

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZAR GÖLÜ (ELAZIĞ) DOĞU KESİMİNDE PLEYİSTOSEN-HOLOSEN
DÖNEMİNE AİT SEDİMANLARIN KİL MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisi Muhammed ÖZER

111116108

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.09.2013

Tezin Savunulduğu Tarih : 27.09.2013

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Dicle BAL AKKOCA (F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd.Doç.Dr. Kürşad Kadir ERİŞ (F.Ü)

Doç.Dr. Ayşegül YAZICI (F.Ü)

ÖNSÖZ

Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları ve Jeokimya Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan bu çalışmada, Hazar Gölü (Elazığ) Doğu kesiminde Pleyistosen-Holosen Dönemine Ait Sedimanların Kil Mineralojisi ve Jeokimyasının incelenilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın gerçekleşmesinde danışmanlığımı üstlenerek tez çalışmamı yönlendiren ve yardımını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doç.Dr. Dicle Bal AKKOCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez kapsamında incelenilen karot örnekleri 111Y045 Nolu ve “ Hazar Gölü'nde (Elazığ) Pleyistosen-Holosen Dönemi Yüksek Çözünürlü İklim ve Su Seviyesi Değişimleri TÜBİTAK projesi çerçevesinde alınmıştır. Arazi çalışmalarında Elazığ-Hazar Gölü'nde FÜBAP Altyapı projesi (2072 nolu proje) ile yaptırılmış yüzen platform ve araştırma teknesi kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında karot alımının gerçekleşmesinde emeği geçen tüm proje ekibine teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvarda karotun litolojik tanımlanması ve dijital görüntülenmesi sırasında katkılarını sağlayan Yrd. Doç. Dr. Kürşad Kadir ERİŞ, çizim işlerinde yardımını esirgemeyen Araştırma Görevlisi Mehmet Ali ERTÜRK' e teşekkürlerimi sunarım.

Muhammed ÖZER

ELAZIĞ - 2013

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	V
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	IX
TABLolar LİSTESİ	XI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1.GENEL BİLGİLER	1
1.1.Giriş	1
1.2.Çalışmanın Amacı	1
1.3.Coğrafik Konum	2
1.4. Önceki Çalışmalar	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM	5
2.1. Büro Çalışmaları	5
2.2. Arazi Çalışmaları	5
2.3. Laboratuvar Çalışmaları	8
2.3.1. Litolojik Tanımlama	8
2.3.2. X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	8
2.3.3. Tane Boyu Analizi	11
2.3.4. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri	11
3. GENEL JEOLojİ	12
3.1. Stratgrafi	12
3.1.1. Bitlis Pütürge Metamorfitleri	12
3.1.2. Guleman Ofiyoliti	15
3.1.3. Hazar Grubu	16
3.1.4. Maden Karmaşığı	17
3.1.5. Elazığ Magmatitleri	17
3.2. Yapısal Jeoloji	18
4. KAROTUN LİTOLOJİK TANIMLANMASI	20
5. TANE BOYU DAĞILIMI.....	23
6. X – IŞINLARI ÇÖZÜMLEMELERİ	24

6.1. Tüm Kayaç X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	24
6.2. Kil Fraksiyonu X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları	28
6.2.1. Tüm Kayaç ve Kil Mineralleri Korelasyon Analizleri	35
6.2.2. Minerallerin Olası Oluşum Mekanizmaları	36
7. JEOKİMYASAL İNCELEMELER	39
7.1. Ana Element Dağılımı	43
7.2. İz elementler	50
7.3. Nadir Toprak Elementleri (NTE)	53
7.4. Element Oranları	56
8. PETROJENEZ	57
9. SONUÇLAR	60
10. KAYNAKLAR	62
11. ÖZGEÇMİŞ	67

**HAZAR GÖLÜ (ELAZIĞ) DOĞU KESİMİNDE PLEYİSTOSEN-HOLOSEN
DÖNEMİNE AİT SEDİMANLARIN KİL MINERALOJİSİ
VE JEOKİMYASI
ÖZET**

Bu çalışmada Elazığ İl merkezinin 22 km güneydoğusunda bulunan Hazar Gölü'nden alınan HZ11-P15 karotuna ait örneklerin tüm kayaç mineralojisi, kil mineralojisi, jeokimyası incelendiği bu tez çalışması kapsamında büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Böylece Hazar Gölü sedimanlarının detay kil mineralojisi, ana, iz ve nadir toprak elementleri (NTE) analizleri ile gölün Pleyistosen-Holosen dönemine ait sedimanların içerdikleri mineral ve elementlerin ilişkileri ortaya çıkarılacak, killerin ve jeokimyanın göl baseninde düşey dağılımları incelenerek gölün beslendiği kaynak alan belirlenmiştir.

İnceleme alanı olan Hazar Gölü çevresindeki birimler yaşlıdan gence doğru; Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Pötürge Metamorfikleri, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Kretase-Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri, yaşlı Palu Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

Örneklerin tüm kayaç ve kil fraksiyon mineralleri tespit edilmiştir. Buna göre göl sedimanları tüm kayaç mineralleri sırasıyla kil > mika > feldispat > kalsit > kuvars > dolomit şeklinde olup kil mineralleri ise sırasıyla klorit > İllit > S-C ' dir. Örneklerin kil mineralojik bileşiminin derinlikle değişimi incelendiğinde derinliğe doğru S-C artışı, illit ve klorit azalışı söz konusudur. Birim L1'den L2'ye kuvars, feldispat, kalsit, S-C azalırken, dolomit, kil, az ölçüde mika, illit, klorit artmıştır. Buna göre bu minerallerin bu karot için Pleistosen ve Holoseni ayırt edici olabileceği görülmüştür. İllit-kloritle S-C'nin farklı davranması iklimsel değişimlerle olabilir.

Ana oksit elementlerin PAAS (Post-Archean Australian Shale) ile normalize diyagramına göre örneklerin ana oksit değerlerin PAAS ile aynı değildir. Yine örneklerin nadir toprak elementleri PAAS' a normalize diyagramına göre hafif toprak elementlerinin PASS' a göre düşmüş, ağır toprak elementleri ise PASS' a yakındır. Bu da PAAS jeokimyasının asidik incelenen örneklerin daha bazik karaktere sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca Örneklerin nadir toprak elementlerinin Kuzey Amerikan Şeylleri'ne (NASC) normalize diyagramına göre NASC jeokimyasına benzememesi, NASC jeokimyasının daha asidik olması incelenen örneklerin daha bazik karakter sunduğunu

göstermektedir. Örneklerin nadir toprak elementleri Kondrite (Kondrit verileri alınmıştır) normalize diyagramında şekil adayı ve yay gerisi toleyitik mafik kayalarındaki NTE içeriklerinin kondritlere göre normalize edilmiş dağılımına uymaktadır. Hazar göl sedimanları çevre kayalarda ağırlıkta olan Elazığ Magmatitleri Hazar Grubu ve Maden-Karmaşığı'ndan malzeme almış olup, bu kayalar da adayı ve yay gerisi havza özelliğindeki mafik kayalardan oluşmuş olması sedimanların bu kayalardan ağırlıklı olarak beslenmiş olabileceğini göstermektedir.

Örneklerin La/Lu, La/Sc, Th/Sc, La/Co, Cr/Th oranlarına göre sedimanların kaynağı mafik olup üst kıtasal kabuk ve ve felsik kayalardan malzeme alınmamıştır. Bu da Hazar Gölü sedimanlarına kaynak malzeme olabilecek formasyonların ağırlıklı olarak, Hazar Grubu-Maden Karmaşığı ve Elazığ Magmatitlerine ait mafik ağırlıklı bir volkanizmanın ürünleri olup gölün malzeme verebilecek olan Bitlis Metamorfitlerinden malzeme alınmadığını göstermektedir. Çevre kayalardan Hazar-Maden Karmaşığı'nın smektit-klorit (S-C), illit, klorit içerdiği göz önüne alındığında sedimanların bu birimlerden ağırlıklı olarak malzeme alındığını gösterir. Örneklerin Zr-Ti/100-Sr/2 ve Zr-Ti diyagramında kalkalkalen bazalt alanına düşmesi de bunu kanıtlar.

Anahtar Kelimeler: Elazığ, Hazar Gölü, kil mineralojisi, jeokimya, Hazar-Maden Karmaşığı

CLAY MINERALOGY AND GEOCHEMISTRY OF THE EASTERN PART OF THE PLEISTOCENE-HOLOCENE LAKE HAZAR SEDIMENTS (ELAZIĞ)

SUMMARY

In this study, in the southeast of the Lake Hazar which is 22 km from the center of Elazığ Province, whole-rock samples of the HZ11-P15 drill-hole mineralogy, clay mineralogy, geochemistry examined within the scope of this thesis work field and laboratory studies were carried out. Thus, the vertical distributions were determined clay mineralogy, major, trace and rare earth elements (REE) analyzes of the lake sediments of Pleistocene-Holocene period revealed that clays, and geochemistry of the lake is fed by examining the source of the lake basin.

The study area around the Lake Hazar to the uppermost units; Paleozoic-Mesozoic Pötürge Metamorphics, Upper Jurassic-Lower Cretaceous ophiolite Guleman, Maastrichtian-Lower Eocene Hazar Group, Middle Eocene Maden Complex, Senonian Cretaceous magmatites, - Palu Formation and the Plio-Quaternary alluvium.

Whole-rock samples and clay fraction minerals have been identified. Accordingly, lake sediments, clay> mica> feldspar> calcite> quartz> dolomite, and clay minerals are chlorite> Illite> S-C respectively. S-C increase, and a decrease in illite and chlorite with depth. quartz, feldspar, calcite, SC decreased from unit L1 to unit L2, dolomite, clay, mica to a lesser extent, illite, chlorite increased. Accordingly, these minerals can be distinguished for Holocene and Pleistocene discrimination. Illite-chlorite and S-C act differently possibility of climatic changes.

The main elements in oxide PAAS (Post-Archean Australian Shale) values are normalized to PAAS major oxide samples, which are not the same according to the diagram. However, according to a normalized PASS, rare earths have fallen slightly according to the diagram, the heavy earth elements close PAAS. This show that more basic character of samples according to acidic PAAS geochemistry. Also according to the normalized diagram of samples to the rare earths in North American Shales (NASC) does not like geochemistry of NASC. NASC geochemistry is more acidic than the analysed samples. rare Normalized of the earth elements to chondrite show that the samples of island arc and back-arc tholeiitic mafic rocks. The weight of the rocks surrounding the lake sediments of the Elazığ Magmatites and

Maden Complex are property of the mafic rocks in the island arc and back-arc basin sediments that formed rocks suggests the presence of these rocks are mainly fed.

La / Lu, La / Sc, Th / Sc, La / Co, Cr / Th ratios of sediments show that source of rocks are mafic and felsic and material hadn't been taken from upper continental crust. The possible source material of Hazar Lake sediments are Hazar-Maden Complex and predominantly mafic volcanic magmatites and Bitlis Metamorphic material isn't received. Considering The Hazar-Maden Complex have smectite-chlorite (S-C), illite, chlorite, mainly material of the sediments is these units. And examples of Zr-Ti/100-Sr/2, Zr-Ti diagrams are show that sediments of Hazar lake is calc-alkaline basalt.

Key Words: Elazığ, Lake Hazar, clay mineralogy, geochemistry, the Hazar-Maden Complex

ŞEKİLLER LİSTESİ

	SAYFA NO
Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası	2
Şekil 2. Arazi çalışması karot alımında kullanılan platform.....	5
Şekil 3. Çalışmada kullanılan piston çakmalı sistem ve CTD aletinden bir görünüm.....	6
Şekil 4. Hz11-P15 karotunun lokasyonu	7
Şekil 5. Standart örnek hazırlama yönteminde kayaç örneğine uygulanan işlemler (Gündoğdu ve Yılmaz, 1984).....	9
Şekil 6. Hazar Gölü ve çevre kayaçları gösteren jeolojik harita (MTA, 1/500.000 ölçekli jeolojik harita).	13
Şekil 7. Hazar Gölü ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksizdir). (Çelik, 2003’ ve Kaya, 2004’ den alınmıştır).....	14
Şekil 8. Hazar Gölü oluşumunu gösteren şematik model (AKSOY, 2007).....	19
Şekil 9. Hz11-P15 nolu karotun düşey litolojik logu ve karot yüzeyine ait dijital görüntü. Birim L1: Holosen , Birim L2: Pleyistosen çökelleri.....	21
Şekil 10. Hz11-P15 nolu karotun düşey litolojik logu, Birim L1: Holosen , Birim L2: Pleyistosen çökelleri.....	22
Şekil 11. Hz11-P15 karotu 0-325cm’ler arası tane boyu analizi	23
Şekil 12. Hz11-P15 karotu 10. cm’den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit	25
Şekil 13. Hz11-P15 karotu 50. cm’den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit	25
Şekil 14. Hz11-P15 karotu 100. cm’den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit	25
Şekil 15. Hz11-P15 karotu 150. cm’den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit	26
Şekil 16. Hz11-P15 karotu 200. cm’den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit	26
Şekil 17. HZ-11 P15 karotu ve tüm kayaç mineralojisi ve tane boyu analizinin karşılaştırılmasını gösteren şema, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit.....	29

Şekil 18. Hz11-P15 karotu 10. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C:Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars.....	30
Şekil 19. Hz11-P15 karotu 50. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C:Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars.....	31
Şekil 20. Hz11-P15 karotu 100. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C:Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars.....	31
Şekil 21. Hz11-P15 karotu 150. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C:Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars.....	32
Şekil 22. Hz11-P15 karotu 200. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C: Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars.....	32
Şekil 23. Hz-11 P15 karotu ve kil mineralojisi tane boyu dağılımını gösteren şema	34
Şekil 24. Anaoksit elementlerle bazı elementlerin korelasyonları	45
Şekil 25. Hz11 –P15 karotuna ait örneklerin ana oksit elementlerin PAAS' a (Post-Archean Australian Shale) normalize diyagramı, (PAAS değerleri Taylor and Mc Lennan 1985'ten alınmıştır.....	50
Şekil 26. Hz11 –P15 karotuna ait örneklerin iz elementlerin PAAS' a (Post-Archean Australian Shale) göre normalize diyagramı (PAAS değerleri Taylor and Mc Lennan 1985'ten alınmıştır.....	53
Şekil 27. Hz11 – P15 karotuna ait örneklerin NTE 'lerinin PAAS' a göre normalize diyagramı (PAAS değerleri Taylor and Mc Lennan 1985'ten alınmıştır.....	54
Şekil 28. Hz11 –P15 karotuna ait örneklerin iz elementlerin NTE 'lerin Kondrit'e (Sun ve Mc Donough,1989) göre normalize diyagramı.....	55
Şekil 29. HZ11 –P15 karotuna ait örneklerin iz elementlerin NTE 'lerin NASC' a (Gromet et al, 1984) normalize diyagramı.....	55
Şekil 30. Hz11–P15 karotu örneklerine ait Pearce ve Cann (1973)' e göre Zr-Ti/100-Sr/2 dağılımı.....	58
Şekil 31. Hz11–P15 karotu örneklerine ait Pearce ve Cann (1973)' e göre Zr-Ti diyagramındaki dağılımı.....	58

TABLolar LİSTESİ

	SAYFA NO
Tablo 1. Hz11-P15 karotunun tanımlaması	7
Tablo 2. Hz11-P15 karotuna ait örneklerin derinliğe göre tüm kayaç mineralojik değişimi (F:Feldispat, Q: Kuvars, Do: Dolomit, Ca: Kalsit).	27
Tablo 3. Hz-11P15 karotuna ait örneklerin derinliğe göre kil mineralojik değişimi (F:Feldispat,Q:Kuvars).	33
Tablo 4. a. Derinlik, tüm kayaç ve kil mineralleri arasındaki korelasyon katsayıları b. Negatif ve pozitif korelasyonlara göre mineral birliktelikleri	35
Tablo 5. Hz-11 P15 karotu örneklerine ait ana oksit elementler.....	40
Tablo 6. Hz11- P15 karotu örneklerine ait iz elementler	41
Tablo 7. Hz-11 P15 karotu örneklerine ait nadir toprak elementleri (NTE)	42
Tablo 8.a. Ana –iz-nadir toprak elementler arasındaki korelasyon katsayıları ($P>0.05$ düzeyinde anlamlı korelasyonlar işaretlenmiştir).	46
Tablo 8.b.iz-nadir toprak elementler arasındaki korelasyon katsayıları ($P>$ önemli korelasyonlar işaretlenmiştir).....	47
Tablo 8.b. devamı	48
Tablo 8.b. devamı	49
Tablo 9. Hz-11 P15 örneklerine ait bazı önemli element oranları (1: Cullers ve diğ., 1988, 2:Taylor ve Mc Lennan (1985); Mc Lennan (2001) ‘den alınmıştır).	56

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

S-C	: Smektit-Klorit
NASC	: Kuzey Amerikan Şeyleri
REE	: Nadir Toprak Elementleri
XRD	: X-Ray Diffraction
ICP-AES	: Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy
ICP-MS	: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometer
Å	: Angstrom
N	: Normal
F	: Fırınlı
EG	: Etilen glikollü
DAFS	: Doğu Anadolu Fay Sistemi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Göller, gerek iklim gerekse insan etkisiyle değişime uğrayabilen sulak coğrafya parçalarıdır. Sediman mineralojisi jeokimyasındaki değişimlere göre göl sedimanlarının diyajenezi, kaynak kaya, paleo-ortamsal yorumlar ve paleo-iklim çalışmaları özellikle Avrupa ülkelerinde giderek yaygınlaşmakta ve gelişmektedir. Göllerdeki ortamsal ve göl suyu jeokimyasının değişimini göllerde yapılacak karot çalışmaları ile mümkündür.

İnceleme konusu olan Hazar Gölü (Elazığ) tektonik bir göl olması sebebiyle jeolojik mineralojik ve özellikle jeokimyasal yönden ülkemizde araştırılmaya değer en önemli göllerimizdendir. Yukarı Fırat Bölgesi'nde, Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) üzerinde yer aldığından tektonik kökenli bir göldür. Gölün uzunluğu yaklaşık 25 km, 7 km genişliğindedir ve fay kuşağı boyunca kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzanmaktadır. Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin morfolojik izleri Hazar Gölü çevresinde oldukça belirgindir.

Hazar Gölü gerek jeolojik konumu, gerekse oluşum şekli bakımından günümüzde olduğu kadar geçmişte de birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu nedenle, Hazar Gölü ve yakın çevresinin morfolojik, jeolojik, tektonik açıdan inceleme çalışmaları çok eskilere dayanmaktadır. Bununla birlikte Hazar Göl'ü sedimanlarına ait kil mineralojisi, jeokimyasına yönelik bir çalışma bu güne kadar gerçekleştirilmemiştir. Bu tez çalışması kapsamında Hazar Gölü doğu havzasında Pleyistosen-Holosen dönemine ait sedimanların kil mineralojisi ve jeokimyası incelenilecektir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında Hazar Gölü'nden alınan Hz11-P15 karotuna ait sedimanların detay kil mineralojisi, ana, iz ve nadir toprak elementleri (NTE) analizleri ile gölün Pleyistosen-Holosen dönemine ait sedimanların olası oluşum koşulları, içerdikleri mineral ve elementlerin ilişkileri ortaya çıkarılacak, killerin ve jeokimyanın göl baseninde düşey dağılımları incelenecektir. Kil mineral ve sediman jeokimyası değişimleri incelenerek gölün beslendiği kaynak alan ortaya çıkarılacaktır.

1.3. Coğrafik Konum

Elazığ il merkezinin 22 km güneydoğusunda bulunan Hazar Gölü deniz seviyesinden 1248 m yüksekte olup, 7 km genişliğinde ve 22 km uzunluğundadır (Şekil 1). Proje kapsamında arazi çalışmalarının yapıldığı Hazar Gölü yaklaşık 82 km² alanı kapsamakta ve en derin kısmı ise gölün doğusunda olup, derinliği yaklaşık 220 m'ye ulaşmaktadır. Göle batıdan karışan Kürsuyu, göle gelen en önemli akarsu olup doğudan karışan Zıkkım ile Savsak dereleri de göle önemli miktarda su taşır.



Şekil 1. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası

1.4. Önceki Çalışmalar

Hazar Gölü gerek jeolojik konumu, gerekse oluşum şekli bakımından günümüzde olduğu kadar geçmişte de birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu nedenle, Hazar Gölü ve yakın çevresinin morfolojik, jeolojik, tektonik açıdan inceleme çalışmaları çok eskilere dayanırken (Bingöl, 1986; Dune ve Hempton, 1984; Gürocak, 1993; Hempton, 1983; 1984,1985; Herece ve Akay, 1992; Huntington, 1924; Kaya, 1993; Muehlberger ve Gordon, 1987; Perinçek ve Çelikdemir, 1979, 1987; Sungurlu ve diğ., 1985; Şengör ve diğ., 1985; Turan, 1993; Yazgan, 1984) Hazar Gölü çevresinde yakın zamanda yapılan morfotektonik çalışmalar ile Doğu Anadolu Fayı'nın bu bölgeden geçen segmentleri araştırılmıştır (Çetin ve diğ.,2003; Aksoy ve diğ.,2007). Hazar Gölü'nün ne zaman oluştuğuyla ilgili araştırmaların çoğu kesin olmamakla birlikte, gölün oluşum yaşını DAF'nın oluşum yaşıyla ilişkilendirilmiştir. Faylanmanın yaşı ise Üst Pliyosen yani günümüzden yaklaşık 3-5 milyon yıl öncesi olarak kabul edilir (Lyberis ve diğ.,1992; Herece ve Akay, 1992).Hazar Gölü'nün ne zaman oluştuğuyla ilgili araştırmaların çoğu kesin olmamakla birlikte, gölün oluşum yaşını DAFS'nin oluşum yaşıyla ilişkilendirilmiştir. Faylanmanın yaşı ise Geç Pliyosen yani günümüzden yaklaşık 3-5 milyon yıl öncesi olarak kabul edilir (Lyberis ve diğ., 1992; Herece ve Akay, 1992).

Hazar Gölü'nün bulunduğu bölge, Ketin (1966) 'in tanımladığı Toroslar'ın doğu bölümünde yer almaktadır. Alp-Akdeniz Kuşağı içerisinde yer alan Türkiye'nin (Ketin, 1977) doğu kesimindeki görünümünü, Arabistan-Anadolu levhalarının K-G doğrultusunda birbirlerine yaklaşıp Orta Miyosen'deki nihai çarpışması ile başlayan Neotektonik dönemde kazanmıştır (Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1983).Arabistan Levhası'nın Geç Kretase başlarından itibaren başlayan yaklaşık olarak kuzey yönündeki hareketi ve Tetis Okyanusu'nun, kuzeye, Anadolu Levhası altına doğru eğimli bir dalma olayı ile kapanmaya başlaması, bu iki kıta arasında Orta Miyosen'de nihai bir çarpışmanın gerçekleşmesine sebep olmuş ve bu çarpışma ile Türkiye'de Neotektonik dönem başlamıştır (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Şengör, 1980; Altınlı, 1980; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1983; Yalçın, 1979; Şaroğlu ve Yılmaz 1987; Aksoy ve Tatar, 1990; Turan, 1993).

Hazar Gölü çevresinde özellikle genel jeolojik ve mineralojik petrografik amaçlı bir çok çalışma yapılmıştır Bunlardan bazılarını aşağıda değinilmiştir.

İnceleme alanında yüzeylemesi bulunan Bitlis-Pütürge Metamorfikleri doğudan batıya doğru Bitlis, Pütürge, Keban, Malatya, Engizek ve Binboğa Metamorfikleri olarak bilinir (Şahin ve Işık, 2010). Yılmaz ve diğ. (1992)'ne göre metamorfiklerin tümü büyük bir

metamorfik birliğin parçaları olup, bugünkü konumlarını Üst Kretase-Erken Miyosen aralığındaki jeolojik olaylar ile kazanmışlardır. Elazığ ve çevresinde ilk defa Özgül (1976) tarafından Keban Metamorfitleri olarak tanımlanan birim Şahin ve Işık (2010) tarafından inceleme alanının 80 km güneybatısında Bitlis-Pütürge Masifi olarak petrolojisi incelenmiştir.

Tandoğan ve diğ. (1981), Guleman Ofiyolitleri üzerinde yaptıkları çalışmada, birimin çeşitli bölümlerindeki kromit yataklarını inceleyerek, bütün istifin % 65' nin tektonik, geri kalanının da kümülatlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Özkan (1982a, 1982b, 1983, 1984), Guleman Ofiyolitleri üzerinde yaptığı değişik amaçlı çalışmalarda, bölgenin Geç Kretase' den itibaren K-G doğrultulu bir sıkışma gerilmesinin etkisinde kaldığını ve ofiyolit, prehnit-pumpellyit fasiyesini geçmeyen basınç-sıcaklık şartlarında metamorfizmaya uğradığını belirtmiştir.

Bingöl (1988), Elazığ Magmatitlerini Elazığ çevresinde Yüksekova Karmaşığı olarak incelediği çalışmalarda, bu birimin derinlik kayaçlarının, İç Toros Okyanus tabanının kuzeye doğru dalması ve nihai olarak Arabistan Levhası ile Keban Levhası' nın çarpışmasıyla oluştuğunu ileri sürmüştür. Araştırmacı, bu birime ait volkanik kayaçların ise; toleyitik serinin varlığı, kalkalkalen serinin özellikle andezit-piroklastik ve dasitlerle temsil edilmiş olmasına karşılık riyolitlerin bulunmayışı gibi sebepleri dikkate alarak, bir ada yayı ürünü olduğunu belirtmiştir.

