

**ANKARA CİVARI (BEYPAZARI-ÇAYIRHAN) MİYOSEN YAŞLI
GÖLSEL-KARASAL ÇÖKELLERİN DEVİRSEL SEDİMANTOLOJİ,
SEKANS STRATİGRAFİ VE SEDİMANTER JEOKİMYA
YÖNTEMLERİ İLE YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKTE İNCELENMESİ**

Proje No: 106Y052

**Doç. Dr. İsmail Ömer Yılmaz
Prof. Dr. Asuman Türkmenoğlu
Prof. Dr. Torsten Walter Vennemann
Dr. Zühtü Batı
Dr. Marius Stoica**

**ŞUBAT 2006
ANKARA**

Önsöz

“Ankara civarı (Beypazarı-Çayırhan) Miyosen yaşlı gölssel-karasal çökellerin devirsel sedimantoloji, sekans stratigrafisi, ve sedimanter jeokimya yöntemleri ile yüksek çözünürlükte incelenmesi” başlıklı proje süresince Çayırhan, Davutoğlan, Beypazarı ve Ayaş civarları çalışılmış ve bu bölgelerin civarlarında yüzlek veren Çayırhan, Akpınar ve kısmen Kirmir Formasyonları içerisinde birbirini tamamlayan 7 değişik stratigrafik ölçülmüştür.

Ölçülen detay stratigrafisi kesitlerinde sedimantolojik analizlerin yanı sıra (mikrofasiyes ve sedimanter yapı analizi) jeokimyasal analizler (ana ve iz elementler), XRD, duraylı izotop analizleri ($\delta^{13}C$ ve $\delta^{18}O$) ve Sr izotop analizleri yapılmıştır. Ayrıca, devirsel stratigrafisi, sekans stratigrafisi ve Fischer eğrisi uygulamaları da yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar göl seviyesi değişimlerinin iklimsel etkili olduğunu ve küresel Miyosen iklim değişimleri ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Küçük ölçekli (Milankovitch devirleri) ve büyük ölçekli iklim değişikliklerinin varlığı sediman diziliminde farklı devirsellikler olarak gözlenmiş ve küçük ölçekli iklim değişikliklerinin havzayı denetleyen tektonik olaylardan etkilenmediklerini tespit edilmiştir. Milankovitch devirlerinin bu göl istiflerinde de kaydedilmiş olması küresel astrokronolojik korelasyon programında yer almasını ve Türkiye’den karşılaştırmada kullanılacak bir örnek teşkil etmesini sağlayacaktır.

Bu proje TÜBİTAK ve ODTÜ tarafından desteklenmiştir.

İçindekiler

Önsöz.....	1
Özet	6
Abstract.....	7
Proje Ana Metni.....	8
1. Giriş.....	8
2. Çayırhan-Davutoğlan Bölgeleri: Çayırhan Formasyonu.....	9
2.1. Stratigrafi ve Sedimantoloji.....	9
2.2. Jeokimyasal Analizler (element analizleri).....	25
2.3. İzotop Analizleri (Oksijen ve Karbon).....	33
2.4. Sr İzotop Analizi.....	35
2.5. Paleontolojik Analizler.....	36
2.6. Kil Mineralojisi ve XRD analizleri.....	42
2.7. Devrisel stratigrafi analizleri.....	44
3. Akpınar Formasyonu.....	52
3.1.Stratigrafi ve Sedimantoloji.....	52
4. Beypazarı Civarı: (Bağözü köyü, ETİ bank tesisleri, Koyucak köyü).....	59
4.1. Bağözü Köyü.....	59
4.1.1. Stratigrafi ve sedimantoloji.....	59
4.2. Etibank Soda Tesisleri.....	60
4.2.1.Stratigrafi ve sedimantoloji.....	60
4.3. Kuyucak Köyü.....	61
4.3.1. Stratigrafi ve sedimantoloji.....	61
5. Ayaş Civarı (Mülkköy, Fethiye Köyü).....	62
5.1. Mülkköy.....	62
5.1.1. Stratigrafi ve sedimantoloji.....	62
5.2. Fethiye köyü.....	63
5.2.1. Stratigrafi ve sedimantoloji.....	63
6. Sonuç ve Yorumlar.....	64
7. Öneriler.....	65
8. Değinilen Belgeler.....	65
9.Proje Özet Bilgi Formu.....	67

Şekil Listesi

Şekil 1. 1/100.000 ölçekli Jeoloji haritası (MTA) üzerinde çalışma alanlarının pozisyonları. İçeride siyah daireler incelenen alanları göstermektedir.....8

Şekil 2. Çayırhan bölgesinin genelleştirilmiş stratigrafi kolonu (Demirci, C., 2000) ve Çayırhan ölçülü kesitinin konumu.....14

Şekil 3. Çayırhan Formasyonu'nun önceki çalışmalarla formasyon karşılaştırma tablosu.....15

Şekil 4. Çayırhan ölçülü detay stratigrafik kesiti. Küçük siyah üçgenler 5. derece devirleri, büyük üçgenler ise 4. derece devirleri temsil etmektedir. Tabaka bitişindeki rakamlar örnek numaralarını temsil etmektedir. Fasiyes açıklamaları için lejanta bakınız.....16

Sekil 5a. Çayırhan detay ölçülü kesitinin alt kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin en altında yer alan Akpınar Formasyonu'nun en üstünde yer alan kalın tabakalı silisli gösel kireçtaşı mostrası, b-) Ölçülü kesitin alt kısmındaki gri-koyu gri çamurtaşları ile kireçtaşı/jipsli tabakaların ardalanmasından oluşan devirsel istif, c-) Kesitin orta kısmındaki gri-koyu gri dolomitli çamurtaşları ve bej-açık gri çamurtaşlarının vebunlarla ardalanmalı karbonat/jips tabakalarının oluşturduğu 5. ve 4. derece devirlerin görünümü, d-) ooid/pisoidli ve kireçtaşı kırıntıları içeren ince tabakalı gevşek çimentolu kireçtaşı /kalis fasiyesi, e-) d nin yakın görüntüsü, f-) Istifin orta kısmında devir üstlerindeki karbonatlı/jipsli seviyenin içerisinde tespit edilmiş aşağıya doğru çamurtaşlarının içerisine sokulum yapan çamur çatlağı dolgu yapıları,g-) f deki çamur çatlağı yapılarının tabaka üstünden görüntüsü, devir üstlerinde devir kapayıcı olarak yer alan jips dolgulu bu poligonal çamur çatlakları, çatlak aralarında kuruma şartlarını takiben gelişen sellenme sırasında birikmiş çakıllı çamurtaşı kalıntıları da gözlenmektedir.....19

Sekil 5b. Çayırhan detay ölçülü kesitinin üst kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin en üst kısmı, yeşil-haki renkli amurtaşlarının kırmızı renkli çamurtaşlarına geçiş yaptığı nokta. Elektrik direği kesitin en son noktasını temsil etmektedir, b-) a daki görüntünün yeşil - haki renkli çamurtaşları içerisinden yakın hali, ve ince çizgiler halinde çamurtaşları içerisindeki devriselliği göstermektedir, c-) yeşil-haki çamurtaşları ile ooidli/pisoidli karbonatların (çok ince tabakalı kireçtaşları) ardalanarak oluşturduğu 5. derece devirler, d-) c nin yakın görüntüsü, kırmızı renkli yumrular Fe oksit yumrularıdır ve devir üstlerinin hemen altında yer almaktadırlar, bu yumruların hemen üstüne genelde ooid/pisoidli karbonatların geldiği gözlenmiştir, e-) ooid/pisoidli karbonat tabakasının yakın görüntüsü, yer yer bej sarımsı renkli pelesipod kavkılarına benzer kavkılar içermektedir, f-) e deki fosil kavkılarının ve karbonat içeriğinin yakın görüntüsü, g-) bu seviyelerin hemen altındaki istifin içerisinde gözlenmiş olan devir üstlerinde devir kapayıcı olarak yer alan jips dolgulu poligonal çamur çatlakları.....20

Sekil 6. ÇYD kesitindeki bazı mikrofasiyes tiplerinin mikroskop görüntüleri. Çubuk ölçek 500 mikron büyüklüğünde ve hepsi için geçerlidir, a-) silisli çamurtası (ÇYD-2), b-) pisolitli/ooidli pelletik kireçtaşı (ÇYD-16), c-) Siltli pelletli çamurtası (ÇYD-19), d-) dolomitli çamurtası (ÇYD-24), e-) silislesmiş ooidli/pisolitli kireçtaşı (ÇYD-58), f-) Demir yerlesimli ostrakotlu pisolitli/ooidli kireçtaşı (ÇYD-78), g-) ostrakod ve silt içerikli ince laminali çamurtası (ÇYD-54).....21

Şekil 7. Çayırhan detay ölçülü kesitinin orta ve üst kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin bu kısmının altında yer alan yeşil çamurtaşları ile kırmızı

çamurtaşlarının arasında yer alan jipsli seviyenin görüntüsü, b-) jipsli seviyenin yakından görünüşü ve hemen üzerine kalın yeşil çamurtaşları ile devamı (örnek no: 120), c-) kesitin üst-orta kısmındaki yeşil ve kızıl-kahve renkli çamurtaşlarının devirsel ardalanması (örnekler 133-137 arası), d-) kesitin üst kısmındaki açık gri marn/çamurtaşları ile kızıl-kahve renkli çamurtaşlarının devirsel ardalanması (örnekler 138-142 arası) e-) kızıl-kahve çamurtaşları ile yeşil çamurtaşlarının dokanagının arazi görüntüsü, f-) istifin üst kısmındaki açık gri marnlar ile kızıl-kahve çamurtaşlarının devirsel ardalanması (örnekler 153-161 arası), g-) istifin karbonat oranının arttığı en üst kesiminde tespit edilen stromatolitik yapıların yer aldığı seviyenin görüntüsü (jeoloji çekicinin sapı stromatolit ile dokanaktadır) (örnek no: 158), h-) istifin daha da üstünde kalan karbonatlı kısmı takip eden yeşil çamurların hakim olduğu kısmın arazi görüntüsü.....22

Şekil 8. Çayırhan kesitindeki bazı sedimanter yapıların görüntüleri. a-b) jips seviyesinde gözlenen yağmur damlası izleri (Örnek No: 120), c-f) jips tabakasının içerisinde gözlenen kayma/sürüklenme veya organizma izleri (örnek no:127), g-) istifin üst kısmında gözlenen marnlı seviyedeki stromatolit yapısı (örnek no: 158), h-) stromatolit yapısının yakın görüntüsü.....23

Şekil 9. Çayırhan kesitindeki bazı mikrofasiyes tiplerinin mikroskop görüntüleri. Çubuk ölçek 100 mikron büyüklüğünde ve hepsi için geçerlidir, a-b) yeşil-haki renkli çamurtaşı/kiltaşı (örnek no:123), c-d) kök izleri oygu yapısı içeren pedojenik yapıdaki kırmızı-kızıl-kahve renkli çamurtaşı (örnek no: 133), e-) çeperleri demiroksitle kaplanmış intraklastlı yeşil-haki çamurtaşı (örnek no: 110), f-) yeşil-haki ve gri renkli çamurtaşları arasında gözlenen demir oksit yumrularının görüntüsü (örnek no: 92), kırmızı pembe renk demir oksit, siyah renkli kübik şekiller saçılmış haldeki oksidize olmuş piritlerdir.....24

Şekil 10. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element oranları eğrileri, A-) İstifin alt kısmına ait Sr/Ca oranı değişimi, B-) İstifin alt kısmına ait Mg/Ca oranı değişimi, C-) İstifin üst kısmına ait Mg/Ca oranı değişimi, D-) İstifin üst kısmına ait Sr/Ca oranı değişimi.....27

Şekil 11. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) SiO₂ değişimi, B-) CaO değişimi, C-) Si değişimi,, D-) Al değişimi.....28

Şekil 12. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Na değişimi, B-) K değişimi, C-) Ti değişimi.....29

Şekil 13. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Co eğişiimi, B-) Cu değişimi.....30

Şekil 14. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Ni değişimi, B-) Pb değişimi.....31

Şekil 15. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Zn değişimi, B-) As değişimi.....32

Şekil 16. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca Fe/Mn değişimi.....33

Şekil 17. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca duraylı izotop değişim eğrileri, A-) 18O değişimi, B-) 13 C değişimi.....34

Şekil 18. Çayırhan ölçülü kesitinin 18O ve 13 C iliksisi.....35

Şekil 19. Çayırhan kesitinden seçilmiş örneklerin Sr değişim grafiği.....	36
Şekil 20. Çayırhan ölçülü kesiti Palinolojik analizler.....	37
Şekil 21. Çayırhan kesiti ostrakoda levhası	40
Şekil 22. Çayırhan kesiti XRD analizi sonuçları.....	43
Şekil 23. Çayırhan ölçülü kesiti devir tipleri.....	47
Şekil 24. Çayırhan ölçülü kesiti orta ve üst kısmına ait arazi görüntüleri.....	49
Şekil 25. Çayırhan ölçülü kesiti Fischer eğrisi.....	50
Şekil 26. Küresel Miyosen Sekans Stratigrafisi, Oksijen izotopu eğrisi ve bu çalışmada elde edilen göl seviyesi değişim eğrilerinin karşılaştırılması.....	50
Şekil 27. Çayırhan Ölçülü Kesiti Fischer ve Oksijen izotopu eğrileri karşılaştırılması. Mavi ve kırmızı çizgiler istifin alt ve orta kısmındaki aynı seviyedeki soğuma dönemlerini ve ilişkili göl seviyesi düşmelerini göstermektedir. Yeşil çizgide ani ısınma ve aynı seviyedeki ilişkili göl seviyesi yükselimini göstermektedir.....	51
Şekil 28. Küresel Tersiyer Oksijen izotopu eğrisi ve iklimsel, tektonik ve biyolojik olayların karşılaştırması (Zachos ve diğ., 2001). Kırmızı noktalı çizgi ile belirtilen seviye bu çalışmada tespit edilen oksijen izotopu eğrisinin muhtemel karşılık gelebilecek seviyeyi belirtmektedir.....	52
Şekil 29 . Akpınar Kireçtaşı ölçülü kesiti arazi görüntüleri, a-) istifin uzaktan görüntüsü, b-) istif tabanındaki kalın tabakaların görüntüsü, c-) istifin orta kısmındaki kalın tabakaların görüntüsü, d-) kurgözü yapıli kireçtaşı fasiyesinin arazi görüntüsü, e-) stromatolitik kireçtaşı fasiyesinin arazi görüntüsü, f-) e deki fasiyesin yakın görüntüsü.....	54
Şekil 30. Akpınar Kireçtaşı ölçülü detay stratigrafik kesiti.....	55
Şekil 31. Akpınar kesitinin incekesit görüntüleri, beyaz çubuk ölçek 100 micron'dur ve hepsi için geçerlidir, a-) pelletli istif, yer yer spar kalsit dolgulu "clotted" doku görülmektedir (örnek no:7), b-) Altere olmuş yer yer biotit içeren "Tüf"/çamurtası (örnek no:10), c-) Pisolit, pellet istif taşı (örnek no: 11), d-) Pisolit, intraklast tanetası/cubuk taşı (Rudstone), yer yer meniskus cimento görülmektedir (örnek no: 13), e-) kurgözü yapı içeren loferitik kireçtaşı, (örnek no: 16), f-) stromatolitik kireçtaşı, kriptalgal laminalar gözlenmektedir (örnek no: 20).....	57
Şekil 32. Akpınar Kireçtaşı içerisindeki stromatolitik kireçtaşı örneğinin (AK-20) SEM görüntüsü. İnce tüpsü yapılar Siyanobakterial kalsifiye olmuş filamentlerdir.....	58
Şekil 33. Bağözü köyü ölçülü stratigrafik kesiti.....	59
Şekil 34. Etibank ölçülü stratigrafik kesiti.....	60
Şekil 35. Kuyucak Köyü ölçülü stratigrafik kesiti.....	61
Şekil 36. Mülk Köy ölçülü stratigrafik kesiti.....	62
Şekil 37. Fethiye köyü ölçülü stratigrafik kesiti.....	64

Özet

Bu projede Çayırhan, Davutoğlan, Beypazarı ve Ayaş civarları çalışılmış ve bu bölgelerin civarlarında yüzlek veren Çayırhan, Akpınar ve kısmen Kirmir Formasyonları içerisinde birbirini tamamlayan 7 değişik stratigrafik ölçülmüştür.

Ölçülen detay stratigrafi kesitlerinde sedimantolojik, (mikrofasiyes ve sedimanter yapı analizi), jeokimyasal (ana ve iz elementler), XRD, duraylı izotop analizleri ($\delta^{13}C$ ve $\delta^{18}O$) ve Sr izotop analizleri yapılmıştır. Ayrıca, devirsel stratigrafi, sekans stratigrafisi ve Fischer eğrisi uygulamaları da yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar göl seviyesi değişimlerinin iklimsel etkili olduğunu ve küresel Miyosen iklim değişimleri ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Küçük ölçekli (Milankovitch devirleri) ve büyük ölçekli iklim değişikliklerinin varlığı sediman diziliminde farklı devirsellikler olarak gözlenmiş ve küçük ölçekli iklim değişikliklerinin havzayı denetleyen tektonik olaylardan etkilenmediklerini tespit edilmiştir. Yapılan sedimantolojik, devirsel stratigrafik, kil mineralojisi, palionolojik analizlere göre ölçülü istiflerin alt kısmında koyu renkli çamurtaşları, haki çamurtaşları, kireçtaşı ve jips ardaanmalarından oluşan devirler ıslak ve kuru iklim ardaanmalarını temsil etmektedir. Çayırhan istifin üst kısmında ise kırmızı ve yeşil çamurtaşlarının ve stramatolitik kireçtaşı/marn ile ardaanmalarının yine küçük ölçekte ıslak ve kuru iklim ardaanmalarını farklı litolojiler ile yansıttıkları tespit edilmiştir. Fakat büyük ölçekte bakıldığı zaman birbirini destekleyen tüm analiz bulguları sayesinde ve hatta duraylı izotop analizleri desteği ile de kesinleşen Üst Miyosen soğuk ve nemli iklimini ve takip eden Sıcak ve kurak iklim değişimlerini görmek mümkün olmaktadır. Havzayı denetleyen tektonik olayların iklim değişimine etkisi büyük ölçekte dolaylı olabileceği ortaya çıkmıştır. Havza kenarlarından yapılan gözlemlere göre havzadaki sediman gelimini kontrol eden yükselmiş ana kayaların farklılıkları yakın kısımlarda farklı tipte devirlerin oluşmasına sebep olmuştur. Buna rağmen küçük ölçekli iklim etkili devirsel çökellerin kayıtları tespit edilmiştir. Tektonik etkiler ile yükselen havzanın kapanması durumunda bile devirsellikler devam etmiştir.

Abstract

In this Project, Çayırhan, Davutoğlan, Beypazarı and Ayaş regions have been studied and 7 different stratigraphic sections have been measured within Çayırhan Formation, Akpınar Limestone and partially Kirmir Formation cropping out around these areas.

Sedimentological (microfacies and sedimentary structures), geochemical (main and trace elements), XRD, stable isotopoe analysis ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$) and Sr isotope analysis have been carried out along the measured stratigraphic sections. In addition to these, cyclostratigraphic, sequence stratigraphic and Fischer Plot analysis have been applied. It has been found that lake level fluctuations are climate controlled and paralel with Global Miocene climate changes.

Small-scale (Milankovitch cycles) and large-scale climate changes have been recorded as different cyclic variations within sediments and it has been found that small-scale climate changes were not effected from tectonic events controlling the basin. Sedimentolocial, cyclostratigraphic, clay mineralocial, palynological analysis displayed that cycles composed of alternation of dark mudstones, dark grey-green coloured mudstones, limestones and gypsums represent wet and dry climate changes at the lower part of the measured section. At the upper part of the Çayırhan measured section, it has been determined that alternation of red and gren coloured mudstones, stromatolitic limestones/marls alro represents wet and dry climate changes with different lithologic expression. For the large-scale changes, it is possible to see cold and wet climate and followed by dry and hot climate changes of Late Miocene in this basin by the results of the all analysis supporting each other and even with the support of stable isotope analysis. It has been detected that large-scale climate changes could probably indirectly effected by tectonic events controlling the basin. In the basin margins, different basement rocks exposed controlling the sediment influx into the basin could caused formation of the different cycles. However, climate-induced small-scale cycles have been recorded without tectonic distrupcion even in the period of closing of the basin.

Proje Ana Metni

1. Giriş

Proje başlangıcından itibaren çalışma alanı olarak Çayırhan ve Davutoğlan bölgesi üzerinde yoğunlaşmıştır. Fakat ölçülü istiflerden mevcut uzmanlar dahilinde çok sağlıklı yaşlar elde edilememiştir. Ölçülen istiflerin daha çok havza ortasından seçilmesi paleoklimatolojik olarak sağlıklı veriler sundu, ancak fosil organizmalarda kıtlık olduğu için yaşlar çok detaylı ortaya konulamadı.

Buna rağmen, önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında tutarlı olduğu gözlenmiş ve çalışma alanlarını biraz daha havza kenarlarına da kaydırıp, ölçülü kesitler alınmıştır.

Dolayısı ile çalışma alanları, Çayırhan, Davutoğlan, Beypazarı ve Ayaş civarlarını kapsamaktadır.

Genel olarak proje işleyişinde proje araştırmacılarının katkısı belirli bir düzeyde kalmıştır. Proje yürütücüsü arazi çalışmalarının tamamını tek başına gerçekleştirmiş ve toplanan örnekleri uzmanlara göndermiştir. Yabancı uzmanların Türkiye’de arazi çalışması yapma imkanı maddi şartlardan dolayı gerçekleşmemiştir. Türk araştırmacıların da arazi çalışmalarına katılmaları iş yoğunlukları, çalışma takvimlerinin uyuşmaması vb. sebeplerden dolayı mümkün olamamıştır.

Proje dahilinde ölçülen kesitler boyunca toplanan örnekler, arazide ve mikroskopta incelenmiş ve sedimantolojik özellikleri tayin edilmiştir. Aynı örneklerin bir kısmının XRD, TOC, Ana ve iz element analizi, ostrakoda, palinoloji ve izotop analizleri ve tayinleri yapılmıştır.

Ölçülü kesitlerin 2 tanesinde detay analizler gerçekleştirilmiş fakat diğerlerinde uygun fasiyes ve sedimana yeterli miktarda rastlanılmadığı için aynı çözünürlükte gerçekleştirilmemiştir.

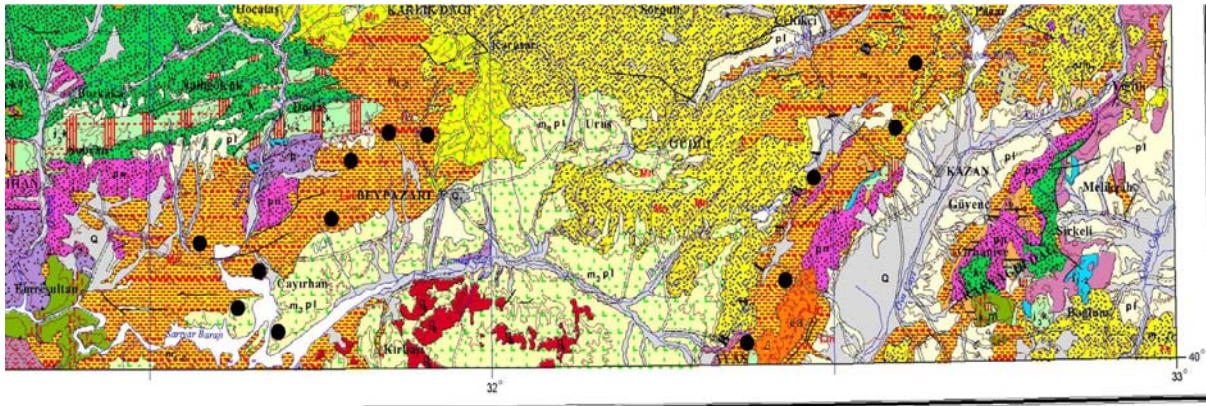
Çalışma alanları (Şekil 1):

Davutoğlan, Çayırhan

Beypazarı: Bağözü köyü, ETİ bank tesisleri, Koyucak köyü,

Ayaş: Mülkköy, Fethiye Köyü,

Havzanın derin ve sığ kısımlarını incelemek amaçlı farklı temeller üzerinde yüzlek veren Miyosen sığ ve derin olabilecek eşlenikleri çalışma alanları dâhilinde incelenmiştir.



Şekil 1. 1/100.000 ölçekli Jeoloji haritası (MTA) üzerinde çalışma alanlarının pozisyonları. İçi dolu siyah daireler incelenen alanları göstermektedir.

2. Çayırhan ve Davutoğlan B6lgeleri: **Çayırhan Formasyonu**

2.1. Stratigrafi ve Sedimentoloji:

Projen boyunca Ankara'nın Çayırhan-Davutoğlan ilçeleri civarında Beypazarı havzasının Miyosen yaşı karasal-g6lssel birimlerini içeren Çayırhan Formasyonu (Yağmurlu ve diğ., 1988) boyunca y6ksek 6z6n6rl6kte detaylı bir birini tamamlayan iki stratigrafik kesit 6l6lm6şt6r (Şekil 2 ve 4). Bu formasyon Kadir ve Baş (1996) ve Kadir ve Karakaş (2001)'de Geç Miyosen yaşı Akpınar ve Bozayır Formasyon'ları olarak, Akbaş ve diğ. (2002)'de Hançili Formasyonu olarak geçmekte ve Akpınar, Çayırhan ve Kirmir Formasyon'larını içermektedir. Yaşı ise Serravaliyen-Tortoniyen olarak geçmektedir. Orti ve diğ. (2002) bu formasyon Geç Miyosen yaşı Bozbelen ve Çayırhan Formasyonları olarak geçmektedir (Şekil 3).

Tabanda Akpınar Formasyonu'nun beyaz renkli 6rtl6 kireçtaşları (Şekil 5a,a) 6zerinde baŐlayan kesit yukarı doğru gri-koyu gri ve yeşilimsi renkli çamur taşları ile devam eder (Şekil 5a, b,c). İstif boyunca metre-santimetre 6leğinde fasiyesler incelenmiş ve hemen hemen her tabakadan 6rnek alınmıştır.

İstifin tabanında gri-koyu gri renkli dolomitli çamur taşları ile jipsli çamurtaşları, kumlu veya 6rtl6 kireç taşları veya kumtaşları ardalanma sunmaktadır (Şekil 5a, d, e). İstifin 6st kısmına doğru ise yeşil, gri yeşil renkli demir yumruları içeren kalın tabakalı çamur taşları ile beyaz-bej renkli ince tabakalı ooidli/pisolitli kireçtaşları/jipsli kireçtaşları ardalanması g6zlenmektedir (Şekil 4, 5 ve 6). Bu seviyelerde 0,5-1,5 cm civarı deđiŐen çaplarda yarı yuvarlak-elipsoidal-yamuk Őekilli midye kabuklarına benzeyen fosil kabukları tespit edilmiştir.

Çayırhan Formasyonu'nun daha 6nce yapılan ostrakod analizlerine g6re yaşı Geç Tortoniyen olarak geçmektedir (Demirci, C., 2000).

Devirsel stratigrafi açısından fasiyesler hem arazi hem de mikroskop tayinleri ile incelenmiş ve d6ng6sel iliŐkileri kurulmuştur. İstifin alt kısmında devirler kalın tabakalı koyu-açık gri siltli dolomitli çamur taşları ile 6zerlerine gelen ince tabakalı jips/6rtl6 kireçtaşı veya kalkerli kumtaşlarının ardalanması Őeklinededir. Bu devirler tavanda yer alan jips/6rtl6

kireçtaşı fasiyesleri ile kapanmaktadır ve tabakaların üstlerinde yer yer çamur çatlakları gözlenmiştir (Şekil 4, 5a, f,g, 5b,g). Bir üste gelen devirlerin tabanlarında ince tabaka halinde çakıllı kumtaşı/silt taşı veya kumlu/siltli çamur taşları yer almakta ve yukarı doğru koyu-açık gri çamurtaşları ile devam etmektedir (Şekil 5a, h). Bu devrisellik bize göl seviyesi değişimlerinin çok net olarak kayıtları ve zaman zaman gölün bu kısmının tamamen kurduğunu göstermektedir.

İstifin üst kısmına doğru ise devriler koyu gri dolomitli çamur taşları ile açık gri renkli çamur taşlarının ardalanması ve en üstte ise kalın tabakalı demir yumruları içeren gri-yeşilimsi/ yeşil renkli çamur taşları ile beyaz-bej renkli ince tabakalı yer yer yağmur damlaları izlerini içeren ooidli/pisolitli kireçtaşları/jipsli kireçtaşlarının ardalanması şeklinde gözlenmiştir (Şekil 4 ve 5b, a,b,c,d). Devir tabanlarında silt/kum miktarının artması yukarı doğru ise azalıp jips/kireç taşlarına geçmesi devirlerin oluşmasında sediman gelimindeki enerjinin giderek azalması ve su kolonunun daralıp çökelim ortamının çok sıklaşması sıklaşan devir tiplerini işaret etmektedir. Bu kısımda devir üstlerinde yer yer yağmur damlası yapılarının gözlenmesi su üstü olma verisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ooidli/pisolitli kireçtaşlarında gözlenen midye kabukları benzeri fosil kabuklarının (Şekil 5b, e,f, 6) devir üstlerinde yer alması demir yumrularının bu fasiyeslerin hemen altında yer alması bu organizmaların çok sık ortamda tutunabildiklerini göstermektedir.

Detaylı nokta stratigrafik kesit ölçümünden elde edilen devrisel stratigrafi sonuçlarına Fischer eğrisi çalışması (Fischer Plot analysis) ile sayısal yaklaşımlarda bulunulmuştur. Bu çalışma ile geri plandaki büyük ölçekli devir paketleri elde edilmiştir. Bu devir paketleri sekans paketleri ile eşleştirilebilmektedir. Elde edilen devrisel değişimler küçük ölçekli (5. dereceden devirler) olarak gözlenmiş ve her 4 adet küçük ölçekli devir bir büyük ölçekli (4. dereceden devirler) devri oluşturduğu gözlenmiştir. Ölçülen istif boyunca toplam olarak 86 adet küçük ölçekli ve 21 adet büyük ölçekli devir tespit edilmiştir. Bu ilişki Milankoviç devirlerini işaret etmektedir ve Milankoviç bandının P2 ve E1 sinyallerine denk gelmektedir. Bu da bize göl seviyesi değişimlerinin aslında iklim değişikliklerini oluşturan dünyanın

yörüngesel parametrelerindeki (Salınım (Precession) (P2) ve Dış merkezlilik (Eccentricity) (E1)) değişimler ile ilişkili olduğunu göstermektedir.

