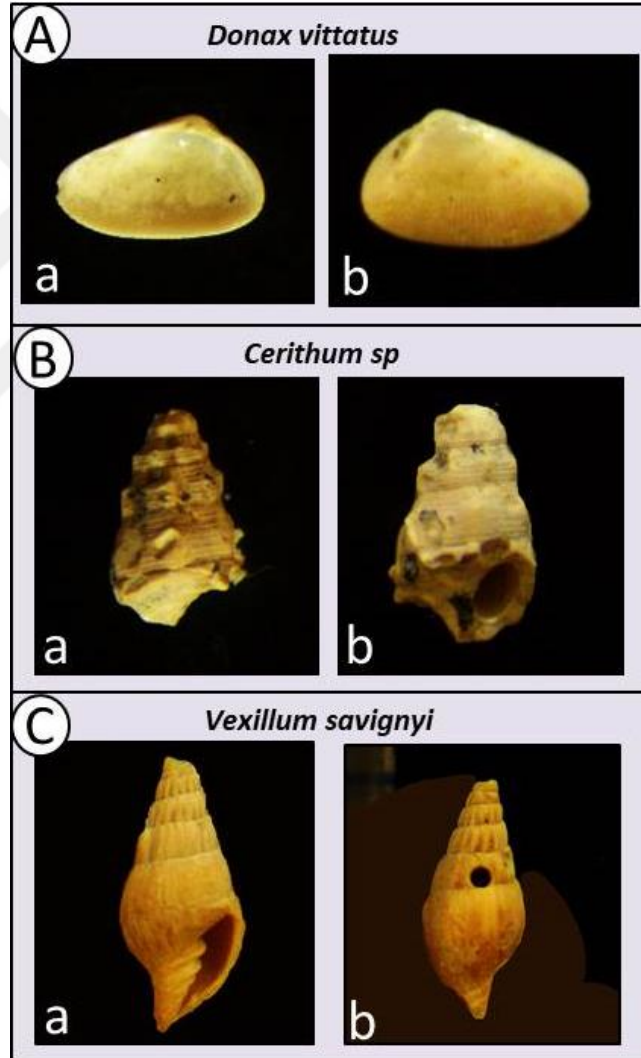
238 m’de yeşil renkli çamur fasiyesi görülmektedir.

246 m Örnekleri: *Vexillum savignyi*, *kavkı parçaları* içermektedir (Pliyosen).

262 m Örnekleri. *Turitella sp.*, *kavkı parçaları*

276 m-288 m Örnekleri: *Kavkı parçaları* içermektedir.

K-1 sondajında tanımlanan fauna, tüm seviyelerin sıkı denizel koşullarda çökeldiğini ifade etmektedir.



Şekil 4.61 K-1 sondajı kesintilerinde tanımlanan kavkı türlerinden örnekler; A:68 m seviyesi, B:72 m seviyesine ait örneklerdir, her iki örnek Kuranşa Formasyonu’nda Kuvaterner istifinde tanımlanmıştır. C: 246 m seviyesine ait örnektir ve Pliyosen istifinde tanımlanmıştır.

4.2.2 K-2 Sondajı paleontoloji tanımlamaları

Karada, deltanın orta yerinde açılan K-2 kuyusunun kesintilerinde geçmiş yıllarda yapılan mikro paleontoloji çalışmalarında istifin üst kısmında tanımlama yapılamamış ancak daha alt seviyelerde yapılan mikrofosil tayinlerinde 220-950 m aralığı için “N17-N19 part” denizel (neritik) Üst Miyosen (Messiniyen) yaşı verilmiştir (E.Hunerman 1974). Bu çalışmada saptanan Pliyosen kavkı formu ile (*Ringicola conformis*) Pliyo-Kuvaterner istifi sınırlanmış ve 258 m’nin altında Miyosen yaşındaki tortullara geçildiği görülmüştür. İstifin bu kısmı bu çalışmanın dışındadır.

K-2 sondajının kesintilerinden 258 m sondaj derinliğine kadar yapılan kavkı tanımlamaları ise aşağıda özetlenmiştir.

12 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

14 m Örnekleri: *Melanopsis sp.*, *Valvata pulchella* (acı su), *kavkı parçaları* (denizel ve akarsu formları birlikte görülmektedir).

16 m Örnekleri: *Pirenella sp.*, *kavkı parçaları*

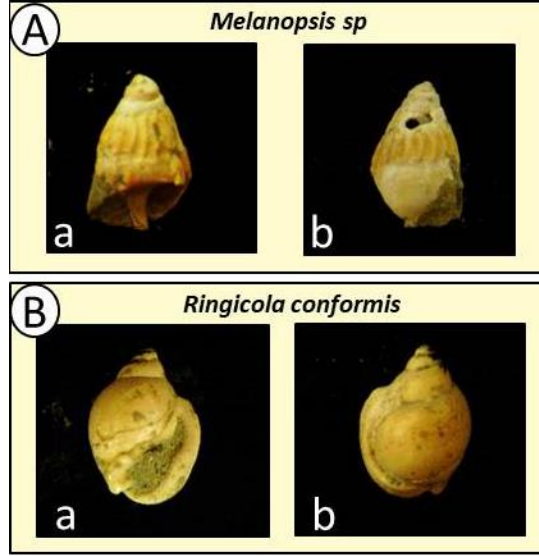
18 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*, *Melanopsis sp.*

20 m Örnekleri: *Theodoxus donubialis* (akarsu, flüvyal ortam), *kavkı parçası*

244 m -252 m Örnekleri: *Kavkı parçası*

258 m Örnekleri: *Ringicola conformis* (denizel form, Pliyosen), *kavkı parçaları* (Şekil 4.62).

K-2 sondaj örnekleri fosil tanımlamalarında saptanan *Melanopsis* ve *Pirenella* cinsleri, 14 metre ile 20 metreler arasında, acı su koşullarını ve ayrıca, *Theodoxus danubialis* tatlı su (akarsu) girdisini işaret etmektedir.



Şekil 4.62 K-2 sondajı kesintilerinde tanımlanan kavkı türlerinden örnekler; A:14 m seviyesine ait örnektir, Kuranşa Formasyonu'nda Kuvaterner istifinde tanımlanmıştır; B:258 m seviyesine ait örnektir ve Pliyosen istifinde tanımlanmıştır.

4.2.3 K-3 Sondajı paleontoloji tanımlamaları

K-3 sondajının ilk 148 m'sinde kavkı seçimi yapılmıştır (Şekil 4.63). Seçilen derinliklerde sırasıyla aşağıdaki fosil tanımlamaları gerçekleştirilmiştir;

2 m Örnekleri: *Bivalvia parçası*

4 m Örnekleri: *Gastropoda parçası*

6 m Örnekleri: *Turritella sp.*(ortama taşınmış olduğu düşünülmektedir), *gastropoda parçası* (Kuvaterner formu)

18 m Örnekleri: *Hydrobia acuta* (denizel, acı su), *Valvata pulchella* (akarsu), *bivalvia parçaları*, *gastropoda parçaları*

20 m Örnekleri: *Gyraulus sp.*, *Gyraulus parvus*, *denizel kavkı parçaları*

24 m Örnekleri: *Gyraulus parvus* ve *kavkı parçaları*

26 m Örnekleri: *Gyraulus parvus* (çok sığ, durgun su, göl, bataklık ortamı), *denizel kavkı parçaları*

28-36 m Örnekleri: *Gyraulus sp.*, *kavkı parçası*

37 m ve 58 m'ler arasında yer alan kavkılar bol kırıklıdır, denizel ortam olabileceği düşünülmektedir.

38-50 m Örnekleri: *Kavkı parçaları*

52-58 m Örnekleri: *Bittium* sp. (Kuvaterner), kavkı parçaları

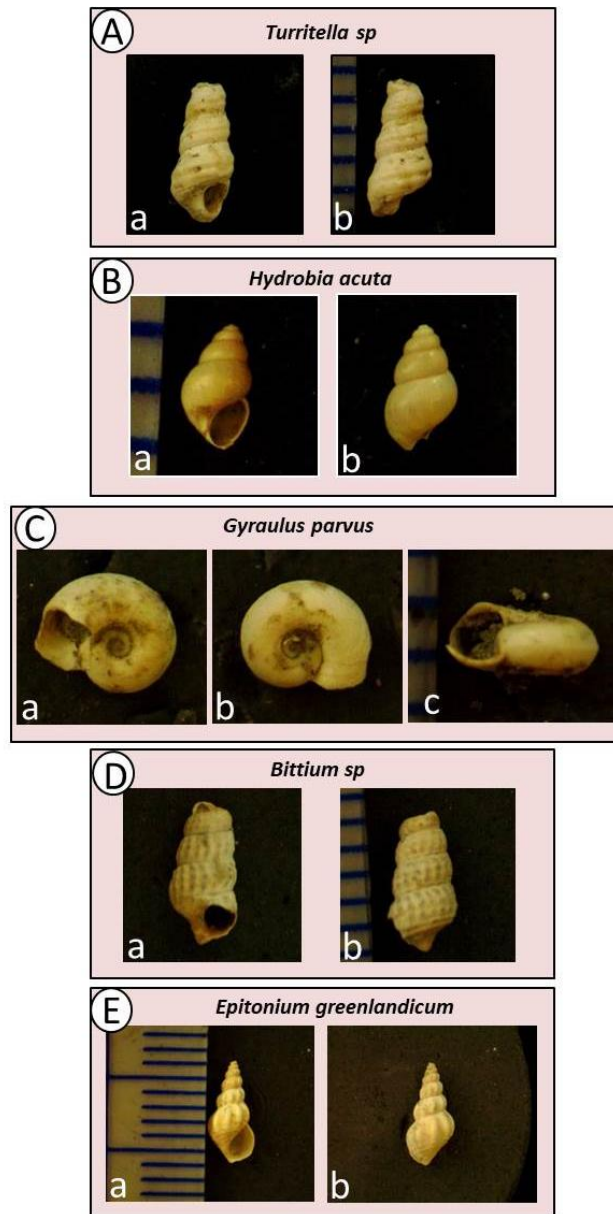
100-102 m Örnekleri: Kavkı parçaları

112-124 m Örnekleri: Kavkı parçaları

130-150 m Örnekleri: Kavkı parçaları

134 m Örnekleri: *Epitonium greenlandicum* (denizel), kavkı parçaları (*Cerastoderma*)

148 m Örnekleri: Kavkı parçası içermektedir.



Şekil 4.63 K-3 sondajı kesintilerinde tanımlanan kavkı türlerinden örnekler; A:6 m, B:18 m, C: 24 m, D: 52-58 m ve E:134 m seviyelerine aittir. Kuranşa Formasyonu'nda tanımlanmıştır

K-3 sondajı örneklerinde yapılan fosil tayinlerinde saptanan *Valvata pulchella* ve *Gyraulus parvus* türlerinin varlığı, 18 metre ile 26 metreler arasında ortama tatlı su girdisi olduğunu işaret etmektedir.

4.2.4 K-4 Sondajı paleontoloji tanımlamaları

1966 yılında Mobil şirketi tarafından açılan kuyunun sondajı sırasında yapılan tanımlamalarda ilk 27 m’de; rotalia, küçük gastropodlar ve pelecypodlar; 148-164 m’lerde ise rotalia ağırlıkta astrononian, küçük gastropod ve pelecypod varlığı belirtilmiştir. TPAO tarafından 454 m’de yapılan mikro fosil tayinlerinde rotalia, gastropoda ve ostrocooda türlerinden Pliyosen yaşı, 490 m’de ise *Globigerinoides sacculiferus*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides trilobus* türleriye Miyosen yaşı verilmiştir.

K-4 Sondajında paleontolojik incelemeler 12 m sondaj derinliğinden itibaren tanımlanmıştır. Yoğun kavrılara sondajın ilk 21 m’sine kadar olan kısımda rastlanmıştır (Şekil 4.64, Şekil 4.65 ve Şekil 4.66).



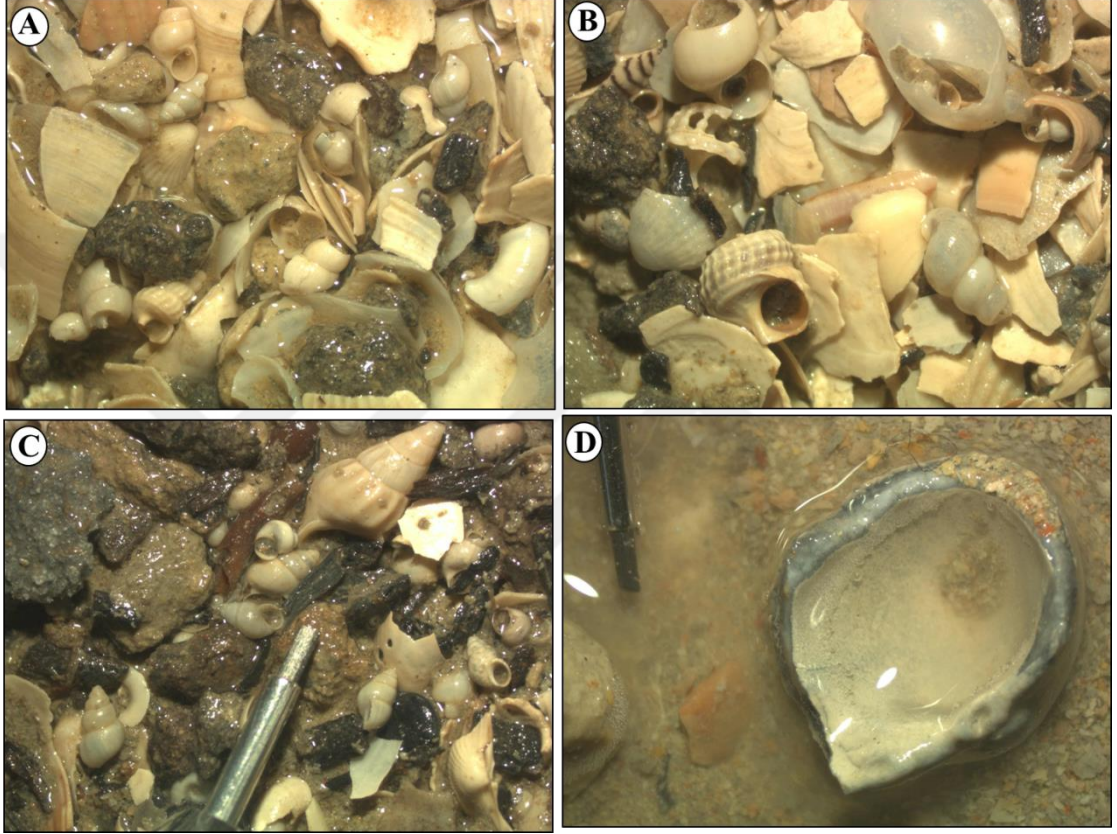
Şekil 4.64 K-4 sondajının ilk derinliklerinde görülen gastropoda çeşitliliği

- 12 m (40 ft) Örnekleri:** *Gyraulus parvus* (tatlı su, bataklık, sığ göl), *Hydrobia acuta*, *Rissoa sp.*, *Epitonium irregulare*, *Mactra stultorum*, *Radix ovata*, *Acanthocardia sp.*, *Acanthocardia echinata*, *Theodoxus sp.*, *Anadara sp.*, kavkı parçası
- 15 m (50 ft) Örnekleri:** *Rissoa splendida*, *Bittium sp.*, *Valvata pulchella*, *Hydrobia acuta*, *Cerastoderma glaucum*, *Gyraulus parvus*, *Scrobicularia plana*, *Theodoxus sp.*, *Radix ovata* (çok ince kabuklu; tatlı su formu, karbonatça zengin), *Corbula sp.*
- 18 m (60 ft) Örnekleri:** *Acanthocardia aculeata*, *Acanthocardia spinosa*, *Acanthocardia tuberculata*, *Valvata piscinalis*, *Rissoa labiosa*, *Rissoa splendida*, *Bittium sp.*, *Hydrobia acuta*, *Hydrobia ventrosa*, *Gyraulus parvus* (Şekil 4.66).
- 21 m (70 ft) Örnekleri:** *Theodoxus sp.*, *Hydrobia sp.*, *Hydrobia ventrosa*, *Cardium sp.*, *Hydrobia acuta*, *Epitonium irregulare*, *Gyraulus parvus*, *Valvata pulchella*, *Bittium sp.*, *Acanthocardia tuberculata*, *Acanthocardia aculeata*, kavkı parçaları
- 24 m (80 ft) Örnekleri:** *Valvata pulchella* (akarsu, tatlı su, durgun göl), *Cardium sp.*, *Gyraulus parvus*
- 27 m (90 ft) Örnekleri:** *Acanthocardia tuberculata*, *Acanthocardia sp.*, *Rissoa splendida*, *Rissoa sp.*, *Valvata pulchella*, *Bittium reticulatum*, *Bittium sp.*, *Hydrobia acuta*, *Bittium lacteum*, kavkı parçaları
- 30 m (100 ft) Örnekleri:** *Hydrobia ventrosa*, *Hydrobia sp.*, *Valvata pulchella*, *Bittium sp.*, *Cardium sp.*, kavkı parçaları
- 34 m (110 ft) Örnekleri:** *Gyraulus parvus*, denizel bivalvia kırıkları
- 37 m (120 ft) Örnekleri:** *Gyraulus parvus*, *Succinea sp.*, *Bittium sp.*, *Bittium scabrum*, *Bittium latreilli*, *Hydrobia ventrosa*, *Cardium sp.*, *Valvata pulchella*, *Omalogyra sp.*, kavkı parçası
- 40 m (130 ft) Örnekleri:** *Bittium sp.*, *Acanthocardia sp.*, *Omalogyra sp.*, kavkı parçaları
- 43 m (140 ft) Örnekleri:** *Bittium sp.*, *Succinea latior*, *Corbula gibba*, kavkı parçası
- 46 m (150 ft) Örnekleri:** *Bittium reticulatum*, *Corbula gibba*, *Tellina sp.*, *Valvata piscinalis*, *Mercenaria mercenaria*, *Hydrobia sp.*, *Succinea sp.*, kavkı parçası
- 49 m (160 ft) Örnekleri:** *Corbula gibba*, *Cerithium sp.* kavkı parçası
- 52 m (170 ft) Örnekleri:** *Bittium lacteum*, *Corbula gibba*, *Cerithium sp.*, kavkı parçası
- 55 m (180 ft) Örnekleri:** *Lentidium mediterraneum* (Akdeniz'e özgü denizel form), *Cerithium sp.*, kavkı parçası

58 m (190 ft) Örnekleri: *Lentidium mediterraneum*, *Cerithium* sp., kavkı parçası

64 m (210 ft) Örnekleri: *Rissoa splendida*, *Cerithium* sp., *Bittium* sp., kavkı parçası

73 m (240 ft) Örnekleri: *Rissoa ambigua*, *Hydrobia* sp., *Nassarius* sp., *Rissoa splendida*, *Corbula gibba*, *Lentidium mediterraneum*, *Cerithium vulgatum*, Bryozoa, Mercan, Ekinin kırıkları (çok sığ ortam koşulları)

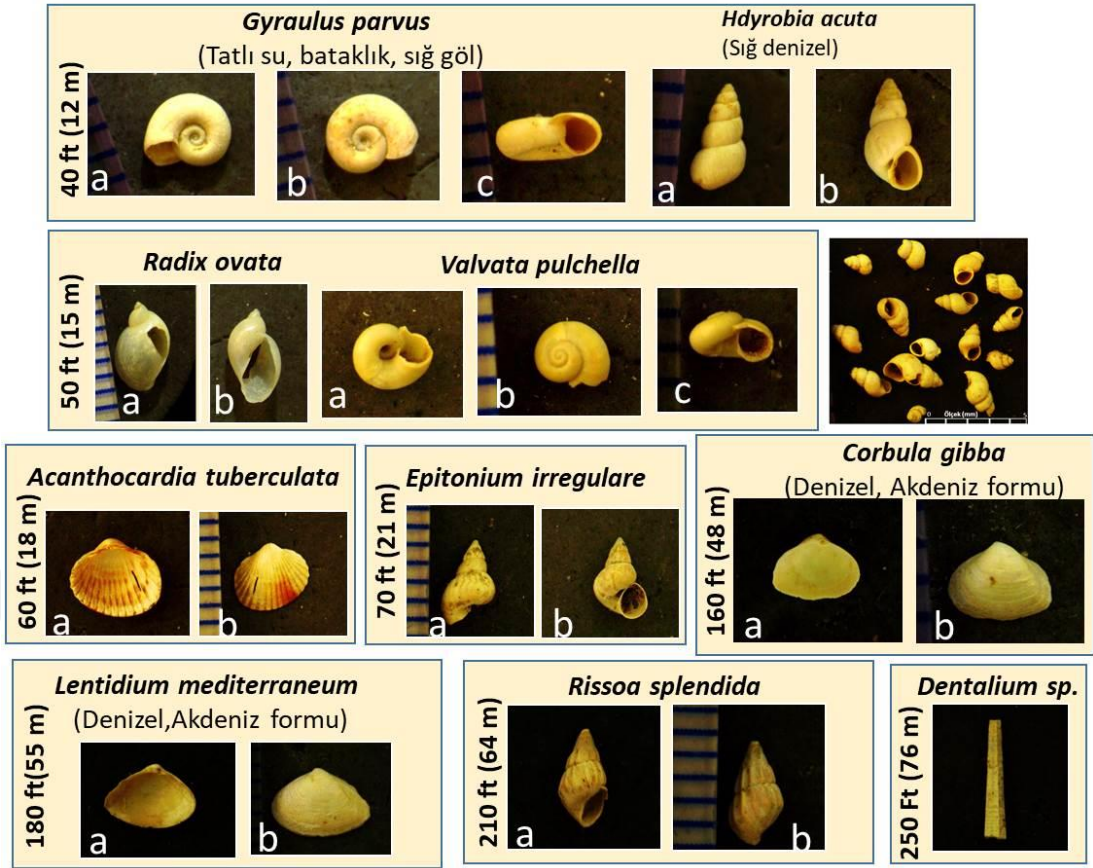


Şekil 4.65 K-4 sondajının 12 m derinliğine ait numune tabağından sediman ve kavkılı seviyeler; A:12 m; B:15 m; C. 21 m; D: 152 m seviyelerinin sondaj örneklerinin sediman mikroskobu altında çekilen fotoğrafları

76 m (250 ft) Örnekleri: *Bittium* sp., *Cardium* sp., *Dentalium* sp., *Mercenaria* sp., *Corbula gibba*, *Rissoa ambigua*, *Hydrobia acuta*, Mercan, kavkı parçası

260 ft Örnekleri: *Bittium latreilli*, *Rissoa splendida*, *Rissoa* sp., *Donax vittatus*, kavkı parçası

- 82 m (270 ft) Örnekleri:** *Tellina* sp., *Mercenaria* sp., *Mercenaria mercenaria*, *Acanthocardia aculeata*, *Cardium* sp., *Rissoa* sp., *Mangelia* sp., *Bittium* sp., *Dentalium* sp., *Porifera*, *Mercan*, *kavkı parçası*
- 82 m (270 ft) Örnekleri:** *Tellina* sp., *Mercenaria* sp., *Mercenaria mercenaria*, *Acanthocardia aculeata*, *Cardium* sp., *Rissoa* sp., *Mangelia* sp., *Bittium* sp., *Dentalium* sp., *Porifera*, *Mercan*, *kavkı parçası*
- 85 m (280 ft) Örnekleri:** *Bittium reticulatum*, *Bittium* sp., *Mercenaria* sp., *Nuculana pella*, *Dentalium* sp., *Mercan*, *kavkı parçası*
- 88 m (290 ft) Örnekleri:** *Bittium reticulatum*, *Bittium latreilli*, *Bittium* sp., *Tellina incarnata*, *Dentalium* sp., *kavkı parçası*
- 91 m (300 ft) Örnekleri:** *Bittium reticulatum*, *Bittium latreilli*, *Bittium* sp., *Rissoa* sp., *Lucinella divericata*, *Dentalium* sp., *Mercan*, *kavkı parçası*
- 98 m (320 ft) Örnekleri:** *Nassarius denticulatus*, *Bittium* sp., *Bittium latreilli*, *Hydrobia acuta*, *Mytilaster* sp., *Acanthocardia* sp., *Dentalium* sp., *kavkı parçası*
- 107 m (350 ft) Örnekleri:** *Nassarius* sp., *Bittium* sp., *Hydrobia acuta*, *Bittium latreilli*, *Bittium reticulatum*, *Parvicardium exiguum*, *Loripes lacteus* (kırık), *kavkı parçası*
- 131 m (430 ft) Örnekleri:** *Nassarius* sp., *Hydrobia acuta*, *kavkı parçası*
- 143 m (470 ft) Örnekleri:** *Cerithium* sp., *Mytilaster* sp., *Bittium lacteum*, *kavkı parçası*
- 152 m (500 ft) Örnekleri:** *Cerithium* (erimiş), *Cardium* (kırık)
- 155 m (510 ft) Örnekleri:** *Hydrobia acuta*, *Nassarius* sp., *kırık kavkı parçaları*



Şekil 4.66 K-4 sondajının ilk 76 m'sinde yapılan fosil tanımlamaları

12-46 m (40-150 ft) arasında tanımlanan kavkılar, bu seviyelerin çökmesi esnasında, sığ denizel ortama dökülen bir akarsuyun (tatlı su) etkisini belirtmektedir. *Gyraulus*, *Valvata*, *Theodoxus*, *Radix* ve *Succinea* cinslerine ait örnekler, akarsu girdisini göstermektedir. Özetle 12-37 m arasında kıyı formları, daha alt seviyelerde denizel formlar tanımlanmıştır. 12-155 m (40-510 ft) arasında Kuvaterner'e ait olduğu düşünülen fauna tanımlanmıştır.

4.2.5 D-1 Sondajı paleontoloji tanımlamaları

Tez Çalışması için D-1 ve D-2 olarak adlandırılan iki adet deniz kuyusundan kavkı örnekleri seçilmiştir. D-1 sondajına ait seçilen kavkı örneklerinin derinliğine göre aşağıdaki fosil tanımlamaları yapılmıştır.

67 m (220 ft) Örnekleri: Denizel *bivalvia gastropoda kırıkları*

76 m (250 ft) Örnekleri : *Nassarius sp.*, *Callista chione*, *Corbula gibba*, *Nucula nucleus*, *Dentalium sp.*, *Bryozoa*, *Tellina tenuis* (sığ denizel, acı su, lagüner), *Loripes lacteus* (Kırık), *Turritella turbona*; Kuvaterner formları

85 m (280 ft) Örnekleri: *Turritella turbona*, *Chondrula sp.*, *Xerolenta obvia* (karasal,) *yüzeyden düşmüş olabileceği düşünülmektedir*), *Bittium reticulatum*, *Nassarius pygmaeus*, *Rissoa splendida*, *Nassarius reticulatus*, *Bittium reticulatum*, *Bittium latreilli*, *Mytilas sp.*, *Loripes lacteus*, *Cerithium sp.*, *Acanthocardia echinata.*, *Theodoxus sp.*, *Lentidium mediterraneum*, *Corbula gibba*, *Dentalium sp.*, (denizel formların arasında karasal gastropodlar)

94 m (310 ft) Örnekleri: *Cerithium sp.*, *Dentalium sp.*, *Xerolenta obvia* (karasal, sondaj sırasında yukarıdan düşmüş olabileceği düşünülmektedir), *Tellina tenuis*, *Lentidium mediterraneum*, *Turritella turbona*, *Bittium lacteum*, *Bittium reticulatum*, *Cyclope sp.*, *Nassarius pygmaeus*, *kavkı parçası*

104 m (340 ft) Örnekleri: Bu aralıkta tanımlanan formların iki tanesi karasal form diğerleri denizeldir; *Theodoxus sp.*, *Valvata pulchella* (akarsu formu), *Dentalium sp.*, *Bryozoa*, *Tellina tenuis*, *Corbula gibba*, *Turritella sp.* ve *kavkı parçası*

113 m (370 ft) Örnekleri: Denizel formlar; *Corbula gibba*, *Conus sp.*, *Nucula nucleus*, *Donax trunculus*, *Tellina tenuis*, *Tellina sp.*, *Hydrobia sp.*, *Lucinella divericata*, *Cerithium sp.*, *Parvicardium exiguum* (sığ denizel, acı su, lagüner form), *Hydrobia ventrosa*, *Bittium lacteum*, *Bittium scabrum*, *Bittium sp.*, *Nassarius sp.*, *Echinoid*, *Mercan*, *Porifera*, *Bryozoa*, *kavkı parçası*

122 m (400 ft) Örnekleri: Denizel formlar; *Anadara antiquata*, *Mercenaria mercenaria*, *Corbula gibba*, *Nassarius pygmaeus*, *Turritella sp.*, *Dentalium sp.*, *kavkı parçası*

131 m (430 ft) Örnekleri: *Turritella sp.*, *Vermetus sp.*, *Lentidium mediterraneum*, *Glycymeris pliosa*, *Corbula sp.*, *Jujubinus striatus*, *Nassarius pygmaeus*, *Dentalium sp.*, *kavkı parçası*

149 m (490 ft) Örnekleri: *Tellina tenuis*, *Bittium reticulatum*, *Bittium sp.*, *Hydrobia acuta*, *Hydrobia ventrosa*, *Dentalium sp.*, *Bryozoa*, *kavkı parçası*

158 m (520 ft) Örnekleri: *Bittium latreilli*, *Corbula gibba*, *Turritella sp.* *kavkı parçası*

168 m (550 ft) Örnekleri: *Turritella communis* (Kuvaterner formudur), *kavkı parçası*

183 m (600 ft) Örnekleri: *Hydrobia acuta* (sığ, acı su-denizel ortamı, ortalama %28-30 tuzlulukta yaşamaktadır), *Bittium latreilli*, kavkı parçası

192 m (630 ft) Örnekleri: *Nucula sp.*, *Acanthocardia sp.*

201 m (660 ft) Örnekleri: *Nassarius pygmaeus*, *Caylope sp.*

210 m (690 ft) Örnekleri: *Nuculana pella*, *Cardium sp.*, *Corbula gibba*, *Dentalium sp.*, *Turritella sp.*, *Valvata pulchella*, *Mercenaria mercenaria*, kavkı parçası

241 m (790 ft) Örnekleri: *Cyclope sp.*, *Jujubinus sp.*, *Turritella sp.*, *Cardium sp.*, *Corbula gibba*, *Hydrobia ventrosa*, *Hydrobia acuta*, *Dentalium sp.*, *Bryozoa*, kavkı parçası

250 m (820 ft) Örnekleri: *Mangelia costulata*, *Bittium reticulatum*, *Bittium latreilli*, *Bittium sp.*, *Turritella sp.*, *Corbula gibba*, *Cerithium sp.*, *Dentalium sp.*, *Mercan*, kavkı parçası

259 m (850 ft) Örnekleri: *Anadara sp.*, *Nassarius pygmaeus*, *Bittium lacteum*, *Dentalium sp.*, *Turritella sp.*, kavkı parçası

268 m (880 ft) Örnekleri: Denizel formlar; *Bittium sp.*, *Bittium reticulatum*, *Corbula gibba*, *Rissoa sp.*, *Mercan*, kavkı parçası

277 m (910 ft) Örnekleri: *Corbula gibba*, *Lucinella divericata*, *Turritella sp.*, *Mercan*

287 m (940 ft) Örnekleri: *Corbula gibba*, kavkı parçası

305 m (1000 ft) Örnekleri: *Bittium sp.*, *Lentidium mediterraneum*, *Tellina tenuis*, *Mercenaria sp.*, *Lucinella divericata*, *Nassarius pygmaeus*, *Dentalium sp.*, kavkı parçası

323 m (1060 ft) Örnekleri: *Bittium lacteum*, *Cardium (kırık)*; sığ denizel formlar

332 m (1090 ft) Örnekleri: *Bittium sp.*, kavkı parçası (sığ denizel formlar)

341 m (1120 ft) Örnekleri: *Nassarius sp.*, *bivalvia parçası*

369 m (1210 ft) Örnekleri: *Corbula gibba*

378 m (1240 ft) Örnekleri: *Lentidium mediterraneum*, kavkı parçası

387 m (1270 ft) Örnekleri: *Mercenaria sp.*, *Corbula gibba*, kavkı parçası; sığ denizel formlar

396 m (1300 ft) Örnekleri: *Corbula gibba*, *Nassarius sp.*, kavkı parçası

415 m (1360 ft) Örnekleri: *Anadara sp.*, *Nassarius sp.*, kavkı parçası

424 m (1390 ft) Örnekleri: *Mercenaria sp.*, *Lucinella divericata*, *Nassarius sp.*, *Bittium latreilli*, kavkı parçası

433 m (1420 ft) Örnekleri: *Gyraulus parvus*, *Rissoa ventricosa*, *Rissoa sp.*, *Mercenaria sp.*, *Nucula sp.*, *Lentidium mediterraneum*, *Corbula sp.*, *Mercenaria mercenaria*, *Dentalium sp.*, *kavkı parçası*

460 m (1510 ft) Örnekleri: *Cyclope sp.* *kavkı parçası*

506 m (1660 ft) Örnekleri: *Bittium sp.*, *kavkı parçası*

570 m (1870 ft) Örnekleri: *kavkı parçası*

Bu seviyenin altında farklı bir fasiyese girilmiş olabileceği düşünülmektedir; kavkılarda azalma söz konusudur).

945 m (3100 ft) Örnekleri: *Cardium (kırık)*

1286 m (4220 ft) Örnekleri: *Cardium (kırık)*

1335 m (4380 ft) Örnekleri: *Conus sp.*

1420 m (4660 ft) Örnekleri: *Gastropoda kırık*

1439 m (4720 ft) Örnekleri: *Cardium (kırık)*

1463 m (4800 ft) Örnekleri: *Kırık kavkı*

1469 m (4820 ft) Örnekleri: *Cerithium sp.*, *Dentalium sp.*, *Turritella sp.*

1286 m-1469 m (4220 ft-4820 ft): *Cardium (kırık)*. Bu seviyeler arasında fosil içeriği azalmıştır. Ortamda derinleşme ve durgunlaşmanın hakim olabileceği düşünülmektedir. Kavkıların görüldüğü tüm seviyelerde; sığ, kıyıya yakın, denizel ortamda yaşamını sürdürebilen türler tanımlanmıştır.

4.2.6 D-2 Sondajı paleontoloji tanımlamaları

D-2 sondajına ait seçilen kavkı örneklerinin derinliğine göre aşağıdaki fosil tanımlamaları yapılmıştır.

109 m (360 ft) Örnekleri: *Glans aculeata*, *Nucula nucleus*, *Nuculana pella*, *Mercenaria mercenaria*, *Timoclea ovata* (deniz tabanından 7-8 m altında yaşayan formdur), *Corbula gibba*, *Turritella tricarinata* (Pliyosen formu, ortama taşınmış olabileceği düşünülmektedir), *Dentalium sp.*, *Bryzoa*, *kavkı parçaları*

118 m (390 ft) Örnekleri: *Angaria sp.*, *Turritella sp.*, *Nassarius sp.*, *Bittium sp.*, *Cyclope sp.*, *Calliostoma sp.*, *Loripes lacteus*, *Nucula nucleus*, *Lentidium*

mediterraneum, *Timoclea ovata*, *Parvicardium exiguum*, *Tellina tenuis*, *Nuculana pella*, *Dentalium sp.*, *Vermetus sp.*, *Porifera*, *kavkı parçaları*

128 m (420 ft) Örnekleri: *Jujubinus striatus*, *Bittium latreilli*, *Bittium sp.*, *Nassarius lima*, *Nassarius sp.*, *Rissoa ventricosa*, *Alvania cimex*, *Colus jeffreysianus*, *Turitella sp.*, *Cyclope sp.*, *Vermetus sp.*, *Nucula nucleus*, *Nuculana pella*, *Lucinella divericata*, *Corbula sp.*, *Dentalium sp.*, *kavkı parçaları*

137 m (450 ft) Örnekleri: *Jujubinus striatus*, *Nassarius tingitanus*, *Turitella sp.*, *Eulima sp.*, *Bornia sebetia*, *Corbula gibba*, *Donax variegatus*, *Arca sp.*, *Glycymeris sp.*, *Mercenaria sp.*, *Dentalium sp.*, *kavkı parçaları*

146 m (480 ft) Örnekleri: *Tellina tenuis*, *Corbula gibba*, *Timoclea ovata*, *Bittium sp.*, *Turitella sp.*, *Rissoa sp.*, *Natica rizzae*, *Nucula nucleus*, *Dentalium sp.*, *Porifera*, *kavkı parçaları*, *bitki parçası*

155 m (510 ft) Örnekleri: *Nucula nucleus*, *Timoclea ovata*, *Glycymeris glycymeris*, *Nuculana commutata*, *Bittium latreilli*, *Pholas sp.*, *Vermetus sp.*, *Calliostoma sp.*, *Alvania cimex*, *Lentidium mediterraneum*, *Rissoa ambigua*, *Nassarius tingitanus*, *Turitella sp.*, *Bittium sp.*, *Dentalium sp.*, *Bryzoa*, *Porifera*, *kavkı parçası*

164 m (540 ft) Örnekleri: *Mercenaria mercenaria*, *Tellina tenuis*, *Mangelia costulata*, *Gibbula albida* (denizel kayalara tutunarak yaşayan bentik form), *Trivia pulex*, *Timoclea ovata*, *Littorina saxatilis*, *Bittium latreilli*, *Vexillum savignyi*, *Anadara antiquata*, *Donax sp.*, *Turitella sp.*, *Dentalium sp.*, *Porifera*, *Echinoid*, *kavkı parçası* *kırmızı renkli kavkı parçası* (çok sığda yaşayan bu form beslenirken ortamdaki minerallerden renk almıştır)

173 m (570 ft) Örnekleri: *Donax trunculus*, *Nucula nucleus*, *Hydrobia acuta*, *Vermetus sp.*, *Rissoa ventricosa*, *Bittium reticulatum*, *Bittium lacteum*, *Ringicula conformis*, *Lacuna crassior*, *Nassarius lousi*, *Gibbula albida*, *Dentalium sp.*, *Mercan*, *Bryozoa*

182 m (600 ft) Örnekleri: *Gibbula albida*, *Jujubinus striatus*, *Corbula gibba* (çamur, çamurlu kumda yaşayan denizel tipik bir Akdeniz formu), *Lutraria lutraria*, *Dentalium sp.*, *Mercan*, *kavkı parçası*

192 m (630 ft) Örnekleri: *Turritella communis*, *Glans trapezia*, *Mitrella pallaryi*, *Calliostoma sp.*, *Angaria sp.*, *Dentalium sp.*, *Porifera*, *kavkı parçası*, *Anachis savignyi* (Akdeniz formu)

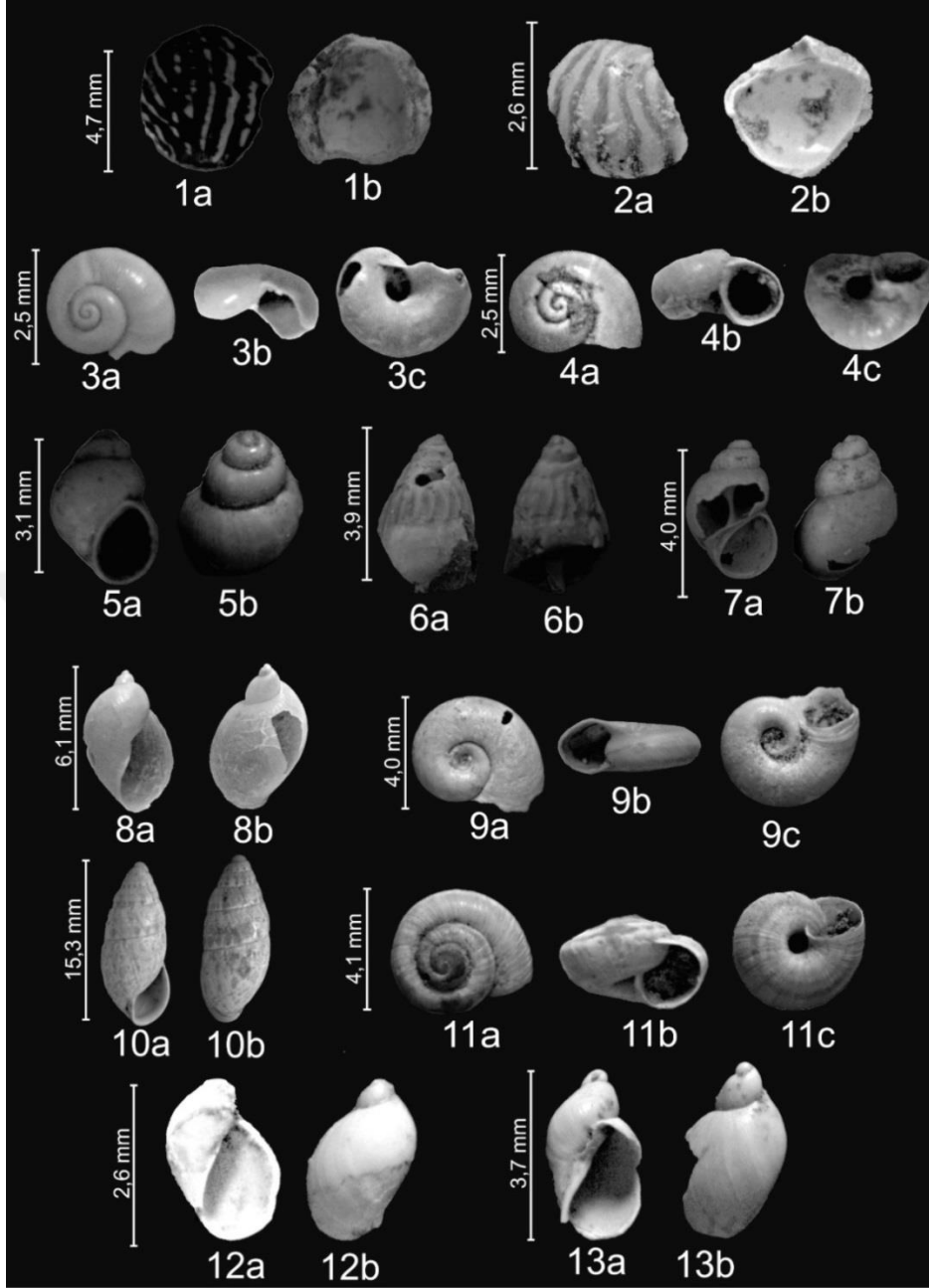
- 201 m (660 ft) Örnekleri:** *Nuculana pella*, *Lentidium mediterraneum*, *Hydrobia acuta*, *Loripes lucinalis*, yengeç parçası, kavkı parçası
- 219 m (720 ft) Örnekleri:** *Alvania cimex*, *Corbula gibba*, *Pirenella sp.*, *Dentalium sp.*, *Bryozoa*, kavkı parçaları
- 225 m (740 ft) Örnekleri:** kavkı parçası
- 237 m (780 ft) Örnekleri:** *Mercenaria mercenaria*, *Donax trunculus*, *Pirenella conica*, kavkı parçaları
- 256 m (840 ft) Örnekleri:** *Rissoa sp.*, *Corbula gibba*, *Nucula sp.*, *Dentalium sp.*, Yengeç parçası, Mercan, ekinit parçaları (kıyı ortamı) *Porifera*
- 265 m (870 ft) Örnekleri:** *Jujubinus striatus*, *Cyclope sp.*, *Alvania sp.*, *Gibbula albida*, *Bryozoa*, kavkı parçaları
- 274 m (900 ft) Örnekleri:** *Ringicula conformis*, *Corbula sp.*, *Anadara sp.*, Mercan, kavkı parçaları
- 283 m (930 ft) Örnekleri:** Kavkı parçaları
- 287 m (940 ft) Örnekleri:** *Cerithium sp.*
- 293 m (960 ft) Örnekleri:** *Mercenaria mercenaria*, *Corbula gibba*, *Rissoa labiosa*, *Bittium lacteum*, *Tricolia sp.*, *Anadara antiquata*, *Glycymeris glycymeris*, *Nassarius sp.*, *Dentalium sp.*, kavkı parçaları
- 302 m (990 ft) Örnekleri:** *Glycymeris glycymeris*, *Bittium lacteum*, *Corbula gibba*, *Mercenaria mercenaria*, *Dentalium sp.*, kavkı parçaları
- 311 m (1020 ft) Örnekleri:** *Theodoxus donubialis*, *Natica rizzae*, *Cyclope sp.*, *Dentalium sp.*, *Bryozoa*, kavkı parçaları
- 320 m (1050 ft) -384 m (1260 ft) Örnekleri:** kavkı parçaları
- 393 m (1290 ft) Örnekleri:** *Mercenaria mercenaria*, *Theodoxus sp.*
- 402 m (1320 ft) Örnekleri:** *Paphia sp.*, kavkı parçaları
- 411 m-686 m (1350 ft-2250 ft) Örnekleri:** kavkı parçaları
- 805 m (2640 ft) Örnekleri:** *Conus sp.*
- 860 m (2820 ft) Örnekleri:** *Pirenella sp.*, *Macra stultorum*, kavkı parçaları
- 868 m (2850 ft) Örnekleri:** *Pholas sp.*, *Turbonilla acutissima*, *Bivalvia parçaları*
- 941m (3090 ft) Örnekleri:** *Cerithium sp.*
- 951 m (3120 ft) Örnekleri:** *Pirenella sp.*
- 960 m (3150 ft) Örnekleri:** *Cerithium sp.*

Mercenaria mercenaria, *Corbula gibba*, *Rissoa labiosa*, *Bittium lacteum*, *Tricolia sp.*, *Anadara antiquata*, *Glycymeris glycymeris*, *Nassarius sp.*, *Dentalium sp.*, *Cerithium sp.*, *kavkı parçaları*

978 m (3210 ft) Örnekleri: *Pirenella sp.*

Tanımlanan fauna, tüm seviyelerin çok sık, karaya yakın denizel koşullarda çökeldiğini göstermektedir.

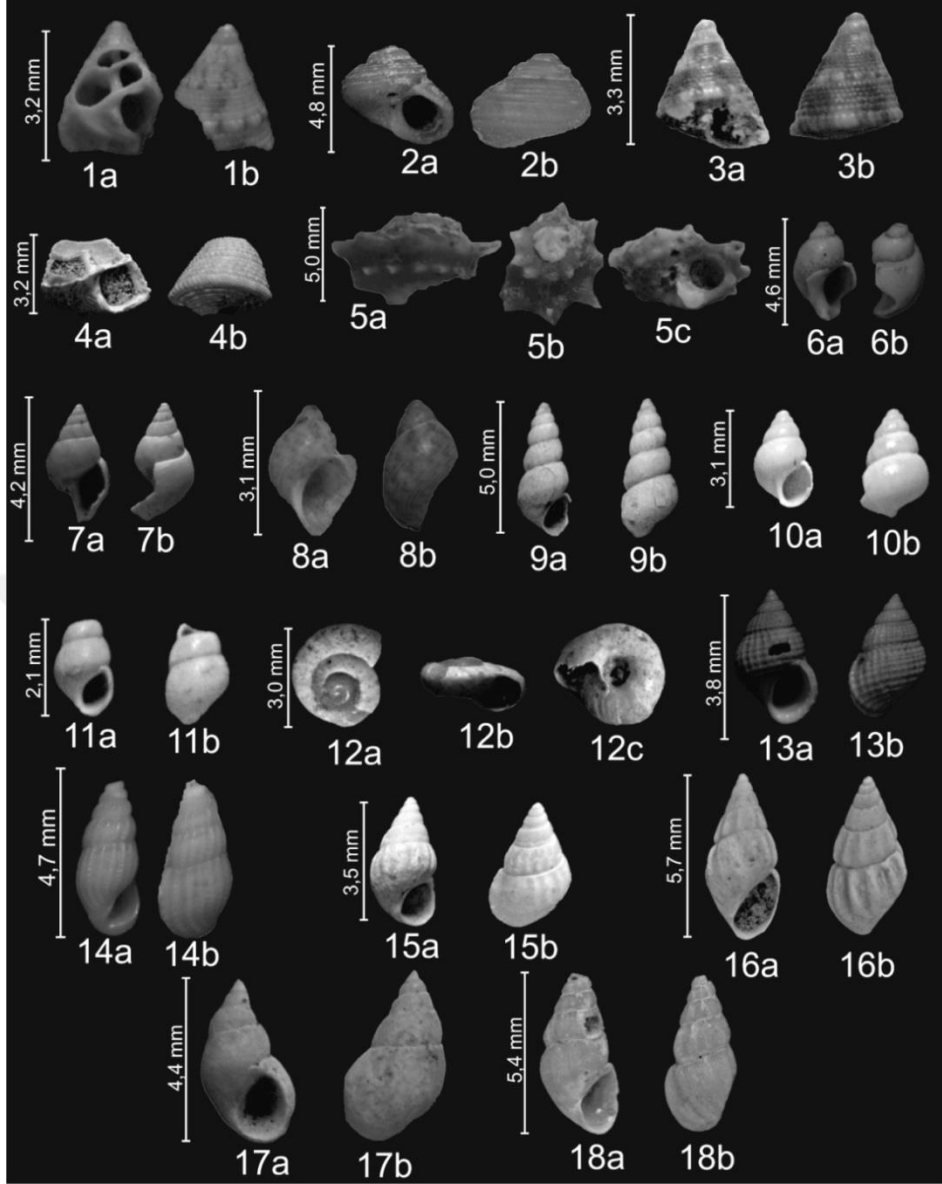
Tez çalışması kapsamında çalışılan kara sondajları ve deniz sondajları örneklerinde yapılan fosil tayinleri levhalar halinde hazırlanmıştır. Tanımlar Şekil 4.67'den Şekil 4.74'e kadar olan levhalarda sunulmuştur.



