

168708

**BİGADIÇ BASINI MERKEZİ KESİMİNİN  
MİNERALOJİK – PETROGRAFİK, JEOKİMYASAL  
İNCELENMESİ VE NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN DAĞILIMI**

**ABİDİN TEMEL**

**Hacettepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü  
YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır.**

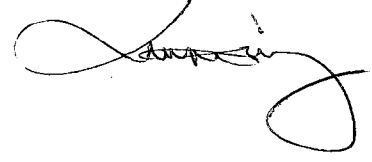
**Ankara,  
Ocak – 1987**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

İşbu çalışma, jürimiz tarafından JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ Anabilim Dalında  
YÜKSEK MÜHENDİSLİK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

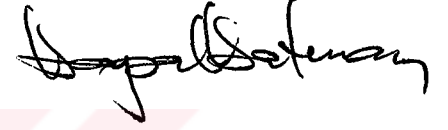
Başkan

: Prof. Dr. Mümin Kızılcı



Üye

: Doç. Dr. Bayal Balman



Üye

: Doç. Dr. M. Niyazi Gündoğdu



ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

/ /1987



Prof. Dr. Acar Işın  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

Bu çalışmada, Neojen yaşlı Bigadiç volkanosedimanter baseninin merkezi kesiminin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek, elde edilen verileri daha önce yapılmış çalışmaların bulguları ile de birleştirerek neoformasyon minerallerinin (zeolit, borat, kil ve karbonat) dikey ve alansal/yanal dağılımlarını ortaya koymak ; sonuçta basenin paleocoğrafik gelişimini yorumlamaya çalışmak amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda Bigadiç formasyonu Değirmenli tuf, Uzun Tepe, Emirler tuf ve İskele üyelerinde yapılan sondajlardan alınan kayaç ve mineral örnekleri üzerinde optik mikroskopi incelemeleri ile x-ışınları (tüm kayaç ve kil fraksiyonu) ve ana element çözümlenmeleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, tüflü birimlerde zeolitleşme olayının ürünleri olan mineraller arasında pH ve tuzluluğun artmasına bağlı olarak yanal yönde opal-A<sub>+</sub> simektit → klinoptilolit + opal-CT ve/veya K-feldispat → analsim ve/veya K-feldispat şeklinde bir otijenik mineral zonlanmasının varlığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, Değirmenli tüflerinden İskele üyesine doğru Na ve K'ca zengin minerallerin (analsim ve/veya K-feldispat) miktarının arttığı da belirlenmiştir.

Yanal yönde Uzun Tepe ve İskele üyelerinde borat mineralleri arasında Ca-borat → Ca-borat + NaCa-borat ; İskele üyesinde ise karbonat mineralleri arasında Ca-karbonat + CaMg-karbonat → CaMg-karbonat + Mg-karbonat zonlanmaları gözlenmektedir. Dikey yönde borat minerallerinin dağılımında belirgin bir farklılık olmamasına karşılık, Avşarbaşı üyesinde CaMg-karbonat, Uzun Tepe üyesinde Ca-karbonat, İskele üyesinde ise CaMg-karbonat + Mg-karbonat minerallerinin bolluğu önemli olmaktadır. Diğer taraftan simektitlerin Mg-içeriğinin Uzun Tepe ve İskele üyelerinde yanal yönde arttığı, İskele simektitlerinin, Uzun Tepe simektitlerine göre Mg'ca daha zengin olduğu belirlenmiştir.

Neoformasyon minerallerinden özellikle zeolit ve boratların, ortamın fizikokimyasal koşulları ve basenin geometrisi hakkında verdiği bilgilerin ışığında, basenin merkezi kesiminin sürekli olarak yer değiştirdiği, sedimentasyonla çağdaş tektonik hareketlerin ve evaporasyonun etkisi ile basenin paleocoğrafik gelişimi sırasında bir takım alt basenlerin oluştuğu belirlenmiştir.

## SUMMARY

The present study aims to determine the mineralogical-petrographical and geochemical properties of the central part of Neogene aged volcanosedimentary Bigadiç Basin, to investigate the vertical and lateral distributions of the neof ormation minerals (zeolite, borate, clay and carbonate) by combining the data obtained in the present work to the observations obtained from previous work, and as a result to interpret the paleogeographic evolution of the basin.

Directed to the above purposes, optical microscopic studies and x-ray diffraction (whole rock and clay fraction), and major element analyses are carried out on rock and mineral samples taken from boreholes drilled in the Değirmenli tuff, Uzun Tepe, Emirliler tuff, and Iskele members of the Bigadiç Formation.

According to the results obtained, it has been determined that, between the minerals produced through zeolitization of tuffaceous units, there existed a lateral autigenic mineral zoning in from of Opal-A → smectite → clinoptilolite + opal-CT and /or K-feldspar → analcite and/or K-feldspar. On the other hand, it has also been determined that the amount of Na and K-rich minerals (analcite, and/or K-feldspar) increased from Değirmenli Tuff to Iskele member.

Between the borate minerals of Uzun Tepe and Iskele members, a zoning of Ca-borate → Ca-borate + NaCa-borate, and between the carbonate minerals of Iskele member, a zoning of Ca-Carbonate → CaMg-carbonate → CaMg-carbonate + Mg-carbonate can be observed. Although there is not a marked difference in the vertical distribution of the borate minerals, the abundance of Ca-Mg-Carbonate minerals in Avşarbaşı member, of Ca-Carbonate minerals in Uzun Tepe member, and the CaMg-carbonate + Mg-carbonate minerals in Iskele member is found to be important. On the other hand, it has been determined that Mg-contents of smectites of Uzun Tepe and Iskele members increased laterally, and that the Mg content of the Iskele smectites was greater than that of Uzun Tepe smectites.

Under the light of the physico-chemical conditions of the environment and the geometry of the basin, obtained from neof ormation minerals especially like zeolite and borates, it has been concluded that the position of the central part of the basin was continuously changed, and that certain sub-basins were formed during the paleogeographic evolution of the basin with the effects of syn-sedimentary tectonic movements and evaporation.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 1983-1987 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Mühendislik Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu vesile ile ;

Gerek arazi-laboratuvar çalışmaları sırasında gerekse bilimsel katkıları ile tezi yönlendiren ve sonuçlandıran değerli danışman hocam Doç.Dr.M.Niyazi GÜNDOĞDU(H.Ü.)'ya;

Yapıcı eleştirileri ile çalışmanın olgunlaşmasını sağlayan Prof.Dr. Mümin KÖKSOY(H.Ü.) ve Doç.Dr.Baysal BATMAN(H.Ü.)'a Sedimanter yapıların yorumlanmasındaki değerli katkıları için Prof.Dr.Teoman NORMAN(O.D.T.Ü.)'a ;

Karot örneklerinin incelenmesine izin veren ETİBANK Bigadiç Kolemanit İşletmesi Müessesesi Müdürlüğüne ;

Tez çalışmaları sırasındaki çeşitli yardımlarından dolayı araştırma görevlileri Hüseyin YALÇIN, Orhan CERİT, Hüsnü AKSOY, Ümit TOLLUOĞLU, Muazzez ÇELİK, Ergun KARACAN, Cahit YEŞERTENER ve Ferda ÖNER(H.Ü.)'e ;

X-ışınları ve kimyasal çözümlenmelerin gerçekleştirilmesindeki değerli katkıları için Uzman Kimyagerler Türkan DEMİR, Sema ARGİN, Alaattin ERKAL ; Teknisyenler Vahdettin KULAKSIZ, Kemal ÇIBIK, Gülay KILIÇ, Reyhan KÜTÜK, Gönül KARAYİĞİT ile incekesitleri hazırlayan Hasan TORUN ve Pesul AYDIN(H.Ü.)'a

Şekillerin çizimini özenle gerçekleştiren Teknisyen Nazire CERİT ve Öğrenci Levent EYDURAN(H.Ü.)'a ;  
teşekkür ederim.

Abidin TEMEL

9.1.1987

Bahçelievler/ANKARA

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	ii
SUMMARY.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı.....	2
1.3. Önceki Çalışmalar.....	3
2. STRATİGRAFİ VE TEKTONİK.....	8
2.1. Giriş.....	8
2.2. Litostratigrafik Birimler.....	8
2.2.1. Temel Kayaçları.....	8
2.2.2. Taban Volkanitleri.....	10
2.2.3. Bigadiç Formasyonu.....	10
2.2.3.a. Avşarbaşı Üyesi.....	11
2.2.3.b. Değirmenli Tüf Üyesi.....	11
2.2.3.c. Uzun Tepe Üyesi.....	12
2.2.3.d. Emirler Tüf Üyesi.....	14
2.2.3.e. İskele Üyesi.....	14
2.2.4. Kuvaterner Oluşukları.....	16
2.3. Tektonik.....	16
2.3.1. Kıvrımlar.....	16

	<u>Sayfa</u>
2.3.1.a. Antiklinaller.....	16
2.3.1.b. Senklinaller.....	16
2.3.2. Faylar.....	17
2.3.3. Çatlak Sistemleri.....	17
2.3.4. Diskordanslar.....	18
3. MİNERALOGİK-PETROGRAFİK İNCELEMELER.....	19
3.1. Giriş.....	19
3.2. İnceleme ve Çözümleme Yöntemleri.....	19
3.3. İnceleme-Çözümleme Sonuçları.....	21
3.3.1. Değirmenli Tüf Üyesi.....	21
3.3.2. Uzun Tepe Üyesi.....	21
3.3.3. Emirler Tüf Üyesi.....	35
3.3.4. İskele Üyesi.....	48
4. JEOKİMYASAL İNCELEMELER.....	63
4.1. Giriş.....	63
4.2. Çözümleme Yöntemleri.....	63
4.3. Uzun Tepe ve İskele Üyesi Simektitlerin Kimyası..	63
4.3.1. Uzun Tepe Üyesi.....	63
4.3.2. İskele Üyesi.....	65
5. NEOFORMASYON MİNERALLERİNİN OLUŞUMU İLE DİKEY VE ALANSAL DAĞILIMLARI .....	68
5.1. Giriş.....	68
5.2. Zeolitler.....	69
5.3. Boratlar.....	73
5.4. Kil Mineralleri.....	77

	<u>Sayfa</u>
5.5. Karbonatlar.....	78
6. JEOLOJİK EVRİM VE PALEOCOĞRAFİK YORUM .....	82
7. SONUÇLAR.....	85
EK AÇIKLAMALAR.....	88
A. X-RD(Tüm Kayaç) Çözümleme Sonuçları.....	88
B. X-RD(Kil Fraksiyonu) Çözümleme Sonuçları.....	129
C. Kimyasal Çözümleme Sonuçları.....	138
DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ.....	149
<b>EKLER</b>	
1. Jeoloji ve Örneklem Haritası	
2. Değirmenli Tüf Üyesinde Otijenik Minerallerin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
3. Uzun Tepe Üyesinde Otijenik Minerallerin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
4. Emirler Tüf Üyesinde Otijenik Minerallerin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
5. İskele Üyesinde Otijenik Minerallerin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
6. Uzun Tepe Üyesinde Borat Minerallerinin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
7. İskele Üyesinde Borat Minerallerinin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
8. İskele Üyesinde Karbonat Minerallerinin Alansal Dağılımı (Mineralojik Zonlanma Haritası)	
9. Bigadiç Baseninde Neoformasyon Minerallerinin Alansal Dağılımını Gösteren Blok Diyagram.	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. İnceleme Alanının Genelleştirilmiş Litostratigrafik istifi (Gündoğdu'dan 1982).....	9
3.1. Uzun Tepe Üyesinde Boratlı Zonda Görülen Anhidrit (Ah)-Jips (J) Dönüşümü.....	24
3.2. Uzun Tepe Üyesi Kireçtaşlarının (Kçt) Boşluklarında Gözlenen Kolemanit (K) ve Kalsedon(Ks) oluşumları....	24
3.3. Uzun Tepe Üyesine Ait Kolemanit (K) Kristali İçinde Detritik Kuvars (Q) Kapanımları.....	25
3.4. Uzun Tepe Üyesine Ait Lifsi-Işınsal Probertit Mine- ralleri.....	25
3.5. Uzun Tepe Üyesinde Saptanmış Bazı Minerallerin EİS- 7 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	29
3.6. Uzun Tepe Üyesinde Saptanmış Bazı Minerallerin EİS- 14 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	30
3.7. Uzun Tepe Üyesinde Saptanmış Bazı Minerallerin EİS- 14 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	31
3.8. Uzun Tepe Üyesinde Saptanmış Bazı Minerallerin EİS- 17 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	32
3.9. Uzun Tepe Üyesinde Saptanmış Bazı Minerallerin EİS- 2 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	33
3.10. Emirler Üyesi Camsı Kül Tüflerinde Gözlenen Lifsi Dokuda Pomzalar (Pmz).....	37
3.11. Emirler Üyesi Tüflerinde Gözlenen Kemirilmiş Kuvars (Q) Kristali.....	37

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.12. Emirler Üyesi Tüflerinde Gözlenen Sanidin(Sn) Kristallerinin Kenarlarında Gelişen Çözünme ve Yeniden Kristalleşme İzleri.....	38
3.13. Emirler Üyesinin Camsı Kül Tüflerinde Özşekilli Otijenik K-Feldispat (Kf) oluşumları.....	38
3.14. Emirler Tüflerinin SCHMID(1981) Diyagramına göre Adlandırılması.....	40
3.15. Emirler Tüf Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-3 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	44
3.16. Emirler Tüf Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-7 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	45
3.17. Emirler Tüf Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-9 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	46
3.18. Emirler Tüf Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-17 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	47
3.19. İskele Üyesi Tüflerinde Otijenik K-Feldispat Oluşumları.....	50
3.20. İskele Üyesinde Gözlenen Tüf-Karbonat Laminasyonu..	50
3.21. İskele Üyesine Ait Lifsi Dokulu Üleksit.....	52
3.22. İskele Üyesi Kireçtaşlarının (Kçt)Boşluklarında Gelişen Kolemanit Kristalleri.....	52
3.23. İskele Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin AS-2 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	56

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.24. İskele Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-17 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	57
3.25. İskele Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-8 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	58
3.26. İskele Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin EİS-14 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	59
3.27. İskele Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin PS-51 Sondajındaki Dikey Dağılımları.....	60
4.1. Uzun Tepe ve İskele Üyeleri Simektitlerinin MgO- $Al_2O_3-(Fe_2O_3+TiO_2)$ Üçgen Diyağramlarındaki Dağılımları.....	64
4.2. İskele Üyesi Simektitlerinin $(Al+Fe+Ti)/Mg$ ve $(Al_2O_3+Fe_2O_3+TiO_2)/MgO$ Oranları ile $TiO_2$ ve $K_2O$ İçeriklerinin PS-51 Sondajındaki Dikey Değişimi.....	66

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Örneklerin Litostратиğrafik Birimlere Göre Dağılımı.....	2
3.1. Uzun Tepe Üyesinde Saptanan Minerallerin Sondajlara Göre Dağılımı.....	27
3.2. Uzun Tepe Üyesinde Saptanan Önemli Minerallerin Bulunuş Frekansları, en az, en çok ve Ortalama Yüzde-leri.....	27
3.3. Emirler Tüflerinin Modal Çözümleme Sonuçları.....	39
3.4. Emirler Tüf Üyesinde Saptanan Minerallerin Sondajlara Göre Dağılımı.....	42
3.5. Emir Tüf Üyesinde Saptanan Önemli Minerallerin Bulunuş Frekansları, en az, en çok ve Ortalama Yüzdeleri.....	43
3.6. İskele Üyesinde Saptanan Minerallerin Sondajlara Göre Dağılımı.....	53
3.7. İskele Üyesinde Saptanan Önemli Minerallerin Bulunuş Frekansları, en az, en çok ve Ortalama Yüzdeleri.....	54
A.1. Değirmenli Tüf Üyesi Gölsel Faşiyes Örneklerinin X-RD (TK) Çözümleme Sonuçları (%).....	89
A.2. Uzun Tepe Üyesi Örneklerinin X-RD(TK) Çözümleme Sonuçları (%).....	90
A.3. Emirler Tüf Üyesi Örneklerinin X-RD(TK) Çözümleme Sonuçları (%).....	107
A.4. İskele Üyesi Örneklerinin X-RD(TK) Çözümleme Sonuçları (%).....	112

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
B.1. Uzun Tepe Üyesi Örneklerinin X-RD(KF) Çözümleme Sonuçları .....	130
B.2. Emirler Tüf Üyesi Örneklerinin X-RD(KF) Çözümleme Sonuçları.....	133
B.3. İskele Üyesi Örneklerinin X-RD(KF) Çözümleme Sonuç- ları.....	134
C.1. Uzun Tepe Üyesi Simektitlerinin Ana Element Çözümle- me Sonuçları.....	139
C.2. Uzun Tepe Üyesi Simektitlerinin Yapısal Formülleri..	141
C.3. İskele Üyesi Simektitlerinin Ana Element Çözümleme Sonuçları.....	143
C.4. İskele Üyesi Simektitlerin Yapısal Formülleri.....	146

## KISALTMALAR DİZİNİ

Ah	: Anhidrit
An	: Analsim
Ar	: Aragonit
B	: Biyotit
D	: Dolomit
F	: Feldispat
H	: Havlit
Hb	: Hornblend
Hd	: Hidroborasit
I	: illit
10 <sub>I</sub> -14 <sub>S</sub>	: illit-simektit enterstratifiyesi
J	: Jips
K	: Kolemanit
Kal	: Kalsit
Kçt	: Kireçtaşı
Kf	: K-feldispat
Kl	: Klorit
Klm	: Kil Mineralleri
Klp	: Klinoptilolit
Ks	: Kalsedon
M	: Muskovit

O-CT : Opal-CT  
P : Probertit  
Pn : Pandermit  
Pmz : Pomza  
Q : Kuvars  
S : Simektit  
Sp : Sepiyolit  
St : Stronsiyanit  
T : Tepe  
U : Üleksit



## 1. GİRİŞ VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 1.1. Giriş

Neojen yaşlı Bigadiç volkanosedimanter baseninde, bu güne değin değişik amaçlı çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, söz konusu çalışmalar incelendiğinde, basenin merkezi kesimine ait mineralojik-petrografik verilerin eksikliği ve buna bağlı olarak da özellikle neofor-masyon minerallerinin alansal dağılımının ele alınmadığı gözlenmektedir. Oysa, bu dağılımın belirlenmesi, basenin paleocoğrafik gelişimine bilhassa fizikokimyasal koşulların ortaya konulabilmesi açısından önemli katkılar sağlayabilmektedir.

Bu nedenle Bigadiç Neojen volkanosedimanter baseni merkezi kesiminin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin saptanması; neofor-masyon minerallerinin dikey ve alansal dağılımlarını belirleyerek basenin paleocoğrafik gelişimi ile ilgili görüşlere katkıda bulunulması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Yukarıda belirtilen amaçlar doğrultusunda 21 sondajdan (AS-2, EİS-3, EİS-4, EİS-7, EİS-8, EİS-9, EİS-14, EİS-15, EİS-16, EİS-17, EİS-18, EİS-20, EYS-2, GPS-18, KS-15, PS-45, PS-51, YTS-4, YTS-6, YTS-10, YTS-12) toplam 782 örnek alınmıştır (EK-1). Örneklerin birimlere göre dağılımı çizelge 1.1.'de verilmiştir. Sondajların yapılış amacı boratlı birimleri kesmek olduğundan özellikle Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe, Emirler tüf ve iskele üyelerinden daha sık örnek alınmış, buna karşın



Değirmenli tuf üyesinden sınırlı sayıda örnek alınabilmiştir.

Çizelge 1.1. Örneklerin Birimlere Göre Dağılımı

<u>Üye Açı</u>	<u>Örnek Sayısı</u>
İskele Üyesi	342
Emirler Tuf Üyesi	92
Uzun Tepe Üyesi	342
Değirmenli Tuf Üyesi	6
Toplam	782

Bu örnekler üzerinde X-ışınları çözümlenmeleri (tüm kayaç ve kil franksiyonu) ve optik mikroskop incelemeleri; Uzun Tepe ve İskele Üyelerinde saptanan saf simektitler üzerinde de ana (major) element çözümlenmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme ve çözümlenmelerden elde edilen sonuçlar basende daha önce yapılmış çalışmaların verileri ile birleştirilerek neoformasyon minerallerinin dikey ve alansal dağılımları incelenmiştir.

1.2. İnceleme Alanının Tanıtımı

Balıkesir ili sınırları içerisinde yer alan inceleme alanı, Balıkesirin güneydoğusunda, Bigadiç'in kuzeyinde ve 1/25.000 ölçekli Balıkesir İ20-d3, İ20-d4, J20-a1, J20-a2 paftalarını kapsamaktadır (EK-1).

Balıkesir-Manisa-İzmir karayolu üzerinde ve Balıkesire 37 km. uzaklıkta olan Bigadiç ilçesi bölgedeki en büyük yerleşim merkezidir.

Fazla engebeli olmayan çalışma alanında en düşük topoğrafik seviyeyi Simav çayının yatağı oluşturur. Bölgedeki en önemli yükseltiler kuzeyde Sopatarla (661 m), güneyde Kocakıran (737 m) ve Yazılıtaş (669 m), doğuda Hola (419 m.), batıda Kurtini (385 m) tepeleridir.

### 1.3. Önceki Çalışmalar.

1950 yılında borat yataklarının bulunması ile birlikte birçok araştırmacının ilgisini çekmeye başlayan Bigadiç bölgesinde bu güne değin bir çok çalışma yapılmıştır (Meixner, 1952, 1953, 1956; Baysal'dan, 1972; MTA, 1965; Bekişoğlu 1961; Kutlu, 1963; Kalafatçioğlu, 1964, Özpeker, 1969; Yalçın 1972; Ataman 1977a, 1977 b; Yılmaz, 1977a, 1977b; Ataman ve Baysal, 1978; MTA, 1978; Ataman ve Gündoğdu, 1981, 1982; Çakır ve Dündar, 1982; Gündoğdu, 1982, Gündoğdu ve Gökçen, 1982, 1983; Yılmaz vd. 1982; Gündoğdu ve Ataman, 1983; Gündoğdu, 1985; Gündoğdu ve Yalçın, 1985; Baysal vd., 1985; Baysal vd., 1986a, 1986b, 1986c).

Bunlardan Meixner (1952, 1953, 1956, Baysal'dan, 1972), MTA (1965), Bekişoğlu (1961), Kutlu (1963), Özpeker (1969) ve Yalçın (1972) boratların Mineralojisi, oluşumu ve aranmasına; Kalafatçioğlu (1964), Yılmaz (1977a, 1977b) bölgenin Jeolojisine; Ataman (1977a, 1977b) ve Ataman ve Gündoğdu (1981, 1982) zeolit oluşumlarına; Ataman ve Baysal (1978) kil Minerallerine yönelik çalışmalarıdır. Bunların ayrıntısı Gündoğdu'da (1982) verilmiş olması nedeniyle aşağıda, daha ziyade bunların dışındakiler özetlenmeye çalışılacaktır.

Çakır ve Dünder(1982) Bigadiç bor tuzu havzasında 350 km<sup>2</sup>'lik bir alanın 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını yapmışlar, Bigadiç Neojenin asidik ve bazik volkanikler ile bunlarla ardalanmalı sedimanlardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Gündoğdu (1982) bugüne değin bölgenin Jeolojisi, minerolojisi ve jeokimyası ile ilgili en önemli çalışmayı gerçekleştirmiştir. İlk aşamada bölgenin 1/25:000 ölçekli jeoloji haritasını yapan araştırmacı, Temel kayaları, Taban volkanitleri ve Bigadiç formasyonu olmak üzere formasyon mertebesinde üç birim ayırmıştır. Bunlardan bir volkanosedimenter dizilimi oluşturan Bigadiç formasyonunu da kendi içinde Avşarbaşı, Değirmenli tuf, Uzun Tepe, Emirler tuf ve iskele üyeleri olmak üzere beş üyeye ayırmıştır. Araştırmacı bölgede üç evrede etkin olan volkanizmaların ilk ürünlerinin kalkalkali andezit ve bazaltlardan oluşan Alt Miyosen yaşlı Taban volkanitleri olduğunu, Bigadiç formasyonunun Avşarbaşı üyesinde egemen karbonat mineralinin dolomit, kil mineralinin de dioktaedrik simektitler olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacı borat katmaları dâhilçeren Uzun Tepe ve iskele üyelerinde saptanan karbonat minerallerinin kalsit, dolomit ve aragonit; egemen kil minerallerinin de stevesit, mg-saponit, Fe-Al-saponit olduğunu; yaygın zolitlaşmanın gözleendiği Değirmenli ve Emirler tuf üyelerindeki klinoptilolitlerin Ca, K ve kısmende Mg'ca zengin, buna karşın Na'ca fakir olduğunu belirtmiştir.

Gündoğdu ve Gökçen (1982, 1983) Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe ve iskele üyelerinde taban yapıları, kayma oluşukları ve

varvimsi Laminasyonlar olmak üzere üç tip sedimanter yapının gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Çizilme türündeki taban yapılarının yer aldığı türbidit kumtasını oluşturan türbid akıntı ile kayma olusuklarının Geç Alpin dönemde oluşan çökelme ile çağdaş tektonik hareketlerden kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Yılmaz vd. (1982) tarafından Hacettepe Üniversitesi ile Etibank arasındaki bir proje çerçevesinde 1/25.000 ölçekli Balıkesir J20-d<sub>4</sub>, I20-a<sub>3</sub>, J20-a<sub>1</sub>, J20-a<sub>2</sub> ve J20-b<sub>1</sub> paftalarında jeolojik harita alımı çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Gündoğdu ve Ataman (1983) Bigadiç Formasyonundaki karbonat (kalsit, dolomit ve aragonit), borat (kolemanit ve üleksit) ve simektit (stevensit, saponit) minerallerindeki bazı eser elementlerin (Li, Sr ve Ba) dağılımı ile bazı minerallerin (karbonat, simektit ve klinoptilolit) Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> oranlarının ölçümünü gerçekleştirmişler, karbonat ve borat minerelleri ile simektitlerin Li ve Sr içeriklerinin Avşarbaşı üyesinden iskele üyesine doğru arttığını, bunun ortam tuzluluğunun alttan üste doğru artmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Gündoğdu (1985) Bigadiç Formasyonunun iskele üyesindeki karbonat mineralleri ile simektitlerin dağılımını incelemiş; kalsit ve aragonitin yaygın olduğu boratlı zonda egemen kil minerallerinin stevensit ve Mg-Saponit, buna karşın dolomitin daha önemli olduğu istifin üst kesimlerinde egemen kil mineralinin ise Al-Fe Saponit olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırmacı dolomit miktarının simektitlerin (Al·Fe·Ti)/Mg oranının artmasına paralel olarak arttığını, bununda artık çözeltilerin  $Mg^{++}/Ca^{++}$  oranının simektitlerin neoformasyonundan kaynaklandığını belirtmiş, böylece oluşacak karbonat minerallerinin cinsinin simektit neoformasyonu tarafından denetlendiğini ortaya koymuştur.

Gündoğdu ve Yalçın (1985) Bigadiç ve Emet Neojen basenlerinde stronsiyumun borat aramasında kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe ve İskele üyeleri ile Emet formasyonundan aldıkları örneklerde karbonat, borat ve simektit minerallerindeki stronsiyumun dikey dağılımını inceleyen araştırmacılar Sr'un en önemli değerine boratlı zon'da ulaştığını saptamışlar ve Sr'un borat aramasında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Baysal vd. (1985) tarafından 1/25.000, 1/5.000, 1/500 ölçekli jeolojik harita alımı ile daha önce yapılmış 1/5.000, 1/2.000 ve 1/500 ölçekli jeolojik haritada ve toplam 39.640 m sondaja ait karotlar yeniden incelenerek revize edilmiştir. Bu çalışma sonucunda bölgede görünür + muhtemel + mümkün olmak üzere toplam 1.029.722.057 ton borat rezervi ortaya çıkarılmıştır.

Baysal vd. (1986a) inceleme alanında yeraltı suyunun çözünmesine yönelik hidrojeolojik araştırma yapmışlardır. Bu çalışma sırasında dört akifer (karbonat, tuf, boratlı birim ve alüvyon

akiferi) ayrılmış, bunlardan alt borat akiferi önemli soruna neden olan akifer olduğu ortaya konulmuş, çözüm olarak pompaj ve kuşaklama kanalı önerilmiştir.

Baysal vd.(1986b) Bigadiç formasyonunun alt ve üst tuf birimlerinde gözlenen zeolit oluşumlarının araştırılması ve ekonomik potansiyelinin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada birimlerin 6 adet 1/25.000 ve 52 adet 1/5.000 ölçekli paftada dağılımını incelemişlerdir. Sonuçta örtülü yüzeylenen olmak üzere Alt tuf biriminde toplam 21520 milyon tonluk, üst tuf biriminde ise toplam 24322 milyon tonluk bir klinoptilolitli tuf rezervi belirlenmiştir.

Baysal vd.(1986c) tarafından bölgenin 29 adet 1/5.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmış, bu 1/5.000 ölçeğindeki ayrıntılı jeoloji harita alımı çalışmalarıyla genelleştirilebilecek yeni sonuçlar elde etmişlerdir. Bu sonuçlara göre Yılmaz vd.(1982) tarafından hazırlanmış ve Baysal vd.(1985) tarafından revize edilmiş olan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarında ve havzanın genelleştirilmiş litostrafigrafik istifinde gerekli revizyonlar yapılmıştır.

Yukarıda kısaca özetlenmiş olan çalışmalara bakıldığında özellikle basenin merkezi kesimindeki verilerin mineralojik, petroğrafik ve jeokimyasal açıdan eksik olduğu ve neoformasyon minerallerinin alansal dağılımının incelenmediği ortaya çıkmaktadır.

### 2.1. Giriş

İnceleme alanında önemli jeoloji çalışmaları Özpeker(1969), Gündoğdu(1982), Yılmaz vd.(1982), Baysal vd.(1985) ve Baysal vd.(1986c) tarafından gerçekleştirilmiş ve değişik biçimlerde litostratigrafik bölümlenme yapılmıştır. Bunlardan Gündoğdu'nun (1982,1984) tanımladığı litostratigrafik birimlerin adlandırılması bu çalışmada temel alınmıştır.

### 2.2. Litostratigrafik Birimleri

Bu çalışmada inceleme alanı ve yakın çevresi ile ilgili ayrıntılı jeoloji çalışması Gündoğdu (1982,1984) tarafından yapıldığı için ayrıca bir jeolojik inceleme yapılmamıştır. Sadece sondaj verilerinden elde edilen kalınlık ve litoloji değişimlerinin incelenmesi yoluna gidilmiştir.

"Pontik tektonik Birliği" (Ketin,1966) içerisinde yer alan çalışma alanı 1/25.000 ölçekli Balıkesir I20-d<sub>3</sub>, I20-d<sub>4</sub>, J20-a<sub>1</sub> ve J20-a<sub>2</sub> paftalarını kapsamaktadır(Ek-1). Bölgede yer alan kayaç toplulukları alttan üste doğru Mesozoyik yaşlı ofiyolitik karmaşığı (Mof) oluşturan kayaçlar ve Neojen yaşlı volkanik ve gölssel sedimanter kayaçlardır. Bu kayaç toplulukları Gündoğdu (1984) tarafından Temel kayaçları, Taban volkanitleri ve Bigadiç formasyonu olmak üzere 3 litostratigrafik birime ayrılmıştır. Bunlardan bir volkanosedimanter dizilimi oluşturan Bigadiç formasyonu da kendi içinde Avşarbaşı, Değirmenli tuf, Uzun Tepe, Emirler tuf ve iskele üyeleri olmak üzere beş üyeye ayrılmıştır(Şekil 2.1).

#### 2.2.1 Temel kayaçları (Möt)

Neojen yaşlı birimlerin temelini oluşturan bu kayaçlar kumtaşı ve kristalize kireçtaşları ile temsil edilirler.





Çalışma alanında yayılımları sınırlı olan bu kayalardan kumtaşları en iyi şekilde Yeniköy güneyinde, kristalize kireçtaşları ise Değirmenli kuzeyinde ve Yeniköy civarında yayılım gösterirler.

Bu birim üzerine açısal uyumsuzlukla Taban volkanitleri (Alt Miyosen) geldiğinden "Miyosen Öncesi" bir yaş verilmiştir.

### 2.2.2. Taban volkanitleri (Tt)

Bigadiç formasyonunun tabanında yer alan bu birimin litolojilerini bazalt ve andezitler oluşturmaktadır. Çalışılan sahada geniş bir yayılım gösteren bu birim bölgedeki volkanizmanın ilk ürünlerini temsil etmektedir. Bazaltlar Simav çayının doğusunda Kocakır tepe ve Sarıyer tepe çevresinde mostra verirler. Bazaltların üzerine uyumsuzlukla Bigadiç formasyonunun Avşarbaşı üyesi gelmektedir. Andezitler, inceleme alanının kuzeydoğuda Alabarda köyü ve Yerençimen sırtı; kuzeybatıda Yeniköy, Dedecik sırtı ve Bağlarkıranı tepe çevresinde çıkma verirler.

Gündoğdu (1984) andezitler üzerinde gerçekleştirdiği K-Ar yaş tayinleri sonucunda Alt Miyosene karşılık gelen yaşlar bulmuştur.

### 2.2.3. Bigadiç formasyonu

Killi-karbonatlı birimlerle tüf lerin ardalanmasından oluşan bu formasyon Gündoğdu (1984) tarafından beş üyeye ayrılmıştır. Bunlar Avşarbaşı, Değirmenli tüf, Uzun Tepe, Emirler tüf ve iskele üyeleridir.

### 2.2.3.a Avşarbaşı üyesi

Killi-karbonatlı kayalarla temsil edilen Avşarbaşı üyesinin mostralalarının en iyi gözlemlendiği yerler: Avşarbaşı, Sarıyer ve Salmanlıkır tepeleri ile Kadiköy çevresidir. Üye inceleme alanının dışında batıya doğru da önemli bir yayılım gösterir (Yılmaz vd.1982).

Bu birimin üst sınırı gölssel fasiyesteki Değirmenli tuf üyesi ile uyumludur. Herhangi bir makro ve mikrofosil bulunmadığından birime kesin yaş verilememiştir. Bununla birlikte Taban volkanitinin radyometrik yöntemle saptanmış Alt Miyosen yaşı ve üstündeki birimlerde fosillerle belirlenmiş Üst Miyosen yaşına dayanılarak bu birimin Orta-Üst Miyosen(?) yaşlı olabileceği kabul edilmiştir (Gündoğdu, 1982,1984; Baysal vd.1985,1986c).

