

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ERKEN-ORTA JURA YAŞLI KUMTAŞI VE ŞEYLLERİN  
(GÜMÜŞHANE, BAYBURT) JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ**

**Jeoloji Müh. Remziye AKDOĞAN**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde**

**“Jeoloji Yüksek Mühendisi”**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31.12.2010**

**Tezin Savunma Tarihi : 19.01.2011**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet TURAN**

**Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet ARSLAN**

**Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet TÜFEKÇİ**

**Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Trabzon 2011**

## ÖNSÖZ

“Erken-Orta Jura Yaşlı Kumtaşı ve Şeyllerin (Gümüşhane, Bayburt) Jeokimyasal Özellikleri” başlıklı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet TURAN’a içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmayı bana öneren, bilgisinden ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Abdurrahman DOKUZ’a emeğinden ve desteğinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Yardım desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Cemil YILMAZ, Prof. Dr. Mehmet ARSLAN ve Yrd. Doç. Dr. Raif KANDEMİR’e, Arş. Gör. Mehmet Ali GÜCER’e, ayrıca Jeo. Yük. Müh. Sabahattin GÜNER’e ve Jeo. Yük. Müh. Erdem YAZICI (MTA)’ya çok teşekkür ederim.

İnce kesit yapımındaki emeğinden dolayı KTÜ Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarı sorumlusu Mak. Müh. Murat KAYIKÇI’ya, arazi çalışmaları sırasındaki yardımlarından dolayı Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi mezun öğrencilerinden Jeo. Müh. Kerim SELÇUK, Jeo. Müh. Sabri TUNCER ve Jeo. Müh. Caner AKYEL’e teşekkür ederim. Ayrıca, bu tez çalışmasına maddi destek sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu’na teşekkür ederim.

Hayatım boyunca sabır ile maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili AİLEME şükranlarımı sunarım.

Remziye AKDOĞAN

Trabzon 2011

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET .....	V
SUMMARY .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	XII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1. Giriş.....	1
1.2. Çalışma Alanlarının Konumu ve Coğrafi Bilgileri .....	2
1.3. Bölgesel Jeoloji .....	4
1.4. Önceki Çalışmalar .....	8
1.5. Amaç .....	18
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	21
2.1. Giriş.....	21
2.2. Saha Çalışmaları.....	21
2.3. Laboratuvar Çalışmaları .....	22
2.3.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması .....	22
2.3.2. Mikroskop Çalışmaları .....	22
2.3.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanmaları .....	22
2.3.4. Kimyasal Analizler.....	23
2.4. Büro Çalışmaları.....	23
3. BULGULAR .....	24
3.1. Giriş.....	24
3.2. Şenköy Formasyonu'nun Litolojik Özellikleri.....	24
3.2.1. Hur Kesiti .....	25
3.2.2. Kösedığı Kesiti .....	33
3.2.3. Taht Kesiti .....	44
3.3. Kırıntılı Kayaçların Jeokimyası.....	52
3.3.1. Hur Kesiti .....	52

3.3.1.1. Ana ve İz Elementler .....	52
3.3.1.2. Nadir Toprak Elementleri.....	60
3.3.2. Köseadağı Kesiti .....	62
3.3.2.1. Ana ve İz Elementler .....	62
3.3.2.2. Nadir Toprak Elementleri.....	72
3.3.3. Taht Kesiti .....	74
3.3.3.1. Ana ve İz Elementler .....	74
3.3.3.2. Nadir Toprak Elementleri.....	84
4. İRDELEME .....	88
4.1. Kaynak Alan.....	88
4.2. Ayrışma .....	93
4.3. Tektonik Ortam .....	97
5. SONUÇLAR .....	105
6. KAYNAKLAR.....	107
ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

Doğu Karadeniz Erken-Orta Jura kırıntılıları, Jura öncesi yaşlı kaynak alanlarının jeokimyasal karakteristikleri hakkında önemli bilgiler sağlayabilecek potansiyele sahiptir. Bu kapsamda, Gümüşhane yöresinde iki ve Bayburt'da bir adet olmak üzere toplam üç adet Erken-Orta Jura istifi özellikle kumtaşı ve şeyl gibi kırıntılı kayalar açısından örneklenmiştir. Bunlardan Hur (Gümüşhane) kesitinin havzanın horst alanını, Köseadağı (Gümüşhane) ve Taht (Bayburt) kesitlerinin ise graben alanlarını temsil ettiği düşünülmektedir. Kayaç parçaları yanında, plajiyoklas, alkali feldspat ve kuvars mineralleri kumtaşlarında ana bileşenler durumundadır. Kumtaşlarının bazıları tali oranlarda piroksen, amfibol, biyotit, opak mineral ve muskovit de içermektedirler. Kayaç parçaları asidik ve bazik kökenli olmak üzere iki alt grupta toplanmaktadır. Erken Jura'da bölgede etkin olan bazik yay volkanizması, özellikle bir kısım bazik volkanik kayaç parçaları ile piroksen ve amfibol gibi ferromagnezyen minerallerin çökme ile eş yaşlı bu volkanizmadan gelmiş olabileceği ihtimalini doğurmaktadır. Kumtaşlarının genelde orta derecede ayrılmış olmaları (CIA=60-70), çökme sırasında bölgenin dinamik yönden çok sakin olmadığına işaret etmektedir. Kırıntılı kayalarda felsik bileşenlerin oranını temsil eden Th ve U gibi iz elementler ile; mafik bileşenlerin oranını temsil eden Sc, Cr gibi iz elementler geniş aralıklar sunmaktadırlar. Bu durum kayaların kaynak alanlarında felsik kayaların yanı sıra önemli oranlarda mafik kayaların da bulunduğuna işaret etmektedir. Ancak, Paleozoyik temel kayalarının çok yaygın bir şekilde mafik kayalar içermemesi bu görüşe karşı durmakta ve mafik katkının önemli bir kısmının eş zamanlı (Erken Jura) bazik volkanizmadan geldiğini doğrulamaktadır. Bu kayaların tüm kayaç jeokimyası ada yayı, aktif kıtasal kenar ve pasif kenar gibi birden fazla tektonik ortamı tanımlamaktadır. Bu şekilde, geniş bir tektonik ortam aralığı sunabilen kırıntılı kayalar, bu diyagramlarda tanımlanmayan özel bir tektonik ortama işaret edebilir. Nitekim Doğu Karadeniz Erken-Orta Jura havzaları örneğinde olduğu gibi, yay gerisi veya kenar havzalar kırıntılı kayaların tektonik ortam diyagramlarında tanımlanmayan, hem aktif volkanik yaydan ve hem de kıtadan malzeme alabilecek konumda olan havzalardır. Çalışılan alanların Erken Jura'da yay gerisi konumunda oldukları dikkate alındığında, kırıntılı kayaların kaynak alan ve tektonik ortam bakımından geniş aralık sunmaları anlamlı görünmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Pontidler, Gümüşhane-Bayburt, Erken-Orta Jura, Kumtaşı, Şeyl, Jeokimya, Kaynak Alan.

## SUMMARY

### **Geochemical Properties of Early-Middle Jurassic Sandstones and Shales (Gümüşhane, Bayburt)**

Early Jurassic clastic rocks of the Eastern Black Sea Region have the capability of supplying substantial information on the geochemical characteristics of their provenance. In this context, totally three Early Jurassic successions, two of which are from Gümüşhane region and one is from Bayburt region, were sampled particularly based on their sandstone and shale contents. Of these, Hur (Gümüşhane) succession is thought to be representative of horst area while Köseadağı (Gümüşhane) and Taht (Bayburt) successions to be representatives of the graben areas of the basins. Rock fragments, plagioclase, alkaline feldspar and quartz are the main components of the rocks. Pyroxene, amphibole, biotite, opaque and muscovite are included as subordinate amounts in some of these rocks. Rock fragments can also be divided into two sub-groups as acidic and basic fragments. Active arc volcanism during the early Jurassic in the region has led to the probability that particularly some of basic volcanic fragments, together with pyroxene and amphibole clasts, would have been derived from this arc volcanism which was synchronous with sedimentation. Sandstones are moderately weathered (CIA=60-70) indicating that the region tectonically was not much quiescent during their accumulation. Trace elements such as Th and U which represent the proportion of felsic components as well as Sc and Cr which measure the abundance of mafic components in clastic rocks display large variations in contents. This may suggest that the felsic rocks, as well as mafic rocks in significant proportions, in the source area were found. However, lacking of mafic rocks in general in the Paleozoic basement argue against this view and enhance the probability that an important portion of the mafic contribution has been derived from the syn-sedimentary basic volcanism (Early Jurassic). Whole-rock geochemistry of these rocks defines more than one tectonic environment, e.g., island arc, active continental margin and passive margin, rather than a specific tectonic environment during their accumulation. The clastic rocks that tend to define such a large interval in terms of tectonic environment may point to a specific tectonic environment which was not identified in these diagrams. Back-arc basin, which forms such an example, is one of the basins that have geographic location to be fed from either active volcanic arc and also from the continent. Taken into account that the study area was in a back arc position during the Early Jurassic, large intervals in terms of source area composition and tectonic environment for the clastic rocks studied seem to be reasonable.

**Key Words:** Eastern Pontide, Gümüşhane-Bayburt, Early-Middle Jurassic, Sandstone, Shale, Geochemistry, Provenance.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

- Şekil 1. Doğu Pontidler'deki Erken-Orta Jura çökellerinin yüzeylemeleri ve inceleme alanlarının yer bulduru haritası (Güven, 1993'den alınmıştır). ..... 3
- Şekil 2. İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri içerisindeki yeri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır)..... 5
- Şekil 3. Doğu Pontidler'in güney zonuna ait stratigrafik dikme kesit (Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır). ..... 6
- Şekil 4. Doğu Pontidler'deki Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun yayılımını gösteren harita (Güven, 1993'den alınmıştır). ..... 26
- Şekil 5. Hur yöresi (Gümüşhane) jeoloji haritası (Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır). ..... 27
- Şekil 6. Şenköy Formasyonu Hur ölçülü stratigrafik kesiti (Gümüşhane). ..... 28
- Şekil 7. Şenköy Formasyonu'na ait birimlerin Hur kesitindeki arazi görünüşleri (a: Şenköy Formasyonu'nun tabanındaki kırmızı kireçtaşları ile Gümüşhane Granitoyidi dokanağının görünümü, b: Kırmızı kireçtaşlarındaki Fe-Mn yumruları, c-d: Tabandaki kırmızı renkli kireçtaşlarını kesen gri renkli neptünyen dayklar, e: feldispat içeren orta tabakalı kumtaşları, f: gri renkli neptünyen dayklar içeren granitlerden beslenmiş pembemsi renkli kumtaşları). ..... 29
- Şekil 8. Hur kesintinde gözlenen a) Blok boyutu parçalar içeren yeşil-gri renkli konglomera seviyesi, b) Bordo renkli kireçtaşı ara katmanlı, yeşil renkli kumtaşları, c) Bordo renkli kireçtaşlarına ait parçalar içeren çakıltaşları, d) Şenköy Formasyonu'nu uyumlu olarak üzerleyen Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşları. .... 30
- Şekil 9. Hur kesitine ait kumtaşı örneklerinin mikroskobik görünüşleri (a ve c çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Op: Opak mineral)..... 33
- Şekil 10. Köseadağı ve civarının jeoloji haritası (Gümüşhane; Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır). ..... 34
- Şekil 11. Şenköy Formasyonu Köseadağı (Gümüşhane) ölçülü stratigrafik kesiti. .... 35

Şekil 12.	a) Şenköy Formasyonu'nun tabanındaki değişik bileşenlerden oluşan taban konglomerası, b) bordo renkli kireçtaşı parçaları içeren kumtaşları, c) dağılgan ve kırıklı durumdaki gri-yeşil renkli kiltası-marn aralanmasının arazideki görünümü, d) marnlarda gözlenen mollusk kavkısı. ....	36
Şekil 13.	Kösedığı kesitindeki bazı seviyelerin arazideki görünümü, a) gri renkli kiltası seviyesi ve bu seviyeye ait kiltası parçaları içeren kumtaş birlikteliği, b) iri marn parçaları ile bol miktarda feldispat içeren pembemsi renkli kumtaşları, c-d-e-f) çeşitli büyüklüklerde parçalar içeren yeşilimsi gri kumtaş ve konglomeralar.....	37
Şekil 14.	a) Yeşil renkli iri parçalar içeren çakıltaşları, b-c) Granitik kaynağı temsil eden ve çeşitli büyüklüklerde parçalar içeren tane boyu yukarı doğru artan sarı-turuncu çakıltaşları d) Yer yer blok boyutunda malzeme içeren çakıltaşları, e) Çok ince seviyeler halinde feldispatlı kumtaş ara seviyeler içeren gri renkli marnlar, f) Şenköy Formasyonu'nu üzerleyen Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşları.....	39
Şekil 15.	Kösedığı kesitine ait kumtaş örneklerinin mikroskopik görünümü (a, c ve e çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Ort: Ortoklas, Ku: Kuvars, P-ku: Polikristalin kuvars, Ol: Olivin, Mus: Muskovit, Bryz: Bryozoa parçaları, Ek: Ekinit plakları ). ....	42
Şekil 16.	Kösedığı kesitine ait kumtaş örneklerinin mikroskopik görünümü (a, c ve d çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Ku: Kuvars, P-ku: Polikristalin kuvars, Op: Opak mineral, Mtr: Matriks, Srz: Serizitleşme, Silis: Silisleşme).....	43
Şekil 17.	Tahtköy yöresi jeoloji haritası (Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır). ....	44
Şekil 18.	Şenköy Formasyonu Taht ölçülü stratigrafik kesiti.....	45
Şekil 19.	Tahtköy yöresinin genel görünümü (Bayburt). ....	47
Şekil 20.	Taht kesitinde görülen çökellerin arazideki görünümü a: Tabandaki Ammonitico-rosso kireçtaşları, b: Kırmızı renkli Ammonitiko-rossso kireçtaşları içindeki mollusk fosili (gastropod), c-d: İyi derecede ayrılmış kiltası-silttaşı-marn aralanması, e: Kumtaşları içindeki çeşitli büyüklükteki parçalar, f: bazı seviyede gözlenen canlı işlevi izleri.....	48
Şekil 21.	Şenköy Formasyonu'na ait çökellerin Taht yöresindeki arazi görünümü a: istif içindeki marn-kiltası aralanmasından oluşan seviyelerden birisi, b: sarımsı renkli kumtaşlarında gözlenen kırmızı renkli kireçtaşı dolgulu neptüniyen daykları, c: istifin üst seviyelerindeki çakıltaş düzeyi, d: Üst seviyelerinde Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşları bulunan Kabak Tepe'nin görünümü. ....	49



Şekil 22.	Taht kesitine ait kumtaşı örneklerinin mikroskobik görünüşleri (a, c ve e çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Ku: Kuvars, Prk: Piroksen, Op: Opak mineral, Mtr: Matriks). .....	51
Şekil 23.	Hur kesitine ait şeyl ve kumtaşlarının a) $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$ 'ya karşı $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ adlandırma diyagramı (Heron, 1988). b) $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 'e karşı $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ adlandırma diyagramındaki dağılımları (Pettijohn vd., 1987, Creaser vd., 1997). .....	56
Şekil 24.	Hur kesitine ait, a) şeyl örneğinin, b) kumtaşı örneklerinin pozitif korelasyon gösterdikleri $\text{TiO}_2$ 'ye karşı $\text{Al}_2\text{O}_3$ ve $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ diyagramları. ....	56
Şekil 25.	Hur kesitine ait örneklerin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş ana element oksit dağılım diyagramları.....	57
Şekil 26.	Hur kesitine ait örneklerin $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.....	58
Şekil 27.	Hur kesitine ait örneklerin $\text{SiO}_2$ 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	59
Şekil 28.	Hur kesitine ait örneklerin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları. ....	60
Şekil 29.	Hur kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları .....	61
Şekil 30.	Hur kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları.....	61
Şekil 31.	Kösedağı kesitine ait şeyl ve kumtaşlarının a) $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$ 'ya karşı $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ adlandırma diyagramı (Heron, 1988). b) $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 'e karşı $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ adlandırma diyagramı (Pettijohn vd., 1987, Creaser vd., 1997). .....	69
Şekil 32.	Kösedağı kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramları.....	69
Şekil 33.	Kösedağı ait örneklerin $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.....	70
Şekil 34.	Kösedağı kesitine ait örneklerin $\text{SiO}_2$ 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	71
Şekil 35.	Kösedağı kesitine ait a) şeyl örneklerinin, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element örümcek diyagramları.....	73

Şekil 36.	Kösedağı kesitine ait örneklerin kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları. ....	74
Şekil 37.	Kösedağı kesitine ait örneklerin PAAS'a göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları. ....	74
Şekil 38.	Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşlarının $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$ 'ya karşı $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ adlandırma diyagramı (Heron, 1988). b) $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 'e karşı $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ adlandırma diyagramı (Pettijohn vd., 1987, Creaser vd., 1997. ....	80
Şekil 39.	Taht kesitine ait a) şeyl örneklerinin, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş ana element örümcek diyagramları.....	80
Şekil 40.	Taht kesiti örneklerinin $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.....	82
Şekil 41.	Taht kesitine ait örneklerin $\text{SiO}_2$ 'ye karşı iz element değişim diyagramları.....	83
Şekil 42.	Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element örümcek diyagramları.....	85
Şekil 43.	Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları. ....	86
Şekil 44.	Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları.....	86
Şekil 45.	Erken-Orta Jura çökellerine ait bileşimsel değişim ve zirkon ilavesini gösteren Th/Sc'a karşı Zr/Sc diyagramı. a) Hur ve Kösedağı kesiti örnekleri, b) Taht kesiti örnekleri (trendler McLennan vd., 1993). ....	89
Şekil 46.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve Kösedağı kesitine ait, b) Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin Th/U'a karşı Th diyagramındaki dağılımları. Renkli alan üst kıtasal kaynak alanlara ait oranları temsil etmektedir. İdeal ayrışma trendi, üst kıtasal kabuktan türeyen sedimentleri temsil etmektedir (McLennan vd. 1993). ....	91
Şekil 47.	Ana oksitler kullanılarak oluşturulan a) Hur ve Kösedağı, b) Taht kesiti örneklerine ait kaynak alan ayırım diyagramı (Roser ve Korsch, 1988).....	91
Şekil 48.	Erken-Orta Jura yaşlı çökellerin mafik, felsik ve ortaç kaynak alanları gösteren Th'a karşı Sc diyagramı a) Hur ve Kösedağı, b) Taht kesiti örnekleri (McLennan vd., 1993).....	92

Şekil 49.	a) Hur ve Köseadağı kesitlerine ait örneklerin, b) Taht kesitine ait örneklerin Al/Na oranına karşı kimyasal alterasyon indeksi (CIA) diyagramı (Servaraj ve Arthur, 2006). .....	95
Şekil 50.	a-b) Hur ve Köseadağı, c-d) Taht örneklerine ait $Al_2O_3$ -(CaO*+Na <sub>2</sub> O)-K <sub>2</sub> O (A-CN-K) diyagramı (Nesbitt ve Young, 1984). kao: kaolinit, gib: gibsit, klr: klorit, il: illit, mus: muskovit, sm: simektit, K-f: K-feldispat, hbl: hornblend, cpx: klinopiroksen.....	97
Şekil 51.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve Köseadağı, b) Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin $\log(K_2O/Na_2O)$ 'e karşı SiO <sub>2</sub> (% ağı.) kullanılarak oluşturulan tektonik ayırım diyagramı (Roser ve Korsch, 1985). .....	100
Şekil 52.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait kırıntılıların TiO <sub>2</sub> 'ye karşı Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *+MgO (% Ağı.) ile oluşturulan tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia, 1983). .....	101
Şekil 53.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait kırıntılıların $Al_2O_3/SiO_2$ 'ye karşı Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *+MgO (% Ağı.) ile oluşturulan tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia, 1983). .....	101
Şekil 54.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait örneklerin La-Th-Sc tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia ve Crook, 1986). AKK: Aktif Kıtasal Kenar, PK: Pasif Kenar, KAY: Kıtasal Ada Yayısı, OAY: Okyanusal Ada Yayısı. ....	102
Şekil 55.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait örneklerin Th-Sc-Zr/10 tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia ve Crook, 1986). AKK: Aktif Kıtasal Kenar, PK: Pasif Kenar KAY: Kıtasal Ada Yayısı, OAY: Okyanusal Ada Yayısı. ....	102
Şekil 56.	Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait örneklerin Th-Co-Zr/10 tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia ve Crook, 1986). AKK: Aktif Kıtasal Kenar, PK: Pasif Kenar, KAY: Kıtasal Ada Yayısı, OAY: Okyanusal Ada Yayısı. ....	103
Şekil 57.	Erken-Orta Jura döneminde Pontidlerin konumunu gösteren jeodinamik model. ....	104

## TABLULAR DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.	Hur Kesitine ait kumtaşlarının mikroskopik gözlemlere göre hesaplanmış modal bileşimleri.....	32
Tablo 2.	Kösedığı kesitine ait kumtaşlarının mikroskopik gözlemlere göre hesaplanmış modal bileşimleri.....	41
Tablo 3.	Taht kesitine ait kumtaşlarının mikroskopik gözlemlere göre hesaplanmış modal bileşimleri.....	50
Tablo 4.	Hur kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana oksit(% ağ.) ve iz (ppm) element analiz değerleri. ....	53
Tablo 5.	Hur kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz değerleri ve bazı oranlar. ....	54
Tablo 6.	Kösedığı kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana oksit (% ağ.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.....	63
Tablo 7.	Kösedığı kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz değerleri ve bazı oranlar. ....	65
Tablo 8.	Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana oksit (% ağ.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.....	76
Tablo 9.	Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz değerleri ve bazı oranlar. ....	78
Tablo 10.	Kumtaşlarına ait farklı tektonik ortamların jeokimyasal parametreleri. ....	99

## SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ICP-AES	:Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry
ICP-MS	:Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
CIA	:Chemical Index of Alteration (Kimyasal Alterasyon İndeksi)
PIA	:Plagioclase Index of Alteration (Plajiyoklas Alterasyon İndeksi)
CIW	:Chemical Index of Weathering (Kimyasal Ayrışma İndeksi)
ÖSK	:Ölçülü Stratigrafik Kesit
PAAS	:Post Archean Australian Shales
UC	:Upper Crust (Üst Kabuk)
ANTE	:Ağır Nadir Toprak Elementler
ONTE	:Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler
HNTE	:Hafif Nadir Toprak Elementler
ÇN	:Çift Nikol
TN	:Tek Nikol
LILE	:Büyük İyon Yarıçaplı Litofil Elementler
LOI	:Toplam Uçucu İçeriği
mm	:Milimetre
Mus	:Muskovit
Ol	:Olivin
Ku	:Kuars
P-ku	:Polikristalin Kuars
Op	:Opak Mineral
Ort	:Ortoklas
Plj	:Plajiyoklas
Prk	:Piroksen
M-kp	:Mafik Kayaç Parçası
F-kp	:Felsik Kayaç Parçası
Bryz	:Bryozoa Parçası

Ek	:Ekinit Plağı
Mtr	:Matriks
hbl	:Hornblend
klr	:Klorit
il	:İllit
m	:Metre
km	:Kilometre
K	:Kuzey

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1. Giriş

Gümüşhane ve Bayburt illeri ve yakın yörelerinde yüzeyleme veren ve Doğu Pontid Jeolojisinde önemli bir yer tutan kırıntılı tortul kayaçlar modal bileşimleri, ağır mineral analizleri gibi değişik açılardan birçok araştırmacı tarafından (Eren, 1983; Bozkuş, 1990; Saydam, 2002; Kandemir, 2004; Kılıç, 2009) çalışılmıştır. Ancak jeokimyasal yönden yapılan çalışmalar henüz başlangıç aşamasındadır (Dokuz ve Tanyolu, 2006).

Kırıntılı tortul kayaçlar kaynaklandıkları eski ortamların göstergesi durumundadırlar. Kırıntılı tortulların ortalama kimyasal bileşimleri, kaynak alanlarının kimyasal bileşimleri ve hatta çökdikleri tektonik ortamları hakkında ipuçları verirler. Petrografik analizler, tüm kayaç analizleri ve mineral kimyası gibi değişik metotlar kullanılarak kırıntılı kayaçların jeodinamik ortamları sınıflandırılabilir (Bhatia, 1983; Roser ve Korsch, 1985). Daha da önemlisi, çoğu zaman tektonik olaylar sonucu tamamen aşınmış/yok olmuş veya metamorfik olaylar sonucu başkalaşmış kıtasal ve okyanusal kaynak alanlar hakkında önemli bilgiler sağlayan tek kaynak durumundadırlar (Nesbitt ve Young, 1982; McLennan, 1989; McLennan vd., 1993; Cullers, 1994; Condie vd., 1995). Öyleki, bazı durumlarda kırıntılı kayaçlarda bulunan bir tek mineral kaynak alandaki bazı kayaçların ve hatta bazı kaynak alanların karakteristiği durumunda iken, çoğu zaman ortalama bileşimleri ortalama kaynak alan bileşimini yansıtabilmektedir.

Doğu Karadeniz Erken Jura havzası Hersiniyen veya Paleozoyik temel olarak da bilinen Jura öncesi yaşlı kayalardan beslenmiş olmalıdır. Bu temel kayaları güncel olarak başlıca Erken Karbonifer yaşlı orta-yüksek dereceli metamorfitle (Pulur metamorfitle, Yusufeli-Artvin metamorfitle ve Kurtoğlu metamorfitle; Topuz vd., 2004; Topuz ve Alther, 2004; Dokuz, 2000; Topuz vd., 2007) ve bunları keserek yerleşen yine Karbonifer yaşlı yüksek K'lu kalk-alkali granitlerle temsil edilmektedir (Gümüşhane ve Köse Granitleri: Yılmaz, 1972; Bergougnan, 1987; Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011). Jura öncesi yüzeye çıkan metamorfitlede yapılan jeobarometre çalışmaları bu kayaçların yaklaşık 20-30 km derinliklerde başkalaştıklarına işaret etmektedir (Topuz vd., 2004, 2007).

Yine Jura öncesi yüzeye çıkan Karbonifer yaşlı granitlerin yaklaşık 8-10 km derinliklerde kristallenmiş olmaları (Topuz vd., 2010; Dokuz, 2011), sadece granit yerleşiminden sonra ~10 km lik bir kabuk kalınlığının Erken Jura havzaları açılmadan önce aşınmış olması gerektiği anlamına gelmektedir. Jura öncesi aşındırılan kısım olasılıkla Orta Jura'da kapanan bir okyanusta (Paleotetis) depolanmış olmalıdır (Şengör ve Yılmaz, 1981, Yılmaz vd., 1997; Dokuz vd., 2010). Doğu Karadeniz Erken Jura havzaları Jura devri boyunca kaynak alan durumunda kalmaya devam eden Hersiniyen alanlarından malzeme almış olmalıdır. Bunun yanında bu havzalara malzeme verebilecek ikinci kaynak ise Erken Jura'da aktif durumda olan yay magmatizmasıdır. Yay magmatizmasından gelen malzeme ile karadan gelen malzemenin birlikte kırıntılı kayacın bileşimini oluşturması, karasal veya aşındırılmış kaynak alanların bileşimini ortaya koymada zorluklar oluşturan ve dikkatli olunması gereken bir durum oluşturmaktadır.

Biri Köseadağı (Gümüşhane) ve diğeri Taht (Bayburt) olarak bilinen iki alanda Erken-Orta Jura sürecinde çökelen kırıntılı tortul kayaçlar jeokimyasal yönden değerlendirilerek yukarıda ifade edilmeye çalışılan yaklaşımlar doğrultusunda kaynak alanları, ayrışma durumları ve tektonik ortamları ile ilgili yaklaşımlar getirilmeye çalışılmıştır.

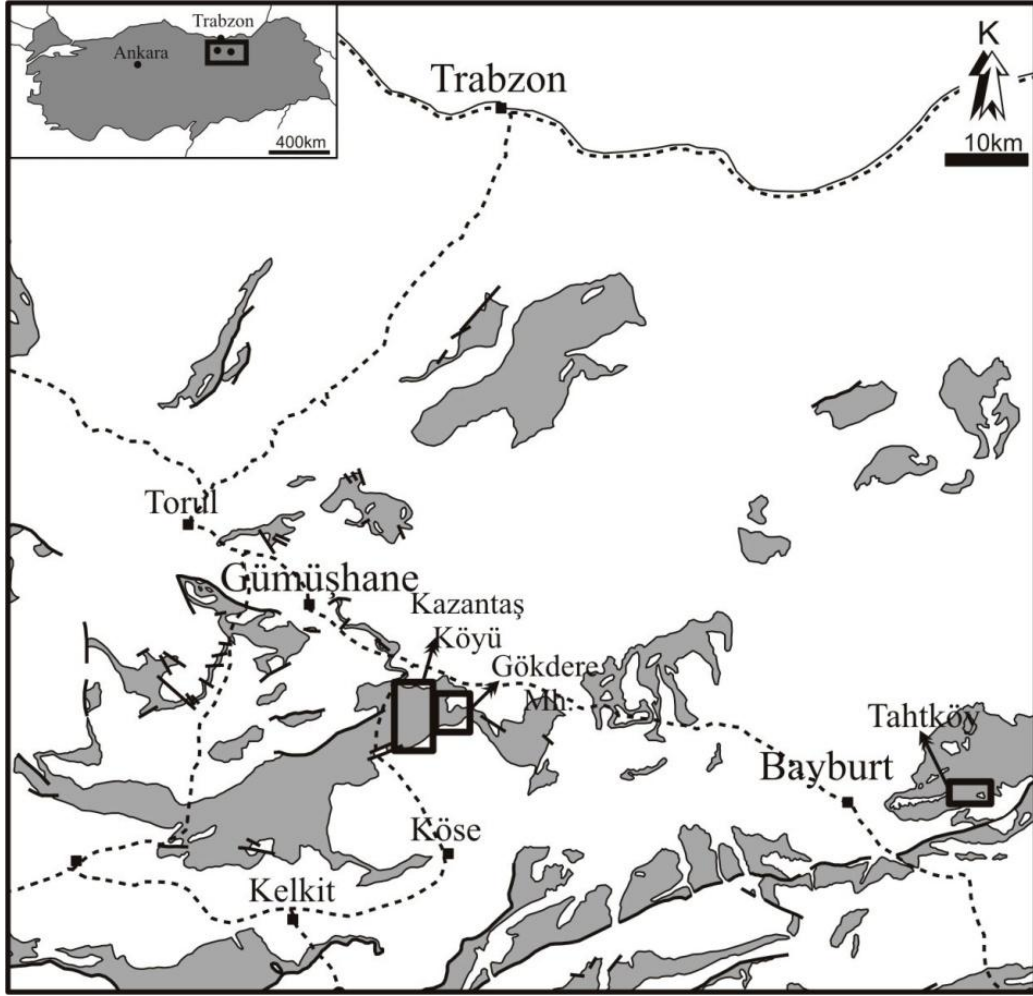
## 1.2. Çalışma Alanlarının Konumu ve Coğrafik Bilgileri

İnceleme alanı Trabzon H43 ve H44 paftaları içerisinde yer almakta olup, Gümüşhane ve Bayburt illeri ve civarında, yaklaşık 15 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

Çalışma yapılan alanlar Doğu Karadeniz Bölgesi'nin orta-güney kesimlerinde yer almaktadır. Çalışma kapsamında özel olarak belirli bir bölge çalışılmamış, Gümüşhane ve Bayburt illeri çevresinde Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait yüzeylemelerinin bulunduğu bölgelerden 3 pilot alan seçilmiştir.