Şekil 4.67 Levha-1'i temsil eden kavkı türleri

Levha 1

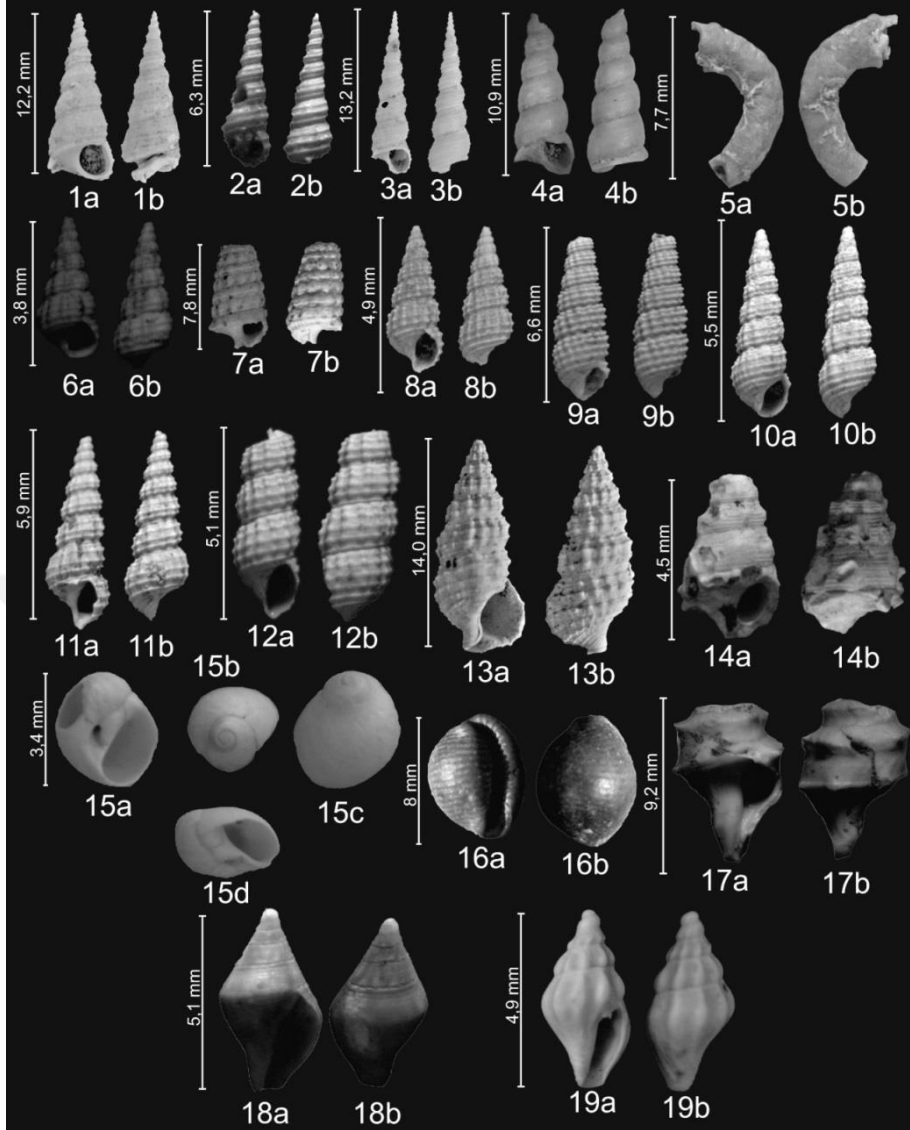
1. (a-b) *Theodoxus danubialis* (Pfeiffer, 1828) Boy: 4.7 mm, **K-2-20 m**
2. (a-b) *Theodoxus* sp. Boy:2.6 mm, **K-4-21 m (70 ft)**
3. (a-c) *Valvata piscinalis* (O. F. Müller, 1774) Boy:2.5 mm, **K-4-46 m (150 ft)**.
4. (a-c) *Valvata pulchella* (Studer, 1789) Boy:2.5 mm, **K-4-24 m (80 ft)**
5. (a-b) *Bythinella pannonica* (Von Frauenfeld, 1865) Boy: 3.1 mm, **K-4-27 m (90 ft)**
6. (a-b) *Melanopsis* sp. Boy: 3.9 mm, **K-2-14 m**
7. (a-b) *Pseudomnicola kayserienis* (Glöer, Yıldırım ve Kebapçı, 2015) Boy: 4.0 mm, **K-4-15 m (50 ft)**
8. (a-b) *Radix ovata* (Draparnaud, 1805) Boy:6.1 mm, **K-4-15 m (50 ft)**
9. (a-c) *Gyraulus parvus* (Say, 1817) Boy:4.00 mm, **K-4-15 m (50 ft)**
10. (a-b) *Chondrula* sp. Boy:15.3 mm, **D-1-85 m (280 ft)**
11. (a-c) *Xerolenta obvia* (Menke, 1828) Boy:4.1 mm, **D-1-94 m (310 ft)**
12. (a-b) *Succinea latior* (C. B. Adams 1849) Boy:2.6 mm, **K-4-43 m (140 ft)**
13. (a-b) *Succinea* sp. Boy:3.7 mm, **K-4-37 m (120 ft)**



Şekil 4.68 Levha-2'yi temsil eden kavkı türleri

Levha 2

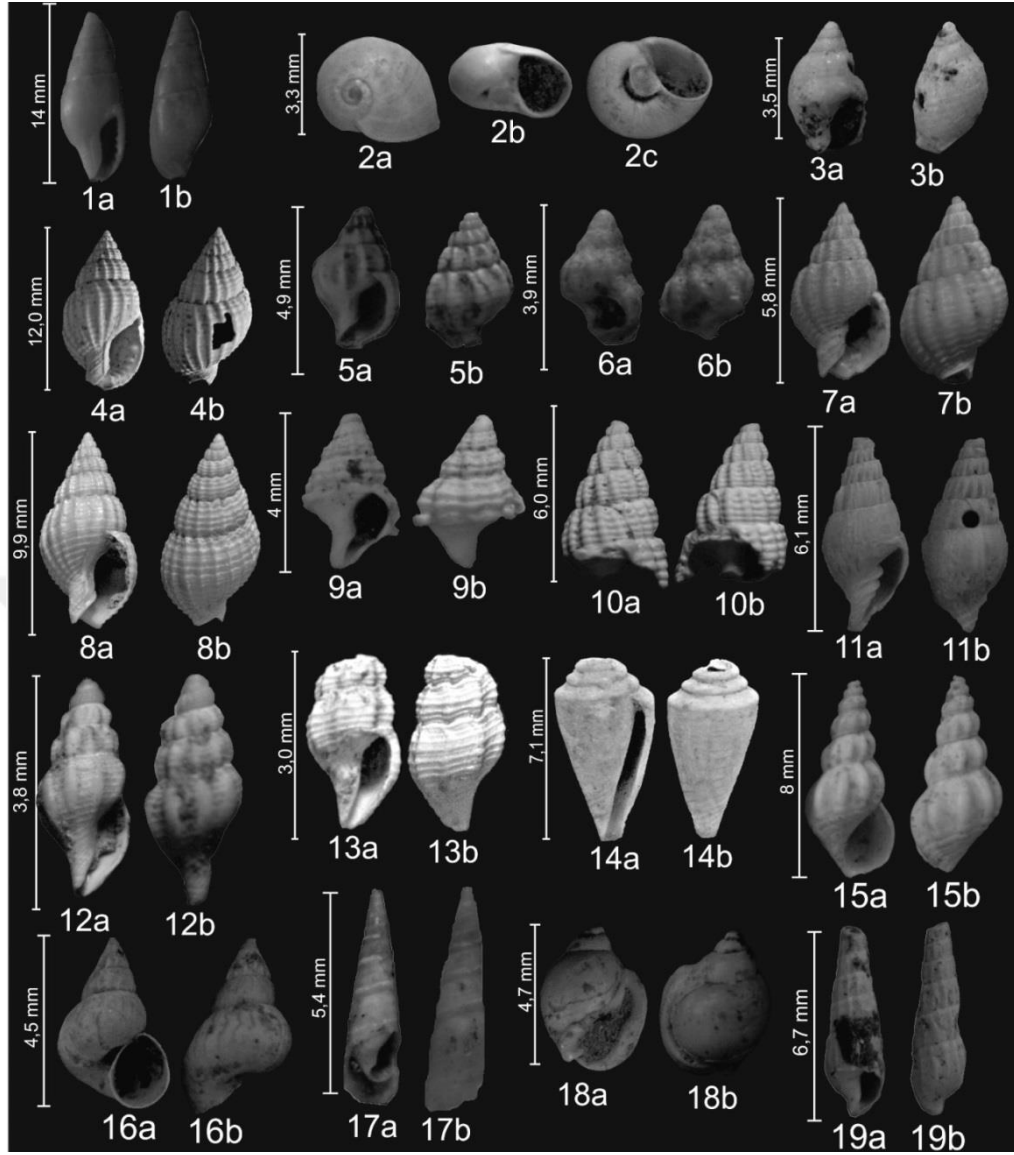
1. (a-b) *Calliostoma* sp. Boy: 3.2 mm, **D-2-155 m (510 ft)**
2. (a-b) *Gibbula albida* (Gmelin J.F. 1791) Boy: 4.8 mm, **D-2-164 m (540 ft)**
3. (a-b) *Jujubinus striatus* (Linnaeus, 1758) Boy: 3.3 mm, **D-1-131 m (430 ft)**
4. (a-b) *Jujubinus* sp. Boy: 3.2 mm, **D-1-241 m (790 ft)**
5. (a-c) *Angaria* sp. Boy: 5.0 mm, **D-2-118 m (390 ft)**
6. (a-b) *Tricolia* sp. Boy: 4.6 mm, **D-2-293 m (960 ft)**
7. (a-b) *Lacuna crassior* (Montagu, 1803) Boy: 4.2 mm, **D-2-173 m (570 ft)**
8. (a-b) *Littorina saxatilis* (Olivi, 1792) Boy: 3.1 mm, **D-2-164 m (540 ft)**
9. (a-b) *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) Boy: 5.00 mm, **K-4-18 m (60 ft)**
10. (a-b) *Hydrobia ventrosa* (Montagu, 1803) Boy: 3.1 mm, **K-4-21 m (70 ft)**
11. (a-b) *Hydrobia* sp. Boy: 2.1 mm, **K-4-46 m (150 ft)**
12. (a-c) *Omalogyra* sp. Boy: 3.00 mm, **K-4-37 m (120 ft)**
13. (a-b) *Alvania cimex* (Linnaeus, 1758) Boy: 3.8 mm, **D-2-164 m (540 ft)**
14. (a-b) *Rissoa ambigua* (Gould, 1849) Boy: 4.7 mm, **D-2-155 m (510 ft)**
15. (a-b) *Rissoa labiosa* (Montagu, 1803) Boy: 3.5 mm, **K-4-18 m (60 ft)**
16. (a-b) *Rissoa splendida* (Eichwald, 1830) Boy: 5.7 mm, **D-1-94 m (310 ft)**
17. (a-b) *Rissoa ventricosa* (Desmarest, 1814) Boy: 4.4 mm, **D-1-433 m (1420 ft)**
18. (a-b) *Rissoa* sp. Boy: 5.4 mm, **D-1-433 m (1420 ft)**



Şekil 4.69 Levha-3'ü temsil eden kavkı türleri

Levha 3

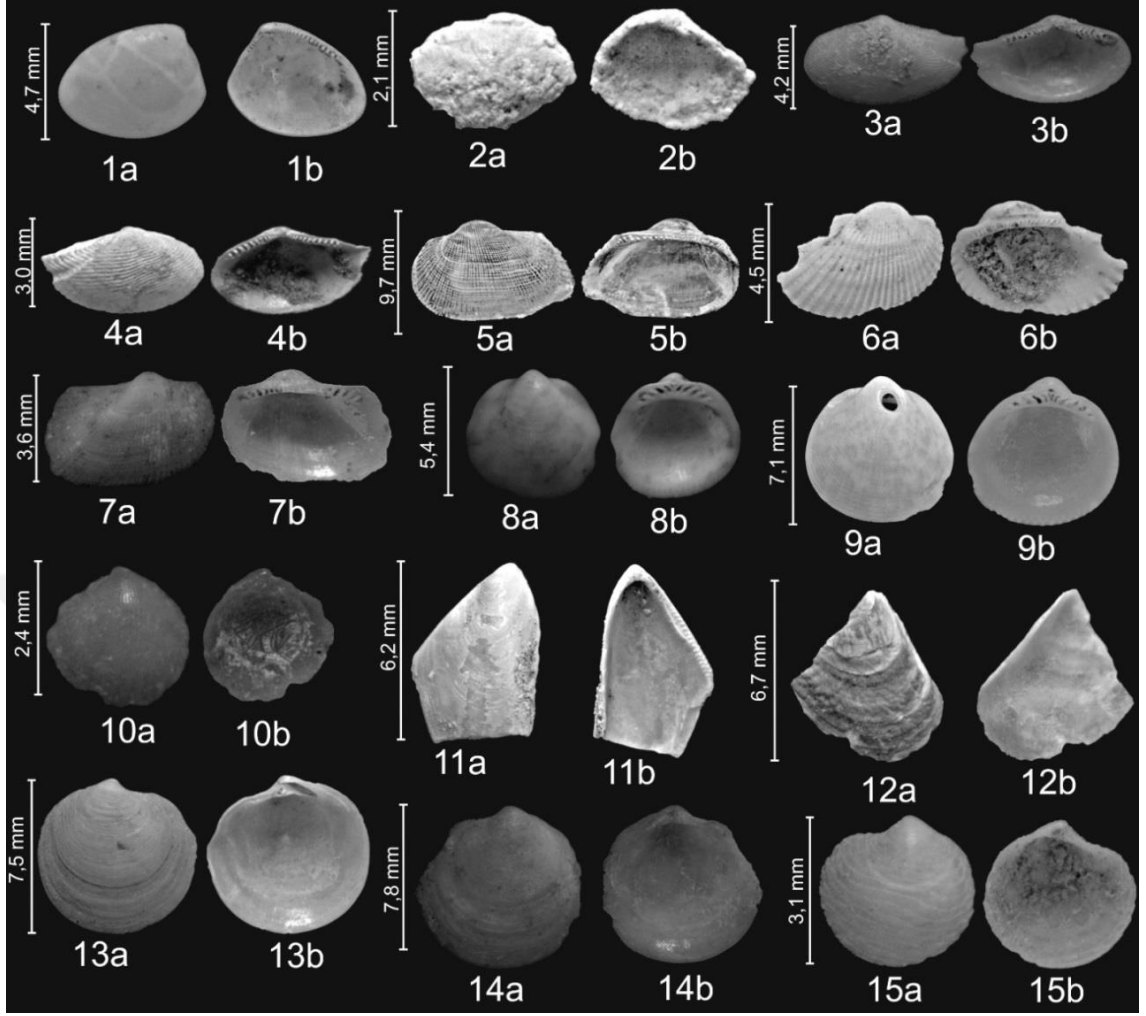
1. (a-b) *Turitella communis* (Risso, 1826) Boy:12.2 mm, **D-1-168 m (550 ft)**
2. (a-b) *Turitella tricarinata* (Brocchi, 1814) Boy: 6.3 mm, **D-2-109 m (360 ft)**
3. (a-b) *Turitella turbona* (Monterosato, 1877) Boy: 13.2 mm, **D-1-76 m (250 ft)**
4. (a-b) *Turitella* sp. Boy:10.9 mm, **D-1-131 m (430 ft)**
5. (a-b) *Vermetus* sp. Boy:7.7 mm, **D-1-131 m (430 ft)**
6. (a-b) *Pirenella conica* (Blainville, 1829) Boy: 3.8 mm, **D-2-237 m (780 ft)**
7. (a-b) *Pirenella* sp. Boy: 7.8 mm, **D-2-860 m (2820 ft)**
8. (a-b) *Bittium lacteum* (Philippi, 1836) Boy:4.9 mm, **D-1-94 m (310 ft)**.
9. (a-b) *Bittium latreilli* (Payraudeau, 1826) Boy:6.6 mm, **K-4-107 m (350 ft)**
10. (a-b) *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778) Boy:5.5 mm, **K-4-107 m (350 ft)**
11. (a-b) *Bittium scabrum* (Olivi, 1792) Boy:5.9 mm, **K-4-37 m (120 ft)**
12. (a-b) *Bittium* sp. Boy:5.1 mm, **K-4-37 m (120 ft)**
13. (a-b) *Cerithium vulgatum* (Bruguère, 1792) Boy:14.00 mm, **K-4-73 m (240 ft)**
14. (a-b) *Cerithium* sp. Boy:4.5 mm, **K-4-64 m (210 ft)**
15. (a-d) *Natica rizzae* (Philippi, 1844) Boy: 3.4 mm, **D-2-311 m (1020 ft)**
16. (a-b) *Trivia pulex* (J.E. Gray, 1827) Boy: 8.00 mm, **D-2-164 m (540 ft)**
17. (a-b) *Pagodula* sp. Boy: 9.2 mm, **K-1-130 m**.
18. (a-b) *Colus jeffreysianus* (P. Fischer, 1868) Boy: 5.1 mm, **D-2-128 m (420 ft)**
19. (a-b) *Anachis savignyi* (Moazzo, 1939) Boy: 4.9 mm, **D-2-201 m (660 ft)**



Şekil 4.70 Levha-4'ü temsil eden kavkı türleri

Levha 4

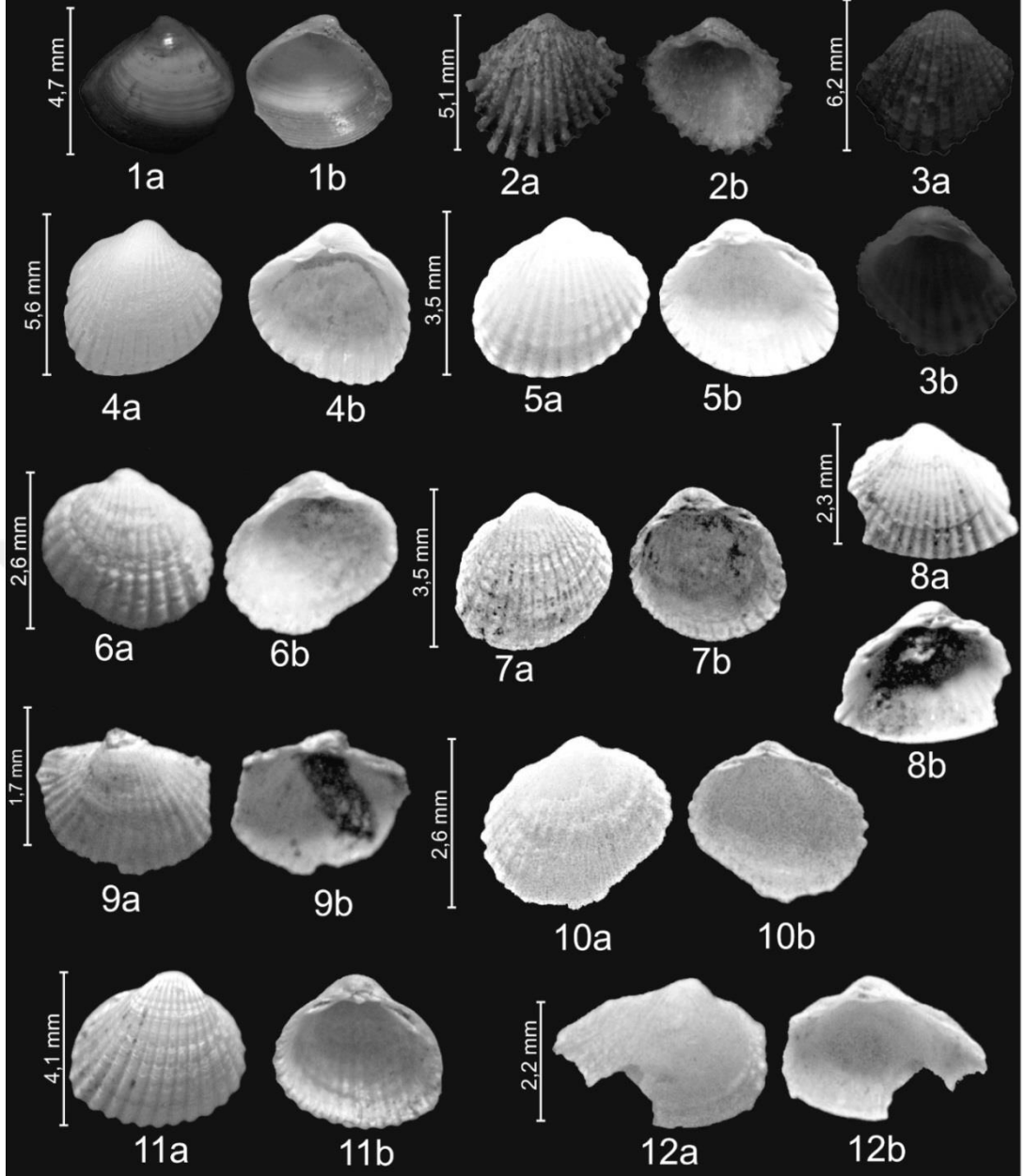
- 1.(a-b) *Mitrella pallaryi* (Dautzenberg, 1927) Boy: 14 mm, **D-2-192 m (630 ft)**
- 2.(a-b) *Cyclope* sp. Boy:3.3 mm, **D-1-94 m 310 ft.**
- 3.(a-b) *Nassarius coronatus* (Bruguière, 1789) Boy: 3.5, **K-1-68 m.**
- 4.(a-b) *Nassarius denticulatus* (A. Adams, 1852) Boy:12.00 mm, **K-4-98 m (320 ft)**
- 5.(a-b) *Nassarius lima* (Dillwyn, 1817) Boy: 4.9, **D-2-128 m (420 ft)**
- 6.(a-b) *Nassarius louisi* (Pallary, 1912) Boy: 3.9, **D-2-173 m (570 ft.)**
- 7.(a-b) *Nassarius pygmaeus* (Lamarck, 1822) Boy:5.8 mm, **D-1-310 ft.**
- 8.(a-b) *Nassarius reticulatus* (Linnaeus, 1758) Boy:9.9 mm, **D-1-280 ft.**
- 9.(a-b) *Nassarius tingitanus* (Pallary, 1901) Boy: 4 mm, **D-2-155 m (510 ft)**
10. (a-b) *Nassarius* sp. Boy:6.00 mm, **D-1-424 m (1390 ft)**
11. (a-b) *Vexillum savignyi* (Payraudeau, 1826) Boy: 6.1 mm, **K-1-246 m.**
12. (a-b) *Mangelia costulata* (Risso, 1826) Boy:3.8 mm, **D-1-250 m (820 ft)**
13. (a-b) *Mangelia* sp. Boy:3.00 mm, **K-4-82 m (270 ft)**
14. (a-b) *Conus* sp. Boy:7.1 mm, **D-1-113 m (370 ft)**
15. (a-b) *Epitonium greenlandicum* (Perry, 1811) Boy:8.00 mm, **K-3-134 m.**
16. (a-b) *Epitonium irregulare* (Sowerby, 1844) Boy:4.5 mm, **K-4-21 m (70 ft)**
17. (a-b) *Eulima* sp. Boy:5.4 mm, **D-2-137 m (450 ft)**
18. (a-b) *Ringicula conformis* (G. B. Sowerby II, 1844) Boy:4.7 mm, **K-1-68 m.**
19. (a-b) *Turbonilla acutissima* (Monterosato, 1884) Boy:6.7 mm, **D-2-868 m (2850 ft)**



Şekil 4.71 Levha-5'i temsil eden kavkı türleri

Levha 5

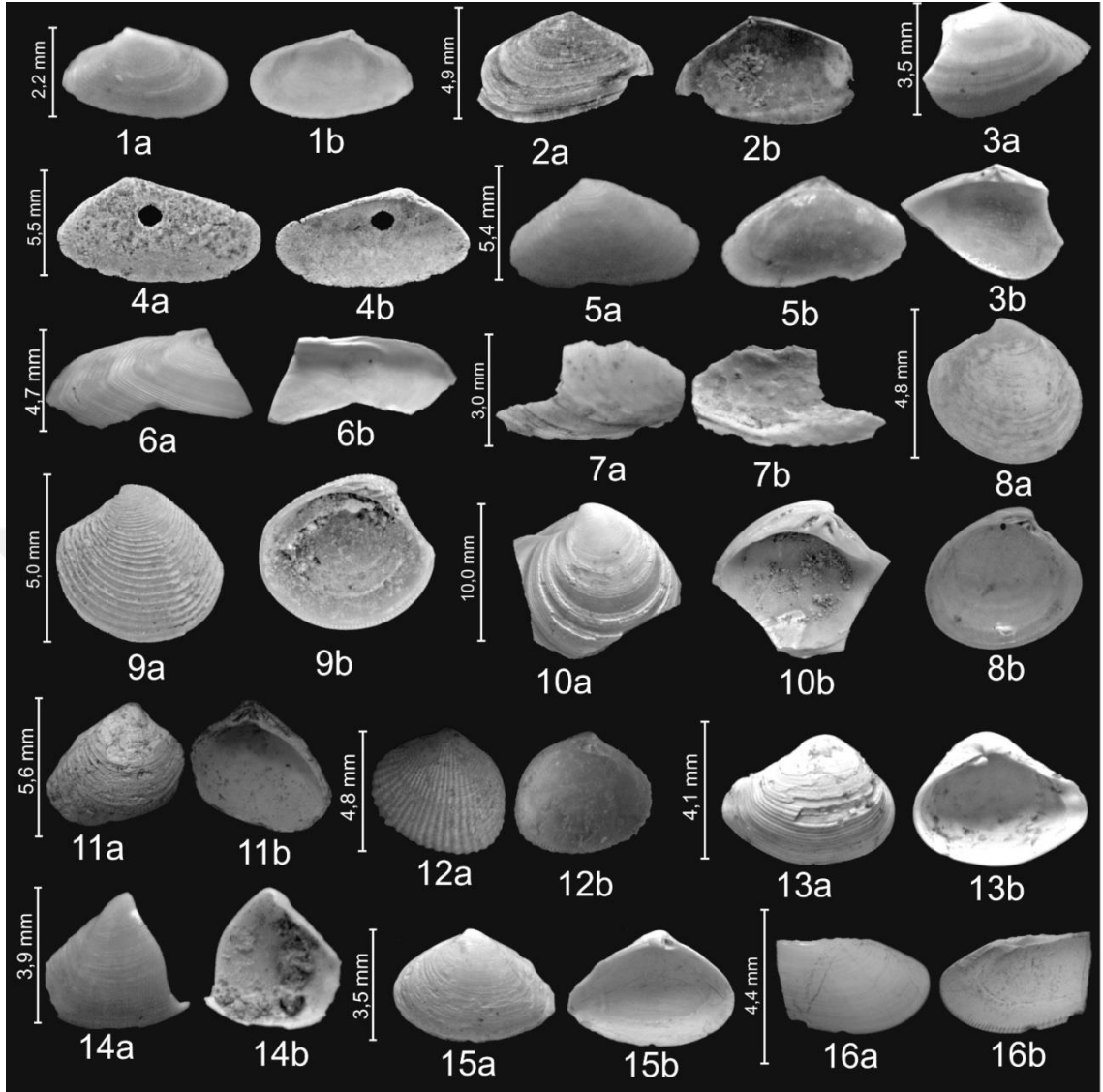
1. (a-b) *Nucula nucleus* (Linnaeus, 1758) Boy:4.7 mm, **D-1-76 m (250 ft)**
2. (a-b) *Nucula sp.* Boy:2.1 mm, **D-1-192 m (630 ft)**
3. (a-b) *Nuculana commutata* (Philippi, 1844) Boy:4.2 mm, **D-2-155 m (510 ft)**
4. (a-b) *Nuculana pella* (Linnaeus, 1758) Boy:3.00 mm, **K-4-85 m (280 ft).**
5. (a-b) *Anadara antiquata* (Linnaeus, 1758) Boy:9.7 mm, **D-1-122 m (400 ft)**
6. (a-b) *Anadara sp.* Boy:4.5 mm, **D-1-415 m (1360 ft.)**
7. (a-b) *Arca sp.* Boy:3.6 mm, **D-2-137 m (450 ft)**
8. (a-b) *Glycymeris glycymeris* (Linnaeus, 1758) Boy:5.4 mm, **D-2-155 m (510 ft)**
9. (a-b) *Glycymeris pliosa* (Linnaeus, 1767) Boy:7.1 mm, **D-1-131 m (430 ft)**
10. (a-b) *Glycymeris sp.* Boy:2.4 mm, **D-2-137 m (450 ft)**
11. (a-b) *Mytilaster sp.* Boy:6.2 mm, **K-4 143 m (470 ft)**
12. (a-b) *Mytilus sp.* Boy:6.7 mm, **D-1-85 m (280 ft).**
13. (a-b) *Loripes lacteus* (Linnaeus, 1758) Boy:7.5 mm, **D-1-85 m (280 ft).**
14. (a-b) *Loripes lucinalis* (Lamarck, 1818) Boy:7.8 mm, **D-2-201 m (660 ft)**
15. (a-b) *Lucinella divericata* (Linnaeus, 1758) Boy:3.1 mm, **D-1-424 m 1390 ft.**



Şekil 4.72 Levha-6'yı temsil eden kavkı türleri

Levha 6

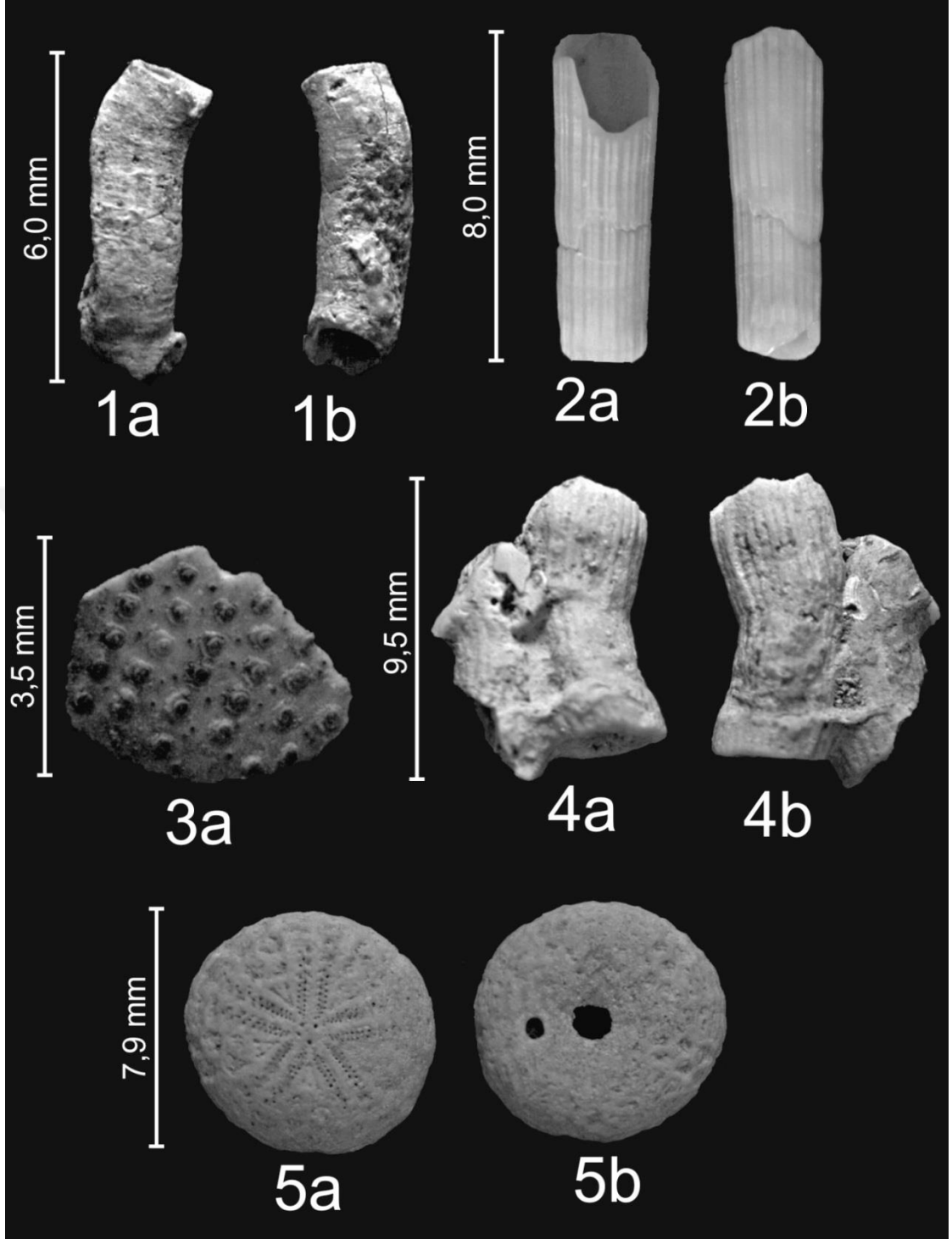
1. (a-b) *Bornia sebetia* (O. G. Costa, 1830) Boy:4.7 mm, **D-2-137 m (450 ft)**
2. (a-b) *Glans aculeata* (Poli, 1795) Boy:5.1 mm, **D-2-109 m (360 f)**
3. (a-b) *Glans trapezia* (Linnaeus, 1767) Boy:6.2 mm, **D-2-192 m (630 ft)**
4. (a-b) *Acanthocardia aculeata* (Linnaeus, 1758) Boy:5.6 mm, **K-4-82 m (270 ft.)**
5. (a-b) *Acanthocardia echinata* (Linnaeus, 1758) Boy:3.5 mm, **K-4-12 m (40 ft)**
6. (a-b) *Acanthocardia spinosa* (Lightfoot, 1786) Boy:2.6 mm, **K-4-18 m (60 ft)**
7. (a-b) *Acanthocardia tuberculata* (Linnaeus, 1758) Boy:3.5 mm, **K-4-18 m (60 ft)**
8. (a-b) *Acanthocardia* sp. Boy:2.3 mm, **K-4-40 m (130 ft)**
9. (a-b) *Cardium* sp. Boy:1.7 mm, **K-4-21 m (70 ft)**
10. (a-b) *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) Boy:2.6 mm, **K-4-15 m (50 ft)**
11. (a-b) *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) Boy:4.1 mm, **K-4-107 m (350 ft)**
12. (a-b) *Macra stultorum* (Linnaeus, 1758) Boy:2.2 mm, **K-4-12 m (40 ft)**



Şekil 4.73 Levha-7'yi temsil eden kavkı türleri

Levha 7

1. (a-b) *Tellina incarnata* (Linnaeus, 1758) Boy:2.2 mm, **K-4-88 m (290 f)**
2. (a-b) *Tellina tenuis* (da Costa, 1778) Boy:4.9 mm, **D-1-113 m (370 ft)**
3. (a-b) *Tellina* sp. Boy:3.5 mm, **K-4-46 m (150 ft)**
4. (a-b) *Donax trunculus* (Linnaeus, 1758) Boy:5.5 mm, **D-1-113 m (370 ft)**
5. (a-b) *Donax vittatus* (da Costa, 1778) Boy: 5.4 mm, **K-4-63 m (260 ft)**
6. (a-b) *Donax* sp. Boy:4.7 mm, **D-2-164 m (540 ft)**
7. (a-b) *Scrobicularia plana* (da Costa, 1778) Boy:3.00 mm, **K-4-15 m (50 ft)**
8. (a-b) *Callista chione* (Linnaeus, 1758) Boy:4.8 mm, **D-1-76 m (250 ft)**
9. (a-b) *Mercenaria mercenaria* (Linnaeus, 1758) Boy:5.00 mm, **D-1-122 m (400 ft)**
10. (a-b) *Mercenaria* sp. Boy:10 mm, **K-4-85 m (280 ft)**
11. (a-b) *Paphia* sp. Boy:5.6 mm, **D-2-402 m (1320 ft)**
12. (a-b) *Timoclea ovata* (Pennant, 1777) Boy:4.8 mm, **D-2-109 m (360 ft)**
13. (a-b) *Corbula gibba* (Olivi, 1792) Boy:4.1 mm, **K-4-46 m (150 ft)**
14. (a-b) *Corbula* sp. Boy:3.9 mm, **K-4-15 m (50 ft)**
15. (a-b) *Lentidium mediterraneum* (O. G. Costa, 1830) Boy:3.5 mm, **K-4-55 m (180 ft)**
16. (a-b) *Pholas* sp. Boy:4.4 mm, **D-2-155 m (510 ft)**



Şekil 4.74 Levha-8'i temsil eden kavkı türleri

Levha 8

1. (a-b) Porifera Boy:6.00 mm, **K-4-82 m (270 ft)**
2. (a-b) Dentalium sp. Boy:8.00 mm, **K-4-85 m (280 ft)**
3. 3. (a) Bryozoa Boy:3.5 mm, **K-4-73 m (240 ft)**
4. 4. (a-b) Mercan Boy:9.5 mm, **K-4-82 m (270 ft)**
5. 5. (a-b) Echinoid Boy:7.9 mm, **D-1-113 m (370 ft)**

4.3 Sondaj Örnekleri Bileşen Analizleri

Tez çalışması kapsamında kara alanında açılan K-1, K-2 ve K-3 olmak üzere üç adet sondajın kesintilerinden XRD tüm kayaç analizi, kil analizi ve ayrıca uygun metrelerde XRF element analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ilgili çizelge ve şekillerle aşağıda her bir sondaj için ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

4.3.1 K-1 sondajı kesintilerinde XRD tüm kayaç ve kil bileşimi sonuçları

Tez çalışması için referans teşkil eden ve ayrıntılı inceleme yapılan K-1 sondajının belirlenen seviyelerinden tane boyu analizleri ve fasiyes incelemeleri sonrasında XRD-tüm kayaç analizi ve kil çekimi yapılmıştır (Şekil 4.1). XRD-analizinde kullanılan örneklerin tanımlamaları ve analiz sonucunda elde edilen yüzde cinsinden ağırlıklı bileşenleri Çizelge 4.4'te ve Şekil 4.75'den Şekil 4.78'e kadar olan pay grafiklerde gösterilmiştir.

10 m örneği: Ağırlıklı olarak kalış fasiyesinin oluşturduğu seviyede %55,6 kalsit, %36,8 oranında kil minerali görülmekte ve %7,6 oranında kuvars minerali izlenmektedir..

30 m örneği: Granül ve marn fasiyeslerini içeren örnekte kalsit miktarı %40 değerinde ölçülmüştür. Kuvars ve kil yüzdeleri diğer önemli bileşenlerdir. Ayrıca dolomit ve feldispat minerallerine rastlanmıştır.

34 m örneği: Granüllü, karbonatlı seviyeden alınan örnekte sırasıyla; feldispat (%37), kalsit (%24), kuvars ve kil bileşenleri ağırlıklı olarak görülmektedir. Ayrıca %3,5 oranında dolomit bileşeni bulunmaktadır.

42 m örneği: Granüllü kiltaş fasiyesinin bileşen yüzdeleri sırasıyla feldispat, kuvars, kalsit ve kil mineralleridir. Örnekte ayrıca diğer bileşenlere kıyasla daha düşük yüzdede dolomit minerali de izlenmektedir.

46 m örneği: Tanımlamalarda granül-çakıl fasiyesleri olarak belirlenen seviyenin analiz sonuçlarında kalsit miktarı en yüksek bileşen olarak izlenmektedir (%38,2). Diğer bileşenler sırasıyla kuvars (%32,2), kil, feldispat ve dolomittir.

Çizelge 4.4 K-1 sondajı örneklerinin XRD- tüm kaya mineral bileşimi

DERİNLİK (metre)	XRD-TÜMKAYA MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)							TOPLAM
	Kuvars	Feldspat	Kalsit	Dolomit	Pirit	Zeolit (Analsim)	Toplam Kil	
10	7,6	0,0	55,6	0,0	0,0	0,0	36,8	100
30	22,6	8,1	40,4	0,0	0,0	0,0	17,6	100
34	21,1	37,0	23,4	3,5	0,0	0,0	14,9	100
42	25,2	29,3	24,6	1,5	0,0	0,0	19,5	100
46	32,2	5,7	38,2	3,8	0,0	0,0	20,1	100
48	23,3	25,8	37,8	1,8	0,0	0,0	11,3	100
52	12,6	7,6	46,7	3,3	0,0	0,0	29,7	100
56	21,9	12,9	40,4	2,5	0,0	0,0	22,3	100
58	18,2	17,4	36,9	8,8	0,8	5,2	12,8	100
64	19,2	13,7	31,2	1,7	1,2	2,6	30,4	100
70	23,5	21,8	50,7	2,2	1,8	0,0	0,0	100
80	21,3	8,8	54,8	5,0	0,7	0,0	9,5	100
86	35,2	40,4	20,1	1,9	0,0	0,0	2,4	100
96	46,4	21,1	22,7	4,0	0,0	0,0	5,8	100
104	24,4	15,4	39,0	3,3	1,9	0,0	15,9	100
120	27,3	19,5	41,0	3,3	2,3	0,0	6,7	100
128	22,1	14,7	39,7	7,2	2,1	0,0	14,2	100
134	23,8	14,0	35,0	5,1	2,3	0,0	19,8	100
142	30,0	16,7	25,1	3,7	1,4	0,0	23,0	100
148	15,2	13,7	25,8	4,3	0,0	0,0	41,0	100
152	46,9	39,4	8,3	1,4	0,0	0,0	4,0	100
160	18,1	10,4	18,5	3,9	0,0	0,0	49,0	100
176	28,5	18,5	37,0	1,2	0,0	0,0	14,8	100
196	15,5	7,6	21,5	3,4	0,0	0,0	52,0	100
204	23,8	15,9	16,1	1,5	0,6	0,0	42,2	100
226	47,0	29,7	17,2	3,2	0,0	0,0	2,8	100
234	22,8	37,4	18,3	2,3	0,9	0,0	18,4	100
240	15,4	11,4	25,0	3,7	0,8	0,0	43,8	100
246	25,0	15,2	21,0	2,9	0,3	0,0	35,6	100
276	17,2	14,6	26,0	3,5	0,0	0,0	38,5	100
288	13,1	14,0	22,5	4,2	0,3	0,0	46,0	100
300	17,3	14,2	23,9	4,0	0,0	0,0	40,7	100

48 m örneği: Granül, çakıl litolojilerinin ağırlıkta görüldüğü örnektir. XRD analizinde kalsit miktarı %37,8 değerinde saptanmıştır. Bu minerali oransal olarak izleyen diğer bileşenler ise feldispat ve kuvarstır.

52 m örneği: Açık gri, yer yer kırmızımsı renkli, granüllü ve çakıllıdır. Örnekte kalsit bileşeni %46,7 oranında görülmektedir.

56 m örneği: Çamurtaşı fasiyesinin ağırlıklı olarak izlendiği seviyede tane boyu analizinde kil boyu örnek miktarı %45,6 değerinde saptanmıştır. XRD analiz sonuçlarında seviyenin kalsit miktarı %40,4 olarak belirlenmiş ve sırasıyla kil, kuvars, feldispat ve dolomit mineralleri bileşenlerde ağırlıklı olarak izlenmiştir.

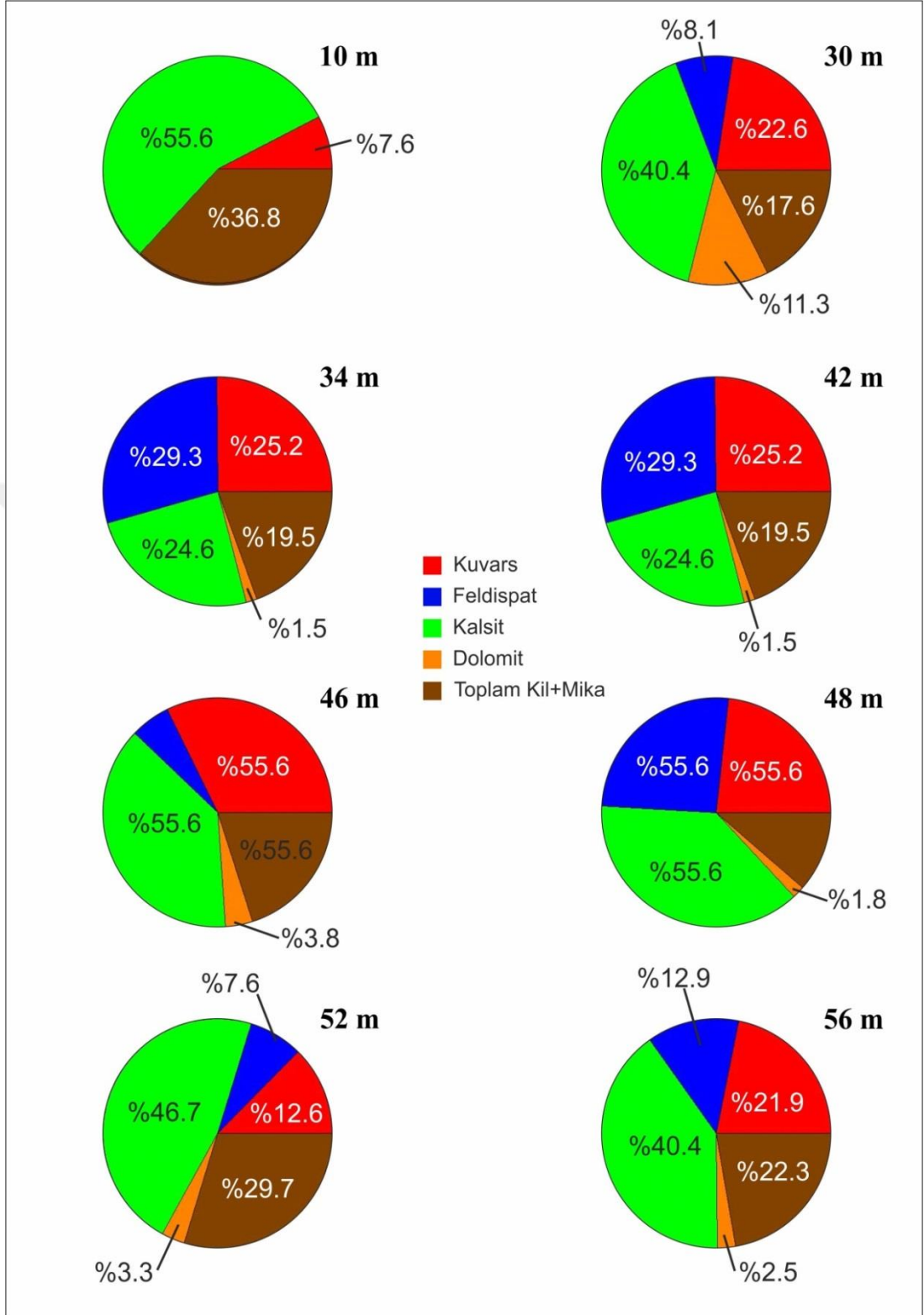
58 m örneği: Örnek kum, kil ve çakıl fasiyeslerini içermektedir. Kalsit miktarı %36,9 olarak ölçülmüştür. Feldispat ve kuvars mineralleri ise ağırlıklı yüzdeleri görülen diğer bileşenlerdir. Ayrıca pirit ve analsim minerallerine de rastlanmıştır (Çizelge 4.26, Şekil 4.75). Pirit yüzdeleri sondajda kesilen istifin 58-80 m ve 104-142 m'ler arasında artış göstermektedir (Şekil 4.78).

64 m örneği: Kil ve granül içeren örnekte %31,2 kalsit; %30,4 değerinde toplam kil bileşenleri saptanmıştır. Örnekte izlenen diğer bileşenlerin yüzdeleri ise Şekil 4.75'te görülmektedir (kuvars, feldispat, pirit ve analsim (%2,6)).

70 m örneği: Killi, kumtaşı olarak tariflenen seviyen alınmıştır. Fasiyes tanımlamalarında yer yer saçılmış pirit ve ender kömür emaresine rastlanmıştır. XRD-mineral yüzdeleri Çizelge 4.26'da verilen seviyede kalsit minerali %50,7 değerinde ölçülmüştür.

80 m örneği: Çakıllı, killi, kumtaşı fasiyesindedir. Bu seviyenin XRD analizlerinde belirlenen en yüksek bileşeni kalsit mineralidir (%54,8). Feldispat ve kuvars bileşenleri ise onu takip etmektedir.

86 m örneği: Açık yeşilimsi, gri renkli granüllü, kumtaşı seviyesidir. Feldispat bileşeni yüksek oranda bulunmaktadır (%40,4). Kuvars, kalsit, kil ve dolomit yüzdeleri sırasıyla seviyede oransal olarak izlenen diğer bileşenlerdir.



Şekil 4.75 K-1 sondajının ilk 56 m'sinden alınan örneklerin XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri; örneklerin fasiyes içeriklerine bağlı olarak bileşen yüzdeleri değişmektedir (kum, çakıl ve granül fasiyeslerinde kuvars ve feldispat yüzdelerinin arttığına dikkat ediniz).

96 m örneği: Örnek, kil, kum ve çakıl fasiyeslerini içermektedir. Fasiyes çalışmalarında kuvars bileşenlerinin ağırlıklı olarak görüldüğü örnekte buna paralel olarak XRD sonuçlarında kuvars minerali yüksek oranda izlenmektedir (%46,4). Kalsit ve feldispat ise bu seviyede izlenen diğer hakim bileşenlerdir.

104 m örneği: Siltli marn seviyesidir ve nadir olarak glokon minerali içermektedir. XRD sonuçlarına göre kalsit bileşeni % 39 değerindedir. Örneğin diğer bileşenlerini sırasıyla; kuvars, kil ve feldispat mineralleri oluşturmaktadır.

120 m örneği: Koyu gri renkli marnlı, killi kumtaşı örneğidir. Analiz sonuçlarına göre %41 kalsit içermektedir. Kuvars, feldispat, dolomit, kil ve pirit (%2,3) yüzdeleri ise ağırlıklı olarak bulundukları sırayla izlenmektedir.

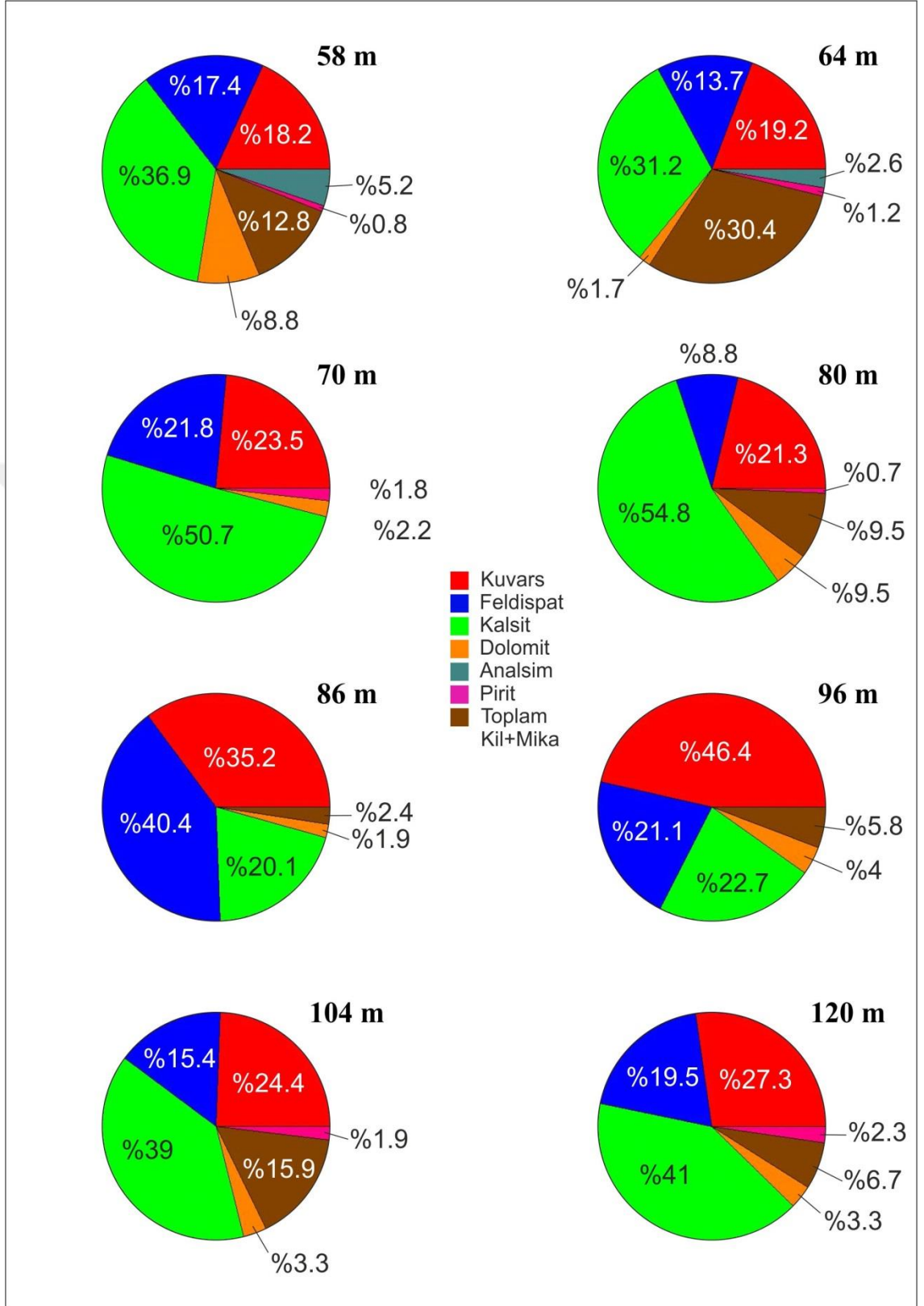
128 m örneği: Kumtaşı fasiyesinde tanımlanan seviyenin yine bir üsttekine benzer şekilde en fazla bileşenini kalsit minerali (%39,7) oluşturmaktadır. Diğer izlenen bileşenler ise sırasıyla kuvars, kil, feldispat ve pirit mineralleridir.