Hazar Grubu'nu ilk defa "Hazar Birimi" olarak Rigo De Righi ve Cortesini (1964) adlandırmıştır. Özkaya (1974), Ergani-Maden yöresindeki çalışmasında volkanik katkı içermeyen, kumtaşı-şeyl-marn ardalanmasından oluşmuş fliş istifi için "Hazar Formasyonu" adlanmasını yaparak Baykan Grubu'na dahil etmiştir. Çelik (2003), Hazar Gölü kuzey doğusu Master Dağları'nda, Kaya (2004) hazar Gölü güneydoğusu Gezin civarında Hazar Grubunu incelemişlerdir.

Yazgan (1981), Doğu Toroslar'da yaptığı incelemelerde Arabistan Levhası'nın hareketinin KD'ya doğru olduğunu belirtmiştir. Maden Karmaşığının volkanik ve yarı derinlik kayaçlarının jeokimyasal ve jeoteknik özelliklerini inceleyen araştırmacı, bu birimlerin magmatik kayaçlarının, kalın olmayan genç bir kıta kabuğu üzerine yerleşen etkin bir kıta kenarı ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Erdem (1987), Hazar gölü kuzey kesimlerinde Çelik (2003) Hazar Gölü kuzey doğusu Master Dağları'nda Maden Karmaşığı'nı incelemiştir. Sağiroğlu ve Altunbey (1995) Hazar Gölü kuzeydoğu'su, ve Öztürk (2008) Hazar Gölü doğu'sundaki Maden Karmaşığı'ndaki mangan cevherleşmelerini incelemişlerdir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Hazar Gölü'nden alınan HZ11- P15 karotuna ait örneklerin tüm kayaç mineralojisi, kil mineralojisi, jeokimyası incelendiği bu tez çalışması kapsamında büro, arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

2.1. Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında, inceleme alanına ait önceki çalışmalar derlenilmiş, inceleme konusu ile ilgili yabancı ve yerli literatür taranmıştır. İnceleme alanına ait jeolojik ve karota ait lokasyon haritası temin edilmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçların değerlendirilmiş, şekiller, kesitler, jeolojik haritalar çizilmiş, tez yazılmıştır.

2.2. Arazi Çalışmaları

Bu tez kapsamında kullanılan örnekler, ÇAYDAG adlı 111Y045 No'lu TÜBİTAK projesi çerçevesinde alınmıştır. Arazi çalışmalarında Elazığ-Hazar Gölü'nde FÜBAP Altyapı projesi (2072 nolu proje) ile yaptırılmış yüzen platform ve araştırma teknesi kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Arazi çalışması karot alımında kullanılan platform

Hazar Gölü tabanından çökel örneği alabilmek için karotiyer sistemi kullanılmıştır. 6 m'ye kadar karot alabilen piston çakmalı sistem kullanılmıştır. Gölde karot almada kullanılan platformun karot alınacak noktalara taşınabilmesinde DGPS sisteminden faydalanılmış ve aynı sistem sayesinde karot noktalarının navigasyon bilgileri hassas bir şekilde kaydedilmiştir. Karot alınacak noktaların derinlikleri 5 cm hassasiyette ölçüm alabilen ve karotiyer sistemine monte edilen CTD cihazı sayesinde ölçülebilmıştır (Şekil 3).

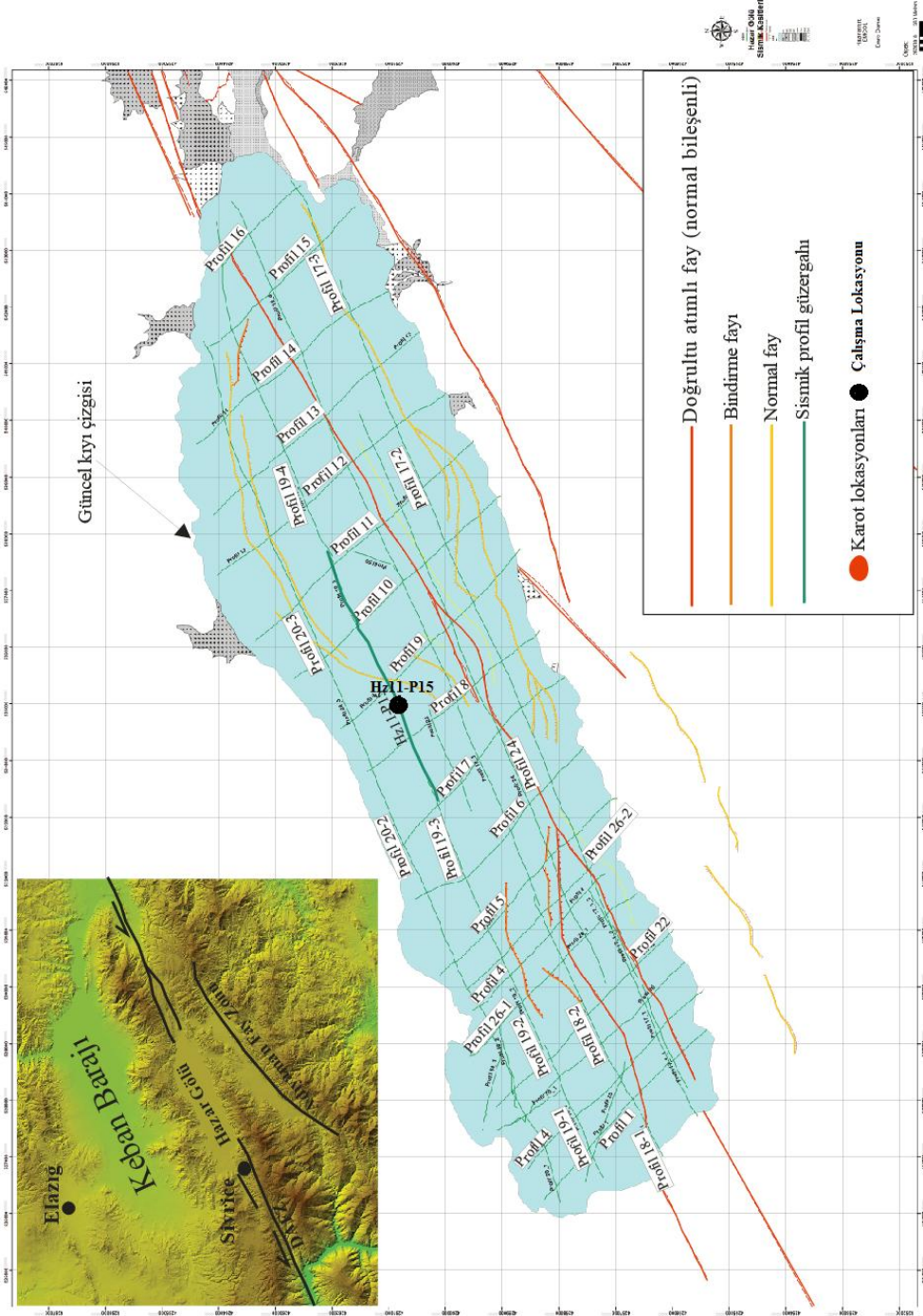
Hazar Gölü'nde 78.3 m. su derinliğinden alınan bu karotun toplam uzunluğu 372.5 cm olup, karotun lokasyonu 19-3 nolu sığ-sismik profili üzerindedir (Tablo 1). Tablo 1'de HZ11-P15 karotuna ait tanımlama, Şekil 4'de ise karotun lokasyonu görülmektedir.



Şekil 3. Çalışmada kullanılan piston çakmalı sistem ve CTD aletinden bir görünüm

Tablo 1. Hz11-P15 karotunun tanımlaması

Karot no	Derinlik (m)	Uzunluk (cm)	Koordinatlar	Sismik profil no
Hz11-P15	78.3	372.5	38 29.42K/39 24.06D	19-3



Şekil 4. Hz11-P15 karotunun lokasyonu

2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Bu inceleme kapsamında yapılan laboratuvar çalışmaları

- 1) Litolojik tanımlama
- 2) X-ışınları difraksiyonu (XRD) tüm kayaç ve kil fraksiyon analiz çalışmaları,
- 3) Tane boyu analizi
- 4) Jeokimyasal analiz (ICP-AES ve ICP-MS) çalışmalarına örnek hazırlama olarak gruplandırılabilir.

2.3.1. Litolojik Tanımlama

Bu çalışmada araziden alınan Hz11-P15 karotunun dijital görüntülemesi ve litolojik tanımlaması yapılmıştır.

2.3.2. X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

Bu çalışmada karottan yaklaşık 10 -15 cm aralıklarda alınan 25 adet örneğe ait X – Işınları Difraktogram (XRD) tanımlamaları yapılmıştır (Şekil 5).

Çekimler Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde, Rigaku D/Max 2200/ PC+ model X- ışınları difraktometresinde gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem sonucunda, tüm kayaç ve kil fraksiyonu oluşturan mineraller belirlenmiştir. X-Işınları difraktogramları aşağıdaki koşullarda elde edilmiştir.

Anot: Cu (Cu K α , λ : 1,54056Å°)

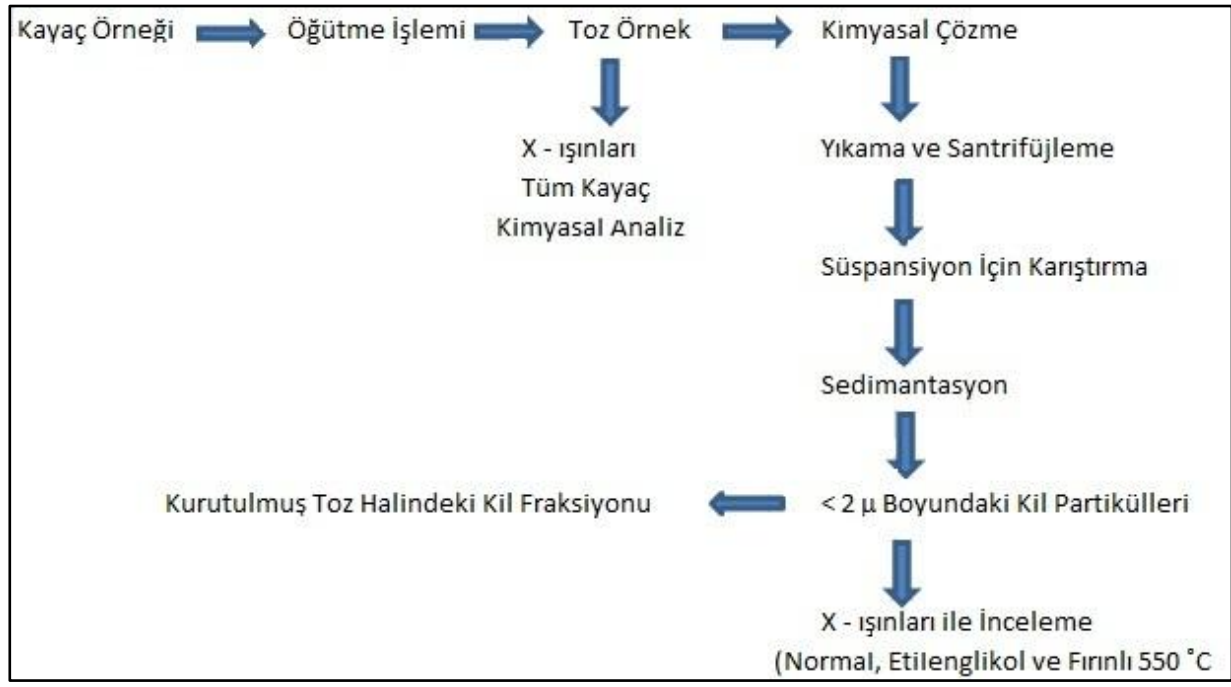
Gerilim: 40 KV

Akım: 40 mA

Gonyometre hızı: 2°/dak

Tüm kayaç çözümlemeleri

Toplam 25 örnekte örneklerin tümkayaç mineralojik bileşimlerinin saptanması için tüm kayaç X- ışınları difraksiyonu (XRD) çalışmaları yapılmıştır. Difraktogramlar Uluslararası Difraksiyon Veri Merkezi'nin (ICDD) 2004 yılı toz difraksiyon verilerinden ve A.S.T.M. (1972) kartotekslerinden yararlanarak çözümlenmiş, saptanan minerallerin yarı nicel yüzdeleri, Gündoğdu (1982) tarafından geliştirilen yöntemle göre hesaplanmıştır.



Şekil 5. Standart örnek hazırlama yönteminde kayaç örneğine uygulanan işlemler (Gündoğdu ve Yılmaz, 1984).

Kil fraksiyonu çözümlemeleri

Toplam 25 örneğin kil minerallerinin saptanması için kil fraksiyonu X- ışınları difraksiyonu (XRD) çalışmaları yapılmıştır. Difraktogramlar Uluslararası Difraksiyon Veri Merkezinin (ICDD) 2004 yılı toz difraksiyon verilerinden ve A.S.T.M. (1972) kartotekslerinden yararlanarak çözümlenmiş kil minerallerinin tanımlanması ve yarı nicel yüzdeleri (001) yansımalarına göre yapılmıştır. Laboratuvarda kil fraksiyonuna ayırma işleminde aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

Kil fraksiyonunun tüm kayaç içerisindeki diğer minerallerden ayrılmasını sağlamak için More ve Reynolds (1989) tarafından önerilen kimyasal çözme, santrifüjleme-dekantasyon-yıkama ve sedimentasyon-sifonlama santrifüjleme işlemleri uygulanmıştır. Bu uygulamaya başlamadan önce kayaca kırma ve öğütme işlemleri uygulanmıştır. Öğütme işleminden sonra 20-30 gr örnek 1 litrelik behere alınmış ve üzerine 100 ml saf su eklenerek aşağıdaki işlem sırası takip edilmiştir.

Kimyasal çözme: Kil ayırma işlemi yapılırken kil dışı minerallerin kimyasal çözme yolu ile atılması işlemine denir. Karbonat minerallerinin atılması için 1N'lik asetik asit kullanılır. 1-10 gr arasında 10 μ öğütülmüş örnek (tane boyu) 100 ml'lik behere koyulur ve daha sonra üzerine 40 ml 1N'lik asetik asit eklenir ve 30 dakika bekletilir. Örnek santrifüj tüplerine alınır ve 2000 devirde 5 dakika süre ile santrifüjlenir ve sıvı ile örnek ayrılır. Bu işleme karbonatlar atılınca, bir başka ifade ile CO₂ gaz çıkışı duruncaya kadar devam edilir (More ve Reynolds, 1989). Öğütme işleminde tane boyunun 10 μ 'nin altına düşmemesine özen gösterilmiştir. Öğütme işleminden sonra 20-30 gr örnek 1 litrelik behere alınmış ve üzerine 100 ml saf su eklenerek aşağıdaki işlem sırası takip edilmiştir.

Organik maddenin atılması: H₂O₂ (hidrojen peroksit) ile oksidasyon vasıtası ile sağlanır. Karbonatların atılması işlemi uygulanmış ve minimum miktardaki saf su ile 100 ml'lik behere alınmış olan örnek üzerine %30'luk H₂O₂ 'dan 5 ml eklenir ve ara sıra karıştırılarak örnek bekletilir. Bu işleme örnekte organik maddeden kaynaklanan koyu renk gidene kadar devam edilir. Örnek santrifüj tüpüne alınır ve 2000 devirde 5-10 dakika süre ile santrifüjlenerek örnek ile asitin ayrılması sağlanır ve asitli sıvı atılır.

Kararlı süspansiyon elde edilmesi: Yıkama-dekantasyon-santrifüjleme işlemlerinden oluşur. Asitleme işleminin ardından örnek saf su ile birlikte behere alınır ve karıştırılır. Daha sonra dinlenmeye bırakılır. Bu işleme dekantasyon denilir. Dekantasyon sonucunda kil ve kil dışı malzeme beherin dibine çöker ve üstte yabancı katyon ve anyonları (Örneğin Ca, Mg, ve Cl gibi) içeren berrak kısım atılır. Bu işlemin daha hızlı yapılabilmesi için santrifüjlemeden yararlanılabilir. Kilin süspansiyonda kalmasını sağlayan bazı özellikleri vardır. Bunlar; kilin ağırlığı (yer çekimi etkisi) ve suyun kaldırma kuvveti, kilin yüzey yükünün değeridir. Kilin yüksek yüzey yüküne sahip olması durumunda topaklanma olmaz ve çökme yavaş olarak gerçekleşir. Kilin bu özelliğinden yararlanılarak saf su ile karıştırılır ve kum ve silt boyundaki materyal kilden daha hızlı çökeceğinden üstte kalan killi kısım alınır ve altta kalan kısım atılır. Sedimentasyon olarak tanımlanan bu işlem birkaç kez tekrarlanır. İstenilen kil boyutu malzeme alınır.

XRD kil fraksiyonu (KF) çözümlemeleri için 4 adet cam lam üzerine sıvama ile yönlendirilmiş örnekler hazırlanmış ve hazırlanan bu örneklerin normal (N), fırınlı (F) ve etilen glikollü (EG) difraktogram çekimleri yapılmıştır. Normal çekimler doğrudan lamla yapılan çekimlerdir. Fırınlı çekimlerde, yönlendirilmiş örnekler 300 ve 550 °C fırında 4 saat süre ile bırakılmış ve daha sonra XRD çekimine tabi tutulmuştur. EG çekiminde ise kil

minerallerinin şişmesi sağlanmıştır. Bu amaçla lama sıvanmış örnek etilen glikol buharı bulunan desikatörde 12 saat süre ile bekletildikten sonra XRD çekimi yapılmıştır.

2.3.3. Tane Boyu Analizi

Bu çalışma Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü sedimentoloji laboratuvarındaki Malvern Mastersizer 3000 model cihazla gerçekleştirilmiştir.

Cihazın çalışması tane boyu ölçümleri ile tane boyu dağılım eğrilerinin çizilmesi, bunlardan tane boyu istatistiksel parametrelerinin bulunması ve parametreler arasındaki koordinat ilişkilerinin saptanması ilkesine dayanır.

2.3.4. ICP-AES ve ICP-MS Yöntemleri

Örnekler üzerinde ana, iz ve nadir toprak element (NTE) analizleri gerçekleştirilmiştir. Örnekleri analize hazırlama ve analiz (asitle çözme ve filtreleme) işlemleri ACME Analytical Laboratories Ltd. (Kanada) analitik kimya laboratuvarında yaptırılmıştır.

Örneklerin ana element analizleri; İndüktif Eşleşmiş Plazma (Inductively Coupled plasma) Atomik Emisyon Spektrometre (ICP-AES) yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde, bir numunede bulunan elementler atomlaştırma denilen işlemle buhar halinde atomlarına dönüştürülür ve daha sonra buhar içindeki atomik türlerin emisyon ölçümü yapılır (Thompson ve Walsh, 1983). Ana element analizleri için 0.2 gr örnek 1.5 LiBO 'de eritilmiş ve %5'lik 100 ml HNO içinde çözündürülmüştür. Cihaza standartlar okutulduktan sonra örnekler analiz edilmiştir.

İz ve nadir toprak element (REE) analizleri ise İndüktif Eşleşmiş Plazma, Kütle Spektrometre (ICP-MS) yöntemiyle 0.25 gr toz örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemin esasında analiz edilecek numuneler atomlaştırılır ve iyonlaştırılır ve kütle/yük oranına göre ayrılan iyonların sayımı ile veri elde edilir (Jenner vd., 1990). Örnekler, karbon içeriklerinin uçurulması için 200 °C'de 100 ml HClO₄-HNO₃-HCl-HF çözeltisinde gaz çıkışı sonlanıncaya kadar bekletilmişlerdir. Metalleri çözmek amacıyla 10 ml kral suyu (HNO₃+HCl) ile sulandırılarak seyreltildikten ve filtre edildikten sonra analiz edilmişlerdir.

3. GENEL JEOLJİ

3.1. Stratgrafi

Hazar Gölü çevresindeki birimler yaşlıdan gence doğru; Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Pötürge Metamorfitlei, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Maastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Kretase-Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri, yaşlı Palu Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Şekil 6-7).

3.1.1. Bitlis Pötürge Metamorfitlei

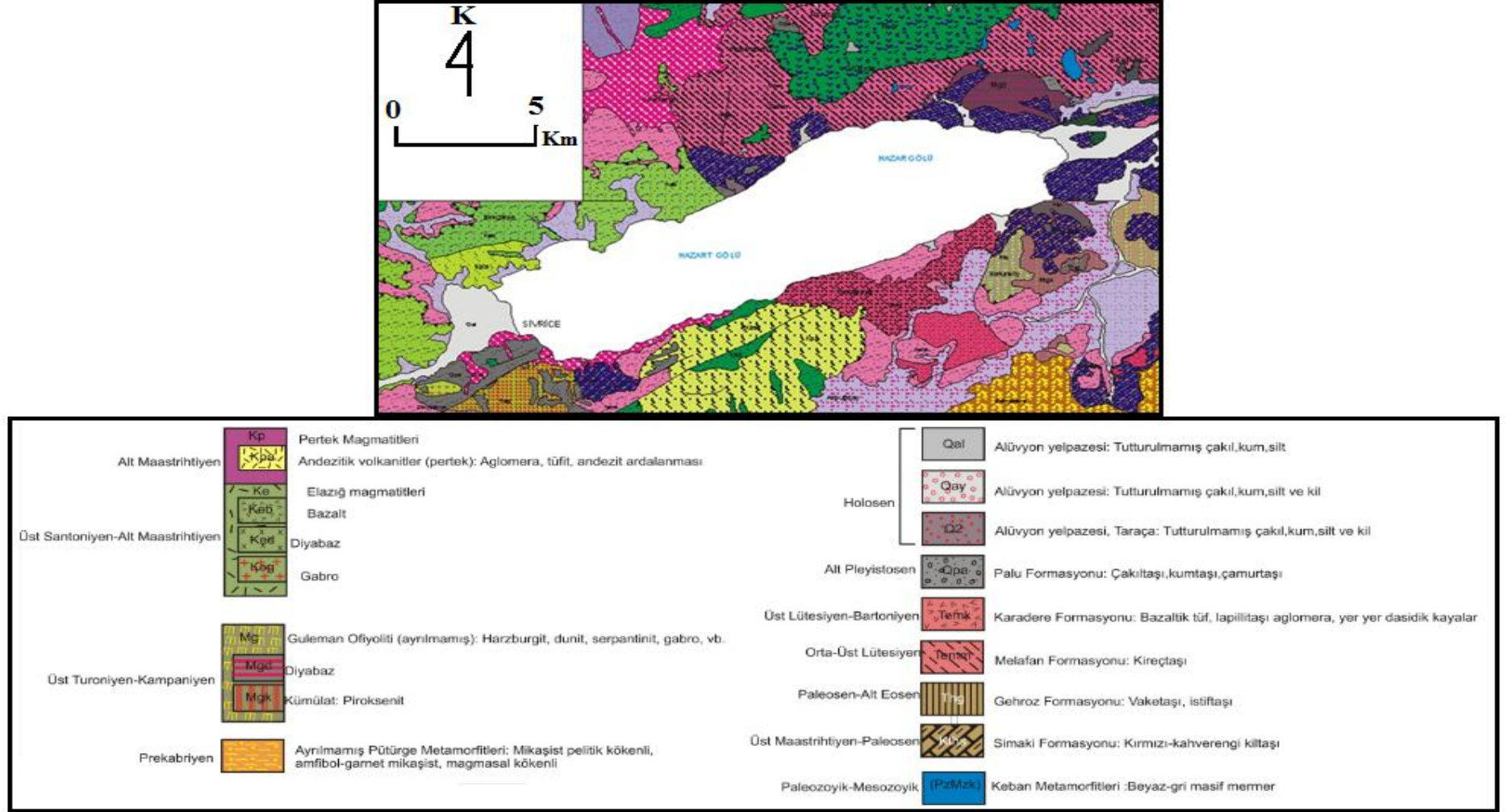
Hazar Gölü'nün güneybatı kesimlerinde yer alan Bitlis Pötürge Metamorfitlei ilk kez adlanılmıştır. Bu tez kapsamında bu birim petrografik olarak çalışılmamıştır.

Bu bölümde Şahin ve Işık (2010) tarafından Hazar Gölü'nün yaklaşık 100 km güneybatısında incelenilen Pötürge Metamorfitlei anlatılacaktır.

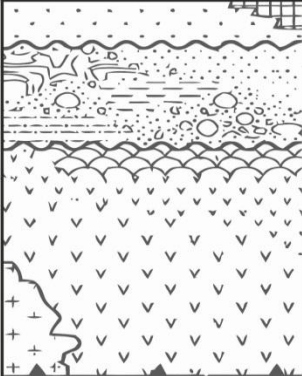
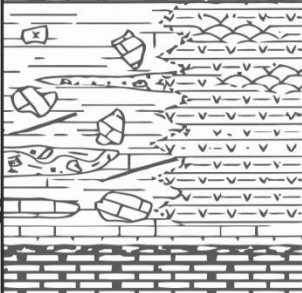
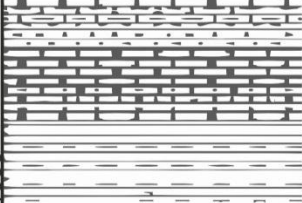
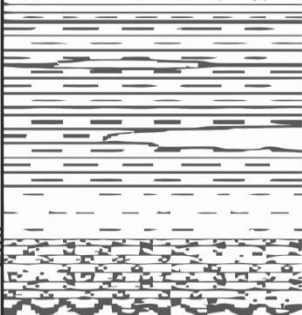
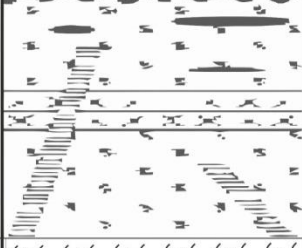
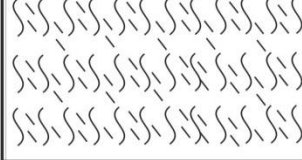
Bitlis-Pötürge Metamorfitlei, mikaşist, mikagnays, granat-mikaşist, Granat-mika gnays, pelit, amfibol–garnet, metabazit, metagranitoyid ve metakarbonat kökenli gnays, şist, amfibolit, mermerlerden oluşur.