Çalışma yapılan pilot bölgelerdeki en önemli yerleşim yerleri; Gümüşhane il Merkezi, Köse, Kelkit, Şiran, Torul ilçe merkezleri, Bayburt il merkezi ve Bayburt'a bağlı Aydıntepe, Demirözü ilçeleri ile, bu ilçelere ve il merkezlerine bağlı çok sayıda köy yer almaktadır. İnceleme alanlarına ulaşım; Gümüşhane-Bayburt-Erzurum, Gümüşhane-Kelkit-Şiran-Köse-Demirözü Devlet Yolu ile bu yollara bağlı çok sayıda stabilize yol ile sağlanır.





Şekil 1. Doğu Pontidler'deki Erken-Orta Jura çökellerinin yüzeylemeleri ve inceleme alanlarının yer bulduru haritası (Güven, 1993'den alınmıştır).

Çalışma yapılan her alanın kendine özgü bir topoğrafik yapısı vardır. Gümüşhane şehir merkezi ve civarı topoğrafik olarak diğer çalışma alanlarına göre daha engebeli bir yapıya sahiptir. Gümüşhane'deki pilot bölgelerde Ayıtaşı Tepe (1941 m), Ardıçlık Tepe (1998 m), Cigo Tepe (1982 m), Günevi Tepe (1955 m), Ziyaretin Tepe (2017 m), Karasyun Tepe (1958 m) ve Bayburt'taki pilot bölgede ise Yediler Tepe (2136 m) ile Guguntaş Tepe (2048 m) en yüksek noktaları oluşturmaktadır.

Çalışılan alanlarda topoğrafyayı kontrol eden en önemli su kaynakları Gümüşhane şehir merkezinden de geçerek kuzeybatıya doğru akan Harşit Çayı ve Gümüşhane'nin güneyinde Kelkit ve Şiran ilçelerinden geçerek batıya doğru akan Kelkit Çayı'dır. Ayrıca Bayburt şehir merkezinden geçen Çoruh Nehri de önemli su kaynakları arasındadır. Bununla beraber alanın morfolojisine bağlı gelişen birçok kuru dere bulunmaktadır.

Gümüşhane ili ve çevresinde Karadeniz Bölgesi'nin ılıman iklimi ile İç Anadolu Bölgesi'nin karasal iklimlerinin geçiş özellikleri hakim olup, yazlar kurak ve sıcak, bazen de serin ve hafif yağışlı geçer. Kışlar ise soğuk, sert ve yağışlıdır. Gümüşhane ili ile kıyaslandığında karasal iklime daha yakın bir iklim görülen Bayburt ilinde ise yazlar sıcak ve kurak, kış ayları ise yoğun kar yağışlı geçmektedir.

Çalışılan alanlardaki iklime bağlı olarak bitki örtüsü de farklılıklar sunmaktadır. Gümüşhane yöresinde yersel olarak çam, yaban kavakları ve meşelerden oluşan ormanlık alanlar ile ırmak boylarında kavak ve çeşitli meyve ağaçlarından oluşan bir bitki örtüsü görülmektedir. Bayburt yöresi ise bitki örtüsü bakımından çok fakir olup, kış ve bahar mevsimlerinde akan küçük dereler boyunca görülen kavak ağaçları dışında genelde bozkır olarak nitelenebilir.

Yöre halkının en önemli geçim kaynakları tarım ve hayvancılıktır. Tarımla uğraşan aileler genelde arpa, buğday ve meyve yetiştiriciliğiyle uğraşmaktadırlar. Arazinin sarp olması ulaşım güçlüğüne sebep olmakta ve dolayısıyla yöre kalkınmasını olumsuz etkilemektedir. Ekonomik koşulların zorluğu, yöre genelinde yaygın göç olgusunu sonuçlamıştır. Bununla birlikte mevsimlere göre de mevcut nüfus değişmektedir. Özellikle kış mevsimlerinde köylerden şehre göç artmaktadır.

### **1.3. Bölgesel Jeoloji**

Bu çalışmanın yapıldığı Gümüşhane-Bayburt illerini de içine alan Pontidler, Türkiye'nin ana tektonik birliklerinden biri olup (Ketin, 1966), doğu kesimi kayaç topluluklarındaki farklılıklar nedeniyle kuzey ve güney olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Özsayar vd., 1981) (Şekil 2). Bektaş vd. (1995 ve 1999) Doğu Pontidleri, sunmuş olduğu sedimantolojik, tektonik ve magmatik karakteristiklere göre; "Kuzey Zon", "Güney Zon" ve "Eksen Zonu" olmak üzere üç alt birliğe ayırmışlardır. Bu tez kapsamında çalışılan sahalar Güney Zon'da yer almaktadır.



Şekil 2. İnceleme alanının Türkiye'nin tektonik birlikleri içerisindeki yeri (Okay ve Tüysüz, 1999'dan alınmıştır).

Gümüşhane-Bayburt yörelerinde en yaşlı temel kayaların orta-yüksek dereceli bölgesel metamorfizmler oluşturur. Farklı araştırmacılar tarafından Pulur Metamorfizmi (Ketin, 1950), Pulur Masifi (Korkmaz ve Baki, 1984), Kopuzsuyu Deresi Metamorfizmi (Özer, 1984) gibi adlarla anılan bu birim, Doğu Pontidler'in Güney Zonu'nda yaygın olarak yüzeyleme verirken, Kuzey Zon'da seyrek olarak gözlenir. Topuz (2000) metamorfizmlerin yaşlarını U-Pb, Ar-Ar ve Rb-Sr yöntemleriyle 260 ve 330 milyon yıl olarak saptamış ve bu metamorfizmlerin Pulur Masifinde iki ayrı tektono-metamorfik birimden oluştuğunu belirtmiştir. Temeli oluşturan bu metamorfizmler, başlıca granodiyorit, kuvarslı mikrodiorit, granit ve dasitlerden oluşan Gümüşhane Graniti, Gümüşhane Plütonu, Gümüşhane Granitoidi veya Gümüşhane Batoliti (Yılmaz, 1972; Çoğulu, 1975; Topuz vd., 2010) ve Köse Kompozit Plütonu (Dokuz, 2011) gibi değişik adlar verilen Erken-Geç Karbonifer yaşlı granitik sokulumlar tarafından kesilmiştir (Şekil 3).



Hersiniyen temel üzerine Erken-Orta Jura yaşlı birimler uyumsuz olarak gelir. Bu kayalar güney zonda değişik araştırmacılar tarafından farklı adlarla tanıtılmıştır (Karatepe Formasyonu, Seymen, 1975; Hacıören Formasyonu, Pelin, 1977; Hamurkesen Formasyonu, Ağar, 1977; Telmeyaylası Formasyonu, Turan, 1978; Balkaynak Formasyonu, Kesgin, 1983; Zimonköy Formasyonu, Eren, 1983; Şenköy Formasyonu, Kandemir, 2004). Erken-Orta Jura yaşlı birim kısa mesafelerde önemli kalınlık farkları sunmaktadır. Andezit, diyabaz, bazalt, aglomera, tuf ve tüfitlerden oluşan volkanik ara seviyeler içeren yersel çakıltaşı, dereceli kumtaşı, marn, kiltası ve kumlu kireçtaşı ile “Calcareo Ammonitico Rosso” (CAR) fasiyesinde gelişmiş; bol ammonit, belemnit, bivalv, sünger, crinoid, gastropod içeren; kırmızı renkli ve yumru kireçtaşlarından oluşmaktadır (Yılmaz, 2002). Birim, yukarıda belirtilen kaya türlerinin yanında taban ve tavana yakın kömürlü seviyeler de içermektedir. Çok geniş alanlarda yüzeyleme veren ve kısa mesafelerde kalınlık ve ani fasiyes değişimleri sunan birimin tipik bir rift ortamında çökeldiği konusunda fikir birliği vardır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Görür vd., 1983; Bektaş, 1986; Yılmaz, 1995; Arslan vd., 1997; Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz, 2002; Dokuz ve Tanyolu, 2006; Şen, 2007). Aktif tektonik hareketlerin kontrolünde gelişen Erken-Orta Jura çökellerinin birikiminden sonra Geç Jura’dan Erken Kretase sonuna kadar süren dönemde, sakin tektonik koşulların kontrolünde karbonat platformu oluşmuştur (Yılmaz, 2002).

Tüm Doğu Pontidler’de geniş alanlarda yüzeyleme veren, bol fosilli, sığ denizel kireçtaşları, dolomitler ve dolomitik kireçtaşları tipik bir karbonat platformu ürünüdürler (Taslı, 1990; Yılmaz, 1997 ve 2002). Berdiga Formasyonu (Pelin, 1977) olarak adlandırılan Geç Jura-Erken Kretase yaşlı birim, tabaka kalınlığı güneye doğru gittikçe azalan, genel olarak gri, bej renkli, kalın, yer yer masif katmanlı, çok zengin küçük bentik foraminifer fosilleri içeren, üst seviyeleri çört yumru ve bantları içeren, taban seviyeleri yer yer dolomitik karbonatlardan oluşmaktadır.

Üst Kretase’den itibaren Doğu Pontid Kuzey ve Güney Zonu farklı litolojiler göstermeye başlar. Kuzey Zon yoğun bir magmatik aktivitenin etkisi altındayken, Güney Zon, magmatik aktiviteden uzak türbiditik karakterli akıntıların geldiği bir havza özelliği gösterir. Gümüşhane yöresinde karbonatlar üzerine, bazı yerlerde uyumsuz (Pelin, 1977), diğer bazı yerlerde uyumlu olarak (Dokuz ve Tanyolu, 2006) geldiği ileri sürülen, tane boyu ve tabaka kalınlığı genel olarak yukarıya doğru gittikçe artan kumtaşı, kiltası ve marn ardalanmasından oluşan Geç Kretase yaşlı Kermutdere Formasyonu gelmektedir

(Tokel,1972). Bayburt yöresinde Geç Jura-Erken Kretase, tabanda bol mikrofosilli, kumlu, ooidli, çörtlü sparitik kireçtaşlarından oluşan Ardıçlıgüney Formasyonu, monojenik breş ve kumtaşı-kireçtaşı-marn ardışımından oluşan Ahsünk Formasyonu ve bunun üzerine gelen ince-orta katmanlı, gri-bej renkli yer yer makroskobik ölçekte kayma-akma yapıları içeren bol tintinitli plaket kireçtaşlarından oluşan Kuzdağ Formasyonu ile belirgindir (Özer, 1983). Güven (1993), ince-orta tabakalanmalı, sarı renkli kumlu kireçtaşları ve yer yer konglomeralar başlayan, yukarı doğru ince tabakalanmalı, kırmızı-mor renkli mikritik kireçtaşları ile devam ederek, gri, yeşil renkli tuf ara seviyeleri içeren ince-orta tabakalanmalı Geç Kretase yaşlı birimi Mescitli Formasyonu olarak adlandırmıştır.

Bütün bu birimler Gümüşhane yöresinde Alibaba Formasyonu (Tokel, 1972) ve Kabaköy Formasyonu (Güven, 1993) olarak adlandırılan volkano-tortul birim tarafından uyumsuz olarak örtülür. Gümüşhane ve yakın yöresinde, tabanda yersel olarak konglomeralar, kumtaşı ve tufit ara katkılı nummulitli kireçtaşları ile başlayarak, üst seviyelere doğru andezit ve ilişkili piroklastikleri ile devam eden birim yer yer aşınmış olarak bulunan kireçtaşı, kumtaşı, marn tuf aralanması ile son bulmaktadır (Aliyazıcıoğlu, 1999). Stratigrafik, paleontolojik ve jeokimyasal bulgulara dayanılarak birime Eosen yaşı verilmiştir (Aliyazıcıoğlu, 1999; Arslan ve Aliyazıcıoğlu, 2001). Yöredeki en genç kayalar traverten, taraça ve alüvyonlardan oluşur.

#### **1.4. Önceki Çalışmalar**

Çalışma alanlarında birçok jeolojik araştırmalar ve çeşitli dallarda yüksek lisans ve doktora çalışmaları gerçekleştirilmiştir. İncelenen alanlar ve yakın yörelerinde yapılan önceki çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Ketin (1950), “Bayburt Yöresinin Jeolojisi” başlıklı çalışmasında yörenin 1/100000 ölçekli haritasını Maden Tetkik Arama Enstitüsü için yapmıştır. Bu çalışmada, Üst Kretase yaşlı oluşukların ofiyolit serisi üzerine transgresif olarak geldiğini ve bu serinin tabanında kalınlığı 800 metreye varan Mollusk faunasının bulunduğunu belirtmiştir. Eosen ise filiş fasiyesinde gelişmiş olup, alt kısmı 1600 m kalınlıkta konglomera ve kilaşlarından, orta ve üst kısmı 350-400 m kalınlıkta kilaşı-kumtaşı-kireçtaşı ardışımından oluşmuştur. Kireçtaşı ve marn tabakalarında bulunan zengin foraminifer faunası olası katların ayrılmasını mümkün kılmıştır. Yörenin Miyosen süreci çökellerini ise, alt kısımlarda deniz fasiyesinde gelişmiş kireçtaşları, orta ve üst kısımlarda ise karasal fasiyesde gelişmiş kil, marn, jips,

kiltaşı ve gösel kireçtaşları oluşturmaktadır. Alttaki kireçtaşları Burdigaliyen ve Helvesiyen'i temsil ederken, üstteki kumlu ve killi tabakalarda linyit yatakları mevcuttur. Yine aynı çalışmada yörenin tektoniği irdelenmiş ve Bayburt yöresindeki Kale civarındaki Liyas yaşlı kireçtaşlarının, Üst Kretase yaşlı filişler üzerine itildiği saptanmıştır.

Ketin (1951), bölge jeolojisini ilgilendiren bu çok önemli çalışmasında; bölgenin en eski kayaçlarının metamorfitten oluştuğunu ve bunların da granit, siyenit ve andezitlerle kesilmiş olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında ilk defa bu yörede 1500 m kalınlığında Permo-Karbonifer yaşlı çökelleri tanımlamış ve bunların üzerine Liyas yaşlı çökellerin transgresif olarak geldiğini, ayrıca bölgede Triyas oluşuklarının bulunmadığını belirtmiştir. Çalışma sahasında geniş yüzlekler şeklinde takriben 2000 metre kalınlığında Liyas yaşlı çökellerin bulunduğunu ve bunların taban seviyelerine yakın kesimlerinde 5-30 cm kalınlıklarda kömür damarları içerdiğini belirtmiştir. Liyas yaşlı birimlerin üzerine üzerinde transgresif olarak Malm yaşlı çökellerin geldiğini belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı çalışmasında bütün bu birimlerin geçirmiş oldukları tektonik fazları belirlemiştir.

Çoğulu (1970), Gümüşhane-Rize bölgelerinde geniş alanlara yayılmış bulunan granit topluluğuna ait kayaç gruplarını jeolojik ve petrolojik yönden incelemiştir. Gümüşhane plütununun yaşını Üst Paleozoik olarak belirleyen Çoğulu, mikroskobik analizler sonucu plütunu, granodiyorit, kuvars monzonit ve granit olmak üzere üç fasiyese ayırmıştır.

Tokel (1972), inceleme alanının büyük bir bölümünü içine alan çalışmasında, "Kermutdere Formasyonu" adı altında topladığı Üst Kretase yaşlı oluşukların Berdiga Formasyonu üzerine uyumlu olarak geldiğini belirtmiştir.

Yılmaz (1972), bölgedeki Liyas yaşlı çökellerin alttan üste doğru adları Reksene-Venk, Şehittepe ve Gökçepınar olmak üzere üç formasyon tanımlamıştır. Reksene- Venk Formasyonu genellikle arkoz nitelikli kumtaşları ile çakıltaşı arakatıklarından oluşur. Bu formasyon içerisinde üste doğru belirgin bir tane boyu incelmeye gözlenir. Yazar, bu formasyonun Sinemuriyen'den daha yaşlı ve olasılıkla bir akarsu veya plaj çökeli olabileceğini belirtmiştir. Şehittepe Formasyonu altta silttaşı-subgrovak ardışımından, üstte ise kırmızı kireçtaşlarından ibaret olduğunu ve kısmen karasal (bataklık) koşullarda gelişmiş ve Sinemuriyen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Yazar Şehittepe Formasyonu'nun üst kesimlerinde yer alan bol ammonit, foraminifer, bryozoa, belemnit ve krinoid fosilleri içeren kırmızı kireçtaşlarının sığ denizel ortamda gelişmiş olduğunu ve yaşının da Sinemuriyen-Toarsiyen olduğunu söylemiştir. Öte yandan yazara göre Gökçepınar

Formasyonu Geç Liyas yaşlı olup, kalın çakıltası ve aglomeralardan oluşmaktadır. Ve bu üç formasyonun sınırları birbiri ile uyumludur.

Yılmaz (1973), Gümüşhane Graniti'nin yerleşimini ve bileşimini araştırmıştır. Gümüşhane Graniti'nin petrografik incelemesini yaparak birimi; Granodiyorit, Çamlıca Adamelliti, Gümüşhane Adamelliti ve Porfirik Mikrogranit olmak üzere dört fasiyese ayırmıştır.

Burşuk (1975), "Bayburt Yöresinin Mikropaleontolojik ve Stratigrafik İrdelemesi" adlı doktora tezinde Mesozoyik yaşlı çökellerden aldığı ölçülü stratigrafik kesitlerdeki kayaçlarda mikropaleontolojik çalışmalar yapmıştır. Çalışma sahasında mikrofauna ile ilk defa Dogger'in varlığını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma sahasında Jura yaşlı çökeller içerisinde 2 yeni Ammonit türü bulmuş ve Liyas-Malm'deki biyozonlar Ammonoidea ile ayırtılarak diğer ülkelerle korelasyon tablosu oluşturulmuştur.

Ağar (1977), Demirözü ve Köse yöresinde ilk defa Triyas yaşlı birimlerin varlığını ortaya koymuş ve bu birimin arkozik özellikte konglomera ve kumtaşlarından oluştuğunu belirterek birimi Karakaya Formasyonu olarak adlandırmıştır. Yazar, Erken Jura yaşlı oluşukları Çaltepe Kireçtaşı (Alt Sinemuriyen) ve Hamurkesen Formasyonu (Üst Sinemuriyen) olarak ikiye ayırmış ve adlandırmıştır. Çaltepe Kireçtaşının taban seviyelerinde koyu gri renkli, kalın ve orta tabakalı oosparitlerle başlayıp üstlere doğru çört inklüzyonları ve dolomitik ara seviyeler içeren intramikrit ve intramikruditlerden oluştuğunu belirtmiştir. Birim üzerine uyumlu olarak gelen Hamurkesen Formasyonu'nun ise taban seviyelerinde kumlu intrasparitlerle başlayıp koyu gri, yeşil renkli volkanik breş ve tüfitlerle devam ederek aglomeralarla son bulmaktadır. Araştırmacı, Liyas yaşlı oluşukların Triyas yaşlı çökeller üzerine uyumsuzlukla geldiğini ve Liyas yaşlı çökellerin Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Hozbirikyayla Kireçtaşı tarafından uyumsuzlukla üzerlendiğini belirtmiştir.

Gedikoğlu vd. (1979), "Doğu Pontidler'de Mesozoyik Döneminde Jeotektonik Gelişimin Ana Hatları" adlı çalışmasında Üst Kretase sedimanter kayaçlarını üç farklı zona ayırmıştır. Bunlardan ilki *Nerinea*, *Acteonella* ve üste doğru *Globotruncana* foraminiferlerini içeren Üst Turoniyen-Alt Senoniyen yaşlı konglomera ve kumlu sparitik kireçtaşı zonu; ikincisi, bol *Globotruncana*'lı kırmızı renkli biyomikritik kireçtaşı zonu; üçüncüsü ise "Tepeköy Formasyonu" olarak adlandırdığı ve Doğu Pontid Güney Zonu'nda geniş yayılıma sahip Maastrichtiyen yaşlı türbiditlerdir. Bu formasyonun üst kesimlerinden



elde edilen *Globigerina subbotina*, *Discocyclina* ve *Globorotalia* foraminiferleri ise Paleosen yaşını belirtmektedir.

Eren (1983), “Gümüşhane-Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi” konulu çalışmasında Üst Kretase yaşlı çökelleri “Kermutdere Formasyonu” adı altında toplayarak, bunları kumlu kireçtaşı üyesi, kırmızı kireçtaşı üyesi ve türbidit üyesine ayırmıştır. Doğu Pontidler’de Üst Kretase yaşlı oluşukların transgresif olarak daha yaşlı oluşuklar üzerine geldiğini, yersel farklılıklar dışında, genelde Üst Kretase yaşlı tortuların türbiditik karakterde olduğunu ve Eosen’in transgresif özellikte geliştiğini belirtmiştir.

Kesgin (1983), Bayburt-Akşar Köyü ve güneybatısındaki birimleri kayastratigrafi birimi esasına göre incelenmiş ve genel özellikleri tanımlanmıştır. Gümüşhane Graniti üzerine uyumsuz olarak gelen Liyas yaşlı çökeller Balkaynak Formasyonu olarak adlandırılmış ve birbiriyle yanal geçişli olduğu belirtilen Daskabanboğazı tortul volkanik ve Akşar tortul volkanik üyesi olmak üzere iki farklı üye olarak incelenmiştir. Yapılan çalışmada bölgeye Liyas’da yerleşen denizin zaman zaman karayla ilişkili olduğu ve Dogger’de bölgeye ilk defa kalıcı bir denizin yerleştiği belirtilmiştir.

Özdoğan (1983), Kale (Gümüşhane) yöresinde yüzeyleme veren kayaları kayastratigrafi birimi esasına göre incelemiş ve ayırtlamıştır. Çalışmada, Liyas yaşlı çökeller Permiyen öncesi yaşlı Aşağı Mahalle metamorfileri ile Permiyen yaşlı Gümüşhane Graniti üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Liyas yaşlı çökeller Eskibağlar Formasyonu olarak adlandırılmış, tabanda yer alan yumrulu, kırmızı renkli, bol ammonitli kireçtaşı üyesi ve üste doğru piroklastik tortulların egemen olduğu kumtaşı-marn-kiltaşı ara katkılı volkano-tortul seriden oluşan iki farklı üyeye ayrılmıştır. Eskibağlar Formasyonu’nun sübsidan karakterli bir havzada genellikle karasal (bataklık, kıyı ovası) zaman zaman sığ deniz ortamında oluştuğu vurgulanmıştır.

Hacılioğlu (1983), Kale-Vavuk Dağı (Gümüşhane) yöresinde yaptığı çalışmada Gümüşhane Granitini aşınma uyumsuzluğu ile üstleyen Liyas yaşlı Zimonköy Formasyonu’nu, kırmızı renkli yumrulu kireçtaşı üyesi, volkano-tortul üye ve bunları keserek gelişme gösteren diyabaz üyesi olarak üç farklı üyeye ayırmıştır. Zimonköy Formasyonu’nun sübsidan karakterli bir havzada çoğunlukla sığ deniz, zaman zaman da karasal (bataklık) ortamda oluştuğunu vurgulamıştır. Çalışmada Liyas yaşlı oluşukların kalınlık farklılıkları sunması, yörede etkin olan blok faylanmalara bağlı olarak gelişen horst ve graben röliyefine bağlı olduğu vurgulanmıştır.

Korkmaz ve Baki (1984), inceleme alanında yer alan metamorfizmaları “Pulur Masifi” olarak adlandırmış ve bu metamorfizmaları kesen metaandezit, diyorit, gabro ve olivinli gabro gibi birimleri içerdiğini vurgulamışlardır. Bu metamorfizmaların güneyde kalınlığı yersel olarak 130 metreye kadar ulaşan kömür mercekleri içeren taban konglomerası tarafından örtüldüğünü belirtmişlerdir. Bu taban konglomerasını “Aggi Formasyonu” olarak adlandırmış ve yaşının birim içerisindeki kömürlerden yapılan palinolojik inceleme sonucunda Dogger olduğunu saptamışlardır. Ayrıca bu çalışmada Ağar (1977)’ın Triyas yaşını vermiş olduğu Karakaya Formasyonu’nun Triyas yaşlı olamayacağını, Permokarbonifer yaşlı çökellerle yanal geçişli olduğunu ve Permo-Karbonifere dahil olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Özer (1984), “Bayburt (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi” başlıklı çalışmasında yörede Paleozoyik, Mesozoyik ve Tersiyer yaşlı kayalar yüzeylediğini belirtmiştir. Özer’e göre bölgedeki en yaşlı kayalar “Permokarbonifer öncesi” yaşlı, düşük metamorfizmalı şistlerdir. Mesozoyik yaşlı kayalar Liyas yaşlı volkanotortul seri ile başlar, üzerine Dogger-Malm yaşlı, kalın tabakalı, tabanda yer yer kumlu yer yer dolomitik ve çörtlü kireçtaşlarından oluşan seri gelir. Alt Kretase dönemi kireçtaşı-kumtaşı-marn ardışımı ile tipiktir. Özer, Üst Kretase ve Paleosen yaşlı birimlerin Paleosen sonundaki bir fazla aşındırıldıkları görüşüne vararak, Eosen istifini birbirleri ile yanal geçişli taban konglomerası ve kumlu kireçtaşları ile başlayan volkano tortul kayalardan oluşan bir istif olarak tanımlamış ve yörenin bu dönem sonunda denizden kurtulduğunu belirtmiştir.

Bektaş vd. (1984), Erken Jura yaşlı havzaları Paleotetis Okyanusu’nun kapanması ile oluşmuş Pontid yayının güneyindeki yay-ardı havzalar olarak yorumlamışlardır. Bu yayardı havzaların çekme gerilmesi altında tüm Doğu Pontid Güney Zonu’nda doğu-batı doğrultusunda birbirine paralel rift havzaları şeklinde geliştiğini ve bu rift havzalarının (graben) birbirinden eski temele ait yükseltilerle (horst) ayrıldığını belirtmişlerdir.

Yılmaz (1985), “Kelkit (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi” adlı çalışmasında Üst Kretase döneminde yörenin Hankırı Tepe dışındaki kesimlerinin kara halinde kaldığını, denizin inceleme alanının batısında egemen olduğunu ve Üst Kretase sonunda derin bir aşınmaya uğradığını belirtmiştir. Paleosen oluşuklarının ise, sığ ortamdan derin deniz ortamına kadar değişik fasiyeslerde çökellerle temsil edilmesini ve yer yer volkanizmanın egemen olmasını, bu dönemde duraysız bir ortamın varlığı şeklinde yorumlamıştır. Ayrıca Paleosen yaşlı kayaların aşınmaya karşı dayanımsız olmalarını ve stratigrafik istifin üst

seviyelerinde yer almasını, geçen zaman sürecinde aşınarak artık gözlenememesi şeklinde yorumlamıştır.

Gürsoy (1989), Kelkit (Gümüşhane) ve yakın dolayının stratigrafik ve tektonik özelliklerini ortaya koymaya çalıştığı çalışmada, çalışma alanında yüzeyleyen birimleri jeolojik konumlarına dayanarak otokton ve allokton olmak üzere iki ana kategoriye ayırmış ve incelemiştir. İnceleme alanındaki otokton birimlerin tabanını metamorfik bir temel içerisine yerleşen Gümüşhane Granitoyidi'nin oluşturduğunu ve bu temelin Liyas-Dogger yaşlı volkano-tortul bir istiften oluşan Kelkit Formasyonu tarafından transgresif olarak örtüldüğünü belirtmiştir. Liyas-Dogger yaşlı bu istifin, çökme ile eş yaşlı büyüme fayları, yer yer kömür mercekleri ve Pliyensbahiye ve Toarsiyen yaşlı iki Ammonit'li düzey içerdiğini vurgulamıştır. Yazar çalışmada Kelkit Formasyonu'nun uyumlu olarak, çapraz katmanlı ve oolitik kumlu kireçtaşlarıyla başlayan Berdiga Formasyonu'nun Dogger-Valanjiniyen karbonatları tarafından üzerlendiğini belirtmiştir.

Keskin vd. (1990), "Bayburt ve Dolayının Jeolojisi" adlı raporlarında yörede yer alan birimlerin birbirleriyle olan ilişkilerini ortaya koyarak jeolojik evrime katkıda bulunmuşlardır. Çalışma alanında Liyas başına kadar bir aşınma evresinin bulunduğunu ve Triyas sürecinin karasal döneme karşılık geldiğini, Liyas başında güneyden gelen yeni bir transgresyonla Hamurkesen Formasyonu'nun çökeldiğini, başlangıçta yörede sığ bir denizin hakim olduğunu vurgulamışlardır. Liyas başında kuzeyde gelişen sığ denizin daha güneye geldiğinde derinleşmeye başladığını belirtmişlerdir. İnceleme alanında çökelen kırmızı renkli bol ammonit ve krinoidli, lamelli fosilli ve yumrulu kireçtaşlarının, riftleşme olayı ile ilgili olarak denizin sığ kesimlerinde geliştiğini, denizin daha derin kesimlerinde volkano-tortul karakterli kayaçlar ile ardalanmalı türbiditik özellik gösteren çökellerin oluştuğunu vurgulamışlardır. Liyas sonuna doğru ortamın tekrar sığ denizden lagüner ortama dönüşmesi ile yer yer kömür ara seviyeleri içeren kumtaşı ve kumlu kireçtaşlarının çökeldiğini vurgulamışlardır. Ayrıca Liyas ve Malm yaşlı birimlerin sınırları boyunca yerel diskordansı belirleyen izlerin bulunduğunu savunmuşlardır.

Taslı (1990), "Gümüşhane ve Bayburt Yöresindeki Üst Jura-Alt Kretase Karbonat İstiflerinin Stratigrafik, Paleocografik ve Mikropaleontolojik İncelenmesi" adlı doktora çalışması doğu Gümüşhane ve Bayburt yörelerindeki Üst Jura-Alt Kretase platform tipi karbonat istiflerinin (Berdiga Formasyonu) stratigrafik, paleocografik ve mikropaleontolojik incelemesi ile ilgilidir. Çalışmacı, litostratigrafik incelemeler sonucu, ortak mikrofasiyes ve litolojik özellikleri ile tanımlanan dokuz litofasiyes ayırt etmiş ve her

litofasiyesin mikrofosil içeriğini listelemiş ve çökelme ortamını yorumlayarak, yanal ve düşey yöndeki ilişkilerini ortaya koymuştur. Çalışmada Bentik Foraminiferlere dayalı olarak dördü yeni olmak üzere yedi adet yerel biyozon ayırt edilmiştir. İnceleme alanında yer alan karbonat platformunun evriminin Kalloviyen? (Üst Dogger) transgresyonu ile başladığını, yerel süreksizlik ve uyumsuzluklar içeren gelişimin yaklaşık Alt Kretase sonunda bölge ölçeğinde etkili olan bir aşınma dönemi ile son bulduğunu belirtmiştir.