134 m örneği: Yeşilimsi gri renkli, yer yer siltli, killi kumtaşıdır. %35 kalsit %23,8 kuvars bileşeni, %19,8 kil bileşeni içermektedir (Şekil 4.77).

142 m örneği: Yeşilimsi kahve renkli siltli, killi kumtaşıdır. Örneğin XRD analizinde %30 kuvars, %23 kil minerali hakim bileşenler olarak görülmektedir. Örnekte izlenen diğer bileşenler ise sırasıyla kalsit, feldispat vd. minerallerdir.

148 m örneği: Kumlu, milli, yer yer fosilli marn seviyesidir. Fasiyes içeriğiyle paralel olarak XRD sonuçlarında kil yüzdesi (%41) ve kalsit yüzdesi (%25,8) fazladır. Diğer izlenen bileşenler ise sırasıyla kuvars, feldispat ve dolomittir.

152 m örneği: Tanımlamalarda seyrek çakıllı kum fasiyesi olarak yorumlanmıştır. Detritik bileşenlerin bulunduğu bu fasiyeste kuvars değeri %46,9; feldispat değeri %39,4 olarak izlenmektedir.



Şekil 4.76 K-1 sondajının 58-120 m'ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

160 m örneği: Kumtaşı örneğinde %49 kil, %18,5 kalsit ve %18,1 kuvars bileşenleri, %3,9 oranında dolomit minerali içermektedir.

176 m örneği: Grimsi yeşil renkli marnlı, kumtaşı seviyesinden alınan örnekte ağırlıklı bileşenlerin %37 ile kalsit, %28,5 ile kuvars olduğu Çizelge 4.26'da ve Şekil 4.76'da pay diyagramlarda görülmektedir.

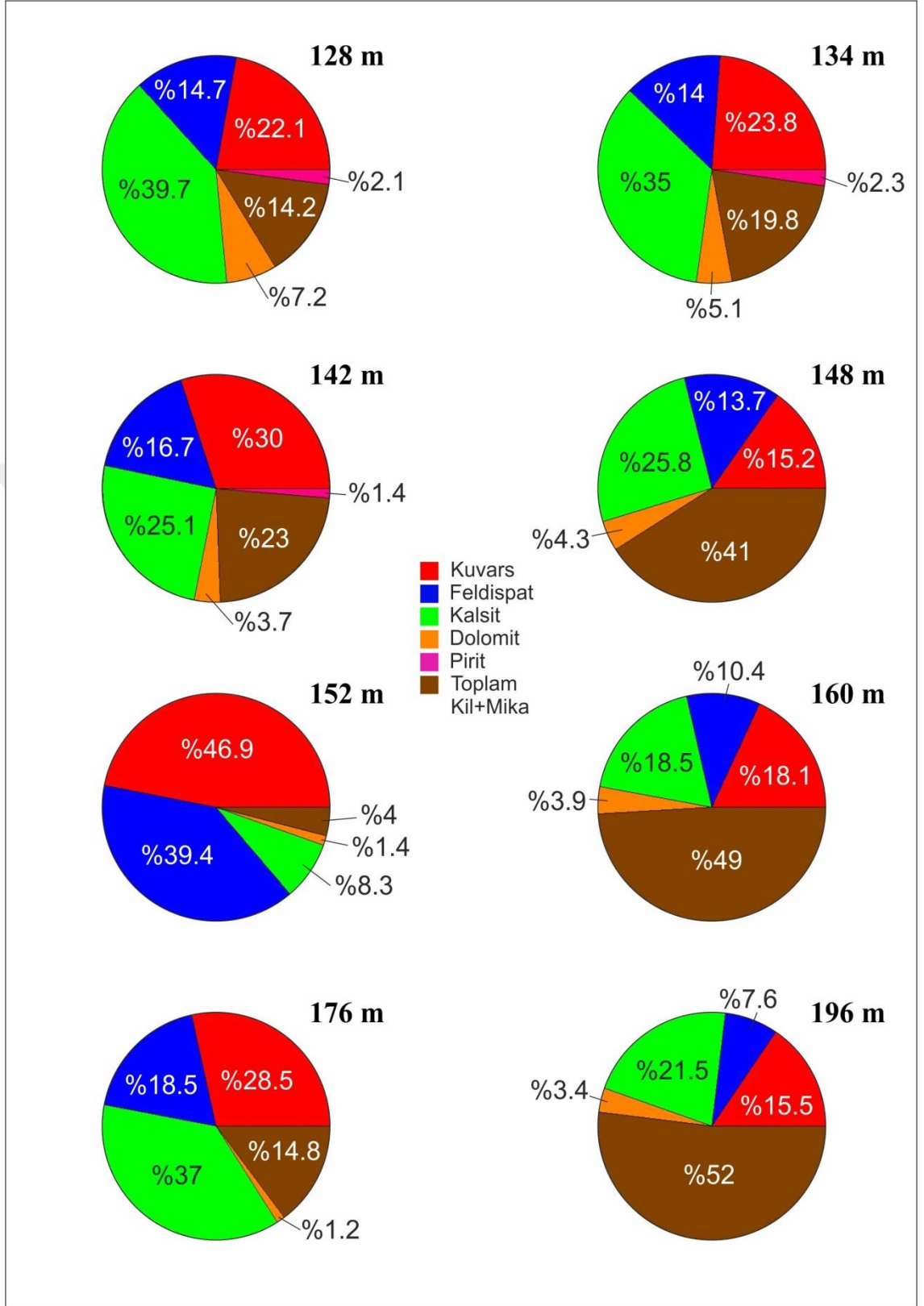
196 m örneği: Yeşilimsi bej renkli granüllü, marn örneğinde yapılan tüm kaya analiz sonuçlarında kil bileşeni %52, kalsit bileşeni %21,5 değerinde görülmektedir. Bu bileşenleri sırasıyla kuvars, feldispat ve dolomit mineralleri takip etmektedir.

204 m örneği: Küf yeşili renkli seyrek kumlu ve marnlı kilitaşı seviyesinden alınan örneğin XRD-tüm kaya analizinde kil değeri %42,2 olarak ölçülmüştür. Kuvars ve feldispat yüzdeleri ise bu minerali takip eden diğer bileşenlerdir.

226 m örneği: Grimsi renkli kaba kum, çakıl seviyesidir. Tanımlamalarda kuvars kumlarının hakim olduğu görülen bu seviyeye ait örneğin tüm kaya analizinde kuvars minerali %47 olarak ölçülmüştür. Bunu izleyen diğer önemli bileşen ise feldispat mineralidir.

234 m örneği: Koyu gri renkli marn fasiyesindeki örnekte cüzi miktarda kumludur. Bileşen analizlerinde yüksek oranda izlenen feldispat ve kuvars yüzdelerinin sondaj yıkıntısından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Kil ve kalsit mineralleri diğer önemli bileşenler olarak izlenmektedir.

240 m örneği: Yeşilimsi gri renkli ağırlıklı olarak marn fasiyesinin bulunduğu seviyede kil değeri %43,8; kalsit değeri ise %25 olarak ölçülmüştür. Analiz sonuçlarında ayrıca sırasıyla kuvars, feldispat vd. bileşenler (dolomit, pirit) görülmektedir.



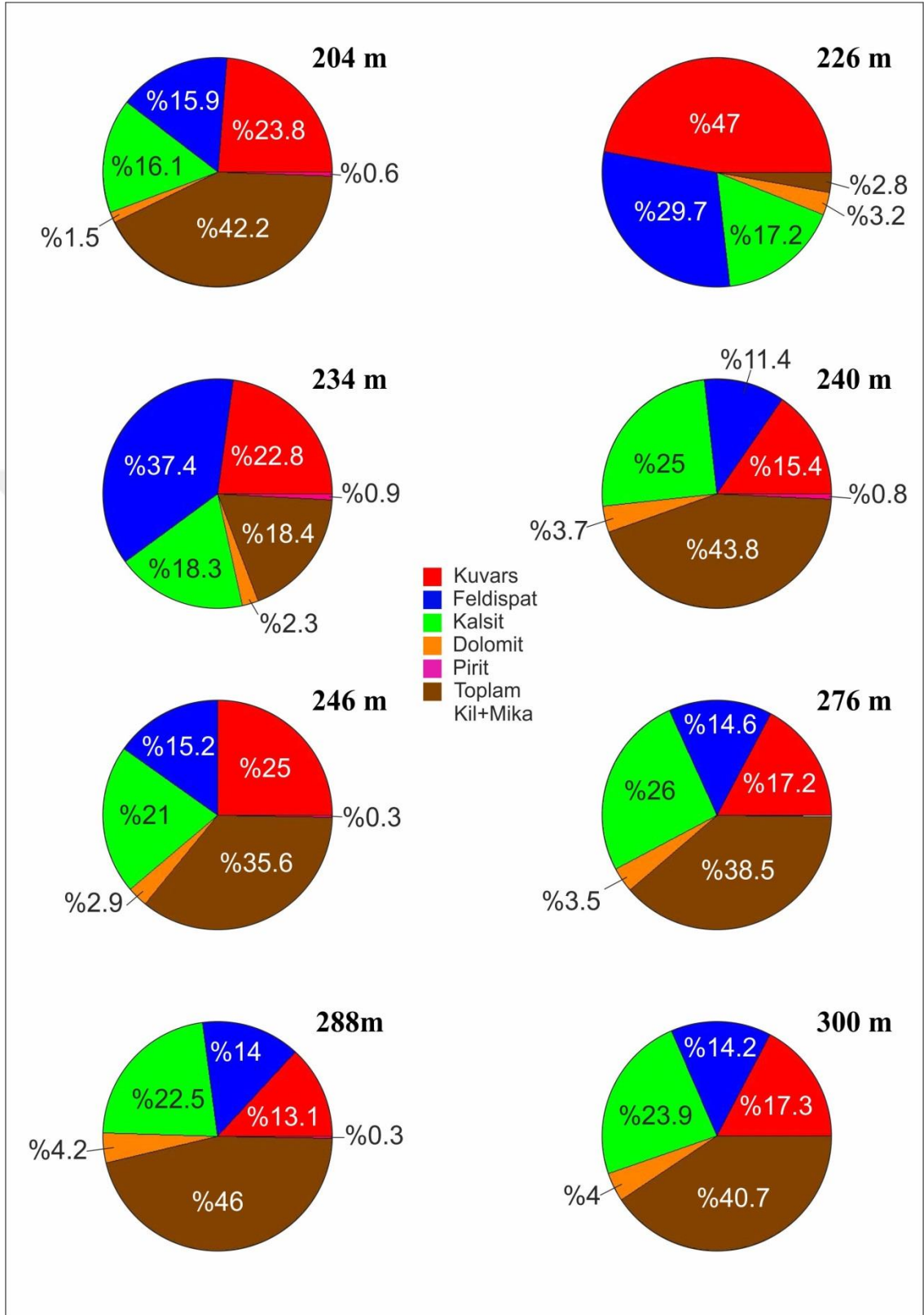
Şekil 4.77 K-1 sondajının 128-196 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

246 m örneği: Marn, kilitaşı fasiyesi ağırlıktadır. Analiz sonucunda örnekte kil minerallerinin %35,6 değerinde bulunduğu görölmüştür.

276 m örneği: Marn-kilitaşı fasiyeslerini içeren seviyeden alınmıştır. Kil değeri %38,5; kalsit değeri %26 olarak ölçölmüştür. %3,5 seviyesinde izlenen dolomit minerali ile toplam karbonat bileşenlerinin %29,5 seviyesine ulaştığı görölmektedir. Analiz sonuçlarında ayrıca feldispat ve kuvars mineralleri de örnek bileşiminde izlenmektedir.

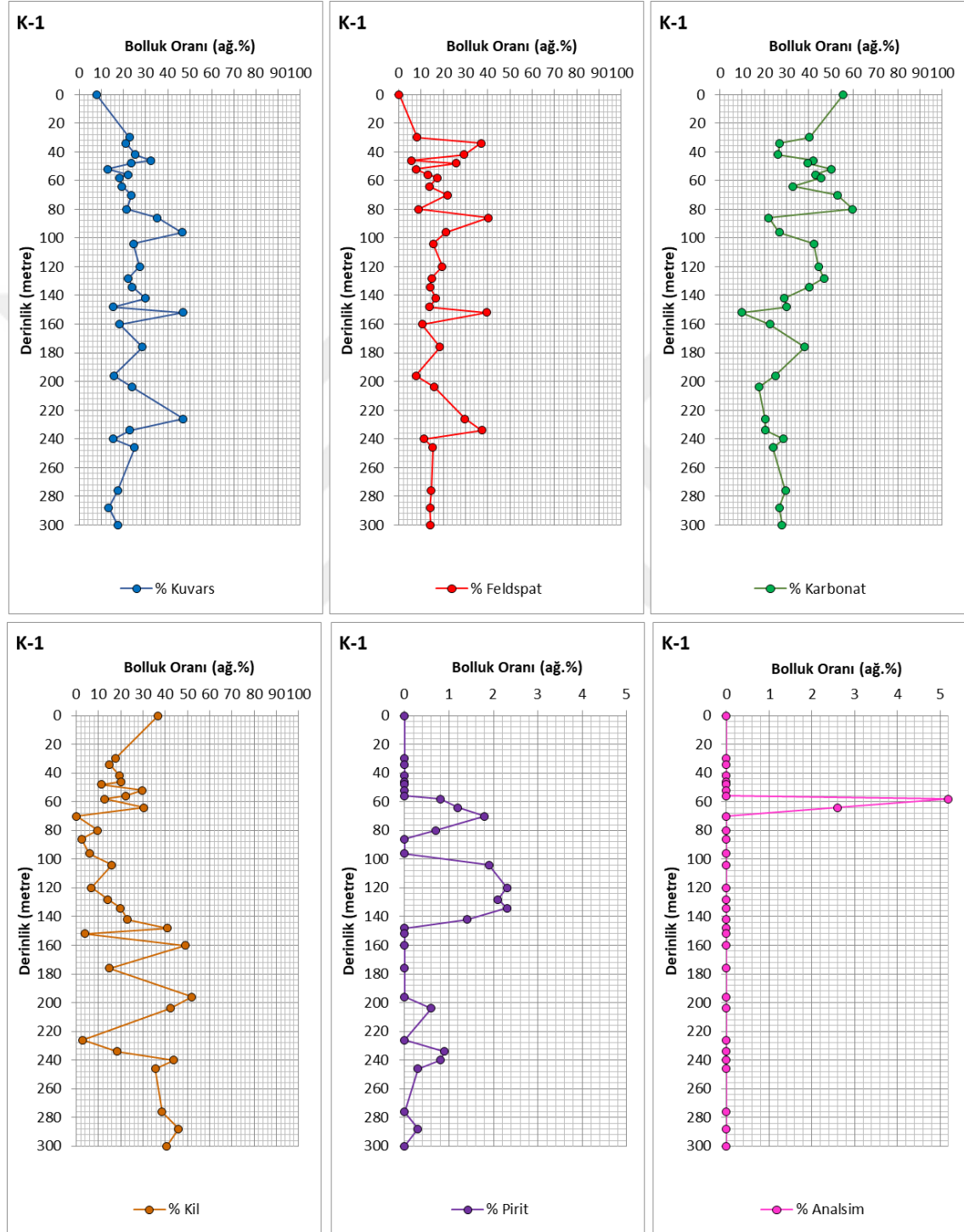
288 m örneği: Sondajda kesilen istifin daha derin ortam çökelleri; kil-marn fasiyeslerine ait örnekte XRD analiz sonuçları da buna uygun olarak yüksek kil içeriğıyle (%46) izlenmektedir (Şekil 4.78).

300 m örneği: Derin denizel kil ve marn fasiyeslerinden alınan örnekte kil bileşeni %40; kalsit bileşeni %23,9 değerinde izlenmektedir. %4 seviyesinde izlenen dolomit minerali ile toplam karbonat mineralleri %27,9 seviyesine ulaşmaktadır. Bileşen analizlerinde görölen kuvars ve feldispat minerallerinin ise aralarda izlenen çok ince kumtaşı aralanmalı seviyelerden ya da sondaj yıkıntılarından gelmiş olabileceğı düşünölmektedir.



Şekil 4.78 K-1 sondajının 204-300 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

Kuyu özelinde minerallerin artan örnek derinliği ile birlikte değişimleri incelendiğinde K-1 kuyusunda karbonat minerallerinde azalma ve kil minerallerinde ise artış eğilimi gözlenmektedir (Şekil 4.79).



Şekil 4.79 K-1 sondajı XRD mineral analizinden elde edilen mineral bolluk oranları

4.3.2 K-1 sondajında XRD-kil analizi sonuçları

Örneklerdeki kil mineral tipleri ve sedimanların ana mineral bileşimleri hem akarsular tarafından getirilen malzemenin türü hem de suyun hidrografisi ile kontrol edilmiştir. Kuyulara ait kil tipleri ve bolluk oranları değerlendirildiğinde; illit, smektit, kaolinit ve klorit örneklerde belirlenen kil tipi minerallerdir. Sondaj örneklerinde değişik oranlarda illit + smektit + kaolinit + klorit tipi kil minerallerinin varlığı, genellikle mafik ve felsik kayaların fiziksel parçalanması ve kimyasal ayrışma süreçlerinden etkilendiğini göstermektedir (Hadji vd. 2019).

K-1 sondajının tüm seviyelerinde genellikle illit (%0,5-28) en bol gözlenen kil minerali olup, onu smektit (%0,3–27,6), kaolinit (%0,5-13,9) ve klorit (%0,1-6) takip etmektedir (Çizelge 4.5, Şekil 4.80).

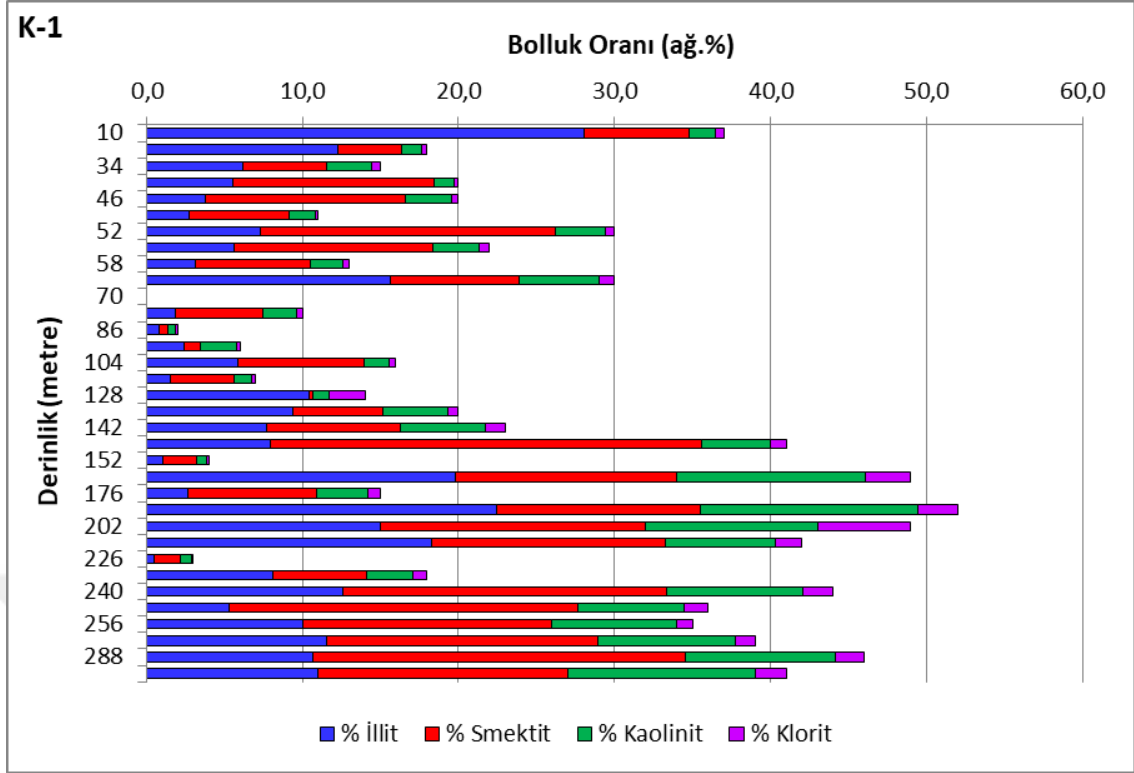
K-1 sondaj örneklerindeki illit bolluğu çevre kayaların mineralojik bileşimine bağlı olarak bu kayaların fiziksel parçalanması sonucu ortama detritik olarak getirilmiş olmalıdırlar. Ayrıca her üç sondajda da az miktarlarda bulunan klorit minerali de çevrede yer alan kayaların fiziksel parçalanması sonucu oluşmuşlardır. Dianto vd. (2019); sedimanlardaki illit ve klorit minerallerinin bolluğunun fiziksel parçalanma süreçlerini gösterdiğini belirtmiştir. Özellikle illit kuru iklimlerde felsik silikatlarca zengin kristalin bazik kayaların fiziksel parçalanması sonucu oluşur (Gradusov 1974, Weaver 1989). Sedimenter kayaların parçalanmasının yanı sıra metamorfik ve magmatik kayaların bozulmasının da illit mineralini oluşturduğu kabul edilir (Chamley 1989, Righi vd. 1995, Hubert vd. 2009).

Kil minerallerinin bolluğu ayrıca iklim koşullarının göreceli değişimini gösterir ve kil minerallerini oluşturan ayrışma mekanizması hakkında da fikir verebilmektedir (Dianto vd. 2019). İklimsel etkiler ve kil mineral dağılımı arasındaki ilişkiler üzerine yapılan çalışmalar, nispi illit bolluğunun daha soğuk iklim koşullarında artma eğiliminde olduğunu, buna karşın smektit mineralinin daha sıcak, ılıman ile yarı kurak bölgelerde artan miktarlarda kaydedildiğini göstermiştir (Berry ve Johns 1966, Griffin vd. 1968, Chamley 1989). K-1 sondajının yanı sıra K-2 ve K-3 sondaj örneklerinin mineral

içeriği, özellikle illit ve simektit mineralleri arasındaki ters orandaki değişimi (illitin azaldığı simektit artışı veya tersi gibi) sık ve kısa süreli nemli ve kurak iklimin varlığına işaret etmektedir.

Çizelge 4.5 K-1 sondajı örneklerinin XRD- kil analizi sonuçları

DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)				TOPLAM
	İllit	Simektit	Kaolinit	Klorit	
10	28,0	6,7	1,7	0,6	37,0
30	12,3	4,1	1,3	0,4	18,0
34	6,1	5,4	2,9	0,5	15,0
42	5,6	12,9	1,3	0,3	20,0
46	3,8	12,8	3,0	0,4	20,0
48	2,7	6,4	1,6	0,2	11,0
52	7,3	18,9	3,2	0,6	30,0
56	5,7	12,7	3,0	0,6	22,0
58	3,2	7,3	2,1	0,4	13,0
64	15,6	8,3	5,1	0,9	30,0
70	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	1,9	5,6	2,2	0,4	10,0
86	0,8	0,6	0,5	0,1	2,0
96	2,4	1,0	2,3	0,3	6,0
104	5,9	8,1	1,6	0,5	16,0
120	1,6	4,1	1,1	0,2	7,0
128	10,4	0,3	1,1	2,3	14,0
134	9,4	5,8	4,2	0,7	20,0
142	7,7	8,6	5,4	1,3	23,0
148	8,0	27,6	4,5	1,0	41,0
152	1,1	2,1	0,6	0,2	4,0
160	19,8	14,2	12,0	2,9	49,0
176	2,7	8,3	3,3	0,8	15,0
196	22,4	13,1	13,9	2,6	52,0
202	15,0	17,0	11,0	6,0	49,0
204	18,3	15,0	7,0	1,7	42,0
226	0,5	1,7	0,7	0,1	3,0
234	8,1	6,0	3,0	0,9	18
240	12,6	20,8	8,8	1,9	44,0
246	5,3	22,4	6,9	1,5	36,0
256	10,0	16,0	8,0	1,0	35,0
276	11,6	17,3	8,9	1,2	39
288	10,7	23,8	9,6	1,9	46
300	11,0	16,0	12,0	2,0	41



Şekil 4.80 K-1 sondaj örneklerinde kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımları; istif boyunca smektit miktarları ortalama %10, illit %8,5, kaolinit %4,5 ve klorit miktarları ortalama %1,1 civarında görülmektedir.

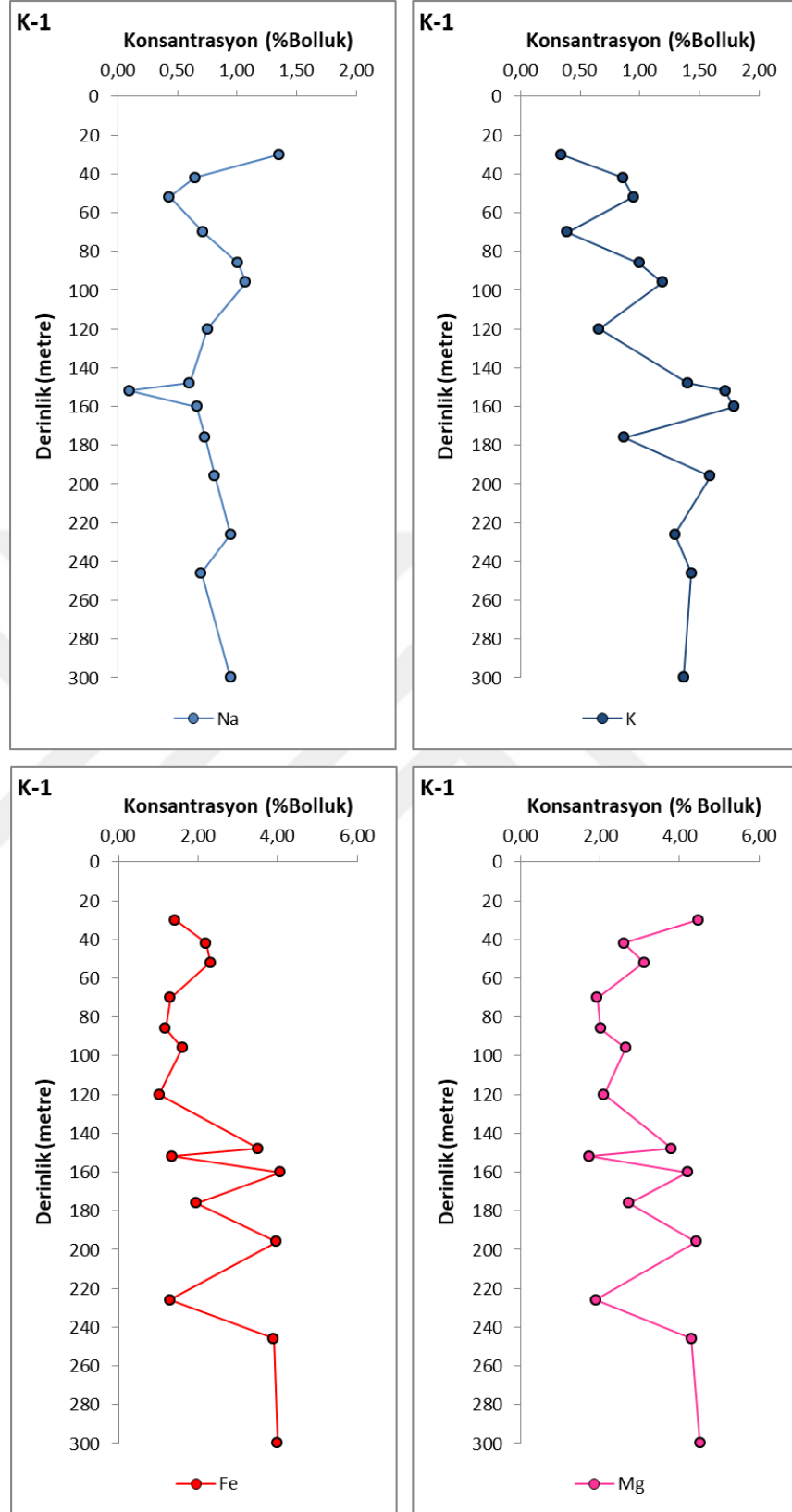
4.3.3 K-1 Sondajı kesintilerinde XRF element analiz sonuçları

K-1 sondajının 10 m-300 m arası derinliklerinden alınan 24 adet örnekte tespit edilen ana ve bazı eser elementlerin miktarları grafikler ve çizelgelerde gösterilmektedir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.81).

XRF analizleri incelendiğinde; K-1 kuyusu örneklerinde derinliğe bağlı olarak sodyum içeriğinde hafif bir azalma gözlenirken potasyum içeriğinde artış olduğu, demir ve magnezyum oranlarında ise çok hafif artış eğilimleri görülmektedir.

Çizelge 4.6 K-1 sondaj örneklerinde 10 m-300 m derinlikleri arasında element konsantrasyonları (değerler % cinsinden verilmiştir)

K-1 Derinlik (m)	Si	Al	Mg	Fe	Mn	Ca	Na	K	Mg	P	S	Cr
30	9,898	2,240	4,465	1,4230	0,0468	26,3200	1,354	0,3379	4,4650	0,0160	0,0468	0,0215
42	13,220	3,603	2,598	2,2000	0,0399	17,6100	0,647	0,8573	2,5980	0,0258	0,0954	0,0279
52	12,700	3,591	3,112	2,3070	0,0479	22,6700	0,434	0,9451	3,1120	0,0383	0,0647	0,0115
70	12,160	1,992	1,928	1,3020	0,0746	24,1500	0,716	0,3917	1,9280	0,0263	0,4277	0,0122
86	19,910	2,687	2,018	1,1710	0,0375	15,7600	1,009	0,9945	2,0180	0,0260	0,1801	0,0145
96	20,530	3,406	2,641	1,6080	0,0461	14,5200	1,074	1,1880	2,6410	0,0302	0,1792	0,0226
120	11,950	2,098	2,096	1,0170	0,0927	22,7900	0,752	0,6576	2,0960	0,0228	0,1434	0,0319
148	16,290	4,661	3,802	3,5120	0,0639	14,4800	0,604	1,4020	3,8020	0,0486	0,0540	0,0210
152	29,980	3,751	1,732	1,3490	0,0213	6,2090	0,099	1,7170	1,7320	0,0338	0,0290	0,0165
160	19,730	5,617	4,204	4,0670	0,0575	9,9590	0,665	1,7890	4,2040	0,0625	0,0241	0,0261
176	14,060	3,116	2,733	1,9600	0,0531	18,0400	0,731	0,8688	2,7330	0,0379	0,1569	0,0256
196	18,800	5,511	4,420	3,9650	0,0630	11,3100	0,812	1,5920	4,4200	0,0503	0,0615	0,0283
226	22,490	3,186	1,891	1,2850	0,0361	13,0900	0,945	1,2930	1,8910	0,0273	0,2139	0,0332
246	18,100	5,285	4,296	3,9010	0,0531	10,8100	0,700	1,4310	4,2960	0,0510	0,1870	0,0330
300	18,480	5,388	4,518	3,9920	0,0531	12,3300	0,946	1,3690	4,5180	0,0534	0,1862	0,0277
K-1 Derinlik (m)	Ni	Cl	Sr	Rb	Y	Zr	Nb	Pb	Zn	Cu	Ti	V
30	0,0073	0,0042	0,0714	0,0025	0,0012	0,0083	0,00025	0,00122	0,0029	0,0020	0,1676	0,0038
42	0,0105	0,0110	0,0421	0,0049	0,0013	0,00924	0,00054	0,00157	0,0042	0,0018	0,2580	0,0029
52	0,0103	0,0361	0,0510	0,0043	0,0012	0,00529	0,00034	0,00106	0,0053	0,0021	0,2253	0,0080
70	0,0055	0,0179	0,0630	0,0021	0,0013	0,00348	0,0001	0,00057	0,0018	0,0007	0,1107	0,0021
86	0,0061	0,0187	0,0295	0,0051	0,0008	0,00488	0,00024	0,00107	0,0018	0,0010	0,1090	0,0016
96	0,0078	0,0173	0,0339	0,0053	0,0009	0,00528	0,00021	0,00115	0,0027	0,0012	0,1621	0,0030
120	0,0058	0,0107	0,0705	0,0035	0,0007	0,00353	0,0002	0,00089	0,0017	0,0010	0,0904	<0,0016
148	0,0159	0,0325	0,0454	0,0062	0,0015	0,00907	0,00077	0,00107	0,0071	0,0027	0,3248	0,0080
152	0,0066	0,0167	0,0248	0,0077	0,0009	0,00708	0,00038	0,00154	0,0025	0,0014	0,1506	<0,0013
160	0,0189	0,0314	0,0388	0,0083	0,0016	0,01009	0,00096	0,00189	0,0078	0,0035	0,3892	0,0107
176	0,0115	0,0171	0,0309	0,0042	0,0010	0,00592	0,00037	0,00123	0,0032	0,0003	0,1895	0,0044
196	0,0205	0,0174	0,0394	0,0075	0,0016	0,00999	0,00073	0,00187	0,0070	0,0032	0,3840	0,0102
226	0,0061	0,0131	0,0321	0,0062	0,0009	0,00976	0,00043	0,0013	0,0022	0,0008	0,1623	<0,00010
246	0,0202	0,0229	0,0366	0,0074	0,0017	0,01049	0,00085	0,00191	0,0077	0,0031	0,3670	0,0057
300	0,0205	0,0144	0,0347	0,0072	0,0016	0,01002	0,00073	0,00171	0,0074	0,0033	0,4171	0,0110



Şekil 4.81 K-1 sondajı örneklerinin Na-K-Fe ve Mg elementlerinin konsantrasyonları

4.3.4 K-2 sondajı kesintilerinde XRD sonuçları

K-2 sondajı kesintilerinde fasiyes çalışmaların sonuçlarına göre seçilen metrajlarda XRD-tüm kaya analizi sonuçlarından edinilen bileşen yüzdeleri Çizelge 4.7’de ve pay grafiklerde gösterilmiştir (Şekil 4.82, Şekil 4.83 ve Şekil 4.84).

Çizelge 4.7 K-2 sondajı örneklerinin XRD-tüm kaya mineral bileşimi

DERİNLİK (metre)	XRD-TÜMKAYA MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)								TOPLAM
	Kuvars	Feldspat	Kalsit	Dolomit	Pirit	Rutil	Halit	Toplam Kil	
10	19	15	23	7	1	0	0	35	100
12	14	8	20	5	1	0	0	52	100
16	13	9	24	6	0	0	0	48	100
20	9	6	20	3	1	0	0	61	100
28	11	4	25	2	0	0	0	58	100
48	32	10	22	13	0	0	0	23	100
64	17	7	5	38	0	0	0	33	100
74	32	8	27	9	0	3	0	21	100
88	19	7	18	38	0	0	0	18	100
96	48	12	27	8	0	0	0	5	100
104	21	12	18	28	0	0	0	21	100
128	26	3	27	7	0	0	0	37	100
144	31	5	25	14	1	0	0	24	100
150	29	9	24	13	0	0	0	25	100
154	21	8	21	24	0	0	0	26	100
158	19	3	18	17	2	0	0	41	100
160	21	8	35	13	0	0	0	23	100
166	17	3	20	17	2	0	0	41	100
186	15	8	26	7	0	0	0	44	100
214	13	6	24	5	2	0	0	50	100
234	11	10	29	5	1	0	0	44	100
250	18	13	24	4	0	0	0	41	100
258	26	9	25	6	0	0	1	33	100

K-2 Sondajında sırasıyla Analiz edilen seviyeler ve tanımlamalar aşağıdaki gibidir.

10 m ve 12 m örnekleri: Fasiyes çalışmalarında çamurtaşı olarak tariflenmiştir. Bu seviyelerden alınan örneklerde yapılan XRD analizlerinde kil yüzdeleri sırasıyla %31,9 ve %51,9 değerlerinde ölçülmüştür. Örneklerin kalsit yüzdeleri ise sırasıyla %22,8 ve %19,5'tir. Dolomit minerallerinin her iki seviyede de belirli oranlarda izlenmesiyle toplam karbonat yüzdeleri %29,4 ve %24,8 değerlerine erişmektedir. Örneklerde ayrıca kuvars ve plajiyoklas bileşenleri ve cüzi miktarda pirit mineraline rastlanmaktadır.

16 m örneği: Eser miktarda kömürleşme ve pirit mineralinin görüldüğü çamurtaşı olarak tariflenen seviyeden alınmıştır. Bu seviyeden alınan örneğin bileşen analizinde %48,6 değerinde kil minerallerinin bulunduğu saptanmıştır.

20 m örneği: Kalker-marn geçişli olarak tariflenen bu seviyeden alınan örnekte; %61,1 oranında kil+mika bileşenleri görülmektedir. Analizde %20,3 değerinde kalsit minerali ölçülmüştür. Ayrıca örnekte izlenen diğer bileşenlerin yanında pirit minerali de görülmektedir.

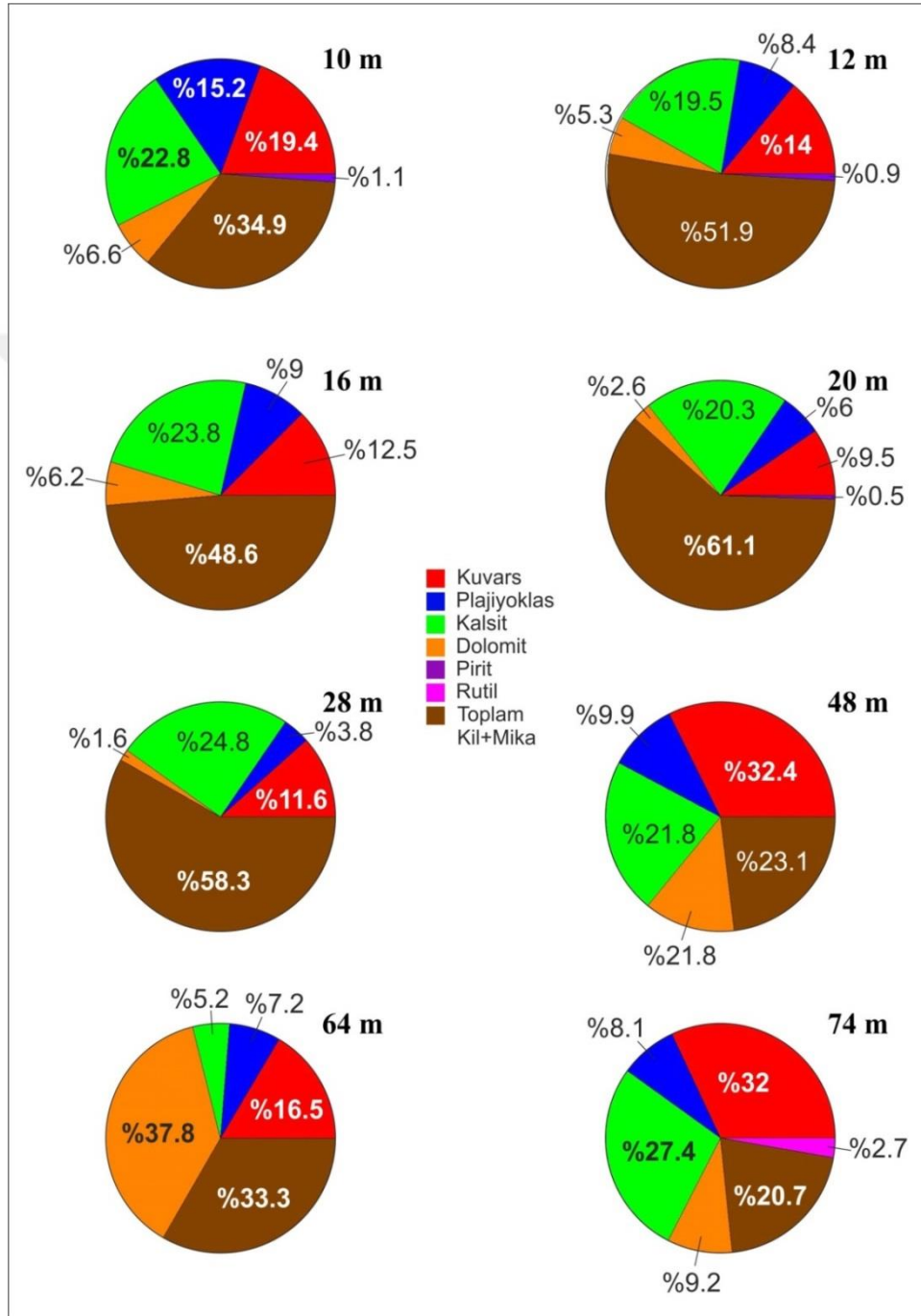
28 m örneği: Fasiyes tanımlamalarında az miktarda kumlu çamurtaşı olarak tariflenen seviyenin XRD analiz sonuçlarında kil+mika değeri %58,3 olarak ölçülmüştür. Kalsit değeri ise %24,8 olarak belirlenmiştir.

48 m örneği: Granüllü, çakıllı, kaba kum fasiyesinde tanımlanan seviyeden alınmıştır. Örneğin litoloji tanımlamasına uygun olarak XRD analiz sonuçlarında da kuvars minerali yüksek oranda görülmektedir (%32,4). Bu bileşeni sırasıyla kil, kalsit ve diğer mineraller izlemektedir.

64 m örneği: Killi, karbonatlı ve kumlu fasiyeslerin izlendiği seviyeden alınmıştır. Örneğin bileşen analizlerinde dolomit miktarı en yüksek değerde izlenmektedir (%37,8) ve bu minerali kuvars vd. bileşenler takip etmektedir.

74 m örneği: Fasiyes çalışmalarında örnek derinliği sarımsı bej renkli çakıl ve granüllerin hakim olduğu seviye olarak yorumlanmıştır. Örneğin detritik tanımına

uygun olarak bileşen analizi sonucunda da kuvars yüzdesinin fazla olduğu görülmektedir (%32). Diğer bileşenler sırasıyla; kalsit, kil vd.'leridir. Analiz sonucunda %2,7 oranında rutil mineraline rastlanmıştır.



Şekil 4.82 K-2 sondajının 10-74 m'ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri. Sondajın ilk 28 m örnekleri fasiyes tanımlamalarıyla ilintili şekilde yüksek oranda kil içermektedir.

88 m örneği: Fasiyes çalışmalarında karbonatlı, kumlu ve killi litolojilerle tanımlanan seviyeden alınmıştır. Örneğin XRD analizinde dolomit miktarının bileşenler arasında en yüksek oranda bulunduğu görülmektedir (%37,9).

96 m örneği: Çakıl ve granül fasiyeslerinden alınmıştır. Örneğin detritik litolojisine uygun olarak analiz sonuçlarında yine kuvars minerali en yüksek oranda izlenmektedir (%47,9). Plajiyoklas mineralinin de eklenmesiyle seviyenin detritik bileşen oranı %60,2 seviyesine ulaşmaktadır. Bu bileşeni sırasıyla kalsit vd. mineraller takip etmektedir (Şekil 4.83, Şekil 4.85).

104 m örneği: Kaba kum ve killi çakıl fasiyesleriyle tanımlanan seviyeden alınmıştır. Örnekte dolomit (%28,4) ve kuvars (%21,3) mineralleri ağırlıklı görülen bileşenlerdir. Bunları diğer bileşenler izlemektedir.

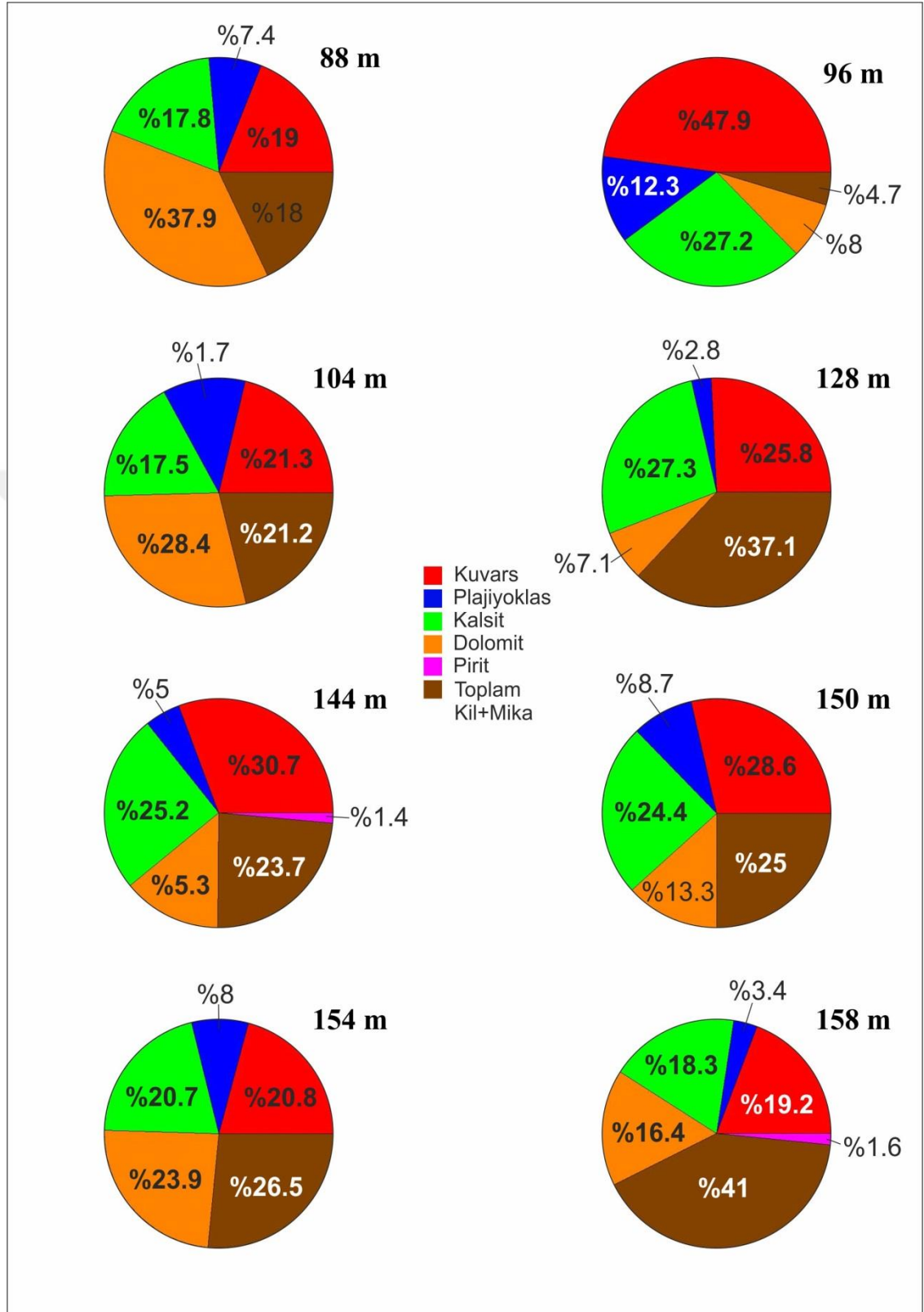
128 m örneği: Çamurtaşı seviyesinden alınmıştır. Kil oranı %37,1; kalsit oranı %27,3 değerinde ölçülmüştür (%7,1 dolomit ile birlikte toplam karbonat oranı %34,4 seviyesine erişmektedir). Örnekte ayrıca %28,6 değerinde detritik bileşen girdisi (kuvars ve plajiyoklas toplamı) analiz sonuçlarında izlenmiştir.

144 m örneği: Kumlu kiltası fasiyesinden alınan örneğin bileşen oranları sırasıyla; kuvars, kalsit ve kildir. Ayrıca %1,4 oranında pirit mineraline rastlanmıştır.

150 m örneği: Koyu kırmızı renkli siltli çamurtaşı fasiyesinde tanımlanan örnekte sırasıyla; %28,6 kuvars, %25 kil ve %24,4 kalsit bileşenleri görülmektedir.

154 m örneği: Yeşilimsi, bej renkli, seyrek çakıllı marn seviyesinden alınmıştır. Kil, dolomit, kuvars ve kalsit analiz sonuçlarında yüzde ağırlıklarına göre izlenen bileşenlerdir. Örnek ayrıca %8 oranında plajiyoklas minerali içermektedir.

158 m örneği: Tuğla kırmızısı, yeşil-alacalı renkli çamurtaşı fasiyesindedir. Kil bileşeni %41 oranında görülmektedir. Örnekte %1,6 oranında pirit mineraline rastlanmıştır.



Şekil 4.83 K-2 sondajının 88-158 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

160 m örneği: Kumlu çamurtaşı fasiyesinde tanımlanmıştır. XRD analizinde; kalsit değeri %34,7 (dolomit minerali ile birlikte toplam karbonat bileşeni %47,3 seviyesindedir) ve kil değeri %23,1 olarak izlenmektedir. Örneğin detritik yüzdesi ise 29,7'dir.

166 m örneği: Kumtaşı, çamurtaşı seviyesinden alınmıştır. Örnek bileşiminde % 41,1 oranında görülen kil mineralleri hakimdir. Kil yüzdesini takiben sırasıyla kalsit, kuvars ve dolomit mineralleri izlenmektedir. Ayrıca plajiyoklas ve pirit mineralleri de bileşenler arasında yer almaktadır (Şekil 4.84).

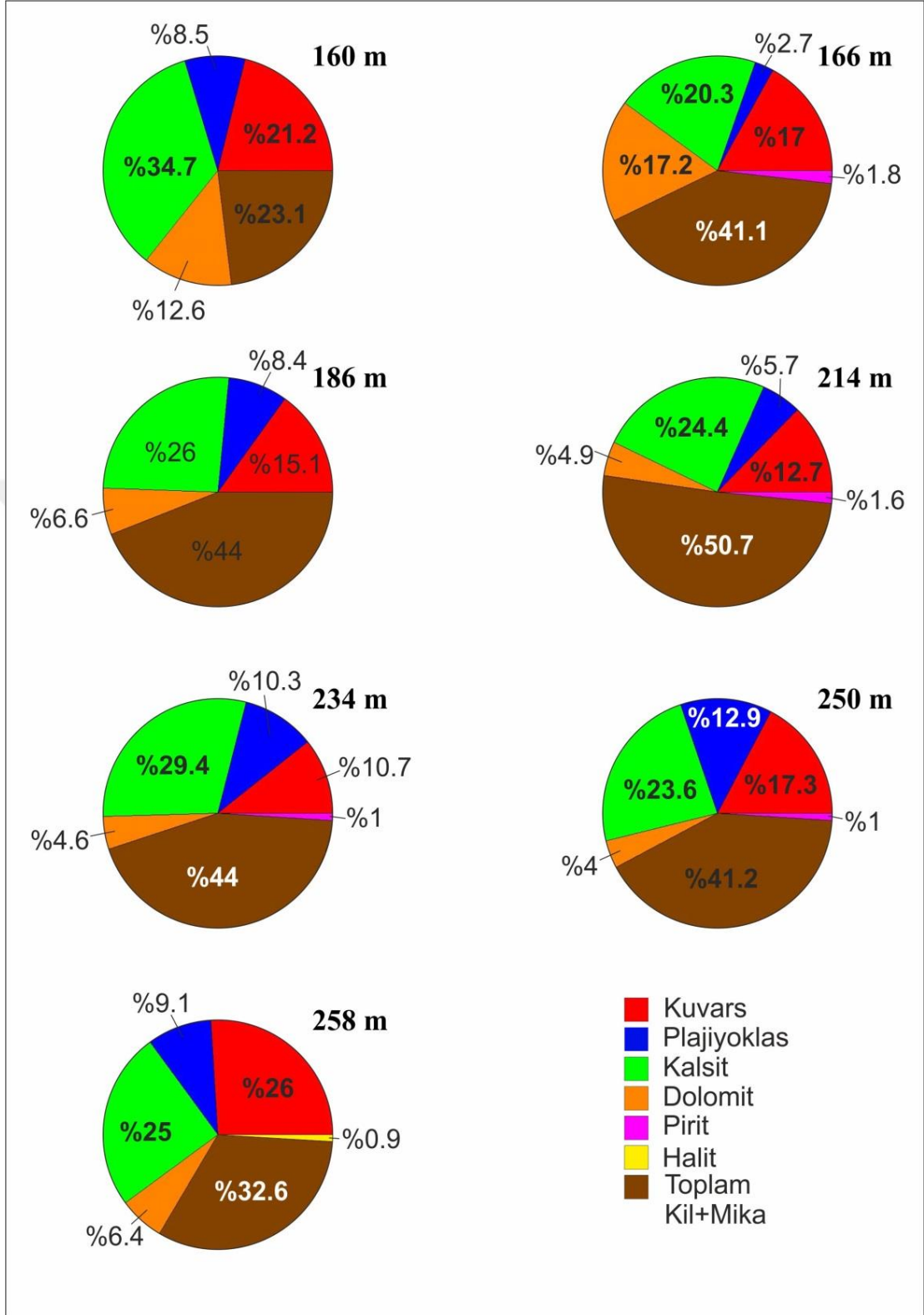
186 m örneği: Gri renkli çamurtaşı, kumtaşı seviyesinden alınan örnekte %44 oranında kil mineral yüzdesi ölçülmüştür.