### 2.2.3.b. Değirmenli tuf üyesi

Bu üye birbirleri ile yanal geçişli karasal ve gölssel fasiyesteki tüflerden oluşur. Gölssel fasiyesteki tüfler Simav çayının batısında Değirmenli, Kadiköy çevresinde dağılım gösterir ve inceleme alanının dışında batıya doğru da önemli bir yayılıma ulaşır (Yılmaz vd.,1982). Karasal fasiyesteki tüfler ise inceleme alanının güney ve güneydoğu kesimlerinde Balaban ve Erçekler tepeleri ile Durasalar, Yumruklu Yağcıbedir köyleri çevresinde mostra verir. Gölssel fasiyesteki tüfler altta kaba üstte ise ince taneli tüflerden oluşur. Karasal fasiyesteki tüfler ile gölssel fasiyesteki tüfleri ayırıcı ölçütler, gölssel fasiyeste gözlenen

tabakalanma,küresel bozunma gibi sedimanter yapılar ile mineralojik verilerdir(Gündoğdu, 1982,1984).

Gölsel fasiyesde gözlenen altta iri üstte ince taneli tuf şeklindeki bir derecelenmenin karasalfasiyesde gözlenmeyişi böyle bir derecelenmenin daha çok su ortamında geliştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, söz konusu derecelenme havzanın batı kesiminde yeralan görsel tüflerde yer yer

gözlenmemektedir(Baysal vd.,1986b).Bu durum birimin çökelişi sırasında bu bölgelerdeki gölün sığ(ya havzanın kenar kesimi ya da havzanın içindeki bir paleotopoğrafik yükseltinin olduğu yerler) olmasından kaynaklanabilir.

Avşarbası üyesi için yapılaşma benzer bir yaklaşımla üyenin Orta-Üst Miyosen yaşlı olduğu kabul edilmiştir(Gündoğdu, 1984).

### 2.2.3.c. Uzun Tepe üyesi

Alt-orta kesimlerinde yer yer borat katmanları da içeren bu birim kireçtaşı,killi-kireçtaşı,kiltası ve tüflü birimlerin ardalanmasından oluşur.İnceleme alanınının GB'sında Simav çayının her iki tarafında (Kadıköy GD'su,Uzun tepe ve Kocadağ tepe) ve Emirçam tepe eteklerinde;KD'da,Emirler ve Alabar-da köyleri çevresinde,KB'da ise Köserelik tepe,Bağlarkıranı ve Mezarüzü tepe civarında önemli yayılım gösterir.Sondajlardan itibaren yapılan kalınlık hesaplamalarında bu birimin ortalama kalınlığı 141 m.bulunmuştur.

Sondajların dikme kesitlerinde üye istifli Değirmenli tuf üyesi üzerinde kıltaşı, tuf ve kil laminalı kireçtaşı ile başlamaktadır. Boratlı zonda gözlenen cevher mineralleri önem sırasına göre kolemanit, probertit, havlit, üleksit, meyerhofferit, inyoit ve hidroborasittir. Ayrıca, bu zonda jips, anhidrit ve sölestin de yer almaktadır. Bu minerallerden probertit ve üleksit genellikle söz konusu zonun alt kesimlerinde gözlenirken, kolemanit + jips + anhidrit beraberliği üst kesimlerde önemlidir. Diğer taraftan, üleksit ve probertit'in beraber bulunduğu sondajlarda bu mineraller killi-karbonatlı birimlerle ayrılmış bir şekilde ve ardalanmalı olarak yer almaktadır. Üye istifinin üst kesimi alt kesiminde olduğu gibi killi-karbonatlı birimlerle tüflerin ardalanmasından oluşmaktadır.

Üyede farklı türlerde bol miktarda sedimanter yapının varlığı da ortaya konulmuştur. Bu yapılar yumuşak sediman deformasyon yapıları (sinsedimanter kıvrım ve kırıklar, slump yapıları, yük-çökme yapıları, top ve pillow yapıları, alev yapıları ve budinaj yapısı), dikey tane boylanması (Boumanın Ta'sı) ve yer yer milimetrik tabakalanmalı varvımsı laminasyonlardır.

Birimin alt sınırı Değirmenli, üst sınırı ise Emirler tuf üyesi ile tedrici geçişlidir.

Gündoğdu (1982) tarafından fosil içereğine dayanılarak birime Üst Miyosen (Pannoniyen) yaşı verilmiştir.

#### 2.2.3.d. Emirler tuf üyesi

Bu birim gölssel fasiyesteki tüflerle temsil edilir.Havzanın merkezi kesiminde yayılım gösteren birim en iyi şekilde Emirler köyü KB'sı, Kireçlik tepe G'yi, Beyendikler köyü çevresi ve Acepdere vadisinin iki yamacında gözlenmektedir.Sondajlardan itibaren yapılan kalınlık ölçümünde birimin ortalama kalınlığı 226 m.olarak saptanmıştır.

Emirler tuf üyesi altta bol pomza içeren sarımsı -yeşil renkli kaba taneli tüflerle başlar.Üst kesimi ise beyazımsı-sarı renkli ve makroskopik olarak hiç bir bileşeni ayırt edilemeyen ince taneli tüflerden oluşmaktadır.

Birimin alt sınırı Uzun Tepe üyesi ile tedrici geçişlidir. Üst sınırı ise İskele üyesi ile uyumludur.

Uzun Tepe ve İskele üyesinde saptanan yaşlara göre Emirler tuf üyesine Pannoniyen yaşı verilmiştir(Gündoğdu,1984).

#### 2.2.3.e.İskele üyesi

Killi-karbonatlı kayalarla tüflerin ardalanmasından oluşan bu birim Uzun Tepe üyesi gibi alt-orta kesimlerinde borat oluşumları içermektedir.Üyenin en iyi şekilde gözleendiği yerler İskele,Osmanca ve Yolbaşı köyleri ile Emirçam T.çevresidir.Birimin sondajlardan itibaren saptanan ortalama kalınlığı 147 m.dir.

Üye istifi Emirler tuf üyesi üstünde,kiltaşı,kireçtaşı,kil laminalı kireçtaşı ve tüflerle başlar.Daha sonra kiltaşı ve

kil laminalı kireçtaşı arakatkılı değişik sayı ve kalınlıkta borat katmanları içeren boratlı zon gelir. Boratlı zon'un üzerinde ise tuf arakatkıları içeren kiltası, kil laminalı kireçtaşı yer almaktadır. Bazı sondajlarda (AS-2, EİS-9, PS-45, PS-51, YTS-4, YTS-6, YTS-

10) istifin en üst kesiminde ise muskovitli siltaşı bulunmaktadır. Boratlı zonda gözlenen cevher mineralleri genellikle kolemanit ve üleksit olmakla birlikte pandemit, inyoit, meyerhofferit ve hidroborasite de yer yer rastlanılmaktadır. Bunların yanısıra jips ve sölestin mineralleri de yerel oluşumlar şeklinde mevcuttur. Havzanın merkezi kesimindeki sondajlarda (PS-45, PS-51 ve YTS-12) birimin üst kesimlerindeki killi-karbonatlı seviyeler, yer yer bitki kalıntıları içermektedir.

Uzun Tepe üyesinde olduğu gibi bu üyede de yaygın biçimde farklı tiplerde sedimanter yapılar gözlenmiştir. Bu yapılar, varvimsi laminasyonlar ve yumuşak sediman deformasyon yapılarıdır (slump yapıları, çökelme ile çağdaş kıvrım ve kırıklar, yük-çökme yapıları, alev yapıları, top ve yastık yapıları ve budinaj yapısı ).

Birimin alt sınırı Emirler tuf üyesi ile uyumlu olup, üst sınırı ise Kuvaterner oluşukları ile uyumsuzdur.

Fosillere dayanılarak birime Üst Miyosen-Alt pliyosen yaşı verilmiştir (Gündoğdu, 1984).

#### 2.2.4. Kuvaterner Oluşukları

Kuvaterner oluşukları Simav çayının alüvyonları ile temsil edilirler. Yuvarlak ve köşeli çakıllarla kum boyundaki pekışmemiş sedimanlardan oluşur. Çakıl ve kum metamorfik, volkanik ve ofiyolitik kayalardan türemiştir.

#### 2.3. Tektonik

Bölgenin tektonik yapısı oldukça sadedir. Bu yapıyı oluşturan esas tektonik unsurlar: kıvrımlar, faylar ve diskordanslardır.

##### 2.3.1 Kıvrımlar

İnceleme alanında kıvrımlar, genellikle KD-GB yönünde uzanırlar. Bununla birlikte bu ana kıvrım doğrultusuna dik yönde gelişmiş yerel kıvrımlarda mevcuttur.

##### 2.3.1.a. antiklinaller

İncelenen bölgede iki önemli antiklinal mevcuttur. Bunlar Beyendikler ve Salmanlar antiklinalleridir. Beyendikler antiklinali İskele üyesinde DKD-BGB doğrultusunda gelişmiştir. Salmanlar antiklinalinin çekirdeğinde Taban volkanitlerinin bazaltik birimi ile Bigadiç formasyonunun Avşarbaşı üyesi yüzeylemektedir. Asimetrik olan bu antiklinalin ekseninin yeri veri yetersizliği nedeni ile belli değildir (Gündoğdu, 1982).

##### 2.3.1.b. senklinaler

Bölgede eksenleri yaklaşık KD-GB doğrultulu iki senklinal

bulunmaktadır. Her ikisinde iskele üyesi içinde gelişmiş olan bu senklinaller İskele ve Boztepe senklinalleridir. Bunlardan başka inceleme alanının güneyinde Işıklar köyü civarında gözlenen Emirçam senklinali ise çanak şeklinde kapalı bir senklinaldir.

### 2.3.2. Faylar

İnceleme alanında mevcut tüm faylar kabaca KD-GB ve KB-GD doğrultulu olup, eğim atımlı ve doğrultu atımlı fay niteliğindedir.

Bunlardan yaklaşık KB-GD doğrultusunda uzanan Sarıyer fayı eğim atımlı fayların en büyüğü olup, Taban volkanitleri ile Bigadiç formasyonunu etkilemiştir. Yine aynı şekilde Taban volkanitleri ve Bigadiç formasyonunu etkileyen KB-GD doğrultulu iki fay daha vardır. Bunlar Alabarda ve Kalabak faylarıdır. Sadece Bigadiç formasyonunu etkileyen eğim atımlı faylar ise KD-GB doğrultulu KB'daki Yeniköy ve güneydeki Emirçam faylarıdır. Doğuda K-G uzanımlı Merdal Düzü fayı ise Uzun Tepe ve Emirler tuf üyesi içinde gelişmiştir.

İncelenen bölgedeki tek doğrultu atımlı fay KD-GB uzanımlı Kisekaya fayıdır. Bu fay Temel kayaçları ile Bigadiç formasyonunun tüm üyelerini kesmektedir.

### 2.3.3. Çatlak sistemleri

İnceleme alanında bulunan kayaçlardan yalnızca Emirler tuf-lerinde iyi gelişmiş çatlak sistemleri bulunmaktadır. Bunlar



kıvrım kanatlarında gözlenen gerilme çatlağı niteliğindedir. (Gündoğdu,1984).

#### 2.3.4. Diskordanslar

İnceleme alanında Taban volkanitleri ile Temel kayaçları ve Bigadiç formasyonu (Avşarbaşı üyesi) ile Taban volkanitleri arasında "uyumsuz seri" niteliğinde bir diskordans bulunmaktadır. Bigadiç formasyonunun üyelerinin Temel kayaçları ve Kuvaterner oluşukları ile olan ilişkileri ise bir açısız diskordans niteliğindedir. Diğer uyumsuzluklar ise Temel kayaçları ile Uzun Tepe üyesi ve Değirmenli ile Emirler tuf üyesi dokanaklarında gözlenmekte olup, yerel niteliktedir. Bunlar bir diskordanstan çok "aşmalı sedimantasyon" şeklinde de adlandırılan (Baysal vd.1986c) Miyo-Pliyosen gölünün çökme ile çağdaş yerdeğiştirmesine bağlı olarak ortaya çıkan "lakünlü seriler" şeklinde değerlendirilmiştir (Gündoğdu,1984).

### 3. MİNERALOGİK-PETROGRAFIK İNCELEMELER

#### 3.1. Giriş

Bigadiç formasyonunun Değirmenli tuf, Uzun Tepe, Emirler tuf, ve İskele üyelerinin basenin merkezi kesimindeki mineralojik-petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla sondaj karotlarından alınan örnekler üzerinde çeşitli laboratuvar yöntemleri uygulanmıştır. Bu bölüm kapsamı içerisinde önce bu laboratuvar yöntemleri tanıtılacak, daha sonra elde edilen sonuçlar üzerinde durulacaktır.

#### 3.2. İnceleme-Çözümleme Yöntemleri

Mineralojik-petrografik incelemeler için alınan kayaç ve cevher örnekleri örnek hazırlama laboratuvarlarında ön hazırlama işlemine tabi tutulmuştur. Örnekler önce laboratuvarda 1-2 cm.lik parçalar halinde kırıldıktan sonra 4 eşit parçaya bölünmüş, bunlardan 2'si tüm kayaç ve kilfraksiyonu için kullanılmış, diğer iki çeyrek ise gerekirse incekesit veya daha sonraki olası bir incelemede kullanılmak için "tanık örnek" olarak saklanmıştır. Örnekler daha sonra diskli değirmende öğütülmüştür.

Hazırlanan örnekler üzerinde değişik amaçlarla optik mikroskop incelemeleri ile X-ışınları (tüm kayaç ve kil fraksiyonu) çözümleme yöntemleri uygulanmıştır. Optik mikroskop incelemeleri tüfler ve cevher örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Tüflerin adlandırılması ise Schmid'e (1981) göre yapılmıştır.

Alınan örneklerin tümünün ince taneli olması nedeni ile X-ışınları difraktometresinden (X-RD) geniş ölçüde yararlanılmıştır. Çözümlenmeler Philips PW1140 model X-ışınları difraktometresinde gerçekleştirilmiştir. Tüm kayaç (TK) ve kil fraksiyonunu (KF) oluşturan mineraller tanımlandıktan sonra bunların yarı nicel yüzdeleri saptanmıştır.

Tüm kayaç (TK) çözümlenmeleri için gerekli toz difraktogram-  
ları aşağıdaki aletsel koşullarda elde edilmiştir.

Anod : Cu (CuK $\alpha$  , $\lambda=1,5418$ );

Filtre : Ni;

Gerilim : 40 kV;

Akım : 18 mA;

Goniometre hızı: 2 $^{\circ}$ /dak ,

Kağıt hızı : 2.5cm/dak;

Duyarlılık:  $1 \times 10^3$ ;

Zaman Sabiti : 1 Sn.;

Yarıklar : 1 $^{\circ}$ -0.1 mm.1 $^{\circ}$ ;

Kayıt aralığı : 5 $^{\circ}$ -35 $^{\circ}$  (2 $\theta$ ).

Bu difraktoğramlardan itibaren mineraller A.S.T.M.(1972) kartotekslerinden yararlanılarak tanımlanmıştır. Bunların yarı nicel yüzdeleri ise Gündoğdu (1982) tarafından geliştirilen yöntemle göre hesaplanmıştır. Pik şiddetlerinin kullanıldığı bu yöntemde klinoptilolit, analsim, kuvars, fel-dispat, opal-CT, kalsit, aragonit, biyotit ve kil minerallerinin yanıt oranları dolomitin (104) yansıması (2 $\theta$ :30.9 $^{\circ}$ ) referans alınarak ölçülmektedir. Bu ölçüm ise, ağırlıkça (%50 dolomit + %50 mineral) içeren homojen karışımlardan elde edilen difraktogramlardaki pik yüksekliklerinin oranı alınarak hesaplanmaktadır. Söz konusu yöntemdeki bağıl hata killi-karbonatlı kayaçlarda %14.56; tüflerde ise %21.34 dür (Gündoğdu, 1982).

Kil fraksiyonunun mineralojik bileşimini belirlemek için ayrıntısı Gündoğdu (1982) ile Gündoğdu ve Yılmaz'da (1984) verilen kil ayırma yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem ana hatları ile kimyasal çözme (karbonat, sülfat gibi mineral fazları ile organik madde), yıkama (kararlı süspansiyon elde

edilmesi ) ve sifonlama (= kil fraksiyonunun kazanılması) işlemlerinden oluşmaktadır. Sedimentasyon yolu ile ayrılan kil fraksiyonlarından (2,  $\mu$  'dan küçük) kil minerallerinin sağlıklı bir şekilde tanımlanabilmesi için üç ayrı difraktoğraf kayıtları (normal, etilen glikol, fırınlı) gerçekleştirilmiştir. Kil minerallerinin tanımlanması ve yarı nicel yüzdeleri ise, bunların (001) yansımalarına göre yapılmıştır. Kayıtlar sırasındaki aletsel koşullar kağıt hızı (2 cm/dak) dışında (TK) çözümlenmelerindeki gibidir.

### 3.3. İnceleme ve Çözümleme Sonuçları

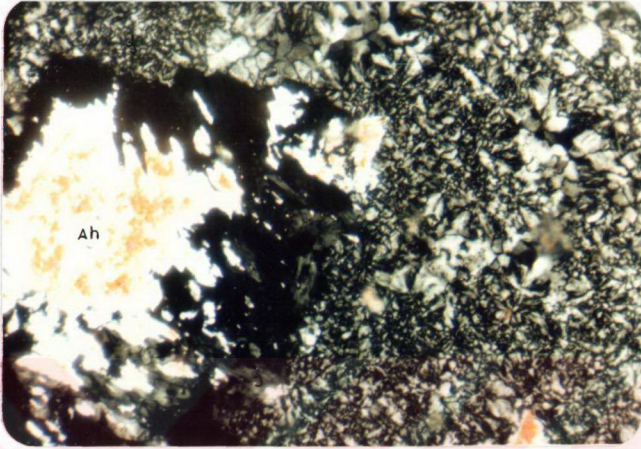
#### 3.3.1. Değirmenli tüf üyesi

Bu üyenin gölgesel fasiyesteki birimlerini kesen EİS-14 ve EİS-15 sondajlarından alınabilen toplam altı örnek üzerinde X-RD(TK) çözümlenmeleri gerçekleştirilmiştir. Çözümleme sonuçlarına göre bu kayaçları oluşturan bileşenler: kalsit, feldispat (plajiyoklaz, sanidin ), analsim, kuvars, biyotit ve kil mineralleridir (Ek çizelge A.1). Bu minerallerden feldispat, biyotit ve kil mineralleri tüm örneklerde gözlenmiştir. Diğer minerallerden kuvars, 5; analsim 4, kalsit 2 örnekte yer almaktadır. Bu tüfleri oluşturan bileşenlerden feldispat, kuvars ve biyotit volkanik kökenli ; ilk kez bu çalışmada saptanan analsim ise volkanik camın göl ortamındaki zeolitleşmesinin ürünüdür.

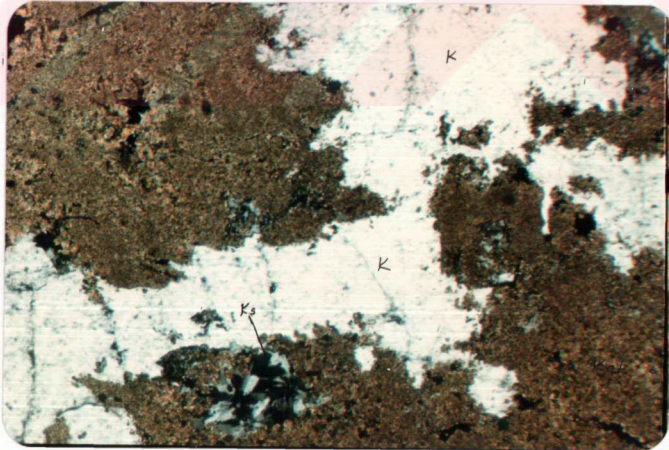
#### 3.3.2. Uzun Tepe Üyesi

Üye istifinde sık gözlenen tüfler üzerinde gerçekleştirilen

(OM) incelemeleri, bu kayaların plajiyoklas, sanidin, kuvars, biyotit, hornblend, muskovit ve kayaç parçacıkları içerdiklerini ortaya koymuştur. Polisentetik ikizlenme, zonlu yapı ve yer yer karbonatlaşma izleri gösteren plajiyoklazlar andesin ( $Ab_{55} An_{45}$ ) bileşimli olup miktarları incelenen tüm kesitlerde sanidin ve kuvarstan fazladır. Örneklerde en fazla gözlenen koyu renkli mineral olan biyotit yarı özşekilli ve kahverengi pleokroizmaya sahip olup yer yer kloritleşme ve opasitleşme göstermektedir. Diğer bileşenlerden volkanik kayaç parçacıkları, hornblend, muskovit ve opak minerallere bazı örneklerde eser miktarda rastlanılmıştır. Schmid (1981) sınıflamasına göre kristal kül tüfü özelliği taşıyan bu tüflerin bazılarında gözenek suyundan itibaren çökelmiş sparikalsit çimentonun varlığı da saptanmıştır. Ayrıca bağlayıcı malzemede ikincil süreçlerle gelişmiş killeşme-opaklaşma gibi bozunma izleri de gözlenmektedir. Olasıl ikincil değişimleri saptayabilmek amacıyla boratlı zondan alınan örnekler üzerinde (OM) incelemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu incelemelere göre anhidrit+kuvars+jips beraberliğinin gözleendiği örnekte anhidrit ve kuvars tanesel agregatlar şeklinde jipsin gözeneklerinde yer almaktadır. Bunlardan anhidrit kenarlarından itibaren jipse dönüşüm izleri göstermektedir (Şekil 3.1). Anhidrit kristallerinin bir merkezden itibaren ışınsal dizilim göstermesi ve jeodlar şeklinde gözlenmesi suyun aktivitesi düşük gözenek çözeltilerinden itibaren oluştuğunu gösterebilir. Bazı kesitlerde yelpazeler



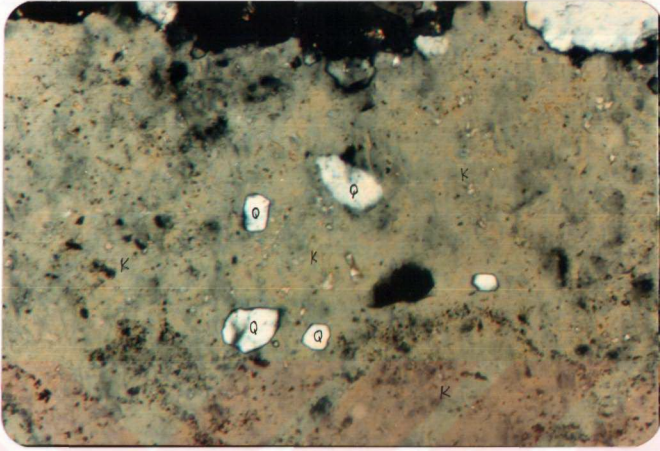
Şekil 3.1 : Uzun Tepe üyesinde boratlı zonda gözlenen anhidrit (Ah)-jips (J) dönüşümü (Çift Nikol, 50x )



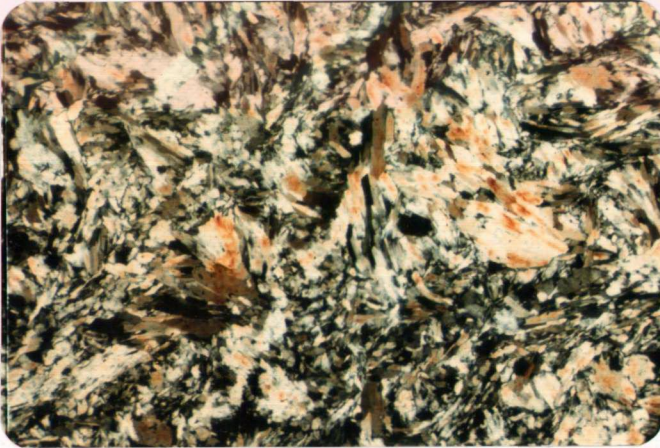
Şekil 3.2 : Uzun Tepe üyesi kireçtaşlarının (Kçt) boşluklarında gözlenen Kolemanit (K) ve Kalsedon (Ks) oluşumları (Çift Nikol, 40x)

şeklinde gelişmiş jips kristallerinde polisentetik ikizlenme yaygın olarak gözlenmektedir. Kolemanit+jips+anhidrit parajenezinin gözlendiği örneklerin bazılarında kolemanitler özşekilsiz levhamsı taneler halinde bulunmaktadır. Ayrıca jipsin gözeneklerinde bir merkezden itibaren büyümüş yelpazeler şeklinde kolemanit oluşumları da gözlenmiştir. Kolemanit+kuvars+ kalsit parajenezi gözlenen örnekte kolemanit ve kuvars(kalsedon) kireçtaşının çatlaklarında yer almaktadır(Şekil 3.2.). Bazı kesitlerde ise kolemanitlerde yer yer karbonatlaşma izleri gözlenmektedir. Ayrıca incekesiti yapılan bir kolemanit örneğinde de detritik kuvars kapanımları gözlenmiştir (Şekil 3.3.). Probertit ise ışınsal yapıyı yumrular şeklinde olup hiç bir bozunma izi göstermemektedir. (Şekil 3.4.).

Bu üyeye ait değişik sondajlardan alınan (EİS-3 =46, EİS-4=20; EİS-7=37; EİS-9=45, EİS-14, =29; EİS-15=21, EİS-16=39, EİS-17=24; EİS-18, =19, EİS-20=25; EYS-2=36) toplam 342 örneğin 336'ında X-RD( TK ) çözümlenmeleri gerçekleştirilmiştir. Bu örneklerde kalsit, dolomit, aragonit, stronsiyanit , klinoptilolit, analsim, feldispat, kuvars, opal-CT, hiyotit, hornblend, Sölestin ve kil mineralleri saptanmıştır(EK-Çizelge A.2.). Bu minerallerden stronsiyanit, analsim, hornblend ve sölestinin varlığı ilk defa bu çalışmayla ortaya çıkarılmıştır. Boratlı zonda saptanan cevher mineralleri kolemanit, probertit, üleksit, havlit, hidroborasit ve meyerhofferittir. Ayrıca boratlı zonda bu



Şekil 3.3 : Uzun Tepe üyesine ait Kolemanit(K) kristali içinde detritik kuvars(Q) kapaınımları (Çift Nikol, 252x)



Şekil 3.4: Uzun Tepe üyesine ait lifsi-ışınısal probertit mineralleri (Çift Nikol, 50x)



cevher minerallerine ilave olarak anhidrit ve jips gözlenmiştir. Saptanan minerallerin sondajlara göre dağılımı, çizelge 3.1'de, borat minerali dışındakilerin bulunuş frekansları ve ortalama yüzdeleri de çizelge 3.2'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi birimdeki egemen karbonat minerali kalsittir. Diğer karbonat minerallerinden dolomitin hem bulunuş frekansı hemde ortalama yüzdesi düşük, buna karşın aragonitin bulunuş frekansı düşük fakat ortalama yüzdesi yüksektir. Diğer minerallerden feldispatın bulunuş frekansı yüksek ortalama yüzdesi düşük; kil minerallerinin ise hem bulunuş frekansı, hem de ortalama yüzdesi yüksektir. Burada kadar istifdeki önemleri üzerinde durulan minerallerin dikey dağılımları 4 sondajda incelenmiştir (Şekil 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9.). Kesitlerden de görülebileceği gibi egemen karbonat minerali olan kalsitin miktarı boratlı zon ve tüflü seviyelerde azalmakla birlikte genellikle alttan üste doğru karbonatlı kayaçların artışı ile doğrusal olarak artmaktadır. EİS-15 dışındaki tüm sondajlarda gözlenen dolomit bu üyenin Değirmenli ve Emirler tuf üyeleri ile olan geçiş zonlarında yer almaktadır. İki sondaj dışında (EİS-4, EİS-15) tüm sondajlarda gözlenen aragonit ile dolomit arasında beraber buldukları örneklerde bolluk açısından bir zıtlık göze çarpmaktadır. Aynı özellik Gündoğdu (1982) tarafından da gözlenmiştir. Bir diğer göze çarpan husus ta aragonitin havzanın kuzeyinde yapılmış olan EİS-16 sondajında daha önemli olması ve opal-CT ile önemli parajenez oluşturmasıdır. Bir stronsiyum karbonat minerali olan stronsiyanite

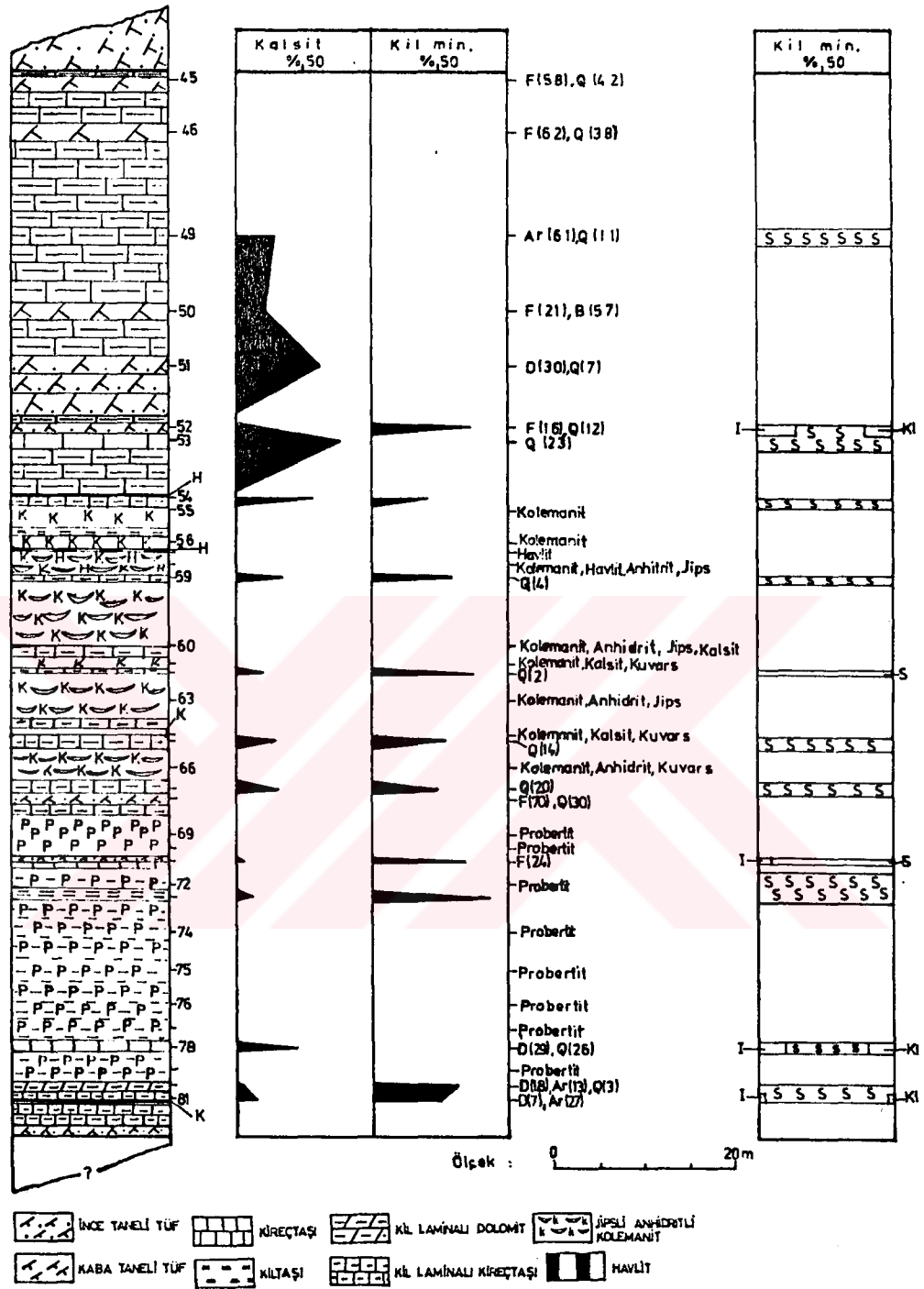
Çizelge. 3.1. Uzun Tepe Üyesinde Çaptanan Minerallerin Sondajlara Göre Dağılımı.

SONDAJ NO	MINERAL- LER	KALSIT	DOLOMIT	ARAGONIT	MANYEZIT	STRONSYANIT	KLINOPTILOIT	ANASTIM	FELDSPAT	KUVARSA	OPAL-CT	BLYOTIT	KİL. MINERAL.	HORNBLEND	SOLESTİN	KOLEMANİT	MEYERHOFERİT	INYOIT	PANDERMİT	ULKİSİT	PROBERTİT	HİDROBORASİT	HAVLİT	ANHİDRİT	JİPS
EİS-3		+							+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-4		+	+						+	+		+	+		+	+	+			+	+			+	+
EİS-7		+	+	+					+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-9		+	+	+			+	+	+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-14		+	+	+		+		+	+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-15		+						+	+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-16		+	+	+					+	+	+	+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-17		+	+	+					+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-18		+	+	+					+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EİS-20		+	+	+					+	+		+	+			+	+			+	+			+	+
EYS-2		+	+	+					+	+		+	+			+	+			+	+			+	+

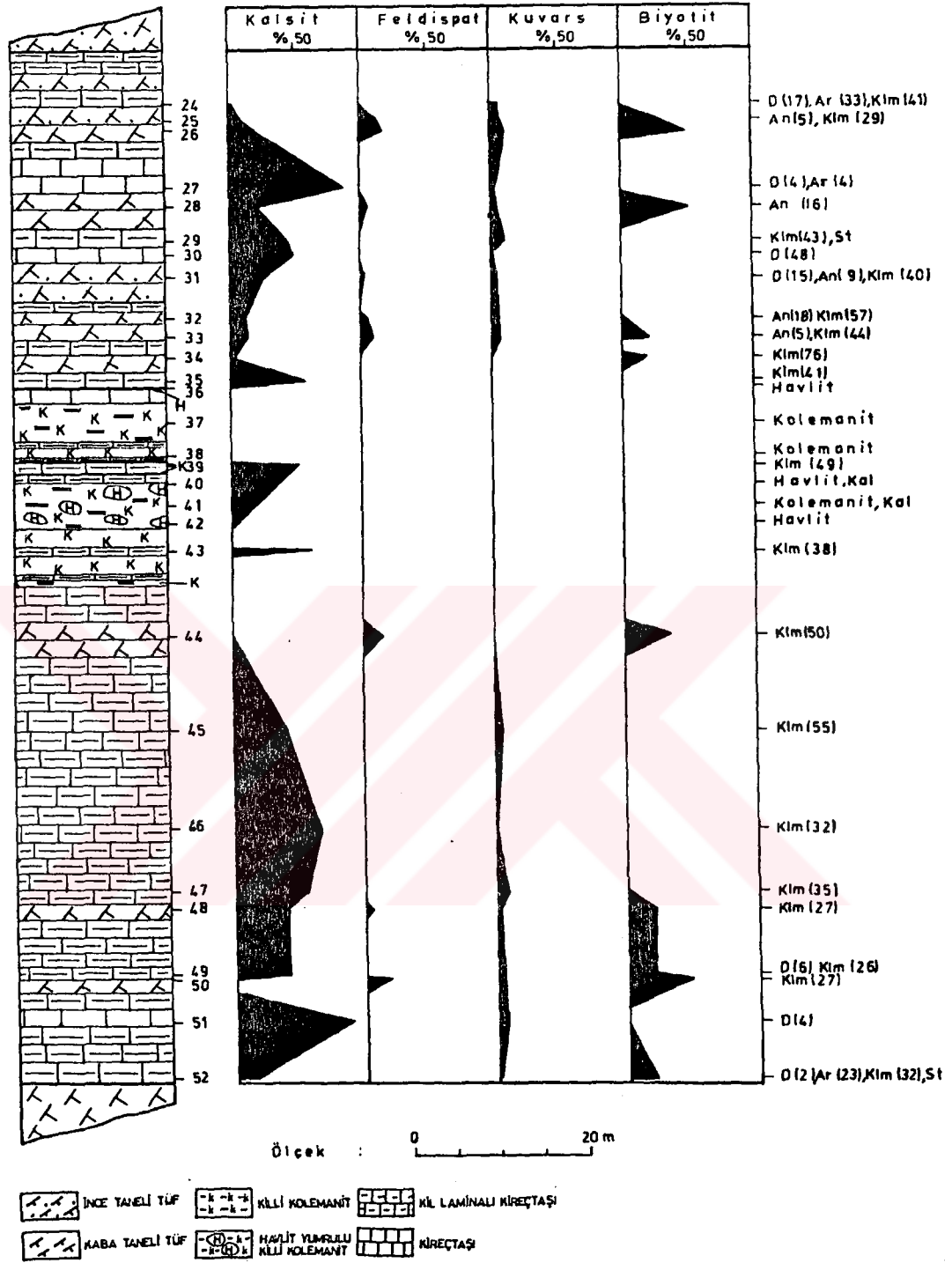
Çizelge 3.2. Uzun Tepe Üyesinde Saptanan Borat Dışı Minerallerin Bulunuş Frekansları, En Az, En Çok ve Ortalama

%'leri.