Özdoğan (1992), Karadağ (Torul-Gümüşhane) yöresindeki çalışmasında Gümüşhane Granitoyidi üzerine uyumsuzlukla gelen çökelleri Gülaçar Formasyonu olarak adlandırmış ve Liyas yaşlı olduğunu belirtmiştir. Çalışmacı, Liyas yaşlı Gülaçar Formasyonu'nu birbiriyle yanal geçişli olduğunu belirttiği, Cilaztepe Konglomera Üyesi, Dörenedere Kireçtaşı Üyesi ve Bülbüloğlu Tortul-Volkanik Üyesi olmak üzere üç farklı üyeye ayırmıştır. Yazar, Gülaçar Formasyonu'nu oluşturan volkanik kayaların andezit-bazalt bileşiminde olup, alkalin ve kalkalkalin nitelik taşıdıklarını ve adayayı volkanitlerinin ürünleri olduklarını belirtmiştir.

Yılmaz (1993), "Doğu Pontid Güney Zonu'nun stratigrafik deneştirmesi ve paleocoğrafik evrimi" adlı çalışmasında Doğu Pontid Güney Zonu'nda kalın istif ve yaygın yüzeylemeler sunan çökel kayaların farklı fasiyes koşullarında biriktiğini ve bu çökellerin başlıca, Liyas sürecinde riftleşme ve Dogger-Orta Kretase-Erken Eosen transgresyonlarıyla oluştuğunu belirtmiştir. Bu istifler şekil ve konumlarını Orta Kretase, Geç Kretase ve Geç Miyosen'de gelişen orojenik devinimlerle kazanmışlardır. Doğu Pontid Güney Zonu genelinde Üst Kretase sürecinde farklı karakterlerde gelişen istifler duraysız bir ortamın verilerini sunarlar. Bu kayaların Bayburt il merkezi ve yakın yöresi, Köse-Demirözü ve Kelkit yakın yöreleri ve güneyinde bilinmemesi bu alanların Üst Kretase sürecinde kara olduğunu düşündürmüştür. Kelkit'ten batıya doğru Şiran, Alucra, Kösedan kuzeye doğru Gümüşhane ve Bayburt'tan doğu ve kuzeydoğuya doğru Olur yöresinde Üst Kretase yaşlı istif kalınlıklarının giderek artması ve yer yer 1500 m kalınlıklara erişmesi, bu alanların Üst Kretase denizine kırıntı veren paleo-yükselti alanları olduğunu kanıtlar. Üst Kretase'de etkin olan orojenik devinimler Reşadiye ve Alucra yöreleri dışındaki tüm yöreyi kara haline geçirmiş ve Erken Paleosen'e kadar olan kısa bir dönemde derin bir erozyonu sonuçlamıştır. Erken Eosen döneminde yöre güçlü bir transgresyonla çökel ortam özelliği kazanmış ve Eosen öncesi paleotopoğrafya, çökel ve geometrik özellikler gibi koşulların kontrol ettiği kömür depolanmaları (Kelkit ve Şiran), sığ self karbonatları ve filiş fasiyesinde gelişmiş kayalar gibi farklı fasiyes ürünleri oluşmuştur.

Akdeniz vd. (1994), “Aşkale-İspir arasının Jeolojisi” adlı çalışmalarında şiddetli deformasyon geçirmiş olan Doğu Pontidler’in güney kesimini birbirinden az-çok farklı, yanal hareketlerin etkisiyle yan yana gelmiş veya yatay hareketler sonucu nap kütleleri şeklinde biri diğeri üzerine itilmiş, stratigrafik istiflerin yüzeylendiği yapısal dilimlere ayırmışlardır. Özellikle fasiyes değişimlerinin yaygın olduğu çökel kuşağındaki ekaylar, bindirme düzlemleri veya büyük ölçekli doğrultu atımlı faylara göre ayrılan yedi tektono-stratigrafik birim; Pontid Otoktonu, Bayburt, Çermeli, Sirvan, Ovacık, Yeşilçöl ve Kopdağı naplarıdır.

Gedik vd. (1996), Doğu Pontidleri Erken Jura’da Avrasya’dan kopan mikro bir plakacık olarak düşünen yazarlar, bu kopma hareketinin; tektonik, stratigrafik ve sedimentolojik verilerle ortogonal bir riftleşme şeklinde değil, transtensiyonal bir açılma şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar elde ettikleri verilerin ışığı altında Doğu Pontidler’deki Erken Jura havzalarının uzaklaşan (divergent) bir transform fay sisteminin ürünü olduklarını öne sürmüşlerdir.

Turan (1996), “Şiran (Gümüşhane) doğu yöresinin tektonik özellikleri” başlıklı çalışmasında yörenin Liyas’tan Eosen sonuna kadar üç dönem (Liyas, Geç Kretase–Erken Paleosen ve Orta Eosen) çekme tektoniği rejimi, üç dönem de (Alt Kretase sonu–Üst Kretase başı, Geç Paleosen–Erken Eosen ve Geç Eosen) sıkışma tektoniği rejimi denetiminde kaldığını belirtmiştir. Üst Kretase başındaki sıkışma tektoniği rejiminden sonra, yörede Turoniyen ile birlikte yeniden gerilme tektoniği rejiminin etkinlik kazanmaya başladığını belirterek Üst Kretase yaşlı sığ (bol pelecypod kavkılı konglomera, resifal kireçtaşı, marn) ve derin (*Globotruncana*’lı kırmızı biyomikrit, filiş türü ince kırıntılılar) deniz tortularının bir arada bulunuşunun ancak böyle bir tektonik aktiviteyle gelişebileceğini vurgulamıştır. Yazar bu çalışmasında elde ettiği bulgularla doğuda Kelkit (Gürsoy vd., 1993) ve batıda Alucra (Pelin, 1977) yörelerinde denizel Paleosen birimlerine rastlanması ile paralellik kurarak, stratigrafik açıdan yörede Mesozoyik-Tersiyer geçişinin sürekli olduğunu kabul etmiştir.

Arslan vd. (1997), “Doğu Pontid Volkanik Kayaçlarının Jeokimyası ve Petrojenezi” adlı çalışmada, Doğu Pontidler’i Liyas, Üst Kretase ve Eosen’de olmak üzere üç ana volkanik evreye ayırmışlardır. Her bir evreyi jeokimyasal ve petrolojik olarak ayrı ayrı incelemişler ve birbiriyle karşılaştırmalarını yapmışlardır. Liyas volkanizmasının ekstansiyonel rejim altında riftleşmeye bağlı olarak, Üst Kretase volkanizmasının yitim sonucu, Eosen volkanizmasının ise yitim sonunda alt kabuk ve/veya üst mantodan kısmi

ergime sonucu oluştuklarını belirtmişlerdir. Tüm bu jeokimyasal ve petrolojik verilerin Doğu Pontid volkanik kayaçlarının ada yayında oluştuklarına işaret ettiklerini vurgulamışlardır.

Yılmaz (1997), “The sedimentological record of Cretaceous platform-basin transition in the Gümüşhane region (NE Türkiye)” adlı çalışmasında Gümüşhane yöresindeki karbonat platformunun Jura-Alt Kretase ekstansiyonel tektonik hareketlerle Albiyen sürecinde kırıldığını, platform ve havza çökelleri arasındaki ilişkileri yöredeki Berdiga ve Kermutdere Formasyon’larının sunduğunu belirtmektedir. Platform ve havza çökellerini sırasıyla küçük bentik foraminiferli kumtaşı/istiftaşı, tanetaşı, breşik kireçtaşı, türbiditler ve pelajik foraminiferli kumtaşları oluşturur. Yamaç/havza çökellerinin sedimentolojik karakterleri ve platform-havza arasındaki ilişkilerin yapısal modellemesi, platform-havza geçişinin tektonik uyumsuzluk ile kontrol edildiğini gösterir. Yazar ayrıca, bu faylı havzaların rift ve kıtasal havzalarla da bazı benzerlikler gösterdiğini de belirtmektedir.

Okay ve şahintürk (1997), Kelkit ve Demirözü (Köse) civarında yüzeyleme veren Jura yaşlı, volkaniklastiklerden oluşan bu fasiyes üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Yapılan alışmada, Kelkit Formasyonu’nun 1500-2000 metre kalınlıkta olduğu, düşey ve yanal fasiyes değişimleri gösterdiği belirtilmiş ve birimden üç ana fasiyes tanımlanmıştır; (1) dereceli tabakalanma, akma ve slump yapıları gösteren türbiditik bir volkaniklastik kumtaşı-şeyl birimi, (2) paralık bir ortam gösteren birkaç kömür seviyesi içeren geniş yayıllımlı bir litik tf-volkaniklastik kumtaşı-konglomera birimi ve (3) denizaltı tepelerinin üzerinde çökelmiş kondanse karakterli Ammonitico rosso fasiyesi. Araştırmacılar Kelkit Formasyonu’nun yaşını ammonit fosillerine dayanarak Erken Pleinsbahiyen-Toarsiyen olarak vermişlerdir.

Yılmaz (1997), Gümüşhane ve yakın yöresinde gerçekleştirdiği çalışmada Mesozoyik havzaların dinamik kontrol etkenlerini ve çökelme koşullarını irdelemiştir. Yazar yörede Erken-Orta Jura ve Orta Kretase’de genişlemeli tektonik rejimin etkin olduğunu ve bunlara bağlı olarak türbiditik karakterli çökellerin biriktiğini; Dogger-Erken Kretase döneminin sakin tektonik koşullarda platform karbonatlarının birikim sürecine karşılık geldiğini belirtmiştir.

Hoş ebi (1998), “Kelkit-şiran (Gümüşhane) ve Yusufeli (Artvin) Yöreleri Jura Yaşlı Kömürlerinin inorganik Jeokimyası” adlı yüksek lisans tezinde, Gümüşhane ve Artvin yörelerindeki çeşitli lokasyonlarda yer alan Jura yaşlı kömürlerin iz element dağılımları, ilişkileri ve oluşum ortamlarını yorumlamıştır. Kömürlerden yapılan ICP-AES

analiz yöntemleri ile elde edilen B elementi konsantrasyon değerlerine göre Gödül (Kelkit) ve Norsun (Şiran) ve Kömürlü (Yusufeli) bölgelerindeki kömürlerin zaman zaman denizle irtibatlı kıyı fasiyeslerinde, Alansa (Kelkit) bölgesindeki kömürlerin ise tuzlu su ortamında çökeldiği sonucuna varmıştır.

Bektaş vd. (1999), “Doğu Pontid magmatik arkında ark gerisine doğru yitimle ilişkili Üst Kretase volkanizması ve göçü” başlıklı çalışmalarında Doğu Pontidlerin güney zonundaki Üst Kretase volkanizmasının kuzey zondan daha geç geliştiğini ve bunun da ark boyunca güney yönlü bir yitimle geliştiğinin bir kanıtı anlamına geldiğini belirtmişlerdir.

Yılmaz (2002), “Gümüşhane-Bayburt yöresindeki Mesozoyik havzalarının tektonosedimantolojik kayıtları ve kontrol etkenleri” adlı çalışmalarında aktif tektonik hareketlerin kontrolünde gelişen Liyas süreci çökellerinin birikiminden sonra Erken Dogger’den itibaren, Gümüşhane yöresinde Erken Kretase sonu, Bayburt yöresinde ise Malm sonuna kadar süren dönemde sakin tektonik koşulların kontrolünde karbonat platformunun oluştuğunu belirtmiştir. Tüm yörede duraylı tektonik koşulların sona ermesini ikinci riftleşme fazı olarak adlandırılan sedimantasyonla eş yaşlı tektonik bir süreksizlik sağlamıştır. Bayburt yöresinde Geç Malm, Gümüşhane yöresinde ise Orta Kretase sürecinde gelişen bu olayla Erken Kretase’de Bayburt yöresinde, platformun parçalanmasıyla derinlik kazanan ortamda pelajik çökeller birikirken, Gümüşhane yöresinde sığ denizel koşullarda platform karbonatlarının birikimi devam etmiştir. Her iki yörede de, farklı zamanlarda da olsa, platformun parçalanmasını sağlayan fay eteklerinde iri kırıntılılardan kondanse pelajik karbonatlara kadar değişen kayaçları içeren bir çökel prizma oluşmuştur.

Kandemir (2004); doktora tezinde, Gümüşhane ve yakın çevresinde Gümüşhane Graniti üzerinde uyumsuzlukla yer alan üstten ise Berdiga Formasyonu tarafından uyumlu üstlenen birimleri Şenköy Formasyonu olarak adlandırmıştır. Ayrıca daha önceki çalışmalarda yaşı çoklukla Liyas olarak belirtilen birimin, bu çalışmada elde edilen paleontolojik-palinolojik ve fasiyes bulgularına dayandırılarak yaşı Hettangiyen?-Bathoniyen olarak sınırlandırmıştır.

Sipahi (2005) Zigana Dağı’nda (Torul-Gümüşhane) yapmış olduğu Doktora çalışmasında, burada yüzeyleyen Geç Kretase yaşlı volkanitlerde görülen hidrotermal ayrışmaları incelemiş ve volkanik serinin tabanında bazalt, andezit ve bunların piroklâstitlerinin görülmekte olduğunu saptamıştır. Volkanitlerin toleyitik-geçiş-kalkalkali özellikte ve volkanik yay ortamında geliştiğini belirtmiştir.

Dokuz ve Tanyolu (2006) Yusufeli (Artvin) yöresindeki Erken Jura ve Geç Kretase yaşlı şeyl ve kumtaşlarını; kaynak alanları, sedimantolojik gelişimleri ve tektonik ortamları hakkında daha fazla bilgi edinmek, ayrışma, hidrolik boylanma ve tortul-döngü olaylarının kaynak alan karakteristikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacı ile petrografik ve jeokimyasal açıdan incelenmişlerdir.

Şen (2007), Jura volkanitlerinin, Pontidler'in evrimine ilişkin önemli veriler sunduklarını söylemiştir. Bu volkanik kayaçların toleyit ile kalk-alkalen arasında geçiş karakterli olduklarını ve çoğunlukla bazalt, bazaltik-andezit ve andezit bileşiminde olduklarını ifade etmiştir. Kayaçların, jeokimyasal özellikleri bakımından, okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre büyük iyon çaplı ve hafif nadir toprak elementlerce zenginleştiklerini ve yüksek alan enerjili elementlerce fakirleştiklerini  $[(La/Yb)_{cn}=2.2-8.5; (Nb/La)_n=0.1-0.77]$  ve radyojenik Nd izotop oranlarının  $\epsilon Nd(210 Ma)=-0.72$  ile 3.24 arasında değiştiğini belirtmiştir. İz element ve izotop verilerine göre bu kayaçların, yitim ilişkili sıvılarca metazomatizmaya uğratılmış spinel lertzolitin düşük dereceli bölümsel ergimesi sonucu oluştuğunu ve yüzeye akmadan önce bir magma odasında ayrılaşmaya uğradıklarını belirtmiştir.

Kılıç (2009), Gümüşhane ve Bayburt yakın yörelerinde geniş alanlarda yüzlek veren Kretase-Tersiyer geçişinin foraminifer ve sedimantoloji kayıtlarını araştırdığı doktora çalışmasında Üst Kretase ve Eosen yaşlı kayaçların sedimantolojik ve paleontolojik kayıtlarını incelemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda çoklukla Santoniyen-Maastrichtiyen olarak belirtilen Kermutdere Formasyonu'nun yaşına karşın, bu çalışmada elde edilen paleontolojik (globotruncanid türü planktik foraminiferler) ve fasiyes bulgularına dayandırılarak birimin yaşı Santoniyen-Orta Kampaniyen olarak sınırlandırılmıştır. Aynı şekilde Alibaba Formasyonu'nun Lütesiyen olarak belirtilen yaşına karşın, bu çalışmada elde edilen paleontolojik (*Nummulites* ve *Assilina* foraminiferleri) ve fasiyes bulgularına dayandırılarak birimin yaşı Gümüşhane yöresinde Alt-Orta Lütesiyen, Bayburt yöresinde ise Orta-Üst Lütesiyen olarak sınırlandırılmıştır.

## 1.5. Amaç

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yüzeyleyen kayaçları orojenik dönemler açısından değerlendirdiğimizde, Alp Orojenezi'nin magmatik ve tortul kayaları ile hemen hemen eksiksiz bir şekilde temsil edildiği görülmektedir. Buna karşın, Hersiniyen Orojenezi



sadece orta dereceli metamorfitle ve granitler gibi, bir kıtasal kabuğun orta kesimlerinde yer alan çok sınırlı sayıdaki kayaçlar ile temsil edilmektedir. Genç orojenik kuşaklarda, metamorfik ve magmatik derinlik kayaçları üzerinde yer alan volkanik ve tortul kayaçların, Hersiniyen Orojenezi'nin temsil edildiği alanlarda genellikle eksik olduğu görülmektedir. Buradan metamorfitle ve granitler üzerinde olması gereken 5-10 km kalınlığa sahip Hersiniyen temele ait örtü kayaçlarının aşındırıldığı anlaşılmaktadır. Hersiniyen kayaçlarını sadece Erken Jura'da Neotetis Okyanusu'nun açılmasına bağlı olarak sular altında kalmış ve Mesozoyik istifinin çökmesi ile koruma altına alınmış alanlarda görmekteyiz. Su altına inmeyen kabuk kesimleri ise Mesozoyik havzasına malzeme veren kaynak alanlar olarak kalmaya devam etmişlerdir. Buradan, Hersiniyen Orojenezi ile yükselen alanların Jura'ya kadar önemli oranda aşındırıldıkları ve aşındırılan malzemenin Neotetis'den önceki bir okyanusta (Paleotetis) depolanmış olması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın konusunu oluşturan kırıntılı istifler ise Erken Jura'dan Paleosen'e kadar olan zaman aralığında var olan Neotetis Okyanusu'nda depolanmışlardır. Bu nedenle Mesozoyik havzasını dolduran çökellerin de Mesozoyik boyunca kaynak alan durumunda kalmaya devam eden Hersiniyen alanlardan geldikleri anlaşılmaktadır. Hersiniyen alanlara yönelik çalışmaların sadece metamorfik ve granitlerle sınırlı kalmış olması, volkanik ve tortulların bulunduğu en üst kabuk kısımlarının aşındırıldığını göstermektedir. Kabuğun aşınan kısımları hakkında bilgi edinmenin bir yolu yoktur. Bu durumda, kırıntılı istiflerin mikrokimyasal, jeokimyasal ve izotopik yöntemler kullanılarak çalışılması aşındırılan kabuk kesimleri hakkında dolaylı olarak da olsa bilgi edinmenin tek yolu olarak görülmektedir.

Özetle bu çalışma, güncel olarak metamorfik ve granitler ile temsil edilen Hersiniyen temele ait kayaçların Erken Jura süresince aşındırılan kesimlerinin hangi tür kayaçlardan meydana geldiği, taşınmadan önceki ayrışma dereceleri, sedimanter işlevlerin kırıntılı Jura kayaçlarının jeokimyasal bileşimleri üzerinde nasıl bir rol oynadığı, bunların jeokimyasal bileşimlerinin kaynak alanın jeokimyasal bileşimini hangi oranda temsil ettiği gibi konuların ortaya konulmasını amaçlamaktadır.

İkisi Gümüşhane, biri Bayburt'ta olmak üzere seçilmiş olan 3 adet Mesozoyik istifi özellikle kumtaşı ve şeyl gibi ince taneli kırıntılılar dikkate alınarak örneklenmiştir. Bu örneklerden yapılan ince kesitler incelenerek elde edilen bulgular doğrultusunda jeokimyasal analizler için karbonat içermemelerine dikkat edilerek uygun örneklerin seçimi yapılmış ve analiz edilmiştir. Elde edilen jeokimyasal bulgular, kırıntılıların

kaynaklandıkları alanın genel jeokimyasal karakteristikleri, ayrışma durumu, boylanma ve seçicilik gibi tortuların taşınması sırasında etkin olan işlevlerin kırıntılı kayaçların jeokimyasal bileşimini temsil edip etmediği veya hangi oranda temsil ettiği gibi konularda bilgiler sağlayacaktır. Bunun yanında, diyajenez ve magmatizmaya bağlı bileşimlerin şekillenmesine katkıda bulunup bulunmadığı konuları araştırılabilecektir.

## **2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1. Giriş**

Gümüşhane ve Bayburt civarında yüzeyleme veren Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait kırıntılıların kaynaklandıkları alanın genel jeokimyasal karakteristiklerini araştırmak için ikisi Gümüşhane'de, birisi de Bayburt'da olmak üzere seçilen 3 adet Erken-Orta Jura istifi özellikle kırıntılılar dikkate alınarak örneklenmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışmaları, saha çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere 3 ana başlık altında toplamak mümkündür.

### **2.2. Saha Çalışmaları**

Bu çalışmanın ilk safhasını oluşturan saha çalışmaları öncelikle çalışmanın amacına uygun olarak seçilen pilot bölgelerde yer alan birimlerin tanınması, sınır ilişkilerinin ortaya konması, yapısal ve tektonik unsurların belirlenmesine yönelik olmuştur. Bu doğrultuda önceki çalışmalar (Kandemir, 2004; Kılıç, 2009) da dikkate alınarak Köseadağı (Gümüşhane) ve Taht (Bayburt) bölgelerinde yüzeyleme veren Erken-Orta Jura yaşlı çökeller ile çevre kayaların birbirleriyle olan ilişkileri kontrol edilmiş, stratigrafik ilişkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Erken-Orta Jura çökellerinin diğer birimlerle olan taban ve tavan ilişkileri kontrol edilerek, bu çökellerin fasiyes farklılıkları ve geometrileri de dikkate alınarak ölçülü stratigrafik kesitlerin alınacağı yerler belirlenmiştir. Belirlenen kesit alım yerlerinden jakop çubuğu yardımıyla ölçülü stratigrafik kesitler çıkarılarak, kesit boyunca taze ve az ayrılmış olmasına dikkat edilerek çalışmanın amacına uygun şekilde sistematik olarak toplam 110 adet sedimanter kayaç örneği alımı gerçekleştirilmiştir. Ölçülü stratigrafik kesitler çıkarılırken, çökellerin kalınlık, tane boyu, fosil içeriği, sedimanter yapıları, fasiyes özellikleri, geometrileri gibi özellikleri detaylı olarak incelenmiştir.

### **2.3. Laboratuvar Çalışmaları**

#### **2.3.1. İnce Kesitlerin Hazırlanması**

Çalışma alanından derlenen el örneklerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ince kesitleri hazırlanmıştır. Kayaçlardan alınan el örnekleri laboratuvarında 0.5x2x4 cm boyutlu plakacıklar halinde kesilmiş ve yüzey pürüzlülükleri giderildikten sonra 1 mm kalınlığında ve 2.5x5 cm boyutundaki cam üzerine kanada balzamu aracılığıyla yapıştırılmıştır. Dereceli aşındırıcılar yardımıyla 0.025 mm kalınlığa kadar inceltelen kesitler petrografik incelemelere hazır hale getirilmiştir. Kesitler K.T.Ü. Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit laboratuvarında yapılmıştır.

#### **2.3.2. Mikroskop Çalışmaları**

İnce kesiti hazırlanan örnekler KTÜ Müh. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Araştırma Mikroskobu Laboratuvarı'nda bulunan Nikon Eclipse E400 POL 230V~0,4A 50/60 Hz marka polarizan mikroskop aracılığıyla incelenmiştir. Petrografik çalışmalar sonunda jeokimyasal analiz için uygun olan örnekler belirlenmiştir. Kayaçları oluşturan minerallerin birbirleriyle olan ilişkileri, optik özellikleri gözlenerek önemli olduğu düşünülen kesitlerden mikroskoba bağlı fotoğraf makinesi ile tek ve çapraz nikollerde mikro fotoğraflama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

#### **2.3.3. Örneklerin Kimyasal Analiz İçin Hazırlanmaları**

Örneklerin kimyasal analiz için hazır hale getirilme işlemleri KTÜ Mühendisliği Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Hazırlama Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Petrografik incelemeler sonunda analiz için uygun görülen 58 adet örnek (11 şeyl, 47 kumtaşı) öncelikle çekiç yardımıyla daha küçük boyuta indirgenmiştir. Daha sonra örnekler, KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü Örnek Öğütme Laboratuvarı'nda çeneli kırıcı yardımıyla birkaç mm boyutuna kadar küçültülmüştür. Bu işlemden sonra krom alaşımli çelik halkalı öğütücüde örnekler ince toz haline getirilmiştir. Tüm aşamalarda örneklerin aletsel kirlilikten etkilenmesi en aza indirgenmeye çalışılmıştır.

Halkalı öğütücü ile toz haline getirilen örneklerden 50-100 gr'lık toz örnek paketleri hazırlanmıştır.

#### **2.3.4. Kimyasal Analizler**

Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun kırıntılılarından alınan 58 örneğin (11 şeyl, 47 kumtaşı) örneğin ana, iz ve nadir toprak element analizleri yaptırılmıştır. Bu analizler ACME Analytical Laboratories Ltd, Vancouver/Kanada'da yapılmış olup, ana oksit ve iz elementler ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) yöntemiyle, nadir toprak elementler ise ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemiyle analiz edilmiştir. Ana oksitlerin analizinde SO-18/CSC standartları kullanılırken, iz element analizinde SO-18 standardı kullanılmıştır. Ana oksit ve iz element analizleri için 0.2 gr toz örnek 1.5 gr LiBO<sub>2</sub> ile karıştırılarak, % 5 HNO<sub>3</sub> içeren bir sıvı içinde çözündürülmesinden itibaren analiz edilirken, nadir toprak element analizleri, 0.250 gr toz örnek dört farklı asit içinde çözündürülmüş ve analiz edilmiştir. Ana oksitler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür. Ana elementlerin dedeksiyon limitleri % 0.001-0.04 arasında değirken, iz ve nadir toprak elementlerin dedeksiyon limitleri 0.01-0.5 ppm arasında değişmektedir.

#### **2.4. Büro Çalışmaları**

Arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla bu çalışmanın son safhasını oluşturan büro çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar, literatür taraması, inceleme alanından seçilen pilot bölgelerin 1/25.000 ölçekli haritalarının, ölçülü stratigrafik kesitlerinin, çeşitli şekil ve tabloların çizimi ve bunların çalışma amacı doğrultusunda yorumlanarak KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nün yazım kurallarına uygun bir rapor halinde getirilerek tez haline getirilmesini kapsar.

Harita, ölçülü stratigrafik kesit ve çeşitli şekillerin çizilmesinde Coral Draw 12.0 programı, grafiklerin çiziminde Grapher 5 programı, çizelgelerin hazırlanmasında Excel programı ve tez yazımında da Microsoft Word 2007 programından yararlanılmıştır.

### **3. BULGULAR**

#### **3.1. Giriş**

Bu çalışmaya konu olan Erken-Orta Jura yaşlı birimler farklı araştırmacılar tarafından değişik adlarla tanıtılmıştır (Karatepe Formasyonu, Seymen, 1975; Hacıören Formasyonu, Pelin, 1977; Hamurkesen Formasyonu, Ağar, 1977; Telmeyaylası Formasyonu, Turan, 1978; Balkaynak Formasyonu, Kesgin, 1983; Zimonköy Formasyonu, Eren, 1983; Şenköy Formasyonu, Kandemir, 2004). Bu çalışma kapsamında Kandemir (2004) tarafından  nerilen Şenköy Formasyonu adlaması kullanılmıştır.

Şenköy Formasyonu tüm Doğu Pontidler'de çok geniş alanlarda yüzeyleme vermekte olup, özellikle Gümüşhane ve Bayburt çevresinde yaklaşık KD-GB uzanımlı yüzeyleme alanlarına sahiptir (Şekil 4).

Şenköy Formasyonu Gümüşhane Granitoyit'ine (Yılmaz, 1972; Topuz vd., 2010) ait granitik kayalar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir (Kandemir, 2004). Birim  stten Berdiga Formasyonu'na (Pelin, 1977) ait karbonatlı kayalar ile uyumlu olarak örtülmektedir (Şekil 3).

Şenköy Formasyonu'nun litolojik ve sedimantolojik özelliklerini belirleyebilmek için 3 adet  l c l  stratigrafik kesit çıkarılmıştır. Şekil 4'de de görüldüğü üzere, bu kesitlerden ikisi Gümüşhane yöresinde olup, biri Jura havzasının horst (Hur kesiti), diğeri ise graben alanlarında  okelen kısımlarını temsil edecek Şekilde seçilmiştir (Kösedağı kesiti).   nc s  (Taht kesiti) ise birimin yanal yöndeki değişimini temsil edebilecek Şekilde Bayburt ili sınırları içinden seçilmiştir.

#### **3.2. Şenköy Formasyonu'nun Litolojik  zellikleri**

Şenköy Formasyonu kendine özgü bir renk sunan farklı litolojilerde kayalardan oluşmaktadır. Buna karşın istif tipik gri-alacalı görünümü nedeniyle diğer birimlerden kolaylıkla ayrılır. Birimin taban seviyelerinde yer alan, kornişler oluşturan kumtaşları ve konglomeralar genellikle sarı ve yeşil renkli olarak gözlenmektedir. Birim içerisinde yer alan karbonatlı kayalar genellikle kırmızı-şarabi renkleriyle tipiktir. Şenköy Formasyonu'nun ana gövdesini oluşturan volkaniklastik kayalar ise genellikle yeşil ve gri

renkli olarak gözlenmektedirler. Daha sert ve yüksek röliyefe sahip olan volkaniklastik kayalar Şenköy Formasyonu içerisinde çok geniş yüzeyleme alanları sunduğu için bu birimin tanınmasında önemli rol oynamaktadır. Şenköy Formasyonunun kalınlığı Hur ölçülü stratigrafik kesitinde 190 metre (Şekil 5), Köseadağı ölçülü kesitinde 1400 metre (Şekil 11) ve son olarak Taht kesitinde ise 940 metre (Şekil 18) olarak ölçülmüştür.