Mika şist ve mika gnays kayalarının ana mineral bileşimlerini kuvars, feldispat, biyotit ve muskovit mineralleri oluşturur. Ayrıca farklı ince kesitlerde opak mineral, apatit, turmalin, sfen, zirkon, granat ve epidot minerallerinden biri, birkaçı ya da tümü tali mineral olarak bulunmaktadır. İkincil klorit, serisit oluşumları her kayada görülmektedir.

Granat-mika şist/Granat-mika gnays kaya dokusu lepidoblastik ve/veya granoblastiktir. Kuvars, feldispat, biyotit, muskovit ve granat kayanın ana minerallerini oluşturur. Bu minerallere ilaveten sillimanit, disten ve stavrolit minerallerinden biri ya da ikisi birlikte bu kayalarda ana mineral olarak bulunmaktadır. Opak mineral, apatit, turmalin, sfen, zirkon ve epidot, minerallerinden biri, birkaçı ya da tümü kaya içerisinde tali mineral olarak gözlenir. Yine ikincil mineral (klorit, serizit) oluşumları değişen küçük oranlarda yer alır.



Şekil 6. Hazar Gölü ve çevre kayaçları gösteren jeolojik harita (MTA, 1/500.000 ölçekli jeolojik harita).

SİSTEM	SERİ	GRUP	FORM	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	HOLOSEN				D.A.F. Zonunda yer yer görülen karbonat tufü travertenleri Alüvyon yelpazesi,güncel dere yatağı çökelleri ve alüvyonlar Diskordans
	PLEİSTOSEN				Yanal ve düşey yönde devamsız,gevşek tutturulmuş konglomera,kumtaşı ve kil,kumlu kil , silt yığılması Diskordans
KRETASE	SENOSİYEN		ELAZIĞ MAGMATİTLERİ		Yastık lavlar bazalt ve andezitler Masif diyabazlar Granitik sokumular Bindirme (Pireniyen)
TERSİYER	EOSEN	ORTA	Maden karnası		Düzenli bir tabakalanma sunmayan kırmızımsı kahverengi çamurtaşı-kumtaşı istifinde Hazar grubu,guleman Of. Ve havza içi kaynaklar olistolitler, kuvarsit damarları, devamı takip edilemeyen moloz akmaları ve küçük ölçekli kanal dolguları
		ALT	Gehroz		Yastık lavlar, volkanik breş, aglomera Aglomera,volkanik breş, kırmızımsı kahverenkli çamurtaşı, volkanik kumtaşı
MEZOSOYİK	PALEOSEN	ÜST	Simaki Formasyonu		Gri , pembe renkli kireçtaşı Kumtaşı - çamurtaşı-marn ar dalanması Koyu gri renkli kalın tabakalı kireçtaşı kırmızı-yeşil-gri renkli kumtaşı-çamurtaşı-marn ardalanması
		ALT	Ceffan FM		Yastık lavlar, volkanik breş, aglomera
PALEOZOYİK MEZOSOYİK	JURA - KRETASE	MAASTRIHTİYEN	Simaki Formasyonu		Kumtaşı - silttaşı kırmızı renkli çakıltaşları
		ÜST JURA - KRETASE	Guleman Ofiyoliti		Gabro kromit parçaları ve mercekleri bantlı gabro , piroksenit Diyabaz daykları Dünit , verlit serpartinit
PALEOZOYİK MEZOSOYİK	JURA - KRETASE	MAASTRIHTİYEN	Simaki Formasyonu		gnays, şist, amfibolit, mermer
		ÜST JURA - KRETASE	Guleman Ofiyoliti		

Şekil 7. Hazar Gölü ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksizdir), (Çelik, 2003've Kaya, 2004' den alınmıştır).

Kalk-silikatik şist/kalk-silikatik gnays; egemen dokuları granoblastik ve/veya nematoblastik dokudur. Ana mineral bileşimlerini başlıca kuvars, plajiyoklaz, epidot mineralleri, hornblend, kalsit ve muskovit mineralleri oluşturmaktadır. Ayrıca bu mineralleretali bileşen olarak sfen, granat ve opak minerallerinden bir kısmı ya da tümü eşlik etmektedir.

Kuvarsitik şist/kuvarsit; kuvarsitik şistlerin ana mineral bileşimini kuvars, mika ve feldispat mineralleri oluştururken kuvarsitlerin egemen minerali kuvarstır. Az miktarda mika, klorit ve epidot mineralleri yer yer eşlik eder. Tali bileşen olarak özellikle kuvarsitik şistlerde kayanın geneline saçılmış yaygın opak mineral bulunur. Bunun dışında apatit, zirkon, sfen diğer tali minerallerdir.

Amfibolit; kaya yaygın olarak nematoblastik ve eşboyutlu/eş-boyutta olmayan granoblastik dokudur. Hornblend ve plajiyoklaz amfibolitlerin ana mineral bileşimini oluşturur. Bu minerallere yer yer granat ile azoranda kuvars eşlik eder. Apatit, sfen, epidotve opak mineraller ise kayada tali mineral bileşen olarak gözlenir.

Mermer; kayanın genel dokusu granoblastik dokudur. Ana mineral bileşimini kalsit mineralleri oluşturur. Az oranda muskovit, kuvars, epidot ve opak mineralleri gözlenir.

Göncüoğlu ve Turhan (1978) Muş-Sason-Tatvan-Baykan arasında bölgede yürütülen araştırma sırasında, Bitlis Metamorfitlei'nin hem kaya dizilimi ve hem de yaşlarına ilişkin yeni bulgular saptamıştır Bitlis Metamorfitlei'nde Devoniyen öncesi bir metamorfik temelin bulunduğu; bu temel üzerinde diskordansla yer alan şelf ortamına ait çökellerin en az ÜstTriyas'a değin uzandığı; Üst Triyas sonrası çökelme ortamına volkano tortullarm katıldığı ve tüm bu istifin içerisinde de yer alan granitoyid kayaçlarla birlikte metamorfizma geçirdiği; metamorfizmasını daha önce tamamlamış okyanus kabuğu kökenli Senoniyen yaşlı kayaçların alana Üst Mestrihtiyen öncesi yerleştide ve çalışma alanında metamorfitlei üzerinde çökelmenin Üst Eosen sonrası sona erdiği saptanmıştır.

3.1.2. Guleman Ofiyoliti

Birimi; Sungurlu (1974), Çüngüş-Maden-Hazarcivarında “Guleman Ultramafikleri”; Açıkbash ve Baştuğ (1975), Cacaş-Hani yöresinde “Şimşin Karmaşığı”; Perinçek (1979), “Guleman Grubu”; Özkan (1982), “Guleman Ofiyoliti” olarak adlandırmışlardır. Birimin en iyi görüldüğu yer, Elazığ'ın 50 km güneydoğusundaki Guleman (Alacakaya)

ilçesidir. Guleman Ofiyolitlerinin, inceleme alanındaki diğer birimlerle olan stratigrafik ve tektonik ilişkisi oldukça değişkenlik sunmaktadır.

Guleman Ofiyoliti, Hazar Gölü'nün güneydoğu'sunda az bir alanda yüzeyler. Birim litolojik olarak; harzburjit, dünit, verlit, piroksenit, gabro, bantlı gabro ile bunları kesen diyabaz dayklarından oluşan ofiyolitik bir istiftir. Birim, tektonik hatlara yakın yerlerde tamamen serpantinleşmiştir (Kaya, 2004).

Sedimanter birim içermeyen allokon konumlu birimin oluşum yaşı için Özkaya (1978), Jura-Erken Kretase; Perinçek ve Özkaya (1981), Geç Jura-Erken Kretase yaşını kabul ederken, Yazgan ve Chessex (1991) ise, Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen'de yay-kıta çarpışması ile kapanan Neotetis'in güney kolununkıtasal kabuk üzerindeki kalıntıları olarak düşünmüşlerdir (Kaya, 2004).

3.1.3. Hazar Grubu

Birimi ilk defa “Hazar Birimi” olarak Rigo De Righi ve Cortesini (1964) adlandırmıştır. Özkaya (1974), Ergani-Maden yöresindeki çalışmasında volkanik katkı içermeyen, kumtaşı-şeyl-marn araldanmasından oluşmuş fliş istifi için “Hazar Formasyonu” adlamasını yaparak Baykan Grubu'na dahil etmiştir. Sungurlu (1974), birimi grup seviyesinde ele alarak alttan üste doğru Simaki Formasyonu, onun yanal devamı niteliğindeki Şebgen Formasyonu ve en üstte de Gehroz Formasyonu olmak üzere üç formasyona ayırmıştır. Aktaş ve Robertson (1984) ise birimi, “Hazar Grubu” olarak adlandırarak alttan üste doğru Ceffan Formasyonu, Simaki Formasyonu ve en üsttede Gehroz Formasyonu olmak üzere üç formasyona ayırmışlardır (Kaya, 2004). Çelik (2003), İnceleme alanının yaklaşık 80 km kuzeydoğusu'nda Mastar Dağı civarında yaptığı incelemelerde Grubu Sarıkamış, Simaki ve Gehroz Formasyonları olarak incelemiştir. İnceleme alanında Hazar Grubu Gehroz ve Simaki Formasyonu olarak yüzeylemektedir.

Simaki Formasyonu Hazar Gölü'nün güneydoğu, doğu ve kuzeydoğu'sunda yaygın olarak bulunur. Formasyon, altta açık kahverenkli kumtaşı mercek ve tabakaları içeren yeşil mavimsi-gri çamurtaşı, kırmızı-yeşil-gri renkli kumtaşı, çamurtaşı, marn araldanması, koyu gri renkli kireçtaşı ile son bulur (Şekil 6-7).

Hazar Gölü'nün güneydoğusunda yüzeyleyen Gehroz Formasyonu gri renkli, sert ve kalın tabakalanmalı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları birimin, alt seviyelerinde kumtaşı-çamurtaşı-marnardalanması ile ara seviyelidir.

Çelik (2003) Hazar Grubu kayaçlarında bulunan fosillere dayanarak birimin Üst Maastrichtiyen'de sığ bir ortamda çökelmeye başladığını, Maastrichtiyen-Alt Eosen'de sığ ortam şartlarının hemen ardından havzanın nispeten derinleştiği ve yamaç ortamının hakim olduğunu ortaya koymuştur.

3.1.4. Maden Karmaşığı

İnceleme alanında birim; tortul kayaçlara volkanitlerin ve kireçtaşı olistolitlerinin karışmasıyla düzensiz bir stratigrafi sunduğundan, bu çalışmada “karmaşık” olarak ele alınmıştır.

Maden Karmaşığı Hazar Gölü'nün kuzey ve kuzeydoğusunda yüzeylemekte olup kırmızı açık yeşil killi kireçtaşı, kırmızı marn, kırmızı gri şeyl, gri-sarı kahverengi kum taşı, silt taşı ve kumlu kireçtaşları ile volkano sedimanlardan temsil edilir (Çelik, 2003).

Maden Karmaşığı'nın oluşum ortamıyla ilgili olarak farklı modeller ileri süren Aktaş ve Robertson (1990), jeokimyasal verilerle destekledikleri bir model olan yay ardı havza modelini birimin çökelme ortamı için önermişlerdir. Yiğitbaş ve ark. (1991), Maden havzasının gelişimine riftleşme ile başladığını, giderek derindenizel ortam haline dönüşüp bu havzanın dahagüneyinde bulunan Helete Volkanitlerinin kuzeyinde gelişmiş bir yay ardı havza olduğunu kabuletmüşlerdir (Kaya, 2004).

Yazgan (1981) Maden Karmaşığı yaşının Orta Eosen olduğunu belirtmişlerdir. Erdoğan (1977, 1982) karmaşığın alt seviyelerinde birimin yaşının Maastrichtiyen-Orta Eosen olduğunu belirtmişlerdir.

3.1.5. Elazığ Magmatitleri

Birim ilk kez Perinçek (1979 b) tarafından Hakkari İl'i Yüksekova İlçesi dolayında Yüksekova Karmaşığı olarak tanımlanmıştır. Aktaş ve Robertson (1984) GD Anadolu'da bu birim için Volkanik Yay Kompleksi ismini kullanmışlardır. Turan vd. (1993) Elazığ civarında birime Elazığ Magmatitleri adını vermişlerdir.

Hazar Gölü'nün kuzey, batı ve güneybatısında yüzeylemekte olup düşük yeşil şist fasiyesinde metamorfize olmuş asidik intrüzyonlu gabro diyabaz ve bazaltla prehnit pumpeliyit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış ve asidik dayklarla kesilmiş andezitik volkanitlerden oluşur.

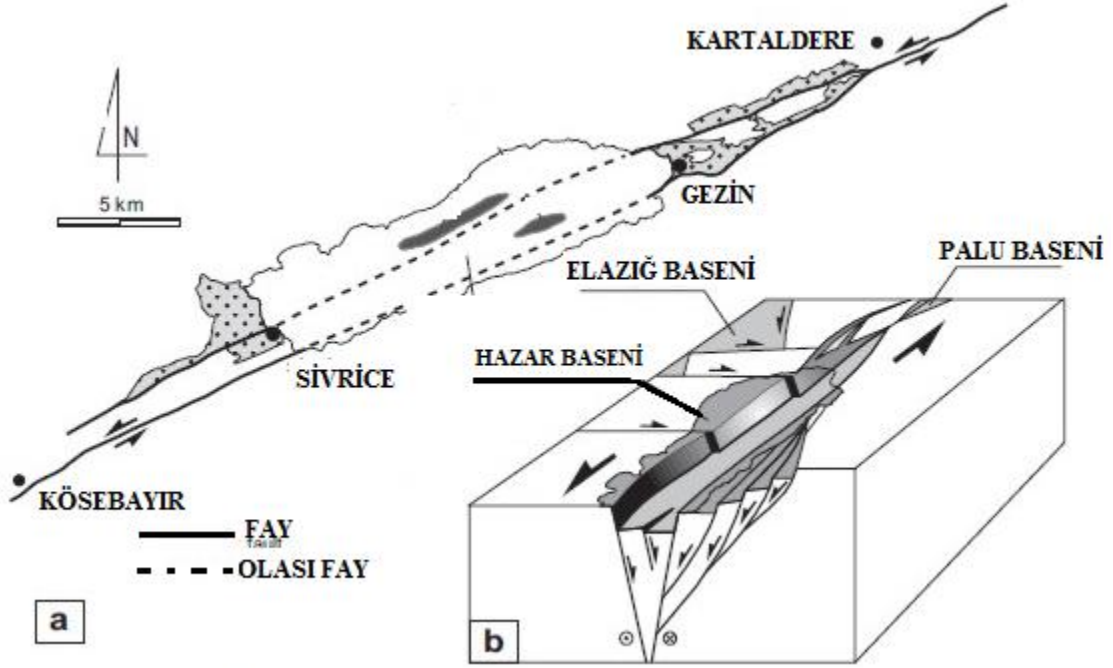
Hempton ve Savcı (1982) birimde dasit ve riyolit ten çok bazaltın ağırlıklı olduğunu ileri sürerek birimin ilksel ensimatik adayayı ortamına ait olduğunu belirtmiştir. Aksoy ve Tatar (1990) kayaçların kalkalkalen seriyi temsil ettiklerini belirtmişlerdir. Sungurlu vd. (1985) birime Kampaniyen –Alt Maastrichtiyen yaşını vermişlerdir.

3.2. Yapısal Jeoloji

İnceleme alanı Alp-Himalaya orojenik kuşağının Doğu Toroslar kesiminde, kıta-kıta çarpışmasının görüldüğü Bitlis-Zagros suture zone içerisinde yer almaktadır. Bu zonda tektonizmanın yoğun oluşu, çoğunlukla birimlerin ilksel stratigrafik ilişkilerinin bozulmasına neden olmuştur. Arabistan levhası ile Avrasya levhasının Orta Miyosen sonundaki çarpışmasını takip eden Geç Miyosen'de, yaklaşık K-G doğrultulu yatay sıkıştırma gerilmelerinin artması, kuzeyden güneye doğru bindirmeli-naplı yapıların gelişmesine ve Anadolu levhasının K-G doğrultusunda kısalıp kalınlaşmasına neden olmuştur (Şengör, 1980). Belli bir kalınlığa eriştikten sonra daha fazla kalınlaşamayan Anadolu levhası, Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı'nın oluşumları ile kırılıp batıya doğru kaçarak bu gerilmeleri karşılamaya çalışmıştır (Kaya, 2004). Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin esleniği olan Doğu Anadolu Fay Sistemi, doğuda Karlıova'dan başlayarak güneybatıda Türkoglu'na (Maraş) kadar uzanan ve daha sonra Ölü Deniz Fayı ile birleşen doğrultu atımlı sol yönlü bir faydır. Bu fay sisteminin gerek inceleme alanında kalan bölümü gerekse diğer bölümleri üzerinde birçok inceleme yapılmıştır. Bu fayla ilgili olarak bazı araştırmacılar Doğu Anadolu Fay Zonu" [12, 14, 18] terimini kullanırken bazıları [21, 22] ise "Doğu Anadolu Fay Kuşağı" terimini kullanmışlardır. Yalçın[24], Dewey ve Sengör, [10]; Dewey vd. [9] Doğu Anadolu Fayı'nın levha sınırlarını temsil ettiğini kabul etmişler ve bu nedenle "Doğu Anadolu Transform Fayı" terimini kullanmışlar.

Hazar Gölü Doğu Anadolu Fay segmenti olan Sivrice Fay zone üzerinde oluşmuştur. Sivrice Fay Zone inceleme alanına doğudan, yaklaşık K 70° D doğrultusunda ve ortalama 5km genişliğindeki bir zone halinde girer. Fay zone aynı doğrultusunu koruyarak güneybatıya

dogru devam eder. Hazar Gölü, Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) üzerinde yer aldığından tektonik kökenli bir göldür (Şekil 8).

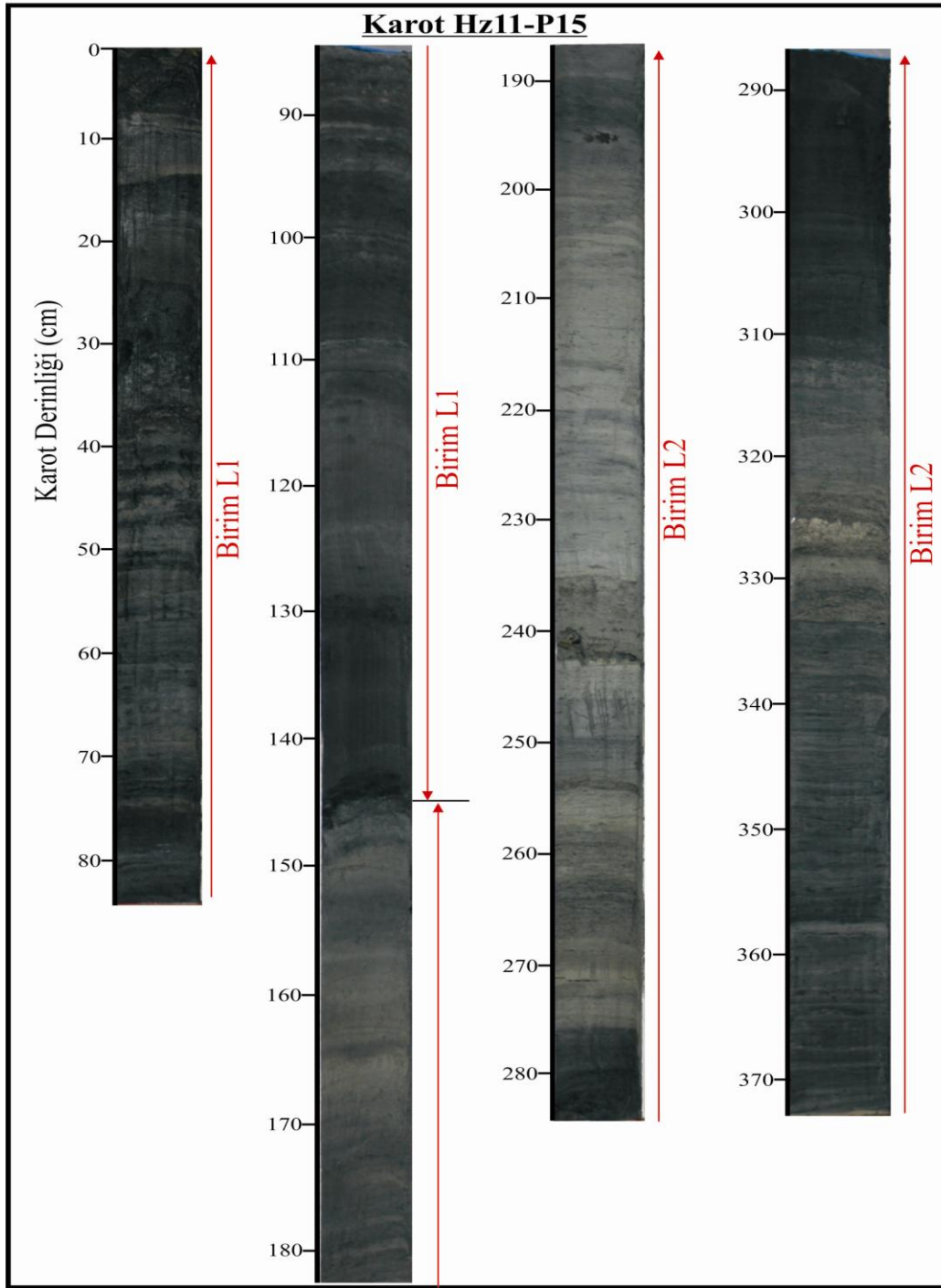


Şekil 8. Hazar Gölü oluşumunu gösteren şematik model (Aksoy, 2007).

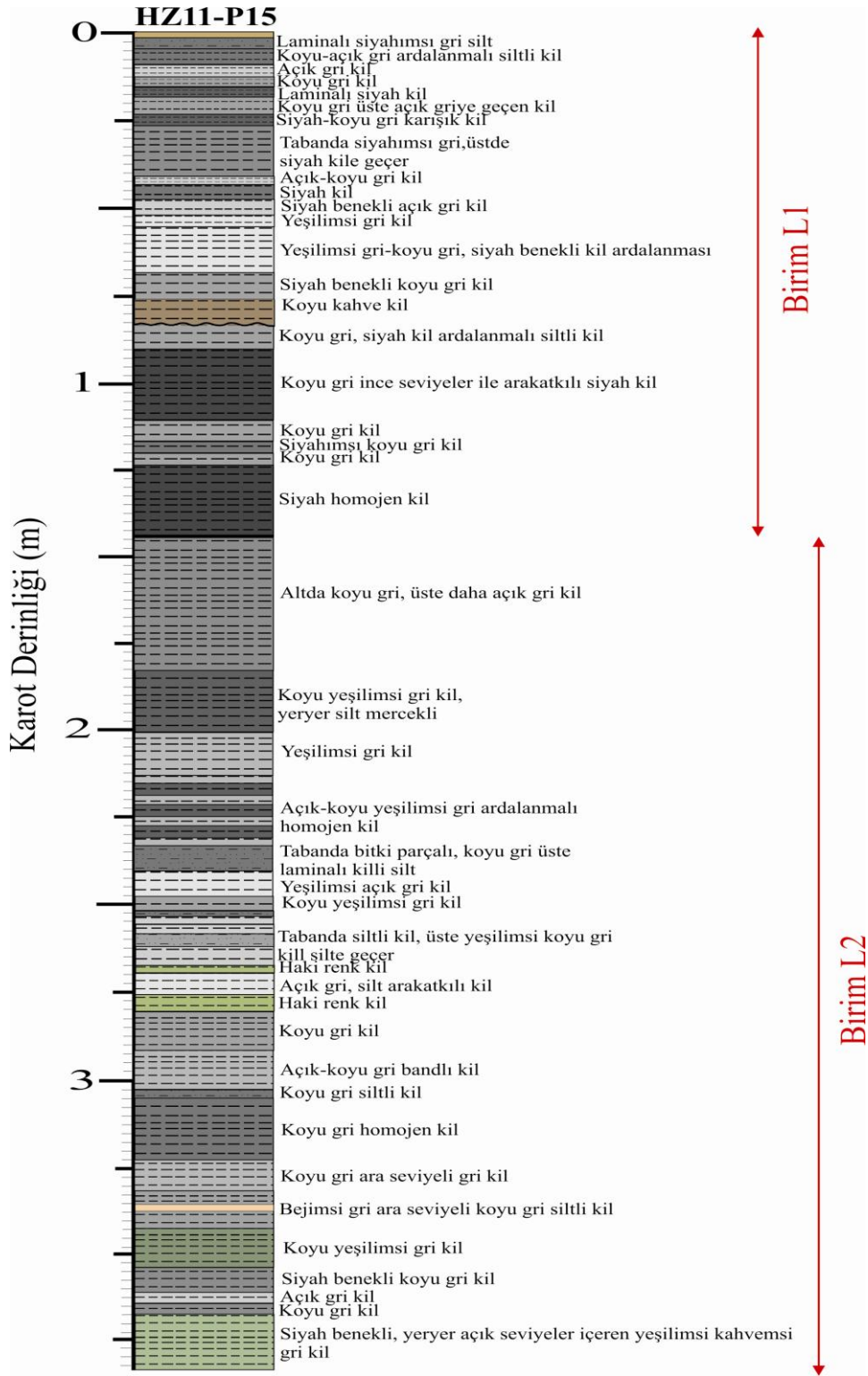
4. KAROTUN LİTOLOJİK TANIMLANMASI

Makroskobik çalışmalar havzayı besleyen kaynak bölge, kaynak kayacın cinsleri ile çökeltme ve ortam kosullarının saptanması açısından önemlidir.

