# Orta Karadeniz Dağlarında Sakarya ile İstanbul zonları arasındaki Pontid-İçi sınırın niteliği ve jeolojik evrimi

Proje No: 109Y049

Prof.Dr. Aral OKAY<sup>1,2</sup> Yrd. Doç. Dr. Gürsel SUNAL<sup>2</sup> Prof. Dr. Okan Tüysüz<sup>1,2</sup> Prof. Dr. Demir ALTINER<sup>3</sup> Yrd. Doç. Dr. Ali Murat KILIÇ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak 34469 İstanbul
<sup>2</sup>İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Maslak 34469 İstanbul
<sup>3</sup>ODTÜ Jeoloji Müh. Bölümü, Ankara
<sup>4</sup>Balıkesir Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Balıkesir

ŞUBAT 2013 İSTANBUL

## Önsöz

Final raporunu burada sunduğumuz, TÜBİTAK tarafından desteklenen 109Y049 numaralı ve "Orta Karadeniz Dağlarında Sakarya ile İstanbul zonları arasındaki Pontid-İçi sınırın niteliği ve jeolojik evrimi" başlıklı proje 1.8.2009 ile 31.12.2012 tarihleri arasında yürütülmüştür. Proje kapsamında 2009, 2010, 2011 ve 2012 yaz aylarında Kastamonu-İnebolu-Araç bölgesinde jeolojik saha çalışmaları yapılmıştır. Saha çalışmaları jeolojik haritalama, ve petroloji, jeokronoloji ve jeokimya amaçlı örnekleme, biyostratigrafi amaçlı kesit ölçmeyi kapsamıştır. Jeolojik haritalama çalışmaları ağırlıklı olarak proje yürütücüsü tarafından yapılmış, elde edilen saha bulguları tüm proje elemanlarının katıldığı arazi gezilerinde tartışılmış ve değerlendirilmiştir. Proje raporunun ekinde verilen Araç-Kastamonu ve Küre bölgelerinin 1:50 000 ölçekli jeoloji haritaları son dört senede yapılan jeolojik haritalama ve örnekleme sonuçlarını yansıtmaktadır. Raporde zikredilen tüm numune numaraları ve gözlem noktaları bu harita üzerinde işaretlidir.

Proje kapsamında Orta Pontidler'deki Triyas-Jura ve Kretase istiflerinde biyostratigrafi amaçlı kesitler ölçülmüştür. Bu kesit ölçme çalışmalarına proje yürütücüsü ile beraber Demir Altıner ve kısmen Ali Murat Kılıç ve Gürsel Sunal katılmıştır.

Proje kapsamında yapılan laboratuvar çalışmaları, petrolojik, jeokronolojik ve paleontolojik olarak üçe ayrılabilir. Petrolojik amaçlı olarak sahada örneklenen üç yüzün üzerinde numunenin ince kesiti hazırlanmış, kesitler proje yürütücüsü tarafından petrografik olarak incelenmiş ve seçilen bazı örneklerden parlatma kesitleri hazırlanarak Almanya Bochum'daki Ruhr Üniversitesi, ve Fransa Paris Üniversitesi'nde elektron mikroprob ile mineral analizleri yapılmıştır. Paleontolojik amaçlı olarak sahada ölçülen biyostratigrafik kesitlerden ve nokta numunelerden 400'ün üzerinde ince kesit hazırlanmıştır. Bu kesitlerdeki foraminifer faunası Demir Altıner tarafından tayin edilmiştir. Orta Pontidler'deki Triyas istifinden Ali Murat Kılıç tarafından derlenen örnekler konodont açısından kendisi tarafından çalışılmış ve elde edilen konodont faunası Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü'ndeki elektron mikroskop ile görüntülenmiştir. Petrografik olarak incelenen ve jeokronolojik yaş tayini için uygun bulunan yirmi beş örnekten İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral hazırlama laboratuvarında zirkon, biyotit, muskovit ve hornblend mineralleri ayrılmıştır. Bu işlem büyük ölçüde Gürsel Sunal tarafından ve onun nezaretinde gerçekleşmiştir. Mineral ayırma işlemlerine proje kapsamında kısmen desteklenen araştırma görevlileri Semih Can Ülgen ve Remziye Akdoğan yardım etmiştir.

İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral hazırlama laboratuvarında kayadan ayrılan biyotit, muskovit ve hornblend mineralleri İngiltere Open University Yerbilimleri Bölümü'nden Dr. Sarah Sherlock tarafından yaşlandırılmıştır. Zirkonlar ise projenin başlangıç aşamasında Almanya Mainz Üniversitesi'nde Dr. Thomas Zack tarafından, daha sonra bizzat proje yürütücüsü tarafından ABD'deki University of California Santa Barbara'da Dr. Andrew Kylander-Klark nezaretinde analiz edilmiştir.

Proje kapsamında 700'den fazla ince kesiti itinalı bir şekilde hazırlayan teknisyen Mehmet Ali Oral'a, Hacettepe Üniversitesi'ndeki elektron mikroskobunu kullanmamızı sağlayan Prof. Dr. Erkan Aydar'a, projeyi destekleyen ve proje ile ilgili isteklerimizi geri çevirmeyen TÜBİTAK'a ve özellikle ÇAYDAG çalışanlarına teşekkür ederiz.

# İÇİNDEKİLER

	sayfa
ÖZET	8
ABSTRACT	9
1. GIRIŞ	10
2. ORTA PONTIDLER'DE ÇALIŞILAN BOLGELERIN JEOLOJIK KONUMU	12
3. YONTEM	15
3.1. Petrografik ve paleontolojik inceleme	15
3.2. Mineral ayırma işlemleri	15
3.3. Zirkon ICP-MS yaş tayinleri	15
3.4. Mika ve hornblend Ar-Ar yaş tayinleri	16
3.5. Elektron mikroprob analizleri	16
4. KURE BOLGESI VE ÇEVRESININ JEOLOJISI	17
4.1. Küre Kompleksi	17
4.1.1. Akgöl Formasyonu (Üst Triyas)	17
4.1.2. Küre ofiyoliti	20
4.1.3. Küre masif sulfid yatağı	21
4.1.4. Kayabaşı Formasyonu (Orta-Üst Triyas)	22
4.1.5. Sırçalık Formasyonu (Alt-Orta Triyas)	26
4.1.6. Kırım'ın jeolojisi ve Orta Pontidler ile mukayese	29
4.2. Jura metamorfik ve magmatik kayaları	31
4.2.1. Geme Metamorfik Kompleksi	31
4.2.1.1. Geme Metamorfik Kompleksi'nin petrolojisi	33
4.2.1.2. Geme Metamorfik Kompleksi'nin yaşı	41
4.2.1.3. Dönmeyol Miloniti	44
4.2.1.4. Devrekani Metamorfitleri	45
4.2.2. Jura yaşlı magmatik kayalar	45
4.2.2.1. Karaman Sokulumu	45
4.2.2.1. Dikmen Porfiri	49
4.2.2.3. Orta Pontidlerde diğer Jura yaşlı sokulumlar	50
4.2.2.4. Jura yaşlı volkanikler ve çökeller – Sada Formasyonu	51
4.2.2.5. Çangaldağ Kompleksi	52
4.2.3. Karadeniz bölgesinde Jura magmatizma ve metamorfizmasının dağılımı	
ve tektonik anlamı	53
4.2.3.1 Doğu Pontidler ve Mudurnu bölgesindeki Jura yaşlı volkanik,	
volkanoklastik ve klastik kayalar	53
4.2.3.2 Kırım ve Kafkasyada Jura yaşlı volkanik, volkanoklastik ve	
klastik kayalar	54
4.2.3.3 Jura yaşlı magmatik yay ve genişlemeli tektonik bir	
ortamda metamorfizma	55
4.3. Üst Jura – Alt Kretase stratigrafisi	57
4.3.1. Bürnük ve İnaltı formasyonları	57
4.3.1.1. Alçılar ölçülü stratigrafik kesiti	57
4.3.1.2. Seydiler ölçülü stratigrafik kesiti	57
4.3.1.3. Yaralıgöz ölçülü stratigrafik kesiti	64
4.3.1.4. Dağlı ölçülü stratigrafik kesiti	65
4.3.1.5. Diğer kesitler	72
4.3.2. Sonuçlar	73
4.4. Küre bölgesinden elde edilen yeni sonuçlar	73

5. ARAÇ ÇEVRESİNİN JEOLOJİSİ	75
5.1. Karadere Paleozoyik istifi ve Kuruluk Zonu	75
5.2. Kürek Granitoyidi	77
5.3. Çağlayan Grubu	81
5.3.1. Çağlayan Grubu'nun litolojik ve deformasyon özellikleri	81
5.4. Orta Pontid Superkompleksi	84
5.4.1. Martin Kompleksi: metamorfizma geçirmiş Alt Kretase yaşlı türbiditler	85
5.4.1.1. Martin Kompleksi'nin dokanak ilişkileri	87
5.4.1.2. Martin Kompleksi içinde Neoproterozoyik dasit ve granit blokları	89
5.4.1.3. Martin Kompleksi'nin metamorfizma yaşı	89
5.4.2. Martin Kompleksi ve Çağlayan Grubu'nun kaynak alanı	92
5.4.2.1. Martin Kompleksi'nin çökelme yaşı	92
5.4.2.2. Alt Kretase türbiditlerinin (Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi)	
kaynak alanı olarak Doğu Avrupa Platformu	94
5.4.3. Saka Kompleksi: Jura metamorfizması	94
5.4.3.1. Petroloji ve termobarometri	95
5.4.3.2. Jeokronoloji	99
5.4.4. Orta Pontid Superkompleksi'nin diğer bazı metamorfik birimleri	100
5.4.4.1. Çangaldağ Kompleksi: Erken Kretase metamorfizması	100
5.4.4.2. Kargı Masifi'nde Alt Kretase ve Jura metamorfizması	101
5.4.5. Orta Pontid Superkompleksi'nin yapısı	102
5.5. Üst Kretase birimleri	102
5.5.1. Ünaz ve Kapanboğazı formasyonları	102
5.5.2. Araç Formasyonu	105
6. JEOLOJİK EVRİM	109
6.1. Permo-Triyas – iki farklı istif	109
6.2. Alt-Orta Jura – magmatizma ve metamorfizma	109
6.3. Orta-Üst Jura sınırı – İstanbul ile Sakarya zonlarının birleşmeleri	110
6.4. Üst Jura – en alt Kretase – sakin karbonat çökelimi	110
6.5. Erken Kretase (Havteriviyen) – yükselme ve aşınma	110
6.6. Erken Kretase (Barremiyen-Apsiyen) sedimantasyon	112
6.7. Erken Kretase (Albiyen) - metamorfizma ve yükselme	112
6.8. Geç Kretase – yeniden sedimantasyon ve volkanizma –	
Batı Karadeniz havzasının açılması	114
6.9. Avrasya'nın uzun soluklu aktif kıta kenarı olarak Pontidler	114
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	117
8. DEĞİNİLEN BELGELER	121

EKLER:

- A Küre bölgesinin 1:50 000 ölçekli jeoloji haritası
- B Araç-Daday bölgesinin 1:50 000 ölçekli jeoloji haritası
- C Jeokronolojik örneklerin petrografik deskripsiyonu
- D Ar-Ar mika ve hornblend ölçümlerine dair analitik veriler
- E Zirkon U-Pb ölçümlerine dair analitik veriler

## Şekil listesi

- Şekil 1.01. İstanbul ve Sakarya zonlarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.
- Şekil 1.02. Orta Pontidlerin konumunu gösteren Karadeniz ve çevresinin tektonik haritası.
- Şekil 2.01. Orta Pontidler'in MTA Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan jeoloji haritası
- Şekil 2.02. Orta Pontidler'in geneleştirilmiş jeoloji haritası. 2009 senesi proje önerisinde çalışılması planlanan iki bölge harita üzerinde işaretlenmiştir.
- Şekil 2.03. Orta Pontidler'in jeoloji haritası
- Şekil 3.01. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral ayırma ve hazırlama laboratuvarlarında yapılan ve zirkon içeren epoksi halkalar.
- Şekil 4.01. Küre batısını jeoloji haritası ve kesiti.
- Şekil 4.02. Akgöl Formasyonu arazi fotografları.
- Şekil 4.03. Akgöl Formasyonu silttaşları içinde bulunan ve Geç Noriyen (Üst Triyas) için karakteristik olan Monotis salinaria.
- Şekil 4.04. Akgöl Formasyonu'nda bazalt-şeyl ilişkisi.
- Şekil 4.05. Akgöl Formasyonu içinde yer alan Karapınar ultramafitinden arazi fotografları.
- Şekil 4.06. Küre kasabası ve arkasındaki Küre madeni.
- Şekil 4.07. Triyas yaşlı Kayabaşı Formasyonu'nun ve Alçılar kesitinin yer aldığı Devrekani kuzeyindeki bölgenin jeoloji haritası.
- Şekil 4.08. Triyas yaşlı Kayabaşı Grubu'nun arazi fotografları .
- Şekil 4.09. Kayabaşı Formasyonu'nun stratigrafik kesiti.
- Şekil 4.10. Kayabaşı Formasyonu'ndan arazi fotografları.
- Şekil 4.11. Kayabaşı Formasyonu'ndan konodont fotografları.
- Şekil 4.12. Kırım'dan arazi fotografları.
- Şekil 4.13. Orta Pontidlerin kuzey kesiminin jeoloji haritası
- Şekil 4.14. Geme Kompleksi'ne ait arazi fotografları
- Şekil 4.15. Geme Kompleksi metapelitik gnayslarına ait mikrofotograflar.
- Şekil 4.16. Geme metamorfitlerinden analiz edilen granatların kimyasal bileşimleri.
- Şekil 4.17. Geme metamorfitlerinden analiz edilen kordiyerit, biyotit, granat ve diyopsid minerallerinde Fe/(Fe+Mg) dağılımı.
- Şekil 4.18. Geme metamorfitlerinden analiz edilen plajiyoklas minerallerinde Ca/(Ca+Na) dağılımı.
- Şekil 4.19. Geme metamorfizmasının zirve basınç ve sıcaklık koşullarını gösteren diyagram.
- Şekil 4.20. Orta Pontidler'in kuzey kesiminden bu çalışma kapsamında elde edilen Ar-Ar mika ve U-Pb zirkon yaşları.
- Şekil 4.21. Geme Metamorfik Kompleksi ve Karaman Plutonu'ndan derlenen örneklerden elde edilen kalıntı zirkon yaşları.
- Şekil 4.22. Geme gnasylarını kesen bir granitik damardan (2027A numaralı örnek) elde edilen zirkon yaşları.
- Şekil 4.23. Geme gnasylarını kesen bir granitik damardan 3187 numaralı örnekten elde edilen zirkon yaşları.
- Şekil 4.24. Analiz edilen zirkon örneklerinin kothodoilluminesens görüntüleri.
- Şekil 4.25. Dönmeyol Milonitine ait arazi fotografları.
- Şekil 4.26. Karaman Sokulumuna ait arazi ve mikroskop fotografları.
- Şekil 4.27. Küre çevresindeki Jura magmatitlerinin toplam silika-alkali (TAS) diyagramı.
- Şekil 4.28. Dikmen Porfiroidine ait arazi ve mikroskop fotografları.
- Şekil 4.29. Sadağ volkanitlerine ait arazi fotografları.
- Şekil. 4.30. Çangaldağ Kompleksi metadasit örneklerinden ayrılan zirkonlardan elde edilen U-Pb yaşları.
- Şekil 4.31. Karadeniz bölgesindeki Jura yaşlı magmatizma ve metamorfizmanın dağılımı.
- Şekil 4.32. Orta Pontidler'deki Jura yaşlı metamorfizma ve magmatizmayı açıklayan şematik model.
- Şekil 4.33. İnaltı Formasyonu'nda ölçülen kesit lokasyonlarını gösteren Orta Pontidler'in basitleştirilmiş jeoloji haritası.
- Şekil 4.34. Alçılar İnaltı Formasyonu kesiti.
- Şekil 4.35. Seydiler İnaltı Formasyonu kesiti.
- Şekil 4.36. Yaralıgöz Dağı'nda İnaltı Formasyonu'ndan ölçülen kesit yeri.
- Şekil 4.37. Cide-Nostra İnaltı Formasyonu kesit yeri.

Şekil 5.01. Araç ile Daday arasındaki alanın jeoloji haritası.

Şekil 5.02. Karadere Paleozoyik istifine güneydoğudan bakış.

Şekil 5.03. Kürek Granitoidinin litolojik özellikleri ve konumu

Şekil 5.04. Kürek diyoritinin mikrofotografı (örnek 2478).

Şekil 5.05. Kürek Granitoyidi'nden derlenen 2557 numaralı granitoid örneği zirkonlarından elde edilen U-Pb yaşı.

- Şekil 5.06. Çağlayan Grubu'nun konumunu gösteren Orta Pontidler'in geneleştirilmiş stratigrafik kesiti
- Şekil 5.07. Çağlayan Grubu'nun litolojik özellikleri

Şekil 5.08. Çağlayan Grubu'nun deformasyon özellikleri.

- Şekil 5.09. Martin Kompleksi'nin tipik metamorfitleri.
- Şekil 5.10. Martin Kompleksi metabazit ve metaçörtleri.
- Şekil 5.11. Daday Kompleksi'ne ait üzerinde Ar-Ar yaş tayini yapılmış üç fillat örneğinin mikrofotografları.

Şekil 5.12. Daday Kompleksi fillatları içinde blok olarak yer alan kataklastik metagranitin (Örnek 2459) arazi fotografı.

- Şekil 5.13. Martin Kompleksi içinde yer alan granit bloğundaki zirkonlardan (örnek no. 2459) elde edilen U-Pb yaşları.
- Şekil 5.14. Martin ve Domuzdağı komplekslerinden elde edilen Ar-Ar beyaz mika yaşları.

Şekil 5.15. Çağlayan Grubu kumtaşlarındanve Daday Kompleksi Martin Formasyonu metakumtaşından elde edilen kalıntı zirkon yaşları.

- Şekil 5.16. Çağlayan Grubu'ndan üç kumtaşı ve Martin Kompleksi'nden bir metakumtaşı örneğinden ölçülen Fanerozoik yaştaki zirkonların dağılımı.
- Şekil.5.17. Alt Kretase türbiditlerinden (Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi) elde edilen zirkon yaşları.

Şekil 5.18. Saka Formasyonu metamorfitleri arazi fotografları.

Şekil 5.19. Saka Kompleksi mikaşistlerinin mikrofotografları.

Şekil 5.20. Saka Kompleksi metamorfik kayalarında granat ve amfibol mineral bileşimler.

Şekil 5.21. Saka Kompleksi'nin zirve metamorfizma koşullarını gösteren basınç-sıcaklık diyagramı

Şekil 5.22. Saka ve Çangaldağ komplekslerinden elde edilen Ar-Ar beyaz mika yaşları

Şekil 5.23. Kastamonu güneyinden Esenler Kompleksi'nen alınan metabazit örneğinin mikrofotografı.

- Şekil 5.24. Ağlı bölgesinde Üst Kretase pelajik kireçtaşlarından ölçülen stratigrafik kesitler.
- Şekil 5.25. Üst Kretase pelajik kireçtaşlarında saptanan bazı önemli mikrofosil türlerinin fotografları.
- Şekil 5.26. Araç Formasyonu'nin litolojik ve deformasyon özellikleri.

Şekil 5.27. Araç Formasyonu'nin litolojik özellikleri.

Şekil 5.28. Araç Formasyonu'nin Martin ve Saka kompleksleri metamorfitleri ile olan dokanakları.

Şekil 6.01. Karadeniz bölgesinin Geç Jura – Kretase paleocoğrafya haritaları.

- Şekil 6.02. Avrasya kıta kenarının Kretase'de evrimini gösteren şematik kesitler.
- Şekil 6.03. Pontidler'in Sakarya Zonu'nda metamorfik, magmatik ve önemli sedimanter olaylar.
- Şekil 6.04. Karadeniz çevresinde hassas biyostratigrafi ve kalınlık verisi olan dört farklı bölgede Kretase formasyonlarının zamana karşı kalınlığı.

## Çizelge listesi

- Çizelge 4.1. Kayabaşı Grubu kayalarından alınan örneklerin foraminifer ve konodont içeriği.
- Çizelge 4.2. Geme metamorfik kompleksinde petrografik olarak incelenen örneklerdeki mineral dağılımı.
- Çizelge 4.3. Geme Metamorfik Kompleksinde elektron mikroprob ile analizi yapılan metapelitik gnaysların ve diyopsid-felslerin yaklaşık modal mineral bileşimleri.
- Çizelge 4.4. Geme metamorfitlerinde granat-biyotit jeotermometre sonuçları.
- Çizelge 4.5. Geme Kompleksi, Jura sokulumları ve Çangaldağ Kompleksi''nden elde edilen Ar-Ar mika yaşları.
- Çizelge 4.6. Jura yaşlı Karaman sokulumundan petrografik olarak incelenen örneklerdeki mineral dağılımı.
- Çizelge 4.7. Jura yaşlı Dikmen, Ağlı ve Sallamadağ porfirlerinden petrografik olarak incelenen örneklerdeki mineral dağılımı.
- Çizelge 4.8. İnaltı Formasyonu Alçılar kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası
- Çizelge 4.9. İnaltı Formasyonu Seydiler kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası
- Çizelge 4.10. İnaltı Formasyonu Yaralıgöz kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası
- Çizelge 4.11. İ naltı Formasyonu Dağlı kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası
- Çizelge 5.1. Kürek Granitoyidi'nden petrografik olarak incelenen örneklerin mineralojik özellikleri.
- Çizelge 5.2. Kürek Granitoyidi U-Pb zirkon yaş değerleri.
- Çizelge 5.3. Kürek Granitoyidinden derlenen bir diyorit örneğinden (2496) ayrılan hornblend mineralleri üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayin sonuçları.
- Çizelge 5.4. Daday Kompleksi fillatları içinde blok halinde yer alan metagranitten elde edilen zirkon U-Pb yaşları.
- Çizelge 5.5. Orta Pontid Superkompleksi metamorfitlerinden elde edilen muskovit Ar-Ar yaşları.
- Çizelge 5.6. Saka Formasyonu'ndan derlenen metamorfik kayaların mineral toplulukları.
- *Çizelge 5.7. Saka Formasyonu'ndan elektron mikroprob ile analiz edilen örneklerdeki tahmini mineral bileşimi.*
- Çizelge 5.8. Saka Formasyonu'ndan elektron mikroprob ile analiz edilen örneklerdeki temsili mineral bileşimleri ve aktiviteleri.
- Çizelge 5.9. Martin Kompleksi ve Saka Formasyonu dışında Orta Pontid Superkompleksi'nden petrografik olarak incelenen metamorfik kayaların mineral toplulukları.
- Çizelge 5.10. Orta Pontidler'de çalışılan alanda Araç Formasyonu'ndan derlenen numunelerin foraminifer içerikleri ve yaşları.

## Özet

Proje çalışması, Sakarya ve İstanbul zonlarının yer aldığı Orta Pontidler'in tektonik evrimi üzerinedir. Bölge kuzey ve güney Orta Pontidler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kuzey bölgesinin doğusunda, Sakarya Zonu tarafında, altta Küre Kompleksi bulunur. Küre Kompleksi, ofiyolit ve Erken-Orta Triyas yaşlı pelajik kireçtaşları üzerine muhtemelen çökelmiş Geç Triyas (Noriyen) yaşlı türbiditlerden (Akgöl Formasyonu) oluşur. Erken-Orta Jura'da Küre bölgesi önemli bir termal olay geçirmiştir. Kordiyerit-sillimanit içeren metamorfitler yüksek sıcaklık ve düşük basınç koşullarında (720 ± 40°C ve 4 ± 1 kbar) Orta Jura'da (172 zirkon U-Pb ve 164 Ma Ar-Ar biyotit yaşları) metamorfizma geçirmiştir. Daha sonra yine Orta Jura'da (163-161 Ma) Küre Kompleksi'ni ve metamorfik kayaları kesen irili ufaklı magmatik sokulumlar bölgeye yerleşmiştir.

Küre Kompleksi ve Jura kristalen kayaları üzerinde uyumsuzlukla karasal kırıntılılar ve Üst Jura-Alt Kretase (Kimmericiyen/Titoniyen – Berriaziyen) sığ denizel kireçtaşları (İnaltı Formasyonu) yer alır. İnaltı Formasyonu Orta Pontidler'in batısında, İstanbul Zonu tarafında Paleozoyik ve Triyas sedimanter kayaları üzerinde de oturmaktadır. İstanbul ve Sakarya zonları arasında derin denizel Üst Jura sedimanlarının bulunmaması, bu bölgede İstanbul ve Sakarya zonlarının Geç Triyas ile Geç Jura arasındaki bir zamanda, muhtemelen Orta/Geç Jura sınırında (geç Kalloviyen-Oksfordiyen) bir araya geldiğine işaret eder. Bu iki tektonik zon arasındaki dokanak Alt Kretase Çağlayan Grubu türbiditleri ile örtülüdür. Çağlayan Grubu türbiditleri Karadeniz kıyısından güneye Araç-Devrekani-Hanönü hattına kadar uzanır ve burada düşük dereceli metamorfik kayalar üzerinde faylı olarak yer alır.

Orta Pontidler'in güney kesimi, Orta Pontid Superkompleksi olarak adlanan metamorfik kayalardan yapılmıştır. İstanbul Zonu'nun Karadere Paleozoyik istifi ve Permiyen yaşında (262 ± 3 Ma zirkon U-Pb yaşı) Kürek Granitoidi, Orta Pontid Superkompleksi metamorfik kayaları üzerine itilmiştir. Orta Pontid Superkompleksi kuzey kesimlerinde, Çağlayan Grubu ile olan dokanakları boyunca, sleyt, fillat, metakumtaşı gibi, litolojik olarak Çağlayan Grubu'na benzeyen, düşük dereceli metamorfik kayalardan oluşur. Ar-Ar muskovit yaş tayinleri, metakumtaşlarındaki ve Çağlayan Grubu kumtaşlarındaki zirkonlar üzerinde yapılan U-Pb analizleri, düşük dereceli metamorfik kayaların Çağlayan Grubu'nun güneye doğru devamını teşkil ettiğini ve Erken Kretase'de (Albiyen,107 ± 4 Ma) metamorfizma geçirdiğini göstermiştir. Erken Kretase kumtaşlarındaki zirkon verileri, bunların Karadeniz'in kuzeyindeki Doğu Avrupa Kratonu'ndan beslendiğini göstermekte, ve Pontidler ile Avrasya arasında Erken Kretase'de Karadeniz'in daha açılmadığına işaret etmektedir. Çağlayan Grubu Erken Kretase'de Avrasya'nın güney kıta yamacında, bugünkü Nil deltasına benzeyen, büyük bir türbidit yelpazesi oluşturmuştur.

Ar-Ar mika analizleri Orta Pontid Superkompleksi'nin güneydoğu kesimlerinin Orta Jura (170-162 Ma), Erken (136-125 Ma) ve orta Kretase (107 ± 4 Ma) yaşlı metamorfik kuşaklardan yapıldığını göstermektedir. Bu kuşaklar Tetis okyanusunun yitmesi sürecinde oluşan ve Avrasya kıta kenarına eklenen prizmalardır. Bu süreç içerisinde Avrasya kıta kenarı güneye doğru 100 km'yi aşkın bir mesafe ilerlemiştir.

#### Anahtar Kelimeler

Karadeniz, Pontidler, Ar-Ar analizi, zirkon U-Pb analizi, jeoloji, tektonik, petroloj, metamorfizma

8

## Abstract

The project concerns the tectonic evolution of the Central Pontides, where the Istanbul and Sakarya terranes crop out. In the eastern Sakarya part of the Central Pontides, the lowermost unit is the Küre Complex, which consists of Upper Triassic (Norian) turbidites (Akgöl Formation), deposited on an ophiolite and on the Lower-Middle Triassic pelagic limestones. The Küre region experienced a major thermal event during the Early-Middle Jurassic. Cordierite-sillimanite bearing gneisses underwent high-temperature and low-pressure metamorphism (720±40°C and 4±1 kbar) during the Middle Jurassic (172 Ma zirkon U-Pb and 164 Ma Ar-Ar biotite ages). Subsequently Middle Jurassic (163-161 Ma) granitoids were emplaced in the region.

The Küre Complex and the Jurassic crystalline rocks are unconformably overlain by continental clastic rocks and Upper Jurassic – Lower Cretaceous (Kimmeridgean/Tithonian – Berriasian) shallow-marine limestones (İnaltı Formation). The İnaltı Formation also lies uconformably on the Paleozoic and Triassic rocks of the İstanbul Zone in the western part of the Central Pontides. The absence of deep-marine Upper Jurassic deposits in between indicates that the İstanbul and Sakarya zones were juxtaposed between the Late Triassic and Late Jurassic, probably at the Middle/Late Jurassic boundary (late Callovian-Oxfordian). The boundary between these two zones is covered by the Lower Cretaceous turbidites (Çağlayan Group). The turbidites of the Çağlayan Group extend from the Black Sea coast south to the Araç-Devrekani-Hanönü line, where they lie tectonically over low-grade metamorphic rocks.

The southern part of the Central Pontides is made up of metamorphic rocks called as the Central Pontide Supercomplex. The Karadere Paleozoic series of the Istanbul Zone and the Permian (262 ± 3 Ma zircon U-Pb age) Kürek Granitoid is thrust over the Central Pontide Supercomplex. In the north close to the contact with the Çağlayan Group, the Central Pontide Supercomplex consists of phyllite, slate and metasandstone, which are lithologically similar to the unmetamorphosed Çağlayan Group. Ar-Ar muscovite ages from the phyllites, and clastic zircon ages from the metasandstones and sandstones of the Çağlayan Group, show that the low-grade metamorphic rocks constitute the southern extension of the Çağlayan Group, which underwent metamorphism during the Early Cretaceous (Albian,107±4 Ma). Zircon ages from the Lower Cretaceous turbidites also indicate thay they were fed by the East European Craton, and implies that there was no Black Sea rift during the Early Cretaceous. The Çağlayan Group turbidites constituted a large submarine fan south of the Eurasian margin, similar to the present-day Nile delta.

Ar-Ar mica ages from the Central Pontide Supercomplex show that it consists of Middle Jurassic (170-162 Ma), Lower (136-125 Ma) and middle Cretaceous (107  $\pm$  4 Ma) metamorphic belts. These belts constitute subduction-accretion units accreted to the southern margin of Eurasia during the northward subduction of the Tethys ocean. Through this process Eurasia has grown southward by at least 100 km during the Mesozoic.

#### Keywords

Black Sea, Pontides, Ar-Ar data, U-Pb zircon data, geology, tectonics, petrology, metamorphism, earth sciences

# 1. Giriş

2009-2012 seneleri arasında yürütülen proje, Türkiye'nin önemli tektonik birimlerinden olan İstanbul ve Sakarya zonlarının Orta Karadeniz dağlarındaki jeolojisini, ne zaman, nasıl ve hangi yapılar boyunca birbirlerine eklendiğini, jeolojik saha çalışması, kritik bölgelerde ayrıntılı jeolojik haritalama, yapısal jeoloji, petroloji, biyostratigrafi ve jeokronoloji çalışmaları ile ortaya çıkarmaya çalışmıştır.

Pontidler'in büyük bir kesimini oluşturan İstanbul ve Sakarya zonları birbirlerinden okyanuslar ile ayrılmış eski kıta parçacıklarını temsil eder. İstanbul ve Sakarya zonlarının stratigrafileri ve tektonik evrimleri birbirlerinden farklıdır (Şekil 1.1). İstanbul Zonu'nun temelini Geç Prekambriyen yaşta granitik ve metamorfik kayalar teşkil eder. Bu temel üzerinde kalınlığı beş kilometreyi aşan Ordovisyen-Karbonifer yaşta bir sedimenter istif yer alır. İstanbul Paleozoyiği olarak bilinen bu istif Lavrasya'nın güneye bakan pasif kıta yamacında çökelmiştir. Karbonifer'de Hersiniyen orojenezi sırasında İstanbul Paleozoyik istifi deforme olmuş ve üzerine açısal uyumsuzlukla Alt Triyas yaşlı karasal konglomera ve kumtaşları çökelmiştir. İstanbul Zonu'nun Paleozoyik istifi, Triyas serileri tarafından uyumsuzlukla örtülür; istif üste doğru, arada önemli boşluklar içeren Jura, Kretase ve Tersiyer sedimanter ve volkanik kayalar ile devam eder (Şekil 1.1).

İstanbul Zonu'ndan farklı olarak Sakarya Zonu'nda otokton nitelikli Paleozoyik sedimenter kayalar genelde gözlenmez. Sakarya Zonu'nun temelini Kazdağ, Uludağ ve Pulur masiflerinde mostra veren yüksek dereceli metamorfik kayalar oluşturur. Karbonifer'de amfibolit ve granulit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş olan bu temel üzerinde tektonik olarak Karakaya Kompleksi'ne ait birimler gelir. Genelde Paleo-Tetis'in eklenir prizması olarak yorumlanan Karakaya Kompleksi üzerinde açısal uyumsuzlukla Jura'dan başlayan sedimanter bir istif bulunur (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İstanbul ve Sakarya zonlarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Okay ve diğerleri, 2006).



Şekil 1.2. Orta Pontidlerin konumunu gösteren Karadeniz ve çevresinin tektonik haritası.

İstanbul ve Sakarya zonlarını ayıran tektonik hat Pontid-İçi kenedi olarak bilinmektedir (Şekil 1.2, Şengör ve Yılmaz, 1981). En batıda Çatalca dolaylarında Pontid-İçi kenedi, Kretase yaşında sağ-yönlü bir doğrultu atımlı fay olan Batı Karadeniz Fayı ile temsil edilir (Şekil 1.2). Güneyde İzmit ile Kargı arasında geniş bir alanda Kuzey Anadolu Fayı Pontid-İçi kenedini takip eder. Pontid-İçi kenedinin Jura sonrası olaylardan en az etkilendiği kesim Orta Karadeniz dağlarıdır.

İstanbul ve Sakarya zonlarının ne zaman yanyana geldiği konusunda üç farklı görüş bulunmaktadır: a) Jura-Triyas (Ustaömer ve Robertson, 1997; Yiğitbaş ve diğerleri, 1999), b) Kretase (Tüysüz, 1999), c) Eosen (Okay ve diğerleri, 1995). Bu üç farklı görüş Pontid-İçi kenedinin ve dolayısı ile bölgenin jeolojik evrimi konusunda farklı varsayımları beraberinde getirmektedir. Proje bu üç görüşü saha ve laboratuvar bulguları ile test etmiştir. Proje çalışmaları sırasında önceden öngörülemeyen birçok yeni sonuca da ulaşılmıştır. Bunlar arasında Kargı Masifi ve çevresindeki bölgede yer alan metamorfik kayaların Jura-Kretase yaşında oldukları, Orta Pontidler'de çok geniş alanlar kaplayan ve hidrokarbon açısından potansiyel arz eden Çağlayan ve Ulus formasyonlarının kuzeyden Doğu Avrupa Platformu'ndan beslendiği sayılabilir.

# 2. ORTA PONTIDLER'DE ÇALIŞILAN BÖLGELERİN JEOLOJİK KONUMU

MTA tarafından yayınlanan ve Zonguldak ve Sinop jeoloji paftalarını kapsayan Orta Pontidler'in jeoloji haritası Şekil 2.1'de verilmiştir. Bu haritada çok geniş alanlar mor renk ile gösterilen ve Üst Paleozoyik-Triyas yaşlı düşük dereceli metamorfik kayalar olarak tanımlanan ve Sakarya Zonu'nun temeline ait olduğu düşünülen birimler ile kaplıdır. Bu birimler üzerinde uyumsuzlukla Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları ve Alt Kretase yaşlı kırıntı kayalar yer alır. Orta Pontidler'in batı kesiminde ise İstanbul Zonu'na ait Paleozoyik-Triyas istifleri mostra vermektedir. Bu birimler de Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları ve Alt Kretase yaşlı kırıntı kayalarla örtülmektedir.

Proje önerisinde çalışılmak üzere Küre-Cide arasında ve Araç kuzeyinde iki saha planlanmıştır (Şekil 2.2). Proje çalışmaları sırasında büyük ölçüde planlanan sahalara sadık kalınmış, fakat çıkan ara sonuçlara göre, çalışılan alanlar planlanmış alanlara göre biraz kaydırılmıştır ve genişletilmiştir. 2009 yaz aylarında yapılan istikşaf nitelikli saha çalışmaları, Sinop jeoloji paftasında (Uğuz ve diğerleri, 2002) Azdavay-Ağlı-Cide arasında Triyas yaşlı düşük dereceli metamorfik kayalar olarak gösterilen kesimlerin aslında Alt Kretase yaşlı metamorfik olmayan flişten (Ulus Formasyonu) yapıldığını göstermiş ve buna bağlı olarak çalışılan alan doğuya Küre'ye doğru kaydırılmış ve genişletilmiştir. Proje sonuçları, Yöntem bölümünden sonra, Küre ve Araç bölgesi olmak üzere ayrı ayrı sunulacaktır.



Şekil 2.1. Orta Pontidler'in MTA Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan jeoloji haritası – Zonguldak ve Sinop paftaları (Uğuz ve diğerleri, 2002; Türkecan ve Yurtsever, 2002). Proje çalışmaları sonucunda, bu haritada mor ile gösterilen "Üst Paleozoyik-Triyas metamorfik kayaları", Küre dışındaki alanlarda Kretase ve Jura yaşında olduğu anlaşılmıştır.



Şekil 2.2. 2009 senesindeki proje önerisinde verilen ve MTA 1:500 000 ölçekli jeoloji haritalarından derlenen (Uğuz ve diğerleri; Türkecan ve Yurtsever, 2002) Orta Pontidler'in jeoloji haritası. Proje kapsamında çalışılması planlanan alanlar haritada gösterilmiştir. Proje sonuçlarının bölgesel jeolojiye yaptığı katkılar açısından 2009 senesinde hazırlanan bu harita, proje sonuçlarına göre hazırlanan Şekil 2.3'deki harita ile karşılaştırılabilir.



Şekil 2.3. Orta Pontidler'in jeoloji haritası (Uğuz ve diğerleri; Türkecan ve Yurtsever, 2002 ve kendi çalışmalarımızdan derlenmiştir). Proje kapsamında çalışılan Araç ve Küre alanları haritada işaretlenmiştir.

# 3. YÖNTEM

Bu bölümde proje sırasında kullanılan mineral ayırma, jeokronolojik ölçüm ve mineral analiz yöntemleri hakkında bilgi verilecektir.

### 3.1. Petrografik ve paleontolojik inceleme

Proje çalışmaları sırasında arazide derlenen 700'ün üzerinde petrografi ve paleontoloji örneğinden İTÜ Maden Fakültesi İnce Kesit Atölyesinde ince kesitler hazırlatılmıştır. Petrografik kesitler proje yürütücüsü, paleontolojik kesitler foraminifer faunası açısından Demir Altıner tarafınan incelenmiştir.

Proje kapsamında çalışılan Triyas kireçtaşlarından konodont incelemesi için örnekler Ali Murat Kılıç tarafından arazide derlenmiştir. Uygun örnekler asit ile yıkanarak, konodontlar elde edilmiş ve konodont faunası Hacettepe Üniversitesi'nde elektron mikroskop ile görüntülenmiştir.

### 3.2. Mineral ayırma işlemleri

Arazide jeokronolojik amaçlı derlenen tüm örneklerden önce petrografik ince kesitler hazırlanmıştır. Bu kesitler incelenerek örneklerin jeokronolojik ölçüm açısından uygun olup olmadığı saptanmıştır. Bazı örneklerde, örneğin Orta Jura yaşlı granitoidik kayalardan alınan çok sayıda örnekte, biyotitler önemli ölçüde kloritleşme göstermektedir. Bu tip örnekler biyotit Ar-Ar analizi için uygun değildir.

Jeokronolojik ölçümler için uygun olduğu saptanan örnekler İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral hazırlama laboratuvarında önce hidrolik kırıcı ile 1-3 cm'lik ufak parçalara ayrılmış, daha sonra çeneli kırıcıdan geçirilerek kum, silt boyunda tanelere indirilmiştir. Çeneli kırıcıdan çıkan malzeme eleklerden geçirilerek mineral ayırma için iki boy fraksiyonu elde edilmiştir. Bu fraksiyonlar su ve aseton ile defalarca yıkanarak temizlenmiştir; bu aşamadan sonra zirkon ve mika ayırmı için farklı işlemler uygulanmıştır.

Zirkon ayırmak için elenen ve yıkanan malzeme önce manyetik separatörden geçirilmiş, ve manyetik olmayan açık renkli kesim bir kenara alınmıştır. Büyük bir kesimi kuvarstan oluşan ve içinde çok az miktarda zirkon bulunduran bu fraksiyon, ağır sıvıdan (SPT) geçirilmiş ve zirkonca zengin fraksiyon elde edilmiştir. Daha sonra binokular altında zirkonlar tek tek ayrılmıştır.

Mika ayırmak için elenen ve yıkanan malzeme, hafif eğimli tutulan A4 boyunda bir kağıt üzerine dökülmüş ve mikaların kağıt üzerine yapışması sağlanmıştır. Kağıt üzerine yapışan mikalar ufak bir şişeye aktarılmıştır. Bu işlem defalarca tekrarlanarak mikaca zegin bir fraksiyon elde edilmiştir.

Mineral ayırma işlemleri Gürsel Sunal tarafından ve onun nezaretinde gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlere proje yürütücüsü Aral Okay, ve projeden desteklenen jeoloji mühendisleri Semih Can Ülgen ve Remziye Akdoğan yardımcı olmuşlardır.

### 3.3. Zirkon ICP-MS yaş tayinleri

İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral ayırma ve hazırlama laboratuvarlarında kayadan ayrılan zirkon kristalleri iki farklı şekilde analiz edilmiştir. Projenin başlangıcında 2010 senesinde zirkon örnekleri analiz için Almanya'ya Mainz Üniversitesi'ne yollanmıştır. Mainz'ta zirkonlar epoksi halkalara dökülüp, parlatılmış ve Thomas Zack tarafından ICP-MS yöntemi ile ölçülmüştür. Projenin son aşamalarında zirkon kristalleri İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nde epoksi halkalara dökülmüş ve parlatılmıştır (Şekil 3.1.). Daha sonra zirkonların iç yapılarının saptanması amacı Gürsel Sunal ile proje yürütücüsü Ankara'ya giderek Hacettepe Üniversitesi'nde elektron mikroskop ile zirkonlardan CL görüntüleri çekilmiştir. Epoksi halkalar içindeki zirkon mineralleri, proje yürütücüsü Aral Okay tarafından 12-13 Aralık 2011 tarihlerinde ABD'de University of California Santa Barbara'daki ICP-MS laboratuvarında yaşlandırılmıştır



Şekil 3.01. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral ayırma ve hazırlama laboratuvarlarında yapılan ve zirkon içeren epoksi halkalar. Burada gösterilen üç halka 300'den fazla zirkon içermektedir. Bu halkalardaki zirkonlar Aralık 2011'de Santa Barbara'da analiz edilmiştir.

#### 3.4. Mika ve hornblend Ar-Ar yaş tayinleri

İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü mineral hazırlama laboratuvarında kayadan ayrılan mika ve hornblend örnekleri Ar-Ar yaş tayini için İngiltere'ye Open University'e yollanmıştır. Burada örnekler Sarah Sherlock nezaretinde tek-tane lazer prob yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu yöntem ile ilgili ayrıntılar Okay ve diğerleri (2013)'de açıklanmıştır.

#### 3.5 Elektron mikroprob analizleri

Çalışılan sahada yer alan metamorfik kayaların oluşum koşullarını saptamak için uygun örneklerden elektron mikroprob ile analizler yapılmıştır. Önce tüm metamorfik kaya örnekleri petrografik olarak incelenmiş, petroloji açısından bilgi verebilecek örneklerden İTÜ Maden Fakültesi ince kesit atölyesinde parlatılmış ince kesitler hazırlanmıştır. Parlatılmış ince kesitler üzerinde elektron mikroprob ile mineral analizleri Almanya Bochum Üniversitesi ve Paris Üniversitesi'nde proje yürütücüsü Aral Okay tarafından yapılmıştır.

# 4. KÜRE BÖLGESİ VE ÇEVRESİNİN JEOLOJİSİ

Küre bölgesi eski zamanlardan beri işletilen bakır madeni nedeniyle çeşitli jeoloji çalışmalarına sahne olmuştur. Küre madeni ve Küre çevresinin jeolojisi ile ilgili öncü çalışmalar Kovenko (1944) tarafından yapılmıştır. Daha sonra, Bailey ve diğerleri (1966) Küre çevresinin ayrıntılı bir jeoloji haritasını yapmış ve maden çevresindeki birimleri ayrıntılı ve kapsamlı bir şekilde tanımlamıştır. Bölgede Ustaömer (1993) doktora tezini yapmış ve sonuçlarını değişik makaleler halinde yayınlamıştır (Ustaömer ve Robertson, 1993, 1994, 1995, 1997, 1999). Tüysüz ve diğerleri (2000) Küre bölgesini de içeren geniş bir alanı TPAO için çalışmış ve haritalamıştır.

Proje kapsamında Küre bölgesinde çalışılan alan Şekil 2.3'de gösterilmiş ve bu alanın jeoloji haritası Şekil 4.1'de verilmiştir. Çalışılan sahanın temelinde Küre Kompleksi ismi verilen ve Triyas-Jura yaşında olduğu düşünülen değişik sedimenter ve magmatik kayalardan oluşan bir birim yer alır (Ustaömer ve Robertson, 1993). Küre Kompleksi Jura yaşında sığ sokulumlar ile kesilmekte ve Geç Jura – Erken Kretase yaşlı karasal kırıntılılar ve kireçtaşları (Bürnük ve İnaltı formasyonları) ile örtülmektedir. Daha üstte ise, yine uyumsuzlukla Erken Kretase yaşlı silisiklastik türbiditler (Çağlayan Grubu) yer alır. Çağlayan Grubu üzerinde ise uyumsuzlukla Geç Kretase yaşlı pelajik kireçtaşları bulunmaktadır. Aşağıda bölgenin jeolojisi stratigrafik olarak yaşlıdan gence doğru aşağıda tanımlanacaktır. Çalışmamız kapsamında elde edilen yeni ve ilginç bulgular Küre Kompeksi'nin yaşının ilk defa belgeli fosillerle saptanması (Üst Triyas), bölgede Jura yaşlı yüksek sıcaklık metamorfizmasının tespit edilmesi, bölgedeki sığ sokulumlardan yeni jeokronolojik yaşlar elde edilmesi olarak özetlenebilir.

#### 4.1. Küre Kompleksi

Küre Kompleksi Jura öncesi orojenik bir birim olarak Orta Pontidler'de geniş alanlar kaplar. Birim şeyl ve siltaşlarından oluşan Akgöl Formasyonu, ofiyolitik kayalardan oluşan Küre ofiyoliti, kireçtaşlarından oluşan Kayabaşı ve Çalça formasyonları ve metalik sülfidler içeren Küre cevheri olarak alt birimlere ayrılmıştır (Ustaömer ve Robertson, 1994; Kozur ve diğerleri, 2000). Bu birimler aşağıda yeni bulgular eşliğinde tanımlanmıştır.

#### 4.1.1. Akgöl Formasyonu (Üst Triyas)

Siyah, gri şeyl/sleyt ve daha az oranlarda silttaşı ve kumtaşından oluşan, distal türbidit istifi özellikleri gösteren Akgöl Formasyonu, Orta Pontidler'de geniş alanlar kaplar. Üzerinde uyumsuzlukla Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşları yer aldığı için, çökelme yaşı Geç Jura öncesidir. Bölgenin tektoniği açısından kritik bir önem taşıyan Akgöl Formasyonu içinde, aşağıda Küre ofiyoliti olarak tanımlanacak, bazalt, diyabaz, gabro ve serpantinit yer alır (Ustaömer ve Robertson, 1994; 1997). Akgöl Formasyonu kuvvetli deformasyon geçirmiş, kıvrımlar ve bindirme faylarından etkilenmiş, buna bağlı olarak düzgün sedimenter bir istiften, "broken formation" a kadar ulaşan farklı deformasyon dereceleri göstermektedir. Ustaömer ve Robertson (1994) bindirmelerin genellikle kuzeye verjanslı olduğunu belirtir.

Seydiler ile İnebolu arasında Küre Kompleksi esas olarak siyah şeyl (%50), kumtaşı-silttaşı (%35), bazaltmikrodiyabaz (%15)'ten oluşur. İstifte 30-40 m kalınlıkta yoğun olarak koyu renkli şeyllerden oluşan kesimler, benzer kalınlıkta kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan seviyeler ile ardalanmalıdır (Şekil 4.2). Grovak tipinde olan kumtaşları, gri, koyu gri olup, tabaka kalınlıkları 10 cm ile 2 metre arasındadır. Şeyl seviyeleri içinde seyrek olarak ince tabakalı (1-5 cm) silttaşı tabakaları yer alır. Klastikler içinde kalınlığı yüzlerce metreye ulaşan yastık lav, bazaltik breş, mikrodiyabaz "blokları" vardır.

**Akgöl Formasyonu'nun yaşı.** Akgöl Formasyonu'nun yaşı ile ilgili veriler kısıtlıdır. Kozur ve diğerleri (2000) İnegöl ile Küre arasındaki siyah şeyl ve silttaşlarında kökeni iyi bilinmeyen *Torlessia* sp. ve iz fosiler tanımlamıştır. İki türü tanımlanan *Torlessia* sp.'nin yaş aralığı orta Karniyen-orta Noriyen olduğu belirtilir. Aydın ve diğerleri (1995) ise şeyllerden Triyas yaşlı sporoformlar tanımlamıştır. Kozur ve diğerleri (2000) İnebolu güneyinden Akgöl Formasyonu içinden kireçtaşı, bazalt, ultramafit, siyah radyolarit çakıllı olistolitler tasvir eder (Şekil 4.2d). Kireçtaşları neritik, hemipelajik ve pelajik özellikte ve Orta Triyas (Anizyen) yaşındadır, siyah radyolaritlerin de Orta Triyas yaşında olduğu belirtilmiştir. Akgöl formasyonu üzerinde uyumsuzlukla Geç Jura yaşlı Bürnük ve İnaltı formasyonları yer alır.



kil 4.1. Küre batısını jeoloji haritası ve kesiti. Harita Tüysüz ve diğerleri (2000), Bailey ve diğerleri (1966) ve kendi çalışmalarımızdan derlenmiştir. Haritanın lokasyonu için Şekil 2.3'e bakınız.



Şekil 4.2. Akgöl Formasyonu arazi fotografları. a (üst sol). Akgöl Formasyonu'nun siyah şeylce zengin tipik distal fliş fasiyesi, İnebolu güneydoğusu, lokalite 1998. b (üst sağ). Kumtaşı açısından zengin fliş, Küre-İnebolu yolu, lokalite 1311-1313. c (alt sol). Yoğun düzensiz deformasyon geçirmiş Akgöl flişi, Küre-İnebolu yolu. d (alt sağ). Akgöl Formasyonu içinde Triyas yaşlı kireçtaşı blokları, Küre-İnebolu yolu, lokalite 1899



Şekil 4.3. Akgöl Formasyonu silttaşları içinde bulunan ve Geç Noriyen (Üst Triyas) için karakteristik olan Monotis salinaria.

2010 saha çalışmaları sırasında Devrekani kuzeyinde Sofu Köyü çevresinde Akgöl Formasyonu içinde bol ince kavkılı lamellibranşlar içeren bir seviye bulunmuştur (Şekil 4.3, Şekil 4.7'deki haritada lokasyon 1833). 2011 Nisan ayında Viyana EGU kongresi sırasında bu fosiller Viyana Üniversitesi Paleontoloji Enstitüsünden Prof. Dr. Leopold Krystyn'e gösterilmiş ve kendisi fosilleri *Monotis salinaria* olarak tayin etmiştir. Yayılımı Alplerden Pamir'e kadar uzanan *Monotis salinaria'nın yaş aralığı Üst Noriyen'dir* (Tchoumatchenco ve diğerleri, 2005; McRoberts ve diğerleri, 2008). Bu veri, iz fosiller dışında, Akgöl Formasyonu'ndan elde edilen ilk sağlam tanımlanmış yaş olmakta, ve Akgöl Formasyonu'nun hiç olmazsa bir kesiminin Noriyen yaşında olduğunu göstermektedir.

#### 4.1.2. Küre ofiyoliti

Akgöl Formasyonu klastikleri içinde yer alan, kalınlıkları yüzlerce metreyi bulan bazalt, diyabaz, gabro, ultramafit kayaları parçalanmış bir ofiyolit olarak yorumlanmaktadır. Ustaömer ve Robertson (1994) diyabazlar içinde levha dayk kompleksinin varlığını da belirtmektedir. Aydın ve diğerleri (1995) ve Kozur ve diğerleri (2000) bazaltları İpsinler Bazaltı olarak isimlendirir. Bazaltlar çok güzel yastık lav yapıları sunar.

Saha çalışmalarında bazaltların Akgöl Formasyonu'na ait klastiklerle olan dokanağı çoğu yerde faylı olduğu gözlenmiş fakat Küre çevresinde birçok noktada (örneğin, 1327 veya 3824) bazaltların üzerine stratigrafik bir dokanakla siyah şeyller geldiği saptanmıştır (Şekil 4.4). Bu ilişki daha önce Tüysüz (1990) ve Ustaömer ve Robertson (1994) tarafından da belirtilmiştir. Diğer bir lokalitede (1316) ise şeyl-çamurtaşları içine akmış bazaltlar gözlenmiştir (Şekil 4.4b). Arazi ilişkileri bazaltik volkanizma ile klastik çökeliminin eş veya yakın zamanlı olduğuna işaret eder.



Şekil 4.4. Akgöl Formasyonu'nda bazalt-şeyl ilişkisi. a (üst sol). Bazaltlar üzerinde stratigrafik bir dokanakla yer alan Akgöl Formasyonu'na ait siyah şeyller, Küre-İnebolu yolu. b (üst sağ). Dokanağın hemen üzerinde pişmiş siyah şeyl içinde yer alan parçalanmış yastık lav çakılları. (Küre çevresi, 1327 numaralı lokalite). c ve d(alt sol ve sağ). Bazaltik yastık lavları örten siyah şeyller, sağdaki fotograf aynı dokanağın daha yakından görünümünü göstermektedir (Küre- Ağlı yolu, 3824 numaralı lokalite). Bu fotograflar bazaltik magmatizma ile siyah şeyl çökeliminin eş veya yakın zamanlı olduğuna işaret etmektedir.

Proje kapsamında Küre'nin kuzeybatısında yer alan büyük bir ultramafik kütle çalışılmış ve haritalanmıştır (Şekil 4.1). Üç kilometreye birbuçuk kilometrelik büyük bir alan kaplayan ultramafik kayalar kısmen serpantinleşmiş masif harzburjitlerden oluşur (Şekil 4.5). Karapınar ultramafiti adı verilen bu kütlenin Akgöl Formasyonu ile olan dokanakları faylıdır, birçok lokasyonda Akgöl Formasyonu'na ait silttaşı ve şeyllerin ultramafik kayalar ile dilimlendiği gözlenmiştir. Karapınar ultramafiti batı dokanağı boyunca Karaman andezit-porfiri tarafından kesilmektedir (Şekil 4.1).

Küre ofiyolitinden otuzbeş adet lav örneğinin jeokimyası Ustaömer ve Robertson (1994) tarafından incelenmiştir. Tüm kaya jeokimyası, spinel ve klinopiroksen kimyası sonuçları lavların MORB ve ada-yayı bazalt tipi olduklarını gösterir, jeokimya sonuçları özellikle yay-ardı havza bazaltlarına benzemektedir. Bazaltlardan yapılmış tüm kaya K-Ar yaş tayinleri olmasına rağmen (Aydın ve diğerleri, 1995), sonuçlar çelişkili ve güvenilir değildir. Kozur ve diğerleri (2000) dolaylı verilerden bazaltların Orta Triyas (Ladiniyen) yaşında olduğunu ileri sürmektedir. Buna karşın Akgöl Formasyonu'ndan elde dilen Noriyen yaşları, bazaltların Noriyen yaşında olduklarına işaret etmektedir.



Şekil 4.5. Akgöl Formasyonu içinde yer alan Karapınar ultramafitinden arazi fotografları. a (üst sol). Fotografta görülen sırt ultramafik kayalardan yapılmıştır. Vadiyi takip eden yol boyunca ultramafik kayalar Karaman granitoidi tarafından kesilmektedir. b (üst sağ). Ortadaki ultramafik kayaları kesen Jura yaşlı Karaman granitoidi. c (alt sol). Ultramafik kayaların genel görünümü. d (alt sağ). Parıldayan ortopiroksen porfiroklastları (bastit) ve serpantinleşmiş olivin içeren harzburjit.

#### 4.1.3. Küre masif sulfid yatağı

Küre masif sülfid cevheri, Küre ofiyolitine ait bazalt ile Akgöl Formasyonu'na ait şeyl-grovak serisi dokanağında ve mafik volkanitler içinde yer alır. Şeyl ve grovaklar içinde cevherleşme gözlenmez (Bailey ve diğerleri, 1966; Güner, 1980). Aşıköy ve Bakibaba adı verilen iki önemli yatak bulunur, her iki yatakta da ana cevher mineralleri pirit ve kalkopirittir. Masif sülfidler çok muhtemelen Triyas'ta faylar boyunca yükselen hidrotermal akışkanlardan deniz (okyanus) tabanına yakın kesimlerde veya doğrudan deniz tabanında oluşmuş daha sonra şeyl ve grovaklar tarafından örtülmüştür. Bu modeli destekleyen önemli bir veri masif sülfid yatağı üzerinde yer alan şeyllerin, masif sülfidlere göre çok daha düşük sıcaklıklara maruz kalmış olmasıdır (Ediger ve Erler, 1990).



Şekil 4.6. Küre kasabası ve arkasındaki Küre madeni. Sülfür cevherleşmesi fotografta siyah gözüken Akgöl Formasyonu şeylleri ile çevresindeki gri bazaltlar arasında yer alır.

## 4.1.4 Kayabaşı Formasyonu (Orta-Üst Triyas)

Orta Pontidler'in stratigrafisini ve jeolojik gelişimini anlamak açısından önemli bir birim Kayabaşı Formasyonu olarak adlanan Triyas kireçtaşlarıdır. Kayabaşı Formasyonu'nun İnebolu-Devrekani hattının doğusunda yer alan Akgöl Formasyonu içinde büyük bir mostrası vardır. Kayabaşı Formasyonu üzerindeki çalışmalar, Devrekani ile Abana arasında Göynük Dağı'nda yüzeylemiş olan bu mostraya dayanır. Bu mostradan ilk defa Blumenthal (1948, s. 109) bahis eder, daha sonra birim Önder (1988) tarafından Kayabaşı Formasyonu, Kozur ve diğerleri (2000) tarafından Çalça Birimi olarak isimlendirilmiş ve çalışılmıştır.

Önder (1988)'e göre Kayabaşı Formasyonu Akgöl Formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir, ve konodontlara göre yaşı "topmost Middle Triassic-Late Triassic"dir. Kozur ve diğerleri (2000)'e göre ise kireçtaşlarının yaşı Orta Aniziyen (Pelsoniyen) - Geç Noriyen (veya en alt Resiyen)'dir, fakat Kozur ve diğerleri (2000) bununla ilgili herhangi bir fosil verisi sunmamıştır. Bu bölgedeki tüm çalışmacılar Kayabaşı Formasyonu kireçtaşlarının üzerine uyumlu olarak klastiklerin geldiğini belirtir. Kozur ve diğerleri (2000)'e göre kireçtaşlarının üzerlerine gelen silttaşı ve şeyllerin yaşı Resiyen-Erken Jura'dır ve bu klastikler Akgöl Formasyonu'ndan ayrı tutulmalıdır. Kozur ve diğerleri (2000)'e göre Kayabaşı Formasyonu Küre okyanusunun kuzey pasif kıta kenar çökellerini oluşturur.

Proje kapsamında Kayabaşı Formasyonu'nun mostra verdiği Devrekani ile Abana arasındaki alan çalışılmış ve haritalanmıştır (Şekil 4.7). Ayrıca bu bölgede Demir Altıner ve Ali Murat Kılıç ile beraber Triyas kireçtaşlarında kesitler ölçülmüş, konodont ve foraminifer tayinleri için örnekler derlenmiştir. Kireçtaşı örneklerinden ince kesitler hazırlanmış ve kesitler foraminifer faunası açısından Demir Altıner tarafından, konodont faunası için Ali Murat Kılıç tarafından incelenmiştir.

Bölgede Kayabaşı Formasyonu kireçtaşları kuzeybatı-güneydoğu gidişli bir sırt oluşturmaktadır (Şekil 4.7 ve 4.8). Sırtın kuzeydoğu kenarı büyük bir normal faydır, güneyde ise kumtaşı, şeyl ve siltaşından oluşan ve yer yer santimetre, metre büyüklüğünde kireçtaşı çakıl ve olistolitleri içeren Akgöl Formasyonu kırıntılıları (Şekil 4.10f) Kayabaşı Formasyonu kireçtaşlarını uyumsuzlukla örter. Kayabaşı Formasyonu 60-70 derece açılarla güneye eğimli, BKB-DGD gidişli yaklaşık 700 metre kalınlıkta devrik bir kireçtaşı istifi sunar (Şekil 4.7). Kayabaşı Formasyonu üç üyeye ayrılır:

a) Kireçtaşı breşi üyesi (?Geç Sitiyen (Olenekiyen)-Aniziyen). İstifin taban kesimlerini oluştur, yaklaşık 200 metre kalınlıktadır (Şekil 4.9). En iyi olarak Çal Köyü'nün doğusundaki sırtta gözlenir. Kalın tabakalı breşlerden yapılmıştır (Şekik 4.10a). Genelde 1-10 cm arası büyüklükte, açık gri, bej mikritik kireçtaşı çakılları, kırmızı mikritik, yer yer kumlu bir hamurda yer alır (Şekil 4.10b-d). Kireçtaşı breşleri arasında seyrek olarak ince tabakalı gri mikrit tabakaları da yer alır. Tabakalı gri mikritlerden, kireçtaşı breşlerine geçişlerin gözlenmesi, breşik kireçtaşlarında yer yer korunmuş tabaka izlerinin görülmesi (Şekil 4.10c,d), breşleşmenin önemli bir taşınma olmadan gerçekleştiğine işaret eder.



Şekil 4.7. Triyas yaşlı Kayabaşı Formasyonu'nun yer aldığı Devrekani kuzeyindeki bölgenin jeoloji haritası. Haritanın konumu için Şekil 2.3'e bakınız.



Şekil 4.8. Triyas yaşlı Kayabaşı Formasyonu. Triyas kireçtaşından oluşan sırtın kuzeyinde (sağında) fay ile ayrılmış olarak Akgöl Formasyonu'nun şeyl ve silttaşları yer almaktadır. Kireçtaşı tabakaları 60-70° açılarla güneye (sola) eğimlidir. Fotoğraf Oğuz Mahallesi kuzeyinden batıya doğru çekilmiştir.

Kireçtaşı breşinde çakıllar ve matriks foraminifer açısından fakirdir; alınan çok sayıda paleontolojik örnek genelde sadece ince kavkılı lamelibranş ve lagenid tipi foraminifer kapsar. Az sayıda örnekte saptanan foraminifer ve konodont faunası kireçtaşı breşinin ?Olenekiyen-Aniziyen yaşında olduğunu göstermektedir. İstifin taban kesimlerinden kireçtaşı breşleri arasında yer alan ince tabakalı gri mikritik kireçtaşı seviyesinden alınan bir örnekte (1874) Olenekiyen (Üst Sitiyen) – Pelsoniyen (Orta Aniziyen)'i işaret eden *Meandrospira pusilla, Nodasoria elabugae* ve *Trochammina* sp. tespit edilmiştir. İstifin daha üst kesimlerinden derlenen örnekler Aniziyen'i işaret eden konodontlar kapsar: *Neogondolella regalis* (örnek 1866), *Gladigondolella timorensis budurovi* (juvenile), *Neogondolella regalis* (örnek 1868) (Şekil 4.11). Foraminifer için alınan aynı stratigrafik seviyedeki örneklerde Aniziyen-Karniyen zaman aralığına işaret eden *Arenovidalina amylovolutum*, *Arenovidalina chialingchiangense* (örnek 1867), ve *Arenovidalina amylovolutum* (örnek 1868) saptanmıştır. Paleontolojik verilere göre kireçtaşı breşinin yaşı Aniziyen'dir, yaş Olenekiyen'e (geç Sitiyen) inebilir.



Şekil. 4.9. Kayabaşı Formasyonu'nun basitleştirilmiş stratigrafik kesiti, ve paleotolojik yaş veren önemli örneklerin yaş aralığı.

b) Gri, pembe mikritik kireçtaşı üyesi (Aniziyen-Ladiniyen-Karniyen). İstifin orta kesimlerini oluştur, yaklaşık 300 metre kalınlığı vardır. En iyi olarak Mermerli Deresi'nin doğusundaki Kayabaşı sırtında gözlenir. İstifin alt kesimleri ince tabakalı-masif koyu gri mikritik kireçtaşlarından yapılmıştır. Üste doğru bu kireçtaşları, Hallstatt fasiyesine benzeyen pembe, hafif yumrulu, ince-orta tabakalı mikritlere geçer. Mikritler arasında yer yer orta tabakalı gri kalkarenit tabakaları bulunur. Hallstatt fasiyesindeki pembe mikritlerde ammonitler gözlenmiştir (Şekil 4.10e). Viyana üniversitesi'nden Prof. Dr. Leopold Krystyn'e göre bu ammonitler Orta-Üst Triyas'da pelajik ortamlarda yaygın bulunan Arcestid grubuna aittir.



Şekil 4.10. Kayabaşı Formasyonu'ndan arazi fotografları. (a) Formasyonun stratigrafik olarak alt kesimlerini oluşturan Erken-Orta Triyas yaşlı breşler, Çal Köyü doğusu, lokalite 1870. (b) Erken-Orta Triyas yaşlı kireçtaşı breşi, Çal Köyü doğusu, lokalite 1870. (c, d) Kayabaşı Formasyonu kireçtaşı breşleri, taşınmadan yerinde breşleşmeye işaret eden breşik tabakalı doku, lokalite 1872. (e) Kayabaşı Formasyonu üst kesimlerinde bulunun Arcestid grubuna ait ammonoid, Oğuz Köyü doğusu, lokalite 3005. (f) Akgöl Formasyonu silttaşları içinde yer alan Kayabaşı Formasyonu'na ait kireçtaşı bloku, Çal ile Oğuz köyleri arası, lokalite 1877. Lokalite numaraları için Şekil 4.7'e bakınız.

Gri, pembe mikritik kireçtaşı üyesinden 220 metre kalınlıkta bir kesit ölçülmüştür. Kesitin alt kesimlerini oluşturan masif gri mikritlerde Aniziyen yaşı veren konodontlar (*Paragondolella bulgarica, Negondolella regalis,* örnek 1883 ve 1884) (Şekil 4.11) ve Aniziyen-Karniyen zaman aralığına işaret eden *Arenovidalina amylovolutum* (örnek 1882) saptanmıştır. Hallstatt fasiyesi kireçtaşlarının taban kesimlerinde ise en geç Aniziyen-Karniyen yaş aralığını ve muhtemelen Ladiniyen'i veren bir foraminifer faunası *Arenovidalina amylovolutum, Arenovidalina* sp., *Hoyanella* sp., *Ophthalmidium* sp. (örnek 1886) tayin edilmiştir (Çizelge 4.1). Bu örneğin 20 metre üzerinde alınan bir diğer örnekte (1888) ise Ladiniyen'i veren konodontlar (*Gladigondolella tethydis, Metapolygnathus excelsa*) tespit edilmiştir. İstifin daha üst kesimlerine doğru Ladiniyen-Karniyen yaşını veren konodontlar (*Gladigondolella tethydis, Metapolygnathus excelsa*) tespit edilmiştir. İstifin daha üst kesimlerine doğru Ladiniyen-Karniyen yaşını veren konodontlar (*Gladigondolella tethydis, Metapolygnathus excelsa*), *Netapolygnathus excelsa*, M. *inclinatus, M. fueloepi, M. carpathica,* örnek 1889), ve Karniyen yaşını veren bir foraminifer faunası (*Gsolbergella spiroloculiformis, Endoteba kuepperi, Tubiphytes obscurus, Opthalmidium* sp., örnek 1890) tanımlanmıştır. Stratigrafik olarak daha üstten alınan bir örnekte de (1892) erken Karniyen yaşı veren konodont faunası (*Gladigondolella* 

*tethydis,Metapolygnathus polygnathiformis*) tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Bu verilere göre gri-pembe kireçtaşı üyesinin yaşı Aniziyen ve Karniyen'dir.

c) Siyah kireçtaşı- şeyl üyesi. Siyah kireçtaşı-şeyl üyesi, kireçtaşı blokunun en kuzeyinde, stratigrafik olarak istifin muhtemelen en üstünde yer alır. Gri, pembe mikritik kireçtaşı üyesi ile olan dokanağı örtülüdür. Siyah kireçtaşı-şeyl üyesi, orta tabakalı, çok bol ince lamellibranş kavkılı siyah kireçtaşlarından yapılmıştır. Kireçtaşları arasında ince siyah şeyl seviyeleri yer alır. Siyah kireçtaşı- şeyl üyesinden alınan örneklerde sadece çok bol ince kavkılı lamelibranş ve lagenid tipi foraminiferler saptanmıştır.

#### Kayabaşı Formasyonu ile Akgöl Formasyonu arasındaki ilişki

Kayabaşı Formasyonu'nu oluşturan kireçtaşı bloku her taraftan Akgöl Formasyonu'na ait kumtaşı ve şeyller tarafından sarılmıştır, ve Akgöl Formasyonu içinde bugün bir blok konumundadır. Kayabaşı Sırtı'nın üzerinde dik eğimli Triyas kireçtaşları, düşük eğimli kumtaşı-şeyl ve silttaşları ile örtülmektedir. Kayabaşı Formasyonu'nun blok olduğuna işaret eden diğer bir veri ise, Akgöl Formasyonu klastikleri içinde yer alan Triyas yaşlı kireçtaşı çakıl ve blokları ve bunlarla ilişkili tane ve moloz akıntılarındır (Şekil 4.9f). Yayla Tepe güneyinde bu tip moloz akıntılarından alınan kireçtaşı çakıllarında (örnek 3115E) Alt-Orta Aniziyen yaşı veren bir foraminifer faunası (*Meandrospira pusilla, Endoteba controversa, Planiinvolutina mesotriasica, Trochammina almtalensis*) saptanmıştır. Çal Köyü'nün batısından alınan serbest bir kireçtaşı örneğinde (1829) *Aulotortus communis, Aulotortus* sp., *Caronipora* sp., *Lenticulina* sp. tanımlanmış ve Noriyen-Resiyen yaşı verilmiştir. Bu kireçtaşı da muhtemelen Akgöl Formasyonu içinde blok konumundadır. Akgöl Formasyonu içinden kireçtaşı blokları Küre-inebolu yolu üzerinde de tanımlanmıştır (Kozur ve diğerleri, 2000).

#### Softa Kireçtaşı

Kayabaşı Formasyonu kuzeyinde Yılmaz ve Boztuğ (1987) tarafından ilk defa tanımlanan ve Alt Jura kireçtaşı olarak yaşlandırılan başka bir kireçtaşı bloku yer almaktadır. Softa Kireçtaşı adı verilen bu karbonat kütlesi Akgöl Formasyonu kırıntılıları tarafından sarılmış bir bloktur (Şekil 4.7). Kayabaşı Formasyonu'ndan farklı olarak Softa Kireçtaşı bol makrofosilli siğ denizel masif ve kalın tabakalıdır. Softa Kireçtaşı'ndan bir kesit ölçülmüş (3113) ve oniki adet örnek alınmıştır. Örnekler kesin yaş verecek foraminiferler içermemekle beraber, muhtemel bir en üst Triyas (Noriyen-Resiyen) yaşına işaret etmektedir.

#### 4.1.5. Sırçalık Formasyonu (?Alt-Orta Triyas)

İnebolu güneydoğusunda mostra veren neritik Alt-Orta Triyas kireçtaşları Sırçalık formasyonu olarak adlanmıştır (Aydın ve diğerleri, 1995; Kozur ve diğerleri, 2000). Formasyon Aha ile Sırçalık köyleri arasında iyi mostra verir. Sırçalık formasyonu altta konglomera ve kumtaşları (Buntsandstein), üst Sitiyen yaşta olduğu farz edilen sarımsı kahve marl, silttaşı, kireçtaşı (Werfen beds) ile devam etmekte, bunların üzerine rauhwacke (sarımsı kahve cellular dolomit, dolomitik marl) gelmekte daha sonra Aniziyen olduğu düşünülen kalın kireçtaşları ve dolomitler başlamaktadır (Kozur ve diğerleri, 2000). Kozur ve diğerlerine (2000)'e göre Sırçalık Formasyonu, altta Variskan olarak düşündükleri metamorfitlerin (Serveçay Grubu) üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Fakat bu yaş belirlemeleri (Sitiyen, Aniziyen) litolojik benzetmeye dayanmaktadır. Sırçalık Formasyonu'ndan belgelendirilmiş herhangi bir fosil verisi yoktur.



Şekil 4.11. Kayabaşı Formasyonu'ndan tayin edilen konodontların elektron mikroskop görüntüleri.
1-2 Metapolygnathus sp. gr. polygnathiformis, 1 Adult specimen shows constriction near posterior end and probable slight bifid basal cavity. Sample no: 1897. 2 Younger specimen, small loop-like pit. Sample no: 1897. 3 Gladigondolella malayensis, Sample no: 1895. 4-6 Metapolygnathus sp. gr. polygnathiformis, Sample no: 1895. 7 M. gr. inclinatus, Sample no: 1894. 8-10 Metapolygnathus cf. fuelopi, ? aff. carpathica, Sample no: 1889. 11-12 Metapolygnathus gr. excelsus - inclinatus, Sample no: 1889. 13-21 Gladigondolella tethydis, 13-19 P element, 20 S1, 21 M element, 13-14 Sample no: 1892, 15-21 Sample no: 1889. Scale bar: 500 micron.