214 m örneği: Koyu gri renkli marn fasiyesinin ağırlıkta görüldüğü seviyeden alınan örnekte kil miktarı %50,7 değerinde ölçülmüştür. Örnekte oransal olarak izlenen diğer bileşenler Şekil 4.84'te verilmiştir.

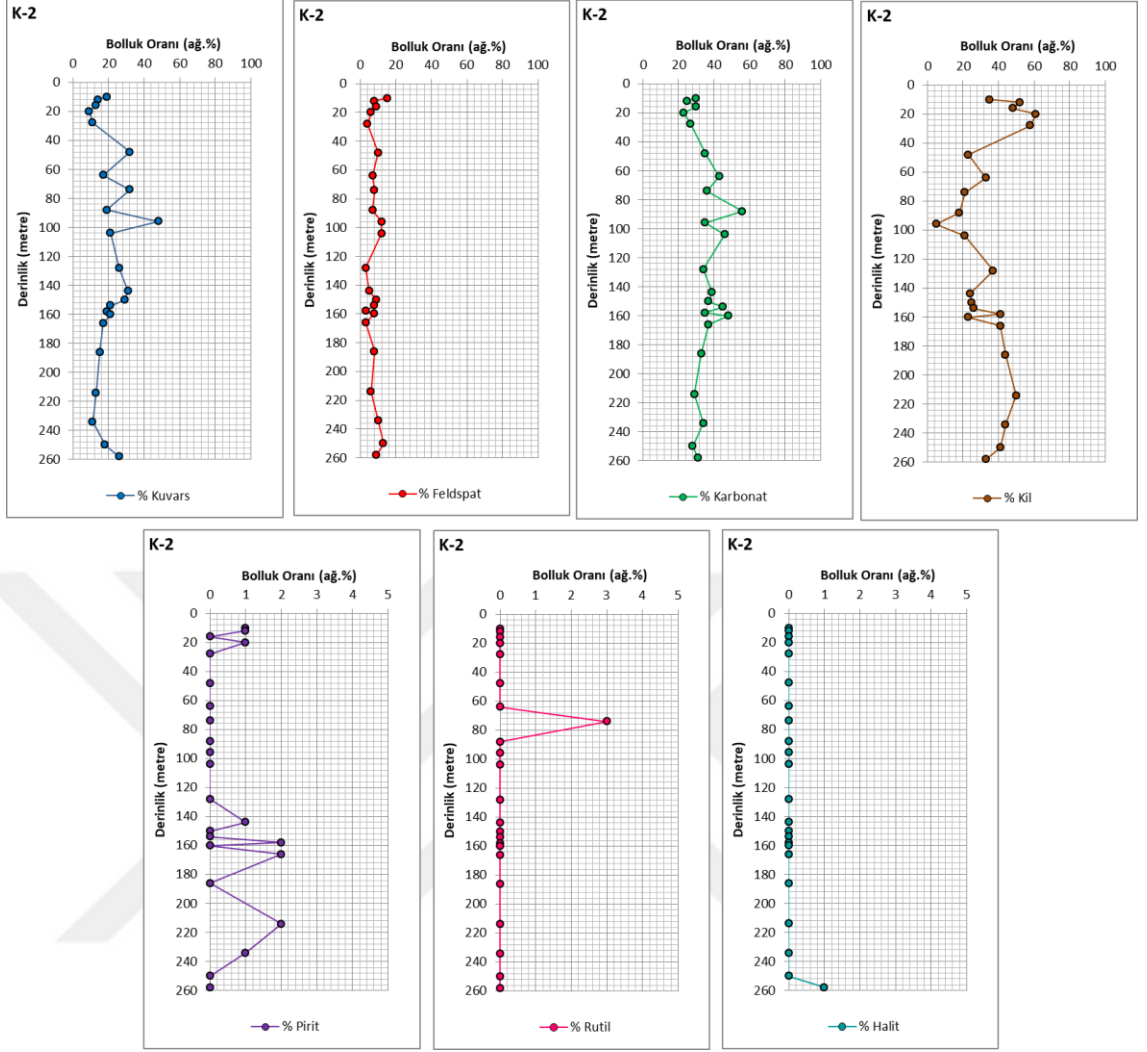
234 m örneği: Killi, kumlu fasiyeste tariflenen seviye seyrek kavkılar içermektedir. XRD sonuçlarında, kil miktarı %44 değerinde görülmekte, bu bileşeni karbonat mineralleri izlemektedir.

250 m örneği: Kumlu çamurtaşı fasiyesinden alınan örnekte kil miktarı %41,2 olarak ölçülmüştür. Örnekte diğer ana bileşenlerin yanında ayrıca dolomit ve pirit bileşenleri de izlenmektedir.

258 m örneği: Kıltaşı fasiyesinden alınan örneğin XRD sonuçlarında; kil miktarı %32,6 oranında görülürken kalsit ve kuvars oranları da kil yüzdesine oldukça yakındır. Analiz sonuçlarında %0,9 seviyesinde halit minerali görülmektedir (Şekil 4.85). Bu mineral ortama taşınmış olabileceği gibi bu derinlikten itibaren Messiniyen yaşlı birimlere girilmiş olması da söz konusudur. Sondaj kesinti tanımlamalarında 256-400 m aralığının kil çamuru olduğu kum ve çakıl girdilerinin sondaj yıkıntısı olabileceği belirtilmiştir.



Şekil 4.84 K-2 sondajının 160-258 m'ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri



Şekil 4.85 K-2 sondajı XRD mineral analizinden elde edilen mineral bolluk oranları

Minerallerin, artan örnek derinliği ile birlikte değişimleri incelendiğinde K-2 kuyusunda ilk etapta karbonat minerallerinde artış, kil minerallerinde azalış sonrasında ise karbonat minerallerinde azalma ve kil minerallerinde artma gözlenmektedir.

4.3.5 K-2 sondajı örneklerinde XRD kil analizi sonuçları

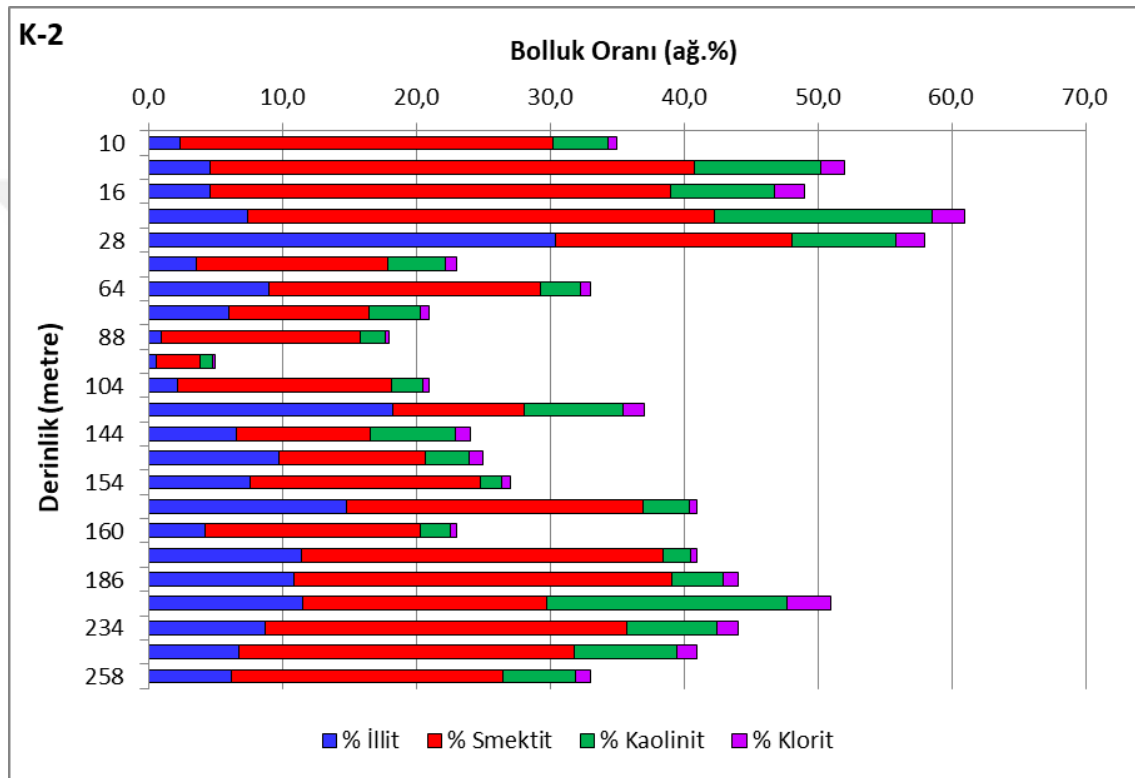
K-2 sondajına ait örneklerde İllit, simektit, kaolinit ve klorit tipi kil mineralleri belirlenmiştir. K-2 sondajında simektit (%3,3 – 36,2) en bol gözlenen kil mineralidir. Simektit mineraline illit (%0,6 – 30,4), kaolinit (%0,9 – 17,9) ve klorit (%0,2-3,3) tipi kil mineralleri değişik oranlarda eşlik etmektedir (Çizelge 4.8, Şekil 4.86).

Çizelge 4.8 K-2 sondajı örneklerinin XRD kil analizi sonuçları

DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)				TOPLAM
	İllit	Simektit	Kaolinit	Klorit	
10	2,4	27,8	4,1	0,7	35
12	4,6	36,2	9,4	1,8	52
16	4,6	34,4	7,8	2,2	49
20	7,4	34,9	16,2	2,5	61
28	30,4	17,7	7,7	2,2	58
48	3,6	14,3	4,3	0,8	23
64	9,0	20,3	3,1	0,7	33
74	6,0	10,5	3,8	0,7	21
88	0,9	14,9	1,8	0,3	18
96	0,6	3,3	0,9	0,2	5
104	2,1	16,0	2,4	0,5	21
128	18,2	9,8	7,4	1,6	37
144	6,6	9,9	6,4	1,1	24
150	9,7	11,0	3,3	1,0	25
154	7,6	17,2	1,7	0,6	27
158	14,8	22,2	3,4	0,6	41
160	4,2	16,1	2,3	0,4	23
166	11,4	27,1	2,0	0,5	41
186	10,8	28,3	3,9	1,0	44
214	11,5	18,3	17,9	3,3	51
234	8,7	27,0	6,7	1,6	44
250	6,7	25,1	7,6	1,6	41
258	6,2	20,3	5,4	1,1	33

Örneklerde görülen kil minerallerinin oluştuğu ortam koşullarıyla değerlendirilmesi örneklerin alındığı seviyeler ve incelenen istiflerin yorumlanmasında önem teşkil etmektedir. İllit ve klorit mineralleri soğuk, ılıman veya kuru iklimlerde, fiziksel ayrışmanın güçlü olduğu ve yüksek akış hızına sahip akarsuların detritik olarak ortama getirilmesiyle oluşmuştur. Simektit minerali ise sıcak ve nemli iklimlerde, yerinde kimyasal bozunmanın ve buharlaşmanın yüksek olduğu dönemlerde oluşmuş olmalıdır. İllit ve klorit minerallerinin hakim olduğu seviyelerde kuvars ve feldispat gibi detritik minerallerin bol olarak bulunuşları ortamda bir sellenmenin olduğunu gösterir. Buna karşın, simektit mineralinin bol olduğu seviyelerde plajiyoklas mineralindeki azalış ise simektit mineral oluşumunun plajiyoklaz mineralleri ile kontrol edildiğine işaret etmektedir (Chamley 1989, Velde 1985).

K-2 sondajında kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımına bakıldığında, simektit minerali bol olarak gözlenmektedir (Şekil 4.86). Bu mineralin oluşumunda ana kaya mineral bileşimi etkili olmuştur. Özellikle simektit ve kaolinit mineralleri, kırıntılı malzemedeki feldispatların yerinde bozunması sonucu oluşmuş olmalıdır. Simektitlerin, feldispatların yerinde bozunması ile neoform olarak oluşabildikleri çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Millot 1970, Chamley 1989, Tucker 1992, Kadir ve Karakaş 2002).



Şekil 4.86 K-2 sondaj örneklerinde kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımları; Smektit türü killerin hakim olduğu görülmektedir. İstif boyunca kil mineralleri ortalama %20 smektit, %8 illit, %5,6 kaolinit ve %1,2 klorit grubundan oluşmaktadır

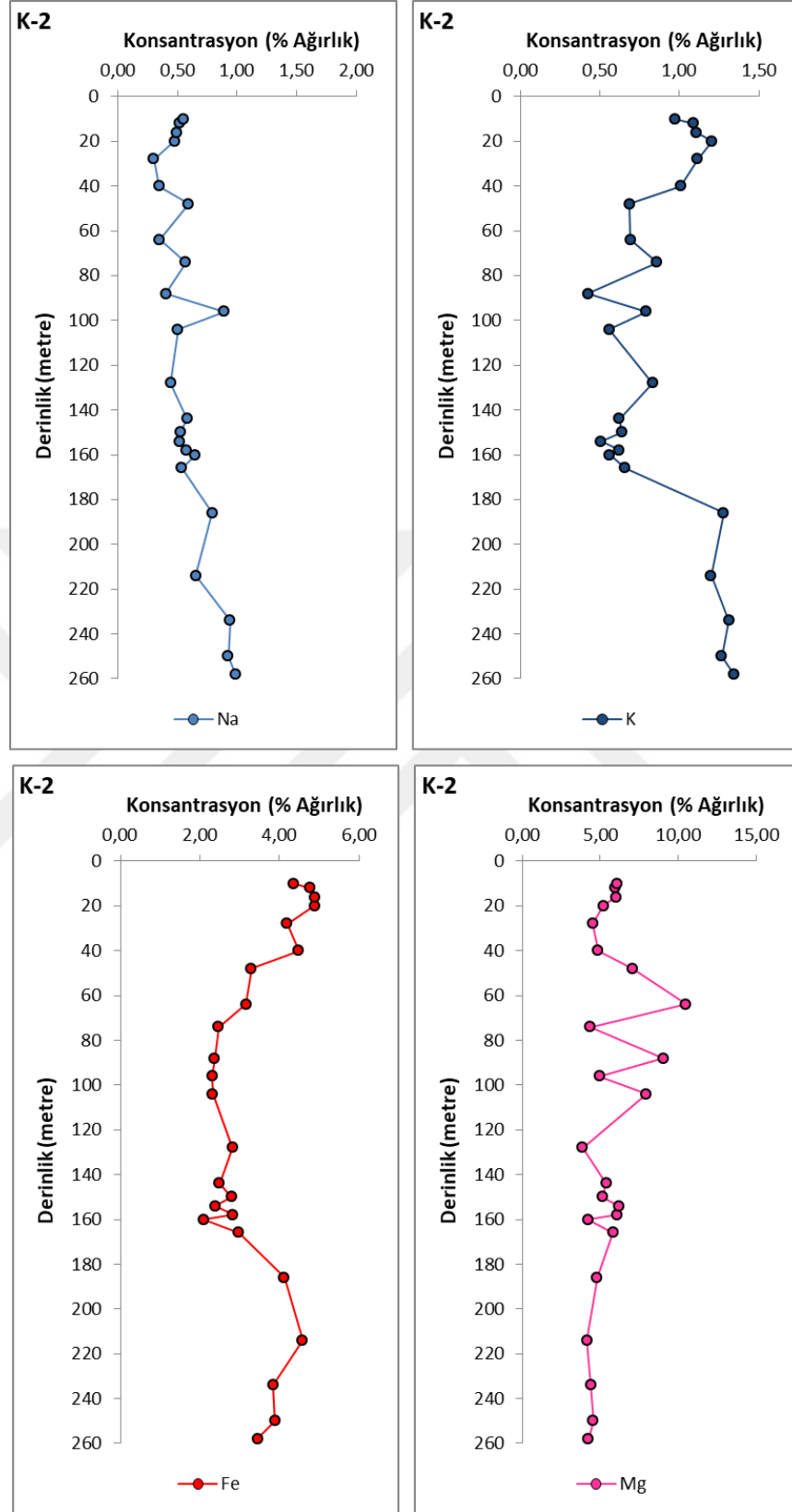
4.3.6 K-2 Sondajı kesintilerinde XRF element analizi sonuçları

K-2 sondaj örneklerinde 10 m-258 m derinlikleri arasında 24 adet örnekte element analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda tespit edilen ana ve bazı eser elementlerin miktarları grafik ve çizelgelerde gösterilmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.87).

XRF analizleri incelendiğinde K-2 kuyusu örnekleri sodyum ve potasyum içeriklerinde derinliğe bağlı olarak artış, demir ve magnezyumda ise azalış sergilemektedir (Şekil 4.87).

Çizelge 4.9 K-2 sondajı örneklerinin element bileşenleri (değerler % cinsinden verilmiştir)

K-2 Derinlik (m)	Si	Al	Fe	Mn	Ca	Na	K	Mg	P	S	Cr
10	16,820	4,956	4,3520	0,07420	12,8600	0,555	0,97170	6,088	0,04518	0,01691	0,0318
12	18,160	5,401	4,7750	0,07370	12,1800	0,516	1,08700	5,950	0,05150	0,02261	0,0307
16	17,440	5,454	4,8920	0,07430	11,1600	0,496	1,10500	6,018	0,05331	0,01423	0,0267
20	17,770	5,578	4,8840	0,07240	10,2800	0,477	1,20600	5,197	0,05288	0,10030	0,0241
28	18,990	5,564	4,1900	0,06790	11,7700	0,304	1,11400	4,514	0,04357	0,00710	0,0231
40	18,850	5,305	4,4740	0,06590	9,1150	0,349	1,00900	4,858	0,03567	0,00571	0,0385
48	16,910	3,468	3,2920	0,05430	13,5900	0,593	0,86660	7,082	0,04051	0,01784	0,0764
64	13,900	3,455	3,1600	0,05296	13,3100	0,350	0,69050	10,500	0,03023	0,00507	0,0557
74	16,340	3,183	2,4640	0,04273	16,9100	0,572	0,85740	4,369	0,05407	0,00894	0,0265
88	10,150	2,492	2,3650	0,04999	17,8600	0,404	0,42420	9,048	0,02625	0,02179	0,0291
96	19,210	2,924	2,3090	0,04640	14,4300	0,896	0,79290	4,949	0,05103	0,01005	0,0384
104	12,830	2,868	2,3170	0,04557	16,4900	0,506	0,55710	7,976	0,03526	0,00834	0,0314
128	15,150	4,044	2,8180	0,04599	16,1900	0,444	0,83180	3,885	0,03274	0,01887	0,0189
144	14,560	3,119	2,4940	0,04566	15,4100	0,581	0,62150	5,383	0,02940	0,01577	0,0430
150	16,190	3,458	2,7930	0,04574	15,3400	0,524	0,63670	5,143	0,03461	0,00554	0,0339
154	13,740	3,470	2,3850	0,05435	16,6200	0,521	0,50670	6,196	0,02245	0,01989	0,0379
158	16,140	4,170	2,8340	0,05075	15,4400	0,577	0,62190	6,1	0,02217	0,05488	0,0361
160	13,550	3,138	2,0850	0,05521	19,5400	0,652	0,56170	4,228	0,02399	0,02970	0,0352
166	16,970	4,313	2,9800	0,04783	14,6200	0,540	0,65940	5,817	0,02538	0,06708	0,0375
186	17,710	5,246	4,1150	0,08130	13,3700	0,794	1,27900	4,819	0,05295	0,10240	0,0280
214	16,500	4,942	4,5800	0,04485	14,2100	0,655	1,20000	4,157	0,03871	0,85650	0,0207
234	16,420	5,009	3,8420	0,07170	15,1200	0,944	1,31200	4,404	0,06005	0,20230	0,0220
250	17,740	5,089	3,8850	0,06110	11,8400	0,927	1,26600	4,545	0,05457	0,22140	0,0319
258	19,440	4,932	3,4530	0,05566	11,2200	0,989	1,34300	4,248	0,05431	0,17870	0,0324



Şekil 4.87 K-2 sondaj örneklerinde Na-K-Fe ve Mg elementlerinin konsantrasyonları

4.3.7 K-3 sondajı kesintilerinde XRD sonuçları

K-3 sondajının fasiyes çalışmalarında seçilen kırıntı örneklerinden XRD-tüm kayaç analizi ve kil çekimi yapılmıştır. Sondajda benzer özellikler sunan seviyelerden kompozit örnekleme yapılarak analiz gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.10). XRD-analizi sonuçlarında görülen bileşen yüzdeleri Şekil 4.88 ve Şekil 4.89 arasında pay-grafiklerde gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 K-3 sondajı kesintileri XRD-tüm kaya mineral bileşimi

DERİNLİK (metre)	XRD-TÜMKAYA MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)								TOPLAM
	Kuvars	Feldspat	Kalsit	Dolomit	Pirit	Barit	Olivin	Toplam Kil	
2-8	23,8	9,5	8,6	1,2		8,7		48,1	100,0
12-16	3,0	37,7	3,2					56,1	100,0
18	10,2	9,5	18,9	3,3	2,7			55,4	100,0
18-26	14,9	11,9	17,0	3,4	1,4			51,4	100,0
28-36	31,2	7,0	21,2	12,3				28,2	100,0
38-50	46,8	15,8	25,3	7,6				4,5	100,0
52-58	13,0	23,1	28,5	9,0				26,5	100,0
60-68	48,0	11,8	25,8	7,6			1,4	5,4	100,0
92-98	37,9	11,3	38,6	8,0				4,3	100,0
100-102	25,8	9,0	31,9	4,9				0,0	100,0
104-108	9,8	3,8	25,0	13,9	1,3			46,2	100,0
108-110	10,7	7,3	27,1	12,2	1,2			41,4	100,0
112-124	13,1	5,9	22,3	14,1	1,7			42,9	100,0
126-128	16,8	7,2	7,5	40,3				28,2	100,0
130-150	11,8	6,6	20,5	15,2				45,9	100,0
162-166	17,0	6,0	11,2	31,0				34,9	100,0
168-178	53,0	15,9	18,5	6,1				6,6	100,0
180-186	8,4	8,2	4,0	51,4				28,0	100,0
188-202	14,4	15,0	13,0	22,4				35,1	100,0
206-210	22,7	9,4	9,7	36,4				21,8	100,0
232	20,9	3,7	13,7	4,8				57,0	100,0
240	31,8	10,5	16,3	10,7				30,8	100,0
262	48,7	11,8	22,9	12,2				4,4	100,0
280	27,1	4,3	21,0	3,7				43,9	100,0
302	32,7	12,6	21,8	11,2				21,7	100,0
324-344	32,3	18,9	19,2	8,2				21,4	100,0
346	24,8	6,3	27,8	7,7				33,4	100,0
354	14,8	10,8	23,6	6,9				43,8	100,0
380	14,8	10,8	23,6	6,9				43,8	100,0
408	22	17,6	21,5	7,5				31,4	100

2-8 m örneği: Açık sarı renkli plastik çamurtaşı fasiyesinin hakim olduğu seviyeden alınmıştır. Analiz sonuçlarında kil bileşeni %48,1 değerinde izlenmiştir. Örneğin diğer bileşenleri Şekil 4.88’de görülmektedir (Barit minerali sondaj çamurundan kaynaklıdır).

12-16 m örneği: Çamurtaşı fasiyesinin ağırlıkta izlendiği seviyeden alınmıştır. XRD tüm kaya analizinde %56,1 oranında kil ve %37,7 oranında feldispat bileşenleri saptanmıştır.

18 m örneği: Gri renkli çamurtaşı fasiyesinin ağırlıklı olarak izlendiği seviyeden alınmıştır. Bu örneğin analiz sonuçlarında %55,4 oranında kil, %17 oranında kalsit bileşeni ve bunların yanında yüzde ağırlık sırasıyla feldispat mineralleri, dolomit ve pirit mineralleri belirlenmiştir.

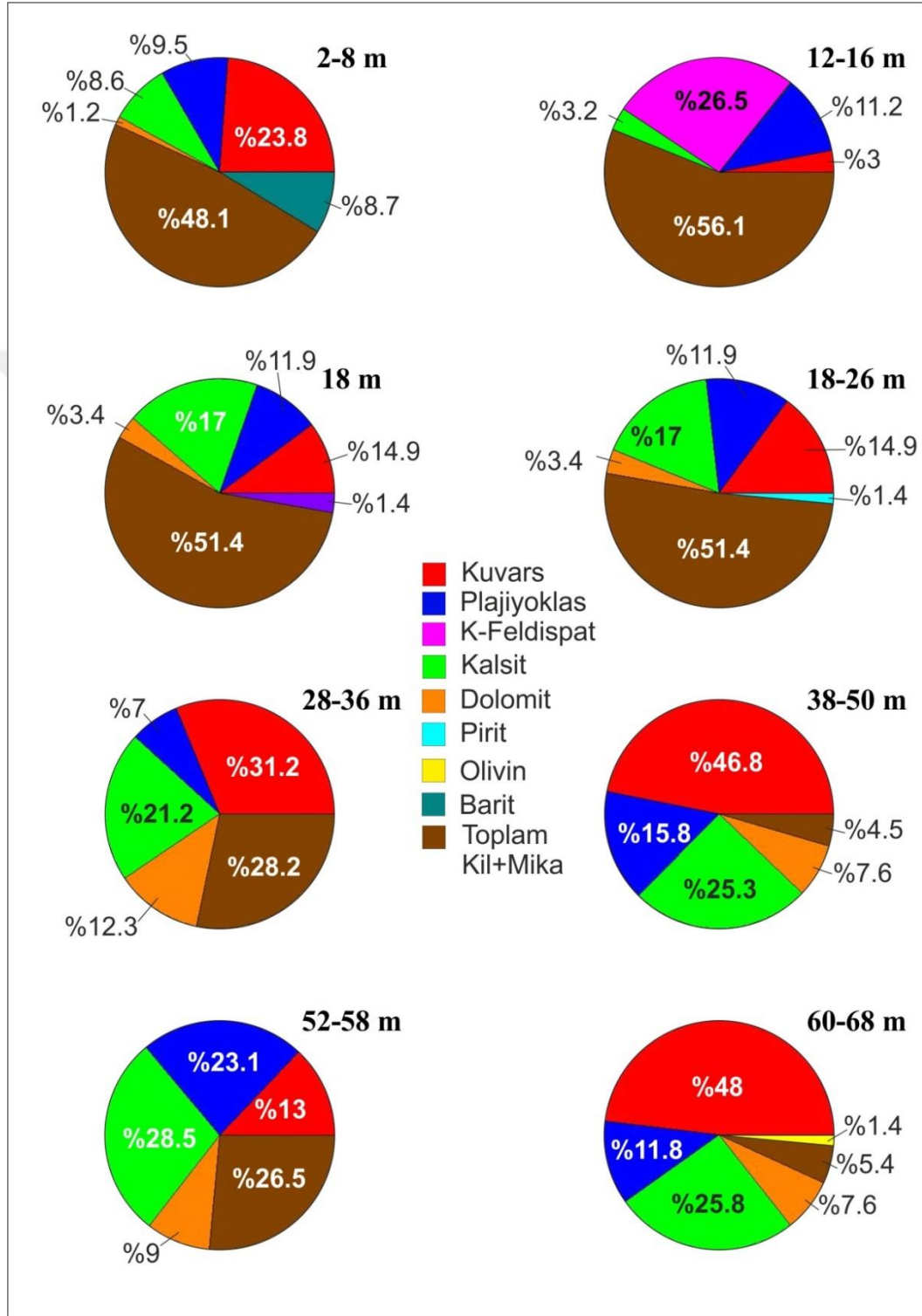
18-26 m örneği: Örneğin alındığı seviyelerde gri renkli, fosilli, plastik çamur fasiyesi ağırlıktadır. Bileşen analizlerinde bu durum %51,4 oranında tespit edilen kil yüzdesiyle görülmektedir. Kil yüzdelere sırasıyla kalsit, kuvars, feldispat, dolomit ve pirit bileşenleri eşlik etmektedir.

28-36 m örneği: Kahvemsî bej renkli kum, granül, çakıl ve yer yer çamurtaşı, fasiyeslerinin izlendiği seviyelerden alınmıştır. XRD tüm kaya analiz sonuçlarında kuvars mineralinin ağırlıklı bileşen olduğu (%31,2) görülmektedir. Örnekte ağırlıklı görülen diğer bileşenler ise kil (%28,2) ve kalsit (%21,2) mineralleridir. Bu mineralleri dolomit ve feldispatlar izlemektedir.

38-50 m örneği: Polijenik elemanlı granül ve çakıl fasiyeslerinin tanımlandığı seviyeleri temsil etmektedir. Detritik özellikli örneğin kuvars bileşeni %46,8 değerindedir. Feldispat mineralleriyle birlikte toplam detritik oranı %62,6 seviyesine erişmektedir. Diğer bileşenler ise sırasıyla kalsit, dolomit ve kildir.

52-58 m örneği: Seyrek kumlu, fosilli çamurtaşı örneğinde %28,5 kalsit, %26,5 kil ve %23,1 oranında feldispat vd. bileşenler belirlenmiştir (Şekil 4.88).

60-68 m örneği: Çakıl bileşenli kaba kum fasiyesindeki örneğin çoğunluğu kuvars (%48) bileşenidir. Diğer önemli bileşenler ise plajiyoklas, kalsit vd. minerallerdir.



Şekil 4.88 K-3 sondajının 2-68 m'ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

92-98 m örneği: Çakıl, kum ve marn fasiyeslerinden oluşan örnek %38,6 oranında kalsit minerali (toplam karbonat oranı dolomit ile birlikte %37,9 seviyesine ulaşmaktadır), %37,9 oranında kuvars minerali içermektedir. Örneğin diğer bileşenleri Şekil 4.89'da görülmektedir.

100-102 m örneği: Kumtaşı, çamurtaşı litolojilerinden oluşmaktadır. XRD analizinde; %31,9 kalsit, %21 kil, %25,8 kuvars bileşeni saptanmıştır.

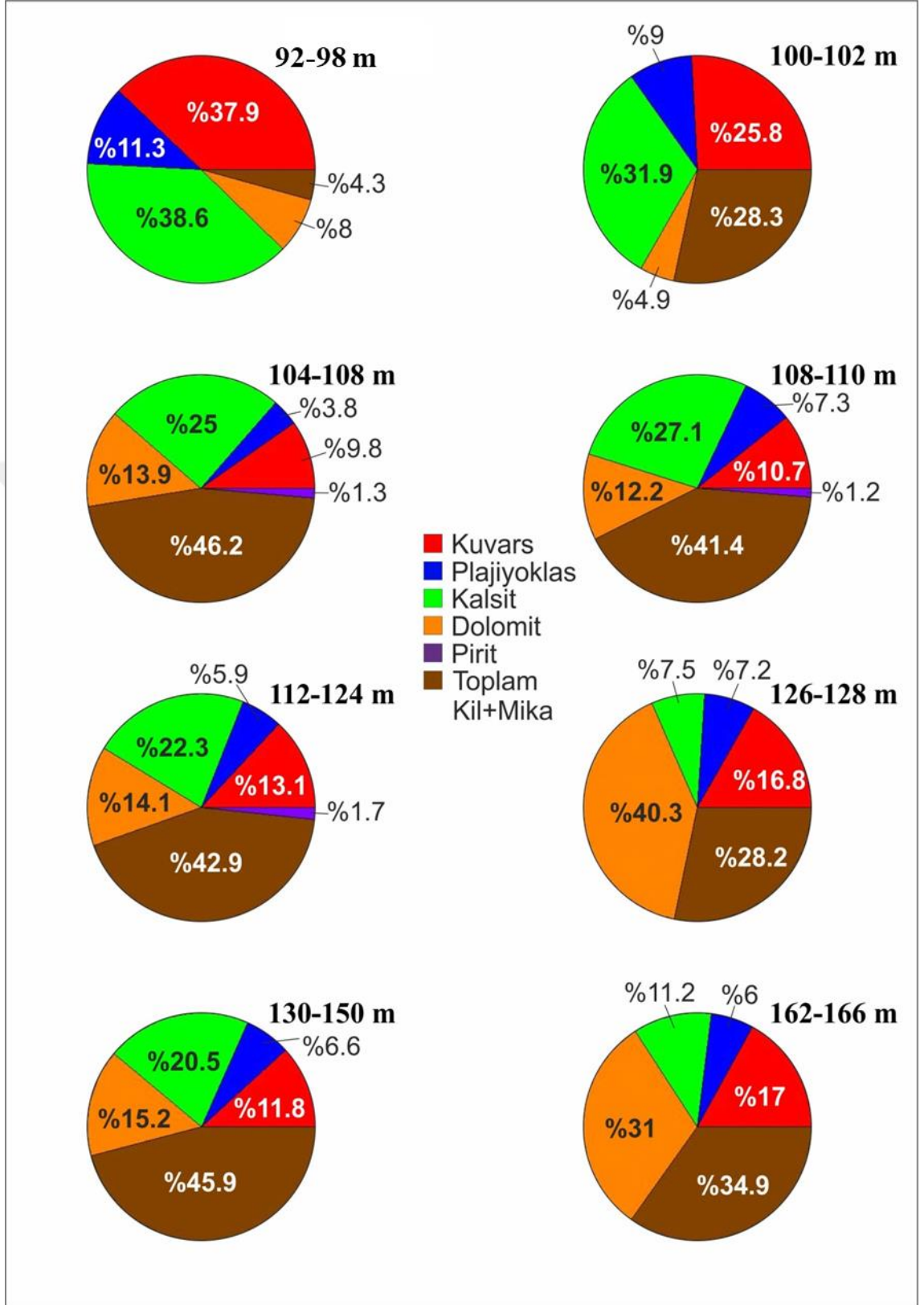
104-108 m örneği: Kumlu çamurtaşı örneğinin kil oranı %46,2; toplam karbonat oranı ise %38,9 olarak ölçülmüştür. Bu bileşenleri daha düşük yüzdelerde diğer mineraller izlemektedir (Şekil 4.89).

108-110 m örneği: Kum ve kil geçişli çakıllı seviyeye ait örnektir. XRD sonuçlarında %41,4 kil bileşeni izlenmektedir. Kalsit ve dolomit mineralleri bileşimde önemli oranda görülmektedir (%38,9). Diğer bileşenler ise sırasıyla detritik mineraller ve piritir.

112-124 m örneği: Örneğin alındığı seviye ağırlıklı olarak kum fasiyesinde olup çamurtaşı fasiyesini de içermektedir. Analiz sonuçlarında kil bileşeni %42,9 oranında görülmektedir. Bunu izleyen diğer bileşenler karbonat, detritik mineraller ve pirit mineralidir (%1,7).

126-128 m örneği: Açık gri, beyaz renkli, karbonatlı, seyrek çakıllı çamurtaşı seviyesinden alınmıştır. Bu örnekte dolomit miktarı oldukça yüksek seviyede (%40,3) izlenmiştir. Kil değeri ise %34,9'dur. Bileşimde yer alan diğer mineraller ise sırasıyla; kuvars, kalsit ve feldispat mineralleridir.

130-150 m örneği: Seyrek çakıl içeren çamurtaşı fasiyesinden alınmıştır. Örneğin ana bileşenini teşkil eden kil mineralleri %45,9 seviyesinde, toplam karbonat mineralleri ise %35,7 seviyesinde bulunmaktadır. Bu iki ana bileşeni kuvars ve feldispat mineralleri takip etmektedir (Şekil 4.89).



Şekil 4.89 K-3 sondajının 2-68 m'ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

162-166 m örneği: Örnek, killi kireçtaşı geçişli yer yer kumlu çamurtaşı fasiyeslerini içeren seviyeden alınmıştır. XRD analizinde toplam karbonat oranı %42,2 (%31 dolomit), kil oranı %34,9 olarak ölçülmüştür. Örneğin diğer bileşenleri ise sırasıyla; kuvars ve feldispattır.

168-178 m örneği: Çakıllı kumtaşı seviyesinden alınmıştır. XRD analiz sonucunda %53 oranında kuvars minerali içerdiği görülmektedir. Kalsit, feldispat, kil ve dolomitler örnek bileşiminde yüzde sıralamasına göre ağırlıkta bulunan diğer minerallerdir.

180-186 m örneği: Beyaz renkli karbonatlı, kumlu kilitaşı fasiyesinden alınmıştır. Örnek; %51,4 oranında oldukça yüksek değerde dolomit içermektedir. Kil oranı ise %28 değerinde ölçülmüştür. Bu iki ana bileşeni kuvars ve feldispat mineralleri takip etmektedir (Şekil 4.90).

188-202 m örneği: Sarımsı, bej renkli, kum ve kilitaşı litolojilerinin görüldüğü seviyeden alınmıştır. Kil mineralleri %35,1 değerinde ölçülmüştür. İkinci önemli mineral ise dolomittir (%22,4). Örneğin bileşiminde yer alan diğer mineraller ise feldispat, kuvars ve kalsittir (Şekil 4.90).

206-210 m örneği: Kil, marn ve yer yer granül içeren kumlu seviyeden alınmıştır. XRD analiz sonuçlarında dolomit minerali yüksek oranda (%36,4) görülmüştür. Örneğin ikinci önemli bileşeni ise kuvars mineralidir (%22,7). Örnekte ayrıca izlenen diğer bileşenler ise kil, kalsit ve feldispattır.

232 m örneği: Koyu gri, yeşil renkli seyrek kumlu kilitaşının ağırlıklı olarak görüldüğü seviyeden alınmıştır. Örneğin ana bileşenini oluşturan kil değeri analiz sonucunda %57 seviyesinde ölçülmüştür. Örnekte toplam karbonat mineralleri ise %18,5 değerinde izlenmiştir. Ayrıca örnekte %20,9 kuvars ve %3,7 seviyesinde feldispat mineralleri de analiz sonucunda belirlenmiştir.

240 m örneği: Yer yer granüllü çamurtaşı fasiyesindeki seviyenin örnekte kuvars oranı %31,8; kil oranı %30,8 olarak görülmektedir. Bu bileşenleri karbonat ve feldispat mineralleri takip etmektedir.

262 m örneği: Çakıl ve granül fasiyeslerini içeren örnekte %48,7 oranında bulunan kuvars minerali örnek bileşiminde ağırlıkta izlenmektedir. Bu bileşeni sırasıyla karbonat, feldispat ve kil mineralleri takip etmektedir.

280 m örneği: Kilitaşı ve kum fasiyeslerinden oluşan örneğin kil oranı %43,9; kuvars oranı %27,1'dir. Örneğin diğer bileşenleri ise sırasıyla kalsit, feldispat ve dolomit mineralleridir.

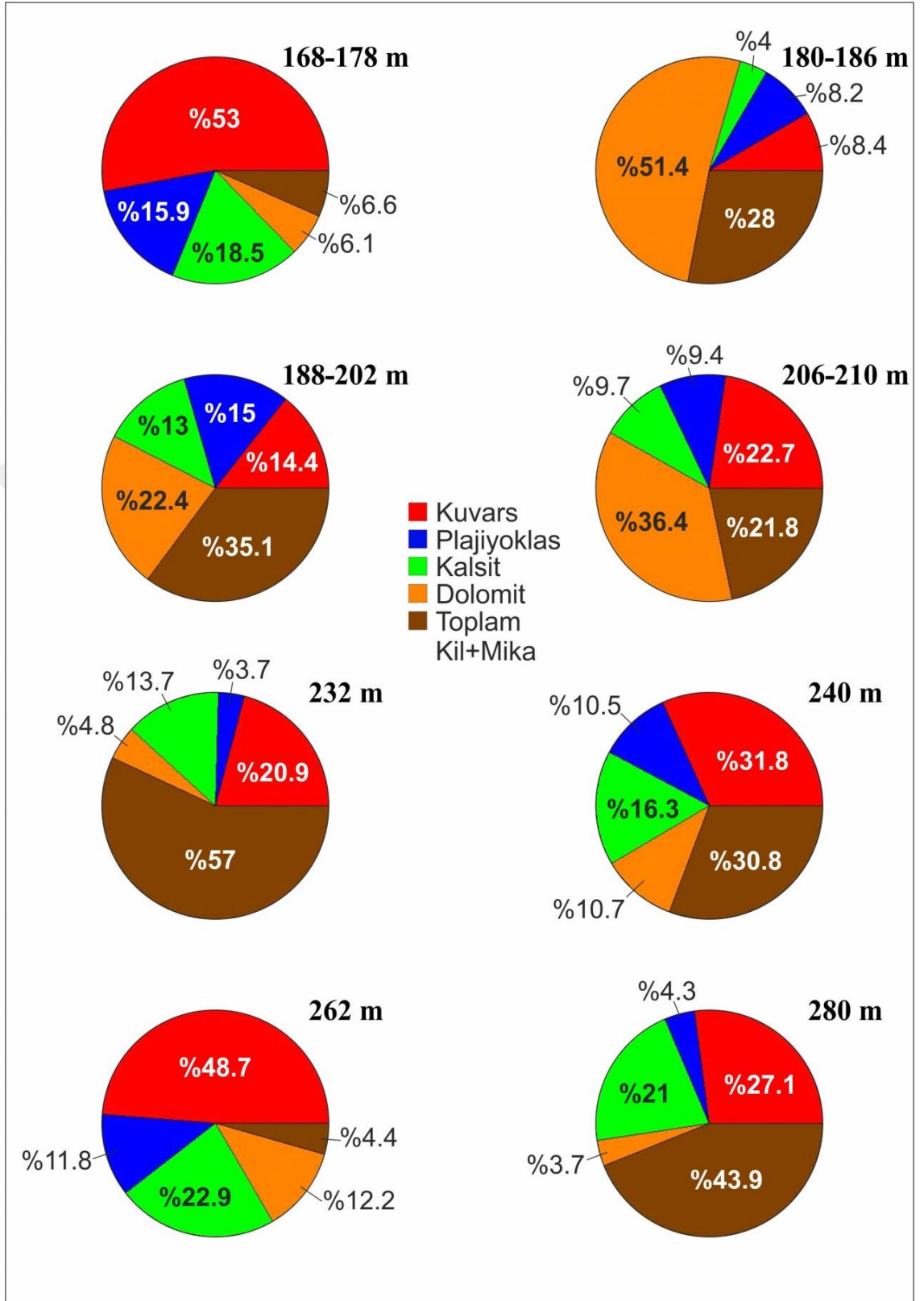
302 m örneği: Kilitaşı-kumtaşı fasiyesinden alınan örneğin bileşen analizi sonuçlarına göre %32,7 oranında kuvars, %21,8 kalsit, %21,7 kil, %12,6 feldispat ve %11,2 dolomit minerali bulundurduğu görülmektedir.

324-344 m örneği: Kum fasiyesinin ağırlıkta görüldüğü; yer yer çakıl ve kil fasiyesleri içeren seviyeden alınmıştır. Bileşen analizinde kuvars mineralinin yüksek oranda bulunduğu görülmektedir (%32,3), kil yüzdesi ise %21,4 seviyesinde izlenmektedir. Örnekte kalsit, feldispat ve dolomit mineralleri de diğer önemli bileşenlerdir.

346 m örneği: Kum ve kil litolojilerini içeren örnekte %33,4 kil, %27,8 kalsit ve %24,8 kuvars saptanmıştır. Örneğin diğer bileşenleri ise dolomit ve feldispattır.

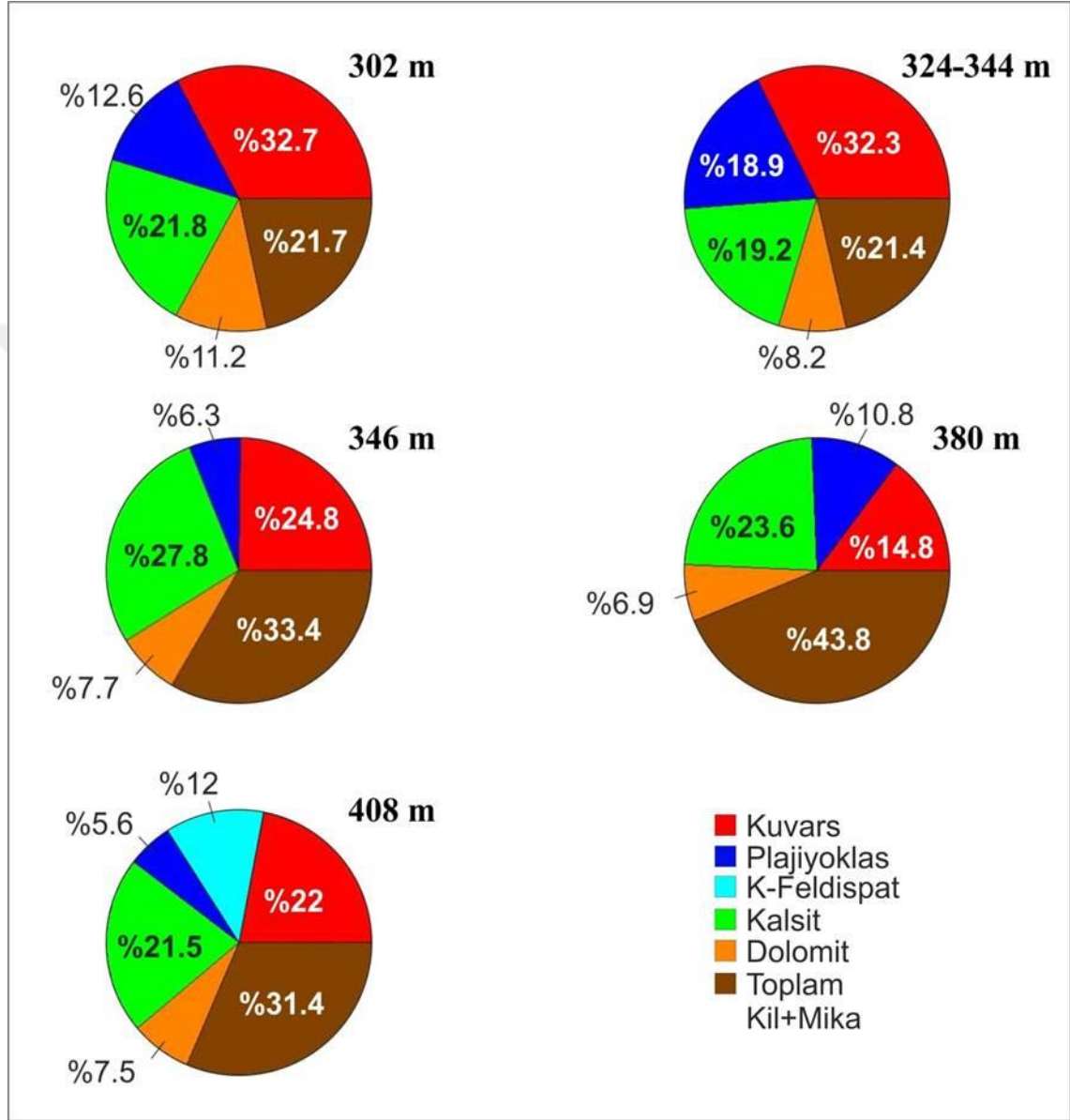
324-344 m örneği: Kilitaşı ve kum fasiyeslerini içeren seviyeden alınmıştır. Örneğin detritik bileşenlerinin yüzdesi ağırlıktadır (Kuvars: %32,3; Feldispat: %18,9), kil değeri ise %21,4'tür. Toplam karbonat oranı % 27,4 (kalsit ve dolomit) olarak ölçülmüştür.

380 m örneği: Kilitaşı litolojisinin ağırlıktadır. Örneğin ana bileşeni oluşturan kil mineralleri %43,8 seviyesinde görülmekte, bu minerali yüzde olarak karbonat ve detritik bileşenleri oluşturan diğer mineraller takip etmektedir.



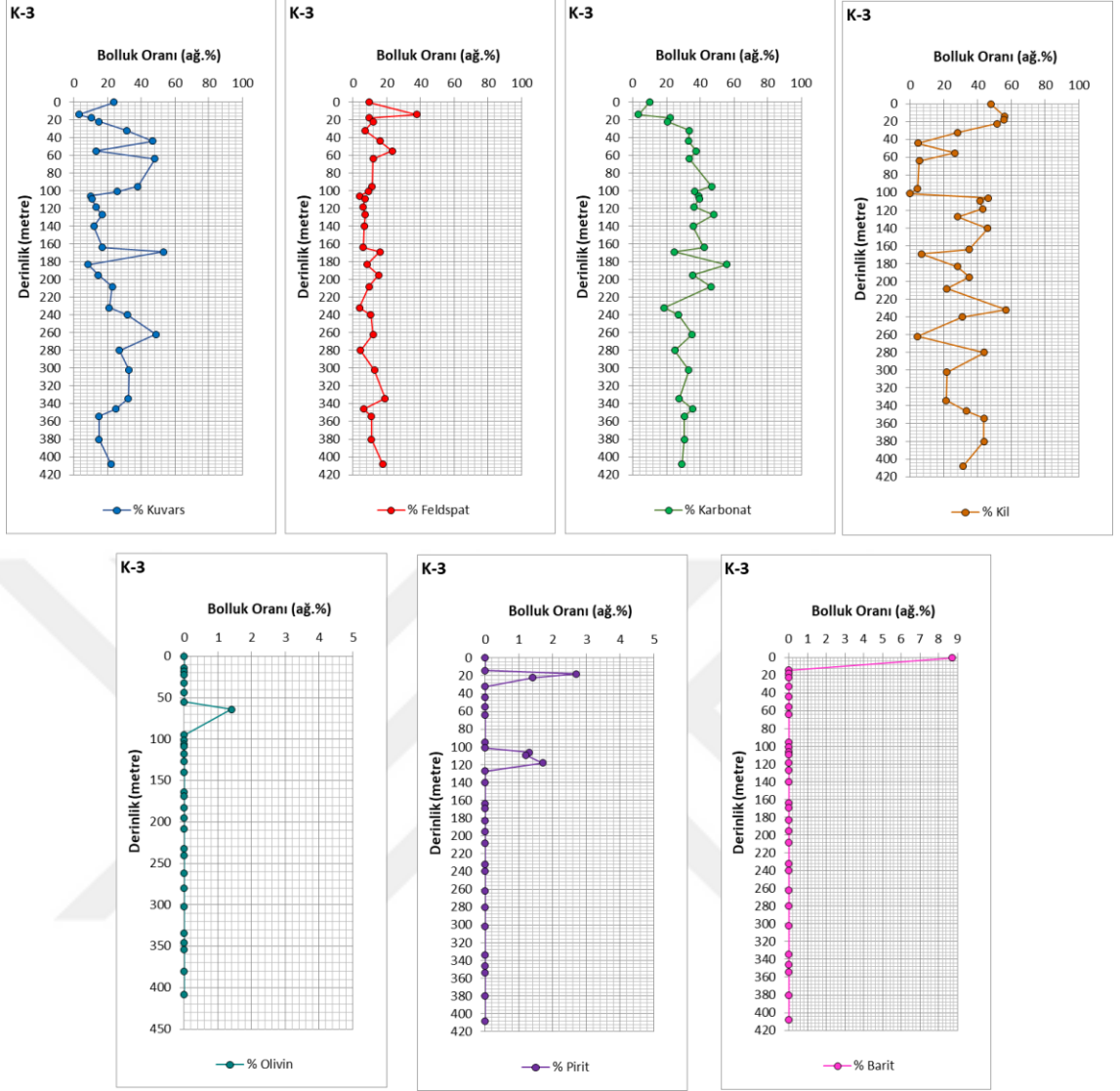
Şekil 4.90 K-3 sondajının 168-280 m’ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

408 m örneği: Kumlu kiltası seviyesinden alınmıştır. Örneğin kil oranı %31,4'tür. Kuvars oranı %22, kalsit oranı %21,5 seviyesindedir. Feldispat ve dolomit mineralleri de bileşende yer alan diğer elamanlardır.