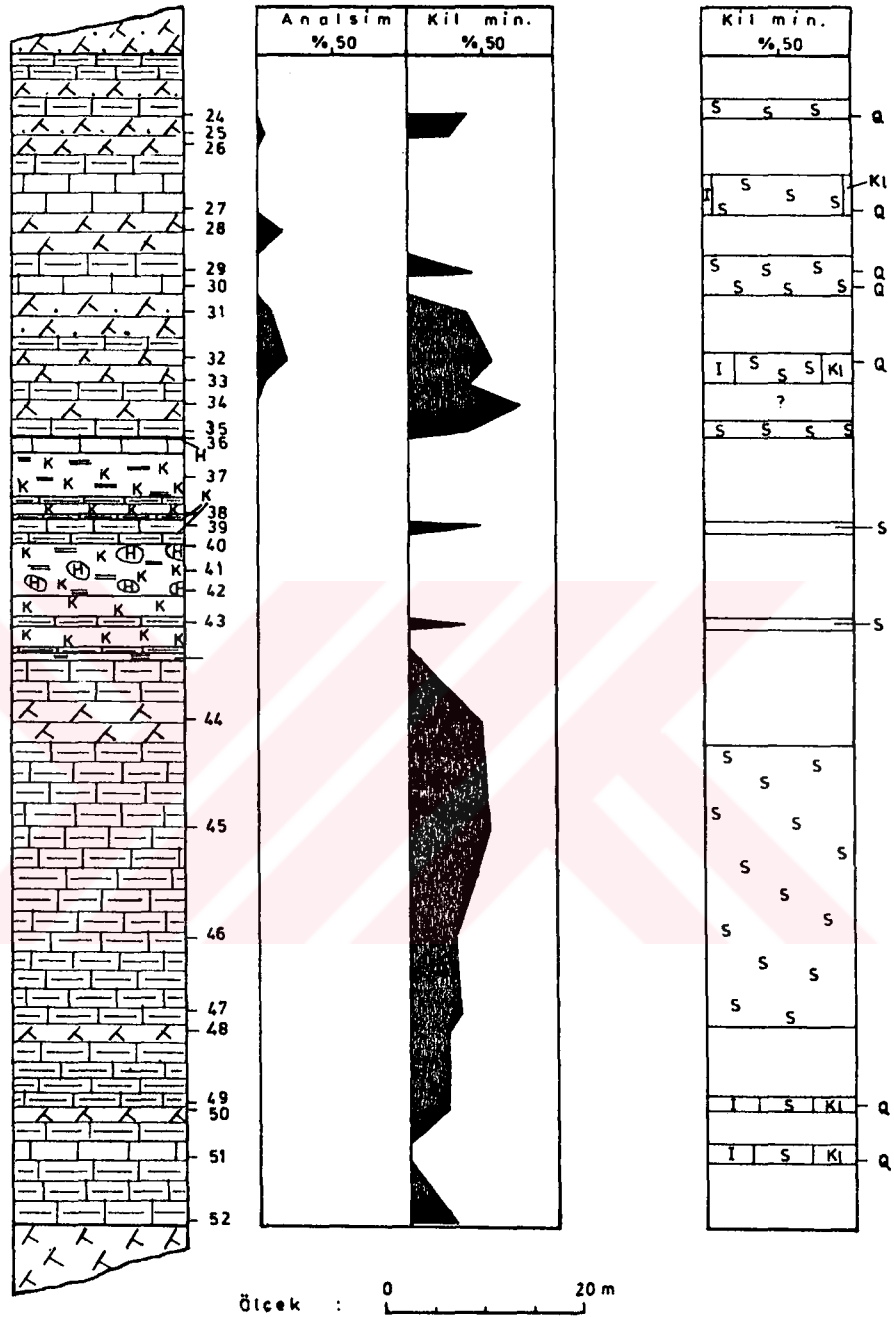
<u>Mineral</u>	<u>Bulunuş Frekansı (%)</u> ,	<u>En az (%)</u>	<u>En çok (%)</u>	<u>Ortalama (%)</u>
Kalsit	89	1	100	39
Dolomit	15	2	74	20
Aragonit	18	4	88	36
Klinoptilolit	14	5	89	33
Analsim	3	5	18	10
Feldispat	40	3	70	17
Kuvars	7	1	43	9
Opal-CT	4	6	24	13
Biyotit	22	11	71	34
Kil Mineralleri	65	14	100	46



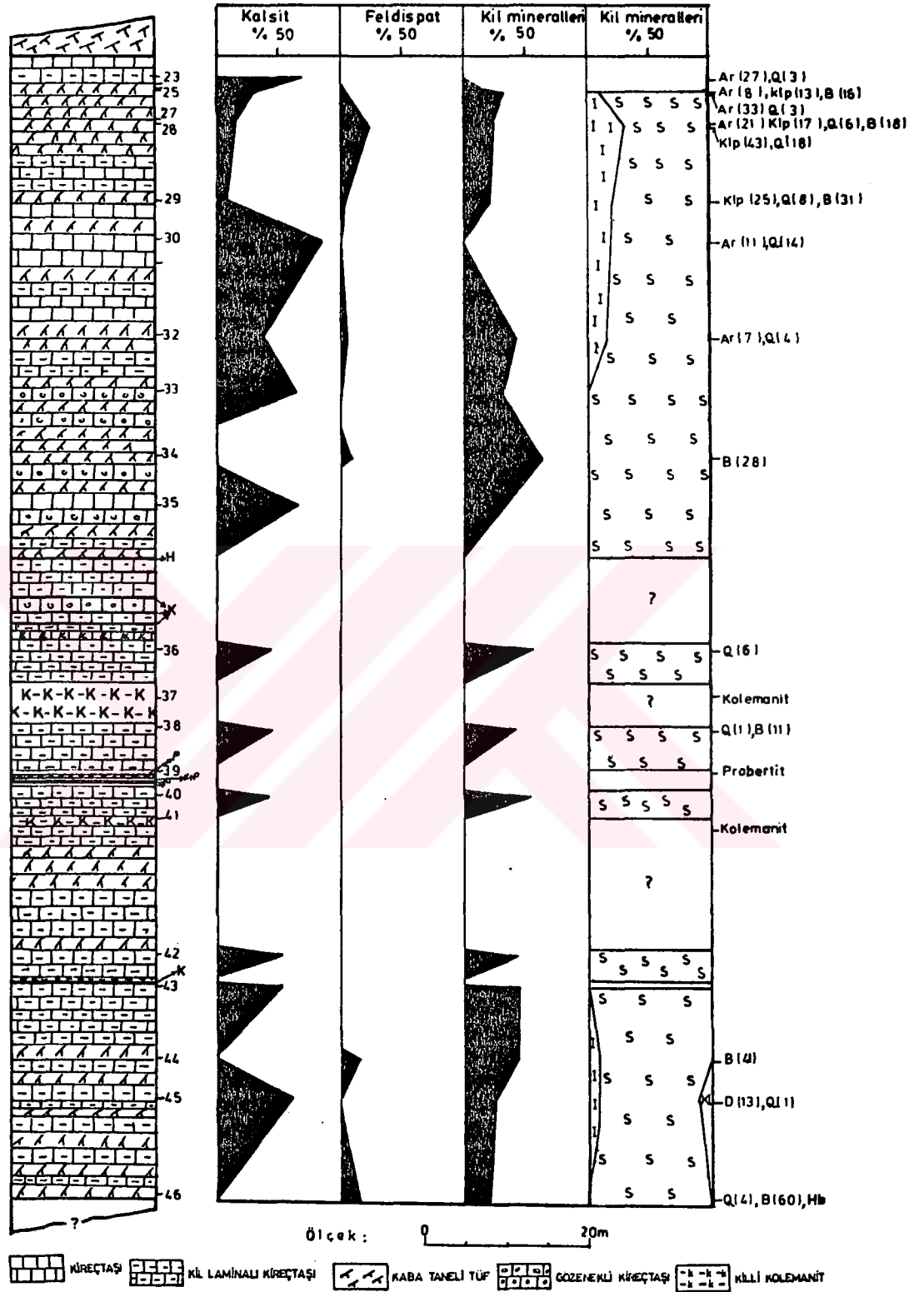
Şekil 3.5 Uzun Tepe üyesinde saptanmış bazı minerallerin EIS-7 sondajındaki dikey dağılımları



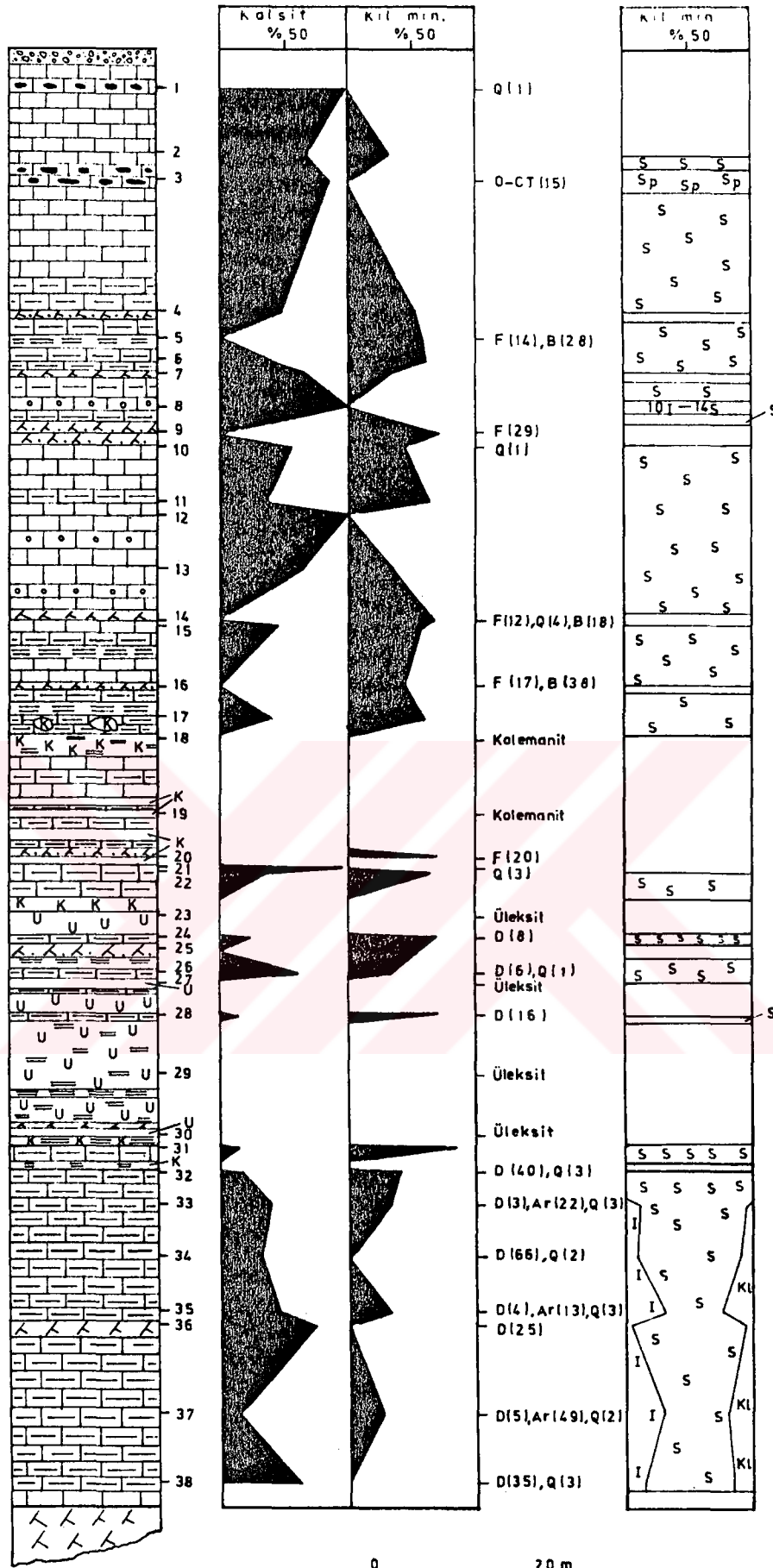
Şekil 3.6 : Uzun Tepe üyesinde saptanmış bazı minerallerin EİS-14 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.7 : Uzun Tepe üyesinde saptanmış bazı minerallerin EIS-14 sondajındaki dikey dağılımları (Dikme kesit açıklamaları için Şekil 3.6'a bakınız)



Şekil 3.8 : Uzun Tepe üyesinde saptanmış bazı minerallerin EIS-17 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.9 : Uzun Tepe üyesinde saptanmış bazı minerallerin PYS-2 sondajındaki dikey dağılımları



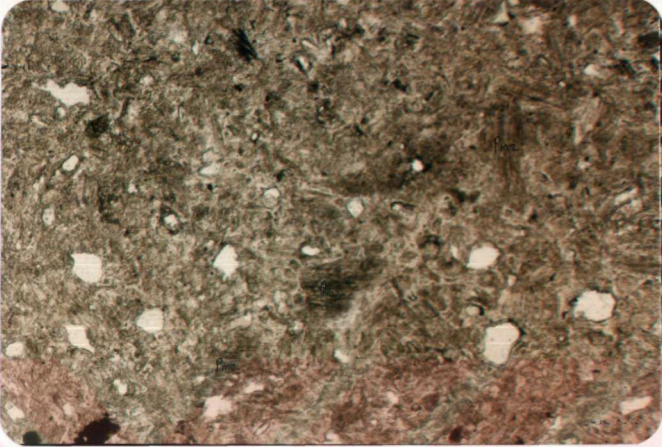
ise EIS-14 sondajında iki, EIS-20 sondajında ise bir örnekte rastlanmıştır.

Diğer minerallerden kuvars, feldispat ve opal-CT killi-karbonatlı birimlerle tüflere bağımlılık gösterirken; klinoptilolit, analsim ve biyotit tüflere bağımlılık göstermektedir. Bu minerallerden plajiyoklas kuvars, hornblend ve biyotit volkanik kökenlidir. Klinoptilolit, analsim opal-CT ve K-feldispat ise otijeniktir. Zeolit minerallerinden klinoptilolit Emirler tuf üyesi ile olan geçiş zonlarında gözlenmekte ve dolomitli örneklerde ya hiç bulunmamakta ya da bolluk açısından ters bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Aynı ilişki Gündoğdu (1982) tarafından da ortaya konulmuştur. Klinoptilolit'e zeolitleşmenin gözlenmediği üç sondaj ile birlikte analsimin gözlendiği iki sondajda da (EIS-14, EIS-15) rastlanılmamıştır. Sadece üç sondajda gözlenen (EIS-9, EIS-14, EIS-15) analsim EIS-14 ve EIS-15 sondajlarında boratlı zonun üzerinde, buna karşın EIS-9 sondajında ise boratlı zonda yer almaktadır. Gözlenen bir diğer özellik ise analsimin kil mineralleri (Simektit) ve dolomit ile önemli beraberlik göstermesidir. Analsimin simektit ile olan beraberliği çeşitli araştırmacılar tarafından da ortaya konulmuştur. (Ataman, 1976; Hay, 1978; Ataman ve Gündoğdu, 1980, 1981, 1982; Gündoğdu, 1982; Yalçın, 1984). Bu araştırmacılardan Gündoğdu (1982) trioktaedrik simektitlerin analsim ile yaygın olarak beraber bulunmasını simektit neoformasyonuna bağlamıştır. Araştırmacı

Mg<sup>++</sup> konsantrasyonunun yüksekliğinin volkanik malzemenin simektitleşmesine yol açarak artık çözeltilerin Si/Al oranını düşürdüğünü ; bunun sonucu olarak Si/Al oranı düşük olan (Si/Al= 2) analsimin oluştuğunu ileri sürmüştür. Boratlı zonda bulunan ana borat minerallerinden genellikle probertit altta, kolemanit ise üstte yer almaktadır (Bkz. Şekil 3.5). Bazı sondajlarda kolemanit+jips+anhidrit parajenezi egemen iken (EİS-3, EİS-4, EİS-7, EİS-9, EİS-15, EİS-16) bazılarında sadece kolemanit yer almaktadır (EİS-14, EİS-17, EİS-18, EİS-20). Kil fraksiyonu çözümlemesi gerçekleştirilen 68 örneğin (Ek Çizelge B.1.) 66'sında (tüm örneklerin %97'si) ortalama 9 oranında simektit gözlenmiştir. Kil fraksiyonunun ikinci önemli minerali olan illit 22 örnekte (%32) en az 0.5 en çok 3.5 olmak üzere ortalama 2 oranında saptanmıştır. Klorit ise 17 örnekte (%25) en az 0.5, en çok 3.0 olmak üzere ortalama 1.5 oranında bulunmaktadır.

### 3.3.3. Emirler tüf üyesi

(OM) incelemeleri ile bu üyenin alt kesimini oluşturan kaba taneli tüflerin önemli oranda pomza, az miktarda kuvars, sanidin, plojiyoklaz, muskovit, biyotit, hornblend ve kayaç parçacıkları (volkanik+metamorfik) içerdikleri saptanmıştır. İnce uzun lifsi yapıdaki pomzalar kayaç içerisinde gelişigüzel bir dağılım gösterirler (Şekil 3.10). Kayaçtaki bulunuş frekansı genellikle diğer minerallerden fazla olan kuvars kristallerinde yer yer mağmatik kemirilme, kenarlarından itibaren çözünme ve yeniden kristallenme izleri



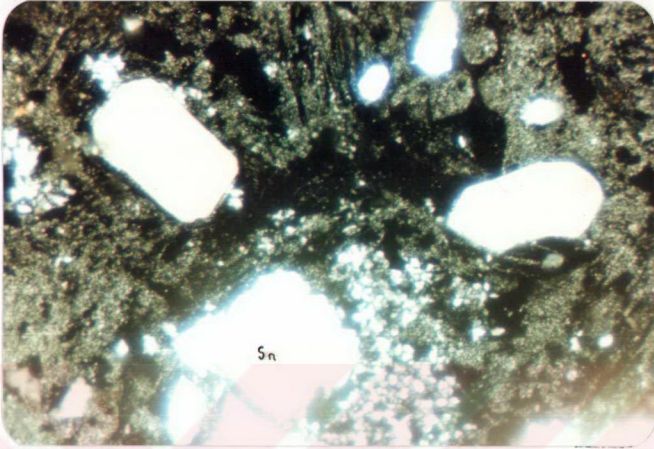
Şekil 3.10: Emirler üyesi camsı kül tüflerinde gözlenen lifsi dokuda pomzalar (Pmz)  
(Tek Nikol, 40x)



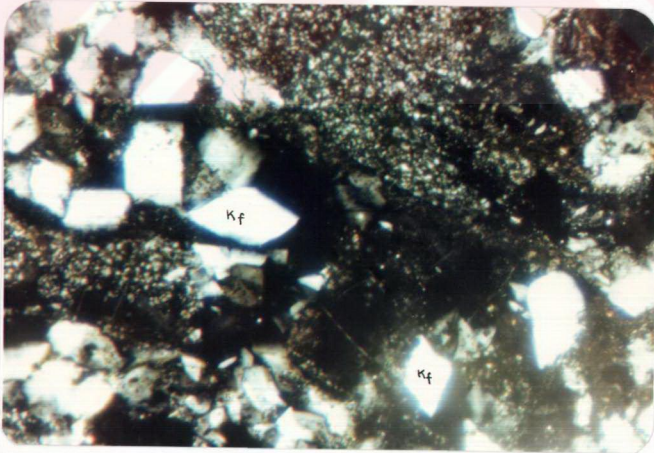
Şekil 3.11: Emirler üyesi tüflerinde gözlenen kemirilmiş kuvars (Q) kristali  
(Tek Nikol, 50x)

gözlenmektedir(Şekil 3.11).Temiz ve berrak yüzeye sahip olan sanidin kristallerinde de kenarlarından itibaren çözünme ve yeniden kristalleme izleri yaygındır(Şekil 3.12). Kahverengi pleokroizma gösteren biyotitler en fazla bulunan koyu renkli mineral olup yer yer opasitleşme ve kloritleşme gibi bozunma izleri göstermektedir.Ayrıca anal-simli bir örnekte oldukça yaygın otijenik K-feldispat oluşumlarına rastlanılmıştır (Şekil 3.13). Bu bileşenler submikroskopik volkanik malzeme ile bağlanmışlardır.Bu tüfleri adlandırmak amacıyla seçilen 5 örnek üzerinde modal analiz gerçekleştirilmiştir(Çizelge 3.3.). Schmid (1981) sınıflamasına göre kayaca "camsı kül tüfü" adı verilmiştir.(Şekil 3.14). Bu camsı kül tüflerinin bağlayıcı malzemesinde ve pomzalarda yaygın olarak zeolitleşme gelişmiştir.Pomzalarda lifler boyunca gelişen zeolitleşme hamurda sferülitik (ışınsal çökülü) oluşumlar şeklinde kendini göstermektedir.Volkanik camın ve kristal parçalarının az olduğu bazı örneklerde bağlayıcı malzemedede ve boşluklarda gözenek suyundan itibaren çökelmiş sparitik karbonat çimentonun varlığı da gözlenmiştir.

Değişik sondajlardan bu üyeye ait toplam 92 örnek üzerinde (AS-2=1,EİS-3=23,EİS-4=1,EİS-7=9,EİS-8=1,EİS-9=24,EİS-14=3,EİS-15=4,EİS-17=21,EİS-20=1,GPS-18=2,KS-15=1,PS-51=1) gerçekleştirilen X-RD(TK) çözümlenmeleri sonucunda kalsit,dolomit opal-CT(Jones ana Segnit,1979),klinoptilolit,analsim,feldispat kuvars,biyotit ve kil minerallerinin varlığı saptarmıştır(Ek-Çizelge A.3).



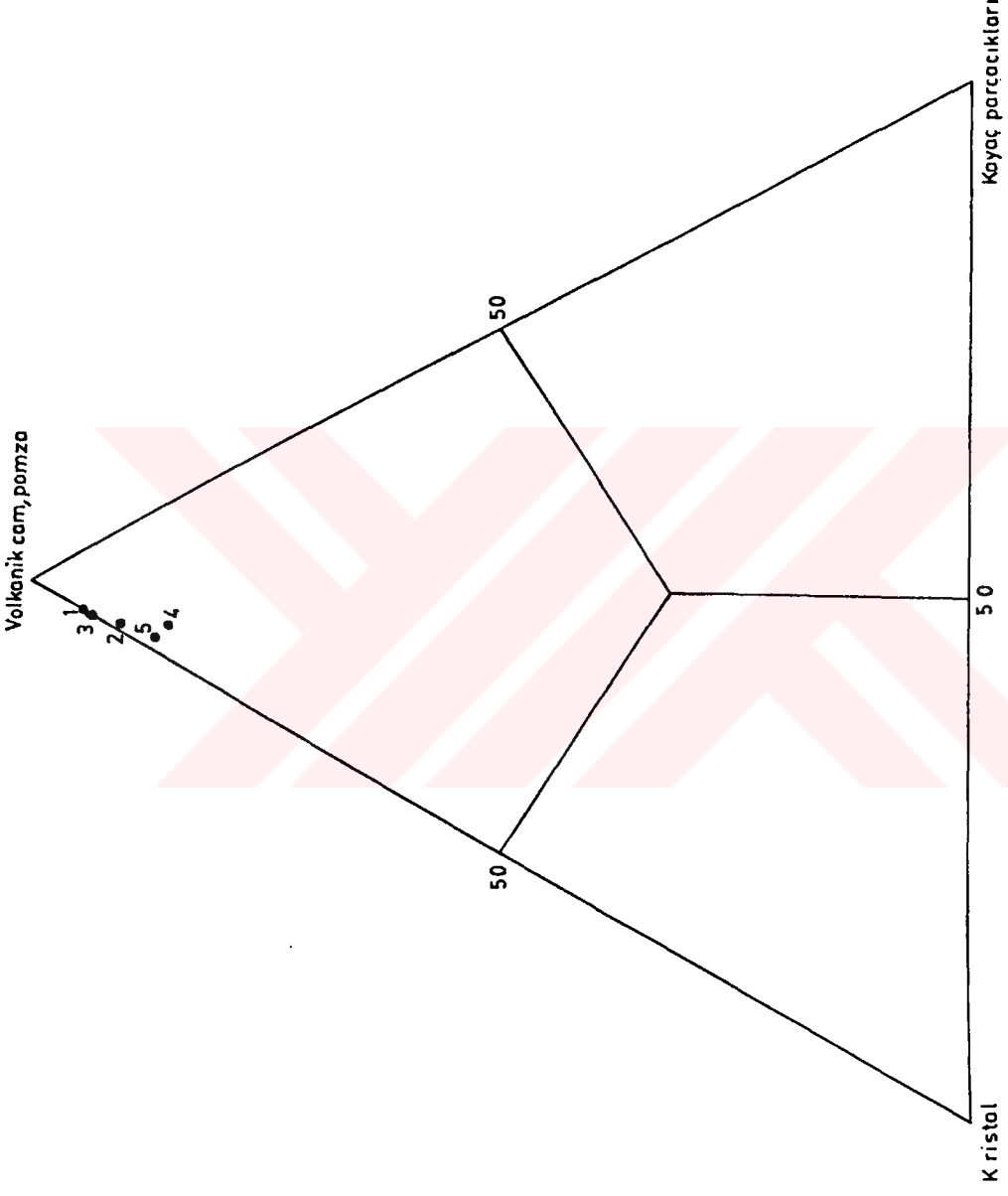
Şekil 3.12 : Emirler üyesi tüflerinde gözlenen sanidin (Sn) kristallerinin kenarlarında gelişen çözünme ve yeniden kristallenme izleri (Çift Nikol, 64x)



Şekil 3.13 : Emirler üyesinin camsı kül tüflerinde özşekilli otijenik K-feldispat (Kf) oluşumları (Çift Nikol, 252x)

Çizelge 3.3. Emirler Tüf Üyesi Örneklerinin Modal Analiz Sonuçları

Modal Analiz No	Örnek No	Bileşenler (%)										Uç Bileşenler		
		Pomza, Cam	Plajiyoklas	Sanidin	Kuvars	Hornblend	Biyotit	Muskovit	Kalsit	Kayaç Parçacıkları	Kristal, Kristal Parçaları	Pomza Cam	Kayaç Parçacıkları	
1.	EİS-3/31	94.69	0.80	0.60	3.64	0.07	0.20	-	-	-	-	5.31	94.69	-
2	EİS-7/42	90.53	1.55	1.03	5.17	-	0.86	-	-	-	0.86	8.61	90.53	0.86
3	EİS-7/10	93.59	2.08	0.25	3.91	-	0.17	-	-	-	-	6.41	93.59	-
4	EİS-9/13	85.73	1.71	1.05	7.71	-	0.49	0.14	-	-	3.17	11.1	85.73	3.17
5	EİS-17/16	87.05	1.94	0.35	3.40	-	0.27	0.11	5.18	-	1.70	11.25	87.05	1.70



Şekil 3.14 : Emirler tüflerinin SCHMID (1981) diyagramına göre adlandırılması

Saptanan bu minerallerin sondajlara göre dağılımı Çizelge 3.4'de bulunuş frekanslarıve ortalama yüzdeleri de Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Üyede saptanan en önemli otijenik mineral parajenezleri

(Klinoptilolit+opal-CT) ;

(Klinoptilolit + K-feldispat) ve

(Analsim + K-feldispat) dir.

Yukarıdaparajenezleri verilen otijenik minerallerden klinoptilolit hem bulunuş frekansı (%87) hemde ortalama yüzdesi (%78)'nin yüksek olması nedeniyle en önemli zeolit mineralini oluşturmaktadır. Diğer zeolit minerali olan analsimin ortalama yüzdesinin nispetin yüksek(%59) olmasına karşın bulunuş frekansı çok düşüktür(%3). Birimde gözlenen diğer minarallerden feldispat ve kuvarsın ortalama yüzdeleri sırası ile %14 ve %8'dir. Bu gözlemler mikroskopta yapılan modal analiz sonuçları ile birleştirildiğinde özellikle K-feldispatın önemli bir kesiminin bağlayıcı malzemenin zeolitleşmesi sırasında otijenik olarak oluştuğunu ortaya koymaktadır. Dikey yöndeki mineralojik değişimleri belirlemek amacıyla dört sondajda (EIS-3, EIS-7, EIS-9, EIS-17) minerallerin dağılımı incelenmiştir (Şekil 3.15, 3.16, 3.17, 3.18). Klinoptilolitlerin dağılımında genelleştirilebilecek bir değişiklik gözlenmesine karşın EIS-7 ve EIS-17 sondajlarında klinoptilolit yüzdesinin üste doğru arttığı gözlenmektedir. Bu mineralin azaldığı örneklerde feldispat ve

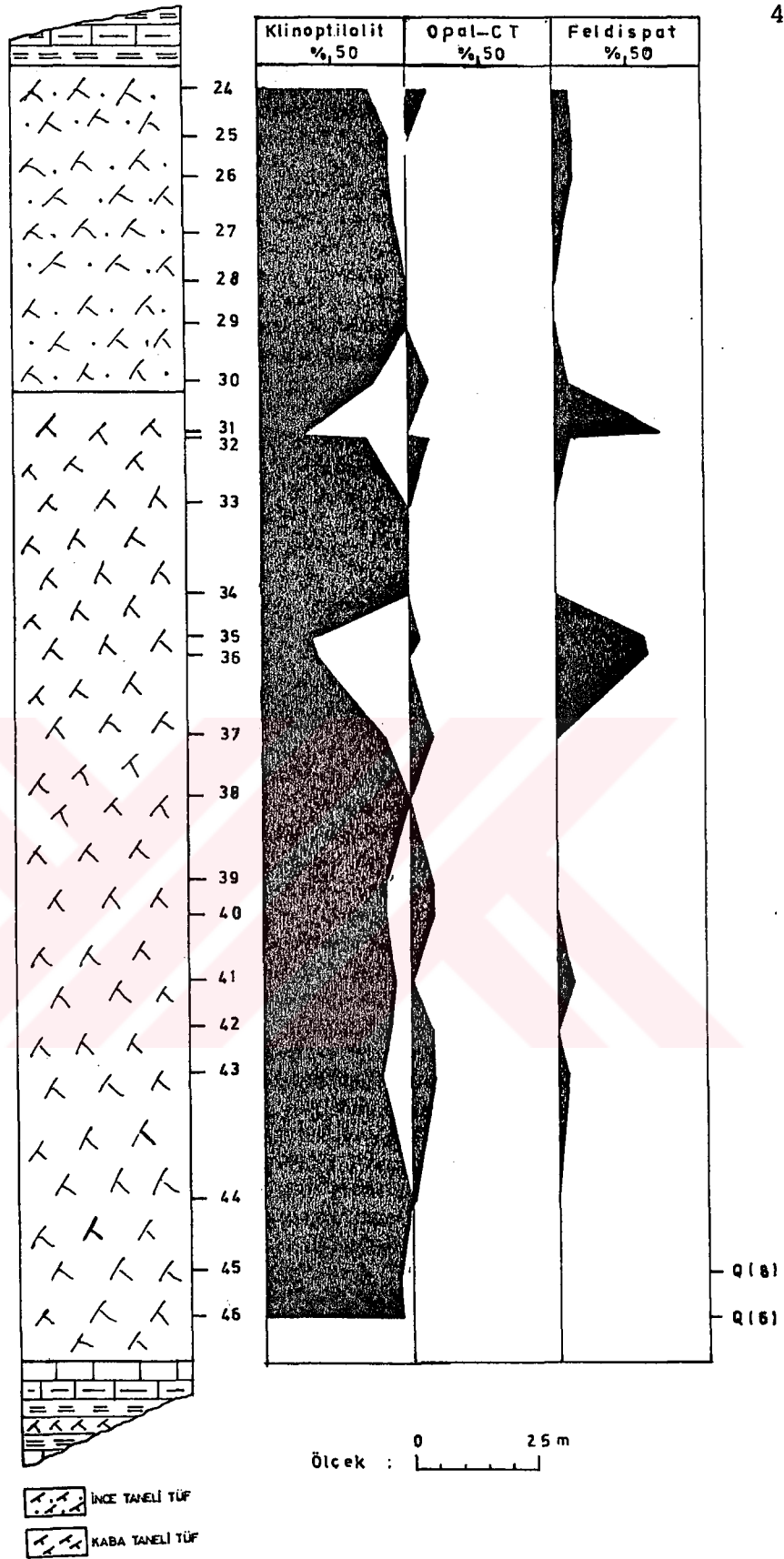


Şizelge 3.4. Emirler Tüf. Üyesinde Saptanan Minerallerin Sandajlara Göre Dağılımı.