örnek no.	litoloji			fauna	yaş konodont	yaş foraminifer	numi aralığ
1815	kireçtaşı	ana kireçtaşı bloku	filamentli siyah kireçtaşı	5.			
1816	kireçtaşı	ana kireçtaşı bloku	filamentli siyah kireçtaşı	-			2
1823	kireçtaşı	klastikler içinde çakıl	siyah mikrit	-			
1827	kireçtaşı	ana kireçtaşı bloku	filamentli mikritik	-			
1828	kireçtaşı		breşli kireçtaşının kırmızı matriksi, kalkarenit, ekinid, ince kavkılı lamellibranş	-			
1829A, B	kireçtaşı	serbest örnek?	kırmızı breşik olmayan, bol fosilli	Aulotortus communis, Aulotortus sp., Caronipora sp., Lenticulina sp.		Noriyen-Resiyen	
1864A	kireçtaşı	klastikler içinde çakıl, lamellibranş lokalitesi	ufak foraminiferler, pelajik foraminifera	Lagenida	steril	?Aniziyen-Resiyen	
1865	kireçtaşı		sünger spikülleri, krinoid parçaları	Lagenida	steril		
1866	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Lagenida	steril		
1867	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina amylovolutum , Arenovidalina chialingchiangense , Lagenida		Aniziyen-Karniyen	
1868A	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina amylovolutum, Lagenida - (1868) Neogondolella gr. regalis, Chiosellid formlar	Geç Sitiyen- Erken Aniziyen (Spatiyen-	Aniziyen-Karniyen	
1868B	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları, krinoid, ekinid parçaları	Ophthalmidium ? sp., Globochaete sp., Lenticulina sp., Lagenida	Bitniyen)	?Ladiniyen- Karniyen	
1869	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Lagenida			
1870	kireçtaşı	breşik	çakılların kırmızı matriksi, ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina sp., Lagenida			
1871	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Lagenida			. 1
1872	kireçtaşı	breşik	steril mikrit	-			
				I			
1873	kireçtaşı	breşik	ince kavkılı lamellibranş parçaları, mikrit	-*			7
1874	kireçtaşı	breşik	ince tabakalı gri mikrit, ince kavkılı Meandrospira pusilla, Nodosaria elabugae, Iamellibranş parçaları Trochammina sp.			Geç Sitiyen (Olenekiyen) - Orta Aniziyen (Pelsoniyen)	8
1875	kireçtaşı	breşik	sarımsı çimento	Lagenida		toniam kalunluk	10
1876	kireçtaşı	breşik					2
1877	kireçtaşı	klastikler			steril		
1878	kireçtaşı	klastikler					
1879	kireçtaşı	klastikler icinde cakıl					
1880	kireçtaşı	klastikler içinde çakıl					
1881	kireçtaşı						
1882	kireçtaşı		ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina amylovolutum , Lagenida			(
1883	kireçtaşı	masif mikrit	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina sp., Lagenida			2
1884	kireçtaşı	masif mikrit					2
1885	kireçtaşı					2000 - 200 - 2000	3
1886	kireçtaşı	pembe, kalsitürbiditik	ince kavkılı lamellibranş parçaları, gastrapod, ince kavkılı foraminifera, iki farklı foraminifer grubu	Arenovidalina amylovolutum , Arenovidalina sp., Hoyanella sp., Ophthalmidium sp., Lagenida		En geç Aniziyen- Karniyen (muh. Ladiniyen)	1
1887	kireçtaşı	pembe, Hallstatt fasiyesi	ince kavkılı lamellibranş parçaları, krinoid, ammonit parçaları	Trochammina sp., Lenticulina sp., Lagenida			1
1888	kireçtaşı	ince, orta tabakalı, yumrulu Hallstatt tipi kireçtaşı	ince kavkılı lamellibranş parçaları, ekinid	Lagenida - (1892) <i>Neogondonella</i> sp.			1
1889	kireçtaşı	pembe kireçtaşları arasında gri kalkarenit		Opthalmidium sp., Austrocolomia sp (1893) Gladigondolella tethydis	Aniziyen - Erken Karniyen (Aegean-Julian)	Aniziyen sonrası	1

Çizelge 4.1. Kayabaşı Formasyonu kayalarından alınan örneklerin foraminifer ve konodont içeriği. Numune lokasyonları Şekil 4.7'deki haritada gösterilmiştir.

1890	kireçtaşı	pembe kireçtaşları arasında gri kalkarenit		<i>Gsollbergella spiroloculiformis ,</i> Endoteba sp., Endoteba kuepperi, Tubiphytes obscurus, <i>Ophthalmidium</i> sp., Lagenida		Karniyen	10.0
1891	kireçtaşı	gri kçt	ince kavkılı lamellibranş parçaları	<i>Ophthalmidium</i> sp., Lagenida - (1898) Gladigondolella tethydis, Paragondolella foliata?	Geç Ladiniyen - Erken Karniyen		30.0
1892	kireçtaşı	gri, pembe kçt.	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina sp., Lagenida,	1		60.0
						toplam kalınlık	230.0
1893	kireçtaşı	siyah, orta tabakalı kçt.	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Arenovidalina sp.			0.0
1894	kireçtaşı	siyah, şeyl aratabakalı, orta tabakalı kçt.		<i>Globochaete</i> sp., Lagenida			48.0
1895	kireçtaşı						10.0
1899A,B, C,D	kireçtaşı	İnebolu yolunda Akgöl içinde çakıllar					
3001	kireçtaşı	breşin pembe matriksi, doğu yaka	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Lagenida			
3001B	kireçtaşı	breş	ince kavkılı lamellibranş parçaları	Ophthalmidium ? sp, Lagenida		Aniziyen-Ladiniyen	
3002	kireçtaşı	breş	ince kavkılı lamellibranş parçaları	-			
3004	kireçtaşı	pembe kçt	radyolarya	Lagenida			
3005A,B	kireçtaşı	klastikler içinde 50 m'lik blok, ammonitli	ince kavkılı lamellibranş parçaları, ekinid, ammonit	Ophthalmidium sp., Lagenida			
3005C	kireçtaşı	serbest	ince kavkılı lamellibranş parçaları, ekinid, ammonit	Arenovidalina amylovolutum , Lagenida		Geç Sitiyen - Ladiniyen	

3006	kireçtaşı	siltaşları arasında 2 cm kalın kalkarenit tabakası		Ophthalmidium maximum, Duotoxis? sp., Lagenida	Noriyen - Resiyen	
3011A	kireçtaşı	pembe, filamentli kçt, doğu yaka	ince kavkılı lamellibranş parçaları, ekinit dikenleri	Arenovidalina amylovolutum, Arenovidalina chialingchiangense, Arenovidalina sp., Opthalmidium ubeyliense, Austrocolamia sp., Lagenida	Geç Aniziyen	
3011B	kireçtaşı	pembe, filamentli kçt, doğu yaka	ince kavkılı lamellibranş parçaları, ekinit dikenleri	Arenovidalina amylovolutum, Ophthalmidium sp., Lagenida		

Çizelge 4.1 (devam). Kayabaşı Formasyonu kayalarından alınan örneklerin foraminifer ve konodont içeriği. Numune lokasyonları Şekil 4.7'deki haritada gösterilmiştir.

#### 4.1.6. Kırım'ın jeolojisi ve Orta Pontidler ile mukayese

2011 Haziran ayında proje çalışanlarından Okan Tüysüz ile beraber Kırım'da Moskova Devlet Üniversitesi profesörlerinden Anatoly Nikishin eşliğinde bir jeolojik gezi yapılmıştır. Kırım'ın jeolojisinin anahatları ve Orta Pontidler ile benzerliği ve farklılığı aşağıda kısaca anlatılacaktır.

Kırım'da stratigrafik ve tektonik olarak en altta yüzeyleyen birim siyah, koyu gri şeyl ve daha az oranda silttaşı ve kumtaşından oluşan Tavrik Flişi'dir (Şekil 4.12). Tavrik Flişi litolojisi ve deformasyon özellikleri ile Akgöl Formasyonu'na çok benzemektedir ve *Monotis salinaria* gibi ortak fosiller içermektedir (Şekil 4.12c, d). Tavrik Flişi içinde seyrek olarak Karbonifer (Başkiriyen), Triyas ve Alt Jura yaşta sığ denizel kireçtaşı blokları yer alır. Bu verilere göre Tavrik Flişinin yaşı Üst Triyas-Alt Jura'dır.

Tavrik serisi Orta Jura (Bajosiyen) yaşlı koyu renkli şeyl, bazaltik volkanoklastik kayalar ile üzerlenir. Fakat bu iki birim arasındaki dokanak açık değildir. Dayklar ve siller de içeren Bajosiyen volkanitleri en güzel olarak Kırım'ın güney sahilinde Balaklava ilke Sivastapol arasında izlenir. Bu birim Orta Pontidler'de Bragin ve diğerleri (2002) tarafından Azdavay çevresinden tanımlanan Orta Jura (Bajosiyen-Kalloviyen) yaşlı bazalt, şeyl ve radyolaryalı çamurtaşları ile deneştirilebilir Kalloviyen-Oksfordiyen yaş aralığı Kırım'da kırıntılı ve karbonat kayalar ile temsil edilir; Üst Jura genelde sığ karbonatlardan yapılmıştır. Önemli bir transgresyon Havteriviyen/Barremiyen'de gerçekleşir. Kırım'ın kuzeyinde Tavrik Flişi üzerinde Havteriviyen/Barremiyen yaşlı sığ denizel kumtaşı ve karbonatlar yer alır (Şekil 4.12b). İkinci önemli bir transgresyon Albiyen'de meydana gelmiştir. Albiyen şeyl ve kumtaşları daha yaşlı birimleri uyumsuzlukla örter. Senomaniyen'in tabanı farklı bir jeolojik rejimin başlangıcını temsil eder. Deformasyon göstermeyen marn ve kireçtaşları kesintisiz olarak Senomaniyen'den Eosen'e kadar çökelimine devam etmiştir.



Şekil 4.12. Kırım'dan jeoloji saha fotografları. (a) Kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan Tavrik Serisi, kuzey Kırım. (b) Tavrik serisi üzerinde uyumsuzlukla yer alan Havteriviyen/Barremiyen kumtaşı ve karbonatları, kuzey Kırım. (c) Tavrik Flişi içinde yer alan ve Noriyen yaşını veren Monotis salinaria isimli lamelibranş, kuzey Kırım. (d) Devrekani kuzeydoğusunda Akgöl Formasyonu içinde bulunan aynı fosil.

## 4.2. Jura metamorfik ve magmatik kayaları

Akgöl Formasyonu, Küre çevresinde granitoidik sokulumlar ve porfirler tarafından kesilmektedir (Şekil 4.1, 4.13). Seydiler ile Ağlı arasında Akgöl Formasyonu'nu kesen porfirler üzerinde uyumsuzlukla Bürnük ve İnaltı formasyonları yer alır. Ayrıca Bürnük Formasyonu'nun karasal konglomeraları içinde bol miktarda granitoid ve porfir çakılları gözlenir. Bu stratigrafik ilişkilere dayanarak Küre çevresinde yer alan sokulumların Jura yaşında olduğu belirlenmiştir (Boztuğ ve diğerleri, 1984; Yılmaz ve Boztuğ, 1986; Boztuğ ve diğerleri, 1995). Daha sonra Küre çevresindeki Jura granitoid yaşları diğer bölgelere taşınarak, tüm Orta Pontidler'deki sokulumların Jura yaşında olduğu ileri sürülmüştür. Fakat son yapılan jeokronolojik çalışmalar (Nzegge, 2007; bu çalışma) Orta Pontidler'deki bazı granitoidlerin daha yaşlı olduğunu ortaya koymuştur. Jura yaşı teyit edilen granitoidler daha çok Küre çevresinde kümelenmişir (Şekil 4.1, 4.13).

Jura sokulumları dışında İnebolu güneyinde geniş bir alanda yüksek dereceli metamorfik kayalar ve migmatitler yüzeyler (Tüysüz ve diğerleri, 2000). Yayınlanmış çalışmalarda ve haritalarda "granit" olarak gösterilen bu metamorfik kayalar Geme Kompleksi adı altında aşağıda tanımlanmıştır.

## 4.2.1. Geme Metamorfik Kompleksi

İnebolu güneyinde geniş bir alanda mostra veren Geme Kompleksi baskın olarak gnays, gnaysik mikaşist, migmatit, granit, amfibolit ve daha az oranda mermerden yapılmıştır (Tüysüz ve diğerleri, 2000). Bu birim üzerinde, Tüysüz ve diğerleri (2000) tarafından hazırlanmış hizmete özel TPAO raporu dışında, yayınlanmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Birim 1:500 000 ve 1:100 000 ölçekli jeoloji haritalarında granitoid olarak gösterilmiştir (Altun ve diğerleri, 1990; Uğuz ve diğerleri, 2002). Yılmaz ve Boztuğ (1986)'da yayınlanan Orta Pontidler haritasında birim Hayzer granitoidi olarak adlanmıştır. Kütlenin esas olarak metamorfik kayalardan yapılmış olması ve üzerinde ayrıntılı bir çalışma olmaması nedeni ile, birim üzerinde yer alan Geme Köyü'ne izafeten , Geme Metamorfik Kompleksi olarak isimlendirilmiştir. Geme Metamorfik Kompleksi'ne benzeyen fakat esas olarak milonitlerden oluşan metamorfik kayalar, Küre çevresinde ufak bir alanda mostra verir (Şekil 4.1, 4.13). Blastomilonitik özellik gösteren ve yoğun bir şekilde granitoidler tarafından kesilmiş bu kayalar Boztuğ (1992) tarafından Dönmeyol metamorfitleri olarak tanımlanmıştır.

Geme Kompleksi'nin kendisini çevreleyen Çağlayan Grubu ile olan dokanakları çoğu yerde faylı veya örtülüdür (Şekil 4.1). Topçu Köyü çevresinde iki birim arasındaki faylı dokanak 84° ile kuzeydoğuya eğimlidir ve fay boyunca 3-5 m kalınlıkta kataklastik bir zon gelişmiştir. Gedesye batısında ise iki birim arasındaki faylı dokanak 65° ile kuzeye eğimlidir. Sadece Gemedere ve Uvaz köyleri kuzeyinde Çağlayan Grubu'na ait kumtaşı, şeyl, silttaşı, tane ve moloz akıntılarının Geme Kompleksi'nin uyumsuzlukla örttüğü gözlenmiştir (Şekil 4.14b). Gemedere Köyü batısında 2067 numaralı lokasyonda Geme Kompleksine ait granitlerin üzerinde, genelde 1 cm ile 30 cm arası büyüklükte, yer yer bir metreye ulaşan granit ve İnaltı kireçtaşı blok ve taneleri içeren bir moloz akıntısı yer alır. Bu gözlem Germe Kompleksi'nin Alt Kretase veya öncesinde yeryüzüne çıktığına işaret eder; bu durum, ileride bahis edilecek, biyotitlerden elde edilen Orta-Üst Jura soğuma yaşları ile uyumludur. Geme Kompleksi güneyde, Geme ile Uvaz köylerinin güneyinde Dikmen Porfiri tarafından kesilmektedir.

Geme Kompleksi içinde gnayslar, milimetre ölçeğinde bandlaşma gösteren, esas olarak biyotit, kuvars ve feldispattan oluşan açık renkli kayalar oluşturur (Şekil 4.14c). Bazı kesimlerde kuvars ve feldispattan oluşan kesimler granitik bir özellik göstermekte ve biyotitçe zengin koyu renkli kesimleri 1-10 cm büyüklükte topaklar halinde içine almaktadır. Migmatitleşmenin bir sonucu olan bu ağ dokusu yaygındır (Şekil 4.14e). Gnayslar arasında 5 metre kalınlıkta seviyeler halinde şeritli orta-iri taneli piroksenli amfibolitler bulunur. Gnayslar bir ile on metre arası kalınlıkta granitik damarlar ve kütleler tarafından kesilmiştir (Şekil 4.14f).



Şekil 4.13. Orta Pontidlerin kuzey kesiminin jeoloji haritası



Şekil 4.14. Geme Kompleksi'ne ait arazi fotografları.(a-üst sol) Geme Kompleksi'nin genel görünümü. Arkadaki tepe metamorfik kayalardan yapılmıştır, metamorfik kayalar ön planda İnalti kireçtaşı blokları (beyaz) içeren Çağlayan Formasyonu ile dik faylı dokanaktadır. (b-üst sağ) Geme Kompleksi metamorfitleri üzerinde yer alan Çağlayan Grubu. Fotograftaki koni şekildeki ağaçlıklı tepe Çağlayan Grubu'na ait kumtaşı, şeyl ve moloz akıntılarından yapılmıştır. (c-orta sol) bandlı bir yapı gösteren gnayslar. (d – orta sağ) Geme metamorfitlerine ait migmatit dokusu gösteren bandlı biyotit gnays ve granitik damarlar. (e – alt sol) migmatitler. (f-alt sağ Geme metamorfitlerini kesen granitik damar, lokalite 3186.

### 4.2.1.1. Geme Metamorfik Kompleksi'nin petrolojisi

Geme Kompleksi'nden 21 numuneden ince kesit hazırlanmış ve petrografik olarak incelenmiştir. Numune dağılımları Şekil 4.1'deki jeoloji haritasında, incelenen numunelerdeki mineral dağılımı ise Çizelge 4.2'de verilmektedir. Geme pelitik gnayslarında metamorfizma sırasında basınç-sıcaklık koşullarını saptamak açısından kritik mineral parajenezi: "kordiyerit + granat + sillimanit + biyotit + kuvars + K-feldispat"tır (Şekil 4.15). Amfibolitlerde gözlenen parajenez ise "plajiyoklas + hornblend + klinopiroksen"dir. Geme metamorfitleri çok yüksek sıcaklıkta başkalaşım geçirmiştir, sıcaklık muskovitin duraylılık alanının üstüne çıkmıştır.



Şekil 4.15. Geme Kompleksi metapelitik gnayslarına ait mikrofotograflar. (a-sol) Granat (yüksek engebeli mineral), sillimanit (lifsi), kordiyerit (fotografın alt kenarındaki sarımsı krem rengi mineraller) ve biyotit (kızıl kahve) birlikteliği (numune 127-3). (b-sağ) Tipik fibrolit dokusal özelliği gösteren sillimanit kristalleri, kordiyerit, biyotit, kuvars, feldispat ve ilmenit ile birlikte gözükmektedir (örnek 127-4). Her iki fotografın uzun kenarı 1.5 mm'dir. Burada fotograflanan 127-3 ve 127-4 numaralı örnekler üzerinde elektron mikroprob ile mineral analizleri yapılmıştır.

-	gnays								
örnek no.	kordiyerit	granat	sillimanit	biyotit	feldspat	kuvars	muskovit	diopsid	hornblend
1403	х	x		x	х	x	(x)		
1405				х	х	x			
1407	х			х	х	x	3	1	
1408				x	х	x			
2024	х	х			х	x	(x)		
2027B	х			x	х	х			
2028A				x	х	x			
2028B	х			X	х	х			
2030	х			х	х	х			
2032A	х	х		х	х	х			
2034				x	х	х			
2060				x	х	х			
2063		х		X	х	х	(x)		
2082		х		х	х	х			
127-3	х	х	х	х	х	х		-	51 <del>-</del>
127-4	х	x	x	x	х	х		-	3 <b>.</b>
128		X		X	х	х			50 <b>2</b> 1
M2	х	x		X	х	х		-	-

Geme Metamorfik Kompleksi'nden derlenen numunelerin mineral içerikleri

1	arepora re	in thu aver							
2032B				х	х			х	х
108	- 1 <u></u> 1			-	х	111		х	х
110-3		9 <b>62</b>	-	-	х	1		х	X
(x) ikincil mineral									

diopsid-fels (piroksenli amfibolit)

Çizelge 4.2. Geme Metamorfik Kompleksi'nden derlenen örneklerin mineral içerikleri. Numune lokasyonları Şekil 4.1'deki haritada gösterilmiştir.

Geme Kompleksi'nden seçilen altı örnek (108-1, 110-3, 127-3, 127-4, 128 ve M2) üzerinde Almanya Bochum Üniversitesi'nde, birimin metamorfizma koşullarını saptamaya yönelik olarak, elektron mikroprob ile mineral analizleri yapılmıştır. Bu örneklerin modal bileşimi Çizelge 4.3'de, yalınlaştırılmış petrografik tanımları ise aşağıda verilmiştir.

Elektron mikroprob ile analiz edilen örneklerin kısa petrografik tanımları:

#### 127-3 Granat-kordiyerit gnays (Şekil 4.15)

İskeletimsi, çözülme gösteren granat porfiroblastları, kuvars, feldspat, biyotit, kordiyerit ve fibrolitik sillimanitten oluşan bir matriks içinde yer alır. Kayada, biyotitçe zengin ve kuvarso-feldispatik seviyelerin ardalanmasından oluşan bandlı bir yapı vardır. Ortalama tane boyu 0.2-0.5 mm.

#### 127-4 Granat-kordiyerit gnays (Şekil 4.15)

Orta taneli, bandlı gnaysik kaya. Seyrek, poikilitik granat porfiroblastları, kuvars, feldspat, biyotit, kordiyerit ve ilmenitten oluşan bir matriks içinde yer alıyor. Kayada ayrıca az oranda apatit ve ikincil muskovit bulunuyor. 1-3 mm kalınlıktaki bandlar biyotit-kordiyerit-sillimanit ve kuvarso-feldispatik seviyelerin ardalanması ile kendini belli ediyor. Kordiyeritlerin önemli bir kesimi pinitleşmiş, kayada ortalama tane boyu 0.2-0.5 mm.

#### M2 Granat-kordiyerit gnays

Orta taneli gnays. Seyrek, iskeletimsi, koyu renkli granatlar, kuvvetlice pinitleşmiş kordiyerit, kızıl kahve rengi biyotit, feldspat ve kuvars ile birlikte bulunuyor, kayada ayrıca az oranda ilmenit ve apatit yer alıyor. Ortalama tane boyu 0.1-0.4 mm.

#### 128 Felsik gnays

İri taneli felsik gnays. 0.1 mm'den daha küçük granat kristalleri ve ince taneli kızıl kahve renkli biyotitler iri taneli kuvars ve feldispattan oluşan bir hamur içinde yer alıyor. Kuvarso-feldspatik alanlarda mirmekitik ve pertitik yapılar bulunuyor.

#### 108 Diopsid-fels

Taneli yapılı, bandlı, diopsid, plajiyoklas ve hornblenden oluşan amfibolit. Bandlaşma 2-5 mm kalınlıkta hornblende + plajiyoklas ve diopsid + plajiyoklas seviyelerinin ardalanmasından oluşuyor. Plajiyoklas kuvvetli serisitleşme gösteriyor. Ortalama tane boyu 0.2-0.6 mm.

#### 110-3 Diopsid-fels

Plajiyoklas, diopsid ve hornblenden oluşan, iri taneli bandlı metabazik kökenli kaya. Kayada ayrıca az oranlarda sfen, kalsit ve opak mineraller yer alıyor. Bandlaşma santimetre mertebesinde ve diopsidçe zengin seviyelerin hornblendçe zengin seviyeler ile ardalanmasından oluşuyor.

Elektron mikroprob ile analiz edilen ve yukarıda tanımlanan örneklerin mineral kimyaları aşağıda kısaca irdelenecektir:

Granat – Granat, gnayslarda az oranda bulunan bir mineraldir. Genellikle poikilitik veya iskeletimsi porfiroblastlar yapar. Granatlar almandince zengindir (%67-82); daha az oranlarda spessartin (%18-20), pirop (%5-15) ve grossular (%2-5) üyelerini içerir (Şekil 4.16).

Kordiyerit - Metapelitik gnayslarda değişik oranlarda pinitleşme gösteren kordiyerit yer alır. Kordiyerit kayanın %10 ile %20'si arasını oluşturur. Analiz edilen kordiyeritlerde Fe/(Fe+Mg) oranı 0.4-0.6 arasındadır (Şekil 4.17).

Sillimanit - Bazı metapelitik gnayslarda sillimanit ince lifsel kristaller oluşturur. Bu fibrolit kristalleri biyotit ve kordiyerit ile beraberce bulunur ve kayada %2 ile %4'ü arasında bir oranda yer alır (Şekil 4.15). Analiz edilen sillimanitlerin bileşimi beklendiği gibi uç üyeye çok yakındır.

Biyotit - Tüm gnayslarda biyotit kayaç yapıcı bir mineral olarak %10 ile %30 arasında oranlarda yer alır; kızıl kahve rengi taze kristaller yapar. Analiz edilen biyotitlerin Fe/(Fe+Mg) oranı 0.5-0.8 arasındadır (Şekil 4.17).
	Geme	Metamorfik K	ompleksi			
	metapelitik g	nays			diopsid-f	els
	127-3	127-4	128	M2	108	110-3
Kordiyerit (kısmen pinitleşmiş)	13	15	-	18	-	-
Granat	1	2	2	3	-	-
Sillimanit	4	2	-	-	-	-
Biyotit	22	25	8	28	-	-
plajyoklas	- 36	31	18	22	3	41
K-feldsat	50	51	40	22	-	-
kuvars	21	23	40	27	-	-
diopsid	-	-	-	-	33	35
hornblend	-	-	-	-	24	20
ilmenit	2	2	Tr	2	2	-
manyetit	1	-	-	-	-	2
epidot	-	-	-	-	2	-
sfen	-	-	-	-	2	1
klorit			2	tr	tr	1
apatit		tr	tr	tr	-	-

Çizelge 4.3. Geme Metamorfik Kompleksinde elektron mikroprob ile analizi yapılan metapelitik gnaysların ve diyopsid-felslerin yaklaşık modal mineral bileşimleri. Tr, %0,5'den daha az.

Plajiyoklas - Gnayslarda plajiyoklas yaygın olarak yer alır. İnce kesitte plajiyoklası K-feldspardan petrografik olarak ayırmak güç olduğu için, Çizelge 2'de kayadaki tüm feldspat oranı verilmiştir (%20-50). Analiz edilen metapelitik gnayslarda anortit oranı oldukça değişkendir (0.05 ile 0.35 arasında, Şekil 4.18). Diopsid-felslerde plajiyoklas en yaygın mineralerdir, %35-45 arası oranlarda bulunur ve anortit oranları 0.2 ile 0.9 arasında değişir. Bu geniş aralık plajiyoklasın ikincil bozuşmasının bir sonucu olmalıdır.

K-feldspar - Birçok metapelitik gnaysda K-feldspar yer alır. Kimyasal olarak uç üyeye yakındır; az oranlarda Na ve Ca içerir.

Diopsid - Diopsid metabazik kökenli diopsid-felslerde kayaç yapıcı mineral olarak %30-40 arasında yer alır. Diopsidlerin Fe/(Fe+Mg) oranı 0,32 ile 0,65 arasında değişir (Şekil 4.17).

Hornblend - Diopsid-felsleri oluşturan üç ana mineralden bir tanesi de hornblendir. Hornblend kahverenginden koyu yeşile değişen renklerde orta taneli kristaller oluşturur. Leake ve diğerleri (1997) sınıflamasına göre analiz edilen amfiboller çermakit ve hornblend sınıfına girer.

Diğer mineraller - İlmenit hem metapelitik gnayslarda hem de diopsid felslerde az oranda yer alır (Çizelge 4.3). Sfen ve epidot diopsid-felslerde bulunan diğer tali minerallerdir.



Şekil 4.16. Geme metamorfitlerinden analiz edilen granatların kimyasal bileşimleri.



Şekil 4.17. Geme metamorfitlerinden analiz edilen kordiyerit, biyotit, granat ve diyopsid minerallerinde Fe/(Fe+Mg) dağılımı.



Şekil 4.18. Geme metamorfitlerinden analiz edilen plajiyoklas minerallerinde Ca/(Ca+Na) dağılımı.

#### Geme Metamorfitlerinin basınç-sıcaklık koşulları

Geme metamorfitleri çok yüksek sıcaklıkta ve düşük basınçlarda başkalaşım geçirmiştir; sıcaklık muskovitin duraylılık alanının üstüne çıkmıştır. Geme metamorfitlerinde mineral parajenezlerinden ve analiz edilen örneklerdeki mineral bileşimlerinden yola çıkarak metamorfizmanın basınç ve sıcaklık koşullarını saptamaya yönelik bir çalışma yapılmıştır. Kayalarda sillimanitin ve K-feldspatın bulunması ve muskovitin genelde birincil mineral olarak gözlenmemesi, metamorfizmada sıcaklığın muskovit + kuvarsın duraylılık alanının üstüne çıktığını göstermektedir (Şekil 4.19):

Muskovit + kuvars = K-feldspat + sillimanit +  $H_2O$ 

Şekil 4.19'de görüleceği gibi yukarıdaki tepkime metamorfizma sırasında sıcaklığın 700 °C'nın üzerinde olduğunu göstermektedir.

Elektron mikroprob ile incelenen örneklerde çok sayıda birbiri ile temasta olan granat-biyotit mineralleri analiz edlimiş ve metamorfizma sırasında sıcaklığı saptamak için granat-biyotit jeotermometresi uygulanmıştır. Hodges ve Spear (1982) kalibrasyonuna göre elde edilen metamorfizma sıcaklıkları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bu çizelgeden görüleceği gibi 4 kbar basınçta sıcaklıklar genelde 625 ile 725 °C arasında değişmektedir. 700 °C'den düşük sıcaklıklar gerileyen metamorfizma etkisi ile açıklanabilir.

Geme metamorfitlerinde sillimanitin varlığı ve sıcaklığın yaklaşık 700 °C'nın üzerinde olması, metamorfizması sırasında basınç değerlerini 1 ile 9 kbar arasında sınırlamaktadır. Kordiyeritin varlığı, metamorfizma basıncının bu basınç aralığının alt kesimlerinde olduğuna işaret eder. 3,5 -4. kbar'ın üstünde Fe-kordiyerit aşağıdaki tepkime ile granat ve sillimanite dönüşmektedir (Şekil 4.19):

Fe-kordiyerit = Fe-granat + sillimanit + kuvars + H<sub>2</sub>O

Metapelitik gnayslarda kordiyeritin granat, sillimanit ve kuvars ile beraber bulunması, basınç koşullarının yukarıdaki tepkime çevresinde olduğuna işaret eder. 127-3 numaralı örnekte temsili granat, plajiyoklas, biyotit bileşimleri kullanarak THERMOCALC programı ile yapılan hesaplamalar yaklaşık 4 kbar bir basınca işaret etmektedir. Mineral denge verileri Geme metamorfizması sırasında sıcaklığın 720 ± 40 °C, basıncın ise 4 ± 1 kbar olduğunu göstermektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Geme metamorfizmasının zirve basınç ve sıcaklık koşullarını gösteren diyagram. 127-3 numara ile gösterilen tepkimeler bu örnekteki mineral bileşimlerinden THERMOCALC programı ile hesaplanmıştır. Kısaltmalar: alm, almandin; an, anortit; fcrd, Fe-kordiyerit; gr, grossular; ku, kuvars; mu, muskovit; sill, sillimanit.

	_		Ö	rnek	x M2	•						örne	ek 12	28			
				biyo	tit							biy	yotit				
	33	42	48	53	64	67	69	75	118	120	128	130	134	136	140	143	155
Fe/Mg	1.15	1.15	1.20	1.20	1.22	1.15	1.18	1.30	1.68	1.69	1.69	1.55	1.53	1.59	1.63	1.70	1.59
				gran	at				granat								
Fe/Mg	5.68	5.15	5.65	6.05	5.44	7.19	6.11	6.98	8.40	7.50	6.57	8.03	7.54	7.73	6.72	7.08	7.03
Xgross	2.8	2.6	3.3	4.2	4.9	2.7	3.4	3.1	1.8	2.6	2.3	2.5	2.6	2.5	2.1	2.6	1.9
К	4.94	4.50	4.69	5.656.055.447.196.113.34.24.92.73.44.695.044.486.275.16		5.38	5.01	4.45	3.88	5.18	4.92	4.86	4.13	4.16	4.43		
lnK	1.60	1.50	1.55	1.62	1.50	1.84	1.64	1.68	1.61	1.49	1.36	1.64	1.59	1.58	1.42	1.43	1.49
Ρ	4 kbar	-							4 kbar								
<b>T</b> (°C)	632	669	654	631	680	550	619	602	623	673	732	614	633	638	703	701	672
Ρ	2 kbar								2 kbar								
<b>T</b> (°C)	624	660	646	623	672	543	611	595	615	665	723	606	625	630	694	693	664
Ρ	10 kba	ar							10 kbar								
<b>T</b> (°C)	656	693	679	655	705	572	642	626	647	698	758	637	657	662	729	727	697

biyotit 83 89 91 104 106 109 165 166 173 173 178 182 184 Fe/Mg 1.99 2.16 2.25 1.76 1.68 1.67 1.78 1.73 2.25 2.25 2.13 1.84 2.02 incl incl incl inc granat Fe/Mg 8.09 10.16 10.83 8.20 7.08 7.76 5.68 5.68 10.80 12.18 9.55 8.56 7.00 Xgross 2.8 3.0 2.7 2.7 2.5 3.0 2.4 4.1 4.1 3.6 3.8 2.8 3.3 К 4.80 4.65 4.21 4.63 3.20 3.29 4.80 4.6 4.71 5.41 4.48 4.65 3.47 InK 1.40 1.55 1.57 1.54 1.44 1.53 1.16 1.19 1.57 1.69 1.50 1.54 1.24 Ρ **T** (°C) 713 651 642 656 838 822 647 698 656 604 671 655 791 Ρ **T (°C)** 704 642 634 648 689 647 829 812 639 596 662 647 782 Ρ T (°C) 739 675 666 681 723 680 867 851 671 627 695 680 819

örnek 127-4

Çizelge 4.4. Geme metamorfitlerinde granat-biyotit jeotermometre sonuçları. Metamorfizma sırasında sıcaklık, üç basınç değerine göre (2, 4 ve 10 kbar) hesaplanmıştır.

### 4.2.1.2. Geme Metamorfik Kompleksi'nin yaşı

Geme Kompleksi metamorfizmasının yaşı ile ilgili yayınlanmış jeokronolojik veri bulunmamaktadır. Orta Jura (163 Ma) yaşındaki Dikmen Porfiri tarafından kesilmesi, Orta Jura (Kalloviyen) öncesi bir metamorfizmaya işaret eder. Çağlayan Grubu ile olan uyumsuz stratigrafik ilişkisi, Geme Kompleksi metamorfitlerinin Erken Kretase'de (Barremiyen-Apsiyen) yeryüzüne çıkmış olduğunu göstermektedir.

Geme metamorfizmasının yaşını saptayabilmek için gnayslardan ve onları kesen granitik damarlardan mika ve zirkon mineralleri ayrılmış ve bu mineraller sırası ile Ar-Ar ve lazer ablasyon ICP-MS yöntemi ile analiz edilmiştir. Örnek lokasyonları Şekil 4.1'deki haritada gösterilmiş, örneklerdeki mineral topluluğu Çizelge 4.2'de ve Ar-Ar yaş tayini sonuçları Şekil 4.20 ve Çizelge 4.5'de özetlenmiştir. Yaş tayini yapılan örneklerin petrografik özellikleri ve Ar-Ar ve U-Pb analitik verileri raporun ekinde verilmiştir.

Tek-tane-fuzyon yöntemi ile üç gnays (1405, 2024 ve 2082 numaralı örnekler) ve bir damar granitoidi örneğindeki (örnek 2027A) biyotitler yaşlandırılmıştır. Örneklenen granitoid damarı, 10-m kalınlıkta olup gnaysları ve gnayslardaki bandlaşmayı kesmektedir. Üç gnays örneği sırası ile 161 ± 3 Ma, 169 ± 5 Ma ve 162 ± 11 Ma (Çizelge 4.5, Şekil 4.20) biyotit Ar-Ar yaşları vermiştir. Granitoid örneğindeki biyotitlerden de benzer bir Ar-Ar yaşı (158 ±5 Ma) elde edilmiştir. Biyotitte Ar-Ar kapanım sıcaklığı genellikle 300°C (Harrison ve diğerleri, 1985) olarak kabul edilmektedir. Buna göre Geme Kompleksi'nin sıcaklığı Orta Jura'da (164 Ma, Kalloviyen) 300°C'ye inmiştir.

Zirkon U-Pb analizi için bir gnays örneğinden (2024) ve gnaysları kesen iki granitoid damarından (2027A ve 3187) zirkonlar ayrılmıştır. Gnays örneğindeki (2024) zirkonlar, 2850 Ma ile 378 Ma arasında değişen kalıntı zirkon yaşları vermiştir (Şekil 4.21). Bu yaş aralığı, raporun ileriki sayfalarında tanımlanan Karaman sokulumu zirkonlarından elde edilen zirkon yaşları ile yakın bir benzerlik sunar (bakınız Şekil 4.21). Granitoidik damarlardan alınan örneklerdeki (2027A ve 3187) zirkonlardan ise iki yaş topluluğu elde edilmiştir. Birinci topluluk 2850 ile 250 Ma arası değişen kalıntı zirkonlardan oluşur (Şekil 4.21). İkinci topluluk ise granit eriyiğinden kristalleşmiş olarak yorumlanan Jura yaşında zirkonlardan yapılmıştır. Jura yaşları iki farklı granitoidik damardan alınan örneklerde sırası ile 172 ± 3 Ma (örnek 3187) ve 171 ± 8 Ma (örnek 2027A) olarak saptanmıştır (Şekil 4.22 ve 4.23). 172 Ma'lik yaş granitoidik damarların sokulum yaşı olarak yorumlanmıştır.



Şekil 4.20. Orta Pontidler'in kuzey kesiminden bu çalışma kapsamında elde edilen Ar-Ar mika ve U-Pb zirkon yaşları.

Birim	kaya tipi	Numune no.	Lokasyon (UTM koordinatları)	Ar-Ar biyotit ve muskovit (mu) yaşları (Ma)	U-Pb zirk (N	on yaşları 1a)
					yaş aralığı	genç yaş topluluğu
	gnays	1405	36T 05 46 000 - 46 40 894	161 ± 3	÷.	-
Geme	gnays	2024	36T 05 54 178 - 46 37 785	169 ± 5	379-2594	
Kompleksi	gnays	2082	36T 05 44 491 - 46 38 116	162 ± 11	-	
	granitik damar	2027	36T 05 53 893 - 46 37 383	158 ± 5	223-2397	171 ± 8
	granitik damar	3187	36T 05 52 802 - 46 37 283	-	168-835	172 ± 2
Devrekani Massifi	gnays	1232	36T 05 79 979 - 46 05 196	146 ± 2 151 ± 1 (mu)	-	-
Dikmen Porfiri	dasit	1946	36T 05 46 820 - 46 32 484	$163 \pm 4$	-	-
Karaman	dasit	1723	36T 05 54 646 - 46 31 215	162 ± 4	-	н
Pluton	granodiyorit	3123	36T 05 53 340 - 46 33 974	-	389-2779	-
Çangaldağ	metadasit	3160	36T 06 10 032 - 46 04 333	-	-	168 ± 1
Kompleksi	metadasit	4046	36T 05 92 750 - 46 12 765	-	<u>.</u>	169 ± 2

Çizelge 4.5. Proje kapsamında Geme Metamorfik Kompleksi ve Jura sokulumlarından elde edilen Ar-Ar ve zirkon yaşları. Analitik veriler için raporun ekine bakınız.

Granitoidik damarlar Geme metamorfitlerini kesmektedir; buna göre Geme Kompleksi'nin deformasyonu ve metamorfizması granitoidik damarların sokulumundan daha önce olmalıdır. Fakat granitoidik magma, Geme metamorfizmasına yol açan olayın bir parçası olduğu düşünülürse, Geme metamorfizmasının yaşının da 172 Ma'ye çok yakın olduğu söylenebilir. Jeokronolojik veriler Geme Kompleksi'ni etkileyen yüksek sıcaklık metamorfizmasının zirve koşullarının Orta Jura'da (yaklaşık 172 Ma) olduğunu ve kayaların 300° C sıcaklığa yine Orta Jura'da (Kalloviyen, 164 Ma) indiğine işaret etmektedir.



Şekil 4.21. Geme Metamorfik Kompleksi ve Karaman Plutonu'ndan derlenen örneklerden elde edilen kalıntı zirkon yaşları.



Şekil 4.22. Geme gnasylarını kesen bir granitik damardan (2027A numaralı örnek) elde edilen genç zirkon yaşları.



Şekil 4.23. Geme gnasylarını kesen bir granitik damar örneğinden (3187) elde edilen zirkon yaşları. Üstteki grafik tüm zirkon yaşlarını, alttaki grafik ise sadece genç yaşları vermektedir.

Geme Kompleksi metamorfitlerinde ve Jura granitoyidlerinde saptanan kalıntı zirkonlar, bu kayaların kökeni hakkında bilgi verebilir. Bu kayalardaki kalıntı zirkonlar baskın olarak geç Neoproteroyik ve Paleozoyik yaştadır (Şekil 4.21); bu yaşların yanısıra az sayıda Paleoproterozoyik ve Arkeyen zirkonlar da bu kayalarda yer alır. Arkeyen yaşlı zirkonlar yuvarlanmıştır (Şekil 4.24) ve muhtemelen kuzeyden Doğu Avrupa Kratonu'ndan gelmiştir. Buna karşın Neoproterozoyik zirkonlar özşekillidir (Şekil 4.24) ve magmatik zonlanma gösterir. Bazı Neoproterozoyik zirkonların Karbonifer yaşlı çeperleri bulunur (Şekil 4.24). Sakarya Zonu'nun kristalen temeli Neoproterozoyik ve Hersiniyen yaşlı kayalardan yapılmıştır. Bu yaşlardaki zirkonların Geme Kompleksi ve Jura magmatitleri içinde yaygın olarak bulunuşu, bu birimlerin Sakarya Zonu'nun Jura'da remobilize olmuş temel kayalarını temsil ettiğini gösterir.



Şekil 4.24. Analiz edilen zirkon örneklerinin kothodoilluminesens görüntüleri.

### 4.2.1.3. Dönmeyol Miloniti

Küre kuzeybatısında sınırlı bir alanda mostra veren birim ilk defa Boztuğ (1992) tarafından tanımlanmıştır. Boztuğ (1992) Dönmeyol metamorfitinin "piroksen gnays, sillimanit mika gnays ve kalksilikat gnaysdan" oluştuğunu granitik damar kayaçları ile kesildiğini ve üzerine Geç Jura yaşlı İnaltı Formasyonu'na ait kireçtaşlarının uyumsuzlukla geldiğini belirtir. Jura uyumsuzluğu dışında diğer tespitler tarafımızdan teyit edilmiştir; birimin Jura kireçtaşı blokları içeren Çağlayan Grubu ile olan dokanağı faylıdır (Şekil 4.25b). Boztuğ (1992) gnayslarda sillimanit ile beraber olasılı pinitleşmiş kordiyerit mineralinin varlığını da belirtir.

Dönmeyol metamorfiti güneyde Karaman granitoidi tarafından kesilmiş, kuzeyde Çağlayan Grubu çökelleri ile dik eğimli faylı dokanaklı (Şekil 4.25b), birkaç yüz metre kalınlıkta birkaç kilometre uzunlukta ufak bir mostra oluşturur (Şekil 4.1). Bu kayaları Geme metamorfik kayalarında ayıran en önemli husus çok kuvvetli bir milonitik dokuya sahip olmalarıdır (Şekil 4.25a, Tüysüz ve diğerleri, 2000). Milonitik foliasyon düşeye yakın eğimlidir, zayıf yataya yakın bir lineasyon yer yer gözlenmiştir. Bu yapının oluşmasına yol açan, yanal atımlı makaslama zonu, mikroyapılara göre muhtemelen sağ yönlüdür. Makaslama zonu metamorfizma sırasında veya hemen sonrasında, Karaman granitoidinin sokulumundan (Orta Jura 162 Ma) önce çalışmış olmalıdır.



Şekil 4.25. Dönmeyol Milonitine ait arazi fotografları. A (sol) Dönmeyol milonitine ait düşey foliasyonlu ince taneli milonitik gnayslar. B (sağ) Dönmeyol miloniti (sağda) ile Çağlayan Formasyonu arasında dik eğimli faylı dokanak. Dokanak boyunca gözlenen kireçtaşı duvarı dokanağın eğimini vermektedir.

### 4.2.1.4. Devrekani Metamorfitleri

Geme Kompleksi'nin 40 km güneydoğusunda yer alan Devrekani metamorfitleri (Şekil 2.3 ve 4.13) litoloji ve metamorfizma derecesi açısından Geme Kompleksine benzerlik sunar. Devrekani Metamorfitleri amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş yüksek dereceli metamorfik kayalardan oluşur. Devrekani metamorfitlerinin ana mostrası Devrekani doğusunda yer alır (Şekil 2.3 ve 4.13). Bu bölgede Devrekani metamorfitleri gnays, mermer ve şistten yapılmıştır (Yılmaz, 1980). Gnayslarda kritik mineral parajenezi "sillimanit + granat + biyotit + muskovit + K-feldspar + kuvars"tır (Yılmaz, 1981). Kalksilikat gnayslarda yüksek sıcaklıklara işaret eden diyopsid ve skapolit mineralleri gelişmiştir. Yılmaz (1980) Devrekanı Metamorfitleri üzerine uyumsuzlukla Jura yaşlı konglomera ve kumtaşlarının geldiğini belirtir. Devrekani Metamorfitleri güneyde Çangaldağ Kompleksi üzerine bindirmiştir. Aydın ve diğerleri (1995) Devrekani Metamorfitleri güneyde Çangaldağ Kompleksi üzerine bindirmiştir. Aydın ve diğerleri (1995) Devrekani'nin 6 km doğusundan aldığı bir gnays örneğinden 311 ± 6 Ma (Geç Karbonifer) bir K/Ar yaşı tanımlamaktadır. Buna karşın Ustaömer ve Robertson (1997) iki gnays örneğinden Erken Kretase (134 Ma, 132 Ma) K/Ar tüm kaya yaşları elde etmiştir. Yılmaz ve diğerleri (1996-1997) sekiz gnays örneği üzerinde biyotit, muskovit ve hornblend K-Ar tayinleri yapmıştır. Muskovit yaşı 168 Ma, hornblend yaşları 166, 177, 196 Ma, biyotit yaşları ise 149 Ma, 151 Ma, 154 Ma, 162 Ma, 170 Ma, 179 Ma olarak verilmektedir. Ustaömer ve Robertson (1997) çalışması dışında, yukarıda atıf verilen diğer makalelerde jeokronolojik yaşlar ile ilgili analitik veriler sunulmamıştır.

Devrekani metamorfitlerinin Geme metamorfizması ile olan zaman ilişkisini ortaya koymak üzere Devrekani doğusundan örnekler derlenmiştir. Bir kuvarso-feldispatik gnays örneğinden (1232) muskovit ve biyotit taneleri ayrılmış ve İngiltere'de Open University'de Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Muskovit Ar-Ar yaşları 141±2 ile 150±2 Ma, biyotit Ar-Ar yaşları ise 149±1 ile 152±1 Ma arasında değişmektedir (Şekil 4.13, Çizelge 4.5). Bu veriler Yılmaz ve diğerleri (1996-1997)'nin Devrekani metamorfitlerine ait sekiz gnays örneğinde yaptırdıkları biyotit, muskovit ve hornblend K-Ar tayinleri ile genelde uyumludur (muskovit yaşı 168 Ma, hornblend yaşları 166, 177, 196 Ma, biyotit yaşları ise 149 Ma, 151 Ma, 154 Ma, 162 Ma, 170 Ma, 179 Ma). Buna karşın Ustaömer ve Robertson (1997) Devrekani metamorfitlerinden derledikleri iki gnays örneğinden elde ettikleri Erken Kretase (134 Ma, 132 Ma) yaşları aykırı durmaktadır. Erken Kretase yaşları tüm kayadan elde edilen K-Ar yaşlarıdır; tüm kaya yaşları yorumlanması güç, pek sağlıklı olmayan yaşlar olduğu dikkate alınmalıdır. Ar-Ar ve K-Ar izotopik mineral yaş verileri Devrekani metamorfitlerinin soğumasının, 500 °C sıcaklık altına inmesinin, Jura'da olduğuna işaret etmektedir. Devrekani metamorfitleri Devrekani Granitoidi tarafından kesilmektedir. Devrekani Granitoidi'nden elde edilen 171 Ma'lık zirkon U-Pb yaşları (Nzegge, 2007) metamorfizma zirve sıcaklık değerlerinin 171 Ma'den önce olduğuna işaret eder. Litoloji, metamorfizma derecesi, tektonik konum ve jeokronolojik yaşlar açısından Geme Kompleksi ve Devrekani metamorfitleri birbirine benzer ve çok muhtemelen ortak bir metamorfik tarihçeye sahiptir.

# 4.2.2. Jura yaşlı magmatik kayalar

Orta Pontidler'in kuzey kesimlerinde, özellikle Küre çevresinde Jura yaşlı magmatik kayalar lavlar, piroklastik akıntılar, dayklar, siller ve sığ sokulumlar oluşturur (Şekil 4.1 ve 4.13). Sığ sokulumlar genellikle zonlu yapı gösteren plajiyoklas, biyotit ve seyrek olarak kuvars fenokristalleri içeren porfirler tarafından temsil edilir. Küre çevresinde ayrıntılı çalışılan ve yaşları jeokronolojik olarak tespit edilen bazı sokulumlar aşağıda tanımlanmıştır.

### 4.2.2.1. Karaman Sokulumu

Küre kuzeybatısında yer alan Karaman sokulumu 5 km'ye 5 km büyüklükte kütle oluşturur (Şekil 4.1). Karaman sokulumu Küre Kompleksine ait flişi ve serpantiniti ve Dönmeyol metamorfitini açık intrüzif dokanaklarla kesmektedir (Şekil 4.1 ve 4.26b, c). Karaman Sokulumu uyumsuzlukla Erken Kretase yaşlı Çağlayan Grubu ile örtülür (Şekil 4.26a).

Boztuğ (1992a) ve Boztuğ ve diğerleri (1995) Karaman sokulumunu Battallar ve Karaman olarak ikiye ayırmış, Battallar sokulumunun kuzeyde yer aldığını, daha iri taneli tam kristalli bir dokuya sahip olduğunu ve Karaman sokulumunu kestiğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda bu gözlem teyit edilememiş, bölgede zonlu yapı gösteren tek bir kompozit sokulumun var olduğu belirlenmiştir. Karaman Sokulumu ismini verdiğimiz bu intrüzif kütlenin çekirdeğinde orta taneli, mikrodiyorit-mikrogranodiyorit arası bileşimler gösteren derinlik kayaları mostra verir; bunlar dasit-porfirler tarafından çevrelenmiştir (Şekil 4.1). Çekirdekteki mikrodiyoritlerin ilk oluşan magmadan kristalleştiği, daha sonra bunların daha asitik, granitoidik bir magma tarafından kesildiği belirlenmiştir (Şekil 4.26 e). Battallar kuzeyinde bir lokalitede (3865) granodiyorit içinde birkaç metre büyüklükte peridotit ve gabro enklavları saptanmıştır. Bu enklavlar da ilk başta var olan mafik magmatik bir kütlenin varlığını desteklemektedir.



Şekil 4.26. Karaman Sokulumuna ait arazi ve mikroskop fotografları. A (üst sol) Karaman sokulumunun genel görünümü. Açık renkli gözüken vadi yamacı granitoid ve porfirden yapılmıştır. Yolun üzerindeki ormanlık kesim, granitoid üzerinde uyumsuzlukla yer alan, kireçtaşı bloklu Çağlayan Grubu çökellerinden oluşmuştur. B (üst sağ) Akgöl Formasyonu'na ait şeyl ve siltaşlarını kesen Karaman porfiri. C (orta sol) Ultramafik kayaları (solda) kesen Karaman porfiri. D (orta sağ) Karaman granitoidi içerisinde enklav olarak bulunan Geme gnaysı, lokalite 3122. E (alt sol) Karaman sokulumunda diyoriti kesen granitoid, lokalite 3122. F (alt sağ) Karaman sokulumunun büyük bir kesimini oluşturan porfirik dasitlerin mikrofotografı (örnek 1723). Biyotit ve kuvars fenokristalleri ince taneli bir hamur içinde yer alıyor. Fotografın uzun kenarı 1,5 mm'dir. Bu örnekten Ar-Ar yaş tayini için biyotit ayrılmıştır.

Karaman Sokulumu'ndan 24 adet örnek petrografik olarak incelenmiştir. Bu örneklerin petrografik özellikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Mikrogranodiyoritte mineral bileşimi plajiyoklas + biyotit + kuvars ± hornblend ± kordiyerit'tir. Porfirlerde ise plajiyoklas, biyotit, kuvars ve yer yer hornblend fenokristalleri, aynı minerallerden oluşan ince taneli bir hamur içinde yer alır. Seyrek gözlenen diğer fenokristal fazları ise ojit ve granattır. Biyotitler yaygın bir şekilde kloritleşme gösterir.

Boztuğ ve diğerleri (1995)'den alınan Karaman Sokulumuna ait 20 tüm kaya analizi Şekil 4.27'de gösterilmiştir. Bu diyagrama göre Karaman Sokulumu'nun bileşime bazaltik andezitten dasite kadar bir değişim sunar.



Şekil 4.27. Küre çevresindeki Jura magmatitlerinin toplam silika-alkali (TAS) diyagramı. Jeokimya verileri şu kaynaklardan alınmıştır: Çangaldağ lavları (Ustaömer, 1993; Ustaömer and Robertson, 2000), Sada ve Dikmen lavları (Tüysüz ve diğerleri, 2000), Dikmen Porfiri (Tüysüz ve diğerleri, 2000), Ağlı Porfiri (Yılmaz ve Boztuğ, 1987), Sallamadağ Porfiri (Boztuğ, 1992), Karaman Plutonu (Boztuğ ve diğerleri, 1995), Devrekani Plutonu (Ustaömer, 1993), Asarcık Plutonu (Boztuğ ve diğerleri, 1995). Alkali-subalkali ayrım çizgisi Irvine ve Barager (1971)'e göre çizilmiştir. Bu diyagram değerlendirilirken biyotitlerin yaygın bir şekilde kloritleştiği, bu nedenle alkali değerlerinin olması gerekenden daha düşük olduğu göz önüne alınmalıdır.

Karaman sokulumunun yaşı Küre ultramafik kütlesine bir üst yaş sınırı vermesi açısından önemlidir. Aydın ve diğerleri (1995) Küre batısındaki bir dasitten alınan 165 Ma Rb-Sr yaşa değinmektedir. Numunenin konumu, mineral veya toplam kaya yaşı olduğu belirtilmeyen ve analitik verileri sunulmayan bu izotopik yaş olasılıkla Karaman sokulumundan alınmıştır. Karaman sokulumunun yaşını saptamak için bir porfirik dasit örneğinden (1723) Ar-Ar analizi için biyotit, diğer bir örnekten (3123) ise U-Pb yaş tayini için zirkon mineralleri ayrılmıştır. Biyotitleri ayırmak için kloritleşmenin en az olduğu bir dasit-porfir örneği seçilmiştir (örnek 1723, Şekil 4.26f). Karaman dasit-porfir örneğinden analiz edilen on biyotit tanesi 162 Ma'lik bir Orta Jura yaşı vermiştir (Şekil 4.20, Çizelge 4.5). 3123 numaralı mikrogranodiyorit örneğinden ayrılan zirkon yaşları 2819 Ma ile 377 Ma arasında saçılmaktadır (Şekil 4.21). Bu durum zirkonların tümünün kalıntı kökenli olduğuna işaret eder ve bölgede saptanan yüksek sıcaklık metamorfizması ile uyumludur.

				ро	rfirik doku	ı, fenokris	taller		ince taneli
l s	Karaman okulumu	kuvars	plajiyoklas	biyotit	kloritleşmiş biyotit	hornblend	kloritleşmiş hornblend	diğer mineraller	feldispatik hamur
1706	andezit	-	х	-	х	-	-	-	x
1717	dasit	х	x	X	x	-	1	granat	x
1723	dasit	х	x	Х		-	I		x
1726	dasit	-	x	х	х	-	-	-	x
3783	dasit	х	x	х	х	-	1	-	
3785	dasit		x	X		x			
3794	dasit		x			х		augite	
3798	dasit	х	x	x	х				
3829	dasit	х	x	х					
3867	dasit	х	x						
3869	dasit		x	x	х				

				gra	anuler, tai	n kristalli	doku		diğer
k Si	Karaman okulumu	kuvars	plajiyoklas	biyotit	kloritleşmiş biyotit	hornblend	kloritleşmiş hornblend	diğer mineraller	özellikler
1709A	granodiyorit	x	x	х	x	-	-	muskovit	deforme, zonlu plajiyoklas
1709B	granodiyorit	х	х	х	х	-	-	-	zonlu plajiyoklas
1728	granodiyorit	х	х	х	-	х		-	zonlu plajiyoklas
3685A	gabbro					х			
3685B	peridotite							serpentinite, spinel	
3708	granite	х	x	x	-			cordierite	
3788	granite	х	х			x		cordierite	
3789	granite	х	х	х	х				
3790	granite	х	x	х	х				
3830	qtz-diorite	х	х	х		X			
3832	granite	х	х	х		X			
3833	diorite		х	Х		x			
3833B	granite	Х	х	х					

Çizelge 4.6. Jura yaşlı Karaman sokulumundan petrografik olarak incelenen örneklerdeki mineral dağılımı. Örnek lokasyonları için Şekil 4.1'e bakınız.

### 4.2.2.1. Dikmen Porfiri

Küre batısında kuzey-güney uzanımlı Dikmen Dağı masif, tekdüze andezitik ve dasitik porfirlerden yapılmıştır (Şekil 4.1). Birim, Yılmaz ve Boztuğ (1986) tarafından adlanmıştır. Sığ bir sokulum olduğu düşünülen andezit ve dasitler kırıklı, altere, taze yüzeylerde gri, ayrışmış yüzeylerde kahverengi, 0.5 mm büyüklükte zonlu plajiyoklas ve biyotit fenokristallerin ince taneli bir hamurda yer aldığı, porfirik dokulu kayalar oluşturur (Şekil 4.28a). Seyrek olarak volkanitlerde plajiyoklas ve biyotit fenokristalleri yanısıra iri kuvars kristalleri de gözlenir ve buna bağlı olarak kaya bileşimi andezitten dasite doğru uzanır (Şekil 4.27). Dikmen andeziti doğu kenarında yer yer ince taneli mikrogranitik kayalara geçiş gösterir. Masif yapısı, büyük kalınlığı ve herhangi sedimenter bir araseviye içermemesi Dikmen Porfiri'nin çok sığ bir sokulum olduğuna işaret eder.



Şekil 4.28. Dikmen Porfirine ait arazi ve mikroskop fotografları . A (sol) Dikmen Porfiri'nin arazi görünümü. Plajiyoklas fenokristalleri ince taneli bir hamurda yer almaktadır. B (sağ) Dikmen porfiritik andezitine ait 1946 numaralı dasit örneğinin tek nikolde çekilmiş mikrofotografı. Mikrofotografın uzun kenarı 0.8 mm uzunluğundadır. Bu örnekten ayrılan biyotit kristalleri üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayini Orta Jura'ya (Kalloviyen) karşılık gelen 163 Ma yaş vermiştir.

Dikmen Porfiri içinde yer yer enklavlar olarak Akgöl Formasyonu'na dahil edilebilecek siyah şeyller bulunur (lokalite 1934). Dikmen Porfiri doğu kenarı boyunca Ulus Formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir. Bu sınıra dik olarak Yayla Köyü çevresinde proje elemanları ile beraber bir kesit ölçülmüştür. Yayla kesitinde tabanda çakıllı, seyrek kavkılı kumtaşı ve silttaşları yer alır; bu klastik kayalar üzerinde 6-7 metre kalınlıkta mercanlı, kavkılı bir kireçtaşı (muhtemelen blok), daha üstte ise seyrek andezit taneli kalsitürbiditler gelmektedir. İstifin daha üst kesimlerinde, kireçtaşı çakıl ve bloklu yoğun olistostrom seviyeleri yer alır. Kireçtaşlarının olistostromlar içinde blok olduğunun anlaşılamaması nedeni ile bazı çalışmalarda (örn., Altun ve diğerleri, 1990; Uğuz ve diğerleri, 2002), Dikmen Andeziti'nin doğusu Jura yaşta İnaltı Formasyonu kireçtaşları olarak gösterilmiştir.

Dikmen Porfiri'den petrografi ve jeokronolojiye yönelik 15 örnek alınmış ve bu örneklerin ince kesitleri yapılmıştır. İncelenen örnekler petrografik olarak bazaltik andezitten dasite kadar bir kaya yelpazesi sunar. En yaygın kaya tipi olan andezitler, plajiyoklas ve genelde ayrışmış biyotit ve/veya hornblend fenokristallerinin ince taneli feldispatik bir hamurda yer almasından oluşur (Şekil 4.28b). Dasitlerde kuvars, bazaltik andezitlerde ojit ayrı fenokristal fazları olarak yer alır. İncelenen örneklerin petrografik özellikleri ve fenokristal dağılımı Çizelge 4.7'de gösterilmiştir. Bu çizelgeden görüleceği gibi Dikmen andeziti yoğun bir hidrotermal alterasyon geçirmiş ve çoğu andezitteki biyotit fenokristalleri klorit veya serpantinite dönüşmüştür. Bu nedenle Dikmen Porfiri'nden elde edilen ve yayınlanan jeokimya sonuçlarına dikkatle yaklaşılmalıdır.

Delaloye ve Bingöl (2000) Dikmendağı'ndan 131 Ma'lik bir biyotit K-Ar yaşı vermektedir. Fakat Delaloye ve Bingöl (2000) makalesindeki haritada Dikmendağı Porfiri olarak Geme Kompleksi gösterilmektedir. Dikmen Porfiri'nin yaşını kesinleştirmek amacı ile en az kloritleşme gösteren dasit örneğinden (örnek no. 1946) biyotit ayrılmış ve Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Elde edilen 163 Ma'lik yaş Orta Jura'ya karşılık gelmektedir (Şekil 4.20, Çizelge 4.5). Bu yaş Karaman Sokulumu ve Geme Kompleksi'nden elde edilen yaşlar ile uyumlu olup, Orta Pontidler'de Jura yaşında termal bir olayın varlığını kuvvetlendirmektedir.

				porfiri	k doku, fe	nokristall	er		ince taneli
Dikme	en sokulumu	kuvars	plajiyoklas	biyotit	kloritleşmiş biyotit	hornblend	kloritleşmiş hornblend	diğer mineraller	feldispatik hamur
1860	andezit		X	-	х	-	-1	-	X
1930	andezit	1	X	-	х	-	-	-	Х
1932	dasit	X	х	X	х	х	-		Х
1939	dasit	X	х	х	х	-	<b>■</b> ĭ	Ĩ	Х
1944	bazaltik andezit		x			e	Security Projection	ojit	х
1946	dasit		Х	х	х	-			X
2049	andezit	1	X	-	-	-	х	-	Х
2052	andezit		х		х	( <del>*</del>	-		Х
2054	bazaltik andezit	-	x	-	-	-	х	ojit	Х
2055	andezit		х	2				<b>H</b>	Х
2068	andezit		х	-	х	a <del>.</del>	-	•	Х
2071	andezit	1	X	-	х	-	х	-	Х
2072	dacite	X	х	X		x			Х
2073	andesite		X	-	х	8 <del></del>	х	-	X
2074	andesite	-	X	-	-	-	х	-	Х

				ро	rfirik doku	ı, fenokris	staller		ince taneli
Ağlı	sokulumu	kuvars	plajiyoklas	biyotit	kloritleşmiş biyotit	hornblend	kloritleşmiş hornblend	diğer mineraller	feldispatik hamur
3869	dasit	-	x	х	х	-	-	-	X
3871	dasit	X	X	х	х	X	Х		X
3872	dasit	x	x	х	х	1			х
3874	dasit	x	X	х	х	x	х		Х
3877	dasit	X	Х	X	х	-	-	-	Х
3899	dasit	x	x	х	х		-	-	х

				ро	rfirik doku	ı, fenokris	staller	ince taneli
Sa so	llamadağ okulumu	kuvars	plajiyoklas	biyotit	kloritleşmiş biyotit	hornblend	kloritleşmiş hornblend	feldispatik hamur
3946	dasit	x	X	X	X			х
3948	dasit	x	х	х	x	x	х	х
3950	dasit	x	x	х	x	-	-1	х

Çizelge 4.7. Jura yaşlı Dikmen, Ağlı ve Sallamadağ porfirlerinden petrografik olarak incelenen örneklerdeki mineral dağılımı. Örnek lokasyonları için Şekil 4.1'e bakınız.

### 4.2.2.3. Orta Pontidlerde diğer Jura yaşlı sokulumlar

Ayrıntılı çalışılan ve yaşları jeokronolojik olarak saptanan Dikmen ve Karaman sokulumları dışında Kastamonu bölgesinde Jura yaşlı farklı sokulumlar yer alır. Bunlardan bazılarından önekler alınmış ve saha ilişkileri incelenmiştir.

### Ağlı Porfiri

Yılmaz ve Boztuğ (1987) ve Boztuğ (1992) tarafından incelenen Ağlı sokulumu Akgöl Formasyonu'na ait klastikleri kesmekte ve Bürnük Formasyonu'nun konglomera ve kumtaşları tarafından örtülmektedir. Bürnük

Formasyonu'nun üzerine gelen İnaltı Formasyonu kireçtaşlarının tabanı Kimmericiyen yaşında olduğu için, Ağlı sokulumunun yaşı Üst Triyas (Noriyen) ile Üst Jura arasında olmalıdır. Nitekim, Aydın ve diğerleri (1995) Ağlı-Küre yol ayrımından aldıkları ve dasit olarak isimlendirdikleri Ağlı porfirinden 165 ± 2 Ma (Orta Jura) Rb-Sr yaşı elde etmişlerdir.

Proje çalışmaları sırasında Ağlı Porfirinden altı numune derlenmiştir. Bunların petrografik incelemesi göre, Ağlı Porfiri'nde, zonlu plajiyoklas, biyotit ve kuvars ve seyrek olarak hornblend fenokristalleri ince taneli bir hamurda yer almaktadır (Çizelge 4.7), biyotit fenokristaleri büyük ölçüde klorit tarafından ornatılmıştır. Ağlı Porfiri petrografik özellikleri ile Dikmen Porfirine yakın benzerlik sunar. Yılmaz ve Boztuğ (1987)'e göre Ağlı Porfiri subalkalen, peralüminiyumlu ve S-tipi granitoid özellikleri gösterir (Şekil 4.27). Ağlı Porfiri'nin kuzeydoğusunda yer alan Sallamadağ Porfiri de Ağlı Porfiri'ne benzer petrografik özellikler gösterir (Çizelge 4.7).

### Devrekani granitoidi

Devrekani çevresinde yer alan 7 km x 2 km büyüklükte bir granitoiddir (Şekil 4.13); Devrekani metamorfitlerini keser ve Erken Kretase yaşlı Çağlayan Grubu klastikleri ile uyumsuz olarak örtülür. Bileşimi diyorit ile tonalit arasında değişir; metaaluminyumlu, toleiitik ile kalk-alkalen arası jeokimyasal özellikler gösterir (Nzegge, 2007). Plajiyoklas, biyotit, hornblend ve kuvarsdan oluşan porfirik bir dokuya sahiptir. Nzegge (2007) dört örnekten ayırdığı 42 zirkon üzerinde yaptığı U-Pb yaş tayinlerinde elde ettiği yaşlar sırası ile: 172 ± 10 Ma, 165 ± 5 Ma, 170 ± 2 Ma, 165 ± 1 Ma'dir. Bu verilere göre Devrekani granitoidi Orta Jura (171 Ma, Bajosiyen) yaşındadır.

### Asarcık Diyoriti

Asarcık diyoriti Devrekani doğusunda yer alan, yaklaşık 1 km çapında ufak bir sokulumdur. Yılmaz (1980) tarafından çalışılan Asarcık Diyoriti'nin Devrekani Metamorfitini ve Çangaldağ Kompleksini kestiği ve üzerinde uyumsuzlukla Jura taban klastiklerinin yer aldığı belirtilmiştir. Diyorit üzerinde bir numunede K-Ar biyotit yaş tayini 161 Ma bir sonuç vermiştir. Asarcık diyoritinin yaklaşık 4 km batısında Devrekani metamorfitlerini kesen başka ufak bir sokulumda da biyotit ve hornblend yaş tayinleri yapılmış, hornblend yaşları 146 Ma, 176 Ma, biyotit yaşı ise 162 Ma olarak belirtilmiştir (Yılmaz ve diğerleri, 1997-1997). Bu verilere göre Devrekani metamorfitleri içindeki ufak sokulumların yaşları da Orta Jura'dır.

### 4.2.2.4. Jura yaşlı volkanikler ve çökeller – Sada Formasyonu

Dikmen Porfir mostrasından güneybatıya Azdavay'a doğru uzanan bölgede lav, aglomera ve koyu renkli şeyl ardalanmasından oluşan bir birim mostra verir (Şekil 4.13 ve 4.29). Tüysüz ve diğerleri (2000) tarafından Sada volkanitleri olarak isimlendirilen bu istif kuzeyden ve güneyden Erken Kretase yaşlı Çağlayan Grubu ile sınırlanmıştır (Şekil 4.13). Her iki birimin de baskın olarak koyu renkli ve ince taneli kırıntılılardan yapılmış olması, dokanağın hassas bir şekilde tespitini güçleştirmektedir. Tabaka doğrultu ve eğimleri gözönüne alındığında Sada Formasyonu doğu sınırı boyunca Çağlayan Grubu çökellerini tektonik olarak üzerlediği, batı sınırında ise bu çökeller tarafından uyumsuzlukla örtüldüğü söylenebilir (Şekil 4.13).



Şekil 4.29. Sada volkanitleri arazi fotografları, Azdavay güneyi, lokalite 2100. A (sol) Siyah şeyller üzerinde stratigrafik olarak yer alan bazaltik yastık lavlar. B (sağ) Şeyl-bazalt ardalanması. Fotografın sağ kesinde yer alan kırmızı şeyl ve çamurtaşlarından Bragin ve diğerleri (2002) tarafından Orta Jura yaşlı radyolaryalar tespit edilmiştir. Eğer bazaltlar gözönüne alınmasa siyah şeyller rahatlıkla Akgöl Formasyonu (Üst Triyas) veya Çağlayan Grubu (Alt Kretase) ile karıştırılabilir.

Sada Formasyonu'nun yaşı lavlarla arakatkılı çamurtaşlarından elde edilen radyolaryalar ile Orta Jura olarak tespit edilmiştir (Bragin ve diğerleri, 2002). Bragin ve diğerleri (2002) Sada Formasyonu'nu Akgöl Formasyonu'nun bir parçası olarak düşünmekte ve Akgöl Formasyonu'nun yaşını Orta Jura'ya kadar çıkarmaktadır. Buna karşın, Sada Formasyonu'nun bölgede yaygın mostra veren sığ Orta Jura sokulumlarının yüzey kayası olması daha büyük bir olasılıktır. Bu olasılığı güçlendiren diğer bir husus, Kırım'da Sada Formasyonu'na çok benzeyen Orta Jura yaştaki volkanitlerin varlığıdır. Kırım'ın jeolojisinde bu volkanik ve volkanoklastik kayalar, Akgöl Formasyonu'nun karşılığı olan Tavrik Flişi üzerine stratigrafik olarak geldiği belirtilmektedir. Benzer bir ilişki çok muhtemelen Orta Pontidler için de söz konusudur.

### 4.2.2.5. Çangaldağ Kompleksi

Orta Pontidler'de baskın olarak volkanik ve yarı-derinlik kayalarından yapılmış diğer bir birim Taşköprü çevresinde yüzeyleyen Çangaldağ Kompleksi'dir. Çangaldağ Kompleksi Erken Kretase'de düşük yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, yapısal kalınlığı on kilometreyi aşan volkanik, volkanoklastik, seyrek yarı-derinlik kayalarından ve ince taneli klastik sedimanter kayalardan oluşur (Yılmaz, 1988; Ustaömer ve Robertson, 1993; bu çalışma). Çangaldağ Kompleksi Jura öncesi bir ofiyolit (Yılmaz, 1988; *Tüysüz*, 1990) veya Jura öncesi ensimatik bir volkanik yay olarak yorumlanmıştır (Ustaömer ve Robertson, 1993, 1994). Volkanik kayalarının jeokimyası bir magmatik yay kökenini işaret eder (Ustaömer ve Robertson, 1999). Volkanik istif esas olarak andezitlerden ve daha az oranda bazaltik andezit ve dasitlerden oluşur.

Paleozoyik ve/veya Triyas yaşında olduğu düşünülen Çangaldağ volkanizmasının yaşı ile ilgili herhangi bir jeokronolojik veri bulunmamaktadır. Çangaldağ magmatizmasının Jura magmatik kuşağının bir parçası olma olasılığını test etmek amacı ile Taşköprü kuzey ve güneyindeki Çangaldağ Kompleksi mostralarından (Okay ve diğerleri, 2008) alınan iki dasit-porfir örneğinden zirkonlar ayrılmış ve U-Pb yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Her iki örnekteki zirkonlardan 168 ± 1 Ma ve 169 ± 2 Ma olmak üzere üzere benzer Orta Jura (Bajosiyen) yaşları elde edilmiştir (Şekil 4.20 ve 4.30, Çizelge 4.5). Bu yaşlar Çangaldağ Kompleksi'nin Karadeniz Orta Jura magmatik kuşağının bir parçası olduğunu göstermektedir.



Şekil. 4.30. Çangaldağ Kompleksi metadasit örneklerinden ayrılan zirkonlardan elde edilen U-Pb yaşları. örnek lokasyonları için Şekil 4.13'e, analitik veriler için raporun ekine bakınız.

# 4.2.3. Karadeniz bölgesinde Jura magmatizma ve metamorfizmasının dağılımı ve tektonik anlamı

Karadeniz bölgesinde Jura magmatizması Mudurnu çevresinden, Orta ve Doğu Pontidler'e, Kırım'a ve Kafkasya'ya kadar uzanmaktadır (Şekil 4.31). Jura yaşlı düşük basınç – yüksek sıcaklık metamorfizması ise sadece Orta Pontidler'den bilinmektedir. Aşağıda bu magmatizmanın özellikleri, yaşı ve tektonik konumu irdelenecektir.

# 4.2.3.1 Doğu Pontidler ve Mudurnu bölgesindeki Jura yaşlı volkanik, volkanoklastik ve klastik kayalar

Erken-Orta Jura yaşlı volkanik, volkanoklastik ve klastik kayalar Doğu Karadeniz bölgesinde genelde Kelkit Formasyonu olarak bilinir. Kelkit Formasyonu sığ denizel volkanoklastik, klastik ve volkanik kayalardan ve yer yer bunlar arasında yer alan Ammonitico Rosso tipi kireçtaşı ve marn seviyelerinden oluşur (Bergougnan, 1976; 1987; Okay ve Şahintürk, 1997; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Kelkit Formasyonu'nun en batı mostrası Sakarya Zonu'nun batı kesimlerinde Mudurnu bölgesinde yüzeyler (Şekil 4.31, Altıner ve diğerleri, 1991; Genç ve Tüysüz, 2010). Daha batıda Erken-Orta Jura yaşlı istifler içinde volkanik kayalar yer almaz.

Kelkit Formasyonu uyumsuzlukla Karbonifer veya Triyas yaşlı heterojen bir temel üzerinde yer alır, ve tabanda kömür seviyeleri içeren kumtaşları, çakıllı kumtaşları ve konglomera ile başlar. Bu seviyelerin üzerine bazı bölgelerde Ammonitico Rosso tipi kireçtaşı ve marnlar gelir. Bu kireçtaşlarından tanımlanan ammonit fosilleri geç Sinemuriyen ile erken Pliensbahiyen ve yer yer Toarsiyen (Bassoullet ve diğerleri, 1975; Meister ve Alkaya, 1996), brakiyopodlar ise Pliensbahiyen (Vöros ve Kandemir, 2011) yaşları verir. Ammonitico Rosso tipi kireçtaşı ve marnların üzerine 2000 metreden fazla kalınlıkta litik tüf, volkanojenik kumtaşı, şeyl, bazaltik ve andezitik lav, konglomera ve seyrek kömür seviyelerinden oluşan bir istif ile üzerlenir. Bu istif içerisinde nadiren, birkaç kilometre boyuna ulaşabilen Erken-Orta Jura yaşlı granitik sokulumlar bulunur (Dokuz ve diğerleri, 2010).



Şekil 4.31. Karadeniz bölgesindeki Jura yaşlı magmatizma ve metamorfizmanın dağılımı.