Şekil 4.91 K-3 sondajının 302-408 m'ler arası seviyelerinde yapılan XRD-tüm kaya analiz sonuçlarının pay grafiklerde gösterimleri

K-3 sondajının XRD-tüm kayaç analizinden elde edilen mineral dağılımlarının bolluk oranları Şekil 4.92'da sunulmuştur.



Şekil 4.92 K-3 sondajı XRD mineral analizinden elde edilen mineral bolluk oranları

Minerallerin, artan örnek derinliği ile birlikte değişimleri incelendiğinde K-2 kuyusunun çok sık örnekleri ayrı tutulduğunda, feldispat ve kuvars minerallerinde çok hafif artışların olduğu görülmektedir.

4.3.8 K-3 sondajı kesintilerinde XRD kil analizi sonuçları

K-3 sondajına ait örneklerde K-2 sondajına benzer şekilde aynı tip kil minerallerine rastlanmaktadır. Örneklerin genelinde simektit (% 2,1 - 55,7) mineralinin hakim olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11, Şekil 4.93). Sondaja ait örneklerde illit (% 0,2-25,5),

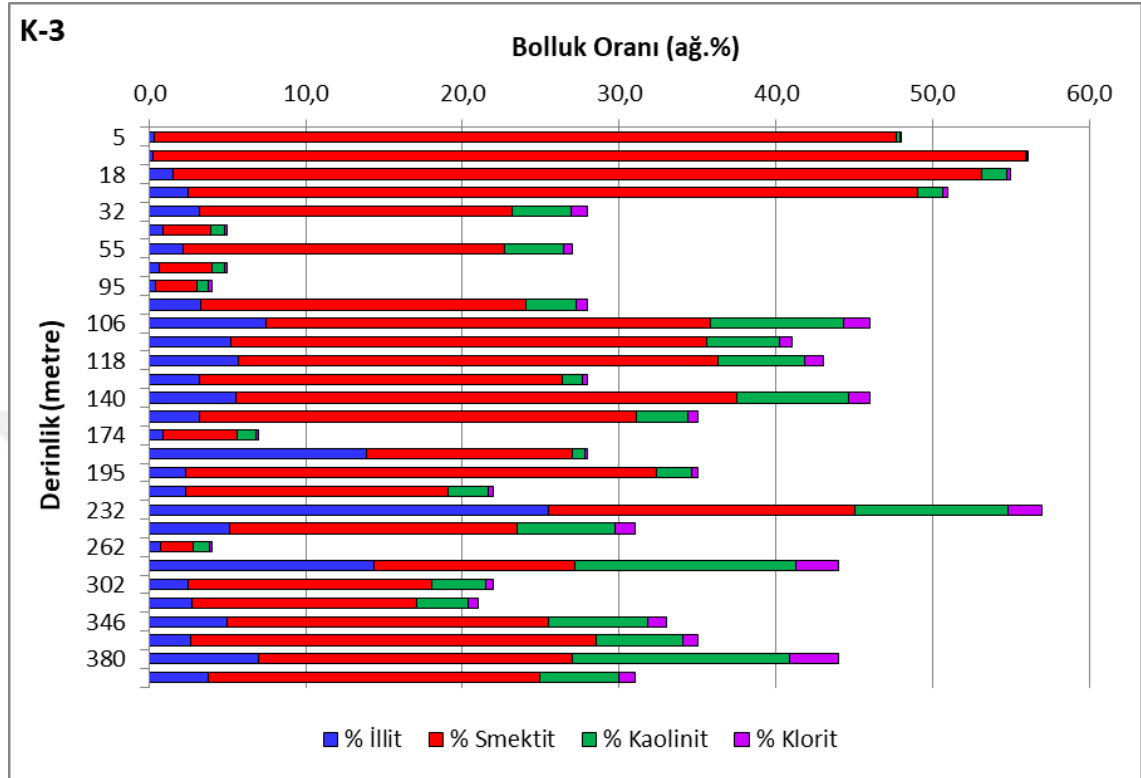
kaolinit (%0,0-14,0) ve klorit (%0,0-3,1) minerallerinin değişik oranlarda simektit minerali ile birlikte bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.11 K-3 sondajı örneklerinin XRD kil analiz sonuçları; simektit türü killerin hakim olduğu görölmektedir

DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)				TOPLAM
	İllit	Simektit	Kaolinit	Klorit	
2-8	0,4	47,3	0,3	0,1	48
12-16	0,2	55,7	0,0	0,0	56
18	1,5	51,6	1,6	0,3	55
18-26	2,5	46,6	1,5	0,4	51
28-36	3,2	19,9	3,7	1,1	28
38-50	0,9	3,0	0,9	0,2	5
52-58	2,2	20,5	3,8	0,6	27
60-68	0,7	3,4	0,8	0,2	5
92-98	0,5	2,6	0,7	0,2	4
100-102	3,3	20,7	3,2	0,8	28
104-108	7,5	28,4	8,5	1,7	46
108-110	5,2	30,4	4,7	0,7	41
112-124	5,7	30,6	5,6	1,1	43
126-128	3,3	23,1	1,3	0,4	28
130-150	5,5	32,0	7,2	1,3	46
162-166	3,2	27,9	3,3	0,6	35
168-178	0,9	4,7	1,2	0,2	7
180-186	13,9	13,1	0,8	0,2	28
188-202	2,3	30,1	2,2	0,4	35
206-210	2,3	16,8	2,5	0,4	22
232	25,5	19,5	9,8	2,2	57
240	5,1	18,4	6,2	1,3	31
262	0,8	2,1	1,0	0,2	4
280	14,3	12,9	14,0	2,8	44
302	2,5	15,5	3,4	0,5	22
324-344	2,7	14,4	3,3	0,6	21
346	5,0	20,5	6,3	1,1	33
354	2,7	25,9	5,6	0,9	35
380	7,0	20,0	13,8	3,1	44
408	3,8	21,2	5,0	1,0	31

Kil minerallerinden derinliğe bağlı olarak sedimanların gömölme ve ısıl olgunlaşmaları sırasında, simektitin illit mineraline dönüşme eğiliminde olduğu ve derine doğru gidildikçe simektit mineralinin azaldığı buna karşın illit minerali ile birlikte illit kristalinitesinde de bir artışın olduğu bilinmektedir (Chamley 1989, Velde 1985). Ancak bu çalışmada çalışılan birimlerin genç olması ve analiz yapılan örneklerin karada açılan

sondajların daha sığ kısımlarından alınmış olması nedeniyle zaman zaman hafif artışlar görülmesine karşın böyle bir ilişki belirlenmemiştir.



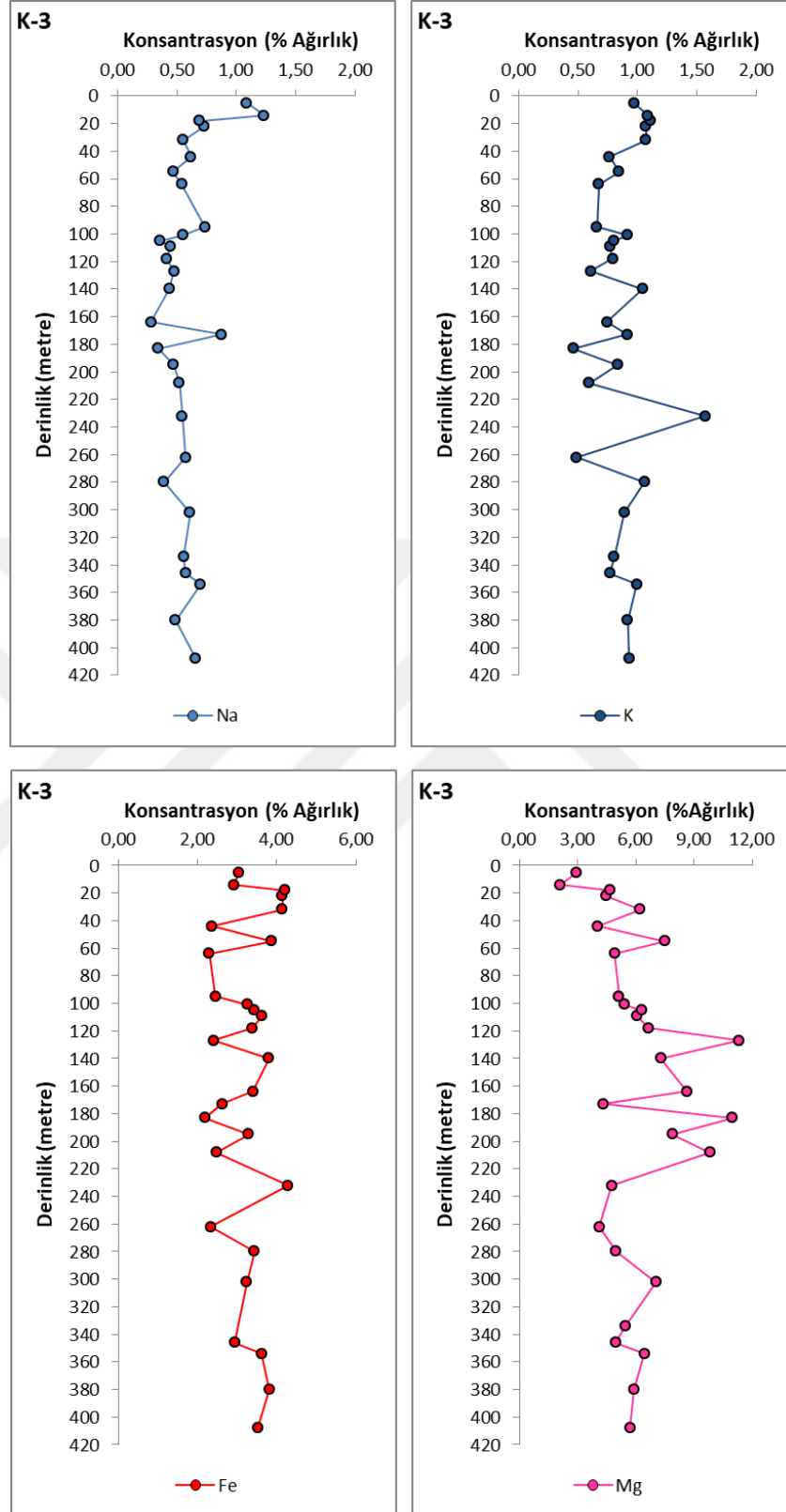
Şekil 4.93 K-3 sondaj örneklerinde kil minerallerinin bolluk oranlarının dağılımları; bu kuyuda aynı fasiyesi temsil eden örneklerden kompozit örnekleme yapılmış olup, grafikte anlaşılır olması açısından aralıkların temsili derinlikleri kullanılmıştır. Sondaja ait killer ortalama %22,6 smektit, %4,5 illit, %4,1 kaolinit ve %0,8 klorit içermektedir.

4.3.9 K-3 sondajı kesintilerinde XRF element analiz sonuçları

K-3 sondajına ait 29 adet örnekte (2-408 m aralığında) tespit edilen ana ve bazı eser elementlerin miktarları Çizelge 4.12 ve Şekil 4.94'te gösterilmektedir. Analiz sonuçlarında bazı örneklerde magnezyum oranında hafif artışlar olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.94).

Çizelge 4.12 K-3 sondajı kesintilerinin XRF analiz sonuçları (değerler % cinsinden verilmiştir)

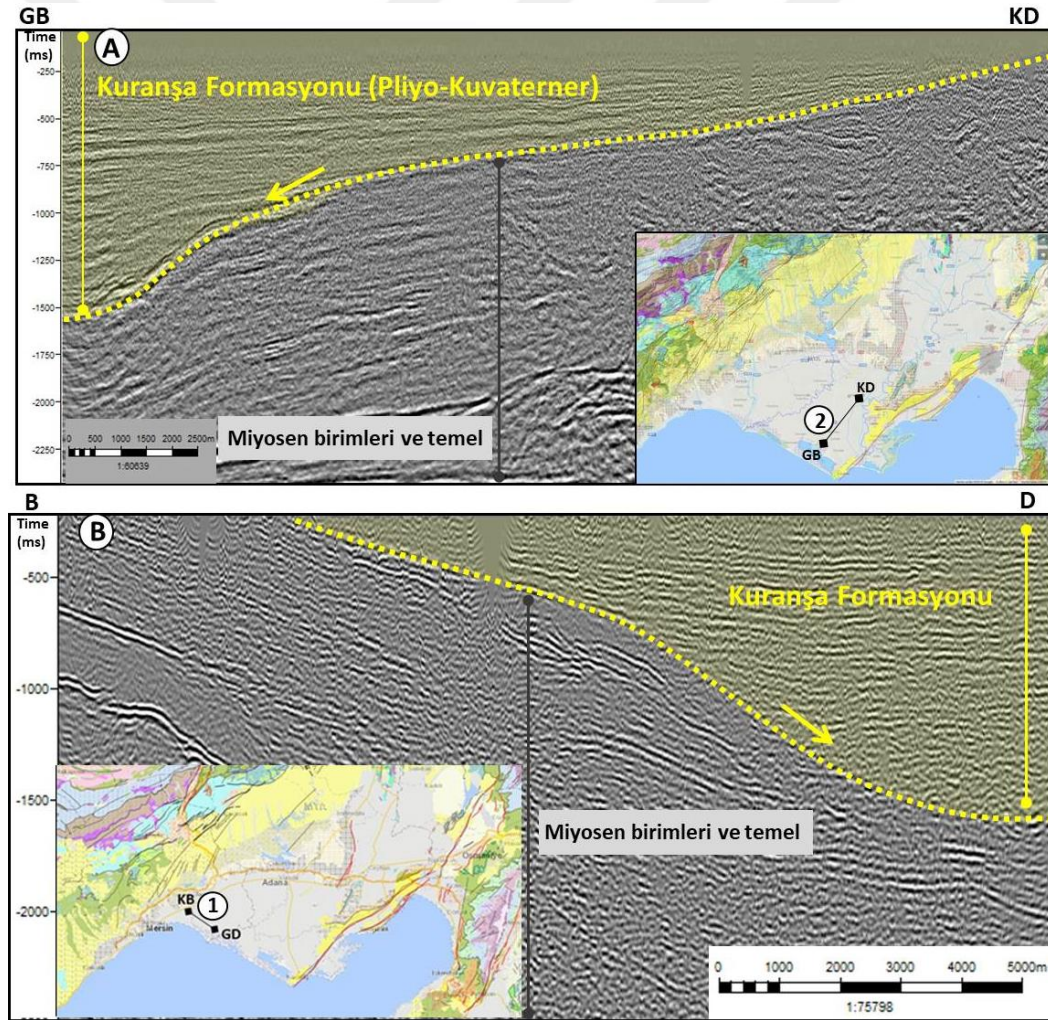
K-3 Derinlik (m)	Si	Al	Fe	Mn	Ca	Na	K	Mg	P	S	Cr
2-8	21,730	5,894	3,04900	0,07420	6,2330	1,090	0,97170	2,954	0,0452	0,01691	0,03175
12-16	25,830	7,397	2,91400	0,07370	3,9960	1,234	1,08700	2,103	0,0515	0,02261	0,03070
18	18,430	5,648	4,21200	0,06770	9,7440	0,692	1,11100	4,698	0,0511	0,15350	0,01855
18-26	18,780	5,623	4,14400	0,06720	8,9050	0,729	1,07200	4,498	0,0524	0,15410	0,02087
28-36	17,130	4,387	4,14400	0,06720	8,9050	0,556	1,07200	6,235	0,0457	0,02124	0,02087
38-50	16,150	3,023	2,36700	0,03708	12,9900	0,618	0,76270	4,050	0,0421	0,01532	0,03976
52-58	16,890	4,255	3,87700	0,06140	12,8600	0,470	0,84690	7,494	0,0421	0,04970	0,05379
60-68	16,410	2,842	2,29100	0,04274	12,8000	0,542	0,67660	4,905	0,0305	0,00936	0,03195
90-98	14,610	2,892	2,45000	0,04799	17,9000	0,736	0,65990	5,147	0,0428	0,01683	0,04875
100-102	16,480	4,159	3,25100	0,05539	15,5000	0,551	0,92020	5,410	0,0444	0,01848	0,03209
104-106	15,820	4,296	3,44000	0,06360	14,1800	0,356	0,80120	6,333	0,0339	0,02256	0,04024
108-110	15,560	4,221	3,63500	0,06930	14,9300	0,451	0,76900	6,053	0,0363	0,03214	0,03460
112-124	15,460	3,913	3,39100	0,06401	13,2900	0,411	0,79150	6,648	0,0395	0,01630	0,03752
126-128	13,380	3,152	2,40200	0,04592	13,4000	0,478	0,60600	11,350	0,0262	0,01407	0,02489
130-150	17,080	4,794	3,80400	0,06033	11,2400	0,438	1,04300	7,282	0,0442	0,02506	0,03683
162-166	14,960	3,870	3,39600	0,05791	12,5300	0,285	0,74260	8,646	0,0362	0,01369	0,04179
168-178	20,940	3,566	2,62200	0,04012	10,3700	0,880	0,91620	4,32	0,0545	0,01478	0,08000
180-186	12,200	2,751	2,18800	0,03971	14,5500	0,345	0,46190	10,98	0,0264	0,01491	0,02491
188-202	16,150	4,091	3,28700	0,05645	12,2500	0,472	0,83210	7,9	0,0383	0,01056	0,04298
206-210	14,300	3,014	2,47700	0,04390	13,4400	0,523	0,59390	9,819	0,0286	0,02541	0,03849
232	20,720	5,755	4,29100	0,06424	7,8240	0,547	1,57100	4,775	0,0524	0,01334	0,04425
262	14,970	2,521	2,32900	0,04237	15,4400	0,574	0,49010	4,111	0,0316	0,01783	0,06622
280	18,760	4,497	3,44100	0,06680	10,2100	0,391	1,05900	4,981	0,0401	0,01950	0,04471
302	19,350	4,114	3,24600	0,06600	12,1400	0,611	0,89140	7,043	0,0421	0,03635	0,05483
324-344	17,770	3,778			11,4000	0,558	0,80560	5,46	0,0378	0,03544	0,04857
346	17,260	4,120	2,94000	0,06600	14,2900	0,574	0,77050	4,955	0,0334	0,03389	0,04705
354	19,740	4,895	3,61300	0,06890	11,0800	0,698	0,99600	6,461	0,0427	0,12580	0,04686
380	18,540	4,855	3,81600	0,06750	11,7500	0,488	0,91650	5,916	0,0416	0,02827	0,03460
408	18,610	4,690	3,52200	0,07380	13,2900	0,661	0,93010	5,702	0,0383	0,04194	0,03798



Şekil 4.94 K-3 sondajı örneklerinde Na-K-Fe ve Mg elementlerinin konsantrasyonları

4.4 Sismik Çalışmalar

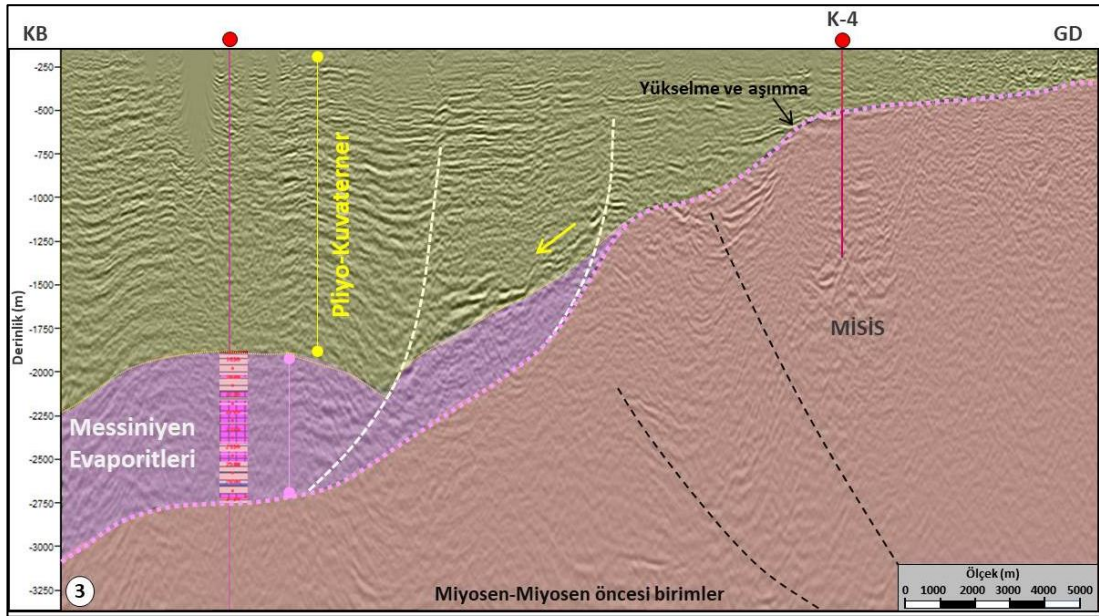
Materyal ve metod bölümünde özet bilgileri verilen 2B sismik verilerden kara alanında Kuranşa Formasyonu'nun görülebildiği kesitler yorumlanmıştır (Şekil 4.95). Aynı zamanda Mersin Körfezi'nde yer alan 2B ve 3B sismik verilerde Pliyo-Kuvaterner istifine yönelik yorum çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı karada ve denizde Kuvaterner ve Pliyosen birimlerinin ayrımının sağlamasıdır. Kara alanında KD-GB ve D-B yönlü sismik hatlarda çalışılan bu birimlerin kalınlığının havzanın güney alanlarına doğru arttığı görülmektedir. Yorumlanan bu kesitlerin ortak anlamı deposantırın Tarsus açıklarında olduğunu göstermektedir (Şekil 4.95).



Şekil 4.95 Kara alanında 2B sismik kesitlerde Pliyo-Kuvaterner istifinin yorumu; A: Havzanın kuzeyinden güneyine doğru artan kalınlaşmayı; B: Havzanın batı kenarından merkeze doğru kalınlaşmayı göstermektedir.

Kara alanında yer alan 3 nolu kesitte (Şekil 2.1) havzanın doğu sınırını oluşturan Misis yükseliminden batıya doğru Pliyo-Kuvaterner istifinin kalınlık artışı açık bir biçimde görülmektedir. Kesitin batısında sedimanlarla ardalanmalı olarak 831 m kalınlık sunan Messiniyen evaporit çökeltilerinin Misislere doğru giderek inceldiği izlenmektedir. Pliyo-Kuvaterner birimlerinin havzanın bu kesiminde genişleme zonunda tuz tektoniğine bağlı gelişen faylarla kesildiği izlenmektedir (Şekil 4.96).

Havza'nın Messiniyen ve Messiniyen'den hemen sonraki dönemde hafif bir eğim kazanması, Messiniyen tuzlarının bölgesel bir ayrımlaşma düzeyi oluşturmaya neden olmuştur. Pliyosen döneminde kuzey alanlardan havzaya sediman girdisi, tuzun güney alanlara doğru kaymasını hızlandırmış ve Pliyosen döneminde üç adet tektonik zon ayrılmıştır. Bunlardan ilki; genişleme zonudur. Bu zon havzanın kuzey alanlarında tuz kalınlığının az olduğu alanı temsil etmektedir. İkinci zon; iki bölge arasında diyapirizmin meydana geldiği geçiş zonunu temsil ederken ve üçüncü zon ise tuzun 1500 m'ye kadar kayda değer bir kalınlığa eriştiği ve havzanın güney kısmında yer alan sıkışma zonudur (Çiftçi vd. 2011).

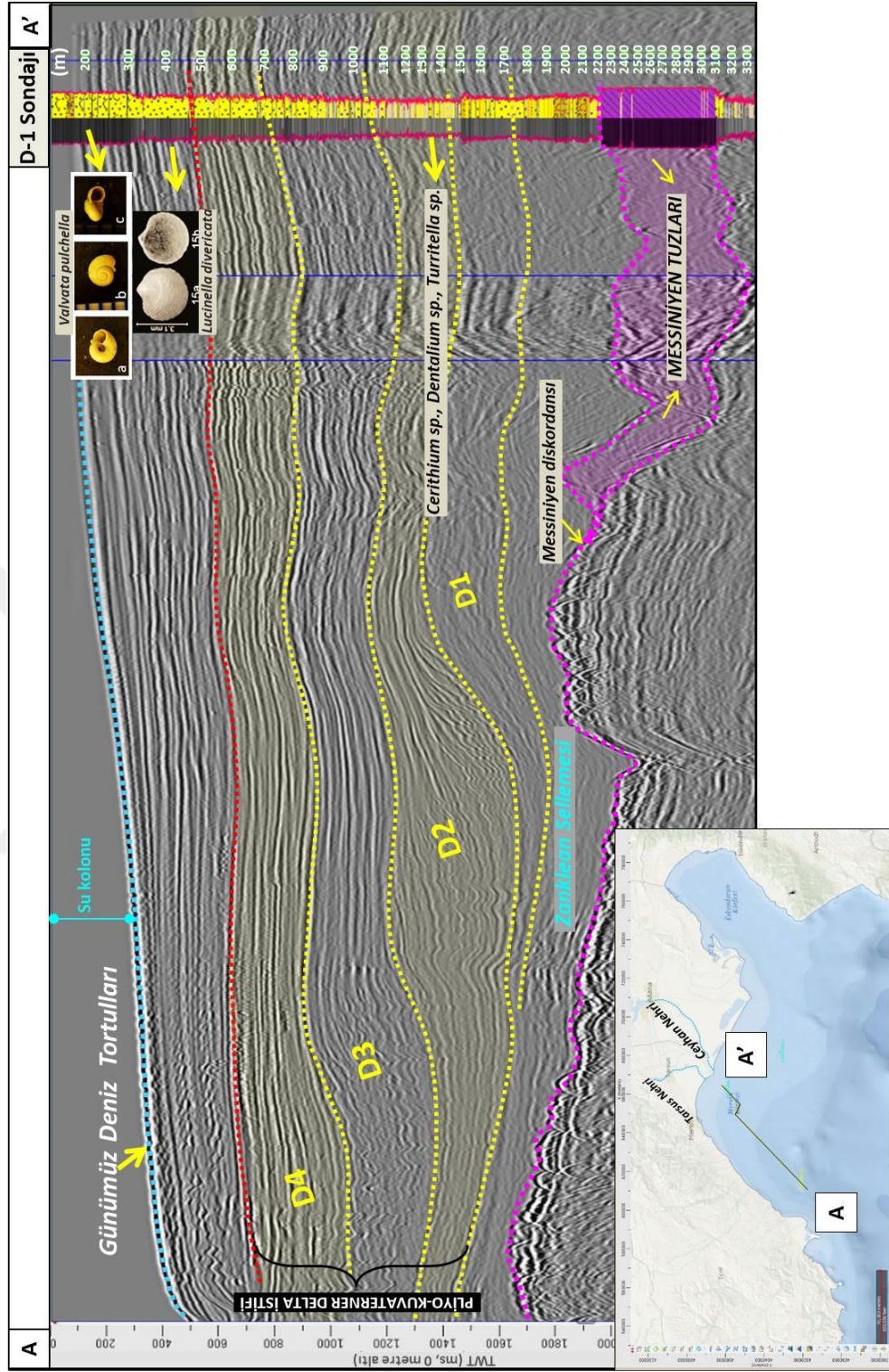


Şekil 4.96 Havzanın doğusunda, kara alanında Pliyo-Kuvaterner istifinin yorumu ve tektonik unsurlar; Pliyo-Kuvaterner istifi etkileyen tuz tektoniğine bağlı gelişen faylar beyaz renkli kesikli çizgilerle gösterilmiştir. Kesitte ayrıca Misis tektonizmasına bağlı gelişen faylar siyah renkli kesikli çizgilerle temsil edilmektedir

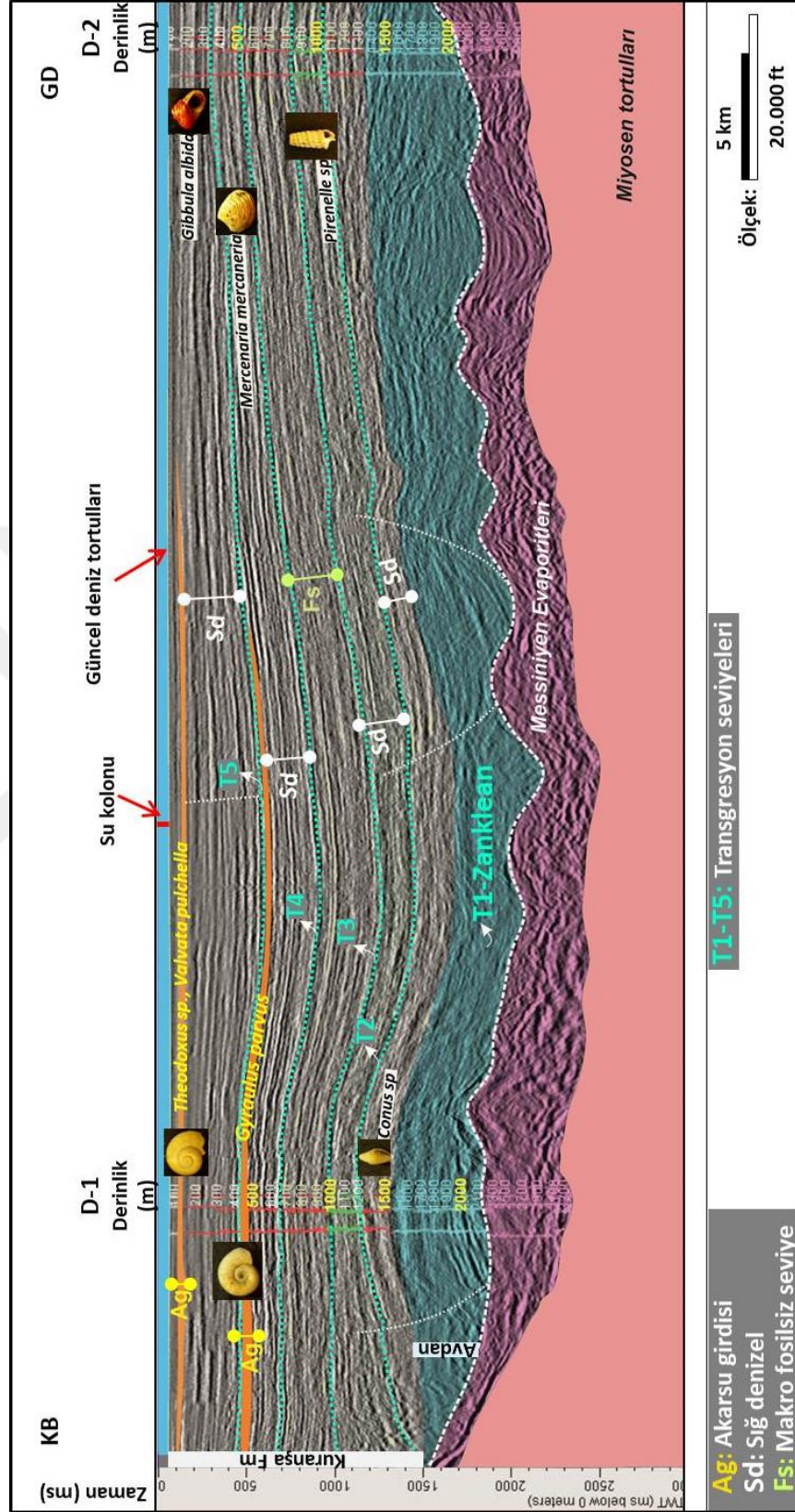
Havzanın deniz alanında; Mersin Körfezi'nde yapılan sismik yorum çalışmalarında günümüz Seyhan Nehri'nin açıklarında yer alan D-1 kuyusu, GB-KD yönlü 4 nolu sismik hat ve bu hattın hemen paralelinde bulunan ve delta loblarının en iyi görüldüğü 5 nolu sismik hat üzerinde oturtularak deltanın istif mimarisi kurulmuştur (Şekil 2.1, Şekil 4.97). Pliyo-Kuvaterner istifinin tabanında yer alan Messiniyen evaporit çökelleri D-1 sondajında anhidrit-halit araldanması şeklinde görülmekte, yer yer özellikle istifin alt ve üst evaporit üyesi olarak adlandırılan seviyelerinde şeyl, kum, silt ve yer yer kireçtaşı araldanmalarıyla geçilmiştir. Kuyuda bu seviye yaklaşık 1000 m kalınlığa ulaşmaktadır. Sismik kesitlerde havzanın batı ve doğu kenarlarına doğru inceldiği görülen evaporitlerin üzerine E.Pliyosen yaşlı transgresif çökeller gelmektedir. Sismik yorum ve kuyu loglarıyla yapılan çalışmalarda Zanklean sellenmesini izleyen sonraki süreçlerde Pliyo-Kuvaterner döneminde pek çok kez deltaların transgresif seviyelerle boğulduğu gözlenmiştir. Bu dönem içinde tez çalışmasında dört adet büyük delta tanımlanmıştır (Şekil 4.97).

Şekil 4.98'de D-1 ve D-2 sondajlarından geçen 6 nolu sismik kesitte (Şekil 2.1) kuyulardan yapılan kavkı tanımlamaları yardımıyla Pliyo-Kuvaterner istifinin çökel sistemi yorumlanmıştır. D-1 sondajında tanımlanan *Theodoxus sp.*, *Valvata pulchella* ve *Gyraulus parvus* türlerine ait fosillerle istifin ilk 500 m'lik kısmında iki seviye halinde ortama akarsu girdisinin olduğu belirlenmiştir.

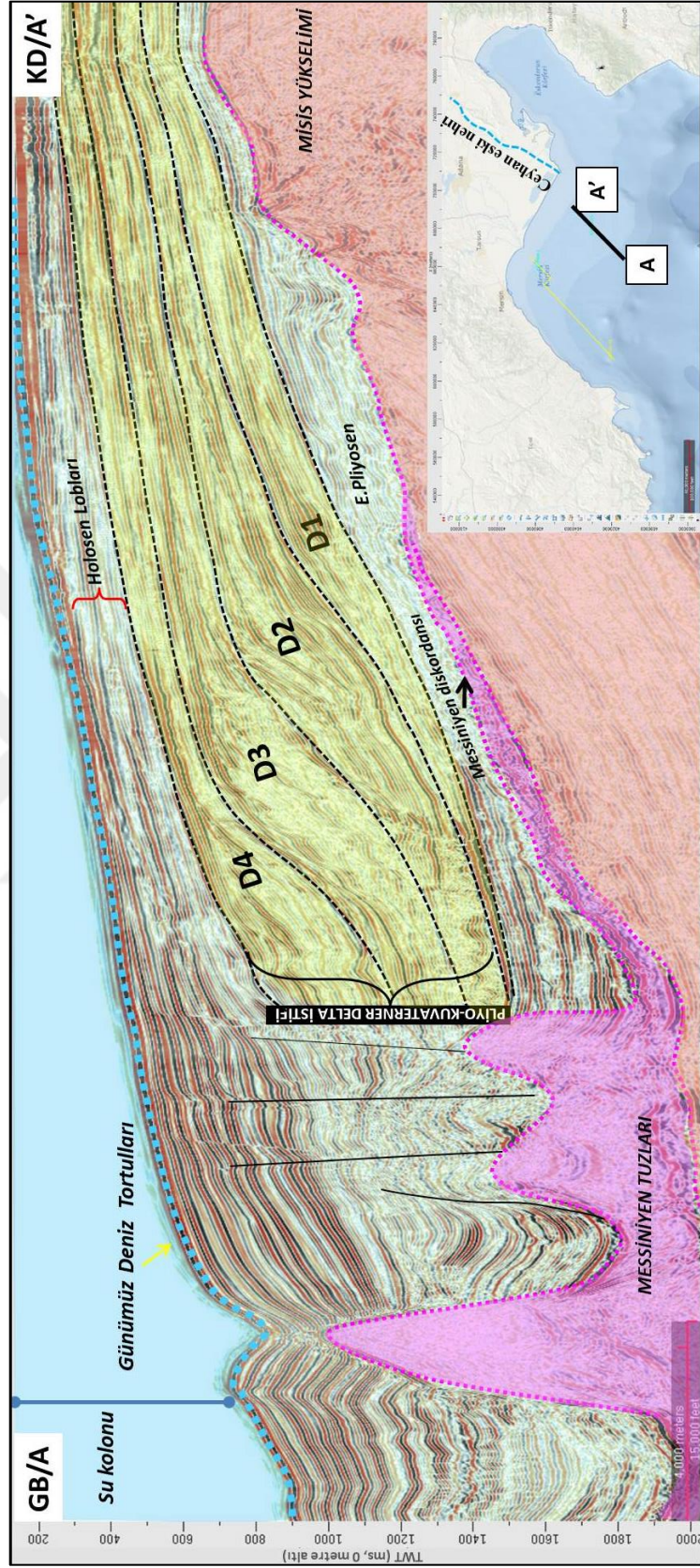
Çalışma alanının doğusunda yer alan Ceyhan Deltası'nın istif mimarisi Mersin Körfezi'nde yer alan 7 nolu 3B sismik hat üzerinde yorumlanmıştır (Şekil 2.1, Şekil 4.99). Ceyhan Nehri'nin eski yatağının uzantısında; havzanın deniz alanında yer alan GB-KD yönlü bu hat üzerinde tıpkı batıdaki Seyhan Deltası'nda olduğu gibi Pliyo-Kuvaterner dönemine ait dört adet ana delta seviyesi tanımlanmıştır (Şekil 4.99). Bu seviyelerin yanı sıra istif içerisinde küçük ölçekli ara transgresif seviyelerde izlenebilmektedir. Yapılan yorum çalışmalarında havza yönünde etkisi artan tuz tektoniğinin genç istiflerdeki çökelmeyi kontrol ettiği ve delta loblarının bu tektonizmaya bağlı gelişen fay sistemleriyle kesikliğe uğrayarak devamının izlenemediği görülmektedir (Şekil 4.99).



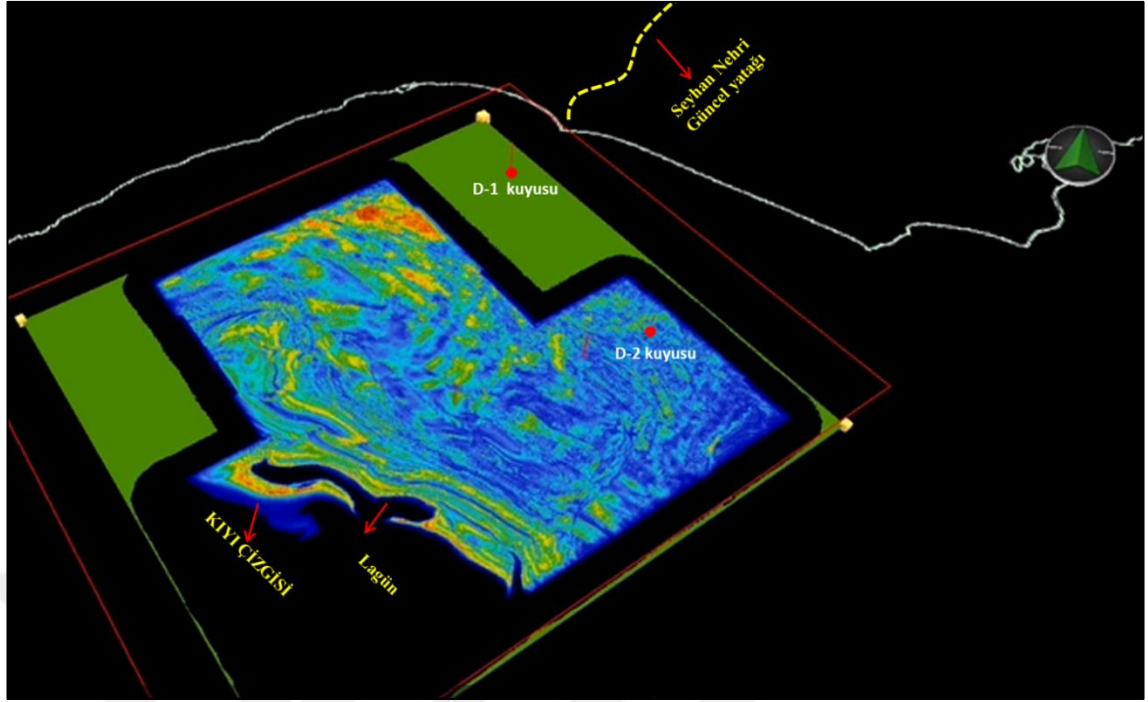
Şekil 4.97 Seyhan Nehri açıklarında kuyu ve sismik verilerle Seyhan Deltası Pliyo-Kuvaterner istifinin yorumlanması



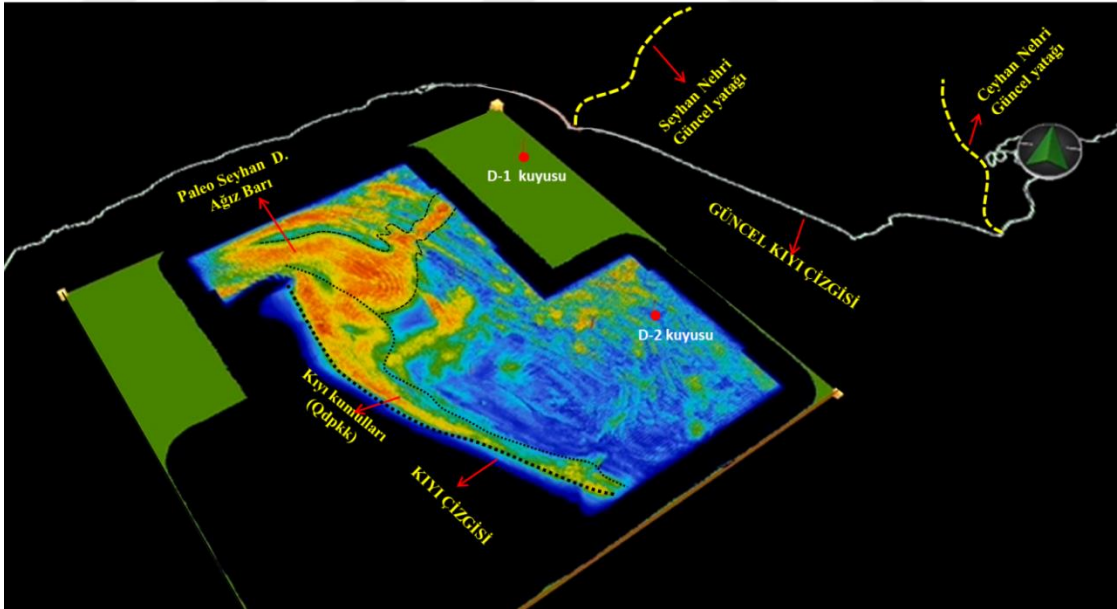
Şekil 4.98 D-1 ve D-2 sondajlarından geçen sismik kesitte fosil tanımlamaları ve istifin yorumlanması (kesit no:6)



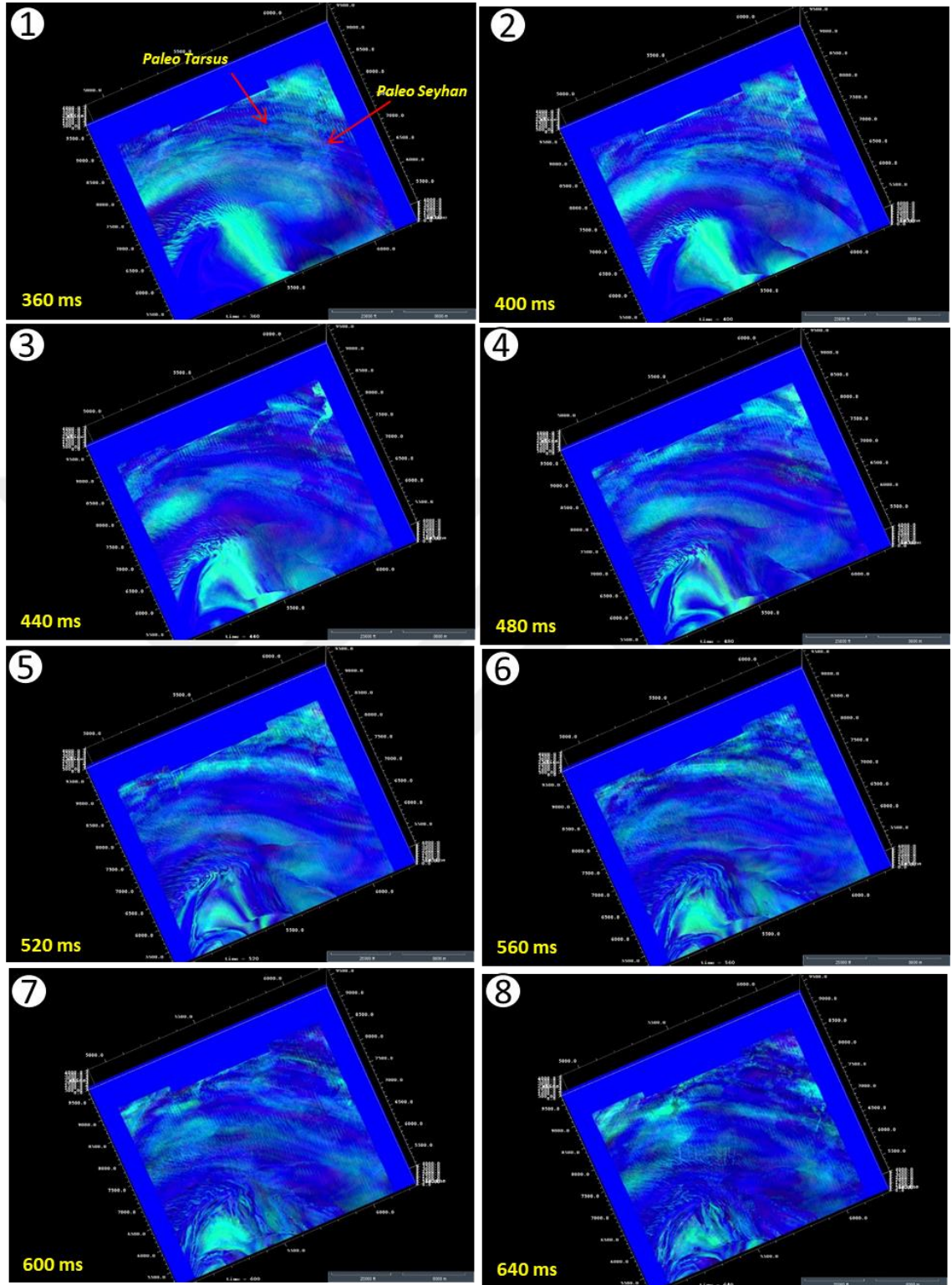
Şekil 4.99 Basenin deniz alanında Ceyhan Deltası'nın sismik kesit üzerinde yorumlanması (kesit no:7)



Şekil 4.100 Günümüz deniz seviyesinden 520 m daha alçakta kıyı çizgisi ve morfolojisi; 3B sismik verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur. Dalga etkileriyle şekillenen kıyı kumulları (Qdkk) net bir şekilde gözlenmektedir.



Şekil 4.101 Günümüz deniz seviyesinden 285 m daha alçakta paleo-Seyhan Deltası sismik modelleme çalışması (DSG: Reflection stretch attribute). Günümüz Seyhan Nehri ağzının devamında paleo kanal izlenebilmektedir.



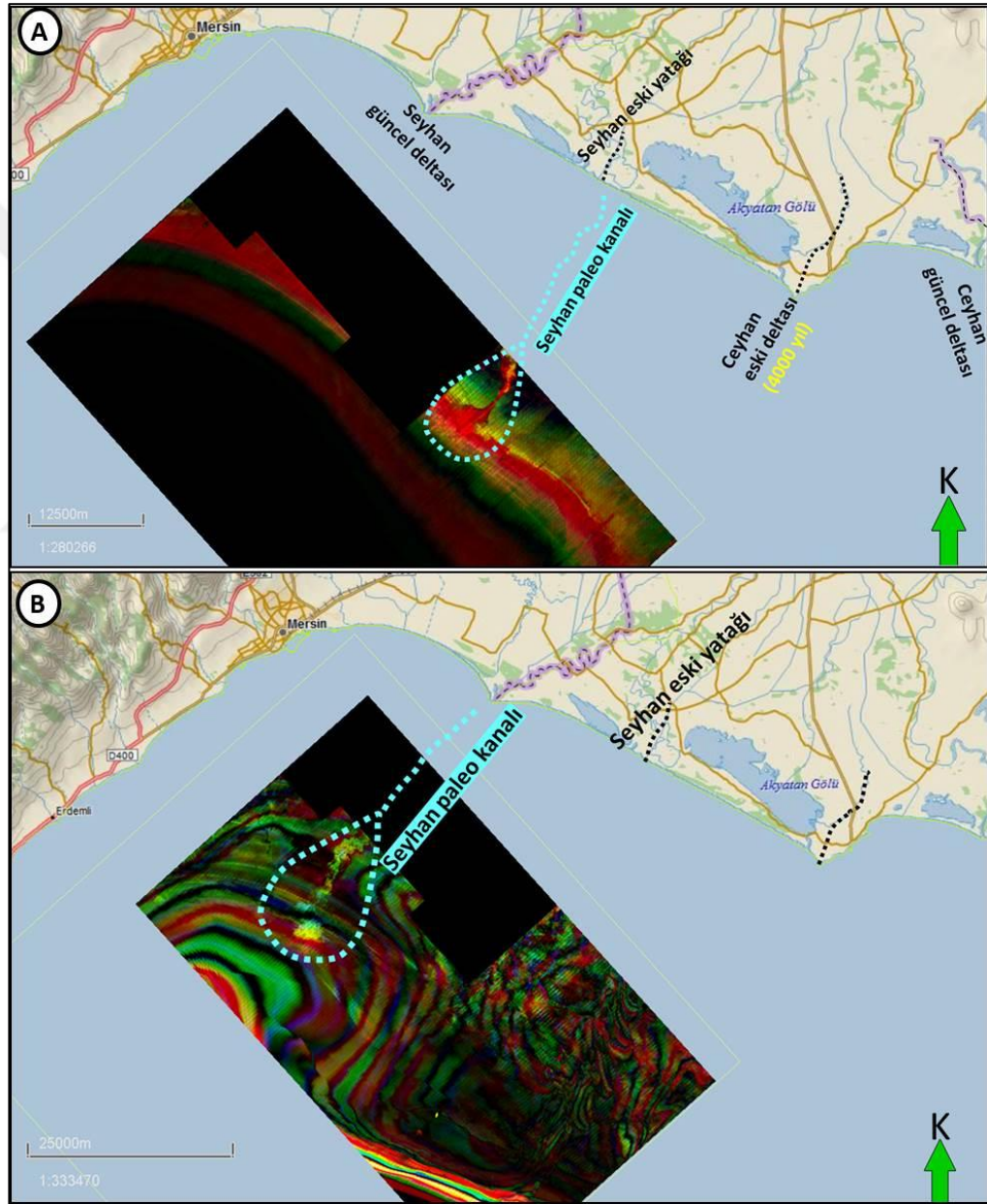
Şekil 4.102 Tarsus ve Seyhan nehirleri paleo kanallarının ve sellenme dönemlerinin sismik z düzleminde görünüşleri (Paradigm, voxelgeo); 460 msn-640 msn arasındaki düzlemlerdir; 1, 2, 3 ve 4 numaralarla belirtilen dönemlerde paleo-kanallar net olarak gözlenmektedir.