Fischer eğrisi devir kalınlıklarındaki değişimlerin ortalama devir kalınlığından sapmasını devir sayısı ile karşılıklı çizdirilmesi sonucu elde edilmiştir. Bu yöntem ile havzanın çökme katsayısı veya istifin sıkışma katsayısının gerektireceği düzeltme yaklaşımlarına şu aşamada gerek kalmamıştır. Çünkü elde edilen eğri bu parametrelerin etkilerini de içeren göreceli salınımları vermektedir. Bu eğriye göre devrisel salınımlar su kolonundaki akomodasyon değişimleri ile ilişkili olduğunu ve bununda arkasında iklim değişimlerinin olduğunu göstermektedir. Küçük ve büyük ölçekli devirlerin bağımsız olarak ayrı ayrı eğrileri çizdirildiğinde ise her ikisinde de geri planda 3. derceden daha büyük bir devirin bulunduğu, bununda büyük ölçekli göl seviyesi salınımı olduğu görülmektedir. Bu eğriye göre göl seviyesi yükselimi ve düşmesi net olarak görülmektedir. Büyük ölçekli göl seviyesi değişiminde önce bir düşüş sonrasında ise yükseliş gözükmektedir. Bu değişimleri sekans stratigrafisi açısından transgresif ve highstand sistemleri olarak ve düşme seviyesinin en alt noktasını da sekans sınırı olarak yorumlamak mümkündür. Bu düşme seviyesi devir tiplerinin ve karbonat ve jips tabakalarının kalınlıklarının değiştiği seviyeye denk gelmektedir. Bu düşme seviyesi küresel sekans stratigrafisi tablosuna bakıldığında (De Grachianski ve diğ., 1998) bu formasyon için önerilen Geç Tortoniyen yaşı hesaba katılarak bu aralıktaki küresel sekans sınırı olan Tor 2 ye ve bu sekans sınırı civarındaki östatik buzul etkili küresel su seviyesi düşmesine (MTi 2) denk gelmekte olduğu görülmektedir. 4. derece devirlerin elde edilen Fischer eğrisindeki 3. derece devir eğrisinden ayrı olarak ve bu eğrinin içinde gösterdiği bir yükselim alçalım çizgisi de bu yoruma destek vermektedir ve bu da bu zaman dilimindeki soğuk iklimden ılıman iklime geçim olarak yorumlanabilir.

Bu çalışmalara ek olarak, mikrofasiyes çalışmaları sırasında BAB Görüntü Analiz Sistemi yazılımı ile bazı örneklerin mikroskop görüntülerinde görüntü analizi uygulaması yapılmıştır. Henüz gelişme aşamasında olan bu çalışma ile küresellik (Sphericity) ve alan yüzde dağılımı (Modal Analysis) uygulaması denenmiştir. Pisolitli/oidli kireçtaşında

uygulanan bu yöntem sayesinde otomatik olarak nokta sayımı gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler fasiyes içerisindeki içerik tipine göre toplam alana göre yüzdelere çevrilerek tablo halinde ve görüntü üzerinde farklı renklerde gösterilmiştir. Bu sonuca göre oolit/pisolitik tane taşı fasiyesi tipi kuantitatif olarak elde edilmiştir. Aynı örnekteki içeriklerin (oid/pisoid, intraklast, spar kalsit çimento) küresellikleri otomatik olarak yazılım tarafından hesaplanmış ve grup yüzdeleri olarak tablo halinde sunulmuştur. Bu sonuca göre en çok küresellik oid/pisoid'lerde gözlenmiş ve küreye yakın (equate) olarak değerlendirilmiştir.

Detay ölçülü kesitin üzerinde yer alan istifin üst kısmında alt kesimde daha kalın olan yeşil-haki renkli çamurtaşları göreceli olarak daha ince olan kırmızı-koyu kırmızı-açık kahve renkli çamurtaşları ile aralanma sunmaktadır (Şekil 5, 7). Bu iki fasiyesin dokanakları yer yer geçişli yer yer keskin dokanaklıdır (Şekil 7e). Yeşil çamurtaşları kilce çok zengin olup kil taşı olarak ta sınıflandırılabilir (Şekil 5a,b). Su ile teması sırasında hemen çatladığından dolayı ince kesit yapımında yağ kullanılmıştır. Yeşil çamurlarda yer yer intraklast'lı fasiyeslerin gözükmesi ve kırmızı çamurlarda da eski ince dallı kök yapılarının izlerinin (Şekil 9c, d) gözükmesi ve çamur toprakçıklarının varlığı ve yeşil çamurlara da penetre etmesi bu fasiyeslerin çok sığ ortamlarda çökeldiğinin işaretidir. Bu kapsamda kırmızı çamurların pedojenik kökenli olduğu söylenebilir. Ayrıca, yeşil çamurların üzerine jipslerin gelmesi (Şekil 7a,b) ve bunları takiben kırmızı çamurların üzerlemesi (Şekil 5, 7a,b) yeşil çamurların çok sığ gölsel, belki göl kıyısını temsil ettiği ve yarı kurak döneme denk geldiği düşünülebilir. Jipslerin kurak dönemde çökeldiği ve yeşil çamurları da üzerleyen kırmızı çamurların göreceli olarak daha nemli dönemi temsil ettiği düşünülebilir.

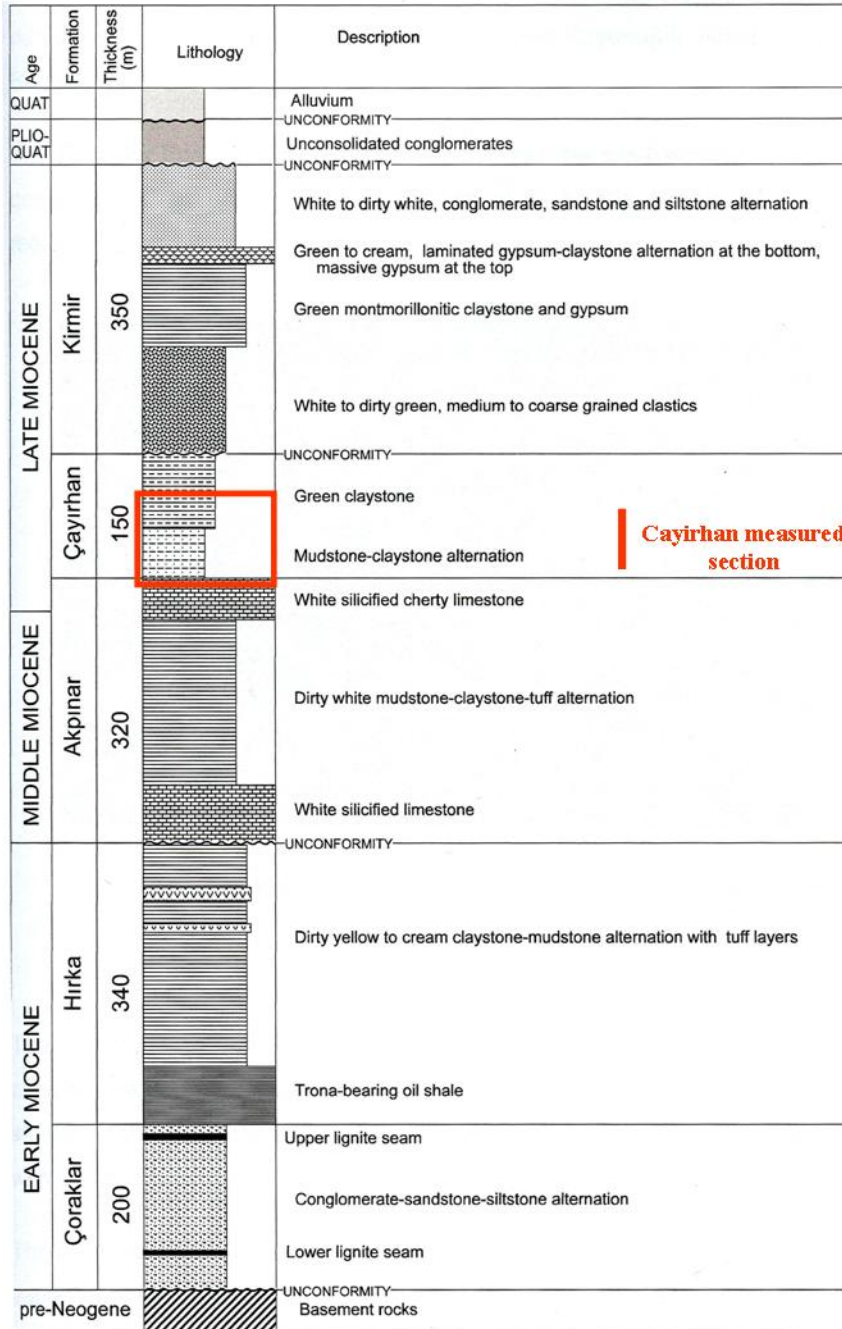
İstifin alt ve orta kesiminde çok net olarak gözlenen yeşil ve kırmızı çamurların aralanması (Şekil 5, 7c,d) ve aralanmalarındaki kalınlık değişimleri devir paketlerini oluşturmaktadır. Her bir devir altta yeşil ve üstte kırmızı çamurtaşlarından oluşmaktadır. Devir paketleri ise ortalama yaklaşık 5 adet bu tür devirden oluşmakta ve devir paketinin üstüne doğru kırmızı çamurların kalınlıklarının arttığı gözlenmiştir. Bir üstteki devir paketi ise bu kalın kırmızı çamurlar ile biten devirin üstüne kalın yeşil çamurlar ile başlamakta ve üste

doğru yine kalın kırmızı çamurlar ile sona ermektedir. Bu tür devirlerin istifin alt kısmından farklılık sunması, jipslerin daha az gözlenmesi, kırmızı çamurların varlığı istifin bu kesiminde göreceli olarak daha nemli şartların hakim olduğu ve geri planda tamamen iklimsel değişimlerin hakim olduğunu göstermektedir. Üst kısımda tespit edilen jips tabakasının yüzeyinde çok düzgün yuvarlak-küresel izlerin yağmur damlacıklarının bıraktığı izler olduğu düşünülmektedir (Şekil 8a,b). Bu da istifin bu kesiminde yağışların kurak dönemlerde de varlığını gösterdiğini göstermektedir. Ayrıca, jipslerin içerisinde makroskopik ölçekte yarı düzenli ve düzensiz çizik izleri gözlenmiştir (Şekil 8c,d,e,f). Bunların içerisinde bazılarının kum boyutunda kendinden türeme olabilecek tanelerin çiziklerin sonunda takılı kaldığı görülmüş ve rüzgar ve/veya suyun etkisi ile sürüklenme sonucu olabileceği kanısına varılmıştır. Fakat, jipslerde organizma etkisinin de dikkate alınarak araştırmaya devam edilecektir.

Rüzgar veya suyun etkisi ile oluşabileceğini düşünürsek, yağmur damlası yapılarının da bu jipslerde gözlendiğini de dikkate alırsak, kurak dönemde rüzgarın ve suyun bu tür izler bırakabileceği muhtemeldir.

İstifin en üstünde ise açık gri karbonatlı çamurların/marnların kırmızı-kızıl-kahve çamurlar ile ardalandığı gözlenmektedir. Bu marnların içerisinde dalga veya yarı düzlemsel laminalı stromatolitik yapılar gözlenmiştir. Yanal olarak devamlı olmayan bu yapılar, gözenekli ve karbonatça zengindir. Yanal devamlılığı olmayan stromatolitik yapılar içerisinde buldukları kalın marnların tabanında yer almaktadırlar (Şekil 7g, 8g,h). Karbonatların istifin alt kısmının üst kesiminden sonra en üstte tekrar ortaya çıkması göl kimyasında orta-uzun süreli değişimlerin olduğunu göstermektedir. Birinci raporda belirtilen alttaki karbonatlarda pisolitik-oolitik tanelerin varlığı ve demir oksitler ile birlikteliği ilgi çekicidir. Bu demir oksitlerden yapılan ince kesitlerde bol miktarda demirleşmiş ve saçılmış halde prit minerallerinin varlığı gözlenmiştir (Şekil 9f). Bu da yeşil çamurları takip eden karbonatların hemen civarındaki demir yumrularının yeşil çamurların çökeli mi sırasında indirgeyen (reducing) ortamın gelişmiş olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

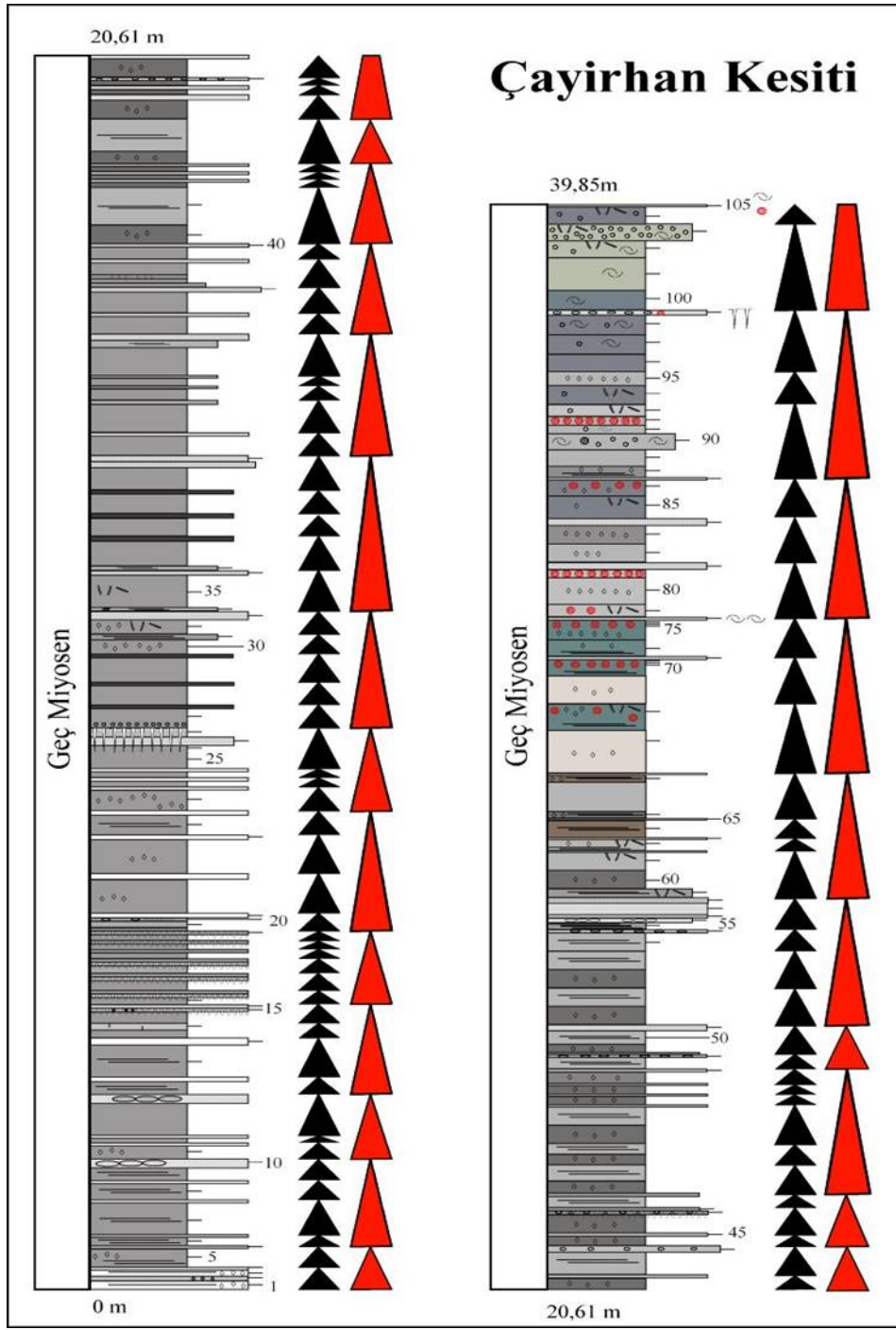
Ayrıca, Helvacı (1998) Çayırhan Formasyonu'nun çökeltim ortamı olarak çamur düzlüklerinin bulunduğu playa-göl tipi bir ortamda ve yer yer fluvial etkilerin bulunduğunu bildirmektedir. Bu sonuçta ölçülen istifin dizilimi ile paralellik sunmaktadır.



Şekil 2. Çayırhan bölgesinin geliştirilmiş stratigrafi kolonu (Demirci, C., 2000) ve Çayırhan ölçülü kesitinin konumu.

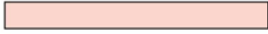
	Karadenizli, 1995	Akbulut, 1996	Helvacı, 1998	Demirci, 2000	Kadir ve Karakas, 2001	Querol ve dig., 2002	Orti ve dig., 2002	Akgün ve dig., 2007
Çayırhan Formasyonu	Orta Miyosen	Orta Miyosen	(Pannonian) Geç Miyosen	(Tortonian) Geç Miyosen	Geç ? Miyosen	Geç Miyosen	Geç Miyosen	Geç ? Miyosen

Şekil 3. Çayırhan Formasyonu'nun önceki çalışmalarla formasyon karşılaştırma tablosu



Şekil 4. Çayırhan ölçülü detay stratigrafik kesiti. Küçük siyah üçgenler 5. derece devirleri, büyük üçgenler ise 4. derece devirleri temsil etmektedir. Tabaka bitişiğindeki rakamlar örnek numaralarını temsil etmektedir. Fasiyes açıklamaları için lejanta bakınız.

LEJANT



Kirmizi-Kizil-açık kahve renkli çamurtasi



Açık gri-bej renkli çamurtasi



Açık gri-gri renkli çamurtasi



Koyu gri renkli çamurtasi



Açık kahve-gri renkli çamurtasi



Açık yesil-gri/boz renkli çamurtasi



Açık haki- yesil renkli çamurtasi



Açık gri-bej renkli siltli çamurtasi



Açık gri-gri renkli kumlu çamurtasi



Koyu gri renkli kumlu çamurtasi



Beyaz-açık bej renkli jips



Beyaz-açık bej renkli kalkerli kumtasi



Açık gri-gri renkli çört



Beyaz-açık bej renkli oodli/pisoidli kireçtasi



Açık gri-gri renkli tuf kirintilari içeren kumtasi



Beyaz renkli mm-cm boyutunda rombahedral dolomit mineralleri



Kirmizi-turuncu renkli Fe oksit yumrulari



Çört yumrulari



Çubuksu-egrisel, mm-cm boyutunda, biyotürbasyon yapıları



Cm boyutunda bej-sarimsi renkli pelesipod ? kavkilari



Çamur çatlakları



Makroskopik taban oygu yapıları



Yari yuvarlak-yari köseli polijenik extra klastlar



Köseli-yari köseli monojenik intra klastlar



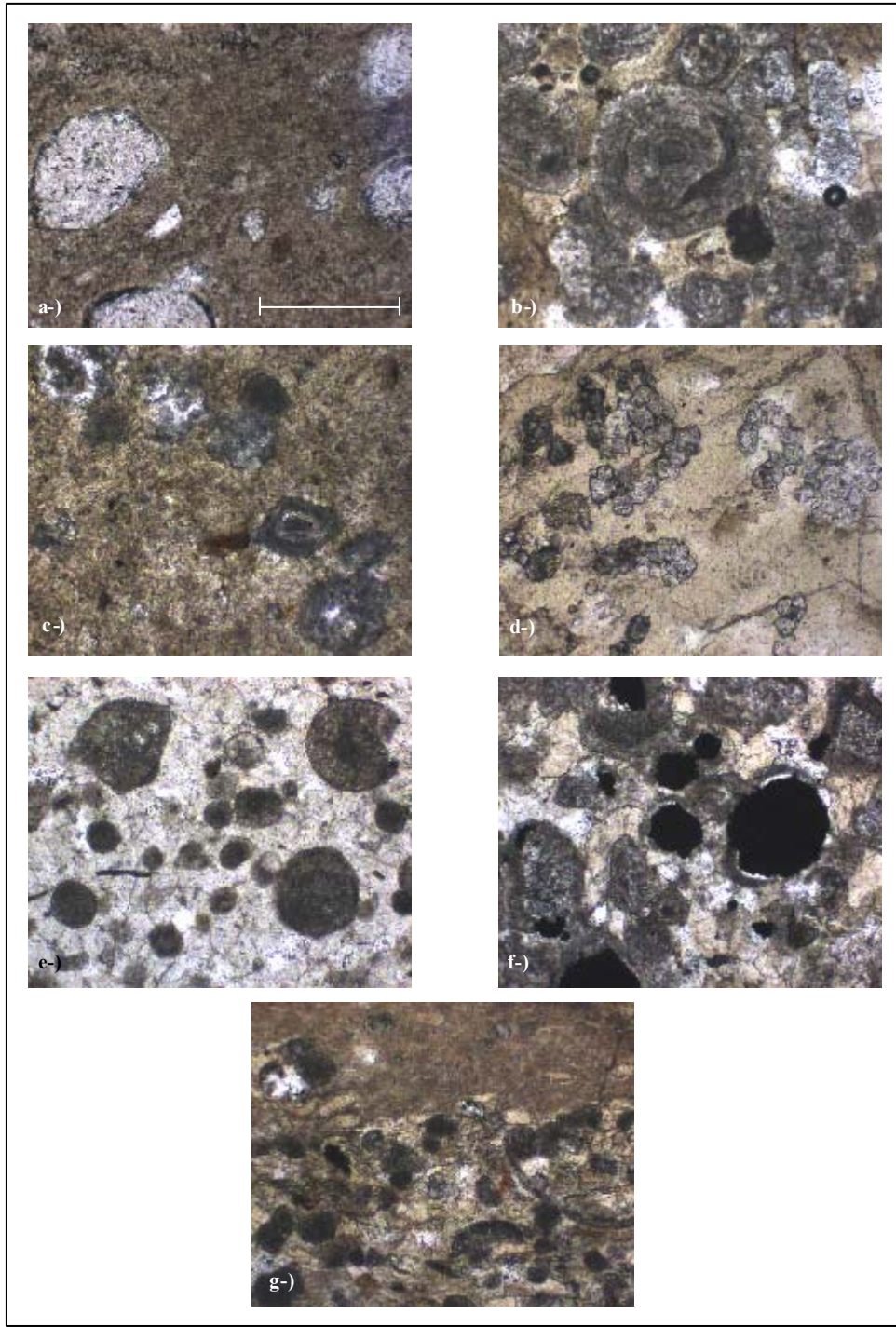
Mikr-makro paralel laminasyon



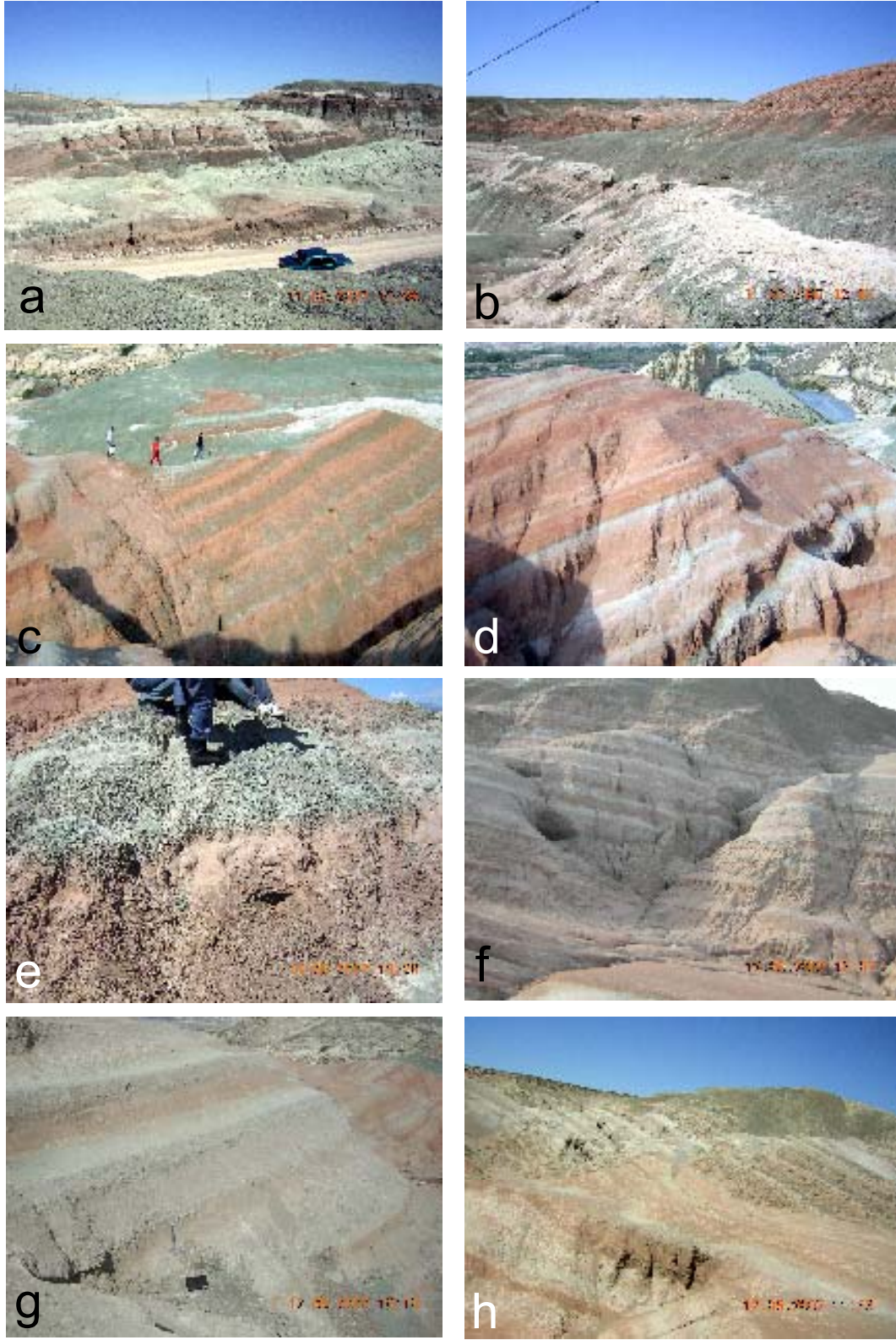
Sekil 5a. Cayirhan detay ölçülü kesitinin alt kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin en altında yer alan Akpınar Formasyonu'nun en üstünde yer alan kalın tabakalı silisli gösel kireçtasi mostrasi, b-) Ölçülü kesitin alt kısmındaki gri-koyu gri çamurtasları ile kireçtasi/jipsli tabakaların ardalanmasından oluşan devirsel istif, c-) Kesitin orta kısmındaki gri-koyu gri dolomitli çamurtasları ve bej-açık gri çamurtaslarının vebunlarla ardalanmalı karbonat/jips tabakalarının oluşturdugu 5. ve 4. derece devirlerin görünümü, d-) ooid/pisoidli ve kireçtasi kirintileri içeren ince tabakalı gevsek cimentolu kireçtasi /kalis fasiyesi, e-) d nin yakın görüntüsü, f-) İstifin orta kısmında devir üstlerindeki karbonatlı/jipsli seviyelerin içerisinde tespit edilmiş aşağıya doğru çamurtaslarının içerisine sokulum yapan çamur çatlaklı dolgu yapıları,g-) f deki çamur çatlaklı yapılarının tabaka üstünden görüntüsü, devir üstlerinde devir kapayıcı olarak yer alan jips dolgululu bu poligonal çamur çatlakları, çatlak aralarında kuruma şartlarını takiben gelişen sellenme sırasında birikmiş çakıllı çamurtasi kalıntıları gözlenmektedir