Kelkit Formasyonu içindeki değişik kömür seviyelerinin palinolojik incelemesi Alt Jura (Ağralı ve diğerleri, 1966; Pelin, 1977) ve Orta Jura (Ağralı ve diğerleri, 1965) yaşları vermiştir. Orta Jura'nın varlığı seyrek makrofosiller (Wedding, 1963), dinoflagellat ve palinomorf toplulukları (Robinson ve diğerleri, 1995) ile de saptanmıştır. Bu verilere göre Kelkit Formasyonu'nun yaşı geç Sinemuriyen'den Bathoniyen sonuna kadar (190-165 Ma) uzanır ve Orta Pontidler'deki metamorfizma ve magmatizma ile zaman olarak örtüşmektedir.

Kelkit Formasyonu üstte uyumlu bir dokanakla Orta/Geç Jura – Erken Kretase yaşlı sığ denizel platform karbonatları ile örtülmektedir. Karbonat çökelimi Mudurnu bölgesinde Orta Jura'nın sonunda (Kalloviyen, Altıner ve diğerleri, 1991), Orta ve Doğu Karadeniz bölgesinde ise Geç Jura'nın başında (Oksfordiyen/Kimmericiyen, Tunoğlu, 1991; Taslı, 1993; Koch ve diğerleri, 2008; bu çalışma) başlar. Üst Jura kireçtaşları arasında bazaltik akıntılar tanımlanmıştır (Pelin, 1977; Koçyiğit ve diğerleri, 1991; Taslı, 1993; Koch ve diğerleri, 1997). Bu durum volkanizmadan karbonat çökelimine geçişin kademeli olduğuna işaret eder.

Kelkit Formasyonu'nu çalışan jeologlar çökelim sırasında genişlemeli bir tektonik rejimin var olduğu konusunda hemfikirdir. Bununla ilgili veriler arasında, sedimantasyon ile eşyaşlı normal faylanmanın varlığına yorumlanan, Kelkit Formasyonu içinde yanal yönde hızla kalınlık ve fasiyes değişimleri (Pelin, 1977; Görür ve diğerleri, 1983; Bergougnan, 1987; Koçyiğit ve diğerleri, 1991; Gürsoy, 1995; Kandemir ve Yılmaz, 2009) ve Kelkit Formasyonu tabanında gözlenen Neptuniyen dayklar sayılabilir (Yılmaz ve Kandemir, 2006; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Kelkit FormasyonuNda tane boyu güneye doğru daha incelir, ve Formasyon çökelleri daha derin deniz özelliği kazanır, bu durum güneyde derin bir denizin/okyanusun varlığına işaret etmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997).

Kelkit Formasyonu'nun tabana yakın kesimlerindeki Alt Jura Ammonitico Rosso kireçtaşlarından elde edilen paleomagnetik veriler (Channel ve diğerleri, 1996) ve Formasyon içindeki ammonit ve brakiyopod faunaları (Meister ve Alkaya, 1996; Vörös ve Kandemir, 2011) Kelkit Formasyonu'nun Avrasya kıtası güney kenarı boyunca yaklaşık 41°N enleminde çökeldiğine işaret etmektedir.

Kelkit Formasyonu içindeki volkaniklerin jeokimyası Şen (2007) ve Genç ve Tüysüz (2010) tarafından çalışılmıştır. Volkanik kayalar subalkalen ve genellikle kalk-alkalen özelliğinde bazalt ve andezitten oluşur. Mudurnu bölgesinde yarı-derinlik kayası niteliğinde dasit-porfirler de bulunur (Genç ve Tüysüz, 2010). Jeokimyasal olarak volkanik kayalar LILE elementlerince zenginleşme gösterir; LRE elementleri de HFS elementlerine göre zenginleşmiştir; Nb, Ta, P and Ti elementlerinde kondrid veya normal okyanus kabuğuna göre fakirleşme görülür; bu durum magmatik yay volkanikleri için tipiktir.  $\varepsilon$ Nd izotopik değerleri ve <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr değerleri de magmatik yay ortamına işaret eder (Genç ve Tüysüz, 2010). Kelkit Formasyonu kumtaşlarının petrografisi ve jeokimyası da magmatik yay ortamını göstermektedir (Dokuz ve Tanyolu, 2006). Sonuç olarak Kelkit Formasyonu'nun stratigrafik ve sedimantolojik özellikleri, Formasyon içindeki volkanik ve sedimenter kayaların jeokimyaları Kelkit Formasyonu'nun dalma-batma zonu üzerinde genişlemeli bir ortamda, bir dalma-batma zonu üzerinde, yay-içi bir havzada çökeldiğini gösterir. Pontidler'in kuzeyinde Jura yaşlı ofiyolitlerin bulunmaması, dalma-batma zonunun kuzeye doğru daldığını göstermektedir.

### 4.2.3.2 Kırım ve Kafkasyada Jura yaşlı volkanik, volkanoklastik ve klastik kayalar

Küçük Kafkaslar, Doğu Pontidler'in doğuya doğru olan devamını oluşturur (örn., Yılmaz ve diğerleri, 2000). Jura volkanik istifleri hem Küçük hem de Büyük Kafkaslar'da yaygındır, ve birçok bölgede kalınlıkları 2000 metrenin üzerine çıkar (Şekil 4.31, Khain, 1975; Saintot ve diğerleri, 2006; McCann ve diğerleri, 2010; Adamia ve diğerleri, 2011). Jura magmatizmasının kuzey sınırı keskin bir şekilde belirlenmiştir. Büyük Kafkaslar'ın kuzey kenar zonundaki (Fore Range zone) Jura istiflerinde volkanik kayalar yer almaz (Şekil 4.31, Rubin, 2007). Kafkaslar'da volkanizma Erken Jura'da başlar, Orta Jura'da şiddetlenerek devam eder. Magmatizma genişlemeli bir tektonik ortamda gelişmiştir (Saintot ve diğerleri, 2006). Volkanik kayaların bileşimi bazalttan riyolite kadar değişim gösterir, jeokimyalarında dalma-batma imzası hakimdir (Mengel ve diğerleri, 1987; McCann ve diğerleri, 2010). Kafkasya jeolojisinde çalışan tüm jeologlar, Jura volkanizmasını Tetis okyanusunun kuzeye doğru dalmasına ve buna bağlı olarak yay-içi ve yay-arkası havzalarının açılmasına bağlamaktadır. Kafkasya'da Jura ofiyolitlerinin bulunmaması, genişlemenin okyanus kabuğu oluşturacak ölçeğe varmadığını göstermektedir.

Jura yaşlı magmatik kayalar Kırım'da da yaygın olarak yüzeyler; genelde lav ve tüfler, daha seyrek olarak ufak sokulumlar, dayk ve siller halinde bulunur (Meijers ve diğerleri, 2010). Volkanik ve subvolkanik kayaların jeokimyaları Pontidler'deki Jura volkanitlerinin kimyalarına benzer. Bileşimsel olarak bazalttan dasite değişen volkaniklerin jeokimyaları bir magmatik yay ortamına işaret eder. Volkanik kayalardan ayrılan plajiyoklaslar üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayinleri, Orta Pontidler'dekilere çok benzeyen Orta Jura (172-158 Ma) yaşları vermiştir (Meijers ve diğerleri, 2010).

### 4.2.3.3 Jura yaşlı magmatik yay ve genişlemeli tektonik bir ortamda metamorfizma

Stratigrafi, fauna ve paleomanyetizma verileri Pontidler'in Jura'da Avrasya aktif kıta kenarının bir parçası olduğunu göstermektedir (Enay, 1976; Channel ve diğerleri 1996; Okay ve Şahintürk, 1997). Bugünkü Batı ve Doğu Karadeniz havzaları, okyanusal kabuğa sahip, Kretase yaşında yay-ardı havzalardır (örn., Okay ve diğerleri, 1994; Robinson ve diğerleri, 1996). Jura dönemindeki coğrafyaya dönmek üzere, bu havzalar kapatılırsa, Jura magmatitleri Kırım'dan Kafkaslar'ın doğu ucuna kadar uzanan, 100-km genişliğinde ve 1200-km uzunluğunda bir magmatik yay kuşağı oluşturur.

Kafkaslar ve Kırım'da çalışanlar bu bölgelerdeki Jura magmatitleri için bir magmatik yay tektonik ortamını genel olarak kabul etmiştir (Khain, 1975; Saintot ve diğerleri, 2006; Meijers ve diğerleri, 2010; Adamia ve diğerleri, 2011; Nikishin ve diğerleri, 2012). Buna karşın Pontidler'de Şengör ve Yılmaz (1981) ve Görür ve diğerleri (1983), Jura magmatizmasının Pontidler'in Anatolid-Torid Bloku'ndan ayrılırken bir rift ortamında meydana geldiğini ileri sürmüştür. Daha sonra yapılan jeokimya çalışmaları Jura magmatitleri içinde bir rift ortamı değil bir dalma-batma zonunu karakterize eden jeokimyasal özellikler saptamıştır (Şen, 2007; Genç ve Tüysüz, 2010). Ayrıca, İzmir-Ankara kenedi boyunca, Triyas ve Jura'da kuzeye doğru dalmayı gösteren veriler ortaya çıkmıştır; bu veriler arasında kenet boyunca yüzeyleyen Triyas ve Jura yaşlı yüksek ve orta basınç metamorfik kayaları (Okay ve Monie, 1997; Çelik ve diğerleri, 2011; Topuz ve diğerleri, 2013; bu çalışma) ve dalma-batma kompleksleri içinden tanımlanan Triyas yaşlı radyolaryalı çörtler (Tekin ve Göncüoğlu, 2007) sayılabilir. Sonuç olarak, ilk defa Yılmaz ve Boztuğ (1986)'nın belirtiği gibi, Erken ve Orta Jura'da Pontidler Doğu Karadeniz magmatik yayının bir segmentini oluşturmuştur.

Jura volkanizması genelde denizaltında cereyan etmiştir;volkanik ve volkanoklastik kayalar kumtaşı ve şeyller ile ardalanarak 2000 metreyi geçen istifler oluşturmuştur. Bu gözlem ve istif içinde saptanan sedimentasyon ile eşyaşlı normal faylanma ve Neptuniyen daykları, Doğu Akdeniz magmatik yayının genişlemeli bir yay olduğunu, ve volkanik merkezlerin yay-içi havzalar ile ayrıldığına işaret etmektedir. Bu açıdan Jura magmatik yayı, Pontidler'in Geç Kretase magmatik yayına benzer özellikler gösterir (Okay ve Şahintürk, 1997).

Aşağıda sıralanan veriler, Orta Pontidler'deki Jura metamorfizması ve magmatizmasının genişlemeli bir yay içinde meydana geldiğini göstermektedir.

1. 2-km-kalınlıktaki Alt-Orta Jura volkanoklastik ve volkanik istifi (Kelkit Formasyonu) genişlemeli bir tektonik ortamda çökelmiştir. Bununla ilgili veriler Kelkit Formasyonu içinde kısa mesafelerde fasiyes ve kalınlık değişimleri, volkanizmanın su-altında olması, sedimentasyonla eş-yaşlı normal faylanma ve Neptuniyen daylardır.

2. Pontidler'de Alt-Orta Jura istiflerini etkileyen Jura yaşlı sıkışmalı bir deformasyon yoktur. Erken-Orta Jura yaşlı Kelkit Formasyonu uyumlu olarak Üst Jura karbonatları tarafından üzerlenir. Üst Jura karbonatları içinde de lav akıntıları yer alır. Orta Pontidler'de sıkışmalı deformasyon Erlen Kretase'de (Albiyen) başlamıştır.

3. Orta Jura yaşlı metamorfizma ve plutonizma, yüzeydeki denizel sedimantasyon ve volkanizma ile eşyaşlıdır. Bu durum metamorfizma ve magmatizma sırasında kabuk kalınlaşmasının olmadığını gösterir.

4. Pontidler' de sedimentasyon Erken Jura' da (Pliensbahiyen, yaklaşık 185 Ma) başlamıştır; bu durum Orta Jura metamorfizması öncesi de kabuk kalınlaşması olmadığına işaret etmektedir.

5. Metamorfik kayaların petrolojileri, eski bir yüksek basınç metamorfizması ile ilgili herhangi bir veri içermemektedir.

Orta Pontidler'de Geme Metamorfik Kompleksi'nin yakın çevresinde Triyas ve daha yaşlı sedimenter biirmlerin bulunması (Şekil 4.1 ve 4.13), metamorfizma sırasında ısı akımının odaklanmış ve geçici olduğunu göstermektedir. Bu durum kıtasal bir magmatik yayın orta kabuk kesimlerindeki bir konum ile uyumludur.

Şekil 4.32, Orta Pontidler'deki Jura metamorfizması ve magmatizması için öngörülen modeli şematik olarak göstermektedir. Bu modelde metamorfizma ve magmatizma kuzeye Avrasya'nın altına doğru dalan bir okyanus litosferi üzerinde kıtasal bir magmatik yayın orta kabuk kesimlerinde meydana gelmektedir. Isı kabukta yukarı doğru manto kökenli bazik magmalar ile taşınmakta ve bu durum magmatik yay altındaki kıta kabuğunda kısmı ergimeye yol açmaktadır. İlksel mafik magmatizmaya ait veriler Karaman Plutonu içindeki diyoritik, gabroyik ve ultramafik enklavlarda bulunur. Magmatik yay, dalan levhanın güneye doğru göçüne bağlı olarak kuzey-güney genişleme içindedir. Bu genişleme tektoniği, yüzeyde normal faylanmaya ve havza gelişimine yol açmakta, bu havzalarda volkanizma eşlliğinde klastik sedimantasyon gerçekleşmektedir. Yüzeydeki sedimantasyon 15 km derinlikte meydana gelen metamorfizma ve magmatizma ile eşyaşlıdır. Isı akımı yayın altına konsantre olduğu için çevre bölgeler yüksek sıcaklık metamorfizmasından etkilenmemektedir.

Orta Pontidler'deki Geme Kompleksi'nin nasıl yüzeylendiğine dair veriler, metamorfitlerin genelde Alt Kretase türbiditleri ile örtüldükleri için, yeterli değildir. Metamorfik kayaların yükselmesi devam eden magmatizma sırasında cereyan etmiş olmalıdır; 172 milyon sene önce 15 km derinde metamorfizma geçiren Geme Kompleksi, yine Orta Jura'da, 163 milyon sene önce 3-5 km derinliğe yerleşmiş sığ sokulumlar tarafından kesilmiştir. Alaska bölgesindeki Kigluaik gnays domunda olduğu gibi (Amato ve diğerleri, 1994), Geme Kompleksi, sığ sokulumlar ile beraber kabuk içinde diyapirik olarak yükselmiş olabilir.



Şekil 4.32. Orta Pontidler'deki Jura yaşlı metamorfizma ve magmatizmayı açıklayan şematik model.

# 4.3. Üst Jura – Alt Kretase stratigrafisi

Orta Pontidler'de Küre Kompleksi, Devrekani metamorfitleri ve Orta Pontid granitoidleri, Jura yaşlı klastikler ve karbonatlar tarafından uyumsuzlukla örtülür. Jura istifinin tabanında değişken kalınlıklarda karasal konglomera, kumtaşı ve şeyl yer almaktadır. Bürnük Formasyonu olarak bilinen bu klastiklerin üzerinde İnaltı Formasyonu olarak bilinen Üst Jura-Alt Kretase yaşında kireçtaşları bulunur. Benzer kireçtaşları Orta Pontidler'in batısında İstanbul Zonu'na ait Triyas yaşlı Çakraz Formasyonu üzerinden de tanımlanmıştır. Orta Pontidler'de İstanbul ve Sakarya zonlarının ne zaman biraraya geldiklerini ortaya çıkarmak için her iki zonda yer alan Jura istiflerinin biyostratigrafik karşılaştırılması gereklidir. Bu nedenle proje yürütücüsü ve Demir Altıner tarafından Orta Pontidler'de İstanbul ve Sakarya zonları üzerinde yer alan Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşlarından dört uzun kesit ölçmüş, ayrıca çok sayıda nokta numunesi paleontolojik olarak değerlendirilmiştir. Kesit ölçümlerine proje elemanları Gürsel Sunal ve Ali Murat Kılıç da kısmen katılmıştır.

## 4.3.1. Bürnük ve İnaltı formasyonları

Orta Pontidler Jura sedimenter istifinin tabanında tipik olarak kızıl renkli, karasal konglomera, kumtaşı ve şeyl yer almaktadır. Bürnük Formasyonu olarak bilinen bu klastiklerden yaş verebilecek fosil tanımlanmamıştır. Bürnük Formasyonu üzerine sığ denizel platform tipi kireçtaşları gelir. İnaltı Formasyonu adı verilen bu kireçtaşlarında yapılmış ölçülü kesitler seyrektir, formasyonun yaşı daha çok nokta numuneler ile tanımlanmaktadır. Yılmaz (1980) Devrekani kuzeyindeki kireçtaşlarının yaşını foraminiferlere göre Üst Jura veya Üst Jura-Alt Kretase olmak üzere geniş aralıklı vermektedir. Yine bu bölgede Tunoğlu (1992) tarafından ölçülen ve paleontolojik olarak Demir Altıner tarafından incelenen kesitlerde İnaltı Formasyonu'nun tabanı Üst Jura, istifin çoğu ise Tithoniyen-Berriaziyen olarak saptanmıştır. Cide güneybatısındaki kireçtaşlarına Akman (1992) Üst Jura - Neokomiyen yaş aralığı vermektedir. Bu bölgede kireçtaşlarından elde edilen en genç yaşlar genelde Berriaziyen, bazı örneklerde Valanjiniyen-Hovteriviyen'dir. Derman ve diğerleri (1996) Cide çevresinde ve Azdavay kuzeybatısındaki kireçtaşları için Üst Jura yaşı öngörmektedir. Tüysüz ve diğerleri (2000) Azdavay çevresinde Dikmen ve Harami dağlarından derledikleri kireçtaşı örneklerine Üst Jura yaşı verilmiştir.

Orta Pontidler'deki Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşlarının yaş konaklarını paleontolojik olarak hassas bir şekilde saptamak için dört ölçülü stratigrafik kesit (ÖSK) ölçülmüştür. Bu kesitler aşağıda tanıtılacaktır.

### 4.3.1.1. Alçılar ölçülü stratigrafik kesiti

Orta Pontidler'de Doğanyurt'tan Yaralıgöz dağına kadar uzanan, 70 km uzunlukta ve yaklaşık 5 km genişlikte bir Jura kireçtaşı kuşağı yer alır (Şekil 4.33). Alçılar ÖSK'sı bu kuşağın yaklaşık ortasında Küre doğusunda bulunur. Alçılar kesiti tabanda Bürnük Formasyonu'nun karasal kaba kırıntılıları ile başlar, kalın bir karbonat istifi ile devam eder (Şekil 4.34) ve Çağlayan Grubu kalsitürbidit ve şeylleri ile son bulur. Bürnük Formasyonu altında ise Akgöl Formasyonu'nun koyu renkli kırıntılı kayaları yer almaktadır. Toplam 600 metre kalınlıktaki ÖSK'dan 108 tane kireçtaşı numunesi derlenmiştir. Bu örneklerden yapılan ince kesitler Demir Altıner tarafından foraminifer faunası açısından incelenmiştir. Bu incelemeye göre Alçılar kesitinde karbonat istifinin taban yaşı Kimmericiyen -Tithoniyen tavan yaşı Berriaziyen/Valanjiniyen'dir (Çizelge 4.8).

### 4.3.1.2. Seydiler ölçülü stratigrafik kesiti

Jura birimleri içinde ölçülen ikinci stratigrafik kesit Küre güneyindeki Seydiler kesitidir (Şekil 4.28). Seydiler kesitinde kırmızı, gri kaba kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşan Bürnük Formasyonu diskordansla Akgöl Formasyonu'nun kıvrımlanmış şeyl ve kumtaşları üzerine gelir (Şekil 4.35). Seydiler kesitinde Bürnük Formasyonu'nun toplam kalınlığı 15 m kadardır. Bürnük Formasyonu'nun kaba klastikleri üzerinde ise onkoidli, pelletli, mercanlı sığ denizel gri bej kireçtaşları yer alır. Kireçtaşlarının üst dokanağı erozyonaldır. Toplam kalınlığı 73 metre olan Seydiler ÖSK'den 23 örnek derlenmiştir. Bu örneklerden yapılan ince kesitler Demir Altıner tarafından foraminifer faunası açısından incelenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir. Buna göre Seydiler kesitinde karbonat istifinin yaş aralığı Geç Kimmericiyen - Tithoniyen'dir.



Şekil 4.33. İnaltı Formasyonu'nda ölçülen kesit lokasyonlarını gösteren Orta Pontidler'in basitleştirilmiş jeoloji haritası (Uğuz ve diğerleri, 2002; Aksay ve diğerleri, 2002). Jeoloji haritası proje kapsamında yeni verileri yansıtmamaktadır.



Şekil 4.34. Alçılar İnaltı Formasyonu kesiti. Kesit, ağaçlarla kaplı arkadaki dere içinde Bürnük Formasyonu'nda ölçülmeye başlamış, fotografta gözüken sırt boyunca tepedeki kayalıklara kadar 286 metrelik bir kesit ölçülmüş, daha sonra kesite batıdaki yol boyunca devam edilmiştir. Kesitin lokasyonu için Şekil 4.28'e bakınız.

kümülatif kalınlık (m)	0	2	6	8	1	1 5	1 7	2	2	2	3 1	3 ⊿	3 7	3 9	4 7	4	5 5	5 6	6 2	6 ⊿	6 7	7 8	9 0	9 6
Alçılar kesiti, Kastamonu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Nautiloculina sp.	х	х	x	x	x		x		1		x			x							х			
Cladocoropsis sp.			x								х	х	x	х					х	х	х			
Charentia sp.				?x	?x			х	х		х			х	х			x			х			
Kastamonia sp.						x	х	х	х				х	x	х	х				х	х	х		
Kastamonia abanica														х										
Anchispirocyclina sp.							?x																	
Koskinobullina socialis									x			х								х				
Pseudocyclamina sp.														2 P						х		?x		
Pseudocyclamina lituus										x				х										
Neotrocholina sp.										x							]]							
Quinqueloculina sp.										1						х								
Quinqueloculina robusta																								
Arenobullimina sp.																х								
Mayncina sp.																x		х	х					
Glomospira sp.			1			2	-	1										0.00	х					
Everticyclammina sp.																			х					
Trocholina sp.							_												252					
Trocholina elongata															1									
Trocholina alpina															1				2100000					
Trocholina odukpaniensis																								
Rectocyclamina sp.								-																
Mohlerina basiliensis								-							2 martine									
<i>Lenticulina</i> sp.																								
Protopeneropli s sp.																								
P. ultragranulata					1									-										
Cressentiella morronensis																								
Arenobulimina sp.																								
Nautiloculina cretacea																								
Globochate sp.																								
Calpionellid																								
Calpionella alpina																								
Tintinopsella carpathica					1				1															1
Camphelliella sp.																								
Campbelliella striata		-																?x				_		
salpingoporella annulata								x										(2)99622						
Bacinella sp.																								
								lana ana		Same and S		0			Summer									
mercan	x												x			х								
Dascylade alg	x												6.2			0.5		x						
Gastrapoda	x			-	÷					x		x									x	-		
Pelecypoda	-482									x		x				-					-			
Algae										2015		x												
copralits									-						(*************************************			x						
oncoids											(				1		1	x	x					
															V	1. I	8 8	100	1				<u> </u>	

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	0	1	2	3	4	4	5	6	6	8	9	0	2	3	5	6	7	8	9	9	0	0	1	1
Alcılar kesiti. Kastamonu	25	26	ہ 27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	3 40	9 41	42	43	°	ے 45	46	47	48
Nautiloculina sp.					_												x							
Cladocoropsis sp.					х			x										x						
Charentia sp.					х									x			х	х						
Kastamonia sp.			х		х	х		x	х			х			x	x	х	x	x	х			x	x
Kastamonia abanica																								
Anchispirocyclina sp.																								
Koskinobullina socialis																								
Pseudocyclamina sp.												х												
Pseudocyclamina lituus											х		х	х	х		х	х				х		
Neotrocholina sp.										8	8			225.54/			100000							
Quinqueloculina sp.															х									
Quinqueloculina robusta																ſ								
Arenobullimina sp.																								
Mayncina sp.			х													х								
Glomospira sp.																								
Everticyclammina sp.										x														
Trocholina sp.								х		1042				х			х					х		
Trocholina elongata		1	51														х				0	· · · · ·		
Trocholina alpina																		х						
Trocholina odukpaniensis		1																State						
Rectocyclamina sp.										х														
Mohlerina basiliensis																l.	х							
Lenticulina sp.																								x
Protopeneropli s sp.																į.								
P. ultragranulata																				3				
Cressentiella morronensis																								
Arenobulimina sp.																								
Nautiloculina cretace a																								
Globochate sp.															ſ	ſ								
Calpionellid																								
Calpionella alpina										1														
Tintinopsella carpathica																								
Campbelliella sp.											_	F						_		2 (S			$\neg$	
Campbelliella striata														x										
Salningonorella annulata														x	_									
Bacinella sp.		_	-			5				1				~										
					_															_		<u> </u>		-
mercan		-	x																					
Dascylade alg		-																						
Gastrapoda																						c		
Pelecypoda																								
Algae			-																			_		
copralits																								
oncoids																								
A CONTRACTOR OF A CONTRACTOR OF	L		_			_												_			_			

	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	1	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	9	9	9	0	1	1	2	2	3	3	4	4
Alcılar kesiti. Kastamon	9 1494	9 49B	50	3 51	1	1	8	5	56	57	58	4	5	9 61	62	1	9	1 65	9	4	9 68	4 69	9 70
Nautiloculina sp.	10/1	100		51	52	x	51	55		57	50			01	02	00		00		0,	00	00	70
Cladocoropsis sp.										-						-	·		-				
Charentia sp.	x					x	x	x								x			-		x		<b>—</b>
Kastamonia sp.						x	x	x		x	1	x		?x	x	x	14						
Kastamonia abanica																				-			
Anchispirocyclina sp.																							
Koskinobullina socialis										-			x							-			
Pseudocyclamina sp.			-	_						-		8 <u></u>					-	-		-		-	
Pseudocyclamina lituus	x				x												-	x	-				x
Neotrocholina sp.																	_		-				
Ouinqueloculina sp.											2			-			-		_				
2 Ovinaveloculina robusta		x		x	x													x			x		
Arenobullimina sp.																			-		105		
Mavncina sp.										-							·						
Glomospira sp.			-				-			-	-	-				-	-			-	-	-	
Everticyclammina sp.		x	x												x				-		x		x
Trocholina sp.	x		x		x		x													x			
Trocholina elongata								-			2	6 - 5 1 1		-	0 0 0 0		-	2 1 2 1	8 <u> </u>		-		
Trocholina alpina																		x			x		<u> </u>
Trocholina oduknaniensis					x														-		x		<u> </u>
Rectocyclamina sp.																							_
Mohlerina basiliensis			x	x					G		с	¢					x	x			x		
Lenticulina sp.														x					x				<u> </u>
Protopeneropli s sp.																							<u> </u>
P. ultragranulata		?x						-	-	9	1	200			0	1. 	x	2 2 2	1				
Cressentiella morronensis		x			x																		
Arenobulimina sp.		1,53			0.455																		<u> </u>
Nautiloculina cretacea											1						1	?x					
Globochate sp.									G			c								-			<u> </u>
Calpionellid																							
Calpionella alpina																							
Tintinopsella carpathica									-			9							3				
Camphallialla sp	2~	F	F		_			-	_	-		-	F	_			-			-	_		
Campbelliella striata	: ^		-		_									-		_			-				<u> </u>
Campoe uieua siriaia			-				<u> </u>										_		-	-		-	<u> </u>
Bacinella sp									-			<u> </u>	-	-									-
bucinena sp.									-	-	¢	·	-		-			-	-				<u> </u>
moreen											-					_	-		-	-			-
Describde alg			-				-					_					_		-				<u> </u>
Castranada	-									-				-	-		-	-	-	-	-		-
Dasuapoua			<u> </u>				-		-			<u> </u>				-	-		-	-			-
Alano	+		-				-					<u> </u>	-						-	-			-
Aigae	$\vdash$																-	1		-			-
opagida	$\vdash$						<u> </u>																-
oncords	1																					1	1

	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	6	7	7	8	8	9	9	9 7	9	9	9	9	0	0	0	1	1	1	2	2	3	3	4
Alçılar kesiti, Kastamon	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
Nautiloculina sp.																								
Cladocoropsis sp.								х						х					x			х	x	
Charentia sp.			x	х	x	х							х								x			
Kastamonia sp.									?x															
Kastamonia abanica																								
Anchispirocyclina sp.																				х	х	х	x	х
Koskinobullina socialis																								
Pseudocyclamina sp.																x								
Pseudocyclamina lituus	x		х	х	x	х	х		x			х	х								х			
Neotrocholina sp.																х								
Quinqueloculina sp.																								
Quinqueloculina robusta	x	х	х	х	х	х	x	х				х			х					х	х	х	x	х
Arenobullimina sp.																								
Mayncina sp.																								
Glomospira sp.																		-						o
Everticyclammina sp.									x															
Trocholina sp.		х			х	х	x	x									x				х		x	x
Trocholina elongata																						х		
Trocholina alpina			х	х			х			х		х		x			х							
Trocholina odukpaniensis				х			x													x				
Rectocyclamina sp.		x				х				?x														
Mohlerina basiliensis	x			х	x			х			x	х	х	x						х	х			
Lenticulina sp.				х	х																			
Protopeneropli s sp.																								
P. ultragranulata			x	х		?x	x						x					2						x
Cressentiella morronensis																	х							
Arenobulimina sp.	x	х	x									х												
Nautiloculina cretacea					?x			?x												?x			?x	?x
Globochate sp.																								
Calpionellid																								
Calpionella alpina																								
Tintinopsella carpathica																								
Campbelliella sp.																						5		
Campbelliella striata																								
Salpingoporella annulata						x															-			
Bacinella sp.									х		x			х			x	х	x					
														-							1			
mercan																								
Dascylade alg																								
Gastrapoda	T																						-	
Pelecypoda		£															3							
Algae											-	⊢												$\vdash$
copralits	1																					2	12 mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm mm	
oncoids			1															·						
Contract of the second s	1		L		L		L				L	L							1				لنصلح	L

5 4	5 4	5 4	5 5	5 5	5 5	5 6	5 6	5 7	5 7	5 7	5 8	5 8			
1	5	9	0	5	9	3	5	0	4	8	2	5	1.00	T	
95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	Mautile auliu a m	
-		~								-				<i>Clados cuanta</i> sp.	
×		X					0		-	-		-		Charantia sp.	Loto Kimmoridaoon – oorly Volonoinis
×												-		Kastamonia sp.	Late Kinineridgean - earry valangina
	_								-	-				Kastanonia sp.	
~	v	v							-					Anchispiraevelina sp	
<u> </u>	^	^				-			-	-				Koskinobullina socialis	Middle Kimmeridgean - early Valangi
-		_		_			8				-			Pseudocyclamina sp	windere Kinninentagean - earry varangi
	v						1		-					Pseudocyclamina litnus	Late Kimmeridaean - early Valanainis
	^	-	-				2					-		Neotrocholina sp	Late Kimmeridgean - Hauterivian
-							i contra	5 m 1 m 1 m 1 m 1 m 1 m 1 m 1 m 1 m 1 m						Quinqueloculing sp	Late Kinineridgean - Hautenvian
	v	0					1		v	v	v	v	v	Quinque loculina sp.	
	^								^	~	^	^	~	Arenohullimina sp	
-										-				Mayneina sp	
-		-	-	_				-	-		-	-		Glomosnira sp.	
			v											Everticyclammina sp	Kimmeridaean - early Hauterivian
			<u>^</u>								x	x	x	Trocholina sp.	Kinniendgeni - eury materivian
×							1.						~	Trocholing elongata	
							1		x	x			x	Trocholina alpina	Late Kimmeridoean - Berriasian
									~	A			~	Trocholina advknaniensis	Late Tithonian - Berriasian
-								2	2	-				Rectocyclamina sp.	But Matchian Bernastan
										x				Mohlerina basiliensis	Kimmeridgean - middle Valanginian
														Lenticulina sp.	
						x								Protopeneroplis sp.	
	x			_			1	-	x	x	x	x	x	P. ultragranulata	?Middle Tithonian - Lower Barremian
				x	x	x	x		x					Cressentiella morronensis	Kimmeridgean - middle Valanginian
		х	x	1 10000				х			Ì			Arenobulimina sp.	
?x		?x					1							Nautiloculina cretacea	Berriasian - Albian
	3	1			x									Globochate sp.	
					?	?								Calpionellid	
										х				Calpionella alpina	Late Tithonian - Berriasian
													x	Tintinopsella carpathica	Berriasian - middle Valanginian
-						-		-	-		1			Camphelliella sp	
														Campbelliella striata	2Tithonian
					_	-	-							Salningonorella annulata	. Training
	1						x	x	-	x	x	x		Bacinella sp.	
									-					L. C.	
										x				mercan	
H														Dascylade alg	
												x		Gastrapoda	
														Pelecypoda	
														Algae	
							Ĭ.							copralits	
	1													oncoids	



Şekil 4.35. Seydiler İnaltı Formasyonu kesiti. Kesitin tabanında öndeki yamaçta siyah, koyu gri renkler ile kendini belli eden Akgöl Formasyonu şeyl ve silttaşları yer almaktadır. Bunlar üzerine Bürnük Formasyonu'nun kırmızı, bordo renkli karasal konglomera ve kumtaşları gelmekte, tepede ise sığ denizel kireçtaşları bulunmaktadır. Bu kesitte Bürnük Formasyonu sadece 15 metre kadar bir kalınlığa sahiptir.

### 4.3.1.3. Yaralıgöz ölçülü stratigrafik kesiti

Yaralıgöz kesiti, Alçılar kesitinin doğu devamında yer alır (Şekil 4.33). Kesitin tabanında kızıl renkli karasal kırıntılılardan oluşan Bürnük Formasyonu, Akgöl Formasyonu üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Yaralıgöz ölçülü stratigrafik kesitinde Bürnük Formasyonu'nun kalınlığı 100 metrenin üzerindedir. İnaltı Formasyonu tabanda Bürnük Formasyonu'nun akarsu kökenli kırmızı kaba kırıntılı kayaları üzerinde makrokavkılı karbonatlı kumtaşı ve silttaşları ile başlar (Şekil 4.36), istifin alt kesimleri siyah mikritik kireçtaşları ve karbonatlı şeyllerden oluşur, istifin daha üstte yer alan büyük kesimi ise orta tabakalı, onkoidal, pelletli tane taşı ve vakke taşından yapılmıştır. Yaralıgöz Dağı kesitinde İnaltı Formasyonu'ndan toplam 375 metre bir kesit ölçülmüş ve 56 adet numune derlenmiştir (Çizelge 4.10). Bu numunelerin paleontolojik incelemesi Yaralıgöz Dağı kesitinde İnaltı Formasyonu göstermiştir. Yaralıgöz Dağı kesitinde İnaltı Formasyonu üzerindenduğunu göstermiştir. Yaralıgöz Dağı kesitinde İnaltı Formasyonu'ndan toplam 375 metre bir kesit ölçülmüş ve 56 adet numune derlenmiştir (Çizelge 4.10). Bu numunelerin paleontolojik incelemesi Yaralıgöz Dağı kesitinde İnaltı Formasyonu uş konağını Kimmericiyen-Tithoniyen olduğunu göstermiştir. Yaralıgöz Dağı kesitinde İnaltı Formasyonu üzerindenduğunu üzerinde bir kesitinde İnaltı Formasyonu üzerinde bir kesitinde İnaltı Formasyonu üzerinde bir kesitinde İnaltı Formasyonu keş konağını Kimmericiyen-Tithoniyen olduğunu göstermiştir.



Şekil 4.36. Yaralıgöz Dağı'nda İnaltı Formasyonu'ndan ölçülen kesit yeri.

Seydiler kesiti, Kastamonu																										
kümülatif kalınlık (m)	1	1	1	1	1.5	3.5	5	6.5	8	10	13	17	20	22	25	28	42	46	50	54	57	62	68	69	71	73
örnekno	1A	1B	1C	1D	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Nautiloculina bronnimanni		x	x				x		x								, ,				x	x			1	x
Nautiloculina sp.													х	х			х		х							
Cladocoropsis sp.		х									х															
Charentia sp.		x				?x		x			х	?x		х					х	х	х	х				
Kastamonia sp.						х	х	x												x						
Koskinobullina socialis	x	x																								
Pseudocyclamina sp.					x						х		х	х						x	х					
Pseudocyclamina lituus																				х		х		x		
Neotrocholina sp.																										
Quinqueloculina sp.						х																				
Quinqueloculina robusta		х						x	?x				х	х	x		х		х	х		х	x			х
Arenobullimina sp.																										
Mayncina sp.						х																				
Everticyclammina sp.					х		х	x						х			х									
Trocholina sp.		х			х									х	x	x	-		х							
Trocholina elongata																										
Trocholina alpina									х																	
Rectocyclamina sp.																										
Mohlerina basiliensis					х		х	х			х				х	х			х		х	х				х
Lenticulina sp.		х			х																	х				
Protopeneropli s sp.																				х						
P. ultragranulata		х									?x		х	х			х		х							
Nautiloculina cretacea																				?x						
Redmondoides sp.																				х						
Salpingoporella annulata																				х						
Cayeuxia sp.												х										х	х	х	_	
mercan	x			x														х								
Charentia sp.	Lat	e Ki	mme	eridg	gean	- ear	·ly ∖	'alar	igini	an																
Koskinobullina socialis	Mic	ddle	Kim	mer	idge	an -	earl	y Va	lang	inia	n															
Pseudocyclamina lituus	Lat	e Ki	mme	eridg	ean	- ear	ly ∖	'alar	igini	an																
Veotrocholina sp. Late Kimmeridgean - Hauterivian																										
Everticyclammina sp. Kimmeridgean - early Hauterivian																										
Trocholina alpina	Lat	e Ki	mme	eridg	ean	- Be	rrias	sian																		
Mohlerina basiliensis Kimmeridgean - middle Valanginian																										
P. ultragranulata	P. ultragramulata ?Middle Tithonian - Lower Barremian																									
Nautiloculina cretacea Berriasian - Albian																										

Çizelge 4.9. İnaltı Formasyonu Seydiler kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası

### 4.3.1.4. Dağlı ölçülü stratigrafik kesiti

Alçılar, Seydiler ve Yaralıgöz kesitleri Sakarya Zonu'nda ölçülmüştür. Her üç kesitte de Bürnük Formasyonu Akgöl Formasyonu'nu üzerinde uyumsuzlukla yer alır. İstanbul Zonu üzerinde ise, Cide-Azdavay yolu güzergahında yer alan Dağlı kesiti ölçülmüştür (Şekil 4.33). Dağlı kesitinde İnaltı Formasyonu'nun tabanı faylıdır, Formasyon'un üzerine ise Çağlayan Grubu'nun kırıntılıları gelir. Dağlı kesitinde İnaltı Formasyonu'ndan proje elemanları Demir Altıner ve Gürsel Sunal ile beraber 1417 metrelik bir kesit ölçülmüş ve toplam 71 adet numune alınmıştır. Dağlı kesitinde İnaltı Formasyonu koyu renkli, kalın tabakalı-masif mikritler ile başlamakta, daha sonra 500 metreye yakın kalınlıkta bir dolomit seviyesi kesilmekte ve istif sığ denizel, pelletli, foraminiferli tane taşı olarak devam etmektedir (Çizelge 4.11). Foraminifer faunasına göre İnaltı Formasyonu Dağlı kesitinde Kimmericiyen-Tithoniyen-Beriaziyen yaşındadır (Çizelge 4.11). Dağlı kesiti dışında bu bölgede Loç vadisinde kısa bir kesit daha ölçülmüştür (Hamitli kesiti).

		İnaltı Kireçtaşı - Yaralıgöz ke	esiti		
örnek no.	litoloji	fauna		yaş	numune aralığı m
1A	kireçtaşı	Lenticulina sp., Kastamonia? sp.			1.0
1B	kireçtaşı	Kastamonia ? sp.	gastrapoda		
2	kireçtaşı	<i>Lenticulina</i> sp., <i>Kastamonia</i> ? sp., <i>Everticyclammina</i> sp., Miliolidae			2.5
3	kireçtaşı	Mesoendothyra izjumiana, Kastamonia ? sp., Ammoboculites sp., Ataxophragminidae		Alt Kimmericiyen	2.0
4	kireçtaşı	Kastamonia sp., Charentia? sp., Miliolidae			2.8
5A	kireçtaşı	Kastamonia ? sp., Salenopor a sp.	mercanlı		2.8
6	kumtaşı				2.3
7	kirectası	Mesoendothyra iziumiana ??	kumlu		0.4
8	kireçtaşı	Mesoendothyra izjumiana, Kastamonia sp., Everticyclammina, sp.			0.6
9	kirectası	Lenticulina sp. Everticyclammina sp.			1.0
10	kirectası	-	kumlu		1.6
11	kirectası	Mesoendothura iziumiana, Kastamonia, sp	Kunna	Kimmericiyen	0.2
12	kiroctacı	Kastamonia sp. Charantia 2 sp.		Kinineneiyen	2.0
12	kireçtaşı	Alveosepta ? sp.	gastrapod		1.3
14	kireçtaşı		oolitli tanetaşı		10.0
15	kireçtaşı	Cayeuxia ? sp.	, mercanlı		5.0
16	kireçtaşı	Charentia sp.			4.8
17	kireçtaşı	Everticyclammina ? sp.			18.7
18	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus , Kastamonia s p., Trocholina sp.			4.0
19	kireçtaşı	Kastamonia sp., Salpingoporella annulata			11.0
20	kireçtaşı	Cladocorapsis sp., Campbelliella striata ?, Cayeuxia sp.			2.0
21	kireçtaşı	Campbelliella striata, Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina aff. robusta, Crescentiella marinensis, Charentia sp., Everticyclammina sp.		Tithoniyen	10.0
22	kireçtaşı	Mesoendothyra izjumiana, Cladocorapsis sp., Lithocodium sp.	gastrapod Nerinea sp.		10.5
23	kireçtaşı	Campbelliella striata, Pseudocyclammina lituus , Salpingoporella annulata, Kastamonia sp., Cladocorapsis sp., Trocholina sp., Miliolidae, Ataxophragminidae		Tithoniyen	17.5
24	kireçtaşı	Campbelliella ? sp., Pseudocyclammina lituus , Trocholina alpina, Kastamonia sp., Mesoendothyra sp., Cladocorapsis sp., Charentia sp., Miliolidae			10.6
25	kireçtaşı	Campbelliella striata, Pseudocyclammina lituus , Trocholina alpina, Trocholina sp., Salpingoporella annulata, Kastamonia sp., Cladocorapsis sp., Miliolidae, Ataxophragminidae	gastrapod Nerinea sp.		7.0
26	kireçtaşı	Campbelliella striata, Pseudocyclammina lituus ,Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Kastamonia ? sp.			2.0
27	kireçtaşı	?			6.0

Çizelge 4.10. İnaltı Formasyonu Yaralıgöz kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası

5					
28	kireçtaşı	Campbelliella striata, Pseudocyclammina lituus, Cladocorapsis miriabilis, Trocholina alpina, Trocholina sp., Lithocodium sp., Kastamonia ? sp., Everticyclammina		Tithoniyen	0.5
29	kireçtaşı	sp. Campbelliella striata ?, Pseudocyclammina lituus , Kastamonia sp., Charentia sp., Miliolidae	gastrapod Nerinea sp.		0.5
30	kireçtaşı	Campbelliella ? sp, Pseudocyclammina lituus , Trocholina elongata, Trocholina delphinensis, Trocholina sp., Mohlerina basiliensis, Quinqueloculina robusta, Charentia sp.			3.5
31	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus , Trocholina elongata, Trocholina delphinensis, Trocholina alpina, Mohlerina basiliensis, Quinqueloculina robusta, Charentia sp., Everticyclammina sp.			1.5
32-1	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Kastamonia sp., Everticyclammina ? sp., Ataxophragminidae			1.0
32-2	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Trocholina elongata, Trocholina delphinensis, Quinqueloculina robusta, Everticyclammina sp., Campbelliella? sp., Ataxophragminidae			
33	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Kastamonia sp., Trocholina alpina, Trocholina sp., Mohlerina basiliensis			6.0
34	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus ?, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Anchispirocyclamina sp., Ataxophragminidae			10.0
35	kireçtaşı	Protopeneroplis ultragranulata, Trocholina alpina, Trocholina alpina, Trocholina sp., Mohlerina basiliensis, Kastamonia sp., Everticyclammina sp., Charentia sp., Redmondoides sp.			11.0
36	kireçtaşı	Protopeneroplis ultragranulata, Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta	textularid tipi foraminifera	Tithoniyen	10.0
37	kireçtaşı	Protopeneroplis ultragranulata ?, Pseudocyclammina lituus, Mohlerina basiliensis, Trocholina alpina, Trocholina elongata, Anchispirocyclamina sp., Kastamonia sp., Charentia sp., Ataxophragminidae	textularid tipi foraminifera		5.0
38	kireçtaşı	<i>Quinqueloculina robusta, Redmondoides</i> sp., Ataxophragminidae, Miliolidae	textularid tipi foraminifera		9.0
39	kireçtaşı	?			11.0
40	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina elongata, Everticyclammina sp., Nautiloculina sp.	textularid tipi foraminifera		9.0
41	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Cayeuxia sp.	textularid tipi foraminifera		12.0
42	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Cladocorapsis miriabilis, Trocholina alpina, Trocholina sp., Anchispirocyclamina sp., Protopenoroplis ? sp., Everticyclammina sp., Redmondoides sp., Cayeuxia sp.			8.0
43A	kireçtaşı	Campbelliella striata, Mohlerina basiliensis, Trocholina sp., Pseudocyclammina ? sp., Miliolidae		Tithoniyen	9.0

				toplam kalınlık	372
56	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Ataxophragminidae, Cayeuxia ? sp.	textularid tipi foraminifera		3.5
inter (	2010-000 <b>3</b> 00 000	Charentia sp., Everticyclammina sp.	toraminifera		
55	kirectası	Protopeneroplis ultragranulata, Quinqueloculina robusta, Trocholina delphinensis, Salpinaoporella annulata.	textularid tipi		12.0
54	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina sp.	textularid tipi foraminifera		16.0
53	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Charentia sp.	textularid tipi foraminifera		10.0
52	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Anchispirocyclamina sp., Nautiloculina sp.	textularid tipi foraminifera		11.0
51	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Anchispirocyclamina sp., Charentia sp., Miliolidae	textularid tipi foraminifera		9.5
50	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Anchispirocyclamina sp., Charentia sp., Miliolidae	textularid tipi foraminifera		12.0
49	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina sp., Kastamonia sp., Anchispirocyclamina sp., Charentia sp.	textularid tipi foraminifera		7.0
48	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Campbelliella striata?, Anchispirocyclamina sp., Trocholina sp.	textularid tipi foraminifera		7.0
47	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Kastamonia sp., Miliolidae, Ataxophragminidae			6.0
46	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Kastamonia sp., Salpingoporella annulata ?, Trocholina delphinensis, Trocholina elongata, Trocholina sp.,Nautiloculina sp., Everticyclammina sp.			2.0
45	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Kastamonia ? sp., Trocholina elongata, Trocholina sp., Everticyclammina sp.			8.5
44	kireçtaşı	Cladocorapsis miriabilis, Cayeuxia sp., Charentia sp.			13.0
43B	kireçtaşı	Campbelliella striata, Cladocorapsis miriabilis, Pseudocyclammina lituus , Trocholina elongata, Cayeuxia sp.	textularid tipi foraminifera		8.0

#### (m)

Tür ve cinslerin tipik yaş aralığı (Altıner ve diğerleri 1991)

Mesoendothyra izjumiana (Alt Kimmericiyen) Alveosepta sp. (Üst Oksfordiyen - Kimmericiyen) Clypeina jurassica (Orta Kimmericiyen ve üstü) Pseudocyclammina lituus (Kimmericiyen - Orta Valanjiniyen) Mohlerina basiliensi s (Kimmericiyen - Orta Valanjiniyen) Crescentiella marinensis (Kimmericiyen-Valanjiniyen) Charentia sp. (Üst Kimmericiyen - Alt Valanjiyen) Pseudocyclammina lituus (Üst Kimmericiyen - Orta Valanjiyen) Trocholina alpina (Üst Kimmericiyen - Berriaziyen) Campbelliella striata (Tithoniyen) Protopeneroplis ultragranulata (Üst Tithoniyen - Alt Valanjiniyen) Trocholina delphinensis (Berriaziyen - Valanjiniyen) Nautiloculina bronnimanni (Berriaziyen)

	1	İnaltı Kireçtaşı - Dağlı kes	iti		1
örnek no.	litoloji	fauna		yaş	numune aralığı m
1A	kireçtaşı	Alveosepta sp.		Geç Oksfordiyen - Kimmericiyen	4.5
1B	kireçtaşı	Alveosepta sp.	pelletli, taneli	Geç Oksfordiyen - Kimmericiyen	
2A	kireçtaşı	Alveosepta sp., Favreina sp.		Geç Oksfordiyen - Kimmericiyen	6.2
2B	kireçtaşı	Alveosepta sp., Kastamonina sp., Quinqueloculina sp., Miliolidae	gastropodlu fasiyes	Geç Oksfordiyen - Kimmericiyen	
3	kireçtaşı	<i>Clypeina jurassica, Quinqueloculina</i> sp., Ataxophragmiidae		Orta Kimmericiyen ve üstü	9.0
4	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Ataxophragmiidae			6.0
5	kireçtaşı	-	mikrit içinde saçılmış dolomit		10.0
6A	kireçtaşı	Ataxophragmiidae	onkoidal		9.0
6B	kireçtaşı	Ataxophragmiidae	mikrit içinde sacılmıs dolomit		
7	kireçtaşı	Ataxophragmiidae	mikrit		31.0
8	kireçtaşı	Rectocyclammina sp., Ataxophragmiidae, Miliolidae	onkoidal		10.0
9	dolomit	_			5.5
10	dolomit	_			27.0
11	dolomit	-			37.0
12	dolomit	-			14.0
13	dolomit	-			99.0
14	dolomit				162.0
15	dolomit	-			85.0
16	dolomit	-			92.0
17	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Quinqueloculina sp.			5.0
18	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Quinqueloculina sp.	yer yer dolomitik		2.0
19	kireçtaşı	Campbelliella striata, Trocholina sp., Quinqueloculina aff. robusta, Favreina sp., Ataxophragmiidae	pelletli istiftaşı	Tithoniyen	1.0
20	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Quinqueloculina aff. robusta, Redmondoides sp., Miliolidae, Ataxophragmiidae	pelletli istiftaşı	Tithoniyen	7.0
21	kireçtaşı	Campbelliella striata , Ataxophragmiidae, Miliolidae		Tithoniyen	1.0
22	kireçtaşı	Trocholina delphinensis, Trocholina sp., Salpingoporella annulata, Quinqueloculina robusta, "Valvulina" sp.	tanetaşı-istiftaşı arası		9.0
23	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Trocholina sp., Salpingoporella annulata, Quinqueloculina robusta, Solenopora sp., Ataxophragmiidae	gastrapodlar		10.0
24	kireçtaşı	Trocholina delphinensis, Trocholina sp., Salpingoporella annulata, Quinqueloculina robusta, Nautiloculina sp., Campbelliella ? sp.			35.0
25	kireçtaşı	Salpingoporella annulata, Favreina, sp., Miliolidae			15.0

Çizelge 4.11. İnaltı Formasyonu Dağlı kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası.

26	kireçtaşı	Protopeneroplis ultragranulata, Clypeina jurassica, Redmondoides lugeoni, Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina sp., Salpingoporella annulata, Campbelliella ? sp., Ataxophragmiidae		Geç Tithoniyen - Erken Berriaziyen arası	26.0
27	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Redmondoides sp., Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Nautiloculina sp., Campbelliella ? sp., Ataxophragmiidae			12.0
28	kireçtaşı	Campbelliella striata, Redmondoides lugeoni, Quinqueloculina robusta,Trocholina sp., Salpingoporella annulata , Thaumatoporella sp., Ataxophragmiidae			12.0
29	kireçtaşı	Campbelliella striata, Redmondoides lugeoni, Quinqueloculina robusta			9.0
30	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Clypeina jurassica, Salpingoporella annulata , Ataxophragmiidae			51.0
31	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Clypeina jurassica, Salpingoporella annulata , Cayeuxia sp., Ataxophragminidae, Miliolidae			15.0
32	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina delphinensis, Salpingoporella annulata, Redmondoides lugeoni ?, Charentia sp., Ataxophragmiidae			14.0
33	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Favreina sp., Ataxophragmiidae, Miliolidae			23.0
34	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Pseudocyclammina lituus?			12.0
35	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Redmondoides sp., Belorussiella sp.			16.0
36	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Trocholina alpina, Redmondoides sp., Protopenoroplis? sp., Thaumatoporella sp.			20.0
37	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Salpingoporella annulata, Cayeuxia sp.			23.0
38	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Trocholina alpina, Belorussiella sp., Feurtillia ? sp.			11.0
39	kireçtaşı	Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Trocholina alpina, Favreina sp., Ataxophragmiidae			18.0
40	kireçtaşı	Campbelliella striata ?	dolomitik		12.0
41	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Cayeuxia			14.0
42	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Salpingoporella annulata , Trocholina elongata, Redmondoides sp., Lenticulina sp., Ataxophragmiidae			42.0

43	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Trocholina alpina, Trocholina sp., Quinqueloculina robusta, Cayeuxia sp., Charentia sp.			15.0
44	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Trocholina alpina, Trocholina elongata,Trocholina delphinensis, Trocholina sp., Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Lenticulina sp.			15.0
45	kireçtaşı	Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Redmondoides lugeoni, Trocholina sp., Charentia sp., Ataxophragmiidae			12.0
46	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Ataxophragmiidae			18.0
47	kireçtaşı	Trocholina sp., Redmondoides sp., Belorussiella sp.			24.0
48	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Belorussiella ? sp., Ataxophragmiidae			16.0
49	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Campbelliella striata, Salpingoporella annulata, Favreina sp., Hectinia praeantiqua, Ataxophragmiidae			14.0
50	kireçtaşı	=	stromatolitik		17.0
51	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Campbelliella striata, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp.			17.0
52	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Miliolidae			19.0
53	kireçtaşı	Mohlerina basiliensis, Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Trocholina sp., Belorussiella sp., Cayeuxia sp.			23.0
54	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Salpingoporella annulata, Trocholina alpina, Trocholina delphinensis, Trocholina sp., Everticyclammina sp.			19.0
55	kireçtaşı	Protopeneroplis ultragranulata, Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina sp., Salpingoporella annulata, Charentia sp.		Geç Tithoniyen - Erken Berriaziyen arası	2.0
56	kireçtaşı	Favreina sp., Ataxophragmiidae			17.0
57	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina elongata, Pseudocyclammina lituus ?, Lenticulina sp., Ataxophragmiidae			5.0
58	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina elongata, Redmondoides lugeoni, Cayeuxia sp.			7.0
59	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina elongata, Redmondoides sp., Cayeuxia sp.			11.0
60	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Redmondoides sp., Belorussiella sp.			25.0
61	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina alpina, Trocholina elongata, Redmondoides sp., Salpingoporella annulata			11.0
62	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina elongata, Trocholina odukpaniensis, Salpingoporella annulata, Ataxophragmiidae		En Geç Tithoniyen - Berriaziyen arası	15.0
63	kireçtaşı	Mohlerina basiliensis, Quinqueloculina robusta, Nautiloculina sp., Cayeuxia sp., Ataxophragmiidae			16.0
----	-----------	--	----------	--------------------------------------	------
64	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Redmondoides lugeoni, Trocholina elongata			13.0
65	kireçtaşı	Mohlerina basiliensis, Quinqueloculina robusta, Salpingoporella annulata, Trocholina alpina, Trocholina sp., Redmondoides sp., Charentia ? sp.			12.0
66	kireçtaşı	Quinqueloculina robusta, Trocholina elongata, Salpingoporella annulata, Belorussiella sp.			1.0
67	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Campbelliella striata, Protopeneroplis ultragranulata, Quinqueloculina robusta, Trocholina elongata			7.0
68	kireçtaşı	Trocholina delphinensis, Trocholina alpina, Pseudocyclammina lituus, Quinqueloculina robusta, Charentia sp., Lithocodium sp.		Berriaziyen	8.0
69	kireçtaşı	Clypeina jurassica, Trocholina sp.	mercanlı		20.0
70	kireçtaşı	-	laminalı		12.0
71	kireçtaşı	Protopeneroplis ultragranulata, Clypeina jurassica, Quinqueloculina robusta, , Trocholina elongata, Trocholina delphinensis, Salpingoporella annulata, Belorusiella sp.		Berriaziyen (muhtemelen erken)	4.0
					1417

Çizelge 4.11 (devam). İnaltı Formasyonu Dağlı kesitinden derlenen numunelerin foraminifer faunası.

# 4.3.1.5. Diğer kesitler

Orta Pontidler'in İstanbul Zonu tarafında Cide güneyinde Triyas yaşlı Çakraz Formasyonu üzerinde Jura kireçtaşları uyumsuzlukla gelmektedir. Bu bölgede Jura kireçtaşlarından bir kesit ölçebilmek için Kurucaşile güneydoğusunda Nostra Köyü çevresinde uygun gözüken bir kesit yeri saptanmış ve tüm proje elemanları ile beraber kesit yerine gidilmiştir. Nostra kesitinde Jura kireçtaşları doğrudan kırmızı karasal kumtaşı, şeyl ve konglomeradan oluşan Triyas yaşlı Çakraz Formasyonu üzerinde yer almaktadır (Şekil 4.37). Kesit uzaktan güzel gözükmesine rağmen, kesit yerine ulaşmak tüm yolların orman ile kaplanmış olması neden ile mümkün olmamıştır. Sadece Jura kireçtaşlarının en tabanından birkaç örnek alınabilmiştir; bu örnekler de tayin edilebilir bir foraminifer faunası bulunamamıştır.



Şekil 4.37. Cide-Nostra İnaltı Formasyonu kesit yeri. Jura yaştaki kireçtaşları Triyas Çakraz Formasyonu üzerinde yer almaktadır.

2011 yaz aylarında İstanbul Zonu üzerinde gelişen Jura-Kretase karbonatlarından kesit ölçebilmek için Amasra çevresi, Arıç vadisi, Kurucaşile ve Pınarbaşı çevrelerinde uygun kesit yerleri aranmıştır. Bu bölgelerde tabanı ve/veya tavanı stratigrafik olarak açık, iyi mostra veren kesit yeri bulunamamıştır. İstanbul Zonu üzerinde İnaltı Formasyonu kireçtaşları Triyas yaşlı Çakraz Formasyonu üzerine gelmektedir, bu dokanağa ulaşan yol veya patika sayısı son derece azdır; Arıç vadisinde bu tip iki orman yoluna girilmiş fakat yol boyunca dokanağın İnaltı kireçtaşı molozları ile örtülü olduğu saptanmıştır; ayrıca bu yörelerde ve yollarda İnaltı Formasyonu'nda sürekli ve düzenli mostra veren kesit yerleri bulunamamıştır.

## 4.3.2. Sonuçlar

İnaltı Formasyonu'ndan ölçülen kesitler ve yapılan paleontolojik etüdlerden aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

a) Alçılar, Seydiler, Yaralıgöz ve Dağlı kesitlerinden derlenen numunelerin paleontolojik etüdünden elde edilen sonuçlar kireçtaşı istiflerinin yaş aralığının Geç Jura (Kimmericiyen) ile Erken Kretase (Berriaziyen) olduğunu göstermektedir. Kireçtaşlarının yaşının Orta Jura'ya ve hatta Oksfordiyen'e indiğini gösteren hiçbir palaeontolojik veriye rastlanmamıştır.

b) Gerek İstanbul Zonu üzerinde ölçülen Dağlı kesiti, gerekse Sakarya Zonu üzerinde ölçülen Alçılar, Seydiler ve Yaralıgöz kesitleri sığ denizel kireçtaşlarından yapılmıştır. Geç Jura ve Erken Kretase'de Orta pontidler'in kuzey kesiminde derin denizel koşulların varlığını gösteren herhangi bir veri bulunmamaktadır.

c) Tabanı ve tavanı stratigrafik olarak belli olan Alçılar kesitinde İnaltı Formasyonu'nun toplam kalınlığı 600 metredir. Buna karşın tabanı faylı olan Dağlı kesitinde 1417 metre kireçtaşı ölçülmüştür. Bu durum, eğer arada tektonik bir hat atlanmadıysa, Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşı kalınlığının kuzeye Karadeniz'e doğru arttığına işaret eder.

Orta Pontidler'de İnaltı Formasyonu uyumsuzlukla Erken Kretase yaşlı Çağlayan Grubu klastik kayaları tarafından üzerlenmektedir. Bir çok bölgede İnaltı ve Bürnük formasyonları tamamen aşınmış olup, Çağlayan Grubu Küre Kompleksi veya Orta Jura kristalen kayaları üzerinde stratigrafik olarak yer almaktadır. Çağlayan Grubu ve onun üzerinde yer alan Üst Kretase'nin pelajik kireçtaşları aşağıda Araç bölgesi bölümünde tanımlanacaktır.

# 4.4. Küre bölgesinden elde edilen yeni sonuçlar

Proje kapsamında Küre bölgesinde yürütülen saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen önemli sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

a) İnebolu güneyinde geniş bir alanda Orta Jura yaşlı yüksek dereceli metamorfik kayalar yüzeylemektedir. Gnays ve migmatitlerle temsil edilen Geme Kompleksi'nde karakteristik mineral parajenezi"kordiyerit + granat + sillimanit + biyotit + kuvars + K-feldispat"tır. Yapılan mineral analizleri ve petrolojik hesaplamalar sonucunda metamorfizma sırasında zirve sıcaklığın 720 ± 40 °C, basıncın ise 4 ± 1 kbar olduğu saptanmıştır. Geme Kompleksi'ni kesen granitik damarlardan 172 Ma zirkon U-Pb yaşları, Geme Kompleksi gnayslarından ayrılan biyotitlerden ise 164 Ma'lik Ar-Ar yaşları elde edilmiştir. Bu verilere göre Geme Kompleksi metamorfizması Orta Jura yaşındadır.

b) Küre bölgesinde Geme Kompleksi'ni kesen Dikmen Porfiri ve Karaman Sokulumundan sırası ile 163 Ma ve 162 Ma'lik biyotit Ar-Ar yaşları saptanmıştır.

c) Alt-Orta Jura'da Orta Pontidler'de yüksek sıcaklık metamorfizması ve magmatizma ile tanımlanan önemli bir termal olay meydana gelmiştir. Bölgenin Jura'daki genel tektonik konumu göz önüne alındığında bu termal olayın yay-içi veya yay-ardı havzada genişlemeli bir tektonik ortamda meydana geldiği söylenebilir.

d) Küre bölgesinde yaygın mosra veren Akgöl Formasyonu içinden ilk defa yaş konağı veren, lokasyonu, fotografı ve tanımı olan bir makrofosil tanımlanmıştır. Tanımlanan *Monotis salinaria* isimli lamellibranş Akgöl Formasyonu için Üst Triyas (Noriyen) yaşı vermektedir. Aynı fosil Kırım'daki Tavrik flişi içinden de bilinmektedir.

e) Küre Kompleksi içinde yer alan Akgöl Formasyonu ve büyük bir ultramafik kütlesi Karaman Sokulumu tarafından kesilmektedir. Karaman Sokulumu'ndan elde edilen Orta Jura (162 Ma) jeokronolojik yaşı ultramafik kayaya bir üst yaş sınırı vermektedir.

f) Küre ile Devrekani arasında yer alan Kayabaşı Triyas kireçtaşı istifi stratigrafi, foraminifer ve konodont faunası açısından incelenmiştir. İstif altta breşik kireçtaşları ile başlamakta ve üstte doğru Hallstatt fasiyesinde pelajik kireçtaşlarına geçmektedir. Foraminifer ve konodont verilerine göre istif Alt Triyas'tan (Sitiyen-Aniziyen) Üst Triyas'a (Karniyen-Noriyen) kadar uzanmaktadır. Noriyen yaşında Akgöl Formasyonu içinde Kayabaşı istifine ait kireçtaşı çakıl ve bloklarının yer alması, Akgöl Formasyonu'nun Kayabaşı Formasyonu üzerine çökeldiğine işaret etmektedir.

g) Orta Pontidler'in kuzey kesimlerinde Sakarya ve İstanbul zonları üzerinde yer alan Üst jura-Alt Kretase kireçtaşlarından dört tane ölçülü stratigrafik kesit ölçülmüştür. Bu kesitlerin paleontolojik ve sedimentolojik incelemesi kireçtaşları için yaş konağını Kimmericiyen-Tithoniyen – Berriaziyen olarak vermiştir. Orta Pontidlerde incelenen tüm Üst Jura – Alt Kretase kireçtaşları sığ denizel ve platform tipindedir. Bu dönemde Orta Pontidler'in kuzeyinde derin denizel koşulları gösteren bir veriye rastlanmamıştır. Buna göre Orta Pontidler'in kuzeyinde İstanbul ve Sakarya zonları Kimmericiyen'den önce yanyana gelmiş olmalıdır.

# 5. ARAÇ ÇEVRESİNİN JEOLOJİSİ

Proje kapsamında İstanbul Zonu'na ait Karadere Paleozoyik istifinin ve doğusunda Sakarya Zonu'na ait olduğu düşünülen metamorfik kayaların mostra verdiği, Araç-Daday-Kastamonu arasındaki bölge proje kapsamında çalışılmış ve haritalanmıştır (Şekil 5.1, Ek A). Araç-Daday-Kastamonu arasındaki bölgede yapılmış ve sonuçları yayınlamış çalışmalar çok az sayıdadır. Bölgenin en iyi çalışılmış birimi Araç kuzeybatısındaki Karadere serisi olarak bilinen İstanbul Zonu'nun Paleozoyik istifidir. Bu bölge Boztuğ (1992b) tarafından haritalanmış ve Paleozoyik stratigrafisi Boztuğ (1992) ve Dean ve diğerleri (2000) tarafından yayınlanmıştır. Paleozoyik istifin kristalen temelini oluşturan granitik kayalar Chen ve diğerleri (2002) tarafından Neoproterozyik olarak yaşlandırılmıştır. Paleozoyik istifin doğusunda kalan düşük dereceli metamorfik kayalar üzerinde yayınlanmış kayda değer çalışma Yiğitbaş ve diğerleri (1999)'dur.

Araç kuzeyinde Karadere serisi olarak bilinen İstanbul Zonu'nun Paleozoyik istifi (Boztuğ, 1992b; Dean ve diğerleri, 2000) doğuda Sakarya Zonu'na dahil edilen Jura öncesi olduğu düşünülen düşük dereceli metamorfik kayalar ile dokanak halindedir (Uğuz ve diğerleri, 2002; Yiğitbaş ve diğerleri, 1999). Bu özelliği ile Araç kuzeyi İstanbul ile Sakarya zonları arasındaki ilişkiyi çalışmak için ideal bir alan olarak gözükmüştür. Bu bölge ve iki farklı tektonik birim arasındaki kritik dokanak daha önce sadece Yiğitbaş ve diğerleri (1999) tarafından çalışılmıştır. Yapılan saha çalışmaları ve bilhassa yeni jeokronolojik veriler beklenenden çok daha farklı bir sonuç vermiştir. Karadere serisini doğudan sınırlayan düşük dereceli metamorfik kayalar, Çağlayan Grubu'nun metamorfik eşleneği olduğu ortaya çıkmıştır. Bu kayaların metamorfizma yaşı da, ileride ayrıntılı tanımlanacağı gibi, Erken Kretase'dir.

# 5.1. Karadere Paleozoyik istifi ve Kuruluk Zonu

Karadere Paleozoyik istifi daha önce Boztuğ (1992b) ve Dean ve diğerleri (2000) tarafından çalışılmıştır. Proje kapsamında Karadere serisi üzerinde bir çalışma yapılmamış, sadece düşük dereceli metamorfiklerle olan ve Kuruluk Zonu adı verilen doğu dokanağı haritalanmış ve çalışılmıştır. Karadere Paleozoyik istifi'nin doğu kesimi Ordovisyen yaşlı kalın tabakalı-masif kuvarsitler ile temsil edilir (Şekil 5.2); kuvarsitlerin doğusunda, yaklaşık 500 m kalınlıkta Kuruluk tektonik zonunda biyotit ve hornblendli granitoid, metagranitoid, bandlı diyoritik-gnays türü kayalar ve siyah, boz sleytler ve düşük dereceli metasilttaşları mostra vermektedir (Şekil 5.1). Bu bölgenin ayrıntılı bir jeolojik haritasını yapan Boztuğ (1992b) bu zonu İstanbul Paleozoyik istifinin temeli olan Dorukyayla gnaysı ile deneştirmiştir. Kuruluk zonu içerisindeki yüksek dereceli metamorfik kayalar ve granitoidler gerçekten de İstanbul Paleozoyik istifinin temeline ait parçalar olabilir fakat bunlar sleyt ve metasilttaşları içinde tektonik dilimler teşkil etmektedir. Mostranın iyi olmadığı bu bölgede Paleozoyik kuvarsitler ile Kuruluk tektonik zonu arasındaki sınır doğrudan gözlenememiştir. Buna karşın Kuruluk tektonik zonunda eğimlerin genelde dikçe batıya doğru oluşu, kuvarsitlerin dik bir tektonik dokanakla üstte olduğuna işaret etmektedir (Yiğitbaş ve diğerleri, 1999).

Karadere Palezoyik istifi ve istifin Prekambriyen kristalen temeli kuzeyde ıraksak bir fliş istifi oluşturan Çağlayan Grubu ile faylı dokanaktadır. Boztuğ (1992b), Paleozoyik ve temelin kuzeye Çağlayan Grubu üzerine itildiğini belirtir. Gerçekten de Asar Yaylası mevkiinde Ordovisyen kuvarsitleri Çağlayan Grubu üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Saha gözlemlerine göre Karadere Paleozoyik istifi doğuda düşük dereceli metamorfik kayalar, kuzeyde ise Çağlayan Grubu türbiditleri üzerinde allokton konumludur.

# 5.2. Kürek Granitoyidi

Karadere Paleozoyik istifinin kuzeyinde, Çağlayan Grubu çökelleri ve düşük dereceli metamorfik kayalar tarafından sarılı bir granitoidik kütle mostra verir (Şekil 5.1 ve 2.3). Kürek Granitoyidi Yılmaz ve Boztuğ (1986) tarafından adlanmış ve Jura yaşlı granitoidler arasında gösterilmiştir. Boztuğ (1992b) Kürek Granitoyidi'nin bileşimini granit, granodiyorit ve kuvars-monzonit olarak belirtir ve Kirtulaz formasyonu adını verdiği düşük dereceli metamorfik kayaları kestiğini ileri sürer. Boztuğ ve diğerleri (1995) ise Kürek Granitoyidinden derlenen 12 örnekten jeokimya analizleri vermektedir. Bu analizler Debon ve LeFort (1983) diyagramında iki farklı alanda



Şekil 5.1. Araç ile Daday arasındaki alanın jeoloji haritası. Harita, kendi çalışmalarımızdan, Boztuğ (1992b) ve Yiğitbaş ve diğerleri (1999)'den faydalanarak çizilmiştir. Lokasyon için Şekil 2.3'e bakınız.



Şekil 5.2. Karadere Paleozoyik istifine güneydoğudan bakış. Arka plandaki sırt Ordovisyen kuvarsitlerden oluşmaktadır. Kuvarsitler doğuya, ön planda görülen fillat ve rekristalize kireçtaşları (Martin Kompleksi) üzerine itilmiştir.

kümelenmektedir: granodiyorit-adamellit ve diyorit-monzodiyorit. Kimyasal özellikleri ile Kürek Granitoyidi bimodal ve alkalen bir özellik sunmaktadır. Boztuğ ve diğerleri (1995) Kürek Granitoyidi'nin, kuvars, plajiyoklas, K-feldspatın yanısıra biyotit ve hornblen içerdiğini belirtmektedir. Tüm eski çalışmalarda Kürek Granitoyidi'nin doğusunda kalan Martin Kompleksi metamorfitlerini kestiği ve Jura yaşında olduğu belirilmektedir (Yiğitbaş ve diğerleri, 1999). Kürek Granitoyidi'nin izotopik yaşı hakkında yayınlanmış bir çalışma mevcut değildir. Kürek Granitoyidi için öngörülen Jura yaşı, Kastamonu çevresindeki granitoyidlerin yaşından yola çıkılarak verilmiştir.

Yapılan saha gözlemleri Kürek Granitoyidi'nin diyorit ve granitten oluşan bimodal ve kompozit bileşimini teyit etmiştir. Plutonun önemli bir kesimi plajyoklas ve hornblenden oluşan diyoritten meydana gelmiştir. Bilhassa plutonun güney kesimlerinde diyoritler, granitik damarlar ve ufak granitik kütleler tarafından kesilmektedir (Şekil 5.3a,b). Diyorite ait enklavlar granit içinde yaygın olarak bulunur (Şekil 5.3a). Buna göre diyorit önce üst kabuğa yerleşmiş ve daha sonra yerleşen granit tarafından kesilmiştir.

Kürek Granitoyidi kuzey ve batıda Çağlayan Grubu üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Değirmencik Köyü güneyinde Kürek Granitoyidi'nin Çağlayan Grubu'nu düşük açılı bir bindirme ile üzerlediği açık olarak gözlenmektedir (Şekil 5.3d). Benzer bir dokanak Poyrazlı Köyü'nden kuzeye bakınca da görülmektedir (Şekil 5.3c). Kürek Granitoyidi'nin fillatlar ile olan dokanağı, daha önce intrüzif olarak belirtilmesine rağmen, Uğçek Köyü doğusunda ve Fındıcak Yayla kuzeyinde yaptığımız gözlemlere göre faylıdır. Bu gözlem aşağıda belirtilen Kürek Granitoyidi'nin izotopik yaşı ile uyumludur.

Kürek Granitoyidinden derlenen onbir granitoid örneğinin mineral bileşimi Çizelge 5.1'de verilmiştir. Kürek diyoriti esas olarak hornblend ve plajiyoklastan yapılmıştır (Şekil 5.4), az oranda piroksen, kuvars ve opak mineraller de ihtiva edebilir. Granitik kesimi ise kuvars ve plajiyoklastan oluşan, seyrek kloritleşmiş biyotit içeren, lökokratik bir mineral topluluğu vardır. Gerek diyoritlerde gerekse granitlerde alterasyon ve kataklazma yaygındır, biyotitlerin çoğu kloritleşmiştir.

Kürek Granitoyidi'nin yaşını saptamak amacı ile bir granit örneğinden (örnek no. 2557) ayrılan zirkonlar Santa Barbara'da U-Pb yöntemi ile yaşlandırılmıştır; ayrıca bir diyorit örneğinden (örnek no. 2496) hornblend mineralleri ayrılmış ve Ar-Ar yöntemi ile yaş tayini yapılmıştır. Granit örneğindeki zirkonlar Geç Permiyen'e karşılık gelen 262 ± 3 Ma'lik bir konkordan yaş vermiştir (Şekil 5.5, Çizelge 5.2). Diyoritten ayrılan on hornblend tanesi üzerinde yapılan Ar-Ar lazer probe analizleri 256 Ma ile 210 arasında değişen ve ortalaması 228 ± 11 Ma olan yaşlar vermiştir (Çizelge 5.3). Ar-Ar hornblend yaşları Geç Permiyen'de kristalleşen Kürek Granitoyidi'nin Triyas'ta soğuduğuna ve yükseldiğine işaret etmektedir.