Tektonizmanın çalışma konusunu oluşturan istiflerde sediman çökelimindeki en önemli faktör olduğu görülmektedir. Havzayı batıda ve doğuda sınırlandıran doğrultu atımlı ana fay zonlarının (Ecemiş, Kozan ve Misis fay zonları) ve Messiniyen tuzlarının özellikle Mersin Körfezi'nde yarattığı tektonizmanın etkilerinin deltanın gelişimi ve evriminde etken rolü oynadığı görülmektedir (SCDK'da önceleri GB yönünde akan Ceyhan Nehri'nin yatak değiştirerek GD'ye yönelmesinde genç faylanmalar etkili olmuştur). Deltanın doğusunda sismik kesitlerde Misis yükseliminin halen devam etmekte olduğu bu alanda yer alan sismik kesitlerde deniz tabanının yükselimiyle izlenebilmektedir.

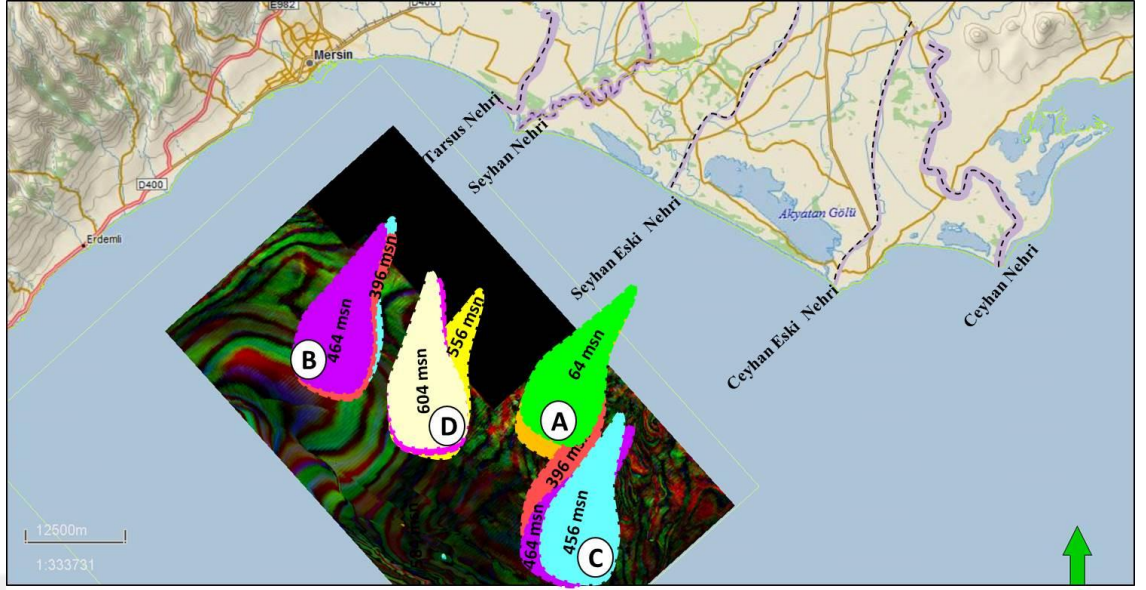
SCDK'nın Holosen dönemi evrimini anlamak için Mersin Körfezi'nde toplanan 3B sismik veride modelleme çalışmaları kullanılmış ve Seyhan-Ceyhan deltalarının bu döneme ait lobları belirlenmiştir. Çeşitli sismik attribute çalışmalarıyla (bkz: Bölüm 2) ve kanal geometrilerine dik alınan KB-GD yönlü sismik zaman ve derinlik kesitlerinde yapılan yorumlarla desteklenen çalışmada Seyhan Nehri'nin günümüz konumundan hemen önceki eski kanalının Tuzla mevki açıklarında olduğu görülmektedir (Şekil 4.103, Şekil 4.104). A konumu olarak adlandırılan alanda en yeni lob 64-160 ms sismik zaman aralığında, -110 m derinliğe kadar izlenebilmektedir. A konumunun uzantısında ovanın güneyinde kara alanında yer alan Tuzla mevkiinde gerek yüzey gözlemleri gerekse de uydu görüntülerinden Seyhan Nehri'nin eski yatağının görülmesi bu genç lobu desteklemektedir.

Çalışmada kullanılan mevcut veri doğrultusunda belirlenebilen Seyhan Deltası'na ait diğer bir lob günümüz Seyhan Nehri açıklarında B konumunda yer almaktadır. Bu lob yukarıdakine göre daha eski olup -270 m ve -315 m'ler arasında (320-400 ms zaman aralığında belirlenebilmiştir) kanal geometrileri izlenmiştir (Şekil 4.103, Şekil 4.104). Daha alt seviyelerin (-320 m ve -340 m'ler arası) ise kanal geometrilerinin izlenemediği sellenme dönemlerine karşılık geldiği düşünülmektedir. Yine B konumunda Seyhan deltasına ait bir diğer lob -340 m ve -380 m aralığında yaklaşık olarak 40 m lik aktif kanal sistemleriyle görülmüştür. Bu aralıkta yine altta bir sellenme yüzeyi ile sınırlanmaktadır (-380 m).

Esi Ceyhan Nehri açıklarında yer alan C konumunda Ceyhan deltasının lobları tektonik aktivitenin elverdiği ölçüde 396-464 ms zaman aralığında belirlenmiştir. Günümüz Seyhan Nehri ve Tuzla arasında bulunan D konumunda ise Seyhan Deltası'na ait Holosen dönemi öncesi eski bir lob izlenmiştir (460 m-530 m; 524-604 ms, Şekil 4.104). Daha alt seviyelerde ise delta loblarının tektonizma ile parçalandığı görülmektedir.



Şekil 4.103 Seyhan Deltası'nın paleo evrimi: A; Tuzla mevkiî açıklarında yer alan Seyhan Nehri'nin günümüz konumundan hemen önceki dönemi; B ise daha önceki döneme ait eski kanal sistemlerini göstermektedir.



Şekil 4.104 Tarsus-Seyhan-Ceyhan nehirlerinin Kuvaterner dönemindeki göçleri (farklı renklerle Holosen dönemindeki farklı sismik zamanlarda tespit edilen kanal geometrilerini temsil etmektedir)

4.5 Fasiyes Analizi

Litoloji, paleontoloji ve jeokimyasal özellikleri incelenen SCDK üzerinde dört tanesi karada iki tanesi denizde açılan TPAO sondaj verileri ve çalışmayı desteklemek için kullanılan DSI sondaj verilerinden elde edilen litoloji logları istiflerin başlıca 8 fasiyes kapsadığını göstermektedir. Bu fasiyesler tane boyu dikkate alınarak ve K-1 sondajı referans alınarak tanımlanmıştır.

Karadaki üç adet sondajda (K-1, K-2 ve K-3) yapılan analizlerle desteklenen litofasiyes ayrımları Şekil 4.105, Şekil 4.107 ve Şekil 4.109'da gösterilmiştir. Sondajlarda ayrılan bu litofasiyeslerin element konsantrasyonları ise Şekil 4.106, Şekil 4.108 ve Şekil 4.110'da görülmektedir.

4.5.1 Fasiyes adları

F1-Güncel deniz dibi tortulları fasiyesi

Bu fasiyes kara sondajlarında sığ su-lagün seviyelerinde gözlenirken deniz sondajlarında su kolonu altındaki ilk çökelleri temsil etmektedir. Fasiyeste kil, silt yanında, çakıl, kum, yer yer kavkı parçaları ağırlıktadır. Killerin bolluğu dolayısıyla çamur olarak da adlandırılmıştır. Bol suludur. Herhangi bir tutturulma veya diyajenez özelliği göstermez. Mavimsi-gri renkli olup, bazı yerlerde siyah seviyeler bulundurur. Örnekler ilk çıkarıldığında, taze iken çürük organizma ve bataklık kokuludur. K-4, D-1 ve D-2 sondajlarının ilk seviyelerinde gözlenmiştir (Şekil 4.47, Şekil 4.55, Şekil 4.57).

F1 fasiyesi K-4 sondajında dip yüzeyinden 43 m derinliğe kadar görülebilmektedir. Bu seviyenin ilk 20 m'si yoğun kavkı içeriği ile karakteristiktir. Bu aralıkta tanımlanan kavkılar genel olarak tatlı su, bataklık ve sığ göl ortamında yaşayan türleri temsil etmektedir (ayrıntılı tanımlar için bkz bölüm 4.2). Güncel delta üzerinde Akyatan Lagünü kuzeyinde DSI tarafından açılan A-1 sondajının ilk 41 m'lik kısmında kesinti tanımlamalarında bu fasiyesin varlığı görülmektedir. Sondajda kesildiği seviye; mavimsi gri renkli, kalkerli, bol miktarda lamelli ve gastropoda kavkılarıyla tanımlanmıştır.

Deniz sondajlarından D-1'de fasiyesin kalınlığı 140 metreyi bulmaktadır. Deniz tabanından itibaren 58 m-76 m aralığında bol miktarda deniz kabuğu (gastropod, pelecypod, bivalvia kavkıları) içeren deniz çamuru kesilmiştir (Şekil 4.56). Bu seviyede sığ denizel, acı su-lagüner ortam koşullarına özgü, çoğunluğu bryozoa, pelecypod, cephalopod, alg ve mercan ile 30'un üzerinde mollusk türü tanımlaması yapılmıştır (Şekil 4.56). Tanımlanan kavkıların çoğu Akdeniz'e özgü formlardır (ayrıntılı bilgiler bölüm 4.2'de verilmiştir).

F1 fasiyesi D-2 sondajında deniz tabanına inildikten sonra 101 m-283 m aralığındaki ilk çökel fasiyesi için tanımlanmıştır. Kaba kum, kalker ve killi tutturulmamış çökellerden

oluşan seviyede bryozoa, pelecypod, cephalopod, alg ve mercan türü kavkılarının gözlenmiştir (Şekil 4.58). Bu aralıkta 50'nin üzerinde mollusk türü tanımlaması yapılmıştır. Tanımlanan kavkılarının çoğu yine D-1'e benzer şekilde Akdeniz'e özgü formlardır (bkz bölüm 4.2).

F2-Çakıl fasiyesi

İçerisindeki egemen taneleri 10 mm'den daha büyük çakılları olan fasiyestir. Çakıllar çeşitli kayalara ait olup kireçtaşı, volkanik kayalar ve metamorfik kayaç parçaları olabilmektedir. Kırıklanmış olanların dışında bazı seviyeler iyi yuvarlaklaşmış görünürler. Bu fasiyes seviyelerine göre; kırmızı, sarı, gri ve yeşil renklerde olabilmektedir. Kırmızı ve sarı renkler karasallık işareti olarak kabul edilmiştir. Fasiyesin diğer elemanları daha az oranda kum-silt ve kırıklanmış kavkı parçalarıdır. Taneleri tutturucu killi karbonattır. Fasiyesin bulunduğu aralıklar kuyu litoloji loglarında gösterilmiştir (Şekil 4.1, Şekil 4.34, Şekil 4.40, Şekil 4.41). K-1 sondajı tane boyu çalışmalarında bu fasiyes kesilen istifin üst seviyelerinde; 56 m, 66 m ve 76 m'lerde gözlenmektedir. Sondajın tane boyu dağılım analizinde 76 m'den alınan 8 nolu örnekte F2 fasiyesinin %45,2 değerine ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.14, Çizelge 4.2). Sondajın 66 m seviyesinden yapılan analizde; polijenik elemanlı çakıl ve kumların bölgede yapılan arazi çalışmalarına dayandırılarak provenanslarına yaklaşım yapılabilmektedir. Kahverengi-bordo renkli çakıl ve kum bileşenlerinin Aladağ Birliği'ne ait killi kireçtaşları ya da çörtlere ait olduğu düşünülmektedir. Kuvarsların otokton birimlerden ve Aladağlardan (G. Paleozoyik) taşınmış olabileceği düşünülürken ofiyolit çakıllarının çalışma alanının KB'sında yer alan yaşlı birimlere ait olması muhtemeldir. Siyah renkli çakıl ve kumların, tez örneklerinde diğerlerine göre tane boyları daha küçük olup daha yuvarlaktırlar ve bu durum göreceli uzun mesafelerden taşınmış olduklarını göstermektedir. Aşırı yuvarlaklaşma ve tanelerin boylarının göreceli küçüklüğü, bunların Aladağ Birliğindeki G.Paleozoyik yaşlı konglomeratik birimlerden çalışma alanına ikinci kez olarak taşınmış olabileceğini göstermektedir.

Belemedik penceresi olarak arazide yüzlek veren ve Karbonifer, Permian, G. Devonian yaşlı birimlerin daha güney alanlarda (Çakıt Vadisi) Miyosen yaşlı Kuzgun

Formasyonu içerisinde çakılları bulunmaktadır. Fasiyesteki tanelerin bu taşınmanın ardından deltayık istiflere yeniden aktarılmalari söz konusu olabilir. K-1 kuyusu çakıltaşı fasiyesinin 64 m’de yapılan kavkı tanımlamalarında; sığ denizel-acı su (az tuzlu, lagün, kıyı gölleri) faunaları tanımlanmıştır. Aynı sondajın 166 m’sinden alınan 16 nolu örnekte çakıl boyu tanelerin %31,8’e ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.32, Çizelge 4.2). K-2 sondajında bu fasiyes 50 m-60 m, 70 m-85 m arasında ve 94 m-110 m aralıklarında karakteristik olarak gözlenmektedir. XRD tüm kaya analizlerinde sondajın 96 m’sinden alınan örneğinde detritik bileşenlerin %60 seviyesine ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.83, Çizelge 4.7).

Deniz sondajlarından D-1’de 150 m-177 m’ler arasında iri taneli, polijenik elemanlı çakıl fasiyesi gözlenmektedir (Şekil 4.56). D-2 sondajında 305-320 m’ler arasında, 450-460 m’ler arasında ve 1036-1039 m’ler arasında bu fasiyes izlenebilmektedir.

F3-Granül fasiyesi

İçerisinde egemen taneleri 2-10 mm arasında granül olan fasiyestir. Çakıl fasiyesi ile benzer özellikler göstermekte olup özellikle kara kuyuları örnekleri üzerinde yapılan incelemelerde tane boyu farklılığından dolayı farklı bir fasiyes olarak tanımlanmıştır. Bu fasiyes seviyelerine göre benzer şekilde; kırmızı, sarı, gri ve yeşil renklerde olabilmektedir. Kırmızı ve sarı renkler karasallık işareti olarak kabul edilmiştir.

Fasiyes, K-1 sondajının ilk 106 m’sinde yoğun olarak bulunmakta, ayrıca sondajın 10 ve 13 numaralı seviyelerinde izlenebilmektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6). K-2 sondajında 70 m-80 m ve 90 m-120 m aralığında (Şekil 4.34, Şekil 4.37, Şekil 4.38); K-3 sondajının 30 m-50 m ve 200 m-230 m aralığında izlenebilmektedir (Şekil 4.40, Şekil 4.43). Deniz kuyularında; D-1 ve D-2’nin ilk metrelerinde yoğun olarak gözlenmektedir.

Granül fasiyesi; K-1 sondajı tane boyu analizinde 4 numaralı elek (4,76 mm) ve 10 numaralı (2 mm) elekler arasında kalan örnekler için tanımlanmıştır. Fasiyese ait

örnekler Şekil 4.32’de turuncu renkli eğri ile temsil edilmektedir. F3 fasiyesinin K-1 sondajında; 76 m’de %32,6; 106 m’de %25; 126 m’de %41,4 ve 186 m’de %32,2 değerlerinde olduğu görülmektedir. Yine sondajın XRD tüm kaya analizinde detritik bileşenlerin %75,6 seviyesine ulaştığı (86 m) görülebilmektedir (Çizelge 4.4). K-2 sondajında fasiyes yer yer polijenik elemanlı özellikte gözlenir, yer yer de diğer fasiyeslerle birlikte ardalanmalı olarak bulunur. K-3 sondajında genellikle polijenik elemanlıdır (serpantin, ofiyolit, çört vb elemanlı) ve seyrek kavkı parçaları içerir. D-1 sondajında bu fasiyes 570-607 m aralığında yarı yuvarlak özelliktedir ve F5 fasiyesi ile birlikte izlenmiştir.

F4-Kum fasiyesi

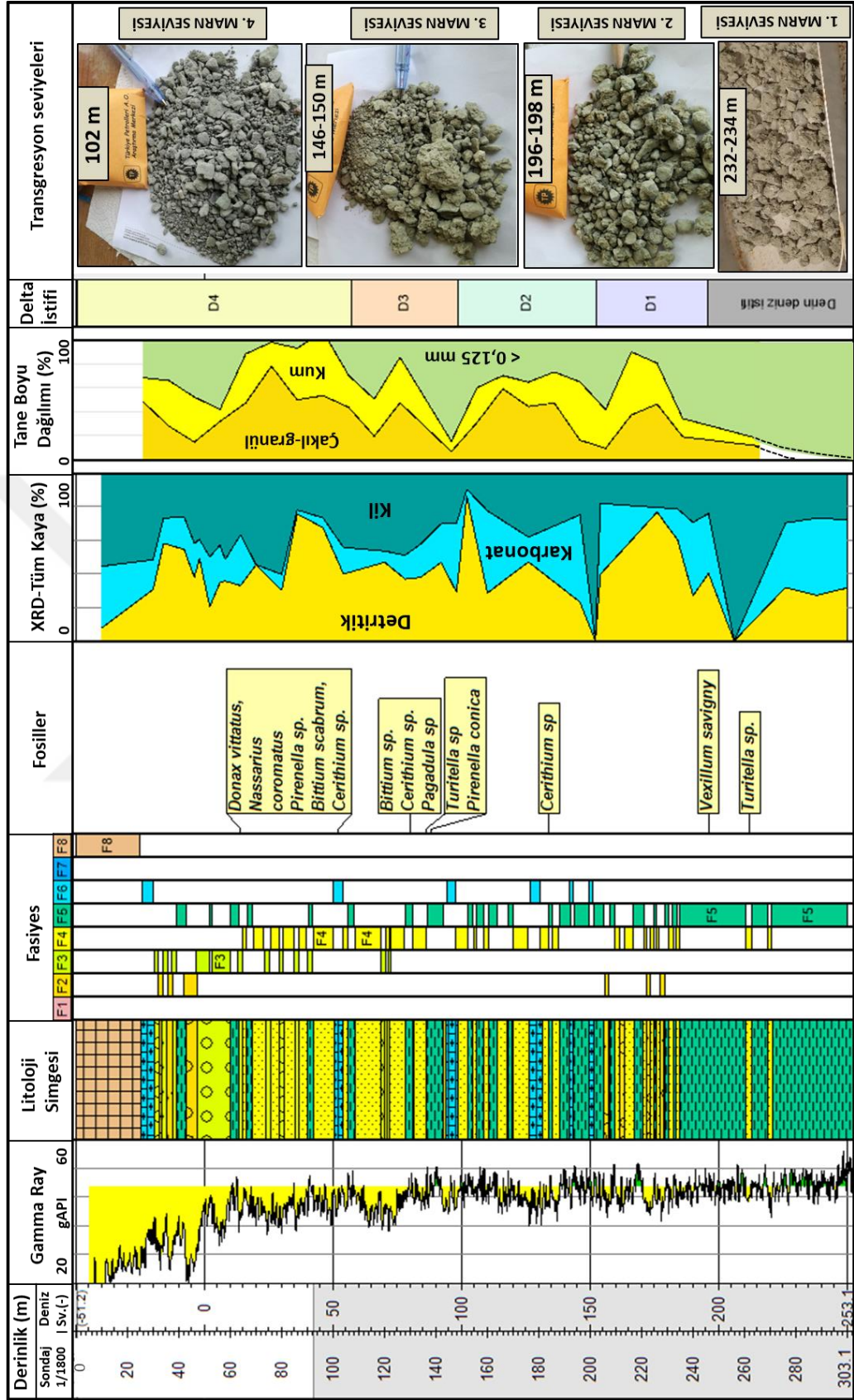
İçerisinde egemen tanelerin kum boyu malzeme olduğu seviyeleri temsil eden fasiyestir. Kaba kumdan ince kuma kadar olan tane boyları bu fasiyes altında birlikte ele alınmıştır. Çalışılan kuyularda genellikle sarı, kahverengi, yeşil ve gri renklerde gözlenmektedir.

Fasiyesin sondajlarda yoğun olarak izlenebildiği aralıklar; K-1’de 66 m-100 m, 110 m-142 m ve 152 m-192 m aralığında; K-2 sondajında 44 m-86 m, 110 m-125 m ve 170 m-215 m aralığında; K-3 sondajında 62 m-92 m, 102 m-128 m; 168 m-180 m ve 202-232 m aralıklarında izlenebilmektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.34, Şekil 4.40, Şekil 4.41, Şekil 4.47, Şekil 4.48, Şekil 4.55, Şekil 4.57).

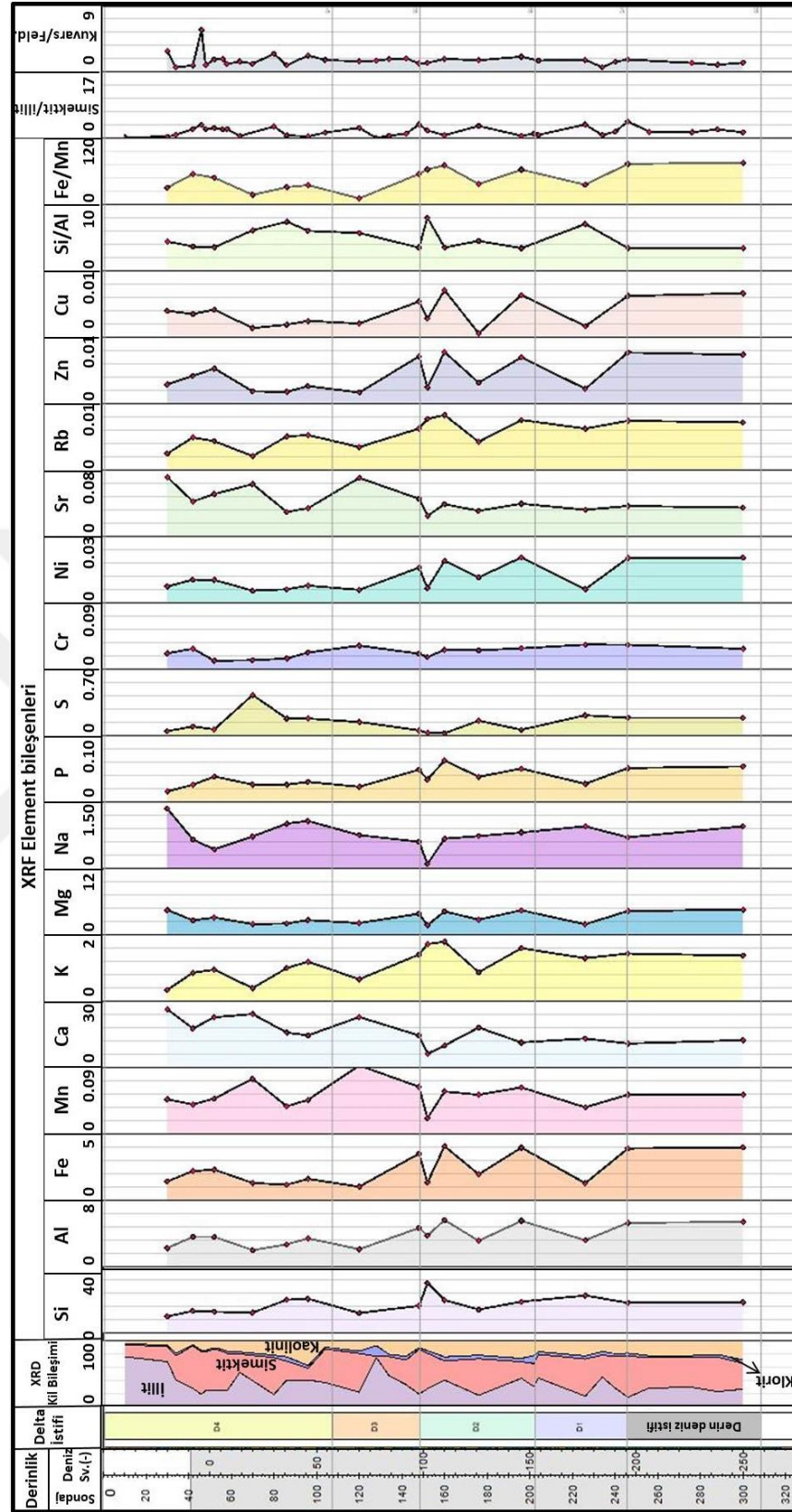
K-1 sondajının üst-orta seviyelerinde F4 fasiyesi, baskın tane türünün kuvars olduğu, karbonat çimentolu, seyrek kavkı parçalı, yer yer saçılmış ender kümeli piritli, siltli, killi olarak gözlenmektedir. Sondajın 70-72 m aralığında fasiyes içinde kömür kırıntıları gözlenmiştir. K-1’in daha alt seviyelerde ise F4 fasiyesi, F3 ve F5 fasiyesleriyle ardalanmalı olarak bulunmaktadır. F4 fasiyesi, tane boyu dağılım grafiğinde pembe renkli eğri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.32). Fasiyes; 66 m’de %41 (Çizelge 4.2); 96 m’de %53,6 (Şekil 4.16); 126 m’de %37,8 (Şekil 4.19) ve 216 m’de %52,6 (Şekil 4.27) değerlerinde kaba kum boyu ağırlıkta; 196 m’de ise %48,6 değerinde orta kum boyu ağırlıkta gözlenmektedir (Şekil 4.25, Çizelge 4.2). K-1’in 152 m’sinde yeşilimsi

kahverengi, kaba taneli, yer yer ince taneli, killi, yer yer çakıllı özellik sunan seviyede XRD analiz sonuçlarında detritik bileşenlerin %86,3 değerine ulaştığı görülmektedir (Çizelge 4.4). K-2 sondajında F4 fasiyesi genel olarak polijenik elemanlı olup iri-ince tane boyu aralığında değişim göstermektedir. Alt seviyelerde F5 fasiyesi ile araldanmalı olarak görülmektedir. K-3 sondajında tanımlandığı ilk seviyede kalın ve temiz bir istif sunan F4 fasiyesi kahvemsı bej renkli, kaba taneli, polijenik elemanlıdır. Diğer seviyelerinde ağırlıklı olarak F5 fasiyesiyle birlikte görülmektedir. K-4 sondajında 1500 ft (457 m) derinliğinde izlenebilmektedir.

Fasiyes denizde açılan D-1 sondajında 1250 m ve sonrasında kaba-orta taneli özellikte gözlenmektedir. Sondajın 168 m derinliğinde fasiyes içinde kömür kırıntıları gözlenmektedir. 4460 ft-4540 ft aralığında (1359 m ve 1384 m) F4 fasiyesi yine kaba-orta tanelidir. Sondajda bu seviyenin 1372-1378 m aralığında kömür kırıntıları gözlenmiştir. F4 fasiyesi D-2 sondajının ilk 1000 m'sinde genellikle konsolide olmamıştır. Sondajın yine ilk metrajlarında daha kaba taneli olarak gözlenirken 1000 m'lerden sonra daha ince taneli fasiyeslerde gözlenmektedir. D-1'in 365 m'sinde kumlar bazaltik ve kuvars çakıllarıyla geçişli olarak gözlenmektedir. Fasiyes 390 m'de glokonit minerali içermektedir. Sondajın özellikle 970 m-1220 m aralığında yoğun olarak saçılmış kömür parçaları içermektedir. 1290 ft'te (393 m) yer yer sıkıdan ankonsolideye, gevrek, yuvarlak-köşeli, killi, kuvars ve feldispatlı, iz miktarda piritli ve çakıltaşı geçişli görülen F4 fasiyesinde glokonit minerali görülmüştür.



Şekil 4.105 K-1 sondajının litofasiyes ayrımları



Şekil 4.106 K-1 Sondajında kesilen delta istiflerinin mineral bileşimi ve element dağılımı

F5-Kil fasiyesi

Sondajlarda kil boyu taneleri içeren seviyeler için tanımlanmıştır. Bazı derinliklerde gözlenen silt ve kil bileşenli çamurtaşları da bu fasiyes altında ele alınmıştır. Fasiyes, çamurtaşı özelliğindeki seviyelerde genellikle sarı ve kahve renkte, denizel ortamı temsil ettiği kilaşı fasiyeslerinde ise gri ve yeşil renklerde gözlenmiştir. Sondajlarda neredeyse kesilen tüm istif boyunca fasiyeslerin kil içeriklerinin yüksek olduğu gözlenmektedir.

Fasiyes, K-1 sondajında seviye 3-14-15 ve 18'de; K-2 sondajında seviye 1-2 ve seviye 9-12 ve 13'te; K-3 sondajında seviye 1-2 ve 4-6-12'de izlenebilmektedir (Şekil 4.2, Şekil 4.6, Şekil 4.36, Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39, Şekil 4.42, Şekil 4.43, Şekil 4.44).

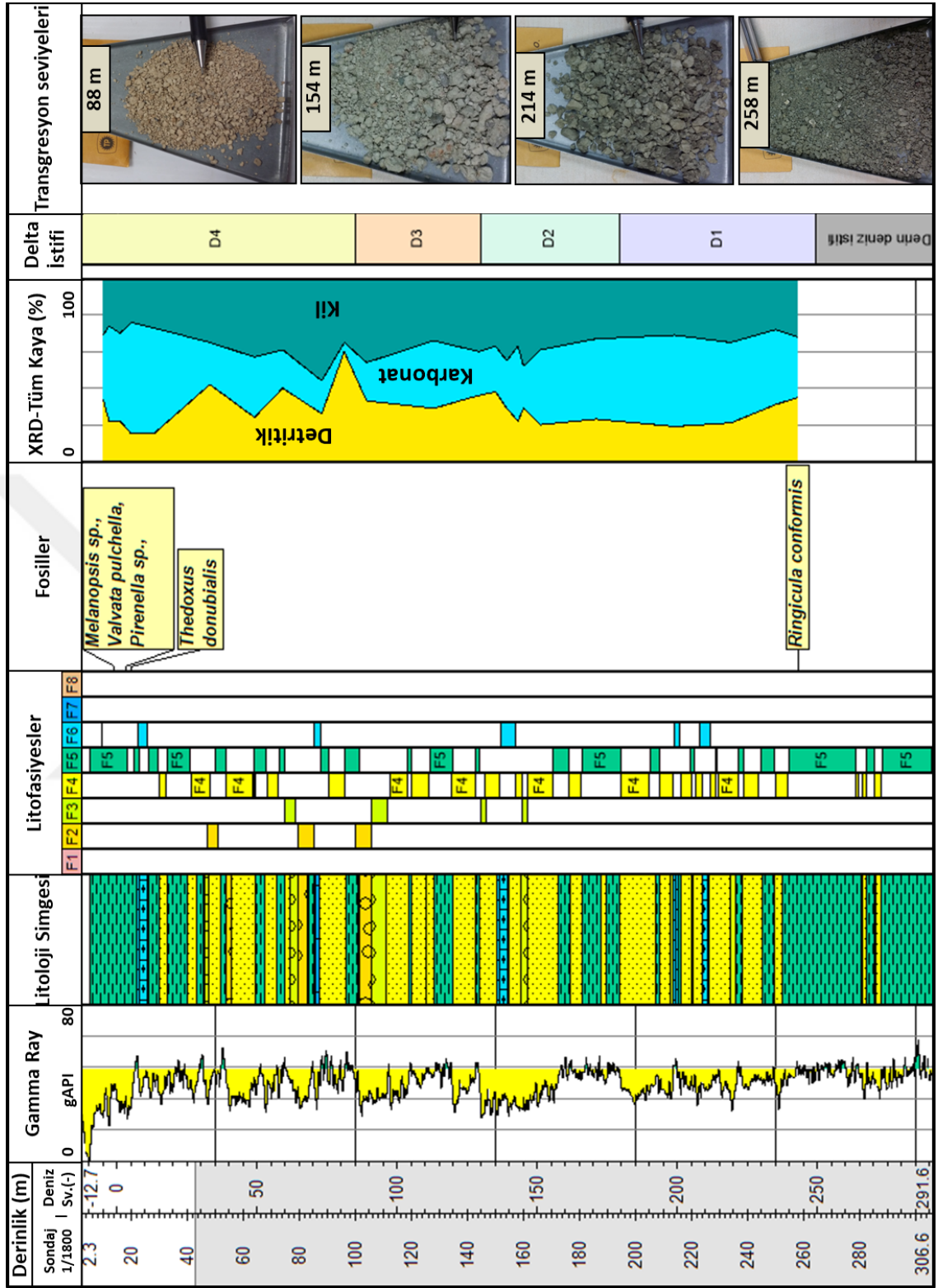
F5 fasiyesi, K-1 sondajının tane boyu analizinde yeşil renkli eğri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.32). İstif içerisinde bu fasiyesin çok yüksek değerlere ulaştığı seviyelerin sellenme dönemlerine karşılık gelebileceği düşünülmektedir (grafikteki yüksek piklerin bir kısmı marn fasiyesiyle de ilişkilendirilebilir). K-1 sondajında ilk olarak istifin 40 m-46 m aralığında görülen fasiyes; gri renkli, karbonatlı, yumuşak ve dağılgandır. Bu aralığın 46 m'sini temsil eden 5 nolu örnekte kil boyu tane oranının %59 olduğu görülmüştür (Şekil 4.32, Çizelge 4.2). Seviye 14'te (192 m-206 m aralığında) bu fasiyes; sarımsı-yeşilimsi bej renkli, yumuşak, dağılgan, karbonatlı yer yer granüllü ve siltlidir. 196 m örneğinde yapılan tane boyu analizinde kil boyu malzemenin %67,6 değerine ulaştığı görülmektedir. Fasiyes istifin alt seviyelerinde F6 fasiyesi ile ara bantlı olarak gözlenmektedir. 266 m'de tane boyu<0,125 mm olan bileşenlerin arttığı ve grafikte %82,8 seviyesine ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.32).

K-2 sondajının ilk 28 m'sinde görülen "çamurtaşı" seviyesi F5 fasiyesi altında tanımlanmıştır. Sarımsı boz renkli gözlenen kalın çamurtaşı seviyesinin arasında (18-20 m aralığında) izlenen koyu gri renkli (bataklık) çamurtaşı seviyesi yer almaktadır. Sondajın 16.m'sinde ve 20.m'de kömürleşme ve piritli seviyeler bulunmaktadır. 12 m-28 m aralığında *Melanopsis sp.*, *Valvata pulchella*, *Pirenella sp.*, *Theodoxus donubialis*

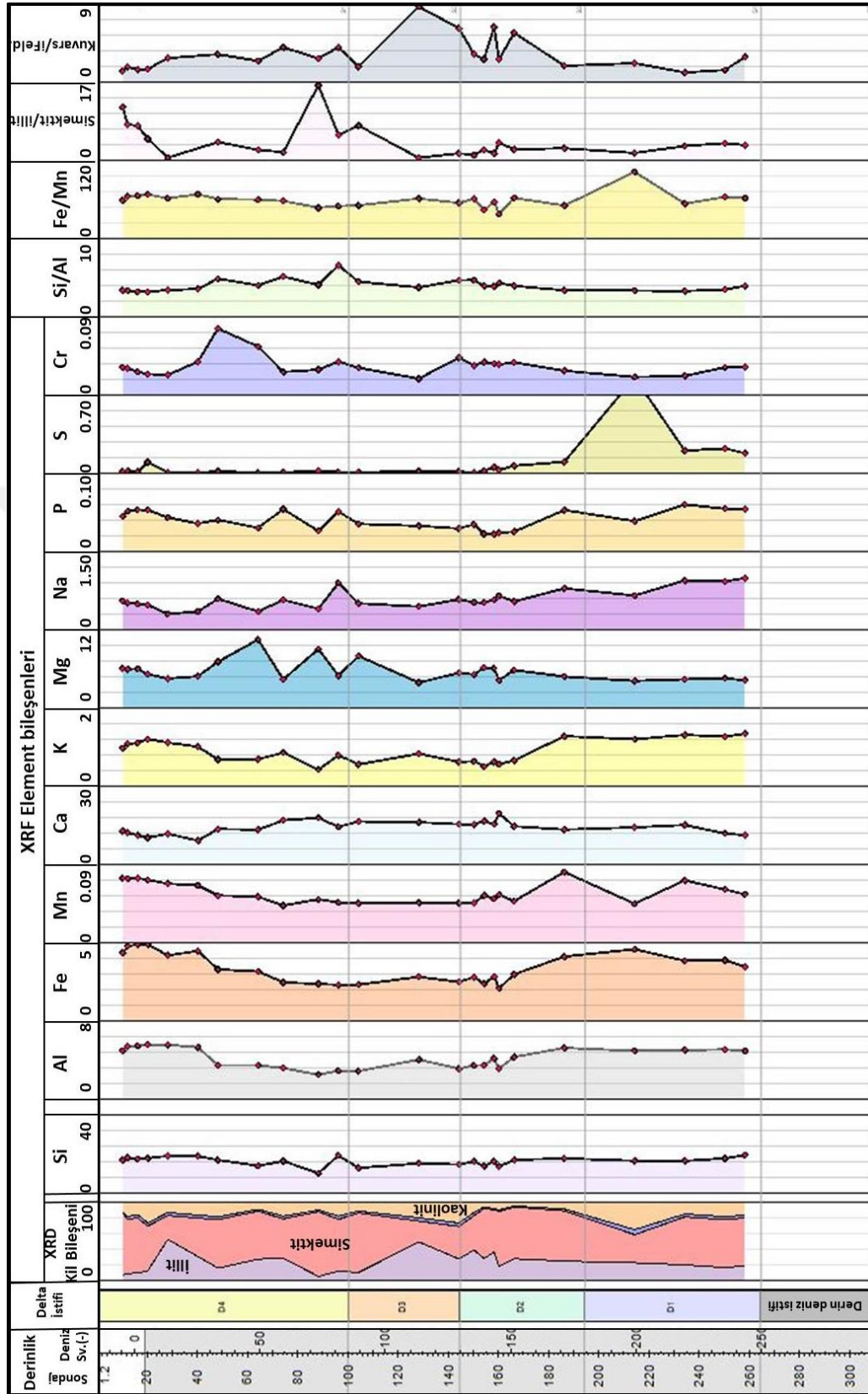
akarsu ağız formları tanımlanmıştır. Bu aralıkta yapılan XRF çalışmalarında Fe ve Mn elementlerinin yükseldiği görülmektedir. XRF mineral (element) analizi sonuçlarında ise ilk 28 m’de mangan değerleri % ağırlık olarak yüksektir (0,074-0,067). Demir değerleri ise %4,19-%4,89 arasında değişmektedir.

K-3 sondajında, bu fasiyes kahvemsı bej renkli granüllü, siltli, fosilli çamurtaşı tortulları olarak tanımlanmıştır. Sondajın 26 m’ye kadar olan seviyelerinde kompozit örnekleme ile yapılan XRD mineral analizinde bu aralığın kil değerlerinin yüksek olduğu (%48,1-%56,1) görülmüştür. 2 ve 36 m’ler arası örneklerinden seçilen fosil tayinlerinde karasal, bataklık, tatlı su faunası; *gastropoda parçası*, *Hydrobia acuta*, *gastropoda parçası*, *Bythinella turca*, *Nassarius sp.*, *Gyrulus parvus*, *Valvata pulchella*, *Bivalvia parçaları*, *Gastropoda parçaları*, *Gyraulus sp.*, *denizel kavkı parçaları*, *Gyraulus crista*, *kavkı parçaları*, *Gyraulus parvus*, *denizel kavkı parçaları*, *Gyraulus albus* kavkıları tanımlanmıştır.

Deniz sondajlarında D-1’de ilk 1000 m’de bu fasiyes yer yer kum (F2) ve çakıl (F4) fasiyesleriyle birlikte görülmektedir. 259 m-268 m aralığında siltaşı ile geçişli görünen fasiyeste makro kavkılarda artış gözlenmektedir. 286 m’de fasiyeste kömür kırıntılarına rastlanmaktadır.



Şekil 4.107 K-2 sondajı litofasiyesleri



Şekil 4.108 K-2 sondajında kesilen delta istiflerinin mineral bileşimi ve element dağılımı

F6-Marn fasiyesi

Fasiyes kara sondajlarında genellikle 10 m'ye kadar olan kalınlıklarla temsil edilen ve genellikle yeşil, gri renkli marn litolojisindeki seviyeler için adlandırılmıştır.

Fasiyes, K-1 sondajında seviye 2-7-12-13-14-17-18'de (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7) K-2 sondajında seviye 11-13 ve 14'te (Şekil 4.35, 4.40); K-3 sondajında seviye 5'te tanımlanmıştır (Şekil 4.40, Şekil 4.44).

K-1 sondajında F6 fasiyesi genellikle yeşilimsi gri renkli, gevrek ve kırılımandır. 100 m-104 m aralığında ve çalışılan istifin alt kesimlerinde (316 m'de) F6 fasiyesi içinde glokon minerali görülmektedir. Glokon mineralinin ani deniz seviyesi değişimlerini gösterir belirteç olması bu seviyelerde ani bir değişim olduğunu düşündürmektedir. Fasiyes, K-1 sondajı 14 nolu örneğin (146 m) tane boyu analizinde ince taneli malzeme artışı ile temsil edilmekte olup %84,8 seviyesine ulaşmaktadır. 266 m'de marn ve kil araldanmalı seviyenin ince taneli bileşen oranı %82,8 seviyesine erişmektedir (Çizelge 4.2, Şekil 4.32). K-2 sondajında 150 m-160 m aralığında toplam karbonat oranının %48'e ulaştığı, 158 m'de illit ve simektit değerinde artış olduğu gözlenmektedir (Çizelge 4.7, Çizelge 4.8). K-3 sondajında 94 m-100 m aralığında yapılan XRD analizinde toplam karbonat yüzdesi %46,6 değerinde görülmüş ve bu seviyelerde XRF analizlerinde Na, P ve Ca element miktarlarında artış gözlenmiştir.

F7-Killi kireçtaşı fasiyesi

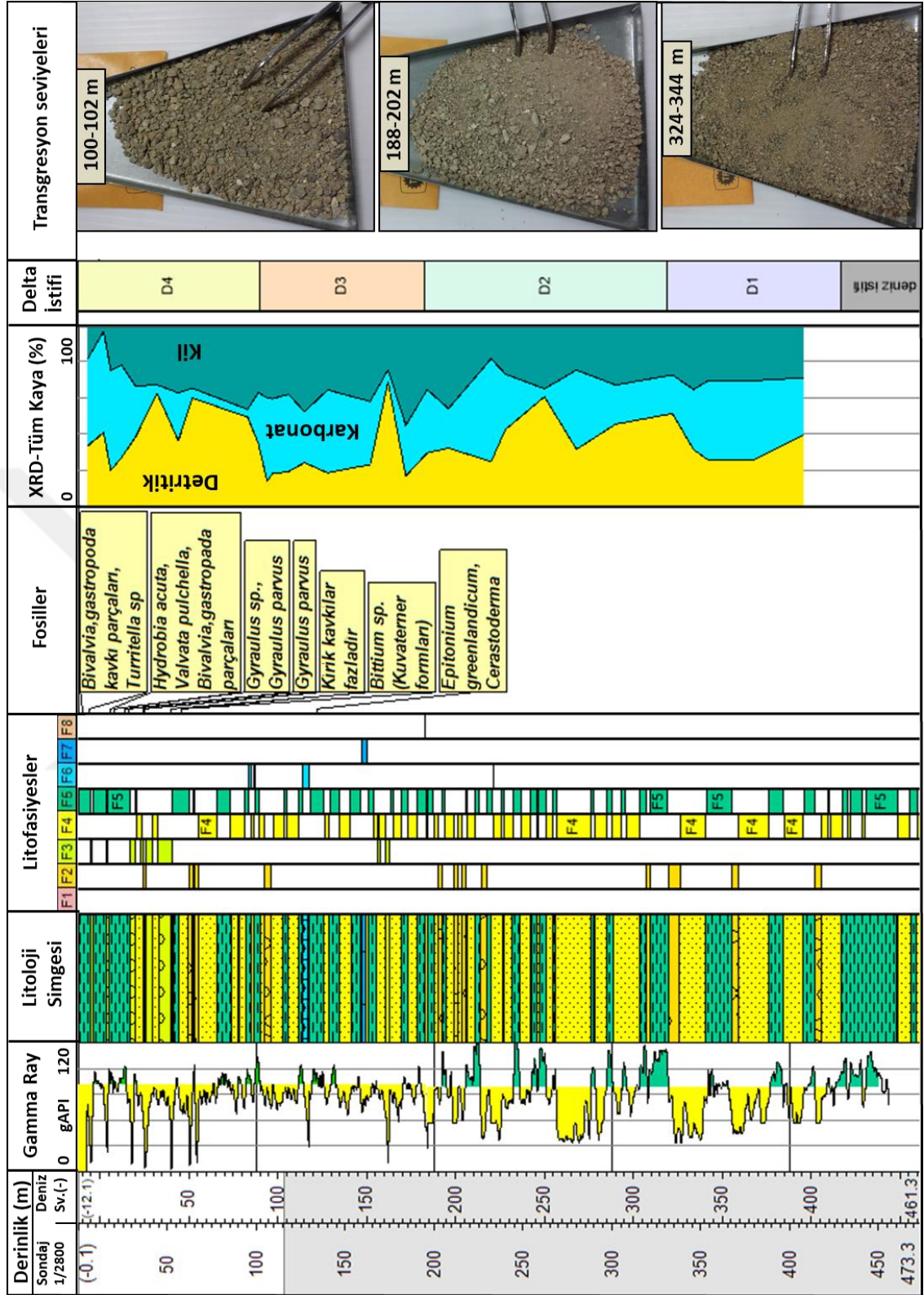
Fasiyes, özellikle deniz sondajlarında görülmektedir. K-1 sondajının incelenen aralığının taban seviyesinde; 315-317 m'ler arasında kireçtaşı fasiyesi kesilmiştir. Bu fasiyesin denizel alanlarda Messiniyen dönemi evaporitlerinin hemen üzerinde görülen eşlenik seviyeyi temsil ettiği düşünülmektedir. 300 m'den alınan örneğin elementer bileşen analizinde; mangan değeri %0,053 değerinde ölçülmüştür (tekrar artış). K-2 sondajında 20 m-26 m aralığında ve K-3 sondajının 158 m-162 m aralığında kirli sarı renkli gevrek yer yer kumtaşı geçişli, mikro fosilli özellikte gözlenmektedir.

D-1 sondajında kuyu loglarında yer yer ince seviyeler halinde tanımlanmıştır. Sondaj kesintilerinde 323 m’de beyaz renkli killi kireçtaşı fasiyesi kesilmiştir. D-2 sondajında 430 m ve 853 m derinliklerinde kalkarenitik özellikte ince iki seviye halinde gözlenmektedir. Aynı sondajın Messiniyen evaporitlerinin üstünde üst jips üyesi olarak adlandırılan kısmında (2130-2160 m aralığında) kriptokristalen dokuda şeyl ve kumtaşlarıyla aralanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 4.111, Şekil 4.112).

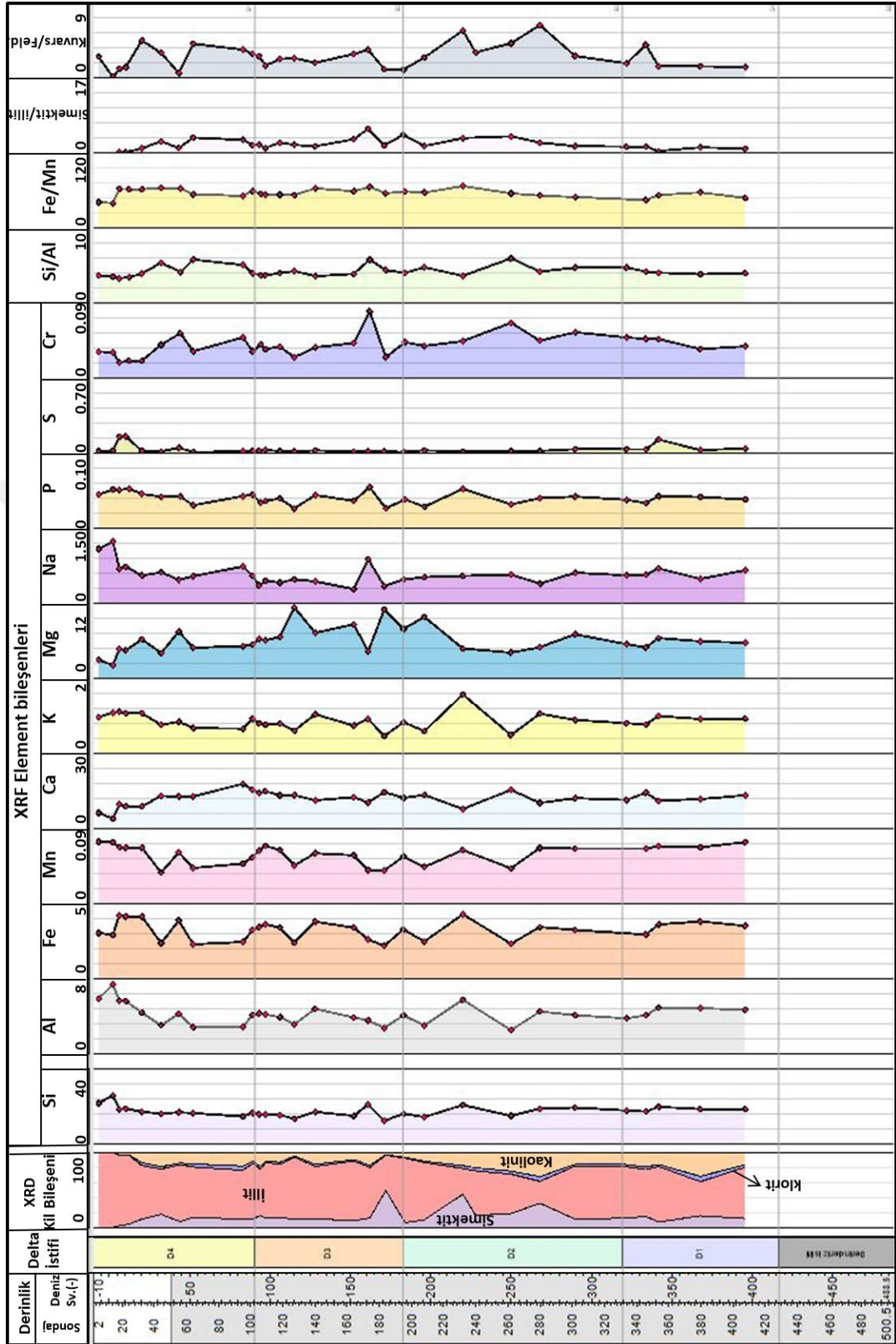
F8-Kaliş fasiyesi

Çalışma alanında deltanın doğu ve batı kenarlarında ve kuzeyinde sınır teşkil eden kaliş çökellerinin kara sondajlarında bazı seviyelerde kesildiği görülmektedir. Kırmızı, sarı ve krem rengi ile tanımlanmıştır.