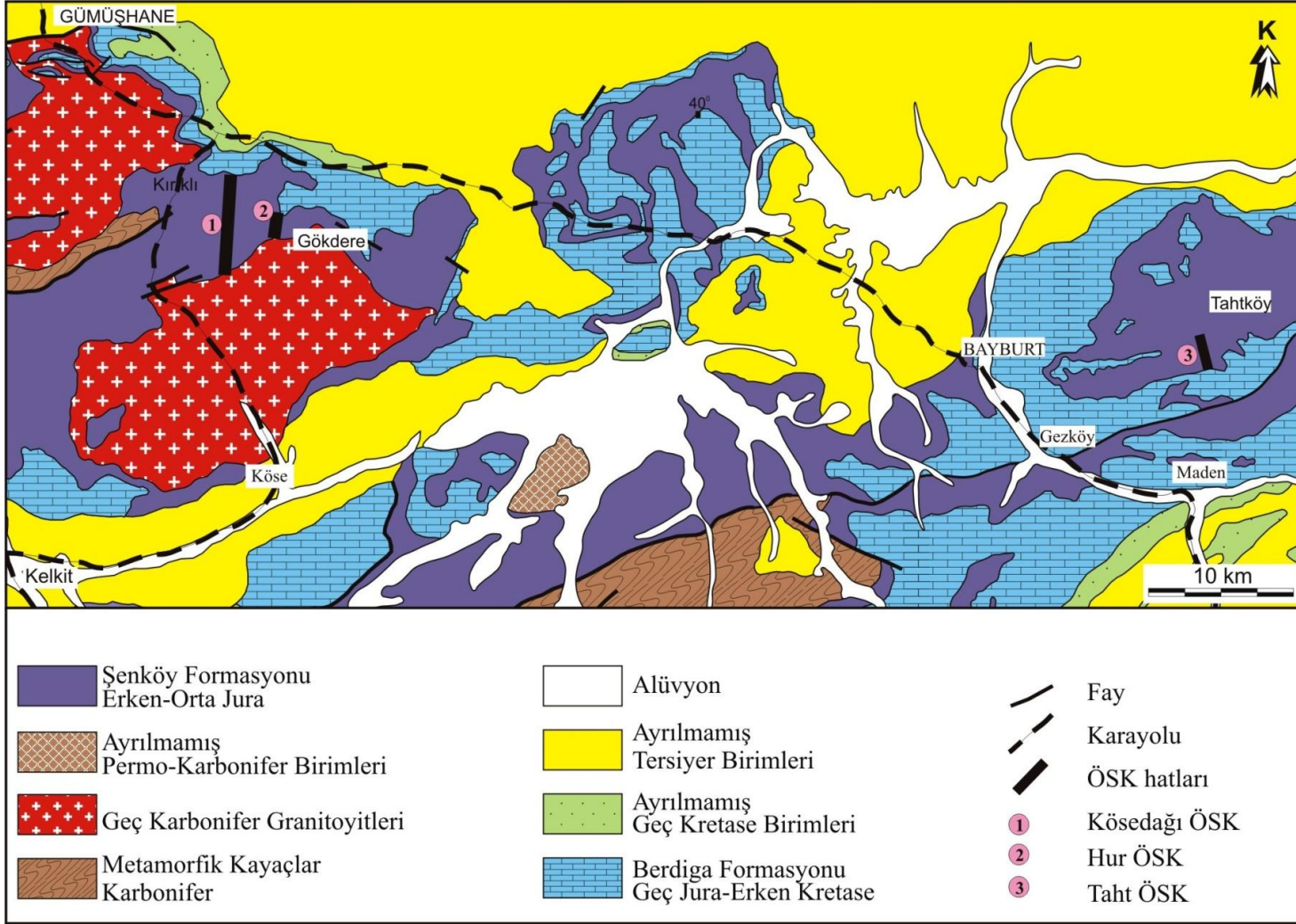
### 3.2.1. Hur Kesiti

Hur ölçülü stratigrafi kesiti, H43-a3 paftası içerisinde yer alan Yukarı Gökdere (Hur) Köyü'nün (Gümüşhane) kuzey batısında yer alan Kızılbaşgediği Tepe (2191 m) nin güney batısındaki vadinin uzanımı (K25D) boyunca tepeye doğru ölçülmüştür. 2010 m değerli eş yükselti eğrisinin vadi ile kesiştiği noktadan başlatılan kesit 2120 m değerli eş yükselti eğrisinin vadi ile kesiştiği noktada sonlandırılmıştır (Şekil 5).

Kalınlığı 190 metre olarak ölçülen Hur ölçülü stratigrafik kesitindeki kayaların tabandan tavana doğru kaya türü ve çökel özellikleri Şekil 6'da verilmiştir.

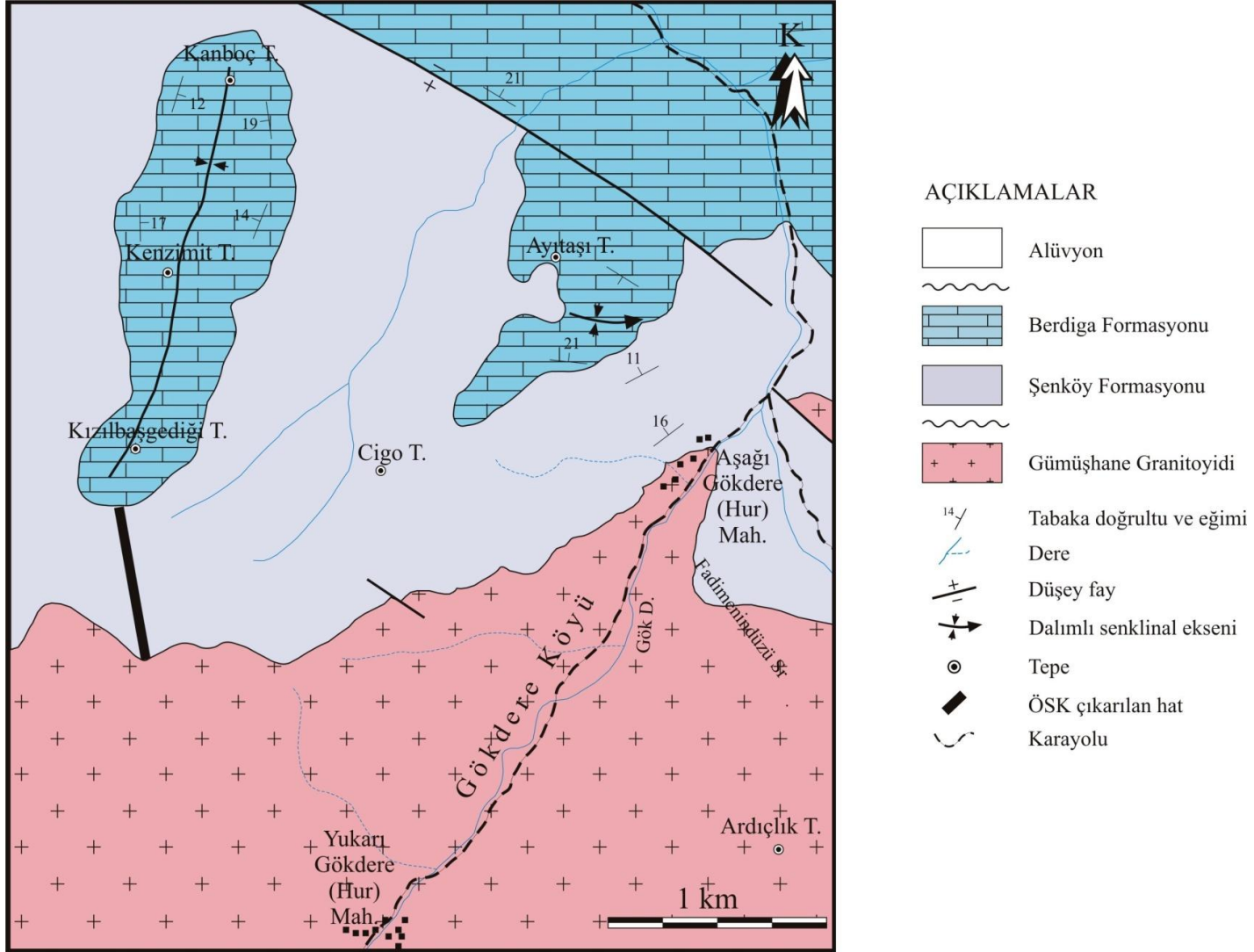
İstifin tabanında 8 metre kalınlığında yer yer kendi çakılları ile birlikte dış yüzeyleri parlak bir metalle sıvanmış gibi görünen Fe-Mn yumruları içeren kırmızı renkli kireçtaşları yer almaktadır (Şekil 7a ve 7b).

İstif yukarı doğru ara seviyeler halinde bordo renkli kireçtaşı katmanları ve bunlardan türeyen çakıllar da içeren yeşil renkli kumtaşları ile devam etmektedir (Şekil 8b-8c) İstifin 52. ve 65. metreleri arası orta tabakalı kumtaşı ve çakıltaşlarından oluşmaktadır. Bu seviye üzerine tabanda 2 metre kalınlığındaki gri renkli kumtaşlarıyla başlayan 42 metre kalınlığındaki ince-orta tabakalı gri-bordo renkli marn-kiltaşı ardalanması gelmektedir. Bu seviyenin üst kısımlarını ise çakıl boyutunda parçalar içeren kumtaşı-silttaşı ardalanması oluşturmaktadır.

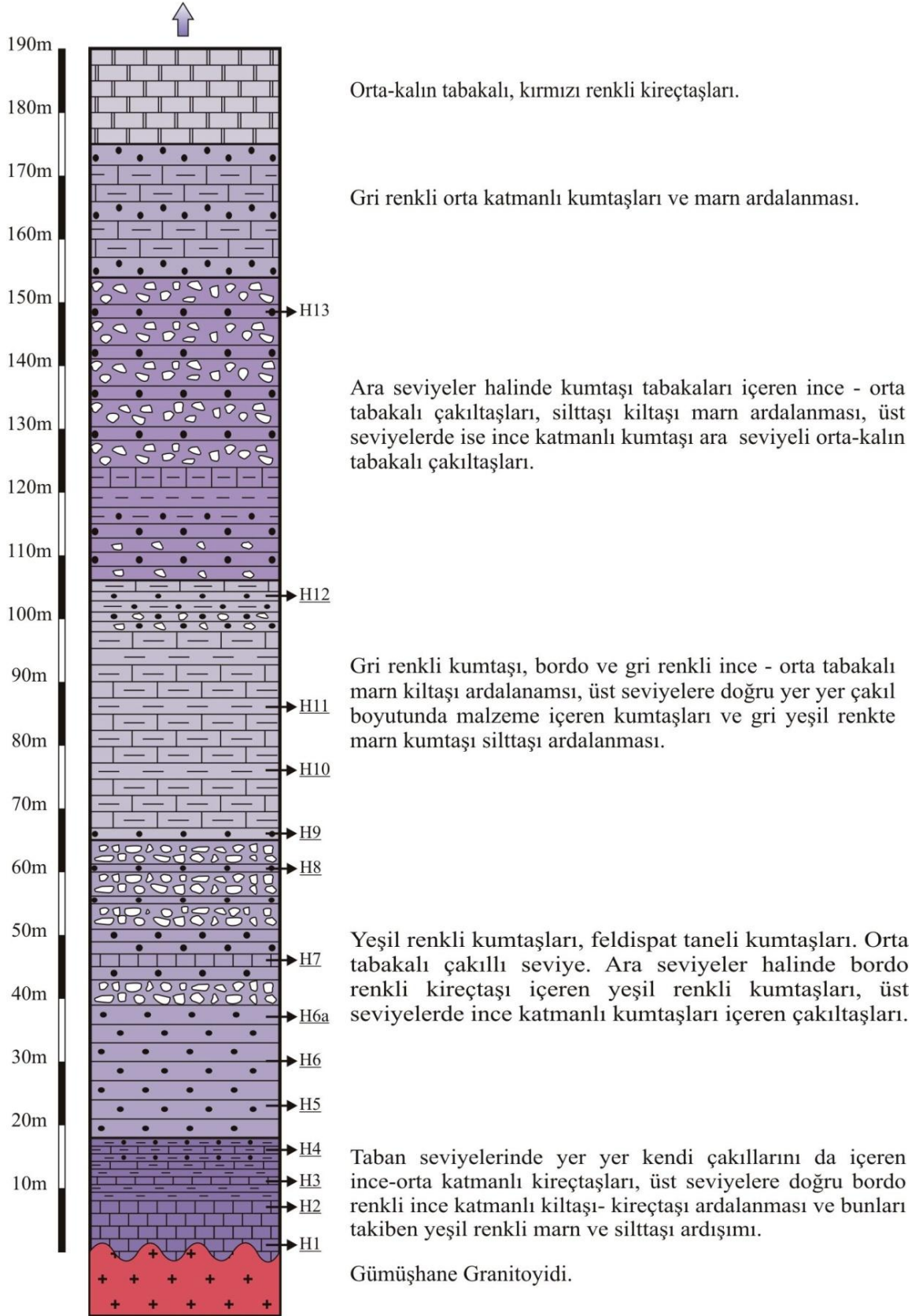


Şekil 4. Doğu Pontidler'deki Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'nun yayılımını gösteren harita (Güven, 1993'den alınmıştır).

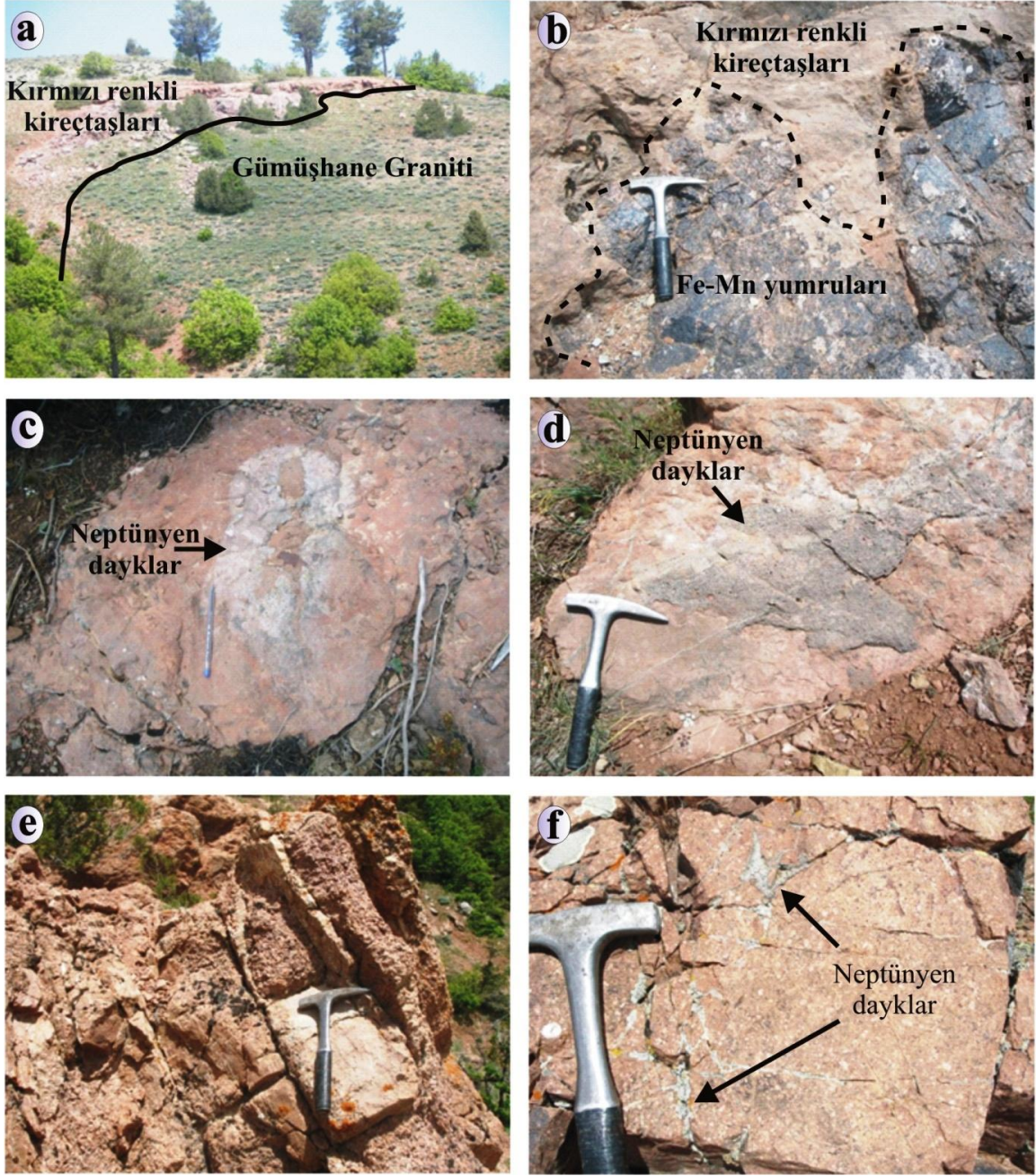




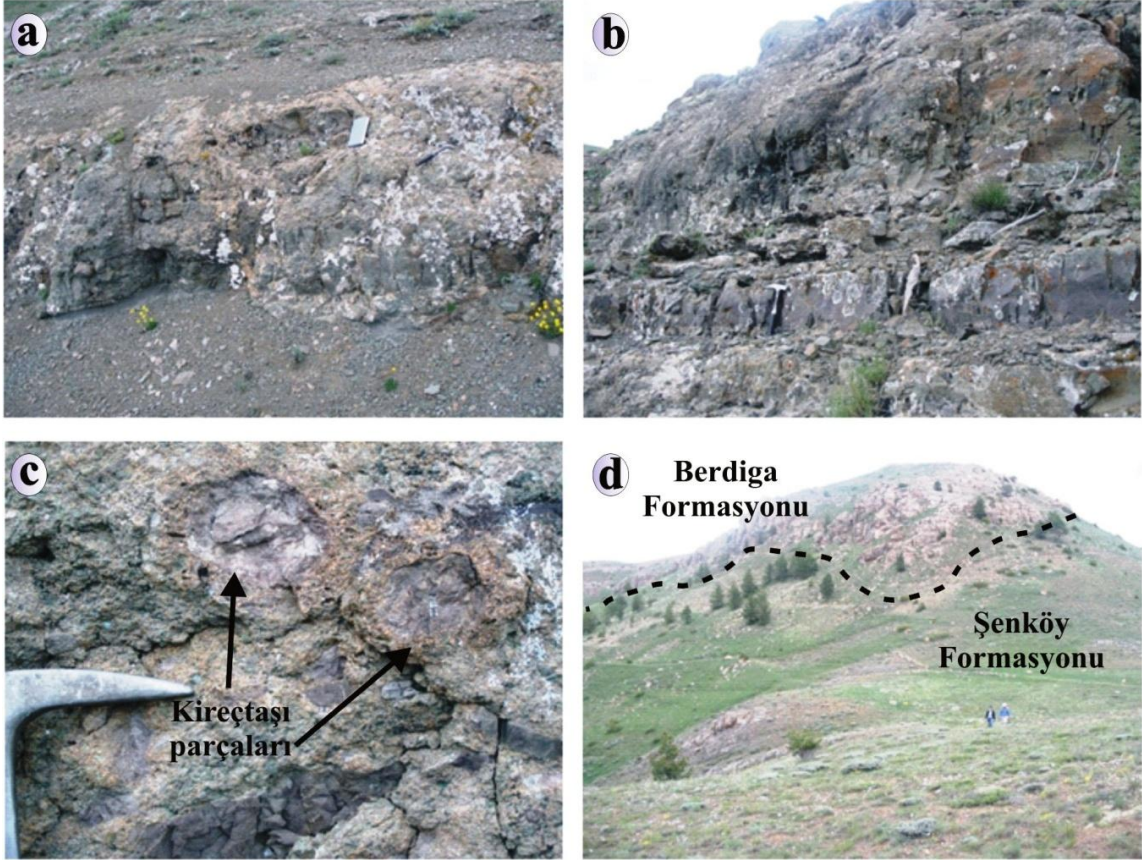
Şekil 5. Hur yöresi (Gümüşhane) jeoloji haritası (Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır).



Şekil 6. Şenköy Formasyonu Hur ölçülü stratigrafik kesiti (Gümüşhane).



Şekil 7. Şenköy Formasyonu'na ait birimlerin Hur kesitindeki arazi görünüşleri (a: Şenköy Formasyonu'nun tabanındaki kırmızı kireçtaşları ile Gümüşhane Granitoyidi dokanağının görünümü, b: Kırmızı kireçtaşlarındaki Fe-Mn yumruları, c–d: Tabandaki kırmızı renkli kireçtaşlarını kesen gri renkli neptünyen dayklar, e: feldispat içeren orta tabakalı kumtaşları, f: gri renkli neptünyen dayklar içeren granitlerden beslenmiş pembemsi renkli kumtaşları).



Şekil 8. Hur kesintisinde gözlenen a) Blok boyutu parçalar içeren yeşil-gri renkli konglomera seviyesi, b) Bordo renkli kireçtaşı ara katmanlı, yeşil renkli kumtaşları, c) Bordo renkli kireçtaşlarına ait parçalar içeren çakıltaşları, d) Şenköy Formasyonu'nu uyumlu olarak üzerleyen Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşları.

Üst seviyelere doğru Şenköy Formasyonu'nun ana gövdesini oluşturan volkaniklastik kayaların ardalanmasından oluşan çökeller gelmektedir. Volkaniklastik kayalarda yapılan makroskobik gözlemlerde bu çökellerin çok farklı renklerde olmak üzere özellikle gri ve yeşil renkli ince-orta ve masif kalınlıkta katmanlardan oluştuğu belirlenmiştir. Makroskobik olarak katmanlar içerisinde yoğun alterasyon göze çarpmaktadır. Bu seviye içerisindeki volkaniklastik kayaların tane boyutları kum boyutundan çakıl boyutuna kadar değişmektedir ve bileşenlerinin değişik volkanik kayalardan oluştuğu çıplak gözle de gözlenebilmektedir. Özellikle istifin 124. ve 154. metreleri arası kumtaşı ara katkılı, bileşenleri genellikle volkanik kökenli çakıltaşları ile temsil edilmektedir. Birçok katman içerisinde derecelenme ve laminalanmalar gözlenmektedir. İstif, Berdiga Formasyonu'na ait gri-bej renkli kireçtaşlarıyla uyumlu olarak üzerlenmektedir (Şekil 8d).

Hur kesitinde yapılan arazi çalışmalarında Şenköy Formasyonu'nun tabanındaki karbonatlı kayaçlar üzerine gelen çökeller içerisinde volkanitlere rastlanmamıştır. Birim, çalışma alanında daha önce de belirtildiği gibi oldukça düzenli katmanlı çökel kayaçlar şeklinde ve içerisinde çeşitli çökel yapıları barındıracak biçimde oluşmuştur. Hur kesitine ait kayaçların hepsinde taneler kötü boylanmalı olup, farklı kökenleri temsil eden bileşenler gözlenmiştir. Genellikle taneler birbirleri ile dokanak halinde gözlenmektedir. Modal bileşimleri Tablo 1'de verilen Hur kesitine ait kumtaşlarının petrografik özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Kuvars:** İncelenen kesitlerde kuvars tanelerine genellikle köşeli taneler halinde rastlanmaktadır. Bazı kesitlerde ise metamorfik kökene işaret eden polikristalin kuvars tanelerine de rastlanmaktadır.

**Kayaç Parçası:** Kumtaşlarındaki en yoğun bileşenlerden biri kayaç parçalarıdır. İncelenen kesitlerde çok farklı litolojik özelliklerde volkanik kayaç parçalarına rastlanmaktadır. Bu kayaç parçaları genellikle plajiyoklas mikrolitlerinden oluşmuş volkanik kayaç parçaları, hamuru yine plajiyoklas latalarından oluşan ve bunun yanında tane içerisinde plajiyoklas fenokristalleri gözlenebilen felsik volkanik kayaç parçalarından oluşmaktadır. Bunun yanında hamuru tamamen veya kısmen opaklaşmış içerisinde plajiyoklas lataları gözlenebilen mafik volkanik kayaç parçalarına yaygın olarak rastlanmaktadır. Ayrıca tamamen veya kısmen kloritleşmiş volkanik kayaç parçaları da gözlenmektedir. Genellikle kayaç parçalarında yapılan incelemelerde bunların büyük bir çoğunluğunun andezitik karakterde oldukları saptanmıştır. İncelenen kesitlerdeki felsik volkanik kayaç parçalarının bir bölümünün mafik volkanik kayaç parçalarına göre iyi derecede yuvarlaklaşmış olması bu parçaların çökelme ortamına taşınarak geldiğini düşündürmektedir.

**Feldispat:** Kumtaşlarında kayaç parçalarından sonra en sık gözlenen bileşen feldispat taneleridir. İncelenen kesitlerde feldispatlar daha çok ortoklas olmak üzere genellikle ayrılmış iri ve köşeli plajiyoklas parçaları halindedir. Feldispatlar üzerinde yoğun olarak kalsitleşme ve serizitleşme gözlenmektedir.

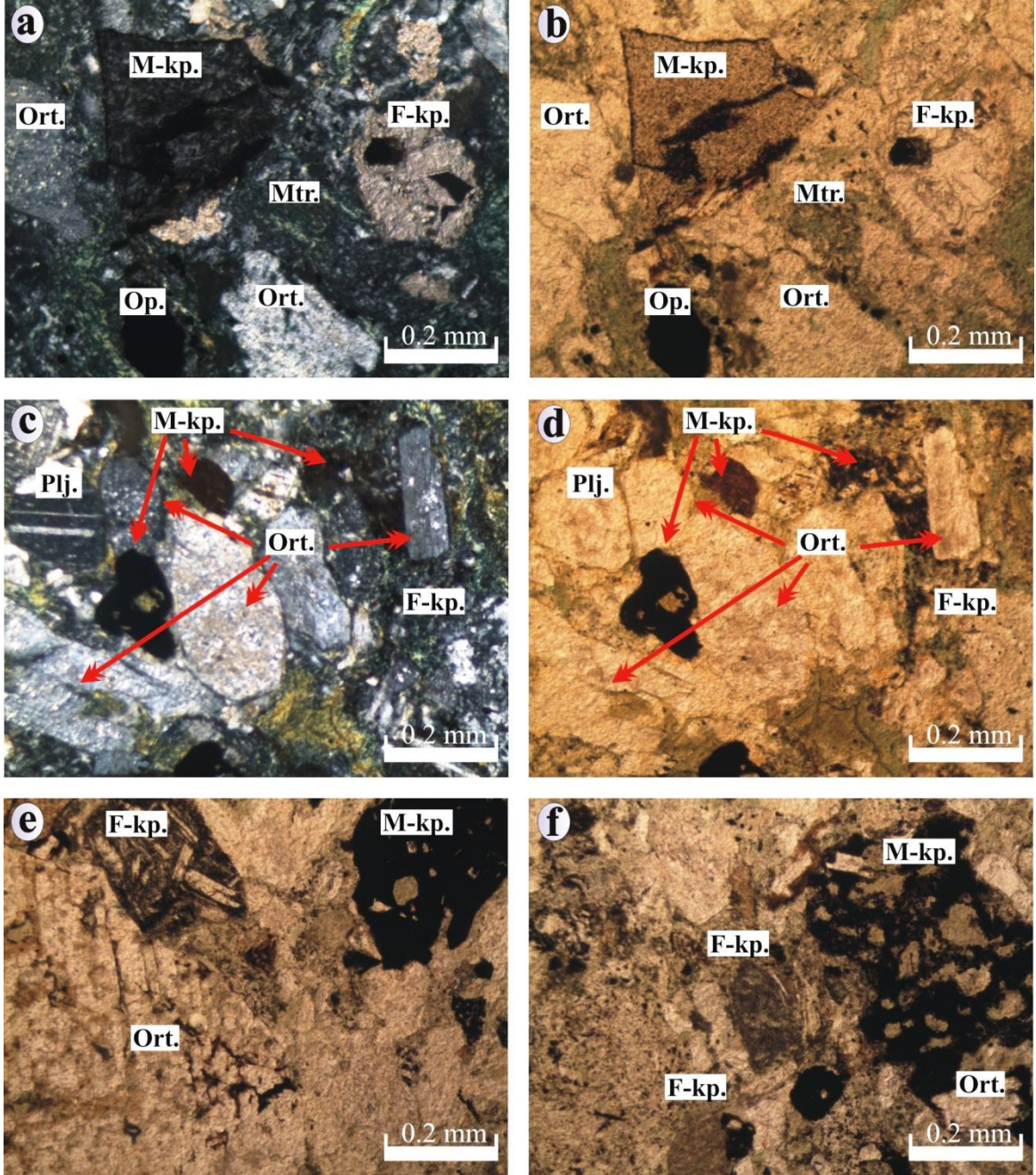
**Diğer Bileşenler:** İncelenen kesitlerde % 10'a varan oranlarda iyi derecede yuvarlaklaşmış opak mineral tanelerine rastlanmıştır. Kalsit incelenen kumtaşı örneklerinde genellikle çatlak dolgusu ve fosil kalıpları içine dolmuş halde görülmektedir. Bunun yanında yer yer spari kalsit çimento halinde de gözlenmiştir.

Bağlayıcı: Tüm bu bileşenlerin arasını ince taneli çoğunluğunu feldispat mikrolitlerinin ve çok ince taneler halindeki kuvarsların oluşturduğu bir matriks doldurmaktadır. Bileşenlerin arasındaki matrikse çoğunlukla fındık yeşili renginde kloritleşme ve yer yer de demirleşme eşlik etmiştir (Şekil 9).

Tablo 1. Hur Kesitine ait kumtaşlarının mikroskopik gözlemlere göre hesaplanmış modal bileşimleri.

Örnek	Kuvars (%)		Feldispa (%)		K. P. (%)	Opak (%)	Bağlayıcı (%)		Diğer Bileşenler (%)
	M. Ku., P. Ku.		Plj.	Ort	Volkanik		Çimento	Matriks	Amf. , Prk., Mus.
H4	40			10	10	3	5	28	4
H5	5		10	15	25	5	5	34	1
H6	25		10	20	25	5		15	
H6A	15		15	25	17	5	10	10	3
H7	15		10	25	15	10	10	15	
H8	10		15	20	23	5	5	20	2
H9	5		10	20	34	10	5	15	1
H13	5		15	20	35	10	5	10	

M. Ku: Monokristalin kuvars, P. Ku: Polikristalin kuvars, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, K. P: Kayaç parçası, Amf: Amfibol, Prk: Piroksen, Mus: Muskovit.