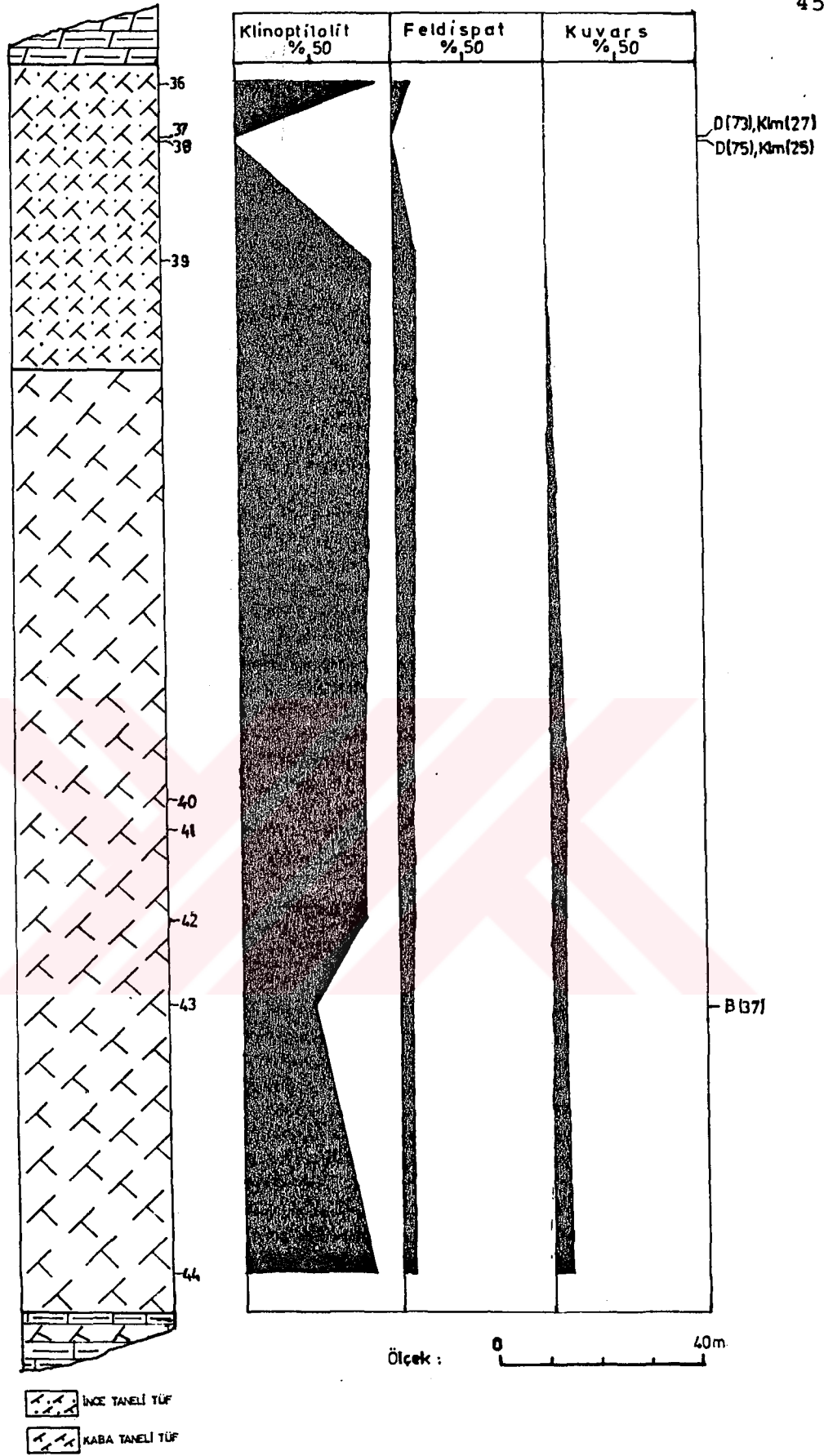
MİNERALLER	SONDAJ NO	KALSİT	DOLOMİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BİYOTİT	KİL MINERALLERİ
	AS-2			+		+				+
	EİS-3			+		+	+	+		
	EİS-4	+				+	+			
	EİS-7		+	+		+	+		+	+
	EİS-8			+						
	EİS-9	+		+		+	+	+	+	+
	EİS-14	+		+		+	+			+
	EİS-15	+			+	+	+			+
	EİS-16		+	+		+				
	EİS-17	+		+		+	+		+	+
	EİS-20			+		+	+			
	GPS-18	+		+		+	+			
	KS-15			+		+	+			
	PS-51			+		+	+			

Çizelge 3.5. Emirler Tüf Üyesinde Saptanan Bazı Minerallerin Bulunuş Frekansları. En Az, En Çok ve Ortalama %'leri

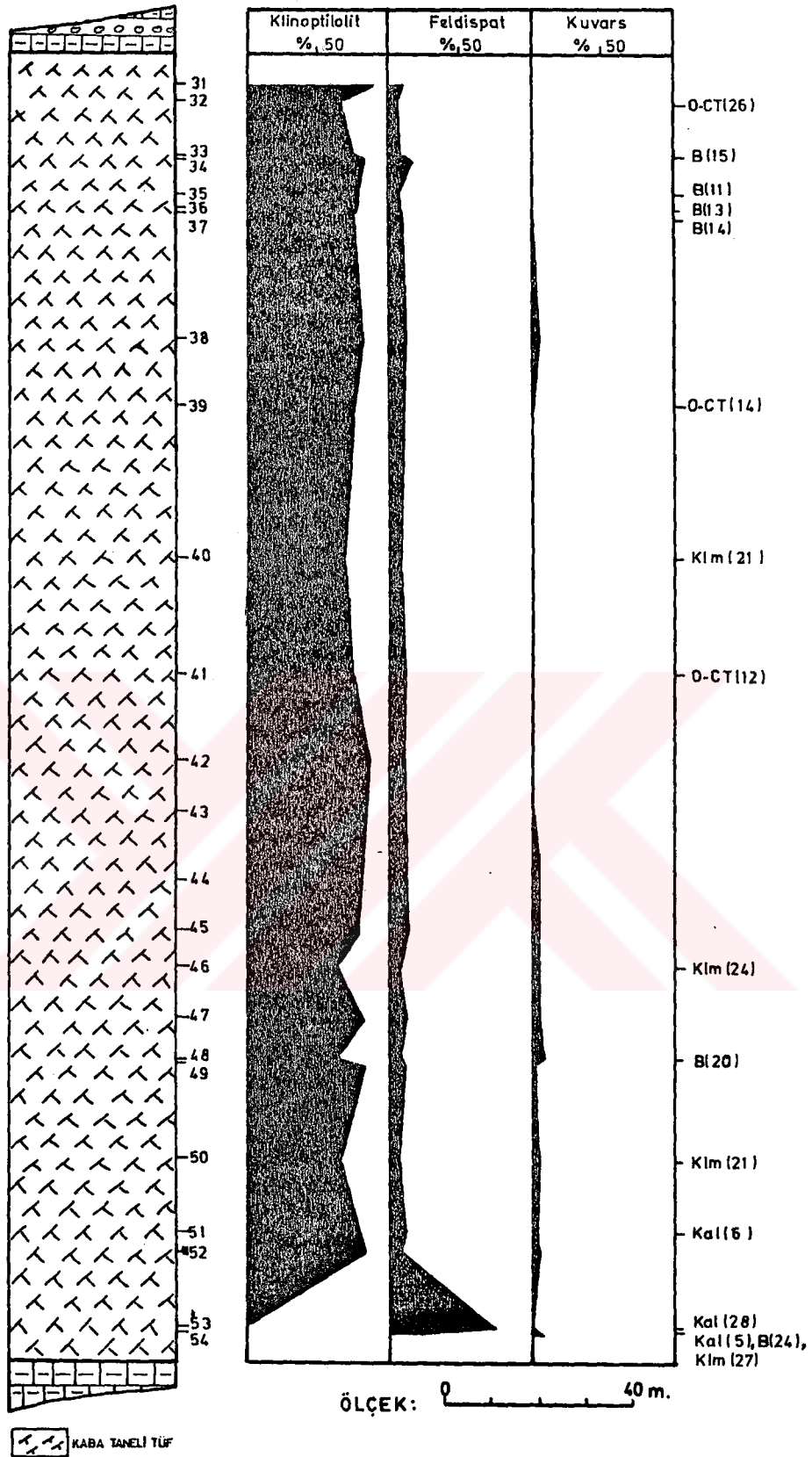
<u>Mineral</u>	<u>Bulunuş Frekansı (%)</u>	<u>En az (%)</u>	<u>En çok (%)</u>	<u>Ortalama</u>
Kalsit	13	5	61	21
Dolomit	3	47	75	65
Klinoptilolit	87	29	100	78
Analsim	3	47	78	59
Feldispat	80	3	72	14
Kuvars	46	2	39	8
Opal-CT	13	7	24	15
Biyotit	16	11	49	20
Kil Mineralleri	15	19	69	32



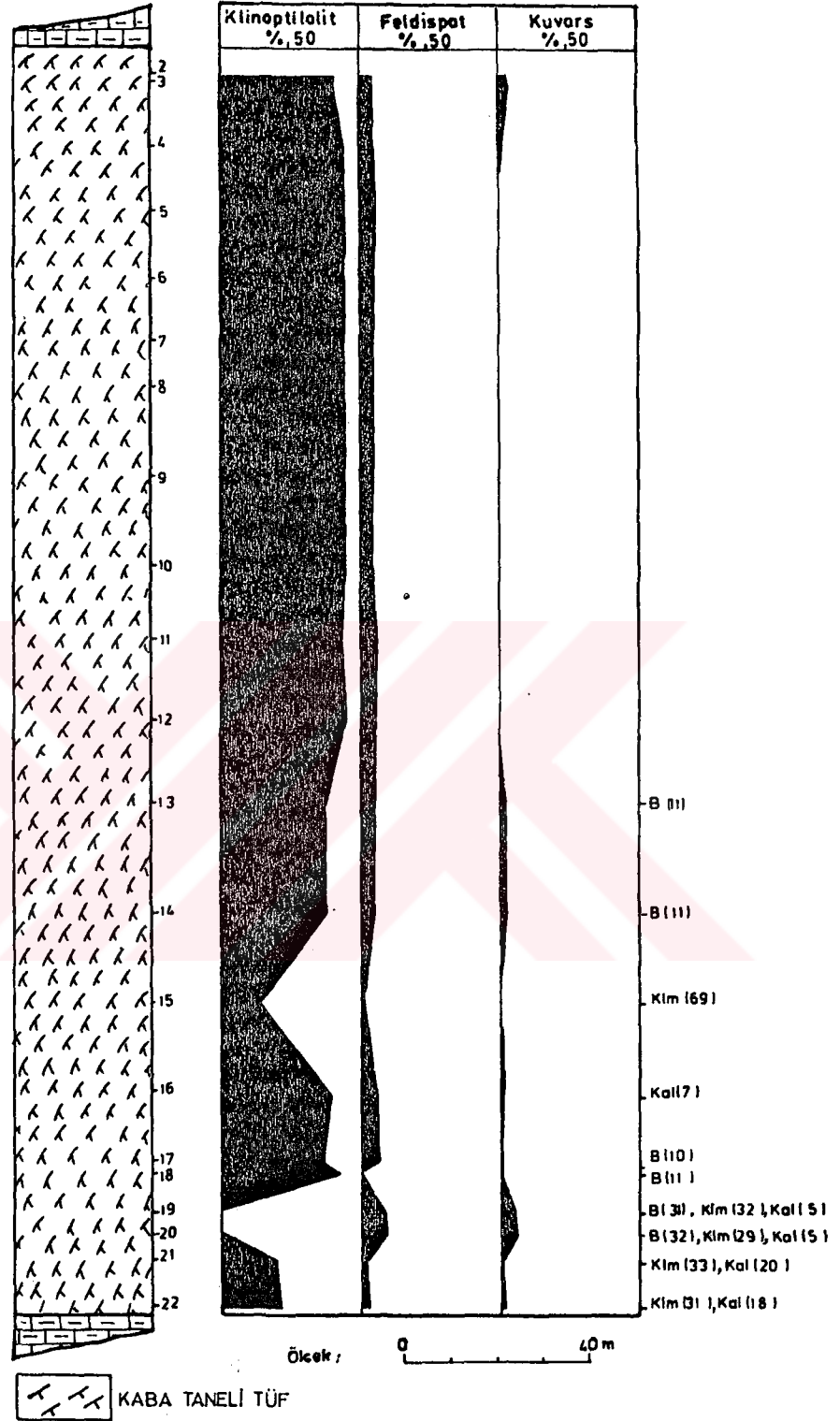
Şekil 3.15: Emirler tuf üyesinde saptanan bazı minerallerin EİS-3 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.16: Emirler tuf üyesinde saptanan bazı minerallerin EIS-7 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.17: Emirler tuf üyesinde saptanan bazı minerallerin EIS-9 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.18: Emirler tuf üyesinde saptanan bazı minerallerin EIS-17 sondajındaki dikey dağılımları

kuvarsın arttığıda farkedilmektedir. Bu durum, ortam koşullarının dikey yönde değiştiğine işaret etmektedir. Belirtilmesi gereken bir özellikte biyotitin genellikle alttaki kaba taneli tüflere bağımlılık göstermesidir.

Bu üyeye ait 6 örnek üzerinde gerçekleştirilen X-RD(KF) çözümlmelerine göre egemen kil mineralinin simektit olduğu ortaya çıkmıştır. Örneklerin tümünde ortalama 8 oranında (en az 5, en çok 10) gözlenen simektitlerin yanısıra 2 örnekte ortalama 5 oranında illit bulunmaktadır (Ek Çizelge B.2). Gündoğdu (1982)  $d_{050}$  ölçümlerine göre zeolit içeren örneklerde simektitlerin dioktaedrik, K-feldispat içerenlerde trioktaedrik (Mg'ca zengin) olduğunu ortaya koymuştur. Kil minerallerinden simektitin kökeni otijeniktir. Illitler ise feldispatların bozunma ürünü olabileceği gibi muskovit veya biyotit ile de temsil edilebilir.

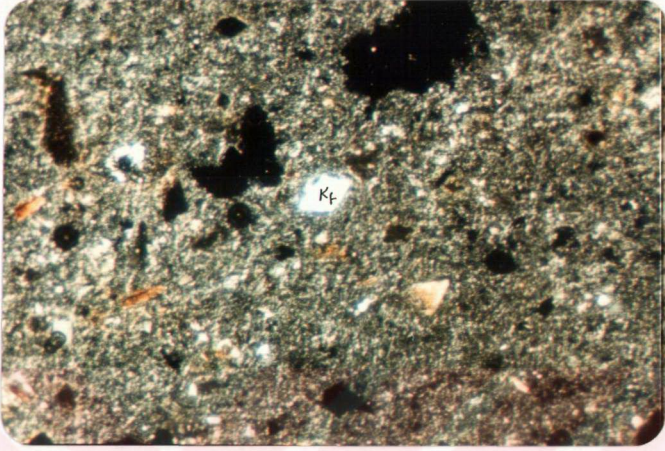
#### 3.3.4. İskele üyesi

Killi-Karbonatlı birimlerle ardalanmalı şekilde bulunan tüfler üzerinde yapılan (OM) incelemeleri kayacı oluşturan açık renkli bileşenlerin; plajiyoklaz, kuvars, sanidin; koyu renkli bileşenlerin ise biyotit ve hornblendden meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bu minerallerin yanısıra bazı kesitlerde zirkon, mağmatik kayaç parçacıkları ve opak minerallere de rastlanılmıştır. Polisentetik ikizlenme ve zonlu yapı gösteren plojiyaklazların miktarı incelenen kesitlerin büyük bir kısmında sanidin ve kuvarstan fazladır. Kahverengi pleokroizma

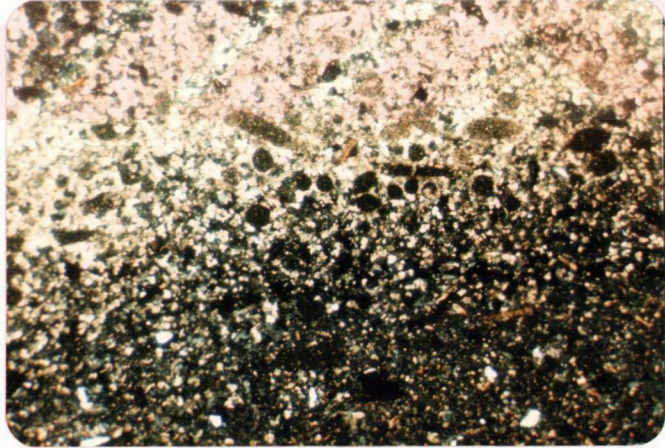
gösteren biyotitler yer yer opasitleşme ve kloritleşme türü bozunma izleri göstermekte olup, yarı özşekilli, levhamsı kristallerinde deformasyon izleri (kıvrımlanmalar, bükülmeler) gözlenmektedir. Yeşilimsi pleokroizmaya sahip hornblendlerin miktarı biyotitlerden daha azdır. Bu bileşenler kahverenği-siyah toz boyundaki submikroskopik volkanik malzeme ile bağlanmıştır. Örneklerin çoğunda sözkonusu matris yanında sparitik karbonat çimento da mevcuttur.

İncelenen kesitlerin bazılarının bağlayıcı malzemesinde ışınal dokulu gri grişim rengi gösteren analsim ve klinoptilolit ile birlikte ortijenik K-feldispat oluşumlarına da rastlanmıştır (Şekil 3.19). Açık ve koyu litolojilerin milimetrik ölçekte arдалandığı bir örnekten yaptırılan ince kesitte açık renkli kesimin büyük ölçüde karbonattan oluştuğu ve bu karbonatlı kesimin içinde de yuvarlak ve köşeli şekilli intraklastların yer aldığı; koyu renkli kesimin ise feldispat, kuvars, biyotit ve kayaç parçacıklarından oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 3.20). Volkanik malzemedен oluşаn koyu renkli kesimde biyotitler tabakalanmaya paralel olarak yer almaktadır. Bu gözlemler söz konusu arдалanmanın kimyasal çökelmenin egemen olduğu nispeten hareketli bir ortama periyodik aralıklarla volkanik malzemenin getirimi sonucu oluştuğunu ortaya koymaktadır.





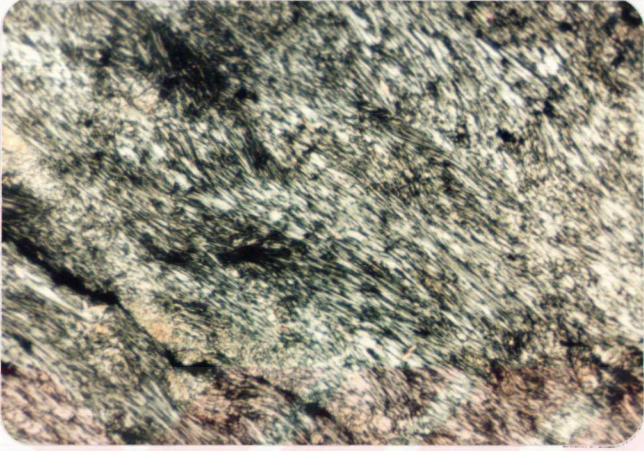
Şekil 3.19: İskele üyesi tüflerinde otijenik K-feldispat oluşumları  
(Çift Nikol, 64x)



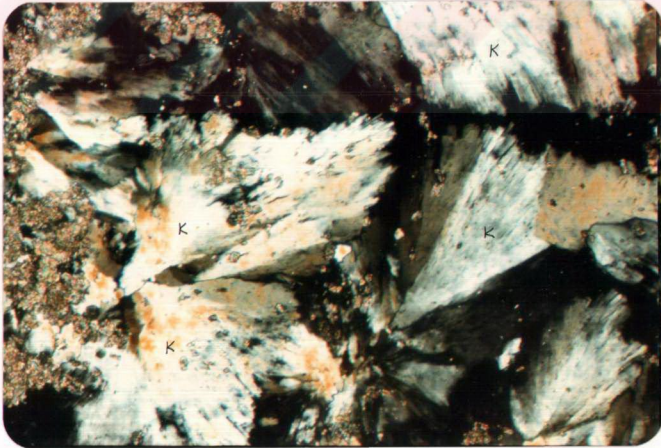
Şekil 3.20: İskele üyesinde gözlenen tüf-karbonat laminasyonu  
(Çift Nikol, 40x)

Cevher minerallerinden üleksit üzerinde gerçekleştirilen (OM) incelemeleri bunların lifsi dokuda olduğu, bu liflerin yer yer düğümlenerek yumaklar oluşturduğu gözlenmiştir. Bazen karbonatlaşmanın da gözleendiği üleksit kristallerinde polisentetik ikizlenmeler tipiktir (Şekil 3.21). Kalsit + kolemanit içeren örnek üzerinde yapılan (OM) incelemeleri ise kolemanitinkalsitin boşluklarında ışınal (yelpaze şekilli) kristaller şeklinde yer aldığı gözlenmiştir (Şekil 3.22).

Bu üyeden alınan toplam 342 örneğin (AS-2=23, EIS-3=23, EIS-7=35, EIS-8=27, EIS-9=30, EIS-14=20, EIS-17=1, GPS-18=31, KS-15=24, PS-45=30, PS-51=64, YTS-4=7, YTS-6=7, YTS-10=16, YTS-12=4) 339'u üzerinde X-RD (TK) çözümlenmesi gerçekleştirilmiş ve karbonat (kalsit, dolomit, aragonit, manyezit ve stronsivanit) zeolit (klinoptilolit ve analim), feldispat (Plajiyoklaz + K-feldispat), kuvars, opal-CT, biyotit, hornblend ve kil mineraleri saptanmıştır (Ek çizelge A.4). Boratlı zonda ise borat minerallerinin (kolemanit, üleksit, tünelit ve pandemit) yanısıra anhidrit ve sölestin yer almaktadır (Çizelge 3.6). Bu minerallerden manyezit, stronsivanit, opal-CT, hornblend ilk kez bu çalışmada saptanmıştır. Borat dışı minerallerin bulunuş frekansları ile enaz, ençok ve ortalama yüzdeleri çizelge 3.7' de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi karbonat minerallerinden kalsitin bulunuş frekansı dolomitten daha yüksek olmasına karşın ortalama yüzdesi daha düşüktür. Dolomit ise aynı litolojik özellikleri gösteren Uzun Tepe üyesine oranla gerek bulunuş frekansı, gerekse ortalama yüzdesi bakımından bu üyede daha önemlidir. Aragonit'in Uzun Tepe üyesine



Şekil 3.21: İskele üyesine ait lifsi dokulu üleksit  
(Çift Nikol, 50x)



Şekil 3.22 :İskele üyesi kireçtaşlarının boşluklarında  
gelişen kolemanit kristalleri  
(Çift Nikol, 160x )

Çizelge 3.6. Iskele Üyesinde Saptanan Minerallerin Sondajlara Göre Dağılımı

SONDAJ NO	KALSİT	ZOLOMİT	ARAGONİT	MANYEZİT	STRONSİYANİT	KLİNOPTİLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BİYOTİT	KİL. MINERAL.	HORNBLEND	SÖLESTİN	KOLEMANİT	MEYERHOFFERİT	İNYOİT	PANDERMİT	ÜLEKSİT	PROBERTİT	HİDROBORASİT	HAVİLİT	ANHİDRİT	JİPS	TUNELİT
AS-2	+	+	+		+		+	+	+		+	+			+				+						
EİS-3	+	+	+		+			+	+		+	+			+				+						
EİS-4																									
EİS-7	+		+	+			+	+	+		+	+	+		+										
EİS-8	+	+	+			+		+	+		+	+	+		+										
EİS-9	+	+	+		+			+	+		+	+	+		+										
EİS-14	+	+	+				+	+	+		+	+	+		+										
EİS-17	+	+	+					+	+		+	+	+		+										
GPS-18	+	+	+		+		+	+	+		+	+	+		+										
KS-15	+	+	+		+			+	+		+	+	+		+										
PS-45	+	+	+					+	+		+	+	+		+										
PS-51	+	+	+					+	+		+	+	+		+										
YTS-4	+	+	+					+	+		+	+	+		+										
YTS-6	+	+	+					+	+		+	+	+		+										
YTS-10	+	+	+					+	+		+	+	+		+										
YTS-12	+	+	+					+	+		+	+	+		+										

Çizelge 3.7. İskele Üyesinde Saptanan Borat Dışı Minerallerin Bulunuş Frekansları, En Az, En Çok ve Ortalama %'leri.

<u>Mineral</u>	<u>Bulunuş Frekansı (%)</u>	<u>En az (%)</u>	<u>En Çok (%)</u>	<u>Ortalama (%)</u>
Kalsit	70	2	100	36
Dolomit	55	2	100	41
Aragonit	27	5	85	29
Klinoptilolit	4	12	90	42
Analsim	6	3	73	19
Feldispat	28	3	100	23
Kuvars	24	1	55	5
Opal-CT	0.003	58	58	58
Biyotit	10	13	58	30
Kil Mineralleri	71	13	100	43

göre bulunuş frekansında bir artma olmasına karşın ortalama yüzde-  
sinde bir azalma gözlenmektedir. Uzun Tepe üyesinde iki sondajda  
gözlenen stronsiyanit Iskele üyesinde altı sondajda gözlenmektedir.  
Bunun yanında Uzun Tepe üyesinde hiç rastlanılmayan manyezite Iske-  
le üyesinde havzanın merkezi kesiminde yapılmış dört sondajda  
(EİS-7, PS-45, PS-51 YTS-6) rastlanılmıştır. Karbonat mineralleri ara-  
sında gözlenen parajenezler önem sırasına göre şu şekildedir:

(Kalsit + dolomit);

(Kalsit + dolomit + aragonit);

(Kalsit + aragonit);

(Kalsit + stronsiyanit);

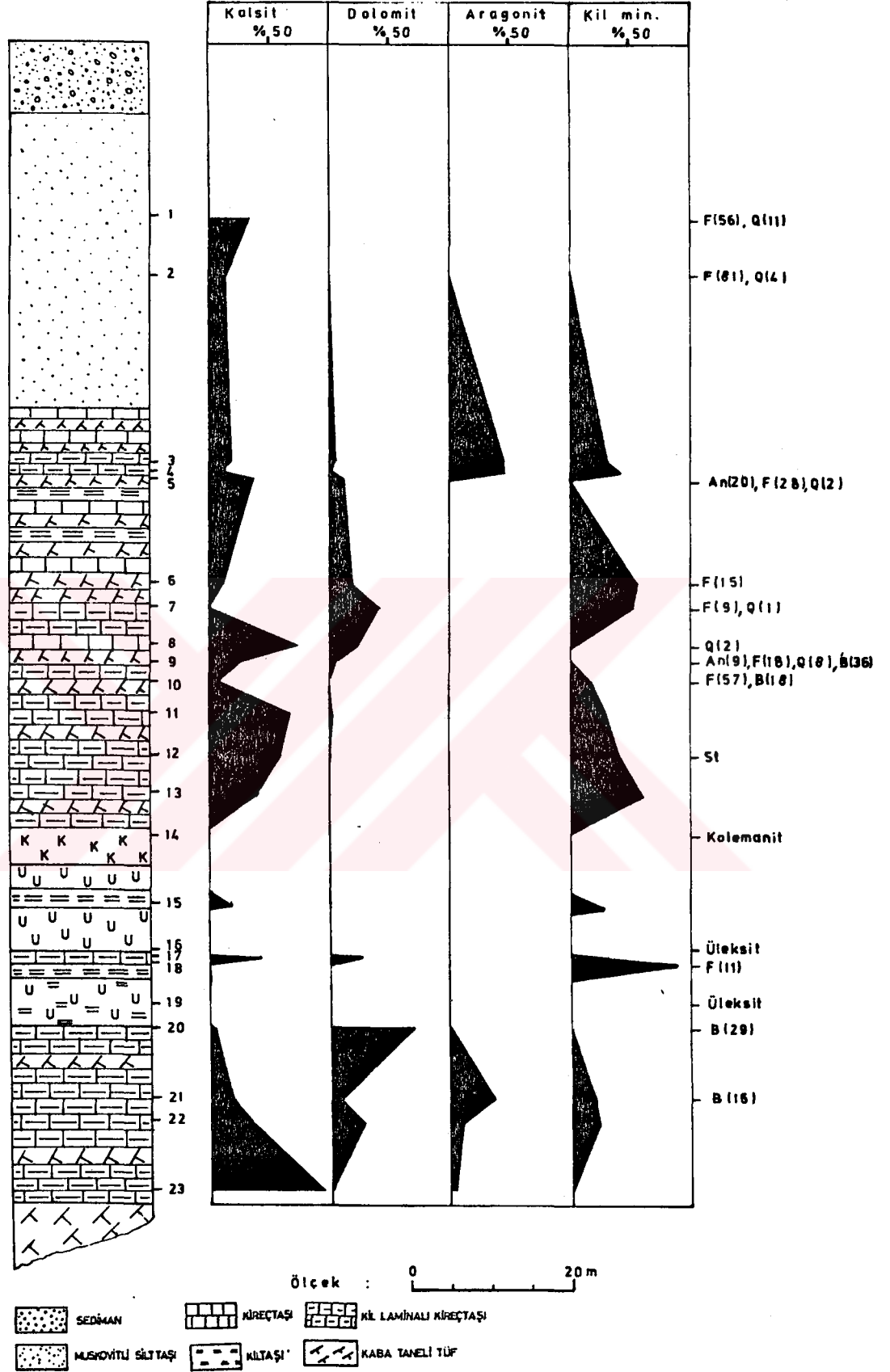
(Dolomit + manyezit);

(Kalsit + dolomit + stronsiyanit);

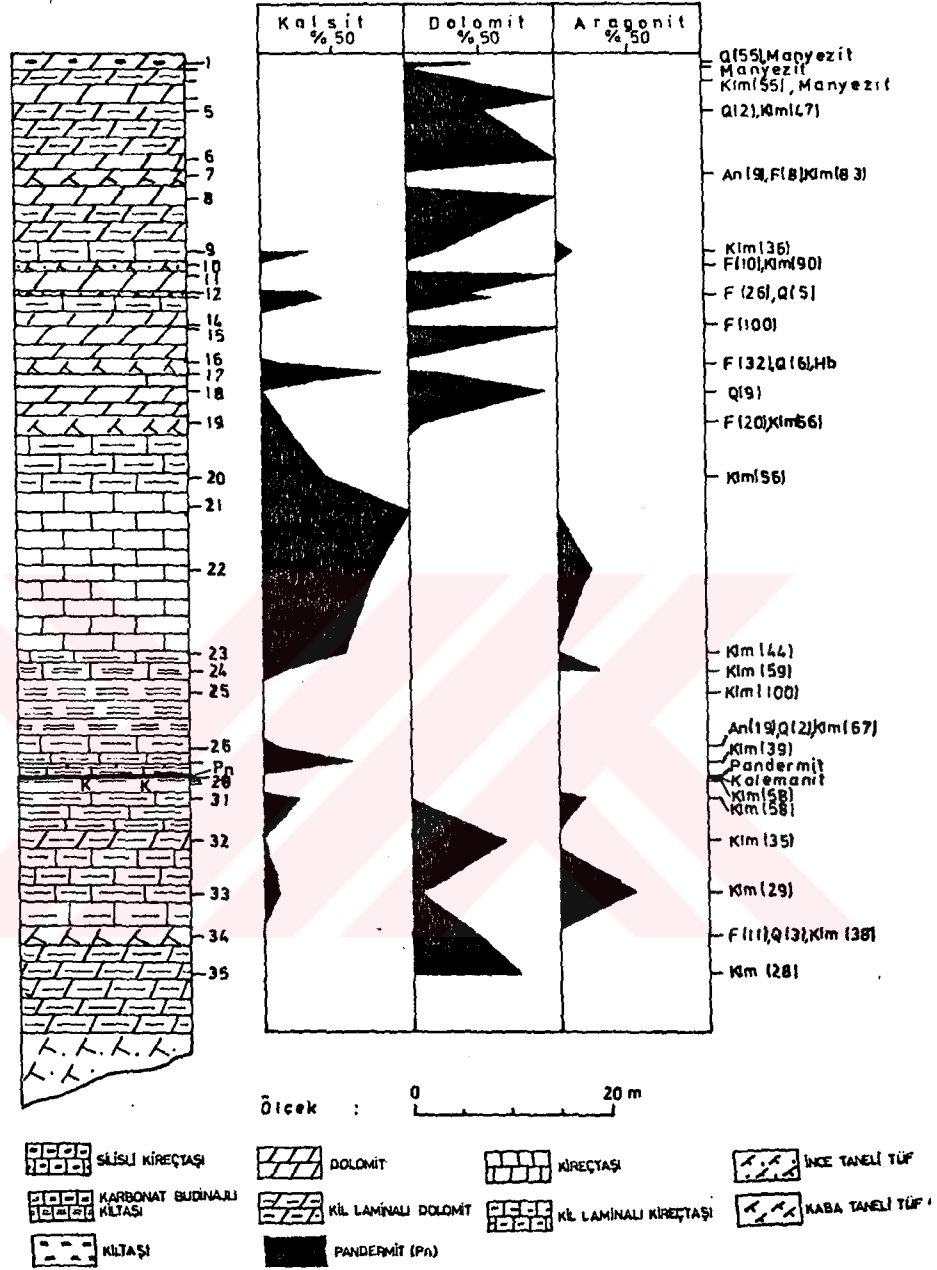
(Dolomit + aragonit);

(Kalsit + dolomit + aragonit + stronsiyanit).