Hız11-P15 piston karotunda yapılan detaylı sedimantolojik çalışmalar sonucunda karotta tanımlanan ve Holosen öncesi çöktüğü düşünülen birim tabanda siyah benekli, yer yer açık seviyeler içeren yeşilimsi kahvems gri kil seviyesi ile başlar. Bu seviye karotda üstte doğru 302.5 cm'e kadar yer yer bej ve yeşilimsi gri renkli kil seviyeleri ile ara katkılı koyu gri kil ve siltli kil seviyeleri ile devam eder. Karotun 302.5 cm ile 287.5 cm'leri arasında açık-koyu gri bandlı bir kil seviyesi gözlenmektedir. Bu seviye üstte doğru koyu gri ve haki renkli daha ince bir kil seviyesine geçer. Karotun üstüne doğru 240 cm'e kadar yeşilimsi açık ve koyu gri renkli, yeryer silt arakatlı ince kil seviyeleri gözlenmektedir. Karotda 240 cm ile 238.5 cm'ler arasında tabanda bitki parçalı, üstte yeşilimsi koyu gri killi siltle geçen silt seviyesi gözlenmektedir. Bu seviye üstte açık-koyu yeşilimsi gri renkli killi seviyelerin aralanması üzerlenmektedir. Karotta 217 cm ile 200.5 cm'ler arasında yeşilimsi gri kil gözlenirken, bu seviyeyi üstte doğru yeryer silt mercekleri içeren koyu yeşilimsi gri kil seviyesi takip eder. Karotta Birim L2'nin en üst seviyesini 144 cm ile 181 cm'leri arasında altda koyu gri, üstte doğru daha açık griye geçen kil seviyesi oluşturmaktadır. Karotta tanımlanan en genç çökellerden oluşan Birim L1, tabanda siyah homojen bir kil seviyesi ile başlar. Bu seviye üstte doğru koyu gri ve siyah kil seviyelerinin aralanması ile üzerlenir. Karotda 110 cm ile 89.5 cm'ler arasında koyu gri ince seviyeler ile ara katkılı siyah kil seviyesi gözlenmektedir. Bu seviye üstte doğru koyu gri, siyah kil aralanmalı siltli kil seviyesi ile üzerlenmektedir. Bu seviye üstte aşınmalı bir yüzey ile koyu kahve kil seviyesi ve bunu takip eden siyah benekli koyu gri kil seviyesi ile üzerlenir. Karotun 67.5 cm ile 55.5 cm'ler arasında yeşilimsi gri-koyu gri, siyah benekli killerin aralanması gözlenmektedir. Bu seviye üstte 47 cm'e kadar yeşilimsi gri ve açık-koyu gri çok ince kil seviyeleri ile devam eder. Karotda 47 cm ile 27 cm'ler arasında tabanda siyahımsı gri, üstte siyah kil seviyesi gözlenmektedir. Karotta birim L1'in en üst seviyelerini koyu-açık gri, yeryer lamine kil ve üstte doğru siltli kil ve silt oluşturmaktadır (Şekil 9-10).



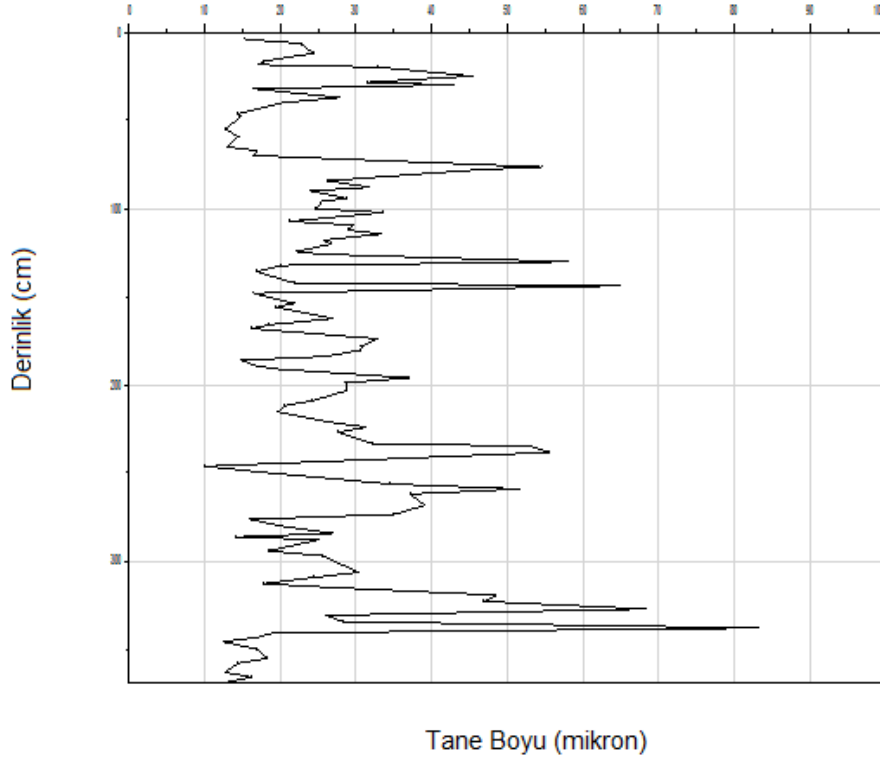
Şekil 9. Hz11-P15 nolu karotun düşey litolojik logu ve karot yüzeyine ait dijital görüntü.
Birim L1: Holosen , Birim L2: Pleistosen çökelleri



Şekil 10. HZ11-P15 nolu karotun düşey litolojik logu, Birim L1: Holosen , Birim L2:Pleyistosen çökeltileri.

5. TANE BOYU DAĞILIMI

Tane boyunda önemli değişim meydana gelmemekle birlikte 76-78. cm , 130-136. cm, 235-238. cm, 259. cm, 323-327. cm, 338. cm kesimlerde nisbi olarak yükseldiği görölmüşür. Tane boyu dağılımı litolojik tanımlamaya uyu sağlamaktadır. Gerçekten tane boyunun nispi olarak arttığı 76-78. cm , killi-siltli seviye, 235-238 killi silt, 259-killi silt, 323-327 siltli kil, 338 siltli kil özelliğindedir. Grafikteki tane boyu X- ışınları difraktometresi ile uymaktadır. İleride değinileceği üzere XRD analizi sonuçlarına göre sırasıyla Kil>Mika>Feldispat>Kalsit>Kuvars>Dolomittir. Kil ağırlıkta mika, feldispat mevcut olup taneler genel olarak 60 mikron silt boyunun altındadır.



Şekil 11. Hz11-P15 karotu 0-325 cm'ler arası tane boyu analizi

6. X – IŞINLARI ÇÖZÜMLEMELERİ

6.1. Tüm Kayaç X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

Tüm kayaç çözümlerinde mika 10 Å, feldispat 3.18 Å, dolomit 2,89Å, kalsit 3.04 Å, kuvars 3.34 Å’ daki pikleri ile tanınmış ve bu minerallerin yarı-kantitatif bileşimleri Gündoğdu (1982)’ye göre hesaplanmıştır (Şekil 12-16).

Bu minerallerin tanımlanmasında yardımcı olan diğer pikler aşağıda verilmiştir.

Mika: 5.02, 4.48, 4.29, 3.89, 3.74, 2.87.

Feldispat: 4.02, 3.77-3.74, 3.66, 3.20

Dolomit: 2.69, 2.40, 2.19

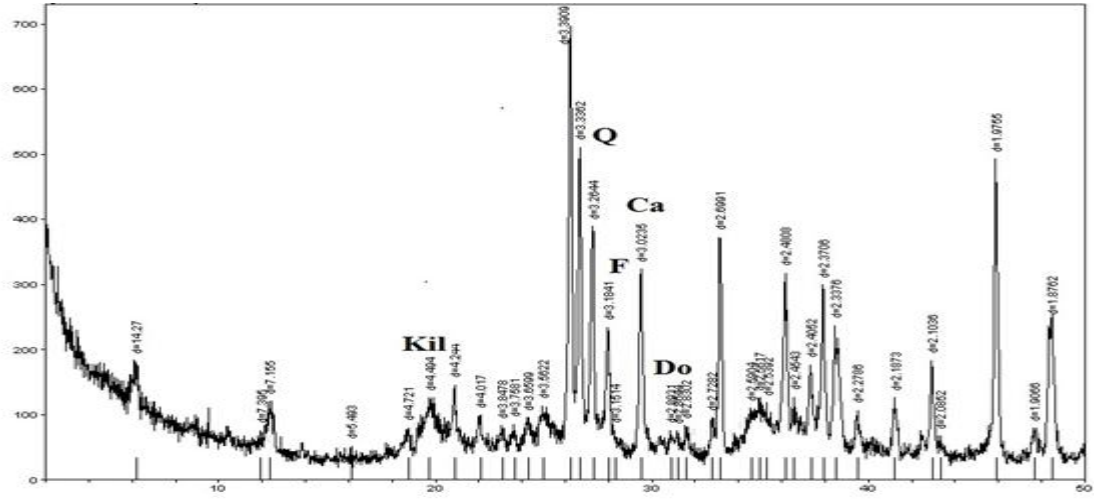
Kalsit: 2.28, 2.10, 1.88

Kuvars: 4.26, 2.46, 2.28, 2.13, 1.98.

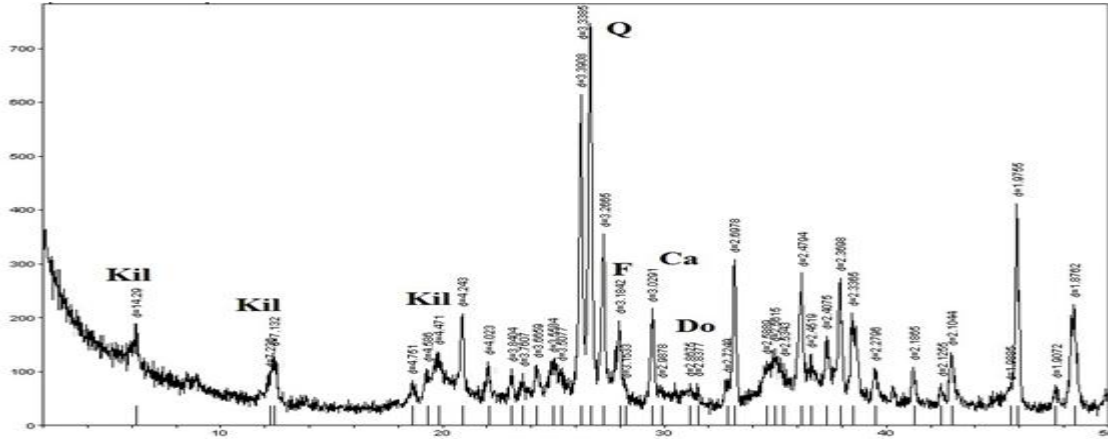
Karbonat minerallerinin $d(104)$ değerleri Å (Milliman, 1974) tanımlanmalarına göre 3.025-3.032 arasında olup düşük Mg-kalsit olarak değerlendirilmiştir. XRD profillerinde dolomitin (104) yansıması değerlerinin örneklerinde 2.88-2.90 arasında olduğu ve bileşimlerinin ideal dolomite uygun (Goldsmith ve Graf, 1958) olduğu görülmüştür (Şekil 12-16).

Başlıca mineraller Tablo 2’de verilmektedir. Örneklerde sırasıyla aritmeti ortalama esas alındığında sıralama Kil>Mika>Feldispat>Kalsit>Kuvars>Dolomit şeklindedir. Tablo 2’de aritmetik ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayıları verilmektedir.

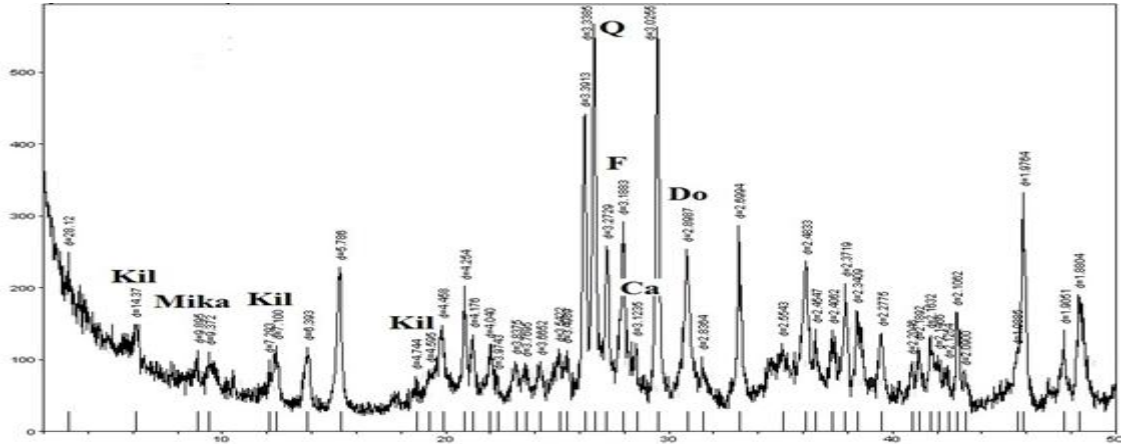
Şekil 17’ den görüldüğü gibi kuvars, feldispat, kalsit ve mika arttığı yerlerde dolomit ve kilin genel olarak azaldığı görülmektedir. Kuvars, kalsit, feldispat ve mika kırıntılıların arttığı detritik getirim, kil ve dolomit ise azaldığı seviyelere işaret eder.



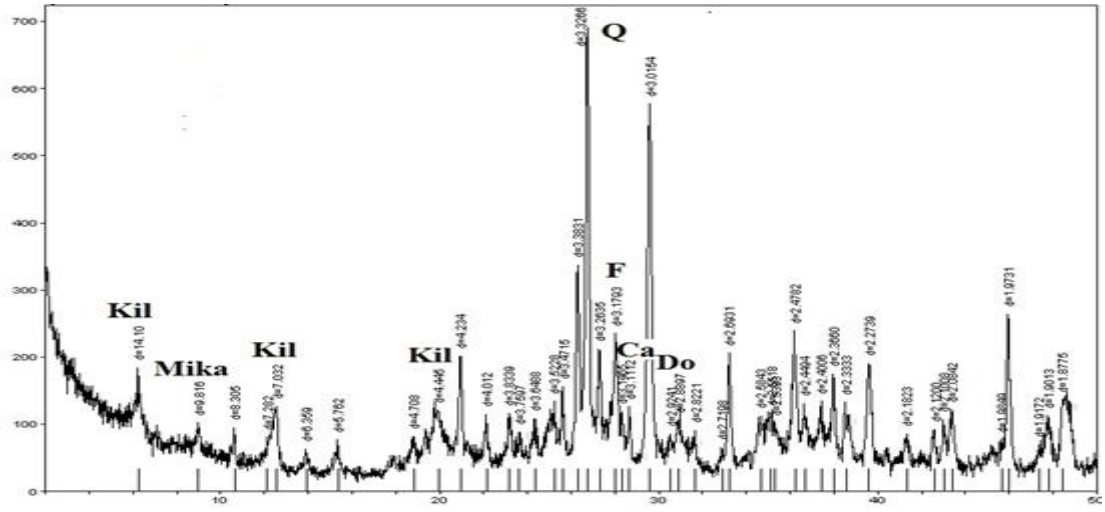
Şekil 12. Hz11-P15 karotu 10. cm'den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit).



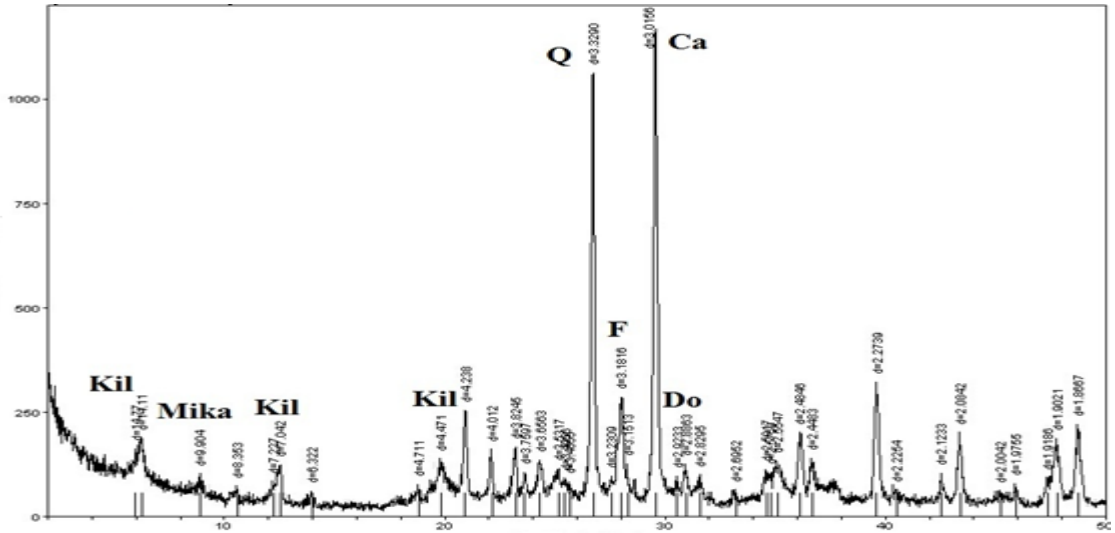
Şekil 13. Hz11-P15 karotu 50. cm'den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit).



Şekil 14. Hz11-P15 karotu 100. cm'den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit).



Şekil 15. Hz11-P15 karotu 150. cm'den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit).



Şekil 16. Hz11-P15 karotu 200. cm'den alınan numunenin XRD tüm kayaç profili, (Q:Kuars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit).

Tablo 2. Hz11-P15 karotuna ait örneklerin derinliğe göre tüm kayaç mineralojik değişimi
(F:Feldispat, Q: Kuvars, Do: Dolomit, Ca: Kalsit).

Derinlik(cm)	Tüm Kayaç Mineralleri						Kırıntılı	Karbonat	Tanımlama
	Kil	Mika	Feldispat	Kuvars	Dolomit	Kalsit	Mika+F+Q	Do+Ca	
10	62	11	12	5	2	8	28	10	kil
20	61	11	12	7	3	6	30	9	kil
30	61	13	13	8	2	3	34	5	kil
40	47	37	7	4	2	3	48	5	Kil-sit
50	64	12	10	7	2	5	29	7	kil
60	43	26	14	8	2	7	48	9	kil
70	55	19	12	6	2	6	37	8	kil
80	56	17	7	3	11	6	27	17	az karb.kil
90	58	14	7	3	7	11	24	18	az karb.kil
100	52	17	11	4	6	10	32	16	az karb.kil
115	56	22	8	2	8	4	32	12	az karb.kil
125	56	14	9	5	8	8	28	16	az karb.kil
135	53	20	11	6	4	6	37	10	az karb.kil
150	51	18	10	7	3	11	35	14	az karb.kil
160	36	21	12	7	2	22	40	24	karb.kil
170	41	9	11	7	3	29	27	32	karb.kil
180	43	12	16	7	2	20	35	22	karb.kil
195	44	13	13	8	2	20	34	22	karb.kil
205	44	12	11	9	3	21	32	24	karb.kil
230	44	13	16	9	2	16	38	18	az karb.kil
250	53	10	15	9	2	11	34	13	az karb.kil
280	49	14	14	9	2	12	37	14	az karb.kil
300	17	41	18	6	2	16	65	18	silt
325	38	8	31	5	4	14	44	18	az karb.kil
350	40	14	27	5	2	12	46	14	az karb.kil
Ort	48.96	16.72	13.08	6.24	3.52	11.48	36.04	15	
St. Sap.	10.41	8.00	5,61	2.03	2.49	6.80	8.9	6.6	
Var. Kats.	21.26	47.83	42.90	32.48	70.60	59.25	24.67	43.93	

Dolomit ve kalsit dışında varyasyon katsayısı $(S/X)*100$ %50'den düşük olması, verilerin yakınlığını ve örneklerin genel olarak benzer mineralojik bileşim sunduğunu göstermektedir. Dolomitin yüksek olmasının nedeni 80-125. metreler arasında artışı, kalsitin yüksek oluşunun sebebi ise ilk seviyelerde düşük oranda iken 150. metreden sonra artışından kaynaklanmaktadır.

Tüm kayaç mineral oranlarından mika+feldispat+kuvars oranı > % 49 olan örnekler silt, mika+feldispat+kuvars oranı < % 49 olan örnekler kil, kalsit+dolomit < %20 olan örnekler az karbonatlı kil, kalsit+dolomit > %20 olan örnekler karbonatlı kil olarak tanımlanmıştır. Buna göre değerlendirme yapıldığında bu tanımlamaya makroskobik tanımlamalar uymaktadır (Tablo 2).

10-70 cm' de kil seviyeleri mevcut; makroskobik tanımlamada bu cm'ler arasında birim laminalı siyah kilden oluşmaktadır.

80-150 cm arası az karbonatlı kil; makroskobik tanımlamada bu cm'ler arasında gri-siyah homojen kilden oluşmaktadır.

160-205 cm karbonatlı kil;koyu gri-yeşilimsi kil,

230-280cm arası az karbonatlı kil; makroskobik tanımlamada açık-koyulu gri killerden oluşur.

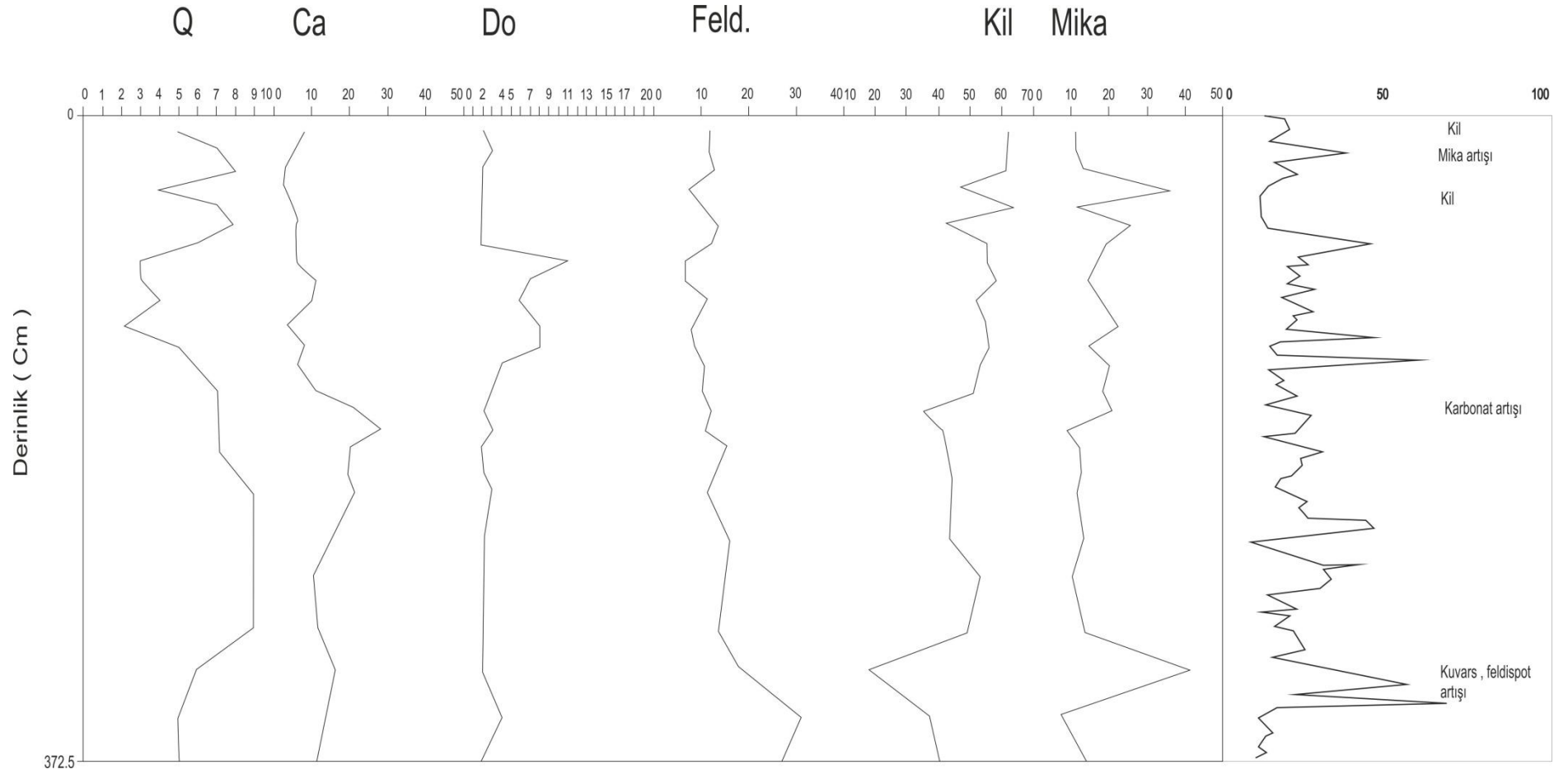
300 cm'de silt; makroskobik tanımlamada bu seviyelerde koyu gri siltli kil,

325-350 cm arası az karbonatlı kil; bejimsi gri kil ve koyu gri siltli kil olarak bulunmaktadır.

Karbonat mineralleri makroskobik olarak örneğin grimsi olmasına neden olmuştur.

6.2. Kil Fraksiyonu X –Işınları Difraktogram (XRD) Tanımlamaları

Kil fraksiyonu çözümlemelerinde normal çekimdeki karmaşık tabakalı smektit-klorit (S-C) 14-14.5 Å (002) pikleri, 7-7.3Å, (004), 3.5-3.6 Å (0.08) pikleri ile tanımlanmıştır. Bu pikler glikollü çekimde 15.5 Å (002), 7.8Å (004), 3.9 Å (0.08) piklerine kaymıştır. Isıl çekimde 12Å (002), 6 Å (004), 3.9 Å (0.08) kaymıştır (Şekil 18-22).