F8 fasiyesi K-1 sondajında karakteristiktir. Kuyunun ilk 26 m’sinde; kırmızımsı bej renkte, köşeli, yarı köşeli, çakıllı ve granüllü özellikte görülmektedir. Fasiyesin tanımlamasının yapıldığı aralık karasal ortam koşullarına işaret etmektedir. K-3 sondajında 102 m-126 m aralığında sarımsı, kırmızımsı bej renkli yumrumsu şekilde gözlenen seviye için tanımlanmıştır. K-4 sondajında genellikle yükselme ve aşınma fazlarına karşılık geldiği düşünülen seviyelerde görülmektedir.

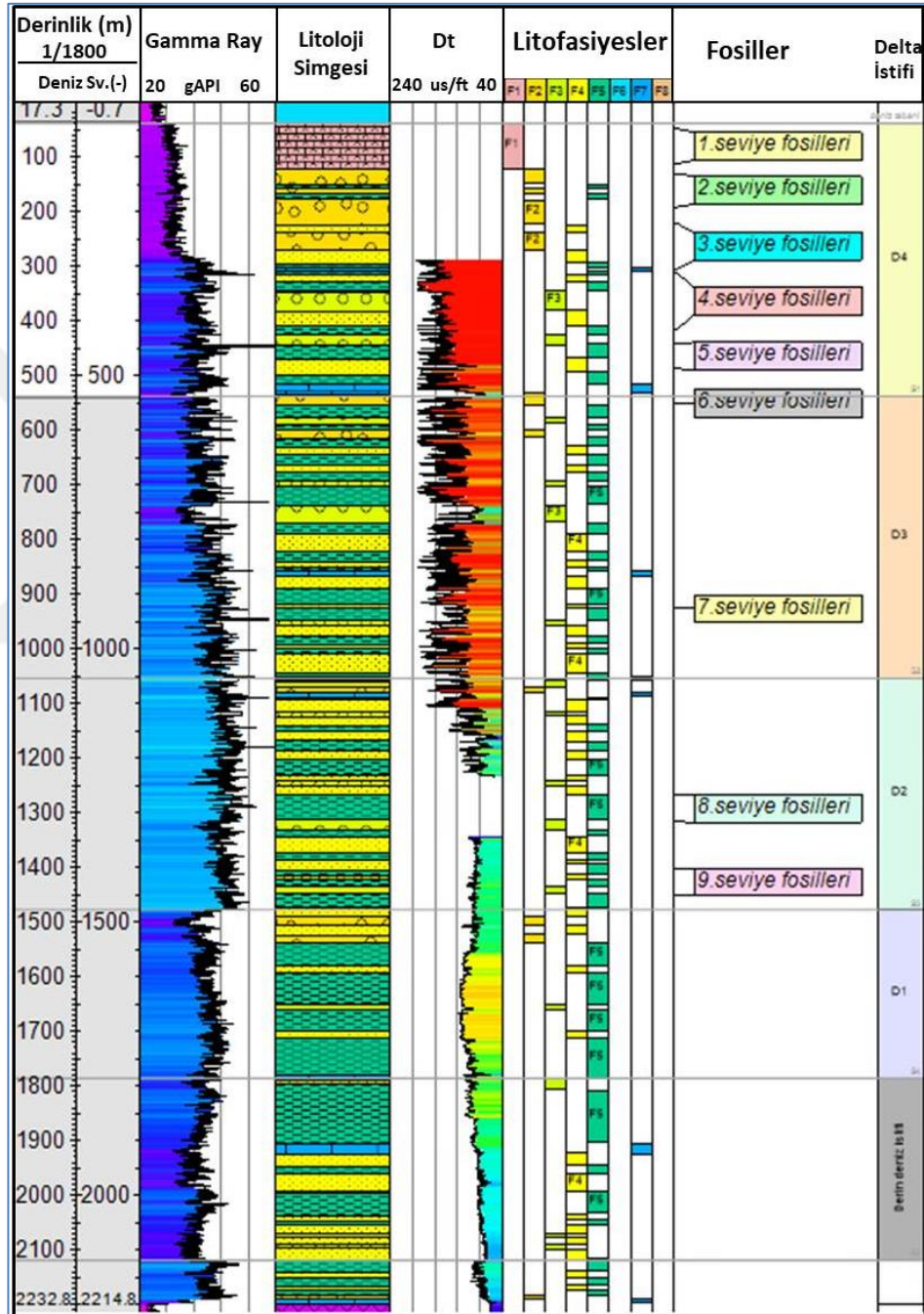


Şekil 4.109 K-3 Sondajı litofasiyesleri



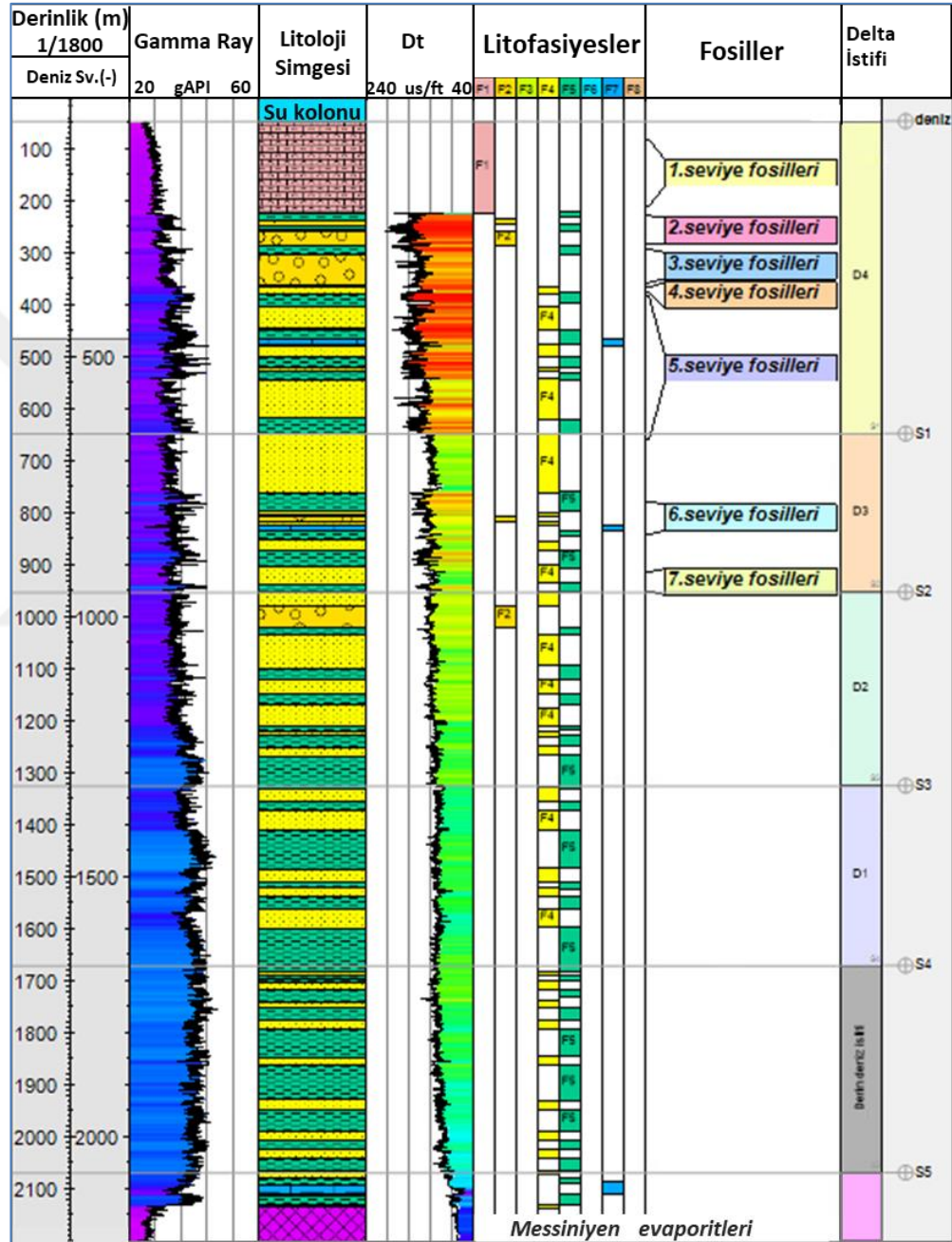
Şekil 4.110 K-3 sondajında kesilen delta istiflerinin mineral bileşimi ve element dağılımı

D-1 sondajında belirlenen fasiyes ayrımları ve delta seviyeleri Şekil 4.111'de görülmektedir. Fosil tayinleri yapılan seviyeler derinlikle ilişkili olarak gösterilmiştir. Ayrıntılı tanımlamalar bölüm 4.2.5'te ve paleontoloji bölümü sonunda yer alan levhalarda verilmiştir.



Şekil 4.111 D-1 sondajında delta istiflerinin fasiyes tanımlamaları (fasiyeslerde yapılan fosil tayinlerinde ilk 6 seviyeden sonra makro kavkı belirli bir aralık boyunca tanımlanamamış, 7. seviye ile yeniden tanımlanmıştır).

D-2 sondajında belirlenen fasiyes ayrımları ve delta seviyeleri Şekil 4.112’de görülmektedir. Fosil tayinleri aynı şekilde derinlikle ilişkili olarak seviyelerle gösterilmiştir. Ayrıntılı tanımlamalar bölüm 4.2.6’ta ve paleontoloji bölümü sonunda yer alan levhalarda görülmektedir.



Şekil 4.112 D-2 sondajında delta istiflerinin fasiyes tanımlamaları; D-1’dekine benzer şekilde ilk 5 seviyede bol miktarda görülen kavkılar 5. ve 6. seviyeler arasında kesikliğe uğramıştır.

4.5.2 Fasiyes toplulukları

Önceki bölümde her biri ayrı ayrı tanımlanmış litofasiyesler kökensel özelliklerine göre gruplanmış ve fasiyes toplulukları oluşturulmuştur. Sondajlarda ayrılan 8 litofasiyes. aynı istifin yanal yönde farklı kesimlerinden açılması nedeniyle aslında birbirlerinin yanal eşdeğeridir (Şekil 2.1).

Litofasiyeslerin F6-F7-F8 hariç diğerleri kırıntılı olup hemen hemen bütün depolanma ortamlarında görülebilmektedir. Örneğin kum, kil, çakıl fasiyesleri, denizaltı yelpazelerinden alüvyon yelpazelerine kadar çeşitli depolanma ortamlarında izlenirler. Bunların kökensel olarak birlikteliği tekçe litofasiyeslerden daha anlamlı olurlar. Bunlar içerisinde %40-%60 kil ve karbonat bileşene sahip marn fasiyesi fasiyes topluluklarını birbirlerinden ayırıyor olmaları bakımından önemlidir.

Yukarıda her birinin ayrı tanımı verilen litofasiyesler kökenleri itibariyle gruplandırılmış ve bu gruplama ile dört fasiyes topluluğu (FT1, FT2, FT3, FT4) teşkil ettikleri görülmüştür. Delta Düzlüğü (FT1), Delta Önü (FT2) ve Delta İlerisi (FT3) olarak yorumlanan her topluluğun özellikleri aşağıda verilecektir. Fasiyes topluluklarının dağılımı sondaj loglarıyla karşılaştırıldığında, Fasiyes topluluklarının dört ayrı delta istifi oluşturduğu görülmüştür. FT4 fasiyes topluluğu ise deltalar arasındaki sellenme veya transgresyon dönemlerine karşılık gelmektedir. Bu dört delta istifi alttan üste doğru D1, D2, D3 ve D4 olarak adlandırılmıştır. Güncel delta istifi bunların üzerinde yer alır. Litofasiyesler ve fasiyes topluluklarından bağımsız olarak, sondajların açılması sırasında yerinde yapılan ve tane boyu dağılımlarını temsil eden GR logları kalın kil seviyeleriyle bölünen ve yukarı doğru kabalaşmanın bazılarında belirgin olduğu dört grup oluşturur ve bunların delta seviyelerine karşılık geldiği yorumlanmıştır. Bir başka ifade ile, Litofasiyes toplulukları GR logları ile doğrulanmaktadır (Şekil 4.105, Şekil 4.107, Şekil 4.109).

FT1: F2, F3 ve F5 litofasiyeslerinin birlikteliği olup bazı durumlarda F4 ve F8 litofasiyesleri ile birlikte olabilmektedir. Bu fasiyes topluluğunun tanıtan önceliği olan kırmızı, sarı ve yer yer kahverenginin atmosferik şartlarda günlenmeye bağlı olduğu düşünülmektedir. Tortullar akarsu kökenli olmalıdır çünkü çakıllar iyi yuvarlaklaşmıştır, küresellikleri de oldukça iyidir. Karbonat yumruları topraklaşma zonunda ve kurak iklim şartlarında meydana gelmiştir (Kaplan 2012, Kapur vd. 1990). Bu fasiyes topluluğunu delta süreçleri ve delta bölümleri ile birlikte düşünmek gerekirse “su dışı delta düzlüğü” olarak yorumlamak uygun olacaktır. Çünkü klasik delta morfolojisinde bu tür litoloji topluluğu delta düzlüğü olarak yorumlanmıştır (Galloway 1975, Galloway ve Hobday 1986).

Bu fasiyes topluluğu K-1 sondajının ilk 64 m’lik seviyesinde ve 106 m-120 m’leri aralığında; K-2 sondajının ilk 44 m’lik seviyesinde ve K-3 sondajının ilk 36 m’lik seviyesinde karakteristik özellikleriyle izlenebilmektedir.

K-1 sondajının ilk seviyelerinde kırmızımsı sarı renkli F8 fasiyesi ile K-1, K-2 ve K-3 sondajlarında sarımsı boz renkli çamurtaşı fasiyesi ve F2, F3, F4 fasiyeslerinden oluşmaktadır. Sondaj örneklerinde FT1 fasiyesinin görüldüğü seviyelerde kömür ve bitki kırıntıları izlenmiştir. XRD ve XRF analizlerinde pirit girdileri ve S element konsantrasyonunda artış gözlenmektedir. K-2 sondajının 20 m örneğinde S değeri alt ve üst seviyelere kıyasla yaklaşık 5 katı değere çıkmaktadır, K-3 sondajında 12 m-26 m’ler arasında S değerinin alttaki fasiyeslere kıyasla 7 kata kadar arttığı görülmektedir. En üstte ayrılan delta paketinde K-2 ve K-3 sondajlarında bu fasiyeste Fe ve Mn değerlerinin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu görülmektedir (Çizelge 4.9, Çizelge 4.12, Şekil 4.108, Şekil 4.110).

Sondajlarda yine bu fasiyes topluluğunda tanımlanan akarsu faunaları (*Valvata pulchella*, *Theodoxus donubialis*) ve akarsuyun deniz/göl gibi durgun bir ortama döküldüğü alanda yaşayan fauna (*Melanopsis* sp.) karasal ortam koşullarını desteklemektedir. Sondajların bazı seviyelerinde özellikle de deltanın güney alanında açılan sondajlarda akarsu faunasının sığ denizel/lagüner faunayla birlikte bulunduğu

seviyeler bu alanların denizle zaman zaman bağlantılı lagüner ortamlar olabileceğini düşündürmektedir.

FT2: Bu topluluk litoloji itibarıyla az çakıllı, bolca kumlu fasiyeslerden oluşmaktadır. Silt ve kil seviyeleri bulundursa da kumlu seviyeler baskındır. Fosil ve kavrık parçaları bolcadır. Çakıllı düzeylerdeki fosiller çoğunlukla kırıklanmış olup ancak küçük boylu fosiller bütün olarak korunabilmiştir. Göreceli olarak kumlarda boylanma iyidir. Çakıl-kum-silt seviyeleri ayrı ayrı bulunur. Klasik delta gelişiminde bu tür fasiyesler delta önü (delta forset) çökelleri olarak yorumlanmıştır (Galloway 1975; Galloway ve Hobday 1986).

Bu fasiyes topluluğu K-1 sondajının 64-96 m, 120 m ve 140 m, 164-192 m ve 212 m-230 m aralığında (64-96 m aralığında izlenmektedir), K-2 sondajının 44 m-86 m ve 100 m-125 m aralığında, K-3 sondajı 260 m-310 m aralığında gözlenir.

Sondaların bu seviyesinde tanımlanan kavrıklar acı su-sığ denizel formların (K-1; *Donax vittatus*, *Nassarius coromatus*, *Pirenella sp.* ve *Bittium scabrum*, *Bittium sp.*, *Cerithium sp.*, *Pagodula sp.*, *Turitella sp.*, *Pirenella conica*) birlikte yer aldığı bir ortamı temsil etmektedir. Kavrıkların çoğu kırıklanmış olmakla birlikte kalın kabuğa sahip formlar oldukları anlaşılmaktadır. Gastropoda ve bivalvia tanımlamalarında ince kabuklu kavrıkların tatlı su/akarsu ortamlarını temsil ettiği; kalın kabukluların ise denizel ortamları temsil ettiği hususu göz önünde bulundurulduğunda, tanımlama yapılan bu seviyelerin denizel ortam koşullarını işaret ettiği görülmektedir. K-1 sondajının 68 m’de ve 70 m’lerinde incelenen kavrıklarda erimeler gözlenmiştir. Bu durum bu aralıkta ortama hidrotermal girdi vb. etmenleri düşündürmektedir. Sondajda 70-72 m aralığını temsil eden örneklerde görülen kömür kırıntılarının ortama karadan taşınması muhtemeldir. Bu fasiyes topluluğunda detritik bileşenlerdeki artış tane boyu ve bileşen analizlerinde de açıkça izlenir. K-1 sondajının 86 ve 96 m’sinde bu bileşenler sırasıyla %75,6 ve % 65,5’e ulaşırken, kil yüzdeleri ise sırasıyla %2,4 ve %5,8 seviyelerine düşmektedir. Bu aralıkta Si elementinin arttığı, Ni ve Fe değerlerinde ise azalma olduğu gözlenmiştir. Sondajın 70 ve 80 m örneklerinde XRD analizlerinde kalsit minerali yüzdesinde artış (80 m’de %54,8 en yüksek değerde gözlenmektedir) ve XRF analizinde

Ca değeriinde artış izlenmektedir (Çizelge 4.4, Çizelge 4.6). Sondajın 70 m örneğinde mangan değeriinin 0,074 yüzdesine yükseldiği gözlenmiştir. 86 m’de ise mangan değeriinin tekrar 0,037 değeriine düştüğü görölmektedir. Sondajın 212 m-230 m aralığında FT2 kaba tanelerin artışıyla temsil edilmektedir (Şekil 4.32).

K-2 sondajının ilk delta paketinde bu topluluk F4 fasiyesinin yoğun olduğu, yer yer F5, F2 ve F3 fasiyeslerinin de göröldüğü istife karşılık gelmektedir. Kuvars bileşeni K-2 sondajında %48 seviyesinde (96 m örneğinde); K-3 sondajında ise %46,8 seviyesinde (38-50 m’leri arasından yapılan kompozit örneklemede) görölmektedir. K-2 sondajının 112 m-120 m’ler arasındaki tutturulmamış, gevşek, çakıl, kaba kum, özellikteki çökellerinden oluşan topluluğun plaj ortamını temsil ettiğı düşünölmektedir. Kuyuda bu seviyeler GR logunun daha düşük okuma yaptığı ve üste doğru kabalaşan istif özelliğı göstermektedir. Alt seviyelerde ise üstlere göre artan kil girdileri nedeniyle GR okumalarının arttığı görölmektedir.

FT3: Bu fasiyes topluluğunun asıl litolojisi kumlu kil veya kumlu çamurtaşdır (F4, F5). Rengi gri, boz, yer yer de mavimsi gri olarak tespit edilmiştir. Fosil bakımından fakirdir. Mevcut fosiller genellikle delta ilerisinde oluşmaktadır. Buradaki tortullar karadan getirilmekle beraber asıltıdan çökelim gerçekleşmektedir. Bu nedenle ağırlıklı tane boyu silt ve kildir (Galloway 1975, Galloway ve Hobday 1986).

FT3 Topluluğı kuyularda kesilen istiflerde üst ve alttaki topluluklarla (FT2 ve FT4) geçişli olarak gözlenir. K-1 sondajının 90 m-100 m aralığında; 140 m-142 m ve 192 m-202 m aralığında izlenebilmiştir. Genel olarak sondajlarda karbonat ve kil yüzdeleriinde artış görölmektedir.

K-1 sondajının 196 m seviyesinde yapılan analizlerde, kil ve karbonat oranının arttığı, kaolinit tipi killerde en yüksek değeriine ulaşıldığı görölmektedir. İstifin en alt paketinde 230 m’den sonrasında bu fasiyes FT4 ile girift hale geçmektedir. K-1 sondajının FT3 fasiyeslerinde P bileşeniinin arttığı dikkat çekicidir (Çizelge 4.6, Şekil 4.106).

FT4: Bu fasiyes topluluğunun egemen litolojisi gri-yeşil marn veya kiltaşlarıdır (F6, F7). Topluluk sondaj loglarında göreceli ince seviyeler halinde bulunur. İçinde çakıl veya kum boyu tane yoktur. Yer yer karbonat oranı fazlaşmıştır ve bu nedenle kesinti örneklerini bulunduran tavalarda sertleşmiş marnlar olarak gözlenir. Rezidüel analizlerde en çok karbonat bu toplulukta tespit edilmiştir (Şekil 4.33). Bu topluluk açık deniz şartlarını, şelf ortamını temsil eder. Deltayik oluşumu ile ilişkilendirilemez. Belki de deltanın deniz seviyesi yükselmesi ile boğulduğu dönemleri (sellenme) temsil eder. K-1, K-2 ve K-3 sondajlarında bu seviyeler GR logu kullanılarak ve XRD-tümkaya ve kil analizlerinden elde edilen klastik, karbonat ve kil oranlarının değerlendirilmesiyle tanımlanmıştır.

Fasiyes topluluğu, K-1 kuyusunda sellenme dönemlerine karşılık geldiği düşünülen 100 m-105 m aralığında, 142 m-150 m aralığında ve 200 m-210 m aralığında izlenebilmektedir. K-2 kuyusunda GR log okumalarının artışın görüldüğü seviyeler bu fasiyeye karşılık gelmektedir. Kesinti tanımlamalarında 86 m-94 m'de, K-3 kuyusunda bu aralıklar; 92 m-104 m; (arada 126 m-128 m; açık gri-beyaz renkli karbonatlı çamur fasiyesi bulunur) 184 m-195 m ve 244 m'nin alt seviyelerinde izlenebilmiştir (Şekil 4.40, Şekil 4.46).

K-1 sondajının 146 m örneğinde yapılan tane boyu analizinde kil miktarının artması, 148 m örneğinde yapılan XRD analizlerinde kil ve kalsit miktarında görülen artışla bu seviyenin bir sellenme yüzeyine karşılık geldiği yorumu yapılmıştır. Bu seviyede illit türü kil minerali sondajda kesilen tüm istif içerisinde en yüksek seviyede gözlenmektedir. %27,6 olarak tespit edilen kil miktarı hemen alttaki seviyeye göre (152 m seviyesine göre) yaklaşık 13 kat artış göstermektedir. Simektitin ortamda yüksek olması kaynak kaya, bölgedeki volkanik kayalardan ayrışmayı temsil edebileceği gibi; aynı zamanda iklim değişikliklerini de işaret edebilmektedir. 148 m örneğinin bir sellenme yüzeyini temsil eden FT4 fasiyesinden alınması nedeniyle burada artan simektit konsantrasyonun sıcak iklim koşullarını işaret edebileceği ve buna bağlı deniz seviyesi yükselimini belirtebileceği varsayılmaktadır. Yine K-1 sondajının FT4 fasiyesi olarak tanımlanan seviyenin 104 m örneğinde simektit değerinin (%8,1) alttaki örneğe kıyasla 2 katına (%4,1) ve üstündeki örneğe kıyasla (%1) 8 katına çıktığı görülmektedir.

Bu artışın nedeninin sellenmeye neden olan iklimdeki ısınma olabileceği varsayılmaktadır. Element analizlerine bakıldığında genel olarak K-1 sondajının FT4 seviyelerinden alınan örneklerinde P elementinin yüksek olduğu görülmektedir. K-2 sondajının D3 üzerine gelen sellenme örneklerinde dolomit seviyesinde artış izlenmiştir (%37,9).

4.5.3 Fasiyes toplulukları ve istif mimarisi

Yukarıda bahsedilen Fasiyes topluluklarının oluşturduğu dört delta seviyesi (D1-D4), birlikte SCDK'yi oluşturmaktadır. Stratigrafik düzene uygun olarak en alttaki delta seviyesi D1, en üstteki ise D4 olarak adlandırılmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi bu dört delta istifini kalın marn düzeyleri ayırmaktadır.

Bu dört delta istifinin-delta kompleksinin (SCDK) en üstünde, güncel delta ve onun Çukurova olarak bilinen su dışı düzlüğü bulunur ve SCDK'yi örter.

Güncel deltanın altında, D4 istifinin hemen üstünde geniş alanlara yayılmış olarak F6-F7 fasiyesleri gözlenir. K-1 sondajının 26-30 m aralığında, K-2 sondajının 20-26 m aralığında, K-3 sondajının 18-26 m aralığında ve K-4 sondajının 34 m-37 m aralığında, üstündeki ve altındaki karasal tortullardan farklı olarak gri renkli çamurtaşı ve/veya marn-kalker fasiyesinde bir seviye bulunmaktadır. Kalışlar arasındaki bu seviye başlı başına ilginçlik oluşturur. Çünkü tortulların derin denizel niteliğine karşın delta istifleri ilişkilendirilmesi güçtür. Bu seviyenin Holosen transgresyonuna karşılık gelebileceği ve SCDK'nin üzerinde, en genç deniz yayılması ile Toroslar'a kadar uzanan denizel ortamda çökelmiş olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu son deniz yayılması konusunda henüz yeterli veri elde edilememiştir.

K-1 sondajı tane boyu dağılım verilerinde kaba taneli malzemelerin dört seviyede gruplanmasıyla üstten alta doğru D4, D3, D2 ve D1 olarak tanımlanan bu karasal delta birimlerinin altında ve önünde denizel delta fasiyeslerinin olduğu tahmin edilmekte fakat mevcut sınırlı veriler ile burada yorumlamak yeterli görünmemektedir. Sevim

(1991) ve EİE (1993) verilerine göre Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin Akdenize taşıdıkları sediment yükleri mevsimsel olarak önemli değişimler göstermekte ve özellikle kış ve ilkbahar aylarında artan kum ve çakıl miktarlarına karşın yaz aylarında çamur (silt+kil) baskın bileşenleri göstermektedir. Sondajların çoğunlukla Kuvaterner buzul ve buzularası dönemlerin izlerini taşıyacağından tane boyundaki değişimleri bu koşullara bağlamak mümkün görünmektedir.

İstifin daha alt bölümlerine bakıldığında; K-1 sondajının 246 m'sinde 5-25 m'lik su derinliğinde yaşayan bentik form olan ve genellikle Pliyosen'e atfedilen *Vexillum savignyi* tanımlanmıştır (230 m de Kuranşa Formasyonu'nun kaba taneli fasiyeslerinin tabanı bulunmaktadır). 246-300 m aralığında veri oluşturacak fosil bulgusu elde edilememiştir. Belki de 246 metreden sonra ortam artık makro kavkılı canlıların yaşayamayacağı kadar derinleşmiştir. Gerek tane boyu dağılım analizleri gereksede de bileşen analizlerinden elde edilen sonuçlar bu durumu destekleyecek yöndedir. Akdeniz'de genel olarak Zanklean transgresyonu ile oluşan tortullar ince kumlarla başlamakta ve marnlarla devam etmektedir. İncelediğimiz istifte de böyledir. Bu dönemde iklim olarak daha yağışlıdır. Piasensiyen ise Zanklean'a göre daha sıcak ve kuraktır. Bu bilgiler göz önünde bulundurulduğunda K-1 sondajında kesilen 230 m ile başlayan ve alta doğru giderek koyu gri yeşil renkli marnlara dönüşen istifin Zanklean dönemine karşılık gelebileceği öngörülmektedir. Derinleşen istifte 316 m örneklerinde yapılan tanımlamalarda glokoni mineralinin görülmesi ani deniz seviyesi değişimlerini göstermesi bakımından önemli bir kılavuz olmuştur. Yine aynı şekilde K-2 sondajının 258 m'sinde tanımlanan *Ringicula conformis* Pliyosen'e özgüdür. Bu derinlik sonrasında F5 fasiyesinin belirginleştiği ve Zanklean'a ait olduğu düşünülen çökellere girilmektedir. Özetle, K-2 sondajı da K-1 ile aynı istifi kesmektedir.

Çalışmada ayrılan dört delta istifinin ayırtman özelliklerine bakıldığında; K-1 sondajında kaba tanece zengin birimler ile nispeten uyum gösterdiği ve en yüksek miktarlarına bu birimlerde ulaştığı görülmektedir. K1 sondajı örnekleri ortalama %24 kuvars, %18 feldispat ve %24 toplam kil içermekte ve toplam karbonat oranları ise ortalama %34 kadardır. Detritik mineraller genelde D1, D2 ve D4 birimlerinde nisbeten artış sergilemektedirler. Kalsit %31 ve dolomit %3,4 dolaylarında seyrederken

kalsit/dolomit oranları 9,2 değerine ulaşmaktadır. Kuvars/feldispat oranları ise sondaj boyunca önemli değişimler göstermemekte ve değerler 1,3 civarında seyretmektedir.

K-2 sondajında kuvars ortalama değeri %21, feldispat %8, toplam karbonatlar %35 ve kil minerallerinin ortalama değerleri %35 miktarlarındadır. Toplam karbonat miktarları (ortalama %35) D3 biriminde azalmakta iken üst ve alta doğru D4 ve D2- D1 birimlerinde nisbeten artmaktadır. Özellikle D4'te bu artışa azalan detritik ve kil miktarları eşlik etmektedir. Örneklerin toplam karbonat miktarı, %23 kalsit ve %12 dolomit minerallerini içermekte ve kalsit/dolomit oranları 1,9 düzeylerinde izlenmektedir. Kuvars/feldispat oranları (ortalama 2,6) ise D2 ve D3'te artış göstermektedir. Diğer delta seviyelerinde ise oldukça önemli salınımlar ya da değişimler belirgin değildir. Ortalama kuvars %21 ve feldispat %8 olarak tespit edilmiştir.

K-3 sondajında K-1 sondajında tespit edilebilen tane boyu dağılım fasiyeslerine benzer bir grafik belirlenmektedir. D4 biriminde detritik bileşen miktarları hem yüksek olup hemde daha yukarıya doğru genelde azalmaktadır. Buna paralel olarak toplam karbonat değerleri ise artış göstermektedir. Bu veriler D3'te düşüş gösterirken, D2 de tekrar artmaktadır. D1 ise nispeten azalan değerler ile belirgindir. Toplam karbonat miktarlarının (ortalama %33) % 19,6'sı kalsit ve %13,1'i dolomit minerallerinden oluşmakta ve kalsit/dolomit oranları 1,5 civarındadır. Kuvars (ortalama %23,4) ve feldispat (ortalama %11,3) oranlarından hesaplanan değerler 2,1 birimindedir. Kuvars/feldispat oranları sondaj boyunca salınımlar gösterebilmekte fakat değerler D2'de nispeten artış gösterebilmektedir. Kil mineralleri ortalama %32 dolaylarındadır (Çizelge 4.13).

Kuvars bileşeni her 3 sondajda da %21-24 arasında ortalama değerler gösterirken, feldispat miktarları K-1 sondajından K-2 ve K-3 sondajlarına doğru azalmaktadır. Buna paralel olarak kuvars/feldispat oranları da kuzeyden güneye doğru artmaktadır.

Çizelge 4.13 Sondaj örneklerinin mineral bileşenlerinin jeolojik kaynaklarla verilerinin karşılaştırılması

XRD Mineral ve kil bileşenleri	Sondaj örnekleri bileşen ortalama değerleri		
	K-1	K-2	K-3
Kuvars	23,9	21	23,4
Feldispat	18,4	8	11,3
Kalsit	31	23	19,6
Dolomit	3,4	12	13,1
Pirit	1,2	<2	<2
Kil (toplam)	24	35	32,5
Karbonat (toplam)	34,4	35	32,7
İllit	8,5	8	4,5
Smektit	10,3	20	22,6
Kaolinit	4,5	5,6	4,1
Klorit	1,1	1,2	0,8
Kuvars/feldispat	1,3	2,6	2,1
Smektit/illit	1,2	2,5	5
Kalsit/dolomit	9,2	1,9	1,5

Seyhan Nehri yatağında ve Seyhan ve Ceyhan Nehirleri ve kollarının beslediği Mersin ve İskenderun Körfezlerinin güncel sedimentler üzerine yapılan araştırmalar (Shaw and Bush 1978, Kapur vd. 1989, Ergin vd. 1996, Yalçın vd. 2001, Tunç 2008), bu çalışmada tespit edilen tüm kayaç bileşen miktarlarını desteklemektedir. Özellikle Toros dağlarının önemli sediment kaynağı olabileceğine işaret edilmektedir. Nispeten duraylı kuvars minerallerinin kuzeydeki K-1 sondajından güneydeki K-3 sondajına doğru pek değişmemesi, buna karşın kalsit ve feldispat oranlarının azalması kısmen kuzeydeki dağlık kaynaktan uzaklaşmaya işaret edebilir.

Çalışma alanının kuzeyinde yer alan K-1 sondajından güneydeki K-2 ve K-3 sondajlarına doğru genelde toplam kil mineralleri artmakta, illit miktarları (%8,5 dan %4,5'a) azalmakta ve smektit miktarları (%10 dan %22,6 ya) ve smektit/illit oranları (1,2 den 5'e) artmaktadır. Buna karşın, zaten düşük olan kaolinit ve klorit miktarlarında önemli bir değişim görülmemektedir. Çalışma alanlarındaki ve yakın bölgelerdeki kil mineral araştırmaları da (Shaw and Bush 1978, Kapur vd. 1989, Sevim 1992, Yalçın vd. 2001) Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin denize önemli miktarlarda smektit, illit, kaolinit ve klorit taşımış olabileceklerini göstermektedir. Her ne kadar bölgede karışık katmanlı

smektit-illit, paligorskit ve serpantin birlikteliğinden bahsedilmiş olsada, bu çalışma sondajlarından ilgili veriler olmadığından burada bu olasılıklar tartışılmamıştır. Toroslardaki kaynak kayaçların ve ayrışma ürünlerinin bölgede önemli kil mineral kaynaklarına işaret etmektedir. Kuzeyden güneye doğru artan smektit/illit oranları kaynaktan uzaklaşma ile ilgili olabilir.

Çizelge 4.14’de bu çalışmada elde edilen ortalama değerler ile diğer jeolojik kaynakların ortalama miktarları karşılaştırmalı olarak görülmektedir. Buna göre, sondajlarda tespit edilen element miktarları yerkabuğu kayaçlarının ayrışması sonucu oluşan ve kısmen de havzada biriken organik/biyojenik malzeme içeren şeyl, kumtaşı ve kireçtaşı karışımlarına benzemektedir. Ortalama %24-35 arasında toplam kil tespit edilmiş olup bunlar şeyl tipi ana kaya kayaçları işaret eder ve örneklerdeki elementler de (Al, Si, K, gibi) bunu doğrulamaktadır.

Sondajlarda tespit edilen %32-35 miktarlarındaki karbonat mineralleri ve %11-16 Ca değerleri ortalama kireçtaşını (%30 Ca) yansıtmaktadır (Çizelge 4.14). Nitekim karbonat içeren yani kireçtaşlarının Si, Al, Fe, Na, K, Cr, Ni, Rb, Y, Zn, Cu gibi ortalama miktarları bu çalışma sondajlarında da düşük olup, buna karşın Ca, Mg, Sr, ve kısmen Mn oranları yüksektir (Çizelge 4.14). Sondajların ortalama Mg miktarları kuzeyde %3’den güneyde %6 ya kadar artmakta ve buna %3’ten %12’ye yükselen dolomit miktarları eşlik etmektedir. Cr, Ni ve kısmen Mg ofiyolitik ve maden içeren kaynak kayaçlar ile ilişkilendirilebilir (Shaw and Bush 1978, Sevim 1992, Ergin vd. 1996, Tunç 2008).

Çizelge 4.14 Sondaj örneklerinin element bileşenlerinin jeolojik kaynaklarla verilerinin karşılaştırılması (Turekian ve Wedepohl 1961)

Element verisi	Sondaj örneklerinin ortalama değerleri			Yerkabuğu ortalaması	Kayaç ortalaması		
	K-1	K-2	K-3		Kıltaşı (Şeyl)	Kumtaşı	Kireçtaşı
Si	17,22	16,31	17,38	27,72	27,3	36,8	2,4
Al	3,74	4,23	4,24	8,13	8	2,5	0,42
Fe	2,33	3,4	3,23	5	4,72	0,98	0,38
Mn	0,0524	0,05752	0,05898	0,095	0,085	0,005	0,11
Ca	16	14,12	11,98	3,63	2,21	3,91	30,23
Na	0,766	0,59	0,585	2,83	0,96	0,33	0,04
K	1,12	0,889	0,8678	2,59	2,66	1,07	0,27
Mg	3,09	5,64	6,077	2,09	1,5	0,7	4,7
P	0,0367	0,03985	0,0404	0,105	0,07	0,017	0,04
S	0,1367	0,08383	0,03517	0,026	0,24	0,024	0,12
Cr	0,0236	0,0337	0,03988	0,01	0,009	0,0035	0,0011
Ni	0,0116			0,0075	0,0068	0,0002	0,002
Sr	0,0429			0,0375	0,03	0,002	0,061
Rb	0,0055			0,009	0,014	0,006	0,0003
Y	0,0012			0,0033	0,0026	0,0015	0,0006
Zn	0,0043			0,007	0,0095	0,0016	0,002
Cu	0,0019			0,0055	0,0045	0,0005	0,0004
Si/Al	4,6			3,4	3,4	14,7	5,7
Fe/Mn	44,5			52,6	55,5	196	3,5

K1 sondajında, takriben 152 m seviyesinde oldukça salınımlı D2 ve D3 sınırında, genelde Si, Al, Fe, K, Mg, P gibi silikat minerallerini oluşturan elementlerin miktarları (Fe/Mn oranları dahil) alttan üste doğru azalmaktadır. Cr, Ni, Rb, ve Zn ve Cu miktarları da benzer yönelim göstermektedirler. Buna karşın Ca, Mn, Sr, Na ve S miktarları sınırdan üste doğru artmaktadır. D4 ve D1 birimlerinin içerisinde de artan ya da azalan element miktarlarına işaret eden birimler mevcuttur. K-2 sondajına ait element miktar profilleri çoğunlukla K-1 sondajındakilere benzemekte fakat Fe ve Mn profilleri D1 ve D2 birimlerinde ve D4 biriminin üst seviyelerinde element miktarlarının arttığını göstermektedirler. Özellikle D1'deki Fe ve S miktarlarındaki artış bu iki elementin birlikteliğine işaret edebilir (Şekil 4.105). K-3 sondajı profilleri de birçok ana element dağılımında benzerlik göstermektedir. Örneğin, Si, Al, Fe, Mn, K, Na ve P sondaj boyunca dikkate değer çok önemli değişimler sergilememekte ve birbirlerine

uyum sağlamaktadırlar. Bununla beraber Ca ve Mg; D4 biriminde üste doğru azalan benzer bir dağılım göstermektedir (Şekil 4.110).

SCDK'nin kara alanında güneyden kuzeye doğru bir hat boyunca açılan sondajlardan en güneyde yer alan K-4 sondajında, K-1 ve K-2 kuyularında kesilen tortullara göre nispeten farklı bir istif mevcuttur. Yanal korelasyonda K-1 ve K-2'de olan bazı seviyelerin olmadığı, karasal etkinin ortaya çıktığı görülmüştür. Bu durumun Misis Yükselimini oluşturan tektonizma sebebiyle ortaya çıktığı, bunun sonucu olarak bir kısım Pliyosen fasiyeslerinin etkilendiği, bazı seviyelerin aşındığı anlaşılmaktadır. K-4 sondajındaki istif mimarisi, bu alanın zaman zaman karasallaştığını, zaman zaman ise denizel girdilere maruz kaldığını ortaya koymaktadır.

5. BULGULARIN DENEŞTİRİLMESİ ve TARTIŞMA

SEYHAN-CEYHAN DELTA KOMPLEKSİNİN EVRİMİ

Önceki bölümlerde verilen sondaj log kayıtları, kırıntı incelemeleri ve bölgede yapılan sismik çalışmalar, fasiyes analizleri Adana Havzası ve/veya inceleme bölgesi için;

(1) Yerel paleocoğrafya, özellikle Misis yükselimi olarak tanımlanan tektonik birimin durumunu, (2) havza dolgusunun Pliyosen ve Kuvaterner bölümünün hangi şartlar altında ve nasıl oluştuğunu tartışma olanağını vermektedir. Bu iki konudaki tartışma , aynı zamanda Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi'nin tanımlanması ve jeolojik evrimin ortaya konulması demek olacaktır.

5.1 Misis Yükselimi ve Depolanmadaki Rolü

Fiziki coğrafya haritasında Kahraman Maraş ile Hatay arasında uzanan yüksek rakımlı Amanos veya Nur Dağları, İskenderun Körfezi'nin kuzey ucunda, Düziçi ve Toprakkale'den itibaren çatallanır ve yaklaşık 40° açıyla güneybatıya yönelir (Şekil 1.3). Yumurtalık ve daha güneydeki Karataş'a kadar incelerek uzanan bu göreceli yaşlı kayalara coğrafyada Misis Dağları, yerbilimleri literatüründe Misis Yükselimi adı verilmektedir (Çuhadar 1988, Erol 1997, Kozlu 1997). Bu yükseltinin ve/veya Misis Dağları'nın doğusu İskenderun Körfezi, batısı ise Çukurova ve Seyhan-Ceyhan Deltası olarak bilinmektedir (Şekil1.4). Ceyhan Nehri'nin, Misis Yükselimini Hurma Boğazı yakınından geçerek İskenderun Körfezi'nde delta lobu oluşturması (Şekil 1.7) yakın zamana Holosen'e özgü bir gelişmedir ve olasılıkla Misis yükseliminin genç tektonik ile parçalanması sonucu oluşmuştur (Erol 1997, 2003).

Jeoloji haritasında görüldüğü gibi Misis Yükseliminin önemli bir kısmı Miyosen ve Erken Pliyosen yaşlı Adana Havzası'na ait tortul kayalardan oluşmaktadır (Şekil 3.1). Bu durum, yükselimin Erken Pliyosen sonrası olduğunun açık işaretidir. Aynı durum Erken Pliyosen öncesi yani Misis yükseliminin ortaya çıkmadan önce Çukurova'nın

ilksel hali ve İskenderun Körfezi'nin bir birine bağlı, Toroslar içine doğru sokulan geniş bir körfez olduğunu ortaya koymaktadır. Misis yükselimi bu büyük körfezi ikiye bölmüştür. Bölmeden önce Seyhan ve Ceyhan nehirleri bu büyük körfezi doldurmakta iken, Pliyosenden itibaren nehirler Adana tarafına yönelmiş ve Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi ile güncel Seyhan-Ceyhan Deltası'nı oluşturmuşlardır.

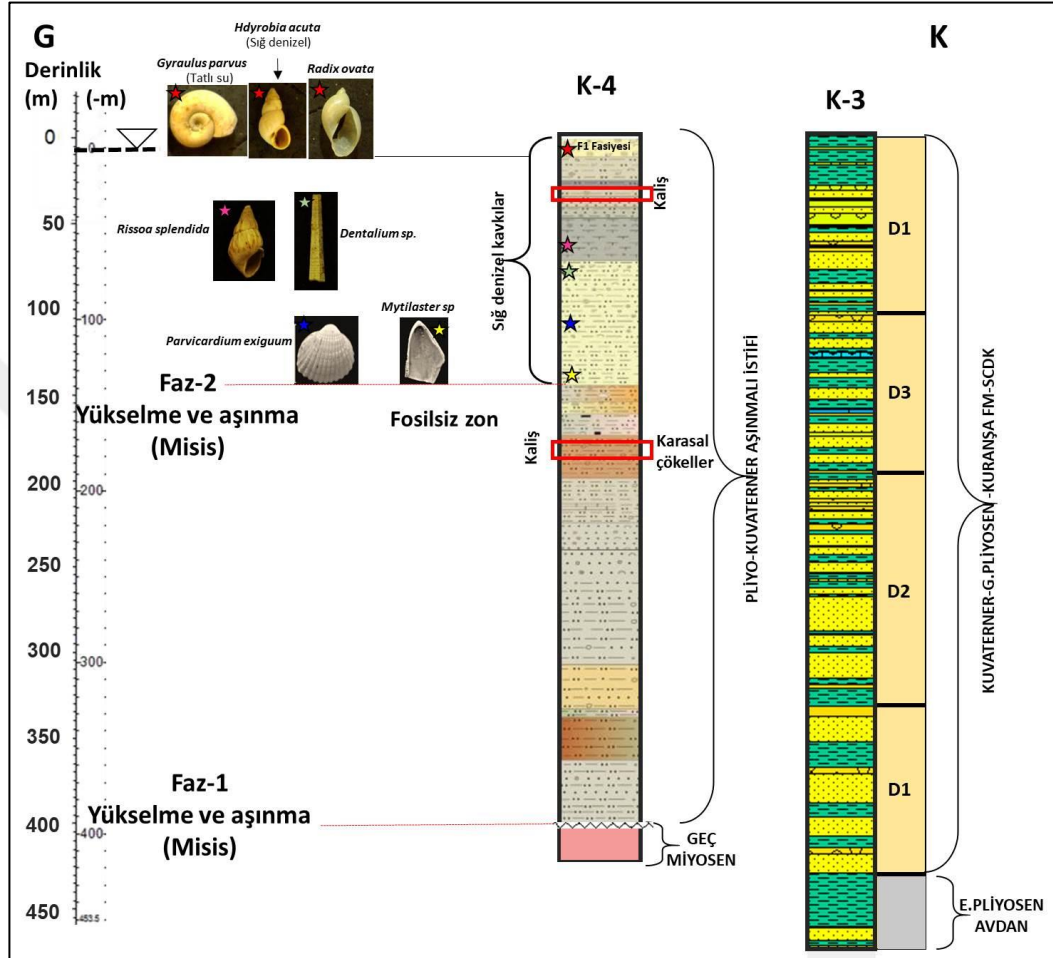
Bu hususta son olarak belirtilmesi gereken nokta, Misis yükseliminin Miyosen içinde harekete geçmiş olmasına karşılık Pliyosen'in erken dönemlerine kadar su altında olduğu, iki alt havzadaki depolanmayı (Adana ve İskenderun alt havzaları) kontrol ettiği ve Erken Pliyosen'in sonlarına doğru su dışı olarak yükselmesine devam ettiğidir. Çevresindeki aktif tektonik hatlar (Şekil 3.8) günümüzde de yükselimin sürdüğünü belirtmektedir. Bu konunun ayrıntıları tez kapsamı dışındadır.

Misis Yükselimi, Adana Havzası'nı ikiye bölmesinin dışında Doğu Toroslar içine doğru sokulan Büyük Adana-İskenderun Körfezi'nin kuzey bölümünün de su dışında kalmasına yol açmıştır. Bunun açık işareti günümüzde Ceyhan-Kozan-Osmaniye ovaları olarak adlandırılan geniş düzlüklerdeki alüvyon dolgudur. Karasal dolgunun altında Geç Miyosen yaşlı denizel deltayık birimler olduğu sondaj kayıtlarından anlaşılmaktadır. Çalışmada K-1 olarak adlandırılan TPAO sondajında, 160 metrelik kaba kırıntılıların altında deltayık özelliklerdeki bol denizel fosilli Miyosen istif, bu ilişkinin açık belgeleridir. Özetle Misis Yükselimi büyük Adana-İskenderun körfezinin kuzeyini de yükselterek kara haline getirmiş, Çukurova ile dar bir boğazla bağlantılı morfoloji yaratmıştır (Şekil 3.1). Ceyhan-Kozan-Osmaniye ovaları eski bir körfezin tortul dolgulu halidir. Misis yükseliminin jeolojik önemi konusunda son olarak şunu vurgulamak mümkündür; Anadolu'nun güneyinde Neotektonik dönemin başlamasının başlıca göstergesi olma niteliğini taşır. Çünkü Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayı ile de kinematik ilişki içindedir ve bölgedeki depolanmayı da etkilemiştir.

5.2 Litofasiyes Topluluklarının Gelişimi

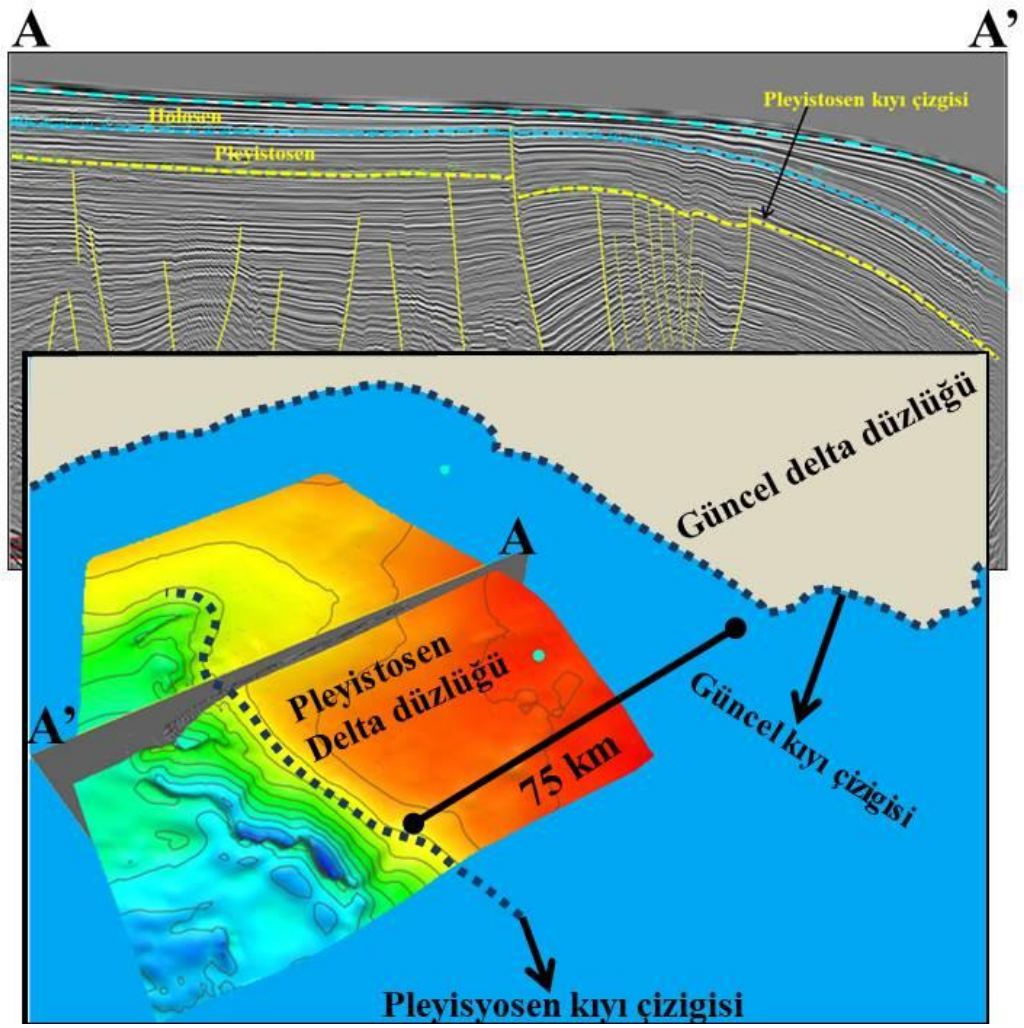
Bu çalışmanın en önemli materyali olan sondajlar (K-1, K-4, D-1, D-2), inceleme konusu edilen istifi adete K-G ve D-B yönünde kesecek şekilde dizilmişlerdir (Şekil

1.7, 2.1). Bu nedenle sondaj logları aynı istifi ve yanal yönde farklı bölümlerini kesmektedir. Bu durum istif veya fasiyeslerin yanal yönde karşılaştırılmalarına imkan vermektedir (Şekil 4.98, Şekil 5.1).