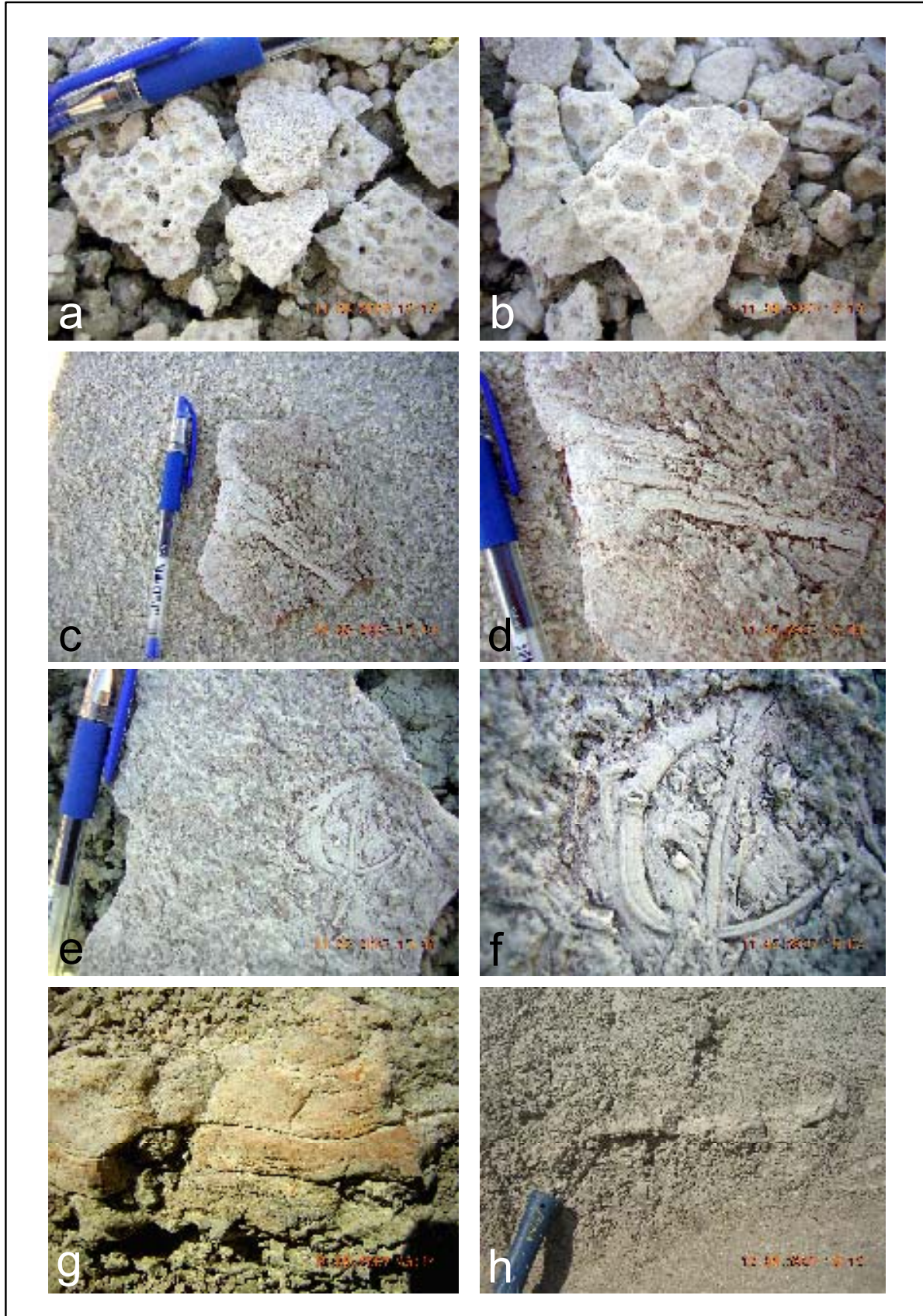
Sekil 5b. Cayirhan detay ölçülü kesitinin üst kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin en üst kısmı, yeşil-haki renkli amurtaslarının kırmızı renkli çamurtaslarına geçiş yaptığı nokta. Elektrik direği kesitin en son noktasını temsil etmektedir, b-) a daki görüntünün yeşil - haki renkli çamurtasları içerisinde yakın hali, ve ince çizgiler halinde çamurtasları içerisindeki devriselliği göstermektedir, c-) yeşil-haki çamurtasları ile ooidli/pisoidli karbonatların (çok ince tabakalı kireçtaşları) ardalanarak oluşturduğu 5. derece devriler, d-) c nin yakın görüntüsü, kırmızı renkli yumrular Fe oksit yumrularıdır ve devir üstlerinin hemen altında yer almaktadırlar, bu yumruların hemen üstüne genelde ooid/pisoidli karbonatların geldiği gözlenmiştir, e-) ooid/pisoidli karbonat tabakasının yakın görüntüsü, yer yer bej sarımsı renkli pelesipod kavkularına benzer kavkılar içermektedir, f-) e deki fosil kavkularının ve karbonat içeriğinin yakın görüntüsü, g-) bu seviyelerin hemen altındaki istifin içerisinde gözlenmiş olan devir üstlerinde devir kapayıcı olarak yer alan jips dolgululu poligonal çamur çatlakları



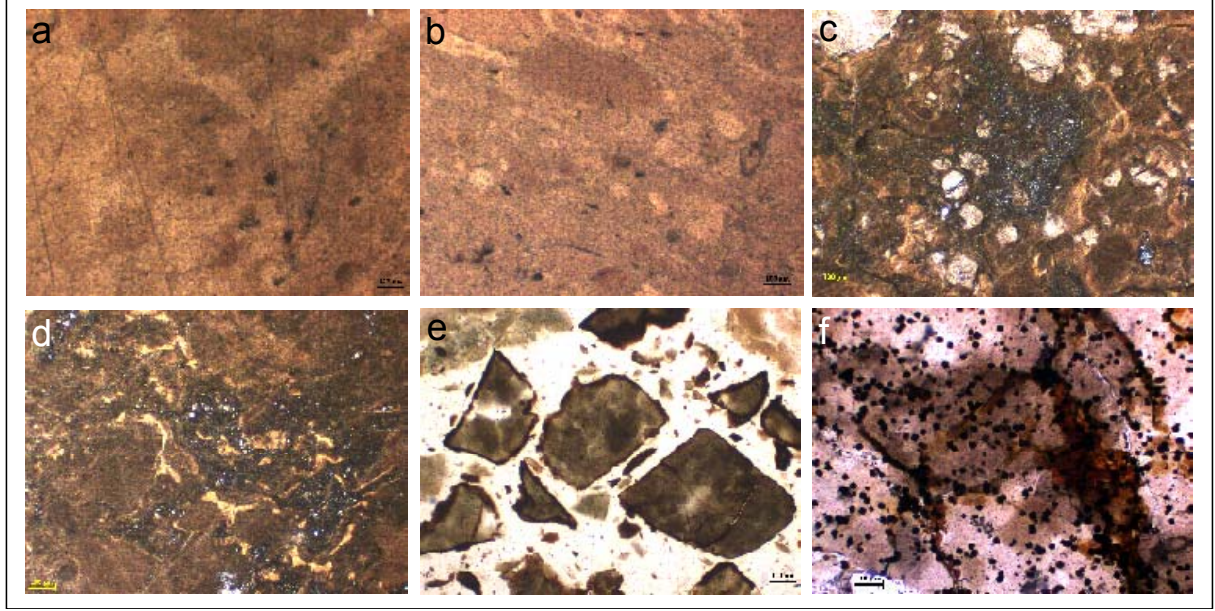
Sekil 6. ÇYD kesitindeki bazı mikrofasies tiplerinin mikroskop görüntüleri. Çubuk ölçek 500 mikron büyüklüğünde ve hepsi için geçerlidir, a-) silisli çamurtasi (ÇYD-2), b-) pisolitli/oidli pelletik kireçtasi (ÇYD-16), c-) Siltli pelletli çamurtasi (ÇYD-19), d-) dolomitli çamurtasi (ÇYD-24), e-) silislesmis oidli/pisolitli kireçtasi (ÇYD-58), f-) Demir yerlesimli ostrakotlu pisolitli/oidli kireçtasi (ÇYD-78), g-) ostrakod ve silt içerikli ince laminali çamurtasi (ÇYD-54).



Şekil 7. Cayirhan detay ölçülü kesitinin orta ve üst kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin bu kısmının altında yer alan yeşil çamurtasları ile kırmızı çamurtaslarının arasında yer alan jipsli seviyenin görüntüsü, b-) jipsli seviyenin yakından görünüşü ve hemen üzerine kalın yeşil çamurtasları ile devamı (örnek no: 120), c-) kesitin üst-orta kısmındaki yeşil ve kırmızı-kahve renkli çamurtaslarının devirsel ardalanması (örnekler 133-137 arası), d-) kesitin üst kısmındaki yeşil ve kırmızı-kahve renkli çamurtaslarının devirsel ardalanması (örnekler 138-142 arası) e-) kırmızı-kahve çamurtasları ile yeşil çamurtaslarının dokanajının arazi görüntüsü, f-) istifin üst kısmındaki açık gri marnlar ile kırmızı-kahve çamurtaslarının devirsel ardalanması (örnekler 153-161 arası), g-) istifin karbonat oranının arttığı en üst kesiminde tespit edilen stromatolitik yapıların yer aldığı seviyenin görüntüsü (jeoloji çekicinin sapı stromatolit ile dokanmaktadır) (örnek no: 158), h-) istifin daha da üstünde kalan karbonatlı kısmı takip eden yeşil çamurtaların hakim olduğu kısmın arazi görüntüsü.



Sekil 8. Çayırhan kesitindeki bazı sedimanter yapıların görüntüleri. a-b) jips seviyesinde gözlenen yağmur damlası izleri (Örnek No: 120), c-f) jips tabakasının içerisinde gözlenen kayma/sürüklenme veya organizma izleri (örnek no:127), g-) istifin üst kısmında gözlenen marnli seviyedeki stromatolit yapısı (örnek no: 158), h-) stromatolit yapısının yakın görüntüsü



Sekil 9. Çayırhan kesitindeki bazı mikrofasiyes tiplerinin mikroskop görüntüleri. Çubuk ölçek 100 mikron büyüklüğünde ve hepsi için geçerlidir, a-b) yeşil-haki renkli çamurtası/kiltası (örnek no:123), c-d) kök izleri oygu yapısı içeren pedojenik yapıdaki kırmızı-kızıl-kahve renkli çamurtası (örnek no: 133), e-) çeperleri demiroksitle kaplanmış intraklastli yeşil-haki çamurtası (örnek no: 110), f-) yeşil-haki ve gri renkli çamurtaları arasında gözlenen demir oksit yumrularının görüntüsü (örnek no: 92), kırmızı pembe renk demir oksit, siyah renkli kübik şekiller sacılmış haldeki oksidize olmuş piritlerdir.

2.2. Jeokimyasal Analizler (element analizleri):

Ölçülen istif boyunca toplanan örnekler jeokimyasal analizler için Acme Analytical Laboratories, Canada'ya gönderilmiş ve sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlara göre Ana ve İz element tablosu örnek bazında elde edilmiştir (4A+4B grup elementleri). Ana ve iz element dağılımları istif boyunca incelenmiş ve değişim grafikleri hazırlanmıştır.

Bu sonuçlara göre istif boyunca büyük ve küçük ölçekli ve devirsel ve devirsel olmayan jeokimyasal değişimler tespit edilmiştir.

SiO₂ ve CaO yüzde değişimleri istif boyunca takip edildiğinde (Şekil 5) istifin alt kısmında 50 nolu örnek civarında SiO₂'da ciddi bir düşüş buna karşı CaO'da ciddi bir artış kaydedilmektedir. Daha sonra istifin orta-üst kısmına doğru tam tersi bir durum söz konusu iken en üst kısma doğru tekrar CaO'te bir artış ve SiO₂'te bir düşüş gözlenebilmektedir. Bu değişimler büyük ölçekli değişimler olup havzadaki göl suyu kimyasındaki iklim etkili değişimler ile ilgili olabilir.

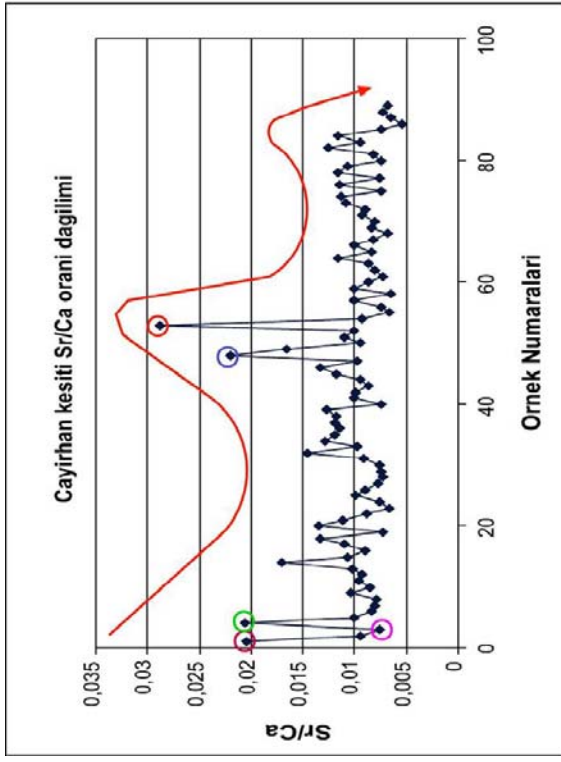
Bir başka büyük ölçekli değişim olarak istif boyunca Mg/Ca ve Sr/Ca oranlarındaki değişimler olarak görülmektedir (Şekil 10). Bu değişimler bir birine ters olarak Mg/Ca'da önce ciddi bir artış sonra bir düşüş ve sonra göreceli olarak ufak değişimler halinde seyrettiği görülmektedir, Sr/Ca'da ise önce bir düşüş sonra ciddi bir artış ve sonra göreceli olarak ufak değişimler sunmaktadır. Bu değişim grafiklerinin havzada tuzluluk oranında ciddi bir artış ve sonra ciddi bir düşüşü gösterdiği söylenebilir (Cohen, 2003). Buna paralel olarak göl suyundaki sıcaklık değişiminde de benzer bir durum olduğu söylenebilir. Tabi bu değişimler toplam kaya analizine göre yorumlanmıştır. Ostrakod kabuklarındaki değişimler ile henüz bir karşılaştırma yapılamamıştır. Küçük ölçekli salınımlara bakıldığında ise Sr/Ca ve Mg/Ca değişiminde (Şekil 10) genelde yeşil çamurlarda paralel düşüş fakat kırmızı çamurlarda paralel artış göstermektedirler. Bu da küçük ölçekli tuzluluk ve ısı değişimlerinin göl sedimanlarının çökelişi sırasında kayıtladığını göstermektedir ve devirsel stratigrafi ile uyumluluk göstermektedir.

Fe/Mn değişimi büyük ölçekte önce azalan sonra artan ve sonra istifin ortasına doğru tekrar azalan ve üstüne doğru düşük eğimli artış gösterirken azalıp artan zikzaklar seklinde grafik sunmaktadır (şekil 16). Bu da istifin alt kısmında göreceli olarak indirgeyen (reducing) bir ortamın üstüne doğru ise yükselten (oxidising) ortamın varlığını gösterdiği düşünülebilir (Cohen, 2003). Tabi ani düşüşlerin genelde jipsli ve karbonatlı kısımlara denk geldiği dikkate alınırsa kalsit içerisinde Fe, Mg ve Ca elementlerinin tutulduğu da düşünülebilir (Cohen, 2003).

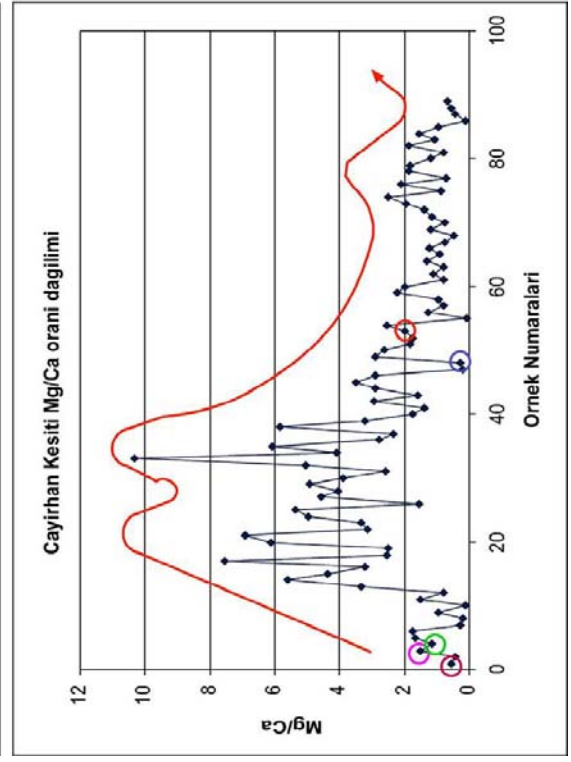
Ti/Al, Si/Al, Fe/Al grafikleri (şekil 10, 11, 12) büyük ölçekte ciddi farklılıklar göstermektedirler. Ti/Al ve Fe/Al değişimi istifin üst kısmına doğru ciddi bir artış gösterirken Si/Al değişimi önce hızlı sonra yavaşlıyarak azalma göstermektedir. Bu da havzada Si sağlayan kaynağın azaldığını, eğer biyojenik kökenli ise produktivite nin azaldığını, buna rağmen Ti, Fe ve Al da artış olduğunu, bununda havzaya detritik malzemenin aşınma ile ilişkili olarak artış gösterebileceğini göstermektedir. Kk lekli değişimlerde ise genelde kırmızı-kızıl-kahve amurtaşlarında Fe, Ti, Al, Mn, K, P, Na'da artış gözlenmiş (şekil 10, 11, 12), buna rağmen yeşil çamurtaşlarında ve jips ve karbonatlarda düşüş gözlenmiştir. Bu da kırmızı çamurtaşlarının çökelimi sırasında aşınma ve taşınma ile ilgili detrital malzeme gelimi veya mineral alterasyonu sonucu değişim olduğunu gösterebilir. Tabi sedimantolojik verilerde kırmızı çamurtaşlarının pedojenik yapılar içerdiği gözlenmiş olduğu da düşünülürse bu tür element değişiminin göreceli daha ıslak dönemleri yansıttığı söylenebilir. Bu ilişki de devirsel stratigrafi deki yorumlar ile uyumluluk göstermektedir.

Cu, Co, As, Zn, Pb değişimleri (şekil 13, 14, 15) de havza da volkanik ve hidrotermal katkıların ve ağır metallerin havzaya taşınmasını anlamakta yardımcı olmaktadır. Grafiklerde Çayırhan istifi boyunca ciddi bir katkı geri planda uzun süreli gözükmektedir, fakat istifin en altından üstüne doğru ciddi bir kesintiye uğrayıp sonra en sonunda bir artışa ve sonra tekrar düşüşe geçtiği gözükmektedir.

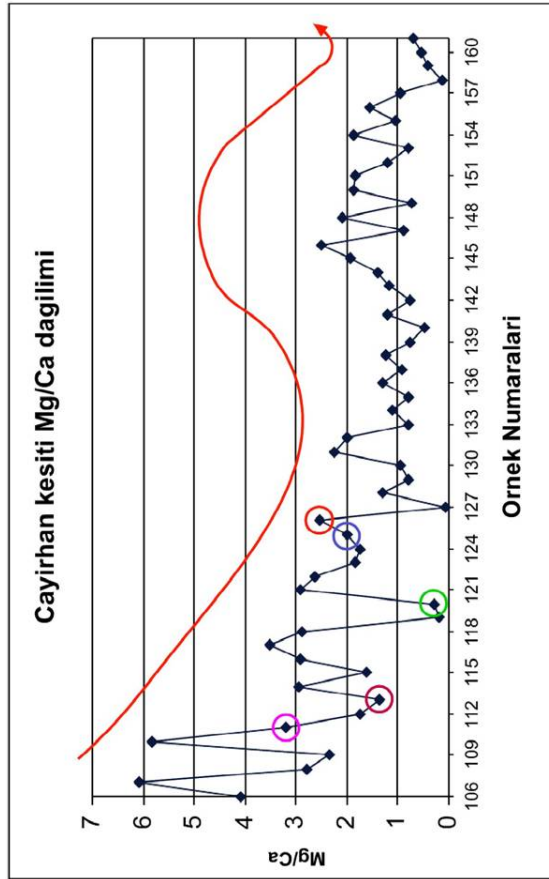
Çökelme ortamında değişik ölçeklerde bu tür kimyasal değişimler iklim etkili aşınma, bozunma ve/veya göl suyunun kimyasındaki değişimler olarak yorumlanmaktadır.



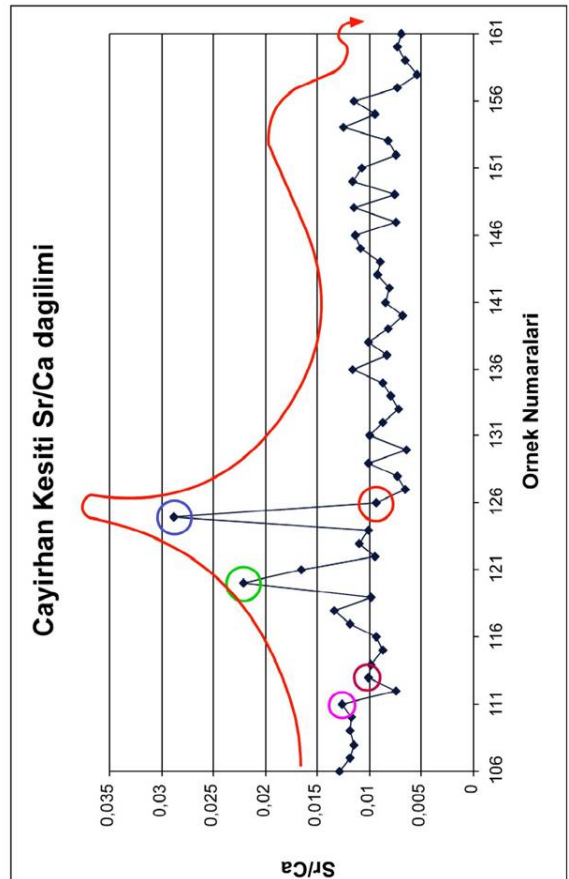
A



B

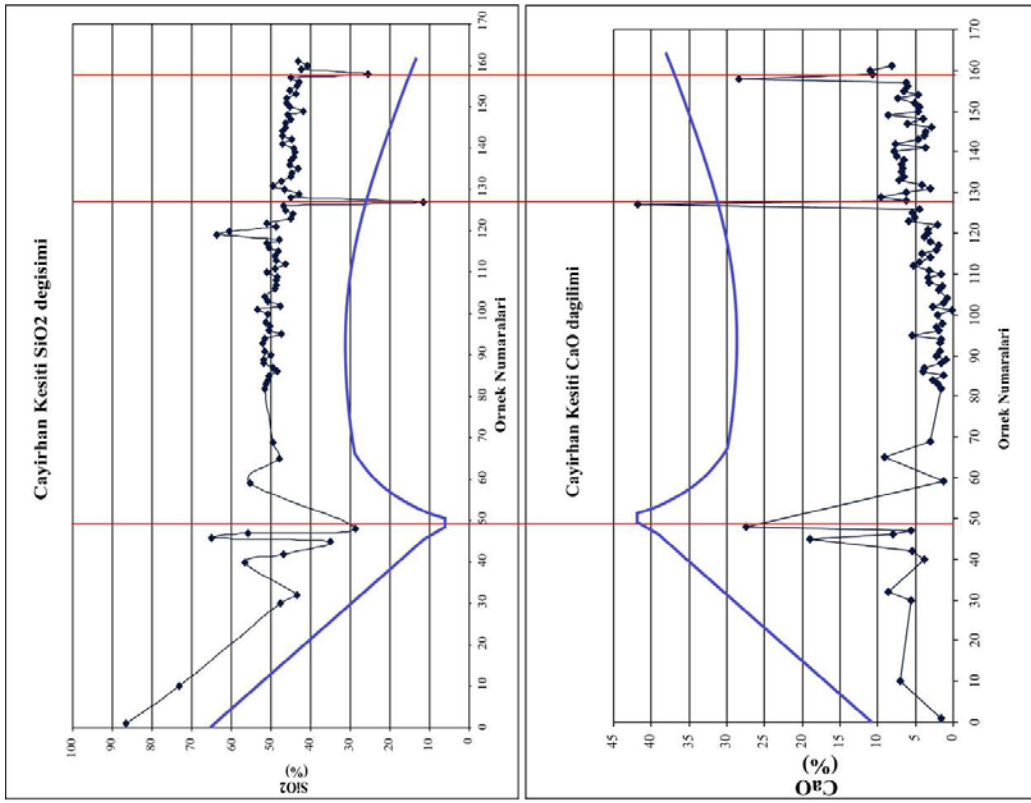


C



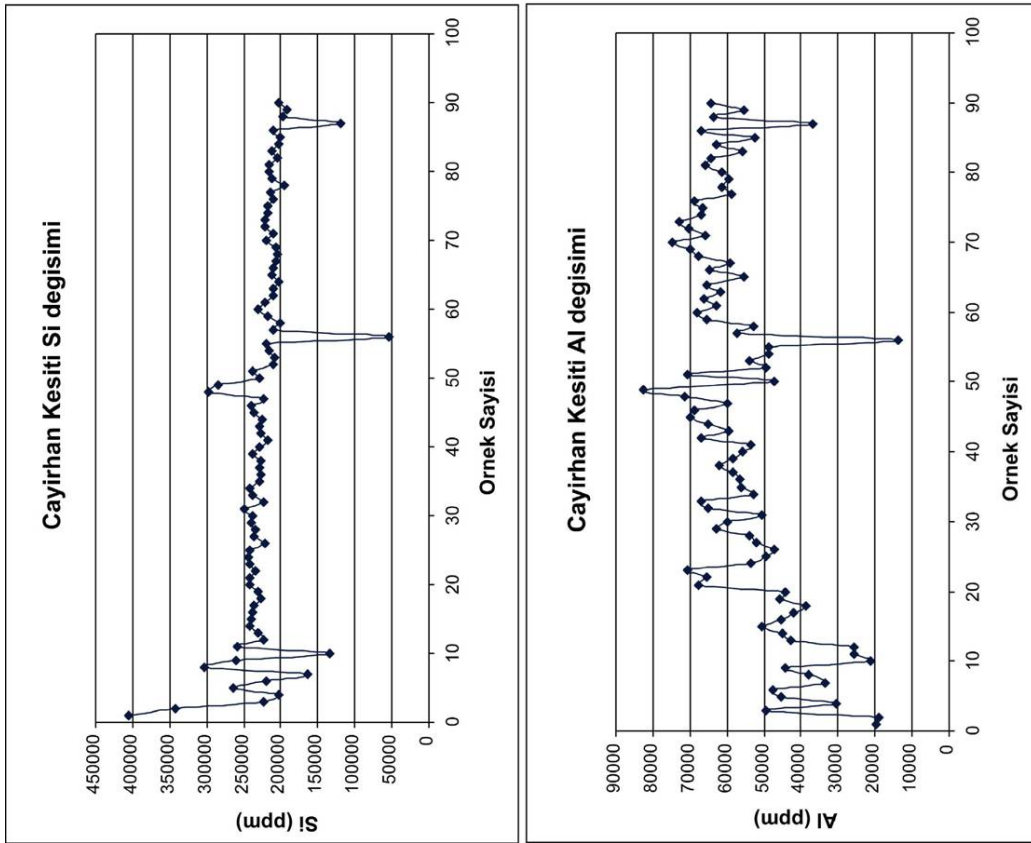
D

Şekil 10. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element oranları eğrileri, A-) İstifin alt kısmına ait Sr/Ca oranı değişimi, B-) İstifin alt kısmına ait Mg/Ca oranı değişimi, C-) İstifin üst kısmına ait Mg/Ca oranı değişimi, D-) İstifin üst kısmına ait Sr/Ca oranı değişimi.



A

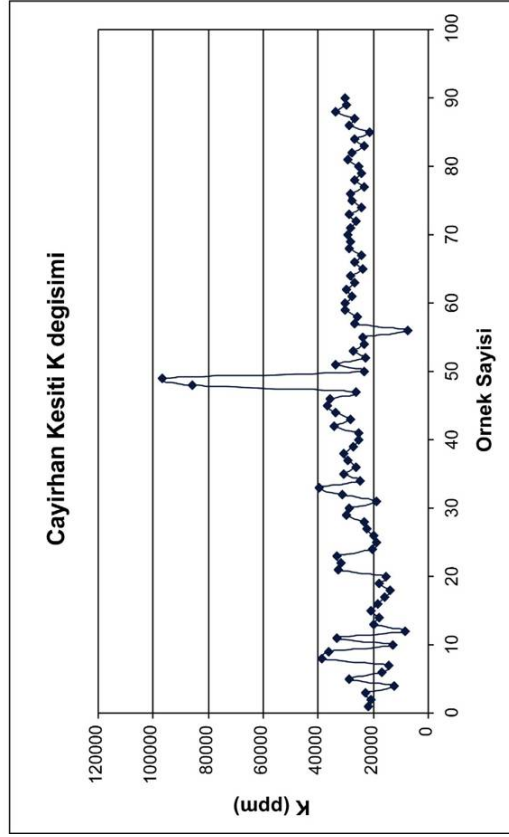
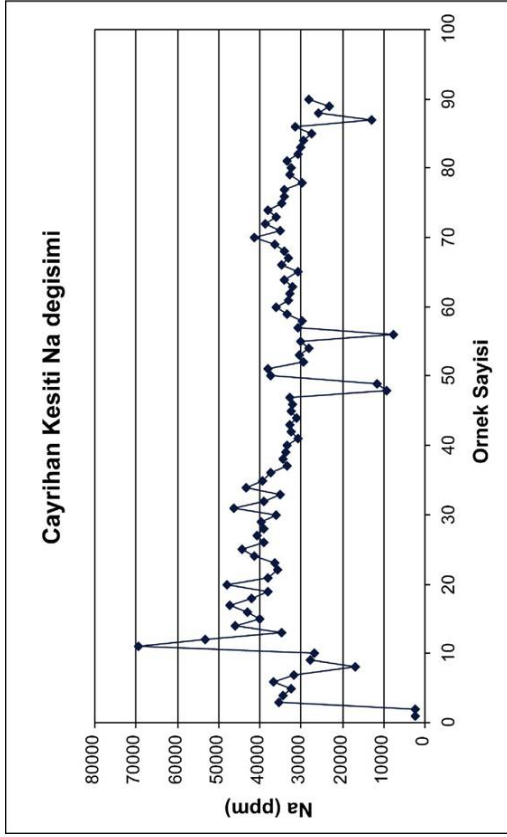
B



C

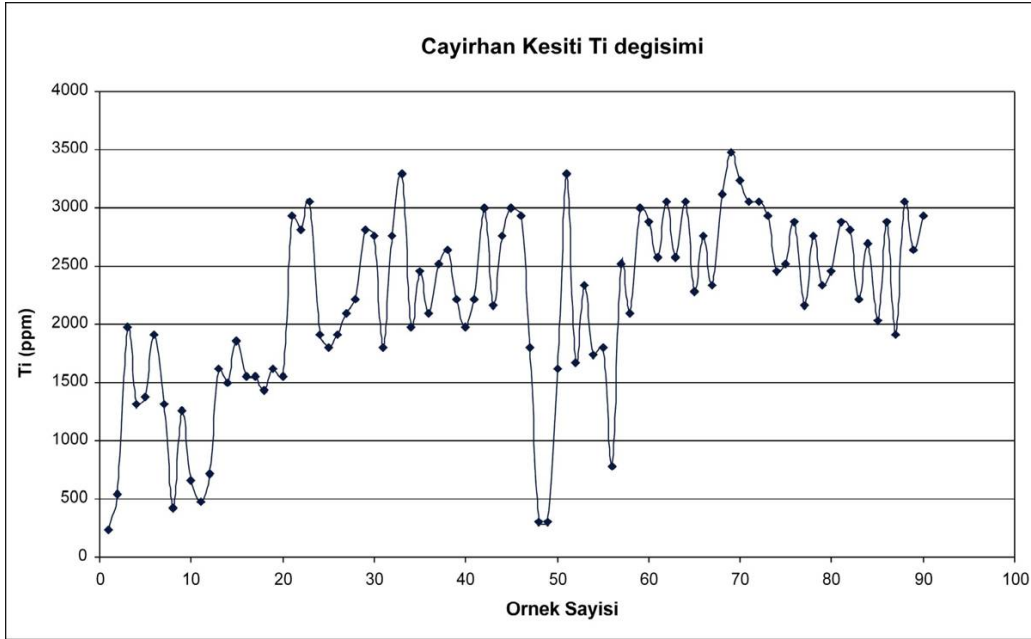
D

şekil 11. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) SiO₂ değişimi, B-) CaO değişimi, C-) Si değişimi,, D-) Al değişimi.