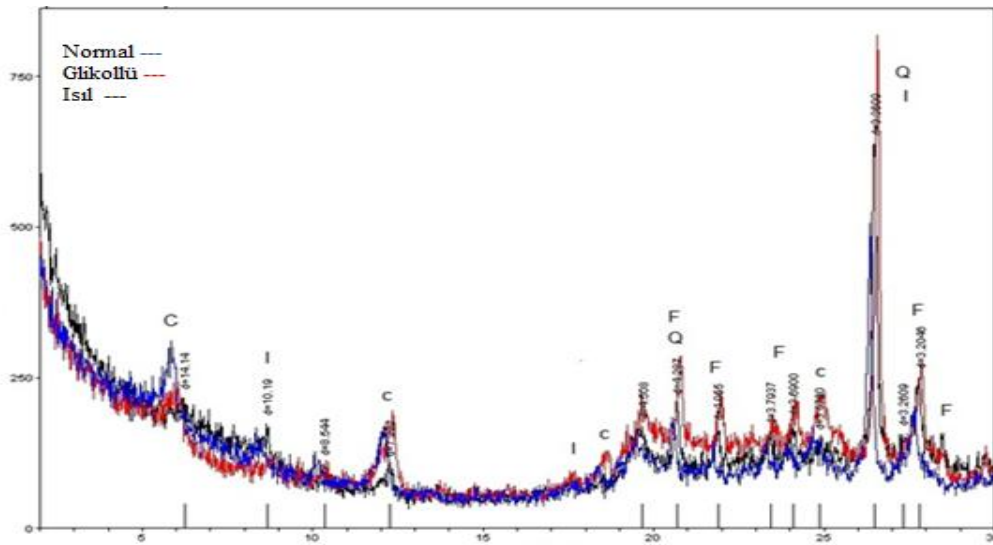
Şekil 17. Hz-11 P15 karotuna ait örneklerin tüm kayaç mineralojisi ve tane boyu analizinin karşılaştırılmasını gösteren şema, (Q:Kuvars, F:Feldispat, Ca:Kalsit, Do:Dolomit).

Klorit minerali 14.1 Å (001), 7-7.06 Å (002), 4.68 Å (0.03), 3.52 Å (002) pikleri ile tanımlanmıştır. Bu piklerde normal ve glikollü çekimlerde değişim gözlenmemiştir. Klorit 7-7.06 Å (002) piklerinde fırınlı çekimlerde şiddet kaybı olması bunların Fe-klorit olduğunu göstermektedir (Şekil 18-22).

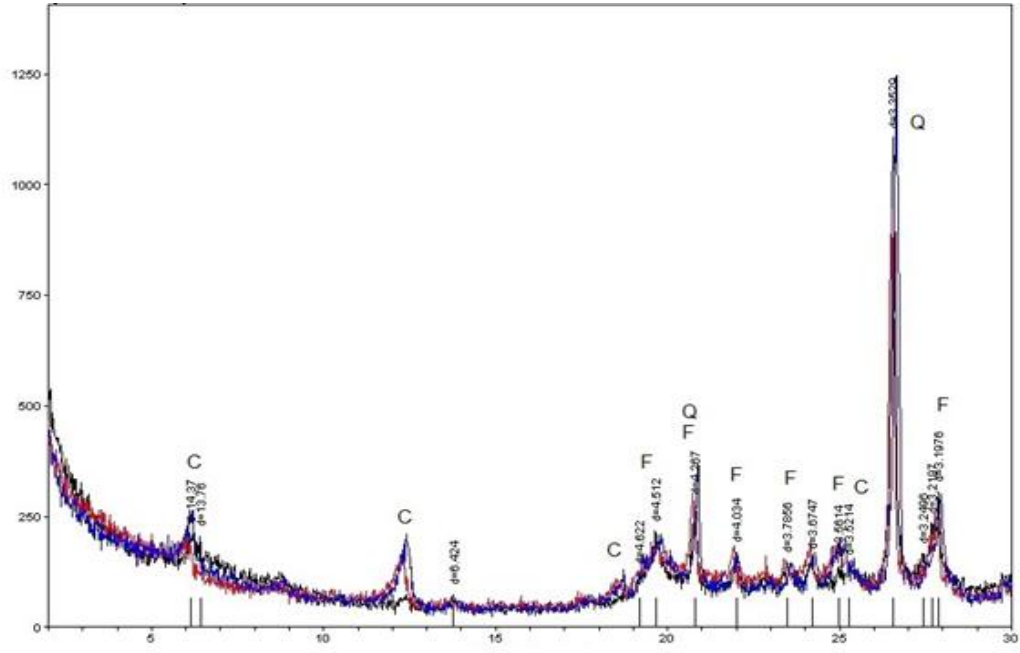
İllit minerali 10 Å (001), 5.03 Å (002), 3.35 Å (003) pikleri ile tanımlanmıştır. Bu pikler normal ve glikollü çekimlerde değişim gözlenmemiştir.

Örneklerdeki başlıca kil mineralleri Tablo 3’de, bu değerlerin aritmetik ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayıları verilmektedir. Örneklerin kil mineralleri sırasıyla klorit> illit >S-C’tir. S-C’nin varyasyon katsayısının yüksek olmasının nedeni S-C’e başlangıç seviyelerde rastlanılmaması, 115-125. cm ve 180-350.cm’lerde rastlanılmasıdır.

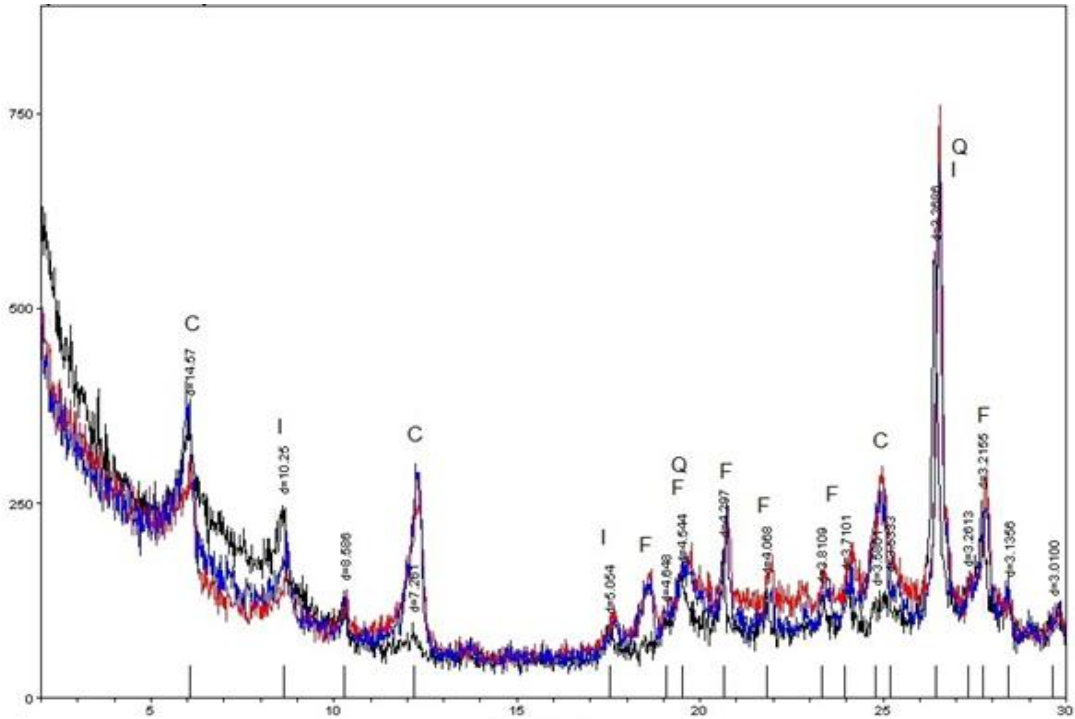
Örneklerin kil mineralojik bileşiminin derinlikle değişimi incelendiğinde dolomitce zengin seviyelerde S-C artışı, illit ve klorit azalışı söz konusudur. İllit, klorit ise kuvars, feldispat ve mika ile artmaktadır (Şekil 23).



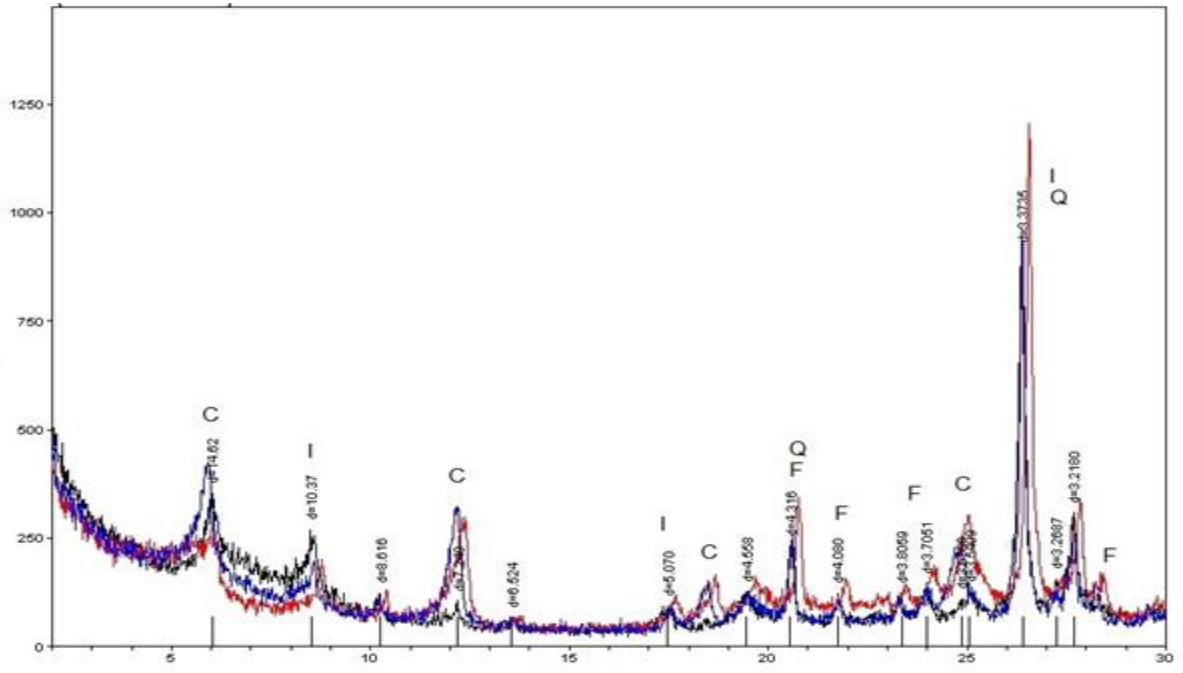
Şekil 18. Hz11-P15 karotu10. cm’den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C: Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars).



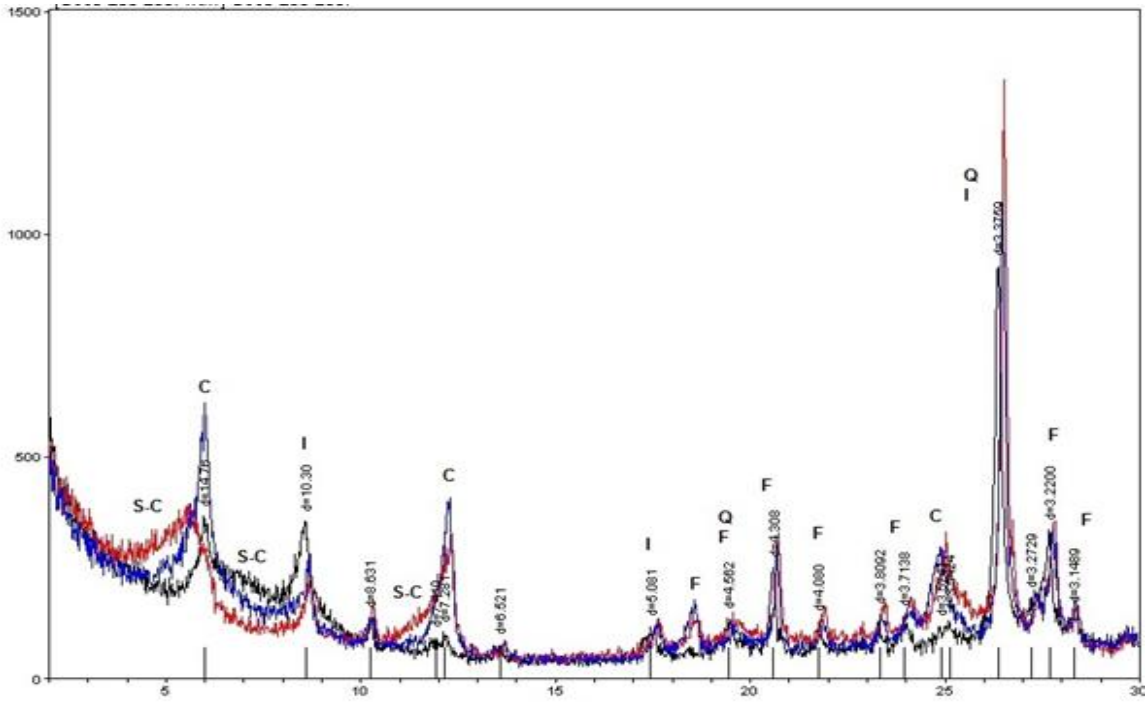
Şekil 19. Hz11-P15 karotu 50. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C: Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars).



Şekil 20. Hz11-P15 karotu 100. cm'den alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C: Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars).



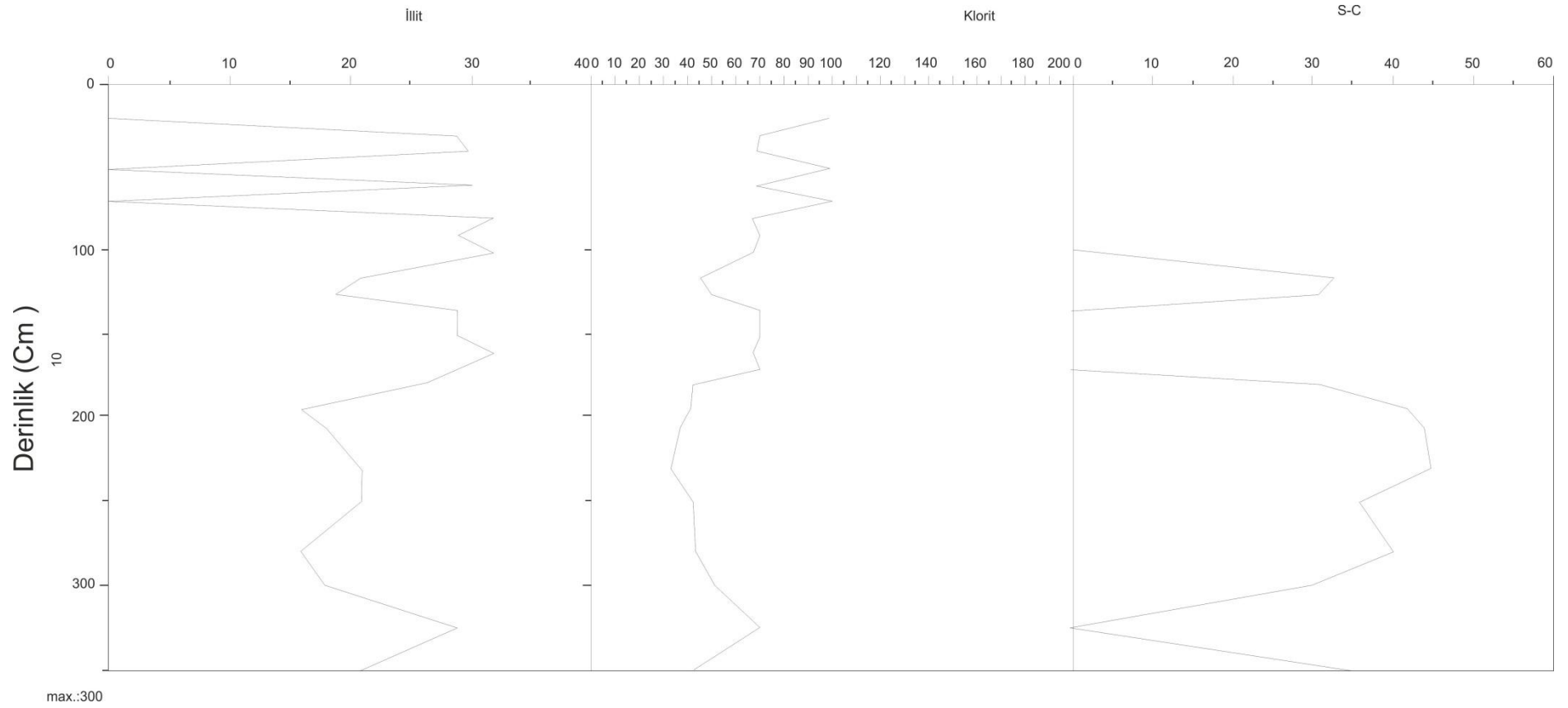
Şekil 21. Hz11-P15 karotu 150. cm'nden alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C: Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars).



Şekil 22. Hz11-P15 karotu 200. cm'nden alınan numunenin XRD kil fraksiyonu çekimi, (C: Klorit, I: İllit, F: Feldispat Q : Kuvars).

Tablo 3. HZ-11P15 karotuna ait örneklerin derinliğe göre kil mineralojik değişimi
(S-C: smektit-klorit)

Derinlik	İllit	Klorit	S-C
10	29	71	-
20	-	100	-
30	29	71	-
40	30	70	-
50	-	100	-
60	30	70	-
70	-	100	-
80	32	68	-
90	29	71	-
100	32	68	-
115	21	46	33
125	19	50	31
135	29	71	-
150	29	71	-
160	32	68	-
170	29	71	-
180	26	43	31
195	16	42	42
205	18	38	44
230	21	34	45
250	21	43	36
280	16	44	40
300	18	52	30
325	29	71	-
350	21	44	35
Ortalama	22	63	15
St. Sapma	9.69	18.69	18.30
Var. Katsayısı	43.62	29.63	124.64



Şekil 23. Hz-11 P15 karotuna ait örneklerin kil mineralojisi tane boyu dağılımını gösteren şema.

6.2.1. Tüm Kayaç ve Kil Minerallerinin Korelasyon Analizleri

Tüm kayaç, kil mineralleri ve derinlik arasındaki korelasyon analizi tablo 4' de görülmektedir. Tabloda $r>25$ ve $P=0.95$ güvenirlilikte anlamlı korelasyonlar işaretlenmiştir.

Bu katsayılara göre feldispat, kuvars, kalsit birlikteliğine karşı kil-dolomit birlikteliği söz konusudur. Şekil 14' de kuvars, feldispat, kalsitin arttığı yerlerde dolomit ve kilin genel olarak azaldığı görülmektedir.

Derinlikle illit-klorit negatif, S-C pozitif korelasyonunu şekil 15 deteklemektedir. Şekilde örneklerin kil mineralojik bileşiminin derinlikle değişimi incelendiğinde derinliğe doğru S-C artışı, illit ve klorit azalışı söz konusudur.

Birim L1'den L2'ye kuvars, feldispat, kalsit, S-C azalırken, dolomit, kil, az ölçüde mika, illit, klorit artmıştır. Buna göre bu minerallerin bu karot için Pleistosen ve Holoseni ayırt edici olabileceği görülmüştür.

Tablo 4.a. Derinlik, tüm kayaç ve kil mineralleri korelasyon katsayıları

4.a.	Derinlik	Kil	Mika	Feldisp	Kuvars	Dolomit	Kalsit	İllit	Klorit	S-C
Derinlik	1									
Kil	-0,70	1								
Mika	-0,07	-0,46	1							
Feldispat	0,72	-0,51	-0,18	1						
Kuvars	0,26	-0,18	-0,26	0,19	1					
Dolomit	-0,20	0,31	-0,05	-0,37	-0,70	1				
Kalsit	0,55	-0,63	-0,23	0,25	0,39	-0,27	1			
İllit	-0,23	-0,06	0,13	-0,05	-0,33	0,23	0,001	1		
Klorit	-0,56	0,22	0,16	-0,20	-0,40	0,17	-0,29	0,87	1	
S-C	0,63	-0,32	-0,09	0,23	0,36	-0,12	0,34	-0,53	-0,99	1

Tablo 4.b. Negatif ve pozitif korelasyonlara göre mineral birliktelikleri

4.b.	Negatif Korelasyonlar		Pozitif Korelasyonlar
Derinlik	kil,dolomit	Derinlik	feldispat-kuvars-kalsit
Kil	mika,feldispat,kalsit,illit, S-C	Kil	dolomit
Mika	kuvars,kalsit,	Mika	illit-klorit (düşük pozitif)
Feldispat	dolomit,klorit	Feldispat	kalsit,S-C,kuvars
Kuvars	dolomit,illit, klorit	Kuvars	kalsit,S-C
Dolomit	Kalsit	Dolomit	dolomit-illit
Kalsit	Klorit	Kalsit	S-C
İllit	S-C	İllit	klorit
Klorit	S-C (çok yüksek negatif)	Klorit	illit

Derinlikle kil, dolomit ; kil ile mika, feldispat, kalsit, illit, S-C, dolomit ile kalsit ; illit ve kloritle S-C azalmaktadır.Derinlikle feldispat, kuvars, kalsit ; kil ile dolomit; kuvars ile kalsit, S-C; illit ile klorit artmaktadır.

4.2.4. Minerallerin Olası Oluşum Mekanizmaları

Kil mineralleri, sedimanter kayaçların önemli bileşenlerinden birini oluştururlar. Yaşlı kayaçlardan erozyonla doğrudan çökel havzalarına taşınabildikleri gibi, kaynak alandaki ya da havza kenarlarındaki toprak profillerinde degradasyonla oluşarak buradan havzaya taşınmaları veya doğrudan havzada çökme sonrasında diyajenez sürecinde oluşmaları mümkündür.

Karmaşık kimyasal yapılarına rağmen, özellikle iklimsel koşullardan ve çökme ortamının fizikokimyasal özelliklerinden kolayca etkilenecek şekilde oluşup dönüşebilmeleri nedeniyle kil mineralleri stratigrafik çalışmaların önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Özellikle makroskopik yada mikroskopik incelemelerle kaynak alanın tahmin edilemediği ince taneli istiflerde, kil mineralleri, ucuz ve hızlı bir araç olarak stratigrafik çalışmalara katkıda bulunmaktadır. Güncel sedimanlar içinde bulunan kil minerallerinin iklim kuşaklarına göre anlamlı ve tutarlı yayılımı paleotektonik çalışmalar açısından ümit vericidir (Windon, 1976; Zimmerman, 1977). Özellikle detritik killer önceden başka bir ortamda oluşmuş olup

şimdiki ortama taşınarak gelmiştir ve ortamdaki iklim ve çökellerin provenansı ile önemli bilgiler sunarlar (Chamley, 1989).

Hazar Gölü'ne malzeme verebilecek kayalardan kaynak kayaç olabilecek Bitlis-Pütürge Metamorfitlelerini, pelit/yarı-pelit, pisamit, metabazit, metagranitoyid ve metakarbonat kökenli gnays, şist, amfibolit, mermer ve kuvarsit türü kayalar oluşturur. Mika şist ve mika gnays kayalarının ana mineral bileşimlerini kuvars, feldispat, biyotit ve muskovit mineralleri oluşturur. Ayrıca farklı opak mineral, apatit, turmalin, sfen, zirkon, granat ve epidot minerallerinden biri, birkaçı ya da tümü tali mineral olarak bulunmaktadır. İkincil klorit, serisit oluşumları her kayada görülmektedir (Şahin ve Işık, 2010). Guleman Ofiyolitleri dünit, harzburjit, verlit, klinopiroksenit ve gabrolardan, Elazığ Magmatitleri ise düşük yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramış asidik intruzyonlu gabro, diyabaz, bazalt, prehnit-pumpeliyit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş ve asidik dayklarla kesilmiş ojit-andezitik volkanitler ve volkanoklastitler, yastık lavlar, mafik dayklarla kesilmiş andezitik volkanitler ile volkanoklastitlerden oluşmaktadır. Hazar Karmaşığı'na ait Simaki Formasyonu alttaki Guleman Ofiyolitleri ve Elazığ Magmatitleri'nden malzeme alan şeyl niteliğinde birim olması bu birimlerdeki kil mineralojisini de yansıtmaları açısından önemlidir. Hazar Grubu-Simaki ve Maden Karmaşığı'nın tüm kayaç mineralleri feldispat, kuvars, kil, kalsit, dolomit, opal, kil mineralleri ise smektit, klorit, smektit-klorit (S-C) ve illittir. Smektit ve smektit-klorit (S-C) volkanojenik materyalin ayrışması ile oluşabilmektedir (Tsirambides at al, 1989, Worden and Morad, 2003).Hazar Grubu şeylleri ve Maden Grubu şeyl ve volkanosedimanlarında feldispat ve ferromagnezyen minerallerin yerinde transformasyonu ile simektit, S-Cve illit mineralleri oluşmuştur. Aynı şekilde Ahn ve diğ. (1988) Güney Syncline (Yeni Zelanda), Capuano (1993) Adriyatik Foreland (Kuzey Marchean, Italy) bu minerallerin volkanoklastik materyalin alterasyonu ile oluştuğunu belirtmiştir.

Çevre kayalardan Bitlis-Pütürge Metamorfitleleri, Elazığ Magmatitleri ve Guleman Ofiyolitleri Hazar Gölü'ndeki tüm kayaç ve kil mineralojisine malzeme verebilecek niteliktedir. Bununla birlikte daha önceki çalışmalarda Hazar Grubu ve Maden Karmaşığının Hazar Gölü sedimanlarına paralel mineral bileşimi gösterdiği ortaya çıkmıştır.