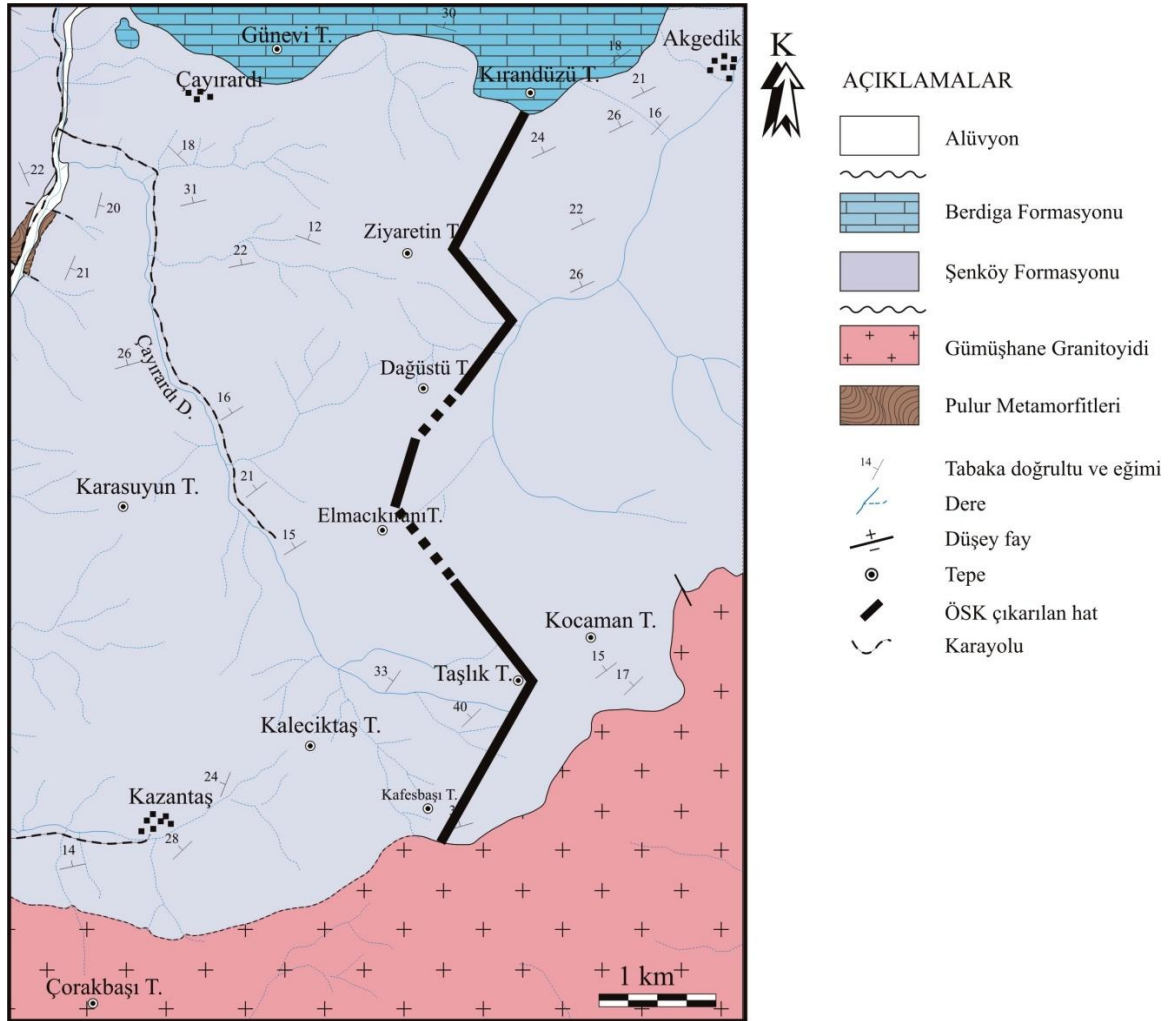


Şekil 9. Hur kesitine ait kumtaşı örneklerinin mikroskobik görünüşleri (a ve c çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Op: Opa mineral).

### 3.2.2. Köseadağı Kesiti

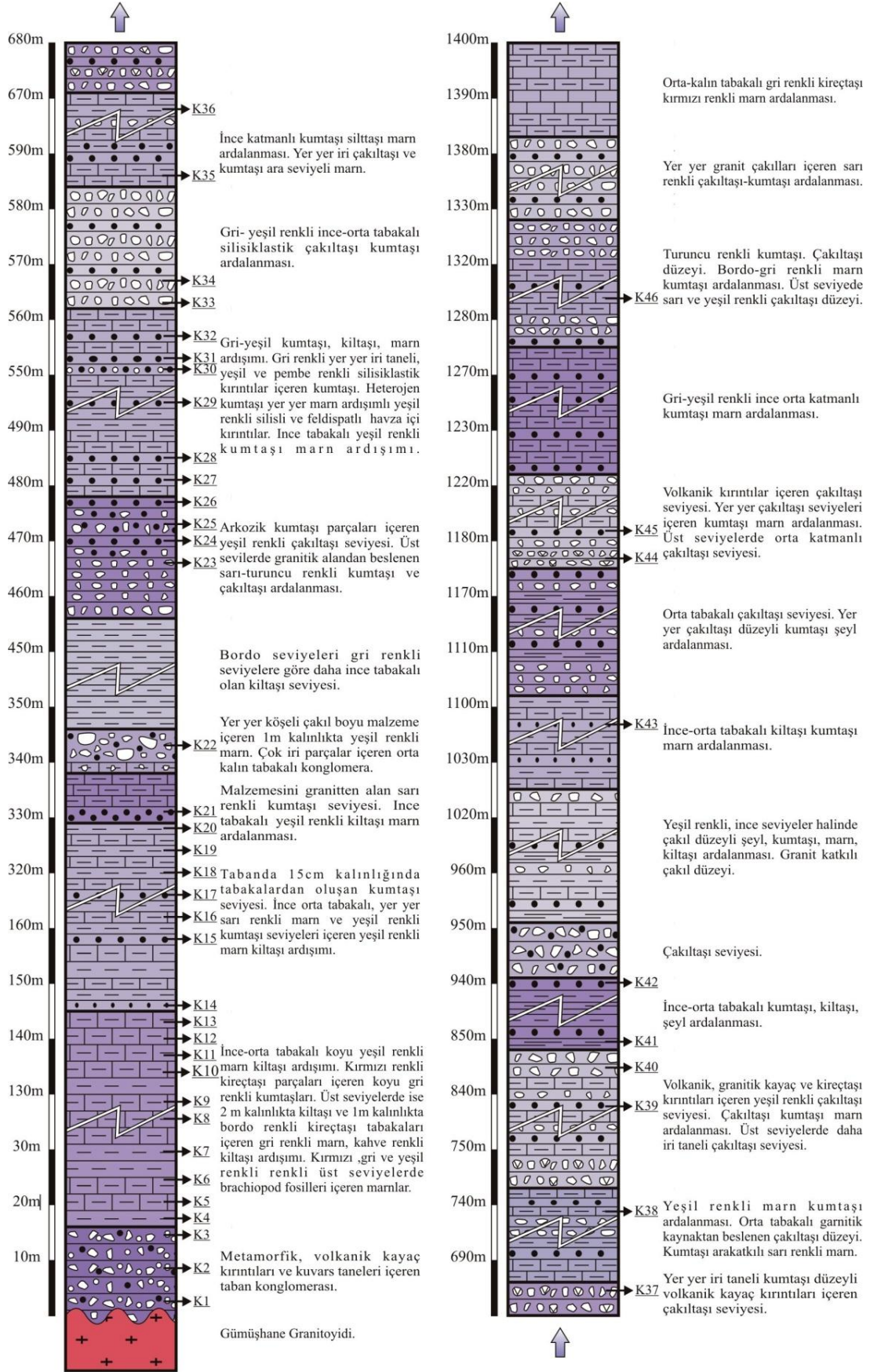
Köseadağı ölçülü stratigrafi kesiti, H43-a3 paftasının 64 enleminin 2150 m değerli eşyükseklik eğrisini kestiği noktadan (Taşlık mvk) başlayarak Taşlık Tepe'ye kadar kuzey yönünde, buradan itibaren kuzeybatı yönünde uzanan sırtlar takip edilerek Dağüstü

Tepe'ye kadar gelinmiştir (H43-a4). Dağüstü Tepeden sonraki kesimi kuzeydoğu yönünde Akgedik Deresi'ne kaydırıldıktan sonra kuzeybatı yönünde 1981 rakımlı Ziyaretin Tepe'ye, oradan da kuzeydoğu yönünde gidilerek Kırandüzü Tepe'nin (H43-a2) Güney yamacında sonlandırılmıştır (Şekil 10). Köseadağı kesitinde Şenköy Formasyonu'nun kalınlığı 1400 metre olarak ölçülmüştür (Şekil 11).



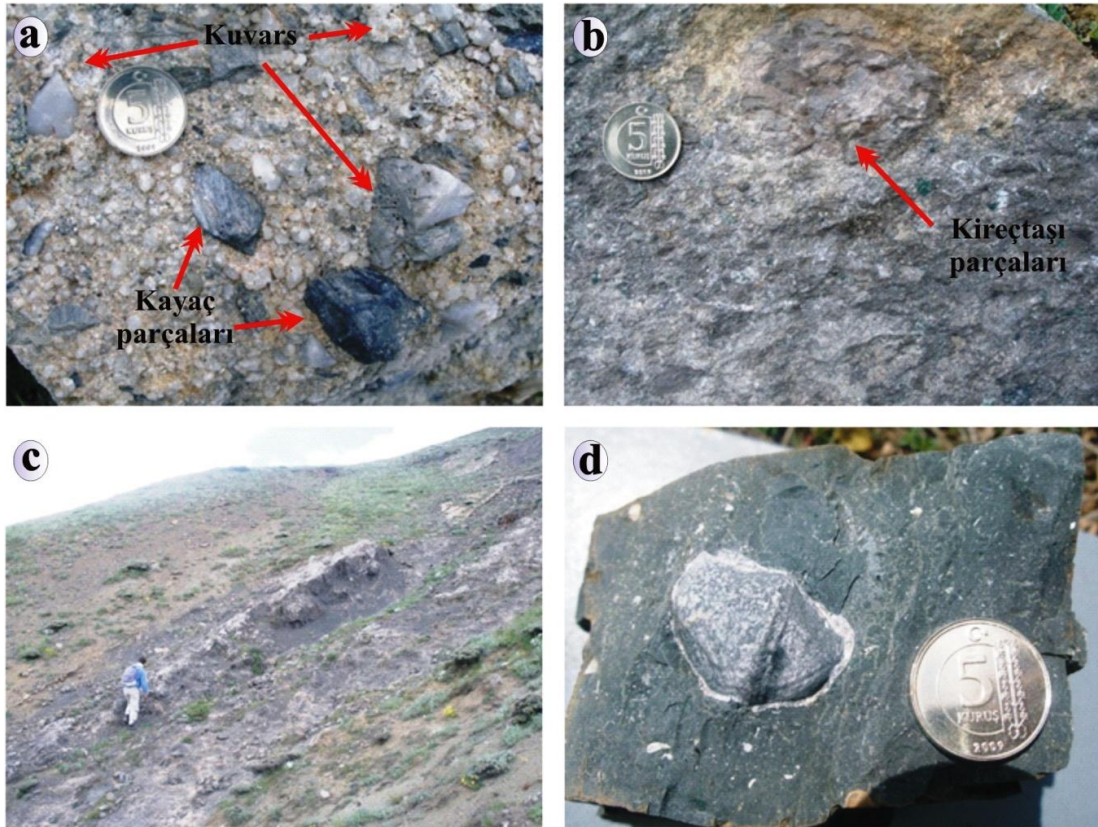
Şekil 10. Köseadağı ve civarının jeoloji haritası (Gümüşhane; Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır).





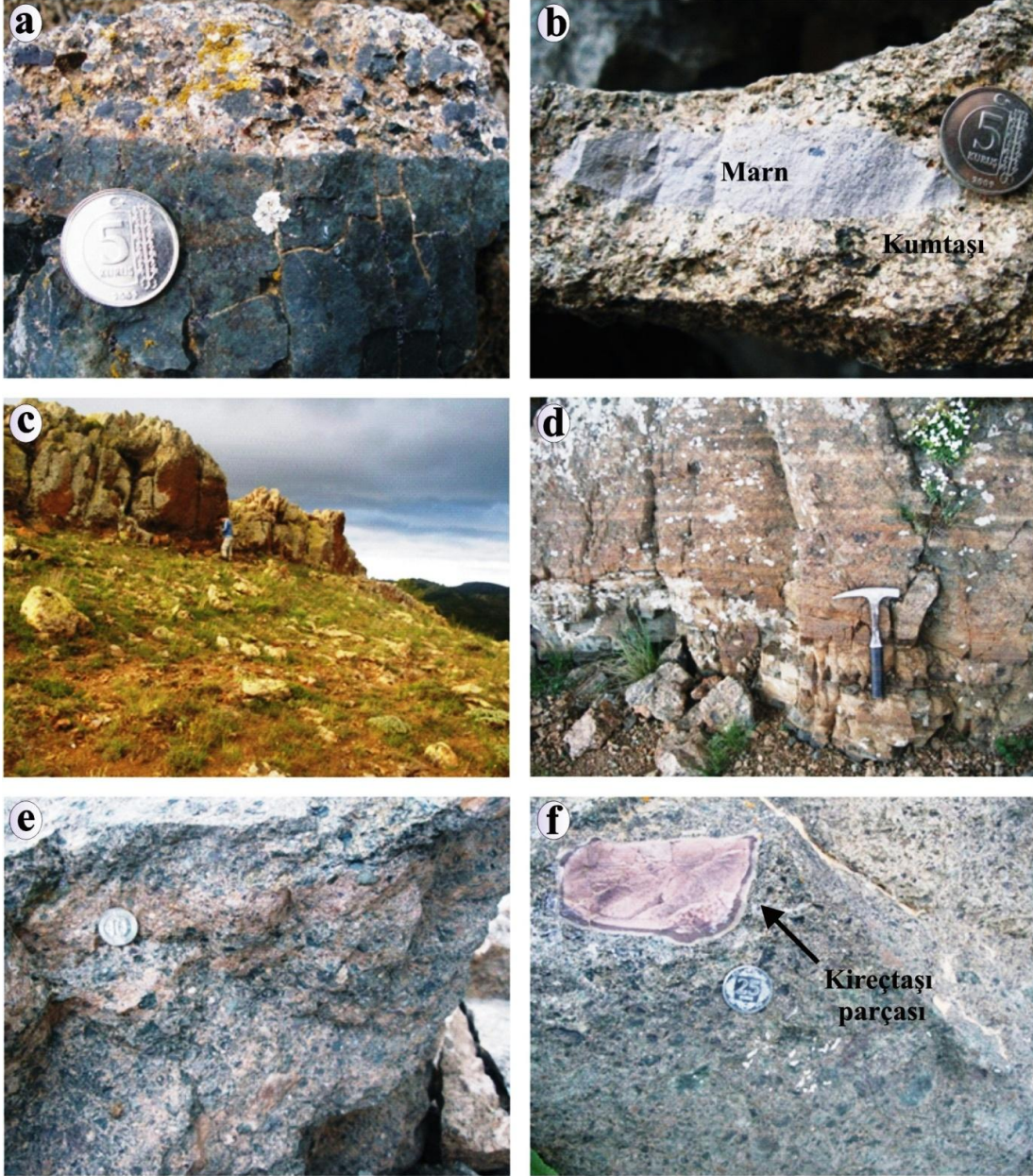
Şekil 11. Şenköy Formasyonu Köseadağı (Gümüşhane) ölçülü stratigrafik kesiti.

Kösedadı kesitinin tabanını 16 metre kalınlığındaki daha çok kuvars tanelerinden oluşan yer yer iri volkanik ve metamorfik kayaç parçaları içeren taban konglomerası oluşturmaktadır (Şekil 12a). Bunların üzerine kırmızı kireçtaşı parçaları içeren koyu gri renkli kumtaşları ile ara seviyeler halinde bordo renkli kireçtaşları bulunan, ince-orta katmanlı dağılgan ve kırıklı durumdaki gri-yeşil renkli kiltası-marn ar dalanması gelmektedir (Şekil 12b ve 12c). Bu seviyelerdeki gri renkli marnlarda iyi korunmuş mollusk kavkılarına rastlanmıştır (Şekil 12d). Bu metreden sonra istif içerisinde 145 ve 329 metreleri arasında ileri derecede ayrışmış, gri-yeşil renkli kumtaşı katmanları içeren, yeşil renkli ince-orta tabakalı ve yer yer katmanlarının üzerinde demir boyamalarının bulunduğu marn-kiltası ar dalanması yer almaktadır. Bu seviyede bulunan gri-yeşil renkli kumtaşlarının içinde değişik boylarda (yer yer 5 cm çapında) çakıllar gözlenmektedir. Bunların üzerine 3 metre kalınlığında kırıntılarını yoğunlukla granitten ve bunun yanısıra sin-sedimanter yeşil-gri renkli marnlardan alan sarı renkli kumtaşları gelmektedir (Şekil 13a ve 13b).



Şekil 12. a) Şenköy Formasyonu'nun tabanındaki değişik bileşenlerden oluşan taban konglomerası, b) bordo renkli kireçtaşı parçaları içeren kumtaşları, c) dağılgan ve kırıklı durumdaki gri-yeşil renkli kiltası-marn ar dalanmasının arazideki görünümü, d) marnlarda gözlenen mollusk kavkısı.

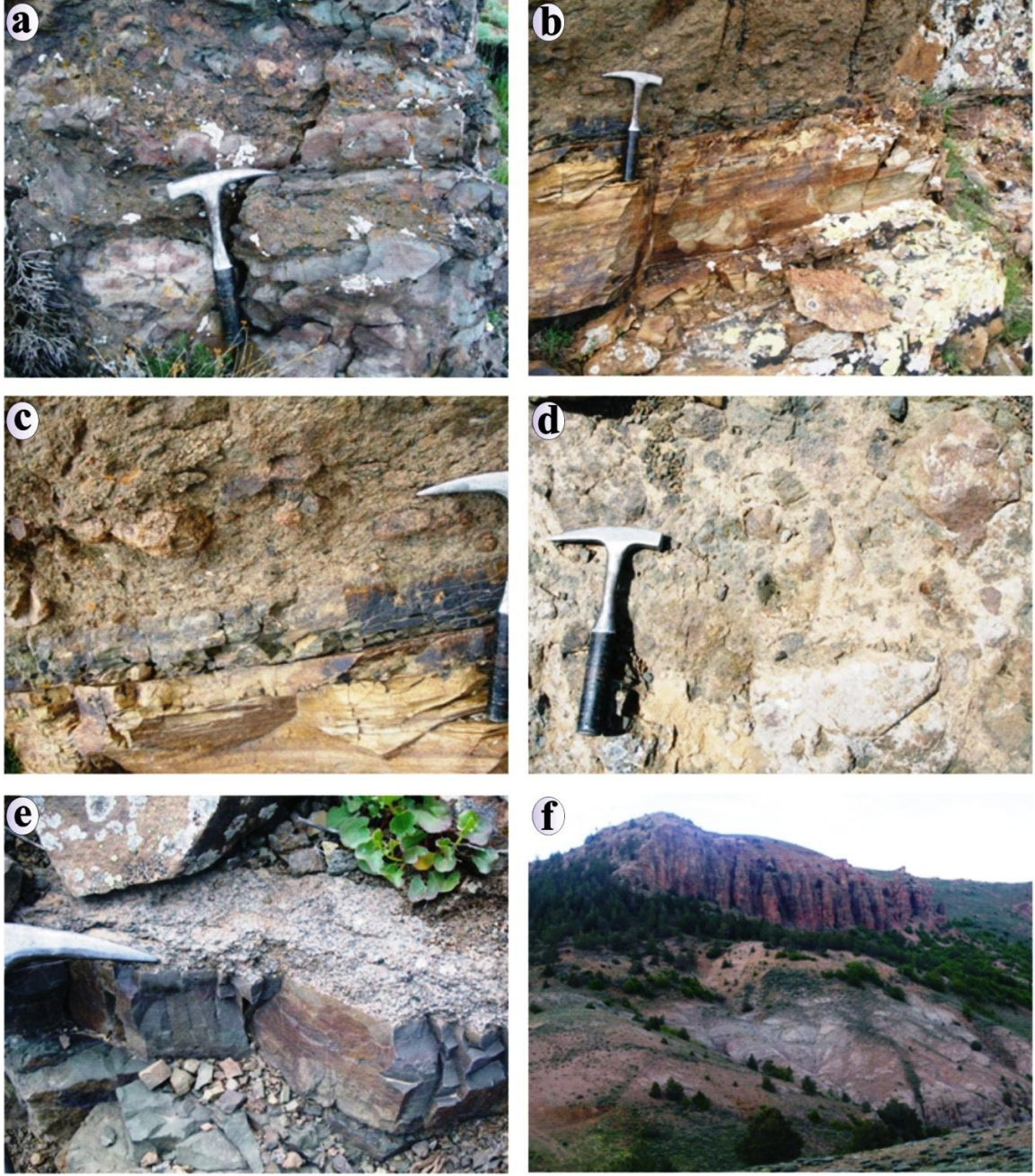
Bu kumtaşlarının üzerine yeşil renkli marnlar gelmektedir. İstif 1 m kalınlıktaki yer yer köşeli çakıl boyu malzeme içeren sarımsı gri renkli masif çakıltaşları ve bunların üzerine gelen yer yer çok iri çakıllar içeren yeşilimsi gri renkli 7 metrelik kalınlığa sahip konglomeralarla devam etmektedir (Şekil 13c, 13d, 13e ve 13f).



Şekil 13. Köseadağı kesitindeki bazı seviyelerin arazideki görünüşleri, a) gri renkli kıltaşı seviyesi ve bu seviyeye ait kıltaşı parçaları içeren kumtaşı birlikteliği, b) iri marn parçaları ile bol miktarda feldispat içeren pembemsi renkli kumtaşları, c-d-e-f) çeşitli büyüklüklerde parçalar içeren yeşilimsi gri kumtaşı ve konglomeralar.

İstifin 346 ile 456 metreleri arası, bordo seviyeleri gri seviyelerine göre daha ince tabaklanma gösteren gri ve bordo renkli kilttaşlarıyla temsil edilmektedir. İstif 7 metre kalınlığında arkozik ve yeşil renkli parçalar içeren çakıltaşları ile devam etmektedir (Şekil 14a). Alt seviyelerde sarı renkli marnlarla başlayan ve 15 metre kalınlığındaki orta-kalın tabakalı, granitik kaynağı temsil eden ve çeşitli büyüklüklerde parçalar içeren sarı-turuncu çakıltaşı-kumtaşı ar dalanması ile devam etmektedir (Şekil 14b-14c). Birim 84 m kalınlık sunan gri-yeşil renkli marn kilttaş ve yer yer iri taneler içeren gri renkli kumtaşı ardışımı, üst seviyelerde ise havza içi kırıntılılar ile silisli ve feldispatlı kırıntılar içeren kumtaşı ile devam etmektedir. İstif 22 metre kalınlığa sahip çakıltaşı ve kumtaşı ar dalanması ile devam etmekte, 584 metreye kadar yer yer kalınlığı 3-4 metre ye kadar ulaşan çakıltaşı düzeyleri de içeren, gri-yeşil renkli kumtaşı-silttaş-marn ar dalanması ile temsil edilmektedir. Bu seviye kuzeydoğu yönünde Akgedik Deresine kaydırıldıktan sonra ölçmeye buradan devam edilmiştir.

İstif 15 metre kalınlığındaki, volkanik parçalar içeren iri taneli çakıltaşları ile devam etmiştir (Şekil 14d). Bu seviyeden sonra çakıllı seviyeleri granitten beslenen sarımsı renkli kumtaşı ara katkılı çakıltaşı yeşil renkli marn-kumtaşı ardışımı gelmektedir. 752. metreden sonra 105 metre kalınlığında üst seviyelere doğru tabaka kalınlığı artan, iri taneli, ince tabakalı granitik ve volkanik kayaç parçalı çakıl seviyeleri de içeren marn-kumtaşı ar dalanması gelmektedir 93 metre kalınlığındaki ince-orta tabakalı şeyl-kumtaşı-kilttaş ar dalanması bunları takip etmiştir. Bu ince taneli seviyeden sonra 10 metre kalınlığında iri taneli çakıltaşı seviyesi gelmektedir. İstif yer yer ince çakıl düzeyleri içeren üst seviyesinde granitten beslenmiş 5 metre kalınlığındaki çakıltaşı seviyesi bulunan kumtaşı kilttaş-şeyl ar dalanması ile devam etmektedir. 1025. metreden sonra ise ince-orta tabakalı kumtaşı marn kilttaş seviyesi gelmektedir. Bunların üzerine 73 metre kalınlığındaki yer yer çakıltaşı düzeyli kumtaşı şeyl ar dalanması gelmektedir. İstif 24 metre kalınlığında, yer yer ince çakıl düzeyleri içeren kumtaşı ve marn ar dalanması ile devam etmektedir (Şekil 14e). Bu seviye üzerine ise sadece gri yeşil renkli kumtaşı marn ardışımından oluşan 53 metre kalınlığındaki seviye gelmektedir. İstifin 1275 ile 1328 metreleri arası turuncu renkli kumtaşları ile başlayan, bordo-gri marn ara katkılı yeşil ve sarı renkli çakıltaşı seviyesi ile temsil edilmektedir. Bunun üzerine ise 55 metre kalınlığında yer yer granit çakılları da içeren sarı renkli çakıltaşı kumtaşı ardışımı gelmektedir. Erken-Orta Jura kırıntılı istifi orta tabakalı gri renkli kireçtaşı ve kırmızı renkli marn ar dalanması ile son bulmaktadır. Bundan sonra Berdiga Formasyonu'na ait masif kireçtaşları gelmektedir (Şekil 14f).



Şekil 14. a) Yeşil renkli iri parçalar içeren çakıltaşları, b-c) Granitik kaynağı temsil eden ve çeşitli büyüklüklerde parçalar içeren tane boyu yukarı doğru artan sarı-turuncu çakıltaşları d) Yer yer blok boyutunda malzeme içeren çakıltaşları, e) Çok ince seviyeler halinde feldispatlı kumtaşı ara seviyeler içeren gri renkli marnlar, f) Şenköy Formasyonu'nu üzerleyen Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşları.

Modal bileşimleri Tablo 2’de verilen Köseadağı kesitine ait kumtaşlarının petrografik özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Kuvars:** İncelenen kesitlerin bazılarında çok düşük oranlarda bulunmakla birlikte çoğunlukla monokristalin kuvars tanelerinden oluşmaktadır ve tanelerin kenarları iyi yuvarlaklaşmıştır. İncelenen kesitlerden bazılarında polikristalin kuvars taneleri gözlenmiştir. Monokristalin kuvars tanelerinin kaynak alandaki granitik kayaçlardan türediği düşünülmektedir.

**Kayaç Parçası:** İncelenen örneklerde genellikle yuvarlaklaşmış bazen köşeli taneler halinde farklı dokusal özelliklere sahip volkanik kayaç parçalarına rastlanmıştır. Kayaç parçaları içerisinde hamuru tamamen opaklaşmış (tek nikolde siyah renkli veya koyu kahverengi renkli) içerisinde plajiyoklas mikrolitleri gözlenebilen genellikle andezitik veya bazaltik bileşimli taneler bulunmaktadır (Şekil 15 ve 16). Plajiyoklas mikrolitleri yer yer iri fenokristaller halinde bulunabilmektedirler. Bazik kayaç parçalarının bazıları tamamen mikrolitik dokuda görülürken andezitik bileşimde olanlarda fenokristaller baskın hale gelmektedir. Ayrıca bazı kesitlerde çok az oranlarda hamuru yine tamamen opaklaşmış yer yer piroksen içeren, boşlukları çoğunlukla ikincil klorit yer yerde kalsit dolgululu bazik volkanik kayaç parçaları da bulunmaktadır. Kumtaşları yer yer çok az oranlarda karbonatlı kayaç parçaları da içermektedir.

**Feldispat:** İncelenen kumtaşlarında plajiyoklas ve ortoklas oranı oldukça yüksektir. Plajiyoklasların bir bölümü zonlu yapı göstermekte olup bunların dışındakilerin çoğu ise albit ikizlenmesi göstermekte (Şekil 15 ve 16) ve yer yer oldukça kırıklı durumdadırlar. Genellikle serizitleşmiş olan plajiyoklaslar üzerinde yer yer, kloritleşme ve kalsitleşmeler de yoğun olarak gözlenmektedir. Plajiyoklas taneleri orta derecede yuvarlaklaşmışlardır. İncelenen kesitlerde alkali feldispat tanelerine de rastlanmaktadır. Alkali feldispat taneleri tek nikolde kirli kahverengi tonlardaki killeşme ve çift nikolde ise karlspad ikizi göstermeleri ile plajiyoklaslardan ayrılmaktadırlar.

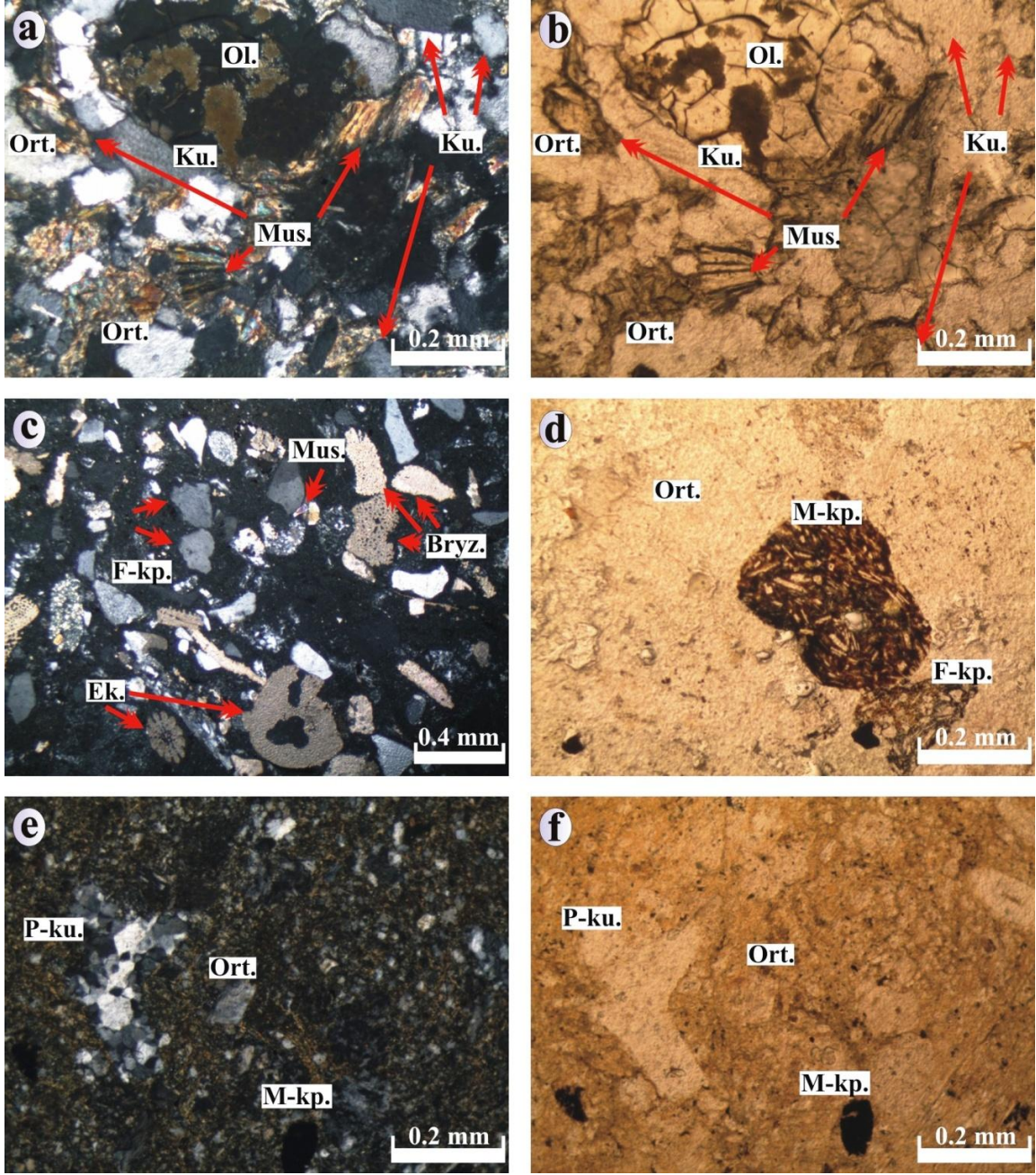
**Diğer Bileşenler:** İncelenen kumtaşlarında belirli bir geometrik şekli olmayan yuvarlaklaşmış taneler halinde opak parçalar, az oranda klinopiroksen, amfibol’e de rastlanmaktadır (Şekil 15 ve 16). Bol kırıklı ve yer yer matriks içine dağılmış halde muskovit parçalarına rastlanmıştır. Bunun yanında birkaç örnekte çatlakları belirgin çoğunlukla altere olmuş olivinlere rastlanmıştır. Ayrıca özellikle üst seviyelere yakın alınan kumtaşı örneklerinde, etrafında yoğun sintaksiyel çimento gelişimi bulunan ekinit plakalarından ve mollusk kavkılarında oluşan biyojen parçaları da bulunmaktadır.