Şekil 5.3. Kürek Granitoidi'nin litolojik özellikleri ve konumu. (a) Granitik damarlar tarafından kesilmiş diyorit, Çonlar doğusu, Araç kuzeyi, lokalite 2557. (b) Granit içerisinde diyorit ksenolitleri, Çonlar doğusu, Araç kuzeyi, lokalite 2557. (c) Küre granitoidi düşük açılı tektonik dokanak ile Çağlayan Grubu üzerinde, Poyrazlı Köyü çevresinden kuzeye bakış, lokalite 2574. (d) Kürek Granitoyidi düşük açılı bir tektonik donanakla Çağlayan Grubu üzerinde, Değirmencik Köyü çevresi, Araç kuzeyi, lokalite 2540.



Şekil 5.4. Kürek diyoritinin mikrofotografı (örnek 2478). Kaya yeşil hornblend ve plajiyoklastan, ve az oranda opak minerallerden yapılmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.5 mm'dir.

		granuler, tam kristalli doku											
örnek no.		plajiyoklas	biyotit	kloritleşmiş biyotit	hornblend	kloritleşmiş hornblend	kuvars	diğer mineraller					
2275	diyorit	X	X	х	х	-	-	opak					
2277	kuvars-diyorit	x	H	-	x		x	-					
2278	kuvars-diyorit	x	-	-	x	i i	х	-					
2478	diyorit	x	-	-	x	-		epidot					
2480	diyorit	х	х	х	x	-	-	opak					
2496	diyorit	x	-	-	х	-	-	sifen, opak					
2558	diyorit	x	-	-	х	-	×	piroksen, opak					
2559	diyorit	х	х	х	х	-	-	opak					
2562	diyorit	x	х		x	-	-	piroksen, opak, epidot					
2273	granodiyorit	x	H		=	-	x						
2557	granodiyorit	X	х	x	-	-	X						

Kürek Granitoidi

Çizelge 5.1. Kürek Granitoyidi'nden petrografik olarak incelenen örneklerin mineralojik özellikleri.



Şekil 5.5. Kürek Granitoyidi'nden derlenen 2557 numaralı granitoid örneği zirkonlarından elde edilen U-Pb yaşı.

Kürek	sample	2557	7 Isotopic ratios Apparent ages (Ma)						1942000011004						
U (ppm)	Th (ppm)	U/Th	<sup>207</sup> Pb <sup>235</sup> U	± error	<sup>206</sup> Pb <sup>238</sup> U	± error	error corr.	<sup>206</sup> Pb <sup>238</sup> U	± (Ma)	<sup>207</sup> Pb <sup>235</sup> U	± (Ma)	<sup>206</sup> Pb <sup>207</sup> Pb	± (Ma)	Best age (Ma)*	± (Ma)
1145	782	1.5	0.3039	0.0052	0.04212	0.0007	0.93823	265.9	4.3	269.8	3.9	275.0	4.4	265.9	4.3
985	680	1.4	0.3025	0.0076	0.0418	0.0011	0.96054	264.1	6.5	268.1	5.9	272.4	6.5	264.1	6.5
295	257	1.1	0.315	0.0083	0.0436	0.0011	0.80942	275.1	6.7	278.8	6.6	294.7	8.0	275.1	6.7
633	305	2.1	0.3179	0.0055	0.04139	0.00066	0.85778	261.4	4.1	280.1	4.2	278.0	4.6	261.4	4.1
3590*	7410	0.5	0.335	0.011	0.031	0.0013	0.74634	197.0	8.2	292.7	8.6	177.0	10.0	292.7	8.6
2261*	4122	0.6	0.4443	0.0085	0.0364	0.0007	0.91617	230.4	4.3	374.4	6.2	169.8	3.2	230.4	4.3
665	372	1.8	0.426	0.012	0.04393	0.00065	0.6847	277.1	4.0	359.5	8.4	342.8	7.2	277.1	4.0
1505	1255	1.2	0.3633	0.0064	0.04264	0.0007	0.89861	269.1	4.3	315.2	4.9	287.5	4.8	269.1	4.3
1764	1386	1.3	0.3038	0.0057	0.04074	0.00078	0.9521	257.4	4.8	269.2	4.5	256.6	4.4	257.4	4.8
983	1006	1.0	0.2981	0.005	0.04183	0.00063	0.92922	264.2	3.9	265.8	4.0	261.7	3.8	264.2	3.9
709	403	1.8	0.2984	0.0055	0.04146	0.0007	0.86101	261.9	4.3	265.0	4.3	257.1	4.3	261.9	4.3
605	319	1.9	0.3071	0.0069	0.043	0.00096	0.91662	271.3	6.0	272.3	5.3	276.0	6.5	271.3	6.0
438	237	1.9	0.3183	0.0072	0.04377	0.00087	0.90856	276.1	5.3	280.3	5.6	275.5	6.0	276.1	5.3
685	461	1.5	0.3501	0.0089	0.04214	0.0008	0.89819	266.1	5.0	305.3	6.6	288.6	6.6	266.1	5.0
329	369	0.9	0.3034	0.0063	0.04171	0.00083	0.867	263.4	5.1	268.8	4.9	257.3	4.8	263.4	5.1
109	81	1.4	0.3034	0.0083	0.0411	0.0007	0.66694	259.6	4.4	268.7	6.5	259.6	4.8	259.6	4.4
830	662	1.3	0.2863	0.0047	0.03996	0.00058	0.86861	252.6	3.6	255.5	3.7	247.0	4.3	252.6	3.6
954	679	1.4	0.3002	0.0044	0.04188	0.0006	0.91106	264.5	3.7	266.4	3.4	260.3	3.4	264.5	3.7
651	421	1.5	0.3055	0.0056	0.04198	0.00063	0.86974	265.0	3.9	271.5	4.4	260.4	4.2	265.0	3.9
345	382	0.9	0.2869	0.0056	0.04098	0.00072	0.85595	258.9	4.5	256.5	4.5	247.6	4.5	258.9	4.5
630	399	1.6	0.3105	0.0062	0.04101	0.00069	0.88965	259.1	4.3	274.4	4.8	254.2	4.0	259.1	4.3
816	702	1.2	0.2996	0.0069	0.04075	0.00081	0.93346	257.4	5.0	265.9	5.4	250.8	5.0	257.4	5.0
* 1400			rainstad	due to th	air bigh II	and Th ana	aunte and	Louis 11/T	Th rotic						

\* Measurements are rejected due to their high U and Th amounts and low U/Th ratios.

Çizelge 5.2. Kürek Granitoyidinden derlenen bir granit örneğinde (2557) zirkon U-Pb yaş değerleri.

40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ar
0.0810118	0.0013514	0.00551433	0.0001861	0.000119	4.22E-05	0.04002442	0.000222	2.74E-05	1.54E-05	13.22317697
0.3720661	0.0031806	0.02108014	0.0001965	0.0005074	6.22E-05	0.21457067	0.000222	0.0001411	2.32E-05	15.67160416
0.3463685	0.0029826	0.02118832	0.0002171	0.0004358	4.22E-05	0.15945499	0.000222	0.0001557	2.32E-05	14.17507469
0.3381929	0.0027951	0.02239835	0.0003721	0.0004256	6.22E-05	0.14239968	0.000222	0.0001803	2.32E-05	12.72079705
0.2890912	0.0021811	0.01682366	0.0004238	0.0004256	6.22E-05	0.1481588	0.000222	0.0001687	3.22E-05	14.2197993
0.3357963	0.0028264	0.01930256	0.0003205	0.0005278	7.23E-05	0.21434382	0.000222	0.0001412	2.32E-05	15.23487533
0.2998993	0.0009506	0.01793412	0.0004031	0.0003541	4.22E-05	0.15708356	0.000222	0.0001064	3.22E-05	14.96956908
0.4163628	0.0021603	0.02816677	0.0003308	0.000446	5.21E-05	0.10893127	0.000222	0.0001491	1.54E-05	13.2174861
0.3658771	0.0030764	0.02198303	0.0003515	0.0005278	5.21E-05	0.19303548	0.000222	0.0002168	2.32E-05	13.72873327
0.7983874	0.0032952	0.04958948	0.0004548	0.0010388	9.26E-05	0.30471874	0.000222	0.0004572	4.17E-05	13.37521874
0.00972	+/-	0.0000486								

+/-	Age	+/-	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
0.9679993	218	15	0.0680683	0.002563	0.000338	0.00018972	7.258251	0.2482801	0.02157	0.007680044
0.3865764	256	6	0.056657	0.0007165	0.000379	6.23E-05	10.17881	0.0954499	0.02407	0.00295836
0.3810233	233	6	0.0611728	0.0008188	0.00045	6.70E-05	7.525609	0.0778279	0.02057	0.002000885
0.3918422	210	6	0.0662295	0.001229	0.000533	6.86E-05	6.357597	0.1060906	0.019	0.002794127
0.6817307	233	11	0.058195	0.0015303	0.000584	0.00011143	8.806572	0.2222394	0.0253	0.003750703
0.4594038	249	7	0.0574829	0.00107	0.00042	6.90E-05	11.10443	0.1847161	0.02734	0.003772139
0.6303315	245	10	0.0598005	0.0013575	0.000355	0.00010733	8.758921	0.1972794	0.01974	0.002392317
0.2365503	218	4	0.0676496	0.0008686	0.000358	3.69E-05	3.867368	0.046099	0.01584	0.001860109
0.4057416	226	6	0.0600831	0.0010854	0.000593	6.35E-05	8.781113	0.140757	0.02401	0.002402276
0.2848036	220	5	0.0621121	0.0006247	0.000573	5.22E-05	6.144826	0.0565357	0.02095	0.001876424

(	Mean = 228 ± 11 [4.6%] 95% conf.
	Wtd by data-pt errs only, 0 of 10 rej.
ĺ	MSWD = 23, probability = 0.000

Çizelge 5.3. Kürek Granitoyidinden derlenen bir diyorit örneğinden (2496) ayrılan hornblend mineralleri üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayin sonuçları.

Kürek Granitoyidi'nden elde edilen izotopik yaşlar, Kürek Granitoyidi'nin çevre kayalar ile gözlenen tektonik ilişkisini desteklemektedir. Sonuç olarak Kürek Granitoyidi, Geç Permiyen yaşında, diyorit ve granitten oluşan allokton bir kütledir. Bir klip halinde Çağlayan Grubu çökelleri ve fillatlar üzerinde yer almaktadır. Benzer granitoid yaşları İstanbul Zonu içerisinde Bolu Masifi'nden (Ustaömer ve diğerleri, 2005) ve Gebze çevresindeki Sancaktepe Granitoyidi'nden (Yılmaz, 1975) tanımlanmıştır. Permiyen granitoyidleri Istranca Masifi'nde de bulunmaktadır (Okay ve diğerleri, 2001; Sunal ve diğerleri, 2006) fakat Sakarya Zonu'ndan tasvir edilmemiştir.

# 5.3. Çağlayan Grubu

Orta Pontidler'in kuzeyinde 300 km'ye 60 km büyüklüğünde bir alanda Alt Kretase yaşlı kırıntılı kayalar mostra verir (Şekil 2.3). Alt Kretase kırıntılı kayalarının mostra alanı, MTA tarafından yayınlanmış Sinop paftasında (Uğuz ve diğerleri, 2002) gösterilenden çok daha fazladır. Proje kapsamında yapılan saha çalışmalarında Alt Kretase kayalarının mostra verdiği alanlar güneye doğru haritalanmış, ve Araç-Daday-Devrekani hattının kuzeyinde kalan, ve Sinop paftasında genellikle Triyas yaşlı metamorfik kaya olarak gösterilen sahaların Alt Kretase yaşlı kumtaşı ve şeyllerden oluştuğu saptanmıştır (Şekil 2.3 ve 5.1, Ek A). Bu geniş alanda mostra veren Alt Kretase yaşlı kırıntılı kayalar batıda Ulus Formasyonu doğuda Çağlayan Formasyonu olarak haritalanmıştır. Her iki formasyon da benzer yaşta benzer litolojilerden oluştuğu için, bu raporda Alt Kretase yaşlı türbiditik çökeller Çağlayan Grubu adı altında tanıtılacaktır.

Çağlayan Grubu şeyllerinde geniş alanlarda yapılan nannofosil tayinleri Barremiyen ile geç Aptiyen arası yaşlar vermiştir (Hippolyte ve diğerleri, 2010). Bu yeni nannofosil yaşları daha önce yayınlanan foraminifer ve nannofosil yaşları ile uyumludur (Gedik ve Korkmaz, 1984, Tüysüz, 1999). Çağlayan Grubu kuvvetli bir deformasyon geçirdiği ve üstten aşınmalı olduğu için kalınlığına hassas bir şekilde saptamak mümkün değildir; genelde kalınlığının 2000-3000 metre arasında olduğu kabul edilmektedir (Aydın ve diğerleri, 1982; Gedik ve Korkmaz, 1984; Tüysüz, 1999; Hippolyte ve diğerleri, 2010). Karabük'ün kuzeyinde açılmış olan Ulus-1 kuyusu 2850 m kalınlıkta bir Çağlayan Grubu istifi kesmiştir (Derman, 2002). Çağlayan Grubu kuzeye Karadeniz'e doğru daha genç çökeller altında devam eder. Ayancık güneydoğusunda açılan Soğuksu-1 kuyusu, Üst Kretase volkanitleri altında 1050 metre kalınlıkta Çağlayan Grubu çökelleri kesmiştir (Korkmaz, 1992).

Çağlayan Grubu'nun tabanında İstanbul ve Sakarya zonlarına ait farklı birimler yer alır. Bunlar arasında Neoproterozoik granit ve gnayslar, Paleozoik ve Triyas çökel kayaları, Jura yaşlı granitoidler ve Jura metamorfitleri (Geme Kompleksi), Üst Jura –Alt Kretase kireçtaşları (İnaltı Formasyonu) sayılabilir (Şekil 5.6, Tüysüz, 1999). Bu durum Çağlayan Grubu çökelmeden önce bölgenin deforme olduğunu, yükseldiğini ve aşındığını göstermektedir. Çağlayan Grubu altında bulunan en genç istif Geç Jura (Kimmericiyen) – Erken Kretase (Berriaziyen) yaş aralığındaki İnaltı Formasyonu kireçtaşlarıdır. Çağlayan Grubu kayaları uyumsuzlukla Üst Kretase yaşlı pelajik kireçtaşları ile üzerlenir (Tüysüz, 1999; Okay ve diğerleri, 2006; Hippolyte ve diğerleri, 2010).

# 5.3.1. Çağlayan Grubu'nun litolojik ve deformasyon özellikleri

Araç-Daday-Devrekani hattının kuzeyinde çok geniş alanlarda mostra veren Çağlayan Grubu'nda baskın fasiyesi kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan distal ve ortaç silisiklastik türbiditlerdir (Şekil 5.7a, Tüysüz, 1999; Hippolyte ve diğerleri, 2010). Bouma istifleri, dereceli tabakalanma, oygu-dolgu taban yapıları, kayma yapıları Çağlayan Grubu türbiditlerinde sıkça rastlanır (örn., Aydın ve diğerleri, 1982; Derman, 2002). Çağlayan Grubu içinde gözlenen diğer bir yaygın sedimenter fasiyes kütle akıntılarıdır (Şekil 5.7e,f). Tane akıntılarından olistostromlara kadar değişen kütle akıntıları Çağlayan Grubu içinde hemen her yerde gözlenir. Kütle akıntılarında baskın blok tipi Üst Jura – Alt Kretase yaşlı İnaltı Formasyonu kireçtaşlarıdır. Kireçtaşı blokları Çağlayan Grubu'nun mostra verdiği her bölgede gözlenir. Çağlayan Grubu içindeki diğer blok litolojileri arasında Triyas yaşlı kırmızı kumtaşı-şeyl (Azdavay çevresinde), Paleozoyik kumtaşları (Azdavay çevresi), muhtemelen Ordovisyen yaşlı kuvarsit (Daday-Azdavay yolu çevresinde Ballıdağ'da), muhtemelen Orta-Üst Jura yaşında andezit, dasit ve mikrodiyorit (Azdavay güneyinde Beykoz köyü çevresinde ve Seydiler güneybatısında) sayılabilir. Çağlayan Grubu içindeki diğer bir fasiyes Küre güneybatısında yüzlerce metre kalınlığa ulaşan açık renkli kalk-arenit-şeyl serileridir. Çağlayan Grubu güneye Ağlı-Seydiler istikametine doğru daha ıraksak bir özellik sunar; bu bölgede yer yer siyah ince tabakalı kireçtaşları ile ardalı yoğun siyah şeyllerden oluşan havza tabanı çökelleri baskındır (Şekil 5.7b); kütle akıntılarına seyrek olarak rastlanır.



Şekil 5.6. Çağlayan Grubu'nun konumunu gösteren Orta Pontidler'in genelleştirilmiş stratigrafik kesiti. Sağ sutün Çağlayan Grubu kumtaşlarında saptanan zirkon yaş dağılımını vermektedir.

Çağlayan Grubu içinde kütle akıntılarının en yaygın olduğu bölge Küre ile Azdavay arasıdır. Bu bölgede kilometre boyuna ulaşan Karbonifer kumtaşlar mostralarının allokton oldukları, bölgede yapılan kömür sondajları ile saptanmıştır. Bir çok kuyuda Triyas ve/veya Karbonifer istifleri kesilerek 100 ile 500 m arası derinliklerde Alt Kretase türbiditlerine girilmiştir (Canca, 1994). Bu büyük olistolitlerin çevrelerinde tane ve moloz akıntıları yaygındır. Olistolitlerin kilometre-büyüklüğünde olması, bunların uzun mesafeler taşınmadıklarını gösterir. Bu durumun diğer bir kanıtı Paleozoik-Triyas yaşlı blokların Çağlayan Grubu'nun İstanbul Zonu üzerinde kalan mostralarda görülmesi, daha doğuda bulunmamasıdır. Bölgede yaptığı paleostres ölçümlerine dayanarak, Hippolyte ve diğerleri (2012), Çağlayan Grubu'nun çökelimi sırasında DGD-yönlü bir genişleme tektoniğinin hakim olduğunu ve buna bağlı olarak horst kenarlarının bloklar halinde havza içine kaydığını belirtmektedir. Bu tip verilere dayanılarak Çağlayan Grubu, Batı Karadeniz havzası açılırken oluşan rift çökelleri olarak yorumlanmıştır (Görür, 1988, 1997).



Şekil 5.7. Çağlayan Grubu'nun litolojik özellikleri. (a) Kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluşan tipik fliş fasiyesi, Azdavay çevresi, lokalite 2631. (b) Siyah şeylerden oluşan havza tabanı fasiyesi. (c) Fliş fasiyesi içinde kalsitürbidit tabakaları, Esköy, Azdavay, lokalite 2626. (d) Şeyller içinde siyah mikritik kireçtaşı, bu tip kireçtaşı ardalanmaları Çağlayan Grubu'nun Martin Kompleksi metamorfitlerine yakın olan kesimlerinde gözlenir, Çonlar Köyü çevresi, Araç kuzeyi, lokalite 2555. (e) Kireçtaşı çakıllı moloz akıntısı, Ağlı güneyi, lokalite 2670. (f) Kumtaşı-şeyl çökelleri içinde yer alan büyük bir İnaltı kireçtaşı bloku, Çonlar, Araç kuzeyi, lokalite 2554. (g) Şeyller içinde andezit bloku, Haydarlı Köyü, Seydiler, lokalite 2974. (h) Dasit blokunun yakından görünüşü, Kışla, Daday, lokalite 2231; benzer bloklar Martin Kompleksi içinde de yer almaktadır.

Çağlayan Grubu çökellerinin bugünkü dağılımı Erken Kretase'de 300 km'ye 60 km büyüklükte bir türbidit yelpazesinin varlığına işaret etmektedir. Bu devhasal türbidit yelpazesinin kuzeybatı sınırı Karadeniz kıyı şeridinde Zonguldak ile Amasra arasındaki bölgede yüzeyler. Bu sahil şeridinde mostra veren Barremiyen-Albiyen yaş aralığına sahip çökeller, türbiditler ile değil sığ denizel, şelf tipi karbonat, şeyl ve kumtaşları ile tanımlanır (Tüysüz, 1999; Yılmaz ve Altıner, 2007; Masse ve diğerleri, 2009; Hippolyte ve diğerleri, 2010).

Çağlayan Grubu türbiditleri kuvvetli bir şekilde kıvrımlanmış ve yer yer fay ve makaslama zonları ile kesilmiştir (Şekil 5.8). Deformasyon fliş istiflerinde görülen tiptedir. Kıvrımların dalga boyu ve genliği genelde birkaç metre boyundadır; kıvrımları yanal ve düşey olarak yüz metreden fazla takip etmek genelde mümkün değildir. Kıvrım verjansları genelde değişkendir; güneydoğuya ve güneybatıya verjanslı kıvrımlar gözlenmiştir (Şekil 5.8). Kıvrımlanma ve sedimentasyonla yaşıt kaymalar nedeni ile tabaka eğim ve doğrultusu kısa mesafelerde değişir. Çağlayan Formasyonu'nda deformasyon genelde güneye metamorfikler ile olan sınıra doğru artar. Sınıra yakın bölgelerde Çağlayan grubu şeyllerinde klivaj gelişmiştir, ve istif yer yer kırık formasyona (broken formation) dönüşmüştür. Klivajın kıvrılmış olması çok-fazlı bir deformasyona işaret eder. Çağlayan Grubu içinde karakteristik kılavuz seviyelerinin bulunmaması, büyük ölçekli yapısal ögelerin saptanmasını güçleştirir. Deformasyonun yaşı iyi bilinmemektedir, ve genellikle Eosen veya daha genç olarak kabul edilir (Sunal ve Tüysüz, 2002b).



5.8. Çağlayan Grubu'nun deformasyon özellikleri. (a) Makaslama zonları tarafından kesilmiş kumtaşı-şeyl, Çayözü, Ağlı, lokalite 2681. (b) Kumtaşı-şeyl istifi içinde güneybatıya verjanslı kıvrımlar, İğdir kuzeyi, lokalite 2534. (c) Çağlayan Grubu içinde güneydoğuya verjanslı devrik kıvrım, Poyrazlı, Araç kuzeyi, lokalite 2572. (d) Çağlayan Grubu içinde güneybatıya verjanslı kıvrım, Poyrazlı, Araç kuzeyi, lokalite 2572.

# 5.4. Metamorfik kayalar - Orta Pontid Superkompleksi

Çağlayan Grubu, Orta Pontidler'in güneyinde çok geniş bir alana yayılmış metamorfik kayalar ile sınırlandırılmıştır. Bu metamorfik kayalar batıda Daday Masifi, doğuda Kargı Masifi ve kuzeyde Çangaldağ Masifi olarak bilinir (Şekil 2.3). Bu üç masif, Eosen ve/veya daha genç bir çökel örtü ile birbirinden ayrılmış, bazı ortak özellikleri olan tek bir metamorfik kompleksi tanımlar. Bu üç masifi de içine alan metamorfik kompleks, burada "Orta Pontid Superkompleksi" olarak adlanmıştır. Orta Pontid Superkompleksini oluşturan metamorfik kayalar genelde Triyas veya daha yaşlı temel olarak kabul edilmiştir (Yılmaz ve Şengör, 1985; Tüysüz, 1999; Ustaömer ve Robertson, 1994, 1999; Yılmaz ve diğerleri, 1997; Uğuz ve diğerleri, 2002). Buna karşın, yine Orta pontid Superkompleksi'nin bir parçası olan ve Kargı Masifi'nin kuzeyinde mostra veren Elekdağ eklojitleri ve Domuzdağı Kompleksi'nden Erken Kretase yaşlı Ar-Ar ve Rb-Sr yaş verileri elde edilmiştir (Okay ve diğerleri, 2006). Proje kapsamında İstanbul Zonu'na ait Karadere Paleozoyik istifinin doğusunda mostra veren ve Daday Masifi'nin batı kesimlerini oluşturan metamorfik kayalar çalışılmış ve haritalanmıştır. Buradan elde edilen bulgular ışığında Kargı Masifi ve Çangaldağ Kompleksi'nde traversler yapılmış ve bu bölgelerden derlenen bazı örnekler yaşlandırılmıştır.

Karadere Paleozoyik istifinin doğusunda mostra veren metamorfik kayalar iki farklı birimden oluşur. Birincisi düşük dereceli metamorfik kayalardan, esas olarak sleyt ve fillattan yapılmış olan Martin Kompleksi'dir. Yapılan zirkon U-Pb ve Ar-Ar muskovit analizleri ve litolojik gözlemler, Martin Kompleksi'nin Çağlayan Grubu'nun metamorfik eşleneği olduğunu ortaya koymuştur. Bu bölgedeki ikinci metamorfik birim ise daha yüksek dereceli metamorfizma gösteren Saka Kompleksi'dir. Bu birimler aşağıda tanımlanmıştır.

# 5.4.1. Martin Kompleksi: metamorfizma geçirmiş Alt Kretase yaşlı türbiditleri

Çağlayan Grubu güneyde, Araç ile Devrekani arasında, düşük dereceli metamorfik kayalar ile dokanaktadır. Yiğitbaş ve diğerleri (1999) bu metamorfik kayaları Ballidağ-Küre ünitesi olarak adlamakta ve Triyas yaşlı olduğunu belirtmektedir. Orta Pontidler ile ilgili yayınlanmış diğer tüm çalışmalarda da bu bölgedeki metamorfik kayalar Triyas yaşında olduğu kabul edilmekte ve Küre Kompleksi ile deneştirilmektedir (Yılmaz ve Şengör, 1985; Tüysüz, 1999; Ustaömer ve Robertson, 1994, 1999; Yılmaz ve diğerleri, 1997; Uğuz ve diğerleri, 2002). Yiğitbaş ve diğerleri (1999)'un adlamasında kullanılan "Küre"'de gerçekten Triyas yaşlı kayalar mostra verdiği, buna karşın raporun ileriki sayfalarında belgeleneceği gibi, Araç kuzeyindeki metamorfik kayaların Alt Kretase yaşında oldukları için, birimde yeni bir adlamaya gidilmiş, ve Araç kuzeyindeki düşük dereceli metamorfik kayalar, bu kayaların üzerinde yer alan Daday'ın güneybatısındaki Martin Köyü'ne izafeten Martin Kompleksi olarak adlanmıştır.

Martin Kompleksi'nin baskın litolojisi sleyt ve fillatlardır; bunlar arasında araseviye olarak ince-orta tabakalı siyah rekristalize kireçtaşı, metasilttaşı ve ince taneli metakumtaşı seviyeleri bulunur (Şekil 5.9). Bu litolojiler dışında, Martin Kompleksi içinde seyrek olarak (<5%) metabazit ve metaçört seviyeleri yer alır. Martin Kompleksi'nin tip kesiti yeni genişletilmekte olan Daday-Azdavay yolunun Daday'a yakın kesimleridir. Seydiler güneybatısında Sofucak ile Adımelek köyleri arasındaki yol, birim için referans kesittir. Araç-Daday arasında Göynük-Akılçalman ve Çalça-Akılçalman yol kesitleri fillat-rekristalize kireçtaşı istifi için bir referans kesittir; bu kesitlerde rekristalize kireçtaşları istifin %20'si kadarını oluşturur.

Martin Kompleksi Olucak, Kavurga, Göynük köyleri yolunda ve Avlacık deresi boyunca iyi mostra verir. Bu bölgede Martin Kompleksi'nin %70'den fazlası fillatlardan oluşur; fillatlar ince taneli, boz, gümüşi, sarımsı boz renkli, bariz foliasyonlu, bol kuvars damarlı, yer yer yoğun kıvrımlanma ve faylanma gösteren kayalar yapar. Bir ile beş santimetre arası kalınlıkta olan kuvars damarları budinleşmiş ve kıvrımlanmıştır. Yeni açılmış yol yarmalarında fillatlar siyah renktedir, alterasyon ile renkleri boz ve kahve rengine dönüşür. Metamorfizmanın daha düşük olduğu kesimlerde (örneğin Seydiler güneyinde veya Kuruluk tektonik zonuna yakın bölgelerde) kaya tipi, fillattan ziyade sleyt ve metasilttaşıdır. Fillatlar arasında ince (1-50 cm) tabakalar halinde budinleşmiş metakumtaşları ve yine ince tabakalar halinde (2-10 cm) siyah, laminalı rekristalize kireçtaşları bulunur. İstif bu hali ile ıraksak türbiditlere benzerlik gösterir ve muhtemelen Yiğitbaş ve diğerleri (1999)'nın Çırdak Formasyonu'na karşılık gelir. İstif içinde rekristalize kireçtaşları kuzeydoğuda Fındıcak-Çalça-Akılçalman köyleri çevresinde daha yoğundur.

Martin Kompleksi, Çağlayan Grubu ile olan dokanağına yakın alanlarda siyah sleyt ve ardalanmalı siyah inceorta tabakalı rekristalize kireçtaşlarından yapılmıştır (Şekil 5.9c). Bu koyu renkli kayalar en iyi olarak Araç ile Daday arasında Okluk ile Çalça köyleri arasındaki yol boyunca izlenir. Siyah sleyt ve rekristalize kireçtaşları yoğun kıvrımlanmış, faylanmış ve makaslama zonları ve tektonizmayla eşyaşlı kuvars damarları ile kesilmiştir (Şekil 5.9e).

Daday kuzeyinde fillatlar içinde 2-10 m kalınlıkta mermer ve metabazit seviyeleri yer alır. Yeşil, haki renkte, genellikle milimetre ölçekte laminalanma gösteren ince taneli metabazitler genellikle tüf kökenlidir. Daday kuzeyinde güzel bir mostrada (1262-1263) çok ince bandlı metabazitlerin üzerine 2.5 m kalınlıkta kırmızı,



Şekil 5.9. Martin Kompleksi'nin tipik metamorfitleri. (a) metakumtaşı arakatkıları içeren siyah fillatlar, Alucak, Daday, lokalite 2238 (b) Boz, kahve renkli fillat, Eriçek, Seydiler lokalite 2946. (c) Siyah rekristalize kireçtaşı aratabakalı koyu fillatlar, Seydiler güneybatısı, lokalite 2840. (d) Fillat-metakumtaşı ardalanması, Alucak, Daday, lokalite 2238. (e) Siyah sleyt ve ardalanmalı rekristalize siyah kireçtaşı, Kızılinek Köyü, Azdavay. (f) Doğuya verjansli asimetrik kıvrımlar oluşturan sleytler, Sarnıç, Daday, lokalite 2212.

laminalı, rekristalize silisli çamurtaşları ve radyolaryalı çörtler gelmekte, çamurtaşları ve çörtler üzerinde ise yine stratigrafik bir dokanakla fillatlar yer almaktadır (Şekil 5.10). Daha sonra bu istif bir kaç kere tekrarlanır. Bu bölgedeki metabazit-metaçört-fillat dizisi, derin, muhtemelen okyanusal bir havzayı çağrıştırmaktadır.



Şekil 5.10. Martin Kompleksi metabazit ve metaçörtleri. Soldaki fotografta çekicin sapının hemen altında yer alan ince taneli, ince bandlı metatüfler, kırmızı radyolaryalı çörtler ve çamurtaşları tarafından stratigrafik bir dokanakla üzerlenmektedir. Çörtlerin üzerinde ise fillatlar yer alır. En üstte gözüken daha masif kesim genç (?Eosen) intrusif bir andezit silidir. Sağdaki fotograf radyolaryalı çörtlerin yakından görünümünü vermektedir (Daday kuzeyi, 1262 numaralı lokalite).

Martin Kompleksi kayaları düşük yeşilşist fasiyesinde bir metamorfizma gösterir, metamorfizma derecesi Çağlayan Grubu ile olan sınırdan uzaklaştıkça artış gösterir. Sınır bölgesinde baskın kaya tipi siyah sleyt ve siyah rekristalize kireçtaşıdır. Bu litolojilerin, Çağlayan Grubu'na mı yoksa Martin Kompleksi'ne mi ait olduğuna karar vermek zaman zaman zordur. Güneydoğuya doğru gidildikçe kayalar sleytten fillata dönüşür; fillatlar (>80%) arasında az oranda mermer ve metabazit seviyeleri yer alır. Metabazitler, yeşilşist fasiyesinin "aktinolit + klorit + albit + epidot + titanit"ten oluşan tipik mineral topluluğunu içerir. Martin Kompleksi içindeki metakırıntılılar kuvars, felspat, muskovit, klorit ve opak minerallerden yapılmıştır. Metamorfizma sırasında sıcaklık düşük olduğu için metakumtaşlarında klastik doku ve yer yer de klastik feldspat taneleri korunmuştur. Fillatlarda ise kaya tamamen yeniden kristallenmiş ve yeni muskovit mineralleri gelişmiştir (Şekil 5.11).

Martin formasyonu içindeki metabazitlerden Kastamonu-Daday yolu üzerinde alınan bir örnekte (örnek no. 1225) tipik yeşilşist fasiyesi mineral topluluğu olan aktinolit + albit + klorit + epidot + lökoksen saptanmıştır. Daday kuzeyinde derlenen diğer bir metabazit örneği (1265) albit + klorit + epidot + lökoksen içermektedir. Kastamonu-Seydiler kesitinden alınan metadiyabazlarda (1187 ve 1188) da aktinolit + albit + klorit + epidot + lökoksen parajenezi yer alır, ayrıca bu kayalarda magmatik ojitler de korunmuştur. Seydiler yakınından Martin formasyonu içinden alınan metakumtaşı örneğinde (1192) yönlü bir metamorfik doku egemendir. Grovak tipi bu metakumtaşında yeni mineraller olarak aktinolit ve beyaz mika büyümektedir. Bu petrografik verilere göre Martin Kompleksi düşük yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir.

Martin Kompleksi'nin genel litolojik özellikleri ve Daday kuzeyindeki gözlenen metatüf-radyolaryalı metaçamurtaşı-fillat dokanakları, formasyonun okyanusal/derin denizel kökenli olduğuna işaret eder. Fillatlar, bazaltları örten pelajik şeyl ve çamurtaşlarının metamorfizma sonucu oluşmuştur. Bunlar daha üste doğru, Seydiler çevresinde gözlendiği gibi, bir fliş istifine geçer.

## 5.4.1.1. Martin Kompleksi'nin dokanak ilişkileri

Çağlayan Grubu ile Martin Kompleksi arasındaki dokanak kuzey ve kuzeybatıya eğimli bindirme dilimleri ile tanımlanır (Şekil 5.1). Bindirme dilimleri ince taneli klastik ve metaklastik kayalardan yapılmıştır, güneydoğuya ve yapısal olarak alta doğru metamorfizma derecesi artar. Buna bağlı olarak bindirme dilimlerinin litolojileri Çağlayan Grubu'nun ıraksak türbiditlerinden, sleytlere, sleytlerden fillatlara kadar bir değişim gösterir. Fillatlar çok sayıda makaslama düzlemi ile kesilmiştir. Bu gözlem Martin Kompleksi'nin düzenli bir stratigrafik istiften ziyade, bindirme dilimlerinden oluşan bir tektonik kompleks olduğuna işaret etmektedir. Bu sonucu destekleyen diğer bir veri Daday kuzeyinde metabazit-metaçört-fillat seviyelerinin tektonik olarak birkaç kere ardalanmasıdır.



Şekil 5.11. Üzerinde Ar-Ar yaş tayini yapılmış Martin Kompleksi'ne ait üç fillat örneğinin tek nikol (solda) ve çift nikolde (sağda) mikrofotografı Üst panelde kaya (2430B) muskovit, kuvars ve feldispattan oluşmaktadır. Fotografın uzun kenarı 1.5 mm'dir. Bu örnekten Ar-Ar yaş tayini için muskovit ayrılmıştır. Orta paneldeki 2430A numaralı fillat kuvars, muskovit, klorit, albit ve opak minerallerinden oluşmaktadır. Köken kaya killi silttaşıdır. Muskovit ve klorit içiçe büyüme göstermektedir. Mikrofotografın uzun kenarı 0.7 mm uzunluğundadır. Bu örnekten parlatılmış plakman üzerinde yapılan muskovit Ar-Ar yaş tayini Albiyen'e karşılık gelen 107 Ma vermiştir. Alt panelde 2457 numaralı fillat örneği, tane boyu ölçeğinde klivaj gösteren kuvars, muskovit, klorit, opak ve oksi-kloritten oluşmaktadır. Mikrofotografın uzun kenarı 0.7 mm uzunluğundadır.

Martin Kompleksi doğuya Kastamonu'ya doğru daha yüksek dereceli metamorfik kayalardan yapılmış Saka Kompleksi ve Üst Kretase yaşlı bir istif oluşturan Araç Kompleksi ile dilimlenmiş, ve bu üç birim Alt Eosen kireçtaşları ile uyumsuzlukla örtülmüştür.

Martin Kompleksi'nin batısında, Karadere Paleozoyik serisi, arada Neoproterozoyik temel kayalarından oluşan Kuruluk tektonik zonu olmak üzere, Martin Kompleksi'nin sleyt ve fillatları üzerine itilmiştir. Kürek Granitoyidi de allokton bir kütle olarak Martin Kompleksi'nin sleyt ve fillatlar üzerinde yer almaktadır. Martin Kompleksi içinde, Kürek Granitoyidi ile olan sınıra yakın kesimlerde, Kürek ile Çalça köyleri arasında granit, metaporfir,

metariyolit türü bloklar fillatlar içinde yer alır. Aşağıda tanımlanacağı gibi bu bloklar İstanbul Paleozoyik istifinin temelinden türemiştir.

# 5.4.1.2. Martin Kompleksi içinde Neoproterozoyik dasit ve granitoid blokları

Martin Kompleksi içinde metaklastikler dışında iki tip metamagmatik kaya yer alır. Araç'a yakın bölgelerde fillatlar arasında genellikle birkaç metrelik seviyeler halinde ince taneli metabazitler mostra verir. Metabazitler bu bölgelerde Martin Kompleksi'nin %5'den azını oluşturur. Kürek ile Çalça köyleri arasında ise fillatlar arasında bloklar ve dilimler halinde granit, metaporfir, metariyolit türü kayalar yer alır. Bu bölge Yiğitbaş ve diğerleri (1999)'un "Gürleyik Metamorphic Association"a karşılık gelmektedir. Bu bölgedeki Martin Kompleksi, güneydekinden bazı litolojik farklılıklar gösterir; fillatlar bordo, kırmızı, yeşil renklerdedir, istif içinde rekristalize kireçtaşı ve asitik magmatik kütleler yer almaktadır. Bu bölgede istif yaklaşık %40 fillat ve metasilttaşı, %30 kireçtaşı ve %30 metamagmatik kayalardan oluşur.



Şekil 5.12. Martin Kompleksi fillatları içinde blok olarak yer alan kataklastik metagranitin (Örnek 2459) arazi fotografi. Kaya kuvvetlice serisitleşmiş plajiyoklas, kuvars, koyu yeşil hornblend, ikinci kalsit ve pumpellitten oluşmaktadır. Fillatlar içerisinde onlarca metre büyüklüğünde bir blok veya dilim oluşturmaktadır. Bu örnekten yollanan zirkon kristalleri üzerinde yapılan U-Pb yaş tayini Geç Proterozoyik'e karşılık gelen 598 Ma yaş vermiştir.

Martin Formasyonu içinde Kürek ile Çalça köyleri arasındaki bölgede fillatlar arasında gözlenen mor, yeşil renkli dasit ve andezit bloklarında, kuvars ve seyrek plajiyoklas fenokristalleri ince taneli camsı bir hamur içinde yer alır. Daha iri taneli granodiyorit bileşimli kayalarda da kataklastik deformasyon ve alterasyona rağmen magmatik doku seçilebilmektedir. Martin Kompleksi'nin yaşı açısından önemli olan bu magmatik kayalardan 2459 numaralı metagranodiyorit örneğinden U-Pb yaş tayini için zirkon ayrılmıştır. Bu örnekten yapılan zirkon U-Pb yaş tayininden Geç Proterozoyik yaşlar (598 ± 5 Ma) elde edilmiştir (Şekil 5.13, Çizelge 5.4). Bu veri ile Martin Kompleksi içindeki granodiyorit ve dasit bloklarını Karadere Paleozoyik istifinin temeli ile deneştirmek mümkün olmuştur. Karadere Paleozoyik istifinin temelinden benzer Neoproterozoyik yaşlar tanımlanmıştır (Chen ve diğerleri, 2002). Jeokronolojik yaş tayinleri Martin Formasyonu'nun İstanbul Zonu temelinden türemiş Üst Proterozoyik yaşlı granitoid blokları içerdiği göstermektedir.

# 5.4.1.3. Martin Kompleksi'nin metamorfizma yaşı

Martin Kompleksi üzerinde uyumsuzlukla Alt Eosen kireçtaşları yer almaktadır. Bunun dışında Martin Kompleksi'nin yaşını sınırlayan başka bir veri bulunmamaktadır. Martin Kompleksi'nin metamorfizma yaşını tespit etmek için beş fillat örneğinden ayrılan muskovit kristalleri Ar-Ar lazerprob yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Fillatlarda ana mineral olarak ince taneli kuvars, muskovit ve klorit yer almaktadır(örneklerin petrografik tasviri için raporun ekine bakınız). Ar-Ar yaş tayinleri hem kayadan ayrılmış muskovit taneleri üzerinde hem de ince fillat plakmanları üzerinde yapılmıştır. Örneklerin konumları Şekil 5.1'deki haritada gösterilmiş Ar-Ar yaş verileri Çizelge 5.4'de özetlenmiştir. Ar-Ar analitik verileri raporun ekinde verilmiştir.



Şekil 5.13. Martin Kompleksi içinde yer alan granit bloğundaki zirkonlardan (örnek no. 2459) elde edilen U-Pb yaşları.

	U-Pb	anal	lytical c	lata fr	om 245	9													
					ratio		ratio		ratio			ratio		age		age		age	
				206	208/2		207/2		206/2			207/2		208/		207/		206/	
	U	Th	Th/U	/20	32		35		38		rho	06		232		235		238	
176	79	67	0.851	>115	0.0303	0.0032	0.773	0.042	0.0969	0.0025	0.09	0.0578	0.0034	604	62	581	24	596	15
177	133	105	0.790	>137	0.0293	0.0031	0.787	0.038	0.0971	0.0032	0.21	0.0588	0.0031	584	62	589	22	597	19
178	72	63	0.867	>75	0.0303	0.0031	0.785	0.041	0.0995	0.0024	0.10	0.0572	0.0032	603	62	588	24	611	14
179	67	59	0.872	56	0.0308	0.0032	0.831	0.043	0.0966	0.0023	0.04	0.0623	0.0035	614	63	614	24	595	13
180	77	71	0.921	155	0.0291	0.0030	0.747	0.038	0.0974	0.0028	0.15	0.0556	0.0031	580	59	566	23	599	17
181	180	184	1.025	222	0.0288	0.0031	0.796	0.031	0.0952	0.0021	0.09	0.0606	0.0026	575	60	594	17	586	12
182	64	62	0.961	>80	0.0302	0.0031	0.806	0.046	0.0960	0.0024	0.12	0.0609	0.0036	601	62	600	26	591	14
183	60	61	1.018	114	0.0315	0.0032	0.850	0.043	0.0989	0.0024	0.07	0.0623	0.0034	626	64	625	24	608	14
184	95	75	0.795	49	0.0309	0.0033	0.769	0.044	0.0954	0.0032	0.22	0.0585	0.0035	615	64	579	26	588	19
189	79	80	1.011	164	0.0318	0.0033	0.839	0.046	0.0988	0.0026	0.14	0.0616	0.0035	633	64	618	26	607	15
190	64	75	1.169	184	0.0292	0.0031	0.817	0.049	0.0972	0.0031	0.19	0.0609	0.0038	583	61	606	28	598	18
191	119	105	0.886	>132	0.0308	0.0032	0.835	0.037	0.0964	0.0025	0.16	0.0628	0.0030	613	63	616	21	593	14
192	125	109	0.874	>164	0.0299	0.0031	0.787	0.032	0.0957	0.0026	0.20	0.0597	0.0026	596	60	590	18	589	15
193	170	165	0.974	335	0.0297	0.0030	0.829	0.032	0.0951	0.0022	0.15	0.0632	0.0026	593	59	613	18	586	13
194	145	143	0.988	>151	0.0286	0.0029	0.808	0.031	0.0952	0.0025	0.18	0.0616	0.0026	571	57	601	18	586	15
195	61	63	1.039	>68	0.0289	0.0030	0.948	0.059	0.1002	0.0032	0.15	0.0686	0.0045	575	60	677	31	616	19
196	130	98	0.752	>155	0.0299	0.0031	0.793	0.035	0.0950	0.0026	0.20	0.0606	0.0029	596	60	593	20	585	15
197	118	108	0.917	>130	0.0293	0.0030	0.824	0.035	0.0930	0.0023	0.15	0.0642	0.0029	583	58	610	19	573	14
198	193	172	0.890	95	0.0297	0.0032	0.785	0.036	0.0957	0.0036	0.36	0.0595	0.0029	591	63	588	21	589	21
199	161	177	1.103	140	0.0308	0.0031	0.806	0.032	0.0985	0.0022	0.08	0.0593	0.0026	613	61	600	18	606	13
200	105	150	1.429	>132	0.0289	0.0029	0.790	0.038	0.0962	0.0027	0.21	0.0596	0.0030	576	58	591	22	592	16
205	265	360	1.359	714	0.0296	0.0031	0.830	0.035	0.0979	0.0034	0.35	0.0615	0.0027	589	62	614	20	602	20
206	60	61	1.016	>70	0.0304	0.0032	0.822	0.043	0.0987	0.0027	0.12	0.0604	0.0034	605	62	609	24	607	16
207	110	158	1.442	>140	0.0321	0.0033	0.825	0.037	0.1011	0.0031	0.27	0.0591	0.0028	638	64	611	21	621	18
208	117	125	1.068	>123	0.0300	0.0030	0.795	0.036	0.0985	0.0025	0.16	0.0585	0.0028	597	60	594	20	606	15
209	103	89	0.865	>130	0.0303	0.0031	0.832	0.037	0.0973	0.0025	0.19	0.0620	0.0029	602	61	614	20	599	15

Çizelge 5.4. Martin Kompleksi fillatları içinde blok halinde yer alan metagranit örneğinden (2459) elde edilen zirkon U-Pb yaşlarına ait analitik veriler.

Beş fillat örneğinden ayrılan muskovit taneleri 112 ile 102 Ma arası değişen Erken Kretase yaşları vermiştir (Şekil 5.14); iki örnekte (2430B ve 2457) yapılan plakman Ar-Ar yaş sonuçları da Albiyen yaşı vermektedir (Çizelge 5.4). Martin Kompleksi'nin metamorfizması düşük yeşilşist fasiyesindedir; metamorfizma sırasında sıcaklık 400 °C altında kalmıştır (Yardley, 1989). Buna göre Martin Kompleksi Erken Kretase'de (Albiyen) 107 ± 4 Ma'de metamorfizma geçirmiştir (Şekil 5.14). Metamorfizma Çağlayan Grubu'nun çökelimi ile eşyaşlı ve/veya az sonra gelişmiştir. Martin Kompleksi'nin metamorfizma yaşı Kargı Masifi'nde eklojit fasiyesinde metamorfizma geçirmiş Domuzdağ Kompleksi ile hata payları içinde aynıdır.



Şekil 5.14. Martin ve Domuzdağı komplekslerinden elde edilen Ar-Ar beyaz mika yaşları. 9c numaralı örnekteki yaş Okay ve diğerleri (2006)'dan alınmıştır; diğer yaşlar proje kapsamında elde edilmiştir. Hata çizgileri 2σ büyüklüğündedir. Bu yaşlarla ilgili Ar-Ar analitik verileri için raporun ekine bakınız.

Sample	e UTM coordinates	Formation	Rock type	dated mineral	WTD mean age	Error ±	mswd	No. of analysis
1262	36T05 41 483 - 45 97 700	Martin Complex	phyllite	muscovite	102.1	1.0	13.0	15 grains
1263	36T05 41 513 - 45 97 409	Martin Complex	phyllite	muscovite	105.6	1.3	28.0	18 grains
2430A	36T05 24 926 - 45 77 225	Martin Complex	phyllite	muscovite in slab	107.8	1.6	65.0	8 spots
2430B	36T05 24 926 - 45 77 225	Martin Complex	phyllite	muscovite	110.0	1.6	7.6	10 grains
2430B	36T05 24 926 - 45 77 225	Martin Complex	phyllite	muscovite in slab	105.8	2.0	55.0	10 spots
2457	36T05 28 858 - 45 84 026	Martin Complex	phyllite	muscovite	112.8	1.5	3.1	9 grains
3144	36T06 38 691 - 45 69 805	Domuzdağ Complex	micaschist	muscovite	114.1	3.3	24.0	13 grains
3148	36T06 61 656 - 45 72 910	Domuzdağ Complex	micaschist	muscovite	107.0	4.6	3.0	13 grains
2756	36T05 96 857 - 46 09 184	Çangaldağ Complex	phyllite	muscovite	125.0	1.4	3.0	14 grains
2777	36T05 96 857 - 46 09 184	Çangaldağ Complex	phyllite	muscovite	136.1	3.8	25.0	15 grains
2912	36T05 48 516 - 45 79 051	Saka Complex	micaschist	muscovite	163.8	1.5	7.2	10 grains
3042	36T05 44 386 - 45 72 326	Saka Complex	micaschist	muscovite	170.0	2.4	19.0	9 grains
3061C	36T05 31 822 - 45 70 356	Saka Complex	micaschist	muscovite	161.5	0.6	0.9	9 grains
3140	36T06 30 690 - 45 59 513	Saka Complex	micaschist	muscovite	162.2	4.1	6.2	10 grains
2478	36T05 19 320 - 45 82 570	Kürek Granitoid	diorite	hornblende	228.0	11.0	23.0	10 grains

*Çizelge 5.5. Orta Pontid metamorfitlerinden elde edilen muskovit Ar-Ar yaşları.* 

# 5.4.2. Martin Kompleksi ve Çağlayan Grubu'nun kaynak alanı

Martin Kompleksi ile Çağlayan Grubu arasındaki litolojik benzerlik, iki birim arasındaki sınırın niteliği ve Martin Kompleksi'nin Erken Kretase'de metamorfizma geçirmiş olması, Martin Kompleksi ile Çağlayan Grubu'nun aynı havza çökelleri olması ihtimalini doğurmuştur. Bu hipotezi test etmek ve Martin Kompleksi'nin çökelim yaşını sınırlandırmak amacı ile Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi'nde klastik zirkon analizleri yapılmıştır.

Çağlayan Grubu'ndan alınan üç kumtaşı ve Martin Kompleksi'nden alınan bir metakumtaşı örneğinden zirkonlar ayrılmış ve toplam 310 zirkon U-Pb lazer ablasyon ICP-MS yöntemi ile analiz edilmiştir. Çağlayan Grubu kumtaşı örnekleri metamorfitlerle olan sınıra yakın bölgelerden seçilmiştir (Şekil 5.1)

#### 5.4.2.1. Martin Kompleksi'nin çökelme yaşı

Martin Formasyonu'ndan alınan 2239 numaralı örnek Alt-Orta Jura (171-186 Ma) yaşlı zirkonlar içermektedir (Şekil 5.15); bu veri Martin Kompleksi'nin Orta Jura'dan sonra çökeldiğini gösterir. Bu asgari çökelme yaşı, Martin Kompleksi'nin Erken Kretase (Albiyen) metamorfik yaşı ve Orta Pontidler'de Üst Jura – en Erken Kretase'de yaygın olarak gözlenen kireçtaşları ile beraber değerlendirildiğinde, çıkan sonuç Martin Kompleksi'nin, Çağlayan Grubu ile aynı dönemde, en Erken Kretase'de (Baremiyen-Apsiyen)'de çökeldiğidir. Ayrıca Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi kaba kırıntılılarından elde edilen klastik zirkon yaş spektrumları birbirlerine benzemekte ve aynı kaynaktan malzeme aldıklarını göstermektedir (Şekil 5.15 ve 5.16). Dört örnekteki zirkonlar birbirlerine benzer yaşlar vermekte ve genç zirkon yaş grubu her örnekte 205-215 Ma (Geç Triyas) çevresinde çıkmaktadır. Bu durum Martin Formasyonu'nun çökeliminin Alt-Orta Jura sonrası olduğunu ve Çağlayan Grubu'na benzer bir kaynak alandan beslendiğine işaret eder. Martin Kompleksi'nden elde edilen klastik zirkon yaşları, birimin litolojik özellikleri ile beraber değerlendirildiğinde, Martin Kompleksi'na Alt Kretase yaşlı türbidit yelpazesinin ıraksak kesimlerini temsil ettiği ortaya çıkmaktadır. Çağlayan Grubu kıtasal kabuk üzerinde çökelmiştir. Martin Kompleksi içerisinde gözlenen metabazit-metaçört seviyeleri, birimi iksel olarak oluşturan şeyl ve çamurtaşlarının kıtadan okyanusa kadar uzanan türbidit yelpazesinin en uç kesimlerini temsil ettiğine işaret etmektedir.



Şekil 5.15. Çağlayan Grubu kumtaşlarından (2221, 2640, 2721 numaralı örnekler) ve Martin Kompleksi metakumtaşından (2239) elde edilen kalıntı zirkon yaşları. Yatay ölçek zirkonun yaşını (milyon sene olarak), düşey ölçek ise analiz edilen zirkon sayısını vermektedir..



Şekil.5.16. Çağlayan Grubu'ndan üç kumtaşı ve Martin Kompleksi'nden bir metakumtaşı örneğinden ölçülen Fanerozoik yaştaki zirkonların dağılımı.



Şekil 5.17. Alt Kretase türbiditlerinden (Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi) elde edilen zirkon yaşları. Ukrayna Kalkanını akaçlayan Don Nehri yatağından alınan zirkon yaşları yoğunluk diyagramı da Safonova ve diğerleri (2010) verilerine göre şekilde gösterilmiştir.

# 5.4.2.2. Alt Kretase türbiditlerinin (Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi) kaynak alanı olarak Doğu Avrupa Platformu

Alt Kretase türbiditlerindeki (Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi) zirkonlar beş yaş aralığında kümelenme göstermektedir (Şekil 5.17). a) Triyas-Karbonifer, b) Siluriyen (432 ± 11 Ma), c) erken Neoproterozoyik-Mesoproterozoyik, d) Paleoproterozoyik (1800-2100 Ma), e) erken Paleoproterozoyik - geç Arkeyen (2400-2550). En çok rastlanan zirkon yaşları Paleoproterozoyik'tir (toplam zirkon populasyonunun % 29'u), bunu Paleozoyik (%26), Mesozoyik (%16) ve Neoproterozoyik (%16) zirkonlar takip eder. Mesoproterozoyik ve Arkeyen zirkonlar toplam populasyonun sırası ile % 8 ve %5'ini oluşturur.

Pontidler'de ve Türkiye'nin genelinde Paleoproterozoyik veya Arkeyen kayalar bilinmemektedir. Türkiye'nin Prekambriyen temeli baskın olarak geç Neoproterozoyik kristalen kayalar ile temsil edilir. Buna karşın Arkeyen-Paleoproterozoyik temel, Karadeniz'in kuzeyinde Ukrayna kalkanında ve genelde Doğu Avrupa Kratonu'nda yaygın olarak mostra verir (Claesson ve diğerleri, 2006; Bogdanova ve diğerleri, 2008). Bu durum, Doğu Avrupa Platformu'nun önemli bir kesimini akaçlayan günümüz Don Nehri'nden elde edilen baskın olarak Paleoproterozoyik yaştaki klastik zirkonlarda açık olarak görülmektedir (Şekil 5.17; Safonova ve diğerleri, 2010; Wang ve diğerleri, 2011). Don Nehri'nden elde edilen klastik zirkon yaş spektrumunun Pontidler'deki Alt Kretase türbiditlerinden elde edilen zirkon yaş spektrumu ile karşılaştırılırsa, Çağlayan Grubu ve Martin Kompleksi'ndeki erken Neoproterozoyik-Mesoproterozoyik, Paleoproterozoyik (1800-2100 Ma), ve erken Paleoproterozoyik – geç Arkeyen (2400-2550) zirkonlarının Doğu Avrupa Kratonundan veya onun örtü serilerinden geldiği ortaya çıkar (Şekil 5.17).

Doğu Avrupa Kratonundan farklı olarak, Neoproterozoyik granitoyidler İstanbul Zonu gibi Gondwana kökenli mıntıkalarda (terrane karşılığı mıntıka kullanılmıştır) yaygındır. Nitekim, İstanbul Zonu'nun temelinin büyük bir kesimini geç Neoproterozoyik granitoyidler oluşturur (590-560 Ma, Chen ve diğerleri, 2002; Ustaömer ve diğerleri, 2005). Geç Neoproterozoyik yaşlı klastik zirkonlar (640-520 Ma) İstanbul Zonu'nun Paleozoyik sedimenter kayaları içinde baskın populasyonu oluşturmaktadır (Okay ve diğerleri, 2010; Ustaömer ve diğerleri 2011; Bozkurt ve diğerleri 2012). Çağlayan Grubu içinde bu yaştaki zirkon populasyonunun azlığı, İstanbul Zonu kayalarının Çağlayan Grubu çökelirken önemli bir kaynak alan oluşturmadığına işaret etmektedir.

Alt Kretase türbiditleri içinde Fanerozoyik zirkonlar Erken Jura ile Karbonifer arasında geniş bir dağılım göstermekte, ayrıca Siluriyen'de yoğunlaşmaktadır (Şekil 5.16). Alt Kretase türbiditleri içinde gözlenen Jura yaşlı zirkonlar büyük bir ihtimalle Orta Pontidler'deki Orta Jura granitoidlerinden gelmektedir (Yılmaz ve Boztuğ, 1986). Permo-Karbonifer zirkonlar da aynı bölgeden gelmiş olabilir (Nzegge ve diğerleri, 2006). Buna karşın Pontidler'de Triyas ve Siluryen zirkonları sağlayabilecek bir kaynak alan bilinmemektedir; bu yaştaki zirkonlar Doğu Avrupa Kratonu'ndan veya onun güneyinde bir kuşak oluşturan İskit Platformu'ndan gelmiş olmalıdır. Alexandre ve diğerleri (2004) İskit Platformu ve Donbas kıvrım kuşağından Triyas ve Permiyen yaşlı asidik ve ortaç volkanik kayalar tanımlar. Bu kayaların plütonik eşdeğerleri İskit Platformu'nun Neojen örtüsü altında ve/veya Karadeniz'in geniş kuzey şelfinde bulunabilir. Büyük Kafkaslar'ın kristalen çekirdeğinde Siluriyen zirkonlar kapsayan ortognayslar mostra verir (Main Range Zone, Azau gneisses, Somin, 2011, s. 571-573); bu ortognayslar İskit Platformu'nun genç örtüsü altında kuzeybatıya doğru devam edebilir ve Alt Kretase türbiditlerine malzeme sağlamış olabilir.

Alt Kretase türbiditlerinden elde edilen klastik zirkon yaşları, ana kaynak alanının kuzeydeki Doğu Avrupa Kratonu ve İskit Platformu olduğunu göstermektedir. İkincil kaynak alanlar Orta Pontidler'in doğusunda Sakarya Zonu kesiminde yer alan Permo-Karbonifer ve Jura yaştaki granitoidlerdir. Alt Kretase türbiditlerinde tane boyunun güneye doğru incelmesi, kütle akıntılarının güneye doğru azalması kuzeydeki bir kaynak alan ile uyumludur. Bu durum Erken Kretase'de Pontidler ile Doğu Avrupa Kratonu arasında bir Karadeniz rift havzasının daha mevcut olmadığına işaret eder.

## 5.4.3. Saka Kompleksi: Jura metamorfizması

Martin Kompleksi, doğuda baskın olarak mikaşistlerden yapılmış, daha yüksek dereceli metamorfik bir birim ile dilimlenmiştir. Bu metamorfik birim, Araç ile Kastamonu arasındaki Saka Dağı'na izafeten Saka Kompleksi olarak adlanmıştır. Saka Kompleksi'nin yaklaşık %80'i mikaşistlerden oluşur. Mikaşistler yer yer mermer, kalkşist ve metabazitler ile ardalanmalıdır; birim içerisinde serpantinit mercekleri ve Üst Kretase yaşlı Araç



Şekil 5.18. Saka Kompleksi metamorfitlerinin arazi fotografları. (a) Grafitli mikaşistler, Kurucaören Köyü çevresi, Araç, lokalite 3032. (b) Mikaşist-mermer ardalanması, Bozacı Köyü çevresi, Araç, lokalite 2911. (c) Mikaşistmetabazit ardalanması, Tekeören çevresi, Araç, lokalite 3104. (d) Mikaşistlerde DKD yönüne hareket veren mezo ölçekteki yapılar, Kurucaören Köyü çevresi, Araç, lokalite 3032.

Kompleksi'ne ait olan, kalınlıkları onlarca metre ile birkaç kilometre arasında değişen tektonik dilimler yer alır (Şekil 5.1). Birim için tip kesit Araç-Kastamonu yolunun kuzeyinde Tuzaklı ile Üyücek köyleri arasındaki yol boyudur. Saka Kompleksi'nda metamorfizma üst yeşilşist – amfibolit fasiyesindedir; mikaşist ve metabazitlerde yer yer granat ve disten gelişimi gözlenmiştir. Bu iki birim arasındaki dokanak aşağıda Araç Kompleksi bahsinde ayrıntılı tanımlanacaktır.

## 5.4.3.1. Petroloji ve termobarometri

Saka Kompleksi'ndan derlenen ve petrografik olarak incelenen 16 mikaşist-kalkşist ve 14 metabazit örneğinin mineral içerikleri Çizelge 5.6'da verilmiştir. Mikaşistlerde yaygın parajenez kuvars + plajiyoklas + muskovit + klorit ± granat'dır. Metabazitlerde ise en yaygın gözlenen mineral topluluğu aktinolit/hornblend + plajiyoklas + klorit +epidot/klinozoisit ± granattan oluşmaktadır. İki örnekte saptanan kuvars + plajiyoklas + biyotit + granat + disten + muskovit parajenezi metamorfizmanın nispeten yüksek basınç tipi olduğuna işaret etmektedir.

Mikaşistlerde granatlar, kuvars ve muskovit kapanımları içeren porfiroblastlar oluşturur. Biyotite seyrek rastlanır ve bulunduğu zaman kayanın % 5'ten daha azını oluşturur. Disten, kısmen veya tamamen ince taneli beyaz mika agregaları tarafından ornatılan porfiroblastlar halinde bulunur (Şekil 5.19).

Saka Kompleksi'nin metamorfizma koşullarını saptamak için üç mikaşist ve bir granatlı-amfibolit örneğinden elektron mikroprob ile mineral analizleri yapılmıştır. Analiz edilen örneklerin tahmini mineral bileşimleri Çizelge 5.7'de verilmiştir. Analiz edilen granatlar almandin-pirop-grossular katı eriyiğinden oluşur; spessartin oranı %5'in altındadır (Şekil 5.20). Granatlarda az oranda büyüme zonlanması gözlenir. 11 oksijene göre hesaplanan muskovit bileşiminde Si katyon değerleri 3.04 ile 3.15 arasındadır. Plajiyoklas bileşimleri albit ile andezin arasında değişir. Analiz edilen biyotitlerde alkali eksikliği gözlenmiştir. Granatlı amfibolitlerde analiz edilen kalsik amfiboller çermakit bileşimindedir (Şekil 5.20).



Şekil 5.19. Saka Kompleksi mikaşistlerinin tek nikol (solda) ve çift nikolde (sağda) mikrofotografları . Üst panelde 3064 numaralı mikaşist disten (sol alt köşede ikizlenme gösteren mineral), granat, muskovit ve kuvarstan oluşmaktadır. Alt panelde3061 numaralı mikaşist granat, muskovit, biyotit, kuvars ve opaktan yapılmıştır. Her dört fotografin uzun kenarı 0.7 mm uzunluğundadır.



Şekil 5.20. Saka Kompleksi metamorfik kayalarında granat ve amfibol mineral bileşimler. Oklar içten dışa zonlanma yönünü göstermektedir.

		-			Mika	şist ve l	calkşist	ler				
Saka	Formasyonu	granat	disten	kuvars	plajiyoklas	muskovit	biyotit	klorit	opak	kalsit	rutil	
2188	mikaşist	-	2 <b>-</b> 2	х	х	X	-	х	х	-	-	
2907	fillit	-	-	X	-	X	Ĩ	Х	Х	х	1	
2912	mikaşist	х	-	x	X	Х	Ŧ	X	X	н		
2913	mikaşist	-	(H)	X	X	Х	T	X	X	Ξ	Ξ	
2914	granat-mikaşist	х	-	x	х	х	-	х	х	х	-	
2933	kuvars-feldspar fels	-		х	х	х	-	-		х		
3030	kalk-şist	-	) H	x		x	-	-	x	x	-	
3032 A	mikaşist	-	-	х	х	х	-	х	-	-	3-3	
3032B	mikaşist	-	-	х	x	x	ï	х	ł	-	-	
3042	mikaşist			X	х	х	Х	х			-	
3061C	granatlı mikaşist	x	-	x	x	x	х	-	X	-	-	
3064	granat-disten şist	х	х	=	×	x	х	i#	æ	×	х	
3066	mikaşist	-	-	X	х	x	-	x	х	-	H	
3086	granatlı mikaşist	х	s <b>—</b> 0	х	х	х	-	х	х	-	-	
3093	kalk-şist	-		x	-	х	-	х	x	x	-	
3099	granatlı mikaşist	х	-	х	а <b>—</b> а	х	x	х	-	-	х	
Calva	Fermenie	2				Metab	azik kay	yalar				
зака	Formasyonu	granat	aktinolit	hornblend	plajiyoklas	klorit	epidot/klin ozoisit	rutil	sfen	opak	kuvars	beyaz mika
2189	amfibolit	=	-	X	х	H	x	х	х	8-8	х	=
2192 A	albit-klorit fels	-	x	-	х	х	х	1	x	x	-	-
2192B	albit-klorit fels	-	x	-	x	x	х	-	х	x	-6	x
2195 A	metabazit	-	x	<b>1</b> 6	x	×	x	-	-		-	-
2195B	metabazit	-	x	=	x	×	х			-	-3	=
2199	metabazit	-	х	-	х	х	х	x			-	-
2200	metabazit	-	х	-	х	х	Х	х	-	х	-	-
3061 A	amfibolit	=	-	x	х	-	х	-	H	-	-	=
3061B	granatlı amfibolit	x	=2	x	x	-	х	<b>7</b>			=2	-
3102	amfibolit	-	-	х	х	х	X	-	2 <b>-</b> 2		X	-
3103 A	metabazit	-	-	х	х	x	х	-	-	-	-	-
3103B	metabazit	-	-	x	x	x	х	-	-	-	-	-
3105	15 (2 (22))	1										
5105	metabazit	-	X	-	X	X	X	-	1.70		X	-

Çizelge 5.6. Saka Kompleksi'ndan derlenen metamorfik kayaların mineral toplulukları.

	Gra	şist	Amfibolit	
Örnek no:	3061C	3064	3099	3061B
Kuvars	31	20	38	8
Plajiyoklas	19	(1) <del>,</del>		31
Granat	14	28	19	18
Disten	= 1 <del>10</del> 00	6	11	1.077646
Hornblend	: 1 <del>0</del> 01			38
Biyotit	4	2	2	- <del>14</del> 0
Muskovit	25	22	20	tr.
Klorit	З	7	8	1
Epidoe	tr.	-19 <b>11</b> 9	12	3
Rutil	2	2	2	1
Titanit	>>3.00 H MOD	1040		tr.
Opak	2	3	1	- 3 <b>4</b> 3
Apatit	tr.	- 19 <del>10</del>	0	tr.

tr, 0.5 %'den daha az

Çizelge 5.7. Saka Kompleksi'ndan elektron mikroprob ile analiz edilen örneklerdeki tahmini mineral bileşimi.

	gtr	gtr	gtr	gtr	plag	plag	hbl	biot		mu	mu	mu	chl	chl	chl
	3061C	3061B	3064	3099	3061C	3061B	3061B	3061C		3061C	3064	3099	3061C	3064	3099
-	40	95	23	117	58	114	96	77		49	32	116	43	25	122
$SiO_2$	37.46	38.00	38.52	38.08	59.65	59.79	43.22	36.18		46.76	46.42	46.74	26.10	26.11	26.15
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.04	0.06	0.05	0.00	0.04	0.85	1.77		0.93	1.01	1.44	0.06	0.07	0.13
$AI_2O_3$	21.50	21.62	22.44	21.82	25.33	24.88	15.14	17.02		34.08	33.90	33.27	21.30	22.86	22.16
$Cr_2O_3$	0.03	0.06	0.00	0.05	0.01	0.00	0.02	0.07		0.06	0.08	0.04	0.01	0.09	0.05
FeO	30.95	25.23	28.01	30.96	0.05	0.02	14.35	14.67		1.06	1.47	1.30	22.13	17.91	21.95
MnO	1.15	0.84	1.76	2.04	0.00	0.02	0.01	0.19		0.00	0.04	0.00	0.23	0.13	0.57
MgO	6.12	3.31	6.24	6.53	0.00	0.01	10.53	13.89		1.51	1.64	1.70	18.20	20.48	18.28
CaO	3.49	11.65	5.03	2.12	6.65	6.33	11.58	0.21		0.02	0.00	0.00	0.05	0.02	0.00
$Na_2O$	0.03	0.01	0.03	0.03	8.47	8.44	1.92	0.06		1.45	1.11	1.33	0.04	0.00	0.00
$K_2O$	0.03	0.01	0.02	0.01	0.09	0.10	0.75	6.88		9.32	9.60	9.50	0.02	0.00	0.01
F	0.00	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.36		0.11	0.00	0.09	0.07	0.00	0.00
Total	100.77	100.78	102.14	101.71	100.26	99.64	98.38	91.29		95.30	95.27	95.40	88.21	87.67	89.29
SI	2.947	2.971	2.960	2.963	2.679	2.698	6.283	2.784		3.108	3.093	3.112	2.690	2.640	2.658
п	0.000	0.002	0.004	0.003	0.000	0.001	0.093	0.102		0.046	0.051	0.072	0.004	0.006	0.010
AI	1.993	1.992	2.032	2.002	1.341	1.323	2.594	1.544		2.670	2.662	2.610	2.587	2.724	2.654
Cr - 3+	0.002	0.004	0.000	0.003	0.000	0.000	0.002	0.004		0.003	0.004	0.002	0.001	0.007	0.004
Fe	0.058	0.030	0.004	0.029			0.425								
Fe	1.977	1.620	1.795	1.985	0.002	0.001	1.320	0.944		0.059	0.082	0.072	1.907	1.514	1.866
Mn	0.062	0.045	0.094	0.109	0.000	0.001	0.001	0.010		0.000	0.002	0.000	0.016	0.009	0.040
Mg	0.718	0.386	0.715	0.758	0.000	0.001	2.282	1.593		0.149	0.163	0.168	2.796	3.087	2.770
Ca	0.294	0.976	0.414	0.177	0.320	0.306	1.821	0.017		0.002	0.000	0.000	0.005	0.002	0.000
Na	0.004	0.002	0.004	0.003	0.612	0.613	0.454	0.008		0.155	0.119	0.142	0.007	0.000	0.000
ĸ	0.003	0.001	0.002	0.001	0.005	0.006	0.141	0.675		0.790	0.816	0.807	0.002	0.000	0.002
	8.059	8.029	8.023	8.034	4.959	4.949	15.417	7.681		6.982	6.991	6.985	10.016	9.989	10.004
alm	0.20	0.12	0.16	0.23 ar	0.46	0.44 tr	0.0761 phl	0.097	mu	0.59	0.60	0.56 clin	0.058	0.103	0.057
gr	0.0020	0.0460	0.0060	0.00050 al	0.70	0.71 fact	0.0008 ann	0.0112	cel	0.056	0.042	0.060 daph	0.0081	0.0033	0.0083
ру	0.023	0.009	0.026	0.024		parg	0.016 east	0.075	fcel	0.021	0.021	0.026 ames	0.055	0.091	0.056
									ра	0.71	0.52	0.67			

activities are calculated at 620° C and 10 kbar

Çizelge 5.8. Saka Kompleksi'ndan elektron mikroprob ile analiz edilen örneklerdeki temsili mineral bileşimleri ve aktiviteleri.

Saka Kompleksi'nin metamorfizması sırasındaki zirve basınç-sıcaklık değerleri mineral aktivitelerinden *Powell* ve *Holland* (1988)'in THERMOCALC programı ve *Holland* ve *Powell* (1998)termodinamik veri seti kullanılarak hesaplanmıştır. Mineral bileşimlerinden AX programı (<u>http://www.esc.cam.ac.uk/research/research-groups/holland/ax</u>) kullanılarak mineral aktiviteleri elde edilmiştir. Değişik mineraller arasındaki tepkimeler metamorfizma sıcaklık koşullarını oldukça hassas bir şekilde 620 °C olarak vermektedir (Şekil 5.21). Zirve basınç değerlerinde hassasiyet daha düşüktür; mineral tepkimeleri zirve basıncını 8 ile 12 kbar arasında sınırlamaktadır. Saka Kompleksi'nin saptanan zirve sıcaklık ve basınç değerleri, 620 ± 30 °C ve 10 ± 2 kbar, yüksek basınç amfibolit fasiyesine düşmektedir (Şekil 5.21).



Şekil 5.21 . Saka Kompleksi'nin zirve metamorfizma koşullarını gösteren basınç-sıcaklık diyagramı. Metamorfik fasiyes sınırları Yardley (1989) ve Evans (1990)'dan alınmıştır. Mineral tepkimeleri THERMOCALC programı ve Çizelge 5.8'deki mineral aktiviteleri kullanılarak hesaplanmıştır.

# 5.4.3.2. Jeokronoloji

Saka Kompleksi'nin metamorfizma yaşını saptamak amaci ile, üç mikaşist örneğinden muskovit ayrılarak Ar-Ar yaş tayini yapılmıştır. Elde edilen Ar-Ar muskovit yaşları 162Ma ile 170 Ma arasında (Orta Jura) değişmektedir (Şekil 5.22). Metamorfizma sırasında zirve sıcaklıkları 620 ± 30°C olduğu, ve muskovitin kapanım sıcaklığı 500°C olarak kabul edildiği düşünülürse, elde edilen değerler soğuma yaşlarıdır. Normal bir soğuma hızı kabul edildiği takdirde, metamorfizmanın Alt-Orta Jura yaşında meydana geldiği söylenebilir.

Litolojik olarak Saka Kompleksi'ne benzeyen Alt-Orta Jura yaşında metamorfik kayalar İzmir-Ankara kenedi boyunca Çankırı (Çelik ve diğerleri, 2011) ve Erzincan bölgelerinden (Topuz ve diğerleri, 2012) tanımlanmış, ve Jura yaşlı bir dalma-batma kompleksi'nin bir parçası olarak yorumlanmıştır. Saka Kompleksi'nin tektonik konumu ve metamorfizmada basıncın göreceli olarak yüksek olması, bu birimin de Jura yaşlı eklenir prizmanın bir parçası olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 5.22. Saka ve Çangaldağ komplekslerinden elde edilen Ar-Ar beyaz mika yaşları. Analitik veriler için raporun ekine bakınız. Hata çizgileri 20 değerindedir.