Göl örneklerine ait tüm kayaç ve kil mineralojisinin çevre kayaç bileşimine paralellik göstermesi detritik mineral getirimi dolayısıyla iklim ve kaynak alan bileşimin önemli olduğunu göstermiştir. Bu minerallerin oluşumuna katılan ana elementlerden Ca, Si, Mg, Al

ve Fe, provenansı temsil eden çevre kayaçlardan çözeltideki iyonlar halinde ve/veya mafik minerallerin bazik ortamda ayrışması sonucu açığa çıkması ile sağlanmıştır. Sedimanlarda önemli oranda bulunan minerallerden kuvars, feldispat ve mika, çoğunlukla çevre kayaçlardan Hazar-Maden Karmaşığı ve Elazığ Magmatitlerinden gelme olasılığı vardır. illit-kloritle S-C'nin farklı davranması iklimsel değişimlerle olabilir. L1 ve L2 İstifler arasındaki söz konusu olan farklılık, birimlerin depolanması sırasındaki iklimsel koşullar nedeni ile oluşan kimyasal bozunmalar sonucunda ortaya çıkabilmektedir.

Tüm kayaç mineralojisinde mika minerali ile kil mineralojisinde illit ve klorit düşük pozitif korelasyon göstermektedir ve bölge genelinde illit ve klorit'in mineralinin mika mineraline bağlı olarak detritik getirimi gösterdiği düşünülmektedir. İllit ve klorit mineralleride bazik ortamda ve kurak/soguk iklimde bozunma ürünü olabilen minerallerdir (Chamley, 1989). Kretase-Tersiyer geçişinde denizel ortamda illit mineralinin metamorfik kayaçların fiziksel bozunma ürünü olarak detritik kökeni ifade ettiği belirtilmiştir (Milot, 1970; Madhavaraju et al., 2002; Arostegui et al., 2006; Jeans, 2006). Bununla birlikte Bitlis Metamorfitlerinden malzeme alınmadığı ilerdeki jeokimyasal incelemelerde ortaya konmuştur. Buna göre illit, klorit S-C ağırlıklı olarak çevredeki sedimanter ve volkanosedimanter özellikteki Hazar-Maden karmaşığı ve Elazığ Magmatitlerinden gelmiş olmalıdır.

Kil mineralojisinin sedimantasyon, paleo iklim ve tektonik arasındaki ilişkinin mineraloji ile desteklenmesi bakımından da katkı koyabileceği düşünülmektedir. Özellikle belirlenen element değişimleri, tüm kayaç ve kil mineralojisinde saptanan mineral değişimleri L1 ve L2 'nin farklı koşullarda beslendiğini ve dolayısıyla kaynak kaya, tektonizma ve paleoiklimden etkilendiği öngörüsünü getirmektedir.

7. JEOKİMYASAL İNCELEMELER

Bilindiği gibi gölün jeokimyasal özellikleri ortamsal değişimleri belirlemede son yıllarda kullanılan önemli bir parametre haline gelmiştir. Magmatik kayaçların ana, iz ve nadir toprak elementleri kayaçların bileşimleri ve oluştuğu tektonik ortamı açıklamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda kilce zengin kayaçların da ana, iz ve nadir toprak elementleri kayaçların bileşimleri ve oluştuğu tektonik ortamı açıklamada sıkça kullanılmaya başlanılmıştır (Christidis ve diğ., 1995; Berry, 1999).

Nyakairu ve diğ. Uganda merkezi Kajjansi ve Ntawo'da killi kayaçlarda nadir toprak elementlerinin (NTE) mineralojiye göre değişimlerini belirlemiştir.

Bauluz ve diğ., Kuzey Doğu İspanya Iberrian Range 'de silisiclastik kayaçlarda NTE dağılımına göre kaynak alan, ayrışma, provenans ve tektonik gelişimler hakkında bilgi vermiştir.

Ohta (2004) Güney Batı Japonya Nagato Havzası killi kayaçların jeokimyasını istatistiksel parametrelerle inceleyerek killi kayaçları oluşturan kaynak alan hakkında bilgi edinmiştir.

NG et al. (2004) Canada Truelove Lowland gölünde göl sedimanlarının jeokimyasını inceleyerek gölün ortamsal değişimlerini yorumlamıştır.

Roy ve Smikatz-Kloss (2005) Thar Çölü playa sedimanlarının NTE 'lerini inceleyerek kaynak kaya ve gölün kenar ve merkezi kesimleri dolayısıyla paleocoğrafyasını ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmada karota ait 8 adet örneğin jeokimyasal analizi yapılmıştır (Tablo 5,6,7). $\alpha < 0.05$ anlamlılık düzeyinde korelasyon analizleri yapılarak elementlerin birbirlerine göre davranışları belirlenilmiştir. Element oranlarına göre sedimanların kaynak kaya bileşimi ortaya çıkarılmıştır. (Tablo 8 a,b).

Tablo 5. Hz11- P15 karotun örneklerine ait ana oksit elementler

Derinlik (m)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	LOI
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
PO9-21	34.86	9.4	5.83	9.03	15.36	1.02	0.98	0.58	0.12	0.14	0.041	22.3
PO9-60	30.89	8.49	5.31	8.36	19.36	0.92	0.99	0.55	0.11	0.11	0.032	24.5
PO9-102	23.13	6.09	3.6	16.53	15.45	0.77	0.64	0.42	0.08	0.08	0.019	32.7
PO9-161	33.8	10.18	5.88	5.59	20.22	1.14	1.1	0.68	0.09	0.1	0.039	20.9
PO9-193	38.55	11.34	6.36	5.28	16.31	1.26	1.24	0.74	0.09	0.11	0.043	18.4
PO9-250	38.67	11.34	6.71	4.88	16.63	1.27	1.21	0.72	0.09	0.11	0.045	18
PO9-300	28.55	7.35	4.71	6.89	22.88	0.84	0.86	0.45	0.18	0.19	0.025	26.8
PO9-324	26.46	7.76	5.48	3.16	28.58	1.01	0.85	0.49	0.12	0.15	0.028	25.6
Min.	23.13	6.09	3.6	3.16	15.36	0.77	0.64	0.42	0.08	0.08	0.019	18
Max.	38.67	11.34	6.71	16.53	28.58	1.27	1.24	0.74	0.18	0.19	0.045	32.7
Arit.Ort.	31.86	8.99	5.49	7.47	19.35	1.03	0.98	0.58	0.11	0.12	0.03	23.65
St. Sapma	5.62	1.91	0.98	4.13	4.57	0.18	0.20	0.12	0.03	0.03	0.01	4.86
V.Katsayısı	17.64	21.23	17.85	55.26	23.62	17.94	20.47	21.29	29.16	28.85	31.42	20.54

Tablo 6. Hz11- P15 karotun örneklerine ait iz elementler

Derinlik (m)	Ba	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	Mo	Cu
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
PO9-21	177	25.2	1.7	12	2.2	6.1	27.3	415.9	0.6	3.9	1.4	104	2	75.7	15.8	1.5	36.9
PO9-60	201	21.1	1.4	10.7	1.4	6.1	27.9	543.8	0.4	3.1	1.4	104	1.4	68.5	13.8	1.8	34.5
PO9-102	150	15.4	1.2	8.7	1.5	3.8	18.9	459.5	0.2	2.8	1.1	92	0.6	55.2	11	4.2	21.6
PO9-161	163	24.3	2.1	12.7	2.7	7.9	30.9	315	0.4	3.6	1.2	123	1.2	83.1	17.6	1	37.5
PO9-193	179	26.1	2.5	13.2	2.2	8.5	35.7	301	0.6	4.3	1.3	132	5.2	97.7	19.9	0.7	40.5
PO9-250	194	25.9	2.4	12.7	2.7	8.3	34.3	400.8	0.5	4.4	1.3	133	1	89.7	19.2	0.5	41.6
PO9-300	302	18.7	1.6	9.2	1.5	6.6	25.9	731.7	0.3	2.9	1.4	94	0.7	56.7	12.1	3	31.2
PO9-324	203	18.6	1.4	10.4	1.7	4.4	22.6	712.5	0.3	2.3	0.7	91	0.6	59.8	13.1	1.8	27.7
Min.	150	15.4	1.2	9.2	1.4	3.8	18.9	301	0.2	2.3	0.7	91	0.6	55.2	12.1	0.5	21.6
Max.	302	26.1	2.5	13.2	2.7	8.5	35.7	731.7	0.6	4.4	1.4	133	5.2	97.7	19.9	4.2	41.6
Arit.Ort.	191	21	2	11	2	6	27	465	0.41	3	1	107	1	71	15	2	33
St. Sapma	18.38	4.67	0.21	1.13	0.35	1.20	3.32	209.73	0.21	1.13	0.49	9.19	0.99	11.24	1.91	0.21	6.51
V.Katsayısı	9.63	22.22	10.61	10.29	17.68	20.03	12.31	45.10	51.22	37.71	49.50	8.59	98.99	15.84	12.73	10.61	19.71

Tablo 7. Hz11- P15 karotun örneklerine ait nadir toprak elementleri (NTE)

Derinlik (m)	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	T m	Yp	Lu	TOP. NTE	La/Lu	Eu/S m
	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	pp m	ppm	ppm	ppm
PO9-21	11. 9	22. 6	2.9 8	12	2.7 2	0.7 3	2.6 7	0.4 6	3.1 9	0.5 7	1.6 2	0.2 2	1.6 5	0.2 2	63.5	5.62	0.26
PO9-60	11. 8	22. 6	3.0 5	10. 5	2.5 8	0.7 4	2.6 6	0.4 1	2.6	0.5 4	1.4 8	0.2 4	1.4 5	0.1 9	60.8	6.45	0.28
PO9-102	7.9	16. 8	2.0 7	9.6	1.8 1	0.5 9	2.0 4	0.3 3	2.1 4	0.4 2	1.1 2	0.1 8	1.1 5	0.1 8	46.3	4.56	0.32
PO9-161	13. 5	26	3.6 3	14. 8	3.1 2	0.8 8	3.3 6	0.5 1	3.3 1	0.6 8	1.8	0.2 8	1.7 6	0.2 8	73.9	5.01	0.28
PO9-193	16. 2	30. 2	4.2 4	16. 4	3.7 1	0.9 3	3.7	0.6	4.0 4	0.5 8	2.1	0.2 9	2.1 6	0.3	85.5	5.61	0.25
PO9-250	16. 1	31. 8	4.2 2	20. 8	3.8 5	1.0 1	3.4 8	0.5 5	3.5 9	0.6 7	1.8	0.2 8	1.7 3	0.2 9	90.2	5.76	0.26
PO9-300	9.4	19. 8	2.6 1	10. 7	2.1 2	0.5 3	2.2 9	0.3 7	1.9 9	0.4 9	1.1 7	0.2	1.5	0.1 7	53.3	5.74	0.25
PO9-324	9.9	18. 8	2.5	9.7	2.3 1	0.6 4	2.7 4	0.4 2	2.7 5	0.4 7	1.2 4	0.2 2	1.1	0.1 9	53	5.41	0.27
Min.	7.9	16. 8	2.0 7	9.6	1.8 1	0.5 3	2.0 4	0.3 3	1.9 9	0.4 2	1.1 2	0.1 8	1.1	0.1 7	53	4.56	0.25
Max.	16. 2	31. 8	4.2 4	20. 8	3.8 5	1.0 1	3.7	0.6	4.0 4	0.6 8	2.1	0.2 9	2.1 6	0.3	90.2	6.45	0.32
Arit.Ort.	11. 6	22. 8	3	12. 7	2.7	0.7	2.8	0.4	2.8	0.5	1.5	0.2	1.5	0.2	67	5.5	0.3
St. Sapma	1.4 1	2.6 9	0.3 4	1.6 3	0.2 9	0.0 6	0.0 5	0.0 3	0.3 1	0.0 7	0.2 7	0	0.3 9	0.0 2	7.42	0.15	0.01
V.Katsa yısı	12. 19	11. 79	11. 31	12. 81	10. 74	9.0 9	1.7 7	7.0 7	11. 11	14. 14	17. 91	0.0 0	25. 93	10. 61	11.08	2.70	2.36

7.1. Ana Element Dağılımı

İnceleme alanında SiO_2 miktarı tüm kayaç örneklerinde %23.13 – 38.67 arasındadır ve Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 ve Cr_2O_3 ana oksitlerle pozitif korelasyon göstermektedir (Tablo 5). Silis elementi tüm kayaç örneklerinde esas silikat mineralleri olan kuvars, feldispat ve kil mineralleri, olivin, piroksen, mika, hornblend ve zirkon gibi aksesuar minerallerden gelmektedir (Hall, 1996). Tablo 8’de elementler arası korelasyon katsayıları şekil 24 ‘de ise na elementler ile bazı elementlerin korelasyonları görülmektedir.

Al_2O_3 yüzdesi %6.09 - 11.34 arasında değişmektedir. Tablo 8.a’ da görüldüğü üzere Al-Ti ve Al-Na arasında kuvvetli pozitif korelasyon söz konusudur. Bu pozitif ilişki özellikle Na elementinin alüminosilikatlara bağlı olduğunu ifade etmektedir. Al ile Ca elementinin negatif korelasyon göstermesi, Al’ un feldispat ve kil minerallerine, Ca’ un karbonata ağırlıklı olarak bağlı olduğunu silikat-karbonat ayrımını işaret etmektedir (Tablo 8.a).

Fe_2O_3 miktarı örneklerde %3.60 - 6.71 arasında değişmektedir. Fe, Al elementine benzer şekilde mika (biyotit) ve olivin, piroksen, amfibol (hornblend) gibi ferromagnezyen minerallerde ve bunların alterasyonu sonucu oluşan alüminyum silikatlarda, ayrıca Fe-oksit minerallerinde bulunabilmektedir (Hall, 1996; Best and Christiansen, 2001). Fe ile Co elementleri pozitif ilişkisi bu iki elementin mineralde yerdeğiştirme özelliğinden kaynaklanmaktadır (Mason and Moore, 1982, Dabard, 1990). Fe ve Ti elementleri arasında pozitif korelasyon bazik bir kaynağın göstergesidir (Tablo 8.a).

MgO miktarı % 3.16 - 16.53 arasında tespit edilmiştir. Bu element dolomit, mika ve kil minerallerinde özellikle olivin, piroksen, mika (biyotit), amfibol (hornblend) minerallerinde bulunması (Hall, 1996; Best and Christiansen, 2001) bunu açıklar. Olivin, piroksen veya alterasyon ürünlerinin girdisi bu elementin yüksek çıkmasına neden olmuştur.

CaO miktarı tüm kayaç örneklerinde % 15.36 - 28.58 arasındadır. En fazla değerler seviyelerin de tespit edilmiştir. Ca elementi kalsit mineralinde, az miktarda kil minerallerinde bulunabilmekte ayrıca feldispat, klinopiroksen, hornblend ve apatit minerallerinde gözlenebilmektedir (Hall, 1996; Best and Christiansen, 2001). Analiz edilen örneklerde CaO ile NTE arasındaki negatif korelasyon ve Ca elementinin ağırlıklı olarak kalsite bağlılığını, karbonat-silikat ayrımını ortaya koymaktadır. Sr elementi Ca elementi gibi feldispat ,killer

(smektitlerde) ve karbonatlarda bulunabilmekte (Hall, 1996; Brindley and Brown, 1980), volkanik-magmatik kökenli malzemeye de bağlı olabilmektedir (Bellon et. al., 1994, Langmuir, 1998). Ca elementi ile Sr 'un pozitif ilişki göstermesi, Sr elementinin Ca'ca zengin plajiyoklas ve onların alterasyon ürünleri olan Ca'ca zengin kil minerallerine de bağlılığını gösterir.

Örneklerde Na_2O miktarı %0.77 - 1.27 arasında değişmektedir. En düşük miktar karbonatca zengin Akk örneklerinde belirlenmiş olup, kil mineralleri feldispat, klinopiroksen ve hornblend minerallerinde de gözlenebilmektedir (Hall, 1996, Best and Christiansen, 2001). Na, Ca elementi ile negatif ilişki gösterirken, Si, Al elementleriyle pozitif korelasyon göstermektedir ve bu da bu elementin ağırlıklı olarak feldispat ve kil mineralleri ile ilişkisini yansıtır.

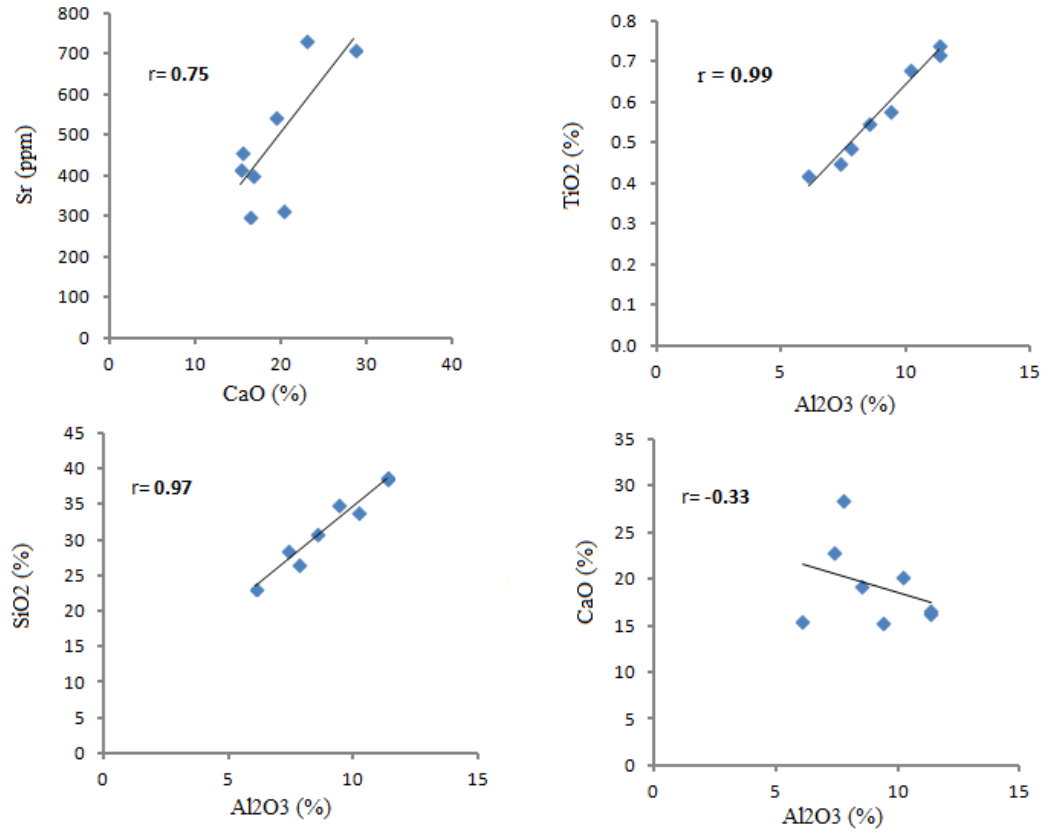
Tüm kayaç örneklerinde K_2O miktarları % 0.64 - 1.24 arasındadır. K elementi feldispat ve kil minerallerinden ise özellikle illitin yapısında bulunmaktadır (Hall, 1996). K ile Al ile Si, Na elementlerinin pozitif korelasyonu olması illit ve feldispat minerallerindeki birlikteliği yansıtır.

TiO_2 miktarı örneklerde %0.42 - 0.74 arasında olup feldispat, kil ve mika (biyotit) gibi minerallerde (Brindley and Brown, 1980), bulunabilmekte, piroksen, epidot gibi litik tanelerden oluşan volkanik malzemeyi de yansıtmakta (Bhatia and Crook, 1986), titanit ve rutil gibi ağır minerallerde bulunabilmektedir (Dabard 1990).

P_2O_5 elementi tüm kayaç örneklerinde %0.08-0.12 arasındadır. Bu element genellikle apatit minerallerinde ve fosil kavkılarında gözlenmektedir (Hall, 1996, Tucker, 2001, Fuji, 1991).

Örneklerde Mn miktarları ile ppm arasında değişir Feldispat, kil ve mika gibi minerallerin yanı sıra oksit - hidroksitli, sülfidli ve karbonatlı bileşenlere ve olivin, klinopiroksen, mika ve apatit gibi minerallerde bulunabilmektedir (Hall, 1996; Brindley and Brown, 1980). Mn elementi Si, Al, Fe, Mg, Na, K, Ti, P ile negatif Ca ile pozitif ilişki göstermektedir. Karbonatlarda dolomit mineralinde Mn zenginleşmesi söz konusu olabilmektedir (Govett, 1985; Weaver and Pollard, 1973; Brindley and Brown, 1980). Bu da fillosilikat apatitten çok karbonatlara bağlı olduğunu göstermektedir.

Cr_2O_3 miktarı tüm kayaç örneklerinde %0.019 – 0.045 arasında değişmektedir. Cr^{+3} elementi Fe elementinin yerine geçebilmekte, ferromagnezyen ve minerallerden özellikle piroksen, olivin, hornblend ve mika (biyotit) minerallerinde bulunmaktadır (Hall, 1996, Best and Christiansen, 2001). Cr ve Ni elementleri uyumlu olduğundan ferromagnezyen minerallerin yapısına girer ve ultramafik kaynak kayaçların kimyasal bozunması sonucunda serbestleşir. Hareketliliği az olduğundan bozunma ürününde kalır (Wronkiewicz and Condie, 1989).



Şekil 24. Anaoksit elementlerle bazı elementlerin korelasyonları

Tablo 8. a. Ana-iz-nadir toprak elementler arasındaki korelasyon katsayıları ($P>0.05$ düzeyinde anlamlı korelasyonlar işaretlenmiştir).

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃
SiO ₂	1										
Al ₂ O ₃	0.97	1									
Fe ₂ O ₃	0.91	0.95	1								
MgO	-0.53	-0.6	-0.78	1							
CaO	-0.43	-0.33	-0.08	-0.54	1						
Na ₂ O	0.89	0.96	0.94	-0.68	-0.18	1					
K ₂ O	0.96	0.98	0.94	-0.66	-0.25	0.93	1				
TiO ₂	0.94	0.99	0.9	-0.54	-0.37	0.96	0.96	1			
P ₂ O ₅	-0.24	-0.36	-0.2	-0.22	0.5	-0.42	-0.26	-0.48	1		
MnO	-0.11	-0.2	0	-0.42	0.58	-0.21	-0.13	-0.34	0.95	1	
Cr ₂ O ₃	0.97	0.97	0.95	-0.56	-0.36	0.91	0.94	0.94	-0.32	-0.15	1
Ni	0.96	0.91	0.85	-0.45	-0.47	0.8	0.91	0.87	-0.22	-0.14	0.91
Sc	0.97	0.99	0.92	-0.56	-0.36	0.94	0.98	0.98	-0.38	-0.24	0.96
Ba	-0.13	-0.23	-0.1	-0.32	0.49	-0.28	-0.1	-0.34	0.93	0.88	-0.26
Co	0.98	0.96	0.92	-0.53	-0.4	0.88	0.94	0.93	-0.27	-0.12	0.99
Cs	0.91	0.94	0.83	-0.55	-0.33	0.93	0.92	0.94	-0.3	-0.16	0.86
Ga	0.93	0.97	0.93	-0.58	-0.31	0.94	0.93	0.97	-0.43	-0.26	0.97
Hf	0.77	0.83	0.77	-0.44	-0.31	0.85	0.74	0.84	-0.44	-0.28	0.83
Nb	0.91	0.9	0.79	-0.56	-0.3	0.81	0.93	0.89	-0.1	-0.04	0.83
Rb	0.96	0.96	0.88	-0.6	-0.31	0.89	0.99	0.94	-0.21	-0.11	0.9
Sr	-0.65	-0.68	-0.45	-0.1	0.75	-0.62	-0.59	-0.76	0.76	0.73	-0.66
Ta	0.91	0.85	0.82	-0.41	-0.47	0.75	0.82	0.79	-0.18	-0.04	0.91
Th	0.94	0.89	0.74	-0.22	-0.7	0.79	0.84	0.88	-0.38	-0.3	0.89
U	0.5	0.32	0.17	0.17	-0.64	0.07	0.38	0.29	0.19	0.04	0.36
V	0.9	0.95	0.81	-0.43	-0.45	0.91	0.93	0.97	-0.5	-0.4	0.87
W	0.62	0.61	0.48	-0.21	-0.4	0.56	0.62	0.62	-0.26	-0.17	0.55
Zr	0.94	0.97	0.86	-0.46	-0.46	0.94	0.95	0.99	-0.49	-0.35	0.93
Y	0.95	0.99	0.91	-0.55	-0.37	0.97	0.96	0.99	-0.44	-0.28	0.95
La	0.96	0.99	0.91	-0.56	-0.36	0.95	0.98	0.98	-0.41	-0.27	0.94
Ce	0.95	0.97	0.88	-0.52	-0.39	0.93	0.96	0.97	-0.38	-0.26	0.91
Pr	0.95	0.98	0.89	-0.57	-0.34	0.94	0.98	0.98	-0.37	-0.25	0.91
Nd	0.86	0.88	0.79	-0.44	-0.4	0.88	0.85	0.88	-0.41	-0.28	0.82
Sm	0.95	0.99	0.92	-0.57	-0.34	0.97	0.97	0.98	-0.42	-0.27	0.93
Eu	0.88	0.94	0.85	-0.45	-0.41	0.93	0.91	0.97	-0.61	-0.48	0.89
Gd	0.87	0.95	0.9	-0.67	-0.16	0.98	0.95	0.97	-0.44	-0.26	0.88
Tb	0.92	0.98	0.91	-0.61	-0.27	0.98	0.95	0.98	-0.41	-0.22	0.92
Dy	0.89	0.94	0.88	-0.52	-0.34	0.96	0.89	0.95	-0.53	-0.33	0.92
Ho	0.86	0.89	0.83	-0.52	-0.28	0.82	0.87	0.89	-0.31	-0.23	0.88
Er	0.93	0.96	0.84	-0.46	-0.44	0.91	0.94	0.98	-0.47	-0.35	0.92
Tm	0.86	0.94	0.88	-0.64	-0.18	0.93	0.96	0.97	-0.44	-0.31	0.86
Yb	0.9	0.87	0.71	-0.38	-0.48	0.76	0.88	0.87	-0.19	-0.13	0.82
Lu	0.86	0.94	0.81	-0.45	-0.39	0.94	0.89	0.97	-0.56	-0.42	0.87
Mo	-0.89	-0.94	-0.99	0.78	0.06	-0.93	-0.94	-0.91	0.26	0.07	-0.94
Cu	0.98	0.95	0.92	-0.61	-0.32	0.86	0.97	0.91	-0.14	-0.03	0.96
Pb	1	0.98	0.92	-0.54	-0.41	0.9	0.96	0.94	-0.26	-0.12	0.99
Zn	0.94	0.95	0.93	-0.59	-0.3	0.87	0.95	0.93	-0.32	-0.19	0.97
Ni	0.95	0.9	0.81	-0.41	-0.5	0.75	0.91	0.86	-0.17	-0.12	0.9
As	-0.08	0.07	0.3	-0.58	0.67	0.32	0.04	0.05	-0.09	0.15	0.05
Cd	0.14	0.25	0.16	-0.18	0.08	0.24	0.23	0.33	-0.25	-0.28	0.21

Tablo 8. b.iz-nadir toprak elementler arasındaki korelasyon katsayıları (P>önemli korelasyonlar işaretlenmiştir).