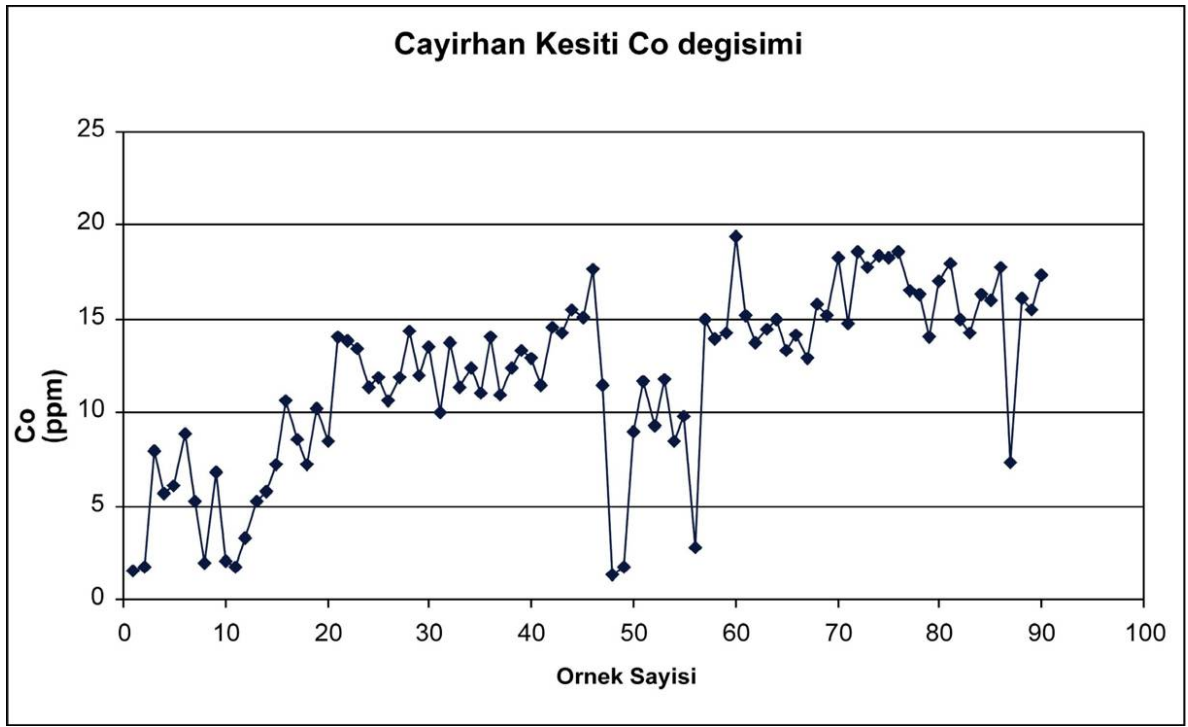
A

B

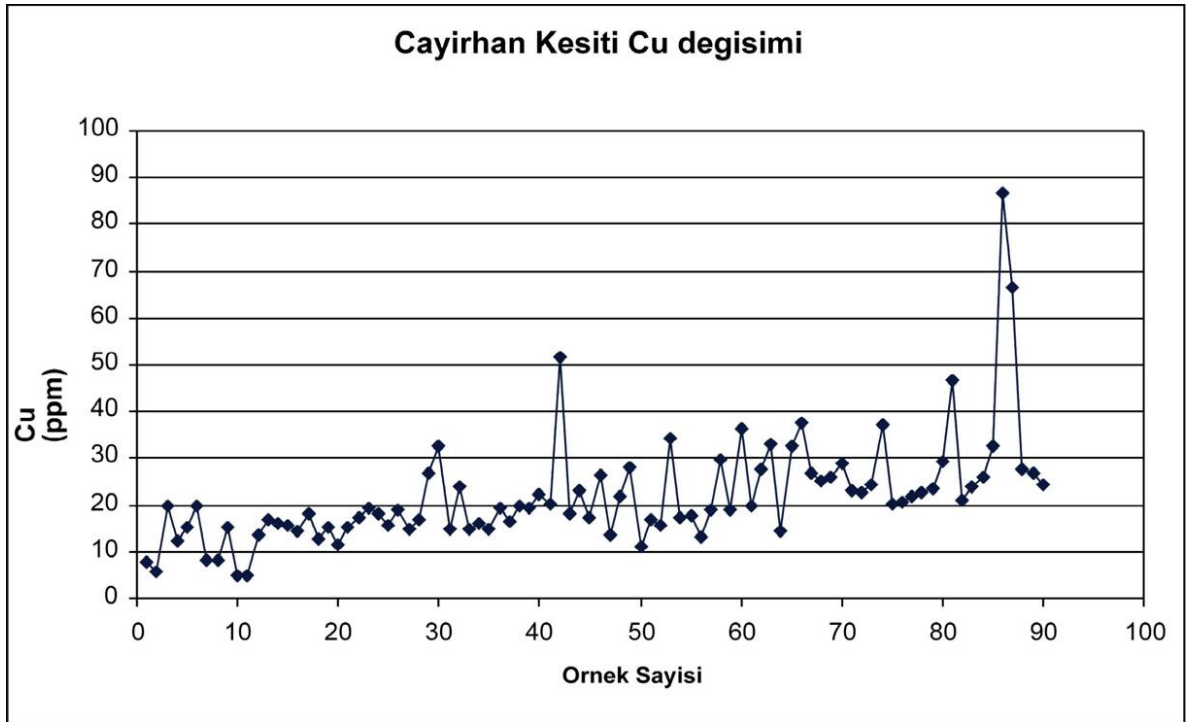


C

Şekil 12. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Na değişimi, B-) K değişimi, C-) Ti değişimi

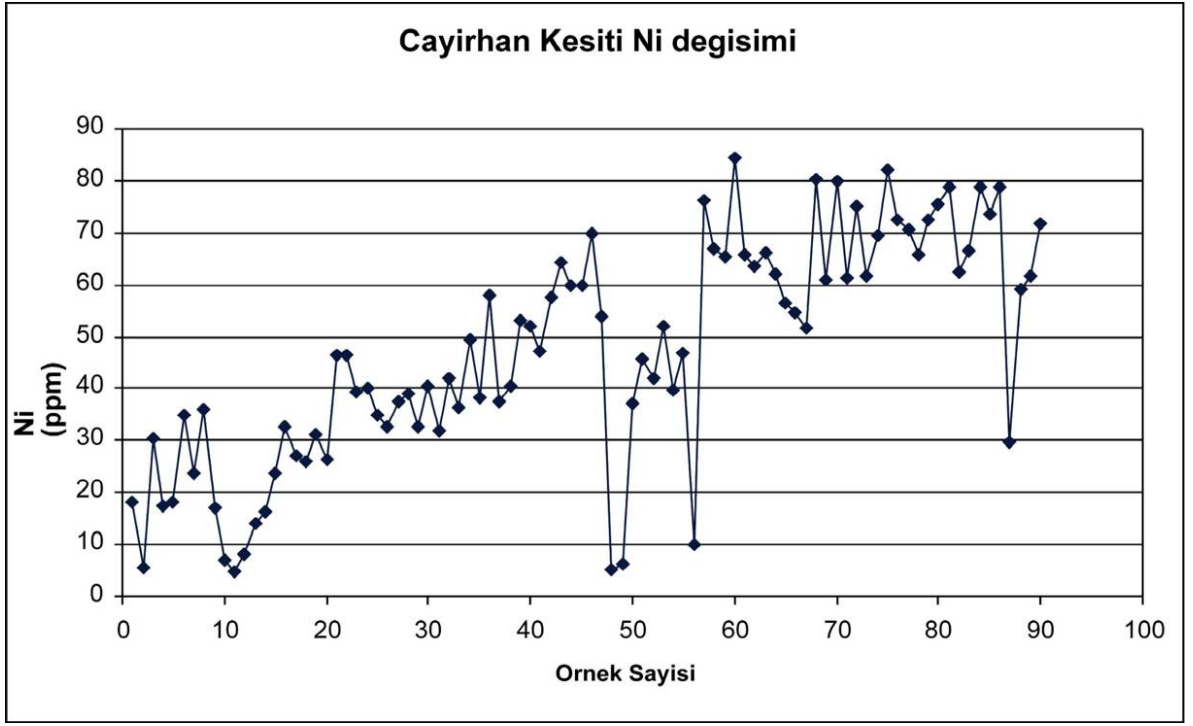


A

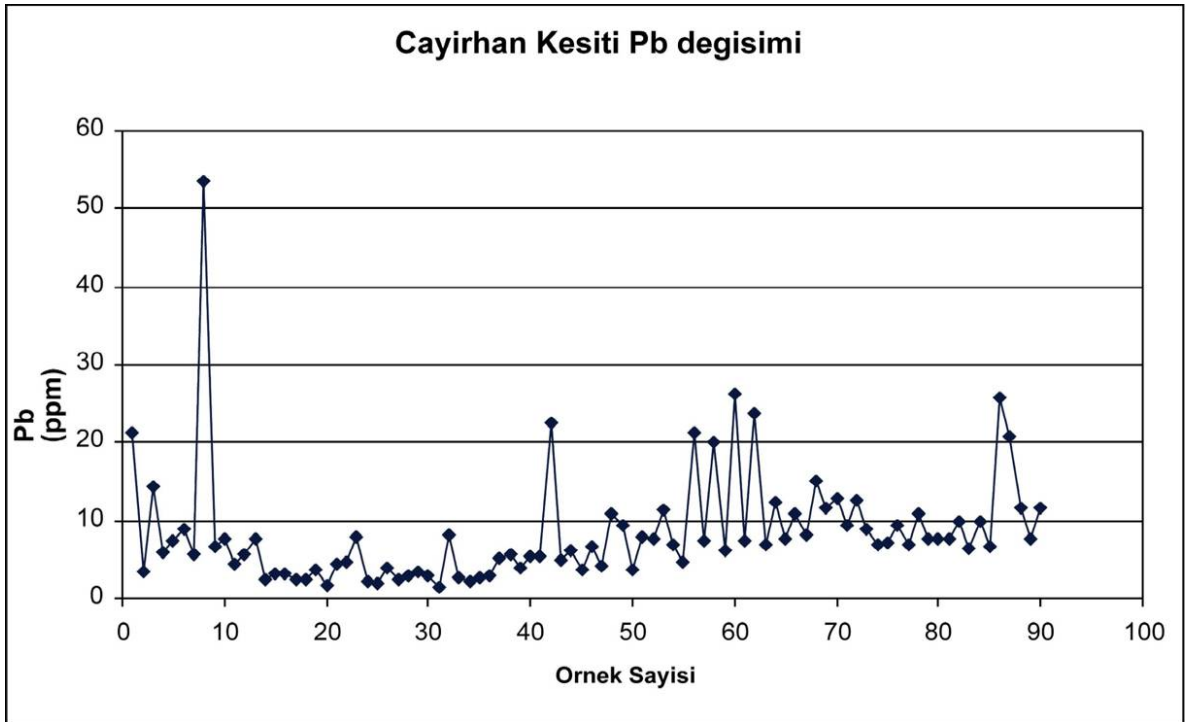


B

Şekil 13. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Co eğişiimi, B-) Cu değişiimi

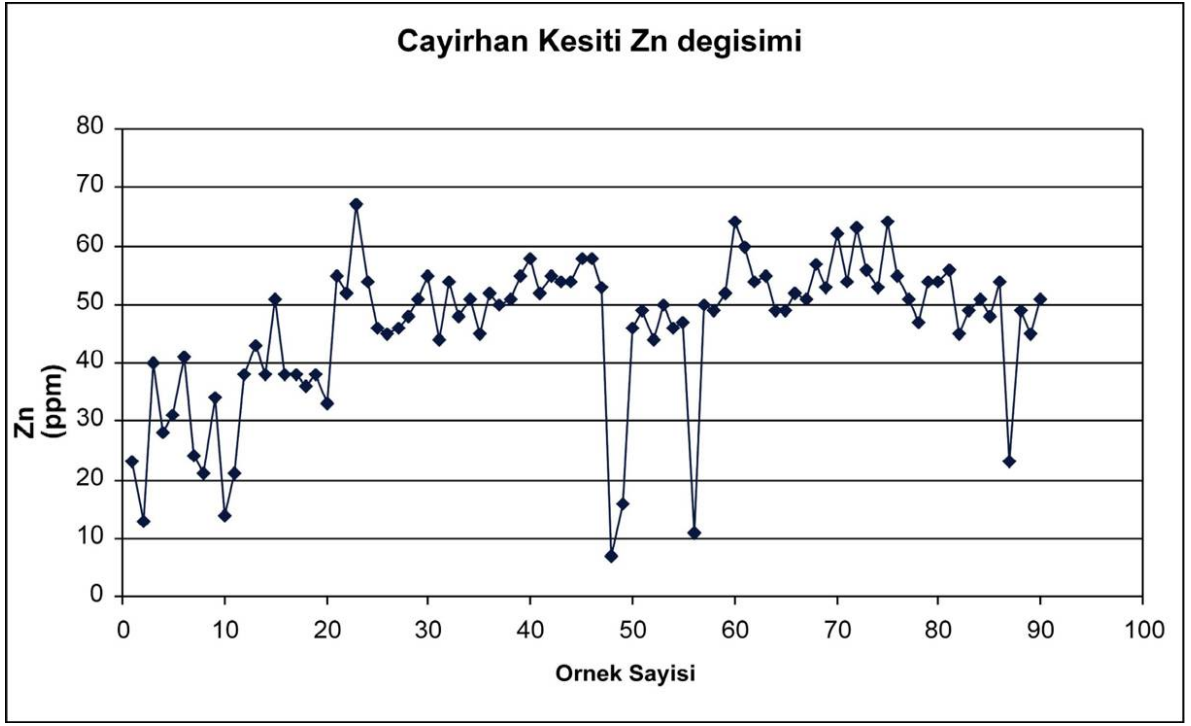


A

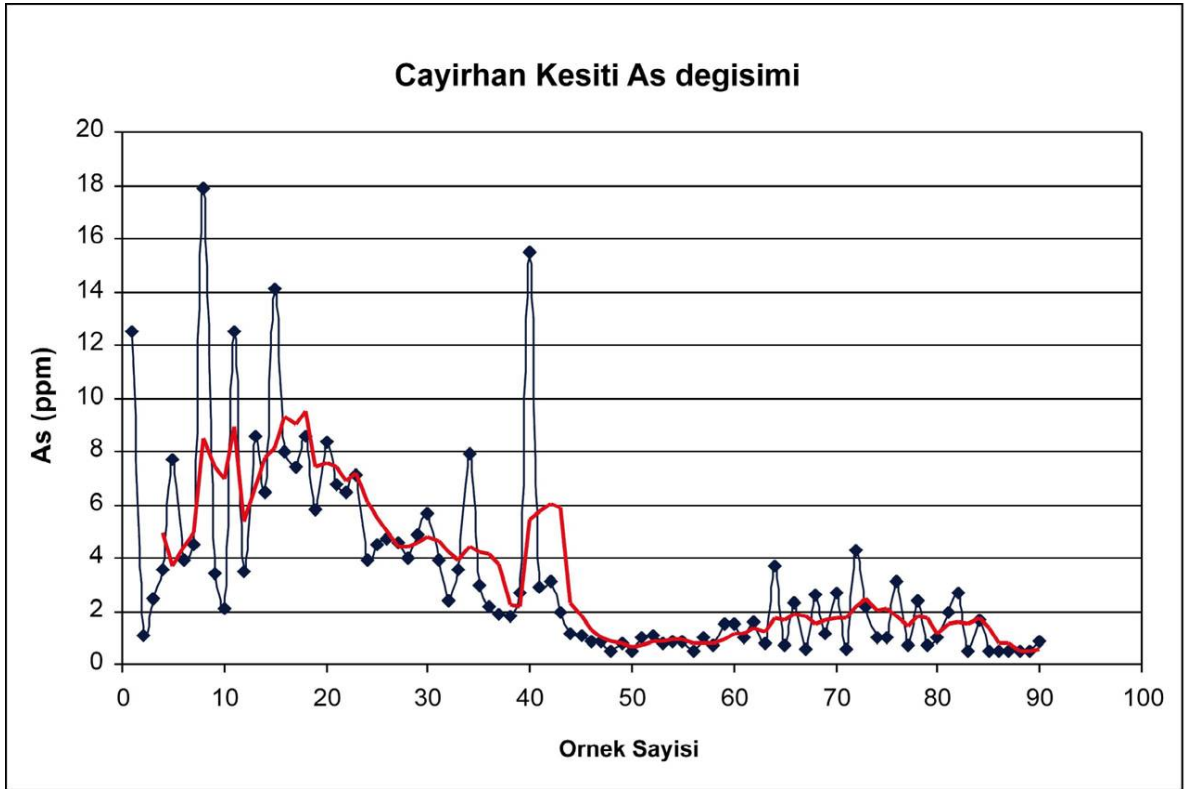


B

Şekil 14. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Ni değişimi, B-) Pb değişimi.

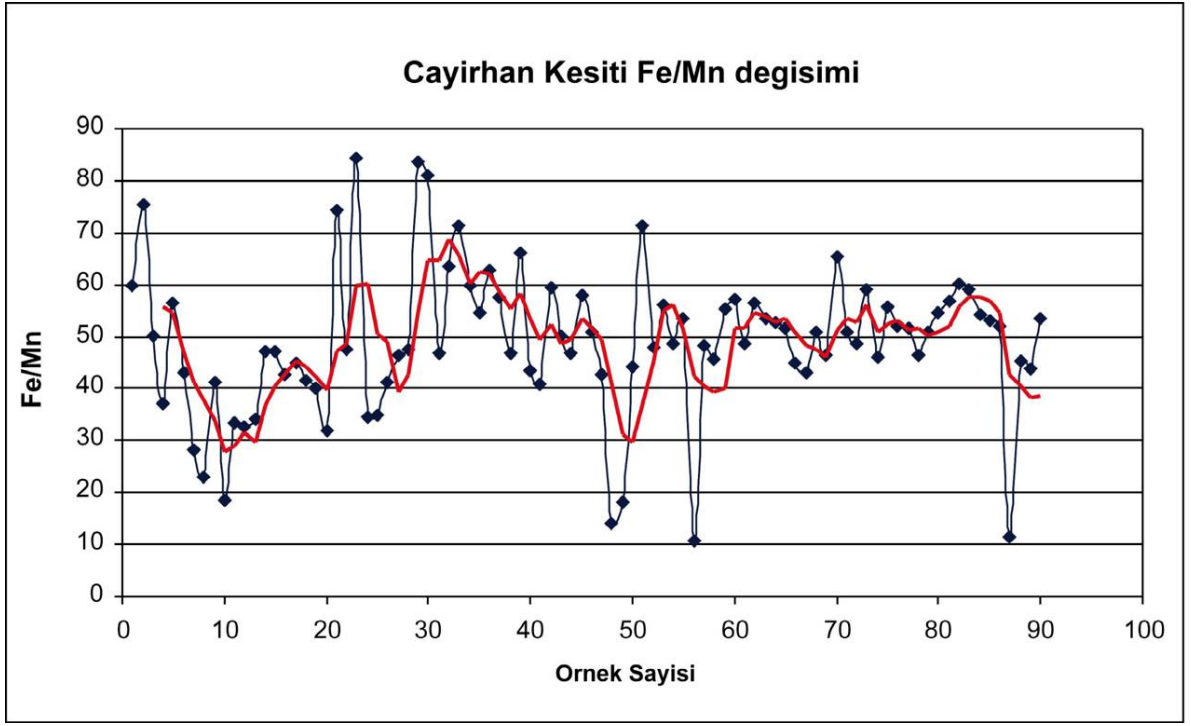


A



B

Şekil 15. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca element dağılım eğrileri, A-) Zn değişimi, B-) As değişimi.



Şekil 16. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca Fe/Mn değişimi.

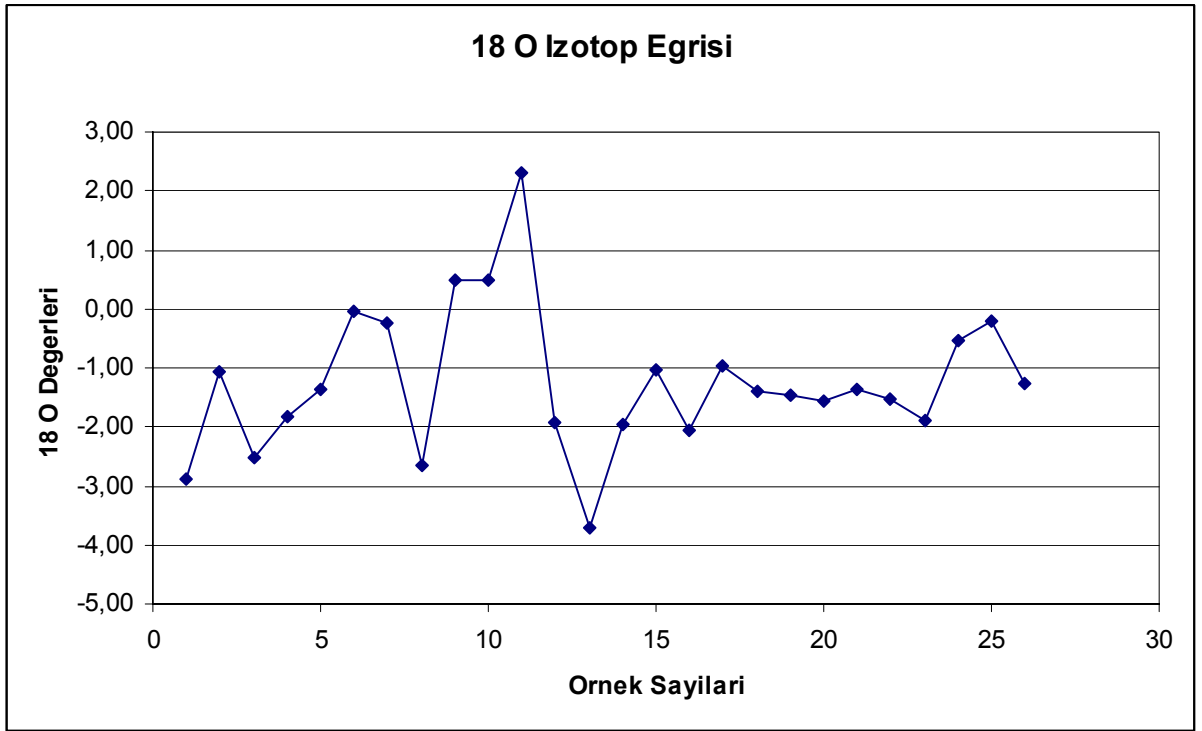
2.3. İzotop Analizleri (oksijen ve karbon)

Çayırhan ölçülü istifli boyunca detaylı olarak toplanan örneklerden toplam 50 adet inorganik ^{13}C ve ^{18}O analizi İsviçre Lozan Üniversitesi Jeokimya Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Seçilen örneklerin bir kısmında karbonat oranı çok az olduğundan izotop değerleri güvenilir limitler içerisinde çıkmamıştır.

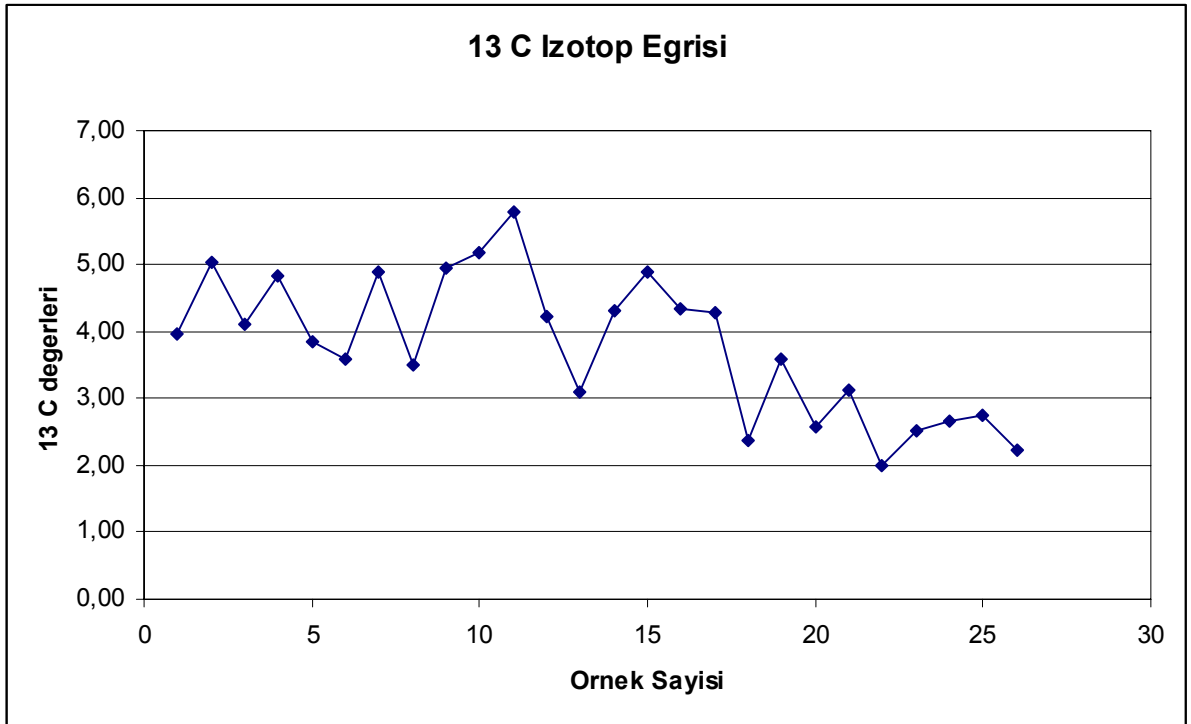
Fakat örneklerin sıhhatli sonuç verenlerden elde edilen sonuçlara göre izotop eğrileri kurulabilmiştir (Şekil 17). Toplam kayaktan saflaştırılmış toz numune yöntemi ile analizlere gidilmiştir. Fosil kavkuları çok az/yok olduğu için kavkılardan izotop analizi ile sıcaklık analizi yapılamamıştır.

Elde edilen eğride ^{18}O değerlerinin min. -3,70 ile max. +2,32 arası değişiklik gösterdiği devirsel stratigrafi ile paralellik gösterdiği görülmüştür (Şekil 17 ve 18).

Buna ek olarak ^{18}O ile ^{13}C değerlerinin çapraz ilişkilendirmesinde seçilen örneklerin diyajenez den çok fazla etkilenmedikleri, diyajenez katkı olsa bile orijinal sinyalleri koruyabildikleri gözlenebilmektedir. (Şekil 18)

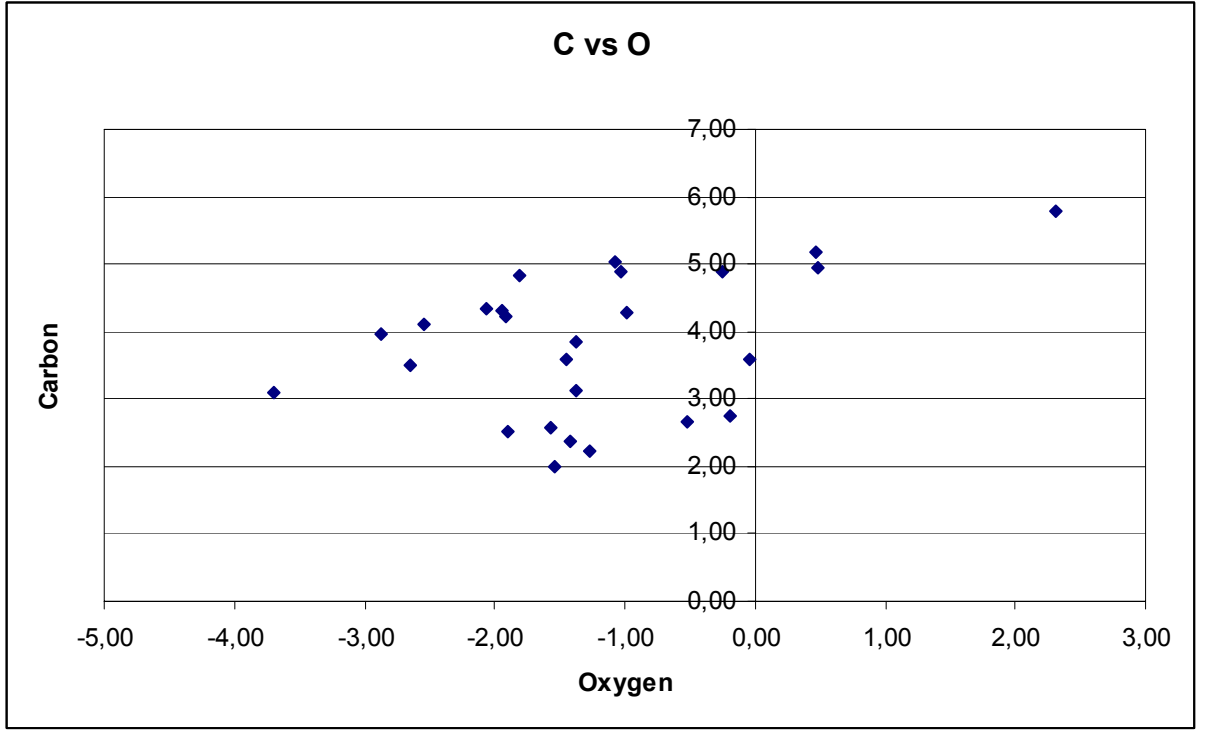


A



B

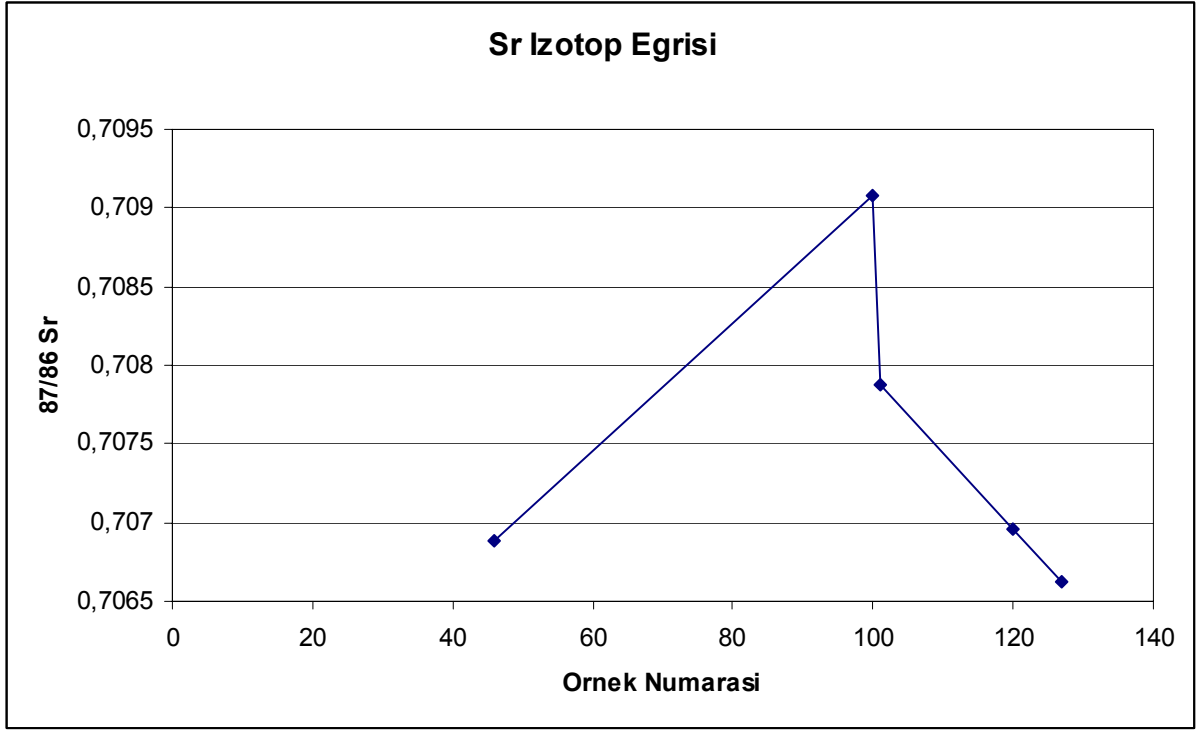
Şekil 17. Çayırhan ölçülü kesiti boyunca duraylı izotop değişim eğrileri, A-) 18O değişimi, B-) 13 C değişimi.