Diğer taraftan yukarıda parajenezleri verilen bu mineraller-  
den kalsit, 65, dolomit, 59; manyezit ise bir örnekte tek ba-  
şına yer almaktadır. Karbonat minerallerinin dikey dağılımın-  
ın verildiği Şekil 3.23, 3.24, 3.25, 3.26 ve 3.27'de görülebile-  
ceği gibi, kalsit tüflü ve boratlı seviyelerde yer yer azal-  
makla birlikte genellikle tüm istif boyunca gözlenmektedir.  
Bununla birlikte dolomitin egemen olduğu seviyelerde ya hiç  
bulunmamakta ya da miktarında önemli azalmalar gözlenmekte-  
dir. Havzanın merkezi kesimindeki bazı sondajlarda

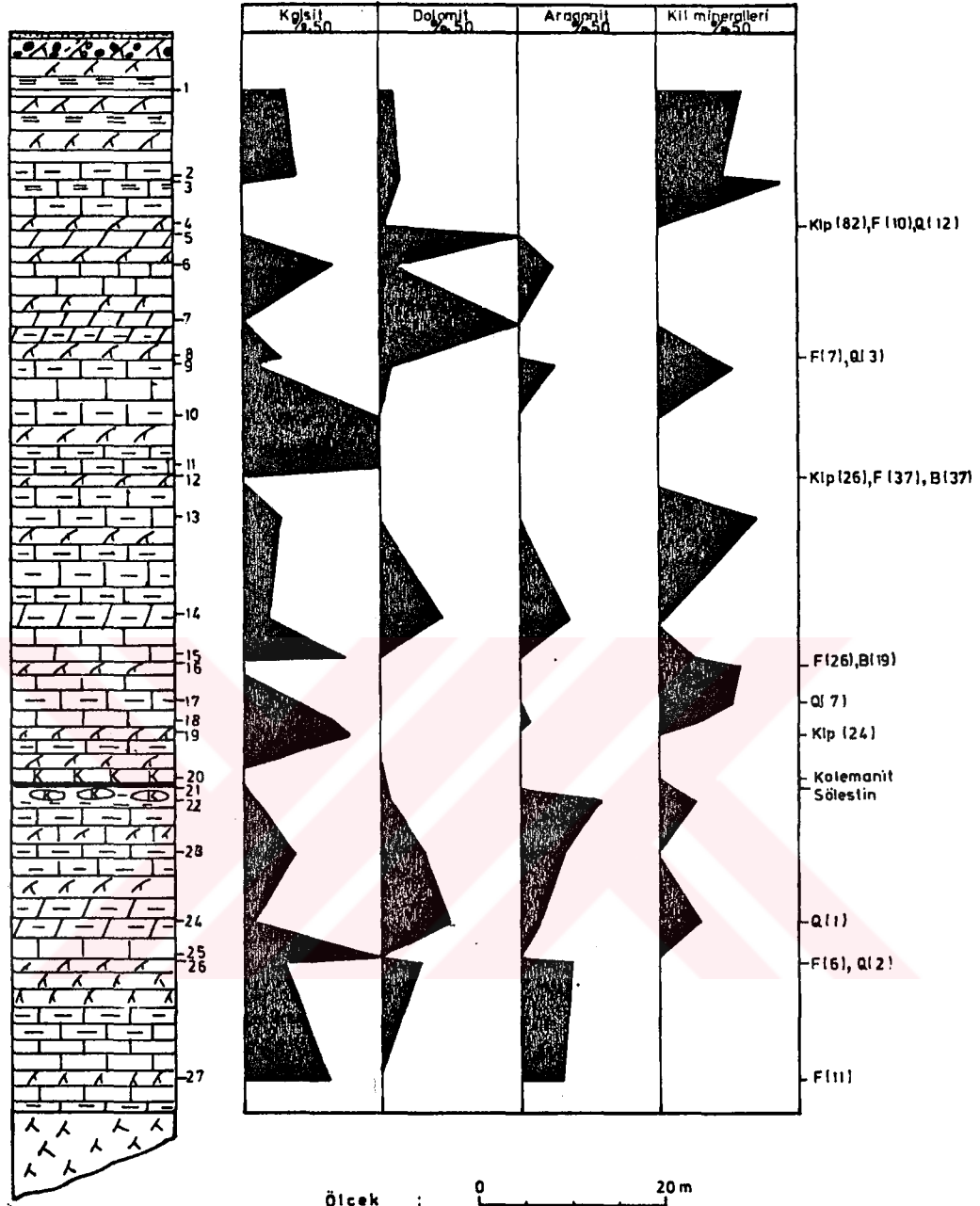


Şekil 3.23 : İskele üyesinde saptanan bazı minerallerin AS-2 sondajındaki dikey dağılımı

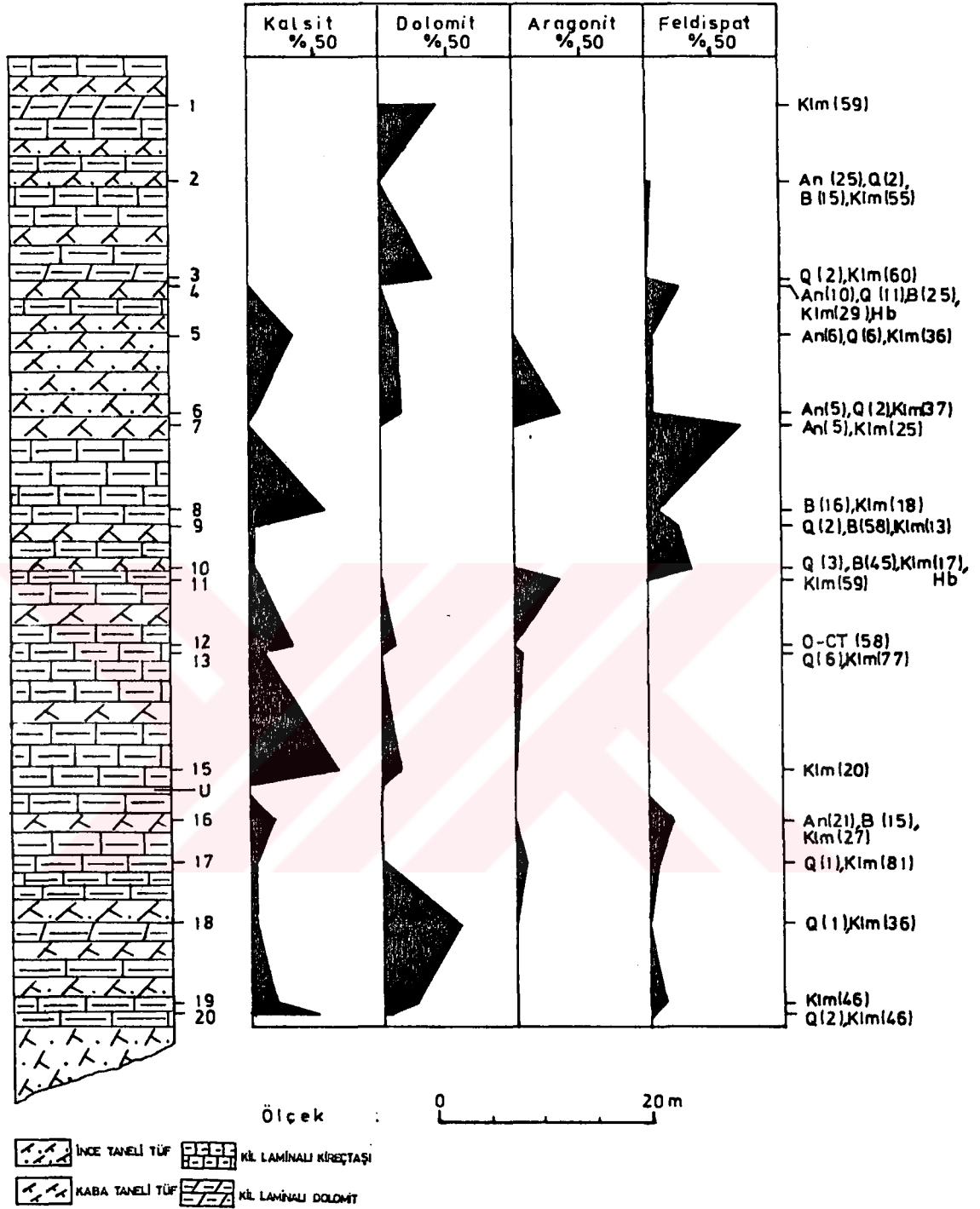


Şekil 3.24 : İskele üyesinde saptanan bazı minerallerin EIS-7 sondajındaki dikey dağılımları

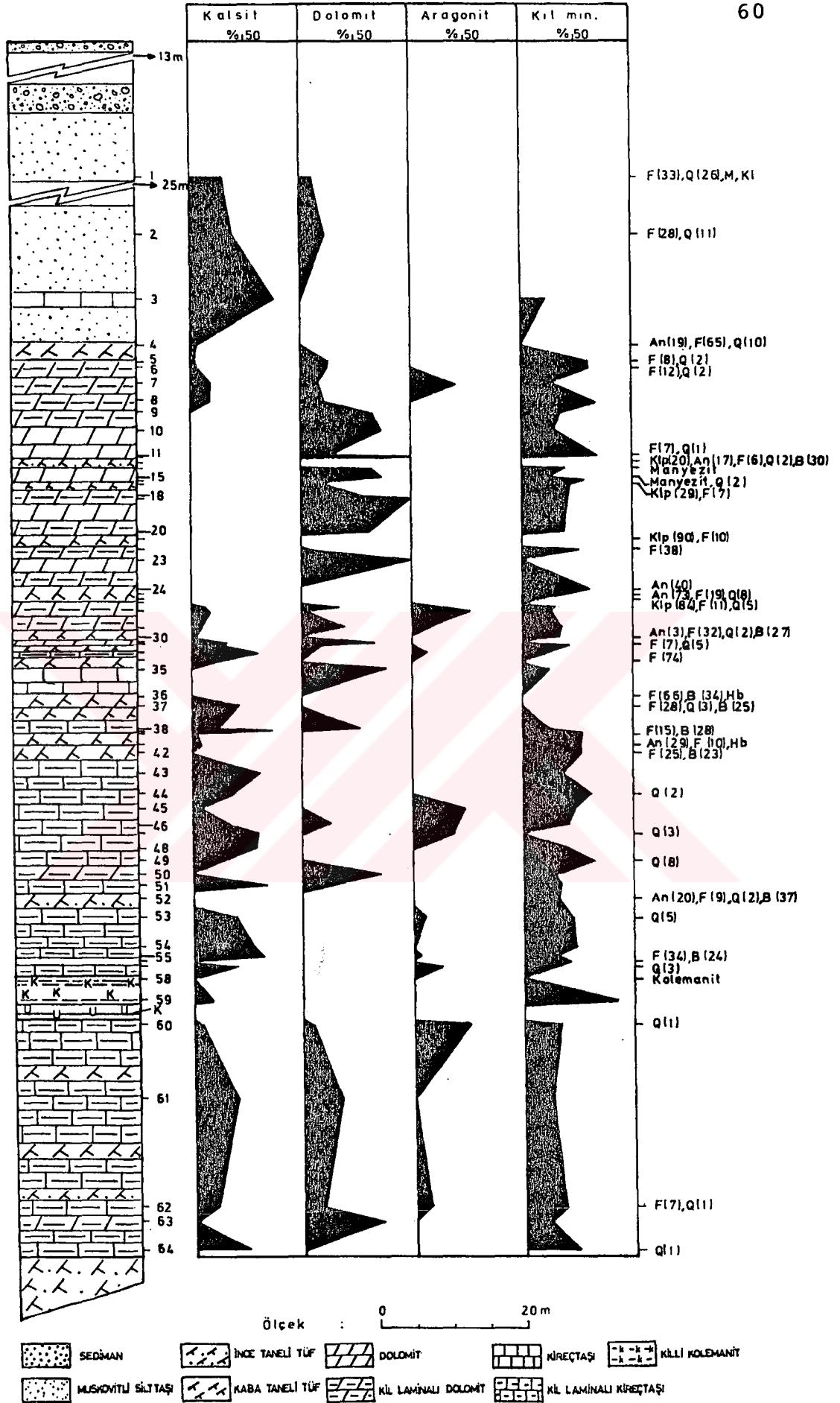




Şekil 3.25: İskele üyesinde saptanan bazı minerallerin EIS-8 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.26 : İskele üyesinde saptanan bazı minerallerin EIS-14 sondajındaki dikey dağılımları



Şekil 3.27 : Iskele üyesinde saptanan bazı minerallerin PS-51 sondajındaki dikey dağılımları

(Şekil 3.24,3.26) ise dolomitin ve/veya manyezitin gözlen-  
diği istifin üst kesimlerinde bulunmamaktadır. Birimdeki  
ikinci önemli karbonat minerali olan dolomit incelenen  
sondajlarda genellikle istifin alt ve üst kesimlerinde  
(boratlı zon dışı) daha yaygındır. Aragonit ise tüm istif  
boyunca gözlenmekle birlikte boratlı zonda daha önemlidir.

Bulunuş frekansları düşük, ortalama yüzdeleri ise nispeten  
yüksek olan zeolit minerallerinden klinoptilolit boratlı  
zonun üzerindeki tüflerde yer alırken, analsim tüm istif  
boyunca gözlenmektedir. Uzun Tepe üyesi ile karşılaştırıl-  
dığında klinoptilolitinin ortalama yüzdesinin çok az artma-  
sına karşın (%33'den → %42'ye) bulunuş frekansında oldukça  
önemli bir azalma (%14'den → %4'e) olmuştur. Analsimin ise  
hem bulunuş frekansı hemde ortalama yüzdesi iki katına  
çıkıştırılmıştır. Fazla belirgin olmamakla birlikte K-feldispat  
oluşumlarının miktarında da Uzun Tepe üyesine göre bir ar-  
tış söz konusudur. Bu üyede diğer üyelerde gözlenmeyen  
bir başka özellikte klinoptilolit + analsim parajenezidir.  
Bu beraberlik ortam kimyasındaki gözenek boyutlu değişik-  
likler sonucu ortaya çıkmıştır.

Boratlı zonda kolemanit genellikle üstte, üleksit ise altta  
bulunmaktadır. Ayrıca, bu zonda pandermit, tünelit, sölestin  
ve anhidrite'de rastlanmıştır. Boratlı zonda bir Sr-borat

minerali olan tunelit ile Sr-sülfat minerali olan söles-  
tinin gözlenmesi borat oluşturan çözeltilerin stronsiyum ve  
SO<sub>4</sub>'ce zengin olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte bu  
üye Uzun Tepe üyesinde sık gözlenen sülfat minerallerin-  
den jipsin bulunmaması, anhidritinse sadece bir sondajda göz-  
lenmiş olması borat oluşumu sırasında ortamın SO<sub>4</sub> iyonları  
açısından fakir olduğunu göstermektedir.

Bu üyeye ait 72 örnek üzerinde gerçekleştirilen X-RD(KF)  
çözümlemeleri birimde simektit ve illitin varlığını orta-  
ya koymuştur. Bu minerallerden simektit tüm örneklerde  
gözlenirken, illit sadece bir örnekte bulunmaktadır. (Ek  
çizelge B.3).

#### 4. JEOKİMYASAL İNCELEMELER

##### 4.1. Giriş

Bu bölümde Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe ve İskele üyesi simektitlerin kimyasal bileşimlerindeki dikey ve alansal değişimleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilen jeokimyasal incelemelerden elde edilen veriler tartışılacaktır.

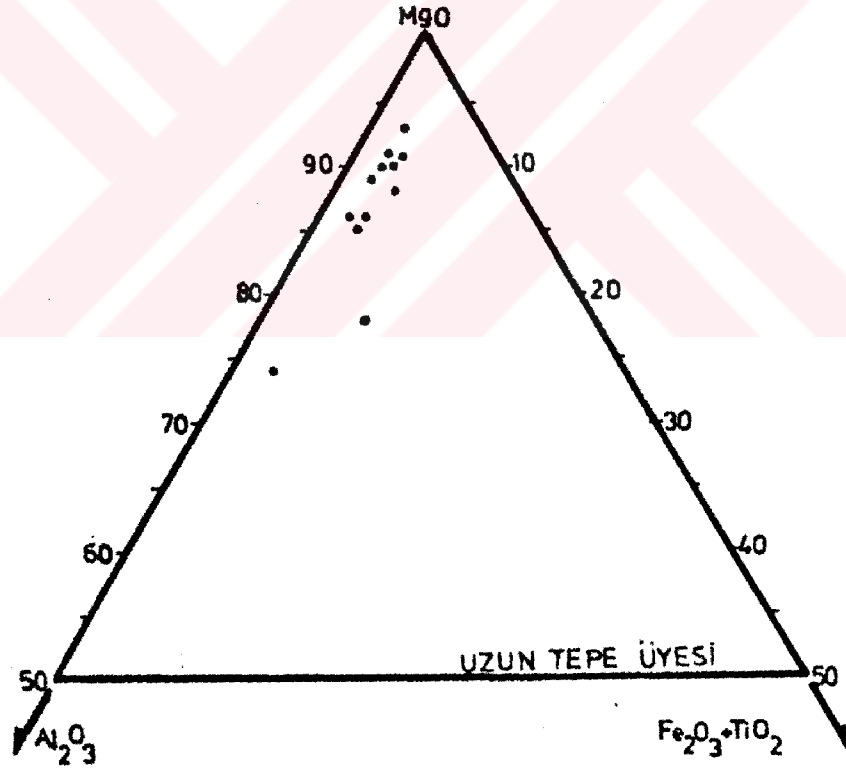
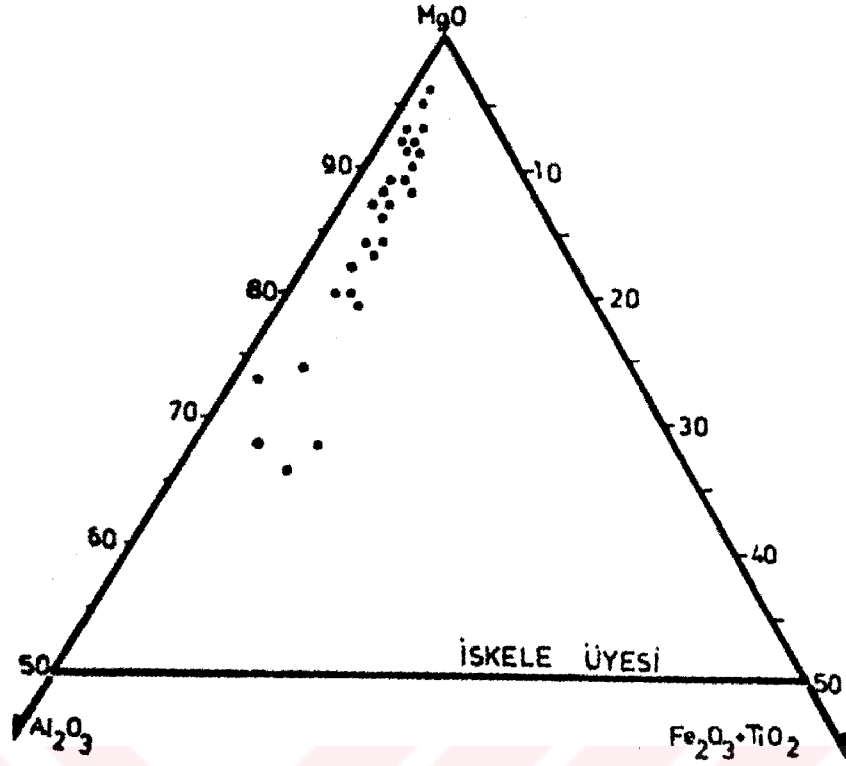
##### 4.2. Çözümleme Yöntemleri

Ana(major) element çözümlenmeleri H.Ü. Jeoloji Mühendisliği bölümünde Atomik Absorpsiyon spektrometresinde yapılmıştır. Ana elementler % oksit şeklinde ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ =toplam demir,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ),  $1000^\circ\text{C}$  deki ateşte kayıp ( $\text{H}_2\text{O}$ ) miktarı ise  $110^\circ\text{C}$  de 12 saat kurutulmuş örnek ağırlığının yüzdesi olarak ifade edilmiştir. Bu yöntemin bağıl hatası  $\pm$  %2 mertebesinde (Yılmaz, 1977).

##### 4.3. Uzun Tepe ve İskele Üyesi Simektitlerinin Kimyası

###### 4.3.1. Uzun Tepe Üyesi

Bu üyeye ait 14 örnek üzerinde ana element çözümlenmesi gerçekleştirilmiştir (Ek Çizilge C.1.). Elde edilen sonuçlardan itibaren çizilen üçgen diyagramda (Grim and Kulbicki, 1961) görüldüğü gibi Uzun Tepe üyesi simektitleri  $\text{MgO}$  bakımından zengindirler (Şekil 4.1). Bir başka deyişle oktaedrelerdeki ana katyon  $\text{Mg}^{+2}$  dir. Bununla birlikte  $\text{Al}$  bakımından da zengin olan bu simektitlerde yapraklar arasında bulunan en önemli katyon  $\text{Ca}^{+2}$  dir. Bu simektitlerin 11 oksijen bazına göre (Weaver and Pollard, 1973) yapısal formülleri hesaplanmıştır (Ek çizelge C2). Trioktaedrik olan bu simektitler stevensit (EİS-14/35, 39 ; EİS-17/35, 36, 40, 42; EYS-2/7, 12, 31) ve  $\text{Mg}$ -saponit (EİS-14/43, 45, 46, EYS-2/2, 28) şeklinde adlandırılmıştır (Gündoğdu, 1985).



Şekil 4.1 : Uzun Tepe ve İskele üyesi simektitlerinin MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>) üçgen diyagramlarındaki dağılımları

#### 4.3.2. İskele üyesi

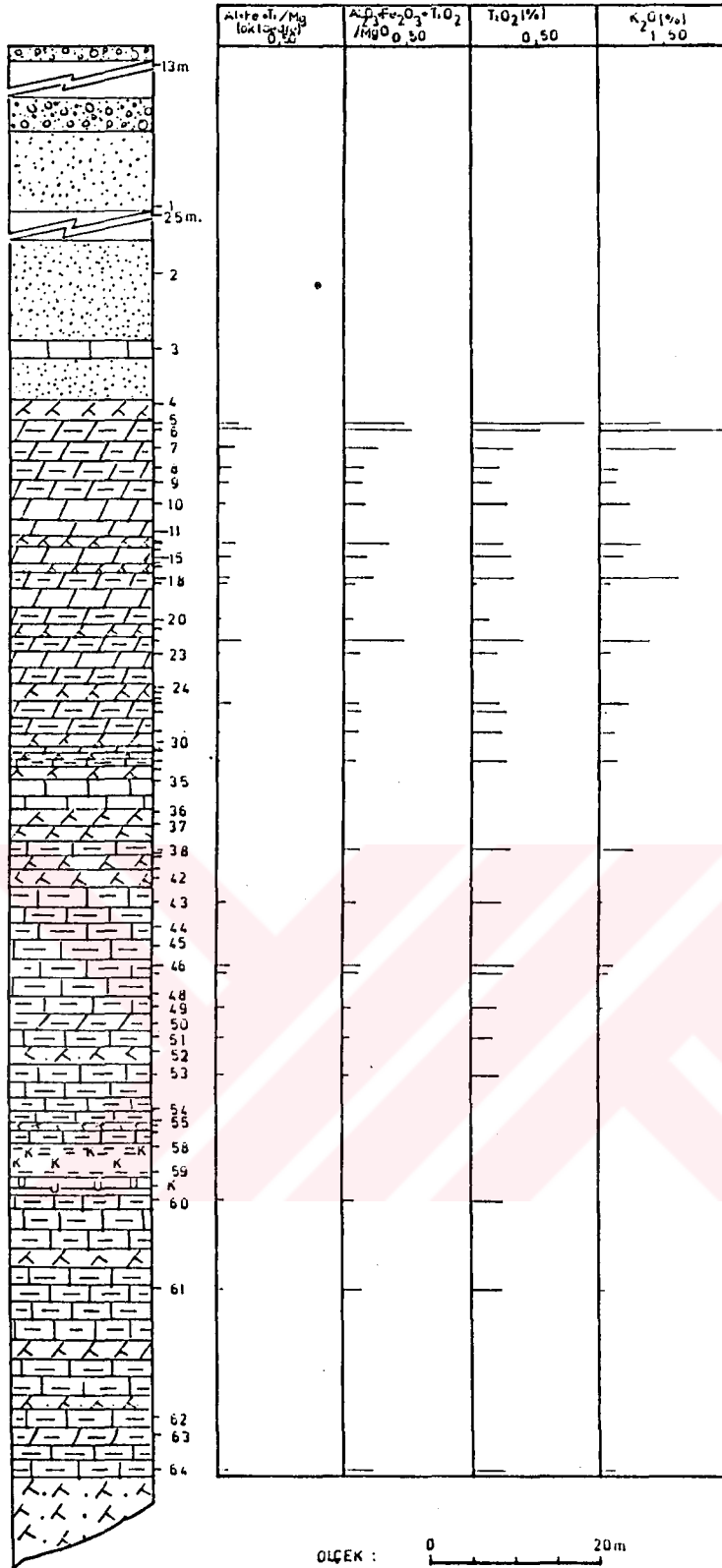
Bu üyeye ait 28 örnek üzerinde ana element çözümlenmesi gerçekleştirilmiştir (Ek Çizelge C.3). Bu verilerden itibaren çizilen  $MgO-Al_2O_3 - (Fe_2O_3 + TiO_2)$  üçgen diyagramda görüldüğü gibi İskele simektitleri de Uzun Tepe simektitleri gibi  $MgO$ 'ce zengindirler (Şekil 4.1). Bununla birlikte Uzun Tepe üyesi ile karşılaştırıldığında Şekil 4.1'den de görülebileceği gibi İskele üyesi simektitlerinin  $MgO$  bakımından daha zengin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu trioktaedrik simektitlerden serbest silis (EİS-7/6,8,9; EİS-14/3,11;PS-51/53,60) içermeyenlerin yapısal formülleri hesaplanmıştır (Ek Çizelge C.4.). Hesaplanan yapısal formüllere göre İskele simektitleri stevensit (PS-51/19,27,46,47,49,51); Mg-Saponit (PS.51/7,8,9,10,15,18,20,23,29,33,38,43,64) ve Al-Fe Saponit (PS-51/13,22) şeklinde adlandırılmıştır (Gündoğdu 1985).

Bu simektitlerden stevensitler ile Mg-saponitler killi-karbonatlı birimlere bağımlılık gösterirken, Al-Fe saponitler Killi-karbonatlı birimlerle birlikte tüflere de bağımlılık göstermektedir(Şekil 4.2).

Yukarıda stevensit, Mg-saponit ve Al-Fe saponit şeklinde adlandırılan iskele simektitlerinin  $(Al+Fe+Ti) /Mg$  (oktaedre),  $(Al_2O_3 + Fe_2O_3 + TiO_2) /MgO$  oranları ile  $TiO_2$ ,  $K_2O$  içereklerinin dikey dağılımı bir sondajda (PS-51) incelenmiştir(Şekil 4.2). Şekilden de görülebileceği gibi katyon ve oksit oranlarının yüksek  $K_2O$  ve  $TiO_2$ 'ce de zengin olan Al-A saponitlerin yer aldığı istifin üst kesimlerinde egemen karbonat minerali





Şekil 4.2 : İskele üyesi simektitlerinin( $Al + Fe + Ti/Mg$  ve  $(Al_2 + Fe_2O_3 + TiO_2)/MgO$  oranları ile  $TiO_2$  ve  $K_2O$  içeriklerinin PS-51 sondajındaki dikey değişimi (Dikme kesit açıklamaları için şekil 3.27'e bakınız).

dolomittir. Buna karşın bu oranın düşük değerleri ile temsil edilen stevensit ve Mg-saponitin yaygın olduğu kesimlerde ise kalsit ve aragonit egemen duruma geçmektedir. Yine şekilden görülebileceği gibi istifin altından üstüne doğru söz konusu oranların artışına paralel olarak örneklerin dolomit içeriğinin arttığı gözlenmektedir. Daha açık bir deyişle dolomitin egemen olduğu seviyelerde  $(Al + Fe + Ti)/Mg$  oranları yüksek olduğundan bu kesimlerde genellikle Al-Fe saponitler ; buna karşın kalsit ve aragonitin egemen olduğu seviyelerde ise bu oran düştüğünden stevensit ile Mg-saponitler gözlenmektedir. Aynı ilişki Avşar ocağı yöresinde de Gündoğdu (1985) tarafından gözlenmiştir. Böyle bir ilişki çeşitli araştırmacılar tarafından karbonatlardan önce transformasyon veya neoformasyon yolu ile oluştuğu kabul edilen simektitlerin (Al-Droubi, 1976 ; Gac et al., 1977; Tardy, 1981) artık çözeltilerin Mg, dolayısıyla Mg/Ca oranı ve dolomit oluşumunu denetlemelerinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır (Gündoğdu, 1985). Ataman (1966) ise bu denetleme işlevinin Mg/Ca oranının çok yüksek olduğu değerlerde söz konusu olamayacağını belirtmektedir. Bu durum dolomitin egemen olduğu seviyelerde stevensit ve Mg-saponitin bulunmasıyla da doğrulanmaktadır.

## 5. NEOFORMASYON MINERALLERİNİN OLUŞUMU İLE DİKEY VE ALANSAL DAĞILIMI

### 5.1. Giriş

Önceki bölümlerde Bigadiç formasyonunun Değirmenli tuf, Uzun tepe, Emirler tuf ve İskele üyelerinin havzanın merkezi kesiminde yapılan sondajlardaki mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştı. Bu bölümde ise basenin paleocoğrafik gelişimi sırasındaki fizikokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla neoformasyon minerallerinin (zeolit, borat, kil ve karbonat) dikey ve alansal dağılımları gerek bu çalışmadan gerekse önceki araştırmaların (Gündoğdu, 1982 ; Baysal vd.,1985) verilerine dayanılarak ele alınmıştır. Bunlardan dikey dağılım, formasyon; alansal dağılım ise üye mertebesinde incelenmiştir. Söz konusu dağılımları belirlemek amacıyla öncelikle zeolit, borat ve karbonat grubu minerallerin kendi aralarındaki parajenezler saptanmıştır. İkinci aşamada bu mineral parajenezleri örnekleme haritasına aktarılarak benzer mineral beraberliklerini içeren noktalar birleştirilmiş ve yanal yöndeki mineral zonlanma haritaları elde edilmiştir (EK-2, 3,4,5,6,7,8). Her mineral grubu (zeolit, borat ve karbonat) için ayrı ayrı çizilen zonlanma haritalarındaki sınırlar ilgili mineral parajenezinin ilk gözlemlendiği yerden geçmektedir. Üçüncü aşamada ise mineral parajenezleri ile basenin yapısal özellikleri arasındaki olası ilişkileri daha iyi görmek amacıyla mineral zonlanmalarına dik olacak şekilde dört tane blok diyagram çizilmiştir (EK-9). Bu blok

diyagramlarda daha belirgin olması nedeniyle Değirmenli ve Emirler tuf üyelerinde zeolit ve K-feldispat ; Uzun Tepe ve İskele üyelerinde de borat mineralleri arasındaki zonlanmalar gösterilmiştir.

## 5.2. Zeolitler

Ekonomik açıdan önemli zeolit yataklarının bulunduğu tuzlu alkali göller (Deffeyes, 1959 ; Hay, 1966 ; Sheppard and Gude, 1968 , 1969, 1973 ; Mariner and Surdam, 1970 ; Ataman et Beseme, 1972 ; Surdam and Parker, 1972 ; Surdam and Eugster, 1976 ; Ataman,1977a,1977b ; Surdam, 1977 ; Hay, 1978 ; Surdam and Sheppard, 1978 ; Boles and Surdam, 1979 ; Gündoğdu, 1982 ; Yalçın,1984; Baysal vd., 1986b)volkanik faaliyetin yoğun olduğu rift zonlarında veya blok faylanmanın olduğu bölgelerde gelişir. Bu ortamlarda gelişen zeolitleşmenin ilk aşaması volkanik camın çözünmesidir. Bu çözünmenin hızı pH, tuzluluk ve tane boyuna bağlıdır (Ataman, 1977a, 1977b ; Surdam and Sheppard, 1978 ; Boles and Surdam, 1979 ; Gündoğdu, 1982). Bir jel arafazından geçerek veya doğrudan oluşan zeolit minerallerinin cinsini çözeltilerin Si/Al ve katyon oranları ile suyun aktivitesi denetlemektedir(Surdam and Sheppard, 1978). Bu parametreler hem tuzluluk hemde alkalinitenin değişiminden önemli ölçüde etkilenirler. Bunlara ilaveten zeolit oluşumunda jeolojik yaşlanma da önemlidir (Hay, 1966 ; Ataman 1977a, 1977b). Zeolitleşme olayı oldukça kısa bir zaman aralığında gerçekleşmektedir. Örneğin bir vitrik tuf 1000 yıllık bir sürede zeolite dönüşebilir (Hay, 1964,1966).

Bu oluşumlarda gözlenen en önemli özelliklerden birisi yan-  
nal yönde gelişen mineralojik zonlanmadır. Buna göre göl-  
kıyısından merkezi kesime doğru alkalinite, pH ve tuzlulu-  
ğun artmasına bağlı olarak volkanik cam → klinoptilolit →  
analsim → K-feldispat şeklinde gelişen bir mineralojik  
zonlanmanın varlığı sözkonusudur (Sheppard and Gude, 1968,  
1973).

Yukarıda kısaca oluşumları açıklanan zeolit minerallerinin  
Bigadiç formasyonu istifindeki dikey dağılımında

Değirmenli tuf → Uzun Tepe → Emirler tuf → İskele üyesi  
yönünde analsim miktarının arttığı gözlenmektedir. Bir baş-  
ka ifade ile aynı yönde analsim + K.Feldispat/Klinoptilolit  
dolayısıyla Si/Al oranında azalma, Na +K/Ca oranında bir  
artma söz konusudur. Bu durum Bigadiç Paleogölünde (Gündoğ-  
du, 1984) aynı yönde ortam tuzluluğunun ve pH'nın arttığını  
işaret etmektedir.

Otijenik minerallerin alansal dağılımının incelenmesi Değir-  
menli tuf, Uzun Tepe, Emirler tuf ve İskele üyelerinde yan-  
nal yönde bir mineralojik zonlanmanın varlığını ortaya koymuş-  
tur. Buna göre inceleme alanı içerisinde Değirmenli tuf üye-  
sinde klinoptilolit → analsim ; Uzun Tepe üyesinde klinop-  
tilolit + opal-CT → klinoptilolit + K-feldispat → analsim;  
Emirler tuf üyesinde opal-A + simektit → klinoptilolit +  
opal-CT → klinoptilolit → klinoptilolit + K-feldispat ve  
klinoptilolit + opal-CT → klinoptilolit + K-feldispat → anal-  
sim + K-feldispat; iskele üyesinde ise klinoptilolit

+ K-Feldispat + analsim → analsim + K-Feldispat şeklinde gelişen bir mineralojik zonlanma mevcuttur (EK-2,3,4,5).

Bu mineralojik zonlanmalar basenin kenarından merkezi kesimine doğru pH'ın ve tuzluluğun artmasına bağlı olarak Si/Al oranının düşmesi ; Na+ K/Ca oranının yükselmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Blok diyagramdan da görülebileceği gibi analsimin ve K-feldispatın bulunduğu kesimin basenin merkezi kesimi olduğu varsayılarak üyeler arası dağılıma bakıldığında merkezi kesimin basenin paleocoğrafik evrimi sırasında yer değiştirdiği gözlenmektedir (EK-9). Ayrıca Emirler tuf üyesinde KD-CB doğrultusunda uzanan iki alt basenden KB'dakinde opal-A + simektit → klinoptilolit + opal-CT → Klinoptilolit → klinoptilolit + K-feldispat ; GD'dakinde ise Klinoptilolit + opal-CT → Klinoptilolit + K-feldispat → analsim + K-feldispat şeklinde bir mineralojik zonlanma gelişmiştir (EK-4). Bu durum Emirler tufünün diyajenezi sırasında basenin olasılıkla Kisekaya fayının yükselmesi ile birbirleri ile ilişkilerini koruyan iki ayrı küçük basene veya hidrolojik sisteme bölündüğünü düşündürmektedir (EK-9). Diğer taraftan tuzlu alkali göllerde gözlenen mineralojik zonlanmada K-feldispatın gölün merkezi kesimini temsil ettiği bir başka ifade ile pH ve tuzluluğun en yüksek olduğu değerlerinde oluştuğu ileri sürülmüştür (Shepperd and Gude, 1968,1973, Hay 1978). Ancak Bigadiç baseninde K-feldispat, klinoptilolit ile analsim arasındaki geçiş zonunda yer almaktadır. Birçok örnekte klinoptilolit + K-feldispat parajenezinin yaygın olarak gözlenmesi yukarıdaki araştırmacıların K-feldispatın daima

analsimçen sonra oluşacağı görüşünü zayıflatmaktadır. Çünkü basenin merkezine doğru pH'ın artmasına bağlı olarak Si/Al oranının düştüğü ve K-feldispatın analsime göre Si bakımından daha zengin olduğu göz önüne alınırsa böyle bir zonlanmanın gelişmesi son derece doğaldır.