	Ni	Sc	LOI	Ba	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	U	V	W	Zr	Y
Ni	1															
Sc	0.93	1														
Ba	-0.07	-0.23	1	1												
Co	0.91	0.95	-0.96	-0.22	1											
Cs	0.83	0.94	-0.9	-0.12	0.86	1										
Ga	0.82	0.95	-0.95	-0.37	0.96	0.87	1									
Hf	0.69	0.85	-0.79	-0.38	0.81	0.82	0.85	1								
Nb	0.87	0.92	-0.89	0.07	0.86	0.93	0.82	0.72	1							
Rb	0.92	0.96	-0.95	-0.04	0.91	0.94	0.89	0.71	0.97	1						
Sr	-0.57	-0.7	0.54	0.73	-0.7	-0.66	-0.73	-0.71	-0.56	-0.6	1					
Ta	0.83	0.81	-0.85	-0.2	0.93	0.73	0.86	0.61	0.7	0.8	-0.6					
Th	0.91	0.9	-0.82	-0.28	0.9	0.87	0.84	0.77	0.83	0.87	-0.79					
U	0.59	37	-0.3	0.23	0.44	0.31	0.23	0.13	0.54	0.47	-0.33					
V	0.87	0.96	-0.88	-0.31	0.86	0.95	0.89	0.82	0.9	0.94	-0.78					
W	0.46	0.54	-0.55	-0.22	0.6	0.62	0.61	0.26	0.54	0.64	-0.57					
Zr	0.86	0.96	-0.92	-0.36	0.93	0.94	0.96	0.8	0.87	0.94	-0.8					
Y	0.87	0.98	-0.95	-0.31	0.94	0.96	0.97	0.85	0.88	0.94	-0.74					
La	0.92	0.98	-0.96	-0.23	0.92	0.94	0.94	0.78	0.9	0.97	-0.68					
Ce	0.93	0.98	-0.93	-0.18	0.89	0.95	0.89	0.79	0.92	0.97	-0.67					
Pr	0.91	0.98	-0.94	-0.18	0.9	0.96	0.91	0.78	0.93	0.98	-0.67					
Nd	0.87	0.91	-0.83	-0.18	0.79	0.92	0.79	0.84	0.84	0.86	-0.63					
Sm	0.91	0.98	-0.95	-0.24	0.91	0.95	0.93	0.81	0.88	0.95	-0.67					
Eu	0.86	0.96	-0.88	-0.44	0.86	0.88	0.92	0.84	0.8	0.88	-0.77					
Gd	0.77	0.94	-0.93	-0.28	0.86	0.93	0.94	0.8	0.84	0.91	-0.64					
Tb	0.81	0.95	-0.95	-0.28	0.91	0.95	0.96	0.81	0.85	0.93	-0.68	1,00				
Dy	0.76	0.91	-0.9	-0.45	0.9	0.88	0.96	0.8	0.74	0.85	-0.75	0,35	1,00			
Ho	0.84	0.93	-0.88	-0.21	0.88	0.81	0.88	0.9	0.86	0.85	-0.65	0,30	0,58	1,00		
Er	0.83	0.94	-0.91	-0.37	0.93	0.91	0.96	0.77	0.86	0.93	-0.81	0,33	0,97	0,72	1,00	
Tm	0.8	0.95	-0.92	-0.26	0.85	0.89	0.92	0.77	0.87	0.93	-0.65	0,28	0,96	0,65	0,99	1,00
Yb	0.8	0.85	-0.82	-0.09	0.87	0.9	0.83	0.65	0.92	0.92	-0.7	0,33	0,97	0,63	0,98	0,98
Lu	0.77	0.94	-0.86	-0.42	0.85	0.95	0.92	0.89	0.84	0.87	-0.81	0,38	0,98	0,57	0,96	0,96
Mo	-0.82	-0.92	0.97	0.17	-0.9	-0.81	-0.94	-0.76	-0.78	-0.88	0.49	0,36	0,98	0,61	0,97	0,97
Cu	0.95	0.96	-0.97	-0.03	0.97	0.87	0.91	0.74	0.93	0.96	-0.56	0,29	0,93	0,37	0,86	0,89
Pb	0.93	0.96	-0.97	-0.18	0.99	0.9	0.95	0.79	0.88	0.94	-0.67	0,29	0,97	0,59	0,97	0,98
Zn	0.91	0.94	-0.96	-0.24	0.96	0.8	0.95	0.72	0.82	0.91	-0.62	0,23	0,96	0,49	0,95	0,95
Ni	0.98	0.92	-0.88	-0.03	0.92	0.83	0.82	0.68	0.91	0.93	-0.61	0,10	0,93	0,61	0,94	0,96
As	-0.18	0.01	-0.14	-0.09	-0	0.03	0.13	0.14	-0.19	-0.08	0.28	0,19	0,93	0,70	0,98	0,99
Cd	0.05	0.3	-0.23	-0.29	0.24	0.26	0.36	0.54	0.33	0.21	-0.42	0,12	0,89	0,71	0,96	0,97

Tablo 8.b. devamı.

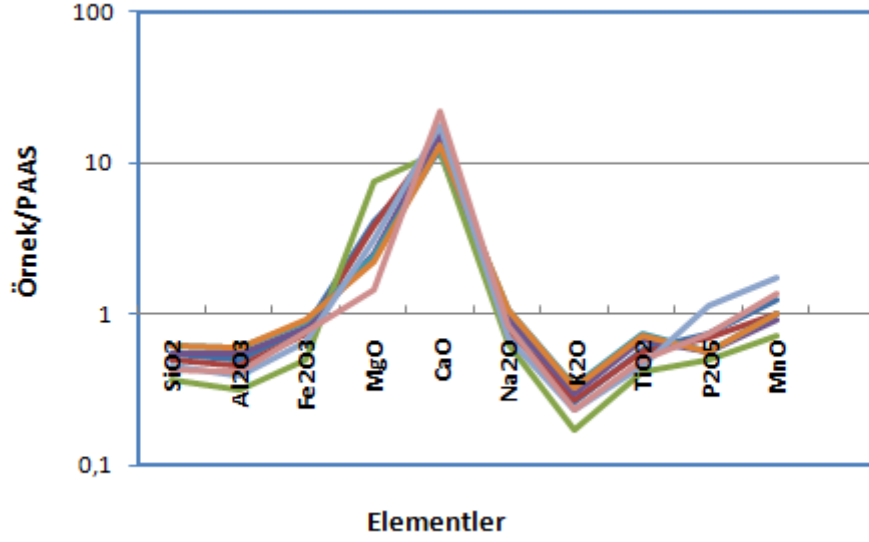
	Ta	Th	U	V	W	Zr	Y	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd
Ta	1													
Th	0.85	1												
U	0.48	0.59	1											
V	0.7	0.9	0.35	1										
W	0.72	0.61	0.3	0.58	1									
Zr	0.84	0.91	0.33	0.97	0.72	1								
Y	0.83	0.9	0.28	0.96	0.65	0.99	1							
La	0.81	0.89	0.33	0.97	0.63	0.98	0.98							
Ce	0.76	0.9	0.38	0.98	0.57	0.96	0.96							
Pr	0.77	0.88	0.36	0.98	0.61	0.97	0.97							
Nd	0.61	0.87	0.29	0.93	0.37	0.86	0.89							
Sm	0.79	0.88	0.29	0.97	0.59	0.97	0.98							
Eu	0.7	0.85	0.23	0.96	0.49	0.95	0.95							
Gd	0.71	0.75	0.1	0.93	0.61	0.94	0.96							
Tb	0.81	0.84	0.19	0.93	0.7	0.98	0.99							
Dy	0.84	0.83	0.12	0.89	0.71	0.96	0.97							
Ho	0.66	0.78	0.37	0.87	0.26	0.83	0.86							
Er	0.85	0.88	0.35	0.94	0.76	0.99	0.97							
Tm	0.67	0.74	0.2	0.94	0.56	0.93	0.94							
Yb	0.82	0.88	0.58	0.87	0.8	0.9	0.88							
Lu	0.7	0.86	0.18	0.97	0.59	0.96	0.97							
Mo	-0.8	-0.7	-0.2	-0.81	-0.5	-0.9	-0.91	1						
Cu	0.87	0.87	0.53	0.87	0.54	0.9	0.91	-0.9	1					
Pb	0.93	0.92	0.46	0.89	0.63	0.95	0.96	-0.9	0.98	1				
Zn	0.88	0.82	0.39	0.85	0.57	0.91	0.91	-1	0.96	1	1			
Ni	0.83	0.92	0.69	0.86	0.5	0.86	0.85	-0.8	0.96	0.9	0.9	1		
As	-0.1	-0.3	0.86	-0.06	-0.1	-0	0.08	-0.3	-0.1	-0.1	0	-0.3	1	
Cd	-0	0.1	-0	0.32	-0.1	0.25	0.28	-0.3	0.21	0.2	0.2	0.1	-0	1

Tablo 8.b. devamı

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
La	1													
Ce	0.99	1												
Pr	0.99	0.99	1											
Nd	0.99	0.95	0.92	1										
Sm	0.98	0.99	0.99	0.93	1									
Eu	0.96	0.95	0.95	0.91	0.97	1								
Gd	0.96	0.93	0.95	0.84	0.96	0.93	1							
Tb	0.97	0.94	0.96	0.85	0.97	0.92	0.98	1						
Dy	0.93	0.88	0.9	0.79	0.93	0.91	0.94	0.98	1					
Ho	0.85	0.86	0.86	0.83	0.85	0.87	0.82	0.8	0.75	1				
Er	0.95	0.92	0.94	0.79	0.94	0.91	0.93	0.96	0.96	0.82	1			
Tm	0.95	0.93	0.96	0.82	0.94	0.94	0.98	0.94	0.89	0.87	0.93	1		
Yb	0.86	0.85	0.88	0.73	0.83	0.75	0.8	0.86	0.8	0.72	0.92	0.8	1	
Lu	0.93	0.93	0.94	0.9	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0.84	0.94	0.93	0.83	1
Mo	-0.91	-0.86	-0.88	-0.75	-0.91	-0.86	-0.92	-0.91	-0.89	-0.85	-0.86	0.91	-0.71	-0.82
Cu	0.93	0.92	0.93	0.81	0.92	0.84	0.85	0.88	0.82	0.89	0.89	0.87	0.87	0.81
Pb	0.95	0.93	0.93	0.83	0.94	0.88	0.87	0.93	0.9	0.86	0.94	0.86	0.89	0.87
Zn	0.93	0.89	0.91	0.75	0.91	0.89	0.88	0.89	0.88	0.87	0.92	0.9	0.8	0.82
Ni	0.89	0.91	0.9	0.82	0.88	0.82	0.75	0.8	0.73	0.86	0.84	0.8	0.86	0.76
As	0.05	-0.01	0.1	0.04	0.1	0.08	0.25	0.18	0.22	-0.05	-0.04	0.13	-0.29	0.09
Cd	0.19	0.18	0.24	0.18	0.19	0.29	0.34	0.24	0.2	0.56	0.3	0.41	0.23	0.39

Şekil 25’ de Ana oksit elementlerin PAAS (Post-Archean Australian Shale) ile normalize diyagramı görülmektedir. Örneklerin ana oksit değerlerin PAAS ile aynı olmamasının nedeni kaynak kayanın farklı olmasıdır. PAAS şeyl olup içermemektedir. Örneklerimizdeki kalsit ve dolomit oranının fazla olması majör oksitlerin PAAS’a benzer olmamasının nedenidir.

Kalsit (Ca kaynağı) ve dolomitin (Mg kaynağı) yüksek olması PAAS'a göre MgO ve CaO elementlerinin yüksek olmasına neden olmuştur.



Şekil 25. Hz11 –P15 karotuna ait örneklerin ana oksit elementlerin PAAS' a (Post-Archean Australian Shale) normalize diyagramı, (PAAS değerleri Taylor and Mc Lennan 1985'ten alınmıştır).

7.2. İz elementler

Ba miktarı 118-615 ppm arasındadır. Tablo 8.b' de elementler arası korelasyon analizi görülmektedir. Ba 'mun nadir toprak elementleri ile negatif ilişki göstermesi, P_2O_5 ve MnO dışındaki ana oksitlerle korelasyon göstermemesi elementinin organik madeye de bağlı olabileceğini göstermektedir. Organik maddece zengin denizel çökellerde bol miktarda gözlemlendiği (Calvert ve diğ, 1985) tarafından da açıklanmıştır.

Cu miktarı örneklerde 21.6 – 41.6 ppm arasında belirlenmiştir. Cu sülfid fazında yoğunlaşan S'e karşı duyarlı olup (Zhang ve diğ., 2011), Fe ve Na ana elementinin yerine geçebilmekte, diyajenetik transformasyona bağlı olarak kil minerallerinde gözlenebilmektedir (Dinelli et. al., 1999; Temel, 2001). Cu'nun Co ile yüksek pozitif korele olması, bazik kaynağın göstermektedir.

Örnekler Zn miktarı 31-58 ppm arasındadır. Zn elementi ince taneli kil, mika ve feldispat gibi alüminosilikatlarda bulunabilmekte, Fe ve Mg^{+2} ana elementleri ile yer değiştirebilmektedir (Govett, 1985; Hall, 1996; Brindley and Brown, 1980). Zn'nin Fe ile pozitif korelasyon göstermesi bu elementin mafik detritik silikatlara bağlı olma olasılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Zn sülfid fazında da bulunabilmektedir (Heikki ve diğ., 1979). Zn ile diğer kükürt'e duyarlı elementlerin pozitif korelasyonu bunu yansıtır. Zn elementinin Ca ve Sr gibi karbonata bağlı elementler ile negatif korelasyon göstermesi sülfid-karbonat fazı ayrımlılığını göstermektedir.

Ni miktarı tüm kayaç örneklerinde 73.7- 173.4 arasında değişmektedir. Bu element mika ve kil minerallerinde ana element Mg^{2+} 'un yerini alabilmektedir (Mellinger, 1983). Ni elementi genelde olivin, piroksen, amfibol (hornblend), mika (biyotit) minerallerinde bulunurken, bozunma ile kil minerallerinde gözlenebilmektedir (Brindley and Brown 1980). Ni elementinin Si, Al ve Na ile negatif korelasyonu Fe, Mg, Ti, Co, Sc pozitif korelasyonu, bu elementin feldispatlardan çok detritik ferromagnezyum mineraller ve bunların ayrışması ile oluşan killere bağlı olduğunu gösterir. Cu, Pb, Zn pozitif korelasyonu da sülfid fazında da bulunmasını yansıtır (Tang ve diğ., 2002).

Örneklerde Co miktarı 15.4 – 26.1 ppm arasında saptanmıştır. Co genellikle olivin, piroksen, amfibol (hornblend) ve mika (biyotit) minerallerinde bulunmaktadır (Hall, 1996; Best and Christiansen, 2001). Fe-Co yüksek pozitif korelasyonu Co^{+2} elementinin Fe^{+2} elementi ile sedimanlarda yer değiştirebilmesi özelliğini gösterir (Mason and Moore, 1982).

Sr miktarı 301 - 731.7 ppm arasında değişmektedir. Sr^{2+} elementi Ca^{2+} ve Na^{+} ana elementlerinin yerine geçebilmekte ve K^{+} ve Ca^{2+} ile birlikte feldispatlarda bulunabilmekte olup (Govett, 1985) karbonatlarla da ilişkilidir (Bellon et al., 1994). Sr ile Eu negatif korelasyonu bunu desteklemektedir.

Çalışma alanında Zr miktarı örneklerde 55.2 – 97.7 ppm arasındadır. Bu element mika, feldispat ve kuvars mineralleri ile sedimanların içinde zirkon minerali olarak bulunabilmektedir. Ayrıca piroksen ve apatitin yapısında Ca, Fe^{+2} ve Ti elementleri ile yer değiştirebilmektedir (Bellon ve diğ., 1994; Osea ve diğ., 2005). CaO, MgO, P_2O_5 ve MnO dışında diğer elementlerle pozitif korelasyonu plajiyoklaslar haricinde detritik ferromagnezyen mineraller, feldispatlarla birlik oluşturduğunu ve bazik silikat karbonat ayrımını gösterir.

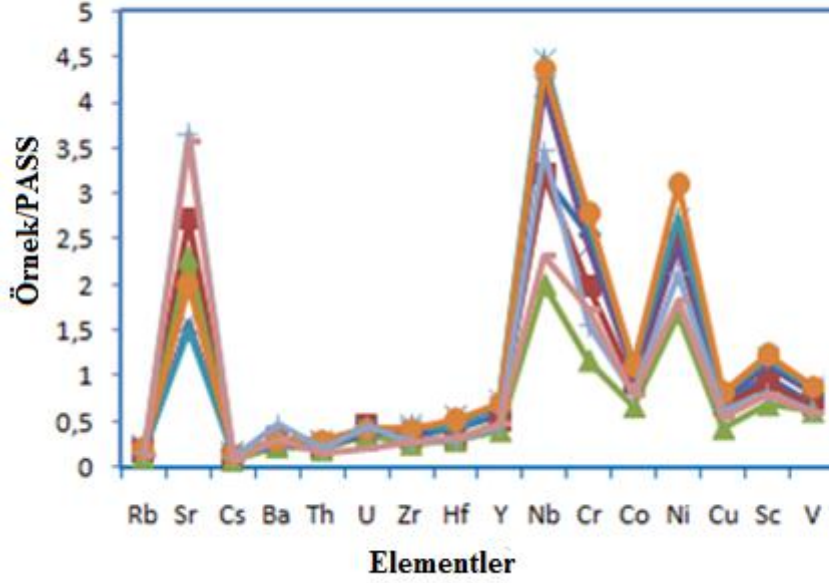
Çalışma bölgesinde Y miktarı tüm kayaç örneklerinde 11 – 19.9 ppm arasındadır. Y elementi feldispat, kuvars minerallerinde bulunabilmektedir (Bellon et al.,1994). Y^{3+} elementi Ca^{+2} ana elementinin yerini alabilmektedir (Çağatay ve Erler, 1993).Ancak örneklerde Na ile negatif Fe, Ti, Cr, Ni, Co ile pozitif korelasyonu, bu elementin feldispattan çok mafik detriklere bağlı olduğunu göstermektedir.

Nb miktarı örneklerde 3.8 – 8.5 ppm arasında saptanmıştır olup zirkon, rutil ve titanit gibi minerallerin bünyesinde bulunmakta (Best and Christiansen, 2001), ayrıca feldispatlardan gelebilmektedir (Stüben ve diğ., 2002). Nb ile CaO ve Na_2O 'nun negatif korelasyon, Zr ve TiO_2 ile pozitif f korelasyonu feldispatlardan çok mafik fazlar ve aksesuar minerallere bağlı olduğunu göstermektedir.

Sc miktarı 11 – 20 ppm arasında değişmektedir. Sc elementi Mg^{2+} ana elementinin yerini alabilmektedir (Çağatay ve Erler, 1993). Bu element genelde piroksen, amfibol (hornblend), titanit ve mikalarda (biyotit) (Hall, 1996; Best and Christiansen, 2001), kil minerallerinden özellikle klorit ve simektit-klorit minerallerinde bulunabilmektedir. Sc'un Co ve Fe_2O_3 ile pozitif korelasyonu mafik detritikleri yansıtır.

Şekil 26' de iz elementlerin PAAS ile normalize diyagramı görülmektedir. Örneklerin iz element değerlerinin PAAS ile benzer olmamasının nedeni kaynağının farklılığıdır. PAAS şeyl olup, incelenen örneklerde kalsit ve dolomit oranının fazla olması PAAS'a iz elementlerin PAAS'a benzer olmamasının nedenidir. Sr karbonat minerallerine girmekte olup, CaO ile pozitif korelasyon göstermektedir ($r=0.75$). İncelenen örneklerde karbonat minerallerinin olması Sr elementinin yüksek olmasına neden olmuştur. Karbonat oranı yüksekliğine rağmen PAAS'a göre Nb, Cr, Ni, Sc elementlerinin yüksek olması PAAS

jeokimyasının asidik karakterli iken (Rasid, 2002), Hazar göl sedimanlarının bazik karakterli olmasına bağlıdır. Ni, Cr, Sc bazik kaynağın göstergesidir (Christova , 2006).



Şekil 26. Hz11 –P15 karotuna ait örneklerin iz elementlerin PAAS' a (Post-Archean Australian Shale) göre normalize diyagramı (PAAS değerleri Taylor and Mc Lennan 1985'ten alınmıştır).

7.3. Nadir Toprak Elementleri (NTE)

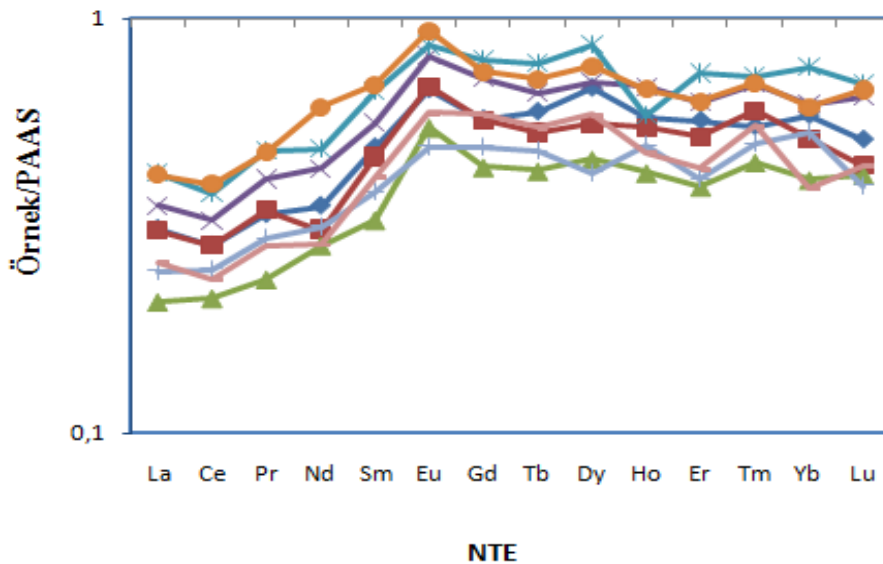
La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu nadir toprak elementlerinin kendi aralarında pozitif korelasyon göstermesi ($r>0.90$) bu elementlerin birlikteliğini yansıtmaktadır.

Şekil 28 deki kondrite normalize edilmiş diyagramda görüldüğü gibi Akk örneklerinde LREE elementlerinde belirgin miktarda artış mevcuttur. LREE elementleri HREE 'ne göre daha hareketli davranmış ve zenginleşme derecelerinde LREE daha yüksek olmuştur.

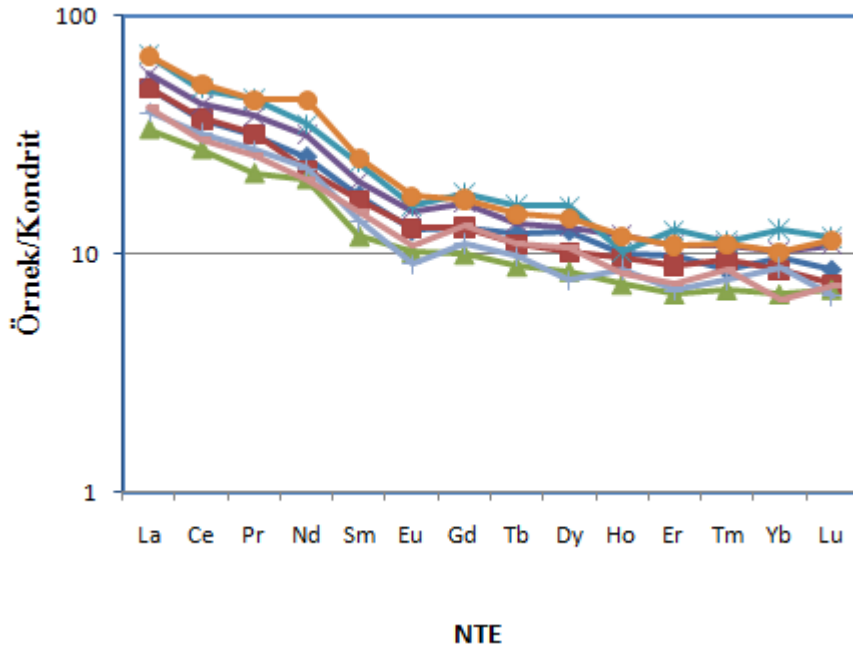
Örneklerin nadir toprak elementleri PAAS 'a göre normalize diyagramı şekil 27' de görülmektedir. Hafif nadir toprak elementleri (LREE) PAAS'a göre düşmüş, ağır nadir toprak elementler PAAS'a yakındır. Nedeni PAAS jeokimyasının asidik olması, incelenen örneklerin daha bazik karakter sunmasıdır.