Şekil 18. Çayırhan ölçülü kesitinin ^{18}O ve ^{13}C ilişkisi.

2.4. Sr İzotop Analizi

Bern Üniversitesi Jeokimya Laboratuvarlarında Çayırhan istifi boyunca seçilen az sayıda örnekten Sr izotopu analizi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin farklı seviyelerden seçilmiş olması ve farklı değerler gösteriyor olmaları farklı zamanlarda farklı kaynaklardan destek geldiğini düşündürülebilir. Havzada duraylı isotoplarda aşırı diyajenez etkisinin gözlenmediği de düşünülürse diyajenez ile de Sr değerleri sapmamış olma olasılığı yüksektir. Bu durumda Sr değerlerinin değişim göstermesi ince taneli sedimanların çökelişi sırasında havzaya gelen malzemelerin taşınmasında değişiklik olduğunu göstermektedir.



Şekil 19. Çayırhan kesitinden seçilmiş örneklerin Sr değişim grafiği.

2.5. Paleontolojik Analizler

Toplam 79 adet örneğin palinolojik incelenmesi Dr. Zühtü Batı tarafından yapılmıştır (Şekil 20) İstifin alt ve orta kısmını tarayan incelemede istifin bu kısmının Geç Miyosen veya daha genç olabileceği ortaya konulmuştur. Bazı örneklerden az miktarda organik madde içeriği çıktığı için palinolojik sayımın tekrarlanması gerekmiştir. Ostrakoda tayinleri için Dr. Marius Stoica (Jeoloji ve Jeofizik Bölümü, Bükreş Üniversitesi, Romanya)' ya toplam 86 adet örnek gönderilmiştir.

İstifin alt, orta ve üst kısmını tarayan incelemede istifin tamamının Geç Miyosen veya daha genç olabileceği ortaya konulmuştur. Bazı örneklerden az miktarda organik madde içeriği çıktığı için palinolojik sayımın tekrarlanmıştır fakat yeterli miktarda tür adeti bulunamamıştır. Buna rağmen istif boyunca yapılan palinolojik analizler sonucu ortaya çıkan tutarlı yaş olarak Geç Miyosen ? kabul edilmiştir.

Gelen Ostrakoda analizleri sonucu örneklerde zengin ostrakoda topluluklarının bulunmadığını ve bir çok örneğin steril çıktığı tespit edilmiştir. Fakat bir kaç örnekte diyajenez sonucu çok iyi korunmamış olmasına karşın Cyprinotus sp. (Brady, 1886) cinsine ait bir tip ostrakoda topluluğu tespit edilmiştir (Örnek numaraları CYD - 38, 39, 52, 53, 54,

63 ve 73) (Şekil 21). Bu cins çok sınırlı ortamlara (very restrictive environments) adapte olabilen tatlı su ostrakoda cinsidir. Ayrıca bir örnekte (örnek no: 63) de birkaç *Candona* (*Fabeaformiscandona*) sp. cinsine ait formlar bulunmuştur (Şekil 21). Bu cinste çok sınırlı ortamlarda (very restrictive environments) yaşayabilen tatlı su ostrakoda cinsidir Fakat hakim topluluk *Cyprinotus* sp. (Brady, 1886) cinsidir. Tek tip cinsin hakim olması, juvenil ve ergin formlarının beraber bulunması hem faunanın taşınma sonucu bu halde olmadığını ve yerinde yaşadıklarını hem de ortamın çok sınırlı bir tatlı su ortamı olduğunu ve dolayısı ile başka türlerin bulunmadığını göstermektedir. *Cyprinotus* cinsine Oligosen-Güncel arası rastlanmaktadır. Fakat *Paratethys*'te yaygın halde türlerin bulunduğu aralık Geç Miyosen (Tortoniyen - Mesiniyen) – Pliyosen aralığıdır. Dolayısı ile istifin “Geç Miyosen – Pliyosen” aralığında çökelmiş olabileceği söylenebilir.

Şekil 20. Çayırhan ölçülü kesiti Palinolojik analizler			
Örnek Numarası ve kodu	Palinolojik bulgular	Notlar	Yaş
ÇYD-0	cf. <i>Ilex</i> Chenopodiaceae <i>Pityosporites</i> spp.	Çok az fosilli; az miktarda organik madde (OM) var	Tersiyer
ÇYD-1	<i>Periporopollenites multiporatus</i> rare (R), <i>Pityosporites</i> spp. Common (CM) Undetermined ? pollen abundant (A)	5 % coaly (C) organic matter 95 herbaceous (H)-amorphous (A) organic matter (OM)	-
ÇYD-2	Undetermined ? pollen very abundant (VA), <i>Pityosporites</i> spp. /	% 90 H-A; % 5 C, % 5 woody (W) OM	-
ÇYD-8	<i>Pityosporites</i> spp.	Organik madde bol; % 95 otsu-amorf % 5 kömürsü-odunsu	Tersiyer
ÇYD-9	<i>Pityosporites</i> spp. <i>Laevigatosporites haardti</i> <i>Triatriopollenites</i> sp. Compositae (Tubuliflorae type) <i>Subtriporopollenites simplex</i>	Organik madde bol; % 95 otsu-amorf % 5 kömürsü-odunsu	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-12	Steril	Steril	-
ÇYD-13	Chenopodiaceae <i>Leiotriletes microadriennis</i> <i>Quercus</i> <i>Cingulatisporites</i> sp. Compositae (Tubuliflorae type) Umbelliferae <i>Ephedripites</i> sp. <i>Subtriporopollenites simplex</i>	Organik madde bol; % 95 otsu-amorf % 5 kömürsü-odunsu	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-16	Chenopodiaceae <i>Leiotriletes microadriennis</i> <i>Quercus</i> <i>Cingulatisporites</i> sp. Compositae (Tubuliflorae type) Umbelliferae <i>Ephedripites</i> sp. <i>Subtriporopollenites simplex</i> <i>Inaperturopollenites dubius</i>	Organik madde bol; % 90 otsu-amorf % 10 kömürsü	Miyosen ve/veya daha genç

	<i>Lusatisporites</i> sp.		
ÇYD-19	<i>Pityosporites</i> spp. cf. <i>Artemisia</i> Compositaceae Compositae (tubulifloare type)	OM % 60 Odunsu-kömürsü % 40 otsu-amorf	? Geç Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-22	Compositae (tubuliflorae type)	OM çok az	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-23	Compositae (tubuliflorae type)	OM çok az	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-24	Steril	Steril	-
ÇYD-25	Steril	Steril	-
ÇYD-30	Compositae (tubuliflorae type) <i>Pityosporites</i> spp. <i>Tricolporopollenites</i> spp. Gramineae Compositae (liguliflorae type) Dipsacaceae <i>Sequa</i> <i>Leiotriletes microadriennis</i> <i>Alnus</i> <i>Ephedripites</i> sp. <i>Subtriporopollenites simplex</i> <i>Ilex</i>	OM: % 5 kömürsü; % 95 otsu-amorf	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-32	Steril	Steril	-
ÇYD-34	<i>Pityosporites</i> spp. CM, Undetermined ? pollen A, <i>Inaperturopollenites hiatus</i> single (S), <i>Intratriporopollenites instructus</i> S, <i>Tricolpopollenites</i> spp. R <i>Tricolporopollenites</i> spp. R	100 % disseminated H-A OM	-
ÇYD-40	<i>Pityosporites</i> spp. <i>Tricolporopollenites</i> spp. <i>Ulmus</i> Umbelliferae <i>Subtriporopollenites simplex</i> <i>Ilex</i> <i>Quercus</i> <i>Ephedripites</i> sp. <i>Corylus</i> <i>Alnus</i>	OM % 100 otsu-amorf	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-41	<i>Pityosporites</i> spp. <i>Tricolporopollenites</i> spp. <i>Polyporopollenites undulosus</i> <i>Ilex</i> Compositaceae Compositae (tubuliflorae type) <i>Cingulatisporites</i> sp.	OM: % 100 otsu-amorf	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-42	Undetermined ? pollen A	100 % disseminated H-A OM	-
ÇYD-45	<i>Pityosporites</i> spp. VA, Undetermined ? pollen CM, <i>Tricolpopollenites</i> spp. R	1-2 % W, 1-2 % C, 95 % disseminated H-A OM	-
ÇYD-46	<i>Pityosporites</i> spp. A, <i>Periporopollenites multiporatus</i> R Undetermined ? pollen A <i>Triatriopollenites</i> sp. R <i>Intratriporopollenites instructus</i> S <i>Tricolpopollenites</i> spp. R <i>Tricolporopollenites</i> spp. R	10 % C; 10 % W; 80 % H-A OM.	-
ÇYD-47	<i>Pityosporites</i> spp. CM, <i>Periporopollenites multiporatus</i> R cf. Compositae S <i>Triatriopollenites</i> sp. R <i>Dicellaesporites</i> sp. S <i>Tricolpopollenites</i> spp. CM <i>Tricolporopollenites</i> spp. CM	10 % C; 10 % W; 80 % H-A OM.	-
ÇYD-48	<i>Pityosporites</i> spp. <i>Ephedripites</i> spp. <i>Triatriopollenites</i> spp. <i>Subtriporopollenites simplex</i>	OM: % 50 otsu; % 50 kömürsü	Tersiyer

ÇYD-51	Compositae (tubuliflorae type) <i>Pityosporites</i> spp.	OM: çok az	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-52	Steril	Steril	-
ÇYD-53	Steril	Steril	-
ÇYD-54	Steril	Steril	-
ÇYD-56	<i>Artemisia</i> <i>Pityosporites</i> spp. Chenopodiaceae Compositae (liguliflorae type)	OM: % 60-70 Otsu; % 10 kömürsü; % 20-30 odunsu	Geç Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-57	<i>Artemisia</i> <i>Pityosporites</i> spp. Chenopodiaceae Compositae (liguliflorae type)	OM: % 50 otsu; % 50 odunsu-kömürsü	Geç Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-58	<i>Pityosporites</i> spp. <i>Corylus</i>	OM: % 15-20 Kömürsü; % 50-60 odunsu; % 20 otsu	Tersiyer
ÇYD-59	<i>Pityosporites</i> sp. A, <i>Tsugapollenites</i> sp. R	10 % C; 15-20 % W; 70 % H-A OM.	-
ÇYD-62	Steril	Steril	-
ÇYD-65	<i>Pityosporites</i> spp. VA (very abundant) <i>Triatriopollenites</i> spp. R <i>Periporopollenites multiporatus</i> R <i>Tricolporopollenites</i> spp. R , cf. <i>Artemisia</i> S	-	Geç Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-66	<i>Pityosporites</i> spp.	Çok az	Tersiyer
ÇYD-69	Steril	Steril	-
ÇYD-79	Steril	Steril	-
ÇYD-80	Steril	Steril	-
ÇYD-81	<i>Pityosporites</i> spp. <i>Tricolporopollenites</i> spp.	Çok az	Tersiyer
ÇYD-85	Steril	Steril	-
ÇYD-87	<i>Artemisia</i> <i>Tricolporopollenites</i> spp. Chenopodiaceae <i>Dicellaesporites</i> sp. Gramineae Compositae (tubuliflorae type) <i>Ulmus</i> <i>Ilex</i> <i>Alnus</i> <i>Laevigatosporites haardti</i> <i>Pityosporites</i> spp.	OM: % 20 odunsu; % 5-10 kömürsü; % 70 otsu-amorf	Bu örnekte bol bulunan (önceki örneklerle göre) <i>Artemisia</i> polleni Geç Miyosen'de çıkan güncelde de yaşayan bir bitkiye aittir. Bolluk değeri nedeniyle örneğin yaşı Erken Pliyosen ve/veya daha genç gibi düşünülebilir. Ancak yukarıdaki örneklerde olduğu gibi hala bu seviyenin yaşı Geç Miyosen ve/veya daha genç olarak da değerlendirilebilir. Bu nedenle 2. parti örneklerinde bu pollenin (varsa) bolluk değerlerini dikkate almak, ona göre bir değerlendirme yapmak gerekecek.
ÇYD-88	<i>Pityosporites</i> spp. R Undetermined ? pollen VA <i>Inaperturopollenites hiatus</i> R <i>Tricolpopollenites</i> spp. R	100 % disseminated A OM	-
ÇYD-89	Steril	Steril	-
ÇYD-90	Steril	Steril	-
ÇYD-91	Steril	Steril	-
ÇYD-92	Steril	Steril	-
ÇYD-95	<i>Pityosporites</i> spp., cf. <i>Tsuga</i>	Çok az	Miyosen ve/veya daha genç
ÇYD-102	Steril	Steril	-
ÇYD-103	Seril	Steril	-

82, 83, 84, 86, 94, 96, 97, 98, 100, 101, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 118, 120, 123, 132, 133, 134, 135, 137, 147 ve 152 nolu örneklerde maalesef OM çok az. Fossil yok ve olan organik madde de disseminated otsu-amorf tipte organik madde.

Yukarıda listesi verilen örneklerde görülen stratigrafik olarak önemsiz olan polen ve bir iki mantar spor cinsine dayalı olarak çalışılan örneklere yaş vermek mümkün değil. 65 nolu

örnekte gözlenen ancak kesin olarak *Artemisia* denilemeyen polen cinsi Geç Miyosen çıkışlı (güncelde de var) önemli sayılabilecek tek takson ancak *Artemisia* olup olmadığını mevcut 1 specimen ile demek mümkün değil. Daha önce tespit edilen türlerin de tekrar bakılmasına ve yeterli miktarda bol olmamasına rağmen genel tutarlılığı ön plana aldığımızda geçen raporda belirtilen Geç Miyosen ? yaşı bu istif için kullanılabilir.



Fig. 1 – Ostracod assemblage dominated by *Cyprinotus sp.* Note the weak conservation of ostracod shells. a, b – sample CYD 54; c,d- sample 63A. Magnification: a,c- x 20; b,d – x 35

Şekil 21. Çayırhan kesiti ostrakoda levhası



Plate 4

1-10. *Cyprinotus* sp.; 1 – left valve, lateral view; 2- right valve, lateral view; 3- carapace, ventral view; 4 – carapace, dorsal view; 5 – right valve, lateral view; 6 – right valve, internal view (the interior of valve is filled with calcite); 7-10 the last four juvenile stages.

11,12. *Candona (Fabeaformiscandona)* sp.; 11 – carapace, viewed from left valve; 12 – carapace, viewed from the right valve.

Şekil 21. Çayırhan kesiti ostrakoda levhası devamı.

Fakat her iki analiz sonucunda bu tür organizmaların istif boyunca çok az oluşu çökelim ortamında ekolojiyi etkileyen bir başka faktörler de olabileceğini ortaya koymaktadır. Bunun da sedimantolojik, mineralojik ve jeokimyasal veriler ile organizma verilerini birleştirdiğimizde kurak ve asidik ortam etkisi olduğu şu aşamada söylenebilir.

Çayırhan Formasyonu boyunca ölçülen istif içerisinde çok kısır fauna ve flora olduğu tespit edilmiş ve havzanın göreceli derin kısmında çökeldiği için ve eski iklimin tiplerinin sıklıkla arıdanması sonucu palinolojik, ostrakot, ve memeli fosilleri açısından zengin olmadığı görülmüş ve biyostratigrafik zonasyonu detay olarak ortaya konulamamıştır.

Önceki çalışmalar dahilinde ilan edilmiş yaşlara ve bu çalışmada elde edilen sonuçlar dahilinde yaş sınırları ile ilgili yorumlamalar yapılmıştır.

2.6. Kil Mineralojisi ve XRD analizleri:

Toplam olarak 55 örneğin kil mineralojisi ve toplam kaya XRD analizleri için pattern çekimleri TPAO laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Her örnek için toplam kaya yönlenmemiş, normal hava, etilen glikol, ve 600 C⁰ de kurutmalı yönlenmiş preparatlarda mineral ve kil minerali XRD (2⁰ 2θ ile 60⁰ 2θ arası) grafikleri elde edilmiştir. Fakat elde edilen pattern ların incelenmesi ve yorumlanması Prof. Dr. Asuman Türkmenoğlu tarafından yapılmıştır. Yaklaşık 53 adetinde kil mineralojisi ve toplam kaya mineral analizleri elde edilmiştir. Yapılan analizlerde baskın olarak analsim, sepiolit, illit, kalsit, hematit mineralleri tespit edilmiştir, örneklerin kil mineralojisi ve toplam kaya mineral içerikleri grafiklerden belirlenmiş ve tabloda geçen rapordakiler ile birlikte sunulmuştur (Şekil 22). Daha önce Kadir ve Karakaş (2001)'nin Beypazarı-Çayırhan Miyosen-Pliyosen birimlerinin mineralojik incelemesine dair yaptıkları çalışmada çok benzer mineral serilerini tespit etmişler ve oluşum sebebi olarak tuzluluk ve/veya alkalinite, ortamdaki birimlerin bileşimi, çözülme hızı ve ortama gelen tatlı su miktarı, pH, sıcaklık, gözenek suyu basıncı, iklim ve zamanı göstermişlerdir. Kadir ve Karakaş (2001)'in çalışmalarında diğer formasyonları da ele almışlar, fakat devirsel stratigrafi, detay sedimantoloji, sekans stratigrafisi, jeokimyasal analizler (toplam kaya ana ve iz elementleri) ile paleoklimatolojik çözümleme ve göl seviyesi

değişimi tespiti bulunmamaktadır. Dolayısı ile bu çalışmada ilk defa bu tür çoklu yöntemler ile çözümlemelere gidilmektedir.

Örnek No	XRD mineral içerikleri								
1	Quartz								
30	Analcime	Smectite	Illite	Sepiolite	Kaolinit az	Calcite	Quartz E	Feldspar E	Hematite ?
32	Analcime	Calcite	Smectite	Sepiolite	Feldspar E	Hematite ?	Gibbsite ?		
40	Analcime	Calcite	Quartz	Smectite	Sepiolite	Illite	Geothite E	Hematite ?	Gibbsite ?
42	Analcime	Calcite	Smectite	Sepiolite	Illite E	Hematite ?	Gibbsite E		
45	Analcime az	Calcite							
46	Analcime E	Calcite	Quartz	Smectite	Sepiolite	Alkali Feldspar	Illite E	Gypsum	
47	Analcime	Calcite	Quartz	Sepiolite	Illite E	Feldspar			
48	Analcime az	Calcite	Dolomite	Quartz	Feldspar az				
69	Analcime	Calcite	Smectite	Sepiolite	Illite E	Hematite ?	Gibbsite E		
82	Analcime	Quartz E	Smectite	Sepiolite	Illite E	Feldspar E	Hematite ?	Gibbsite E	
83	Analcime	Calcite E	Smectite	Sepiolite	Illite E	Feldspar E	Hematite	Gibbsite ?	
84	Analcime	Smectite E	Sepiolite E	Illite E	Hematite E	Gibbsite E			
85A	Analcime	Calcite E	Quartz E	Smectite	Sepiolite	Illite E	Feldspar E	Hematite ?	
85B	Analcime	Calcite	Smectite	Sepiolite	Illite	Hematite	Gibbsite		
86	Analcime	Calcite	Quartz E	Smectite	Sepiolite	Illite	Feldspar E	Hematite ?	Gibbsite ?
88	Analcime	Smectite E	Sepiolite	Hematite	Gibbsite				
89	Analcime	Hematite E	Gibbsite E	Illite	Smectite				
90	Analcime	Dolomite ?	Smectite	Illite	Hematite	Gibbsite			
91	Analcime	Calcite	Smectite	Illite	Hematite	Gibbsite			
94	Analcime	Calcite	Quartz E	Smectite	Sepiolite	Illite	Feldspar E	Hematite	Gibbsite
95	Analcime	Calcite	Smectite	Sepiolite	Illite	Hematite			
96	Analcime	Calcite	Smectite	Sepiolite	Illite	Hematite	Gibbsite		
97	Analcime	Calcite	Dolomite ?	Smectite	Sepiolite	Illite	Hematite	Gibbsite	
98	Analcime	Calcite (az)	Smectite (az)	Sepiolite E	Illite (az)	Hematite E	Gibbsite E		
100	Analcime	Smectite az	Illite az	Gypsum az	Hematite az	Sepiolite			
101	Analcime	Smectite az	Illite az	Gypsum az	Hematite az	Sepiolite	Quartz E	Feldspar E	
102	Analcime	Smectite	Illite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E			
103	Analcime	Smectite	Illite	Sepiolite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E		
104	Analcime	Smectite	Illite	Sepiolite	Quartz E	Feldspar E	Hematite E		
106	Analcime	Smectite	Illite	Sepiolite	Quartz E	Feldspar E	Hematite E		
107	Analcime	Smectite	Illite	Dolomite	Quartz E				
108	Analcime	Smectite	Illite	Dolomite	Quartz				
110a	Analcime	Smectite	Illite	Dolomite	Quartz E	Hematite E		yesil	
110b	Smectite	Sepiolite	Quartz	Calcite az				sari	
111	Analcime	Smectite	Illite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E			
112	Analcime	Smectite	Illite	Calcite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E	Hematite E	
113	Analcime	Smectite	Illite	Calcite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E	Hematite E	
114	Analcime	Smectite	Illite	Calcite	Dolomite	Quartz			
116	Analcime	Smectite	Illite Mixed?	Calcite az	Dolomite az	Hematite ?			
118	Analcime	Smectite çok	Illite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E	Hematite E		
120	Dolomite	Calcite az	Quartz	Feldspar					
123	Smectite ?	Illite ?	Quartz ?	Feldspar ?	Hematite ?				
132	Analcime	Smectite	Illite	Calcite	Dolomite ?	Quartz E	Hematite ?		
133	Analcime	Smectite	Illite	Calcite	Dolomite ?	Quartz E	Hematite E		
134	Analcime	Smectite	Illite	Kaolinit az	Calcite	Dolomite az	Quartz E	Feldspar E	Hematite E
135	Analcime	Smectite	Illite	Kaolinit az	Calcite	Dolomite	Quartz E	Feldspar E	Hematite E
137	Analcime	Smectite	Illite Mixed?	Kaolinit E	Calcite	Dolomite az	Hematite E		
145	Analcime	Smectite	Illite	Klorit E	Dolomite	Calcite E	Hematite ?		
---	Analcime	Smectite	Illite	Klorit az	Calcite	Quartz E	Hematite ?		
---	Analcime	Smectite	Illite	Kaolinit az	Calcite	Dolomite ?	Quartz E		
153	Analcime	Smectite	Illite	Klorit az	Dolomite	Calcite	Hematite ?	Quartz az	
155	Analcime	Smectite	Illite	Kaolinit E	Calcite	Dolomite az	Quartz E	Hematite ?	
160	Analcime	Calcite	Dolomite ?						

Şekil 6. Çayırhan ölçülü kesiti XRD-Tüm kaya ve kil minerali analizleri (E: eser miktar, az: yeterli değil)

Şekil 22. Çayırhan kesiti XRD analizi sonuçları.

Yapılan analizlerde baskın olarak analsim bütün istif boyunca tespit edilmiştir. İstifin üst kısımlarında Kalsit, dolomit ve kuvars' ın artış, jipsit, götit ve sepiolit'in azalış, illit ve smektit' in göreceli artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kaolinit ve kloriti'in ise istifin üst kısmında ortaya çıktığı tespit edilmiştir.

Örneklerin XRD patternları üzerinden kuantitatif analizleri yapılmaya çalışıldığında Prof. Dr. Asuman Türkmenoğlu tarafından kuantitatif hesaplamalar için örneklerin patternlarının yeterli olmadığı gözlenmiş ve kuantitatif olarak çok azı hesaplanabilmiştir.

2.7. Devrisel stratigrafi analizleri

Devrisel stratigrafi hem arazi gözlemleri hem de mikrofasiyes çalışmaları ile kurulmuştur. Kesit boyunca santimetre-metre ölçeğinde toplanan örneklerin incelemeleri sonunda devir tipleri belirlenmiş ve istif boyunca grafikleri çizilmiştir. İstifin üst kısmına doğru devir kalınlıklarındaki artış dikkat çekmektedir. İstifin üst kısmında yeşil-haki renkli çamurtaşları ile kırmızı-kızıl-kahve renkli çamurtaşlarının ardalanması hakimdir.

İstifin altından en üstüne kadar A, B, C, D, E, F tipi devirler olmak üzere toplam 6 değişik devir tipi tespit edilmiştir (Şekil 23). A-D tipi devirler istifin alt ve orta kısımlarında yer almaktadır ve E-F tipi devirler ise istifin üst kısmını karakterize etmektedir.

E-F tipi devirler diğer devirlerden kalınlıkları ve yeşil-haki renkli ve kırmızı-kızıl-kahve renkli çamurtaşlarının veya açık gri marnların çok düzenli ardalanmaları ile oluşan yapısı ile ayrılır.

Her bir yeşil ve kızıl çamurtaşı ardalanması 5. derece devirleri temsil etmektedir. Bu devirlerin bir araya gelerek oluşturdukları 5-7'li gruplar 4.derece devirleri oluşturmaktadır. 5-7'li grupların oluşmasında dikkat edilen önemli bir nokta da devirleri oluşturan fasiyeslerin büyük devirleri oluştururken kalınlık değişimi sunmalarıdır. Büyük devirlerin tabanlarında yeşil çamurtaşlarının kalınlıkları artış gösterirken devir üstüne doğru ise kırmızı-kızıl-kahve çamurtaşlarının kalınlıklarında artış gözlenmekte ve bir sonraki 4.derece devirde de aynı şekilde tekrarlayarak devam etmektedir. Yeşil çamurtaşlarının yerine istifin en üstünde açık gri renkli marnlar gelmektedir ve aynı yapısal özelliği taşıyarak bir üst devirlerin alt kısmında yer almaktadır. Bu karbonatlı kısımlarda stromatolitik kısımlar gözlenmiştir. İçerisinde bulunduğu marn tabakasının en alt dokanağında ve yanal olarak bir birinden kopuk olacak şekilde tabaka tabanı boyunca uzanarak istifin en üst kısmına has bir özellik sunmaktadır.

İstifin alt ve orta kısmından farklı olarak stromatolitlerin en üst kesimde gözükmeleri ve karbonat oranının artması göl kimyasında büyük ölçekli değişikliklerin yer aldığını göstermekte ve jeokimyasal verilerdeki değişimler ile de paralellik sunmaktadır.

Elde edilen devirsel dizilimin kalınlık verileri Fischer eğrilerine çevrilip incelendiğinde birinci raporda istifin ölçülen kısmına ait 5. ve 4.derece devirlerin oluşturduğu eğrinin yapı itibari ile devam ettiği gözlenmektedir (Şekil 24, 25). İstifin üst kısmına doğru baskın olarak izlenen kırmızı çamurtaşlarının kalınlaşması, pedojenik yapı göstermesi, devir tiplerinin ve kalınlıklarının ani olarak değişmesinden dolayı Fischer eğrisi hesaplamalarında bu kısmı kendi içerisinde değerlendirip ortalama kalınlık hesabını istifin alt kısmından ayrı olarak yapılmasını gerektirmiştir. Fakat ayrı olarak hesaplanan iki kısmın ortalama devir kalınlığından sapmaları birleştirilerek hesaplanmıştır. Dolayısı ile Fisher eğrisinde daha sonra eklenen datanın getireceği sapma bir öncekini etkilememiştir.

Her iki eğrinin daha önce elde edilen eğriye paralel olması, eklenen kısmın devamlılık arz etmesi, eğrinin sonuna doğru ani su seviyesi düşmesinin kırmızı-kızıl-kahve çamurların yoğunluk ve kalınlıklarının artış gösterdiği seviyeye denk gelmesi eğrinin fasiyeler ile olan ilişkisinde uyumluluk olduğunu ve göl suyu seviyesi değişiminin iklim etkili olduğunu göstermektedir.