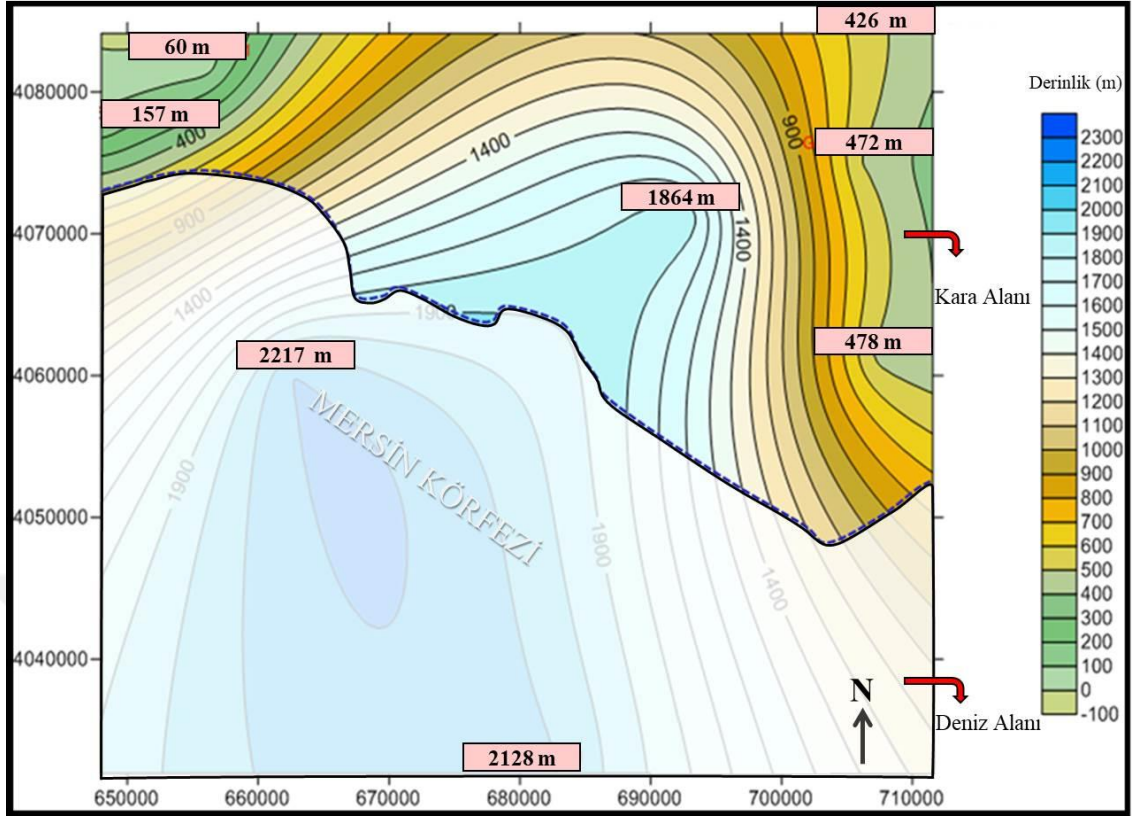
Şekil 5.1 G-K yönünde karada açılan K-4 ve K-3 sondajlarının korelasyonu

Sondajlar ve bunların log karşılaştırılmalarının ortaya koyduğu birinci özellik, istifin fasiyes kalınlıklarının güneye, deniz yönüne doğru kalınlaşmasıdır. Kalınlıklar sismik kesitlerde izlendiği kadarı ile Karataş burnundan itibaren açıklara doğru yaklaşık 75 km devam etmektedir. Bu mesafe (75 km) Pleyistosen dönemine ait delta düzlüğünün sınırır (Şekil 5.2) Sınırın delta önü ve delta ilerisi fasiyesleri ile birlikte 100-125 km açıklara uzanması beklenebilir.



Şekil 5.2 SCD'nin delta düzlüğünün paleocoğrafik evrimi

Özetle Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi tortul prizması güncel Adana şehri itibariyle 60 km karada, 125 km denizde), güneye doğru 200 km yanıl devamı olan birikimdir. Kalınlığı ise sismik kesitler ve deniz sondajlarına göre 2200 m'ye ulaşmaktadır (Şekil 5.3). Bu karşılaştırmada, deniz yönüne doğru litofasiyes ve fasiyes topluluklarının birinci derece istif sınırları hariç ikinci ve üçüncü derece sınırlarını izlemek gittikçe güçleşmektedir.

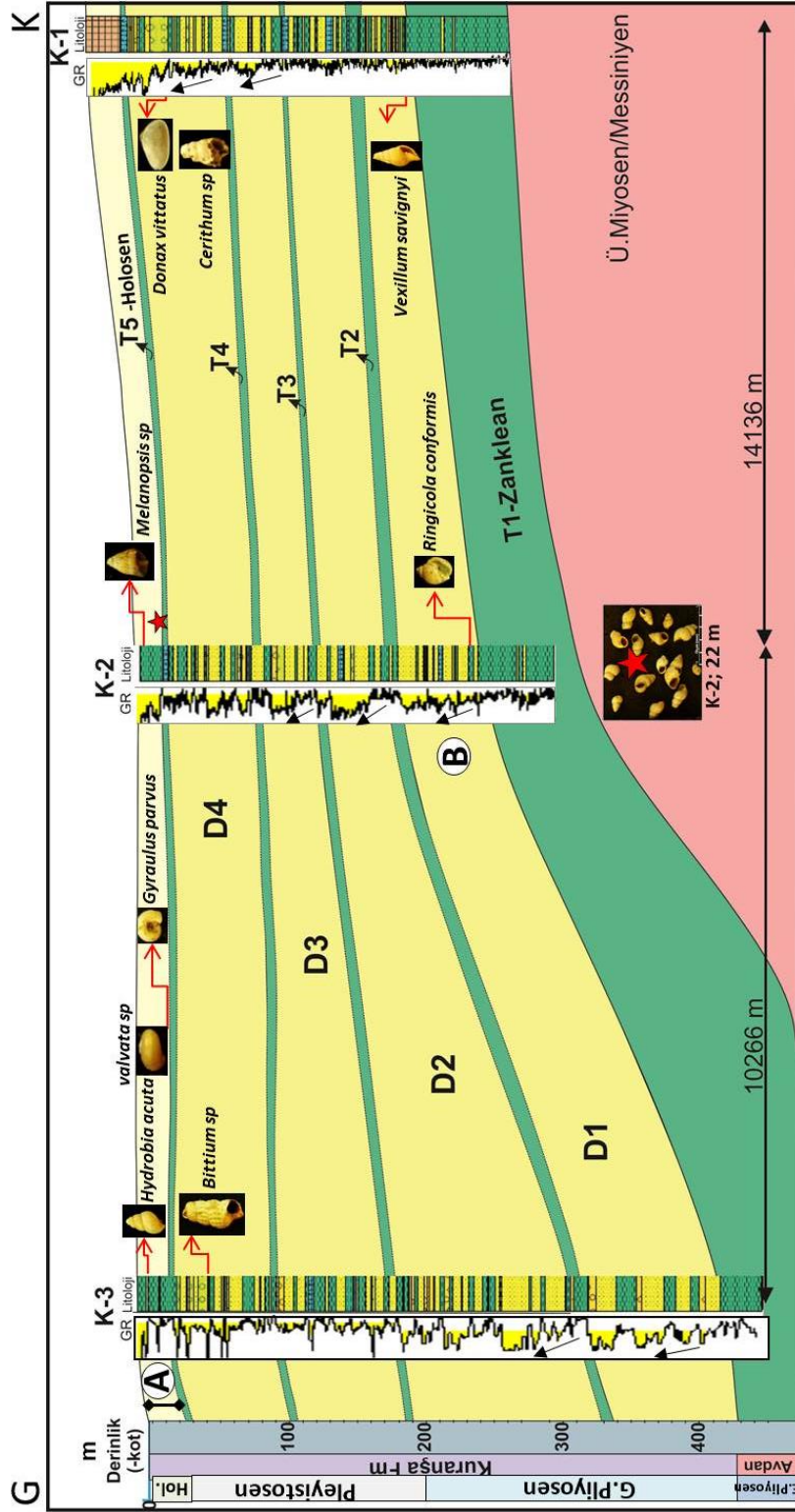


Şekil 5.3 Adana-Mersin Havzası Pliyosen ve Kuvaterner istifin toplam kalınlığı

5.3 İstiflerin Karşılaştırılması

Elde edilen verilerin en önemlilerinden birisi litofasiyes birlikleri ile stratigrafik birimlerin deneştirilmesi olanağıdır (Şekil.5.5).

Fasiyes analizi sonucuna göre (K1-4 sondajlarına ait kırıntılılara dayanarak) dört litofasiyes topluluğu ayrılabilir. Her fasiyes topluluğu, FT4'ün sayılan itibariyle dört kez tekrarlanmaktadır. Tekrarların bu topluluk çalışmasıyla 3. Derece 4. Derece istif olarak adlanmış olup toplam sekiz adettir (şekil 5.5). Fasiyes analizleri bölümünde belirtildiği gibi bu topluluklar dört ayrı delta dönemine (3. Derece istif) karşılık gelirler. Bir başka ifade ile Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi birbirinden denizel marnlar (küçük ölçekte transgresyon veya deltaların boğulması-sellenme dönemine karşılık gelir ve 3. derece istifler olarak adlanır) ile ayrılan dört deltadan oluşmaktadır.



Şekil 5.4 Zanklean sonrası istifin sondaj ve paleontoloji verileriyle korelasyonu; (A: Akarsu ağzı kıyı ortamında yaşayan kavkı türleri tanımlanmıştır; B: K-2 ve K-3 sondajlarında Pliyosen kavkı türleri tanımlanmıştır)

Sismik kesitler ve deniz sondajlarında Messiniyen evaporitleri üzerine gelen 250 m kalınlığa varan kırıntılılar ile başlayıp kalın marn istifleri olarak devam eden tortullar Avdan Formasyonu olarak görülmektedir. Erken Pliyosen (Zanklean) yaşındaki bu birikim üçüncü derece istif olarak ayrılmıştır. 2, 3, 4, 5 numaralı istiflerin her biri bir delta dönemini temsil eder (Şekil 5.5). Hemen belirtmek gerekir ki bu istifler sismik kesitlerde ve sondajlarda ayrılır hiçbir yüzeylemeleri yoktur. En alttaki Avdan Fm'nun yüzeylemiş olması (bkz. stratigrafi bölümü) bölgedeki tektonizmanın etkin durumunu işaret eder. 2-5 arasındaki istifler Kuranşa Fm'na karşılık gelir (Şekil 5.5).

	Zaman	3.derece İstif	4.derece İstif	Delta	Formasyon
Pleyistosen	Holosen	karasal			SCD
	Geç	5	$\frac{g}{f}$	D4	KURANŞA
	Çibaniyen				
	Kalabriyen	4	$\frac{e}{d}$	D3	
	Gelasiyen				
Pliyosen	Piazensiyen	3	$\frac{c}{b}$	D2	
		2		D1	
	Zanklean	1	1	1	AVDAN

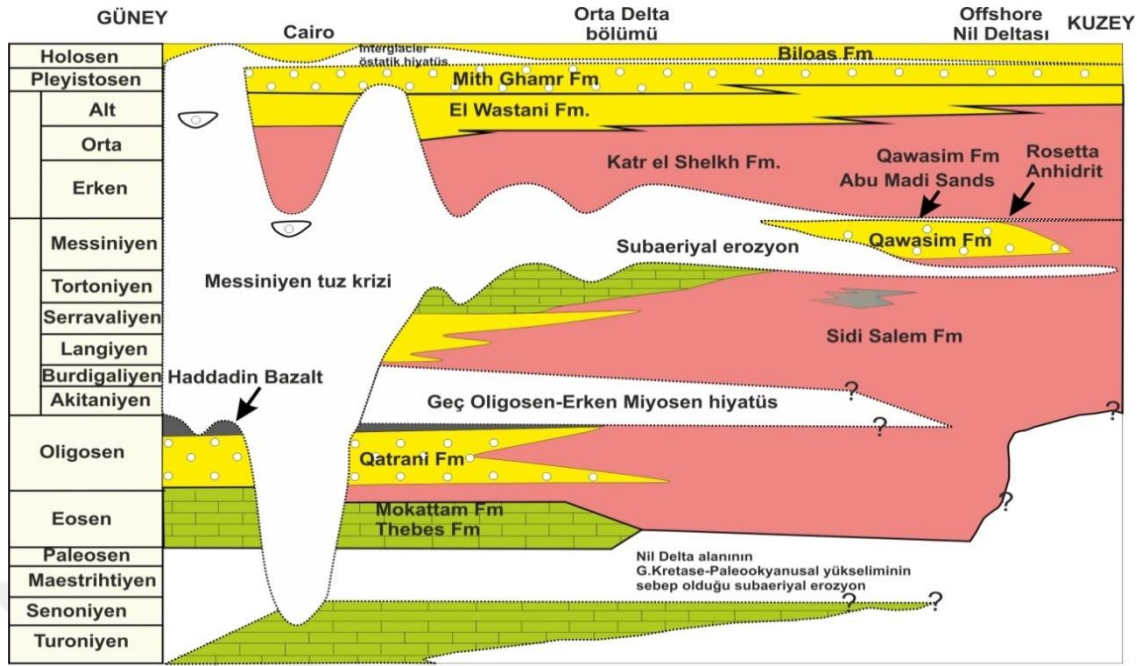
Şekil 5.5 SCD'nin diyagramatik stratigrafik kesiti

Litofasiyes ve litofasiyes toplulukları karşılaştırmasında dikkat çeken husus kalış kapsayan ve kırmızı rengi ile dikkat çeken FT1 topluluğunun belirgin şekilde tekrarlanması ve özellikle K-4 sondajının alt düzeylerinde kalınca bulunmasıdır. Bunlar deltanın su dışı olması ve bu sıradaki günlenmeyi, atmosferik alterasyonu temsil eder. Tektonizmaya bağlı olabilecek bu su dışı olma durumu iklimsel deniz seviyesi değişimi ile de olabilir. Bunların etkilerinin ne ölçüde olduğu bu çalışmada tespit edilememiştir.

Önceki çalışmalarda (Gül vd 1984) sondaj alanının Misis yükselim alanında açıldığı ve alt seviyelerde Misis istifinin kesildiğini belirtmişlerdir. FT1 topluluğunun deniz kısımlarını temsil eden FT4 topluluğundan daha kalın olması iklimik deniz seviyesi değişiklikleri yüzünden transgresyonların hızlı ve göreceli kısa süreli olmasına bağlanmıştır. Bu durum olağan bir gelişme sayılmalıdır çünkü kalın delta istiflerinin oluşum döneminde (regresyon) delta düzlükleri uzun zaman su dışında atmosfere açık olmuşlardır.

5.4 SCDK ile Nil Deltasının Karşılaştırılması

Seyhan-Ceyhan Deltası ile Nil Deltası, Doğu Akdeniz'in güneyinde ve kuzeyinde birbirlerine zıt yönde ilerleyen iki depolanma sistemidir. Nil Deltası, SCD ile kıyaslanamayacak ölçüde, neredeyse dört katına ulaşan büyüklüktedir. Büyüklük güncel deltada olduğu gibi delta prizmasının boyutları içinde geçerlidir. Boyut farkının temel sebebi besleyici Nil Nehri'nin dünyanın en uzun nehri olması yanında, çok geniş bir drenaj alanına sahip olması etkenidir. İkinci önemli etken ise, SCD'nin oluştuğu Adana Havzası kuzey Akdeniz'de körfez durumunda ve güneyde Kıbrıs ile sınırlanmasına karşılık, Nil Deltası, Levant Denizi'nin sınırlama olmayan sularında ilerlemiştir. Yani, hem besleyen kaynak büyük hem de depolanma alanı çok geniştir. İlaveten tektonizmanın göreceli düşük tesirde kalması iklimik deniz seviyesi değişimleri dışında, içinde kesilmelerin olmadığı kalın bir istif ortaya çıkmasına imkan vermiştir. Delta prizmasından sekans stratigrafisi kurallarına göre ayrılmış 7 adet 3.derece, 11 adet 4. ve 5. Derece istif ayrılabilmiştir (El Fawal 2016). Bunların 1-6'sı Pliyosen, 7.si Pleyistosen yaşlıdır (SCDK'da ayrılan 3.derece istifler buradaki 3.derece istifler Sekans stratigrafisindeki anlamları ile kullanılmıştır). Nil Deltası'ndaki 1-6 istifli Pliyosen yaşlı iken SCDK'da yalnızca en alttaki istif Pliyosen yaşlıdır. Tersine SCDK'daki Pleyistosen yaşlı istif sayısı daha fazla ve daha kalındır (Şekil 5.5).



Şekil 5.6 Nil Deltası'nın diyagramatik stratigrafik kesiti; Mahmoudi ve Gabr 2009'dan alınmıştır (orijinal kaynak; Said 1962, Salem 1976, Rizzini vd. 1978).

Adana Havzası dolgusu ile Nil Deltası istifi stratigrafik gelişim itibariyle benzerlik gösterir (Şekil 5.6). Geç Oligosen-Erken Miyosen'de bulunan istif, Messiniyen Krizi sonundaki çökelmezlik dışında sürekli olarak devam etmiştir (Mahmoudi ve Gabr 2009). SCDK ile birlikte Adana Havzası dolgusu da benzer özelliktedir. Bu durum iki oluşumun aynı denizin farklı kesimlerinde birikmesinin olağan sonucudur. Ancak iki deltanın istif mimarileri oldukça farklıdır. Bu fark kuzeyde Misis yükselimi ile sonuçlanan tektonizmaya bağlı olmalıdır. Bu durum iki delta istiflerini karşılaştırarak Akdeniz için deniz seviyesi değişim eğrisi çıkarmayı olanaksız hale getirmektedir.

Nil Deltası'nın Oligosen sonunda başlayan tüm istifinde Nil Nehri'nin doğuşuna ilişkin veriler aranmıştır. Etiyopya'daki bazalt platosundan tortul taşıyan Nil Nehri, Akdeniz'e ulaştığında delta oluşumuna yol açacağı varsayımıyla, delta istifindeki bazalt izleri bu büyük nehrin doğuşunu temsil edecektir. Bu varsayımla yapılan incelemeler, Nil Nehri'nin Geç Oligosen (Şattaniyen)'de tortul taşımaya başladığı (nehrin doğusu), deltanın da bu sırada oluşmaya başladığını göstermiştir (Fielding vd. 2018). SCDK ve Adana Havzası için böyle bir inceleme yapılmamıştır ancak stratigrafiye bakılarak delta oluşumunun kuzeyde çok daha geç başladığını söylemek mümkündür.

Adana Havzası'nda ilk deltayık istif Kuzgun Formasyonu (Şekil 3.2) olup, Geç Miyosen-Tortonien yaşlıdır. Bu durum, Seyhan-Ceyhan Nehirleri'nin doğuşunu da Tortonien olarak işaret edebilir. Bu bölümde özet olarak belirtilebilecek husus, aynı denizin iki tarafında birikiyor oluşlarının Messiniyen krizi ile denizin kuruyup yeniden oluşmasına karşın, delta gelişimleri birbirlerinden farklıdır. Bu fark büyük oranda kuzeyde, Anadolu kıyılarında tektonizmanın çok daha aktif olmasının sonucudur.

5.5 Güncel Seyhan-Ceyhan Deltası ve Gelişimi

Güncel SCD deltası, Seyhan, Ceyhan ve Tarsus nehirleri ile oluşturulan ve Orta Holosen'den bu yana, son deniz yükselimini takiben ortaya çıkan depolanmadır. Delta kompleksinin en üstünde ince bir örtü olarak yer almaktadır. Özellikleri önceki bölümlerde belirtilmiştir. Su dışı delta düzlüğü güncel Çukurova ile temsil edilen depolanma sisteminin karadaki kalınlığı 0-15 m arasında olup; taraçalar, toprak düzeyleri, eski nehir kolları ile kıyı kumulları bunun içindedir. SCD'nin dikkat çeken özelliği çok hızlı ilerlemekte oluşudur (Erinç 1953, Erol 2003, Kaya 2008). İlerleme deltanın orta kesimlerinde daha hızlı, yanlarında ise daha yaşlıdır. Bu durum olağandır çünkü dalga etkileri dalga ağız barlarındaki tortulu dağıtmaktadır. Bununla birlikte üçgensel morfolojik yapının, SCD'nin akarsu egemen delta olduğunu göstermektedir (Şekil 1.4). Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin geniş drenaj alanları, daha da önemlisi drenaj alanının yüksek oluşu, akarsu yatak eğimlerinin fazlalığı aşırı miktarda tortul yük taşımalarını sağlamaktadır (Şekil 1.9, 1.10, Çizelge 1.1). İlerlemenin göreceli yavaş olduğu Tarsus civarında, eskiden kıyı kenti olan Tarsus'un günümüzde 20 km içeride olması 20.000 m/2300 yıl deltanın yılda 8-10 metre ilerlediğini gösterir. Bu ilerleme delta ortamda 30 m'ye kadardır.

Bu konuda asıl soru, bu hızlı ilerlemenin sebebidir. Bunun cevabı tarafımızdan bir önceki dönemlerde oluşan deltanın körfezi geniş ölçüde doldurmuş ve düzleşmiş bir topografya yaratmasıdır. Güncel delta önceki deltanın doldurduğu bu geniş platformda hızla ilerlemiştir.

6. SONUÇLAR

Doktora tez çalışması olarak incelenen Adana Havzası Pliyosen ve Kuvaterner İstifleri güncel Seyhan-Ceyhan Deltası ile örtülmektedir. Arazi gözlemleri, sondaj verileri, sondaj kesintileri üzerinde yapılan litofasiyes analizleri, paleontolojik incelemeler, karada ve denizde gerçekleştirilen jeofizik ve sismik kayıtları, istiflerin yorumunda kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmektedir;

1-Güncel Seyhan-Ceyhan Deltası, geniş su dışı delta düzlüğüne karşın 0-15 metre kalınlığında tortul örtü halindedir. Esas itibariyle Seyhan ve Ceyhan nehirleri tarafından oluşturulmaktadır. Tarsus Çayı delta gelişiminde ikincil öneme sahiptir. Bunun asıl nedeni, Tarsus Çay drenaj alanının düşük eğimlerde olması ve göreceli az tortul sağlamasıdır. Seyhan ve Ceyhan nehirleri yer değiştiren loblar halinde ilerlemektedir. Deltanın oluşumu Orta Holosen'de Akdeniz transgresyonundan itibaren (~6000 yıl önce) başlamıştır. Delta ilerlemesi çok hızlı olup, yaklaşık yılda 20 m kadardır. Buna karşılık, son 20 yılda nehirler üzerine kurulmuş barajlar yüzünden tortul gelimi durmuş ve insan etkileri ile birlikte delta gerilemesi başlamıştır.

2- Seyhan-Ceyhan Deltası Adana Havzası dolgusunu örtmektedir. Adana Havzası dolgusu Messiniyen'de meydana gelen Akdeniz'in kuruması evresinde çökelen jipsler ile ikiye bölünür. Tüm Akdeniz'de görülen bu kuruma evresi aynı zamanda yeni bir transgresyonun başlangıcıdır. Miyosen sonunda (Messiniyen) gerçekleşen bu olayın devamında önce Avdan Formasyonu oluşmuş (denizel marnlar) daha sonra dört ayrı delta istifi depolanmıştır. Bu deltayik istifler dört ayrı 3. derece sekanslar olarak görülür ve dört ayrı delta istifinin (=SCDK) toplam kalınlığı 2000 m'yi bulmaktadır. Kuraşa Formasyonu olarak ayrılan tortullar Orta Pliyosen-Pleyistosen yaşlıdır. Pliyosen-Kuvaterner istifinin toplam kalınlığı ise (deltayik ve deltayik olmayanlar birlikte) 2200 metre olarak hesaplanmıştır.

3-Adana Havzası'nın Miyosen'e ait dolgusu inceleme konusu dışındadır. Bunlar Adana ve İskenderun alt havzalarında, iki alt havzanın birleşik olduğu dönemde depolanmıştır. Deltayik gelişim Tortoniyen'den itibaren başlamıştır ve Kuzgun Fm ile temsil edilir.

4-Adana Havzasında depolanmayı doğrudan etkileyen morfolojik birim Misis yükselimidir. Üzerindeki tortul birikimden (havzaya ait) hareketle, Misis yükseliminin oluşumu (=yükselmeye başlaması) Geç Miyosen-Erken Pliyosen’de başlamış ve Orta Piyosen’de tamamen su dışı olmuştur.

5- Misis Yükselimi büyük Adana Havzasını Adana ve İskenderun alt havzalarına ayırmış, deltayık depolanma İskenderun alt havzasında kesilmiş, Adana alt Havzası’nda devam etmiştir. Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi ve üzerindeki güncel Seyhan-Ceyhan deltası bu çökelimi temsil ederler.

6- Ceyhan, Kozan, Osmaniye ovaları Misis Yükselimi öncesi büyük Adana Körfezi’nin parçası iken, Pleyistosen’den itibaren su dışı olmuş ve alüvyal tortullarla dolmuştur. Bu durum Misis Yükselimi ile birlikte havzanın ve/veya paleo körfezin kuzey kısmının önemli ölçüde yükseldiğini ve su dışı olduğunu göstermektedir.

7- Misis yükselimi tektonik birim olması yanında bölgeyi etkileyen Ecemiş Fay Zonu, Kozan Fay Zonu, Ölü Deniz Fay Zonu, daha güneydeki Kıbrıs Yayı’nın varlığı Anadolu’nun bu bölümünün Akdeniz’in güney kenarına göre daha aktif olduğunu, depolanmanın tektonizmadan çokça etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bu durumun açık işareti, Nil Delta istifleri ile Seyhan-Ceyhan Delta Kompleksi’nin farklı gelişimleridir. Örneğin Pleyistosen’deki Kuranşa Fm içinde iken, Pliyosen tek istif ve tek formasyon ile (Avdan Fm) temsil edilmektedir. Öte yandan Nil Deltası, Messiniyen sonrası tek delta istifi ile temsil edilirken, SCDK dört ayrı delta istifi olarak meydana gelmiştir. Aynı denizin içindeki bu farklı deniz seviyesi değişimleri, kuzeyde Adana Havzasında tektonizma etkisi ile olmalıdır.

8- Sondajlarda konum ve zaman itibarı ile değişen tane boyu dağılımları iklimsel (yaz kış, buzul ve arası gibi), morfolojik (dağlık, alüvyon yelpaze, delta düzlüğü ve birimleri gibi) ve taşınma (kaynağa mesafe, akarsu yatak ve eğim şekilleri gibi) koşulları yansıtmaktadır. Günümüzde akarsu yataklarında mevsimsel ölçülebilen çakıl+kum ve silt+kil oranlarının geçmişte D4, D3, D2 ve D1 gibi değişen farklı birimlerde daha uzun zamanlar süregeldiği büyük olasılıktır. Kuvars, feldispat, karbonatlar (kalsit, dolomit),

kil mineralleri (smektit, illit, kaolinit, klorit) sondaj sedimentlerinde tesbit edilen önemli ve çoğunlukla detritik tüm kayaç bileşenlerini oluşturmaktadır. Kuzeydeki sondajlardan (K-1) güneydekilere (K-2, K-3) doğru genelde azalma gösteren feldispat ve toplam karbonat (çoğunlukla kalsit) bileşenleri, detritik malzemelerin dağlık kaynağa yakınlığına işaret ederken, toplam kil minerallerinin (çoğunlukla smektit) güneye doğru artışı nisbeten düşük enerjili çökeltme rejimi ile bağlantılı olabilir. Bu nedenle kaynaktan uzaklaştıkça illit miktarları azalacak, smektit oranları nisbeten artacaktır. Benzer bir şekilde kuvars mineralleri feldispat minerallerine karşın daha uzun mesafe taşınma sonucu artan miktarlarda çökelecektir. Smektit minerallerinin daha çok kuzeydeki ofiyolitik kayaçların ayrışmasından gelebileceği bölgedeki delta önü çalışmalarından da anlaşılmaktadır. Jeokimyasal elementlerin büyük bir kısmı değişen miktarlardaki silikat-alüminyum silikat gibi detritik mineraller (Si, Al, Fe, Mn, Ca, Na, K, P, S, Cr, Ni, Rb, Y, Zn ve Cu) ile kırıntılı karbonatları (Sr, Ca, Mg) temsil etmektedir. Bu veriler yerkabuğunu oluşturan kilitaşı (şeyl), kumtaşı ve kireçtaşı gibi sedimanter kayaçların ortalama bileşimine benzemektedir. Kısmen Mg, Cr ve Ni kaynağı Toroslardaki ofiyolitik kayaç ve maden içerikleri ile bağlantılı olabilir. Sonuçta, K-1, K-2 ve K-3 sondajlarında analiz edilen tümkayaç ve jeokimyasal bileşenlerin kaynağının çoğunlukla çevredeki Pliyosen-Miyosen ve öncesi dönemlerde oluşan kayaçlar olabileceği düşünülmektedir

9-Adana Havzası, başka deltayık tortul prizmaları ile mukayese edildiğinde hidrokarbon oluşturma ve depolama potansiyeline sahip olabilir. Bu tez çalışmasında istiflerin bu yönüne dönük inceleme yapılmamıştır.

KAYNAKLAR

- Akça, N. 1994. Adana Kuzeydoğusu-Kozan Civarı Miyosen-Pliyosen Çökellerinin Nannoplankton Biyostratigrafisi ve Sayısal Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.159 s.
- Aksu, A.E., Calon, T. J., Hall, J., Mansfield, S. and Yasar, D. 2005. The Cilicia–Adana Basin complex, Eastern Mediterranean: Neogene evolution of an active fore-arc basin in an obliquely convergent margin. *Mar. Geol.* 221, 121–159.
- Akurgal, E. 1997. Anadolu Uygarlıkları. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 235s., Ankara.
- Avşar, N., Nazik, A., Dinçer, F., Darbaş G. 2006. Adana Havzası Kuzgun formasyonunun mikrofosiller ile ortamsal yorumu. *Yerbilimleri*, no.27, 1-21.
- Berry, R. W. and Johns, W. D. 1966. Mineralogy of the clay-sized fractions of some North Atlantic-Arctic ocean bottom sediments. *Geological Society of America Bulletin* 77, 83-196.
- Boulton, S.J. and Robertson Alastair, H.F. 2007. The Miocene of the Hatay area, S Turkey: Transition from the Arabian passive margin to an underfilled foreland basin related to closure of the Southern Neotethys Ocean. *Sedimentary Geology* 198 (2007), 93–124.
- Boulton, S.J., Smart, C.W., Consolaro, C and Snider, A. 2015. The Miocene– Pliocene boundary and the Messinian Salinity Crises in easternmost Mediterranean: insights from the Hatay Graben (Southern Turkey). *Sed Geol* 332: 51-67.
- Chamley, H. 1989. Clay formation through weathering: Chamley, H., ed., *Clay Sedimentology*. New York, Springer. 21-50.
- Cipollari, P., Cosentino, D., Radeff, G., Schildgen, F.T., Faranda, C., Grossi, F., Gliozzi, E., Smedile, A., Gennari, R., Darbaş, G., Dudas, F.Ö., Gürbüz, K., Nazik, A. and Echtler, H. 2012. Easternmost Mediterranean evidence of the Zanclean flooding event and subsequent surface uplift: Adana Basin, southern Turkey. [dx.doi.org/10.1144/SP372.5](https://doi.org/10.1144/SP372.5).
- Cosentino, D., Schildgen, T. F., Cipollari, P., Faranda, C., Gliozzi, E., Hudácková, N., Lucifora, S., Strecker, M.R. 2012. Late Miocene surface uplift of the southern margin of the Central Anatolian plateau, Central Taurides, Turkey. *Bulletin of the Geological Society of America* 124, 133–145.
- Çanga, B., Sayılı, A., Akça, N., Ertuğ, K. İ., Tekin, T. ve Işık, U. 2005. İncirlik-2 kuyusu litostratigrafik, Biyostratigrafik ve Jeokimyasal Değerlendirmesi. TPAO Rapor No: 4616 (yayınlanmamış).
- Çuhadar, Ö. 1988. Adana Baseni Değerlendirme Raporu, TPAO Rapor No: 2447 (yayınlanmamış).
- Çuhadar, Ö., Naz, H. 1988. Adana Baseni (XIV. Bölge) Orta Miyosen yaşlı Cingöz klastikleri denizaltı yelpaze çökellerinin sedimantolojik incelenmesi. TPAO Araştırma Merkezi, Rapor No: 1251 (yayınlanmamış).

- Darbaş, G. and Nazik, A. 2010. Micropaleontology and paleoecology of the Neogene sediments in the Adana Basin (South of Turkey). *Journal of Asian Earth Sciences*. Volume 39, Issue 3, Pages 136-14.
- Derman, A.S. and Gürbüz, K. 2007. Nature, Provenance and relationship of Early Miocene 238 palaeovalley fills, northern Adana Basin, Turkey: Their significance for sediment-bypassing on a Carbonate shelf. *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 181–209.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C. 1986. Shortening of continental lithosphere: The neotectonics of eastern Anatolia, a young collision zone. In: Coward, M.P., Ries, A.C. (eds), *Collision tectonics: Geological Society of London Special Publication* 19, 3–36.
- Dianto, A., Subehi, L., Ridwansyah, I. and Hantoro, W.S. 2019. Clay minerals in the sediments as useful paleoclimate proxy: Lake Sentarum case study, West Kalimantan, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 311 012036
- DSİ, 2012. Seyhan Havzası Master Planı Hidrojeoloji Raporu [Rev.3]/Aralık 2012/GGÜ/gde.
- DSİ, 1978. Mersin, Berdan ve Efrenk Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu. Ankara.
- Dündar, S. and Varol, B. 2019. New insights on Messinian evaporites based on field 2 and seismic interpretations In Neogene Antalya 3 Basın, Sw Turkey. *Turkish J Earth Sci* (2019) 28: 687-705 © TÜBİTAK doi:10.3906/yer-1804-22.
- Ege, İ. 2001. Tufanbeyli Havzası ve Yakın Çevresinin (Adana) Jeomorfolojisi; Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.139 s.
- EİE, 1993. Raporu; Türkiye akarsularında sediment gözlemleri ve sediment taşınım miktarları, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Gen. Müd. yayınları, Ankara Pp: 511.
- Eren, M. 2006. Kalış Oluşumu Özellikleri. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 30 (2).
- Ergin, M., Kazan, B. and Ediger, V. 1996. Source and depositional controls on heavy metal distribution in marine sediments of the Gulf of İskenderun, Eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 133, 223-239.
- Ergin, M., Kazancı, N., Varol, B., İleri, Ö., Karadenizli, L. 1997. Sea level changes and depositional environments on the southern Marmara shelf. *Marine Geology* 140 (1997) 391-403.
- Erinç, S. 1953. Çukurovanın Alüvyal Morfolojisi Hakkında. *İstanbul Üniversitesi, Coğrafya Enst. Dergisi*, 3-4: 149-159.
- Erol, O. 1997. Çukurovanın Neotektonik Jeomorfolojik Evrimi. *Geosound*, v. 30, pp.127-134.
- Erol, O. 2003. Ceyhan Deltasının Jeomorfolojik Evrimi. *Ege Coğrafya Dergisi*. 12(2), 59-81.
- Fawal, M.F., Sarhan, A., Collier, E.R., Basal, A. and Abdel, H.M. 2016. Sequence Stratigraphic Evolution on The Post Rift Megasequence in The Northern Parth of the Nile Delta Basin, Egypt. *Arab J Geosci* (2016) 9: 585. DOI 10.1007/s12517-016-2602-8

- Fielding, L., Najman, Yy., Millar, I., Butterworth, P., Garzanti, E., Vezzoli, G., Barfod, D. and Kneller, B. 2018. The Initiation and evolution of River Nile. *Earth and Planetary Science Letters*, v 489; pp.166-178.
- Galloway, W.E. 1975. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In: Brooussard, M. L. (ed.) *Deltas, Models for Exploration*. Houston Geological Society, 87±98.
- Galloway, W.E. and Hobday, D.K. 1996. *Terrigenous Clastic Depositional Systems*: Heidelberg, Springer -Verlag, 489 p.
- Goudie, A. S. 1983. Calcrete. In: Goudie, A. S. and Pye, K., (eds.), *Chemical sediments and geomorphology*. Academic Press, London, p. 93-131.
- Görür, N. 1979. Karaisalı Kireçtaşı'nın (Miyosen) Sedimentolojisi. *T. J. K. Bülteni* c. 22; s. 227-232.
- Görür, N. 1985. Depositional history of Miocene sediments on the NW flank of the Adana Basin. *Proc. 6th colloquium on Geology of the Adana Region, Izmir*, pp. 185-208 (in Turkish).
- Görür, N. 1992. A tectonically controlled alluvial fan which developed into a marine fan-delta at a complex triple junction: Miocene Gildirli Formation of the Adana Basin, Turkey, *Sedimentary Geology*, v. 81; pp. 243-252.
- Gradusov, B.P. 1974. A tentative study of clay mineral distribution in soils of the World. *Geoderma*, 12., pp. 49-55
- Griffin, J. J., Windom, H. and Goldberg, E. 1968. Clay mineral distribution in the Pacific Ocean. *Deep-Sea Research* 15, 433-459.
- Grunert, P., Harzhauser, M., Rosenthal, Y. and Carnevale, G. 2016. Estuarine Lago Mare fauna from the Tertiary Piedmont Basin indicates episodic Atlantic/Mediterranean exchange during the final stage of the Mediterranean Salinity Crisis. *Paleo* 3, 457, 70-79.
- Gül, M. A., Çuhadar, Ö., Öztaş, Y., Alkan, H., Çınar, T. E. 1984. Bolkardağı, Beledik yöresinin jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rapor No: 1972. Ankara (yayınlanmamış).
- Gürbüz, K. and Kelling, G. 1993. Provenance of Miocene submarine fans in the northern Adana Basin, southern Turkey: a test of discriminant function analysis. *Geological Journal*, v. 28; pp. 277–293.
- Hubert, F., Caner, L., Meunier, A., Lanson, B. 2009. Advances in the characterization of soil clay mineralogy using X-ray diffraction: from decomposition to profile fitting. *Eur.J.SoilSci.* 60, 1093–1105.
- Hadji, F., Marok, A. And Samet, A. M. 2019. Miocene sediment mineralogy of the lower. Chelif basin (NW Algeria): implications for weathering and provenance. *Turkish J Earth Sci.* 28: 85-102.
- Hunerman, A.E. 1974. Kuzey Mihmandar-1 kuyusu mikropaleontoloji raporu. TPAO Rapor No: 883. 5S. Ankara (yayınlanmamış).
- İlgar, A., Esirtgen, T., Türkmen Bozkurt, B., Demirkaya, S., Hakyemez, A., Çulha, G., Danacı, F., Aydın, A., Gürlü, G., Baykal Dölen, M., Çınar Durgut, S.N., Beşter

- Bengü, B., Akpınar, S. ve Karakuş, E. 2016. Adana–Mut (İçel) arasında yüzeylenen Neojen yaşlı kayaçların jeolojisi ve paleocoğrafik gelişimlerinin kurulması. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 253s., Ankara.
- İlgar, A., Nemec, W., Hakyemez, A. and Karakuş, E. 2013. Messinian forced regressions in the Adana Basin: a near-coincidence of tectonic and eustatic forcing. Turkish Journal of Earth Sciences, doi:10.3906/yer-1208-3.
- İlker, S. 1975. Adana Baseninin Kuzeybatısının Jeolojisi ve Petrol Olanakları. TPAO Rapor No: 973 (yayınlanmamış).
- Jaffey, N., Robertson, A.H.F. 2005. Non-marine sedimentation associated with Oligocene–Recent exhumation and uplift of Central Taurus Mountains, S Turkey. Sedimentary Geology 173, 53–89.
- Kadir, S. ve Karakaş, Z. 2002. Mineralogy, chemistry and origin of halloysite, kaolinite and smectite from Miocene ignimbrites, Konya, Turkey. Neues Jahrbuch Fur Mineralogie Abhandlungen, 177, 113-132.
- Kaplan, M.Y. 2012. Adana Yöresi ve Yakın Çevresi Kaliş Gelişimi ve Kökeni Doktora Tezi, Mersin Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 121 s. , Adana.
- Kapur, S., Gökçen, S. L., Saydam, C., Şenol, M., Şenol, S. and Karaman, C. 1989. The clay mineralogy and geochemistry of the recent surface sediments of Iskenderun Bay as indicators of terrestrial provenance. Z. Geomorph.N.,F., Supply-Bd. 73, 167-180.
- Kapur, S., Çavuşgil V. L., Şenol M., Gürel N. and Fitzpatrick A. 1990. Geomorphology and Pedogenic Evolution Of Quaternary Calcretes in the Northern Adana Basin Of Southern Turkey. Z. Geomorph. N. F. 34, L, 49- 59, Berlin.
- Karakuş, E. 2011. Tarsus (Mersin) yöresi Messiniyen (Üst Miyosen) evaporitlerinin sedimantolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 143 s., Ankara.
- Kaya C. 2008. Tarsus-Tarsus Çayı-Tuz Gölü arası Kuvaterner çökellerin jeolojik gelişimi. Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi. 111 s.
- Kazancı, N. ve Gürbüz, A. 2012. Kuvaterner Bilimi. Ankara Üniversitesi Yayınları. 570s, Ankara.
- Kozlu, H. 1987. Structural development and stratigraphy of the Misis–Andirin region. In: Proceedings of the 7th Petroleum Congress of Turkey
- Kozlu, H. 1997. Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Neojen basenlerinin (İskenderun, Misis-Andirin) tektono-stratigrafi birimleri ve bunların tektonik gelişimi. PhD, Çukurova University, Adana, Turkey (in Turkish).
- Kozlu, H., Günay, Y., Çoban, M.K., Temel, Ö., Yıldız, Z., Özdemir, O., Aras, M., Teymur, S., Günel, B., Işık, U. 2001. Adana Neojen baseni Karaisali karbonatlarının Kapıkaya, Çukurköy, Tandır, Akarca (ÖSK) ve Akdam, Akören (SNK) kesitlerinde saha jeolojisi, biyostratigrafi, sedimantoloji ve jeokimya değerlendirme sonuçları. TPAO Rapor No: 4269 (yayınlanmamış).

- Kozlu, H., Çoban, M.K., Temel, Ö., Aras, M., Işık, U. 2002. Adana Neojen baseni Kuzgun Fm'nun Kurbanlı ve Sarıveli Üyeleri ve Karaisalı Fm'larında ölçülen kesitlerin saha jeolojisi, sedimantoloji ve biyostratigrafi verileriyle değerlendirme sonuçları. TPAO Rapor No: 4304 (yayınlanmamış).
- Mahmoudi, A.E. and Gabr, A. 2009. Geophysical surveys to investigate the relation between the Quaternary Nile channels and Messiniyen Nile Canyon at East Nile Delta, Egypt. Arab J Geosci 2:53–67, DOI 10.1007/s12517-008-0018-9.
- Meşhur, M., Akpınar, M., Demir, N. E. 1994. Adana Misis Baseninde Açılmış Kuyuların Değerlendirme Raporu TPAO Rapor No: 3395, Ankara (yayınlanmamış).
- Millot, G. 1970. Geology of clays. Translated by W.R Farrand and H. Paquet. Springer Verlag, New York, Berlin, 429p.
- Moore, D. M. and Reynolds, R. C., Jr. 1997. X-Ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals, 2nd ed. xviii + 378 pp. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Okyar, M., Ergin, M. and Evans, G. 2005. Seismic stratigraphy of Late Quaternary sediments of western Mersin Bay shelf, (NE Mediterranean Sea). Marine Geology, 220 (2005) 113 – 130.
- Öğrünç, G., Gürbüz, K. ve Nazik, A. 2000. Adana Baseni Üst Miyosen-Pliyosen istifinde “Messiniyen Tuzluluk Krizine” ait bulgular. Yerbilimleri, 22 (2000), 183-192.
- Öğrünç, G. 2001. Messiniyen Tuzluluk Krizi Sırasındaki ve Sonrasındaki Çökellerin Stratigrafisi ve Paleoekolojisi, Bir örnek: Adana Baseni Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 218 s.
- Öner, E., Hocaoglu, B., Uncu, L. 2005. Tarsus Ovasının Jeomorfolojik Gelişimi ve Gözlükule Höyüğü. TURQUA-V, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu. 2-5 Haziran 2005, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul. Genişletilmiş Bildiri Özleri Kitabı, 82-89.
- Özgül, N. 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 19, 65–78.
- Özgül, N. ve Kozlu, H. 1993. Kozan-Feke-Mansurlu arasının jeolojisi: TPAO Rapor No: 3380, Ankara.
- Poppe, G. T. and Goto, Y. 1991. European Seashells(Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogaster, Gastropoda). Vol: 1, Wiesbaden/Verlag Christa Hemmen. Pp: 352.
- Poppe, G.T. and Goto, Y. 1993. European Seashells (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda), Vol: 2, Wiesbaden/Verlag Christa Hemen. Pp: 221
- Poulos, E. S. 2020. The Mediterranean and Black Sea Marine System: An overview of its physico-geographic and oceanographic characteristics. Earth Science Rews. 200. 103004.
- Righi D, Velde B, Meunier A. 1995. Clay stability in clay dominated soil systems. Clay Minerals 30:353–364.

- Ryan, B. F. W. and Pitman, C. Walter. 1998. Noah's Flood/ The New Scientific Discoveries About The Event That Changed History. Simon&Schuster. New York NY. (Türkçe tercüme 284 s).
- Schmidt G. C. 1961. Stratigraphic Nomenclature For The Adana Region Petroleum District VII. Petroleum Administration Bull., v. 6, pp. 47-63.
- Sevim, H. E. 1991. Umweltgeochemische und sedimentologische Untersuchungen an Sedimenten der Flüsse Sakarya, Yeşilırmak, Ceyhan und Menderes (Türkei)-geogene/antropogene Einflüsse-. Heidelberger Geowissenschaftliche Abhandlungen, Band 45, 162s. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, ISBN 3-89257-044-2.
- Shaw, H. F. and Bush, P.R. 1978. The mineralogy and geochemistry of the Recent surface sediments of the Cilicia Basin, northeast Mediterranean. Marine Geology, 27, 115-136.
- Sınacı, M. ve Toker, V. 2010. Adana Havzası sondaj verileri ile Neojen Nannoplankton biyostratigrafisi. Yerbilimleri, 31 (2), 83-98.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey, a plate tectonic approach: Tectonophysics, v. 75; pp. 181-241.
- Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman, T.Y. 1998. Adana-Mersin Dolayının Jeoloji Etüd Raporu. MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana.
- Tekin, E., Varol, B. and Ayyıldız, T. 2010. Sedimentology and paleoenvironmental evolution of Messinian evaporites in the Iskenderun-Hatay basin complex, Southern Turkey, Sedimentary Geology, v. 229; pp. 282-298.
- Tucker, M. E. 1992. Sedimentary Petrology. Black-Well, Oxford, 260p.
- Tunç, Ş. Ç. 2008. Geology and Geochemistry of Recent Sediments from the Northeastern Mediterranean Basin. M.Sc. Thesis, Marine Geology and Geophysics Department, Middle East Technical University, 127 pp.
- Turekian, K. K. and Wedepohl, K. H. 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Geol. Soc. Am. Bull., 72, 175-192.
- Usta, D. ve Beyazçiçek, H. 2006. Adana İlinin Jeoloji Etüd Raporu. MTA Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü, Adana.
- Ünlügenç, U.C. 1993. Controls on Cenozoic sedimentation, Adana Basin, Southern Turkey. PhD Thesis, University of Keele (unpublished).
- Üstün, A.B., Özata, A., Özerk, O.C. ve Osmançelebioğlu, R. 2019. Türkiye Bölgesel Ölçekli Sıvılaşmaya Yatkınlık Haritaları Projesi 2018 Yılı Çalışmaları MTA bilgi Notu.
- Velde, B. 1985. Clay Minerals. A physico-chemical explanation of their occurrence, 40. Developments in Sedimentology. Elsevier, Amsterdam.
- Web Sitesi: <https://bolge1.tarimorman.gov.tr/> Erişim tarihi: Ocak 2021.
- Weaver, C. E. 1989. Clays, Muds, and Shales: Developments in Sedimentology 44, 819 s.

- Williams, G. D., U. C. Unlugenc, Kelling, G. and Demirkol, C. 1995. Tectonic controls on stratigraphic evolution of the Adana Basin, Turkey: *Journal of the Geological Society*, 152, 873–882.
- Yalçın, M. N. and Görür, N. 1984. Sedimentological evolution of the Adana Basin, *Proceedings International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, pp. 165-172.
- Yalçın, H., Ergin, M., Eryılmaz, M. and Yücesoy-Eryılmaz, F. 2001. Bulk and clay mineralogy of surficial marine sediments of the Gulf of İskenderun, Eastern Mediterranean. *Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Earth Sciences*, V.18, No.2, 71-78.
- Yeşilot-Kaplan, M., Eren, M. ve Kadir, S. 2012. Adana (Güney Türkiye) yöresi sert 253 laminalı karbonat kabuk (kalış kabuk) yüzey şekillerinin kökeni. 65.Türkiye Jeoloji Kurultayı.
- Yetiş, C. ve Demirkol, C. 1986. Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeolojik Etüdü. MTA Rapor No: 8037 (Yayınlanmamış).
- Yıldız Çiftçi, S., Hacıköylü, P., Kalanyuva Geze, Y., Kansu, E and, Aktepe, A. 2012. Exploration Plays in the Mersin Basin, Turkish Mediterranean Sea. *Leading Edge, Mediterranean Section*, 832-845.
- Yılmaz, Y. 2020. Morphotectonic development of the Adana plain and the surrounding mountains, South Turkey. *Mediterranean Geoscience Reviews* (2020) 2:341–358 <https://doi.org/10.1007/s42990-020-00043-4>.
- Yılmaz, D. 2003. Adana Baseni Evaporitli Serilerinin (Neojen) Mineralojisi Petrografisi ve Jeokimyası; Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 174 s.