Örneklerin nadir toprak elementleri Kondrite (Kondrit verileri alınmıştır) normalize diyagramı şekil 28' de görülmektedir. Diyagram Henderson (1984) 'e göre adayayı ve yay gerisi toleyitik mafik kayalarda NTE içeriklerinin kondrite göre normalize edilmiş dağılımına uymaktadır. Hazar göl sedimanları çevre kayalarda ağırlıkta olan Elazığ Magmatitleri Hazar Grubu ve Maden-Karmaşığı'ndan malzeme almış olup, bu kayalar da adayayı ve yay gerisi havza özelliğindeki mafik kayalardan oluşmuş olması (Yazgan ve Chessex, 1991; Turan ve diğ., 1993), sedimanların bu kayalardan ağırlıklı olarak beslenmiş olabileceğini göstermektedir.

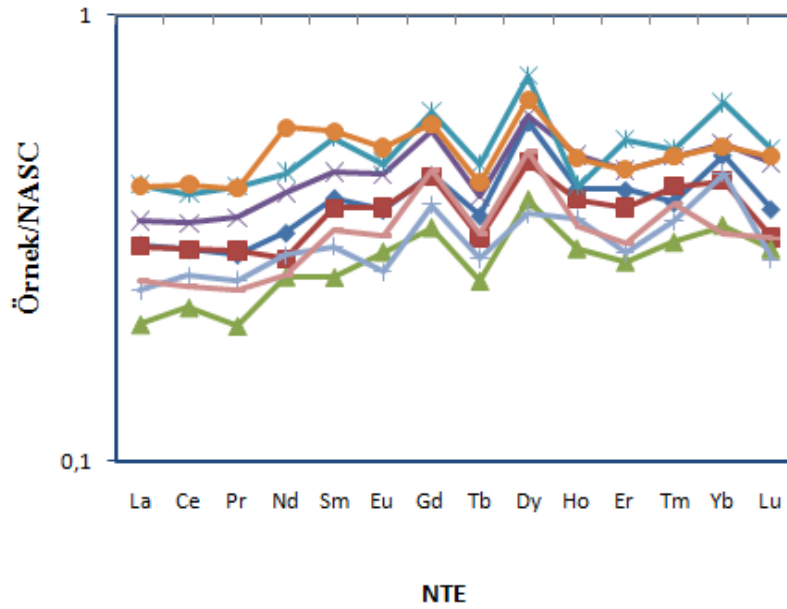
Örneklerin nadir toprak elementleri Kuzey Amerikan Şeylleri'ne (NASC verileri Haskin ve Frey, 1966; Gromet ve diğ. 1984'den alınmıştır) normalize diyagramı şekil 29' da görülmektedir. NASC jeokimyasına benzememesi örneklerin kaynak kayasının farklılığından kaynaklanmaktadır. NASC jeokimyasının daha asidik olması, incelenen örneklerin daha bazik karakter sunmasıdır.



Şekil 27. Hz11 – P15 karotuna ait örneklerin NTE 'lerinin PAAS' a göre normalize diyagramı (PAAS değerleri Taylor and Mc Lennan 1985'ten alınmıştır).



Şekil 28. HZ11 –P15 karotuna ait örneklerin izelementlerin NTE ‘lerin Kondrit’e (Sun ve Mc Donough,1989) göre normalize diyagramı.



Şekil 29. HZ11 –P15 karotuna ait örneklerin izelementlerin NTE ‘lerin NASC’ a (Gromet et al, 1984) göre normalize diyagramı.

7.4. Element Oranları

Örneklerin La/Lu, La/Sc, Th/Sc, La/Co, Cr/Th kaynak kayacı belirtmede önemli hareketsiz elementlerdir. Bu element oranları sedimanların kaynağının mafik/felsik olup olmadığını belirler(Mc Lennan ve diğ., 1983, 1990, Taylor ve Mc Lennan, 1985, Cullers,1994).

Tablo 9’da bu elementlerin felsik, mafik ve üst kıtasal kabuktaki değerleri ve Hazar sedimanları değerleri görülmektedir. Bu değerlere göre sedimanların kaynağı mafik olup üst kıtasal kabuk ve ve felsik kayalardan malzeme alınmamıştır. Hazar Gölü sedimanlarına kaynak malzeme olabilecek formasyonlar Hazar Grubu- Maden Karmaşığı ve Elazığ Magmatitleri olup mafik ağırlıklı bir volkanizmanın ürünleridir. Gölün malzeme verebilecek olan Bitlis Metamorfikleri metagranodiyorit gibi asidik kayalar içermesine rağmen sedimanların asidik karakter göstermemesi bu metamorfiklerden malzeme alınmadığını göstermektedir. Bu da gölün çok uzak kesimlerden malzeme almadığını gösteren bir veridir.

Tablo 9. HZ-11 P15 örneklerine ait bazı önemli element oranları (1: Cullers ve diğ., 1988, 2: Taylor ve Mc Lennan (1985); Mc Lennan (2001) ‘den alınmıştır).

Element Oranları	Örnekler Max.-Min.	Felsik (1)	Mafik (1)	Üst Kıtasal Kabuk (2)
(La/Lu) _{cn}	4.56-6.45	3.00-27.0	1.10-7.00	9.73
La/Sc	0.71-0.85	2.50-16.3	0.43-0.86	2.21
Th/Sc	0.17-0.25	0.84-20.5	0.05-0.22	0.79
La/Co	0.47-0.62	1.80-13.8	0.14-0.38	1.76
Cr/Th	99-177	4.00-15.0	25-500	7.76

8. PETROJENEZ

Çalışma bölgesinde HZ11 - P15 karoyuna ait örneklerin tüm kayaç fraksiyonunda jeokimyasal analizler yapılarak klastik sedimanter kayaçlar provenans ve tektonik açıdan değerlendirilmiştir.

Çesitli araştırmacılar tarafından sedimanter kayaçlarda jeokimyasal kompozisyona göre provenans ve plaka tektoniği çalışmaları yapılmıştır (Bhatia, 1983; Dabard, 1990; Ravnas and Furnes, 1995; Dinelli et. al.,1999; Osea et al., 2005; Altrin and Verma, 2005; Alverez and Roser, 2006).

Sedimanların jeokimyasal bileşimleri bu örneklerin bölgenin tektoniğine uygun biçimde olduğunu göstermiştir.

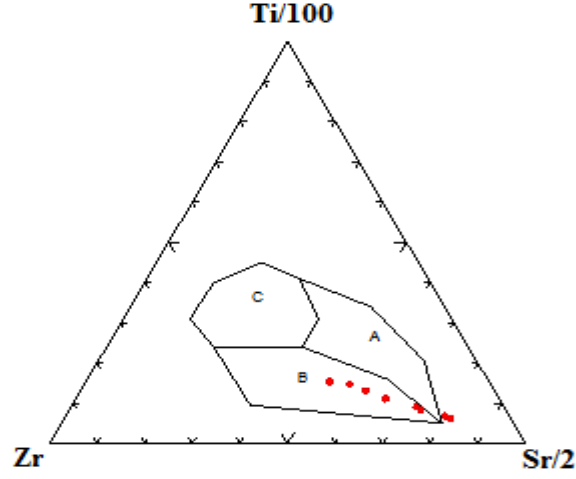
Hazar sedimanlarına malzeme veren çevre kayaçlardan ağırlıkta olan Hazar Grubu, Maden Karmaşığı ve Elazığ Magmatitlerin’de petrojenez anlamında çalışmalar yapılmıştır.

Doğu Toroslarda jeotektonik çalışmalar yapan çok sayıdaki araştırmacı (Bingöl, 1984; Perinçek, 1979, Perinçek ve Özkaya, 1981, Şengör ve Yılmaz, 1983) Guleman Ofiyoliti’nin Arap Levhasının kuzeyinde Üst Triyas’tan itibaren açılmaya başlayan okyanus tabanı ürünü olduğunu ve bu okyanusun Üst Kretase’de kapanması ile de ofiyolitinin güneye doğru Arap Levhası üzerine bindirdiğini kabul etmektedir.

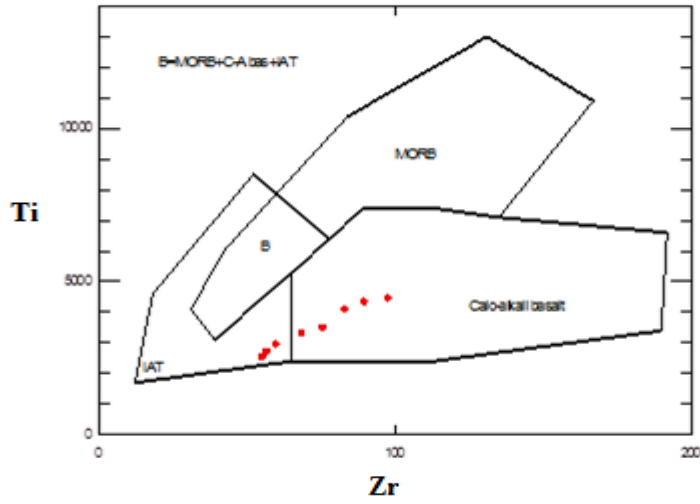
Elazığ Magmatitleri için Sungurlu (1995) magmatitlere ait volkanik kayaçların ağırlıklı olarak volkanik kayaçların denizaltı volkanizması ürünleri olduğunu, Turan ve Bingöl (1991) Geç Triyas’tan itibaren açılmaya başlayan İç Torid Okyanus kabuğunun Geç Kretase başlarından itibaren kuzeye doğru dalması ile oluşan kısmen okyanusal kısmen de kıtasal kabuk üzerinde gelişmiş bir yay magmatizması ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Bölüm 5.4’de element oranları sedimanların kaynak kayacının bazik olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Şekil 30’ da görüldüğü gibi örnekler kalkalkalen bazalt alanına düşmektedir. Hazar Gölü’ne malzeme veren çevre kayaçlardan Maden Karmaşığı Elazığ Magmatitleri kalkalkalen bazaltları içerdiği önceki araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir. Yıldırım ve Bingöl (2012), Adıyaman Çelikhan-Sincik civarındaki jeokimyasal veriler neticesinde, Pütürge Metamorfite’ni kesen damar kayaçlarının dalma-batma ile ilişkili kalkalkalen karakterli volkanitlere benzedikleri, Orta Eosen’de olasılıkla Pütürge Masifi kuzeyinde yer alan Maden Marjinal Baseninde gelişmiş, olgunlaşmamış ensimatik bir adayayı volkanizması ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca damar kayaçlarının gerek petrografik gerekse jeokimyasal ve jeokronolojik olarak Maden Karmaşığı (Karadere Formasyonu) ile benzer özellikler gösterdiği ve sıkışma rejimi denetiminde Pütürge Metamorfitlerinin içinde bölgeye

allokton olarak yerleşip, bugünkü konumlarını kazandıklarını belirtmişlerdir. Hazar Gölü sedimanlarının kalkalkali bazalt alanına düşmesi gölün Maden Karmağından ağırlıklı olarak malzeme aldığını desteklemektedir.



Şekil 30. Hz11-P15 karotuna ait örneklerin Pearce ve Cann (1973)' e göre Zr-Ti/100-Sr/2 diyagramındaki dağılımı A: Adayayı toleyitleri, B: Kalkalen Bazalt, C:MORB



Şekil 31. Hz11-P15 karotuna ait örneklerin Pearce ve Cann (1973)'e göre Zr-Ti diyagramındaki dağılımı A:Adayayı, B: MORB, C:Adayayı ve kalkalkalen bazalt, D:MORB Kalkalkalen Bazalt.

Yazgan (1983, 1984) Maden volkanizması'nın İran' a kadar uzanan bir ölçekte hem sub-alkalen hem de alkalen olduğunu belirtmişlerdir. Diğer yandan volkanizmanın Elazığ yöresindeki niteliğinin kalkalkalen veya toleyitik eğilimli kalkalkalen (Yazgan, 1981; Yazgan 1983;1984) olduğunu, Hempton (1984) Elazığ-Sivrice civarındaki Maden volkanitleri için marjinal basen, ada yayı volkanitleri terimini kullanmışlardır. Bu da yoğun olarak altere olmasına rağmen göl sedimanlarından alınan örneklerin jeokimyasının genel olarak çevre kayaların jeokimyasını yansıtabileceği sonucunu ortaya koymaktadır.

9. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Hazar Gölü sedimanlarının detay kil mineralojisi, ana , iz ve nadir toprak elementleri (REE) analizleri ile gölün Pleyistosen-Holosen dönemine ait sedimanların olası oluşum koşulları, içerdikleri mineral ve elementlerin ilişkileri ortaya çıkarılarak, tüm kayaç, kil minerallerinin ve jeokimyanın göl baseninde düşey dağılımları incelenmiştir. Kil mineral ve sediman jeokimyası değişimleri incelenerek gölün beslendiği kaynak alan, akkında fikir elde edilmiştir. Bu kapsamda kısaca aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Hazar Gölü çevresindeki birimler yaşlıdan gence doğru; Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı Pütürge Metamorfileri, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Maastrihtiyen-Alt Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı, Kretase-Senoniyen yaşlı Elazığ Magmatitleri, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Palu Formasyonu ve alüvyonlardır.
2. Sedimanların tane boyundağılımıda da önemli değişim meydana gelmemekle birlikte 76-78. cm , 130-136. cm, 235-238. cm, 259. cm, 323-327. cm, 338. cm kesimlerde nisbi olarak yükseldiği görülmüştür. Tane boyu dağılımı litolojik tanımlamaya uyum sağlamaktadır. Gerçekten tane boyunun nispi olarak arttığı 76-78. cm , killi-siltli seviye, 235-238 killi silt, 259-killi silt, 323-327 siltli kil, 338 siltli kil özelliğindedir. Tane boyu analizi sonucu X- ışınları difraktometresi ile uymaktadır.
3. Örneklerde sırasıyla aritmetik ortalama esas alındığında sıralama Kil>Mika>Feldispat>Kalsit>Kuars>Dolomit şeklindedir. Örneklerin kil mineralleri sırasıylaklorit> illit >S-C'tir.
4. Derinlik ile kil, dolomit ; kil ile mika, feldispat, kalsit, illit, S-C; dolomit ile kalsit ; illit ve klorit ile S-C azalmaktadır. Derinlik ile feldispat, kuvars, kalsit; kil ile dolomit kuvars ile kalsit, S-C; illit ile klorit artmaktadır.
5. İllit ve klorite mikanın da eşlik etmesi bu minerallerin Bitlis Metamorfitlerin'den gelebileceğini gösterir. Hazar Gölü sedimanlarına kaynak malzeme olabilecek formasyonlar ağırlıklı olarak Hazar Grubu- Maden Karmaşığı ve Elazığ Magmatitleri olup bunlar mafik ağırlıklı bir volkanizmanın ürünleridir. Gölün malzeme verebilecek olan Bitlis Metamorfitleri metagranodiyorit gibi asidik kayaçlar içermesine rağmen sedimanların asidik karakter göstermemesi bu metamorfitlerden malzeme alınmadığını göstermektedir. Ayrıca illit-klorit Hazar-

Maden Karmaşığı'nda da mevcuttur. Bu da her üç mineralin ağırlıklı olarak Elazığ Magmatitleri, Hazar-Maden Karmaşığından geldiğini göstermektedir.

6. Kil mineralojisinin sedimantasyon, paleo - iklim ve tektonik arasındaki iliskinin mineraloji ile desteklenmesi bakımından da katkı koyabileceği düşünölmektedir. Özellikle belirlenen element değisimleri, tüm kayaç ve kil mineralojisinde saptanan mineral değisimleri L1 ve L2 'nin aynı birimden ancak farklı koşullarda beslendiğini ve dolayısıyla kaynak kaya, tektonizma veya paleoiklimden etkilendiğini göstermektedir.
7. Ana oksit elementlerin PAAS (Post-Archean Australian Shale) ile normalize diyagramına göre örneklerin ana oksit değerlerin PAAS ile aynı olmamasının nedeni kaynak kayanın farklı olmasıdır. İncelenilen örneklerdeki kalsit ve dolomit oranının fazla olması majör oksitlerin PAAS'a benzer olmamasının nedenidir. Kalsit (Ca kaynağı) ve dolomitin (Mg kaynağı) yüksek olması PAAS'a göre MgO ve CaO elementlerinin yüksek olmasına neden olmuştur.
8. Örneklerin nadir toprak elementleri PAAS 'a göre normalize diyagramına göre hafif nadir toprak elementleri (HNTE) PAAS'a göre düşmüş, ağır nadir toprak elementler (ANTE) PAAS'a yakındır. Nedeni PAAS jeokimyasının asidik olması, incelenen örneklerin daha bazik karakter sunmasıdır.
9. Örneklerin nadir toprak elementlerinin Kuzey Amerikan Şeylleri'ne (NASC) normalize diyagramına göre NASC jeokimyasına benzememesinin nedeni örneklerin kaynak kayasının farklılığından kaynaklanmakta olup, NASC jeokimyasının daha asidik olması, incelenen örneklerin daha bazik karakter sunmasıdır.
10. Örneklerin nadir toprak elementleri Kondrite normalize diyagramı adayayı ve yay gerisi mafik kayaçlardaki dağılımına uymaktadır. Hazar göl sedimanları çevre kayaçlarda ağırlıkta olan Elazığ Magmatitleri Hazar Grubu ve Maden-Karmaşığı'ndan malzeme almış olup, bu kayaçlar da adayayı ve yay gerisi havza özelliğindeki mafik kayaçlardan oluşmuş olması, sedimanların bu kayaçlardan ağırlıklı olarak beslenmiş olabileceğini göstermektedir. Bu değerlere göre sedimanların kaynağı mafik olup üst kıtasal kabuk ve ve felsik kayaçlardan malzeme alınmamıştır.

10. KAYNAKLAR

Hazar Gölü'nde (Elazığ) Pleyistosen-Holosen Dönemi Yüksek Çözünürlü İklim ve Su Seviyesi Değişimleri, TUBİTAK- ÇAYDAG 111Y045 Nolu Proje (2011).

Akbay, N., Hazar Gölü (Elazığ) Limnolojisi, D.S.İ. Genel Müdürlüğü, (1996).

Akkan, E., Elazığ ve Keban Barajı Çevresinde Coğrafya Araştırmaları, A.Ü: DTCF Coğr. Arşt. Derg. 5-6, 175-214, Ankara, (1972).

Aksoy, E., İnceöz, M., Koçyiğit, A., Lake Hazar Basin: a negative flower structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Türkiye. Journal of Turkish Earth Science, 16, 319-338, (2007).

Bellon, G., Chaqour, B., Antonicelli, F., Wegrowski, J., Claisse, D., Haye, B. and Borel, J.-P. Differential expression of thrombospondin, collagen, and thyroglobulin by thyroid-stimulating hormone and tumorpromoting phorbol ester in cultured porcine thyroid cells. J. Cell Physiol. 160, 75-88, (1994).

Bingöl, A.F., Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region: O. Takeli ve M.C. Göncüoğlu, ed., Geology of the Taurus Belt, 209-217, Ankara, (1986).

Biricik, A.S., Hazar (Gölcük) Depresyonu (Elazığ); Türk Coğr. Derg., sayı 28, İstanbul, (1993).

Chaput, E., Türkiye'de Jeolojik ve Jeomorfojenik Tetkik Seyahatları, (Çev: A. Tanoğlu), İstanbul Üniversitesi Yayını No:324, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Neşriyatı, No:11, İstanbul, (1976).

Cici, M., Hazar Gölü Su Kalitesi, I.Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu Bildiriler, Sivrice Kaymakamlığı Yayınları, Yayın No:2, 23-26, Sivrice, (1995).

Cour, P., Nouvelles techniques de detection des flux et de retombees poliniques; etude de la sedimentation des pollens et des a la surface du sol. Pollen et Spores, 16 (1), 103-141 (1974).

Cullers, R. L. The chemical signature of source rocks in size fractions of Holocene stream sediment derived from metamorphic rocks in the wet mountains region, Colorado, USA. Chem. Geol. 113,327-343, (1994a).

Cullers, R. L. The controls on the majör-and trace-element variation of shales, siltstones and sandstones of Pennsylvanian-Permian age from uplifted continental blocks in Colorado to platform sediments in Kansas, USA. Geochim. Cosmochim. Acta 58,4955-4972, (1994b).

Çağatay, N., ve Erler A., Jeokimya Temel Kavramlar ve İlkeler, Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 291s, 1993.

Çetin, H., Güneyli, H., & Mayer, L., Palaeoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone, Turkey. Tectonophysics, 374, 163-197, (2003).

Çoban F., Hazar Gölü Su Kalitesinin Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2007).

Dunne, L. & Hempton, M.R., Deltaic sedimentation in the Lake Hazar pull-apart basin, south-eastern Turkey, Sedimentology, 31, 401-412, (1984).

Erinç S., Doğu Anadolu Coğrafyası, İ.Ü.Coğr.Enst.Yay., No:15, İstanbul, (1953).

Hempton, M.R., Earthquake-Induced deformational structures in young lacustrine sediments, West Anatolian Fault, southeast Turkey, Tectonophysics, 98, 7-14, (1983).

Hempton, M.R., Results of detailed mapping near Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains), Geology of Taurus Belts, 229-235, (1984).

Hempton, M.R., Structure and Deformation History of the Bitlis Suture Zone near Lake Hazar south-eastern, Turkey Geol.Soc. Am. Bull., 96, 233-243, (1985).

Herece, E. ve Akay, E., Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, Türkiye 9.Petrol Kongresi, syf.361-372, (1992).

Huntington, E., Civilization and Climate, Yale University Press, New Haven, (1924). Pp:152.
Gürocak Z., Sivrice (Elazığ) çevresinin jeolojisi, (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1993).

İnandık H., Türkiye Gölleri. İ.Ü.Yay. No:1155, Coğr. Enst. Yay. No: 44, (1965).

İnandık H., Türkiye Gölleri. İ.Ü.Yay. No:1155, Coğr. Enst. Yay. No: 44, (1966).

Kaya A., Gezin-Maden (Elazığ) çevresinde jeolojik araştırmalar, (Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1993).

Lahn E., Bazı Türkiye Göllerinin Jeolojisi ve Jeomorfolojisi Hakkında bir etüt MTA Yay., B 12, Ankara, (1948).

Lyberis, N.T., Yurur, T., Chorowicz, J., Kasapoglu, E., Gundogdu, N., The East Anatolian fault: an oblique collisional belt. Tectonophysics, 204, 1–15, (1992).

Moreno D.G., Hubert-Ferrari A., Moernaut J., Van D.M., Damcı E., Batist M., The Hazar pull-apart along the east Anatolian fault: Structure and active deformation. Geoph. Res. Abstracts, 10, 01808, (2008).

Muehlberger, W.B., Gordon, M.B., Observations on the complexity of the East Anatolian fault, Turkey. Journal of Structural Geology 9 (7), 899–903, (1987).

Özdemir, M.A.& İnceöz, M., Doğu Anadolu Fay Zonunda (Karlıova-Türkoğlu arasında) akarsu ötelenmelerinin tektonik verilerle karşılaştırılması [Comparison of river offsets and tectonic data along the East Anatolian Fault Zone in the area between Karlıova and Türkoğlu]. Afyon Kocatepe üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi V, 89-114, (2003).

Perinçek D., ve Çelikdemir, M.E., Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkânları: TPAO Raporu, Ankara, 1361 (yayımlanmamış), (1979).

Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, Türkiye 7. Petrol Kongresi, Ankara, (1987), 89-103.

Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E. & Naz, H., Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojisi [Geology of Elazığ-Hazar-Palu area]. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi, 29, 83-191 [in Turkish with English abstract], (1985).

Şen, B., Hazar Gölü (Elazığ) Alg florası ve Mevsimsel değişimleri üzerine gözlemler kısım 1. Litoral Bölge IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Sivas, Cilt 3, s:289-298, (1988).

Şengör, A.M.C., Görür, N. & Şaroğlu, F., Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K.T.& Christie-Blick, N. (eds), Strike-Slip Faulting and Basin Formation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications, 37, 227-264, (1985).

Taylor, S. R. And McLennan, S. H. The Continental Crust: Its composition and evolution. Blackwell, Oxford, 312 pp, (1985).

Tellioğlu A., Şen D., Hazar Gölü (Elazığ) Copepoda ve Cladocera faunasının mevsimsel Dağılımı G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 21, Sayı 2, 7-18, (2001).

Tokat M., Hazar (Gölcük) Gölünün Copepoda ve Cladocera Türleri, İst.Üniv. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araş.Enst. Yayınları, S.10. 12, (1972).

Tokat M., Hazar (Gölcük) Gölünün Rotatorları ve Yayılışları, İst. Üniv. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araş. Enst. Yayınları, 1-12, (1976).

Turan, M., Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri [Tectonic structures around Elazığ and their significance in the geologic evolution of the region]. Proceedings, A. Suat Erk Jeoloji Simpozyumu (2-5 Eyl.l 1991, Ankara), (1993), 193-204 [in Turkish with English abstract].

Ünlü, A., Uslu, G., Emiroğlu, M.E, Şekerdağ, N., Hazar Gölü Su Kalitesinin Araştırılması, II. Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu, Sivrice Kaymakamlığı, Sivrice, (1996), 65-67.

Ünlü, A. ve Uslu, G., Hazar Gölü'nde Su Kalitesinin Değerlendirilmesi, Ekoloji Dergisi, 32, 7-13, (1999).

Yazgan, E., Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region, In 'Geology of the Taurus Belt'. Edited by Ö.Tekeli and A.M.C.Şengör, Pp:199-208, (1984).

Govett, G.J.S., , Handbook of exploration geochemistry, volume 3, Elsevier Scientific publishing company, New York, 461p, (1985).

.

11. ÖZGEÇMİŞ

25.06.1989 tarihinde Adıyaman’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adıyaman’da tamamladı. 2007-2011 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünü okuyup, mezun oldu. 2011 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. Şu an Adıyaman ve Malatya illerinde İş Güvenliği Uzmanı olarak çalışmaktadır.