4. ve 5. derece devirlerin birleşmesinden oluşan 3. derece büyük ölçekli göl seviyesi değişimi eğrisinde önce bir düşüş, sonra yükseliş ve sonra tekrar bir düşüş gözükmektedir (Şekil 24, 25). Bir önceki raporda belirtildiği üzere, bu değişimleri sekans stratigrafisi açısından transgresif ve highstand sistemleri olarak ve düşme seviyesinin en alt noktasını da sekans sınırı olarak yorumlamak mümkündür. Bu düşme seviyesi devir tiplerinin ve karbonat ve jips tabakalarının kalınlıklarının değiştiği seviyeye denk gelmektedir. Bu düşme seviyesi küresel sekans stratigrafisi tablosuna bakıldığında (De Grachianski ve diğ., 1998) bu formasyon için önerilen Geç Tortoniyen (Demirci, 2000, Helvacı, 1998) yaşı hesaba katılarak bu aralıktaki küresel sekans sınırı olan Tor 2 ye ve bu sekans sınırı civarındaki östatik buzul etkili küresel su seviyesi düşmesine (MTi 2) denk gelmekte olduğu görülmektedir. 4. derece

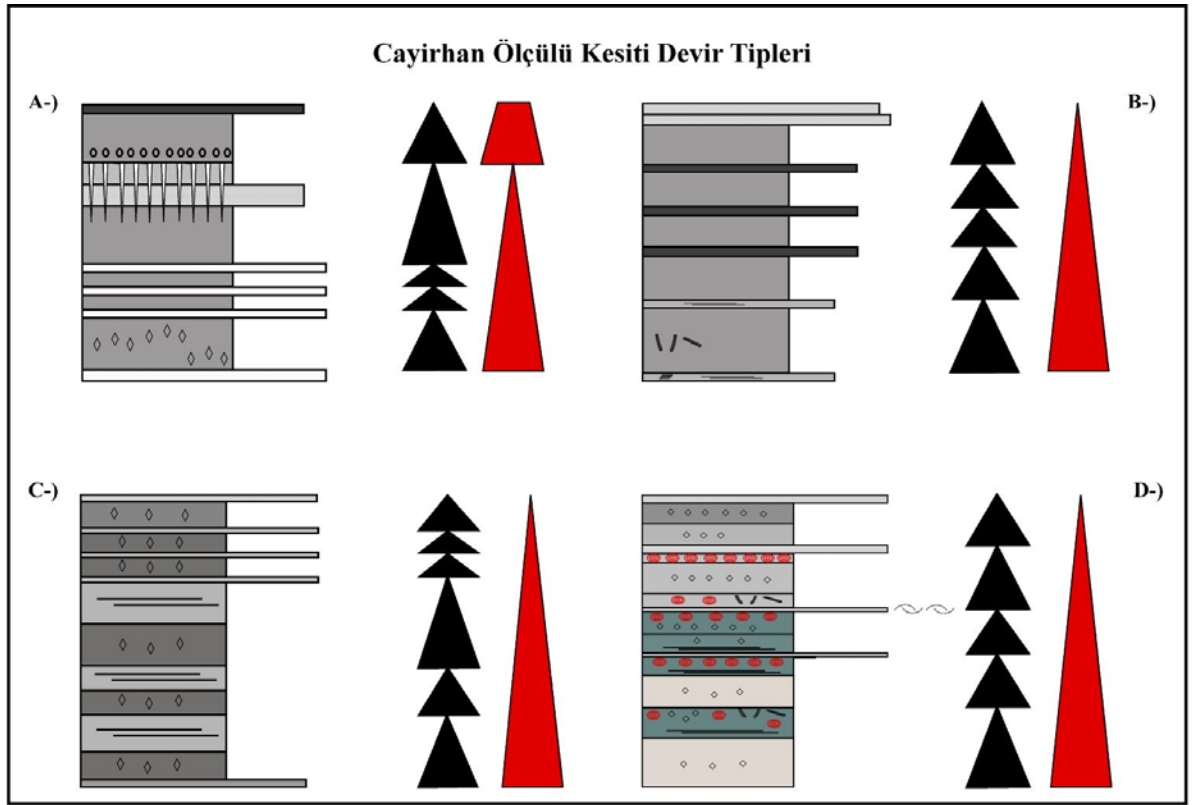
devirlerin elde edilen Fischer eğrisindeki 3. derece devir eğrisinden ayrı olarak ve bu eğrinin içinde gösterdiği bir yükselim alçalım çizgisi de bu yoruma destek vermektedir (Şekil 24, 25) ve bu da bu zaman dilimindeki soğuk iklimden ılıman iklime geçim olarak yorumlanabilir. İkinci bir düşme seviyesi de istifin en üstüne doğru olan kısımda bulunmaktadır. Bu seviyede kırmızı-kızıl-kahve renkli çamurların baskın olarak istifte gözükmeğe başladığı ve kalınlıklarının artmaya başladığı seviyeye denk gelmektedir. Küresel sekans stratigrafisi eğrisine bakıldığında ise Tor3/Me-1 veya Me-2 sekans sınırı ve/veya MMi-1 veya MMi-2 östatik buzul etkili küresel su seviyesi düşmesine (De Grachianski ve diğ., 1998) (Şekil 26) denk gelebilir. Bunun ile ilgili olarak ilerleyen safhalarda çoklu yöntemler ile elde edilecek kesin sonuçlar ortaya konulacaktır.

Devirsel stratigrafik veriler irdelendiğinde kendi içlerinde farklılıklar sunarak farklı devir tiplerine ayrılmasına rağmen devirlerin ortak yapı gösterdikleri ve 5-7 adet 5.dereceden devirin bir 4. derece devir oluşturması ve bir 4.derece devir içerisinde 5. derece devirlerin devir üstüne doğru kalınlıklarındaki tutarlı değişim geri plandaki parametrelerin çok düzenli çalıştığını göstermektedir ve bu düzenliliğin devir başına düşebilecek zaman ile de ilgilendirildiği zaman Milankovitch devirlerine denk geldiği gözlenmektedir. İlk raporda devir başına düşen süre hakkında açıklama ve yaklaşım yapılmıştı, zaman dilimi içerisinde biraz daha ilerlememize rağmen devir yapılarının tipleri değişse bile sürelerinin pek değişmediği gözlenmiştir. Bu irdelendiğinde Dış eksenlilik (Eccentricity) devirinin etkisinde gelişen Yalpalanma (Precession) devirlerinin baskın olarak formasyonu karakterize ettiği görülmektedir (Şekil 25).

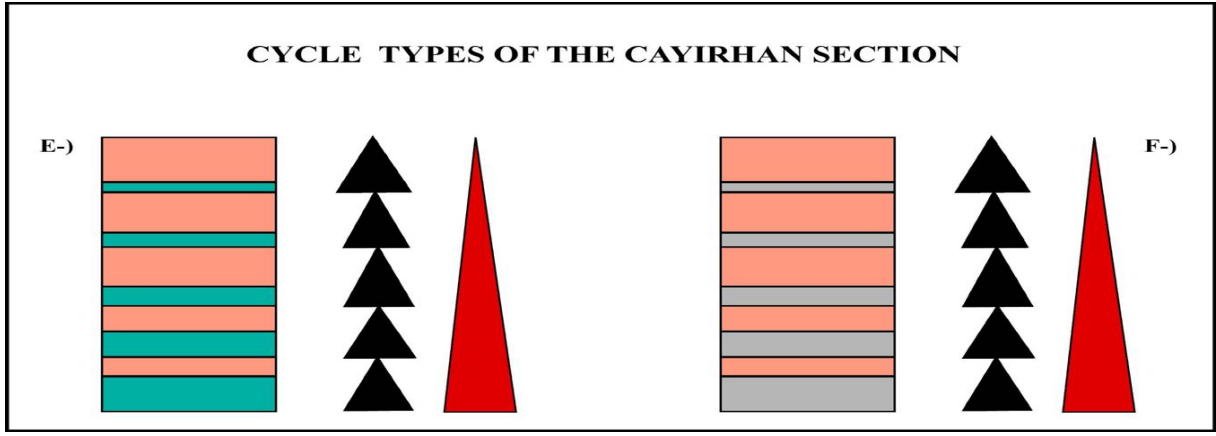
Devirsel stratigrafi verilerinin göl seviyesi değişimleri ile ilişkilendirilmesini ve küresel Miyosen deniz seviyesi ve iklim değişimleri ile karşılaştırılmasını destekleyen bir başka veri değerlendirmesi de oksijen izotopu analizlerinden gelmektedir. Büyük ölçekli oksijen izotop eğrisi aynı ölçekli Fischer eğrisine çok paralel bir eğri sunmak ile birlikte birisi istifin alt kısmında diğeri de orta kısımda olmak üzere iki adet negatif sapma içermektedir (Şekil 27). Bu iki oksijen eğrisindeki negatif sapma soğuk dönemleri göstermektedir. Buda devirsel

stratigrafi ile ortaya konulan iki büyük göl seviyesi düşmesi seviyelerine çok yakın seviyelerde gerçekleşmektedir. Bağımsız bu iki veri seti incelendiğinde soğuk dönemlerin hızlı bir şekilde göl seviyesinde düşme ve takip eden ısınma dönemlerinde de yükselme meydana getirdikleri gözlenebilmektedir.

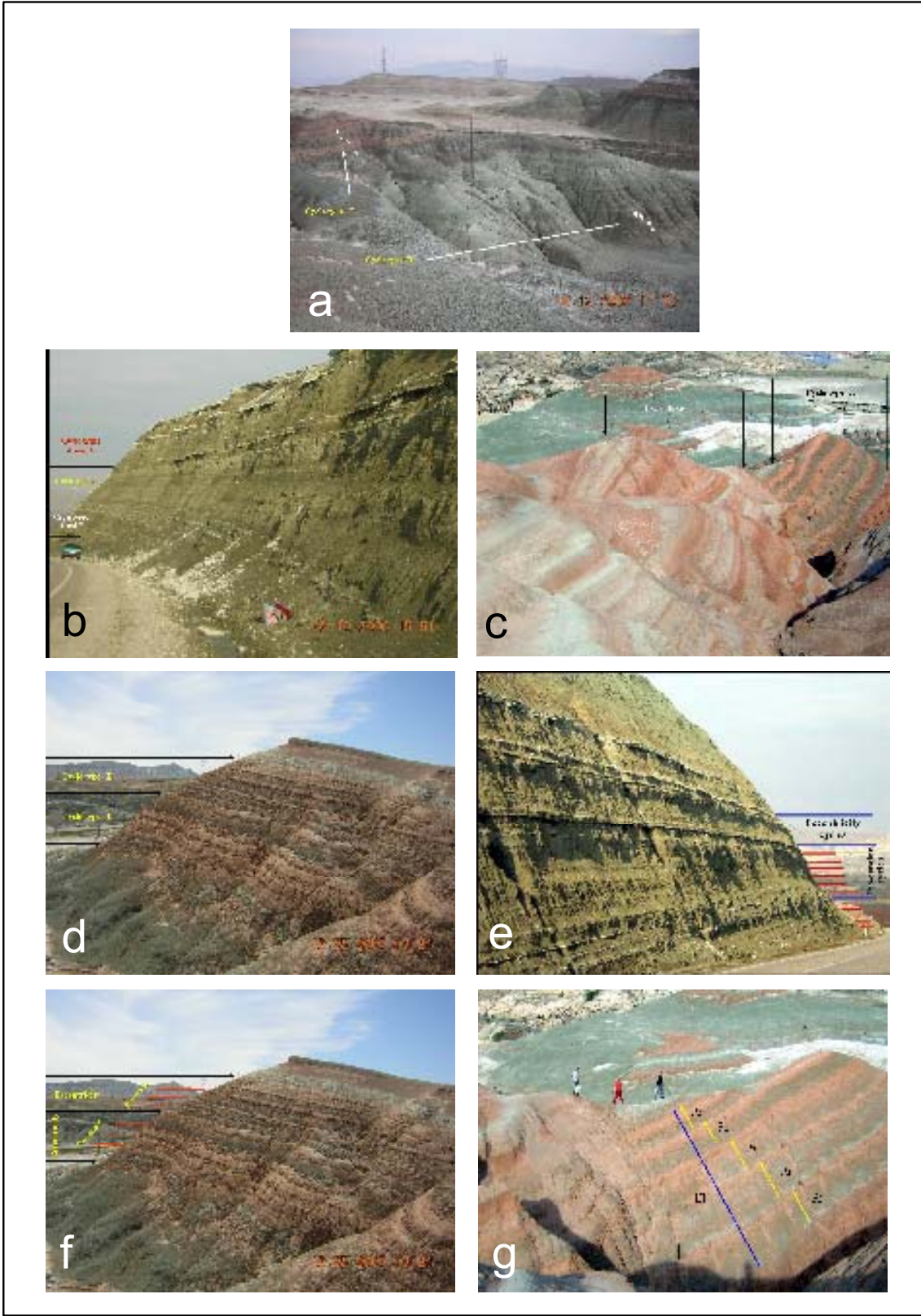
Küresel Tersiyer iklim ve izotop değişim eğrisinde (Zachos ve diğ., 2001) Üst Miyosen dönemi içerisinde ani soğuma ve takip eden ani ısınma dönemleri bu çalışmada elde edilen oksijen izotopu eğrisine benzerlik göstermektedir (Şekil 28). Dolayısı ile kırmızı çamurların çökelmeye başlamasından önce soğuk fakat nemli dönemlerin etkisinin varlığını, kırmızı çamurlar ile birlikte daha sıcak ve kurak (az bitkili) dönemlerin etkisi net olarak kimyasal, sedimentolojik, devirsel stratigrafik ve paleontolojik olarak gözlenebilmektedir.



Şekil 23. Çayırhan ölçülü kesiti devir tipleri.

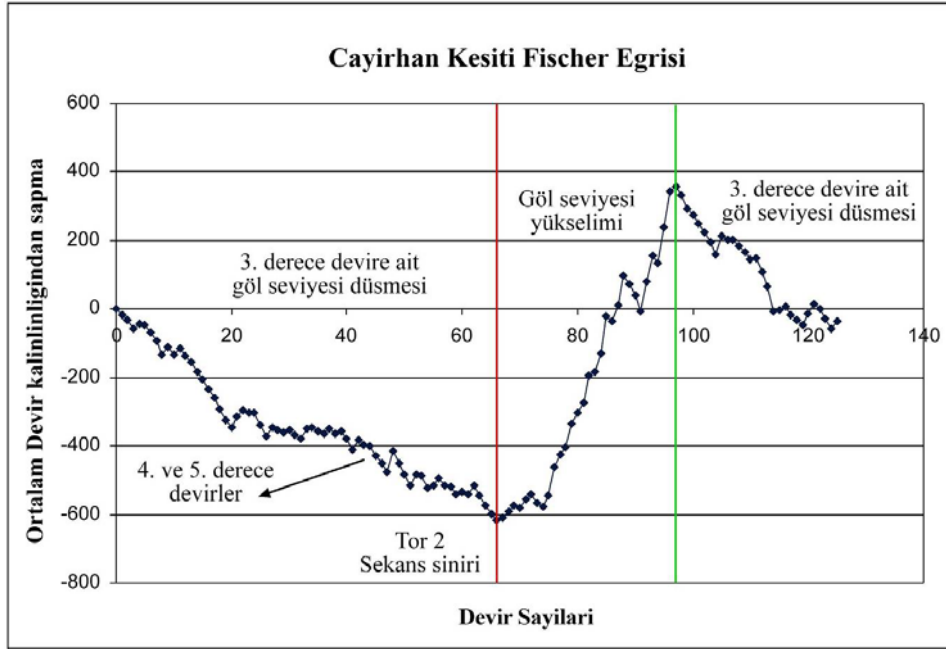


Şekil 23. Çayırhan ölçülü kesiti devir tipleri devamı.

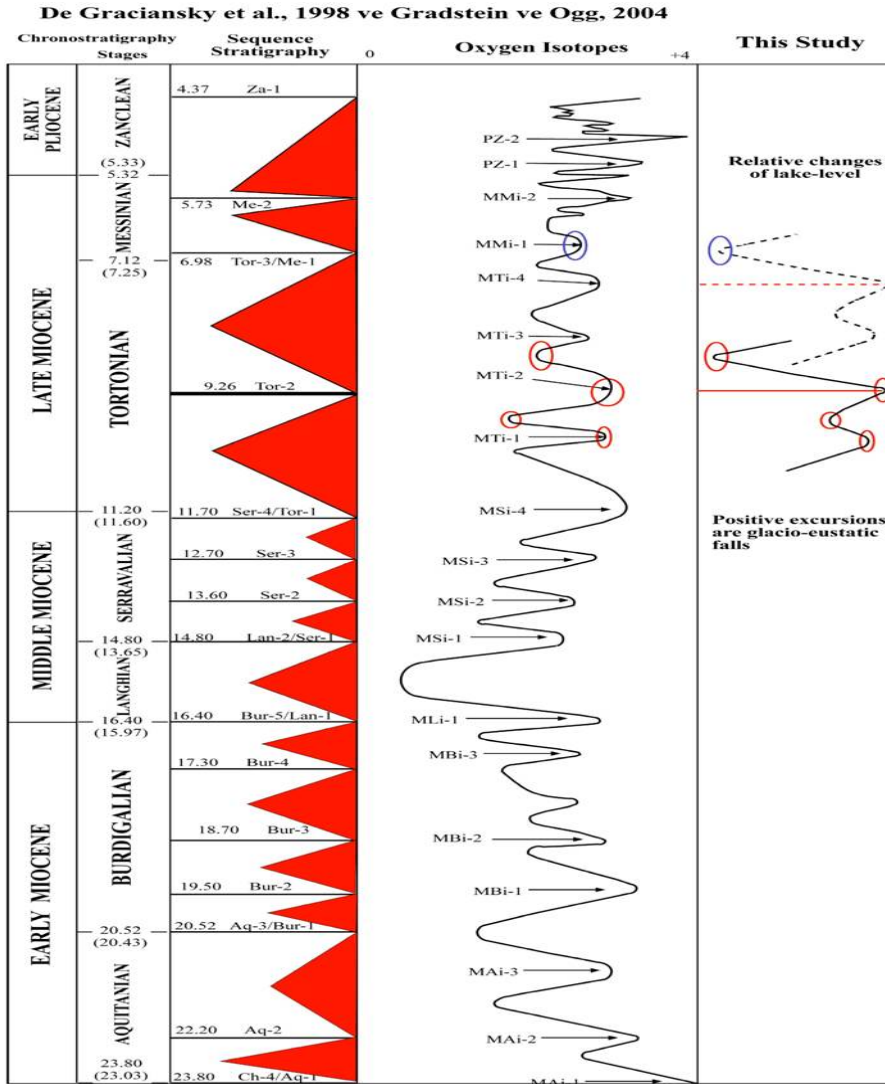


Çayırhan detay ölçülü kesitinin orta ve üst kısmına ait arazi görüntüleri, a-) ölçülen kesitin bu kısmının altında yer alan yeşil çamurtasları ile kırmızı çamurtaslarının arasında yer alan jipsli seviyenin görüntüsü, b-) jipsli seviyenin yakından görünüşü ve hemen üzerine kalın yeşil çamurtasları ile devamı (örnek no: 120), c-) kesitin üst-orta kısmındaki yeşil ve kırmızı-kahve renkli çamurtaslarının devrimsel ardalanması (örnekler 133-137 arası), d-) kesitin üst kısmındaki açık gri marn/çamurtasları ile kırmızı-kahve renkli çamurtaslarının devrimsel ardalanması (örnekler 138-142 arası) e-) kırmızı-kahve çamurtasları ile yeşil çamurtaslarının dokanagininin arazi görüntüsü, f-) istifin üst kısmındaki açık gri marnlar ile kırmızı-kahve çamurtaslarının devrimsel ardalanması (örnekler 153-161 arası), g-) istifin karbonat oranının arttığı en üst kesiminde tespit edilen stromatolitik yapıların yer aldığı seviyenin görüntüsü (jeoloji çekicinin sapı stromatolit ile dokanaktadır) (örnek no: 158), h-) istifin daha da üstünde kalan karbonatlı kısmı takip eden yeşil çamurtaların hakim olduğu kısmın arazi görüntüsü.

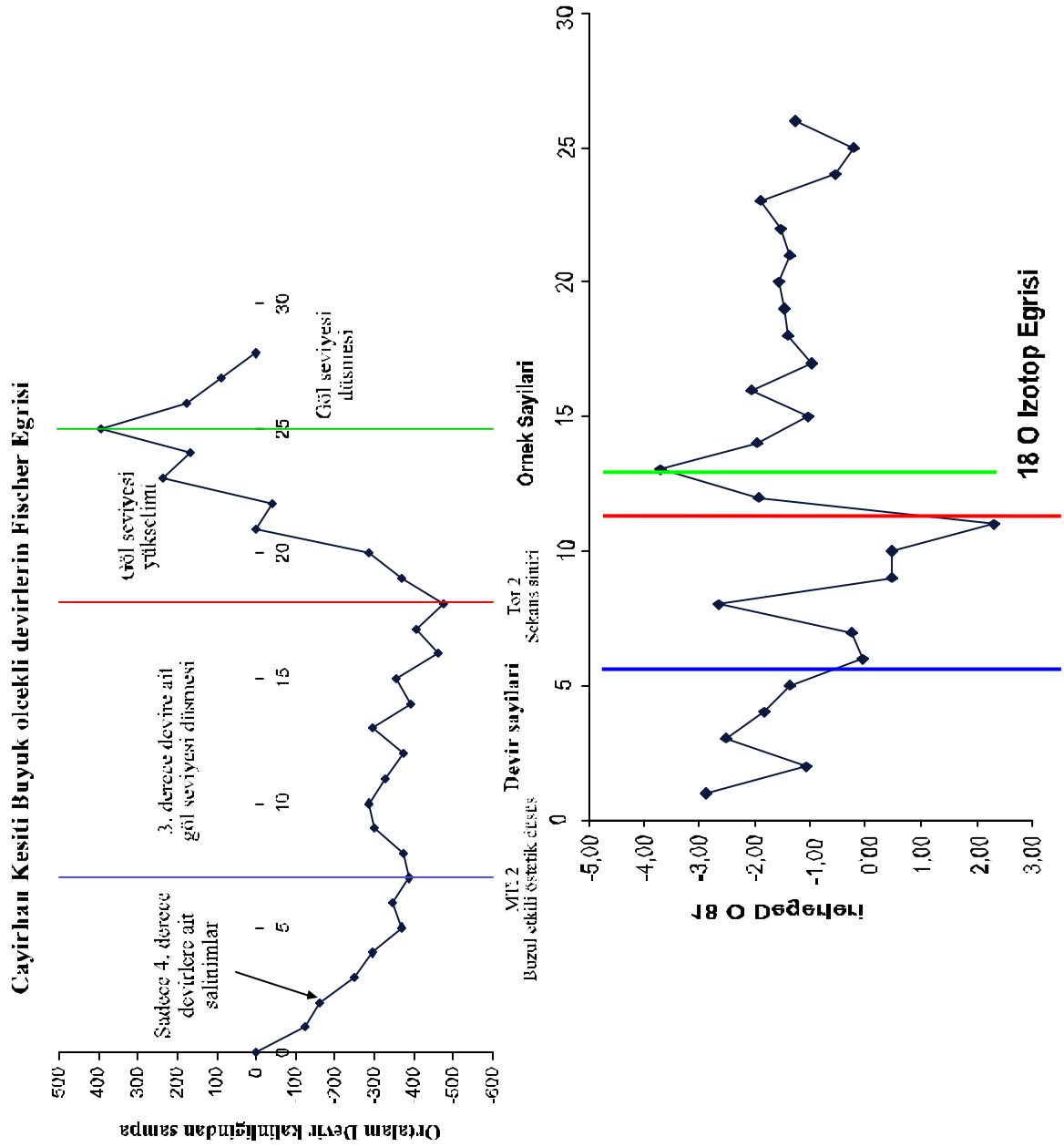
Şekil 24. Çayırhan ölçülü kesiti orta ve üst kısmına ait arazi görüntüleri.



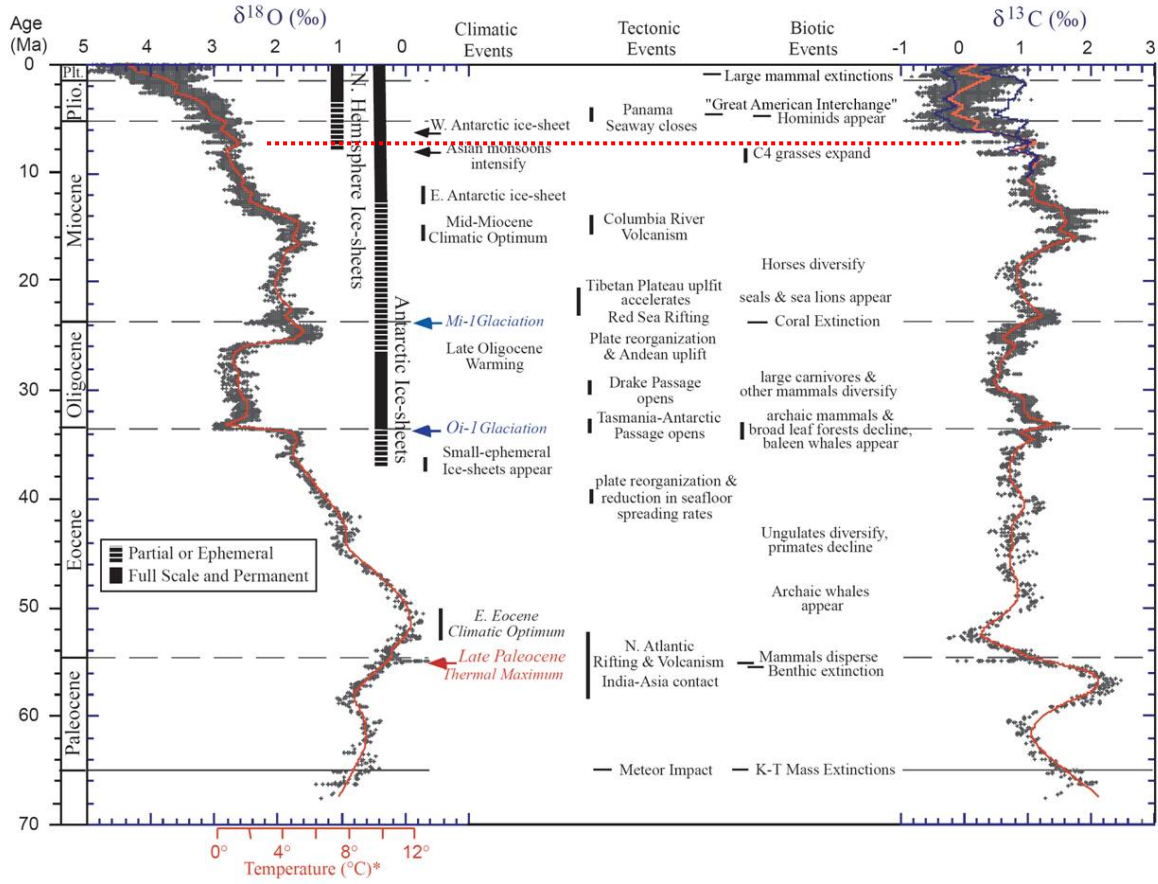
Şekil 25. Çayırhan ölçülü kesiti Fischer eğrisi.



Şekil 26. Küresel Miyosen Sekans Stratigrafisi, Oksijen izotopu eğrisi ve bu çalışmada elde edilen göl seviyesi değişim eğrilerinin karşılaştırılması.



Şekil 27. Çayırhan Ölçülü Kesiti Fischer ve Oksijen izotopu eğrileri karşılaştırılması. Mavi ve kırmızı çizgiler istifin alt ve orta kısmındaki aynı seviyedeki soğuma dönemlerini ve ilişkili göl seviyesi düşmelerini göstermektedir. Yeşil çizgide ani ısınma ve aynı seviyedeki ilişkili göl seviyesi yükselimini göstermektedir.



Şekil 28. Küresel Tersiyer Oksijen izotopu eğrisi ve iklimsel, tektonik ve biyolojik olayların karşılaştırması (Zachos ve diğ., 2001). Kırmızı noktalı çizgi ile belirtilen seviye bu çalışmada tespit edilen oksijen izotopu eğrisinin muhtemel karşılık gelebilecek seviyeyi belirtmektedir.