Yukarıda belirtilen görüşlerin ışığı altında inceleme alanında otijenik minerallerin dağılımında gözlenen "yanal mineralojik zonlanma"nın nedenleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir :

1. Basenin kenar kesimlerinde göl suyu oldukça tazedir. Burada volkanik camın hidrolizi ile kil mineralleri ve opal-CT oluşmuştur.
2. Gölün merkezine doğru ortamın tuzluluğu artmış ve  $\text{pH} \approx 9$  olduğu ortamda silisin çözünürlüğünün artmasıyla Si/Al oranı yükselmiş ( $\text{Si/Al} \approx 4.5$ ) ve klinoptilolitler oluşmuştur.
3. Bazı sondajlarda klinoptilolitlerin yanında yaygın şekilde K-feldispat oluşumları gözlenmiştir. Basenin merkezine doğru pH'ın artmasına bağlı olarak Si'in çözünürlüğü artmıştır. Ancak Al'un çözünürlüğü daha fazla artacağından Si/Al oranı  $\approx 3-4$  civarında kalmıştır. Bu koşullarda K-feldispat oluşmuştur.
4. Gölün merkezi kesimine doğru pH iyice arttığından ( $\text{pH} = 9-11$ ) Si/Al oranı daha da azalmış, bu arada ortamın Na konsantrasyonu da artmış ve analsim oluşmuştur.

### 5.3 Boratlar

Bigadiç basenindeki borat oluşumları daha önce Özpeker (1969), Ataman ve Baysal (1978), Gündoğdu (1982) ve Baysal vd. (1985) tarafından incelenmiştir. Bununla birlikte bu çalışmada elde edilen mineralojik ve petrografik verilerin ışığı altında yeniden tartışılacaktır.

Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe ve İskele üyelerinde gözlenen borat oluşumları Değirmenli ve Emirler tüflerini veren volkanizmaların hidrotermal getirimleri ile doğrudan ilişkilidir ve bu ilişki çeşitli araştırmacılarca da kabul edilmiştir (Özpeker, 1969; Baysal, 1972, 1973, 1976 ; İnan et.şl. 1973 ; İnan, 1975 ; Helvacı ve Firman, 1977 ; Özpeker ve İnan, 1978 ; Ataman ve Baysal , 1978, Gündoğdu, 1982 ; Yalçın, 1984) .

Özpeker (1969) mikroskopik gözlemlere dayanarak borat minerallerinden kolemanitin inyoit veya üleksitten oluştuğunu ileri sürmüştür. Aynı şekilde Gündoğdu'da (1982) boratlı zonda jips ve anhidritin gözlenmesi nedeniyle kolemanitin inyoit'in dehidratasyonu ile oluşabileceğini belirtmektedir. Kolemanit doğada Ca-borat serisinin en fazla gözlenen mineralidir. Buna karşın Ca-borat serisinin en fazla su içeren minerali inyoit daha ender görülmektedir. İnan (1975) ile Özpeker ve İnan (1978) bunun nedenini kolemanitin yatağın gömülmesine gerek kalmadan yüzeysel koşullar altında ( $32\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de)



inyoitten itibaren kolayca oluşabilmesine bağlamışlardır. Ataman ve Baysal (1973) bor minerallerinin termik kararlılıklarını saptamak amacıyla yaptıkları deneysel çalışmalarda inyoit → meyerhofferit ve inyoit → kolemanit dönüşümlerinin gerçekleşmemesine karşın, meyerhofferit → kolemanit dönüşümünün kısmen gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. İnan et al. (1973) yaptıkları deneysel çalışmalarda ise inyoit + H<sub>2</sub>O → meyerhofferit + H<sub>2</sub>O dönüşümünü 38°C ve 1 atm basınçta gerçekleştirmişlerdir. Farmer et al. (1982)'in yaptıkları deneysel çalışmalarda inyoit ve kurnakovitin 250°C'nin altında bünyelerindeki suyun büyük bir kısmını kaybetmelerine karşın, kolemanit ve hidroborasitin çok daha yüksek sıcaklıklara kadar bozunmadıklarını saptamışlardır. Inyoitin dehidratasyonu sırasında meyerhofferit gözlenmemiştir.

Christ (1960) inyoit ve meyerhofferitin aynı borat polianyonları [B<sub>3</sub>O<sub>3</sub>(OH)<sub>5</sub>]<sup>2n</sup> içerdiğinden inyoit → meyerhofferit dönüşümününün basit bir su verme olayıyla gerçekleşmesine karşın, kolemanitin bunlardan farklı polianyonlardan oluşması nedeniyle [B<sub>3</sub>O<sub>4</sub>(OH)<sub>3</sub>]<sup>2n-</sup> bu minerallerin kolemanite dönüşümü için ana yapısal değişimlerin gerekli olduğunu ifade etmiştir.

Bu görüşlerden Ca-borat serisinin yüksek sulu mineralleri olan inyoit veya meyerhofferitin basit bir dehidratasyon olayı ile daha az sayıda su molekülü içeren kolemanite dönüşümlerinin mümkün olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu dönüşüm için, suyun aktivitesinin düşmesi, inyoit ve meyerhofferitin çözünerek ve pH'ya bağlı olarak kolemanit oluşum için gerekli polianyon yapılarının ortaya

çıkması gereklidir. Nitekim bazı kolemanit minerallerinin optik mikroskop incelemeleri ile belirlendiği gibi detritik kuvars kapanımları içermesi ; karbonatların boşluklarında otijenik kuvars ve kolemanit oluşumlarının gözlenmesi bu görüşü büyük ölçüde desteklemektedir.

Bir Ca-borosilikat minerali olan havlitin diyajenetik olarak kolemanitten itibaren oluştuğu kabul edilmektedir (Lefond and Barker, 1979 ). Havlitin kolemanit ile birlikte nodüler olarak gözlenmesi yukarıdaki araştırmacıların diyajenetik olarak oluştuğu görüşünü desteklemektedir.

NaCa serisi borat minerallerinden üleksitin belli bir derişikliğe erişmiş göl eriyiklerinden kimyasal çökelmeyle birincil olarak oluştuğu çeşitli araştırmacılarca kabul edilmektedir (Christ et.al., 1967 ; Özpeker, 1969 ; Baysal, 1972, 1973 ; İnan, 1972, 1975 ; Helvacı ve Firman, 1977). Baysal vd.(1985) tarafından yapılan çalışmayla Uzun Tepe üyesinde boratlı zonun alt kesiminde oldukça önemli olduğu ortaya konulan Na Ca-borat serisi minerallerinden probertitin aynı serinin en yüksek sulu üyesi olan üleksitin dehidratasyonuyla oluştuğu kabul edilmektedir (Özpeker ve İnan, 1978). Bununla birlikte Uzun Tepe üyesinde boratlı zonun alt kesiminde gözlenen probertitin üleksit ile ardalanmalı olarak yer alması ve kil laminaları ile ayrılmış olması birincil olduğunu göstermektedir. Üleksit ve probertit arasındaki bu ardalanma ise, suyun aktivitesinin artıp azalmasına bağlı olarak gelişmiştir.

Yukarıda oluşumları tartışılan borat minerallerinin dikey dağılımı açısından Uzun Tepe ve İskele üyeleri arasında belirgin bir farklılık söz konusu değildir. Buna karşın her iki üyede de yanıl yönde Ca-borat → Ca-borat + NaCa-borat şeklinde bir mineralojik zonlanmanın varlığı ortaya çıkmaktadır. Yanıl yönde böyle bir zonlanma havzanın merkezine doğru tuzluluğun arttığına işaret etmektedir. Bu göreceli artışın nedeni havza kenarlarının taze su getirmesi ile seyreltilmesinin bir sonucu olabilir.

Sonuç olarak havzanın merkezine doğru pH ve tuzluluğun artmasına bağlı olarak  $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$  oranının da yükselmesi sonucu böyle bir zonlanma gelişmiştir.

Zonlanma haritası ve blok diyagramlardan da görülebileceği gibi Uzun Tepe üyesinde elde mevcut verilere göre tek basen gözlenmesine karşın ; İskele üyesinde evaporasyonun yüksekliği sonucu bir büyük basen içerisinde üleksit oluşumlarının gözlendiği küçük basencikler mevcuttur (EK-6, EK-7, EK-9) Bunlardan özellikle KD-GB doğrultusunda uzanan alt basenlerdeki borat minerallerinin dağılımı, Emirler tufündeki otijenik minerallerin dağılımı ile kabaca uyumluluk göstermektedir. Bu durum, Uzun Tepe üyesinin çökeliminden sonra ortaya çıkan iki alt basenin etkisini İskele üyesinin çökelimi sırasında kısmen yitirdiğini göstermektedir. Diğer taraftan EK-9'daki blok diyagramlardan da görülebileceği gibi Uzun Tepe üyesinde boratlı zonun GB yönünde kalınlaşması nedeniyle bu bölge borat rezervi açısından umutlu gözükmektedir. Bu nedenle Acep deresi-Simav ocağı arasındaki bölgenin arama sondajları ile taranmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

#### 5.4. Kil Mineralleri

Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe ve İskele üyelerinde egemen kil minerali olan trioktaedrik simektitlerin stevensit, Mg-saponit ve Fe-Al saponit karakterinde olduğu daha önce belirtilmişti. Bunlardan stevensitlerin çeşitli araştırmacılar tarafından kimyasal çökelmeye oluştuğu kabul edilmektedir (Faust et al., 1959 ; Bradley and Fahey, 1962; Ataman ve Baysal, 1978 ; Gündoğdu, 1982, 1985). Bir başka ifade ile bu simektitler Mg ve  $Si(OH)_4$ 'ce zengin ve pH'ı 9 civarında olan çözeltilerden itibaren oluşmuşlardır (Harder, 1972 ; Ataman ve Baysal, 1978). Stevensitler gibi killi-karbonatlı birimlere bağımlılık gösteren Mg-saponitlerde kimyasal çökelmeyle oluşabileceği gibi Al ve Fe'ce zengin olmaları oluşumlarında ortama getirilen kırıntı malzemenin hidrolizinin de katkısı olabilir (Gündoğdu, 1985). Kırıntılı kökeni gösteren Al, Fe, Ti'ce zengin olan Al-Fe saponitlerden tüflü birimlere bağlı olanlar volkanik malzemenin göl ortamında hidrolizi ile oluşan çözeltilerden itibaren yerinde (in-situ) neoformasyon mekanizması sonucu oluşmuşlardır.

Yukarıda kısaca oluşumları verilen Bigadiç basenindeki simektitlerin dikey ve alansal dağılımları ile kimyasal bileşimleri arasındaki ilişkiye bakıldığında, dikey yönde Uzun Tepe üyesinden İskele üyesine doğru simektitlerin Mg'ca zenginleştiği ; yanal yönde ise hem Uzun Tepe hem de İskele üyelerinde mevcut verilere göre gölün kenar kesimlerindeki killerin  $Al_2O_3$ 'ce ; buna karşın merkezi kesimdekilerinde ise

MgO'ce daha zengin olduğu ifade edilebilir. Bu durum Jones and Weir (1983)'un belirttiği gibi gölün kenarından açıklara doğru tuzluluğun artmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Benzer ilişkiler Millot (1964), ve Carmouze et. al., (1977) tarafından da gözlenmiştir.

#### 5.5. Karbonatlar

Bigadiç formasyonunun Uzun Tepe ve İskele üyelerinde saptanan karbonat mineralleri kalsit, dolomit, aragonit, manyezit ve stronsiyandır. Bu minerallerden kalsit, dolomit, aragonit ve manyezitin gölssel ortamlarda yaygın olarak oluştuğu bilinmektedir (Hay, 1970 ; Eugster and Surdam, 1973 ; Eugster and Hardie, 1975 ; Ataman, 1976, 1977 a,b; Gündoğdu ve Ataman 1976 ; Jones, et.al., 1977, Hardie, et.al., 1978; Smoot, 1978; Eugster and Jones, 1979 ; Wells, et.al., 1979, Ataman ve Gündoğdu, 1980, 1981, 1982 ; Boyer, 1981 ; Gündoğdu, 1982 ; Last and Schweyen, 1983 ; Yuretich and Cerling, 1983 ; Last, 1984 ; Spencer, et.al., 1984 ; Van Damm and Edmond, 1984 ; Yalçın, 1984 ; Gündoğdu, 1985 ; Gündoğdu vd., 1985 ; Yuretich, 1986).

Yukarıda belirtilen minerallerden aragonit, denizel ve gölssel ortamlarda oluşabilmektedir (Alderman and Borch, 1963 ; Lippman, 1973). Bu mineral Mg/Ca oranınının 12'den büyük (Müller et.al., 1972) veya 14 olması (Last ve Schweyer, 1983) durumunda oluşabileceği ileri sürülmüştür. Gündoğdu (1982) ise aragonit oluşumunda Mg/Ca oranınının yüksek olmasının gerektiğini bu

oluşunda göl sularında bulunan diğer bileşenlerinde ( $SO_4^{2-}$  gibi) göz önüne alınması gerektiğini belirtmiştir. Bir başka deyişle ortamda sülfat iyonlarının bulunması durumunda aragonitin daha düşük Mg/Ca oranlarına sahip çözeltilerden itibaren de oluşabileceğini ileri sürmüştür. Ortamda yaygın olarak jips ve anhidrit oluşumlarının gözlenmesi yazarın görüşünü desteklemektedir.

Dolomit oluşumu bugüne kadar hem deneysel hem de jeolojik açıdan incelenmiştir. 1/1 katyon düzenine sahip olan ideal dolomitler Mg/Ca oranı oldukça yüksek olan çözeltilerden itibaren bile doğrudan oluşmamaktadır (De Boer, 1977; Gaines, 1977). Bununla birlikte ilk defa Graf and Goldsmith (1956) tarafından tanımlanmış ve kalsiyumca daha zengin olan protodolomit ise bu tür ortamlarda oluşabilmektedir (Müller et.al., 1972 ; Eugster and Surdam, 1973, De Boer, 1977, Gaines, 1977 ; Hsü and Kelts, 1978 ; Müller and Wagner, 1978). Bu araştırmacılar Müller, et.al., (1972) protodolomitlerin Mg/Ca = 7-12, Eugster and Surdam (1973) ise 12'den büyük olan çözeltilerden oluşabileceğini belirtmişlerdir. Oluşan bu protodolomitler ise erken diyajenetik evrede dolomite dönüşmektedir (Goldsmith and Graf, 1958 ; Müller et.al., 1972 Gaines, 1977 ; De Boer, 1977). Bigadiç formasyonunda gözlenen dolomitlerin çözeltilerden itibaren doğrudan çökelen protodolomitlerden itibaren erken diyajenetik evrede oluştuğu ileri sürülmüştür (Cündođdu, 1982, 1985; Cündođdu ve Yalçın 1985).

Bir magnezyum karbonat minerali olan Manyezit,  $Mg^{+2}$  ve  $[CO_3]^{-2}$  bakımından zengin çözeltilerden itibaren oluşan neskeonit ( $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ ) veya Hidromanyezit  $[Mg_4(CO_3)_3(COH)_2 \cdot 3H_2O]$ 'ın zamanla bünyelerindeki suyu kaybetmeleri ile oluşabilmektedir. Neskeonit ve hidromanyezitin manyezite genellikle diyajenez esnasında dönüştüğü ile sürülmektedir (Christ and Hostetler, 1970 ; Lippman, 1973, Sayles and Fyfe, 1973).

Buraya kadar oluşumları tartışılan karbonat minerallerinin Bigadiç formasyonunun killi-karbonatlı üyelerindeki dikey dağılımına bakıldığında, istifin en altında yer alan Avşarbaşı üyesinde dolomit (Gündoğdu, 1982) ; Uzun Tepe üyesinde kalsit egemen olup, İskele üyesinde ise dolomitin yanında manyezit ortaya çıkmaktadır. Ayrıca daha öncede belirtildiği gibi İskele üyesi istifinde kalsit boratlı zonda dolomit ise üst kesimlerde önem kazanmaktadır. Dikey yöndeki bu dağılımda özellikle simektitlerin denetleme işlevi sonucunda Uzun Tepe üyesinin Değirmenli ve Emirler tüf üyeleri ile olan geçiş zonlarındaki dolomit oluşumları gibi yerel değişimler meydana gelmiştir.

Karbonat minerallerinin alansal dağılımına bakıldığında ise hem Avşarbaşı hemde Uzun Tepe üyesinde belirgin bir farklılığın gözlenmediği ortaya çıkmaktadır. İskele üyesinde ise havzanın merkezi kesiminde dolomitin gözlendiği istifin üst seviyelerinde bu mineralin yanında manyezitte ortaya çıkmaktadır. Bu değişim yanal yönde bir mineralojik zonlanma şeklinde değerlendirilebilir (EK-8).

Sonuç olarak tüm istif boyunca Mg/Ca oranında dikey yönde bir değişim gözlenirken, yanal yönde sadece evaporasyonun yüksek olduğu İskele üyesinin üst kesimlerinde bir farklılık mevcuttur. Bir başka deyişle Avşarbaşı üyesinde yüksek olan Mg/Ca oranı, Uzun Tepe üyesinde düşmüş, İskele üyesinde ise yéniden yükselmiştir. Diğer taraftan evaporasyon/beslenme oranının yüksek olduğu İskele üyesinde Paleogölün merkezine doğru Mg/Ca oranında bir artışın varlığı ortaya çıkmaktadır.





## 6. JEOLojİK EVRİM VE PALEOCOĞRAFİK YORUM

Gündoğdu (1982 ve 1984) tarafından Bigadiç Neojen baseninin jeolojik evrim ve paleocoğrafik gelişimi ayrıntılı olarak incelenmiş, Yılmaz vd.(1982), Baysal vd.(1985) ve Baysal vd.(1986c) tarafından elde edilen bulgularla da desteklenmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmada ulaşılan sonuçların ışığında bölgenin paleocoğrafik gelişimi aşağıdaki şekilde yeniden yorumlanabilir.

Ketin(1977)'e göre çalışma bölgesi ve yakın çevresi Miyosen öncesi dönemde karasaldir. Bu dönemde Temel kayalar (kumtaşı ve kristalize kireçtaşları) yüzeylemektedir.

Alt Miyosen başlarında düşey yönlü tektonik hareketlerle Temel kayalar bloklanmış ve bu kırıklarla ilişkili olarak kalkalkalen karakterli volkanik etkinlik başlamış ve Orta Miyosen-Alt pliyosen arasında evrimini tamamlayarak Bigadiç paleogöllu ortaya çıkmıştır (Gündoğdu,1984). Kimyasal çökelmenin egemen olduğu ortamda Mg/Ca oranı yüksek olduğundan dolomitler oluşmuştur (Avşarbaşı üyesi).

Orta Miyosen sonu ve Üst Miyosen başlarında yeniden etkinlik kazanmaya başlayan volkanizma birbirleri ile yanal geçişli gölssel ve karasal fasiyesteki kristal kül tüflerini vermiştir (Değirmenli tuf üyesi). Yaygın olarak zeolitleşmenin geliştiği (Gündoğdu, 1982) bu dönemde pH ve tuzluluğa bağlı olarak basenin kenarından merkezine doğru klinoptilolit - analsim şeklinde bir mineralojik zonlanma gelişmiş ve söz konusu parametreler en yüksek değerlerine kabaca Kireçlik tepe bölgesinde ulaşmıştır.

Üst Miyosende (Pannoniyen) volkanizmanın etkinliğini büyük ölçüde yitirmesi ile birlikte ortamda kimyasal ve kırıntılı çökeltme egemen olmaya başlamıştır. Ortamın Mg/Ca oranının düşük olması nedeni ile yaygın olarak kalsit oluşmuştur. Bu arada Değirmenli tufünü veren volkanizma boratlar ile stevenit ve mg-saponitlerin oluşumunu sağlamıştır (Uzun Tepe üyesi). Borat minerallerinde pH ve tuzluluğa bağlı olarak  $Na_2O/CaO$  oranının değişimi sonucu borat mineralleri arasında Ca-borat  $\rightarrow$  Ca-borat + NaCa-borat şeklinde bir mineralojik zonlanma gelişmiştir. Bu arada tüflü birimlerin zeolitleşmesi sonucu oluşan mineraller arasında pH ve tuzluluğa bağlı olarak Si/Al ve  $Na+K/Ca$  oranının değişmesi sonucu klinoptilolit + opal-CT  $\rightarrow$  klinoptilolit + K-feldispat  $\rightarrow$  analsim şeklinde bir mineralojik zonlanma ortaya çıkmış ve gölün merkezi kesimi bu dönemde de Kireçlik tepe bölgesindeki yerini korumuştur. Uzun Tepe üyesinin çökeltiminden sonra basende yumuşak sediman deformasyon yapılarının oluşumuna neden olan sedimantasyonla çağdaş tektonik hareketler etkinliğini arttırmaya başlamış, fay ve kıvrımların oluşmasına neden olmuştur. Bu arada Kisekaya fayının etkisiyle İskele köyünün güney ve kuzeyinde kalan iki yapısal alt basen ortaya çıkmıştır.

Orta Pannoniyende yeniden etkinlik kazanmaya başlayan volkanik faaliyet yaygın olarak zeolitleşmenin geliştiği (Gündoğdu, 1982) gölssel fasiyesteki tüfleri vermiştir (Emirler tuf üyesi). Bu malzemenin zeolitleşmesi sırasında oluşan mineraller arasında basenin kenarından merkezine doğru KB'deki alt basende Opal-A + simektit  $\rightarrow$  Klinoptilolit + opal-CT  $\rightarrow$  klinoptilolit  $\rightarrow$  klinoptilolit + K-feldispat : GD'dekinde

ise klinoptilolit + opal-CT → klinoptilolit + K-feldispat → analsim + K-feldispat şeklinde gelişen zonlanmalar meydana gelmiş ve bu sırada ortamın pH ve tuzluluğu artmıştır. pH ve tuzluluk en yüksek değerine GD'daki alt basende ulaşmıştır.

Üst Pannoniyen-Alt Ponsiyende volkanizmanın etkisini yeniden yitirmesi ile birlikte kimyasal çökelmenin egemen olduğu ortamda Mg/Ca oranı yeniden yükselmiştir. Dikey yönde değişim gösteren bu oran gölün kurumasına yakın bir dönemde yanal yönde de artmıştır. Volkanizmanın son ürünleri olan ve muhtemelen göl tabanındaki kırık ve çatlaklardan gelen hidrotermal çözeltiler boratlar ile stevensit ve Mg-saponitin oluşumunu sağlamıştır (iskele üyesi). Emirler tüf üyesinin çökelişi sırasında oluşan iki alt basen bu dönemde etkisini yitirmiş ve evaporasyonun etkisi ile ortaya çıkan üç alt basende borat minerallerinde gölün merkezi kesimine doğru pH ve tuzluluğun artmasına bağlı olarak yanal yönde Ca-borat → Ca-borat + NaCa-borat şeklinde bir mineralojik zonlanma ortaya çıkmıştır.

Kil minerallerinde ise dikey yönde beslenme/evaporasyon oranının düşmesi nedeniyle Uzun Tepe üyesine göre simektitlerin MgO içeriği artmıştır. Zeolit minerallerinde basenin kenarından merkezine doğru pH ve tuzluluğun artmasının sonucu Si/Al oranının azalması ve Na<sup>+</sup>K/Ca oranının artmasına bağlı olarak klinoptilolit + analsim + K-feldispat → analsim + K-feldispat şeklinde bir zonlanma gelişmiştir. Diğer taraftan evaporasyonun en ileri aşamaya ulaştığı bu dönemin sonlarında karbonat minerallerinde merkezi kesime doğru kalsit + dolomit parajenezi yerini dolomit + manyezit parajenezine bırakmıştır.

## 7. SONUÇLAR

Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin merkezi kesiminde yapılmış olan sondaj örnekleri üzerinde gerçekleştirilen mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelemelerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1. Değirmenli üyesinin gölsel fasiyesteki tüfleri, feldispat (plajiyoklaz + sanidin) analsim, biyotit ve kil minerallerinden oluşmaktadır. Bu minerallerden analsim ilk defa bu çalışmada belirlenmiştir.
2. Tüf arakatkılı killi-karbonatlı birimlerden oluşan Uzun Tepe üyesinde boratlı zonda gözlenen cevher mineralleri ; kolemanit, probertit, üleksit, hidroborasit, meyerhofferit ve havlittir. Kalsit, dolomit, aragonit, stronsiyanit, klinoptilolit, analsim, feldispat (plajiyoklaz + K-feldispat + sanidin), kuvars, opal-CT, biyotit, hornblend, sölestin, anhidrit, jips ve kil mineralleri üye birimlerinde gözlenen diğer minerallerdir. Kil frankiyonunda gözlenen kil mineralleri bolluk sırasına göre trioktaedrik simektit, illit, klorit ve  $10_I - 14_S$  interstratifiyesidir. Bunlardan analsim ve stronsiyanın basendeki varlığı bu çalışmada ortaya konmuştur.
3. Altta iri, üstte ise ince taneli tüflerden oluşan ve yaygın zeolitleşmenin geliştiği Emirler tüf üyesindeki zeolit mineralleri klinoptilolit ve analsimdir. Bu minerallere kalsit, dolomit, feldispat (plajiyoklaz + K-feldispat + sanidin) kuvars, biyotit, simektit ve illit eşlik etmektedir.

4. Uzun Tepe üyesi gibi tuf arakatıkları içeren killi-karbonatlı birimlerden oluşan iskele üyesinde gözlenen mineraller kalsit, dolomit, aragonit, manyezit, stronsiyanit, klinoptilolit, analsim, feldispat (plajiyoklaz + K-feldispat + analsim), kuvars, opal-CT, biyotit, hornblend ve kil mineralleridir. Bu minerallerden manyezit, stronsiyonit ve opal-CT ilk defa bu çalışmada saptanmıştır. Kil mineralleri trioktaedrik simektit ve illitler ile temsil edilmektedir. Üyede boratlı zonda gözlenen cevher mineralleri kolemanit, üleksit, pandermit ve tünelittir. Bu minerallerin dışında boratlı zonda anhidrite de rastlanılmıştır.

5. Otijenik minerallerin dikey dağılımında Değirmenli tuf üyesinden iskele üyesine doğru Na ve K'ca zengin minerallerin (analsim + K-feldispat) miktarının arttığı belirlenmiştir.

6. Bigadiç formasyonunun ; Değirmenli tuf üyesinde, klinoptilolit → analsim ; Uzun Tepe üyesinde klinoptilolit + opal-CT → klinoptilolit + K-feldispat → analsim ; Emirler tuf üyesinde Opal A + simektit → klinoptilolit + opal-CT → klinoptilolit → klinoptilolit + K-feldispat ve klinoptilolit + opal-CT → klinoptilolit + K-feldispat → analsim + K-feldispat ; iskele üyesinde ise klinoptilolit + K-feldispat + analsim → analsim + K-feldispat şeklinde basenin kenarından merkezine doğru gelişen yanal yönde bir mineralojik zonlanmanın varlığı ortaya konulmuştur.

7. Uzun Tepe ve iskele üyelerinde basenin kenarından merkezine doğru Ca-borat → Ca-borat + NaCa-borat şeklinde yanal yönde gelişen bir mineralojik zonlanma mevcuttur.

8. Simektitlerin Uzun Tepe → İskele üyesi yönünde ve her iki üyede havzanın merkezine doğru magnezyum içeriğinin arttığı belirlenmiştir.

9. Avşarbaşı üyesinde egemen olan dolomitin, Uzun Tepe üyesinde azaldığı, İskele üyesinde ise tekrar arttığı ve bu minerale manyezitin eşlik ettiği belirlenmiştir. İskele üyesinde  $Ca+CaMg$ -karbonat →  $CaMg$  karbonat +  $Mg$  karbonat şeklinde gelişen bir mineralojik zonlanmanın varlığı saptanmıştır.

10. Mineralojik, petrografik ve jeokimyasal verilerin ışığı altında Bigadiç Neojen gölsel sedimanter baseninin jeolojik evrim ve paleocoğrafik gelişimi yeniden yorumlanmaya çalışılmıştır.

Ek Açıklamalar-A

X-IŞINLARI (TİM KAYAÇ) ÇÖZÜMLEME SONUÇLARI

Çizelge A.1. Değirmenli Tüf Üyesi Gölse1 Fasiyes Örneklerinin X-RD(TK)  
Çözümleme Sonuçları(%)

ÖRNEK NO	KALSİT	A NALSİM	FELDİSPAT	KUVARS	BİYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-14/53(406m)		4	14	5	51	26
" /54(414m)		5	23	5	57	10
" /55(415m)	3		16		36	45
EİS-15/26(482m)	6		6	3	57	28
" /27(495m)		8	7	6	65	14
" /28(503m)		6	19	4	58	13



Çizelge A.2. Uzun Tepe Üyesi Örneklerinin X-RD(TK) Çözümleme Sonuçları(%)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLONİT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
İS-3/47 (354m)				89		11				
" /48 (357m)	12		38			33	17			
" /49 (362m)	5			61		25	9			
" /50 (372m)	9			50		35	6			
" /51 (382m)	6		43	28		13	10			
" /52 (405m)	5			34		17	14		30	
" /53 (413m) <sup>1</sup>	30					17	6		47	
" /54 (423m)	37	8				14	12		29	
" /55 (424m)	43		51				6			
" /56 (432m)	98						2			
" /57 (437m)	19					28	5		48	
" /58 (450m)	35	5					6			54
" /59 (462m)	5					9	5			81
" /60 (464m)	45						3			52
" /61 (468m)	100									
" /62 (471m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /63 (474m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /64 (475m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /65 (478m)	50									50
" /66 (479m)	41						2			57
" /67 (480m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									

(1, Hornblend)

## Çizelge A.2. (Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMIT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİT	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
İS-3/68(482m)	Havlit+Anhidrit+Jips									
" /69(486m)	Anhidrit+Jips									
" /70(487m)	85						15			
" /71(489m)	15					45	40			
" /72(492m)	77						23			
" /73(493m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips+Kuars									
" /74(494m)	Anhidrit+Jips									
" /75(496m)	Havlit(100)									
" /76(499m)	33						15			52
" /77(501m)	54						9			37
" /78(503m)	Havlit(100)									
" /79(507m)						48	52			
" /80(508m)	27		19				9			45
" /81(509m)	Kolemanit(100)									
" /82(511m)	Havlit+Hidroborasit									
" /83(512m)	20					50	30			
" /84(514m)	Probertit(100)									
" /85(515m)	56						5			39
" /86(517m)	Üleksit(100)									
" /87(519m)	Üleksit(100)									
" /88(519m)	Probertit+Kalsit									

Çizelge A.2 (Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-3/89 (529m)	Probertit+Kil									
" /90 (531m)		20	9				3			68
" /91 (533m)	Probertit(100)									
" /92 (534m)	5	4	53				1			37
EİS-4/2 (438m)	28			30		9	7		26	
" /3 (444m)	8					13	14			65
" /4 (462m)	35					38	27			
" /5 (475m)	18					9	2		71	
" /6 (490m)	40	4					4			52
" /7 (495m)	68						1			31
" /8 (515m)	59						1			40
" /9 (518m)	Jips+Anhidrit+Kuvars+Solestin									
" /10 (520m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /11 (522m)	45						12			43
" /12 (525m)	Kolemanit+Anhidrit +Jips									
" /13 (527m)	37						17			46
" /14 (532m)	Kolemanit									
" /15 (539m)	36						18			46
" /16 (543m)	Kolemanit									
" /17 (545m)	43						16			41

Çizelge A.2( Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARSA	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-4/18(547m)						20	9			71
" /19(550m)	Kolamanit Kil Kalsit									
" /20(556m)	41						2			57
" /21(558m)	Porobertit									
EİS-7/45(396m)						58	42			
" /46(362m)						62	38			
" /47(366m)	Çözümlemesi yapılmadı.									
" /48(373m)	Çözümlemesi yapılmadı.									
" /49(373m)	28		61				11			
" /50(381m)	22					21			57	
" /51(382m )	63	30					7			
" /52(395m)						16	12			72
" /53(396m )	77						23			
" /54(402m)	58									42
" /55(404m)	Kolamanit									
" /56(408m)	Kolamanit+Kalsit									
" /57(409m)	Havit									
" /58(411m)	Kolamanit+Havit+Anhidrit+Jips									
" /59(412m)	36						4			60
" /60(419m)	Kolamanit+Anhidrit+Jips+Kalsit									
" /61(421m)	Kolamanit+Kalsit+ Fuvars									
" /62(422m)	22						2			76

## Öznelge A.2. (Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BİYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-7/63(425m)	Kolamanit+Anhidit+Jips									
" /64(429m)	Kolamanit+Kalsit+ Kuvars									
" /65(429m)	31						14			55
" /66(433m)	Kolamanit+Anhidit+ Kuvars									
" /67(435m)	32						20			48
" /68(436m)						70	30			
" /69(440m)	Probertit									
" /70(442m)	Probertit									
" /71(443m)	6					24				70
" /72(446m)	Probertit									
" /73(447m)	13									87
" /74(451m)	Probertit									
" /75(455m)	Probertit									
" /76(459m)	Probertit									
" /77(461m)	Probertit									
" /78(464m)	45	29					26			
" /79(466m)	Probertit									
" /80(468m)	3	18	13				3			63
" /81(470m)	15	7	27							51

izelge A.2.(Devam Ediyor)

RNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
İS-9/55(448m)	30			61		9				
" /56(458m)	86	10					4			
" /57(470m)	7			32		29				32
" /58(475m)	7			38		9	8		38	
" /59(476m)	15			55		20	10			
" /60(482m) <sup>1</sup>	19					30			34	17
" /61(482m)	37	18					10			
" /62(492m)	9			32		13	11		35	
" /63(494m)	14			57		13	16			
" /64(508m)				30		12	18		32	
" /65(516m)	19			36		23	22			
" /66(522m)	19	13	43				7			18
" /67(534m)	54		38				8			
" /68(544m)	71		6				3			20
" /69(546m)	11			14		7	2		52	14
" /70(552m)	74						3			23
" /71(555m)	32	7				3	5		14	39
" /72(565m)	62						7			31
" /73(567m)	72									28
" /74(571m ) ,Hornblend)	68						4			28

izelge A.2. (Devam Ediyor)

RNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	KUVAR	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
İS-9/75(572m)	55						8			37
" /76(575m)	50						4			46
" /77(578m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /78(585m)	52						5			43
" /79(587m)	Kolemanit+Kuars									
" /80(592m)	70						5			25
" /81(595m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /82(596m)	49						20			31
" /83(598m)	Kolemanit+Kuars									
" /84(603m)	71						8			21
" /85(604m)	Kolemanit									
" /86(606m)	57						29			14
" /87(609m)	76		6							18
" /88(615m)							9			91
" /89(618m)					9	21	11		54	
" /90(623m)	5						3			92
" /91(627m)	Probertit									
" /92(631m)	Probertit									
" /93(632m)	Probertit									
" /94(633m)	Probertit									