# 5.4.4. Orta Pontid Superkompleksi'nin diğer bazı metamorfik birimleri

Saka Kompleksi'nin doğusunda Kargı kuzeyinde çok geniş alanlarda mikaşistler ve metabazik kayalar mostra vermektedir (Uğuz ve diğerleri, 2002). Bu metamorfik kayalar jeoloji haritalarında ve yayınlanmış çalışmalarda genelde Triyas yaşında kabul edilmesine rağmen, bunların oluşum ve metamorfizma yaşlarına dair herhangi bir izotopik veri yoktur. Saka Kompleksi metamorfitleri ile Kargı kuzeyi metamorfitlerinin korrelasyonu açısından, Kargı-Boyabat-Saraydüzü bölgesinden mikaşist örnekleri derlenmiştir. Bu örneklerin mineral toplulukları Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Karg	ı Masifi	kuvars	feldspat	muskovit	biyotit	granat	klorit	opak	kalsit	oksi-klorit	diğer mineraller
3140	mikaşist	х	X	x	-	4		X	-		ilmenite
3143	mikaşist	x	x	X	I	-	X	I	X	-	epidote
3144	mikaşist	X	-	X	1	-	-	ł		-	graphite
3148	mikaşist	х	X	Х	I.	-	-	X	X	-	graphite
3153	phyllite	X	x	Х	I	-	-		-	-	
3155	phyllite	X	X	х	-			-	X	X	
3158	phyllite	х	x	x	÷	-		Х	-		

Çizelge 5.9. Martin Kompleksi ve Saka Kompleksi dışında Orta Pontid Superkompleksi'nden petrografik olarak incelenen metamorfik kayaların mineral toplulukları.

## 5.4.4.1. Çangaldağ Kompleksi: Erken Kretase metamorfizması

Çangaldağ Kompleksi 10-km aşan bir yapısal kalınlık sunan, düşük yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş, volkanik, volkanoklastik ve ince taneli klastik kayalardan yapılmış tektonik bir istiftir. Çangaldağ Kompleksi bir ofiyolit istifi (Yılmaz, 1980, 1988; Tüysüz, 1990) veya ensimatik bir ada-yayı (Ustaömer ve Robertson, 1993) olarak yorumlanmıştır. Volkaniklerin jeokimyası ada-yayı tektonik ortamına işaret eder (Ustaömer ve Robertson, 1999). Volkanik kayalar genellikle andezit, daha az oranlarda bazaltik andezit ve dasit tipindedir.

Çangaldağ Kompleksi'nin özelliklerini saptamak ve Orta Pontid Superkompleksi içindeki yaş konumunu tespit edebilmek için Çangaldağ 'dan kuzey-güney yönlü kesitler alınmış, petrografi ve jeokronoloji için örnekler derlenmiştir. Çangaldağ Kompleksi düşük yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir (Yılmaz, 1988). İstifin yaklaşık %20'sini oluşturan ince taneli metaklastik kayalar, kuvars, muskovi ve kloritten oluşan fillatlar ile temsil edilir. İnce taneli metavolkanik kayalarda albit + klorit + aktinolit + epidot mineral topluluğu saptanmıştır. Daha iri taneli, massif volkanik ve yarı derinlik kayalarında volkanik dokular ve magmatic ojit mineralleri korunmuştur. Çangaldağ Kompleksi'nden derlenen iki fillit örneğinden (2756 ve 2777 numaralı örnekler) ayrılan muskovit mineralleri Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Örnek lokasyonları Şekil 2.3'deki haritada ve UTM koordinatları olarak Çizelge 5.4'de gösterilmiştir. Analitik veriler rapor ekinde verilmiştir. Fillit örneklerinden elde edilen Ar-Ar yaşları, sırası ile 125 Ma ve 136 Ma'dir (Şekil 5.22); bu yaşlar Çangaldağ Kompleksi'nin Erken Kretase (Barremiyen-Havteriviyen)'de rejyonal metamorfizma geçirdiğine işaret etmektedir.

# 5.4.4.1. Kargı Masifi'nde Alt Kretase ve Jura metamorfizması

Orta Pontid Superkompleksi'nin en büyük parçasını teşkil eden Kargı Masifi'nin kuzeyi eklojit ve mavişist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş Domuzdağ Kompleksi olarak bilinen metabazit, mikaşist ve serpantinitlerden yapılmıştır (Okay ve diğerleri, 2006). Mikaşist ve eklojitlerdeki beyaz mikalar üzerinde yapılan Ar-Ar ve Rb-Sr izotopik yaş tayinleri yüksek basınç metamorfizmasının, Çağlayan Grubu'nun metamorfizması ile aynı zamanda, Erken Kretase'de (105 Ma) meydana geldiğine işaret etmektedir. Domuzdağ Kompleksi'nin güneyinde, yine metabazit ve mikaşistlerden oluşan fakat görünürde sadece yeşilşist fasiyesi metamorfizması gösteren kayalardan oluşan geniş bir kuşak yer alır. Bu kuşaktan derlenen iki mikaşist örneğinden beyaz mikalar ayrılmış ve Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Örnek yerleri Şekil 2.3'deki haritada ve UTM koordinatları olarak Çizelge 5.4'de gösterilmiştir. Analitik veriler rapor ekinde verilmiştir. Bu iki örnekten, Domuzdağ Kompleksi'nin metamorfizma yaşına benzeyen, 114 Ma ve 107 Ma'lik Erken Kretase yaşları elde edilmiştir. Litolojik benzerliğe ve metamorfizma yaşlarının aynı olmasına dayanarak bu kuşak Domuzdağ Kompleksi'nin güneye doğru devam olduğu kabul edilmiştir. Bu kuşağın görünürde sadece yeşilşist fasiyesinde metamorfizma göstermesi aldatıcı olabilir. Yapılacak ayrıntılı petrografik ve petrolojik etüdler, izleri büyük ölçüde silinmiş daha eski bir yüksek basınç metamorfizmasının varlığını gösterebilir.

Domuzdağı Kompleksi kuzeyde baskın olarak fillit ve metakumtaşından yapılmış, daha az oranda metabazit ve mermer içeren düşük dereceli bir metamorfik birim tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Esenler Kompleksi ismi verilen bu birim Kastamonu'nun güneyine kadar uzanır. Bu bölgeden alınan bir metabazit örneğinin (3531) petrografik incelemesinde mavişist fasiyesine işaret eden sodik amfibol (glokofan) + epidot + albit + klorit + titanit mineral parajenezi belirlenmiştir (Şekil 5.23). Esenler Kompleksi üzerinde ayrıntılı bir çalışma yapılmamıştır. Yılmaz ve diğerleri (1997) tarafından Esenler Kompleksi mikaları üzerinde yapılan K-Ar yaş tayinleri çok saçılmış Erken Kretase yaşları vermektedir.



Şekil 5.23. Kastamonu güneyinden Esenler Kompleksi'nen alınan metabazit örneğinin ^531) mikrofotografı. Görüntüde sodik amfibol (mavi) aktinolit (yeşil) albit, kuvars, fengit ve kalsit yer almaktadır.

Kargı Masifi güney kesimlerinde, Kargı kasabasının kuzeyinde baskın olarak mikaşistlerden yapılmış, Saka Kompleksi'ne benzer bir metamorfik birim yüzeylemektedir. Tüysüz ve Yiğitbaş (1994) tarafından haritalanan ve Gümüşoluğu Formasyonu olarak isimlendirilen metamorfik kayalardan alınan bir mikaşist örneğinden (örnek no. 3140) muskovitler ayrılmış ve Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Numune yeri Şekil 2.3'deki haritada ve UTM koordinatları olarak Çizelge 5.4'de gösterilmiştir. Analitik veriler rapor ekinde verilmiştir. Bu örnekten elde edilen Ar-Ar yaşı 162 Ma olup, Saka Kompleksi'nden saptanan yaşlarla, hata payları içinde, aynıdır. Litoloji ve yaş benzerliği gözönüne alınarak, bu birim Saka Kompleksi'nin doğu devamı olarak kabul edilmiştir.

# 5.4.5. Orta Pontid Superkompleksi'nin yapısı

Orta Pontid Superkompleksi DKD uzanımlı Orta Jura (170-160Ma), Erken Kretase (135-125 Ma) ve orta Kretase (107 ± 4 Ma) yaşlı metamorfik kuşaklardan yapılmıştır (Şekil 2.3). Bu kuşakların litolojik özellikleri ve gösterdikleri metamorfik fasiyesler, bunların Tetis okyanusunun dalma-batma-eklenme ürünleri olduklarına işaret etmektedir. Gelişmekte olan bir dalma-batma kompleksinde eklenen birimlerin yaşı okyanusa, dalma-batma zonuna doğru gençleşmesi beklenir. Orta Pontid Superkompleksi'nde bu tip bir ilişki gözlenmez; orta Kretase ve Orta Jura metamorfik kuşakları tektonik olarak tekrarlanmaktadır. Bu durum eklenme sonrası olaylara, yanal-atım fay tektoniğine veya kıta çarpışmasına veya düzensiz bindirme rejimine bağlanabilir.

# 5.5. Üst Kretase birimleri

Çağlayan Grubu, Orta Pontidler'in kuzey kesimlerinde, Ünaz ve/veya Kapanboğazı formasyonları olarak bilinen kırmızı pelajik kireçtaşları ile uyumsuzlukla örtülmektedir. Güneyde ise Orta Pontid Superkompleksi ile imbrike bir yapı sunan, Araç Kompleksi olarak isimlendirilen farklı bir Üst Kretase birimi yer almaktadır. Bu birimler aşağıda tanımlanmıştır.

# 5.5.1. Ünaz ve Kapanboğazı formasyonları

Orta Pontidlerde Çağlayan Grubu Üst Kretase yaşlı kırmızı pelajik kireçtaşları ile uyumsuzlukla örtülmektedir. Bu kireçtaşları Ünaz ve/veya Kapanboğazı Formasyonu olarak bilinir (Tüysüz ve diğerleri, 2012). Benzer yaşta kırmızı pelajik kireçtaşları Doğu Pontidler'de farklı yaşta birimler üzerinde uyumsuzlukla yer alır (Okay ve Şahintürk, 1997). Bu stratigrafik ilişki önemli bir yükselme ve aşınma olayından sonra tüm Orta ve Doğu Pontidler'in hızlı bir şekilde çöktüğünü gösterir. Bu olay Karadeniz okyanus havzasının açılmasını takip eden termal çökmeye bağlanmıştır (Görür, 1988, 1997).

Kırmızı pelajik kireçtaşlarının çökelmesinin diyakronik olduğuna dair veriler vardır. Karadeniz sahil şeridine yakın kesimlerde kırmızı pelajik kireçtaşları, volkanik kayalar ile ardalanmalı olarak geç Senomaniyen-Turoniyen'de çökelmeye başlamıştır (Yılmaz ve diğerleri, 2010; Tüysüz ve diğerleri, 2012). Geç Senomaniyen-Turoniyen yaşındaki volkanizma Karadeniz ada yayının ilk faaliyetini teşkil eder. Orta Pontidler'in daha güney kesimlerinde pelajik kireçtaşları arasında volkanik arakatkılar gözlenmez. Çalışılan bölgede pelajik kireçtaşlarının yaş konağını saptamak için nokta numuneler alınmış ve Ağlı çevresindeki kırmızı pelajik kireçtaşlarından iki ölçülü stratigrafik kesit yapılmıştır (Şekil 5.24). Kesit lokasyonları Şekil 2.3'de gösterilmiştir.

Ağlı-1 kesitinde Çağlayan Grubu türbiditleri uyumsuzlukla 30-m kalınlıkta, kalın tabakalı – masif, beyaz, sığ denizel kireçtaşları ile örtülür. Bu kireçtaşı istifi yaş verebilecek fosil içermez. İnce tabakalı, pembe kireçtaşları ve ardalanmalı kırmızı şeyller keskin bir şekilde beyaz sığ denizel kireçtaşları üzerinde yer alır (Şekil 5.23). Bu pelajik kireçtaşı istifinin tabanında *Marginotruncana renzi* ve *Dicarinella concavata* beraber bulunması Koniasiyen yaşını vermektedir (Şekil 5.25). Kesitin daha üstte kalan 46-m-kalınlıktaki kesimi Orta ve Üst Santoniyen foraminifer faunası kapsamaktadır (Şekil 5.24 ve 5.25). Ağlı-2 kesitinde Çağlayan Grubu'nun siyah şeylleri üzerine 3-m-kalınlıkta bir taban konglomerası gelir (Şekil 5.24). Taban konglomerası, 0.5 cm ile 15 cm arasında büyüklükte kireçtaşı, kumtaşı ve silttaşı çakıllarından oluşmuştur. Konglomera seviyesi üzerine ince tabakalı, kırmızı, pembe kireçtaşı ve ardalanmalı şeyller gelir; istif üste doğru beyaz marn ve şeyle dönüşür. Ağlı-2 kesitinde kireçtaşının taban kesimlerinde, Santoniyen'in zon fosili olan, *Dicarinella asymetrica* saptanmıştır (Şekil 5.25). Ağlı-1 ve Ağlı-2 kesitlerinde pelajik kireçtaşları üst Kampaniyen – Maastrihtiyen yaşında kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve kumlu marn ile üzerlenir (Kennedy ve diğerleri, 2007).

Ağlı'nın 80 km doğusunda kalan Hanönü bölgesi'nde Çağlayan Grubu'nun en güney mostraları yer alır (Şekil 2.3). Bu bölgede Çağlayan Grubu'nu uyumsuzlukla üzerleyen pelajik kireçtaşlarında yapılan stratigrafik kesitler

Santoniyen yaşları vermiştir (Okay ve diğerleri, 2006). Hanönü bölgesinin, Ağlı bölgesinden farklılığı, pelajik kireçtaşlarının yanal ve düşey yönde volkanik kayalar ile ardalanıyor olmasıdır. Hanönü bölgesinde kırmızı pelajik kireçtaşları uyumsuzlukla geç Kampaniyen – Maastrihtiyen türbiditleri tarafından üzerlenir.

Orta Pontidler'in merkezi kesiminde Çağlayan Grubu'nun yükselme ve aşınma zaman aralığı Albiyen-Turoniyen olarak saptanmıştır. Bu aralık kuzeye doğru daralır. Karadeniz sahil kesimlerinde pelajik kireçtaşlarının taban yaşı geç Senomaniyen'dir (Yılmaz ve diğerleri, 2010). Diğer bir farklılık ise sahil bölgelerinde volkanik kayaların pelajik kireçtaşları ile ardalanıyor olmalarıdır; iç kısımlarda volkanizma gözlenmez.



Şekil 5.24. Ağlı bölgesinde Üst Kretase pelajik kireçtaşlarından ölçülen stratigrafik kesitler.



Şekil 5.25. Üst Kretase pelajik kireçtaşlarında saptanan önemli bazı mikrofosil türlerinin fotografları. 1207, 2658 ve 3617 numaralı örnekler Çağlayan Grubu üzerine gelen pelajik kireçtaşlarından, 2454, 3397, 3410 ve 2411 numaralı örnekler ise Araç Kompleksi'nin pelajik kireçtaşlarından alınmıştır. Tayinler Demir Altıner tarafından yapılmıştır. Ölçek çizgisi 0.1 mm uzunluğundadır. 1-2. *Marginotruncana renzi* (Gandolfi, 1942) 2658B. 3-4. *Whiteinella praehelvetica* (Trujillo, 1960) 3397C. 5. *Whiteinella paradubia* (Sigal, 1952) 3397C. 6-9. *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli, 1945) 3410. 10. *Dicarinella algeriana* (Caron, 1966) 3410. 11, 14-15. *Dicarinella asymetrica* (Sigal, 1952), 11. 2658I,14. 3617B, 15. 2454E. 12-13. *Dicarinella concavata* (Brotzen, 1934), 12. 3617B, 13. 2658A. 16. *Marginotruncana coronata* (Bolli, 1945) 2658B. 17-19. *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, 1967, 17. 2658A, 18. 3617B, 19. 2658 B. 20. *Marginotruncana schneegansi* (Sigal, 1952) 3410. 21-22. *Dicarinella primitiva* (Dalbiez, 1955) 3411. 23 *Hedbergella flandrini* Porthault, 1970 1207A.
24. *Globotruncana bulloides* Vogler, 1941 2658F. 25-26. *Globotruncana arca* (Cushman, 1926), 25. 2658E, 26. 2658I. 27. *Praeglobotruncana gibba* Klaus, 1960 3410.

# 5.5.2. Araç Formasyonu

Orta Pontidler'in kuzey kesimlerinde bulunan Üst Kretase pelajik kireçtaşı istifleri, Orta Pontidler'in güney kesimlerine Orta Pontid Superkompleksi'nin mostra alanlarına kadar uzanmaz. Bu bölgede benzer yaşta fakat farklı özellikte bir volkano-sedimenter seri yer alır. Araç Formasyonu olarak isimlendirilen bu seri volkanojenik kumtaşı ve şeyl, kırmızı pelajik kireçtaşı, koyu gri grovak-silttaşı-şeyl, bazaltik yastık lav, kırmızı ve yeşil radyolaryalı çört, kalitürbidit, moloz ve tane akıntıları, neritik kireçtaşı blokları, diyabaz, gabro ve serpantinitten yapılmıştır (Şekil 5.26). Beş metre kalınlığa ulaşabilen ve pelajik kireçtaşları ile ardalanan kütle akıntıları içindeki çakıllar baskın olarak bazalt ve kireçtaşıdır. Kalsitürbiditler içinde, Apsiyen-Senomaniyen yaş aralığını veren Orbitolinid foraminifer parçaları saptanmıştır.

Araç Formasyonu'nin en yaygın litolojisi orta tabakalı, boz, orta-iri taneli volkanojenik kumtaşı ve şeyllerdir (Şekil 5.26a, b). İnce-orta tabakalı bol radyolaryalı, kırmızı pelajik kireçtaşları Araç kuzeydoğusunda Eskici ile Tekeören köyleri arasında ve Pelitveren Köyü çevresinde yaygın mostra verir (Şekil 5.26c, 5.27a). Pelajik kireçtaşları seyrek olarak *Globotruncana* sp. tipi fosilleri içerir. Pelajik kireçtaşları arasında veya kumtaşları içinde ince orta tabakalı beyaz, pembe kalsitürbidit tabakaları yer alır. Genelde yoğun deformasyon geçirmiş, kırık formasyona dönüşmüş gri, koyu gri grovak ve şeyller birim içinde yaygındır (Şekil 5.26g). Kırmızı radyolaryalı çörtler ve boz, gri radyolaryalı çamurtaşları volkanojenik kumtaşları ile ardalıdır (Şekil 5.26d). İstif içerisinde seyrek olarak yastık lav yapısı gösteren bazaltik akıntılar yer alır (Şekil 5.26e). Kumtaşı veya volkanitler ile sarılı, çapları bir metre ile 100 metre arasında değişen kireçtaşı blokları seyrek olarak gözlenmiştir (Şekil 5.26f). Araç Formasyonu içinde seyrek gözlenen diğer bir kaya tipi fillat, mikaşist çakılları içeren moloz akıntılarıdır. Araç Formasyonu içinde serpantinit 100-300 metre arası büyüklükte tektonik dilimler olarak gözlenir, Bu dilimler genellikle Araç Formasyonu ile metamorfitleri arasındaki sınırda yoğunlaşmıştır (Şekil 5.27a). Araç Formasyonu tipik bir ofiyolitli melanjdan, yoğun volkanojenik kumtaşı, silttaşı, şeyl içermesi, iç yapısının daha düzenli olması ile ayrılır.

Araç Formasyonu, Martin ve Saka kompleksleri metamorfik kayaları ile tektonik olarak dilimlenmiştir. İrili ufaklı serpantinit mercekleri bu tektonik dokanaklar boyunca yer alır (Şekil 5.1). Metamorfik kayalar ile Araç Formasyonu arasındaki dokanaklar metamorfizma sonrası kırılgan, orta açılı (yaklaşık 40 derece) faylar tarafından temsil edilir (Şekil 5.28). Bu iki birim arasındaki faylı dokanaklar Kastamonu-Araç yolu boyunca ve Araç kuzeydoğusunda İkizören göleti çevresinde açık gözlenebilir. Bu dokanaklar boyunca genelde metamorfitler Araç Formasyonu kayaları üzerine itilmiştir; bu durum (metamorfik olan birimin metamorfik olmayanın üzerinde yer alması) fayların bindirme tipinde olduğuna işaret etmektedir. İki birim arasındaki bindirme fayları genelde batıya eğimlidir fakat Çukurpelit kuzeyinde fay doğuya eğimlidir; bu durum bindirme sonrası kıvrımlanma ile izah edilebilir. Gemiköy ile Üyücek arasındaki bindirme hattı boyunca yapılan yapısal gözlemler ve ölçümler bindirme hareketinin üst bloğun (metamorfitler) güneydoğuya (110-120 derece) doğru olduğuna işaret etmektedir (Şekil 5.28). Çalköy ile Olucak Köyü yolu üzerinde bir serpantinit diliminin yataya yakın dokanaklarla fillat ve mermerlerin altında yer almaktadır (Şekil 5.28). Göynük ile Fındıcak köyleri ve Araç-Daday yolu üzerinde metamorfitler içinde Araç Ofiyolit Kompleksi'ne ait dilimler bulunur.

Araç Formasyonu kayaları genelde metamorfik değildir, çörtlerde ve pelajik kireçtaşlarında radyolaryalar ve foraminiferler iyi korunmuştur. Buna karşın Araç-Kastamonu yolu üzerinde Çukurpelit Köyü kuzeyinde olduğu gibi, bilhassa mikaşistler arasındaki Araç Formasyonu dilimlerinde belirgin bir foliasyon gelişimi ve düşük dereceli bir dinamik metamorfizma gözlenmiştir. Araç Formasyonu düzenli bir istiften melanja kadar giden heterojen deformasyon özelliklerine sahiptir. İstifin yaklaşık % 80'i düzenli bir istif özelliği gösterir; %20'si ise melanj ve/veya kırık formasyon (broken formation) özelliğindedir. Melanj tipi deformasyon daha çok koyu renkli grovak-silttaşı-şeyl seviyelerinde gözlenmiştir.

Araç Formasyonu uyumsuzlukla Alt Eosen sığ denizel kireçtaşları tarafından örtülür (Özcan ve diğerleri, 2007); aynı kireçtaşları Araç Formasyonu ile metamorfik kayalar arasındaki dokanakları da örtmektedir (Şekil 5.1). Araç Formasyonu'ndan derlenen 30'u aşkın numunenin paleontolojik incelemesi, Araç Formasyonu'nun yaşının Turoniyen'den Santoniyen'e kadar uzandığını göstermiştir (Çizelge 5.10). Araç Formasyonu için Turoniyen yaşını veren foraminiferler şunlardır: *Helvetoglobotruncana helvetica, Whiteinella pradubia, W. praehelvetica, Hedbergella planispira, Dicarinella algeriana, Marginotruncana sigali ve Praeglobotruncana gibba* (2889, 3059, 3397 ve 3410 numaralı örnekler, Şekil 5.1, ve 5.25). 3411 numaralı örnekte saptanan *Marginotruncana pseudolinneiana, M. marginata, M. renzi ve Dicarinella primitive* faunası en üst Turoniyen-Koniasiyen yaş aralığına işaret etmektedir. Santoniyen yaşı ise 2454 ve 3135 numaralı örneklerden elde edilen *Dicarinella* 



Şekil 5.26. Araç Formasyonu'nin litolojik ve deformasyon özellikleri. (a) Volkanojenik kumtaşı, şeyl, volkanik aglomera, radyolaryalı çört ardalanması, Üyücek Köyü kuzeyi, Araç, lokalite 3027. (b) Volkanojenik kumtaşı, şeyl, Gelensi Köyü kuzeydoğusu, Kastamonu, lokalite 3806. (c) Kırmızı, radyolaryalı, pelajik kireçtaşı, Eskisi Köyü çevresi, Araç, lokalite 3082. (d) Radyolaryalı çamurtaşı, Buzağıveren Köyü çevresi, Araç, lokalite 2806. (e) Yastık lav yapısı gösteren bazaltik akıntı, Kurucaören Köyü çevresi, Araç, lokalite 2893. (f) Rekristalize kireçtaşı bloku içeren hafif metamorfik bazalt, kumtaşı, sleyt, Çukurpelit Köyü çevresi, Araç, lokalite 3050. (g) Melanj/kırık formasyon yapısı gösteren grovak ve şeyl, Çukurpelit Köyü kuzeyi, Araç, lokalite 3052.



Şekil 5.27. Araç Formasyonu'nin litolojik özellikleri. (a) Serpantinit ve kırmızı pelajik kireçtaşı, Eskisi Köyü çevresi, Araç, lokalite 3072. (b) Mikaşist çakılları içeren moloz akıntısı, Üyücek Köyü kuzeyi, Araç, lokalite 3132.

Arac Kompleksi		fauna	Vac
		laulia	yaş
2185A	radyolaryalı mikrit	Rekristalize, Globotruncana tip foraminifera,	
2185B	radyolaryalı mikrit	Rekristalize, Globotruncana tip foraminifera,	-
2185C	radyolaryalı mikrit	Rekristalize, Globotruncana tip foraminifera,	-
2454	pelajik kireçtaşı	Dicarinella asymmetrica, Hedbergella spp., Hedbergella flanderini, Marginotruncana coranata, M. pseudolinneana, M. renzi	Orta-Üst Santoniyen
2810	silttaşı	<b>-</b> 11	-
2813A	silttaşı	a.	
2813B	silttaşı		-
2889A	pelajik kireçtaşı	Hedbergella spp., Hedbergella planispira, Whitetinella sp., Helvatoglobotruncana helvetica ?	Turoniyen
2889B	pelajik kireçtaşı	Hedbergella spp., Hedbergella planispira	Aptiyen-Koniasiyen
2889C	pelajik kireçtaşı	Hedbergella spp.	
2889D	pelajik kireçtaşı	Hedbergella spp.	
2896A			<b>a</b>
2896B			-
2896C	radyolaryalı çamurtaşı	<b>L</b> 1	=
2897	pelajik kireçtaşı	Hedbergella spp., Dicarinella ? sp.	-
2900A, B	pelajik kireçtaşı	Marginotruncana coranata, M. pseudolinneana, M. renzi, M. sigali, M. spp., Dicarinella caniliculata	Üst Turoniyen - Koniasiyen, muhtemelen en üst Turoniyen
2900C	pelajik kireçtaşı	Marginotruncana renzi, Dicarinella primitiva	Üst Turoniyen - Alt Koniasiyen
3027	radyolaryalı çört	radyolarya	
3050	radyolaryalı çört	radyolarya	-
3053	pelajik kireçtaşı	radyolarya	-
3059	pelajik kireçtaşı	Hedbergella spp., Dicarinella algeriana, Archeoglobigerina sp., Praeglobotruncana ? sp., radyolarya	Üst Albiyen - Turoniyen
3073	pelajik kireçtaşı	radyolarya	
3088	pelajik kireçtaşı	radyolarya	100
3135	pelajik kireçtaşı	Dicarinella asymmetrica, Marginotruncana coranata, M. Pseudolinneana	Orta-Üst Santoniyen

Çizelge 5.10. Orta Pontidler'de çalışılan alanda Araç Formasyonu'ndan derlenen numunelerin foraminifer içerikleri ve yaşları. Numune lokasyonları Ek'teki haritada gösterilmiştir.
*asymetrica, Hedbergella flandrini, Marginotruncana coronata,* ve *M. pseudolinneiana* faunasına dayanarak verilmiştir.

Araç Formasyonu'nun metamorfik kayalar ile olan dokanakları faylıdır; stratigrafik tabanı saptanamamıştır; buna karşın Araç Formasyonu içindeki moloz akıntılarında yer yer bolca mikaşist ve fillat çakıllarının bulunması, Araç Formasyonu'nun ilksel olarak metamorfik kayalar üzerine çökeldiğine işaret eder. Bu açıdan ve yaş ve litolojik özellikleri ile Araç Formasyonu, doğuda Kargı Masifi'nden tanımlanan Kirazbaşı Formasyonu'na benzerlik sunar. Kirazbaşı Formasyonu Domuzdağ Kompleksi metamorfikleri üzerinde uyumsuzlukla oturmaktadır (Yiğitbaş ve diğerleri, 1990; Okay ve diğerleri, 2006; Tüysüz ve Tekin, 2007). İstif birkaç metre kalınlıkta, Turoniyen-Santoniyen yaşında pelajik kireçtaşları ile başlar ve fliş istifi olarak devam eder. Fliş üste doğru bazalt, radyolaryalı çört ve serpentinit blokları içeren bir ofiyolitli melanja geçer.

Araç ve Kirazbaşı formasyonları, metamorfizma geçirmiş ve üst levhaya eklenmiş hendek sedimanter kayaları üzerinde gelişmiş yay-önü istiflerine örnek teşkil eder. Birim içindeki bazalt ve çört blokları güneyden eklenir prizmanın yükselmiş kesimlerinden gelmiş olmalıdır. Kirazbaşı Formasyonu içindeki çört bloklarından Tüysüz ve Tekin (2007) yaşları Orta Jura ile Alt Kretase arasında değişen radyolaryalar tanımlamıştır. Bu yaşlar, bölgedeki Tetis okyanusun yaş aralığına dair veriler sağlar. Yay-önü havzada ilerleyen sıkışma sonucu, yay-önü havza çökelleri, tabanlarını oluşturan eklenir prizma ile dilimlenmiş ve kıvrımlanmıştır. En son sıkışma Santoniyen ile Erken Eosen arasında meydana gelmiştir.



Şekil 5.28. Araç Formasyonu'nin Martin ve Saka kompleksleri metamorfitleri ile olan dokanakları. (a) Mikaşistler arada serpantinit dilimi olmak üzere Araç Formasyonu'nin grovak ve şeylleri üzerinde, Tekeören Köyü çevresi, Araç, lokalite 3092. (b) Saka Kompleksi mikaşistleri ile Araç Formasyonu arasında yer alan serpantinit dilimi, İkizören Köyü çevresi, Araç, lokalite 3086. (c) Martin Kompleksi'ne ait mermerler yataya yakın bir dokanakla serpantinitler üzerinde, Olucak Köyü doğusu, Araç, lokalite 2400.

# 6. JEOLOJİK EVRİM

# 6.1. Permo-Triyas – iki farklı istif

Orta Pontidler'deki Triyas istifleri İstanbul ve Sakarya zonlarında çok farklı stratigrafik özellikler sunar. İstanbul Zonu'nun batısında Gebze bölgesinde 1500 metreden fazla kalınlığa sahip, transgressif bir Triyas serisi yüzeyler. Transgresif bir özellik gösteren istif, Permiyen – en Alt Triyas yaşında bazaltik lav arakatkılı kırmızı karasal kırıntılılarla başlar; bunların üzerine Sitiyen-Aniziyen yaşta sığ denizel karbonat gelir; bunlar üste doğru Ladiniyen-Karniyen yaşında hemipelajik ve pelajik kireçtaşlarına geçer ve istif Karniyen-Noriyen yaşında distal silisiklastik türbiditlerle son bulur (Assereto, 1972; Yurtttaş-Özdemir, 1973; Gedik, 1975). İstanbul Zonu'nun doğu kesiminde Orta Pontidler'de Permo-Triyas karasal ve göl çökelleri ile temsil edilir (Akyol ve diğerleri, 1974). Altta, Çakraz Formasyonu olarak bilinen, 1500 metreyi geçen kalınlıkta karasal kırmızı kumtaşı, konglomera ve şeyller yer alır. Çakraz Formasyonu, Paleozoyik sedimenter kayaları uyumsuzlukla örtmektedir. Çakraz Formasyonu üzerinde göl çökellerinden oluşan ve Üst Triyas florası kapsayan Çakrazboz Formasyonu yer almaktadır (Akyol ve diğerleri, 1974; Alişan ve Derman, 1995). Çakraz ve Çakrazboz formasyonları üzerine uyumsuzlukla kumtaşı, konglomera ve şeylden oluşan ve kömür seviyeleri içeren, Orta Jura yaşlı Himmetpaşa Formasyonu yer alır.

Orta Pontidler'in Sakarya Zonu tarafında farklı bir Triyas istifi gözlenir. Geniş bir bölgede silisiklastik türbiditlerden oluşan Akgöl Formasyonu mostra verir (Şekil 2.3). Akgöl Formasyonu'nun yaşı, burada belgelendiği gibi Üst Triyas'tır. Akgöl Formasyonu'nun tabanı gözlenmemiştir fakat iri peridotit ve diyabaz kütleleri içermesi ve bazaltik yastık lavlar ile stratigrafik ilişki göstermesi, türbiditlerin bir ofiyolit üzerine çökelmiş olabileceğini gösterir (Tüysüz, 1990; Ustamer ve Robertson, 1994). Akgöl Formasyonu'nun tabanı olabilecek ikinci bir birim Kayabaşı Formasyonu'dur. Alt-Orta Triyas yaşlı kireçtaşı breşleri ve bunların üzerine gelen Orta-Üst Triyas yaşlı Hallstatt fasiyesinde pelajik kireçtaşlarından oluşan Kayabaşı Formasyonu (Şekil 4.9), çakıllar halinde Akgöl Formasyonu içinde yer alır (Şekil 4.10, bu çalışma, Kozur ve diğerleri, 1999). Bu verilere göre Akgöl Formasyonu, kısmen Kayabaşı Grubu kireçtaşlarından yapılmış pasif bir kıta kenarı, kısmen de onun uzantısı olan okyanus kabuğu üzerinde çökelmiş bir fliş kamasını teşkil eder.

Orta Pontidler'de bu iki farklı Triyas istifi birbirlerinden Alt Kretase Çağlayan Grubu çökelleri ile ayrılmaktadır (Şekil 2.3). Çağlayan Grubu altında İstanbul ve Sakarya tipi Triyas istifleri çok muhtemelen tektonik dokanaklıdır. Bir diğer ifade ile Orta Pontidler'in kuzeyinde, İstanbul ve Sakarya zonları Geç Triyas sonrasında bir araya gelmiştir.

# 6.2. Alt-Orta Jura – magmatizma ve metamorfizma

Alt-Orta Jura'da Karadeniz'in doğu kesiminde volkanizma, plütonizma ve metamorfizma ile tanımlanan önemli bir termal olay gerçekleşmiştir. Alt-Orta Jura yaşlı volkanik kayalar Orta ve Doğu Pontidler'de, Küçük Kafkaslar'da, Büyük Kafkasların güney cephesinde ve Kırım'da yaygın mostra verir (Şekil 4.31). Buna karşın Büyük Kafkaslar'ın kuzey cephesinde, Karadeniz'in batısında Dobruca ve Moezya'da, Istranca Masifi'nde ve Sakarya Zonu'nun batı kesimlerinde kuzeybatı Anadolu'da Alt-Orta Jura yaşlı istifler volkanik arakatkılar içermez. Karadeniz kapatılıp İstanbul Zonu ve Doğu Pontidler kuzeye çekilirse, Alt-Orta Jura volkanitleri Hazar Denizi ile Kırım arasında 1200 km uzunluğunda ve 100 km genişliğinde magmatik bir kuşak oluşturur (Şekil 4.31). Bu kuşağın en batı ucu Mudurnu bölgesinde yüzeyler. Alt-Orta Jura magmatik yayı, daha batıda muhtemelen transform bir fay ile kesilmektedir.

Karadeniz bölgesinde Alt-Orta Jura magmatizmasının kökeni için iki hipotez ileri sürülmüştür: riftleşme (Görür ve diğerleri, 1983) ve dalma-batma (Yılmaz & Boztuğ, 1986). Jura magmatitlerinin jeokimyası (Şen, 2007; Genç ve Tüysüz, 2010) ve Jura volkanik kuşağının bir magmatik yay gibi çizgisel olması, magmatizmanın dalma-batma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Riftleşme hipotezinde Alt Jura'da Pontidler Anatolid-Torid Platformu'ndan riftleşerek ayrılmakta ve bu süreçte volkanizma gerçekleşmektedir. Fakat son yapılan çalışmalar, Pontidler'in, Anatolid-Torid Bloku'ndan en az Triyas'tan beri ayrı olduğunu (Tekin ve Göncüoğlu, 2007; Okay, 2000) ve ilk defa Tersiyer başlangıcında Anatolid-Torid Platformu ile yanyana geldiklerini göstermekte ve riftleşme hipotezinin ana dayanağını geçersiz kılmaktadır.

Doğu Pontidler'de ve Kafkaslar'da Alt-Orta Jura, 1000 metreden daha kalın volkanik ve sedimenter bir istif ile temsil edilir. Doğu Pontidler'de Kelkit Formasyonu olarak bilinen bu istif kumtaşı, şeyl, silttaşı ve onlarla ardalı volkanoklastik ve volkanik kayalardan yapılmıştır; yer yer kömür seviyeleri de kapsar. Genişlemeli bir tektonik ortamda çökelmiş olan Kelkit Formasyonu üste doğru uyumlu olarak Üst Jura – Alt Kretase kireçtaşlarına geçer. Kırım'da ve Orta Pontidler'de ise Alt-Orta Jura magmatizması ile Üst Jura kireçtaşı çökelimi arasında bir yükselme ve aşınma dönemi yaşanmıştır. Bundan dolayı Alt-Orta Jura magmatik kuşağının en derin kısımları Orta Pontidler'de mostra verir. Bu bölgede volkanik kayaların yanısıra, granitoidler ve sığ sokulumlar oluşturan porfirler yüzeye çıkmıştır. Ayrıca yine Orta Pontidler'de magmatik yayın en derin kısımlarını oluşturan yüksek sıcaklık – düşük basınç metamorfitleri (Geme Kompleksi ve Devrekani metamorfitleri) mostra verir. Alt-Orta Jura'da Karadeniz bölgesinde sıkışmalı tektonik ile ilgili hiçbir veri yoktur. Tam tersine Kelkit Formasyonu rift çökelleri olarak yorumlanmıştır (Görür ve diğerleri, 1983; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Magmatizma ve metamorfizma, Üst Kretase Pontid yayına benzer, genişlemeli bir magmatik yay içinde gelişmiştir. Dünyada, genişlemeli bir magmatik yayda gelişen metamorfizmaya belki de en iyi örneği oluşturur.

# 6.3. Orta-Üst Jura sınırı – İstanbul ile Sakarya zonlarının birleşmeleri

Üst Jura'nın orta katı olan Kimmericiyen ile başlayan sığ denizel bir karbonat istifi Orta Pontidler'de hem İstanbul hem de Sakarya Zonu'nu örter. Buna karşın, yukarıda değinildiği gibi, Triyas istifleri her iki zonda çok farklı özellikler gösterir. Alt-Orta Jura istiflerine bakıldığında Orta Pontidler'in Sakarya Zonu tarafında yoğun bir magmatizma ve metamorfizma gözlenir. İstanbul Zonu tarafında ise sığ denizel ve yer yer karasal çökellerden oluşan Orta Jura (muhtemelen Bajosiyen-Bathoniyen) yaşlı Himmetpaşa Formasyonu çökelmiştir (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 1974; Derman ve diğerleri, 1995). Bu stratigrafik verilere göre Orta Pontidler'in kuzey kesiminde İstanbul ile Sakarya zonları Orta-Üst Jura sınırında (geç Kalloviyen – Oksfordiyen) biraraya gelmiştir. Bu biraraya geliş tektonik olarak yükselme ve aşınma olarak tezahür etmiş, fakat önemli bir orojenik olaya yol açmamıştır. İstanbul Zonu üzerinde yer alan Triyas istifleri önemli bir deformasyon göstermez, Akgöl Formasyonu'nu etkileyen yoğun deformasyon Orta Jura öncesidir; Orta Jura yaşlı Karaman Plutonu hem Akgöl Formasyonu'nu hem de Akgöl Formasyonu içindeki serpentinitleri kesmektedir (Şekil 4.1).

# 6.4. Üst Jura – en alt Kretase – sakin karbonat çökelimi

Tüm Karadeniz çevresinde Üst Jura – en Alt Kretase'de (Kimmericiyen/Titoniyen – Berriaziyen) sığ denizel kireçtaşları çökelmiştir (Şekil 6.1a, Görür, 1988; Altıner ve diğerleri, 1991; Tari ve diğerleri, 1997; Harbury ve Cohen, 1997; Guo ve diğerleri, 2011; Nikishin ve diğerleri, 2012). Doğu Pontidler'de ve Kafkaslar'da sığ denizel kireçtaşları alttaki volkanik-sedimenter seri üzerine uyumlu olarak gelir. Üst Jura – en Alt Kretase karbonat platformu, güneye doğru kalsitürbidit ve pelajik kireçtaşları çökelimi ile tanımlanan pasif bir kıta kenarına geçer (Okay ve Şahintürk, 1997). Triyas ve Erken-Orta Jura'da kuzeye Avrasya'nın altına doğru dalan yitim zonu, Geç Jura – en Erken Kretase'de aktifliğini yitirmiş ve Avrasya kıta kenarı pasif kıta kenarı konumuna geçmiştir. Bunun sebebi bu dönemde Afrika-Arabistan levhasının Avrasya'ya göre hareketinin yavaşlaması ve kıta kenarına dik olan bir hareketten transform nitelikli bir harekete geçmesi ile açıklanabilir (Şekil 6.1a, Rosenbaum ve diğerleri, 2002; Smith, 2006).

# 6.5. Erken Kretase (Havteriviyen) – yükselme ve aşınma

Erken Kretase'deki (Berriaziyen – Valanjiniyen) karbonat çökelimini takiben, Pontidler Havteriviyen'de yükselmiş ve aşınmıştır; aşınma sonucu yer yer kristalen temel bile yeryüzüne çıkmıştır. Benzer bir yükselme ve aşınma Kırım'da da gözlenir. Kırım'da Barremiyen-Apsiyen çökelleri doğrudan Triyas yaşlı Tavrik flişi üzerine oturmaktadır (Şekil 4.12b, Nikishin ve diğerleri, 2008). Bu yükselme ve aşınma olayı genellikle Karadeniz'in riftleşmeye başlaması ile rift omuzlarının yükselmesine bağlanır (örn., Görür, 1988). Buna karşın, burada Çağlayan Grubu'ndan sunulan klastik zirkon yaşları Apsiyen'de bile Pontidleri Avrasya'dan ayıran bir Karadeniz havzasının mevcut olmadığını göstermektedir. Ayrıca Havteriviyen yükselmesi çok geniş bir alana yayılmıştır; Doğu Pontidler'de ve İstanbul Zonu'nda da gözlenir. Termokronolojik veriler bu dönemde Kırım'ın kuzeydoğusunda Ukrayna Kalkanı'nın da yükselmiş olduğuna işaret etmektedir (Danišík ve diğerleri, 2008).



Şekil 6.01. Karadeniz bölgesinin Geç Jura — Kretase paleocoğrafya haritaları. Tüysüz (1999), Barrier ve Vrielyncvk (2008), Adamia ve diğerleri (2011), Nikishin ve diğerleri (2012) ve bu çalışmadaki veriler kullanılmıştır. Levha hızları Doğu Pontidler'deki bir lokasyon için Smith (2009)'dan hesaplanmıştır.

Doğu Avrupa Kalkanı'nın güneyinde çok geniş alanları etkileyen Erken Kretase (Havteriviyen) yükselmesinin sebebi, göreceli levha hareketlerindeki değişmeler ve Çangaldağ Kompleksi tarafından temsil edilen ensimatik bir volkanik yayın Avrasya aktif kıta kenarına çarpması olabilir (Şekil 6.02b). Erken Kretase'de (Barremiyen, yaklaşık 125 Ma) Afrika-Arabistan levhasının Avrasya levhasına göre hareketi, yavaş bir transform hareketten, hızlı ortogonal bir yakınlaşmaya dönüşmüştür (Smith, 2006); buna bağlı olarak önce Avrasya kıta kenarı sıkışıp bükülerek yükselmiş, daha sonra kıta kenarındaki eski yitim zonu faaliyete geçmiştir. Bu yitim zonu boyunca Çangaldağ volkanik yayı kısmen dalma-batmaya uğrayarak Avrasya levhasına eklenmiştir (Şekil 6.02b). Volkanik yaylar, okyanus platoları gibi büyük okyanusal objelerin dalma-batmaya uğraması, üstteki levhada yükselmeye yol açtığı, hem günümüzdeki Hikurangi – Yeni Zelanda yitim zonundan (örn., Davy ve diğerleri, 2009) hem de sayısal modelleme çalışmalarından (Gerya ve diğerleri, 2009; Tetreault ve Buiter, 2012) bilinmektedir. Ar-Ar

muskovit yaş verilerinin işaret ettiği gibi Erken Kretase'de Çangaldağ volkanik ada-yayının kısmen dalmabatmaya uğraması da, Avrasya levhasında yükselmeye yol açan etmenlerden biri olmuş olabilir.

# 6.6. Erken Kretase (Barremiyen-Apsiyen) sedimantasyon

Erken Kretase'nin Barremiyen ve Apsiyen zamanlarında Avrasya'nın yüksek alanları güneye Avrasya kıta kenarına kırıntılı malzeme sağlamıştır. Bu zaman zarfında Karadeniz bölgesinin çoğu kesimi, Kırım, Kafkaslar, Dobruca ve Moesya kırıntılı çökelimine sahne olan bir platform konumundaydı (Şekil 6.01b ve 6.02c, Harbury ve Cohen, 1997; Adamia ve diğerleri, 2011; Nikishin ve diğerleri, 2008; 2012). Bölgede platform alanları dışında, Orta Pontidler'de ve Büyük Kafkaslar'da olmak üzere iki tane derin türbidit havzası bulunmaktaydı. Orta Pontidler'de türbiditlerin üçgene benzer yayılımı, bu türbidit havzasının Ukrayna kalkanını güneye Tetis okyanusuna akaçlayan büyük bir nehir tarafından beslendiğine işaret etmektedir. Bu duruma günümüzden bir örnek Afrika'nın iç kesimlerini Doğu Akdeniz okyanusal havzasına akaçlayan Nil Nehri'dir (örn., Sestini, 1989). Doğu Akdeniz'e dökülen Nil Nehri'nin sedimanları kuzeyde, Kıbrıs güneyinde, dalma-batma zonu boyunca yitime uğramak üzeredir. Sakarya Zonu'nda türbidit kamasının ulaşmadığı bölgelerde, örneğin Orta Sakarya-Mudurnu havzasında, Apsiyen'de pelajik kireçtaşları (Soğukçam Formasyonu) çökelmiştir (örn. Altıner ve diğerleri, 1991).

Çağlayan Grubu'nun çökelimi sırasında saptanan sedimantasyonla eş-yaşlı normal faylanma (Hippolyte ve diğerleri 2012), ve Çağlayan Grubu içinde kilometre boyuna ulaşabilen olistolitler, Çağlayan Grubu'nun genişlemeli bir tektonik ortamda çökeldiğine işaret etmektedir (Tüysüz, 1999). Kırım'da da Barremiyen ve Apsiyen'de genişlemeli tektoniğe bağlı olarak derinleşme meydana gelmiş, sedimantasyon sırasındaki su derinliği sıfırdan eksi 400-600 inmiştir (Nikishin ve diğerleri, 2008). Çağlayan Grubu'ndan elde edilen klastik zirkon verileri Barremiyen-Apsiyen sırasında Avrasya ile Pontidler arasında bir rift havzasının mevcut olmadığını, genişlemeli tektoniğin bütün bölgeye yayıldığını göstermektedir. Barremiyen-Apsiyen'deki genişlemeli tektonik, Havteriviyen'de Avrasya aktif kıta kenarına eklenen Çangaldağ Kompleksi'nin güneyinde yeni bir yitim zonunun açılmasına, ve bununla ilgili olarak üst levhadaki rahatlamaya ve genişlemeye bağlanabilir (Şekil 6.02c).

# 6.7. Erken Kretase (Albiyen) - metamorfizma ve yükselme

Erken Kretase'nin Albiyen zamanı Karadeniz bölgesinde yükselme ve Orta Pontidler'de metamorfizma ile tanımlanır (Şekil 6.01c ve 6.02d). Albiyen metamorfizması sadece Orta Pontidler ile sınırlı kalmamıştır, Akbayram ve diğerleri (2012) İzmit güneyinden Albiyen yaşta (110 ± 3 Ma) metamorfizma gösteren bir eklenir prizma tanımlamıştır. Albiyen'de 400 ile 800 m arasında bir yükselme ve aşınma Kırım'da da gözlenir (Nikishin ve diğerleri, 2008); Albiyen'de yükselme ve aşınma batıda Moezya Platformu'nda (Harbury ve Cohen, 1997) ve doğuda Doğu Pontidler'de de saptanmıştır (Robinson ve diğerleri, 1995; Okay ve Şahintürk, 1997). Doğu Pontidler'de Albiyen yaşında sedimanlar tanımlanmamıştır. Pontidler'de Albiyen kırıntılı çökelleri sadece Zonguldak ile Amasra arasındaki kıyı kesimlerden bilinir.

Ar-Ar jeokronoloji verileri Orta Pontidler'de, 120 km uzunlukta ve 20 km'yi aşkın yapısal kalınlıktaki bir alanın Albiyen'de metamorfizma geçirdiğini göstermektedir. Bu kalın tektonik istifin büyük bir kesimi, yitim zonunda metamorfizmaya işaret eden, eklojit ve mavişist fasiyesindeki kayalardan yapılmıştır. Bu kalın tektonik istiften elde edilen Ar-Ar yaşları 107 Ma çevresinde kümelenir (Şekil 5.14), beklendiği gibi yitim zonuna, güneye doğru, gençleşme göstermez. Yitim ile ilgili diğer beklenmedik bir durum, yüksek basınç metamorfizması yitime işaret etmesine rağmen, Albiyen yaşta bir magmatik yayın gelişmemiş olmasıdır. Bu hususlar Albiyen orojenezi için, süregelen bir yitim olayından çok belli bir olaya işaret etmektedir. Aktif kıta kenarlarında, okyanus adası veya platosu gibi topografik yükselimlerin hendeğe girmesi, kıta yamacında yükselmeye, dalan levhanın eğiminin azalmasına ve aktif volkanizmanın sona ermesine yol açar (örn., von Huene ve Ranero, 2009). Pontidler'deki Albiyen orojenezi bugün Domuzdağ Kompleksi tarafından temsil edilen bir okyanus platosunun Avrasya kıta kenarına çarpması sonucu gelişmiş olabilir (Şekil 6.01c ve 6.02d).



Şekil 6.02. Avrasya kıta kenarının Kretase'de evrimini gösteren şematik kesitler.

# 6.8. Geç Kretase – yeniden sedimantasyon ve volkanizma – Batı Karadeniz havzasının açılması

Geç Kretase'de yitim zonu, Avrasya kıta kenarına eklenmiş olan Domuzdağı Kompleksi'nin güneyine sıçramış, ve buna bağlı olarak Avrasya kıta kenarında rahatlama, genişleme ve çökme meydana gelmiştir (Şekil 6.01d ve 6.02c). Bu olay sonucu gelişen transgresyon Orta Pontidler'in kuzey kesimlerinde geç Senomaniyen'de gelmiş, güneye Santoniyen'de ulaşmıştır. Bu transgresyonla beraber Pontidler'de ilk Kretase yay volkanizması görülmeye başlamıştır. Senomaniyen-Santoniyen yaştaki kayalar genelde pelajik kireçtaşlarından oluşur, Karadeniz kıyı kesimlerinde bu kayalara volkanitler eşlik eder. 2000-metreyi aşkın bir kalınlığa sahip olan geç Senomaniyen-Kampaniyen yaşındaki Pontid ada-yayı hiçbir zaman deniz seviyesi üzerine çıkmamıştır. Volkanizmanın tümü ile denizaltında cereyan etmesi, ve karadan gelen kırıntılı sedimanların azlığı, Geç Kretase'de Avrasya'nın Pontid aktif kıta kenarında genişlemeye ve buna bağlı çökmeye işaret eder. Kırım, Dobruca ve Moezya'da da Senomaniyen-Paleosen zaman aralığı çökme ve kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ve tebeşir çökelimine sahne olmuştur (Harbury ve Cohen, 1997; Nikishin ve diğerleri, 2008). Bu veriler Batı Karadeniz Havzası'nın açılmasının genelde düşünüldüğü gibi Apsiyen-Albiyen'de değil (örn., Görür, 1988, 1997; Okay ve diğerleri, 1994; Robinson ve diğerleri, 1996; Hippolyte ve diğerleri, 2010) Turoniyen-Santoniyen'de (Tüysüz, 1999) gerçekleştiğini göstermektedir. Yay-ardı havzaların oluşmasına yol açan riftleşme genellikle kabuğun en sıcak ve en zayıfı olduğu magmatik yayların merkezinde başlar (örn., Karig, 1970; Tamaki, 1985). Apsiyen-Albiyen'de Karadeniz bölgesinde bir magmatik yayın mevcut olmayışı, Barremiyen-Apsiyen'de Pontidler ile Avrasya arasında herhangi bir riftin bulunmayışı, ve Karadeniz çevresinde yaygın olarak gözlenen Albiyen yükselme ve aşınma evresi, Karadeniz'in açılması için genel kabul gören Apsiyen-Albiyen riftleşme hipotezini zayıflatmaktadır.

Pontid ada-yayının Kırşehir Masifi ile çarpışması Kretase sonunda başlamış (örn., Kaymakçı ve diğerleri, 2009). Eosen sonunda ise Pontidler deniz seviyesi üzerine çıkmışlar ve günümüze kadar bu konumlarını korumuşlardır. Pontidler'de metamorfizma ve deformasyonun önemli bir kesimi çarpışma öncesi, aktif kıta kenarı olaylarına aittir.

# 6.9. Avrasya'nın uzun soluklu aktif kıta kenarı olarak Pontidler

Pontidler, en az Permiyen'den beri Avrasya aktif kıta kenarının bir parçasını teşkil etmiştir. Sakarya Zonu'nun büyük bir kesimi Permiyen, Üst Triyas, Orta Jura, Alt ve orta Kretase yaşlı dalma-batma-eklenme komplekslerinden yapılmıştır (Şekil 6.02). Bu komplekslerin Avrasya aktik kıta kenarına eklenmesi ile, kıta kenarı güneye doğru en az 100 km genişlemiştir. Bu eklenir prizmaların büyük bir kesimi, okyanus platosu veya ensimatik yayları temsil eden, metabazik kayalardan yapılmıştır. Eklenir prizmalara göre, Pontidler'de magmatik yaylar daha az gelişmiştir; sadece Orta Jura (Meijers ve diğerleri, 2010b) ve Geç Kretase yayları için sağlam veriler vardır. Alt Kretase türbiditlerinde bulunan çok sayıda Triyas yaşlı zirkon, Odessa kıta sahanlığı altında Triyas yaşlı bir magmatik yayın bulunabileceğine işaret eder. Pontidler'de Erken Kretase'de yitim olmasına rağmen bu yaşta bir magmatik yay tanımlanmamıştır; bu durum yitim zonunun çok genç olmasına veya dalan levhanın eğiminin düşük olmasına bağlanabilir. Geç Kretase'de Pontidler'de dalma-batma zonu üzerinde genişlemeli bir magmatik yay, ve dalma-batma zonu içerisinde okyanusal kabuk litolojilerinden yapılmış, ofiyolitli melanj olarak bilinen, kalın bir eklenir prizma gelişmiştir. Bu ofiyolitli melanjlar Pontidler'in Anatolid-Torid Bloku ile Gec Paleosen - Erken Eosen'deki carpışması sırasında, güneye Anatolid-Torid Bloku üzerine itilmiştir. Ofiyolitli melanjlardan tayin edilen radyolaryalar, yitime uğrayan Tetis okyanusunun yaşını Orta Triyas – Kretase olarak vermektedir (Sekil 6.03, Tekin ve Göncüoğlu, 2007, 2009; Tüysüz ve Tekin, 2007). Bu uzun süreç içinde dalma-batma sürekli devam etmemiş, Afrika-Arabistan levhasının göreceli hareketine bağlı olarak örneğin Geç Jura – Erken Kretase'de kesintiye uğramıştır.

Dalma-batma-metamorfizma-eklenme olayları ile sedimantasyonun ilişkisine bakıldığında, eklenme olayları Avrasya kıta kenarında ve Avrasya iç bölgelerinde yükselme ve aşınmaya yol açtığı görülmektedir. Şekil 6.04 Karadeniz çevresinde dört bölgede sedimenter kalınlık ile zaman arasındaki ilşkiyi göstermektedir. Her dört bölgede Albiyen metamorfizması sırasında yükselme ve aşınma meydana gelmiştir. Erken Kretase'deki metamorfik olayda, Pontidler'de yükselme belirgindir, diğer iki bölgede ise bu gözlenmemektedir (Şekil 6.04).



Şekil 6.03. Pontidler'in Sakarya Zonu'nda metamorfik, magmatik ve önemli sedimanter olaylar. Metamorfik olaylar dalma-batma-eklenme komplekslerinin metamorfizmasını içerir. Metamorfizma ile ilgili veri kaynakları şunlardır: Permiyen: Topuz ve diğerleri (2004); Geç Triyas: Okay ve Monie (1997); Okay ve diğerleri (2002); Orta Jura: Çelik ve diğerleri (2011); Topuz ve diğerleri (2012), bu çalışma; Erken Kretase: bu çalışma; orta Kretase: Okay ve diğerleri (2006), Akbayram ve diğerleri (2012), bu çalışma. Radyolarya yaşları Tekin ve Göncüoğlu (2007, 2009), ve Tüysüz ve Tekin (2007)'den, Jura yay magmatizması Meijers ve diğerleri (2010b)'dan alınmıştır.



Karadeniz çevresinde hassas biyostratigrafi ve kalınlık verisi olan dört farklı bölgede Kretase formasyonlarının zamana karşı kalınlığı. A ve B sırası ile Orta Pontidler'in yay-önü ve volkanik-yay bölgeleridir (Gedik ve Korkmaz, 1984; Tüysüz, 1999; Leren ve diğerleri, 2007). C, Kırım'ın güneyinde Bahçesaray (Nikishin ve diğerleri, 2008); D ise Moezya Platformu'nda Varna bölgesidir (Harbury ve Cohen, 1997). Bu bölgelerde Albiyen'deki çökelmezliğe, ve Pontidlere göre Platform alanlarında kalınlıkların çok daha az olduğuna dikkat ediniz. Kesitlerin lokasyonu için Şekil 1.2'ye bakınız.

6.04.

# 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Proje kapsamında yürütülen saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen önemli sonuçlar stratigrafik dizilim takip edilerek aşağıda sıralanmıştır.

1) Küre bölgesinde yaygın mosra veren Akgöl Formasyonu içinden ilk defa yaş konağı veren, kesin lokasyonu, fotografı ve tanımı olan bir makrofosil tanımlanmıştır. Tanımlanan *Monotis salinaria* isimli lamellibranş Akgöl Formasyonu için Üst Triyas (Noriyen) yaşı vermektedir. Aynı fosil Kırım'daki Tavrik flişi içinden de bilinmektedir.

2) Küre ile Devrekani arasında yer alan Kayabaşı Triyas kireçtaşı istifi stratigrafisi, foraminifer ve konodont faunası açısından incelenmiştir. İstif altta breşik kireçtaşları ile başlamakta ve üstte doğru Hallstatt fasiyesinde pelajik kireçtaşlarına geçmektedir. Foraminifer ve konodont verilerine göre istif Alt Triyas'tan (Sitiyen-Aniziyen) Üst Triyas'a (Karniyen-Noriyen) kadar uzanmaktadır. Kayabaşı Triyas kireçtaşı istifi ile onu çevreleyen Akgöl Formasyonu arasında normal bir stratigrafik ilişki gözlenmemiştir. Noriyen yaşında Akgöl Formasyonu içinde Kayabaşı istifine ait kireçtaşı çakıl ve bloklarının yer alması, Kayabaşı Triyas kireçtaşının Akgöl Formasyonu içinde büyük bir blok olduğuna işaret eder. Bloklaşma öncesi Akgöl Formasyonu kısmen Kayabaşı Triyas kireçtaşlarıı üzerine çökelmiş olabilir.

3) Akgöl Formasyonu ve Akgöl Formasyonu içinde yer alan büyük bir ultramafik kütlesi, Karaman Sokulumu tarafından kesilmektedir. Karaman Sokulumu'ndan elde edilen Orta Jura (162 Ma) jeokronolojik yaşı ultramafik kayaya bir üst yaş sınırı vermektedir. İrili ufaklı ultramafik kayalar kuzeybatı Anadolu'da Karakaya Kompleksi içinde tanımlanmıştır (örn. Okay ve diğerleri, 1991), fakat ultramafik kayalar dilimler halinde bulundukları için, bunların yaşlarını kesin olarak saptamak genelde mümkün değildir. Bu nedenle Küre çevresindeki ultramafit Türkiye'de yaşı Jura öncesi olarak kesin saptanan ilk ultramafik kütle olma özelliğini taşır, ve muhtemelen Paleo-Tetis litosferinin bir parçasını temsil eder.

4) İnebolu güneyinde geniş bir alanda Alt-Orta Jura yaşlı yüksek dereceli metamorfik kayalar yüzeylemektedir. Gnays ve migmatitlerle temsil edilen ve Geme Kompleksi olarak adlanan bu metamorfik birimde karakteristik mineral parajenezi"kordiyerit + granat + sillimanit + biyotit + kuvars + K-feldispat"tır. Yapılan mineral analizleri ve petrolojik hesaplamalar sonucunda metamorfizma sırasında zirve sıcaklığın 720 ± 40 °C, basıncın ise 4 ± 1 kbar olduğu saptanmıştır. Geme Kompleksi'ni kesen granitik damarlardan 172 Ma zirkon U-Pb yaşları, Geme Kompleksi gnayslarından ayrılan biyotitlerden ise 164 Ma'lik Ar-Ar yaşları elde edilmiştir. Bu verilere göre Geme Kompleksi metamorfizması Alt-Orta Jura yaşındadır.

5) Küre bölgesinde Geme Kompleksi'ni kesen Dikmen Porfiroidi ve Karaman Sokulumu'ndan sırası ile 163 Ma ve 162 Ma'lik biyotit Ar-Ar yaşları saptanmıştır. Karaman Sokulumu zonlu bir yapı göstermektedir, çekirdeği mikrodiyorit-mikrogranodiyorit çeperi ise andezit ve dasit-porfiroidlerden yapılmıştır.

6) Alt-Orta Jura'da Orta Pontidler'de yüksek sıcaklık metamorfizması ve magmatizma ile tanımlanan önemli bir termal olay meydana gelmiştir. Bölgenin Jura'daki genel tektonik konumu göz önüne alındığında bu termal olayın yay-içi veya yay-ardı havzada genişlemeli bir tektonik ortamda meydana geldiği söylenebilir. Orta Pontid Jura metamorfizması, genişlemeli bir tektonik ortamda gerçekleşen metamorfizmaya dünyada ender bulunan örneklerden birini teşkil eder.

7) Orta Pontidler'de Sakarya ve İstanbul zonları üzerinde yer alan Üst Jura-Alt Kretase kireçtaşlarından dört tane ölçülü stratigrafik kesit ölçülmüştür. Bu kesitlerin paleontolojik ve sedimentolojik incelemesi kireçtaşları için yaş konağını Kimmericiyen/Tithoniyen – Berriaziyen olarak vermiştir. Orta Pontidlerde incelenen tüm Üst Jura – Alt Kretase kireçtaşları sığ denizel ve platform tipindedir. Bu dönemde Orta Pontidler'in kuzeyinde derin denizel koşulları gösteren bir veriye rastlanmamıştır. Buna göre Orta Pontidler'in kuzeyinde İstanbul ve Sakarya zonları Kimmericiyen/Tithoniyen'den önce, muhtemelen Orta-Üst Jura sınırında yanyana gelmiş olmalıdır.

8) Orta Pontidler'de Çağlayan Grubu (Ulus ve Çağlayan formasyonları) adı altında değerlendirilen Alt Kretase (Barremiyen-Apsiyen) türbiditleri çok geniş bir alanda (300 km'ye 60 Km) mostra verir. Çağlayan Grubu'nun mostra alanı, yayınlanmış jeoloji haritalarında (Uğuz ve diğerleri, 2002) hatalı ve eksik gösterilmiştir. Proje

kapsamında Çağlayan Grubu'nun güney sınırı haritalanmıştır. Bu sınır Araç kuzeydoğusundan, Daday'a oradadan da Seydiler'e doğru uzanmaktadır (Şekil 2.3). Bu sınır aynı zamanda Orta Pontid stratigrafik birimlerinin güney sınırıdır. Sınırın güneyinde metamorfik birimler yer almakta, İnalti, Bürnük, Kapanboğazı gibi formasyonlar gözlenmemektedir.

9) Şimdiye kadar yayınlanan tüm paleocoğrafya haritalarında Erken Kretase'de Pontidler'in kuzeyinde bir Karadeniz havzası gösterilmektedir (örn., Robinson ve diğerleri, 1996; Barrier ve Vrielynck, 2008; Nikishin ve diğerleri, 2012). Çağlayan Grubu kumtaşlarından elde edilen klastik zirkon yaşları, türbiditlerin ana kaynak alanı olarak Doğu Avrupa Kratonu'na işaret eder. Bu veriye göre Erken Kretase'de Doğu Avrupa Kratonu ile Pontidler arasında bir Karadeniz havzası mevcut değildir.

10) Yeni elde edilen U-Pb zirkon ve Ar-Ar muskovit yaşları ve saha çalışmaları, Çağlayan Grubu'nu oluşturan Alt Kretase türbiditlerinin ıraksak kesimlerinin güneyde Tetis okyanusu üzerinde çökeldiğini, daha sonra dalma batma zonuna girerek Erken Kretase'de (Albiyen) metamorfizma geçirdiğini ve dalan okyanus levhasının üstündeki Pontid levhasına eklendiğini göstermektedir.

11) Çağlayan Grubu kayaları, bilhassa Kastamonu kuzeyinde kıvrımlanma ve bindirmeler içeren kuvvetli bir sıkışmalı deformasyon gösterir. Genelde bu deformasyonun Eosen veya daha genç yaşlı olduğu farz edilmektedir. Çağlayan Grubu kayalarından elde edilen yeni Erken Kretase (Albiyen) metamorfizma yaşları, Çağlayan Grubu'nu etkileyen deformasyonun önemli bir kesiminin Albiyen yaşında olduğuna işaret eder.

12) Orta Pontidler'de saptanan Erken Kretase (Albiyen) metamorfizması ve sıkışmalı deformasyonu, ve Albiyen'de Karadeniz bölgesinde gözlenen yükselme ve aşınma, Batı Karadeniz havzasının Turoniyen-Santoniyen'de açıldığına işaret eder. Turoniyen-Santoniyen aynı zamanda yaygın ada-yayı volkanizması ve genişlemeli tektonik ile tanımlanır.

13) Orta Pontidler'in güneyinde yer alan Daday, Kargı ve Çangaldağ masifleri olarak bilinen, ve Triyas veya daha yaşlı temel olarak düşünülen metamorfik alan, yeni Ar-Ar yaş tayinlerine göre Orta Jura (170-162 Ma), Erken (Havteriviyen-Barremiyen, 136-125 Ma) ve orta Kretase (Albiyen, 107 ± 4 Ma) yaşta metamorfik kuşaklardan yapılmıştır. Orta Pontidler'in güneyindeki tüm metamorfik kayalar Orta Pontid Superkompleksi olarak adlanmıştır. Orta Pontid Superkompleksi Avrasya aktif kenarında dalma-batma ve eklenme olayları sonucu ortaya çıkmış bir birim olarak yorumlanmıştır.

14) Orta Pontidler'in batı kesiminde İstanbul Zonu'na ait Karadere Paleozoyik istifi doğuya Çağlayan Grubu ve Orta Pontid Superkompleksi metamorfitleri üzerine itilmiştir. Bindirme, iki aşamalı olarak Erken Kretase (Albiyen) ve Geç Kretase (Santoniyen-sonrası) de cereyan etmiştir. Bindirme dokanakları Alt Eosen kireçtaşları tarafından örtülmektedir.

15) Karadere Paleozoyik istifinin kuzeyinde yüzeyleyen ve Jura yaşlı bir sokulum olarak çevresindeki metamorfitleri kestiği kabul edilen Kürek Granitoyidi'nden yapılan U-Pb zirkon ve Ar-Ar hornblend analizleri Kürek Granitoyidi'nin Permiyen (262 ± 3 Ma) yaşında bir plüton olduğunu göstermiştir. Saha çalışmaları Kürek Granitoyidi'nin tektonik dokanaklarla çevresindeki Erken Kretase yaşlı metamorfik kayalar üzerinde yer aldığını göstermektedir.

16) Orta Pontidler'in güneyindeki metamorfik birimler (Orta Pontid Superkompleksi), Araç Formasyonu adı verilen Kretase yaşında volkano-sedimenter bir birim ile dilimlenmiştir. Araç Formasyonu başlıca volkanojenik kumtaşı, şeyl, pelajik kireçtaşı, grovak, bazalt, radyolaryalı çamurtaşı, radyolaryalı çörtten oluşur ve serpantinit dilimleri içerir. İç yapısı düzenli bir seriden melanja kadar çeşitlilik gösterir. Mikaşist çakılları içeren moloz akıntıları kapsaması, Araç Kompleksi'nin Orta Pontid Superkompleksi metamorfitleri üzerinde çökeldiği daha sonra temeli ile beraber dilimlendiğine işaret eder. Araç Formasyonu'nun bir yay-önü havzada çökeldiği düşünülmektedir.

17) Karadeniz havzalarında petrol araması sırasında ortaya çıkan en önemli problem kumtaşı rezervuarlarında rastlanan düşük porozite ve geçirgenlik değerleridir. Bu durum kumtaşlarının genelde Pontidlerdeki metamorfik ve volkanik arazilerden malzeme almış olmasından kaynaklanır. Buna karşın, yeni zirkon U-Pb yaşlarının gösterdiği gibi Çağlayan Grubu kumtaşlarının kaynak alanı Doğu Avrupa Kratonu'ndaki

granitik ve gnaysik sahralardır. Karadeniz havzası kenarlarında Alt Kretase kumtaşlarında petrol aramacılığı açısından uygun rezervuarlar yer alabilir.

18) Orta Pontidler'de Paleo-Tetis'in evrimi ile ilgili genel kabul gören modele göre, Paleo-Tetis'in kuzeye doğru dalması, bir eklenir prizma (Domuzdağ Kompleksi) ve bir volkanik ada-yayının oluşumuna yol açmıştır. Bu volkanik yayın (Çangaldağ Kompleksi) arkasında Triyas yaşlı Küre yay-ardı havzası açılmıştır (örn., Ustaömer ve Robertson, 1993, 1999). Küre yay-ardı havzası, Kargı Masifi ile temsil edilen bir mikro-kıtanın çarpışması ile kapanmıştır. Yeni izotopik veriler, Küre Kompleksi dışında diğer tüm birimlerin Triyas'tan daha genç olduğunu göstermekte, ve Küre yay-ardı havzası kavramı geçerli olmadığına işaret etmektedir. Küre Kompleksi, kuzeybatı Anadolu'dan tasvir edilen ve Üst Triyas yaşlı türbiditlerden oluşan Üst Karakaya Kompleksi gibi Paleo-Tetis' in kuzey aktif kıta kenarında yer alan bir havzanın çökelleridir (Okay ve Göncüoğlu, 2004).

19) Pontidler Mesozoyik süresince, Avrasya aktif kıta kenarının bir parçasını oluşturmuştur. Avrasya aktif kıta kenarı Üst Triyas, Orta Jura, Alt Kretase, orta Kretase ve Üst Kretase eklenir prizmalarının eklenmesiyle güneye doğru büyümüştür. Pontidler, çarpışmalı değil, eklenmeli bir orojen teşkil eder, ve bu açıdan Kuzey Amerika Kordillera dağlarına (örn., Dickinson, 2009) veya Orta Asya'daki Altayidlere (Şengör ve diğerleri, 1993) benzerlik gösterir.

20) Avrasya aktif kıta kenarında ve Avrasya'nın daha iç kesimlerinde, Kretase'de sedimentasyonu kontrol eden ana faktörler: a) göreceli levha hareketlerinde değişimler, ve b) okyanus litosferinde yüksek topografya yaratan volkanik ada, ada-yayı gibi unsurların dalma-batma zonuna girmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Normal dalma-batma süreci, üstteki levhada genişlemeli tektonik ve sedimentasyona, okyanusal çarpışma ve eklenme ise aktif kıta kenarında yükselme ve erozyona yol açmaktadır. Okyanusal çarpışma ve eklenme sürecinde dalma-batma zonu, volkanik ada veya ada-yayı gibi unsurlarla tıkanmakta, ve bunun sonucunda Orta Pontidler'de gözlenen Orta Jura (Bathoniyen-Kalloviyen), Erken Kretase (Havteriviyen-Barremiyen), ve orta Kretase (Albiyen) metamorfik birimleri Avrasya'ya eklenmektedir.

21) Projeyi başlatan problem Orta Pontidler'de İstanbul ve Sakarya zonlarının ne zaman yan yana gelmiş olduğu sorusuydu. Orta Pontidler'in kuzeyinde bu iki zonun yanyana gelmesi Üst Jura (Kimmericiyen) – Alt Kretase (Berriaziyen) yaştaki İnaltı Formasyonu kireçtaşlarının çökelimi öncesi olmalıdır. Bu bölgede bu yaşta derin bir havzanın veya okyanusun varlığını gösterecek herhangi bir jeolojik veri yoktur. Orta Pontidler'de Triyas çökelleri İstanbul ve Sakarya zonlarında çok farklı özelliktedir. Bu durum İstanbul ve Sakarya zonların yanyana gelme sürecini en Geç Triyas-Orta Jura zaman aralığına kısıtlar. Orta Jura magmatizma ve metamorfizmasının İstanbul Zonu'nu etkilememiş olması, bu iki mıntıkanın çok muhtemelen Orta-Üst Jura sınırında (geç Kalloviyen – Oksfordiyen) yanyana geldiğine işaret eder. Bu dönem Orta Pontidler'de yükselme ve aşınma dönemidir.

22) Proje kapsamında yapılan çalışmaların önsonuçları ve sonuçları aşağıdaki toplantılarda sunulmuş ve sunulacaktır. Ayrıca bir makale Tectonics dergisine yollanmış, diğer bir makale ise hemen hemen hazır olup bir iki hafta içinde Journal of Metamorphic Geology dergisine yollanacaktır. 2013 senesi içinde proje sonuçları ile ilgili iki makalenin daha yazılması planlanmıştır.

#### Proje çalışmaları ile ilgili kongre tebliğleri:

- a) Okay, A.I., 2010, Orogenic episodes in the Pontides. Exploration in the Black Sea and Caspian Regions: Historical Past, Promising Future, AAPG European Region Annual Conference and Exhibition Programme, 17-19 October 2010, Ukranian House, Kiev, Abstract CD.
- b) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Tüysüz, O., 2011, Orta Pontidlerde Jura Yaşlı Yüksek Sıcaklık Metamorfizması. 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 25-29.4.2012, Ankara, Özetler Kitabı, s. 222-223.
- c) Okay, A.I., 2011. Geological Evolution of the pre-Jurassic basement of the Sakarya Zone, Pontides, Turkey. Third International Symposium on the Geology of the Black Sea Region, 1-10.10.2011, Bucharest, Romania, Abstract book, p. 123-125.
- d) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S.C., 2011, Jurassic magmatism, metamorphism and basin development in the Pontides: An early Black Sea? Abstract T43E-2434, Fall Meeting AGU, San Francisco, Calif., 5-9 Dec. 2011.
- e) Okay, A.I., Nikishin, A.M. & Tüysüz, O., 2012, Orta Pontidler ile Kırım'ın Jeolojik Karşılaştırılması. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 2-6.4.2012, Ankara, Özetler Kitabı, s. 56-57.

- f) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Orta Pontidlerin jeolojik evrimi. 66. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 01-05.4.2012, Ankara, Özetler Kitabı,
- g) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. European Union of Geosciences General Assembly, Viyana, 07-12.4.2012, Geophysical Research Abstracts, 15.
- h) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. Geological Society of America, Cordilleran Meeting, Fresno, California, 20-22.05.2013.