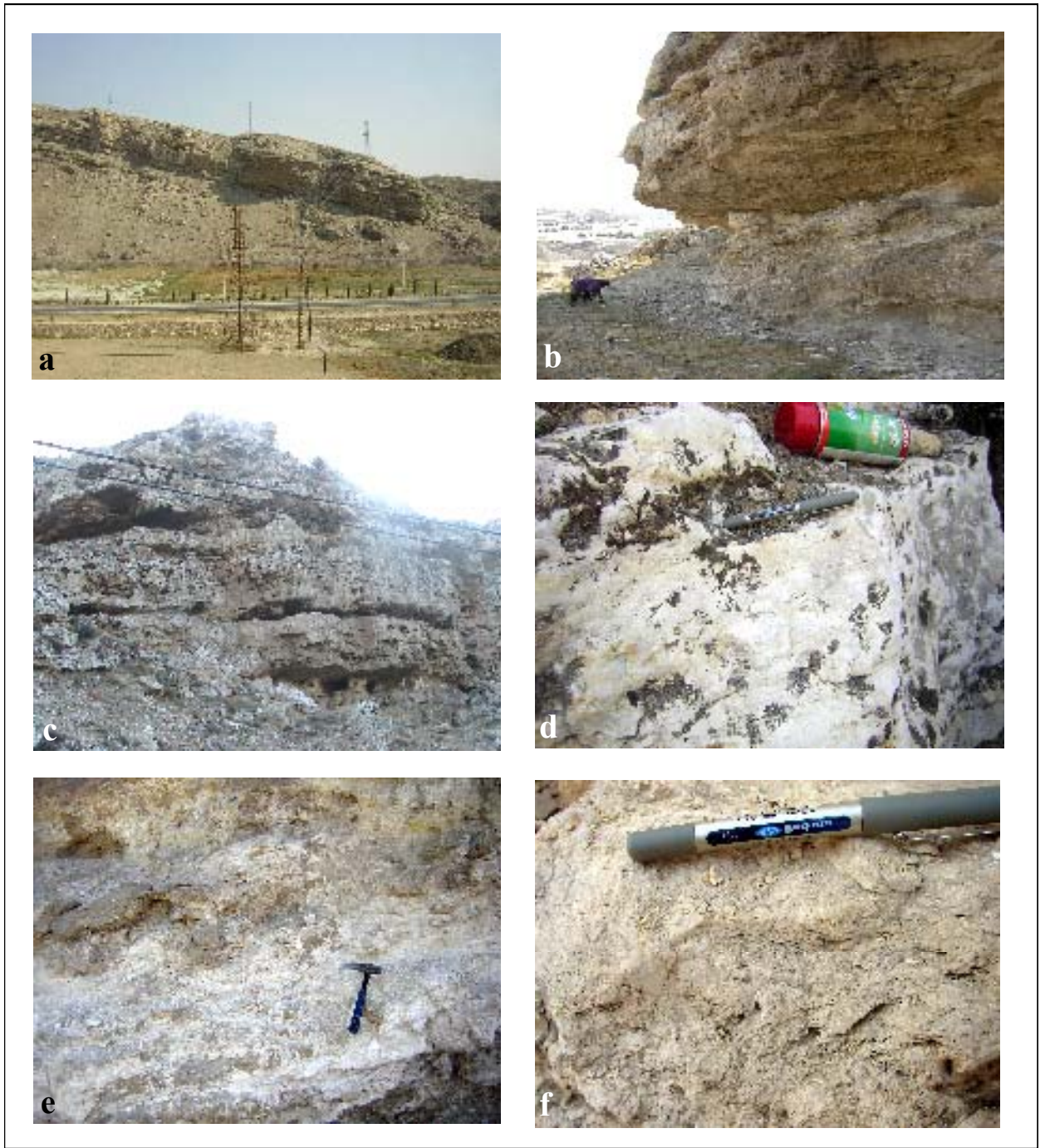
3. Akpınar Formasyonu

3.1. Stratigrafi ve Sedimantoloji

Ankara'nın Çayırhan-Davutoğlan ilçeleri civarında Beypazarı havzasının Miyosen yaşlı karasal-gölsel birimlerini içeren Çayırhan Formasyonu altına gelen Akpınar Formasyonu (Yağmurlu ve diğ., 1988) boyunca yüksek çözünürlükte detaylı stratigrafik kesit ölçümlü yapılmış ve istif boyunca toplanan örneklerden mikrofasiyes analizleri yapılmıştır.

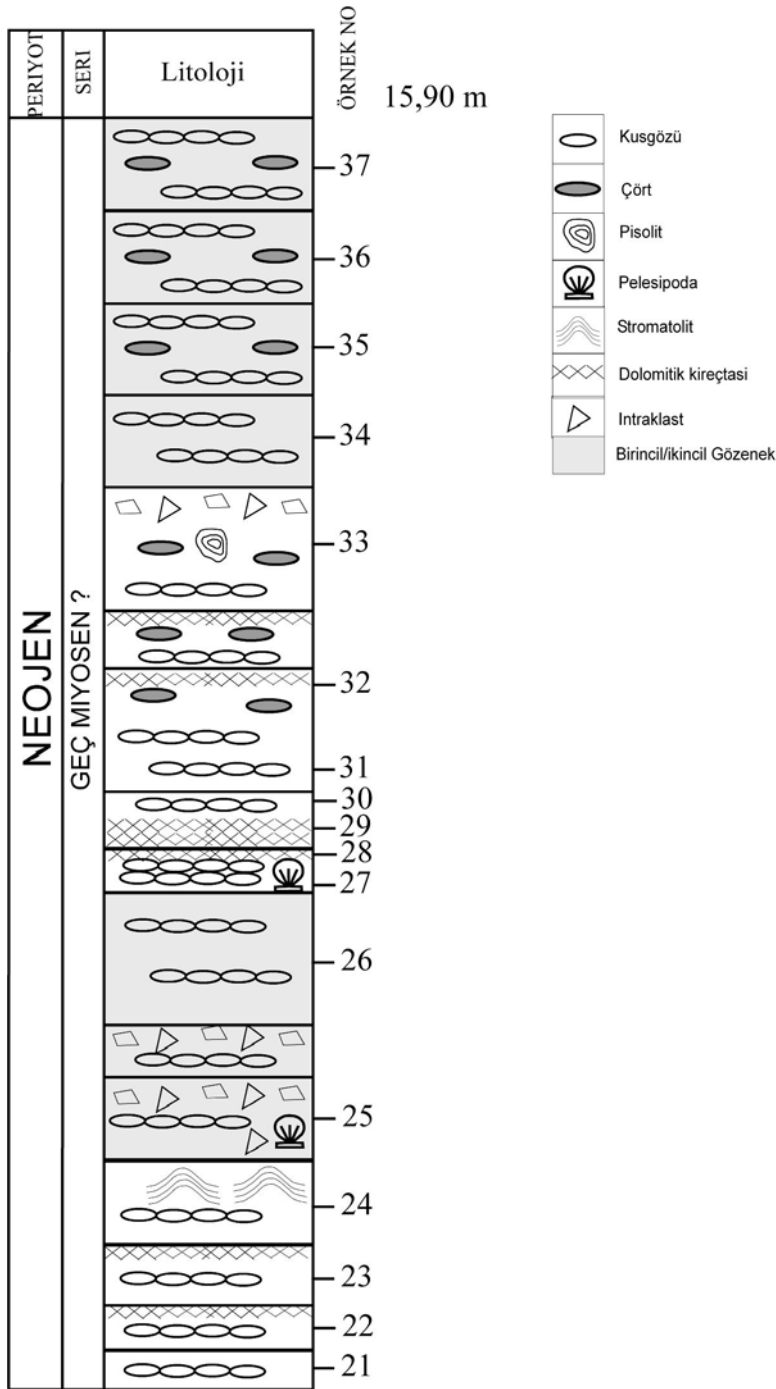
Akpınar Formasyonu'na ait gölsel kireçtaşı istifi Çayırhan ilçesi yerleşim merkezinin üzerine yaslandığı ve Çayırhan – Nallıhan yol kenarı boyunca yüzlek verdiği yerde ölçülmüştür (Şekil 29a). Toplam 30,66 m kalınlığında ölçülen istif 46 adet örnek toplanmıştır (Şekil 30). Genellikle kalın tabakalı kireçtaşları istifin hakim özelliğini sunmaktadır (Şekil 29b, c ve 30)). Stratigrafik olarak tabandan yukarıya doğru kuşgözü yapısı içeren pelletli

istiftaşı/vaketaşı (Şekil 29d ve 31a), pisolitli, pelletli istiftaşı/vaketaşı, yer yer spar kalsit dolgulu ve “clotted” dokulu (Flügel, 2004) intraklastlı/pelletli istiftaşı/vaketaşı, aşırı altere olmuş yer yer biotit içeren “Tüf” ?/çamurtaşı (Şekil 31b), pisolit,pellet istif taşı, yer yer menisküs çimentolu (Şekil 31c), pisolit, intraklast tanetaşı/çubuk taşı (Rudstone) (Şekil 31d), kuşgözü yapı içeren loferitik kireçtaşı (Şekil 31e), kriptalgallaminalı stromatolitik kireçtaşı (Şekil 31f ve 29e,f) mikrofasiyesleri tespit edilmiştir. Yer yer az miktarda karofit parçalarında bu fasiyesler içerisinde gözlenmiştir.

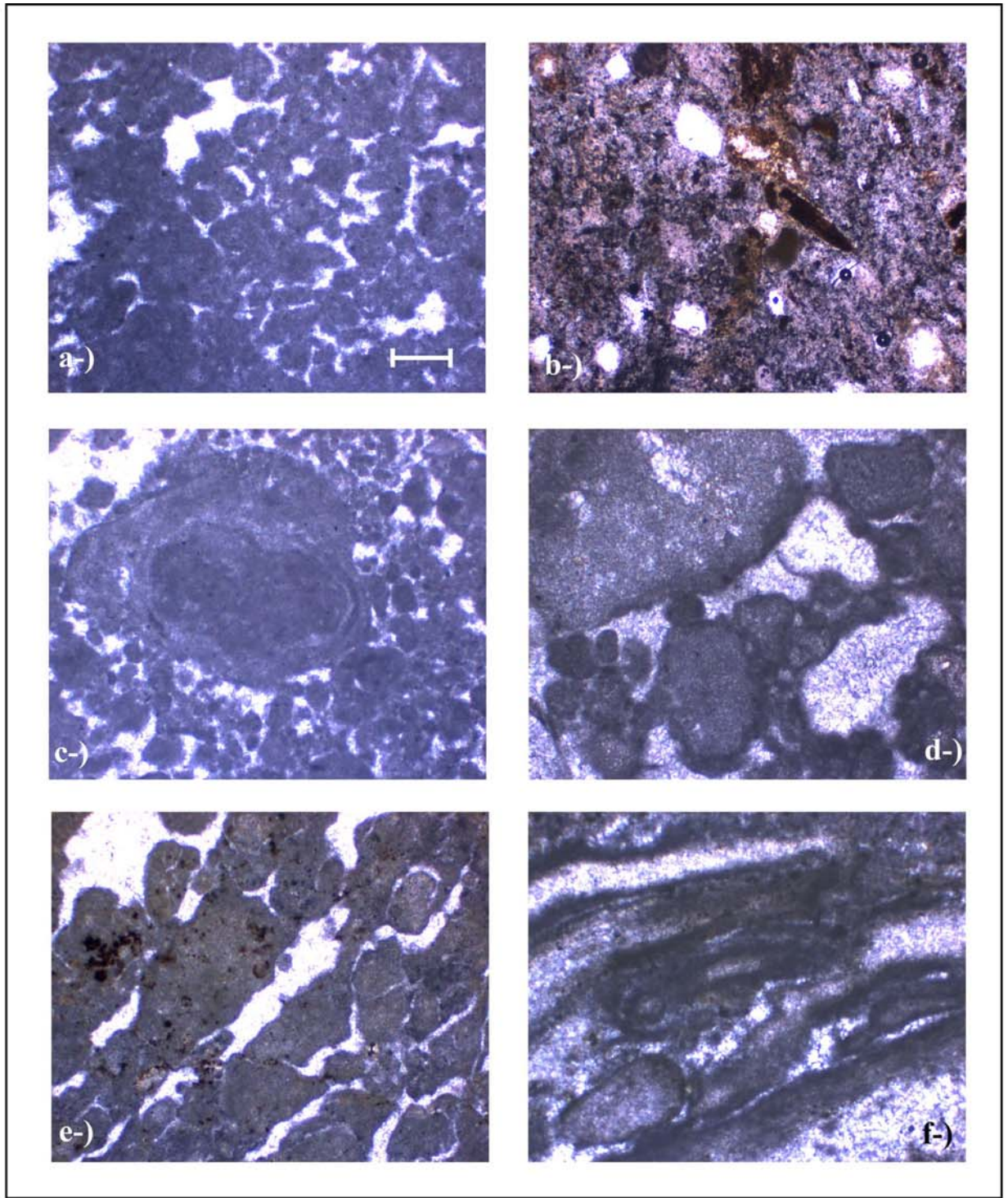


Sekil 29 . Akpınar Kireçtaşı ölçülü kesiti arazi görüntüleri, a-) istifin uzaktan görüntüsü, b-) istif tabanındaki kalın tabakaların görüntüsü, c-) istifin orta kısmındaki kalın tabakaların görüntüsü, d-) kuzgözü yapıli kireçtaşı fasiyesinin arazi görüntüsü, e-) stromatolitli kireçtaşı fasiyesinin arazi görüntüsü, f-) e deki fasiyesin yakın görüntüsü

AKPINAR OLCULU KESITI UST KISIM



Sekil 30. Akpinar Kireçtasi olculu detay stratigrafik kesiti devamı.



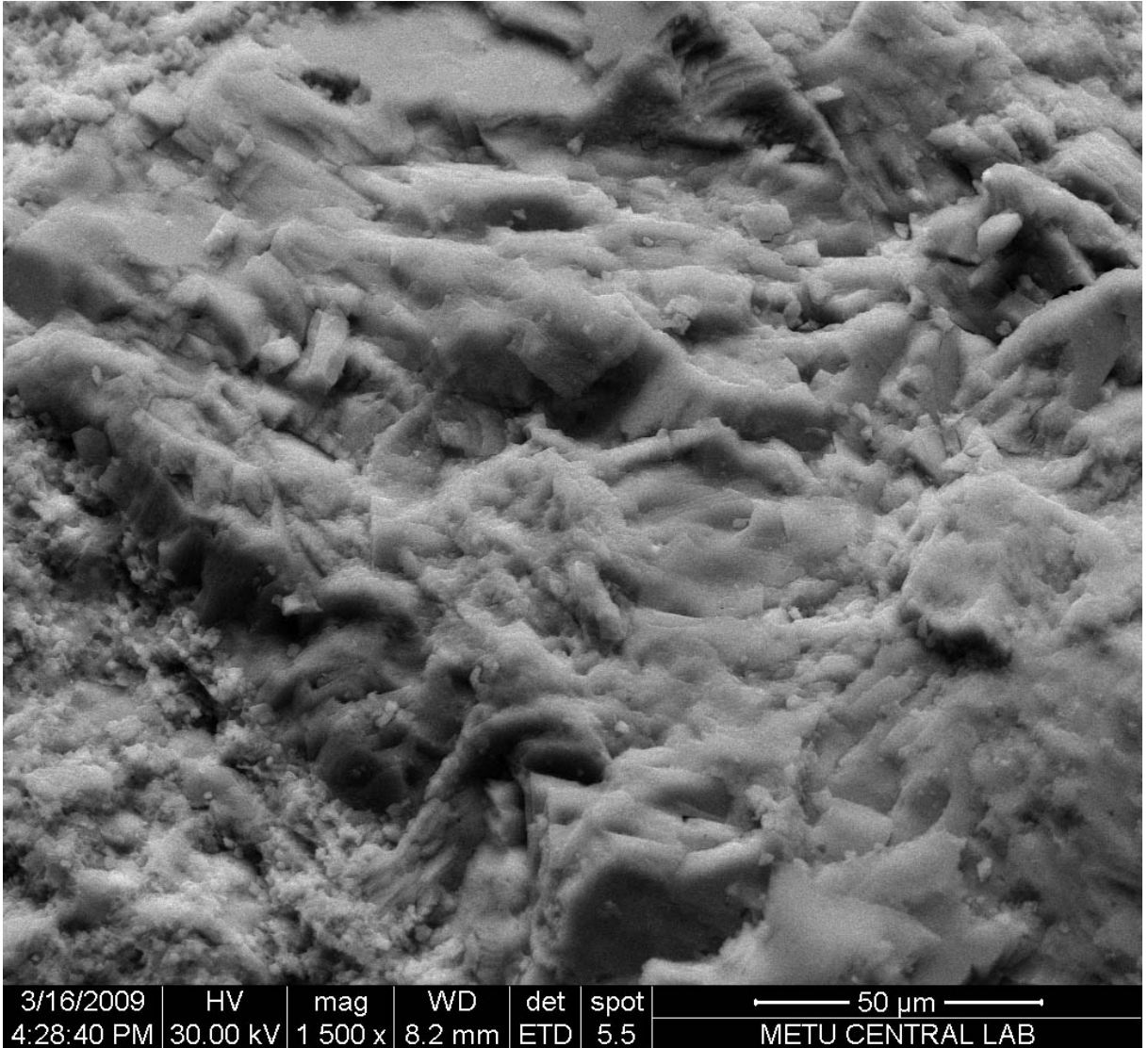
Sekil 31. Akpınar kesitinin incekesit görüntüleri, beyaz çubuk ölçek 100 micron'dur ve hepsi için geçerlidir, a-) pelletli istifasi, yer yer spar kalsit dolgulu "clotted" doku görülmektedir (örnek no:7), b-) Altere olmuş yer yer biotit içeren "Tüf"/çamurtasi (örnek no:10), c-) Pisolit,pellet istif tasi (örnek no: 11), d-) Pisolit, intraklast tanetasi/cubuk tasi (Rudstone), yer yer meniskus cemento görülmektedir (örnek no: 13), e-) kugözü yapı içeren loferitik kirectasi, (örnek no: 16), f-) stromatolitik kirectasi, kriptalgallaminaller gözlenmektedir (örnek no: 20).

Bu fasiyelere göre çok sığ bir karbonatlı göl kenarı çökeltim ortamından bahsetmek mümkündür. Asidik olmayan tatlı suların hakim olduğu bir ortamda zaman zaman

stromatolitlerin geliştiği ve tatlı su bitkilerinin karofitleri de bulunduğu söylenebilir. Ayrıca, sık sık su üstü veya çok sığlaşma verilerinin araldanma gösterdiği gözlenmiştir.

İstifin en üstünde silis içeriği artmakta ve çörtlü kireçtaşları istif içerisinde daha sık gözlenmektedir. Kuş gözü yapılı kireçtaşı fasiyesi ile çörtlü kireçtaşlarının araldanması istifin en üstünde karakteristik olarak görülmektedir.

Üst kısmın alt kesimlerinde yer yer çok gözenekli, Teepee benzeri domal yapı gösteren kalın tabakalı fasiyes dikkat çekmektedir. Tufa benzeri bir makrodoku sunması ve yer yer mikrobiyolaminasyon etkinin görülmesi karbonat çökeliminde mikrobiyolojik katkının bazı seviyelerde yüksek olduğunu göstermektedir. Bu özellikte Akpınar Formasyonu içerisindeki gölsel kireçtaşı çökeliminin tek düze ve sadece kimyasal karbonat çökelimi modeli ile desteklenemeyeceğini göstermektedir.



Şekil 32. Akpınar Kireçtaşı içerisindeki stromatolitik kireçtaşı örneğinin (AK-20) SEM görüntüsü. İnce tüpsü yapılar Siyanobakterial kalsifiye olmuş filamentlerdir.

4. Beypazarı Civarı: (Bağözü köyü, ETİ bank tesisleri, Koyucak köyü)

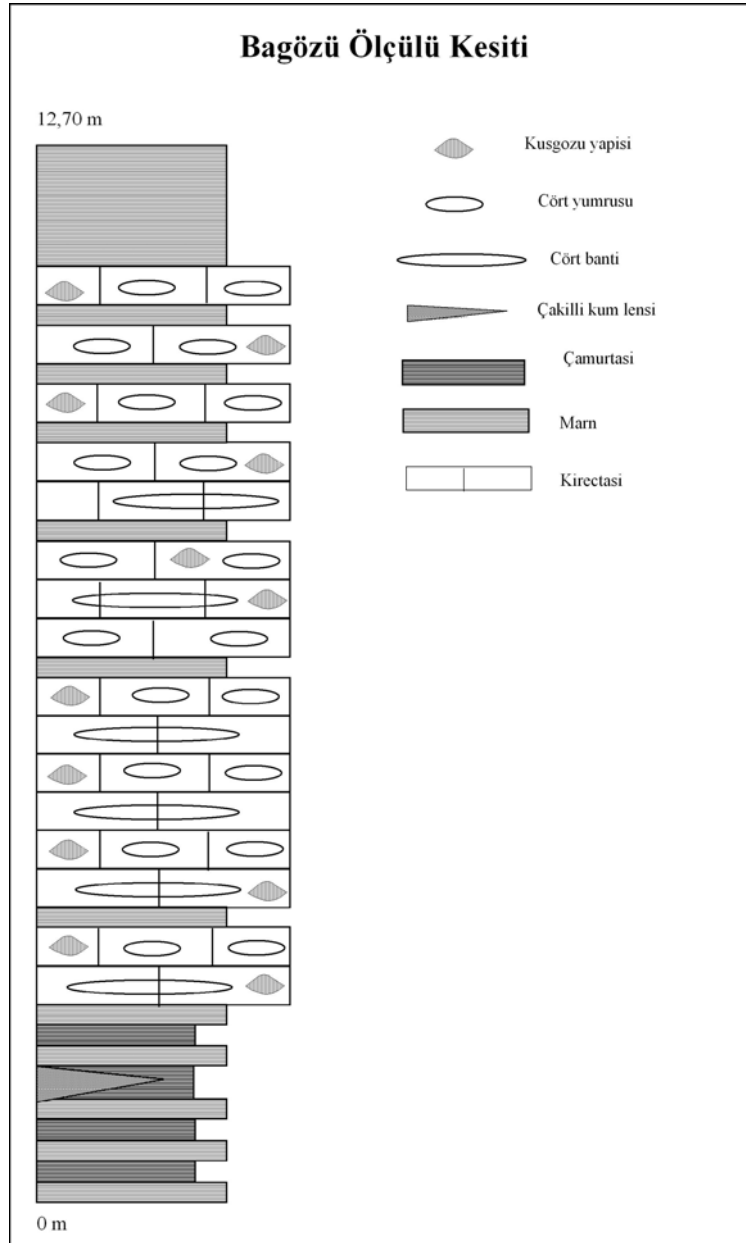
4.1. Bağözü Köyü:

4.1.1. Stratigrafi ve sedimentoloji:

Bu bölgede yeşilimsi-mavi renkli çamurtaşı ve marn aralanmaları dikkat çekmektedir, yer yer çakıltaşı ve kuşgözü yapıları çamurtaşları ile aralanma göstermektedir. Bunların üzerine kuşgözü yapıları, çört yumruğu ve bantlı kalın tabakalı kireçtaşı gelmektedir. Kuşgözü yapılarının yer yer silis dolgululu olduğu gözlenmiştir. Kireçtaşı üzerine marn ve kireçtaşı aralanması devam etmektedir.

İstifin taban ve tavan sınırları gözlenememiştir. Fakat fasiyes dizimleri Akpınar Formasyonu'na benzemektedir. Üstteki marn kireçtaşı aralanması ise Çayırhan Formasyonu'nun temelinde yer alan yeşil çamurtaşı/kiltaşlarının yanall eşiti olabilir.

Fakat maalesef hiçbir fosil kaydına rastlanmamıştır. Benzerlikler yanıltabilir, fakat havza içerisinde yanall takip edip kılavuz seviye olarak kalın kireçtaşları alındığında karşılaştırma düşünülebilir. Bu durumda Çayırhan Formasyonu'nun yanall olarak doğuya ve kuzeye doğru daha karbonatlı fasiyesler sunduğu ve siğ ortamları temsil ettiği düşünülebilir.



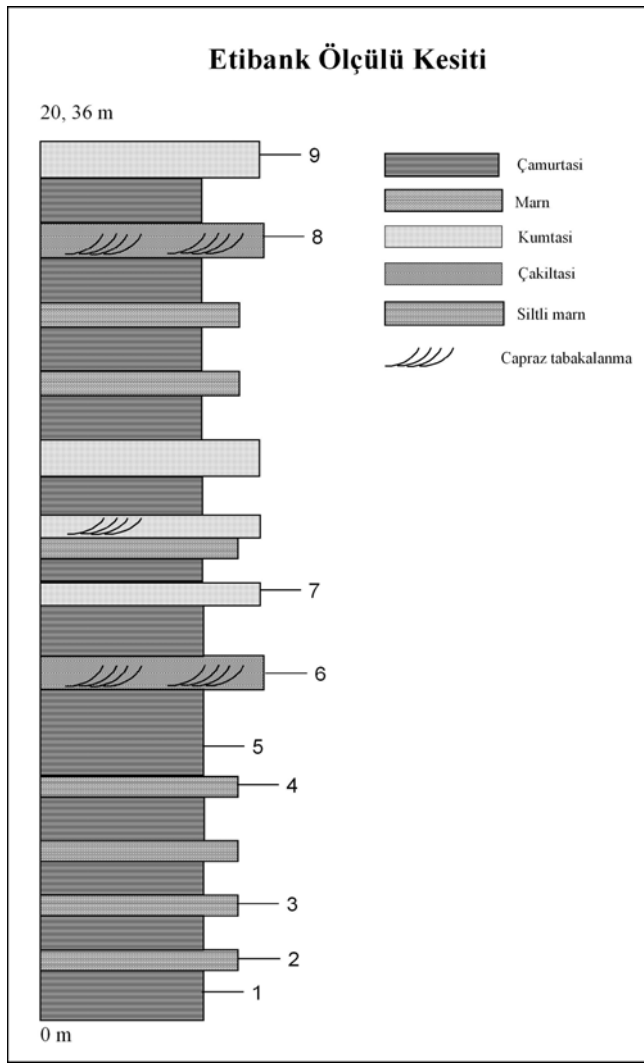
Şekil 33. Bağözü köyü ölçülü stratigrafik kesiti.

4.2. Etibank Soda Tesisleri

4.2.1. Stratigrafi ve sedimantoloji

Bu bölgede muhtemel kılavuz olarak düşünülen kalın kuşgözü yapılı kireçtaşı üzerine yeşil/mavimsi marn/çamurtaşı ve kumtaşı/konglomera ardalanması dikkat çekmektedir. Kumtaşları yer yer kalın tabakalı ve çapraz tabakalanma göstermektedir. Pembemsi kırmızı renkli, orta boylanmalı ve sublitaraenitik özelliktedir. Çakıltaşı polijenik, kalın tabakalı, orta-iyi boylanmalı ve kazma taban yapıları pek belirgin değil fakat çamurtaşları ile keskin dokanıklıdır.

Bu istifin fasiyes tipleri ve stratigrafik düzeni Çayırhan Formasyonu'nun üst kısmında yer alan kalın kumtaşlarını marn/çamurtaşları ile ardalanma sunduğu kısma benzerlik sunmaktadır. Çayırhan'da benzer istifin üstünde kırmızı kumtaşları ve çamurtaşları hâkim olmaktadır. Fakat bu bölgede bu seviyede marn ve karbonat miktarı artmakta, dolayısı ile temel birimlerin kaynak olarak Çayırhan civarında kırmızı renkli kırıntılardan beslenmiş olabileceği, ve bu bölgede ise karbonatlı temel kayaların hakim olması ve çözülmüş karbonat desteğinin havza kenarlarında biriktirmiş olabileceği yorumlanabilir. Fakat stratigrafik gelişimde düşünülürse büyük ölçekte tektonik yükselme etkisi de geri planda mevcut olduğu düşünülebilir. Bu tektonik katkı iklim etkili fasiyes ardalanmalarını değiştirmemiş fakat tiplerini etkilemiş gözükmektedir.

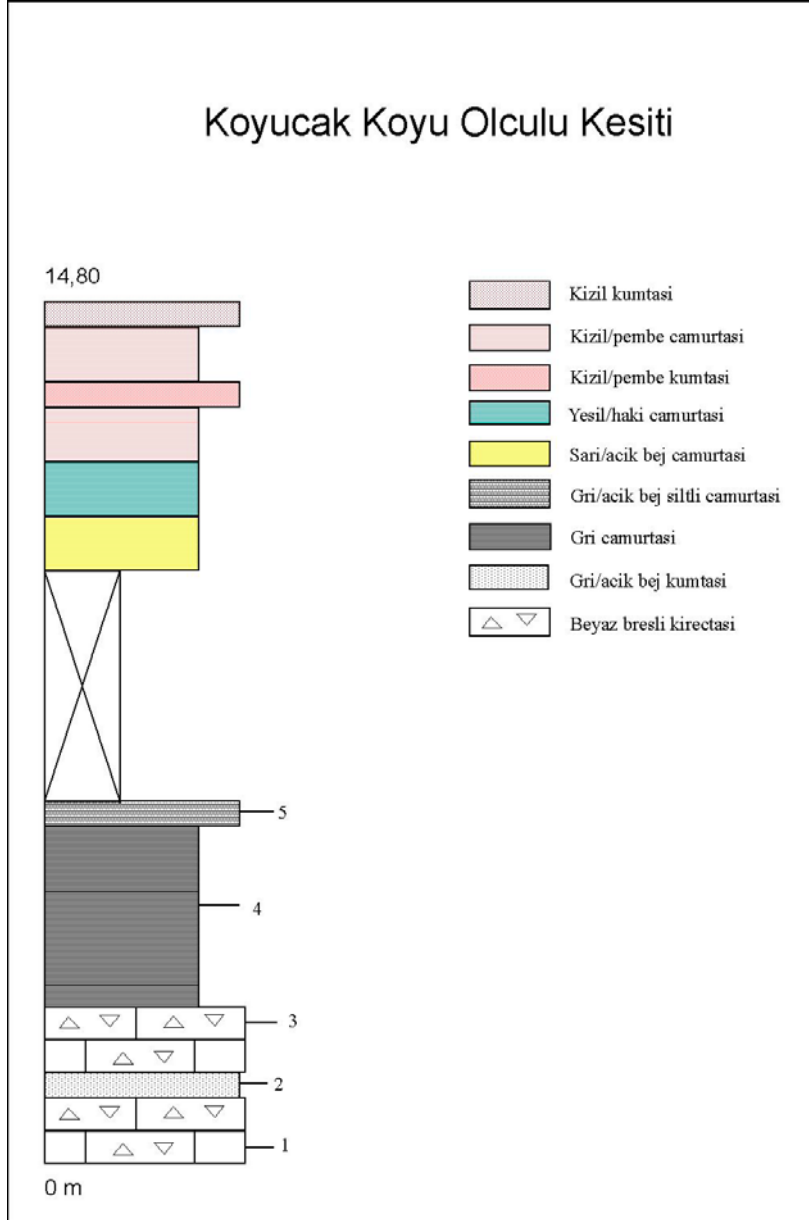


Şekil 34. Etibank ölçülü stratigrafik kesiti

4.3. Kuyucak Köyü

4.3.1. Stratigrafi ve sedimentoloji

Bu bölgede kılavuz seviye olarak gözüken gölssel kireçtaşının altına gelen istif yeşilimsi çamurtaşları ve kumtaşları Çayırhan Formasyonu'nun eşleniği gibi durmaktadır. Bu çamurtaşlarının üzerine ikinci bir kireçtaşı seviyesi daha gelmektedir. Buda Çayırhan'da ki istife çok benzemektedir. Kireçtaşı isifinin üstüne pembemsi-kızılımsı kumtaşı ve sarı-açık yeşilimsi çamurtaşı ardalanması gelmektedir.