Çizelge A.2. (Devam Ediyor.)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMIT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
İS-9/95 (635m)		10	21			4	1			64
" /96 (638m)	Probertit									
" /97 (640m)	Probertit									
" /98 (641m)	Probertit+Kil									
" /99 (642m)	23		52							25
İS-14/24 (289m)	2	17	33				7			41
" /25 (292m)	11				5	13	9		32	29
" /26 (293m)	21					18	12		49	
" /27 (299m)	89	4	4				3			
" /28 (302m)	22				16	5	6		51	
" /29 (306m) <sup>1</sup>	45						12			43
" /30 (307m)	50	48					2			
" /31 (310m)	27	15			9	4	5			40
" /32 (315m)	12				18	6	7			57
" /33 (317m)	14				5	10	7		20	44
" /34 (319m)	4						1		19	76
" /35 (322m)	59									41
" /36 (323m)	Havlit									
" /37 (327m)	Kolemanit									
" /38 (330m)	Kolemanit									
" /39 (332m)	51									49

<sup>1</sup>, Stronsiy nit



## Çizelge A.2.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-14/40(334m)	Havlit+Kalsit									
" /41(336m)	Kolemanit+Kalsit									
" /42(339m)	Havlit									
" /43(342m)	62									38
" /44(352m)						15			35	50
" /45(363m)	41						4			55
" /46(375m)	67						1			32
" /47(382m)	57						8			35
" /48(384m)	42					6	3		22	27
" /49(391m)	43	6					5		20	26
" /50(392m)						19	5		49	27
" /51(397m)	90	4					6			
" /52(404m)	15	2	28				2		19	32
EİS-15/5 (378m)						31				69
" /6 (379m)	89				8		3			
" /7 (380m)	27					4				69
" /8 (381m)	Havlit									
" /9 (384m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /10(391m)	20						2			78

(1, Stronsiyanit)

Çizelge A.2(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARSA	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-15/11(396m)	Jips									
" /12(397m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
" /13(400m)	29						2			69
" /14(405m)	54						16			30
" /15(408m)	Kolemanit									
" /16(409m)	Kolemanit									
" /17(411m)	Havlit									
" /18(412m)	55									45
" /19(414m)	36									64
" /20(416m)	Kolemanit									
" /21(419m)	36									64
" /22(427m)	45						1			54
" /23(438m)	55						1			44
" /24(456m)	39									61
" /25(470m)						14			46	40
EİS-16/1(64m)		19		73		8				
" /2(72m)	5			40		7	5	20	23	
" /3(78m)	20			31		6	5		38	
" /4(81m)	15			5		9	4		40	27
" /5(88m)	23			42		7			28	
" /6(95m)	18		79				3			

Çizelge A.2.(Devam Ediyor )

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-16/7(96m)	5	3	56	8			1	8		19
" /8(104m)	23			6		6	2		39	24
" /9(105m)	65						1	9		25
" /10(113m)	4		27	34		7	4		24	
" /11(118m)	3		18	18		3	3	8	16	31
" /12(131m)	12			33		12	7		36	
" /13(137m)	26		56				1	17		
" /14(142m)	5					11	4		46	34
" /15(144m)	1		68	12		12		7		
" /16(148m)	3		21	21		4	4	6	16	25
" /17(163m)	11			19		9	5		21	35
" /18(174m)	98						2			
" /19(176m)	8		74				7	11		
" /20(179m)	28		46				2	24		
" /21(193m)	10			33		6	9		42	
" /22(209m)	68					11	2			19
" /23(213m)	19		79				2			
" /24(216m)	10					4	10		27	49
" /25(217m)	95						5			
" /26(222m)	Kalsit+Sölestin									

## Şizelge A.2.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-16/27(223m)	15			10		4	2		50	19
" /28(226m)	8					19	4		43	26
" /29(229m)	63					4	3			30
" /30(240m)	38		11			5	1			45
" /31(247m)	59						3			38
" /22(249m)	21									79
" /33(262m)	40		11				3			46
" /34(268m)	Kolemanit									
" /35(276m)	5					10	8		31	46
" /36(291m)	Kolemanit									
" /37(307m)	3					10	5		27	56
" /38(322m)	Anhidrit+Jips									
" /39(325m)	Kolemanit+Anhidrit+Jips									
EİS-17/23(370m)	70		2				3			
" /24(370m)	Çözümlemesi Yapılmadı.									
" /25(371m)	37		8	13		4	4		16	18
" /26(371m)	32		33				3			32
" /27(375m)	5		21	17		8	6		18	25
" /28(376m)	16			43		23	18			
" /29(386m)	9			25		5	8		31	22
" /30(391m)	85		11				4			

Çizelge A.2(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARSA-	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-17/31(393m)	Çözümlemesi Yapılmadı.									
" /32(402m)	41		7			5	4			43
" /33(409m)	66									34
" /34(417m)						9			28	63
" /35(423m)	67									33
" /36(441m)	42						6			52
" /37(447m)	Kolemanit									
" /38(451m)	45						1		11	43
" /39(457m)	Probertit									
" /40(460m)	43									57
" /41(463m)	Kolemanit									
" /42(480m)	55									45
" /43(484m)	54									46
" /44(493m)						15			41	44
" /45(498m)	61	13					1			25
" /46(509) <sup>1</sup>						16	4		60	20
EİS-18/1(354m)	32					34	34			
" /2(366m)	15			24		7	10			44
" /3(369m)	6		88				6			

[1,Hornblend)

Çizelge A.2.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-18/4 (374m)	72						7			21
" /5 (380m)	76						24			
" /6 (383m)	11					63	2		24	
" /7 (395m)	51	9					6			34
" /8 (404m)	38					14	3			45
" /9 (410m)	68						3			29
" /10 (419m)	27					30	43			
" /11 (422m)						22	20		58	
" /12 (436m)	58					10	32			
" /13 (450m)	Çözümlemesi yapılmadı.									
" /14 (450m)	82						18			
" /15 (452m)	Çözümlemesi yapılmadı.									
" /16 (453m)	57						1			42
" /17 (469m)	7					14	20			59
" /18 (471m)	Probertit									
" /19 (474m)		3	50				2			45
EİS-20/2 (163m)	21	74					5			
" /3 (166m)	12	13				54	21			
" /4 (168m)	79					21				
" /5 (169m)	5	7	51				8			29

Çizelge A.2. (Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLONİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BİYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-20/6(172m)	7	6	71				16			
" /7(178m)	34		48				18			
" /8(181m)	22	13	25							40
" /9(186m)	23					32	4		41	
" /10(194m)	23					10				67
" /11(203m)										100
" /12(209m)	Kolemanit									
" /13(210m) <sup>1</sup>	52									48
" /14(211m)	100									
" /15(212m)	Havlit									
" /16(220m)	Kolemanit									
" /17(222m)	48									52
" /18(223m)						17				83
" /19(227m)	Kolemanit									
" /20(229m)	37									63
" /21(233m)	Kolemanit									
" /22(235m)	42						5			53
" /23(242m)	53						2			45
" /24(249m)	49						1			50
" /25(251m)	100									
" /26(270m)	18	81					1			

(1, Stronsiyonit)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	MÜVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EYS-2/1(5m)	99						1			
" /2(13m)	67									33
" /3(16m)	85							15		
" /4(32m)	48									52
" /5(35m)						14			28	58
" /6(38m)	39									61
" /7(39m)	66									34
" /8(44m)	100									
" /9(46m)						29				71
" /10(48m)	55						1			44
" /11(54m)	37									63
" /12(56m)	100									
" /13(62m)	64									36
" /14(68m)						12	4		18	66
" /15(69m)	45									55
" /16(77m)						17			38	45
" /17(80m)	40									60
" /18(83m)	Kolemanit									
" /19(92m)	Kolemanit									
" /20(98m)	9					20				71



Çizelge A.2.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMIT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EYS-2/21(98m)	97					3				
" /22(99m)	37									63
" /23(103m)	Üleksit									
" /24(106m)	24	8								68
" /25(108m)						15			30	55
" /26(111m)	60	6					1			33
" /27(112m)	Üleksit									
" /28(115m)	13	16								71
" /29(122m)	Üleksit									
" /30(129m)	Üleksit									
" /31(130m)	15									85
" /32(135m)	17	40					3			40
" /33(139m)	39	3	22				2			33
" /34(145m)	32	66					2			
" /35(152m)	46	4	13				3			34
" /36(154m)	75	25								
" /37(164m)	16	5	49				2			28
" /38(173m)	62	35					3			

izelge A.3.Emirler Tüf Üyesi Örneklerinin X-RD(TK)Çözümlemesi Sonuçları.

RNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	MVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
S-2/24(150m)				36		11				53
İS-3/24(86m)				76		9		15		
" /25(97m)				88		12				
" /26(105m)				88		12				
" /27(117m)				95		5				
" /28(127m)				100						
" /29(136m)				100						
" /30(148m)				76		8		16		
" /31(158m)				29		71				
" /32(159m)				74		10		16		
" /33(173m)				100						
" /34(192m)				100						
" /35(201m)				35		58		7		
" /36(205m)				38		62				
" /37(222m)				84				16		
" /38/234m)				100						
" /39(251m)				84				16		
" /40(258m)				84				16		
" /41(272m)				89		11				
" /42(282m)				86				14		
" /43(292m)				80		7		13		

## izelge A.3. (Devam Ediyor)

RNEK NO	KALSİT	DOLOMIT	ARACONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	KÜVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
İS-3/44(318m)				100						
" /45(333m)				92			8			
" /46(343m)				92			6			
İS-4/1 (413m)	13					50	37			
İS-7/36(106m)				89		11				
" /37(117m)		73								27
" /38(118m)		75								25
" /39(141m)				86		14				
" /40(251m)				80		10	10			
" /41(257m)				81		9	10			
" /42(275m)				81		10	9			
" /43(293m)				46		8	9		37	
" /44(347m)				80		9	11			
İS-8/28(125m)				100						
İS-9/31(169m)				91		9				
" /32(173m)				70		6		24		
" /33(184m)				76		9			15	
" /34(185m)				85		15				
" /35(193m)				80		9			11	
" /36(196m)				79		8			13	

Çizelge A.3.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLONİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-9/37(197m)				77		9			14	
" /38(225m)				83		12	5			
" /39(238m)				76		10		14		
" /40(271m)				70		9				21
" /41(296m)				75		13			12	
" /42(314m)				88		12				
" /43(325m)				84		12	4			
" /44(339m)				82		12	6			
" /45(350m)				80		14	6			
" /46(357m)				64		8	4			24
" /47(369m)				82		12	6			
" /48(378m)				63		8	9		20	
" /49(378m)				83		12	5			
" /50(399m)				67		8	4			21
" /51(416m)	6			80		11	3			
" /52(420m)				83		10	7			
" /53(436m)	28					72				
" /54(437m)	5					26	8		24	27
EİS-14/21(94m)				43		5	3		49	
" /22(101m)				73		10	5		12	
" /23(255m)	55						2			43

Çizelge A.3(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMIT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDİSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
EİS-15/1(74m)	41	47					12			
" /2(160m)					78	8	14			
" /3(170m)					47	13	21			19
" /4(241m)					52	9	39			
EİS-17/2(95m)				83		11	6			
" /3(96m)				83		10	7			
" /4(111m)				89		9	2			
" /5(126m)				88		12				
" /6(141m)				90		10				
" /7(150m)				88		12				
" /8(160m)				89		11				
" /9(180m)				89		11				
" /10(200m)				89		11				
" /11(217m)				86		14				
" /12(235m)				88		12				
" /13(254m)				74		11	4		11	
" /14(278m)				74		10	5		11	
" /15(297m)				28		3				69
" /16(318m)	7			78		13	2			
" /17(333m)				72		16	2		10	

## Şizelge A.3.(Devam Ediyor)

RENK NO	KALSİT	DOLONİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	NIJARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
MS-17/18(336m)				84		3	2		11	
" /19(345m)	5					19	13		31	32
" /20(350m)	5					20	14		32	29
" /21(355m)	20			39		5	3			33
" /22(366m)	18			42		6	3			31
MS-20/1(157m)				80		11	9			
PS-18/32(63m)	61			30		7	2			
" /33(67m)				88		12				
S-15/25(97m)				84		10	6			
S-31/65(200m)				88		12				

Çizelge A.4. İskele Üyesi Örneklerin X-RD(TK) Çözülme sonuçları.

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALİTİN	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
AS-2/1(22m)	33					56	11			
" /2(30m)	15					81	4			
" /3(54m)	19	6	44							31
" /4(55m)	11	2	44							43
" /5(56m)	37	13			20	28	2			
" /6(70m)	11	19				15				55
" /7(72m)		40				9	1			50
" /8(77m)	74	24					2			
" /9(80m)	26	3			9	18	8		36	
" /10(82m)	7					57			18	18
" /11(86m)	67	2								31
" /12(92m) <sup>1</sup>	59									41
" /13(96m)	41									59
" /14(102m)	Kolemanit									
" /15(110m)	18	55								27
" /16(116m)	Üleksit									
" /17(117m)	44	26								30
" /18(118m)						11				89
" /19(123m)	Üleksit									
" /20(126m)	3	68							29	
" /21(132m)	19	9	36						16	20
" /22(139m)	36	29	12							23

1, Stronsiyenit)

## izelge A.4.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMIT	ARGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	MÜVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
S-2/23(147m)	95		5							
İS-3/1(5#) <sup>1</sup>						100				
" /2(8m)	73	23					4			
" /3(12m)	45	20								35
" /4(16m)	49	5								46
" /5(19m)	45									55
" /6(22m)	4					13			23	60
" /7(26m)	57									43
" /8(33m)	8					28			27	37
" /9(39m)	30									70
" /10(41m)	16		43							41
" (11)(46m)	Kolemanit									
" /12(46m)	9									91
" /13(47m)	35		16							49
" /14(51m)	2	19	43							36
" /15(56m) <sup>2</sup>	34									66
" /16(60m)										100
" /17(62m)	12	42								46
" /18(68m)	Çözümlemesi yapılmadı.									
" /19(69m)	24					16	6		54	
" /20(70m)	4	66	30							
" /21(72m)	38	31	18			13				
,Hornblend) ,Stronsiyanit)										



## izelge A.4.(Devam Ediyor)

BREK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLINOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
[S-3/22(74m)	100									
" /23(81m)	86		14							
[S-7/1(1m) <sup>1</sup>		45					55			
" /2(1m) <sup>2</sup>	Manyezit(100)									
" /3(3m) <sup>3</sup>		45								55
" /4(5m)		100								
" /5(6m)		51					2			47
" /6(11m)		100								
" /7(13m)					9	8				83
" /8(15m)		100								
" /9(21m)	33	20	11							36
" /10(22m)						10				90
" /11(23m)		100								
" /12(25m)	34	35				26	5			
" /13(25m)	41	59								
" /14(28m)						100				
" /15(28m)		100								
" /16(32m) <sup>4</sup>	12					82	6			
" /17(33m)	81	19								
" /18(35m)		91					9			

,2,3, Manyezit -)  
,Hornblend)

zelge A.4.(Devam Ediyor)

NEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
3-7/19 (38m)	16	8				20				56
" /20 (44m)	44									56
" /21 (47m)	100									
" /22 (54m)	76		24							
" /23 (62m)	56									44
" /24 (64m)	13		28							59
" /25 (66m)										100
" /26 (72m)	12				19		2			67
" /27 (74m)	61									39
" /28 (75m)	Pandermit (100)									
" /29 (75m)	Kolemanit (100)									
" /30 (75m)	19		23							58
" /31 (77m)	23		19							58
" /32 (82m)		65								35
" /33 (87m)	11	7	53							29
" /34 (92m)		48				11	3			38
" /35 (96m)		72								28
-8/1 (7m)	30	9								61
" /2 (16m)	40	14								46
" /3 (17m)		13								87
" /4 (21m)		5		82		10	2			
" /5 (23m)		100								
" /6 (26m)	67	10	23							

## izelge A.4.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLINOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
S-8/7(32m)		100								
" /8(36m)	26	27				7	3			37
" /9(37m)	12	9	26							53
" /10(43m)	100									
" /11(48m)	100									
" /12(49m)				26		37			37	
" /13(53m)	29									71
" /14(64m)	19	45	36							
" /15(69m)	74									26
" /16(70m)						26			19	55
" /17(74m)	42						7			51
" /18(76m)	66		6							28
" /19(77m)	76			24						
" /20(82m)	Kolemanit(100)									
" /21(83m)	Sölestin(100)									
" /22(85m)	12	5	57							26
" /23(91m)	37	32	31							
" /24(98m)	9	50	12				1			28
" /25(102m)	100									
" /26(102m)	31	27	34			6	2			
" /27(116m)	61		28			11				

elge A.4(Devam Ediyor)

YER NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLINOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
-9/1(51m)	14	11				8	5			62
" /2(54m)		71								29
" /3(61m)		77								23
" /4(65m)		41								59
' /5(73m) <sup>1</sup>	11		11	62		10	6			
' /6(77m)	6	24	33							37
' /7(81m)		77								23
' /8(85m)	27		17							56
' /9(87m)	79	2								19
' /10(90m)				14		35			19	32
' /11(93m)				12		9	3		58	18
' /12(94m)	9	14	28							49
' /13(95m)	67									33
' /14(102m) <sup>2</sup>	72									28
' /15(105m)	41									59
' /16(113m)	29		10			3				58
' /17(122m)	49									51
' /18(125m)	51									49
' /19(127m)	44	6	23							27
' /20(129m) <sup>3</sup>	39		16							45
' /21(130m)	34		66							
Iornblend)										
I,Stronsiyamit)										

.zelge A.4.(Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAÇONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİT	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
S-9/22(135m)	12		9							79
" /23(136m)	Kolemanit(100)									
" /24(137m)	8	4	22							66
" /25(137m)	10	4	21			4				61
" /26(143m) <sup>1</sup>	45									55
" /27(148m)	31	2	44							23
" /28(152m)	5	40	17			3				35
" /29(159m)	21	26	20							33
" /30(162m)	61		12							27
S-14/1(5m)		41								59
" /2(12m)					25	3	2		15	55
" /3(21m)		38					2			60
" /4(22m) <sup>2</sup>					10	25	11		25	29
" /5(27m)	34	13			6	5	6			36
" /6(34m)	4	16	32		5	4	2			37
" /7(36m)					5	70				25
" /8(44m)	57					9			16	18
" /9(45m)	3					24	2		58	13
" /10(49m) <sup>3</sup>	3					32	3		45	17
" /11(50m)	9					32				59
" /12(56m)	33	9						58		
,Stronsiyanit)										
,3,Hornblend)										

zelge A.4. (Devam Ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
S-14/13(57m)	12		5				6			77
" /14(61m)	Çözümlenmesi yapılmadı.									
" /15(68m)	66	14								20
" /16(74m)	18				21	19			15	27
" /17(78m)	5		8			5	1			81
" /18(84m)	5	58					1			36
" /19(91m)	19	24				11				46
" /20(92m)	49	3					2			46
S-17/1(11m)	10	90								
S-18/1(6m)	81	19								
" /2(15m)	78	22								
" /3(16m)	72									28
" /4(18m)	9									91
" /5(22m) <sup>1</sup>	53									47
" /6(23m)	Kolemanit(100)									
" /7(23m)	40									60
" /8(25m)	Kolemanit(100)									
" /9(26m)	Üleksit(100)									
" /10(26m)	55		12							33
" /11(30m)	Üleksit(100)									
<hr/>										
Stronsiyenit)										

elge A.4 (Devam Ediyor)

NEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAÇONİT	KLINOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
-18/12 (31m) <sup>1</sup>	25	4	33							38
' /13 (33m) <sup>2</sup>	100									
' /14 (33m)	3					8				89
' /15 (39m) <sup>3</sup>	59	5								36
' /16 (39m)	Ülesit (100)									
' /17 (40m)	92	8								
' /18 (44m)	Tünelit (100)									
' /19 (45m)	Üleksit (100)									
' /20 (46m)	11				9	9			22	49
' /21 (47m)	71					29				
' /22 (50m)	62									38
' /23 (50m)	57	15	7							21
' /24 (52m)	9	26	25			3				37
' /25 (53m)	11					8				81
' /26 (54m)	42	29	18			11				
' /27 (55m)						44				56
' /28 (56m)		100								
' /29 (59m)	9	43					1			47
' /30 (60m)	51	9								40
' /31 (62m)	24					76				

,3, Stronsiyanit)

Çizelge A.4 (Devam ediyor)

NEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	NEVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
-15/1 (4 m)		78								22
" /2 (9 m)		72								28
' /3 (9 m)		100								
' /4 (12 m)		78								22
' /5 (14 m)		74								26
' /6 (15 m)	3					14	6			77
' /7 (19 m)		89				11				
' /8 (24 m)		100								
' /9 (30 m)						41	3		13	43
' /10(37 m)	60	3								37
' /11(38 m) <sup>1</sup>	56	2					3			39
' /12(50 m)	Kolemanit									
' /13(52 m)	52	11								37
' /14(54 m)	37	63								
' /15(56 m)	Kolemanit									
' /16(59 m)	42	20	10							28
' /17(64 m)	45									55
' /18(68 m)		81								19
' /19(73 m)	Kolemanit									
' /20(75 m) <sup>2</sup>	73	27								
' /21(76 m)	Kolemanit									
' /22(78 m)										100

(1,2, Stronsiyanit)



Çizelge A.4 (Devam ediyor)

YER NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİT	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
15/23(84 m)		100								
16/24(92 m)	39		8				14			39
145/1 (76 m)	2	3	59							36
17/2 (82 m)		73								27
18/3 (93 m)		83								17
19/4 (95 m) <sup>1</sup>		34								66
20/5 (96 m) <sup>2</sup>		100								
21/6 (110 m)		77								23
22/7 (111 m)					29	10	25			36
23/8 (113 m)		95					5			
24/9 (118 m)		4	40							56
25/10 (122 m)	17	10	31							42
26/11 (127 m)	89	6					5			
27/12 (128 m)				24		12	2			
28/13 (134 m)	21		79							
29/14 (138 m)	60						3			37
30/15 (139 m)	5					15	3		27	50
31/16 (140 m)	6	55	6							33
32/17 (145 m)	6		28				1			65
33/18 (146 m)	7		43				2			48

(1,2 Manyezit)



Çizelge A.4 (Devam ediyor)

RNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
PS-51/11 (87 m)		26				7	1			66
" /12 (87.10 m)		100								
" /13 (87.50 m)				20	17	6	2		30	25
" /14 (88 m) <sup>1</sup>		62								38
" /15 (90 m) <sup>2</sup>		72					2			26
" /16 (90.50 m)		43								57
" /17 (91 m)		18		29		7				46
" /18 (92 m)		58								42
" /19 (92.50 m)		100								
" /20 (97 m)		62								38
" /21 (98 m)				90		10				
" /22 (100 m)		11				38				51
" /23 (101 m)		100								
" /24 (105 m)					40					60
" /25 (105.60 m)					73	19	8			
" /26 (106.50 m)				84		11	5			
" /27 (107 m)	12	34	24							30
" /28 (108 m)	16	7	52							25
" /29 (110 m)	10	39	17							34

(1,2 Manyezit )

Çizelge A.4 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALSİM	FİELDİSPAT	MÜVARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
PS-51/30 (112 m)	4				3	32	2		27	32
" /31 (112.50 m)	31	69								
" /32 (113 m)	29	18				7	5			41
" /33 (114 m)	59	7	13							21
" /34 (115 m)	26					74				
" /35 (116 m)		75								25
" /36 (120.20 m) <sup>1</sup>						66			34	
" /37 (121 m)	44					28	3		25	
" /38 (125 m)	26	52								22
" /39 (125.20 m)	72									28
" /40 (125.40 m)	5					15			28	52
" /41 (127 m) <sup>2</sup>	9				29	10				52
" /42 (128 m)						25			23	52
" /43 (131 m)	62									38
" /44 (134 m)	37						2			61
" /45 (136 m)	6		46							48
" /46 (138 m)	35	25								40
" /47 (139 m)	61		36				3			
" /48 (142 m)	58									42
" /49 (143 m)	28						8			64

(1,2 Hornblend)

Çizelge A.4 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	KALSİT	DOLOMİT	ARAGONİT	KLİNOPTİLOLİT	ANALİTİM	FELDİSPAT	KEVANS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
PS-51/50 (145 m)		71								29
" /51 (147 m)	66									34
" /52 (148 m)					20	9	2		37	32
" /53 (151 m)	40		11				5			44
" /54 (155 m)	53									47
" /55 (156 m)	62		7							31
" /56 (156.50 m)						34			24	42
" /57 (157 m)	40		25				3			32
" /58 (159 m)	Kolemanit(100)									
" /59 (162 m)	17									83
" /60 (165 m)	7	8	50				1			34
" /61 (176 m)	39	35								26
" /62 (191 m)	21	19	15			7	1			37
" /63 (193 m)	3	72								25
" /64 (197 m)	50						1			49
TS-4 /1 (67 m)	2	7	62							29
" /2 (78 m)		54								46
" /3 (88 m)		72								28
" /4 (90 m)		62			4					34
" /5 (93 m)		73								27
" /6 (105 m)		100								
" /7 (111 m)	5	38					1			56

Çizelge A.4 (Devam ediyor)

BORU NO	KALSİT	DOLOMİT	ANACONİT	KLİNGPİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KETANS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
S-6/1 (25 m)		52								48
" /2 (37 m) <sup>1</sup>		78								22
" /3 (39 m)		65								35
" /4 (43 m)		80								20
" /5 (45 m)		75					6			19
" /6 (58 m)	6	7	30							57
" /7 (65 m)	62					6	1			31
-10/1 (51 m)	25	39	36							
" /2 (52 m)	5	26		55		9	5			
" /3 (60 m)	100									
" /4 (65 m)	49	12	39							
" /5 (68 m)	11			22		14	3		50	
" /6 (79 m)	37									63
" /7 (92 m)	22								41	37
" /8 (95 m)	40	22	38							
" /9 (102 m)	66		34							
" /10 (108 m) Üleksit(100)										
" /11 (109 m) Kolemanit (100)										
" /12 (110 m)	28		11							61
" /13 (111 m)	31	6	63							

(1, Manyezit)

Çizelge A.4 (Devam ediyor)

BNEF NO	KALSİT	POZONİT	AKARSİT	KLENOPTİLOLİT	ANALSİM	FELDSPAT	KUARS	OPAL-CT	BIYOTİT	KİL MİNERALLERİ
FS-10/14 (113 m)	15		85							
" /15 (125 m)	4	37	22							37
" /16 (141 m)	5		30			11				54
FS-12/1 (8 m)		73								27
" /2 (10 m)	75									25
" /3 (27 m) <sup>1</sup>	65									35
" /4 (51 m) <sup>2</sup>	100									

(1,2 Stronsiyanit)

Ek Açıklamalar-B

X-IŞINLARI (KİLFRANKSİYONU) ÇÖZÜMLEME SONUÇLARI



Ek Çizelge B.1 Uzun Tepe Üyesi Örneklerinin X-RD (KF) Çözümleme  
Sonuçları

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>İLLİT</u>	<u>SİMEKTİT</u>	<u>KLORİT</u>
EİS-7/49(373 m.)	E	10	
" /52(395 m.)	3	5	2
" /53(396 m.)		10	E
" /54(402 m.)	E	10	
" /59(412 m.)		10	E
" /62(422 m.)	E	10	E
" /65(429 m.)	E	10	E
" /67(435 m.)	E	10	E
" /71(443 m.)	1	9	E
" /72(446 m.)	E	10	E
" /73(447 m.)	E	10	
" /78(464 m.)	2	6	2
" /80(468 m.)	E	10	E
" /81(470 m.)	0.5	9	0.5
EİS-14/24(289 m.)	E	10	
" /27(299 m.)	0.5	9	0.5
" /29(306 m.)		10	
" /30(307 m.)	E	10	E
" /32(315 m.)	2	6	2
" /35(322 m.)		10	
" /39(332 m.)		10	
" /43(342 m.)		10	
" /45(363 m.)		10	

E = 0.5'den az

## Ek Çizelge B.1 (Devam Fdiyor)

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>İLLİT</u>	<u>SİMEKTİT</u>	<u>KLORİT</u>
EİS-14 / 46 (375 m.)	E	10	
" / 47 (382 m.)	E	10	E
" / 49 (391 m.)	3.5	3.5	3
" / 51 (397 m.)	3	4	3
" / 52 (404 m.)	2.5	5.5	2.0
EİS-17 / 26 (371 m.)	1	9	
" / 28 (376 m.)	3	7	
" / 29 (386 m.)	2	7	1
" / 32 (402 m.)	1.5	8.5	E
" / 33 (409 m.)		10	E
" / 34 (417 m.)	0.5	9	0.5
" / 35 (423 m.)	E	10	
" / 36 (441 m.)		10	
" / 38 (451 m.)	E	10	
" / 40 (460 m.)		10	
" / 42 (480 m.)		10	
" / 43 (484 m.)	E	10	
" / 44 (493 m.)	1	9	E
" / 45 (498 m.)	1	8	1
" / 46 (509 m.)	E	10	
EYS-2 / 2 (13 m.)		10	
" / 3 (16 m.) <sup>1</sup>			
" / 4 (32 m.)		10	
" / 6 (38 m.)		10	
" / 7 (39 m.)		10	
" / 8 (44 m.) <sup>2</sup>			

E: 0.5'den az ; 1 sepiyolit ; 2, 10<sub>I</sub>-14<sub>S</sub>.

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>İLLİT</u>	<u>SİMEKTİT</u>	<u>KLORİT</u>
EYS-2 / 10 (48 m.)		10	E
" / 11 (54 m.)		10	E
" / 12 (56 m.)		10	
" / 13 (62 m.)		10	
" / 15 (69 m.)	E	10	E
" / 17 (80 m.)	E	10	E
" / 21 (98 m.)		10	
" / 22 (99 m.)	E	10	E
" / 24 (106 m.)	E	10	E
" / 26 (111 m.)		10	
" / 28 (115 m.)	E	10	E
" / 31 (130 m.)		10	E
" / 32 (135 m.)	E	10	E
" / 33 (139 m.)	1	8.5	0.5
" / 34 (145 m.)	1	8	1
" / 35 (152 m.)	3	4.5	2.5
" / 36 (154 m.)	0.5	9	0.5
" / 37 (164 m.)	3	5	2
" / 38 (173 m.)	1.5	7	1.5

---

E : 0.5 'den az

Ek Çizelge B.2 Emirler Tüf Üyesi Örneklerinin X-RD (KF) Çözümleme  
Sonuçları

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>İLLİT</u>	<u>SİMEKTİT</u>
EİS-7 / 37 (117 m.)	E	10
" / 38 (118 m.)		10
EİS-9 / 35 (193 m.)	5	5
EİS-14/ 23 (255 m.)		10
EİS-17/ 21 (355 m.)		10
" / 22 (366 m.)	5	5

E : 0.5'den az

Ek Çizelge B.3 İskele Üyesi Örneklerinin X-RD (KF) Çözümleme  
Sonuçları

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>İLLİT</u>	<u>SİMETİT</u>	<u>KLORİT</u>
EİS-7 / 4 ( 5 m)		10	
" / 5 ( 6 m)		10	
" / 6 (11 m.)		10	
" / 8 (15 m.)		10	
" / 9 (21 m.)		10	
" /11 (23 m.)		10	
" /13 (25 m.)		10	
" /15 (28 m.)		10	
" /17 (33 m.)		10	
" /20 (44 m.)		10	
" /21 (47 m.)		10	
" /22 (54 m.)		10	
" /24 (64 m.)		10	
" /27 (74 m.)		10	
" /30 (75 m.)		10	
" /31 (77 m.)		10	
" /32 (82 m.)		10	
" /33 (87 m.)		10	
" /35 (96 m.)		10	
EİS-14/1 ( 5 m.)		10	
"/3 (21 m.)		10	
"/6 (34 m.)		10	

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>İLLİT</u>	<u>SİMEKTİT</u>	<u>KLORİT</u>
EİS-14 / 11 (50 m.)		10	
" / 12 (56 m.)		10	
" / 13 (57 m.)		10	
" / 15 (68 m.)		10	
" / 17 (78 m.)		10	
" / 18 (84 m.)		10	
" / 19 (91 m.)		10	
" / 20 (92 m.)		10	
PS-51 / 5 (74 m.)	E	10	E
" / 6 (75 m.)	0.5	9.5	E
" / 7 (77 m.)		10	
" / 8 (79 m.)		10	
" / 9 (81 m.)		10	
" /10 (84 m.)		10	
" /11 (87 m.)		10	
" /14 (88 m.)		10	
" /15 (90 m.)		10	
" /16 (90.50 m)		10	
" /18 (92 m.)		10	
" /19 (92.50 m)		10	
" /20 (97 m.)		10	
" /22 (100 m.)		10	
" /23 (101 m.)		10	


---

E : 0.5'den az

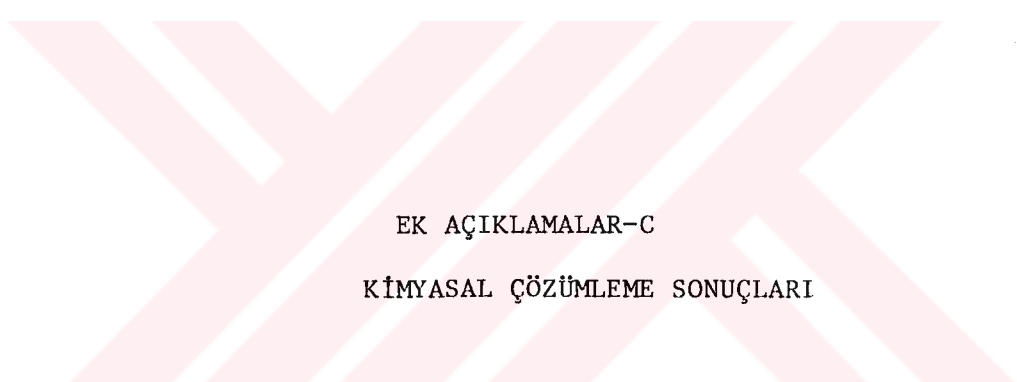
<u>ÖRNEK NO</u>	<u>SİMEKTİF</u>
PS-51 / 27 (107 m.)	10
" / 28 (108 m.)	10
" / 29 (110 m.)	10
" / 31 (112.50 m)	10
" / 33 (114 m.)	10
" / 35 (116 m.)	10
" / 38 (125 m.)	10
" / 39 (125.20 m)	10
" / 43 (131 m.)	10
" / 44 (134 m.)	10
" / 45 (136 m.)	10
" / 46 (138 m.)	10
" / 47 (139 m.)	10
" / 48 (142 m.)	10
" / 49 (143 m.)	10
" / 50 (145 m.)	10
" / 51 (147 m.)	10
" / 53 (151 m.)	10
" / 54 (155 m.)	10
" / 55 (156 m.)	10

Ek Çizelge B.3 (Devam ediyor).