#### Proje çalışmaları ile ilgili yayına sunulan, yayına hazırlanan ve yazılması planlanan manuskriler:

- a) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. Tectonics (A-sınıfı SCI dergisi) dergisinde hakem incelemesinde.
- b) Okay, A.I., Sunal, G., Tüysüz, O., Sherlock, S., Keskin, M. ve Kylander-Clark, A.R.C., 2013, Low-pressure high temperature metamorphism during extension in a Jurassic magmatic arc, Central Pontides, Turkey. 1-2 hafta içinde Journal of Metamorphic Geology (A-sınıfı SCI dergisi) dergisine yollanacak.
- c) Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., ve Tüysüz, O., 2013, Pre-Jurassic peridotites and the Paleo-Tethyan evolution of the Pontides. Yazım aşamasında.
- d) Okay, A.I., Altıner, D., ve Kılıç, A.M., 2013, Triassic stratigraphy of the Central Pontides. Yazılması planlanmış manuskri.
- e) Altıner, D. ve Okay, A.I., 2014, Jurassic-Cretaceous stratigraphy of the Central Pontides. Yazılması planlanmış manuskri.

Proje sonucunda elde edilen yeni veriler ışığında konu ve bölge ile ilgili yeni araştırma önerileri şu şekilde sıralanabilir:

1. Türkiye açısından en önemli hidrokarbon potansiyeli Karadeniz havzasında yer almaktadır. Bu bölgede yapılan çalışmalarda ve açılan petrol sondajlarında açığa çıkan husus olası kumtaşı haznelerinin yetersiz olmasıdır. Kumtaşları Pontidler'in volkanik ve ince taneli metamorfik kayalarından beslendiği için grovak niteliğindedir, düşük porozite ve geçirgenlik değerlerine sahiptir. Öte yandan bu çalışmada ortaya çıkan husus önemli bir potansiyel rezervuar teşkil eden Alt Kretase yaşlı Çağlayan Grubu'nun kumtaşları önemli ölçüde Karadeniz kuzeyinden Ukrayna Kalkanı'ndan beslenmiştir. Ukrayna Kalkanı büyük ölçüde granitik kayalardan oluştuğu için Çağlayan Grubu kumtaşlarında porozite ve permeabilite değerleri yüksek olabilir. Bu durum Çağlayan Grubu kumtaşlarında bilhassa kuzey bölgelerde yapılacak petrografik ve kalıntı zirkon analizleri ile test edilebilir.

2. İnebolu güneydoğusunda Permo-Karbonifer granit ve metamorfitlerinden oluşan bir temel mostra vermektedir. Bu temel gerek Türkiye'nin jeolojisi gerekse Karadeniz petrol potansiyeli açısındanb önemlidir, daha ayrıntılı çalışılabilinir.

# 8. Değinilen Kaynaklar

- Adamia, S., G. Zakariadze, T. Chkhotua, N. Sadradze, N. Tsereteli, A. Chabukiani, A. Gventsadze (2011), Geology of the Caucasus: A Review, Turkish J. Earth Sci., 20, 489-544.
- Akbayram, K., A. I. Okay, M. Satır (2012), Early Cretaceous closure of the Inta-Pontide Ocean in western Pontides (northwestern Turkey), J. Geodynamics (in press).
- Akman, Ü., 1992, Amasra-Arıt arasının jeolojisi. Doktora tezi, Ankara Üniv. Fen Bilim. Ens., 209 s.
- Akman, Ü., Boztuğ, D., 1992, Kastamonu granitoyid kuşağındaki (Orta-batı Pontidler) Karabük granitoyidinin jeolojik konumu, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 7, 192-215.
- Aksay, A., Pehlivan, Ş., Gedik, İ., Bilginer, E., Duru, M., Akbaş, B., Altun, İ., 2002, Türkiye jeoloji haritası, Zonguldak paftası, 1: 500 000 ölçekli. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Akyol, Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göğer, E., Guney, Y., Saroğlu, F., Şenturk, İ., Tutuncu, K., Uysal, S., 1974. Cide-Kurucaşile bölgesinin jeoloji haritası, ölçek 1:50 000. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- Alişan, C., Derman, A.S., 1995. The first palynological age, sedimentological and stratigraphic data for Çakraz Group (Triassic), western Black Sea. In: Erler, A., Ercan, T., Bingol, E., Orçen, S. (Ed.), Geology of the Black Sea Region. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, pp. 93–98.
- Alexandre, P., F. Chalot-Prat, A. Saintot, J. Wijbrans, R. Stephenson, M. Wilson, A. Kitchka, S. Stovba (2004), The <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating of magmatic activity in the Donbas Fold Belt and the Scythian Platform (Eastern European Craton), Tectonics, 23, TC5002, doi:10.1029/2003TC001582.
- Alişan, C., ve Derman, A.S., 1995, The first palynological age, sedimentological and stratigraphic data for Çakraz Group (Triassic), Western Black Sea. In Geology of the Black Sea Region, (eds. A. Erler, T. Ercan, E. Bingöl, S. Örçen), pp. 93-98.
- Altıner D., A. Koçyiğit, A. Farinacci, U. Nicosia, M. A. Conti (1991), Jurassic-Lower Cretaceous stratigraphy and paleogeographic evolution of the southern part of north-western Anatolia, Geol. Romana, 28, 13-80.
- Altun, I., Şengün, M., Keskin, H., Akçören, F., Sevin, M., Deveciler, E., Akat, M.U., 1990, Kastamonu 1/100 000 ölçekli jeoloji haritası. MTA, Ankara.
- Assereto, R., 1972. Notes on the Anisian biostratigraphy of the Gebze area (Kocaeli Peninsula, Turkei). Zeitsch. Deutsch. Geol. Gesell. 123, 435–444.
- Aydın, M., H. S. Serdar, Ö. Şahintürk (1982), The geology and the petroleum potential of the Central Black Sea region. Proceedings of the 6th Petroleum Congress of Turkey, Ankara, 63-71 (in Turkish).
- Aydın, M., Demir, O., Özçelik, Y., Terzioğlu, N., Satır, M., 1995a, A geological revision of İnebolu, Devrekani, Ağlı and Küre areas: New observations in Paleo-Tethys - Neo-Tethys sedimentary successions. In: Geology of the Black Sea region (eds. Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E. ve Örçen, S.), MTA/JMO, 33-38.
- Aydın, M., Demir, O., Serdar, H.S., Özaydın, S., Harput, B., 1995b, Tectono-sedimentary evolution and hydrocarbon potential of Sinop-Boyabat basin, north Türkiye. In: Geology of the Black Sea region (eds. Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E. ve Örçen, S.), MTA/JMO, 254-263.
- Aydın, M., Şahintürk, Ö., Serdar, H.S., Özçelik, Y., Akarsu, İ., Üngör, A., Çokuğraş, R., ve Kasar, S., 1986, Ballıdağ-Çangaldağı (Kastamonu) arasındaki bölgenin jeolojisi. TJK Bülteni, 29, 1-16.
- Aydın, M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., 1982, Orta Karadeniz bölgesinin jeolojisi ve petrol olanakları. Türkiye 6. Petrol Kongresi Bildirileri, 63-71.
- Bailey, E.H., Barnes, J.W. & Hupfer, D.H., 1966, Geology and ore deposits of the Küre district, Kastamonu province, Turkey. In "Geological mapping techniques, CENTO Summer training Programme", 17-74, MTA Publications, Ankara.
- Barrier, E., B. Vrielynck (2008), MEBE Atlas of the Paleotectonic maps of the Middle East, Commission for the Geological Map of the World, Paris, France.
- Baş, H., 1986, Sinop volkanitlerinin petrolojisi ve jeokimyası. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 29, 143-156.
- Blumenthal, M.M., 1948, Bolu civari ile Aşağı Kızılırmak mecrası arasındaki Kuzey Anadolu silsilelerinin jeolojisi. MTA Yayınları, Ankara, B13, 265 s.
- Boccaletti, M., P. Gocev, P. Manetti (1974), Mesozoic isopic zones in the Black Sea region, Societa Geologica Italiana Bollettino, 93, 547-565.
- Bogdanova S. V., B. Bingen, R. Gorbatschev, T. N. Kheraskova, V. I. Kozlov, V. N. Puchkov, Y. A. Volozh (2008), The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia, Precamb. Res., 160, 23–45.
- Bozkurt, E., J. A. Winchester, M. Satır (2012), The Çele mafic complex: Evidence for Triassic collision between the Sakarya and İstanbul Zones, NW Turkey, Tectonophysics, doi: 10.1016/j.tecto.2012.11.005

Boztuğ, D. ve Yılmaz, O., 1983, Büyükçay-Elmalıçay granitoyidi (Kastamonu) ve çevre kayaçlarının mineralojikpetrografik ve jeokimyasal incelemesi. Yerbilimleri, 10, 71-88.

Boztuğ, D., 1992a, Orta-Batı Pontidlerdeki Küre yöresi (K Kastamonu) magmatit-metanorfitlerinin petrografisi ve magmatitlerin ana element jeokimyası. C. Ü. Müh. Fak. Dergisi, Seri-A, Yerbilimleri, 9 (1), 75-106.

Boztuğ, D., 1992b, Lithostratigraphic units and tectonics of the southwestern part of Daday-Devrekani massif, western Pontides, Turkey. MTA Bull., 114, 1-22.

Boztuğ D, Yılmaz O. 1995. Metamorphism and geological evolution of the Daday-Devrekani massif, Kastamonu region, Western Pontides, N Turkey. Geological Bulletin, Turkey 38-1:33-48

- Boztuğ, D., Debon, F., Le Fort, P., ve Yılmaz, O., 1984, Geochemical characteristics of some plutons from the Kastamonu granitoid belt (Northern Anatolia, Turkey). Schweiz. Min. Petr. Mitt., 64, 389-404.
- Boztuğ, D., Debon, F., Le Fort, P., Yılmaz, O., 1995, High compositional diversity of the Middle Jurassic Kastamonu Plutonic Belt, northern Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 4, 67-86.
- Bragin, N., Bragina, L., Tunoğlu, C., Tekin, U.K., 2001, The Cenomanian (Late Cretaceous) radiolarians from the Tomalar Formation, Central Pontides, Northern Turkey. Geologica Carpathica, 52, 349-360.

Bragin, N.Y., Tekin, U.K., Özçelik, Y., 2002, Middle Jurassic radiolarians from the Akgöl Formation, central Pontids, northern Turkey. Neues Jahrbuch, Geologische und Palaontologische Monatshefte, 2002 (10), 609-628.

Canca, N. (1994), 1:100 000 scale geological maps of the Western Black Sea coal basin. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Ankara.

Cavazza, C., I. Federici, A. I. Okay, M. Zattin (2012), Apatite fission-track thermochronology of the Western Pontides (NW Turkey), Geol. Mag., 149, 133-140.

Çelik, Ö. F., Marzoli, A., Marschik, R., Chiaradia, M., Neubauer, F., ve Öz, İ., (2011), Early–Middle Jurassic intraoceanic subduction in the İzmir-Ankara-Erzincan Ocean, Northern Turkey, Tectonophysics, 539, 120-134.

- Channel, J.E.T., Tüysüz, O., Bektas, O., Sengör, A.M.C., 1996, Jurassic-Cretaceous paleomagnetism and paleogeography of the Pontides (Turkey). Tectonics, 15, 201-212.
- Chen, F., Siebel, W., Satır, M., Terzioğlu, N., Saka, K., 2002. Geochronology of the Karadere basement (NW Turkey) and implications for the geological evolution of the İstanbul Zone. Int. J. Earth Sci., 91, 469-481.

Claesson, S., E. Bibikova, S. Bogdanova, V. Skobelev (2006), Archean terranes, Paleoproterozoic reworking and accretion in the Ukranian Shield, East European Craton, in European Lithosphere Dynamics, Geological Society, London, Memoirs, vol. 32, edited by D.G. Gee, R.A. Stephenson, pp. 645-654.

Çoşkun, B., 1978, Sinop-Ayancık dolaylarında çökeller ve paleoakıntılar. Türkiye 4. Petrol Kongresi, 127-133.

Danišík, M., R. F. Sachsenhofer, V. A. Privalov, E. A. Panova, W. Frisch, C. Spiegel (2008), Low-temperature thermal evolution of the Azov Massif (Ukrainian Shield–Ukraine) — Implications for interpreting (U–Th)/He and fission track ages from cratons, Tectonophysics, 456, 171–179.

Davy, B., H. Kaj, W. Reinhard (2009), Hikurangi Plateau: Crustal structure, rifted formation, and Gondwana subduction history, Geochemistry Geophysics Geosystems, 9, Article Number: Q07004, DOI: 10.1029/2007GC001855.

Dean, W.T., Monod, O., Rickards, R.B., Demir, O., Bultynck, P., 2000. Lower Palaeozoic stratigraphy and palaeontology, Karadere-Zirze area, Pontus Mountains, northern Turkey. Geological Magazine, 137, 555-582.

Delaloye, M., Bingöl, E., 2000, Granitoids from western and northwestern Anatolia: geochemistry and modelling of geodynamic evolution. Int. Geol. Rev., 42, 241-268.

Derman, A. S. (2002), Black Sea rift sequences. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 14, 36-65.

Derman, A.S., Alişan, C. & Özçelik, Y., 1995. Himmetpaşa formation: a new palynological age and stratigraphic significance. In *Geology of the Black Sea Region*, (eds. A. Erler, T. Ercan, E. Bingöl and S. Örçen), pp. 99-103. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.

Derman, A. S., Y. H. İztan (1997), Results of geochemical analysis of seeps and potential source rocks from northern Turkey and the Turkish Black Sea, in Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, vol. 68, edited by A.G. Robinson, pp. 313-330, Tulsa, Oklahoma.

Derman, A.S., Özçelik, Y., Kırıcı, S., Bragin, N.Y., Kuru, F., 1996, Batı Karadeniz'in Geç Jura paleocoğrafyası. Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildirileri, 75-80.

Dickinson, W. R. (2009), Anatomy and global context of the North American Cordillera, in Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane Collision, Geological Society of America Memoir, vol. 204, edited by S.M. Kay et al., pp. 1-29, DOI: 10.1130/2009.1204.

- Elmas, A., ve Yiğitbaş, E., 2001, Ophiolite emplacement by strike-slip tectonics between the Pontide Zone and the Sakarya Zone in northwestern Anatolia, Turkey. Int. J. Earth Sci., 90, 257-269.
- Enay, R. (1976), Faunes Anatoliennes (Ammonitina, Jurassique) et domaines biogéographiques nord et sud Téthysiens, Bull. Soc. Geol. Fr., 7(18), 533-541.

Evans, B.W. (1990), Phase relations of epidote-blueschists, Lithos, 25, 3-23.

Finetti, I., Bricchi, G., Del Ben, A., Pipan, M., Xuan, Z., 1988, Geophysical study of the Black Sea. Bollettino di Geofisica Teorica Applicata, 30, 197-324.

Gedik, A., ve Korkmaz, S., 1984, Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. Jeoloji Mühendisliği, 19, 53-79.

Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S., 1983, Orta Karadeniz (Sinop-Samsun) havzasının jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi. MTA Dergisi, 99/100, 34-38.

Gedik, I., 1975. Die Conodonten der Trias auf der Kocaeli-Halbinsel (Türkei). Palaeontographica 150, 99–160.

- Genç, Ş.C. & Tüysüz, O., 2010. Tectonic setting of the Jurassic bimodal magmatism in the Sakarya Zone (Central and Western Pontides), Northern Turkey: A geochemical and isotopic approach. *Lithos*, **118**, 95-111.
- Gerya, T. V., D. Fossati, C. Cantieni, D. Seward (2009), Dynamic effects of aseismic ridge subduction: Numerical modelling, Eur. J. Mineral., 21, 649–661.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Kozlu, H., 1997, Pre-Alpine and Alpine terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey. An. Geol. Pays Hell., 37, 515-536.
- Görür, N. (1988), Timing of opening of the Black Sea basin, Tectonophysics, 147, 247-262.

Görür, N. (1997), Cretaceous syn- to postrift sedimentation on the southern continental margin of the western Black Sea Basin, in Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, vol. 68, edited by A.G. Robinson, 227-240, Tulsa, Oklahoma.

Görür, N., O. Tüysüz (1997), Petroleum geology of the southern continental margin of the Black Sea, in Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, vol. 68, edited by A.G. Robinson, pp. 241-254, Tulsa, Oklahoma.

Görür, N., Şengör, A.M.C., Akkök, R. & Yılmaz, Y., 1983. Sedimentological data regarding the opening of the northern branch of the Neo-Tethys (in Turkish). Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26, 11-19.

Görür, N., Monod, O., Okay, A.I., Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Sakınç, M., Akkök, R., 1997.
 Palaeogeographic and tectonic position of the Carboniferous rocks of the western Pontides (Turkey) in the frame of the Variscan belt. Bulletin de la Société Géologique de France, 168, 197-205.

Görür, N., Tüysüz, O., Aykol, A., Sakınç, M., Yiğitbaş, E., Akkök, R., 1993, Cretaceous red pelagic carbonates of northern Turkey: Their place in the opening history of the Black Sea. Eclogae Geol. Helv., 86, 819-838.

Gradstein, F. M., J. G. Ogg, A.G. Smith, 2004. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press, Cambridge.

Güner, M., 1980, Küre civarının masif sülfit yatakları ve jeolojisi, Pontidler (Kuzey Türkiye). Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 93/94, 65-109.

Güner, M., 1982, A palaeomagnetic study of some basaltoids and ores from the Pontic Ranges, northern Turkey: paleogeographic implications. Tectonophysics, 90, 309-333.

Guo, L., S. J. Vincent, V. Lavrishchev (2011), Upper Jurassic reefs from the Russian western Caucasus: implications for the eastern Black Sea, Turkish J. Earth Sci., 20, 629-653.

Haas W, 1968. Das Alt-Paläozoikum von Bithynien (Nordwest Türkei). N. Jahrb. Geol. Pal. Abh., 131, 178-242.

- Harbury, N., M. Cohen (1997), Sedimentary history of the Late Jurassic-Paleogene of northeast Bulgaria and the Bulgarian Black Sea, in Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, vol. 68, edited by A.G. Robinson, pp. 129-168, Tulsa, Oklahoma.
- Hippolyte, J.-C., C. Müller, N. Kaymakçı, E. Sangu (2010), Dating of the Black Sea Basin: new nannoplankton ages from its inverted margin in the Central Pontides (Turkey), in Sedimentary Basin Tectonics from the Black Sea and Caucasus to the Arabian Platform, Geological Society, London, Special Publication, vol. 340, edited by R.A. Stephenson et al., pp. 113-136.
- Hippolyte, J.-C., N. Kaymakçı, E. Sangu, C. Müller, N. Espurt (2012), Structural and paleostress evolution of the Pontides from the rifting of the Black Sea basin to the inception of the North Anatolian Fault, Abstracts Book, 65th Geol. Congress of Turkey, Ankara, pp. 60-61.
- Holland, T. J. B., R. Powell (1998), An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest, J. Metamorphic Geol., 16, 309-343.
- Janbu, N.E., Nemec, W., Kırman, E., Özaksoy, V., 2007, Facies anatomy of a sand-rich channelized turbiditic system: the Eocene Kusuri Formation in the Sinop Basin, north-central Turkey. In: Sedimentary Processes,

Environments and Basins (eds. G. Nichols, E. Williams, C. Paola). Special Publication No. 38, International Association of Sedimentologists, Blackwell Publishing, 457-517.

Kandemir, R. & Yılmaz, C., 2009. Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gumuşhane area, NE Turkey: Implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. Journal of Asian Earth Sciences, 34, 586–598.

Karig, D. E. (1970), Ridges and basins of the Tonga-Kermadac island arc system, J. Geophys. Res., 75,239-254.

- Kaymakçı, N., Y. Özçelik, S. H. White, P. M. van Dijk, (2009), Tectono-stratigraphy of the Çankırı Basin: Late Cretaceous to early Miocene evolution of the Neotethyan Suture Zone in Turkey, in Collision and Collapse at the Africa–Arabia–Eurasia Subduction Zone, Geological Society,London, Special Publication, vol. 311, edited by D.J.J. van Van Hinsbergen et al., pp. 67-106.
- Kennedy, W. J., C. Tunoğlu, I. Walaszcyk, İ. K. Ertekin (2007), Ammonite and inoceramid bivalve faunas from the Davutlar Formation of the Devrekani-Kastamonu area, northern Turkey, and their biostratigraphical significance, Cretaceous Res., 28, 861-894.
- Korkmaz, S., 1992, Sinop havzasında kaynak kaya fasiyesi, organik olgunlaşma ve petrol oluşumuna volkanizma ve çökelme ortamı açısından yeni bir yaklaşım. TPJD Bülteni, 4, 35-45.
- Kovenko, V., 1944. Küre'de eski bakır yatağı ile yeni keşfedilen Aşıköy yatağının ve Karadeniz orta ve doğu kesimleri sahil bölgesinin metalojenisi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Mecmuası, 32, 180-211.
- Kozur, H., Aydın, M., Demir, O., Yakar, H., Göcüoğlu, M.C. ve Kuru, F., 2000, New stratigraphic and palaeogeographic results from the Palaeozoic and early Mesozoic of the Middle Pontides (northern Turkey) in the Azdavay, Devrekani, Küre and İnebolu areas. Implications for the Carboniferous-Early Cretaceous geodynamic evolution and some related remarks to the Karakaya oceanic rift basin. Geol. Croat., 53, 209-268.
- Kozur, H.W., Aydın, M., Demir, O., ve Yakar, H., 1999, Geological evolution of middle Pontide area (northern Turkey) and eastward continuation of the Meliata-Hallstatt ocean. Geologica Carpathica, 50, 154-155.
- Leren, B.L.S., Janbu, N.E., Nemec, W., Kırman, E., Ilgar, A., 2007, Late cretaceous to early Eocene sedimentation in the Sinop-Boyabat Basin, north-central Turkey: a deep-water turbiditic system evolving into littoral carbonate platform. In: Sedimentary Processes, Environments and Basins (eds. G. Nichols, E. Williams, C. Paola). Special Publication No. 38 of the International Association of Sedimentologists, Blackwell Publishing, 401-457.
- Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, 1974, Zonguldak E29-a-b-c-d, Kastamonu E30a-b paftalarının 1:50 000 ölçkeli jeoloji haritası. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.
- Mamalis A.G., Manolakos D.E., Demosthenous G.A., Ioannidis M.B., Robinson A.G., Rudat J.H., Banks C.J., Wiles R.L.F., 1996, Petroleum geology of the Black Sea. Marine and Petroleum Geology, 13, 195-223.
- Masse, J-P., O. Tüysüz, M. Fenerci-Masse, S. Özer, B. Sarı (2009), Stratigraphic organisation, spatial distribution, palaeoenvironmental reconstruction, and demise of Lower Cretaceous (Barremian-lower Aptian) carbonate platforms of the Western Pontides (Black Sea region, Turkey), Cretaceous Research, 30, 1170–1180.
- Meijers, M. J. M., B. Vrouwe, D. J. J. van Hinsbergen, K. F. Kuiper, J. Wijbrans, G. R. Davies, R.A. Stephenson, N. Kaymakcı, L. Matenco, A. Saintot (2010b), Jurassic arc volcanism on Crimea (Ukraine): Implications for the paleo-subduction zone configuration of the Black Sea region, Lithos, 119, 412-426
- Meijers, M. J. M., N. Kaymakci, D. J. J. van Hinsbergen, C. G. Langereis, R.A. Stephenson, J.-C. Hippolyte (2010a), Late Cretaceous to Paleocene oroclinal bending in the central Pontides (Turkey), Tectonics, 29, TC4016, doi:10.1029/2009TC002620.
- Nikishin, A. M., A. S. Alekseev, E. J. Baraboshkin, L. F. Kopaevich, R. R. Gabdullin, N. V. Badulina (2008), The Cretaceous history of the Bakhchisaray area, southen Crimea (Ukraine), Bulletin De L Institut Royal Des Sciences Naturelles De Belgique-Sciences De La Terre, 78, 75-85.
- Nikishin, A., P. Ziegler, S. Bolotov, P. Fokin (2012), Late Palaeozoic to Cenozoic Evolution of the Black Sea-Southern Eastern Europe Region: A View from the Russian Platform, Turkish J. Earth Sci., 21, 571-634.
- Nzegge, O. M., Satir, M., 2007, Geochronology of the basement of the Central Pontides, NW Turkey: a confirmation of Eurasian origin. Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 08626, 2007
- Nzegge, O. M., Satir, M., Siebel, W. & Taubald, H., 2006, Geochemical and isotopic constraints on the genesis of the Late Palaeozoic Deliktas, and Sivrikaya granites from the Kastamonu granitoid belt (Central Pontides, Turkey). N. Jb. Miner. Abh., 183, 27-40.
- Okay, A. I., Ö. Şahintürk (1997), Geology of the Eastern Pontides, in Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, vol. 68, edited by A.G. Robinson, pp. 291-311, Tulsa, Oklahoma.

- Okay, A. I., P. Monié (1997), Early Mesozoic subduction in the Eastern Mediterranean: Evidence from Triassic eclogite in northwest Turkey, Geology, 25, 595-598.
- Okay, A.I. & Tüysüz, O., 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth, M. Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.
- Okay, A. I., M. C. Göncüoğlu (2004), Karakaya Complex: a review of data and concepts, Turkish J. Earth Sci., 13, 77-95.
- Okay, A.I., Şengör, A,M,C, Görür, N., 1994, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effects on the surrounding regions. Geology 22: 267-270.
- Okay, A.I., Monod, O. & Monié, P., 2002, Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. Lithos, 64, 155-178.
- Okay, A. I., M. Satır, O. Tüysüz, S. Akyüz, F. Chen (2001), The tectonics of the Strandja Massif: Variscan and mid-Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean, Int. J. Earth Sci., 90, 217-233.
- Okay, A.I., Tüysüz, O., Satır, M., Özkan-Altıner, S., Altıner, D., Sherlock, S., & Eren, R.H., 2006, Cretaceous and Triassic subduction-accretion, HP/LT metamorphism and continental growth in the Central Pontides, Turkey. Geological Society of America Bulletin, 118, 1247-1269.
- Okay, N., T. Zack, A. I. Okay, M. Barth (2010), Sinistral transport along the Trans-European Suture Zone: detrital zircon-rutile geochronology and sandstone petrography from the Carboniferous flysch of the Pontides, Geol. Mag., 148, 380-403.
- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013a, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. Tectonics (hakem incelemesinde)
- Okay, A.I., Sunal, G., Tüysüz, O., Sherlock, S., Keskin, M. ve Kylander-Clark, A.R.C., 2013b, Low-pressure high temperature metamorphism during extension in a Jurassic magmatic arc, Central Pontides, Turkey. Journal of Metamorphic Geology (1-2 hafta içinde yayına yollanacak)
- Önder, F., 1988, Kayabaşı Formasyonu'nda bulunan Triyas konodontlarının taksonomik karakterleri. C. Ü. Müh. Fak. Dergisi Seri A, 5, 67-90.
- Özcan, E., G. Less, B. Kertesz (2007), Late Ypresian to middle Lutetian Orthophragminid record from central and northern Turkey: taxonomy and remarks on zonal scheme, Turkish. J. Earth Sc., 16, 281–318.
- Özgen-Erdem, N., 2008, Akçataş-Cebeci yöresinin (KB Tosya GD Kastamonu) Tanesiyen İlerdiyen bentik foraminifer biyostratigrafisi. MTA Dergisi, 137, 66-77.
- Powell, R., T. J. B. Holland (1988), An internally consistent thermodynamic dataset with uncertainties and correlations: 3. Application methods, worked examples and a computer program, J. Metamorphic Geol., 6, 173-204.
- Rice, S.P., Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., 2006, Late Cretaceous-Early Cenozoic tectonic evolution of the Eurasian active margin in the Central and Eastern Pontides, northern Turkey, in: Robertson, A. H. F. & Mountrakis, D. (eds), Tectonic Development of the Eastern Mediterranean Region. Geological Society, London, Special Publications, 260, 413-445.
- Robinson, A.G., 1997, Regional and petroleum geology of the Black Sea and surrounding region. The American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, Oklahoma, Memoir 68, 385 pp.
- Robinson, A.G., C.J. Banks, M.M. Rutherford, ve J.P.P Hirst, 1995, Stratigraphic and structural development of the Eastern Pontides, Turkey: Journal of the Geological Society of London, v. 152, p. 861-872.
- Robinson, A.G., Rudat, J.H., Banks, C.J., Wiles, R.L.F., 1996, Petroleum geology of the Black Sea. Marine and Petroleum Geology, 13, 195-223.
- Rojay, B., ve Altıner, D., 1998, Middle Jurassic-Lower Cretaceous biostratigraphy in the Central Pontides (Turkey): remarks on paleogeography and tectonic evolution. Rivista It. Paleont. Strat., 104, 167-180.
- Rosenbaum, G., G. S. Lister, C. Duboz (2002), Relative motions of Africa, Iberia and Europe during Alpine orogeny, Tectonophysics, 359, 117-129.
- Safonova, I., S. Maruyama, T. Hirata, Y. Kon, S. Rino (2010), LA ICP MS U–Pb ages of detrital zircons from Russia largest rivers: Implications for major granitoid events in Eurasia and global episodes of supercontinent formation, J. Geodynamics, 50, 134–153.
- Sagular, E.K., Tunoğlu, C., ve Batman, B., 1993, Çağlayan Formasyonu'nda (Alt Kretase ?, Orta Pontidler) nannoplanktonlara bağlı biyostratigrafik bulgular. A. Suat Erk Jeolojisi Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, 115-128.
- Sarı, A., 1994, Boyabat (Sinop) yöresi (Triyas-Kretase) birimlerinin organik fasiyes incelemesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 37, 111-118.

- Sarı, A., ve Sonel, N., 1993, Boyabat (Sinop) yöresi birimlerinin (Liyas-Oligosen) petrol anakaya özelliklerinin incelenmesi. A. Suat Erk Jeolojisi Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, 365-375.
- Sarıca, N., 1993, Gökçeağaç (Kastamonu) yöresinde Kretase/Tersiyer sınırının planktik foraminiferlerle biyostratigrafik incelemesi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 8, 329-345.
- Şen, C., 2007. Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: Is it rift related or subduction related? Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 523–539.
- Şengör, A.M.C., 1979, Mid-Mesozoic closure of Permo-Triassic Tethys and its implications. Nature, 279, 590-593.
- Şengör, A.M.C. 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia. Geological Society of America, Special paper, 195, 82 pp.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., Ketin, İ.,1980, Remnants of a pre-late Jurassic ocean in northern Turkey: fragments of Permo-Triassic Paleo-Tethys? Geol. Soc. America Bull., Part I, v. 91, p. 599-609.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. ve Sungurlu, O. 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: nature and evolution of the western termination of Palaeo-Tethys. In: Dixon, J.E. & Robertson, A.H.F. (eds) The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society, London Special Publication, **17**, 77-112.
- Şengör, A. M. C., B. A. Natal'in, V. S. Burtman (1993), Evolution of the Altaid tectonic collage and Palaeozoic crustal growth in Eurasia, Nature, 364, 299-307.
- Şengör, A.M.C., Altıner, D., Cin, A., Ustaömer, T., Hsü, K.J., 1988, Origin and assembly of the Tethyside orogenic collage at the expense of Gondwana-Land: in Audley-Charles, M.G., Hallam, A. (edts.) Gondwana and Tethys. Geol. Soc. London Spec. Pub. 37, p. 119-181.
- Şengün, M., 2006, A critical review of the Anatolian geology: a dialectic to sutures and evolution of the Anatolian Tethys and Neotethys. MTA Bült., 133, 1-29.
- Şengün, M., Keskin, H., Akçören, F., Altun, İ., Sevin, M., Akat, U., Armağan, F., Acar, Ş., 1990, Kastamonu yöresinin jeolojisi ve Paleotetis'in evrimine ilişkin jeolojik sınırlamalar. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33, 1-16.
- Sestini, G. (1989), Nile Delta: a review of depositional environments and geological history, in Deltas: Sites and Traps for Fossil Fuels, Geological Society, London, Special Publication, vol. 41, edited by M.K.G. Whateley, K.T. Pickering, pp. 99-127.
- Smith, A.G. (2006), Tethyan ophiolite emplacement, Africa to Europe motions, and Atlantic spreading, in Tectonic development of the Eastern Mediterranean Region, Geological Society, London, Special Publication, vol. 200, edited by A.H.F. Robertson, D. Mountrakis, pp. 11-34.
- Somin, M. (2011), Pre-Jurassic basement of the Greater Caucasus: brief overview, Turkish. J. Earth Sci., 20, 545-610.
- Sonel, N., 1988, Boyabat (Sinop) havzasında petrol hazne kaya özelliklerinin incelenmesi. S.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 3, sayı 1, Konya.
- Sonel, N., 1989, Boyabat havzası (Sinop) birimlerinin petrol ana kaya özellikleri. Doğa TU Müh. Çevre Derg., 13, 463-484.
- Sonel, N., Albayrak, M., ve Sarı, A., 1989, Boyabat (Sinop) havzası Ekinveren fayının petrol aramalarındaki önemi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 32, 39-49.
- Sonel, N., Albayrak, M., ve Sarı, A., 1992, Bürnük (Boyabat-Sinop) civarının petrol olanakları. Doğa Turk. Yerbilimleri Derg., 1, 17-35.
- Sunal, G., O. Tüysüz (2002), Palaeostress analysis of Tertiary postcollisional structures in the western Pontides, northern Turkey, Geol. Mag., 139, 343–359, doi:10.1017/S0016756802006489.
- Sunal, G., B. Natal'in, M. Satır, E. Toraman (2006), Paleozoic magmatic events in the Strandja Masif, NW Turkey, Geodinamica Acta, 19, 283-300.
- Tamaki, K. (1985), Two modes of back-arc spreading, Geology, 13, 475-478.
- Tari, G., O. Dicea, J. Faulkerson, G. Georgiev, S. Popov, M. Stefanescu, G. Weir (1997), Cimmerian and Alpine stratigraphy and structural evolution of the Moesian Platform (Romania/Bulgaria), in Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir, vol. 68, edited by A.G. Robinson, pp. 63-90.
- Tekin, U. K., M. C. Göncüoğlu (2007), Discovery of the oldest (Upper Ladinian to Middle Carnian) radiolarian assemblages from the Bornova Flysch Zone in western Turkey: Implications for the evolution of the Neotethyan Izmir-Ankara ocean, Ofioliti, 32, 131-150.

- Tekin, U. K., M. C. Göncüoğlu (2009), Late Middle Jurassic (Late Bathonian-Early Callovian) radiolarian cherts from the Neotethyan Bornova Flysch Zone, Spil Mountains, Western Turkey, Stratigraphy and Geological Correlation, 17, 298–308.
- Tetreault, J. L., S. J. H. Buiter (2012), Geodynamic models of terrane accretion: Testing the fate of island arcs, oceanic plateaus, and continental fragments in subduction zones, J. Geophysical Res., 117, B08403, doi:10.1029/2012JB009316.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Werner, O., Schwartz, W.H., 2004. Aluminous granulites from the Pulur Complex, NE Turkey: a case of partial melting, efficient melt extraction and crystallisation. Lithos, 72, 183-207.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwartz, W.H., Dokuz, A., Meyer, H-P, 2007, Variscan amphibolites-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex (Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey). Int. J. Earth Sc., 96, 861-873.
- Topuz, G., G. Göçmengil, Y. Rolland, Ö. F. Çelik, T. Zack, A. K. Schmitt (2012), Jurassic accretionary complex and ophiolite from northeast Turkey: No evidence for the Cimmerian continental ribbon, Geology (in press).
- Tunoğlu, C., 1992a, Devrekani Havzası (Kastamonu kuzeyi) Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karbonat istifinde mikrofasiyes analizleri, T.P.J.D. Bült. C 3/1, 75-86.
- Tunoğlu, C., 1992b, Devrekani Havzası'nın (Kastamonu kuzeyi) Maastrihtiyen yaşlı pelajik karbonat istifinde mikrofasiyes analizleri, Türkiye 9. Petrol Kongresi ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 84-91.
- Tunoğlu, C., 1993, Devrekani havzasının (Kastamonu kuzeyi Orta Pontidler) litostratigrafi birimleri. A. Suat Erk Jeolojisi Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, 183-191.
- Tunoğlu, C., 1994, Devrekani Havzası (Kastamonu Kuzeyi) Üst Paleosen-Alt-Orta Eosen yaşlı karbonat istifinde mikrofasiyes analizleri, T.J.B., 37/2, 43-51.
- Tunoğlu, C., Batman, B., 1995, Tectonic evolution of Devrekani basin (Kastamonu). In Geology of the Black Sea Region, (eds. A. Erler, T. Ercan, E. Bingöl ve S. Örçen), pp. 45-53, Ankara: General Directorate of Mineral Research and Exploration.
- Türkecan, A., ve Yurtsever, A., 2002, Türkiye jeoloji haritası, İstanbul paftası, 1: 500 000 ölçekli. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tüysüz, O. 1999. Geology of the Cretaceous sedimentary basins of the Western Pontides. Geological Journal, 34, 75-93.
- Tüysüz, O., 1985, Kargı Masifi ve dolayındaki tektonik birliklerin ayırdı ve araştırılması (petrolojik inceleme). Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 431 s.
- Tüysüz, O., 1986, Kuzey Anadolu'da iki farklı ofiyolit topluluğu: eski ve yeni Tetisin artıkları. Doga Turk. Müh. Çev. Derg., 10, 172-179.
- Tüysüz, O., 1990, Tectonic evolution of a part of the Tethyside orogenic collage: The Kargı Massif, northern Turkey. Tectonics, 9, 141-160.
- Tüysüz, O., 1993, Karadeniz'den Orta Anadolu'ya bir jeotravers: kuzey Neo-Tetisin tektonik evrimi (A geotraverse from the Black Sea to the Central Anatolia: Tectonic evolution of the northern Neo-Tethys).
  TPJD Bülteni, Turkish Assoc Petrol Geol Bull 5: 1-33.
- Tüysüz, O. (1999), Geology of the Cretaceous sedimentary basins of the Western Pontides, Geol. J., 34, 75-93.
- Tüysüz, O., ve Yiğitbaş, E., 1994, The Karakaya basin: a Palaeo-Tethyan marginal basin and its age of opening. Acta Geologica Hungarica, 37, 327-350.
- Tüysüz, O., Tekin. U.K., 2007, Timing of imbrication of an active continental margin facing the northern branch of Neotethys, Kargi Massif, northern Turkey. Cretaceous Res. 28, 754-764.
- Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., ve Serdar, H.S., 1990a, Orta Pontidlerin Erken Mesozoyik evrimine bir yaklaşım: Paleo-Tetis/Karakaya kenar denizi problemi. Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri, 351-362.
- Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y., Serdar, H.S., 1990b, Orta Pontidlerde Üst Jura Alt Kretase stratigrafisi ve tektonik anlamı. Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri, 340-350.
- Tüysüz, O., Keskin, M., Natalin, B., ve Sunal, G., 2000, İnebolu-Ağlı-Azdavay civarının jeolojisi. TPAO raporu No. 4250, 240 s.
- Tüysüz, O., İ. Ö. Yılmaz, L. Švábenická, S. Kirici (2012), The Unaz Formation: A Key Unit in the Western Black Sea Region, N Turkey, Turkish J. Earth Sci., 21, 1009–1028.
- Uğuz, M.F., Sevin, M. & Duru, M., 2002, Türkiye jeoloji haritası, Sinop paftası, 1: 500 000 ölçekli. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ustaömer P.A., Mundil, R., Renne, P.R., 2005. U/Pb and Pb/Pb zircon ages for arc-related intrusions of the Bolu Massif (W Pontides, NW Turkey): evidence for Late Precambrian (Cadomian) age. Terra Nova, 17, 215-223.

- Ustaömer, P. A., T. Ustaömer, A. Gerdes, G. Zulauf (2011), Detrital zircon ages from a Lower Ordovician quartzite of the Istanbul exotic terrane (NW Turkey): evidence for Amazonian affinity, Int. J. Earth Sci., 100, 23–41.
- Ustaömer, T., 1993. Pre-Late Jurassic tectono-sedimentary evolution of North Tethys: Central Pontides, N Turkey. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh, 390 pp.
- Ustaömer T. & Robertson A.H.F., 1993, A Late Paleozoic-Early Mesozoic marginal basin along the active southern continental margin of Eurasia: evidence from the Central Pontides (Turkey) and adjacent regions. Geol. Journ. v. 28, pp. 219-238.
- Ustaömer T. & Robertson A.H.F., 1994 Late Paleozoic marginal basin and subduction-accretion: the Paleotethyan Küre Complex, Central Pontides, northern Turkey. J. Geol. Soc. London, 151, 291-305.
- Ustaömer T. & Robertson A.H.F., 1995, Palaeo-Tethyan tectonic evolution of the north Tethyan margin in the Central Pontides, N. Turkey. In: Geology of the Black Sea region (eds. Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E. ve Örçen, S.), MTA/JMO, 24-32.
- Ustaömer T. & Robertson A.H.F., 1997, Tectonic-sedimentary evolution of the North-Tethyan margin in the Central Pontides of northern Turkey. In "Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region" (ed. A.G. Robinson), American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Memoir No. 68, 255-290.
- Ustaömer T. & Robertson A.H.F., 1998, Pre-Late Jurassic tectonic evolution of the Central Pontides: summary and implications for "Palaeotethyan" evolution. Special. Publ. Geol. Soc. Greece, No. 3, IGCP Project No. 276, Newsletter, No. 6, 54-62.
- Ustaömer T. & Robertson A.H.F., 1999, Geochemical evidence used to test alternative plate tectonic models for the pre-Upper Jurassic (Palaeotethyan) units in the Central Pontides, N Turkey. Geol. J., 34, 25-53.
- von Huene, R., C. R. Ranero (2009), Neogene collision and deformation of convergent margins along the backbone of the Americas in Backbone of the Americas: shallow subduction, plateau uplift, and ridge and terrane collision, Geological Society of America Memoir, vol. 204, edited by S.M. Kay et al., pp. 67-83.
- Wang, C. Y., I. H. Campbell, A. S. Stepanov, C. M. Allen, I. N. Burtsev (2011), Growth rate of the preserved continental crust: II. Constraints from Hf and O isotopes in detrital zircons from Greater Russian Rivers, Geochim. Cosmochim. Acta, 75, 1308–1345.
- Weisbrod, A., 1973. Refinements of the equilibrium conditions of the reaction Fe-cordierite almandine quartz sillimanite (+H2O). Carnegie Institution of Washington Yearbook, 72, 518-521.
- Yardley, B. W. D. (1989), An Introduction to Metamorphic Petrology, Longman Scientific & Technical, New York.
- Yiğitbaş, E., Tüysüz, O., ve Serdar, H.S., 1990, Orta Pontidlerde Üst Kretase yaşlı aktif kıta kenarının jeolojik özellikleri. Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri, 141-151.
- Yiğitbaş, E., Elmas, A., Yılmaz, Y., 1999, Pre-Cenozoic tectono-stratigraphic components of the Western Pontides and their geological evolution. Geological Journal, 34, 55-74.
- Yiğitbaş, E., Kerrich, R., Yılmaz, Y., Elmas, A., Xie, Q.L., 2004. Characteristics and geochemistry of Precambrian ophiolites and related volcanics from the İstanbul-Zonguldak Unit, Northwestern Anatolia, Turkey: following the missing chain of the Precambrian South European suture zone to the east. Precambrian Res., 132, 179-206.
- Yılmaz, İ. (1975), Determination de l'age d'un granite de Sancaktepe, dans la presquile de Kocaeli (Nord de la Mer de Marmara), C.R.Ac. Sc. D 281, 1563-1565, Paris.
- Yılmaz, İ. Ö., D. Altıner, U. K. Tekin, O. Tüysüz, F. Ocakoğlu, S. Açıkalın (2010), Cenomanian Turonian Oceanic Anoxic Event (OAE2) in the Sakarya Zone, northwestern Turkey: Sedimentological, cyclostratigraphic, and geochemical records, Cretaceous Research, 31, 207–226.
- Yılmaz, İ.Ö., ve D. Altıner (2007), Cyclostratigraphy and sequence boundaries of inner platform mixed carbonatesiliciclastic successions (Barremian-Aptian) (Zonguldak, NW Turkey), J. Asian Earth Sc., 30, 253-270.
- Yılmaz, O., 1980, Daday-Devrakani masifi kuzeydoğu kesimi litostratigrafi birimleri ve tektoniği. Yerbilimleri, 5-6, 101-135.
- Yılmaz, O., 1981, Daday-Devrakani masifi Ebrek metamorfitinin petrografisi ve tüm kayaç kimyası. Yerbilimleri, 8, 71-82.
- Yılmaz, O., 1983, Çangal metaofiyolitinin mineralojik-petrografik incelenmesi ve metamorfizma koşulları. Yerbilimleri, 10, 45-58.
- Yılmaz, O. (1988), L'ensemble ophiolitique de Çangal (Turquie du Nord): Mise en évidence d'un métamorphisme océanique et d'un rétrométamorphisme cataclastique tardif, Geologie Alpine, 64, 113-132.

Yılmaz, O., ve Boztuğ, D., 1986, Kastamonu granitoid belt of northern Turkey: First arc plutonism product related to the subduction of the Paleo-Tethys. Geology, 14, 179-183.

- Yılmaz, O., ve Boztuğ, D., 1987a, Petrography, petrochemistry and solidification sequences of the Ağlı pluton from the Kastamonu granitoid belt, northern Turkey. Yerbilimleri, 14, 91-107.
- Yılmaz, O., ve Boztuğ, D., 1987b, Göynükdağı (Kastamonu) yöresinin jeolojik ve mineralojik-petrografik incelemesi. Doğa Turk. Müh. Çevre Derg., 11,
- Yılmaz, O., Boztuğ, D. ve Bonhomme, M.G. 1996-97. The existence of the Early to Middle Jurassic and Early Cretaceous metamorphic episodes obtained by K-Ar geochronology in the Daday- Devrekani Massif and surroundings, Kastomonu Region, Northern Turkey. İ. Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 10, 95-109.
- Yılmaz, Y., ve Şengör, A.M.C., 1985, Palaeo-Tethyan ophiolites in northern Turkey: Petrology and tectonic setting. Ofioliti, 10, 485-504.
- Yılmaz, Y., ve Tüysüz, O., 1988, Kargı Masifi ve dolaylarında Mesozoyik tektonik birliklerin düzenlenmeleri sorununa bir yaklaşım. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 1, 73-86.
- Yılmaz, Y., ve Tüysüz, O., 1991, Anatomy of an imbricated zone: geology of the Kargı Massif, central Pontides. Bull. Ist. Tech. Univ., 44 279-299.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Can Genç, Ş. & Şengör, A.M.C. 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G. (ed) Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 68, 183-226.
- Yurtttaş-Özdemir, Ü., 1973. Kocaeli yarımadası Tepeköy Triyasının biyostratigrafi ve makrofaunası. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 77, 57–98.

# TÜBİTAK PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

# Proje No: 109Y049

# Proje Başlığı:

Orta Karadeniz Dağlarında Sakarya ile İstanbul zonları arasındaki Pontid-İçi sınırın niteliği ve jeolojik evrimi

# Proje Yürütücüsü: Prof. Dr. Aral Okay

Araştırmacılar: Yrd. Doç. Dr. Gürsel Sunal, Prof. Dr. Okan Tüysüz, Prof. Dr. Demir Altıner, Yrd. Doç. Dr. Ali Murat Kılıç

# Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:

İTÜ, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, Maslak 34469 İstanbul

# Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:

# Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:

1.8.2009 - 31.12.2012

# Öz

Proje çalışması, Sakarya ve İstanbul zonlarının yer aldığı Orta Pontidler'in tektonik evrimi üzerinedir. Bölge kuzey ve güney Orta Pontidler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Kuzey bölgenin doğusunda, Sakarya Zonu tarafında, altta Küre Kompleksi bulunur. Küre Kompleksi, ofiyolit ve Erken-Orta Triyas yaşlı pelajik kireçtaşları üzerine muhtemelen çökelmiş Üst Triyas türbiditlerden oluşur. Erken-Orta Jura'da Küre bölgesi önemli bir termal olay geçirmiştir. Kordiyerit-sillimanit içeren metamorfitler yüksek sıcaklık ve düşük basınç koşullarında (720  $\pm$  40°C ve 4  $\pm$  1 kbar) Orta Jura'da (172 zirkon U-Pb ve 164 Ma Ar-Ar biyotit yaşları) metamorfizma geçirmiştir. Daha sonra yine Orta Jura'da (163-161 Ma) irili ufaklı magmatik sokulumlar bölgeye yerleşmiştir.

Küre Kompleksi ve Jura kristalen kayaları üzerinde uyumsuzlukla karasal kırıntılılar ve Üst Jura-Alt Kretase (Kimmericiyen/Titoniyen – Berriaziyen) sığ denizel kireçtaşları (İnaltı Formasyonu) yer alır. İnaltı Formasyonu Orta Pontidler'in batısında, İstanbul Zonu tarafında Paleozoyik ve Triyas sedimanter kayaları üzerinde de oturmaktadır. İstanbul ve Sakarya zonları arasında derin denizel Üst Jura sedimanlarının bulunmaması, bu bölgede İstanbul ve Sakarya zonlarının Geç Triyas ile Geç Jura arasındaki bir zamanda, muhtemelen Orta/Geç Jura sınırında bir araya geldiğine işaret eder. Bu iki tektonik zon arasındaki dokanak Alt Kretase Çağlayan Grubu türbiditleri ile örtülüdür. Çağlayan Grubu türbiditleri Karadeniz kıyısından güneye Araç-Devrekani-Hanönü hattına kadar uzanır ve burada düşük dereceli metamorfik kayalar üzerinde faylı olarak yer alır.

Orta Pontidler'in güney kesimi, Orta Pontid Superkompleksi (OPS) olarak adlanan metamorfik kayalardan yapılmıştır. İstanbul Zonu'nun Paleozoyik istifi ve Permiyen yaşında (262 ± 3 Ma zirkon U-Pb yaşı) Kürek Granitoidi, OPS metamorfik kayaları üzerine itilmiştir. OPS, kuzey kesimlerinde, sleyt, fillat, metakumtaşı gibi, litolojik olarak Çağlayan Grubu'na benzeyen, düşük dereceli metamorfik kayalardan oluşur. Ar-Ar muskovit yaş tayinleri, metakumtaşlarındaki ve Çağlayan Grubu kumtaşlarındaki zirkonlar üzerinde yapılan U-Pb analizleri, düşük dereceli metamorfik kayaların Çağlayan Grubu'nun güneye doğru devamını teşkil ettiğini ve Erken Kretase'de (Albiyen,107 ± 4 Ma) metamorfizma geçirdiğini göstermiştir. Zirkon verileri, kumtaşlarının Karadeniz'in kuzeyindeki Doğu Avrupa Kratonu'ndan beslendiğini göstermekte, ve Pontidler ile Avrasya arasında Erken Kretase'de Karadeniz'in daha açılmadığına işaret etmektedir. Çağlayan Grubu Erken Kretase'de Avrasya'nın güney kıta yamacında, bugünkü Nil deltasına benzeyen, büyük bir türbidit yelpazesi oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Karadeniz, Pontidler, Ar-Ar analizi, zirkon U-Pb analizi, jeoloji, tektonik, petroloji.

#### Gerekli Değil

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

#### Projeden Yapılan Yayınlar:

#### SCI indeksine giren dergilerdeki makaleler

- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. Tectonics (TÜBİTAK A-sınıfı SCI dergisi) dergisinde hakem incelemesinde.
- Okay, A.I., Sunal, G., Tüysüz, O., Keskin, M., Sherlock, S., ve Kylander-Clark, A.R.C., 2013, Extensional metamorphism and magmatism in the Jurassic active margin of Eurasia, Central Pontides, Turkey. Journal of Metamorphic Geology (TÜBİTAK A-sınıfı SCI dergisi) dergisinde hakem incelemesinde.

#### Uluslararası kongrelerde sunulan tebliğ özetleri

- Okay, A.I., 2010, Orogenic episodes in the Pontides. Exploration in the Black Sea and Caspian Regions: Historical Past, Promising Future, AAPG European Region Annual Conference and Exhibition Programme, 17-19 October 2010, Ukranian House, Kiev, Abstract CD.
- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S.C., 2011, Jurassic magmatism, metamorphism and basin development in the Pontides: An early Black Sea? Abstract T43E-2434, Fall Meeting AGU, San Francisco, Calif., 5-9 Dec. 2011.
- Okay, A.I., 2011. Geological Evolution of the pre-Jurassic basement of the Sakarya Zone, Pontides, Turkey. Third International Symposium on the Geology of the Black Sea Region, 1-10.10.2011, Bucharest, Romania, Abstract book, p. 123-125
- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. European Union of Geosciences General Assembly, Viyana, 07-12.4.2012, Geophysical Research Abstracts, 15.
- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the southern active margin of Eurasia: Central Pontides, Turkey. Geological Society of America, Cordilleran Meeting, Fresno, California, 20-22.05.2013.

#### Ulusal kongrelerde sunulan tebliğ özetleri

- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Tüysüz, O., 2011, Orta Pontidlerde Jura Yaşlı Yüksek Sıcaklık Metamorfizması. 64. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 25-29.4.2012, Ankara, Özetler Kitabı, s. 222-223.
- Okay, A.I., Nikishin, A.M. & Tüysüz, O., 2012, Orta Pontidler ile Kırım'ın Jeolojik Karşılaştırılması. 65. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 2-6.4.2012, Ankara, Özetler Kitabı, s. 56-57.
- Okay, A.I., Sunal, G., Sherlock, S., Altıner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013, Orta Pontidlerin jeolojik evrimi. 66. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 01-05.4.2012, Ankara, Özetler Kitabı,

1. <u>Proje yürütücüsü iletişim bilgileri:</u>

Adı – Soyadı: Aral OkayUnvanı: Prof. Dr.Telefon: 212 2856208E-posta adresi: okay@itu.edu.tr





# EK C

# Jeokronolojik ve petrolojik örneklerin petrografik tanımı

Ar-Ar ve U-Pb yaş tayini yapılan ve elektron mikroprob ile analiz edilen örneklerin petrografik tanımları aşağıda formasyon bazında verilmiştir.

# Geme Kompleksi

# Gnays örnekleri

Örnek 2024 - Gnays. Kaya kısmen veya tamamen pinitleşmiş kordiyerit, biyotit, kuvars ve muskovit/serisitten yapılmıştır. Muskovitlerin bir kısmı birincil, bir kısmı ise ikincildir. Bu örnekten yollanan biyotit ve muskovit taneleri üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayinleri sırası ile 170 Ma (Orta Jura, Bajosiyen) ve 181 Ma (Alt Jura, Toarsiyen), zirkonlardan ise 2850 Ma ile 378 Ma arası yaşlar vermektedir.



Geme Kompleksi'nden derlenen kordiyeritli gnays örneğinin tek ve çift nikolde çekilmiş mikrofotografları. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

Örnek 2082 - Gnays. Biyotit, kuvars ve feldspat kayanın ana mineralleridir. Az oranda granat da kayada yer alır. Bu örnekten yollanan biyotit taneleri üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayini 162 Ma (Orta Jura, Kalloviyen) yaşı vermiştir.



Geme Kompleksi'nden derlenen 2082 numaralı gnays örneğinin tek nikolde çekilmiş mikrofotografı. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

# Granitik damarlar

Örnek 2027A - Granitik damar. Biyotit, kuvars ve feldspat kayanın ana mineralleridir. Bu örnekten ayrılan biyotit taneleri üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayininden 158 Ma (Geç Jura, Oksfordiyen)'lik bir yaş elde edilmiştir. Aynı örnekteki zirkon yaşları 2397 Ma ile 168 Ma arasında değişmektedir. Buna karşın Jura yaşlı yedi zirkon beraberce değerlendirildiğinde 171 ± 8 Ma'lik bir U-Pb yaşı elde edilmektedir (Şekil 15).



Geme Kompleksi'nden derlenen 2027A numaralı gnays örneğinin tek nikolde çekilmiş mikrofotografı. Fotografın uzun kenarı 1.5 mm'dir.

# Örnek 3187

3187 numaralı örnek yüksek sıcaklıkta başkalaşım geçirmiş Geme gnayslarını kesen bir metre kalınlığında granitik bir damardan alınmıştırBu değeri granitik damarın sokulum yaşı olarak değerlendirmek mümkündür. Bu yaş daha önceden Geme metamorfitlerini kesen granitik bir damardan elde edilen 158 Ma biyotit Ar-Ar soğuma yaşı, ve gnayslardaki biyotitlerden elde edilen 161-170 Ma biyotit Ar-Ar soğuma yaşları ile uyumludur. Jeokronolojik veriler Orta Pontidler'deki yüksek sıcaklık metamorfizması ve ilişkili magmatizmanın Orta Jura yaşında olduğunu göstermektedir.

# **Martin Kompleksi**

Martin Kompleksi'nden alınan beş fillit örneğindeki muskovitler Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Bu örneklerin UTM koordinatları Çizelge x'de verilmiş, konumları Şekil x'deki jeloji haritasında gösterilmiştir.

# 1262 – Fillit

Fillit örneği kuvars, muskovit, klorit, grafit ve az oranda opaktan (pirit) yapılmıştır. Kayada 0.2-1 mm kalınlığında kuvarsca zengin bandların, 0.2-0.4 mm kalınlıkta muskovit-kloritten oluşan bandların ardalanmasından oluşan kuvvetli bir yönlü doku hakimdir. Tane boyu 0.05 ile 0.2 mm arasındadır.



1262 numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Fotograf mikaca zengin bir banddan çekilmiştir. Muskovitin yanı sıra az oranda kuvars, grafit ve klorit kayada yer almaktadır. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

# 1263 – Fillit

Kayanın büyük bir kesimi muskovit, kuvars ve kloritten yapılmıştır; kayada daha az oranda opak, feldispat ve kalsit yer alır. Birkaç milimetre büyüklükte klastik kuvars taneleri daha ince taneli agregalara rekristalize olmuştur. Mika ve kloritçe zengin bandlar, kuvarsca zengin bandlar ile ardalanır.



1263 numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Klorit (yeşil), muskovit ve ince taneli kuvars agregaları fotografta görülen ana minerallerdir. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

#### 2430A – Fillit

Kaya muskovit, kuvars ve az oranda feldispat ve opaktan oluşur. 0.2-0.4 mm büyüklüğünde klastik feldispat taneleri muhafaza olmuştur, buna karşın kuvars tanelerinin çoğu daha ince taneli agregalara dönüşmüştür. Kayada foliasyon muskovit tarafından belirlenir.



2430A numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Muskovit ve kloritin içiçe büyümesine, ve sol üst köşedeki iri klastik kuvars tanesine dikkat ediniz. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

# 2430B - Fillit

Kaya basklın olarak kuvars ve muskovitten ve daha az oranda kalsit ve feldispattan oluşur. Kuvars genelde çok ince taneli (tane boyu 0.05 mm'den az) kuvars agregaları olarak bulunur. Birkaç milimetre büyüklüğünde feldispat taneleri ilksel şekillerini önemli ölçüde korumuştur. Kayada klorit bulunmaz.



2430B numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. İnce taneli kuvars agregalarına dikkat ediniz. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

### 2457 - Fillit

Kaya, kuvars, muskovit, kloritten ve grafiten oluşur. İnce kesitte yoğun bandlaşma ve mikrokıvrımlar bulunur. Grafit, muskovit ve kloritçe zengin kesimler ince bandlar oluşturur. Kuvarsın tane boyu 1 mm'den 0.05 mm ve daha aşağısına kadar değişir. İri taneli kuvars kristalleri daha ince taneli kuvars agregalarına dönüşmektedir.



2457 numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Muskovit ve kloritin içi içe büyümüş olduğuna dikkat ediniz. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

#### 2459 Metagranit

Kaya tamamıyle serisitleşmiş feldspar, kuvars, koyu yeşil hornblend ve epidotten yapılmıştır; belirgin bir yönlü doku gösterir. Metagranit fillatlar içinde blok halinde bulunur



2459 numaralı metagranit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Görüntüde serisitleşmiş feldspar, yeşil hornblend, kuvars ve epidot yer almaktadır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# Saka Kompleksi

Saka Kompleksi'nden derlenen dört mikaşist örneğindeki muskovitler Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmış, üç mikaşist ve bir granatlı-amfibolit elektron mikroprob ile analiz edilmiştir. Örneklerin UTM koordinatları Çizelge X'de verilmiş, konumları Şekil x'deki haritada gösterilmiştir.

# 2912 – Mikaşist

Mikaşists kuvars, muskovit ve kloritten ve daha az oranlarda opak ve rutilden oluşmaktadır. Plajiyoklas, mika ve kuvars tarafından sarılmış mikroporfiroblastlar oluşturur. Milimetre ölçeğinde bandlaşma ve foliasyon kayada egemendir. Bandlaşma kuvarsça zengin seviyelerin, mika ve kloritçe zengin seviyelerle ardalanmasından oluşur.



2912 numaralı mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Kaya baskın olarak kuvars ve muskovitten ve daha az oranda feldspattan yapılmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# 3042 – Mikaşist

Kuvars, muskovit, plajiyoklas ve biyotit ana minerallerdir. Kayada daha az oranlarda grafit, opak ve turmalin de yer alır. Mikaca zengin seviyeler kayada milimetre ölçeğinde bir bandlaşmayı tanımlar.



3042 numaralı mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Kayada foliasyonu tanımlayan muskovit, kuvars ve az oranda biyotit (kahverengi) merkezdeki plajiyoklas tanesinin etrafını sarmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

### 3061B - Granatlı-amfibolit

1-2 mm büyüklüğünde poikilitik granat porfiroblastları, hornblend, plajiyoklas ve kuvarstan oluşan granoblastik bir hamur içinde yer alır. Kayada az oranlarda epidot, rutil ve titanit de bulunur. Granat kısmen klorit tarafından ornatılmıştır. Plajiyoklasda serisitleşme gözlenir.



3061B numaralı granatlı-amfibolit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Fotografta granat, açık kahverengi hornblend, kuvars ve plajiyoklas yer almaktadır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# 3061C – Granat-biyotit mikaşist

Birkaç milimetre büyüklüğünde granat porfiroblastları, kuvars, muskovit, biyotit ve plajiyoklazdan oluşan foliye bir hamur içinde yer alır. Plajiyoklasta kuvvetli serisitleşme gözlenir. Kaya iri tanelidir, muskovit ve plajiyoklas kristalleri yer yer bir milimetreden daha büyük boylara ulaşır.



3061C numaralı mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Granat porfiroblastları kuvars, muskovit, biyotit (kahverengi) ve opak tarafından sarılmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

#### 3064 – Granat-disten mikaşists

Granat, disten, muskovit, kuvars ve daha az oranda biyotit, klorit, opak ve rutilden oluşan orta-iri taneli mikaşist. Disten kısmen serisit tarafından ornatılmıştır. Granat içerisinde klorit, biyotit ve kuvars enklüzyonları bulunur.



3064 numaralı granat-disten mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Fotografların sol tarafındaki iki disten kristali muskovit tarafından çevrelenmiştir; fotografın sağ kenarında iki granat tanesi gözükmektedir. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# 3099– Granat-disten mikaşists

Poikilitik granat porfiroblastları, kuvars, muskovit, klorit ve distenden oluşan foliye bir hamur içinde yer alır. Disten kristallerinin çoğu beyaz mika agregaları tarafından ornatılmıştır. Kayada ayrıca az oranda biyotit, rutil ve opak bulunur. Klorit kısmen oksi-klorite dönüşmüştür.



3099 numaralı granat-disten mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Fotografların solunda oksi-klorit ve muskovit tarafından sarılmış bir granat tanesi gözükmektedir. Merkezdeki parıltılı beyaz mika agregaları, disteni ornatmıştır. Sağda daha ufak granat kristalleri yer almaktadır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# 3140 – Mikaşist

Kaya esas olarak kuvars, muskovit ve plajiyoklastan oluşmuştur, az oranda opak mineraller içerir. Muskovi,t tanelerinin dizilimi ile tanımlanan kaba bir foliasyon kayada yer alır.



3140 numaralı mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Kaya baskın olarak kuvars ve muskovitten oluşmaktadır; sol alt köşede grafit enklüzyonları içeren br feldspat tanesi yer almaktadır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# Domuzdağ Kompleksi

Domuzdağ Kompleksi'nden derlenen iki mikaşist örneğindeki muskovitler Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Örneklerin UTM koordinatları Çizelge X'de verilmiş, konumları Şekil x'deki haritada gösterilmiştir.

### 3144 - Mikaşist

Kuvars, muskovit ve klorit kayanın çoğunu oluşturur. Klorit kısmen oksi-klorite dönüşmüştür. Kayada ayrıca az oranda plajiyoklas, grafit ve opak bulunur.



3144 numaralı mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Kaya baskın olarak kuvars ve muskovitten yapılmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

#### 3148 – Mikaşist

Birkaç milimetre büyüklüğünde plajiyoklas porfiroblastları, kuvars, muskovit ve kloritten oluşan foliye bir matriks içinde yer alır. Kayada ayrıca az oranda grafit ve opak bulunur. Milimetreden daha ince foliasyon düzlemleri ve bandlaşma muskovitce zengin seviyeler ile tanımlanır.



3148 numaralı mikaşist örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Fotografın alt sağ köşesinde gözüken iri feldspat kristali muskovit tarafından sarılmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

# Çangaldağ Kompleksi

Çangaldağ Kompleksi'nden alınan iki fillit örneğindeki muskovitler Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Örneklerin UTM koordinatları Çizelge X'de verilmiş, konumları Şekil x'deki haritada gösterilmiştir.

### 2756 – fillit

Kaya esas olarak muskovit ve grafitten yapılmıştır; az oranda kuvars ve klorit kapsar. Muskovit ve grafit taneleri çok ince taneli (0.05 mm daha ince) bir bandlaşma gösterir. Kayada ayrıca krenulasyon klivajı da bulunur.



2756 numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Fotograf fillit içinde mikaca zengin bir bandı göstermektedir. Çok ine bandlaşmaya dikkat ediniz. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

#### 2777 – fillit

Fillit, kuvars, muskovit ve kloritten ve az oranda grafit ve opaktan yapılmıştır. Milimetreden daha ince bandlaşma muskovit ve kuvars bandları ile tanımlanır.



2777 numaralı fillit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Kaya esas olarak kuvars ve muskovitten oluşmaktadır. Foliasyona parallel uzanan grafitçe zengin düzlemlere dikkat ediniz. Fotografın uzun kenarı 0.7 mm'dir.

# 3160 – metadasit

Birkaç milimetre büyüklüğünde kısmen rekristali kuvars ve plajiyoklas fenokristalleri yine aynı minerallerden yapılmış foliasyon gösteren ince bir hamur içinde yer alır.



Sol üst köşedeki plajiyoklas fenokristali ve alt kenardaki kenarlarından yenmiş kuvars fenokristalleri incve taneli, kısmen foliasyon kazanmış bir haur içinde yer almaktadır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

#### 4046 – dasit

Birkaç milimetre büyüklüğünde kuvars ve plajiyoklas fenokristalleri yine aynı minerallerden yapılmış ince bir hamur içinde yer alır. Kayada ayrıca seyrek olarak tamamen kloritleşmiş hornblend mikrpfenokristalleri de bulunur.



4046 numaralı dasit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. İri kuvars (sol üst kenar) ve plajiyoklas (sağ alt köşe) fenokristalleri ince tanbeli bir hamur içinde yer alır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.
# Kürek granitoidi

2478 numaralı örnekteki hornblend taneleri Ar-Ar yöntemi ile yaşlandırılmıştır. Örneğin UTM koordinatları Çizelge X'de verilmiş, konumu Şekil x'deki haritada gösterilmiştir.

### 2478 – Diyorit

Kaya esas olarak hornblend ve plajiyoklastan ve az oranda ilmenit, pirit, titanite, epidot ve klinozoisitten yapılmıştır. Horblend tanelerinin çekirdekleri kahverengi çeperleri yeşildir. Plajiyoklas kuvvetlice serisitleşmiş ve kısmen klinozoisit tarafından ornatılmıştır. Epidot eşboylu ikincil kristaller oluşturur. İlmenit kismen titanit tarafından ornatılmıştır.



2478 numaralı diyorit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Merkezdeki hornblend tanesinin çekirdeği kahverengi, çeperleri yeşildir. Plajiyoklasın kuvvetli alterasyonuna dikkat ediniz. Merkezdeki ilmenite kristali, titanit ile sarılmıştır. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

### 2557 – Granit

Kaya hemen hemen tümü ile açık renkli minerallerden, mikroklin, plajiyoklas ve kuvarstan yapılmıştır. Kayada kaklastik bir doku egemendir



2557 numaralı granit örneğinin tek nikol (sol) ve çift nikolde (sağ) çekilmiş mikrofotografı. Kaya mikroklin, plajiyoklas ve kuvarstan yapılmıştır. Kataklastik bir doku egemendir. Fotografın uzun kenarı 1.4 mm'dir.

### Ek d - Ar-Ar analitik verileri

Ar-Ar analitik verileri örnek numara sırasına göre verilmiştir.