Bağlayıcı: Çoğunlukla plajiyoklas, kuvars ve daha az oranlarda diğer bileşenler den meydana gelen bir matriks içermektedirler. İncelenen bütün bu bileşenler üst seviyelere yakın alınan örnekler dışında çeşitli mineral parçaları, opak taneler ve kloritik yapıda bir matriks ile bağlanmıştır. Üst seviyelerdeki örneklerde bağlayıcı olarak matriksin yerini sparikalsit çimento alma eğilimi artmaktadır.

Tablo 2. Köseadağı kesitine ait kumtaşlarının mikroskobik gözlemlere göre hesaplanmış modal bileşimleri.

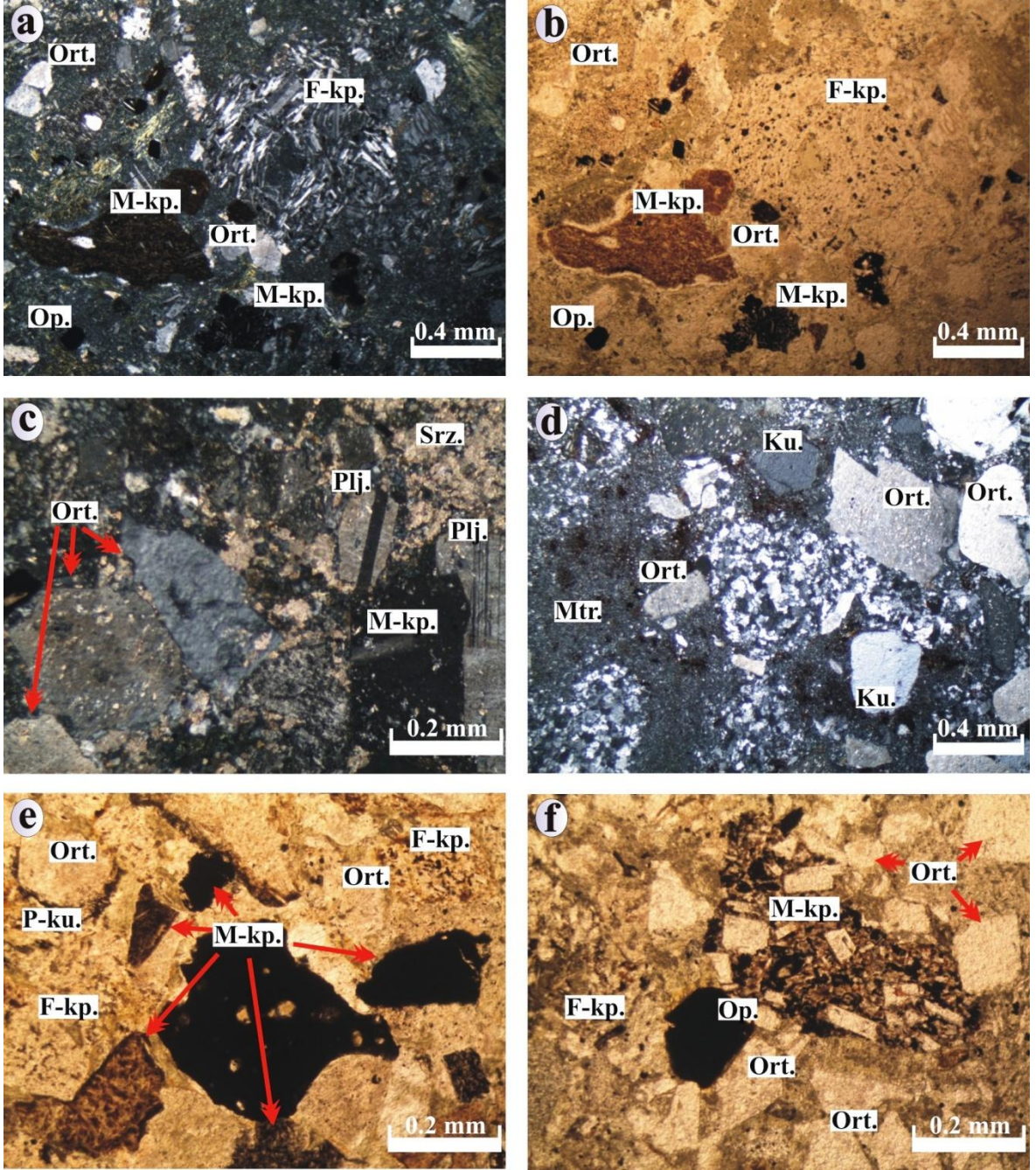
Örnek	Kuvars (%)		Feldispat (%)		K. P.(%)	Opak (%)	Bağlayıcı (%)		Diğer Bileşenler (%)
	M. Ku., P. Ku.	Plj.	Ort.	Volkanik		Çimento	Matriks	Amf. , Prk., Mus.	
K1	40-55		30			1-2	10	8-10	
K4	35	5		30			17	10	
K19	25		20	5		2-3	10	38	
K20	40	10	10	10		2-3		26	
K21	42	15	10	15		2-3		15	
K22	15	10	15	40		1	5	15	
K24	35	15	25	10				15	
K25	45	10	25					20	
K26	35	15	15	10		1		25	
K28	5-10	15	20	20		3-5	5	24	
K29	8	20	20	40		2		10	
K30	5	10	37	20		8	5	12	
K31	7	20	30	20		3-5		12	
K33	30	15	30	10		3	5	10	
K35	25	20	15	22		5	2-3	10	
K36	5	30	10	35		3		17	
K38	22	5	20	40		3		10	
K39	15	5	25			5	10	35	
K40	10	15	30	35				10	
K41	10	10	24	10		5	5	30	
K42	13	15	10	50		2		5	
K43	20	10	20	20		5	10	15	
K45	10	10	15	32		5		25	

M. Ku: Monokristalin kuvars, P. Ku: Polikristalin kuvars, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, K. P: Kayaç parçası, Amf: Amfibol, Prk: Piroksen, Mus: Muskovit.



Şekil 15. Köseadağı kesitine ait kumtaşı örneklerinin mikroskopik görünüşleri (a, c ve e çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Ort: Ortoklas, Ku: Kuvars, P-ku: Polikristalin kuvars, Ol: Olivin, Mus: Muskovit, Bryz: Bryozoa parçaları, Ek: Ekinit plakları).



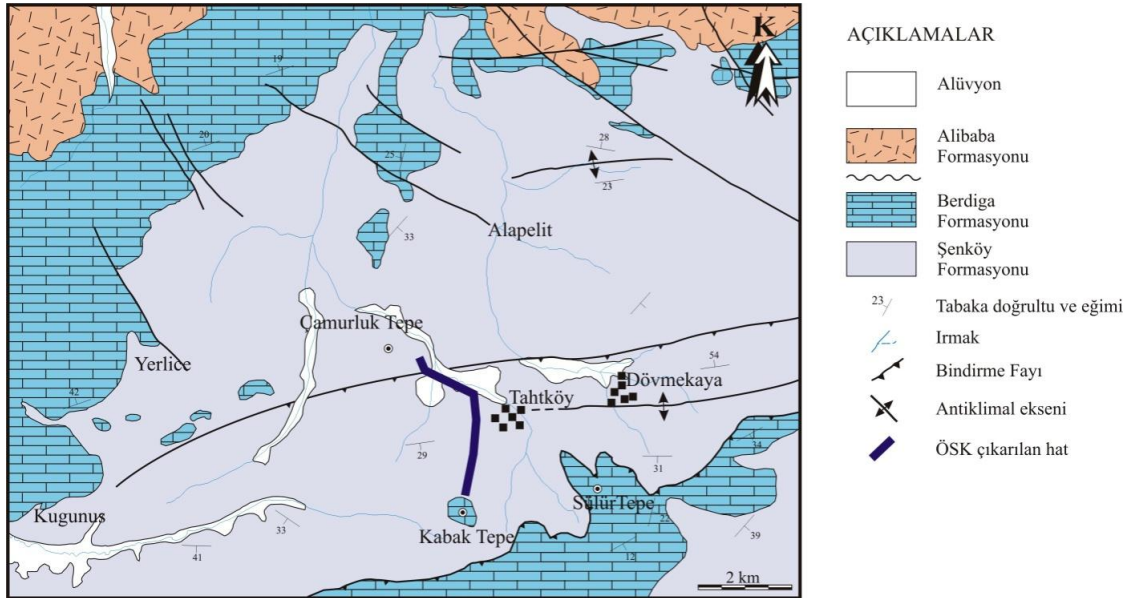


Şekil 16. Köseadağı kesitine ait kumtaşı örneklerinin mikroskobik görünüşleri (a, c ve d çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Ku: Kuvars, P-ku: Polikristalin kuvars, Op: Opak mineral, Mtr: Matriks, Srz: Serizitleşme, Silis: Silisleşme).

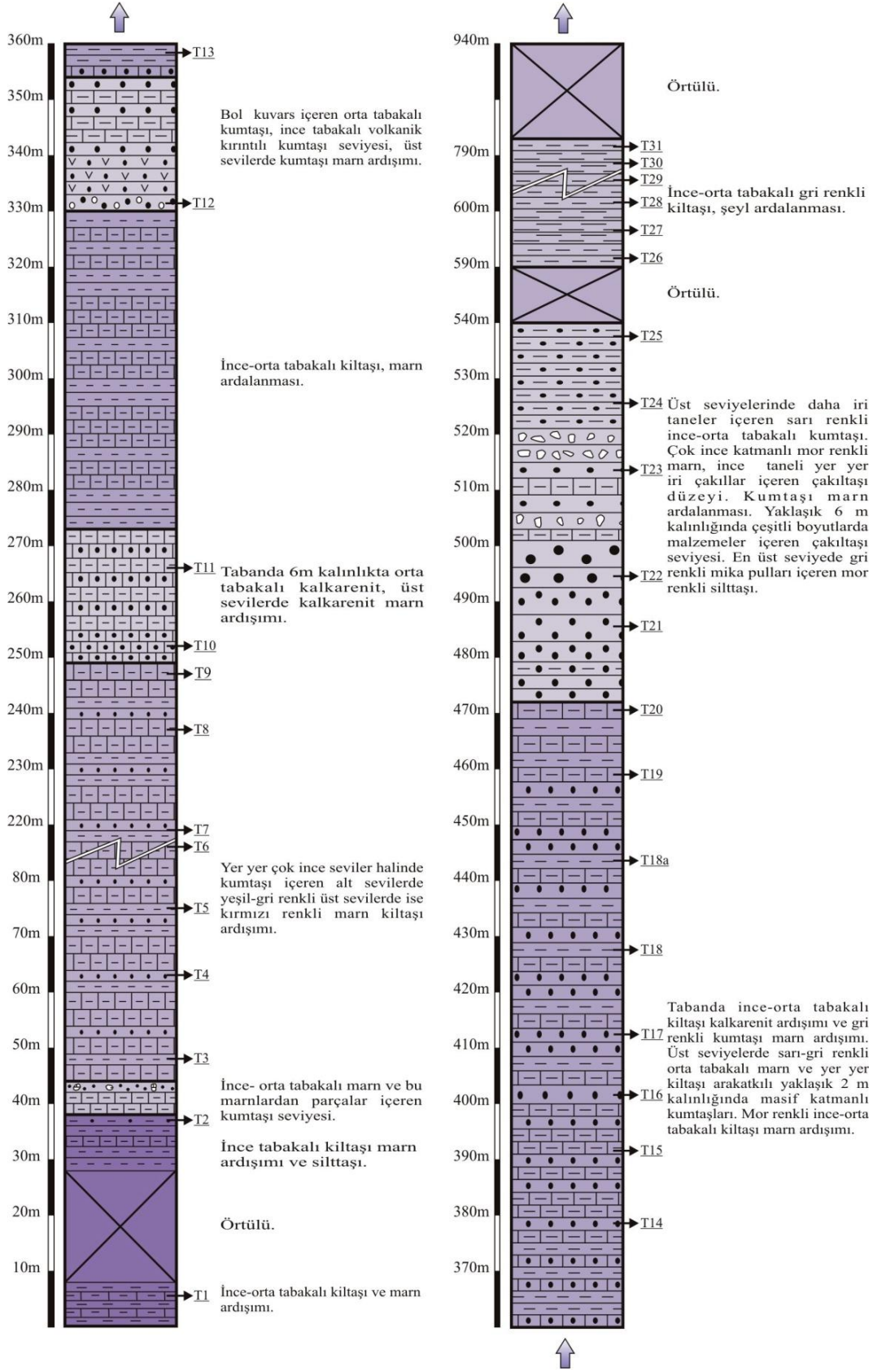
### 3.2.3. Taht Kesiti

Taht kesiti, Trabzon H44-b3 paftası içinde yer alan Tahtköyü (Bayburt)'nün yaklaşık 2 km kadar batısındaki Çamurluk Tepe'nin güney yamacından geçen 1850 m değerli eş yükselti eğrisi ile 19 boylamının kesiştiği noktadan başlamaktadır. Güneydoğu yönünde bir miktar devam ettikten sonra, Tahtköy yolu ile Ayıbükü Deresinin kesiştiği noktadan güney yönünde devam etmiş ve Kabak Tepe'nin kuzeyinden geçen 2300 m değerli eşyüksekti eğrisinde sonlandırılmıştır (Şekil 17). Taht Havzası kesitinde Şenköy Formasyonu'nun kalınlığı 940 metre olarak ölçülmüştür (Sekil 18).

Çalışma alanının morfolojisine bağlı olarak birimin bazı seviyeleri toprak örtüsü ile örtülmüştür (Şekil 19).



Şekil 17. Tahtköy yöresi jeoloji haritası (Kandemir, 2004'den değiştirilerek alınmıştır).



Şekil 18. Şenköy Formasyonu Taht ölçülü stratigrafik kesiti.

Taht kesitindeki kayaçların tabandan tavana doğru kaya türü ve çökel özellikleri şu şekildedir;

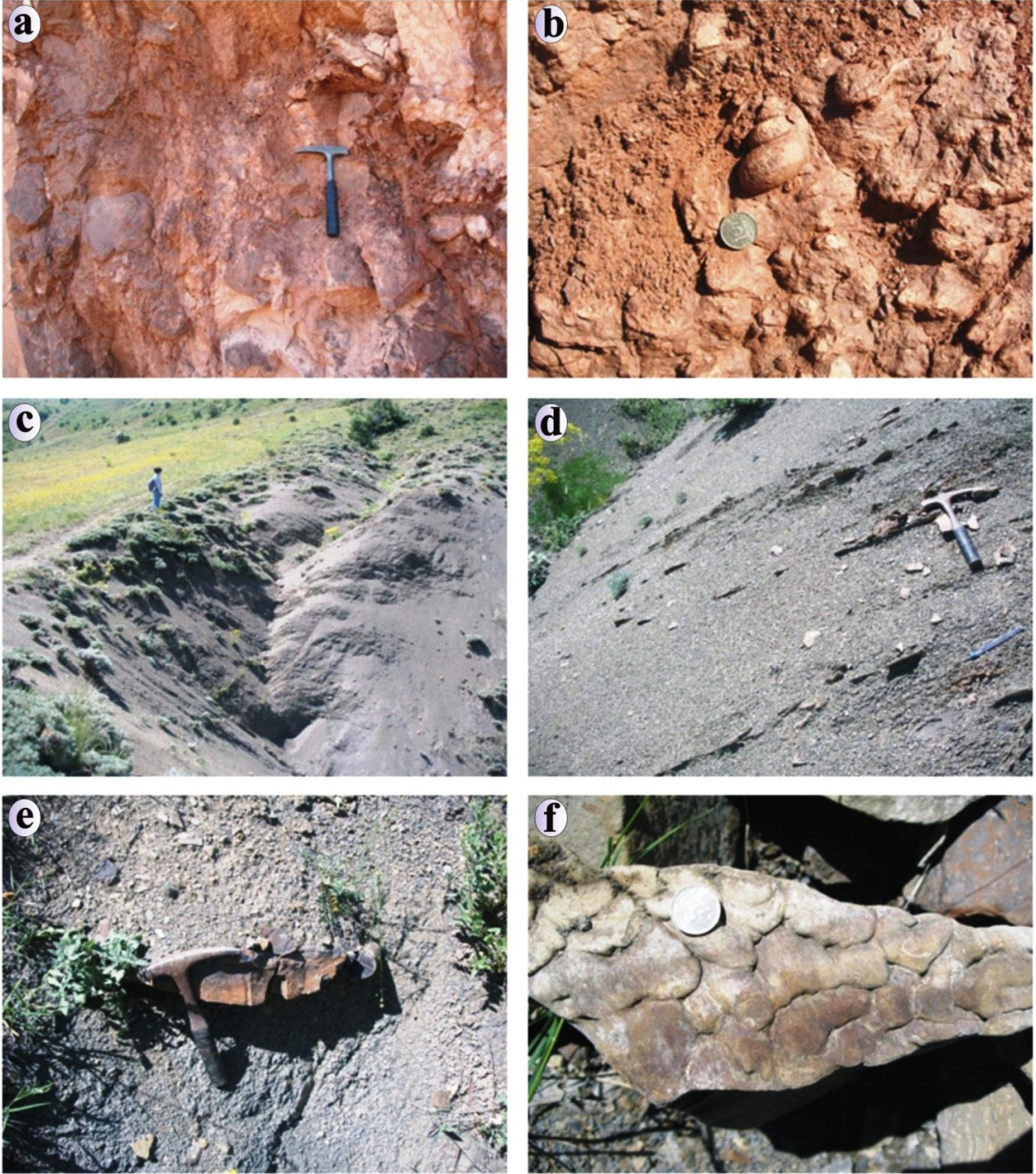
Şenköy Formasyonu'nun tabanı Taht havzası olarak da bilinen alanda görülememektedir. Bununla birlikte Gümüşhane ve Bayburt yöresinde birimin Paleozoyik yaşlı granitler veya metamorfite üzerine kırmızı renkli Ammonitico-rosso Fasiyesi olarak adlandırılan bir fasiyesle başladığı bilinmektedir. Bu Ammonitico-rosso fasiyesine ait bol fosilli kırmızı renkli karbonatlar Tahtköy'ün batısındaki Çamurluk Tepe mevkiinde de yüzeylenmektedir. Bu nedenle stratigrafik kesitin ölçülmesine buradan başlanmıştır. Tabanı görülmeyen Ammonitico-rosso Fasiyesi burada yaklaşık 8 metre kalınlık sunmakta ve çok yoğun ammonit ve çeşitli mollusk (brachiopod, gastropoda ve pelecypod) fosilleri içeren kırmızı resifal kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 20a ve 20b).

Ölçülen stratigrafi kesitinin 8 ile 28 metreleri arası örtülüdür. İstif 28 metreden sonra ince tabakalı çok ayrılmış, kırmızımsı gri renkli kiltası-marn silttaşı ardalanması ile devam etmektedir (Şekil 20c ve 20d). Bunların üzerine 4 metre kalınlığında ince-orta katmanlı marnlar gelmektedir. İstif alttaki marn parçalarını da içine alan 2 metre kalınlığındaki kumtaşları ile devam etmektedir (Şekil 20e). Kumtaşları içindeki iri marn parçalarında canlı işlevlerine (biyotürbasyon) rastlanmaktadır (Şekil 20f). İstif tabanda çok ince tabakalı, çoğunlukla çok ayrılmış kiltası-kumtaşı ardışımı ve bunların üzerine gelen gri-yeşil marn-kiltası ardışımı ile devam etmektedir. Toplam kalınlığı 205 metre olan bu seviye tabanda orta tabakalı marnlar üst seviyelerde yer yer kırmızı marn düzeyleri içeren kiltaşları ile devam eder (Şekil 21a). İstifin 249 ile 273 metreleri arası alt seviyeleri tamamen orta tabakalı kalkarenitler, üst seviyeleri ise kalkarenitler ile ara katmanlı ince marn ara düzeyleri ile temsil edilir. Bu seviyeden sonra 57 metre kalınlığındaki ince-orta tabakalı kiltası marn ardalanması gelmektedir. Bunları 3 metre kalınlığında bol kuvars içeren kumtaşları izlemektedir. Daha sonra 21 metre kalınlığındaki volkanik kırıntılı ince-orta katmanlı kumtaşı marn ardalanması gelmektedir. İstif tabanda orta tabakalı kiltası-kalkarenit ardalanması, bunların üzerine gelen gri renkli kumtaşı ve gri renkli marn ardışımı ile devam etmektedir. Çeşitli büyüklüklerde kırıntılar içeren 2 metre kalınlığındaki masif yapılı kumtaşları ve bunların üzerine gelen çoğunlukla sarı olmakla birlikte gri renkli masif katmanlı kumtaşı ve orta tabakalı marn ardalanması bunları takip eder. Bu seviyeler üzerine 9 metre kalınlığındaki mor renkli ince-orta tabakalı marnlar gelmektedir. İstifin 472 ile 501 metreleri arası düzeyi kendi içerisinde yukarı doğru tane boyu artan sarı renkli kumtaşları ile temsil edilmektedir. Sarı renkli kumtaşları üzerinde

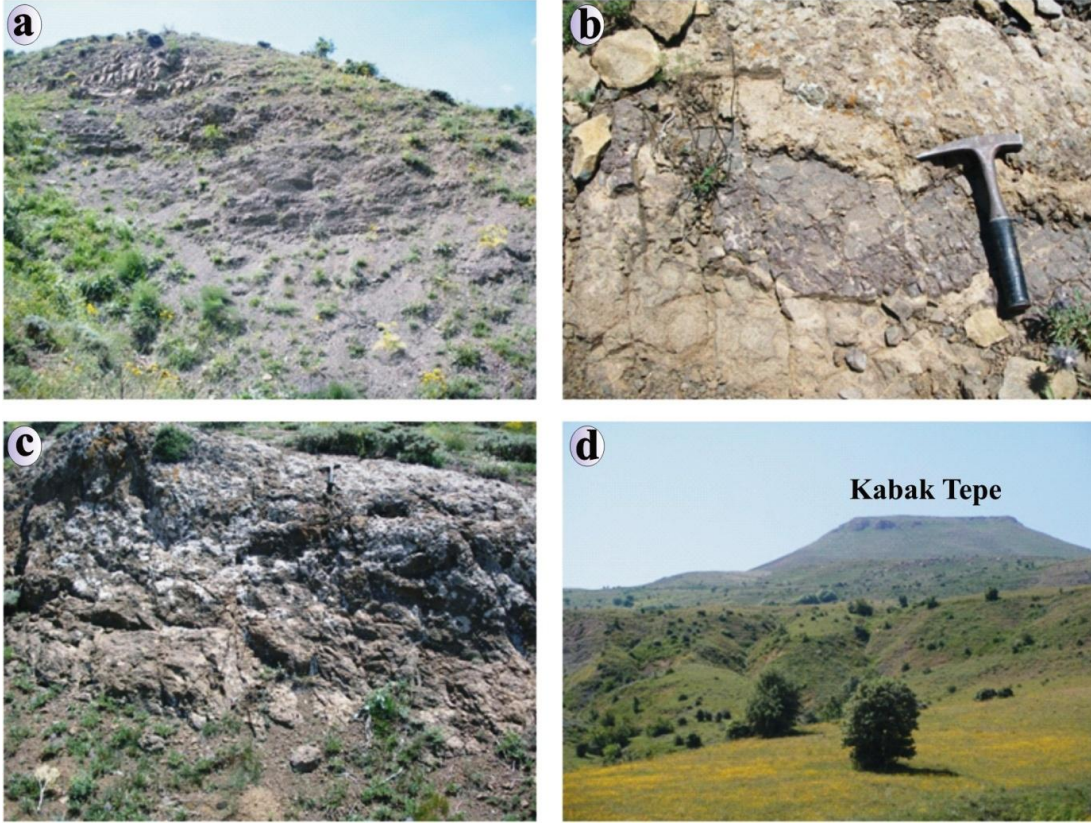
mor renkli kırmızı kireçtaşı dolgulu neptüniyen daykları gözlenmiştir (Şekil 21b). Bunların üzerine yer yer iri çakıllar da içeren ince taneli çakıltası düzeyi gelmektedir (Şekil 22c). İstif 24 metre kalınlığındaki gri renkli mika pulları içeren mor renkli silttaşları ile devam etmektedir. İstifin 540-590 metreleri arası örtülüdür. Bundan sonra 203 metre kalınlıktaki ince orta tabakalı gri renkli kiltası-şeyl ardalanması gelmektedir. İstifin 793 ile 940 metreleri arası örtülüdür. Bu seviyeden sonra istif, Kabak Tepe'nin Kuzey yamaçlarında Berdiga Formasyonu tarafından üzerlenmektedir (Şekil 21d).



Şekil 19. Tahtköy yöresinin genel görünümü (Bayburt).



Şekil 20. Taht kesitinde görülen çökellerin arazideki görünüşleri a: Tabandaki Ammonitico-rosso kireçtaşları, b: Kırmızı renkli Ammonitico-rosso kireçtaşları içindeki mollusk fosili (gastropod), c-d: İyi derecede ayrılmış kilaşı-silttaşı-marn ardalanması, e: Kumtaşları içindeki çeşitli büyüklükteki parçalar, f: bazı seviyelede gözlenen canlı işlevi izleri.



Şekil 21. Şenköy Formasyonu'na ait çökellerin Taht yöresindeki arazi görünüşleri a: istif içindeki marn-kiltaşı aradlanmasından oluşan seviyelerden birisi, b: sarımsı renkli kumtaşlarında gözlenen kırmızı renkli kireçtaşı dolgulu neptüniyen daykları, c: istifin üst seviyelerindeki çakıltası düzeyi, d: Üst seviyelerinde Berdiga Formasyonu'na ait kireçtaşları bulunan Kabak Tepe'nin görünümü.

Tablo 3'de verilen Şenköy Formasyonu Taht kesitine ait kumtaşlarının petrografik özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Kuvars:** İncelenen örneklerde kuvarslar monokristalin ve polikristalin kuvars taneleri halinde olup, kuvars tanelerinin büyük bir bölümü monokristalin kuvars tanelerinden oluşmaktadır. Bu kuvars taneleri şekil olarak yuvarlaklaşmış tanelerden köşeli tanelere kadar değişen şekillerde bulunmaktadır. İncelenen kuvars tanelerinin bazıları özşekilli, kenarları hafif aşınmış taneler halinde de bulunabilmektedir.

**Feldispat:** İncelenen kumtaşlarındaki egemen bileşen feldispatlardır. Plajiyoklasların hepsi albit türü ikizlenme göstermekte ve yoğun şekilde kalsitleşmiş ve serizitleşmişlerdir. Bunun yanında hiçbir alterasyon izi göstermeyen plajiyoklas tanelerine de rastlanmıştır. İncelenen kesitlerde K-feldispatlar genellikle özşekilsiz olarak, kenarları yenmiş şekilde

gözlenmektedir. K-feldispatlar da yoğun şekilde kalsitleşmiş ve killeşmişlerdir. Bazı kesitlerde çok iri plajiyoklaslar ve K-feldispatlar gözlenmiştir.

Kayaç Parçası: Şenköy Formasyonu'nun Taht kesitinde incelenen kumtaşlarındaki kayaç parçaları feldispatlardan sonra en yoğun bulunan bileşendir. İncelenen kumtaşlarında genellikle yuvarlaklaşmış bazen köşeli tanelerden oluşan farklı dokuda birçok kayaç parçasına rastlanmıştır. Yapılan gözlemler sonucu açık renkli bir hamura sahip çok ince plajiyoklas mikrolitleri içeren kayaç parçaları ve içerisindeki hamuru tamamen opaklaşmış (tek nikolde siyah veya koyu kahve renkli), içerisinde plajiyoklas mikrolitleri gözlenebilen parçalar olmak üzere değişik özelliklere sahip kayaç parçaları ayrırtedilmiştir. Kayaç parçaları içindeki plajiyoklaslar bazen yönlü şekilde ince mikrolitler halinde bazen de iri fenokristaller halinde bulunmaktadır. Ayrıca bazı kesitlerde çok az oranlarda yine hamuru tamamen opaklaşmış, boşluklu, tane şekli tam olarak gözlenemeyen boşluklarına klorit ve kalsit dolmuş volkanik kayaç parçaları da bulunmaktadır. Mafik kayaç parçaları daha çok yuvarlaklaşmış halde bulunurken felsik kayaç parçaları dağılmış ve parçalanmış olark matriksle karışmış halde de gözlenebilmektedir (Şekil 22).

Tablo 3. Taht kesitine ait kumtaşlarının mikroskobik gözlemlere göre hesaplanmış modal bileşimleri.