Şekil 35. Kuyucak Köyü ölçülü stratigrafik kesiti

5. Ayaş Cıvarı (Mülkköy, Fethiye Kövü)

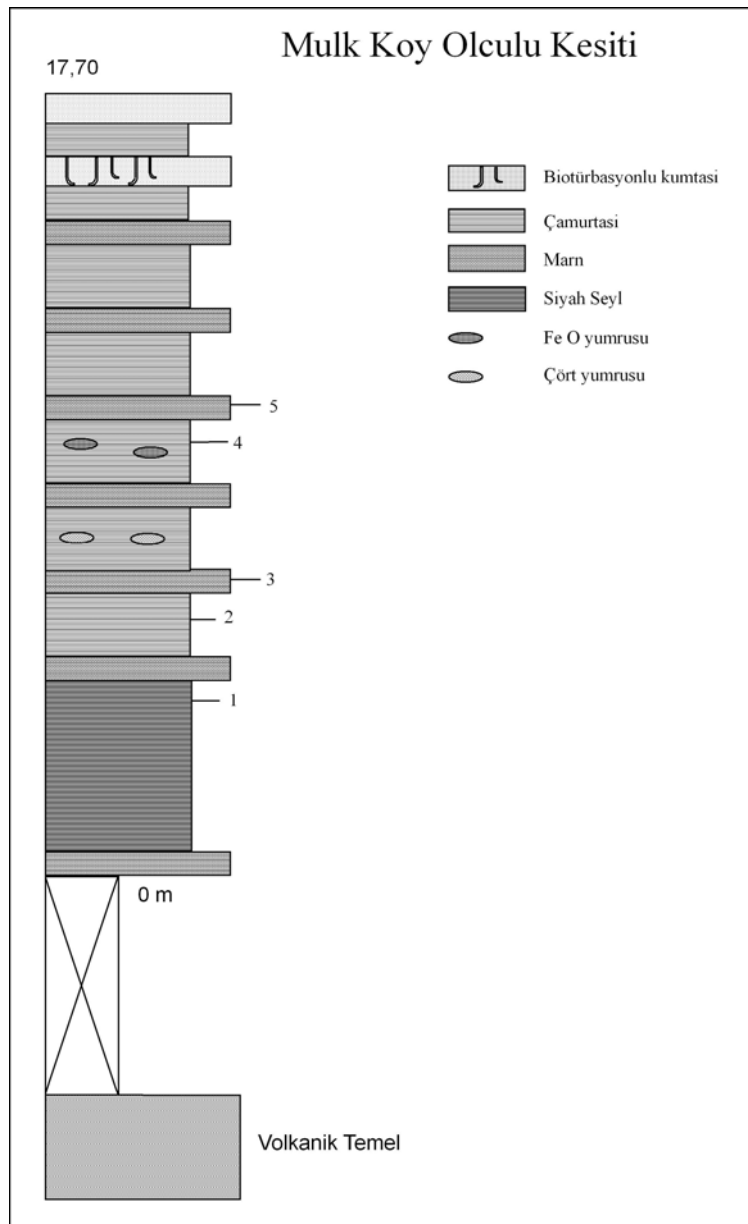
5.1. Mülkköy

5.1.1. Stratigrafi ve sedimantoloji

Ayaş sırtlarında yüzlek veren volkanikler üzerine yaslanmış gölsel istiflerin temel ilişkisinde tabanda daha yaşlı olabilecek oil şeyleri ve çamurtaşı/marn araldanması gözlenmiştir. Yer yer demir oksit ve çört seviyeleri marnların arasında dikkat çekmektedir. Üstte yüksek biyotürbasyonlu sarımsı kumtaşları gelmektedir.

Bu istif Çayırhan Formasyonu'nun altındaki Beypazarı civarındaki oil şeylerin eşleniği durumundadır. Dolayısı ile bu lokasyonda volkaniklerin üzerine direk gelmesi ve hızlı bir derinleşme olabileceğini düşündürmektedir.

Üst kısımlarda ise kıvıl kumtaşlarının gelmesi yukarı doğru sığlaşma verisini çağırştırmaktadır.



Şekil 36. Mülk Köy ölçülü stratigrafik kesiti

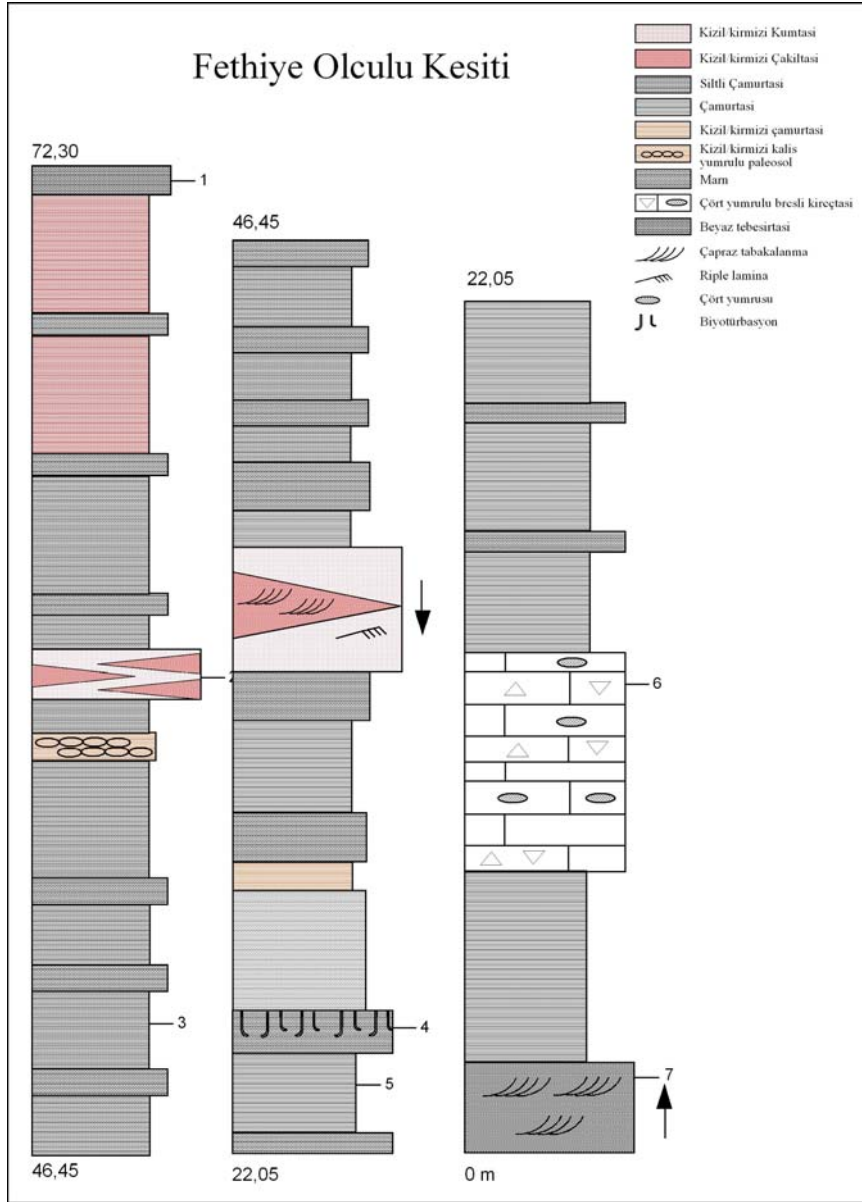
5.2. Fethiye köyü

5.2.1. Stratigrafi ve sedimantoloji

Bu bölgede gölssel istifler karasal istifler ile ardalanmalı olarak kalın bir istif sunmaktadır. İstifin en altına tam olarak varılamasa da altta çapraz tabakalı polijenik kumtaşları ve çakıltaşları yer almakta ve bunların üzerine çamurtaşları ve kalın tabakalı çört yumrulu gölssel kireçtaşları gelmektedir. Kireçtaşının üzerine marn çamurtaşı ardalanması gelmektedir. Üste doğru kalın bir marn tabakası belirgin bir şekilde stratigrafide yerini almakta ve yoğun biyotürbasyon yapısı ve içerdiği bivalf ile diğer marn seviyelerinden farklılık göstermektedir. Bu seviyenin üzerine marn çamurtaşları devam etmektedir. En üstte dereceli bir şekilde marnlardan kızıl/kırmızı çamurtaşı ve kumtaşı/çakıl taşı ardalanması gelmektedir. Bu seviyelerde kırmızı çamurtaşları içerisinde yer yer kalış yapıları gözlenmiştir. Kızıl çamurtaşları ve kumtaşları ardalanması içerisinde yer yer ince tabakalı beyaz mikritik kireçtaşları gözlenmiştir. İstifin en üstüne gelen birimler örtülü olduğu için gözlem yapılamamıştır. Fakat istifin benzer fasiyesler ile devam ettiği tahmin edilmektedir.

Bu bölgede Çayırhan Formasyonu incelenen istifin alt kısımlarındaki marn çamurtaşı ardalanması kısmına denk gelebilir. Kalın gölssel kireçtaşı ve altına gelen kumtaşı ve çakıltaşları Çayırhan Formasyonu altındaki Akpınar Formasyonunu andırmaktadır. Çayırhan Formasyonunun üst kısmındaki kızıl/kırmızı çamurtaşı kumtaşı ardalanması Davutoğlan da ölçülen istifin üst kısmına çok benzemektedir fakat bu bölgede kırıntılı gelimi daha fazla olduğu söylenebilir alt kısım için durum tam tersidir, yani karbonat oranı Davutoğlan daki istife göre fazladır.

Dolayısı ile bu bölgede gölü besleyen temel kayalar havzaya sığlaştığı dönemlerde daha fazla kırıntı sunmuşlar fakat Davutoğlan da ise daha az taşınım vardır. Buda temel kayaların bu bölgede daha fazla yükselmiş olabileceği ve gölün bu bölgede daha sığlaştığını düşündürmektedir.



Şekil 37. Fethiye köyü ölçülü stratigrafik kesiti

6. Sonuç ve Yorumlar

Miyosen yaşlı gösel/karasal birimlerin Çayırhan-Beypazarı civarlarında incelenmesi sonucunda özellikle Akpınar Kireçtaşı altında ve üzerinde yer alan istiflerin çok farklı bir iklim ve çökelim ortamı yansıttıkları gözlenmiştir.

Akpınar Kireçtaşı'nın üzerinde yer alan Çayırhan Formasyonu'nun her yerde çok açık olarak gözlenememişse de Davutoğlan civarında uyumsuz olarak yer aldığı düşünülmektedir.

Altta ise birçok araştırmacının da belirttiği gibi kömür seviyelerinin yer aldığı karasal birimlerin hâkim olduğu istifler daha ılıman ve nemli iklim şartlarını yansıtmaktadır. Bataklık ve nehrsel ortamlarının ardalanarak istifler sunması iklim değişikliklerinin devrsel yapı sunduğunu göstermektedir.

Daha da altta oil şeylerin yer aldığı kısımlar havzanın derin kısımlarında göl yüzey sularında eutirifikasyon oluştuğuna işaretler. Oil şeylerin üzerine sığ ortam istiflerin gelmesi zaman içerisinde yukarı doğru sığlaşma şartlarının geliştiğini göstermektedir. Bu şartlarda uzun

zaman içerisinde yer alarak, yani Erken Miyosen'den Geç Miyosen'e kadar, tektonik olayların etkisini göstermektedir.

Akpınar Kireçtaşı'nın yanal takibinde yanal fasiyes değişikliklerinin olduğu gözlenmemiştir. Dolayısı ile kireçtaşı çökelişi sırasında havza kenarları durağan ve kurak iklim şartlarına hüküm sürüyordu. Organizma açısından çok zengin olmayışı da yer yer alkali suların hâkim olmasına ve sıcaklığın ve Ph'ın fazla olabileceğini düşündürmektedir.

Çayırhan Formasyonu'nun her yerde aynı kalınlıkta ve özellikte bulunmayışı dikkat çekmiştir. Özellikle Davutoğlan Fayı civarlarında kalın istif sunuşu ve havzanın doğu ve kuzey kesimlerinde daha ince olması havzanın Davutoğlan civarında derin olabileceği ve fayın aktif olabileceğini düşündürmektedir.

Buna rağmen bu formasyonun Davutoğlan ve Çayırhan civarlarında çok net devirsel istif sunması iklim etkili göl-seviyesi değişimleri veya sedimanter tepkisinin tektonik etkilerden daha hızlı geliştiği gözlenebilmektedir.

7. Öneriler

Çalışma boyunca en çok karşılaşılan problem çamur taşlarının ince kesit yapımının zor olması ve istiflere çok net jeolojik yaş verilememesiydi. Buna ek olarak eski iklimsel döngülerin en iyi incelenebileceği devirsel istif sunan Çayırhan Formasyonu'nun her yerde yaygın mostra sunmayışı da problem olarak söylenebilir.

Önceki çalışmalarda bu Formasyon'a Geç veya Orta Miyosen olarak yaş verilmesi belki havzanın tektonik değişim süreçlerini incelemek için yeterli görülüş olabilir, fakat eski iklimsel döngülerin detay incelemesi için yeterli kalmamaktadır. Dolayısı ile detay yaşlandırma verilerine ve detay biyostratigrafik zonlara ihtiyaç duyulmuş, fakat tespit edilmiş tüf seviyelerinin kimyasal olarak bozunmuş olması sıhhatli radyometrik yaş tayinine ve fosil fauna ve flora açısından da istifin zengin olmayışı biyostratigrafik zonların ortaya konmasına imkan vermemiş olması yüksek frekanslı iklim döngülerinin sürelerinin, Miyosen içerisinde hangi zaman aralığını temsil ettikleri ve küresel olarak hangi küresel iklim değişikliklerine karşılık geldikleri net olarak ortaya konmasında problem oluşturmuştur.

Dolayısı ile özellikle göl-karasal birimlerdeki iklimsel değişimlerin incelenmesine yönelik çalışmalarda detay yaş tayinleri veya biyostratigrafik zonları mutlaka ortaya konmalıdır. Bu tür projeler daha uzun süreli ve değişik disiplinlerden çok sayıda uzmanın bir araya gelerek sürdürebileceği çalışmalardır.

Örnek olarak TOPOEUROPE projesinin içeriği, süresi, Türkiye ve diğer ülkelerden kimlerin ve hangi uzmanların katıldığı ve nasıl iş bölümü yaptıkları incelenebilir.

8. Değerlenen Belgeler

Kadir, S., ve Baş, H. 1996. Distribution and genesis of neofomed minerals in Koyunagili (Mihalıççık-Eskisehir) area. Mineral Res.Expl.Bull.,118, 51-66.

De Graciansky, P. C., Hardenbol, J., Jacquin, T., ve Vail, P. R. 1998. Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins. Special Publication, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists 60, pp.786.

Demirci, C. 2000. Structural analysis in Beypazarı-Ayaş-Kazan-Peçenek area, NW of Ankara (Turkey). Doktora Tezi, O.D.T.Ü. Jeoloji Müh. Böl. 178s.

Flügel, E. 2004. Microfacies of carbonate rocks; analysis, interpretations and application. Springer-Verlag, Berlin, 976 pp.

Kadir, S., ve Karakaş, Z. 2001. Beypazarı - Çayırhan Miyosen-Pliyosen havzasındaki birimlerin mineralojik incelenmesi ve neoform minerallerin dağılımı T.C. Başbakanlık Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi, MTA Raporu 10470, Ankara. 47s.

Akbaş, B., Sevin, M., ve Aksay, A. 2002. Bolu-H 27 Paftası, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 40. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 18s.

Orti, F., Gündoğan, İ., Helvacı, C. 2002. Sodium sulphate deposits of Neogene age: the Kirmir Formation, Beypazarı Basin, Turkey. *Sedimentary Geology* 146, 305– 333.

Yağmurlu, F. Helvacı, C., İnci, U., ve Önal, M. 1988. Tectonic characteristics and structural evolution of the Baypazarı and Nallıhan Neogene basin, Central Anatolia. *M.E.T.U. Journal of Pure and Applied Sciences* 21, 1-3, 127-143.

Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., Billups, K. 2001. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*, 292, 5517, 686 – 693.

TÜBİTAK
9. PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje No: 106Y052
Proje Başlığı: Ankara civarı (Beypazarı-Çayırhan) Miyosen yaşlı gölssel-karasal çökellerin devirsel sedimantoloji, sekans stratigrafisi, ve sedimanter jeokimya yöntemleri ile yüksek çözünürlükte incelenmesi
Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar: Yürütücü: Doç. Dr. İsmail Ömer Yılmaz Araştırmacılar: Prof. Dr. Asuman Türkmenoğlu Prof. Dr. Torsten Walter Vennemann Dr. Zühtü Batı Dr. Marius Stoica
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi: Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu teknik Üniversitesi, 06531, Ankara
Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: YOK
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/08/2006 - 01/08/2009
Öz (en çok 70 kelime) Bu projede Ankara, Beypazarı-Çayırhan civarlarında yüzlek veren Miyosen yaşlı gölssel çökellerin eski iklim kayıtları incelenmiştir. Çayırhan ölçülü istif boyunca Geç Miyosen yaşlı çamurtaşları, jips, kireçtaşı, kumtaşı marınların aralanmasından oluşan devirsel fasiyes sıralanması iklim etkili göl kimyası/göl seviyesi değişimlerini yansıtmaktadır. Jeokimyasal analizler (izotop, ana ve iz elemnetler), devirsel stratigrafi analizleri sonucunda küresel Miyosen iklim ve deniz seviyesi değişimleri ile paralellik göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Çayırhan, Geç Miyosen, Göl Seviyesi, İklim Değişimi
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/> <small>Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.</small>
Projeden Yapılan Yayınlar: Barcelona, İspanya'da ILIC 2007 başlıklı toplantıda ve 24-28 Mart 2008 tarihleri arasında MTA Ankara'da yapılan 61. Türkiye Jeoloji Kurultayı'na. TJK, MTA, Ankara'da olmak üzere iki bildiri sunulmuştur.

S22-04**The Records of Paleoclimatic Fluctuations in Late Miocene Lacustrine Succession: Applications of Cyclostratigraphy, Fischer Plot Analysis and Sedimentology (Cayirhan, Ankara, Central Turkey)**

Ismail Omer Yilmaz
Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
Email: ioyilmaz@metu.edu.tr

This study aims to analyze paleoclimatic records of the Miocene lacustrine sedimentary succession in Turkey. The study area is located near Cayirhan village of Ankara, central Turkey. One stratigraphic section has been measured in detail within lacustrine deposits of Cayirhan Formation which takes place within the Neogene continental cover on the Sakarya Continent. The Late Miocene (Tortonian) age has been assigned to this formation by previous studies. Total thickness of the section is about 40 meters and 105 samples are recovered.

Alternation thicker dark gray and light gray mudstones with thinner whitish gypsum beds, limestones, cherts, or sandstones form the cyclic facies pattern in this type of lacustrine deposits. This cyclic section overlies a limestone dominated lacustrine succession of Late Miocene in age.

Cycles are capped by gypsum beds, limestones or cherts and associated with mud cracks at the top. Following cycles start with pebbly sandstones or sandy mudstones and overlain by thicker dark or light gray mudstones. At the top of the section, cycles are observed as alternation of dark grey to greenish colored mudstones with iron nodules and carbonates including shell fragments or gypsum beds with rain imprint structures.

Cyclicity is composed of small and large-scale cycles. Bundles of 4 small-scale cycles form a larger cycle. Totally 86 small-scale and 21 larger-scale cycles are recognized along the section. This relationship coincides with Milankovitch bands (P2 and E1 signals) and interpreted as lake-level fluctuations effected by Precession (P2) and Eccentricity (E1) orbital parameters. Smaller cycles correspond to precession (5th-order cycles) and larger cycles to eccentricity bands (4th-order cycles).

Fischer plot analysis is applied to the cyclic fluctuations and is observed that changes in accommodation space within the lake basin are mainly controlled by climate. Independently plotting of smaller and larger cycles have indicated that a 3rd-order cycle can be observed in the back ground and display a prominent

lake level fall within the succession. This level also corresponds to a position of change in the type of cyclicity and change in the thickness of carbonate and gypsum beds along the section. This level of fall may correspond to one of the global sequence boundaries (Tor 2) and coincides with one of the glacioeustatic falls (MTi 2). This is indicated by rising and falling stages of 4th-order cycles in the mid-part of the curve and shows shifting between cold and warm climates.

S22-05**Sedimentology and sedimentary petrography of a lacustrine basin: towards a late Neogene climate record of SW-Tibet**

Oliver Kempf¹, Peter Blisniuk², Shifeng Wang³, Xiaomin Fang³, Claudia Wrozyna¹, Antje Schwalb¹

¹Institut fuer Umweltgeologie, Technische Universitaet Braunschweig, Braunschweig, Germany. ²Department of Geological and Environmental Sciences, Stanford University, Stanford, USA. ³Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Email: oliver.kempf@tu-bs.de

The evolution of the Asian monsoon is considered to be a direct response to surface uplift of the Tibetan Plateau and is probably the most spectacular example of tectonically driven climate change on earth.

Our goal is to establish a first long-term paleoclimate record from SW-Tibet. We investigated an 800-m-thick fluvio-lacustrine section from the high-elevated Zada Basin of SW-Tibet for sedimentary architecture, petrography, paleoecology, paleoclimatology, and magnetostratigraphy. A preliminary age of ca. 7-1 Ma is applied to the section based on limited paleomagnetic data [1].

Five stratigraphic intervals with different lithofacies associations subdivide the Zada Basin deposits; these are, from bottom to top: a fluvial unit 1 (0-100 m), dominated by conglomerates with clasts <10 cm and medium-coarse sandstones, rare finer-grained intervals and few dm-thick marl beds that are restricted to the uppermost part. The nearshore lacustrine unit 2 (100-150 m) consists of fine-medium sandstones and marls and characterized by intense soft-sediment deformation, abundant wave ripple and hummocky-cross stratification; burrows are common. Offshore lacustrine unit 3 (150-500 m) is dominated by lacustrine marls and significant amounts of turbiditic sandstones implying high sediment supply. Unit 4 (500-600 m), similar to nearshore lacustrine unit 2, is additionally characterized by frequent mass flow deposits.

Üst Miyosen Gölsel-Karasal çökellerin (Çayırhan, Ankara) Paleoklimatolojisi ve Küresel Miyosen olayları ile ilişkisi

İsmail Ömer Yılmaz¹, Asuman Türkmenoğlu¹, Zühtü Batı²

1-) Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, 06531, Ankara

2-) Araştırma Merkezi, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, Ankara

Çalışma alanı Ankara'nın Çayırhan ilçesi civarında yer almaktadır. Çayırhan Formasyonu'nun Geç Miyosen yaşlı gölsel-karasal çökelleri 89 m kalınlığında detaylı bir ölçülü stratigrafik kesit boyunca çalışılmıştır. Toplam olarak 161 adet yüksek çözünürlükte örnek toplanmış ve hem arazide hem de laboratuarda sedimentolojik analizleri yapılmıştır. Seçilen örneklerde palinolojik analizler, kil minerali ve ana ve iz element analizleri yapılmış sedimentolojik veriler ile karşılaştırılmıştır.

İstifin tamamı devirsel litofasiyes ardalanmalarından oluşmaktadır. Ölçülü istifin alt kısmında, kalın koyu gri- gri çamurtaşları ile ince jips, kireçtaşı, çört veya kumtaşı ardalanması hakimdir. Bu fasiyeslerden oluşan devirlerde çamurtaşları devir altlarında ve jips, kireçtaşı, çört veya kumtaşları ise devir üstlerinde yer almaktadırlar. Devirler yer yer çamur çatlakları ile örtülürler. Bu da yukarı doğru sığlaşan ve zaman zaman su üstü olan devirlerin varlığını göstermektedir. İstifin orta kısmında koyu gri-gri veya yeşilimsi çamurtaşları ile fosil kabukları içeren ooidli kireçtaşları veya jipslerin ardalanması yer almaktadır. Bu ardalanmaların oluşturduğu devirler tabanda çamurtaşları ve tavanda ise kireçtaşları ve jipsler ile temsil edilirler. Devir tavanlarında yer yer demir yumruları, çamur çatlakları ve yağmur damlası izleri gözlenmiştir. İstifin üst kısmında ise yeşilimsi çamurtaşları ile kızıl-kahve çamurtaşlarının ardalanması yer almaktadır. Kızıl-kahve çamurtaşlarında eski toprak oluşumu izlerine rastlanmıştır. Dolayısı ile yeşilimsi çamurtaşları devir altlarında kızıl-kahve çamurtaşları ise devir üstlerinde yer aldığı tespit edilmiştir. İstifin en üstünde ise yeşilimsi çamurtaşları yerine açık gri renkli kalın marnlar kızıl-kahve çamurtaşları ile ardalanma sunmaktadır. Marnlar içerisinde stromatolitik lensler gözlenmiş ve eski toprak oluşumları ile örtülmüştür.

Devirler dikkatle incelendiğinde tek tip ve homojen olmadıkları, farklı tipte ve ölçekte devirlerden oluştuğu görülmektedir. Büyük ölçekli devirlerin 4-6 adet küçük devrin sıralanması ile oluştuğu görülmektedir. İstif boyunca 125 adet küçük ölçekli ve 28 adet büyük ölçekli devir tespit edilmiştir. Devir sıralanmalarına ve tiplerine bakıldığında küçük ölçekli devirlerin büyük ölçekli devirlerin üstlerine doğru kalınlıklarının değiştiği ve kendisini oluşturan fasiyeslerin bu kalınlık değişimi içerisinde paralellik sunduğu gözlenmiştir.

İstif boyunca devirsellikten bağımsız olarak jeokimyasal değişimler incelendiğinde CaCO₃ ve SiO₂ yüzdelerindeki büyük ölçekli değişimler dikkat çekmektedir. Bu değişimler hem devirsellikten daha büyük ölçekte hem de devir mertebesinde zıt değişimler göstermektedir. Mg/Ca ve Sr/Ca oranlarındaki değişimler de benzer bir şekilde takip etmektedir. Fakat devirlerdeki değişimler ile olan paralellikleri dikkat çekmektedir. Fe/Mn, Ti/Al, Si/Al, Fe/Al oranlarındaki değişimler ve Fe, Ti, Al, Mn, K, P, Na elementlerindeki artış ve azalışlar göl suyunun kimyasının değişiminde ve kuruma dönemlerinde aşınma ve ayrışma ile desteklenen sediman bileşiminde etken olduğunu göstermektedir.

Ayrıca, mineralojik değişimlere bakıldığında smektit, illit, sepiolit, kalsit, dolomit ve analsim minerallerinin ardışık olarak mevcut olması çökelim sırasında bazik ve asidik şartların aralandığını göstermektedir.

Bunlara ek ve bağımsız olarak, palinolojik verilerdeki değişimler incelendiğinde istifin alt kısmındaki göreceli bolluğun istifin üst kısmında tamamen yok olduğu görülmektedir. Alttaki otsu-odunsu floranın tamamen yok olduğunu ve istifin üst kısmının alt kısmına göre göreceli olarak daha kurak dönemde çökeldiğini göstermektedir.

Bütün bulguları bir araya getirdiğimizde Geç Miyosen gölssel-karasal çökellerin oluşumunda iklim etkili devirsel değişimlerin baskın olduğu ve büyük ve küçük ölçekli değişimlerin uzun dönemde göl suyunun kimyasında da değişiklik oluşturduğu gözlenmiştir.

Devirsel düzen bağımsız olarak istatistiksel analizler ile incelendiğinde göreceli göl seviyesi değişimi eğrisi ortaya çıkmaktadır. Bu değişim eğrisi Miyosen dönemi küresel oksijen izotopu eğrisi ile karşılaştırıldığında buzul etkili soğuma dönemlerinden etkilendiği ve takip eden kurak dönemleri de gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca bu değişim eğrilerinde küçük ölçekli devirlerin Yalpalanma (Precession) ve büyük ölçekli devirlerin ise Dış Merkezlilik (Eccentricity) tipi Milankovitch devirlerine denk geldiği görülmektedir. Baskın olarak Yalpalanma devirlerinin gözükmesi Dış Merkezlilik devirlerinin etkisinde geliştiklerini ve kısa dönemde ıslak-kurak iklim aralanmalarını ve uzun dönemde ise soğuk – sıcak iklim aralanmalarını yansıtmaktadır.

<http://www.jmo.org.tr/etkinlikler/kurultay/index.php?etkinlikkod=33>

**TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU**

Proje No: 106Y052

Proje Başlığı: Ankara civarı (Beypazarı-Çayırhan) Miyosen yaşlı gölsel-karasal çökellerin devirsel sedimantoloji, sekans stratigrafisi, ve sedimanter jeokimya yöntemleri ile yüksek çözünürlükte incelenmesi

Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:

Yürütücü: Doç. Dr. İsmail Ömer Yılmaz

Araştırmacılar:

Prof. Dr. Asuman Türkmenoğlu
Prof. Dr. Torsten Walter Vennemann
Dr. Zühtü Batı
Dr. Marius Stoica

Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:

Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu teknik Üniversitesi, 06531, Ankara

Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi: YOK

Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri: 01/08/2006 - 01/08/2009

Öz (en çok 70 kelime)

Bu projede Ankara, Beypazarı-Çayırhan civarlarında yüzlek veren Miyosen yaşlı gölsel çökellerin eski iklim kayıtları incelenmiştir. Çayırhan ölçülü istif boyunca Geç Miyosen yaşlı çamurtaşları, jips, kireçtaşı, kumtaşı marnların ardalanmasından oluşan devirsel fasiyes sıralanması iklim etkili göl kimyası/göl seviyesi değişimlerini yansıtmaktadır.

Jeokimyasal analizler (izotop, ana ve iz elemnetler), devirsel stratigrafi analizleri sonucunda küresel Miyosen iklim ve deniz seviyesi değişimleri ile paralellik göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çayırhan, Geç Miyosen, Göl Seviyesi, İklim Değişimi

Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu? Evet Gerekli Değil

Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.

Projeden Yapılan Yayınlar:

Barcelona, İspanya'da ILIC 2007 başlıklı toplantıda ve 24-28 Mart 2008 tarihleri arasında MTA Ankara'da yapılan 61. Türkiye Jeoloji Kurultayı'na. TJK, MTA, Ankara'da olmak üzere iki bildiri sunulmuştur.