### 1232 - Devrekani Masifi - muskovit

Run No	Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
10A5422	McM59	Group 1	19/05/2010	10:14	0.755341	0.0022625	0.077388	0.000217	0.000663	2.10E-05	0.000363	1.82E-05	7.55E-05
10A5422	McM59	Group 2	19/05/2010	10:36	0.826641	0.0020554	0.0842609	0.000197	0.000734	3.11E-05	6.36E-05	1.82E-05	7.55E-05
10A5422	McM59	Group 3	19/05/2010	11:26	0.821117	0.0030307	0.085532	0.00031	0.000816	3.11E-05	0.000337	1.82E-05	5.55E-05
10A54224	McM59	Group 4	19/05/2010	11:46	1.816614	0.0045508	0.18545	0.000527	0.001716	5.13E-05	0.0005	1.82E-05	0.0001154
10A5422	McM59	Group 5	19/05/2010	12:29	1.274472	0.0020761	0.1300239	0.000279	0.001286	5.13E-05	0.000364	1.82E-05	0.0001055
10A5422	McM59	Group 6	19/05/2010	12:51	0.558028	0.0014168	0.0573178	0.0003	0.00054	3.11E-05	9.11E-05	1.82E-05	4.55E-05
10A5423	McM59	Group 7	19/05/2010	14:12	0.834044	0.0022417	0.0854596	0.000352	0.000857	3.11E-05	0.000529	1.82E-05	9.54E-05
10A5423	McM59	Group 8	19/05/2010	14:34	1.034966	0.0022314	0.1060671	0.000228	0.00099	4.12E-05	0.001021	1.82E-05	0.0001053
10A54234	McM59	Group 9	19/05/2010	15:15	1.489696	0.0024906	0.1509106	0.000434	0.001491	5.13E-05	0.000858	1.82E-05	0.0001453
10A5423	McM59	Group 10	19/05/2010	15:37	1.241863	0.0020347	0.1275126	0.00031	0.001327	7.17E-05	0.00031	1.83E-05	0.0001355
10A5423	McM59	Group 11	19/05/2010	16:19	0.810261	0.0012535	0.0813981	0.000217	0.000765	3.11E-05	0.000256	1.83E-05	0.0001055
10A5423	McM59	Group 12	19/05/2010	16:40	0.945057	0.0009808	0.0957326	0.000341	0.000969	3.11E-05	0.000502	1.83E-05	0.0001154

### 1232 - Devrekani Masifi - biyotit

Run No	Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
10A5424	McM59	Group 1	20/05/2010	10:24	0.364766	0.0004966	0.0342643	0.000176	0.00037	2.16E-05	1.39E-05	2.66E-05	0.0001667
10A5424	McM59	Group 2	20/05/2010	10:53	1.021011	0.0013806	0.0988065	0.000393	0.000973	2.16E-05	1.39E-05	2.66E-05	0.0003767
10A5424	McM59	Group 3	20/05/2010	11:37	1.119454	0.0024148	0.1100095	0.000186	0.001085	4.15E-05	0.000153	2.67E-05	0.0003466
10A5424	McM59	Group 4	20/05/2010	11:58	0.576411	0.0005609	0.0560712	0.000217	0.000523	3.15E-05	1.39E-05	2.67E-05	0.0001967
10A5424	McM59	Group 5	20/05/2010	12:41	0.79585	0.0014731	0.0798933	0.000228	0.000748	4.15E-05	0.000265	2.67E-05	0.0002466
10A5424	McM59	Group 6	20/05/2010	13:02	0.916571	0.0016173	0.0891845	0.000186	0.000768	3.15E-05	0.000209	2.67E-05	0.0003466
10A5425	McM59	Group 7	20/05/2010	13:42	0.965218	0.0012781	0.0991475	0.000321	0.000962	4.15E-05	0.000237	2.67E-05	0.0002966
10A5425	McM59	Group 8	20/05/2010	14:03	0.793828	0.0014114	0.078188	0.000372	0.000809	3.15E-05	0.000293	2.67E-05	0.0002666
10A54254	McM59	Group 9	20/05/2010	14:43	1.209086	0.0021138	0.1160556	0.000383	0.001075	5.16E-05	0.000153	2.67E-05	0.0004466
10A5425	McM59	Group 10	20/05/2010	15:06	0.7884	0.0013908	0.0768343	0.000228	0.000687	2.16E-05	6.98E-05	2.67E-05	0.0002266
10A5425	McM59	Group 11	21/05/2010	10:09	0.467698	0.0008156	0.0462288	0.000207	0.000463	3.10E-05	2.43E-05	2.81E-05	0.0001571
10L5426(	McM59	Group 12	21/05/2010	10:31	0.536435	0.000788	0.0499908	0.000176	0.000453	2.10E-05	-4.05E-06	2.81E-05	0.0002171

### 1262 - Martin Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Aı	+/-	Age
1262	1.643488	0.008457	0.2505001	0.001602	0.00297	0.0001037	0.0144332	7.84E-05	0.000352	2.24E-05	6.145389	0.05819	103
1262	0.547439	0.0007024	0.0852932	0.000549	0.00113	8.37E-05	0.0102794	7.85E-05	0.000153	3.17E-05	5.887288	0.116424	98
1262	0.793114	0.0021476	0.0535795	0.000539	0.001028	8.37E-05	1.0417585	7.85E-05	0.0015	6.09E-05	6.53018	0.344442	109
1262	0.591851	0.0022605	0.0712501	0.00058	0.000936	3.54E-05	0.1681374	7.87E-05	0.000421	3.17E-05	6.558787	0.14535	109
1262	1.65617	0.0060595	0.2653696	0.00141	0.003298	0.0001163	0.0082976	6.85E-05	0.000199	3.14E-05	6.019343	0.052599	100
1262	3.218947	0.0067379	0.5208794	0.001771	0.006742	0.0002066	0.0402905	6.86E-05	0.000311	3.14E-05	6.003641	0.030019	100
1262	2.999834	0.0069362	0.4539149	0.001554	0.005638	0.0001965	0.008175	6.86E-05	0.000539	4.11E-05	6.257858	0.037511	104
1262	2.048806	0.0068005	0.314912	0.001863	0.004136	0.0001662	0.0071861	6.86E-05	0.000459	4.11E-05	6.074933	0.056948	101
1262	3.832711	0.0047031	0.6178332	0.001194	0.008101	0.0001864	0.0254565	6.87E-05	0.000315	2.20E-05	6.05305	0.017489	101
1262	0.534392	0.0022955	0.0719699	0.000763	0.000926	9.67E-05	0.0046423	6.87E-05	0.00028	4.11E-05	6.275483	0.184014	105
1262	0.550186	0.002868	0.0712476	0.00063	0.000896	5.91E-05	0.0030876	6.87E-05	0.00032	3.14E-05	6.393178	0.147568	107
1262	0.588657	0.0025244	0.078192	0.000569	0.001161	5.91E-05	0.0350025	6.87E-05	0.000372	3.14E-05	6.122598	0.130802	102
1262	0.666951	0.002462	0.0988497	0.000539	0.001529	9.67E-05	0.0033927	6.88E-05	0.00019	2.20E-05	6.178084	0.078081	103
1262	1.069284	0.0016516	0.1621574	0.000865	0.001907	8.70E-05	0.0016853	6.88E-05	0.000211	2.20E-05	6.209965	0.053053	104
1262	2.982261	0.0044214	0.4574814	0.001091	0.006047	0.0001562	0.0229638	6.88E-05	0.000525	5.09E-05	6.179651	0.037275	103
J value	0.00953	+/-	0.0000476										

1263 - 1	Martin Ko	ompleksi -	muskovit											
Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Aı	+/-	Age	
1263	0.182863	0.0016837	0.02733	0.000562	0.000373	4.45E-05	0.0004647	0.000145	3.65E-05	1.11E-05	6.295791	0.186602		105
1263	1.500187	0.0037231	0.2214626	0.001355	0.002898	8.36E-05	0.0074475	0.000145	0.000535	3.04E-05	6.06055	0.057446		101
1263	1.362445	0.0054337	0.1938605	0.001335	0.002663	0.0001239	0.0068361	0.000145	0.000615	3.04E-05	6.090746	0.068458		102
1263	1.261409	0.0045782	0.1854466	0.001087	0.002376	0.0001138	0.0098263	0.000145	0.000434	3.04E-05	6.110351	0.065067		102
1263	3.412388	0.0170004	0.4999986	0.003535	0.00624	0.0001138	0.0077206	0.000146	0.000515	5.02E-05	6.520653	0.064515		109
1263	1.605083	0.0051729	0.2314367	0.000809	0.002775	7.36E-05	0.0050176	0.000146	0.000365	3.04E-05	6.468834	0.050137		108
1263	1.813999	0.0028169	0.2495296	0.001326	0.003211	0.0001986	0.072115	0.000197	0.00087	4.08E-05	6.239823	0.059637		104
1263	2.9456	0.0066548	0.429737	0.001386	0.005848	0.0002148	0.0095482	0.000197	0.000636	4.86E-05	6.416942	0.042241		107
1263	0.728942	0.0020368	0.1042957	0.0006	0.001504	0.0001451	0.0036717	0.000197	0.000128	4.08E-05	6.627159	0.12315		110
1263	3.608826	0.0125527	0.5451582	0.000995	0.007227	0.0001908	0.0124365	0.000197	0.000785	5.71E-05	6.194026	0.040199		103
1263	3.108409	0.0096923	0.4700506	0.00204	0.006256	0.0002231	0.0101472	0.000197	0.000586	5.71E-05	6.244493	0.049483		104
1263	1.999357	0.0046514	0.295394	0.001306	0.003732	0.0002066	0.0070268	0.000197	0.000517	4.08E-05	6.251366	0.051715		104
1263	1.599408	0.00629	0.2230241	0.000848	0.003164	0.0002426	0.0118111	0.000127	0.000545	2.23E-05	6.448768	0.047661		107
1263	3.221593	0.0097448	0.4816788	0.001957	0.005954	0.0001872	0.0128544	0.000127	0.000505	3.16E-05	6.378352	0.038159		106

1263 1.9311 0.0044748 0.2831422 0.001009 0.003614 0.0001369 0.0059463 0.000127 0.000537 3.16E-05 6.259816 0.042825 104 1263 2.147243 0.007804 0.3031349 0.0015 0.003594 9.39E-05 0.0039411 7.31E-05 0.000661 2.23E-05 6.439148 0.046356 107 1263 1.961535 0.0105283 0.27889 0.001293 0.003798 6.42E-05 0.0051072 7.31E-05 0.000411 2.23E-05 6.598261 0.054019 110 1263 0.932586 0.0027889 0.1256748 0.000922 0.001723 7.40E-05 0.0038758 7.31E-05 0.000311 2.23E-05 6.689441 0.075112 111 0.00951 +/-0.0000476 J value

### 1405 - Geme Kompleksi - biyotit

Run No	Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
10A5421(	McM59	1 Group 6	18/05/2010	14:30	0.68749	0.0011659	0.0596818	0.000176	0.00069	2.15E-05	0.000343	1.07E-05	0.000342
10A5420	McM59	1 Group 4	18/05/2010	13:14	0.844214	0.0009404	0.0763416	0.000135	0.000884	4.14E-05	0.00179	1.07E-05	0.000302
10A5420	McM59	1 Group 5	18/05/2010	14:08	0.90475	0.0022331	0.0707298	0.000248	0.000833	3.14E-05	0.000853	1.07E-05	0.000642
10A5421	McM59	1 Group 10	18/05/2010	16:37	0.892317	0.0017137	0.0752669	0.00032	0.000792	3.14E-05	0.000962	1.07E-05	0.000422
10A5421	McM59	1 Group 9	18/05/2010	16:16	0.879676	0.0012586	0.0797625	0.000238	0.000925	3.14E-05	0.000935	1.07E-05	0.000222
10A5420	McM59	1 Group 2	18/05/2010	11:39	0.798157	0.00076	0.0699829	0.000145	0.000697	3.08E-05	0.000714	1.26E-05	0.0002733
10A5420	McM59	1 Group 1	18/05/2010	11:09	0.780518	0.001466	0.0665827	0.000279	0.000666	4.10E-05	0.000847	1.26E-05	0.0003233
10A5421;	McM59	1 Group 8	18/05/2010	15:34	0.90072	0.0015686	0.0792768	0.000197	0.000833	2.15E-05	0.001793	1.07E-05	0.000282
10A5420	McM59	1 Group 3	18/05/2010	12:51	0.767599	0.0012277	0.0621002	0.0003	0.000639	3.14E-05	0.000584	1.07E-05	0.000422
10A54212	McM59	1 Group 7	18/05/2010	15:12	0.844006	0.0014445	0.0724868	0.000444	0.000884	2.15E-05	0.001202	1.07E-05	0.000302

### 1723 - Karaman Granitoyidi - biyotit

Run No	Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	09:39	0.472037	0.0033116	0.0411703	0.000342	0.000605	4.33E-05	0.006966	0.000152	0.0002324
W11A32	2 McM66	/ 1723 Bt	07/06/201	09:57	0.86988	0.0035099	0.0750858	0.000652	0.00126	6.29E-05	0.011449	0.000152	0.0005113
W11A32	2 McM66	/ 1723 Bt	07/06/201	10:34	0.375696	0.0029463	0.0308454	0.000373	0.000605	5.30E-05	0.007812	0.000152	0.0003122
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	10:55	0.509475	0.0026854	0.0431104	0.000497	0.000728	4.33E-05	0.011432	0.000152	0.0003113
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	11:36	0.564965	0.0024976	0.0414535	0.000569	0.000656	5.30E-05	0.016588	0.000152	0.0005899
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	11:55	0.382809	0.0024142	0.028071	0.000394	0.000585	6.29E-05	0.03105	0.000152	0.0004161
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	13:01	0.442439	0.002143	0.0332595	0.000869	0.000616	6.29E-05	0.014412	0.000152	0.0003905
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	13:22	0.168386	0.0014654	0.0124306	0.000301	0.000258	5.30E-05	0.005379	0.000152	0.0001729
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	13:59	0.932828	0.0030611	0.0658608	0.000714	0.001188	0.000103	0.021576	0.000152	0.0010786
W11A32	2 McM66	/1723 Bt	07/06/201	14:18	0.801447	0.0021012	0.0588426	0.000538	0.001035	6.29E-05	0.022961	0.000153	0.0008282

### 1946 - Dikmen Porfiri - biyotit

Run No	Гуре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
W11A322	McM66	41946 Bt	07/06/201	15:04	0.379279	0.0018197	0.0195357	0.000352	0.000421	4.33E-05	0.01344	0.000153	0.0007807

W11A322 McM66 / 1946 Bt 07/06/201 15:23 0.379688 0.0021951 0.0206031 0.000301 0.000442 6.29E-05 0.008866 0.000153 0.0007019 0.257075 0.0010699 0.0151593 0.000404 0.000289 4.33E-05 0.004854 0.000153 W11A322 McM66 / 1946 Bt 07/06/201 16:01 0.000383 McM66 / 1946 Bt 0.312635 0.0009037 0.0177013 0.000311 0.000299 3.38E-05 0.005469 0.000153 0.0004928 W11A322 07/06/201 16:20 0.344489 0.0021459 0.0184406 0.000425 0.000399 4.19E-05 0.008371 0.000139 0.0006792 W11A322 McM66 / 1946 Bt 08/06/201 09:21 McM66 / 1946 Bt 0.432903 0.0018128 0.0241669 0.000332 0.000522 5.19E-05 0.007127 0.000139 W11A322 08/06/201 09:39 0.0006995 0.23357 0.001844 0.0144008 0.000311 0.000205 4.19E-05 0.006664 0.000139 W11A322 McM66 / 1946 Bt 08/06/201 10:17 0.0003197 W11A322 McM66 / 1946 Bt 08/06/201 10:40 0.155762 0.0008799 0.0090712 0.000147 0.000103 3.20E-05 0.001859 0.000139 0.0002209 0.250687 0.0014178 0.0140189 0.000332 0.000216 4.19E-05 0.00602 0.00014 0.0003998 W11A322 McM66 / 1946 Bt 08/06/201 11:19 0.358476 0.0023855 0.0202366 0.000518 0.000359 6.20E-05 0.01195 W11A322 McM66 / 1946 Bt 08/06/201 11:40 0.00014 0.0005383

### 2024 - Geme Kompleksi - biyotit

Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
McM66	/2024 Bt	09/06/201	09:35	0.739553	0.0033683	0.0684043	0.000693	0.000791	8.23E-05	0.000722	8.46E-05	0.0002112
McM66	/2024 Bt	09/06/201	09:52	0.668434	0.004192	0.0573671	0.000321	0.00074	6.20E-05	0.00014	8.46E-05	0.0002314
McM66	/2024 Bt	09/06/201	10:31	0.507166	0.0014654	0.042154	0.000724	0.000679	7.21E-05	0.000431	8.46E-05	0.0003513
McM66	/2024 Bt	09/06/201	10:49	0.643589	0.0045258	0.0628032	0.000579	0.000832	6.20E-05	0.000114	8.47E-05	0.0001114
McM66	/2024 Bt	09/06/201	11:29	0.667877	0.0059343	0.0615108	0.000837	0.000771	8.23E-05	0.000936	8.47E-05	0.0002012
McM66	/2024 Bt	09/06/201	11:48	0.668059	0.0027119	0.0622345	0.000589	0.000812	7.21E-05	0.000591	8.47E-05	0.0001113
McM66	/2024 Bt	09/06/201	12:28	0.425005	0.0019942	0.0404076	0.000321	0.000556	7.21E-05	0.000167	8.48E-05	9.14E-05
McM66	/2024 Bt	09/06/201	12:47	0.417101	0.0018073	0.039157	0.000321	0.000515	5.19E-05	0.000273	8.48E-05	8.14E-05
McM66	/2024 Bt	09/06/201	13:25	0.603012	0.0032536	0.0555378	0.000651	0.000689	7.21E-05	0.000273	8.48E-05	0.0001214
McM66	/2024 Bt	09/06/201	13:45	0.426423	0.0028785	0.0381444	0.000496	0.000352	4.19E-05	-1.90E-05	8.49E-05	0.0001114
	Type McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66	Type Comment McM66 / 2024 Bt McM66 / 2024 Bt	Type         Comment         Date           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201           McM66 / 2024 Bt         09/06/201	Type         Comment         Date         Time           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:49           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:48           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:47           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:25           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:25           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:45	Type         Comment         Date         Time         40Ar           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35         0.739553           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52         0.668434           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.507166           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:49         0.643589           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29         0.667877           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:48         0.668059           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28         0.425005           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:47         0.417101           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:25         0.603012           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:45         0.426423	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35         0.739553         0.0033683           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52         0.668434         0.004192           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.507166         0.0014654           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:49         0.643589         0.0045258           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29         0.667877         0.0059343           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:48         0.668059         0.0027119           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28         0.425005         0.0019942           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:47         0.417101         0.0018073           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:25         0.603012         0.0032536           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:45         0.426423         0.0028785	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35         0.739553         0.0033683         0.0684043           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52         0.668434         0.004192         0.0573671           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.507166         0.0014654         0.042154           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.667877         0.0059343         0.0615108           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29         0.667877         0.0027119         0.0622345           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28         0.425005         0.0019942         0.0404076           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:27         0.417101         0.0018073         0.039157           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:25         0.603012         0.0028785         0.0381444	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35         0.739553         0.0033683         0.0684043         0.000693           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52         0.668434         0.004192         0.0573671         0.000321           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.507166         0.0014654         0.042154         0.000724           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.667877         0.0059343         0.0615108         0.000837           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29         0.667877         0.0059343         0.0615108         0.000837           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:28         0.425005         0.0019942         0.0404076         0.000321           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28         0.425005         0.0019942         0.0404076         0.000321           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:47         0.417101         0.0018073         0.039157         0.000321           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         13:25         0.603012         0.0032536         0.0555378         0.0	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35         0.739553         0.0033683         0.0684043         0.000693         0.000791           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52         0.668434         0.004192         0.0573671         0.000321         0.00074           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.507166         0.0014654         0.042154         0.000724         0.000679           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:49         0.643589         0.0045258         0.0628032         0.000579         0.000832           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29         0.667877         0.0059343         0.0615108         0.000837         0.000711           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:48         0.668059         0.0027119         0.0622345         0.000589         0.000812           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28         0.425005         0.0019942         0.0404076         0.000321         0.000515           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:47         0.417101         0.0032536         0.0555378         0.00065	TypeCommentDateTime40Ar+/-39Ar+/-38Ar+/-McM66 / 2024 Bt09/06/20109:350.7395530.00336830.06840430.0006930.0007918.23E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20109:520.6684340.0041920.05736710.0003210.000746.20E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20110:310.5071660.00146540.0421540.0007240.0006797.21E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20111:290.6678770.00593430.06151080.0008370.0007718.23E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20111:290.6678770.00593430.06151080.0008370.0007718.23E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20111:280.4250050.00199420.04040760.0003210.0005567.21E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20112:280.4250050.00199420.04040760.0003210.0005155.19E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20112:470.4171010.00180730.0391570.0003210.0005155.19E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20113:250.6030120.00287850.03814440.0004960.0003524.19E-05McM66 / 2024 Bt09/06/20113:450.4264230.00287850.03814440.0004960.0003524.19E-05	TypeCommentDateTime40Ar+/-39Ar+/-38Ar+/-37ArMcM66 / 2024 Bt09/06/20109:350.7395530.00336830.06840430.0006930.0007918.23E-050.000722McM66 / 2024 Bt09/06/20109:520.6684340.0041920.05736710.0003210.000746.20E-050.0001431McM66 / 2024 Bt09/06/20110:310.5071660.00146540.0421540.0007240.0006797.21E-050.000114McM66 / 2024 Bt09/06/20111:290.6678770.00593430.06151080.0008370.0007718.23E-050.000936McM66 / 2024 Bt09/06/20111:480.6680590.00271190.06223450.0005890.0008127.21E-050.000591McM66 / 2024 Bt09/06/20112:280.4250050.00199420.04040760.0003210.0005567.21E-050.000167McM66 / 2024 Bt09/06/20112:470.4171010.00180730.0391570.0003210.0005155.19E-050.000273McM66 / 2024 Bt09/06/20113:250.6030120.0032560.05553780.0006510.0006897.21E-050.000273McM66 / 2024 Bt09/06/20113:450.4264230.00287850.03814440.0004960.0003524.19E-05-1.90E-05	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar         +/-         37Ar         +/-           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:35         0.739553         0.0033683         0.0684043         0.000693         0.000791         8.23E-05         0.000722         8.46E-05           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         09:52         0.668434         0.004192         0.0573671         0.000724         0.000679         7.21E-05         0.000141         8.46E-05           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         10:31         0.507166         0.0014654         0.042154         0.000579         0.000832         6.20E-05         0.000114         8.47E-05           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:29         0.667877         0.0059343         0.0615108         0.000837         0.00071         8.23E-05         0.000936         8.47E-05           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         11:48         0.668059         0.0027119         0.0622345         0.000589         0.000812         7.21E-05         0.000167         8.48E-05           McM66 / 2024 Bt         09/06/201         12:28         0.425005         0.001942         0.0404076         0.000321

### 2027 - Geme Kompleksi - biyotit

Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	12:55	0.436883	0.0026527	0.0399273	0.000621	0.000594	5.18E-05	0.001604	0.000146	0.0001908
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	13:15	0.966415	0.0039543	0.0961693	0.000621	0.001299	8.22E-05	0.001318	0.000146	0.0001809
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	13:55	0.927913	0.0048509	0.0904337	0.001003	0.00135	7.20E-05	0.00098	0.000146	0.000141
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	14:19	0.485298	0.0033604	0.0464179	0.000765	0.000542	5.18E-05	0.001163	0.000146	0.0001809
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	14:56	0.244534	0.0022578	0.0242397	0.000487	0.000277	3.18E-05	0.000772	0.000146	7.10E-05
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	15:15	0.390484	0.0024552	0.0382742	0.000322	0.00045	3.18E-05	0.000929	0.000146	0.000181
McM66	/ 2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	15:56	0.539547	0.0035479	0.0533214	0.000745	0.000818	5.18E-05	0.001373	0.000146	0.0001909
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	16:13	0.367375	0.0025383	0.0359277	0.000497	0.000491	8.22E-05	0.001739	0.000146	0.0001308
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	16:51	0.58058	0.0020711	0.0548921	0.000415	0.000757	7.20E-05	0.001635	0.000147	0.0001608
McM66	/2027 Bt	08/06/201 <sup>-</sup>	17:09	0.493369	0.0038397	0.0477097	0.000291	0.000747	5.18E-05	0.001218	0.000147	0.0001309
	Type McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66	Type         Comment           McM66 / 2027 Bt               McM66 / 2027 Bt         McM66 / 2027 Bt           McM66 / 2027 Bt         McM66 / 2027 Bt           McM66 / 2027 Bt         McM66 / 2027 Bt           McM66 / 2027 Bt         McM66 / 2027 Bt           McM66 / 2027 Bt         McM66 / 2027 Bt           McM66 / 2027 Bt         McM66 / 2027 Bt	Type         Comment         Date           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011           McM66 / 2027 Bt         08/06/2011	Type         Comment         Date         Time           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:55           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:13           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         17:09	Type         Comment         Date         Time         40Ar           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55         0.927913           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:13         0.367375           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.58058           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.58058           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.493369	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55         0.927913         0.0048509           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0033604           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:13         0.367375         0.0025383           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.58058         0.0020711           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.58058         0.0020711           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.493369         0.0038397	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0961693           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55         0.927913         0.0048509         0.0904337           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0033604         0.0464179           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578         0.0242397           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552         0.0382742           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:13         0.367375         0.0025383         0.0359277           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.58058         0.0020711         0.0548921           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.493369         0.0038397         0.0477097	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0961693         0.000621           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55         0.927913         0.0048509         0.0904337         0.001003           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0033604         0.0464179         0.000765           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578         0.0242397         0.000487           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552         0.0382742         0.000322           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000745           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:13         0.367375         0.0025383         0.0359277         0.000497           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:51         0.58058         0.0020711         0.0548921         0	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621         0.000594           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0961693         0.000621         0.001299           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55         0.927913         0.0048509         0.0904337         0.001003         0.00135           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0033604         0.0464179         0.000487         0.000277           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552         0.0382742         0.000322         0.000451           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000745         0.000818           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         16:13         0.367375         0.0025383         0.0359277         0.000	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar         +/-           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621         0.000594         5.18E-05           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0961693         0.000621         0.001299         8.22E-05           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:55         0.927913         0.0048509         0.0904337         0.001003         0.00135         7.20E-05           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0033604         0.0464179         0.000765         0.000277         3.18E-05           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552         0.0382742         0.000322         0.000455         3.18E-05           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000497         0.000491         8.22E-05 </td <td>Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar         +/-         37Ar           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621         0.000594         5.18E-05         0.001604           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0961693         0.000621         0.001299         8.22E-05         0.001318           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.003604         0.0464179         0.000765         0.000277         3.18E-05         0.001163           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05         0.000772           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05         0.000929           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000497         0.000491         8.22E-05         0.001373           McM66 / 2027 Bt         08/06/201</td> <td>Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar         +/-         37Ar         +/-           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621         0.000594         5.18E-05         0.001604         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0904337         0.00103         0.001299         8.22E-05         0.00188         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.927913         0.0048509         0.0904337         0.000765         0.000542         5.18E-05         0.001163         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05         0.000772         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552         0.0382742         0.000322         0.000453         3.18E-05         0.000772         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000745</td>	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar         +/-         37Ar           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621         0.000594         5.18E-05         0.001604           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0961693         0.000621         0.001299         8.22E-05         0.001318           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.003604         0.0464179         0.000765         0.000277         3.18E-05         0.001163           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:19         0.485298         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05         0.000772           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05         0.000929           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000497         0.000491         8.22E-05         0.001373           McM66 / 2027 Bt         08/06/201	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar         +/-         37Ar         +/-           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         12:55         0.436883         0.0026527         0.0399273         0.000621         0.000594         5.18E-05         0.001604         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         13:15         0.966415         0.0039543         0.0904337         0.00103         0.001299         8.22E-05         0.00188         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.927913         0.0048509         0.0904337         0.000765         0.000542         5.18E-05         0.001163         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         14:56         0.244534         0.0022578         0.0242397         0.000487         0.000277         3.18E-05         0.000772         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:15         0.390484         0.0024552         0.0382742         0.000322         0.000453         3.18E-05         0.000772         0.000146           McM66 / 2027 Bt         08/06/201         15:56         0.539547         0.0035479         0.0533214         0.000745

# 2082 - Geme Kompleksi - biyotit

Туре	Comment	Date	Time	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar
McM66	/2082 Bt	17/06/201	12:56	0.32114	0.0025029	0.0253471	0.000352	0.000415	4.30E-05	0.005011	9.23E-05	0.0003887
McM66	/2082 Bt	17/06/201	13:14	0.387749	0.0022427	0.0202812	0.000176	0.000323	5.28E-05	0.007345	9.23E-05	0.0005881
McM66	/2082 Bt	17/06/201	13:55	0.774316	0.0052139	0.0467293	0.000414	0.000804	4.30E-05	0.023747	9.23E-05	0.0011937
McM66	/2082 Bt	17/06/201	14:17	0.594797	0.0027529	0.0313253	0.000331	0.00061	5.28E-05	0.014261	9.24E-05	0.0010962
McM66	/2082 Bt	20/06/201	09:24	0.453327	0.0024849	0.0260212	0.000403	0.000503	6.33E-05	0.009239	0.000143	0.0006564
McM66	/2082 Bt	20/06/201	09:43	0.38956	0.0030573	0.0185521	0.000207	0.000391	3.45E-05	0.003648	0.000143	0.0007279
McM66	/2082 Bt	20/06/201	10:23	0.554334	0.0035678	0.0303432	0.000693	0.000432	5.35E-05	0.00658	0.000143	0.0008771
McM66	/2082 Bt	20/06/201	10:43	0.479851	0.0024849	0.0269921	0.000383	0.000452	4.38E-05	0.010204	0.000143	0.0006662
McM66	/2082 Bt	20/06/201	11:23	0.473425	0.0031719	0.0286595	0.000248	0.000442	4.38E-05	0.005037	0.000144	0.0007276
McM66	/2082 Bt	20/06/201	11:41	0.485609	0.0025993	0.0239453	0.000476	0.000422	4.38E-05	0.006752	0.000144	0.0008371
	Type McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66 McM66	Type Comment McM66 / 2082 Bt McM66 / 2082 Bt	Type         Comment         Date           McM66 / 2082 Bt         17/06/201           McM66 / 2082 Bt         17/06/201           McM66 / 2082 Bt         17/06/201           McM66 / 2082 Bt         17/06/201           McM66 / 2082 Bt         17/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201           McM66 / 2082 Bt         20/06/201	Type         Comment         Date         Time           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         12:56           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:14           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         14:17           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:24           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:43           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:23           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:24	Type         Comment         Date         Time         40Ar           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         12:56         0.32114           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:14         0.387749           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55         0.774316           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         14:17         0.594797           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:24         0.453327           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:43         0.38956           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:23         0.554334           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23         0.473425           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:41         0.485609	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         12:56         0.32114         0.0025029           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:14         0.387749         0.0022427           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55         0.774316         0.0052139           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         14:17         0.594797         0.0027529           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:24         0.453327         0.0024849           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:43         0.38956         0.0030573           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:23         0.554334         0.0035678           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851         0.0024849           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851         0.0024849           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851         0.0024849           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23         0.473425         0.0031719           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23         0.473425         0.0032593	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         12:56         0.32114         0.0025029         0.0253471           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:14         0.387749         0.0022427         0.0202812           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55         0.774316         0.0052139         0.0467293           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         14:17         0.594797         0.0027529         0.0313253           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:24         0.453327         0.0024849         0.0260212           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:43         0.38956         0.0030573         0.0185521           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:23         0.554334         0.0035678         0.0303432           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851         0.0024849         0.0269921           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23         0.473425         0.0031719         0.0286595           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23         0.473425         0.0031719         0.0286595           McM66 / 2082 Bt         <	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         12:56         0.32114         0.0025029         0.0253471         0.000352           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:14         0.387749         0.0022427         0.0202812         0.000176           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55         0.774316         0.0052139         0.0467293         0.000414           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         14:17         0.594797         0.0027529         0.0313253         0.000331           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:24         0.453327         0.0024849         0.0260212         0.000403           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:43         0.38956         0.0030573         0.0185521         0.000207           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:23         0.554334         0.0035678         0.0303432         0.000693           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851         0.0024849         0.0269921         0.00383           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         11:23         0.473425         0.0031719         0.0286595         0.0	Type         Comment         Date         Time         40Ar         +/-         39Ar         +/-         38Ar           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         12:56         0.32114         0.0025029         0.0253471         0.000352         0.000415           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:14         0.387749         0.0022427         0.0202812         0.000176         0.000323           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         13:55         0.774316         0.0052139         0.0467293         0.000414         0.000804           McM66 / 2082 Bt         17/06/201         14:17         0.594797         0.0027529         0.0313253         0.000331         0.00061           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:24         0.453327         0.0024849         0.0260212         0.000403         0.000503           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         09:43         0.38956         0.0030573         0.0185521         0.000207         0.000391           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:23         0.554334         0.0035678         0.0303432         0.000493         0.000432           McM66 / 2082 Bt         20/06/201         10:43         0.479851         0.0024849         0.0269921         0.00038	TypeCommentDateTime40Ar+/-39Ar+/-38Ar+/-McM66 / 2082 Bt17/06/20112:560.321140.00250290.02534710.0003520.0004154.30E-05McM66 / 2082 Bt17/06/20113:140.3877490.00224270.02028120.0001760.0003235.28E-05McM66 / 2082 Bt17/06/20113:550.7743160.00521390.04672930.0004140.0008044.30E-05McM66 / 2082 Bt17/06/20114:170.5947970.00275290.03132530.0003310.000615.28E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20109:240.4533270.00248490.02602120.0004030.0005036.33E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20109:430.389560.00305730.01855210.0002070.0003913.45E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20110:230.5543340.00356780.03034320.0006930.0004325.35E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20110:430.4798510.00248490.02699210.003830.004524.38E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20111:230.4734250.00317190.02865950.0002480.0004424.38E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20111:410.4856090.00259930.02394530.0004760.0004224.38E-05	TypeCommentDateTime40Ar+/-39Ar+/-38Ar+/-37ArMcM66 / 2082 Bt17/06/20112:560.321140.00250290.02534710.0003520.0004154.30E-050.005011McM66 / 2082 Bt17/06/20113:140.3877490.00224270.02028120.0001760.0003235.28E-050.007345McM66 / 2082 Bt17/06/20113:550.7743160.00521390.04672930.0004140.0008044.30E-050.023747McM66 / 2082 Bt17/06/20114:170.5947970.00275290.03132530.0003110.000615.28E-050.014261McM66 / 2082 Bt20/06/20109:240.4533270.00248490.02602120.0004030.0005036.33E-050.009239McM66 / 2082 Bt20/06/20109:430.389560.00305730.01855210.0002070.0003913.45E-050.00668McM66 / 2082 Bt20/06/20110:430.4798510.00248490.02699210.003830.0004524.38E-050.010204McM66 / 2082 Bt20/06/20111:230.4734250.00317190.02865950.0002480.0004424.38E-050.005037McM66 / 2082 Bt20/06/20111:230.4734250.00317190.02865950.0002480.0004424.38E-050.005037McM66 / 2082 Bt20/06/20111:410.4856090.0025930.02394530.0004760.0004224.38E-050.005037	TypeCommentDateTime40Ar+/-39Ar+/-38Ar+/-37Ar+/-McM66 / 2082 Bt17/06/20112:560.321140.00250290.02534710.0003520.0004154.30E-050.0050119.23E-05McM66 / 2082 Bt17/06/20113:550.3877490.00224270.02028120.0001760.0003235.28E-050.0073459.23E-05McM66 / 2082 Bt17/06/20113:550.7743160.00521390.04672930.0004140.0008044.30E-050.0237479.23E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20109:240.5947970.00275290.03132530.0003310.000615.28E-050.0142619.24E-05McM66 / 2082 Bt20/06/20109:240.4533270.00248490.02602120.0004030.0005036.33E-050.0092390.000143McM66 / 2082 Bt20/06/20109:430.389560.00305730.01855210.0006930.0004325.35E-050.006580.00143McM66 / 2082 Bt20/06/20110:430.4798510.00248490.02699210.0003830.0004524.38E-050.00050370.00144McM66 / 2082 Bt20/06/20111:230.4734250.00317190.02865950.0002480.0004424.38E-050.0050370.00144McM66 / 2082 Bt20/06/20111:410.4856090.00259930.02394530.0004760.0004224.38E-050.0067520.000144

# 2430A - Martin Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39A	+/-	Age	
2430A	6.896273	0.0200751	1.0038796	0.001397	0.00757	0.0002351	0.0070393	0.000271	0.001408	4.00E-05	6.455126	0.024884		110
2430A	0.890996	0.001483	0.1369289	0.000239	0.001145	3.07E-05	0.0007049	0.000163	0.00011	2.00E-05	6.270013	0.045827		107
2430A	2.920494	0.0018984	0.4380511	0.00058	0.003659	0.0001533	0.0027843	0.000163	0.000309	2.00E-05	6.458396	0.016548		110
2430A	1.120466	0.0014673	0.1776331	0.000343	0.001405	5.71E-05	0.0036186	9.05E-05	0.000104	2.06E-05	6.134678	0.037213		105
2430A	1.131753	0.0015803	0.1776437	0.000446	0.001538	8.57E-05	0.0032578	9.05E-05	6.41E-05	1.12E-05	6.26423	0.025931		107
2430A	1.083786	0.0009739	0.1670099	0.000373	0.001293	8.32E-05	0.001149	0.000138	0.000115	2.06E-05	6.286414	0.039522		107
2430A	0.667437	0.0022462	0.099039	0.000281	0.000802	3.43E-05	0.0005057	0.000138	0.000175	2.06E-05	6.217395	0.067884		106
2430A	1.506107	0.0016606	0.228839	0.000456	0.001879	9.38E-05	0.0023284	0.00012	0.000314	2.06E-05	6.175552	0.03021		105
J value	0.00987	+/-	0.0000493											

# 2430B - Martin Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai	+/-	Age
2430B	0.098855	0.0007285	0.0157766	0.000312	0.000206	3.14E-05	-0.000132	0.000125	5.75E-06	2.26E-05	6.158212	0.442615	106
2430B	0.839606	0.0019224	0.1316376	0.0006	0.001545	6.17E-05	0.0004432	0.000125	4.56E-05	1.45E-05	6.275806	0.04573	108
2430B	0.398395	0.002305	0.0600499	0.000435	0.000686	6.17E-05	0.0001681	0.000125	2.57E-05	1.45E-05	6.50808	0.09374	112
2430B	0.537926	0.0010335	0.0823935	0.0006	0.001003	6.17E-05	6.80E-05	0.000125	1.57E-05	1.45E-05	6.472447	0.071302	112
2430B	0.694997	0.0022326	0.1035999	0.000714	0.001126	8.20E-05	0.000469	0.000125	5.56E-05	2.26E-05	6.549916	0.081557	113
2430B	0.346269	0.0017677	0.0528054	0.000466	0.000615	7.18E-05	0.0001182	0.000125	1.57E-05	1.45E-05	6.469692	0.104707	112
2430B	0.305326	0.0018502	0.0480103	0.000312	0.000635	3.14E-05	-7.17E-06	0.000126	1.57E-05	1.45E-05	6.262874	0.105355	108

0.000904 0.0902479 0.001003 0.001269 0.0001126 -8.24E-05 0.000126 1.57E-05 2.26E-05 6.337167 0.102615 2430B 0.576566 109 2430B 0.0624271 0.000538 0.000809 -7.17E-06 0.000126 2.57E-05 2.26E-05 6.590395 0.123508 114 0.419018 0.0015211 5.15E-05 2430B 0.416857 0.0029484 0.0660853 0.000652 0.000911 6.17E-05 0.0003443 0.000126 2.56E-05 2.26E-05 6.193289 0.126186 107 0.00987 +/-0.0000493 J value

#### 2430B - Martin Kompleksi - muskovit

Sample 40Ar +/-39Ar 37Ar 36Ar +/-+/-38Ar +/-+/-40Ar\*/39Ai +/-Age 2430B 5.286895 0.0073661 0.7611339 0.002099 0.006575 0.0003784 0.1769122 0.000258 0.002568 4.03E-05 5.94904 0.024655 101 2430B 2.821851 0.0021254 0.4415198 0.000777 0.003836 0.0001947 0.4179751 0.000258 0.000154 2.06E-05 6.287995 0.018334 107 2430B 3.544222 0.0018602 0.5678698 0.000972 0.004858 0.0001234 0.0127143 0.000258 0.000102 2.06E-05 6.188373 0.01543 105 2430B 0.561646 0.0011718 0.0899195 0.000291 0.000811 3.34E-05 0.01198 0.000258 2.18E-05 2.06E-05 6.174378 0.071819 105 2430B 1.214649 0.0015467 0.1919304 0.000497 0.001526 4.30E-05 0.0010436 0.000212 4.47E-05 2.50E-05 6.259733 0.042531 107 2430B 1.929589 0.0032474 0.3034539 0.000777 0.002361 0.0001431 2.81E-05 0.000309 3.00E-05 2.24E-05 6.329548 108 0.02918 2430B 1.019922 0.0015977 0.1593214 0.000849 0.001083 -6.57E-05 0.00031 -2.00E-05 2.24E-05 6.438727 0.054763 7.15E-05 109 2430B 1.523722 0.0022879 0.2313965 0.000651 0.00195 9.24E-05 0.0023282 0.000357 0.000104 1.80E-05 6.451594 0.030947 110 2430B 1.863901 0.0010155 0.2264953 0.0006 0.002308 9.24E-05 0.0027985 0.000357 0.001694 2.50E-05 6.01888 0.036579 103 0.953456 0.0012115 0.0874354 0.000259 0.001025 2430B 6.14E-05 0.0009397 0.000282 0.00147 3.16E-05 5.937458 0.109189 101 0.00972 +/-J value 0.0000486

#### 2456 - Martin Kompleksi - muskovit

Sample 40Ar +/-39Ar +/-38Ar 37Ar +/-36Ar +/-40Ar\*/39Ai +/-+/-Age 2456 Ms 0.182579 0.0029115 0.0253864 0.000403 0.000381 2.59E-05 6.23E-05 0.000144 2.89E-05 2.18E-05 6.855931 0.299307 117 2456 Ms 0.404198 0.0018722 0.0567337 0.000569 0.00079 8.33E-05 0.0009858 0.000144 6.86E-05 2.18E-05 6.767031 0.136444 115 2456 Ms 0.295391 0.0015101 0.0425532 0.000486 0.000462 5.35E-05 0.0010523 0.000144 2.86E-05 1.33E-05 6.743015 0.125309 115 2456 Ms 0.664975 0.0039117 0.0966596 0.00093 0.001178 4.38E-05 0.0021089 0.000144 0.000108 3.12E-05 6.548371 0.121394 111 2456 Ms 0.25068 0.0010071 0.0376232 0.000393 0.000432 7.33E-05 0.0009211 0.000144 2.86E-05 1.33E-05 6.437927 0.127 110 0.002142 0.0503567 0.000383 0.000626 6.33E-05 0.0009214 0.000144 3.86E-05 2.18E-05 6.723177 0.144323 2456 Ms 0.349977 114 2456 Ms 0.347752 0.0023602 0.0516177 0.000589 0.000646 8.33E-05 0.0009219 0.000144 3.86E-05 1.33E-05 6.515846 0.115801 111 2456 Ms 0.396549 0.0022355 0.0525066 0.00029 0.000667 7.33E-05 0.0009222 0.000144 0.000159 2.18E-05 6.659546 0.135116 113 2456 Ms 0.429981 0.0029636 0.0639265 0.000517 0.000698 5.35E-05 0.0023783 0.000144 1.83E-05 2.18E-05 6.641768 0.123355 113 J value 0.00987 +/-0.0000493

### 2478 - Kürek Granitoyidi - hornblend

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Aı +/-	Age	
2478	0.081012	0.0013514	0.0055143	0.000186	0.000119	4.22E-05	0.0400244	0.000222	2.74E-05	1.54E-05	13.22318 0.967999	)	218

2478 0.372066 0.0031806 0.0210801 0.000196 0.000507 6.22E-05 0.2145707 0.000222 0.000141 2.32E-05 256 15.6716 0.386576 2478 0.346368 0.0029826 0.0211883 0.000217 0.000436 0.159455 0.000222 0.000156 2.32E-05 14.17507 0.381023 233 4.22E-05 2478 0.338193 0.0027951 0.0223983 0.000372 0.000426 6.22E-05 0.1423997 0.000222 0.00018 2.32E-05 12.7208 0.391842 210 2478 0.289091 0.0021811 0.0168237 0.000424 0.000426 6.22E-05 0.1481588 0.000222 0.000169 3.22E-05 14.2198 0.681731 233 2478 0.335796 0.0028264 0.0193026 0.00032 0.000528 7.23E-05 0.2143438 0.000222 0.000141 2.32E-05 15.23488 0.459404 249 2478 0.299899 0.0009506 0.0179341 0.000403 0.000354 4.22E-05 0.1570836 0.000222 0.000106 3.22E-05 14.96957 0.630332 245 2478 0.416363 0.0021603 0.0281668 0.000331 0.000446 5.21E-05 0.1089313 0.000222 0.000149 1.54E-05 13.21749 0.23655 218 2478 0.365877 0.0030764 0.021983 0.000351 0.000528 5.21E-05 0.1930355 0.000222 0.000217 2.32E-05 13.72873 0.405742 226 2478 0.798387 0.0032952 0.0495895 0.000455 0.001039 9.26E-05 0.3047187 0.000222 0.000457 4.17E-05 13.37522 0.284804 220 0.00972 +/-0.0000486 J value

### 3144 - Domuzdağ Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai	+/-	Age
3144	0.170058	0.0008444	0.017063	NaN	0.000226	4.24E-05	0	0.000155	1.50E-05	NaN	9.70666	0.049489	118
3144	0.14648	0.0005701	0.0134786	0.000417	0.000298	4.24E-05	-7.77E-05	0.000155	4.50E-05	3.04E-05	9.880602	0.734686	120
3144	0.085687	0.0006862	0.0089875	0.000333	0.000144	5.24E-05	-0.000194	0.000156	-4.95E-06	2.06E-05	9.696702	0.771181	118
3144	0.075802	0.0009605	0.0073517	0.000261	0.000123	3.25E-05	-0.000428	0.000155	4.51E-05	2.06E-05	8.497453	0.891295	104
3144	0.079529	0.0003803	0.0084248	0.000208	0.000103	4.24E-05	-0.000156	0.000156	5.50E-05	2.06E-05	7.509238	0.747945	92
3144	0.182762	0.0016148	0.0148744	0.000271	0.000164	2.30E-05	0.000623	0.000156	0.000145	3.04E-05	9.409642	0.637371	115
3144	0.173394	0.0013193	0.0180842	NaN	0.000134	5.24E-05	0	0.000156	4.50E-05	NaN	8.852845	0.072953	108
3144	0.260209	0.0023537	0.0254464	0.000293	0.000407	6.17E-05	0.000267	0.000185	7.79E-05	4.84E-05	9.320793	0.579832	114
3144	0.152224	0.0008873	0.0143901	0.000449	0.000201	3.08E-05	0.0006368	0.000185	7.78E-05	4.29E-05	8.980077	0.927335	110
3144	0.124468	0.0016151	0.0119101	0.000242	0.00015	2.06E-05	0.000596	0.000185	3.78E-05	3.93E-05	9.5117	1.003046	116
3144	0.149973	0.0007502	0.0147344	0.000283	0.000243	6.17E-05	6.17E-05	0.000185	0.000128	4.29E-05	7.611695	0.875014	93
3144	0.073173	0.0003397	0.0061795	0.0002	6.78E-05	5.14E-05	-0.000267	0.000185	4.81E-05	4.29E-05	9.542645	2.077389	116
3144	0.357941	0.0020055	0.0347102	0.000325	0.000428	4.11E-05	0.0002679	0.000185	0.000138	4.29E-05	9.138027	0.379851	112
J value	0.00695	+/-	0.0000349										

#### 3148 - Domuzdağ Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai+/	/_	Age
3148	0.112399	0.0008029	0.0114085	0.000211	0.00014	3.08E-05	0.0028254	0.000186	-2.75E-06	4.29E-05	9.923388 1	.129466	12 <sup>-</sup>
3148	0.139903	0.0006027	0.0137025	0.000356	0.000232	3.08E-05	0.0005164	0.000186	2.79E-05	4.29E-05	9.609152 0	).960067	117
3148	0.104795	0.0006756	0.0108063	0.000317	8.74E-05	4.01E-05	-0.000461	0.000251	-1.49E-05	4.61E-05	10.10439 1	.296422	123
3148	0.122868	0.0009289	0.0125879	0.000276	0.000149	4.01E-05	4.19E-05	0.000251	2.50E-05	4.92E-05	9.174233 1	.175683	112
3148	0.120514	0.0006018	0.011503	0.000368	8.74E-05	4.85E-05	0.0018027	0.000252	1.45E-05	4.92E-05	10.10364 1	.306813	123

3148 0.159741 0.0010027 0.0164541 0.000185 0.000231 5.74E-05 -0.00021 0.000252 4.51E-05 4.92E-05 8.899176 0.892089 109 3148 0.097072 0.0011927 0.0105664 0.000255 0.00019 3.29E-05 -8.39E-05 0.000252 2.50E-05 4.92E-05 8.487041 1.396935 104 3148 0.309079 0.0011821 0.0345331 0.000503 0.000426 6.68E-05 0.0005049 0.000252 6.49E-05 5.41E-05 8.395157 0.479889 103 3148 0.183102 0.0016464 0.0183401 0.000276 0.000242 3.29E-05 -4.21E-05 0.000252 1.50E-05 5.41E-05 9.741828 0.88819 119 3148 0.340837 0.0017098 0.0380242 0.000555 0.000509 5.74E-05 0.0001684 0.000253 8.50E-05 5.41E-05 8.303456 0.439715 102 3148 0.180775 0.0009711 0.0189652 0.000255 0.00019 8.42E-05 0.000253 4.98E-06 5.41E-05 9.454335 0.853785 6.68E-05 115 3148 0.319627 0.0014248 0.0339388 0.000348 0.000488 9.60E-05 0.0011374 0.000253 0.000105 5.41E-05 8.506162 0.480732 104 4.85E-05 0.0004636 0.000253 9.49E-05 4.92E-05 8.031784 0.731575 0.19216 0.0015726 0.0204343 0.000379 0.000252 98 3148 0.0000349 0.00698 +/-J value

### 2757 - Çangaldağ Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Aı	+/-	Age	
2757	0.559512	0.0014773	0.0528964	0.000606	0.000654	6.17E-05	0.0001252	5.37E-05	4.50E-05	2.06E-05	10.32631	0.167471	12	3
2757	0.499184	0.001076	0.0484053	0.000337	0.000561	0.0001028	0.0003043	5.37E-05	1.49E-05	3.04E-05	10.2215	0.200055	12	2
2757	0.526859	0.0036727	0.0492235	0.000688	0.000527	4.12E-05	-1.79E-05	0.000233	3.00E-05	2.83E-05	10.52327	0.236672	12	6
2757	0.449931	0.0023958	0.0415021	0.000262	0.000478	0.0001029	0.000466	3.58E-05	9.88E-06	3.00E-05	10.77085	0.231507	12	8
2757	0.284771	0.0024892	0.0274774	0.000325	0.000355	5.16E-05	-0.000179	3.59E-05	-9.95E-06	2.00E-05	10.47087	0.264126	12	5
2757	0.258192	0.001028	0.0243039	0.000375	0.000267	4.24E-05	0.0007175	0.000143	4.81E-06	2.06E-05	10.565	0.302081	12	6
2757	0.213635	0.0015506	0.0206262	0.000271	0.000226	3.25E-05	-3.59E-05	0.000144	5.01E-06	3.04E-05	10.28568	0.462404	12	3
2757	0.219709	0.0010375	0.0218087	0.000313	0.000195	7.27E-05	0.0002513	3.59E-05	-5.07E-06	1.80E-05	10.14303	0.288379	12	1
2757	0.207052	0.001676	0.0196938	0.00023	0.000206	5.24E-05	-0.000323	3.59E-05	-4.91E-06	1.80E-05	10.5873	0.309397	12	6
2757	0.153294	0.0012187	0.0138429	0.000263	1.54E-05	3.45E-05	-0.000162	8.98E-05	3.50E-05	2.06E-05	10.32579	0.489808	12	3
2757	0.370239	0.0018502	0.034297	0.000574	0.000365	4.39E-05	0.0001617	8.99E-05	1.50E-05	1.12E-05	10.66622	0.209962	12	7
2757	0.172675	0.0010393	0.0164894	0.000542	0.000128	5.36E-05	0.0001079	3.60E-05	3.00E-05	2.00E-05	9.934738	0.488969	11	9
2757	0.596433	0.0017821	0.0561683	0.000271	0.000745	4.39E-05	0.0002878	3.60E-05	2.99E-05	3.00E-05	10.46125	0.168734	12	5
2757	0.330165	0.0018346	0.030233	0.000396	0.000313	6.36E-05	0.0005757	3.60E-05	9.85E-06	2.00E-05	10.82444	0.249047	12	9
J value	0.00987	+/-	0.0000493											

#### 2777 - Çangaldağ Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai+	-/-	Age	
2777	0.434864	0.0025415	0.038657	0.00074	0.000365	3.45E-05	0.001705	1.83E-05	-3.55E-05	6.02E-05	11.5203	0.514569		137
2777	0.194971	0.0011537	0.0186928	0.000495	0.000334	8.36E-05	0.0009352	1.83E-05	-5.52E-05	5.41E-05	11.30365	0.908016		135
2777	0.201401	0.0008922	0.0184534	0.000451	0.00017	5.16E-05	0.0004954	5.50E-05	-1.51E-05	3.20E-05	11.15628	0.582701		133
2777	0.123395	0.0005268	0.0102324	0.000195	7.71E-05	6.19E-05	1.84E-05	5.51E-05	-5.50E-05	3.20E-05	13.64773	0.961716		161
2777	0.342049	0.0019144	0.0282167	0.000459	0.000349	9.75E-05	0.0009365	5.51E-05	-2.02E-05	3.61E-05	12.33429	0.43293		146

2777 0.260384 0.0010545 0.0234292 0.000407 0.000149 0.000373 0.000112 -5.01E-05 2.24E-05 11.74554 0.350898 140 4.14E-05 2777 0.061872 0.0004857 0.005955 NaN 3.13E-05 0 0.000112 -1.00E-05 NaN 10.88613 0.081565 130 3.60E-05 2777 0.110008 0.0009397 0.0102587 0.000303 7.71E-05 3.29E-05 -0.000224 7.47E-05 -6.49E-05 4.03E-05 12.59399 149 1.22257 2777 0.356512 0.0015719 0.0333282 0.000417 0.000498 7.64E-05 0.0004854 7.47E-05 4.87E-06 4.61E-05 10.65382 0.432496 127 2777 0.061175 0.0005529 0.0054233 0.000167 9.04E-05 5.02E-05 0.0004934 0.00019 1.99E-05 2.24E-05 10.19737 1.262513 122 2777 0.150569 0.0011888 0.0135201 0.00019 -4.00E-05 NaN NaN 0.000152 4.22E-05 0 12.01095 0.087926 143 2777 0.123693 0.0005066 0.0111488 0.000229 0.00017 4.85E-05 0.0010256 7.60E-05 1.47E-05 3.20E-05 10.70436 0.877831 128 0.07966 0.0006332 0.006648 0.000198 4.62E-05 5.74E-05 3.80E-05 7.60E-05 2.50E-05 3.20E-05 10.87175 1.462548 130 2777 2777 0.446316 0.0011789 0.0384967 0.000532 0.000529 7.36E-05 0.0005513 9.51E-05 -4.01E-05 3.61E-05 11.90177 0.323408 141 2777 0.201776 0.0012208 0.0177506 0.000376 1.90E-05 9.51E-05 9.99E-06 4.24E-05 11.20086 0.748244 0.00018 5.36E-05 133 0.00987 +/-0.0000493 J value

### 2912 - Saka Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai	+/-	Age	
2912	3.435916	0.003841	0.2337935	0.000425	0.002819	7.37E-05	0.0005093	0.000401	0.000498	9.48E-05	14.06693	0.123675		163
2912	0.841718	0.0029963	0.0557556	0.000332	0.000673	4.45E-05	0.0009117	0.000401	9.80E-05	9.22E-05	14.57716	0.499082		168
2912	1.121499	0.0032787	0.0770784	0.000559	0.000938	5.40E-05	0.002387	0.000401	0.000178	9.22E-05	13.8677	0.369872		161
2912	1.92592	0.003263	0.1344597	0.000435	0.001705	7.37E-05	0.0025253	0.000402	0.000268	9.22E-05	13.73442	0.208809		159
2912	1.01772	0.0033383	0.0622084	0.000435	0.000805	5.40E-05	0.0007795	0.000402	0.000528	9.22E-05	13.85178	0.451646		160
2912	1.035062	0.0016588	0.0719671	0.000383	0.00086	3.71E-05	0.0015272	0.000634	0.000145	3.12E-05	13.78705	0.149539		160
2912	1.453993	0.0027751	0.0904879	0.000239	0.001156	6.48E-05	0.0018118	0.000634	0.000535	2.60E-05	14.32125	0.097823		166
2912	1.616939	0.0016392	0.1121731	0.000311	0.00131	4.59E-05	-0.000178	0.000635	0.000105	3.12E-05	14.13807	0.092288		164
2912	3.017185	0.002358	0.2062869	0.000476	0.002403	6.48E-05	0.00096	0.000635	0.000355	3.12E-05	14.11763	0.056512		163
2912	3.851973	0.0039474	0.2596364	0.000518	0.003068	2.92E-05	0.0005336	0.000635	0.000465	2.60E-05	14.3068	0.043805		165
J value	0.00671	+/-	0.0000336											

#### 3042 - Saka Kompleksi - muskovit

~ ~ •

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai	+/-	Age
3042	1.789879	0.0026323	0.1141069	0.000342	0.001402	5.52E-05	0.0016726	0.000636	0.000485	3.12E-05	14.42998	0.094561	168
3042	2.597024	0.0022266	0.1556056	0.000352	0.001984	5.52E-05	0.0026705	0.000636	0.000965	3.12E-05	14.85722	0.069662	172
3042	2.251454	0.0027139	0.14361	0.000352	0.001729	5.52E-05	0.0011041	0.000636	0.000345	3.84E-05	14.96767	0.089167	174
3042	1.324114	0.001341	0.0848729	0.000383	0.001075	3.71E-05	0.0015329	0.000637	0.000365	3.12E-05	14.33034	0.127505	167
3042	3.59521	0.0021058	0.1320694	0.000559	0.002465	6.48E-05	0.0028178	0.000637	0.005845	4.66E-05	14.14417	0.121349	165
3042	3.998012	0.0241272	0.2005066	0.001189	0.003006	9.43E-05	0.002962	0.000637	0.003725	4.66E-05	14.44977	0.162946	168
3042	1.672713	0.0013598	0.1006017	0.000239	0.00132	4.59E-05	0.0018205	0.000638	0.000615	3.84E-05	14.82063	0.118946	172

 3042
 4.143408
 0.0204302
 0.2516568
 0.0012
 0.003205
 6.24E-05
 0.0053612
 0.000268
 0.001657
 2.91E-05
 14.51867
 0.112053
 169

 3042
 3.304357
 0.0022299
 0.1531784
 0.000457
 0.002499
 8.25E-05
 0.0056528
 0.000268
 0.003517
 4.53E-05
 14.78695
 0.0989
 172

 J value
 0.00675 +/ 0.0000338
 0.000338
 0.00268
 0.003517
 4.53E-05
 14.78695
 0.0989
 172

### 3061C - Saka Kompleksi - muskovit

+/-Sample 40Ar 39Ar +/-38Ar +/-37Ar +/-36Ar +/-40Ar\*/39Ai+/-Age 3061c 0.842045 0.0010948 0.0578024 0.000354 0.00068 5.23E-05 0.000145 0.000269 0.000147 2.91E-05 13.81542 0.172335 162 3061c 1.427825 0.0011413 0.1006973 0.000354 0.001191 5.23E-05 -0.00029 0.000269 0.000107 2.91E-05 13.86496 0.099061 162 1.261076 0.0023216 0.0878123 3061c 0.00119 0.001089 4.24E-05 0.0011612 0.000269 0.000177 2.91E-05 13.76493 0.212374 161 0.486267 0.0038964 0.0231907 0.000292 0.000394 3061c 2.34E-05 0.0007261 0.000269 0.000587 3.67E-05 13.4867 0.525494 158 3061c 1.168535 0.0008716 0.0811941 0.000344 0.000997 4.24E-05 0.0010177 0.000269 0.000147 2.91E-05 13.85637 0.121648 162 3061c 0.935563 0.0021081 0.066127 0.000313 0.000823 5.23E-05 0.0005818 0.000269 8.71E-05 2.91E-05 13.75855 0.149012 161 3061c 1.905658 0.0023216 0.13503 0.00058 0.00162 -1.97E-19 0.000269 0.000187 2.91E-05 13.70331 0.088496 6.24E-05 161 1.115576 0.0146793 0.0773989 0.000963 0.000895 0.00027 0.000137 3.67E-05 13.88973 0.292353 3061c 3.27E-05 0.0005828 163 3061c 0.972633 0.0008699 0.0682104 0.000186 0.00079 4.30E-05 0 0.000296 0.000115 2.06E-05 13.7611 0.097742 161 0.000034 J value 0.00679 +/-

#### 3140 - Saka Kompleksi - muskovit

Sample	40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-	40Ar*/39Ai	+/-	Age	
3140	0.235405	0.0012981	0.0170886	0.000386	0.000252	4.85E-05	0.000571	7.61E-05	3.48E-05	3.91E-05	13.17295	0.741691	1	59
3140	0.276602	0.0013825	0.0200793	0.000313	0.000303	4.85E-05	0.0004571	7.62E-05	7.49E-05	3.20E-05	12.67354	0.515428	1	53
3140	0.233227	0.0015514	0.0163069	0.00049	0.000221	4.01E-05	0.0009525	7.62E-05	4.47E-05	3.20E-05	13.49152	0.714017	1	62
3140	0.159568	0.0010976	0.0120033	0.00024	7.71E-05	4.85E-05	0.0010293	7.62E-05	2.47E-05	3.20E-05	12.68495	0.832897	1	53
3140	0.435569	0.001773	0.0314265	0.000396	0.000478	8.61E-05	0.0008394	7.63E-05	5.48E-05	3.91E-05	13.34485	0.407782	1	61
3140	0.738665	0.0017308	0.0528391	0.000615	0.000786	4.01E-05	0.0019464	7.63E-05	0.000154	3.20E-05	13.11556	0.237523	1	58
3140	0.293812	0.0020474	0.0216422	0.000365	0.000324	4.85E-05	0.0005346	7.64E-05	4.49E-05	2.69E-05	12.96338	0.437985	1	56
3140	0.163718	0.0010238	0.0117071	0.000365	0.000134	6.25E-05	-7.74E-05	0.000155	-2.50E-05	3.04E-05	14.61503	0.896835	1	75
3140	0.118119	0.0011927	0.0088622	0.000271	0.000144	2.30E-05	0.0002323	0.000155	-3.51E-05	1.12E-05	14.49753	0.594634	1	74
3140	0.310849	0.0009078	0.0224295	0.000354	0.000277	5.24E-05	-0.000155	0.000155	-3.50E-05	2.06E-05	14.31951	0.355775	1	72
3140	0.134436	0.0010871	0.0100087	0.000261	7.19E-05	3.25E-05	-0.000155	0.000155	-3.50E-05	3.04E-05	14.46408	0.979744	1	74
3140	0.248415	0.0016464	0.0186992	0.000354	0.000236	5.24E-05	-0.000233	0.000155	-1.49E-05	2.06E-05	13.52087	0.423707	1	63
3140	0.174055	0.00076	0.0124365	0.000229	0.000175	4.24E-05	-3.88E-05	0.000155	5.01E-06	2.06E-05	13.87641	0.556002	1	67
J value	0.00691	+/-	0.0000345											

Average blanks

40Ar	+/-	39Ar	+/-	38Ar	+/-	37Ar	+/-	36Ar	+/-
0.0057	0.0024	4 0.0000133	0.0000015	0.000016	0.000008	0.0000214	0.0000064	0.000111	0.000022

+/-	40Ar*/39Aı	+/-	Age	+/-		+/-(no J er	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
1.46E-05	9.472305	0.068391	1	50	1	1.040998	0.102454	0.000421	9.99E-05	1.94E-05	0.004697	0.000235	0.008564	0.000273
2.27E-05	9.545579	0.086074	1	51	1	1.309347	0.101932	0.000348	9.14E-05	2.74E-05	0.000755	0.000216	0.008715	0.000369
1.46E-05	9.40849	0.0705	1	49	1	1.073681	0.104165	0.000539	6.75E-05	1.78E-05	0.003935	0.000213	0.009541	0.000365
1.46E-05	9.611789	0.043489	1	52	1	0.661174	0.102086	0.000387	6.35E-05	8.05E-06	0.002698	9.84E-05	0.009251	0.000278
1.46E-05	9.562159	0.042193	1	52	1	0.641742	0.102022	0.000275	8.27E-05	1.15E-05	0.002801	0.00014	0.009892	0.000395
1.46E-05	9.500947	0.093601	1	51	2	1.42438	0.102715	0.000598	8.16E-05	2.62E-05	0.001589	0.000318	0.009423	0.000544
1.46E-05	9.429595	0.068901	1	50	1	1.049134	0.102464	0.000504	0.000114	1.75E-05	0.006187	0.000215	0.010028	0.000366
1.46E-05	9.464328	0.050134	1	50	1	0.763156	0.102484	0.000312	0.000102	1.41E-05	0.009629	0.000173	0.009332	0.000389
2.27E-05	9.586814	0.054797	1	52	1	0.83327	0.101303	0.000337	9.76E-05	1.52E-05	0.005683	0.000122	0.009878	0.000341
1.46E-05	9.425189	0.043908	1	50	1	0.668598	0.102678	0.000301	0.000109	1.18E-05	0.002434	0.000143	0.010408	0.000563
1.46E-05	9.571344	0.060876	1	52	1	0.925835	0.100459	0.00031	0.00013	1.80E-05	0.003141	0.000225	0.009398	0.000382
2.27E-05	9.515562	0.078418	1	51	1	1.193184	0.101298	0.000376	0.000122	2.40E-05	0.005248	0.000192	0.010126	0.000327

+/-	40Ar*/39Aı	+/-	Age	+,	/_	-	+/-(no J er	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
1.37E-05	9.208329	0.128443		146.2	2.	1	1.959431	0.093935	0.000499	0.000457	3.77E-05	0.000406	0.000777	0.010788	0.000633
1.37E-05	9.206956	0.05679		146.2	1.	1	0.866347	0.096773	0.000406	0.000369	1.35E-05	0.000141	0.00027	0.009844	0.000222
1.37E-05	9.244886	0.045717		146.8	1.	0	0.697206	0.098271	0.00027	0.00031	1.23E-05	0.001392	0.000242	0.009864	0.000377
2.21E-05	9.243557	0.122319		146.8	2.	0	1.865455	0.097276	0.000389	0.000341	3.84E-05	0.000248	0.000475	0.009327	0.000562
2.21E-05	9.049332	0.08771		143.8	1.	5	1.339835	0.100387	0.000341	0.00031	2.78E-05	0.003313	0.000334	0.00936	0.00052
1.37E-05	9.128799	0.052597		145.0	1.	1	0.802926	0.097302	0.000266	0.000378	1.50E-05	0.002344	0.000299	0.008614	0.000353
2.21E-05	8.851173	0.072993		140.8	1.	3	1.116898	0.10272	0.000359	0.000307	2.29E-05	0.00239	0.000269	0.009707	0.00042
2.21E-05	9.145281	0.09594		145.3	1.	6	1.464369	0.098495	0.000501	0.000336	2.79E-05	0.003746	0.000342	0.010349	0.000405
2.21E-05	9.280963	0.066613		147.4	1.	2	1.015567	0.095986	0.000358	0.000369	1.83E-05	0.001323	0.00023	0.009262	0.000446
2.21E-05	9.389365	0.091285		149.0	1.	6	1.390442	0.097456	0.000336	0.000287	2.80E-05	0.000908	0.000348	0.008935	0.000283
1.53E-05	9.11259	0.107532		144.8	1.	8	1.641757	0.098843	0.000475	0.000336	3.28E-05	0.000526	0.000607	0.010012	0.000672
1.53E-05	9.447118	0.097742		149.9	1.	7	1.488074	0.093191	0.000355	0.000405	2.86E-05	-8.11E-05	-0.00056	0.009054	0.00042

39/40 +/-36/40 37/39 +/-38/39 +/-+/-1 0.15242 0.001251 0.000214 1.37E-05 0.057618 0.000484 0.011855 0.000421 2 0.155804 0.001023 0.00028 5.79E-05 0.120519 0.001204 0.013249 0.000984 6 0.067556 0.000703 0.001891 7.69E-05 19.44325 0.195489 0.019183 0.001573 2 0.120385 0.001082 0.000712 5.36E-05 2.359818 0.019239 0.013134 0.000508 1 0.160231 0.001034 1.90E-05 0.031268 0.000307 0.012426 0.000443 0.00012 9.76E-06 0.077351 0.000294 0.012943 0.000399 1 0.161817 0.000646 9.65E-05 0.00018 1 0.151313 0.000625 1.37E-05 0.01801 0.000163 0.012421 0.000435 1 0.153705 0.001043 0.000224 2.01E-05 0.022819 0.000256 0.013133 0.000534 1 0.1612 0.000369 8.21E-05 5.75E-06 0.041203 0.000137 0.013112 0.000303 3 0.134676 0.00154 0.000524 7.69E-05 0.064504 0.001174 0.01287 0.00135 0.000582 2 0.129497 0.001329 5.72E-05 0.043336 0.001038 0.01257 0.000838 2 0.132831 0.001122 0.000632 5.34E-05 0.447648 0.003375 0.014852 0.000764 1 0.148211 0.000976 0.000285 3.31E-05 0.034322 0.00072 0.015471 0.000982 1 0.15165 0.000842 0.000197 2.06E-05 0.010393 0.000428 0.011763 0.00054 0.000176 1.71E-05 0.050196 0.000192 0.013218 0.000343 1 0.153401 0.000431

+/-

+/-

Mean =  $102.1 \pm 1.0$  [1.0%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 1 of 16 rej. MSWD = 13, probability = 0.000

39/40 +/-37/39 38/39 36/40 +/-+/-+/-3 0.149457 0.003365 0.0002 6.05E-05 0.017002 0.005328 0.01365 0.001651 1 0.147623 0.000975 0.000356 2.03E-05 0.033629 0.000688 0.013084 0.000386 1 0.142289 0.001132 0.000451 2.24E-05 0.035263 0.000788 0.013734 0.000646 1 0.147015 0.001014 0.000344 2.41E-05 0.052987 0.000844 0.012814 0.000618 1 0.146525 0.001267 0.000151 1.47E-05 0.015441 0.000311 0.01248 0.000244 0.14419 0.000685 0.000228 1.89E-05 0.02168 0.000633 0.01199 0.000321 1 0.000479 1 0.137558 0.000762 2.25E-05 0.289004 0.001726 0.012867 0.000799 1 0.145891 0.000574 0.000216 1.65E-05 0.022219 0.000463 0.013607 0.000502 2 0.143078 0.000914 0.000175 5.59E-05 0.035205 0.001897 0.014418 0.001394 1 0.151062 0.000593 0.000218 1.58E-05 0.022813 0.000363 0.013257 0.000351 0.000189 1 0.151219 0.000808 1.84E-05 0.021587 0.000429 0.01331 0.000478 0.000259 1 0.147745 0.000738 2.04E-05 0.023788 0.000675 0.012634 0.000702 1.40E-05 0.052959 0.000604 0.014187 0.001089 1 0.139442 0.000763 0.000341 9.82E-06 0.026687 0.000285 0.012362 0.000392 1 0.149516 0.000757 0.000157

Mean =  $105.6 \pm 1.3$  [1.3%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 18 rej. MSWD = 28, probability = 0.000 

 1
 0.146622
 0.000623
 0.000278
 1.64E-05
 0.021001
 0.000455
 0.012763
 0.000486

 1
 0.141174
 0.000867
 0.000308
 1.04E-05
 0.013001
 0.000249
 0.011855
 0.000315

 1
 0.142179
 0.001008
 0.000209
 1.14E-05
 0.018312
 0.000275
 0.013619
 0.000239

 1
 0.134759
 0.001067
 0.000333
 2.39E-05
 0.03084
 0.000624
 0.013712
 0.000597

,	40.4 */00.4	,	•	,		00/40	,	00/40	,	07/00	,	00/00	,
+/-	40Ar^/39A	+/-	Age	+/-	+/-(no J e	r 39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
1.54E-05	9.825919	0.083699	150	6 1	1.270209	0.086811	0.000295	0.000497	2.24E-05	0.005752	0.000181	0.011563	0.000363
1.54E-05	9.8894	0.063179	15	7 1	0.958292	0.090429	0.000189	0.000358	1.82E-05	0.023445	0.000146	0.011584	0.000543
2.32E-05	10.10945	0.107752	160	) 2	1.631353	0.078176	0.000335	0.00071	2.56E-05	0.012055	0.000157	0.01178	0.000446
1.54E-05	10.1986	0.077728	16 <sup>-</sup>	1 1	1.175917	0.08435	0.000394	0.000473	1.72E-05	0.01278	0.000153	0.010527	0.00042
1.54E-05	10.20623	0.06644	16 <sup>-</sup>	1 1	1.00507	0.090673	0.0003	0.000252	1.75E-05	0.011719	0.000139	0.011599	0.000395
1.11E-05	10.25089	0.052417	162	2 1	0.792643	0.087681	0.0002	0.000342	1.39E-05	0.010196	0.000181	0.00996	0.000441
2.05E-05	10.28755	0.103254	163	3 2	1.560919	0.085306	0.000392	0.000414	2.63E-05	0.012721	0.000197	0.010009	0.000617
2.32E-05	10.31058	0.092151	163	3 2	1.392807	0.088015	0.000267	0.000313	2.57E-05	0.02262	0.000147	0.01051	0.000273
2.32E-05	10.3526	0.122578	164	4 2	1.85204	0.080902	0.000411	0.00055	3.02E-05	0.009403	0.000178	0.01029	0.000508
1.54E-05	10.41246	0.091627	16	5 2	1.383696	0.085884	0.000547	0.000358	1.82E-05	0.016586	0.00018	0.0122	0.000306

+/-	40Ar*/39Ai	+/-	Age	+/-		+/-(no J er	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
2.26E-05	9.797129	0.198455	1	66	3	3.218546	0.087218	0.000949	0.000492	4.80E-05	0.169207	0.003949	0.014704	0.001058
4.14E-05	9.573111	0.188617	1	63	3	3.065164	0.086317	0.000826	0.000588	4.76E-05	0.152472	0.002418	0.016774	0.000851
3.18E-05	9.188908	0.337921	1	56	6	5.510533	0.082102	0.001184	0.000831	8.49E-05	0.253265	0.005803	0.019626	0.001735
3.18E-05	9.684413	0.25259	1	64	4	4.100656	0.084617	0.001072	0.000611	6.25E-05	0.265183	0.004668	0.016887	0.001022
3.18E-05	9.423894	0.267772	1	60	4	4.357354	0.073373	0.001058	0.001044	5.64E-05	0.400158	0.006607	0.015836	0.001297
3.18E-05	9.257387	0.369054	1	58	6	6.014506	0.073329	0.001128	0.001087	8.33E-05	1.106121	0.016434	0.020837	0.002261
3.18E-05	9.833477	0.387092	1	67	6	6.27581	0.075173	0.001997	0.000883	7.20E-05	0.433333	0.012208	0.018509	0.001953
2.26E-05	9.436847	0.595342	1	50 1	0	9.686636	0.073822	0.001899	0.001027	0.000134	0.432747	0.016127	0.020744	0.004295
3.18E-05	9.324377	0.180844	1	59	3	2.945448	0.070603	0.000799	0.001156	3.43E-05	0.327594	0.004238	0.018037	0.001579
4.14E-05	9.461063	0.227797	1	51	4	3.705607	0.07342	0.000698	0.001033	5.17E-05	0.390208	0.00441	0.017583	0.001082

+/- 40Ar\*/39A1+/- Age +/- +/-(no J er139/40 +/- 36/40 +/- 37/39 +/- 38/39 +/- 2.26E-05 7.605333 0.379793 130 6 6.275319 0.051507 0.000962 0.002058 6.04E-05 0.687959 0.014666 0.02157 0.002248

4.14E-05 8.361149 0.614877 10 10.08977 0.054263 0.000853 0.001849 0.000109 0.430321 0.009717 0.021445 0.003071 143 3.18E-05 9.492447 0.672931 11 10.92993 0.058968 0.001591 0.00149 0.000124 0.320184 0.013203 0.019033 0.002898 161 4.14E-05 9.434458 0.711853 12 11.56815 0.05662 0.001009 0.001576 0.000132 0.308974 0.010198 0.016877 0.00193 160 4.09E-05 7.797065 0.688805 133 11 11.36118 0.05353 0.001277 0.001972 0.000119 0.453967 0.012899 0.021664 0.002325 2.17E-05 9.359448 0.30386 5 4.941296 0.055825 0.000802 0.001616 5.05E-05 0.294928 0.007047 0.021606 0.002168 159 3.11E-05 9.659841 0.684235 11 11.09681 0.061655 0.001419 0.001369 0.000134 0.46273 0.013922 0.014256 0.002924 164 2.17E-05 9.973914 0.730609 169 12 11.81554 0.058238 0.001002 0.001418 0.000139 0.204983 0.015731 0.011364 0.00353 3.11E-05 9.454151 0.700748 161 11 11.38567 0.055922 0.001361 0.001595 0.000125 0.429387 0.014228 0.015373 0.003009 3.11E-05 9.854442 0.533016 9 8.629273 0.056452 0.001492 0.001502 8.74E-05 0.590498 0.016602 0.017721 0.003097 167

+/-	40Ar*/39A	+/-	Age	+/-	+/	/-(no J er⊨	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
2.10E-05	9.898976	0.143856	168	3 2	2	2.325138	0.092494	0.001027	0.000286	2.84E-05	0.010561	0.001241	0.011569	0.001209
2.10E-05	10.45998	0.143014	177	<b>7</b> 2	2	2.299955	0.085823	0.000721	0.000346	3.15E-05	0.00244	0.001475	0.012904	0.001083
2.10E-05	9.568554	0.223256	162	2 4	. 3	3.619181	0.083117	0.001447	0.000693	4.14E-05	0.010236	0.002015	0.016107	0.001734
2.10E-05	9.72356	0.151606	165	5 3	2	2.454257	0.097583	0.001131	0.000173	3.26E-05	0.001808	0.001348	0.013252	0.000995
2.10E-05	9.891397	0.193922	167	7 3	3	3.134562	0.092099	0.001497	0.000301	3.16E-05	0.015211	0.001393	0.012533	0.001349
2.10E-05	10.2062	0.145512	172	2 2	2	2.345443	0.093157	0.00096	0.000167	3.14E-05	0.009498	0.001364	0.013045	0.001166
2.10E-05	9.849649	0.179212	167	7 3	2	2.897874	0.095076	0.000876	0.000215	4.94E-05	0.004128	0.002098	0.013767	0.001789
2.10E-05	10.03804	0.184361	17(	) 3	2	2.976109	0.093879	0.00087	0.000195	5.03E-05	0.006973	0.002166	0.013163	0.001331
1.19E-05	10.21199	0.147499	173	3 3	2	2.377349	0.092101	0.001189	0.000201	1.97E-05	0.004919	0.001529	0.012409	0.001307
2.10E-05	10.31592	0.223961	174	4 4	. 3	3.606398	0.089452	0.001311	0.000261	4.93E-05	-0.0005	-0.00222	0.009225	0.001105

+/-	40Ar*/39A	+/-	Age	+/-	H	+/-(no J er⊨	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
3.10E-05	9.529675	0.281087	16 <sup>-</sup>	5	5	4.540732	0.091391	0.001526	0.000437	7.10E-05	0.040173	0.003711	0.014866	0.001318
3.10E-05	9.493248	0.120499	160	) 2	2	1.947203	0.099511	0.000761	0.000187	3.21E-05	0.013706	0.001522	0.013505	0.000859
2.15E-05	9.799998	0.140044	16	5 2	2	2.256824	0.097459	0.001195	0.000152	2.32E-05	0.010838	0.001621	0.014927	0.000814
2.15E-05	9.303101	0.217844	15	<b>7</b> 4	ł	3.526239	0.095648	0.001711	0.000373	4.43E-05	0.025052	0.003177	0.011687	0.001133
2.15E-05	9.222076	0.33388	150	5 5	5	5.408451	0.099126	0.002191	0.000291	8.78E-05	0.031864	0.006069	0.011416	0.001332
2.15E-05	8.80481	0.192551	149	) 3	3	3.130825	0.098017	0.001029	0.000464	5.51E-05	0.024273	0.003829	0.01177	0.000837
2.15E-05	9.060909	0.186015	153	3 3	3	3.017586	0.098826	0.001526	0.000354	3.99E-05	0.025752	0.002769	0.015349	0.000995
2.15E-05	9.149685	0.228472	15	5 4	ł	3.703367	0.097796	0.001512	0.000356	5.85E-05	0.048399	0.004131	0.013677	0.002296
2.15E-05	9.711025	0.141992	164	l 2	2	2.290042	0.094547	0.00079	0.000277	3.70E-05	0.029791	0.002679	0.013793	0.001317
2.15E-05	9.530141	0.165955	16 <sup>-</sup>	3	3	2.68086	0.096702	0.000956	0.000265	4.36E-05	0.025525	0.003076	0.015655	0.00109