<u>ÖRNEK NO</u>	<u>SİMEKTİT</u>
PS-51 / 57 (157 m.)	10
" / 59 (162 m.)	10
" / 60 (165 m.)	10
" / 61 (176 m.)	10
" / 63 (193 m.)	10
" / 64 (197 m.)	10







EK AÇIKLAMALAR-C  
KİMYASAL ÇÖZÜMLEME SONUÇLARI

Çizelge C.1 Uzun Tepe Üyesi Sımektitlerinin Ana Element Çözümleme Sonuçları (%)

ÖRNEK NO	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% TiO <sub>2</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% Ateşte Kayıp(100 °C)	Toplam
EİS-14/35 (322 m)	60.45	2.28	0.19	0.46	26.45	2.07	0.09	0.07	10.17	102.23
EİS-14/39 (332 m)	57.61	1.76	0.19	0.63	25.44	1.77	0.16	0.08	11.45	98.93
EİS-14/43 (342 m)	54.77	3.19	0.23	0.63	25.69	1.80	0.09	0.10	11.33	98.05
EİS-14/45 (363 m)	59.16	3.71	0.22	0.41	26.20	1.52	0.35	0.06	11.14	102.76
EİS-14/46 (375 m)	56.84	3.71	0.23	0.84	26.71	2.12	0.20	0.13	11.00	101.78
EİS-17/35 (423 m)	58.64	1.43	0.19	0.32	26.20	1.61	0.42	0.09	11.23	100.13
EİS-17/36 (441 m)	57.87	2.08	0.19	0.53	26.96	1.45	0.09	0.10	11.00	100.27
EİS-17/40 (460 m)	58.13	2.21	0.21	0.61	26.96	1.47	0.11	0.17	10.87	100.74
EİS-17/42 (480 m)	59.42	2.08	0.20	0.51	26.20	1.68	0.12	0.13	11.30	101.64
EYS-2/2 (13 m)	58.64	4.49	0.28	1.76	23.83	1.89	0.30	0.23	9.94	101.36
EYS-2/7 (39 m)	59.16	2.28	0.21	0.95	25.94	1.84	0.38	0.09	8.22	99.07

ÖRNEK NO	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% TiO <sub>2</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% Ateş te Kayıp(1000°C)	Toplam
EYS-2/12 (56 m)	59.42	2.15	0.19	0.46	27.98	1.50	0.39	0.14	8.67	100.90
EYS-2/28 (115 m)	56.32	7.48	0.20	0.71	24.49	1.11	0.18	0.16	10.07	100.73
EYS-2/31 (130 m)	58.38	2.67	0.05	0.36	25.44	1.54	0.15	0.09	11.46	100.14

Çizelge C.2 uzun tepe üyesi simektitlerinin yapısal formülleri

ÖRNEK NO	TETRAEDRE				OKTAEDRE				YAPRAKLAR ARASI				T.O.K.	Y.Y.
	Si	Al	Fe		Al	Mg	Fe	Ti	Ca	Na	K			
EİS-14/35 (322 m)	3.97	0.03	-		0.15	2.59	0.02	0.01	0.15	0.01	0.01	0.01	2.77	0.30
EİS-14/39 (332 m)	3.92	0.08	-		0.06	2.72	0.02	0.01	0.15	0.01	0.01	0.01	2.81	0.36
EİS-14/43 (342 m)	3.83	0.17	-		0.09	2.71	0.03	0.01	0.14	0.01	0.01	0.01	2.84	0.35
EİS-14/45 (363 m)	3.88	0.12	-		0.17	2.60	0.02	0.01	0.11	0.05	0.01	0.01	2.80	0.31
EİS-14/46 (375 m)	3.80	0.20	-		0.09	2.69	0.04	0.01	0.15	0.02	0.01	0.01	2.83	0.39
EİS-17/35 (423 m)	3.97	0.03	-		0.09	2.68	0.02	0.01	0.12	0.03	0.01	0.01	2.80	0.30
EİS-17/36 (441 m)	3.91	0.09	-		0.07	2.76	0.02	0.01	0.11	0.00	0.00	0.00	2.86	0.26
EİS-17/40 (460 m)	3.89	0.11	-		0.05	2.74	0.03	0.01	0.11	0.02	0.02	0.02	2.83	0.35
EİS-17/42 (472 m)	3.96	0.04	-		0.12	2.64	0.02	0.02	0.12	0.02	0.01	0.01	2.80	0.26
EYS-2 /2 (13 m)	3.90	0.10	-		0.25	2.36	0.09	0.01	0.13	0.04	0.02	0.02	2.71	0.50
EYS-2/7 (39 m)	3.95	0.05	-		0.13	2.58	0.05	0.01	0.13	0.05	0.01	0.01	2.77	0.31
EYS-2/12 (56 m)	3.91	0.09	-		0.08	2.74	0.02	0.01	0.11	0.05	0.01	0.01	2.85	0.27

Çizelge C.2 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	TETRAEDRE				OKTAE D R E				YAPRAKLAR A R A S I				
	Si	Al	Fe		Al	Mg	Fe	Ti	Ca	Na	K	T.O.K.	Y.Y.
EYS-2/28 (115 m)	3.76	0.24	-	0.35	2.39	0.04	0.01	0.01	0.08	0.02	0.01	2.79	0.25
EYS-2/31 (130 m)	3.97	0.03	-	0.18	2.58	0.02	0.00	0.11	0.02	0.01	0.01	2.78	0.27

Çizelge C.3 Iskele Üyesi Simektitlerinin Ana Element Çözümleme Sonuçları (%)

ÖRNEK NO	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% TiO <sub>2</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% Ateş te Kayıp(1000°C)	Toplam
EİS-7/6 (11 m)	61.18	3.77	0.26	0.84	23.05	1.08	0.11	1.02	8.59	99.90
EİS-7/8 (15 m)	62.66	3.25	0.22	0.73	24.01	1.08	0.12	1.03	8.43	101.53
EİS-7/9 (21 m)	59.71	2.28	0.20	0.54	25.18	1.57	0.10	0.35	8.07	98.00
EİS-14/3 (21 m)	57.87	4.10	0.23	0.69	20.73	1.15	0.19	1.13	13.75	99.84
EİS-14/11 (50 m)	59.16	1.30	0.20	0.41	23.71	1.31	0.05	0.04	11.97	98.14
PS-51/7 (77 m)	55.45	4.80	0.31	1.30	23.78	1.72	0.91	1.73	8.28	98.28
PS-51/8 (79 m)	62.36	3.01	0.21	0.85	27.29	1.26	0.43	0.37	7.12	102.90
PS-51/9 (81 m)	57.47	3.01	0.14	0.71	27.12	1.33	0.42	0.35	8.91	99.46
PS-51/10 (84 m)	51.07	3.01	0.26	0.62	24.25	1.24	0.96	0.68	15.47	97.56
PS-51/13 (87.50 m)	55.89	7.22	0.24	1.25	24.56	0.92	0.48	0.92	8.26	99.74
PS-51/15 (90 m)	52.86	3.57	0.30	0.58	24.17	0.96	0.60	0.52	18.59	102.15
PS-51/18 (92 m)	51.58	4.28	0.31	0.59	23.70	1.40	1.11	1.80	14.06	98.83

Yüzeyge 5.3 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% TiO <sub>2</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% Ateşte Kayıp(1000°C)	Toplam
PS-51/19 (92.50m)	57.94	1.89	0.02	0.25	26.35	1.15	0.50	0.21	10.60	98.91
PS-51/20 (97 m)	56.26	1.89	0.13	0.25	27.82	1.32	0.40	0.05	12.13	100.25
PS-51/22 (100 m)	54.79	10.02	0.40	1.03	23.94	0.81	0.55	1.16	8.99	101.69
PS-51/23 (101 m)	54.24	2.56	0.20	0.56	28.06	1.53	0.63	0.20	13.03	101.02
PS-51/27 (107 m)	55.23	2.17	0.21	0.46	23.32	1.64	0.56	0.65	13.77	98.01
PS-51/29 (110 m)	55.75	2.24	0.24	0.61	28.91	1.55	0.69	0.30	9.74	100.03
PS-51/33 (114 m)	56.44	1.99	0.26	0.65	28.13	1.84	0.87	0.39	11.96	102.54
PS-51/38 (125 m)	48.39	2.31	0.30	0.77	25.18	1.24	0.60	0.79	18.76	98.34
PS-51/43 (131 m)	58.07	1.90	0.22	0.19	25.43	3.02	0.39	0.09	9.43	98.74
PS-51/46 (138 m)	57.26	2.72	0.32	0.42	24.10	1.57	0.70	0.31	11.99	99.39
PS-51/47 (139 m)	55.97	2.36	0.25	0.34	24.76	1.99	0.44	0.21	13.21	99.53
PS-51/49 (143 m)	62.32	1.29	0.19	0.14	24.98	2.05	0.51	0.07	9.10	100.65

Çizelge C.3 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% TiO <sub>2</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% MgO	% CaO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% Ateşte Kayıp(1000°C)	Toplam
PS-51/51 (147 m)	57.49	1.36	0.17	0.09	25.80	2.87	0.26	0.03	11.33	99.40
PS-51/53 (151 m)	60.92	0.86	0.21	0.14	25.41	2.10	0.44	0.07	9.61	99.78
PS-51/60 (165 m)	55.28	1.89	0.25	0.21	25.06	1.91	0.46	0.09	16.76	101.91
PS-51/64 (197 m)	54.94	5.65	0.26	0.37	26.09	2.76	0.29	0.33	9.56	100.25



YAPRAKLAR  
A R A S I

ÖRNEK NO	TETRAEDRE				OKTAE DRE							T.O.K.		Y.Y.
	Si	Al	Fe	Al	Mg	Fe	Ti	Ca	Na	K	T.O.K.	Y.Y.		
EİS-7/6 (11 m)	4.04	-	-	0.29	2.27	0.04	0.01	0.08	0.01	0.09	2.61	0.43		
EİS-7/8 (15 m)	4.06	-	-	0.25	2.32	0.04	0.01	0.08	0.02	0.08	2.62	0.45		
EİS-7/9 (21 m)	4.01	-	-	0.18	2.52	0.03	0.01	0.11	0.01	0.03	2.74	0.29		
EİS-14/3 (21 m)	4.05	-	-	0.34	2.16	0.04	0.01	0.09	0.03	0.10	2.55	0.50		
EİS-14/11 (50 m)	4.11	-	-	0.11	2.46	0.02	0.01	0.10	0.01	0.00	2.60	0.65		
PS-51/7 (77 m)	3.80	0.20	-	0.19	2.43	0.07	0.02	0.13	0.12	0.15	2.74	0.48		
PS-51/8 (79 m)	3.94	0.06	-	0.16	2.57	0.04	0.01	0.09	0.05	0.03	2.78	0.28		
PS-51/9 (81 m)	3.86	0.14	-	0.10	2.72	0.04	0.01	0.10	0.05	0.03	2.87	0.24		
PS-51/10 (84 m)	3.81	0.19	-	0.07	2.70	0.04	0.01	0.10	0.14	0.06	2.82	0.51		
PS-51/13 (87.50m)	3.73	0.27	-	0.30	2.44	0.06	0.01	0.07	0.06	0.08	2.81	0.27		
PS-51/15 (90 m)	3.85	0.15	-	0.16	2.62	0.03	0.02	0.07	0.08	0.05	2.83	0.26		
PS-51/18 (92 m)	3.76	0.24	-	0.13	2.57	0.03	0.02	0.11	0.16	0.17	2.75	0.54		
PS-51/19 (92.50 m)	3.97	0.03	-	0.12	2.61	0.01	0.00	0.08	0.07	0.02	2.74	0.42		

Çizelge C.4 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	TETRAEDRE				OKTAEDRE				YAPRAKLAR A R A S I				T.O.K.	Y.Y.
	Si	Al	Fe	Al	Mg	Fe	Ti	Ca	Na	K	T.O.K.	Y.Y.		
PS-51/20 (97 m)	3.88	0.12	-	0.03	2.86	0.01	0.01	0.10	0.05	-	2.91	0.24		
PS-51/22 (100 m)	3.61	0.39	-	0.39	2.35	0.05	0.02	0.06	-	0.10	2.81	0.39		
PS-51/23 (101 m)	3.77	0.21	0.02	-	2.91	0.01	0.01	0.11	0.09	0.02	2.93	0.33		
PS-51/27 (107 m)	3.98	0.02	-	0.16	2.51	0.03	0.01	0.13	0.08	0.06	2.71	0.36		
PS-51/29 (110 m)	3.78	0.18	0.03	-	2.92	-	0.01	0.11	0.09	0.03	2.93	0.95		
PS-51/33 (114 m)	3.82	0.16	0.02	-	2.84	0.01	0.01	0.13	0.11	0.03	2.86	0.43		
PS-51/38 (125 m)	3.75	0.21	0.04	-	2.90	-	0.02	0.10	0.09	0.08	2.92	0.37		
PS-51/43 (131 m)	3.95	0.05	-	0.10	2.58	0.01	0.01	0.22	0.05	0.01	2.70	0.52		
PS-51/46 (138 m)	3.97	0.03	-	0.19	2.49	0.02	0.02	0.13	0.09	0.03	2.72	0.34		
PS-51/47 (319 m)	3.93	0.07	-	0.13	2.59	0.02	0.01	0.15	0.06	0.02	2.75	0.40		
PS-51/49 (143 m)	4.10	-	-	0.10	2.45	0.01	0.01	0.14	0.06	0.01	2.57	0.73 (Silis fazlalığı)		

Çizelge C.4 (Devam ediyor)

ÖRNEK NO	TETRAEDRE				OKTAE DRE				YAPRAKLAR ARASI				T.O.K.	Y.Y.
	Si	Al	Fe		Al	Mg	Fe	Ti	Ca	Na	K			
PS-51/51 (147 m)	3.97	0.03	-		0.08	2.66	0.01	0.01	0.21	0.03	-		2.76	0.40
PS-51/53 (151 m)	4.08	-	-		0.07	2.54	0.01	0.01	0.15	0.06	0.01		2.63	0.64 (Silis fazlalığı)
PS-51/60 (165 m)	3.94	0.06	-		0.10	2.66	0.01	0.01	0.15	0.06	0.01		2.78	0.37
PS-51/64 (197 m)	3.71	0.29	-		0.16	2.63	0.02	0.01	0.20	0.04	0.03		2.82	0.43

## DEĞİNİLEN BELGELER DİZİNİ

- A.S.T.M., 1972, Inorganic Index to the Powder Diffraction File. Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Pennsylvania, 1432 p.
- Alderman, A.R. and Von Der Borch, cc, 1963, A dolomite reactions. series: Nature, 188, P.931.
- Al-Droubi, A., 1976, Geochimie des sels et des solutions Concentrees par evaporation. Madele thermodynamique de simulation. Application au sols salés du Tchad: Mem. Sci. Géol, 46, 177s.
- Ataman, G., 1966, Geochimie des minéraux argileux dans les bassins sédimentaires marins: Etudes Sur le bassin Triassique du Jura Mem. Serv. Carte geol. Als. Lorr., 25, 237 s.
- Ataman, G., 1976, Türkiye'de yeni bir analsim oluşuğu ve zeolitli serilerle plaka tektoniği arasında muhtemel ilişkileri Yerilimleri, 1, 9-24.
- Ataman, G., 1977a, Datı Anadolu (Ege Bölgesi) zeolit yataklarının ve bunların oluşumlarının saptanması: TBTAK TBAG-197 no.lu proje Rap. 72S Ankara (Yayınlanmamış).

- Ataman,G., 1977b,Batı Anadolu zeolit oluşumları:Yerbilimleri, 3,85-95.
- Ataman,G.ve Baysal,O.,1973,Bazı bor minerallerinin termik reaksiyonları ve bunların atom yapısına etkisi Cumhuriyetin 50.yılı Yerbilimleri Kongresi Bült, s.537-565
- Ataman,G.and Baysal,O.,1978,Clay mineralogy of Turkish borate deposits: Chem Geol.,22,233-247.
- Ataman,G.et Beseme,P.,1972,Decouverte de l'analcime sédimentaire en Anatolie du Nord-Ouest(Turquie): Mineralogit ,Genese,Paragenese,Chem.Geol,9,203-225.
- Ataman.G.ve Gündoğdu,M.N.,1980,Kuzey-Orta Anadolu sedimenter serilerinde zeolit oluşumların araştırılması: Doğa Temel Bilim.,4,15-20.
- Ataman,G.ve Gündoğdu,M.N.,1981,Anadolu tersiyerinde analcimli zonlar ve bunların jeolojik korumu:Yerbilimleri,7,9-14.
- Ataman,G.and Gündoğdu,M.N.,1982 Analcimic zones in the Tertiary of Anatolia and their geological positions: Sediment.Geol.,31,89-99.
- Baysal,O.,1972,Sarıkaya(Kırka)Borat yataklarının mineralojik ve jenetik incelenmesi:Doçentlik Tezi,Hacettepe Üniversitesi,Ankara,157 s.

Baysal,O., 1973,sarılkaya (Kırka) borat yataklarının oluşumu: Türkiye Mad.Bil.ve Tek.III.Kongresi Bült., s.255-227.

Baysal,O., 1976,Türkiye Bor Tuzları: Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,6,207-226.

Baysal,O.,Salancı,B.,Datman,B.,Yılmaz,O,Kasapoğlu,E.,Şahbaz,A.,Görmüş,S.,Kocaepe,S.,Gündoğdu,N.,Kazanoğlu,H.,Şentürk,A.,Öner,M.,Bayhan,H.,Cerit,O.,Karayığit,A.İ.Yalçın,H.,Tolluoğlu,Ü.,Demirel,İ.H.,Genç,Y.,Dilaver,T.,Temel,A.,Çetin,H.ve Bağcı,G,1985, Bigadic borat havzası jeolojisi ve ekonomik potansiyelinin tespit edilmesi projesi: H.Ü.Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi,Proje kodu: YUVAM/84-3,2565. (Yayınlanmamış).

Baysal,O., Günay.G.,Arıkan,A.,Ekmekçi,M.,Bayarı,S.,Varol,Z.,Değirmenci,M.ve Yeşertener,C.,1986a,Bigadiç Kolemanit işletmesinde karşılaşılan yeraltısuyu sorunun çözümüne yönelik alternatiflerin ön araştırılması projesi: H.Ü.Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi,Proje Kodu:YUVAM/85-3;117S.

Baysal,O.,Gündoğdu,N.,Temel,A.ve Öner,F.,1986,Bigadiç zeolit oluşumlarının ekonomik jeolojik incelenmesi projesi: H.Ü.Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, Proje Kodu: YUVAM/85-2 ,155 s.

Baysal, O., Batman, B., Yılmaz, O., Görmüş, S., Şahbaz, A., Cerit, O.,  
Yalçın, H., Karayiğit, A.İ., Salancı, B. ve Bayhan, H.,  
1986 c, Bigadiç borat havzası ve yakın çevresinin  
jeolojik incelenmesi, danışmanlık ve kontrol hiz-  
metleri projesi: H.Ü. Yerbilimleri Uygulama ve Ar-  
ştırma Merkezi, Proje Kodu: YUVAM/85-1, 90s.

Bekişoğlu, K.A., 1961, Türkiye'de boryatakları ve bunların  
arzettiği ehemmiyet: M.T.A. Derleme Rap no.3400  
(Yayımlanmamış).

Boles, J.R and Surdam, R.C., 1979, Diagenesis of volcanogenic  
sediments in a Tertiary saline lake: Wagon Bed  
formation, Wyoming, Amer. Jour, Science, 279, 832-853.

Boyer, B.W., 1981, Tertiary lacustrine sediments from Sentinel  
Butte, North Dakota and the sedimentary record of  
ectogenic meromixis: Jour Sed. Petrol., 51, 429-440.

Bradley, W.F. and Fahey, J.J., 1962, Occurrence of stevensite in  
the Green River Formation of Wyoming: Amer Mineral  
47, 996-998.

Carmouze, J.P., Pedro, G. et Berrier, J. 1977, Sur la nature des  
simectites de neoformation du lac Tchad et leur  
distribution spatiale en fonction des conditions  
hydrogeochimiques: Comptes Rendu Academy Science  
Francais, Ser. D., 284, 615-618.

- Christ, C.L., 1960, crystal chemistry and systematic classification of hydrated borate minerals. *Am. Min.*, 45, 334-340.
- Christ, C.L., Truesdell, A.H. and Erd. C.R., 1967, Borate minerals assemblages in the system  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$ : *Geochim Cosmochim Acta*, 31, 313-339.
- Christ, C.L. and Hostetler, P.B., 1970, Studies in the system  $\text{MgO}-\text{SiO}_2-\text{CO}_2-\text{H}_2\text{O}$  (II) : The activity-product constant of magnesite: *Amer. Jour. of Science*, 268, 439-453.
- Çakır, A. ve Dündar, A., 1982, Balıkesir-Bigadiç boratlı Neojen incelenmesi hakkında ön rapor: M.T.A. raporu Ankara, 14S, 2 Ek. (Yayınlanmamış).
- De Boer, R.B., 1977, Stability of Mg-Ca carbonates: *Geochim Cosmochim. Acta*, 41, 265-270.
- Deffeyes, K.S., 1959, Zeolites in sedimentary rocks: *Jour. Sed. Petrol.*, 29, 602-609.
- Eugster, H.P. and Hardie, L.A., 1975, Sedimentation in an playalake complex: The Wilkins peak member of the Green River Formation of Wyoming. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 86, 319-334.
- Eugster, H.P. and Jones, B.F., 1979, Behavior of major solutes during closed-basin brine evolution: *American Journal of science*, 279, 609-631.



- Eugster, H.P. and Surdam, R.C., 1973, Depositional environment of the Green River Formation of Wyoming: A preliminary report. Geol.Soc.Amer.Bull., 84, 1115-1120.
- Farmer, J.B., Gilbert, A.J.D. and Haines, P.J., 1982, Thermal analysis of borate minerals: in Thermal analysis (Miller, Bernard ed.) Proceeding of the International Conference on Thermal Analysis, 7, 1, 650-656.
- Faust, G.T., Hataway, J.C. and Millot, G., 1959, Restudy of stevensite: Amer.Mineral., 44, 342-370.
- Gac, J.Y., AL-Droubi, A., Fritz, B. and Tardy, Y., 1977, Geochemical behaviour of silica and magnesium during the evaporation of waters in chad: Chem. Geol, 19, 215-228.
- Gaines, A.M., 1977, Protodolomite redefined: Jour. Sed.Petrol. 45, 543-546.
- Goldsmith, J.R. and Graf, D.L., 1958, Structural and compositional variations in some natural dolomites: J.Geol., 66, 678-692.
- Graf, D.L. and Goldsmith, J.R., 1956, Some hydrothermal syntheses of dolomite and protodolomite: Jour.Geology, 64, 173-186.
- Grim, R.E. and Kulbicki, G., 1961, Montmorillonites: High temperature reactions and classification: Amer mineral, 46, 1329-1369.

- Gündoğdu, M.N., 1982, Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter basesinin Jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi : H.Ü. Doktora Tezi, 386 s.
- Gündoğdu, M.N., 1984, Bigadiç gölsel Neojen baseninin jeolojisi : Yerbilimleri, 11, 91-104.
- Gündoğdu, M.N., 1985, Bigadiç gölsel Neojen baseninde karbonat mineralleri ile simektitlerin dağılımı: II. Ulusal Kil Kempozyumu Bildirileri, H.Ü. 123-140.
- Gündoğdu, M.N. ve Ataman, G., 1976, Tavşanlı (Kütahya) çevresinde sedimanter manyezit oluşumu: Yerbilimleri, 2, 134-139.
- Gündoğdu, M.N. ve Ataman, G., 1983, Bigadiç formasyonunda bazı eser elementlerin dağılımı ve Sr izotop jeokimyası: 37. Türkiye Jeol.Bil.Tek.Kur.Bildiri Özetleri, s.115-116.
- Gündoğdu, M.N. and Gökçen, S.L., 1982, On the origin of a Miocene paleolake turbidite horizon. Balıkesir (NW. Anatolia-Turkey): Abst.Vol. 11<sup>th</sup> Inter.Congr. Sediment., Canada, p.153.
- Gündoğdu, M.N. ve Gökçen, S.L., 1983, Bigadiç gölsel Neojen basenindeki birincil sedimanter yapılar ve kökenleri: Yerbilimleri, 10, 89-93.
- Gündoğdu, M.N., Tenekeci, Ö., Öner, F., DüNDAR, A. ve Kaya-kıran, S., 1985, Beypazarı trona yatağının kil mineralojisi: Ön çalışma sonuçları II. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri, s.141-153.

- Gündoğdu, M.N. and Yalçın, H., 1985, Possible use of strontium in borate exploration: An example from Bigadiç and Emet Neogene Basins of Turkey: I. World. Cong. Nonmetal. Min., Belgrade, Summary, 2, 289-300.
- Gündoğdu, M.N. ve Yılmaz, O., 1984, Kil mineralojisi yöntemleri, I. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri, Ç.Ü., s.319-330.
- Harder, H., 1972, The role of magnesium in the formation of simektite minerals: Chem. Geol. 10, 31-39.
- Hardie, L.A., Smoot, J.P. and Eugster, H.P., 1978, Saline lakes and their deposits: a sedimentological approach. In Modern and Ancient Lake Sediments, A. Matter and M.E. Tucker eds., Blackwell Sci, Pbl., Oxford, p.7-42.
- Hay, R.L., 1964, Phillipsite of salina lakes and soils: Amer. Mineral., 49, 1366-1387.
- Hay, R.L., 1966, Zeolites and zeolitic reactions in sedimentary rocks: Geol.Soc.Spec.Paper., 85, 130p.
- Hay, R.L., 1970, Silicate reactions in three lithofacies of a semi-arid basin, Olduvai Gorge Tanzania: Mineral. Soc.Amer.Spec.Paper, 3, 237-255.
- Hay, R.L., 1978, Geologic Occurrence of Zeolites: In Natural Zeolites, occurrence, Properties, use, L.B. Sand and F.A. Mumpton Eds., Pergamon Press, New York, p.135-145.

- Helvacı, C. ve Firman, R.J., 1977, Emet borat yataklarının jeolojik konumu ve mineralojisi: Jeoloji Müh.Derg., 2, 17-29.
- Hsü, K.J. and Kelts, K., 1978, Late Neogene sedimentation in the Black sea: In Modern and Ancient Lake Sediments, A Matter and M.E. Tucker eds., Blackwell Sc.Publ., Oxford, p.127-144.
- Inan, K., 1972. New borate district, Eskişehir-Kırka province. Turkey: Inst.Mining and Met., 81, B 163-165.
- Inan, K., 1975, Sulu bor yataklarının oluşum modeli: T.J.K. Bült.18,2,165-168.
- Inan, K., Dunham,A.C. and Esson, J., 1973, The minerology geochemistry and origin of the Kırka borate deposit, Eskişehir province, Turkey: Inst.Mining and Met. 82, B 114-B 123.
- Jones, B.F., Eugster, H.P. and Rettig, S.L., 1977, Hydrochemistry of Lake Magadi basin, Kenya: Geochim. Cosmochim. Acta, 41, 53-72.
- Jones, B.F. and Weir, A.H., 1983, Clay minerals of Lake Abert, an alkaline, saline lake: Clays and Clay Minerals, 31, 3, 161-172.
- Jones, J.B. and Segnit, E.R., 1944, The nature of Opal: I. nomenclature and constituent phases. Jour.Geol. Soc.Aust. 18, 57-68.
- Kalafatçioğlu, A., 1964, Balıkesir-Kütahya arasındaki bölgenin jeolojisi: T.J.K. Bülteni, 9, 46-63.

- Ketin, İ., 1966, Anadolu'nun Tektonik Birlikleri : M.T.A. Enstitüsü Dergisi, 66, 20-34
- Ketin, İ., 1977, Türkiye'nin başlıca orojenik olayları ve paleocoğrafik evrimi: M.T.A. Dergisi, 88, 1-4.
- Kutlu, R., 1963, M.Ali Meydan'a ait Bor tuzu ruhsat sahası (Balıkesir): M.T.A. Derleme Rap. No. 1011, 255 (yayınlanmamış).
- Last, W.M., 1984, Sedimentology of playa lakes of the northern Great Plains: Con. J. Earth.Sci., 21, 107-125.
- Last, W.M. and Schweyen, T.H., 1983, Sedimentology and geochemistry of salina lakes of the Great Plains: Hydrobiologia, 105, 245-263.
- Lefond, S.J. and Barker, J.M., 1979, A borate and zeolite occurrence near Magdalena, Sonora, Mexico: Econ.Geol. 74,8,1883-1889.
- Lippmann, F., 1973, Sedimentary Carbonate Minerals: Springer Verlag, Berlin, 229 p.
- M.T.A., 1965, Türkiye Borat Yatakları: M.T.A. Enstitüsü Yayını, 125, 12 s.
- M.T.A., 1978, Bigadiç-Balıkesir Bor tuzu maden işletmelerinin Simav çayında neden oldukları bor kirlenmesi sorunu üzerine ön çalışma: M.T.A. Derl.Rap.No. 6357,14 s. (yayınlanmamış).

- Mariner, R.H. and Surdam, R.C., 1970, Alkalinity and formation of zeolites in salina alkaline lakes: *Science*, 170, 977-980.
- Meixner, H., 1952, Ennige biorateminerale (Colemanit und tertschit ein neues mineral) aus der Türkei: *Fortschr. Mineralogie*, 31, 39-42.
- Meixner, H., 1953, Neue türkische Boratlagerstätten Berg. U. Hüttenmann. *Monatsh.* 98, 86-92.
- Meixner, H., 1956, Die neue türkische boratprovinz un İskeleköy bei Bigadiç im Vilayet Balıkesir: Sonderabdruck aus *Kali und Steinsals*, 2, 43-47, Essen, Verlag Glückauf.
- Millot, G., 1964, *Geologie des Argiles: Masson et Cie., Paris* ("Geology of Clays, " translated by W. Farrand and H. Paquet: New York, Springer. Verlag, 1970, 425 p.)
- Müller, G., Irion, G. and Förstner, U., 1972, Formation and diagenesis of Inorganic Ca-Mg Carbonates in the lacustrine environment: *Naturwissenschaften*, 59, 158-164.
- Müller, G. and Vagner, F., 1978, Holocene carbonate evolution in lake Balaton (Hungry): a reponse to climate and impact of Man. In *Modern and Ancient Lake Sediments*. A.Matter and M.E. Tucker Eds. Blackwell Sci.Publ. Oxford, p.55-80.

- Özpeker, I., 1969, Batı Anadolu borat yataklarının mukayeseli jenetik etüdü: Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 116 s.
- Özpeker, I. ve İnan, K., 1978, Batı Anadolu borat yataklarında izlenen mineral birliklerinin yatay evrimiyle ilişkileri: T.J.K. Bült., 21,1,1-10.
- Sayles, F.L. and Fyfe, W.S., 1973, The crystallisation of magnesite from aqueous solutions: Geochim.Cosmochim. Acta, 37, 87-100.
- Schmid, R., 1981, Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: Recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of Igneous Rocks. Geology, 9, 41-43.
- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. 3rd., 1968, Distribution and genesis of authigenic silicate minerals in tuffs of Pleistocene Lake Tecopa, Inyo County, California: U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 547, 38 p.
- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. 3rd., 1969, Diagenesis of tuffs in the Barstow formation, Mud Hills, San Bernardino County, California: U.S. Geol.Survey Prof.Paper, 634, 35 p.
- Sheppard, R.A. and Gude, A.J. 3rd., 1973, Zeolites and associated authigenic silicate minerals in tuffaceous rocks of the Big Sandy Formation, Mohave County, Arizona: U.S. Geol.Survey Prof.Paper, 830, 36 p.

- Smoot, J.P., 1978, Origin of the carbonate sediments in the Wilkins Peak Member of the Lacustrine Green River Formation (Eocene) Wyoming, U.S.A.: In Modern and Ancient lake sediments. A Matter and M.E. Tucker eds., Blackwell Scientific Publ., Oxford, p.107-126.
- Surdam, R.C., 1977, Zeolites in closed hydrologic systems: In Mineralogy and Geology of Natural Zeolites, F.A. Mumpton ed., Southern Printing Co., Blacksbourg, Virginia. p.65-89.
- Surdam, R.C. and Eugster, H.P., 1976, Mineral reactions in the sedimentary deposits of the lake Magadi region. Kenya: Geol.Soc.Amer.Bull., 87,1739-1752.
- Surdam, R.C. and Parker, R.B., 1972, Authigenic aluminosilicate minerals in the tuffaceous rocks of Green River Formation, Wyoming: Geol.Soc.Amer.Bull., 83, 689-700.
- Surdam, R.C. and Sheppard, R.A., 1978, Zeolites in saline alkaline lake deposits: In Natural Zeolites, occurrence, properties, use, L.B. Sand and F.A. Mumpton eds., Pergamon Press, New York, p.145-175.
- Spencer, R.J., Baedeker, M.J., Eugster, H.P., Forester, R.M., Goldhaber, M.B., Jones, B.F., Kelts, K., McKenzie, J., Madsen, D.B., Rettig, S.L., Rubin, M. and Bowser, C.J., 1984, Great Salt Lake, and precursors, Utah: The last 30.000 year. Contrib. Mineral.Petrol., 86, 321-334.



- Tardy, Y., 1981, Silice, silicates magnesiens, Silicates sodiques, et géochimie des paysages arides: Bull. Soc.Geol.France, 23, 325-334.
- Von Damm, K.L. and Edmond, J.M., 1984, Reverse weathering in the closed-basin lakes of the Ethiopian Rift: Ame. Jour.Sci. 284,835-862.
- Weaver, C. and Pollard, L.D., 1973, The Chemistry of clay minerals: Elsevier Scientific Publ. Co., Amsterdam, 213p.
- Wells, N.A., Cloke, P.L. and Dawson, RS, 1979, Water Chemistry during the development of Paleogene flagstaff of Central Utah: Geol. Soc.Ame. Abstracts with programs, 11, 7, p.537.
- Yalçın, H., 1984, Emet Neojen Gölsel Baseninin jeolojik ve Mineralojik petrografik incelenmesi: H.Ü.Yük.Müh. Tezi, Ankara, 269 s.(yayınlanmamış).
- Yalçın, R., 1972, Bigadiç'te İsmail Hakkı Eren'in ruhsatlı bortuzu sahasının ön etüd raporu: M.T.A. Derl.Rap. no. 4960, 5 s.(yayınlanmamış).
- Yılmaz, İ., 1977a, Bigadiç bölgesi bazaltik volkanizmasının mutlak yaşı. Doğa, Temel Bilm., 1,210-212.
- Yılmaz, İ., 1977b, Bigadiç Bölgesi Neojen volkanizmasının ve ofiyolitik kayaçlarının petrolojisine katkılar: TBTA VI. Bilim Kongresi. Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu Teblig Özetleri, s.290, Ankara.

- Yılmaz,O., 1977, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Kayaç Kimyası Laboratuvarında uygulanan kayaç analiz yöntemleri: HÜYBE Teknik Not., 1, 20s (yayınlanmamış).
- Yılmaz, O., Gündoğdu, M.N. ve Görmüş, S., 1982, Neojen yaşlı Bigadiç volkanosedimanter havzasının jeolojisi: Etibank Proje Rap., Hacettepe Üniversitesi 87 s., 5ek.
- Yuretich, R.F., 1986, Controls on the composition of modern sediments, Lake Turkana, Kenya. In Sedimentation in the African Rifts., L.E. Frostic et al. (eds.) Geological Society Special Publication 23, 135-146.
- Yuretich, R.F. and Cerling, T.E., 1983, Hydrogeochemistry of Lake Turkana, Kenya: Mass balance and mineral reactions in an alkaline lake. Geochim. Cosmochim. Acta, 47, 1099-1109.