Örnek	Kuvars (%)		Feldispat (%)		K. P. (%)	Opak (%)	Bağlayıcı (%)		Diğer Bileşenler (%)
	M. Ku., P. Ku.	Plj.	Ort.	Volkanik			Çimento	Matriks	
T5	10	10	25	25	3			24	3
T6	5	10	25	35	3-5		5	15	
T7	10	10	25	25	5			20	3-6
T10	40	5	10	15	5		5	20	
T11	36	5	10	20	2		5	18	4
T12	30	5	10	25	3		5	20	2
T13	20	10	15	25	5			25	
T14	15	15	10	30	5		5	10	12
T16	35	5	15	15	5		5	20	
T18	40		10	20	3-5			25	2
T22	35	10	10	20	3-5		5	10	5
T23	30	10	25	15	3-5			15	
T25	20	5	25	25	4-5		5	10	5
T27	20	5	10	10	1-2			50	3
T29	15	20	10	35	3		5	10	
T31	30	5	10	30	1-2			20	3

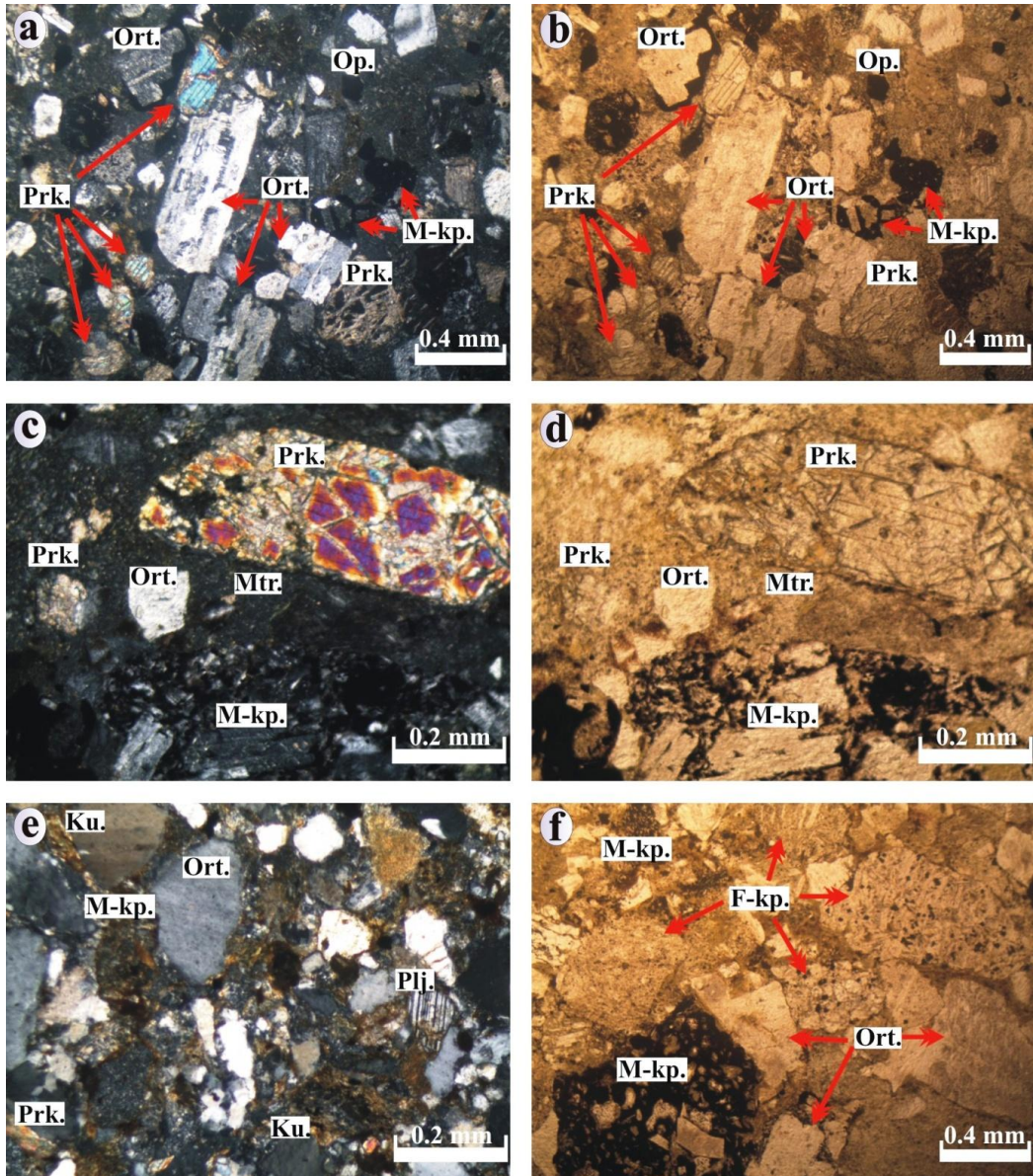
M. Ku: Monokristalin kuvars, P. Ku: Polikristalin kuvars, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, K. P: Kayaç parçası.

Diğer Bileşenler: Taht kesitinde bulunan kumtaşlarında çatıyı oluşturan yukarıdaki bileşenlerin dışında, tali bileşenler de bulunmaktadır. İncelenen kumtaşlarında özellikle



bazı kesitlerde iri fenokristaller halinde olmak üzere matriks içinde dağılmış olan piroksenlere rastlanmıştır. Piroksenler çoğunlukla özşekilsiz halde bulunmaktadır. Genellikle dıştan içe doğru gelişen kalsitleşme yoğun olarak gözlenmiştir. Bunun yanında çok ince kristaller halinde musovit ve biyotitlere rastlanmıştır. İncelenen kumtaşlarında genel olarak % 5'i geçmeyecek şekilde opak tanelere rastlanmaktadır.

Matriks: Kumtaşlarındaki bileşenler genellikle kloritleşmenin yoğun olduğu, bunun yanında demirleşme, serizitleşme ve silisleşmenin gözleendiği bir bağlayıcı ile bağlanmışlardır (Şekil 22).



Şekil 22. Taht kesitine ait kumtaşı örneklerinin mikroskopik görünüşleri (a, c ve e çift nikol, diğer fotoğraflar tek nikolde çekilmiştir. M-kp: Mafik kayaç parçası, F-kp: Felsik kayaç parçası, Plj: Plajiyoklas, Ort: Ortoklas, Ku: Kuvars, Prk: Piroksen, Op: Opak mineral, Mtr: Matriks).

### **3.3. Kırıntılı Kayaçların Jeokimyası**

Bu bölümde Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait ince taneli kırıntılı kayaçların (kumtaşı, silttaşı, şeyl) jeokimyasal özellikleri ana oksit, iz ve nadir toprak element içerikleri bakımından ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, kaynak alanları ve tektonik ortamları bakımından değerlendirilmiştir.

Ölçülen stratigrafik istifler ayrı ayrı ele alınmış olup, kırıntılı kayaçlar kumtaşı ve şeyl olmak üzere başlıca iki grup altında incelenmiştir. Ana ve iz element içerikleri ile nadir toprak element içerikleri (ve element oranları) ayrı tablolar halinde verilmiştir.

Analiz edilen kumtaşları petrografik gözlemlerle elde edilen bulgulardan yola çıkarak spartik yada mikritik çimento içermeyen örneklerden seçilmiştir. Ateşte kayıp değerlerinin genellikle 1-5 arasında olması da bunu açıkça desteklemektedir.

Ayrıca bazı ana oksit, iz ve nadir toprak elementleri oranlamak için kullanılan PAAS (Post Archean Average Australian Shales; Taylor ve McLennan, 1985) ve UC (üst kıtasal kabuk; Taylor ve McLennan, 1981) ve kondrit (Boynton, 1984) değerleri de bu tablolarda gösterilmiştir.

#### **3.3.1. Hur Kesiti**

##### **3.3.1.1. Ana ve İz Elementler**

Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'na ait kırıntılıların kaynak alanlarını ve jeotektonik konumlarını belirlemek amacıyla Hur kesiti boyunca alınan kumtaşı ve şeyl örneklerin ana oksit ve iz element sonuçları Tablo 4'de, nadir toprak element analiz sonuçları ise Tablo 5'de, verilmiştir.

Tablo 4. Hur kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana oksit(% ağı.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.

Örnek No	H3	H4	H5	H6	H6A	H7	H8	H9	H13	PAAS	UC
Kayaç Adı	Şeyl	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt		
SiO <sub>2</sub>	60.95	77.42	64.55	63.35	67.39	49.32	61.68	56.48	54.56	62.4	66
TiO <sub>2</sub>	0.9	0.15	0.78	0.78	0.5	0.77	0.66	0.75	0.77	0.99	0.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.1	11.02	14	15.65	12.55	16.37	14.98	16.98	17.11	18.78	15.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	9.46	1.47	5.86	6.56	3.35	7.09	5.89	7.15	7.82	7.18	5
MgO	2.05	0.48	2.22	1.81	1.03	4.28	3.13	4.15	4.54	2.19	2.2
CaO	1.08	1.2	2.57	0.74	3.89	6.19	1.43	0.95	1.87	1.29	4.2
Na <sub>2</sub> O	6.71	4.83	3.96	6.39	5.89	4.78	4.29	4.71	5.33	1.19	3.9
K <sub>2</sub> O	0.87	0.94	2.01	1.33	0.9	2.77	3.54	4.31	2.86	3.68	3.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.02	0.15	0.13	0.11	0.17	0.12	0.1	0.09	0.16	-
MnO	0.09	0.02	0.09	0.09	0.09	0.16	0.1	0.09	0.1	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	0.001	0.004	0.003	0.002	0.012	0.005	0.004	0.005	-	-
LOI	2.5	2.3	3.6	3	4.2	7.9	4	4.1	4.7	-	-
<b>Toplam</b>	<b>99.83</b>	<b>99.9</b>	<b>99.83</b>	<b>99.84</b>	<b>99.88</b>	<b>99.76</b>	<b>99.81</b>	<b>99.79</b>	<b>99.74</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Rb	18.1	35.5	49.4	33.7	8.1	33.1	32.7	23.4	28.9	160	112
Sr	79.2	157	185.4	146	61.3	153.9	116.8	88	148.7	200	350
Ba	112	45	338	189	141	325	307	272	393	650	550
Cs	0.1	0.3	1.2	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1	0.3	15	3.7
Ga	13.6	7.8	12.9	12	9.9	13.3	14.4	14.8	12.5	-	17
Ta	0.1	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	-	2.2
Th	3.4	7.6	2.2	3.6	3.3	2	2	2.3	2.2	14.6	10.7
U	0.6	1.8	1	1.4	1.6	0.6	0.7	0.5	0.6	3.1	2.8
Co	13.8	1	7.6	9.3	5.2	16.3	12.2	15.2	16.3	23	10
Zr	91.7	116.4	100.6	135.7	133.7	69.8	104.6	94.4	83.4	210	190
Hf	3.1	3.7	3.2	3.4	2.8	1.4	3.2	2.6	2.5	5	5.8
Y	21.6	21.8	32.9	21.9	21.8	23.6	24.7	20.1	21.5	27	22
Nb	2.5	5.9	5	4.3	4.4	2.7	3.5	3.4	3.2	1.9	25
Mo	0.8	1	1.3	0.7	1.1	0.5	0.8	1	0.6	-	-
Cu	57.2	7.3	5.9	31	14.4	42.6	5.8	40.6	42	50	25
Pb	7.9	2.1	2.8	7.2	3.1	4.5	1.9	3.2	68.4	-	20
Cr	13.68	6.84	27.36	20.52	13.68	82.08	34.20	27.36	34.20	110.00	35.00
Sc	26	5	20	20	12	25	22	26	27	16	11
Zn	79	15	138	125	54	93	66	74	166	-	71
Ni	4.5	1.3	3.3	7.5	2.5	24	5	9.6	9.9	55	20
V	202	27	90	141	60	209	115	152	181	150	60
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.04	7.03	4.61	4.05	5.37	3.01	4.12	3.33	3.19	3.32	4.34
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.13	0.19	0.51	0.21	0.15	0.58	0.83	0.92	0.54	3.09	0.87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	16.78	73.47	17.95	20.06	25.10	21.26	22.70	22.64	22.22	18.97	30.40

LOI (Loss on ignition=Ateşte kayıp): Toplam Uçucu İçeriği. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir miktarı.

UC (Upper Continental Crust): Üst Kıtasal Kabuk (Taylor ve McLennan, 1981). PAAS :Post Archean Australian Shales (Taylor ve McLennan, 1985).

Tablo 5. Hur kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz değerleri ve bazı oranlar.

Örnek No	H3	H4	H5	H6	H6A	H7	H8	H9	H13	PAAS	UC
Kayaç Adı	Şeyl	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt		
La	12	20	12.4	30.7	17.9	12.3	9	9.5	9.5	38.2	30
Ce	23.8	39.1	28.4	59.3	35.6	26.3	21.5	20.5	21.1	79.6	64
Pr	3.17	4.36	3.77	7.06	4.32	3.32	3.18	2.63	2.6	8.83	7.1
Nd	15.9	16.1	17.3	30.7	19.4	14.5	17.1	12.4	12.3	33.9	26
Sm	3.63	3.3	4.42	6.06	3.71	3.38	3.97	2.6	3.05	5.55	4.5
Eu	0.92	0.5	1.36	1.39	0.95	1.06	1.06	0.71	0.88	1.08	0.88
Gd	3.59	2.97	5.01	5.74	4.01	3.77	4.35	2.94	3.19	4.66	3.8
Tb	0.62	0.53	0.99	0.88	0.64	0.65	0.76	0.54	0.59	0.77	0.64
Dy	3.63	3.19	5.85	4.67	3.96	4.1	4.69	3.32	3.79	4.68	3.5
Ho	0.71	0.7	1.2	0.81	0.75	0.84	0.88	0.76	0.76	0.99	0.8
Er	2.26	2.19	3.68	2.08	2.38	2.35	2.62	2.44	2.33	2.85	2.3
Tm	0.32	0.35	0.5	0.31	0.35	0.34	0.39	0.39	0.36	0.4	0.33
Yb	2.2	2.27	3.22	2	2.18	2.25	2.6	2.54	2.49	2.82	2.2
Lu	0.35	0.37	0.47	0.31	0.33	0.34	0.41	0.42	0.4	0.43	0.32
Σ NTE	73.10	95.93	88.57	152.01	96.48	75.50	72.51	61.69	63.34	184.76	146.37
Σ HNTE	58.50	82.86	66.29	133.82	80.93	59.80	54.75	47.63	48.55	166.08	131.60
Σ ONTE	8.76	7.19	13.21	12.68	9.56	9.58	10.86	7.51	8.45	11.19	8.82
Σ ANTE	5.84	5.88	9.07	5.51	5.99	6.12	6.90	6.55	6.34	7.49	5.95
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.78	0.49	0.88	0.72	0.75	0.91	0.78	0.79	0.86	0.65	0.65
La <sub>N</sub> /Sm <sub>N</sub>	2.08	3.81	1.76	3.19	3.03	2.29	1.43	2.30	1.96	4.33	4.19
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	3.68	5.94	2.60	10.35	5.54	3.69	2.33	2.52	2.57	9.13	9.19
Gd <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	1.32	1.06	1.26	2.32	1.48	1.35	1.35	0.93	1.03	1.33	1.39
La <sub>N</sub> /Lu <sub>N</sub>	3.56	5.61	2.74	10.29	5.63	3.76	2.28	2.35	2.47	9.23	9.74
La/Sc	0.46	4.00	0.62	1.54	1.49	0.49	0.41	0.37	0.35	2.39	2.73
La/Th	3.53	2.63	5.64	8.53	5.42	6.15	4.50	4.13	4.32	2.62	2.80
Th/Sc	0.13	1.52	0.11	0.18	0.28	0.08	0.09	0.09	0.08	0.91	0.97
Th/U	5.67	4.22	2.20	2.57	2.06	3.33	2.86	4.60	3.67	4.71	3.82
Sc/Th	7.65	0.66	9.09	5.56	3.64	12.50	11.00	11.30	12.27	1.10	1.03
Cr/Th	4.02	0.90	12.44	5.70	4.15	41.04	17.10	11.90	15.55	7.53	3.27
Co/Th	4.06	0.13	3.45	2.58	1.58	8.15	6.10	6.61	7.41	1.58	0.93
Ba/Co	8.12	45.00	44.47	20.32	27.12	19.94	25.16	17.89	24.11	28.26	55.00
Rb/Sr	0.23	0.23	0.27	0.23	0.13	0.22	0.28	0.27	0.19	0.80	0.32
Rb/Ba	0.16	0.79	0.15	0.18	0.06	0.10	0.11	0.09	0.07	0.25	0.20
Zr/Y	4.25	5.34	3.06	6.20	6.13	2.96	4.23	4.70	3.88	7.78	8.64
CIA	63.55	61.26	62.11	64.91	54.02	54.37	61.80	63.01	62.97	75.30	56.93
CIW	65.97	64.63	68.19	68.70	56.20	59.88	72.37	75.00	70.38	88.33	65.24
PIA	64.62	62.57	64.74	66.76	54.36	55.35	66.67	69.12	66.43	85.89	59.30

NTE: Nadir Toprak Elementler. HNTE: Hafif Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler. ANTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler.

(Eu/Eu\*)<sub>N</sub>=Eu<sub>N</sub>/(Sm<sub>N</sub>xGd<sub>N</sub>)<sup>1/2</sup> (Taylor ve McLennan, 1985). CaO\*: Sadece silikat fraksiyonundan gelen Ca.

CIA (Chemical Index of Alteration): Kimyasal Alterasyon İndeksi, CIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O))]x100 (Nesbitt ve Young, 1982).

PIA (Plagioclase Index of Alteration): Plajiyoklas Alterasyon İndeksi, PIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O))]x100 (Fedo ve diğ., 1995).

CIW (Chemical Index of Weathering): Kimyasal Ayrışma İndeksi, CIW= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O))]x100 (Harnois, 1988).

Hur kesitinden alınan örneklerin biri şeyl, diğerleri ise kumtaşıdır. Kumtaşları bileşimsel olarak çok geniş bir aralıkta dağılım sergilemektedirler. Örneğin  $\text{SiO}_2$  içerikleri % 49.32 ile 77.42 arasında değişirken,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  da oldukça geniş aralıklar sunmaktadırlar (Tablo 4). Benzer şekilde  $\text{MgO}$  (% 0.48-4.54) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  (% 1.47-9.46) de nispeten geniş aralıklarda dağılım sergilemektedirler (Tablo 4).

Ana oksitlere göre oluşturulan ve tüm kırıntılı kayaçların sınıflandırıldığı  $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ 'e karşı  $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$  diyagramında (Heron, 1988) örnekler çoğunlukla şeyl alanında toplanmaktadırlar (Şekil 23a). Şeyl de dahil olmak üzere birer örnek ise Fe'ce zengin şeyl, vake ve litik arenit alanına düşmüşlerdir. Bununla birlikte, sadece kumtaşlarının sınıflandırıldığı  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  karşı  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  diyagramında ise tamamı grovak alanında yer almaktadır (Şekil 23b; Pettijohn vd., 1987; Creaser vd., 1997).

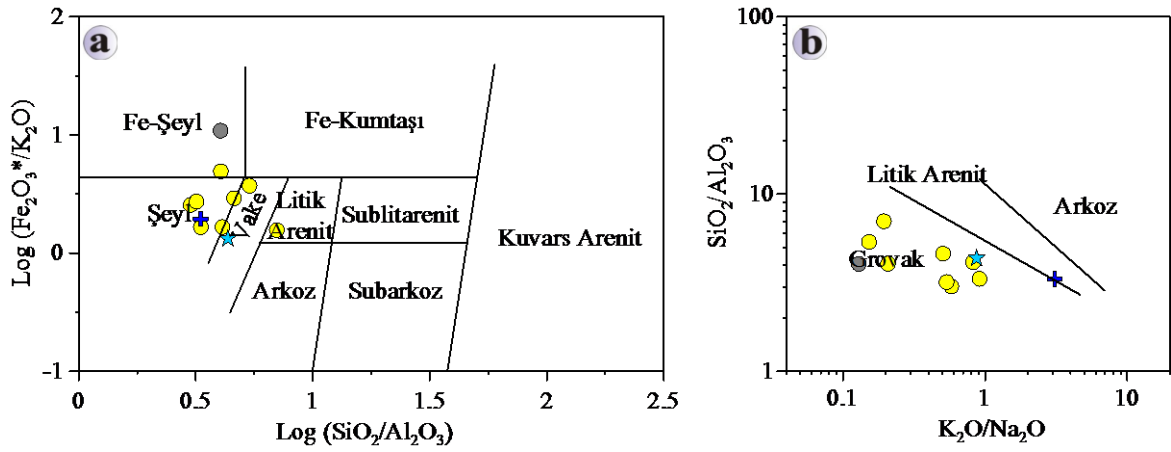
PAAS ve üst kıtasal kabuk değerleri ile Hur kesiti örneklerinin birlikte aktarıldığı  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$  (Şekil 24a) ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*\text{-TiO}_2$  (Şekil 24b) diyagramlarında elementler arasında pozitif ilişkiler gözlenmektedir. İki örnek dışında  $\text{TiO}_2$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  içerikleri üst kabuk değerlerinden yüksek, alt kabuğu temsil eden PAAS değerlerinden ise düşüktür.

Hur kesiti kumtaşlarının ana element oksit değerleri Post Archean Average Australian Shales (PAAS; Taylor ve McLennan, 1985) değerleri ile karşılaştırıldığında,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  değerlerinin PAAS'a göre tüketilmiş oldukları, buna karşılık  $\text{Na}_2\text{O}$  ve bazı örneklerde de  $\text{CaO}$  değerlerinin ise zenginleştiği görülmektedir. Ca ve Na'daki bu zenginleşme kumtaşlarının yüksek orandaki plajiyoklas içeriği ile uyumludur (Şekil 25).

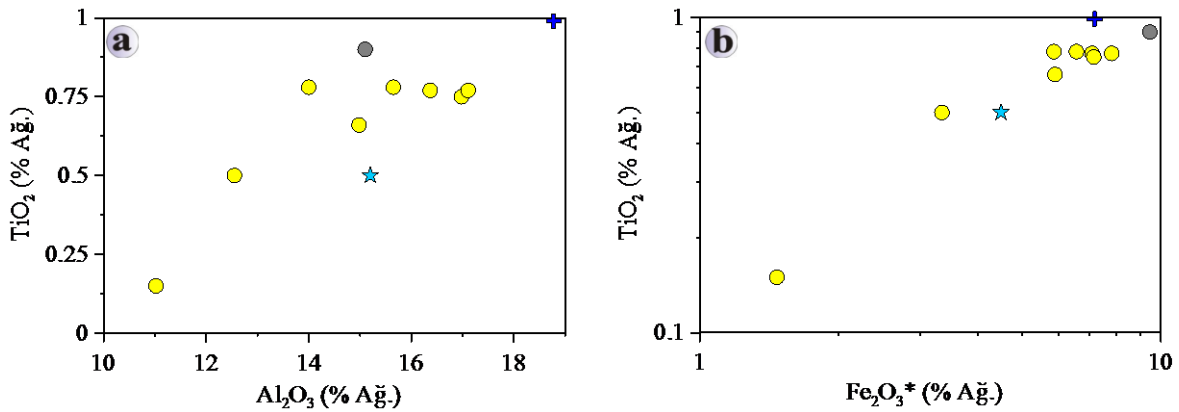
$\text{SiO}_2$ 'ye karşı oluşturulan ana oksit değişim diyagramlarında  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$  ve  $\text{MnO}$ 'de belirgin negatif ilişkiler gözlenmektedir (Şekil 26). Bu negatif ilişkiyi bileşimsel olarak geniş bir aralıkta sunmaları amfibol ve biyotit gibi ferromagnezyen minerallerin kumtaşlarındaki bolluğu ile ilişkilidir. Mikroskobik incelemeler sırasında mafik minerallerin düşük  $\text{SiO}_2$  içerikli kayaçlarda daha yüksek oranlarda buldukları gözlenmektedir.  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  gibi ana oksitler her ne kadar düzensiz dağılımlar sergilemekte olsa da,  $\text{SiO}_2$  artışı ile birlikte  $\text{K}_2\text{O}$ 'de bir azalma,  $\text{Na}_2\text{O}$ 'te ise az da olsa bir artış da göze çarpmaktadır. Bu durum yüksek Si içerikli kumtaşlarında kuvarsın yanı sıra sodik plajiyoklasların modal mineralojik olarak daha baskın hale gelmesi ile ilişkilidir.

Örneklerin stratigrafik konumları ile bağlantılı olmaksızın Ni (1.3-24 ppm), Cr (6.84-82.08), Sc (5-27 ppm), Ba (45-393 ppm), Rb (8.1-49.4 ppm), Zr (69.8-135.7 ppm) ve Sr (61.3-185.4 ppm) gibi bazı iz element konsantrasyonları büyük değişim aralıkları

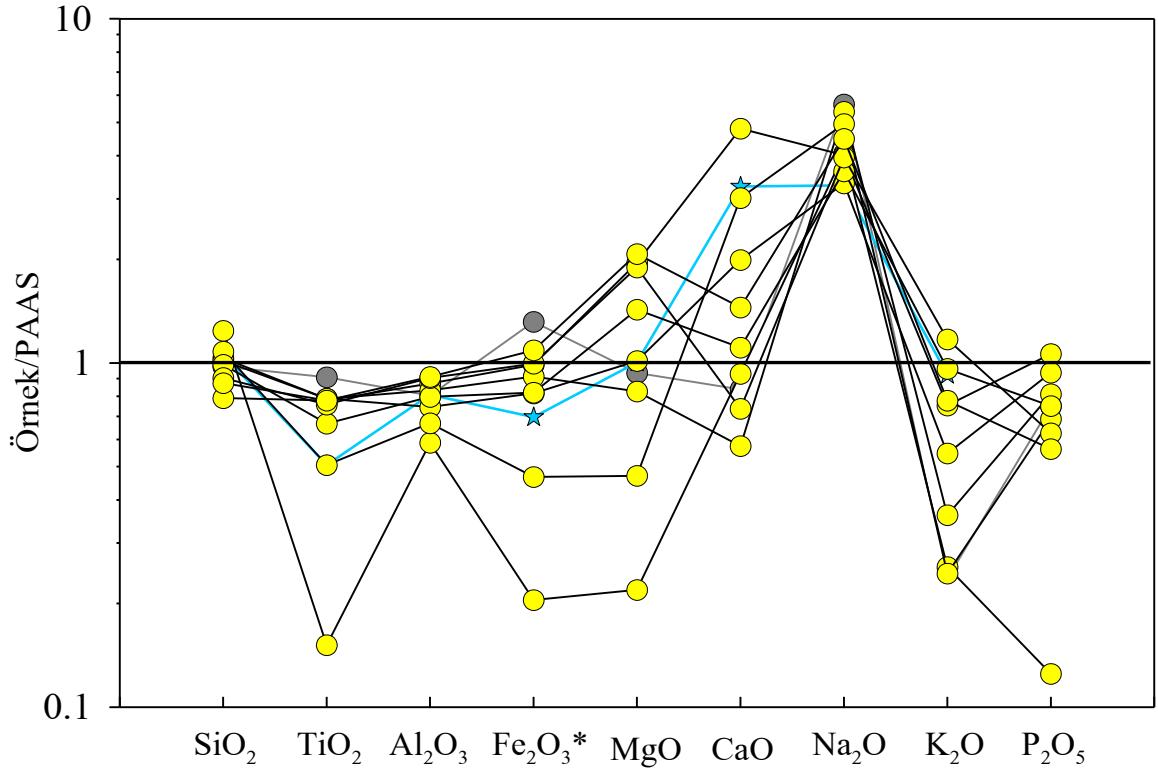
sergilemektedirler.  $\text{SiO}_2$ 'e karşı iz element değişim diyagramlarında Zr, Nb, Hf ve Th gibi iz elementler düzensiz pozitif; Sc, Co, Zn, Cr ve Ni gibi geçiş metallere negatif korelasyonlar göstermektedir (Şekil 27). Ba, Cs, Rb, Sr, Y ve La ise düzensiz dağılımlar göstermektedir. Bunlardan Ni, Cr, Sc'deki negatif korelasyon ana element değişimleri ile ilgili olarak bahsedildiği üzere amfibol ve biyotit gibi mafik minerallerin kumtaşlarındaki bolulukları ile doğru orantılıdır. Ba, Sr ve Rb'un düzensiz dağılımı ayrışma prosesleri sırasında bu elementlerin hareketli olmalarının yanı sıra, plajiyoklas, alkali feldispat ve biyotitin Si dan bağımsız değişimleri ile ilişkilidir. Zr ve Hf da görülen pozitif korelasyon ise iz miktarlardaki zirkon mineralinden kaynaklanmaktadır.



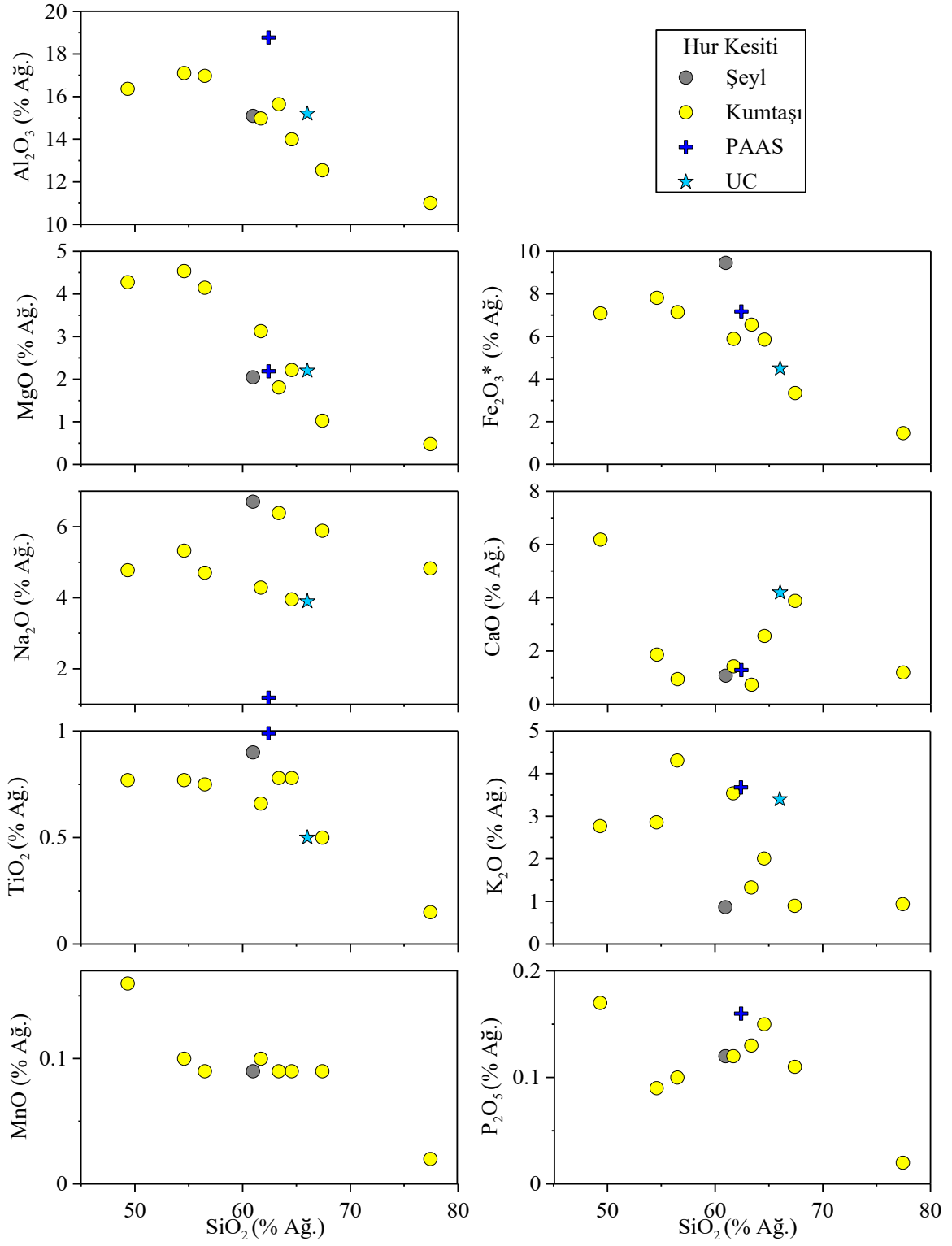
Şekil 23. Hur kesitine ait şeyl ve kumtaşlarının a)  $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$ 'ya karşı  $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  adlandırma diyagramı (Heron, 1988). b)  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 'e karşı  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  adlandırma diyagramındaki dağılımları (Pettijohn vd., 1987, Creaser vd., 1997; ●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 24. Hur kesitine ait, a) şeyl örneğinin, b) kumtaşı örneklerinin pozitif korelasyon gösterdikleri  $\text{TiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  diyagramları (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).