+/	/_	40Ar*/39Ai	+/-	Age	+/-	+/-(no J er	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
2	4.04E-05	8.138491	0.494461	13	8 8	8.059865	0.078929	0.001256	0.00121	0.000126	0.197692	0.004558	0.016385	0.001712
5	5.03E-05	10.55058	0.747284	17	7 12	11.92116	0.052305	0.000546	0.001517	0.00013	0.362137	0.005533	0.015942	0.002608
7	7.02E-05	9.021651	0.464871	15	2 8	7.517552	0.060349	0.000671	0.001542	9.13E-05	0.508187	0.004913	0.017199	0.000933
6	6.03E-05	8.646804	0.582572	14	6 9	9.452687	0.052666	0.000608	0.001843	0.000102	0.455252	0.005643	0.019457	0.001699
2	4.09E-05	9.966824	0.499192	16	57 8	8.004746	0.0574	0.000944	0.001448	9.07E-05	0.355072	0.007786	0.019343	0.002452
2	4.09E-05	9.403711	0.680827	15	8 11	10.97225	0.047623	0.00065	0.001869	0.000106	0.19666	0.008034	0.02107	0.001875
2	4.09E-05	9.726653	0.471297	16	3 8	7.573618	0.054738	0.001298	0.001582	7.46E-05	0.216864	0.006845	0.01423	0.001793
6	6.06E-05	10.48429	0.686442	17	6 11	10.95698	0.056251	0.000849	0.001388	0.000127	0.378049	0.007549	0.016754	0.001641
6	6.06E-05	9.017362	0.639698	15	62 10	10.34513	0.060536	0.000663	0.001537	0.000128	0.175762	0.005236	0.015422	0.001536
3	3.12E-05	9.949582	0.446719	16	57 7	7.164421	0.04931	0.001014	0.001724	6.50E-05	0.281982	0.008206	0.017605	0.001864

+/-		39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
	0	0.145568	0.00047	0.000204	5.83E-06	0.007012	0.00027	0.00754	0.000234
	1	0.153681	0.000371	0.000123	2.24E-05	0.005148	0.001188	0.00836	0.000224
	0	0.149992	0.000221	0.000106	6.85E-06	0.006356	0.000372	0.008353	0.00035
	1	0.158535	0.00037	9.29E-05	1.84E-05	0.020371	0.000511	0.007912	0.000322
	0	0.156963	0.000451	5.67E-05	9.88E-06	0.018339	0.000511	0.008659	0.000483
	1	0.154099	0.000371	0.000106	1.90E-05	0.00688	0.000826	0.007742	0.000498
	1	0.148387	0.000653	0.000262	3.09E-05	0.005106	0.001393	0.008101	0.000347
	1	0.151941	0.000346	0.000209	1.37E-05	0.010175	0.000523	0.008209	0.00041

Mean =  $107.8 \pm 1.8$  [1.7%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 8 rej. MSWD = 65, probability = 0.000

	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
7	0.159594	0.003363	5.82E-05	0.000228	-0.00838	-0.00794	0.01305	0.002004
1	0.156785	0.0008	5.43E-05	1.73E-05	0.003367	0.000952	0.011735	0.000472
2	0.15073	0.001398	6.44E-05	3.64E-05	0.002799	0.002087	0.011428	0.00103
1	0.153169	0.001154	2.92E-05	2.70E-05	0.000825	0.001522	0.012175	0.000754
1	0.149065	0.001133	8.00E-05	3.25E-05	0.004527	0.001211	0.010866	0.000795
2	0.152498	0.001555	4.53E-05	4.19E-05	0.002238	0.002376	0.011641	0.001364
2	0.157242	0.001396	5.15E-05	4.75E-05	-0.00015	-0.00261	0.01323	0.000659

+/-

Mean =  $110.4 \pm 1.6$  [1.4%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 10 rej. MSWD = 7.6, probability = 0.000 
 2
 0.156527
 0.001757
 2.73E-05
 3.92E-05
 -0.00091
 -0.00139
 0.01406
 0.001258

 2
 0.148984
 0.001394
 6.14E-05
 5.39E-05
 -0.00011
 -0.00201
 0.012958
 0.000833

 2
 0.158532
 0.001924
 6.15E-05
 5.42E-05
 0.00521
 0.001902
 0.013787
 0.000943

+/-

39/40 +/-36/40 +/-37/39 +/-38/39 +/-1 0.143966 0.000445 0.000486 7.65E-06 0.232432 0.000725 0.008639 0.000498 1 0.156465 0.0003 5.47E-05 7.31E-06 0.946673 0.001766 0.008688 0.000441 1 0.160224 0.000287 2.87E-05 5.82E-06 0.02239 0.000457 0.008555 0.000218 0.1601 0.000616 3.89E-05 3.67E-05 0.13323 0.002906 0.009014 0.000373 1 1 0.158013 0.000456 3.68E-05 2.06E-05 0.005438 0.001107 0.007951 0.000225 1 0.157264 0.000482 1.55E-05 1.16E-05 9.27E-05 0.00102 0.00778 0.000472 1 0.156209 0.000868 -1.96E-05 -2.19E-05 -0.00041 -0.00194 0.0068 0.000451 1 0.151863 0.000485 6.85E-05 1.18E-05 0.010062 0.001542 0.008428 0.0004 1 0.121517 0.000329 0.000909 1.34E-05 0.012356 0.001576 0.010189 0.000409 2 0.091704 0.000295 0.001541 3.32E-05 0.010747 0.003224 0.011725 0.000703

Mean =  $105.8 \pm 2.0$  [1.9%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 10 rej. MSWD = 55, probability = 0.000

+/-39/40 +/-36/40 +/-37/39 +/-38/39 +/-5 0.139043 0.00313 0.000158 0.00012 0.002453 0.00566 0.014995 0.001046 2 0.140361 0.00155 0.00017 5.40E-05 0.017376 0.002539 0.013916 0.001475 2 0.144057 0.001802 9.69E-05 4.50E-05 0.024729 0.003391 0.010867 0.001263 2 0.145358 0.00164 0.000163 4.70E-05 0.021817 0.001503 0.012186 0.000468 2 0.150085 0.00168 0.000114 5.30E-05 0.024483 0.003834 0.011476 0.001951 2 0.143886 0.001404 0.00011 6.24E-05 0.018298 0.002862 0.012431 0.001261 2 0.148432 0.001971 0.000111 3.82E-05 0.017861 0.002798 0.012523 0.00162 5.51E-05 0.017563 0.002746 2 0.132409 0.001044 0.0004 0.0127 0.001397 2 0.148673 0.00158 4.25E-05 5.08E-05 0.037204 0.002275 0.010911 0.000842

Mean =  $112.8 \pm 1.5$  [1.4%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 1 of 10 rej. MSWD = 3.1, probability = 0.002

+/- 39/40 +/- 36/40 +/- 37/39 +/- 38/39 +/-15 0.068068 0.002563 0.000338 0.00019 7.258251 0.24828 0.021575 0.00768

6 0.056657 0.000717 0.000379 6.23E-05 10.17881 0.09545 0.024068 0.002958 6 0.061173 0.000819 0.00045 6.70E-05 7.525609 0.077828 0.020569 0.002001 0.06623 0.001229 0.000533 6.86E-05 6.357597 0.106091 0.019001 0.002794 6 11 0.058195 0.00153 0.000584 0.000111 8.806572 0.222239 0.025297 0.003751 7 0.057483 0.00107 0.00042 6.90E-05 11.10443 0.184716 0.027344 0.003772 0.0598 0.001358 0.000355 0.000107 8.758921 0.197279 0.019742 0.002392 10 3.69E-05 3.867368 0.046099 0.015836 4 0.06765 0.000869 0.000358 0.00186 6.35E-05 8.781113 0.140757 0.02401 0.002402 6 0.060083 0.001085 0.000593 5 0.062112 0.000625 0.000573 5.22E-05 6.144826 0.056536 0.020949 0.001876

Mean = 228 ± 11 [4.6%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 10 rej. MSWD = 23, probability = 0.000

	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
1	0.100337	0.000498	8.82E-05	4.38E-07	0	NaN	0.01325	0.002483
9	0.092016	0.002868	0.000307	0.000208	-0.00576	-0.01152	0.022111	0.003217
9	0.104888	0.003982	-5.78E-05	-0.000241	-0.02163	-0.01733	0.016008	0.005861
11	0.096986	0.00365	0.000595	0.000272	-0.05815	-0.02125	0.016775	0.00446
9	0.105934	0.00267	0.000692	0.000259	-0.01848	-0.01848	0.012198	0.005039
8	0.081387	0.001648	0.000792	0.000167	0.041884	0.010499	0.011054	0.001558
1	0.104295	0.000794	0.00026	1.97E-06	0	NaN	0.007388	0.002898
7	0.097792	0.001433	0.000299	0.000186	0.010492	0.007264	0.015993	0.00243
11	0.094533	0.003002	0.000511	0.000282	0.044251	0.012921	0.013997	0.002187
12	0.095688	0.002305	0.000304	0.000316	0.050044	0.015564	0.012598	0.001745
10	0.098247	0.00195	0.000853	0.000286	0.004187	0.012561	0.01646	0.004197
25	0.08445	0.002767	0.000657	0.000587	-0.04328	-0.03	0.010976	0.008323
5	0.096972	0.001057	0.000385	0.00012	0.007719	0.005344	0.012317	0.00119

+/-

Mean = 114.1 ± 3.3 [2.9%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 13 rej. MSWD = 24, probability = 0.000

+/-39/40 +/-36/40 +/-37/39 +/-38/39 +/-0.00201 -2.45E-05 -0.000382 0.247659 0.016901 0.012251 0.002712 0.1015 13 11 0.097943 0.002577 0.000199 0.000307 0.037684 0.013601 0.01695 0.002293 15 0.103119 0.003096 -0.000142 -0.00044 -0.04263 -0.02329 0.008083 0.003721 0.10245 0.002375 0.000203 0.000401 0.003328 0.019969 0.011838 0.003199 14 0.000409 0.156716 0.022436 0.007594 0.004221 15 0.09545 0.003094 0.000121

 $M_{000} = 107.0 \pm 4.6 [4.20/1.050/ conf$ 

11 0.103004 0.001324 0.000282 0.000308 -0.01275 -0.0153 0.014053 0.003495 0.000507 -0.00794 -0.02383 0.017993 0.003144 17 0.108852 0.002952 0.000258 6 0.111729 0.001682 0.00021 0.000175 0.014622 0.007314 0.01235 0.001943 10 0.100163 0.001755 8.20E-05 0.000295 -0.00229 -0.01376 0.013168 0.001805 5 0.111561 0.001721 0.000249 0.000159 0.004428 0.006642 0.013378 0.001523 2.75E-05 0.000299 0.004441 0.013323 0.010025 0.003525 10 0.104911 0.001521 6 0.106182 0.001187 0.000328 0.000169 0.033514 0.007455 0.014383 0.002832 0.10634 0.002155 0.000494 0.000256 0.022689 0.012383 0.012322 0.002383 9

Wean =  $107.0 \pm 4.0$  [4.3%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 13 rej. MSWD = 3.0, probability = 0.000

39/40 36/40 +/-+/-37/39 +/-38/39 +/-2 0.09454 0.001112 8.04E-05 3.68E-05 0.002368 0.001015 0.012356 0.001174 2 0.096969 0.000706 2.99E-05 6.09E-05 0.006286 0.00111 0.011592 0.002125 3 0.093428 0.001459 5.70E-05 5.37E-05 -0.00036 -0.00473 0.01071 0.000851 3 0.092241 0.000762 2.20E-05 6.67E-05 0.011228 0.000867 0.011514 0.00248 3 0.096489 0.001418 -3.49E-05 -7.02E-05 -0.00652 -0.00131 0.012903 0.001886 4 0.094131 0.001502 1.86E-05 7.98E-05 0.02952 0.005922 0.010994 0.001752 5 0.096549 0.001451 2.34E-05 0.000142 -0.00174 -0.00696 0.010961 0.001582 3 0.099262 0.001501 -2.31E-05 -8.21E-05 0.011524 0.001655 0.008953 0.003335 4 0.095115 0.001352 -2.37E-05 -8.71E-05 -0.01641 -0.00183 0.010437 0.002664 6 0.090303 0.00186 0.000229 0.000134 -0.01168 -0.00649 0.001114 0.00249 2 0.092635 0.001619 4.04E-05 3.02E-05 0.004716 0.002621 0.010637 0.001292 6 0.095494 0.003191 0.000174 0.000116 0.006543 0.002192 0.00779 0.003263 2 0.094174 0.000535 5.02E-05 5.03E-05 0.005123 0.000641 0.013265 0.000784 3 0.091569 0.001304 2.98E-05 6.06E-05 0.019041 0.001216 0.010368 0.002107

Mean =  $125.0 \pm 1.4$  [1.1%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 1 of 15 rej. MSWD = 3.0, probability = 0.000

+/-

+/-

	39/40	+/-	36/40	+/-	37/39	+/-	38/39	+/-
6	0.088894	0.001779	-8.15E-05	-0.000138	0.044106	0.000968	0.009438	0.00091
10	0.095875	0.002603	-0.000283	-0.000277	0.050032	0.001649	0.017868	0.0045
7	0.091626	0.002276	-7.51E-05	-0.000159	0.026845	0.003054	0.009189	0.002807
11	0.082924	0.001617	-0.000446	-0.000259	0.001794	0.005381	0.007533	0.006049
5	0 082493	0 001419	-5 92F-05	-0.000105	0.03319	0.002026	0.012383	0 003461

Mean =  $136.1 \pm 3.8$  [2.8%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 15 rej. MSWD = 25, probability = 0.000

4 0.089979 0.001604 -0.000192 -8.59E-05 0.015921 0.004784 0.00636 0.001772 1 0.096247 0.000756 -0.000162 -1.27E-06 0 NaN 0.00604 0.005249 14 0.093254 0.002864 -0.00059 -0.000366 -0.02183 -0.00731 0.007513 0.003215 5 0.093484 0.00124 1.37E-05 0.000129 0.014565 0.002248 0.014955 0.0023 15 0.088653 0.002852 0.000325 0.000366 0.090984 0.035106 0.016675 0.009266 1 0.089793 0.000709 -0.000266 -2.10E-06 0 NaN 0.01125 0.003119 10 0.090133 0.00189 0.000119 0.000259 0.091995 0.007072 0.015209 0.004359 17 0.083455 0.002572 0.000314 0.000402 0.005716 0.011433 0.006956 0.008644 4 0.086254 0.001214 -8.99E-05 -8.08E-05 0.014321 0.002477 0.013748 0.001921 9 0.087972 0.001938 4.95E-05 0.00021 0.001071 0.005357 0.010132 0.00303

37/39 38/39 39/40 +/-36/40 +/-+/-+/-2 0.068044 0.000145 0.000145 2.76E-05 0.002178 0.001716 0.012057 0.000316 0.06624 0.00046 0.00011 0.016351 0.007198 0.012062 0.000801 0.000116 6 0.000159 8.22E-05 0.030968 0.005213 0.012173 0.000707 4 0.068728 0.000538 2 0.069816 0.000255 0.000139 4.79E-05 0.018781 0.002991 0.012679 0.000549 5 0.061125 0.000472 0.000519 9.06E-05 0.01253 0.006467 0.012947 0.000873 2 0.069529 0.000387 0.00014 3.02E-05 0.02122 0.008815 0.011951 0.000519 1 0.062234 0.000203 0.000368 1.79E-05 0.020022 0.007012 0.012781 0.000717 1 0.069374 0.000205 6.49E-05 1.93E-05 -0.00158 -0.00566 0.011677 0.00041 1 0.068371 0.000167 0.000118 1.03E-05 0.004654 0.003078 0.011651 0.000315 1 0.067403 0.000151 0.000121 6.75E-06 0.002055 0.002447 0.011816 0.000115

+/-

+/-

Mean =  $163.8 \pm 1.5$  [0.89%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 10 rej. MSWD = 7.2, probability = 0.000

39/40 +/-36/40 37/39 +/-38/39 +/-+/-1 0.063751 0.000213 0.000271 1.74E-05 0.014659 0.005571 0.012285 0.000485 1 0.059917 0.000145 0.000372 1.20E-05 0.017162 0.004087 0.012753 0.000356 1 0.063785 0.000174 0.000153 1.71E-05 0.007688 0.00443 0.012039 0.000386 2 0.064098 0.000297 0.000276 2.36E-05 0.018061 0.007502 0.012663 0.000441 2 0.036735 0.000157 0.001626 1.30E-05 0.021335 0.004824 0.018663 0.000497 2 0.050152 0.000424 0.000932 1.29E-05 0.014773 0.00318 0.014994 0.000479 2 0.060143 0.000151 0.000368 2.30E-05 0.018096 0.006338 0.013121 0.000457

Mean =  $170.0 \pm 2.4$  [1.4%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 9 rej. MSWD = 19, probability = 0.000 1 0.060737 0.000417 0.0004 7.30E-06 0.021304 0.001071 0.012734 0.000255 1 0.046357 0.000142 0.001064 1.37E-05 0.036903 0.001756 0.016317 0.000541

+/-

+/-

39/40 +/-36/40 37/39 +/-38/39 +/-+/-2 0.068645 0.00043 0.000175 3.46E-05 0.002509 0.004646 0.011766 0.000908 1 0.070525 0.000254 7.50E-05 2.04E-05 -0.00288 -0.00267 0.011829 0.000522 3 0.069633 0.000952 0.00014 2.31E-05 0.013223 0.003066 0.012401 0.000512 6 0.047691 0.000712 0.001207 7.61E-05 0.031309 0.011601 0.016987 0.00103 2 0.069484 0.000299 0.000126 2.49E-05 0.012534 0.003316 0.012279 0.000525 2 0.070682 0.00037 9.31E-05 3.11E-05 0.008798 0.004073 0.012449 0.000794 1 0.070857 0.000317 9.82E-05 1.53E-05 -1.46E-18 -0.002 0.012001 0.000465 0.06938 0.001256 0.000123 3.30E-05 0.00753 0.003487 3 0.01156 0.000446 1 0.07013 0.000202 0.000118 2.12E-05 0 NaN 0.011583 0.000631

Mean =  $161.47 \pm 0.57$  [0.35%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 9 rej. MSWD = 0.88, probability = 0.53

39/40 +/-36/40 +/-37/39 +/-38/39 +/-9 0.072592 0.001686 0.000148 0.000166 0.033416 0.004519 0.014734 0.002856 6 0.072593 0.001187 0.000271 0.000116 0.022763 0.00381 0.015098 0.002426 8 0.069918 0.002151 0.000192 0.000137 0.058409 0.004991 0.01355 0.002494 10 0.075224 0.001589 0.000155 0.000201 0.085755 0.006579 0.006421 0.004041 5 0.072151 0.000955 0.000126 8.97E-05 0.02671 0.002451 0.015206 0.002748 3 0.071533 0.000849 0.000209 4.33E-05 0.036837 0.001507 0.014879 0.000779 5 0.07366 0.001343 0.000153 9.16E-05 0.024701 0.003553 0.014958 0.002254 10 0.071508 0.002272 -0.000153 -0.000186 -0.00661 -0.01323 0.011412 0.005351 7 0.075028 0.002416 -0.000297 -9.47E-05 0.026218 0.017497 0.016235 0.00264 4 0.072156 0.001159 -0.000112 -6.63E-05 -0.00691 -0.00691 0.012371 0.002344 11 0.074449 0.002029 -0.00026 -0.000226 -0.01549 -0.0155 0.007188 0.003252 5 0.075274 0.001511 -6.01E-05 -8.30E-05 -0.01245 -0.0083 0.01264 0.002813 6 0.071452 0.001354 2.88E-05 0.000118 -0.00312 -0.01247 0.014048 0.003417

Mean =  $162.2 \pm 4.1$  [2.5%] 95% conf. Wtd by data-pt errs only, 0 of 13 rej. MSWD = 6.2, probability = 0.000

# Ek e - U-Pb analiz verileri

# 2221 - Çağlayan Grubu - kumtaşı (UCSB) - UTM koordinatları: 36 T 05 25 792 - 45 96 800

					l	sotopic rat	tios				Apparent	ages (Ma	a)				
	U	Th	U/Th	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	error	<sup>206</sup> Pb	±	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	Best age	±	
(p	opm)	(ppm)		<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	error	corr.	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>207</sup> Pb	(Ma)	(Ma)*	(Ma) n	1
	412	78	5.2	5.891	0.097	0.356	0.005	0.928	1962	23	1958	14	2011	29	2011	29	1
	284	143	1.9	5.141	0.068	0.333	0.004	0.982	1853	21	1846	12	1830	24	1830	24	2
	87	87	1.0	6.576	0.087	0.377	0.005	0.953	2060	24	2056	11	2014	31	2014	31	3
	271	240	1.1	14.960	0.230	0.512	0.007	0.951	2665	28	2810	14	2611	30	2611	30	4
	528	117	4.5	4.845	0.069	0.301	0.004	0.985	1698	20	1791	12	1877	21	1877	21	5
	67	43	1.6	0.852	0.012	0.101	0.001	0.784	620	7	626	7	632	12	620	7	6
	689	357	1.9	0.258	0.004	0.037	0.001	0.875	233	3	234	3	239	4	233	3	7
	574	324	1.8	0.262	0.004	0.037	0.000	0.826	233	3	236	3	237	3	233	3	8
	21	38	0.6	0.654	0.021	0.078	0.001	0.377	484	7	511	12	507	10	484	7	9
	168	58	2.9	0.332	0.006	0.046	0.001	0.611	290	4	291	4	300	6	290	4	10
	237	112	2.1	0.373	0.006	0.050	0.001	0.760	315	4	322	5	324	5	315	4	11
	401	166	2.4	0.329	0.005	0.046	0.001	0.825	288	4	288	4	298	4	288	4	12
	244	113	2.2	0.244	0.004	0.034	0.000	0.600	215	3	222	4	224	3	215	3	13
	224	104	2.1	0.284	0.005	0.040	0.001	0.780	251	4	253	4	264	5	251	4	14
	426	274	1.6	0.335	0.036	0.038	0.001	0.662	241	3	287	24	276	17	241	3	15
	281	317	0.9	2.431	0.034	0.211	0.003	0.963	1236	15	1252	10	1237	16	1237	16	16
	408	176	2.3	0.254	0.004	0.037	0.001	0.868	231	3	230	4	236	4	231	3	17
	182	168	1.1	0.283	0.007	0.040	0.001	0.537	250	3	253	5	258	4	250	3	18
	228	143	1.6	0.314	0.005	0.044	0.001	0.591	277	4	277	4	285	4	277	4	19
	146	104	1.4	0.271	0.006	0.038	0.001	0.684	240	4	243	5	250	5	240	4	20
	128	179	0.7	0.224	0.006	0.031	0.001	0.640	198	4	205	5	201	5	198	4	21
	119	163	0.7	0.229	0.006	0.031	0.000	0.420	199	3	209	5	205	4	199	3	22
	251	136	1.8	0.341	0.006	0.047	0.001	0.815	295	5	299	5	309	5	295	5	23
	505	479	1.0	0.331	0.005	0.046	0.001	0.835	288	4	291	4	286	4	288	4	24
	60	37	1.6	1.569	0.029	0.159	0.003	0.827	953	14	958	11	983	20	953	14	25
	248	124	2.0	0.560	0.009	0.072	0.001	0.893	448	7	451	6	446	7	448	7	26
	205	107	1.9	0.407	0.007	0.054	0.001	0.771	341	4	347	5	343	5	341	4	27
	128	47	2.7	0.403	0.007	0.054	0.001	0.617	342	5	344	5	350	7	342	5	28
	414	41	10.3	0.230	0.004	0.033	0.000	0.822	207	3	210	3	217	5	207	3	29
	222	140	1.6	0.273	0.005	0.038	0.000	0.703	243	3	246	4	242	4	243	3	30
	222	117	1.9	0.552	0.008	0.072	0.001	0.807	446	5	447	5	450	6	446	5	31
	157	128	1.2	0.368	0.006	0.049	0.001	0.618	311	3	318	5	318	4	311	3	32

223	134	1.6	10.090	0.120	0.454	0.005	0.979	2410	24	2443	11	2428	33	2428	33	33
246	209	1.2	0.328	0.007	0.045	0.001	0.435	282	3	288	5	292	5	282	3	34
102	23	4.3	0.453	0.014	0.059	0.002	0.560	367	10	379	10	429	15	367	10	35
138	76	1.9	1.500	0.024	0.156	0.002	0.897	935	12	930	10	960	15	935	12	36
107	61	1.7	0.286	0.007	0.040	0.001	0.529	252	4	256	5	260	6	252	4	37
235	82	2.9	0.287	0.005	0.040	0.001	0.717	252	3	257	4	260	5	252	3	38
321	266	1.2	0.582	0.022	0.064	0.001	0.626	401	7	464	14	452	12	401	7	39
120	60	2.2	0.371	0.007	0.051	0.001	0.683	319	4	320	5	332	6	319	4	40
171	108	1.6	5.111	0.050	0.329	0.003	0.959	1832	16	1837	8	1791	24	1791	24	41
499	233	2.1	0.857	0.011	0.102	0.001	0.934	625	8	628	6	617	8	625	8	42
115	91	1.3	8.859	0.092	0.437	0.004	0.964	2335	20	2323	10	2325	30	2325	30	43
504	252	2.0	0.520	0.007	0.068	0.001	0.917	425	5	425	5	423	7	425	5	44
123	103	1.2	5.997	0.069	0.359	0.004	0.950	1981	17	1976	10	1954	23	1954	23	45
1223	454	2.6	0.182	0.003	0.027	0.000	0.795	169	2	170	2	169	2	169	2	46
335	123	2.7	5.475	0.063	0.342	0.004	0.978	1895	19	1897	10	1901	24	1901	24	47
310	75	4.1	0.420	0.006	0.055	0.001	0.695	346	4	356	4	368	8	346	4	48
50	97	0.5	5.189	0.078	0.331	0.004	0.911	1844	20	1851	13	1854	25	1854	25	49
851	397	2.1	7.240	0.110	0.373	0.005	0.977	2044	24	2143	13	1995	29	1995	29	50
260	90	2.9	5.466	0.069	0.341	0.004	0.977	1891	21	1895	11	1882	29	1882	29	51
71	34	2.1	4.349	0.047	0.302	0.004	0.880	1701	19	1702	9	1737	33	1737	33	52
255	90	2.8	6.226	0.064	0.364	0.004	0.974	2002	18	2007	9	2008	26	2008	26	53
797	198	4.0	9.970	0.280	0.369	0.008	0.983	2022	38	2430	26	2579	88	2579	88	54
378	95	3.9	5.544	0.080	0.351	0.005	1.0	1946	25	1906	13	1843	25	1843	25	55
288	62	4.5	1.526	0.024	0.160	0.002	1.0	954	13	941	10	975	16	954	13	56
1678	533	3.1	1.245	0.022	0.109	0.002	0.8	666	9	820	10	935	15	666	9	57
1726	301	5.5	0.289	0.006	0.027	0.000	0.6	174	3	258	5	386	11	174	3	58
717	22	32.1	5.752	0.074	0.350	0.004	1.0	1936	20	1940	11	2090	70	2090	70	59
288	170	1.6	15.860	0.210	0.550	0.008	1.0	2826	31	2869	13	2906	37	2906	37	60
98	72	1.3	4.329	0.058	0.307	0.004	0.9	1725	19	1699	11	1661	21	1661	21	61
33	13	2.6	0.919	0.026	0.110	0.002	0.5	673	11	661	14	751	46	673	11	62
19	40	0.5	3.230	0.100	0.236	0.005	0.9	1362	28	1460	25	1467	34	1467	34	63
118	103	1.1	4.813	0.094	0.298	0.005	0.917	1681	23	1791	17	1695	27	1695	27	64
28	19	1.4	2.302	0.048	0.203	0.003	0.830	1192	17	1213	15	1185	38	1185	38	65
138	64	2.1	0.902	0.014	0.104	0.002	0.821	640	9	652	7	650	11	640	9	66
95	71	1.3	3.339	0.045	0.259	0.003	0.904	1482	16	1490	10	1467	23	1467	23	67
80	31	2.6	1.843	0.030	0.179	0.003	0.856	1059	14	1060	11	1043	28	1043	28	68
707	36	19.6	5.763	0.094	0.346	0.005	0.977	1917	23	1940	14	2168	41	2168	41	69
381	132	2.9	10.580	0.130	0.458	0.005	0.952	2429	24	2489	11	2581	33	2581	33	70
1253	584	2.1	2.262	0.052	0.181	0.004	0.982	1073	22	1200	16	1154	26	1154	26	71

310 116 2.7 1.143 0.016 0.128 0.002 0.933 777 9 774 7 815 12 777 8
--

2640 - Çağlayan Grubu - kumtaşı (UCSB) - UTM koordinatları: 36 T 05 34 763 - 46 06 625

				l:	sotopic rat	tios			1	Apparent	ages (Ma	a)				
U	Th	U/Th	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	error	<sup>206</sup> Pb	±	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	Best age	±	
 (ppm)	(ppm)		<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	error	corr.	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>207</sup> Pb	(Ma)	(Ma)*	(Ma) n	
 152	64	2	6.572	0.078	0.380	0.004	1.0	2078	18	2059	10	1946	24	1946	24	1
154	119	1	4.706	0.050	0.319	0.004	1.0	1785	17	1768	9	1638	19	1638	19	2
815	440	2	5.208	0.055	0.336	0.004	1.0	1867	17	1853	9	1715	16	1715	16	3
305	268	1	0.265	0.004	0.038	0.000	0.7	238	3	239	3	224	3	238	3	4
782	70	11	1.421	0.020	0.151	0.002	1.0	909	11	897	8	831	14	909	11	5
108	37	3	0.893	0.042	0.052	0.001	0.5	327	4	643	22	851	33	327	4	6
216	86	2	0.557	0.010	0.069	0.001	0.7	428	6	449	7	447	9	428	6	7
575	260	2	0.239	0.003	0.034	0.000	0.8	218	3	218	3	208	3	218	3	8
253	116	2	0.357	0.006	0.049	0.001	0.8	311	4	310	5	295	4	311	4	9
727	247	3	0.361	0.005	0.049	0.001	0.8	310	4	313	3	299	4	310	4	10
1700	1043	2	0.567	0.007	0.041	0.000	0.7	256	3	456	4	357	4	256	3	11
332	192	2	0.255	0.005	0.035	0.000	0.7	222	3	231	4	201	3	222	3	12
497	239	2	0.242	0.003	0.034	0.000	0.8	217	2	220	3	207	3	217	2	13
207	30	7	0.413	0.007	0.055	0.001	0.7	347	4	351	5	329	9	347	4	14
61	76	1	1.664	0.024	0.167	0.002	0.8	995	11	995	9	929	13	995	11	15
266	99	3	5.540	0.150	0.322	0.009	1.0	1800	42	1904	23	1985	65	1985	65	16
210	144	1	0.257	0.005	0.036	0.000	0.8	226	3	232	4	214	4	226	3	17
383	153	3	0.386	0.007	0.052	0.001	0.9	324	5	331	5	317	6	324	5	18
222	141	2	1.854	0.043	0.163	0.003	0.7	972	15	1062	15	1089	24	1089	24	19
437	201	2	0.289	0.005	0.040	0.001	0.9	254	4	258	4	245	4	254	4	20
265	131	2	0.777	0.017	0.082	0.002	0.9	505	9	584	10	308	16	505	9	21
263	97	3	0.276	0.006	0.039	0.001	0.8	245	4	247	5	234	4	245	4	22
257	190	1	0.265	0.004	0.037	0.001	0.8	234	3	238	4	225	4	234	3	23
735	308	2	1.477	0.024	0.152	0.003	1.0	913	14	920	10	887	14	913	14	24
806	365	2	1.421	0.021	0.147	0.002	1.0	883	12	899	9	852	13	883	12	25
55	75	1	0.833	0.019	0.099	0.002	0.8	605	10	616	11	585	12	605	10	26
309	37	9	3.861	0.065	0.262	0.004	1.0	1500	21	1605	13	1765	43	1765	43	27
670	618	1	5.198	0.085	0.320	0.005	1.0	1786	25	1853	14	1728	25	1728	25	28
161	61	3	8.660	0.160	0.415	0.007	0.9	2240	30	2300	17	3073	86	3073	86	29
1041	159	7	5.528	0.081	0.334	0.005	1.0	1855	23	1905	13	1856	28	1856	28	30
546	106	5	6.010	0.100	0.369	0.006	1.0	2023	29	1977	15	1927	30	1927	30	31
310	67	5	2.004	0.033	0.188	0.003	1.0	1108	16	1116	11	1028	16	1028	16	32
329	12	28	6.670	0.098	0.380	0.005	1.0	2080	25	2068	13	2110	110	2110	110	33

123	71	2	0.775	0.013	0.094	0.001	0.8	580	7	583	8	549	8	580	7	34
77	65	1	1.604	0.025	0.163	0.002	0.8	972	11	972	10	945	15	972	11	35
258	157	2	1.176	0.017	0.130	0.002	0.9	789	10	790	8	778	11	789	10	36
264	119	2	0.535	0.009	0.069	0.001	0.8	430	6	435	6	410	8	430	6	37
239	323	1	0.511	0.008	0.067	0.001	0.8	419	5	419	5	405	5	419	5	38
1532	469	3	0.359	0.005	0.043	0.000	0.9	269	3	311	3	294	4	269	3	39
89	54	2	0.311	0.006	0.042	0.000	0.4	268	3	275	5	272	4	268	3	40
139	87	2	0.297	0.006	0.041	0.001	0.6	258	3	264	5	257	4	258	3	41
292	47	6	1.532	0.018	0.159	0.002	0.9	948	10	943	7	954	18	948	10	42
370	191	2	0.666	0.009	0.083	0.001	0.9	516	6	518	6	494	6	516	6	43
112	58	2	0.807	0.025	0.072	0.001	0.6	447	6	601	14	614	16	447	6	44
211	88	2	3.584	0.054	0.260	0.003	1.0	1492	16	1544	12	1490	20	1490	20	45
154	87	2	0.383	0.007	0.052	0.001	0.8	327	4	329	5	319	5	327	4	46
133	87	2	0.392	0.007	0.053	0.001	0.7	333	4	336	5	327	5	333	4	47
237	164	2	0.307	0.013	0.040	0.001	0.6	251	4	268	8	276	8	251	4	48
454	254	2	6.379	0.063	0.359	0.004	1.0	1975	18	2029	9	1917	20	1917	20	49
212	142	2	0.259	0.004	0.036	0.000	0.6	230	3	233	3	226	3	230	3	50
46	53	1	5.700	0.120	0.356	0.006	0.9	1960	28	1930	18	1980	63	1980	63	51
174	47	4	5.468	0.071	0.341	0.004	1.0	1892	18	1894	11	1873	30	1873	30	52
398	110	4	5.373	0.063	0.340	0.004	1.0	1886	18	1880	10	1852	21	1852	21	53
384	69	6	1.183	0.017	0.131	0.002	1.0	794	10	793	8	778	13	794	10	54
387	77	5	1.175	0.015	0.131	0.002	0.9	792	9	788	7	767	10	792	9	55
170	97	2	10.050	0.150	0.444	0.006	1.0	2365	26	2437	14	2455	36	2455	36	56
176	80	2	11.200	0.110	0.486	0.005	1.0	2553	23	2540	10	2546	34	2546	34	57
126	34	4	5.966	0.074	0.356	0.005	1.0	1963	21	1974	11	1958	37	1958	37	<u>58</u>

# 2721 - Çağlayan Grubu - kumtaşı (UCSB) - UTM koordinatları: 36 T 05 47 863 - 46 07 300

		_		l	sotopic rat	tios				Apparent	ages (Ma	a)		_		
U	Th	U/Th	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	error	<sup>206</sup> Pb	±	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	Best age	±	
(ppm)	(ppm)		<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	error	corr.	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>207</sup> Pb	(Ma)	(Ma)*	(Ma) n	
2:	17 159	1.4	9.130	0.100	0.434	0.005	1.0	2322	22	2351	11	2272	23	2272	23	1
3	10 75	4.1	5.265	0.055	0.338	0.003	1.0	1875	16	1865	9	1776	21	1776	21	2
98	87 694	1.4	5.856	0.089	0.330	0.005	1.0	1840	24	1953	13	1542	54	1542	54	3
18	30 94	1.9	9.770	0.110	0.457	0.005	1.0	2424	22	2412	10	2367	25	2367	25	4
4	50 583	0.8	5.247	0.061	0.337	0.004	1.0	1870	18	1859	10	1828	18	1828	18	5
13	38 101	1.4	9.800	0.130	0.448	0.005	0.9	2384	24	2415	12	2365	28	2365	28	6
6	94 38	18.0	5.349	0.057	0.330	0.004	1.0	1839	18	1878	9	1876	58	1876	58	7
8	75 448	1.9	5.431	0.064	0.335	0.004	1.0	1862	20	1890	10	1861	22	1861	22	8
3	57 240	1.5	8.380	0.100	0.372	0.005	1.0	2036	21	2272	11	1524	21	1524	21	9

95	13	7.3	5.695	0.066	0.349	0.004	0.9	1930	19	1931	10	2017	90	2017	90	10
308	95	3.2	6.513	0.096	0.371	0.005	0.9	2034	24	2046	13	2002	29	2002	29	11
167	112	1.5	1.106	0.015	0.123	0.001	0.9	748	8	756	7	756	10	748	8	12
130	107	1.2	11.070	0.140	0.478	0.006	1.0	2522	26	2529	12	2509	30	2509	30	13
423	572	0.7	11.580	0.140	0.488	0.006	1.0	2559	25	2571	12	2562	34	2562	34	14
135	58	2.3	0.512	0.008	0.053	0.001	0.5	330	4	420	6	446	7	330	4	15
116	65	1.8	1.236	0.038	0.117	0.002	0.5	711	9	820	18	866	26	711	9	16
338	130	2.6	0.981	0.014	0.115	0.002	0.9	700	9	695	7	702	11	700	9	17
140	95	1.5	0.520	0.008	0.068	0.001	0.7	424	5	425	5	427	7	424	5	18
469	210	2.2	0.278	0.005	0.040	0.001	0.8	250	3	249	4	264	4	250	3	19
784	195	4.0	3.832	0.065	0.221	0.004	1.0	1285	20	1599	14	1605	25	1605	25	20
177	29	6.1	0.408	0.006	0.055	0.001	0.7	348	4	348	4	348	9	348	4	21
613	58	10.7	0.555	0.008	0.072	0.001	0.9	446	6	448	5	468	6	446	6	22
277	190	1.5	0.268	0.006	0.035	0.000	0.5	221	2	241	5	239	4	221	2	23
127	116	1.1	0.544	0.009	0.070	0.001	0.8	439	5	441	6	457	6	439	5	24
293	109	2.7	0.545	0.009	0.071	0.001	0.9	440	6	441	6	458	8	440	6	25
121	96	1.2	0.301	0.007	0.039	0.000	0.6	245	3	267	6	263	5	245	3	26
264	110	2.4	0.311	0.005	0.043	0.001	0.7	273	4	276	4	280	4	273	4	27
124	31	4.0	0.312	0.007	0.043	0.001	0.5	273	4	276	5	286	8	273	4	28
545	340	1.6	0.246	0.004	0.034	0.000	0.6	215	3	223	4	224	3	215	3	29
275	92	3.0	0.231	0.004	0.033	0.000	0.7	212	3	211	4	214	4	212	3	30
171	49	3.5	9.250	0.190	0.403	0.006	1.0	2181	28	2362	18	1844	41	1844	41	31
190	104	1.8	0.318	0.005	0.045	0.001	0.7	283	4	280	4	297	5	283	4	32
212	85	2.5	0.378	0.007	0.051	0.001	0.6	322	4	326	5	334	6	322	4	33
313	405	0.8	0.280	0.005	0.039	0.001	0.8	249	3	251	4	248	3	249	3	34
122	68	1.8	0.545	0.010	0.069	0.001	0.7	430	6	442	6	405	9	430	6	35
254	216	1.2	0.269	0.004	0.038	0.000	0.7	242	3	242	3	245	3	242	3	36
146	81	1.8	0.276	0.005	0.039	0.000	0.7	246	3	247	4	244	4	246	3	37
185	89	2.1	0.228	0.004	0.033	0.000	0.5	209	3	209	4	204	3	209	3	38
1214	249	4.7	0.437	0.006	0.058	0.001	0.9	365	5	368	5	385	7	365	5	39
250	112	2.2	0.551	0.008	0.072	0.001	0.8	448	5	446	5	447	6	448	5	40
321	51	6.2	0.403	0.005	0.055	0.001	0.8	344	4	344	4	356	6	344	4	41
45	20	2.2	3.553	0.056	0.257	0.004	0.9	1473	18	1541	13	1579	51	1579	51	42
1290	38	33.7	0.234	0.003	0.034	0.000	0.9	214	2	214	2	205	5	214	2	43
146	101	1.4	0.514	0.008	0.067	0.001	0.7	420	5	421	5	412	6	420	5	44
84	45	1.9	8.750	0.110	0.422	0.005	1.0	2272	24	2312	12	2234	38	2234	38	45
541	56	9.7	6.047	0.068	0.332	0.004	1.0	1846	18	1982	10	2045	32	2045	32	46
30	19	1.6	0.295	0.012	0.039	0.001	0.4	247	4	262	9	245	9	247	4	47
159	55	2.9	0.231	0.004	0.033	0.000	0.6	210	2	211	4	213	4	210	2	48

80	80	1.0	11.960	0.130	0.493	0.006	1.0	2584	24	2605	11	2579	32	2579	32	49
373	620	0.6	1.597	0.018	0.163	0.002	0.9	973	9	968	7	968	11	973	9	50
900	544	1.6	2.870	0.180	0.146	0.009	1.0	874	51	1353	50	1057	40	874	51	51
544	137	3.9	0.352	0.005	0.049	0.001	0.9	308	4	306	4	308	4	308	4	52
256	44	5.8	5.352	0.064	0.340	0.004	1.0	1883	20	1877	10	1845	32	1845	32	53
316	187	1.7	1.504	0.017	0.156	0.002	0.9	932	9	931	7	927	11	932	9	54
301	63	4.7	1.513	0.021	0.157	0.002	0.9	937	11	937	9	938	15	937	11	55
355	23	15.2	5.208	0.073	0.329	0.005	1.0	1834	22	1852	12	1922	59	1922	59	56
677	487	1.4	0.857	0.011	0.103	0.001	1.0	633	7	628	6	619	7	633	7	57
109	48	2.3	13.210	0.170	0.523	0.007	1.0	2709	29	2695	12	2672	42	2672	42	58
1019	44	23.3	1.397	0.017	0.146	0.002	1.0	877	10	888	7	895	15	877	10	59
633	210	3.1	2.768	0.070	0.228	0.005	1.0	1324	26	1347	18	1380	26	1380	26	60
277	273	1.0	9.740	0.130	0.444	0.006	1.0	2369	27	2409	12	2311	30	2311	30	61
557	330	1.7	8.410	0.100	0.407	0.005	1.0	2200	23	2275	11	2224	29	2224	29	62
361	98	3.7	4.009	0.043	0.288	0.003	1.0	1631	16	1635	9	1629	21	1629	21	63
57	46	1.2	1.292	0.023	0.139	0.002	0.8	841	10	841	10	826	16	841	10	64
94	49	1.9	3.275	0.041	0.256	0.003	0.9	1468	15	1475	10	1471	24	1471	24	65
512	99	5.1	5.401	0.064	0.336	0.004	1.0	1865	18	1885	10	1880	25	1880	25	66
393	144	2.7	5.511	0.076	0.340	0.004	1.0	1886	20	1901	12	1883	24	1883	24	67
119	54	2.2	5.804	0.070	0.349	0.004	1.0	1931	18	1946	10	1974	33	1974	33	68
68	22	3.1	5.743	0.075	0.350	0.004	0.9	1934	20	1936	11	1926	59	1926	59	69
144	124	1.1	5.364	0.072	0.336	0.005	1.0	1867	22	1878	11	1809	25	1809	25	70
155	132	1.2	5.197	0.074	0.334	0.005	1.0	1859	22	1851	12	1835	24	1835	24	71
405	26	16.8	5.400	0.069	0.336	0.004	1.0	1868	21	1888	11	1858	41	1858	41	72
413	32	13.2	7.870	0.150	0.398	0.007	1.0	2157	34	2217	17	2287	71	2287	71	73
123	70	1.8	1.671	0.020	0.169	0.002	0.8	1004	11	998	8	1014	16	1014	16	74
283	206	1.4	5.331	0.064	0.335	0.004	1.0	1860	19	1874	10	1890	22	1890	22	75
231	110	2.1	2.154	0.030	0.199	0.003	0.9	1167	14	1166	10	1192	16	1192	16	76
350	19	19.3	1.119	0.014	0.123	0.001	0.9	746	8	763	7	1115	38	1115	38	77
206	177	1.2	0.341	0.005	0.046	0.001	0.7	290	4	298	4	300	4	290	4	78
80	88	0.9	0.864	0.015	0.103	0.001	0.6	633	8	632	8	640	8	633	8	79
103	97	1.1	0.946	0.015	0.112	0.001	0.8	681	8	675	8	745	11	681	8	80
63	51	1.2	4.747	0.079	0.318	0.005	0.9	1778	22	1774	14	1890	37	1890	37	81
64	54	1.2	0.994	0.019	0.112	0.002	0.9	685	10	700	10	714	13	685	10	<u>82</u>

# 2239 - Martin Kompleksi - metakumtaşı (UCSB) - UTM koordinatları: 36 T 05 27 095 - 45 88 700

					Isotopic ra	atios				Apparen	t ages (N	1a)				
U	Th	U/Th	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	error	<sup>206</sup> Pb	±	<sup>207</sup> Pb	±	<sup>206</sup> Pb	±	Best age	±	
(ppm)	(ppm)		<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>238</sup> U	error	corr.	<sup>238</sup> U	(Ma)	<sup>235</sup> U	(Ma)	<sup>207</sup> Pb	(Ma)	(Ma)*	(Ma)	n

779	162	4.6	0.188	0.003	0.027	0.000	0.9	171	3	175	3	175	3	171	3	1
773	137	5.4	0.187	0.003	0.027	0.000	0.9	171	2	174	2	172	3	171	2	2
633	55	10.9	0.234	0.003	0.033	0.000	0.8	212	2	214	2	218	4	212	2	3
427	81	5.0	0.236	0.004	0.033	0.000	0.8	211	3	215	3	212	4	211	3	4
161	84	1.8	0.331	0.007	0.046	0.001	0.3	287	5	290	5	293	6	287	5	5
243	115	2.0	0.326	0.005	0.045	0.001	0.6	284	3	287	4	289	5	284	3	6
1093	46	22.7	1.989	0.029	0.187	0.003	1.0	1104	15	1112	10	1117	22	1117	22	7
453	394	1.1	0.518	0.008	0.067	0.001	0.9	415	5	423	5	417	6	415	5	8
448	464	0.9	0.528	0.009	0.068	0.001	0.9	427	7	430	6	431	7	427	7	9
158	107	1.4	0.446	0.009	0.060	0.001	0.8	374	5	374	6	378	6	374	5	10
165	42	3.7	0.996	0.016	0.107	0.001	0.8	655	8	702	8	783	14	655	8	11
200	53	3.6	1.006	0.021	0.108	0.003	0.9	660	15	706	11	767	23	660	15	12
117	98	1.2	5.662	0.089	0.346	0.005	1.0	1913	26	1924	14	1952	29	1952	29	13
131	113	1.1	5.629	0.071	0.345	0.004	1.0	1912	21	1921	11	1967	24	1967	24	14
720	243	2.9	0.357	0.005	0.049	0.001	0.9	307	4	310	4	315	4	307	4	15
167	166	1.0	5.025	0.075	0.319	0.005	1.0	1785	22	1822	13	1837	27	1837	27	16
102	56	1.8	5.089	0.090	0.327	0.006	1.0	1824	28	1834	15	1916	33	1916	33	17
233	40	5.7	1.398	0.022	0.147	0.002	0.9	884	12	887	10	926	20	884	12	18
394	144	2.7	0.527	0.009	0.069	0.001	0.9	432	7	430	6	454	7	432	7	19
145	50	2.8	0.528	0.010	0.068	0.001	0.8	422	6	430	7	450	8	422	6	20
121	32	3.7	1.242	0.020	0.135	0.002	0.9	817	12	819	9	875	19	817	12	21
111	36	3.0	1.244	0.021	0.134	0.002	0.9	811	13	821	9	857	17	811	13	22
125	145	0.8	1.301	0.022	0.139	0.002	0.9	840	13	848	10	913	16	840	13	23
202	245	0.8	1.404	0.024	0.138	0.002	0.9	832	11	892	10	913	12	832	11	24
186	61	3.1	0.357	0.010	0.049	0.001	0.8	308	7	310	8	341	12	308	7	25
181	60	3.0	0.370	0.009	0.050	0.001	0.8	318	5	321	6	342	9	318	5	26
199	51	3.9	1.526	0.023	0.156	0.002	0.9	932	13	941	10	1021	21	932	13	27
412	50	8.2	1.507	0.032	0.154	0.003	1.0	925	17	932	13	992	23	925	17	28
731	63	15.9	5.390	0.130	0.314	0.008	1.0	1759	37	1882	20	2180	170	2180	170	29
333	87	3.8	5.460	0.100	0.338	0.006	1.0	1878	28	1894	15	2035	32	2035	32	30
225	69	3.2	5.442	0.079	0.339	0.005	1.0	1883	24	1890	12	2051	29	2051	29	31
952	296	3.2	5.677	0.075	0.322	0.004	1.0	1799	21	1930	12	1981	25	1981	25	32
829	370	2.2	6.040	0.120	0.334	0.006	1.0	1857	30	1979	17	2032	42	2032	42	33
87	35	2.4	18.370	0.350	0.583	0.010	1.0	2958	42	3007	18	3215	77	3215	77	34
83	33	2.5	19.250	0.400	0.598	0.012	1.0	3026	48	3052	20	3510	100	3510	100	35
265	43	6.0	5.509	0.078	0.342	0.005	1.0	1894	23	1902	12	2042	37	2042	37	36
225	52	4.3	5.494	0.086	0.340	0.005	1.0	1884	26	1900	13	2037	40	2037	40	37
328	85	3.6	5.471	0.087	0.337	0.006	1.0	1871	27	1897	14	2086	39	2086	39	38
251	119	2.1	0.678	0.016	0.077	0.001	0.9	477	8	526	9	562	11	477	8	39

190	86	2.2	0.605	0.011	0.076	0.001	0.9	473	8	480	7	522	9	473	8	40
556	163	3.4	0.361	0.009	0.046	0.001	0.8	288	6	312	7	330	7	288	6	41
126	17	7.2	14.110	0.410	0.449	0.012	1.0	2388	52	2756	27	2910	110	2910	110	42
82	51	1.6	1.801	0.029	0.173	0.003	0.9	1030	14	1045	10	1100	18	1100	18	43
19	10	2.0	1.195	0.032	0.126	0.003	0.6	762	14	796	15	847	49	762	14	44
24	15	1.6	1.227	0.035	0.131	0.002	0.7	791	13	810	16	902	37	791	13	45
72	36	2.0	1.325	0.029	0.140	0.002	0.8	847	13	858	12	908	19	847	13	46
45	19	2.3	1.308	0.028	0.138	0.003	0.8	835	15	849	12	916	32	835	15	47
33	28	1.2	5.720	0.140	0.327	0.008	0.9	1822	40	1933	21	2037	77	2037	77	48
26	15	1.8	6.180	0.150	0.359	0.008	0.9	1974	36	2000	20	2095	78	2095	78	49
93	71	1.3	4.401	0.081	0.298	0.005	1.0	1683	27	1712	15	1783	31	1783	31	50
165	169	1.0	4.379	0.069	0.297	0.004	1.0	1673	22	1707	13	1783	26	1783	26	51
16	28	0.6	6.970	0.380	0.383	0.018	0.8	2088	84	2120	40	2200	120	2200	120	52
145	117	1.2	6.590	0.150	0.346	0.006	0.9	1915	28	2061	20	2083	40	2083	40	53
182	83	2.1	3.966	0.056	0.281	0.004	1.0	1598	18	1629	11	1708	25	1708	25	54
52	2	15.0	0.727	0.022	0.078	0.002	0.7	486	10	554	13	710	760	486	10	55
124	64	1.9	0.798	0.013	0.096	0.001	0.9	592	7	596	7	627	9	592	7	56
135	46	2.9	6.201	0.072	0.362	0.004	1.0	1992	19	2005	10	2087	29	2087	29	57
121	48	2.5	6.197	0.088	0.365	0.005	0.9	2003	23	2005	13	2107	35	2107	35	58
164	56	2.8	2.393	0.028	0.211	0.002	0.9	1235	12	1241	8	1267	15	1267	15	59
178	62	2.8	2.404	0.028	0.213	0.003	0.9	1244	13	1243	8	1310	19	1310	19	60
162	111	1.4	1.783	0.022	0.173	0.002	0.9	1030	10	1039	8	1055	13	1055	13	61
322	197	1.6	1.765	0.022	0.173	0.002	0.9	1028	12	1032	8	1069	14	1069	14	62
133	113	1.2	1.826	0.028	0.173	0.002	0.9	1027	13	1054	10	1085	16	1085	16	63
299	166	1.8	10.750	0.130	0.467	0.006	1.0	2475	25	2502	11	2591	29	2591	29	64
211	130	1.6	11.130	0.130	0.480	0.006	1.0	2525	24	2533	11	2637	28	2637	28	65
210	164	1.2	1.513	0.022	0.155	0.002	0.9	930	12	936	9	958	14	930	12	66
346	331	1.0	1.664	0.026	0.168	0.002	1.0	1001	13	997	10	1036	13	1036	13	67
108	34	3.1	5.947	0.070	0.358	0.004	1.0	1974	19	1968	10	2072	35	2072	35	68
230	132	1.7	1.635	0.019	0.165	0.002	0.9	983	10	984	7	1034	13	1034	13	69
230	130	1.7	6.265	0.082	0.366	0.005	0.9	2011	21	2014	12	2104	28	2104	28	70
967	11	91.3	5.507	0.069	0.338	0.004	1.0	1878	20	1901	11	2160	110	2160	110	71
224	62	3.7	11.110	0.140	0.483	0.006	1.0	2541	25	2533	12	2581	36	2581	36	72
106	53	2.0	0.439	0.009	0.052	0.001	0.6	330	4	369	7	369	7	330	4	73
695	233	2.9	0.350	0.004	0.049	0.001	0.9	306	4	306	3	316	4	306	4	74
252	69	3.6	5.750	0.240	0.364	0.016	1.0	1978	68	1927	34	2066	67	2066	67	75
176	62	2.8	5.120	0.075	0.324	0.005	1.0	1809	22	1839	13	1874	31	1874	31	76
159	92	1.7	0.265	0.005	0.037	0.000	0.7	235	3	239	4	239	3	235	3	77
227	156	1.4	0.310	0.006	0.038	0.001	0.6	240	3	274	4	264	5	240	3	78

217	81	2.6	1.496	0.019	0.154	0.002	0.9	925	11	928	8	942	14	925	11	79
229	100	2.3	1.500	0.025	0.157	0.002	0.9	937	14	929	10	960	16	937	14	80
99	31	3.1	0.677	0.017	0.055	0.001	0.5	344	4	525	10	660	24	344	4	81
129	55	2.3	0.384	0.007	0.052	0.001	0.6	324	5	330	5	316	6	324	5	82
257	88	2.8	0.250	0.004	0.036	0.001	0.8	226	3	227	4	228	3	226	3	83
723	399	1.7	0.236	0.004	0.034	0.000	0.9	215	3	215	3	207	3	215	3	84
221	53	4.0	0.335	0.005	0.046	0.001	0.7	291	4	294	4	285	5	291	4	85
296	100	2.8	0.334	0.005	0.046	0.000	0.8	292	3	292	4	284	4	292	3	86
339	104	3.4	0.551	0.008	0.070	0.001	0.9	438	6	446	5	411	7	438	6	87
232	36	6.2	0.619	0.010	0.076	0.001	0.7	470	5	489	6	560	16	470	5	88
412	174	2.2	0.290	0.004	0.041	0.001	0.8	256	3	258	3	254	4	256	3	89
179	53	3.2	0.297	0.006	0.041	0.001	0.7	261	3	264	5	262	5	261	3	90
490	207	2.2	0.255	0.006	0.033	0.000	0.7	211	3	231	5	218	4	211	3	91
225	166	1.3	0.373	0.008	0.049	0.001	0.8	311	6	322	6	299	6	311	6	92
91	79	1.1	4.880	0.140	0.322	0.008	0.9	1798	38	1801	23	1710	44	1710	44	93
313	103	2.9	0.241	0.004	0.034	0.000	0.8	218	3	219	3	208	4	218	3	94
274	135	1.9	0.272	0.006	0.039	0.001	0.8	247	6	245	5	235	6	247	6	95
262	140	1.6	0.284	0.006	0.040	0.001	0.8	251	4	254	5	247	5	251	4	96
439	219	1.9	0.203	0.003	0.029	0.000	0.7	186	3	188	3	176	3	186	3	97
178	58	2.9	0.202	0.003	0.030	0.000	0.6	189	2	187	3	178	3	189	2	<u>98</u>

 $*^{206}$ Pb/ $^{238}$ U ages are used when ages < 1000 Ma whereas  $^{206}$ Pb/ $^{207}$ Pb\* are used when ages >1000 Ma.

# 2459 - Martin Kompleksi içindeki granitoid bloku (Mainz)

					ratio		ratio		ratio			ratio		age		age	
	U	Th	Th/U	206/204	208/232		207/235		206/238		rho	207/206		208/232		207/235	
112210a 35-58	79	67	0 851	<b>⊳115</b>	0.0303	0 0032	0 773	0 042	0 0969	0 0025	0 09	0 0578	0 0034	604	62	581	24
112210a_35-58	133	105	0.790	>137	0.0293	0.0031	0.787	0.038	0.0971	0.0032	0.21	0.0588	0.0031	584	62	589	22
112210a_35-58_	72	63	0.867	>75	0.0303	0.0031	0.785	0.041	0.0995	0.0024	0.10	0.0572	0.0032	603	62	588	24
112210a_35-58_	67	59	0.872	56	0.0308	0.0032	0.831	0.043	0.0966	0.0023	0.04	0.0623	0.0035	614	63	614	24
112210a_35-58_	77	71	0.921	155	0.0291	0.0030	0.747	0.038	0.0974	0.0028	0.15	0.0556	0.0031	580	59	566	23
112210a_35-58_	180	184	1.025	222	0.0288	0.0031	0.796	0.031	0.0952	0.0021	0.09	0.0606	0.0026	575	60	594	17
112210a_35-58_	64	62	0.961	>80	0.0302	0.0031	0.806	0.046	0.0960	0.0024	0.12	0.0609	0.0036	601	62	600	26
112210a_35-58_	60	61	1.018	114	0.0315	0.0032	0.850	0.043	0.0989	0.0024	0.07	0.0623	0.0034	626	64	625	24
112210a_35-58_	95	75	0.795	49	0.0309	0.0033	0.769	0.044	0.0954	0.0032	0.22	0.0585	0.0035	615	64	579	26
081211c_38-58_	79	80	1.011	164	0.0318	0.0033	0.839	0.046	0.0988	0.0026	0.14	0.0616	0.0035	633	64	618	26
081211c_38-58_	64	75	1.169	184	0.0292	0.0031	0.817	0.049	0.0972	0.0031	0.19	0.0609	0.0038	583	61	606	28
081211c_38-58_	119	105	0.886	>132	0.0308	0.0032	0.835	0.037	0.0964	0.0025	0.16	0.0628	0.0030	613	63	616	21

0012110_30-30	125	109	0.874	>164	0.0299	0.0031	0.787	0.032	0.0957	0.0026	0.20	0.0597	0.0026	596	60	590	18
081211c_38-58_	170	165	0.974	335	0.0297	0.0030	0.829	0.032	0.0951	0.0022	0.15	0.0632	0.0026	593	59	613	18
081211c_38-58_	145	143	0.988	>151	0.0286	0.0029	0.808	0.031	0.0952	0.0025	0.18	0.0616	0.0026	571	57	601	18
081211c_38-58_	61	63	1.039	>68	0.0289	0.0030	0.948	0.059	0.1002	0.0032	0.15	0.0686	0.0045	575	60	677	31
081211c_38-58_	130	98	0.752	>155	0.0299	0.0031	0.793	0.035	0.0950	0.0026	0.20	0.0606	0.0029	596	60	593	20
081211c_38-58_	118	108	0.917	>130	0.0293	0.0030	0.824	0.035	0.0930	0.0023	0.15	0.0642	0.0029	583	58	610	19
081211c_38-58_	193	172	0.890	95	0.0297	0.0032	0.785	0.036	0.0957	0.0036	0.36	0.0595	0.0029	591	63	588	21
081211c_38-58_	161	177	1.103	140	0.0308	0.0031	0.806	0.032	0.0985	0.0022	0.08	0.0593	0.0026	613	61	600	18
081211c_38-58_	105	150	1.429	>132	0.0289	0.0029	0.790	0.038	0.0962	0.0027	0.21	0.0596	0.0030	576	58	591	22
081211c_38-58_	265	360	1.359	714	0.0296	0.0031	0.830	0.035	0.0979	0.0034	0.35	0.0615	0.0027	589	62	614	20
081211c_38-58_	60	61	1.016	>70	0.0304	0.0032	0.822	0.043	0.0987	0.0027	0.12	0.0604	0.0034	605	62	609	24
081211c_38-58_	110	158	1.442	>140	0.0321	0.0033	0.825	0.037	0.1011	0.0031	0.27	0.0591	0.0028	638	64	611	21
081211c_38-58_	117	125	1.068	>123	0.0300	0.0030	0.795	0.036	0.0985	0.0025	0.16	0.0585	0.0028	597	60	594	20
081211c_38-58_	103	89	0.865	>130	0.0303	0.0031	0.832	0.037	0.0973	0.0025	0.19	0.0620	0.0029	602	61	614	20

# 2027 - Geme Kompleksi - granitik damar (Mainz)

				ratio		ratio		ratio			age		age			age	
U	Th	Th/U	206/204	208/232		207/235		206/238		rho	207/206		208/232		207/235		206/238
184	92	0.500	302	0.0151	0.0014	0.382	0.026	0.0480	0.0017	0.43	0.0578	0.0035	302	28	329	19	302
411	463	1.128	>521	0.0239	0.0020	0.689	0.039	0.0855	0.0031	0.59	0.0584	0.0027	478	40	532	24	529
261	81	0.310	>585	0.0651	0.0055	1.794	0.102	0.1513	0.0061	0.70	0.0860	0.0035	1274	105	1043	38	908
221	97	0.439	>177	0.0323	0.0028	0.824	0.048	0.0540	0.0020	0.54	0.1107	0.0055	643	56	610	27	339
299	93	0.311	394	0.0129	0.0012	0.259	0.017	0.0405	0.0012	0.44	0.0464	0.0028	259	24	234	14	256
431	188	0.437	>225	0.0128	0.0012	0.304	0.021	0.0352	0.0016	0.48	0.0626	0.0039	257	24	270	17	223
170	1	0.006	33	4.8448	0.5705	1.713	0.106	0.0383	0.0018	0.55	0.3244	0.0173	35686	2076	1014	40	242
671	7	0.010	>544	0.0309	0.0046	0.414	0.023	0.0546	0.0018	0.57	0.0549	0.0025	616	91	352	17	343
993	241	0.243	>404	0.0105	0.0009	0.270	0.016	0.0274	0.0011	0.56	0.0716	0.0035	212	19	243	13	174
100	65	0.644	>399	0.0673	0.0057	3.357	0.171	0.2682	0.0084	0.62	0.0908	0.0036	1317	108	1494	41	1532
31	32	1.037	>39	0.0270	0.0028	0.806	0.074	0.0844	0.0039	0.27	0.0692	0.0063	538	56	600	43	523
2052	357	0.174	722	0.0135	0.0013	0.241	0.013	0.0274	0.0009	0.57	0.0638	0.0029	270	26	220	11	174
90	35	0.384	>68	0.0143	0.0016	0.422	0.033	0.0511	0.0020	0.35	0.0599	0.0044	287	33	357	24	321
569	112	0.197	>1,490	0.0458	0.0038	1.883	0.088	0.1766	0.0052	0.67	0.0773	0.0027	906	74	1075	31	1048
45	16	0.354	>297	0.1177	0.0115	11.126	0.800	0.4503	0.0245	0.44	0.1792	0.0123	2248	209	2534	69	2397
1810	301	0.167	>750	0.0111	0.0010	0.212	0.012	0.0279	0.0011	0.46	0.0552	0.0029	223	21	196	10	178
277	140	0.506	356	0.0139	0.0015	0.356	0.032	0.0489	0.0032	0.39	0.0528	0.0046	280	29	309	24	308
573	428	0.748	799	0.0113	0.0010	0.391	0.021	0.0487	0.0015	0.56	0.0582	0.0026	227	19	335	16	307
1388	318	0.229	>557	0.0184	0.0021	0.360	0.023	0.0270	0.0010	0.48	0.0966	0.0054	368	41	312	17	172
110	70	0.643	>326	0.0540	0.0046	2.116	0.116	0.2006	0.0070	0.57	0.0765	0.0035	1063	89	1154	38	1179
342	192	0.563	359	0.0194	0.0017	0.520	0.028	0.0575	0.0019	0.55	0.0656	0.0029	388	34	425	19	360
237	90	0.381	>306	0.0271	0.0023	0.733	0.038	0.0870	0.0027	0.54	0.0611	0.0027	541	46	558	23	538

2054	925	0.450	412	0.0121	0.0023	0.381	0.047	0.0284	0.0012	0.24	0.0971	0.0117	243	46	327	35	181
101	97	0.965	>124	0.0250	0.0022	0.703	0.050	0.0833	0.0034	0.44	0.0612	0.0040	499	44	540	30	516
288	184	0.640	>210	0.0136	0.0012	0.348	0.021	0.0492	0.0017	0.52	0.0513	0.0027	273	24	303	16	309
580	391	0.675	>437	0.0142	0.0012	0.360	0.021	0.0507	0.0019	0.54	0.0515	0.0026	284	24	313	16	319
1634	334	0.204	>640	0.0083	0.0007	0.190	0.010	0.0264	0.0008	0.63	0.0521	0.0021	168	15	176	8	168
864	219	0.254	294	0.0113	0.0010	0.259	0.015	0.0269	0.0009	0.57	0.0699	0.0033	228	20	234	12	171

# 2024 - Geme Kompleksi - gnays (Mainz)

				ratio		ratio	ratio		ratio			age	age		age		
U	Th	Th/U	206/204	208/232		207/235		206/238		rho	207/206		208/232		207/235		206/238
351	167	0.475	>315	0.0185	0.0017	0.455	0.025	0.0605	0.0020	0.56	0.0545	0.0025	371	33	380	18	379
234	243	1.038	>301	0.0261	0.0023	0.818	0.054	0.0866	0.0045	0.56	0.0685	0.0039	521	46	607	30	535
196	85	0.434	>253	0.0218	0.0021	0.719	0.038	0.0871	0.0028	0.54	0.0599	0.0027	436	41	550	23	538
26	13	0.504	>34	0.0311	0.0037	0.855	0.081	0.0878	0.0038	0.27	0.0707	0.0066	619	73	627	45	542
180	125	0.694	>244	0.0257	0.0023	0.796	0.054	0.0912	0.0030	0.45	0.0633	0.0038	513	45	595	31	563
86	37	0.430	>432	0.0950	0.0082	6.042	0.303	0.3386	0.0114	0.59	0.1294	0.0053	1834	152	1982	45	1880
172	104	0.604	>924	0.0933	0.0077	6.277	0.301	0.3620	0.0117	0.63	0.1257	0.0047	1803	143	2015	43	1992
109	41	0.376	>728	0.1262	0.0106	10.820	0.512	0.4500	0.0138	0.64	0.1744	0.0064	2401	191	2508	45	2395
323	161	0.498	>2,372	0.1271	0.0104	12.653	0.639	0.4953	0.0181	0.68	0.1853	0.0069	2418	187	2654	49	2594
950	846	0.890	>7,646	0.1314	0.0112	15.556	0.791	0.5425	0.0205	0.63	0.2080	0.0083	2496	201	2850	50	2794
88	92	1.049	>719	0.1409	0.0117	15.320	0.746	0.5537	0.0179	0.65	0.2007	0.0075	2664	209	2835	48	2841

# 3187 - Geme Kompleksi - granitik damar (UCSB)

Final238_206	Final2 38_20 6_Int 2SE	Final207_2 06	FinalAge2 06_238	FinalAge2 06_238_I nt2SE	FinalAge2 07_235	FinalAge 207_235 _Int2SE	FinalAge2 08_232	FinalAge2 08_232_In t2SE	U	Th	Pb	U/Th	238U	232Th	208Pb	207Pb	206Pb
12.76	0.18	0.058	487	7	491	7	504	11	249	294	69	1	18	9	17454	2537	70320
35.93	0.61	0.070	177	3	241	4	558	26	604	43	11	14	43	1	2846	2615	61020
37.61	0.47	0.049	170	2	167	3	169	5	253	72	6	3	18	2	1461	748	24576
37.29	0.46	0.050	171	2	171	2	165	4	460	103	8	4	33	3	2074	1386	45240
11.85	0.20	0.058	522	8	524	9	514	13	75	83	20	1	5	3	5292	827	23280
36.72	0.73	0.050	173	3	172	4	160	3	708	161	12	4	52	5	3216	2107	69720
3.05	0.05	0.123	<del>1825</del>	24	1911	15	1771	47	85	26	22	3	6	1	5742	7626	101940
36.52	0.56	0.050	174	3	176	3	406	37	3479	11	2	333	253	0	488	10482	348000
14.22	0.28	0.087	438	8	616	10	397	8	1503	1067	209	1	109	34	53760	19446	374520
14.35	0.37	0.078	434	11	571	10	482	29	1428	859	172	2	103	27	44100	17352	373200
34.89	1.01	0.050	182	5	181	4	172	6	1380	387	33	4	100	12	8580	4140	139200

37.34	0.53	0.050	170	2	171	2	169	4	1885	709	55	3	136	23	14004	5466	186420
34.25	1.41	0.071	186	8	253	11	310	12	815	175	26	5	59	6	6450	3330	80160
36.93	0.95	0.056	172	4	184	5	254	11	1799	128	16	15	130	4	4062	5712	175800
7.23	0.13	0.113	835	14	1170	20	1479	71	46	24	17	2	3	1	4230	1602	23940
38.57	0.64	0.050	165	3	169	3	169	5	465	171	13	3	34	6	3318	1330	45120
11.82	0.18	0.061	524	8	547	7	539	14	1863	1454	363	1	135	48	91980	20640	579600
20.46	0.32	0.053	308	5	309	5	304	7	498	136	19	4	36	4	4812	2808	90060
10.91	0.31	0.065	565	15	608	14	512	14	457	494	126	1	33	16	31860	5568	146040
20.20	0.30	0.056	311	5	329	5	338	9	491	115	18	4	36	4	4614	2953	90720
37.79	0.60	0.049	168	3	169	3	167	5	2163	615	47	3	156	20	11910	6042	208800
7.94	0.15	0.068	765	14	794	12	785	23	279	166	60	2	20	5	15012	5208	132480

# 4046 - Çangaldağ Kompleksi dasit (UCSB)

Final238_206	Final2 38_20 6	Final207_2 06	FinalAge2 06_238	FinalAge2 06_238_I nt2SE	FinalAge2 07_235	FinalAge 207_235 _Int2SE	FinalAge2 08_232	FinalAge2 08_232_In t2SE	U	Th	Pb	U/Th	238U	232Th	208Pb	207Pb	206Pb
37.59	0.42	0.050	169	2	170	4	169	5	75	17	1	4	13	1	706	797	15762
37.20	0.62	0.050	171	3	170	3	174	5	172	80	6	2	29	6	3342	1776	35880
38.52	0.43	0.050	165	2	166	2	162	2	378	318	24	1	64	26	12876	3911	77940
37.95	0.42	0.049	168	2	166	3	171	3	85	30	2	3	14	2	1262	868	17616
37.98	0.42	0.048	168	2	166	4	169	5	66	14	1	5	11	1	592	665	13686
37.98	0.36	0.048	168	2	163	4	169	4	70	22	2	3	12	2	923	695	14586
37.44	0.39	0.050	170	2	172	3	176	4	76	20	2	4	13	2	851	806	15870
37.15	0.37	0.049	171	2	171	2	171	2	329	115	9	3	55	9	4872	3426	69240
37.19	0.46	0.050	171	2	173	2	170	3	457	282	22	2	77	23	11922	4854	97380
37.58	0.44	0.051	169	2	171	3	173	4	89	24	2	4	15	2	1046	926	18636
37.36	0.38	0.050	170	2	171	3	175	3	100	34	3	3	17	3	1479	1061	21156
37.86	0.42	0.049	168	2	168	3	168	2	137	60	5	2	23	5	2482	1417	28620
37.38	0.49	0.049	170	2	169	4	172	5	65	14	1	4	11	1	619	673	13650
37.74	0.48	0.054	169	2	181	4	195	5	93	20	2	5	16	2	969	1049	19392
37.23	0.44	0.052	171	2	178	5	203	9	41	9	1	4	7	1	478	457	8718
37.68	0.40	0.048	169	2	166	4	172	6	54	12	1	4	9	1	510	545	11250
37.59	0.52	0.050	169	2	170	4	169	5	92	26	2	4	15	2	1092	960	19140
37.65	0.35	0.050	169	2	170	3	171	4	71	22	2	3	12	2	947	730	14706

3123 - Karaman granitoid (UCSB)

Final238_	_206		Final207_2 06	FinalAge2 06_238	FinalAge2 06_238_I nt2SE	FinalAge2 07_235	FinalAge 207_235 _Int2SE	FinalAge2 08_232	FinalAge2 08_232_In t2SE	Approx_ U_PPM	Approx_ U_PPM_ Int2SE	Approx_ Th_PPM	Approx_ Th_PPM _Int2SE	Approx_P b_PPM	Approx_P b_PPM_I nt2SE
	1.92	0.04	0.198	2700	54.00	2754	18	2751	44	107	2	113	1	153	2
	1.90	0.04	0.200	2735	54.70	2779	17	2819	55	166	3	216	7	302	8
	11.12	0.22	0.058	555	11.10	544	10	560	12	128	2	64	1	17	0
	10.25	0.20	0.058	600	12.00	585	11	661	18	71	2	36	1	11	0
	2.02	0.04	0.188	2585	51.70	2648	22	2743	56	352	7	181	4	248	4
	11.09	0.22	0.060	558	11.16	567	11	563	17	32	1	21	1	5	0
	10.94	0.22	0.059	564	11.27	562	13	542	17	32	1	21	1	5	0
	9.84	0.20	0.061	623	12.46	627	9	623	11	440	6	117	1	35	0
	11.03	0.22	0.059	561	11.22	559	8	553	11	84	1	52	1	13	0
	2.12	0.04	0.171	2493	49.86	2537	14	2448	35	177	7	108	5	132	6
	2.69	0.05	0.130	2037	40.74	2065	13	2021	35	129	2	74	2	73	1
	2.68	0.05	0.130	2042	40.84	2080	23	2036	54	118	5	76	4	75	3
	11.31	0.23	0.059	547	10.94	549	7	530	8	399	10	312	7	79	2
	16.05	0.32	0.055	389	7.79	392	6	377	8	245	4	139	4	25	0
	11.25	0.22	0.058	550	11.00	548	9	539	12	162	3	147	3	38	1
	13.89	0.28	0.058	448	8.96	461	10	454	14	119	4	43	4	9	1