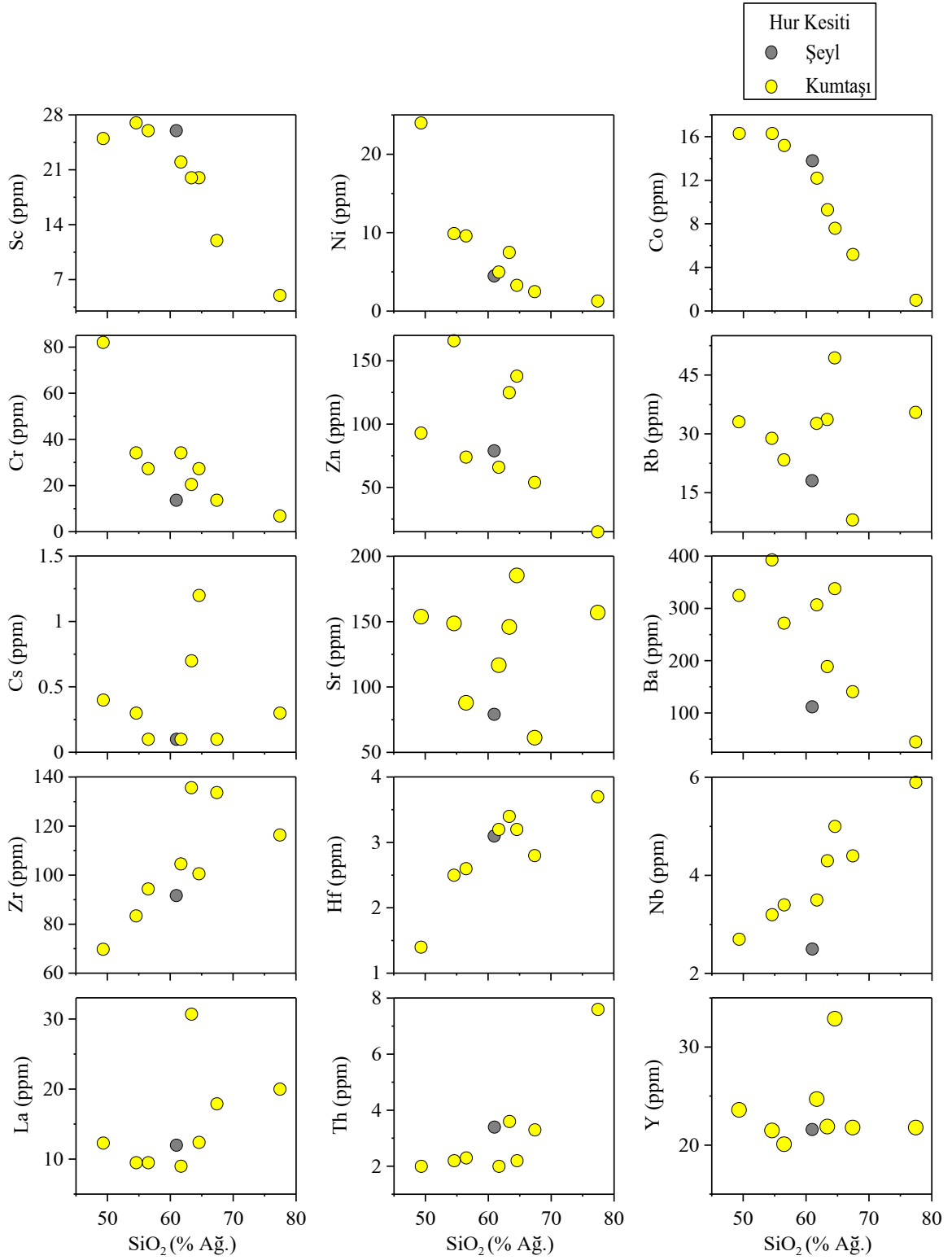


Şekil 25. Hur kesitine ait örneklerin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş ana element oksit dağılım diyagramları (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ★: UC).

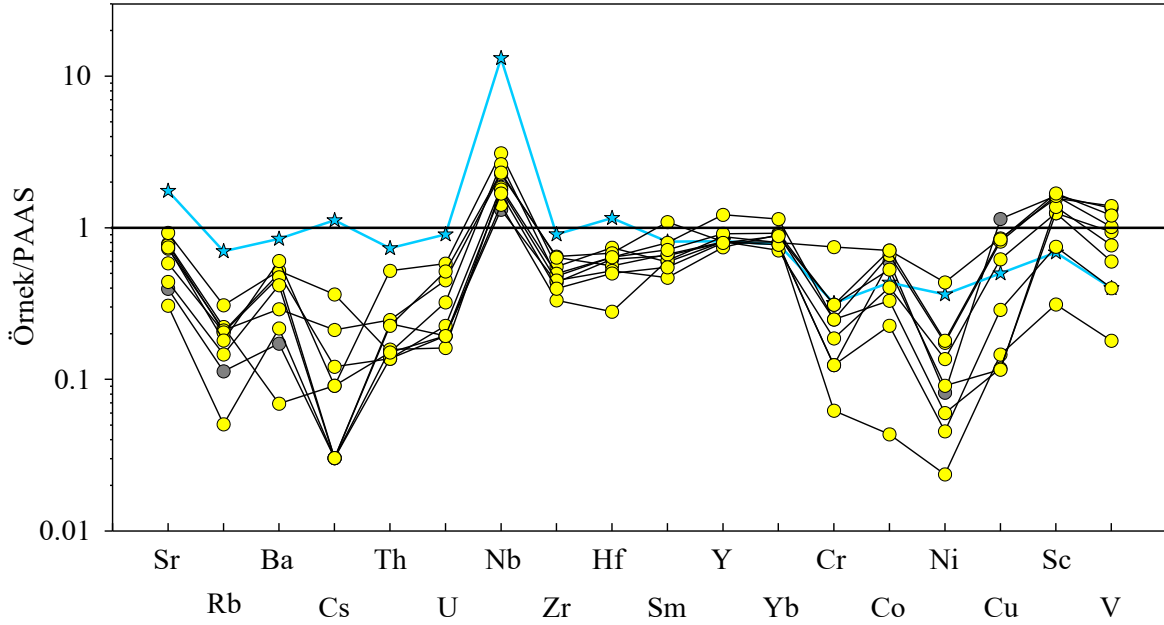


Şekil 26. Hur kesitine ait örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.





Şekil 27. Hur kesitine ait örneklerin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı iz element değişim diyagramları.



Şekil 28. Hur kesitine ait örneklerin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element dağılım diyagramları (●: Hur şeyli, ●: Hur kumtaşı, ★: UC).

Hur kesiti örneklerine ait iz element değerleri PAAS ile normalize edilerek Şekil 28'deki örümcek diyagram oluşturulmuştur. Büyük iyon yarıçaplı elementlerin (LILE-Sr, Rb, Ba, Cs) PAAS'a göre tüketilmiş oldukları görülmektedir. Benzer şekilde yüksek çekim alanlı elementler (HFSE- U, Nb, Zr, Hf, Sm, Y, Yb) de, Nb'da görülen zenginleşme dışında, genel olarak tüketilmiştir. Geçiş metalleri (TM-Cr, Co, Ni, Cu, Sc, V) ise PAAS ile karşılaştırıldığında Sc ve V da birkaç örnekte görülen zenginleşme dışında tüketilmiş oldukları söylenebilir.

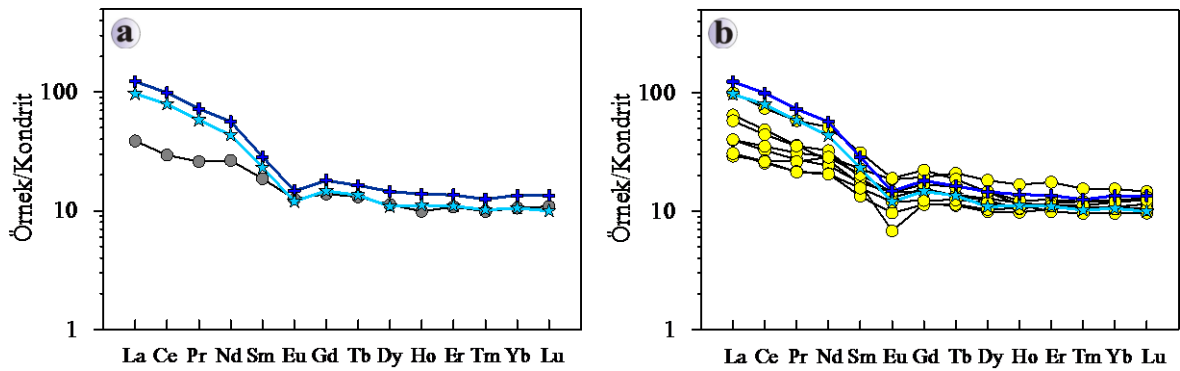
### 3.3.1.2. Nadir Toprak Elementleri

Hur kesitine ait kumtaşı ve şeyli örneklerinin kondrite (Boynon, 1984) ve PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre oranlanmış nadir toprak element (NTE) diyagramları Şekil 29 ve 30'da verilmiştir. Şekil 29a ve 29b'de görüldüğü üzere şeyli ve kumtaşlarının NTE konsantrasyonları kondrite göre 10 ila 100 kat zenginleşmiş olup kendi içerisinde, bir kumtaşı örneği hariç ( $H_6$ ,  $La_N/Lu_N = 10.29$ ), orta değerlerde farklılaşmışlardır ( $La_N/Lu_N = 2.28-5.63$ ).

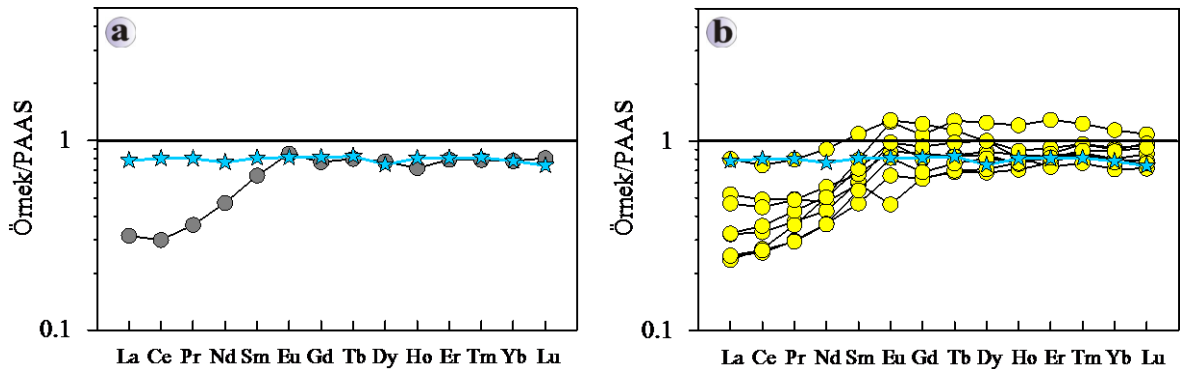
Toplam NTE içerikleri ise ortalama 88.25 ppm dir. Hafif NTE de kendi içerisinde az oranlarda farklılaşmışlardır ( $La_N/Sm_N = 1.43-3.81$ ). Ağır NTE kondrite göre 10 kat zenginleşmiş olup, yatay bir dağılım sergilemektedirler. Eu da hafif ve orta değerlerdeki

negatif anomali ( $Eu_N/Eu_N^* = 0.49-0.91$ ), kaynak alan kayaçlarının fraksiyonel kristallenme sonucunda feldispatlar bakımından ayrılaştığına işaret etmektedir (Taylor ve McLennan, 1985).

Örneklerin NTE konsantrasyonları PAAS değerleri ile karşılaştırıldığında hemen hemen bütün örneklerin PAAS'a göre tüketilmiş olduğu görülmektedir. Üst kabuk değerleri ile karşılaştırıldığında ise hafif NTE benzer şekilde kısmen tüketilmişken ağır NTE de tam bir benzerlik söz konusudur. Ancak, NTE davranışlarındaki farklılıklar PAAS'a göre oranlanmış örümcek diyagramında (Şekil 30a ve 30b) daha belirgin olarak göze çarpmaktadır. Bu diyagramda ağır NTE PAAS'a paralel ancak kısmen tüketilmiş bir davranış sergilerken, hafif NTE'in belirgin bir şekilde tüketilmiş oldukları görülmektedir.



Şekil 29. Hur kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 30. Hur kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ★: UC)

### 3.3.2. Köseadağı Kesiti

#### 3.3.2.1. Ana ve İz Elementler

Köseadağı kesiti boyunca alınan 28 örneğe (5 şeyl, 23 kumtaşı) ait ana oksit ve iz element analizleri Tablo 6'de, nadir toprak element analizleri ise Tablo 7'de verilmiştir

Köseadağı kesiti boyunca alınan kumtaşları ve şeyllerin  $\text{SiO}_2$  içerikleri sırasıyla % 52.32-84.74 ve % 76.55-80.61,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içerikleri ise % 6.5-18.78 ve % 6.44-11.9 arasında değişmektedir.  $\text{TiO}_2$  içerikleri (% 0.16–0.98) çok düşüktür.  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  içerikleri ise şeyllerde düşük olup (% 1.5-3.14), kumtaşlarında şeyllere nazaran oldukça geniş bir aralıkta dağılmaktadırlar (% 0.85-8.92). Benzer şekilde MgO, CaO,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve ateşte kayıp (LOI = % 1.4-7.7) konsantrasyonları da kısmen geniş dağılım aralıkları sergilemektedirler (Tablo 6).

Kumtaşları  $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$ 'e karşı  $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$  sınıflama diyagramında (Heron, 1988) çok anlamlı bir dağılım sergilememektedirler (Şekil 31a). Oldukça önemli bir kısmı taşınma ve ayrışma olayları sırasında silisyumca fakirleşmiş, alüminyum bakımından ise zenginleşmiş olan Fe'ce zengin şeyl ve şeyl alanlarında toplanmaktadır. Bu kumtaşlarının kaynak alanlarında hızlı bir fiziksel ayrışma ve kısa mesafeli bir taşınma olayları sonucu oluştuğuna işaret edebilir. Geriye kalan kumtaşlarından bir tanesi arkoz, iki tanesi Fe'ce zengin kumtaşı alanlarında, diğerleri ise vake alanlarında toplanmışlardır. Bu diyagram şeyller için de anlamlı bir dağılım sunmamaktadır.

Tablo 6. Kösedacağı kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana oksit (% ağı) ve iz (ppm) element analiz değerleri.

Örnek No	K7	K9	K13	K16	K18	K1	K4	K19	K20	K21	K22	K24	K25	K26	K28
Kayaç Adı	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt
SiO <sub>2</sub>	80.27	78.7	80.61	78.03	76.55	84.74	72.86	58.54	73.16	71.9	59.51	76.58	79.73	72.86	57.12
TiO <sub>2</sub>	0.27	0.16	0.16	0.15	0.26	0.45	0.26	0.73	0.45	0.52	0.88	0.2	0.16	0.36	0.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.44	11.27	8.98	11.65	11.9	8.8	6.5	15.13	13.24	13.92	14.68	12.68	11.32	13.55	16.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	3.14	1.56	2.37	1.83	1.5	0.85	4.35	6.67	2.84	3.24	6.97	1.51	1.29	2.58	7.89
MgO	1.28	0.77	1.5	0.46	0.8	0.16	5.37	3.74	0.74	0.97	3.22	0.34	0.15	0.92	3.59
CaO	2.16	0.14	0.35	0.35	0.29	0.09	2.48	3.39	0.29	0.29	2.4	0.46	0.22	0.58	3.87
Na <sub>2</sub> O	0.65	5.82	3.37	5.06	3.55	0.02	0.95	4.68	5.45	5.93	3.72	5.9	6	5.73	3.65
K <sub>2</sub> O	1.64	0.08	0.54	0.66	2.79	2.3	0.39	1.65	1.66	1.44	3.51	0.8	0.14	1.28	1.94
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.03	0.05	0.05	0.07	0.03	0.13	0.09	0.09	0.09	0.21	0.04	0.03	0.06	0.18
MnO	0.06	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01	0.05	0.12	0.05	0.06	0.14	0.03	0.02	0.04	0.16
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.002	0.001	0.001	0.001	0.013	0.003	0.009	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001
LOI	3.9	1.4	1.9	1.6	2.1	2.4	6.5	5	1.9	1.5	4.6	1.4	0.9	2	4.3
<b>Toplam</b>	<b>99.88</b>	<b>99.92</b>	<b>99.89</b>	<b>99.88</b>	<b>99.84</b>	<b>99.85</b>	<b>99.83</b>	<b>99.76</b>	<b>99.84</b>	<b>99.84</b>	<b>99.79</b>	<b>99.91</b>	<b>99.91</b>	<b>99.93</b>	<b>99.83</b>
Rb	46.8	0.8	13.4	22.1	55.8	61.5	11.3	29.4	15.7	13.8	48.8	4.6	0.9	40	36.5
Sr	62.3	37.7	129.1	214.5	89.3	24.2	22.7	123.1	55.1	70.9	94.8	92.3	51.2	142.7	214.8
Ba	374	57	84	163	367	174	141	422	426	410	325	161	37	105	251
Cs	3	0.1	2.2	0.4	0.6	1	0.5	0.8	0.2	0.1	1.2	0.1	0.1	0.4	1.4
Ga	10.6	11.5	9.6	9.8	10	11.2	7.7	14	10.7	10.8	12.8	10.8	8.7	13.6	16.8
Ta	0.3	0.1	0.3	0.4	0.5	1.1	0.1	0.5	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3
Th	3.7	3.1	3.4	10	9.4	10.2	2.9	6.9	7.7	8.1	3.3	4.6	5.3	6.5	2.7
U	0.8	1.2	0.8	2.3	2.5	16.8	0.6	1.2	2.4	2.3	1.1	1.1	1.3	2	0.7
Co	5.3	1.6	0.6	0.8	1	0.7	5.7	12.3	3.5	4.5	9.4	0.5	0.3	2.9	16.1
Zr	58.4	127.3	144.7	106.2	181.7	441.5	53.7	97.3	212.4	214.7	129.8	124.6	132.2	215.6	107.5
Hf	1.8	3.6	4.5	3	4.9	13.7	1.8	2.8	5.8	5.7	3.6	3.1	3	5.8	2.9
Y	12.7	20.5	30.7	19.2	25.2	31.7	12	21.2	29.9	28.6	28.2	19.6	22.3	35.3	29.8
Nb	5.6	2.9	4.2	5	7	12	3.1	8.9	5.4	6.1	6.1	4.7	5.6	7.3	5.2
Mo	0.5	0.9	1	0.9	0.9	7.5	1.3	0.6	0.9	1.2	0.8	1.3	1.6	0.8	0.9
Cu	3.4	1.9	2.6	2.7	2.5	10.1	6.3	0.9	2.6	24.2	13.7	3.1	3.5	2.9	25
Pb	2.3	0.5	0.7	2.1	12.2	2.7	6	8	2.7	4.7	3.4	2.8	3.6	2.8	7
Cr	47.88	13.68	6.84	6.84	6.84	88.92	20.52	61.56	6.84	13.68	6.84	13.68	6.84	6.84	6.84
Sc	7	7	9	4	6	7	7	19	8	11	21	5	4	8	25
Zn	38	45	80	38	24	2	59	115	54	61	85	46	33	32	101
Ni	23.1	9.9	3.1	2.9	3.2	5.6	13	30.4	5.4	7	2.4	1.8	10	3.1	3.7
V	51	9	11	9	9	34	47	140	25	49	72	8	7	101	218
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.46	6.98	8.98	6.70	6.43	9.63	11.21	3.87	5.53	5.17	4.05	6.04	7.04	5.38	3.54
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	2.52	0.01	0.16	0.13	0.79	115.00	0.41	0.35	0.30	0.24	0.94	0.14	0.02	0.22	0.53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	23.85	70.44	56.13	77.67	45.77	19.56	25.00	20.73	29.42	26.77	16.68	63.40	70.75	37.64	16.48

LOI (Loss on ignition=Ateşte kayıp): Toplam Uçucu İçeriği. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir miktarı.

UC (Upper Continental Crust): Üst Kıtasal Kabuk (Taylor ve McLennan, 1981). PAAS :Post Archean Australian Shales (Taylor ve McLennan, 1985).

Tablo 6'nın devamı

Örnek No	K29	K30	K31	K33	K35	K36	K38	K39	K40	K41	K42	K43	K45	PAAS	UC
Kayaç Adı	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt		
SiO <sub>2</sub>	62.1	62.05	70.17	71.15	53.06	52.32	67.84	61.07	59.06	63.22	55.04	54.2	58.45	62.4	66
TiO <sub>2</sub>	0.7	0.85	0.79	0.57	0.81	0.81	0.33	0.71	0.74	0.52	0.94	0.65	0.69	0.99	0.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.19	15.31	13.33	14.02	17.46	18.15	15.83	15.14	17.06	15.36	16.55	14.05	16.18	18.78	15.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	6.3	5.69	4.42	3.43	7.36	8.84	2.97	6.01	6.24	5.44	8.92	6.31	6.97	7.18	5
MgO	2.65	2.39	1.12	0.72	5.56	5.36	0.62	2.19	1.95	3	4.51	2.99	4.25	2.19	2.2
CaO	0.47	2.63	0.6	0.61	3.07	2.88	0.34	2.08	1.17	0.78	1.56	7.97	1.24	1.29	4.2
Na <sub>2</sub> O	6.37	5.56	4.44	5.75	5.86	4.96	5.09	3.77	4.74	5.25	5.3	4.09	4.29	1.19	3.9
K <sub>2</sub> O	1.94	1.25	2.62	1.95	0.89	1.11	4.92	4.68	5.32	3.31	1.99	1.59	3.4	3.68	3.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.13	0.16	0.13	0.11	0.14	0.08	0.17	0.18	0.1	0.15	0.12	0.09	0.16	-
MnO	0.12	0.11	0.08	0.13	0.16	0.18	0.06	0.11	0.11	0.1	0.13	0.16	0.11	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.026	0.002	0.004	0.005	0.009	0.003	0.001	0.004	0.001	0.001	0.002	0.001	0.005	-	-
LOI	2.8	3.8	2.1	1.4	5.4	5	1.8	3.9	3.3	2.8	4.7	7.7	4.1	-	-
<b>Toplam</b>	<b>99.83</b>	<b>99.8</b>	<b>99.83</b>	<b>99.88</b>	<b>99.76</b>	<b>99.81</b>	<b>99.83</b>	<b>99.83</b>	<b>99.89</b>	<b>99.85</b>	<b>99.84</b>	<b>99.87</b>	<b>99.77</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Rb	17.6	28	42.4	28.3	20	24.9	81.3	69	67	47.8	17.5	31.5	55.8	160	112
Sr	73.1	171.6	138	123.7	251.4	228	79.2	169.1	86.3	165	114	209.5	120.1	200	350
Ba	281	278	858	775	234	224	639	493	428	433	138	266	424	650	550
Cs	0.2	1.3	0.6	0.3	0.5	2	0.1	0.3	0.5	0.1	0.4	1	0.5	15	3.7
Ga	16	13.9	12.3	10	15	16.6	12.8	14	19.2	13.5	17.7	13.7	13.9	-	17
Ta	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	-	2.2
Th	3.1	2.6	3.3	3	2.9	2.2	8.3	7.1	6.1	4.1	2.4	2.3	4.3	14.6	10.7
U	0.9	0.9	1.6	1.2	0.8	0.7	1.9	1.4	1.5	1	0.5	0.5	0.9	3.1	2.8
Co	11.9	10.7	5	4.6	18	18.9	4.6	7.3	8	9.6	18	13.8	16.7	23	10
Zr	127.2	101.2	110.1	99.8	79.6	69.9	171.4	158	126.3	106.9	93.9	68.8	95.9	210	190
Hf	3.9	2.8	3.1	2.5	2.4	2.5	5.2	4.6	3.9	2.7	2.7	1.7	2.7	5	5.8
Y	27	24.6	39.4	39.2	21.8	20	28.9	31.5	31.1	19.9	23.6	20.1	21.7	27	22
Nb	4.6	4.7	5	4.6	4.4	4.3	9.2	9	8.6	4.7	5	2.8	4.3	1.9	25
Mo	1.7	0.8	1.6	2.1	0.5	0.7	2.1	0.7	0.8	0.6	0.9	0.6	0.5	-	-
Cu	4.4	9.8	4.1	7.5	30.7	32	12.2	4.1	3.7	14	3.7	36.3	29.1	50	25
Pb	3.3	3.9	3.1	4.4	7.2	7.6	7.9	1.6	2	7.8	4.6	4.7	6.1	-	20
Cr	177.84	13.68	27.36	34.20	61.56	20.52	6.84	27.36	6.84	6.84	13.68	6.84	34.20	110.00	35.00
Sc	18	20	20	19	24	26	12	15	21	17	27	20	25	16	11
Zn	160	156	159	116	66	73	49	168	108	133	178	59	125	-	71
Ni	7.9	4.6	5.1	5.2	15.5	9.2	3.3	3	4.2	4.5	2.3	6.2	12	55	20
V	122	148	90	71	218	222	26	66	68	140	186	156	174	150	60
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.84	4.05	5.26	5.07	3.04	2.88	4.29	4.03	3.46	4.12	3.33	3.86	3.61	3.32	4.34
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.30	0.22	0.59	0.34	0.15	0.22	0.97	1.24	1.12	0.63	0.38	0.39	0.79	3.09	0.87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	23.13	18.01	16.87	24.60	21.56	22.41	47.97	21.32	23.05	29.54	17.61	21.62	23.45	18.97	30.40

LOI (Loss on ignition=Ateşte kayıp): Toplam Uçucu İçeriği. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir miktarı.

UC (Upper Continental Crust): Üst Kıtasal Kabuk (Taylor ve McLennan, 1981). PAAS :Post Archean Australian Shales (Taylor ve McLennan, 1985).

Tablo 7. Kösedığı kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz değerleri ve bazı oranlar.

Örnek No	K7	K9	K13	K16	K18	K1	K4	K19	K20	K21	K22	K24	K25	K26	K28
Kayaç Adı	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt
La	8.9	1.4	6.6	7.8	30.6	21.7	5.7	20.2	11.2	13.5	13.2	7.3	5.5	27.8	12.3
Ce	20.5	5	16.7	11.9	45.3	42.4	14.1	39.9	22.8	27.4	32.8	18.3	13.5	53.1	28.5
Pr	2.3	0.6	2.13	1.68	5.84	4.81	1.84	4.35	2.89	3.36	4.14	2.21	1.6	5.96	3.72
Nd	8.9	3	9.2	5.5	18.8	19.5	9.1	18.3	11.8	13.9	19.9	9	6.4	24.4	17.7
Sm	1.97	1.23	2.69	1.38	3.65	3.94	2.06	3.47	3.04	3.01	4.5	2.22	1.68	4.91	4.11
Eu	0.5	0.34	0.67	0.25	0.7	0.49	0.61	0.88	0.59	0.62	1.22	0.62	0.4	1.05	1.26
Gd	2.14	1.71	3.6	1.91	3.8	3.95	2.16	3.26	3.5	3.33	4.89	2.65	2.37	5.1	4.76
Tb	0.34	0.41	0.74	0.43	0.71	0.8	0.38	0.59	0.69	0.66	0.85	0.53	0.52	0.92	0.84
Dy	2.23	3.11	5.14	2.93	4.1	5.33	2.14	3.48	5.02	4.55	5.48	3.58	3.63	5.66	5.18
Ho	0.4	0.77	1.11	0.68	0.86	1.11	0.44	0.72	1.04	1.02	1.14	0.69	0.81	1.14	1.07
Er	1.19	2.73	3.87	2.26	2.84	3.41	1.16	2.01	3.34	3.58	3.34	1.99	2.52	3.6	3
Tm	0.2	0.45	0.58	0.34	0.46	0.61	0.21	0.32	0.54	0.56	0.51	0.32	0.41	0.58	0.43
Yb	1.37	3.32	4.09	2.43	3.34	4.27	1.2	2.27	4	4.23	3.36	2.2	2.84	3.86	2.92
Lu	0.22	0.52	0.67	0.37	0.5	0.66	0.21	0.34	0.6	0.64	0.54	0.38	0.47	0.61	0.46
Σ NTE	51.16	24.59	57.79	39.86	121.50	112.98	41.31	100.09	71.05	80.36	95.87	51.99	42.65	138.69	86.25
Σ HNTE	42.57	11.23	37.32	28.26	104.19	92.35	32.80	86.22	51.73	61.17	74.54	39.03	28.68	116.17	66.33
Σ ONTE	5.21	5.57	10.15	5.52	9.31	10.57	9.31	5.29	8.21	9.16	12.44	7.38	6.92	12.73	12.04
Σ ANTE	3.38	7.79	10.32	6.08	8.00	10.06	3.22	5.66	9.52	10.03	8.89	5.58	7.05	9.79	7.88
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.74	0.72	0.66	0.47	0.57	0.38	0.88	0.80	0.55	0.60	0.80	0.78	0.61	0.64	0.87
La <sub>N</sub> /Sm <sub>N</sub>	2.84	0.72	1.54	3.56	5.27	3.46	1.74	3.66	2.32	2.82	1.85	2.07	2.06	3.56	1.88
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	4.38	0.28	1.09	2.16	6.18	3.43	3.20	6.00	1.89	2.15	2.65	2.24	1.31	4.86	2.84
Gd <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	1.26	0.42	0.71	0.63	0.92	0.75	1.45	1.16	0.71	0.64	1.17	0.97	0.67	1.07	1.32
La <sub>N</sub> /Lu <sub>N</sub>	4.20	0.28	1.02	2.19	6.36	3.42	2.82	6.17	1.94	2.19	2.54	2.00	1.22	4.73	2.78
La/Sc	1.27	0.20	0.73	1.95	5.10	3.10	0.81	1.06	1.40	1.23	0.63	1.46	1.38	3.48	0.49
La/Th	2.41	0.45	1.94	0.78	3.26	2.13	1.97	2.93	1.45	1.67	4.00	1.59	1.04	4.28	4.56
Th/Sc	0.53	0.44	0.38	2.50	1.57	1.46	0.41	0.36	0.96	0.74	0.16	0.92	1.33	0.81	0.11
Th/U	4.63	2.58	4.25	4.35	3.76	0.61	4.83	5.75	3.21	3.52	3.00	4.18	4.08	3.25	3.86
Sc/Th	1.89	2.26	2.65	0.40	0.64	0.69	2.41	2.75	1.04	1.36	6.36	1.09	0.75	1.23	9.26
Cr/Th	12.94	4.41	2.01	0.68	0.73	8.72	7.08	8.92	0.89	1.69	2.07	2.97	1.29	1.05	2.53
Co/Th	1.43	0.52	0.18	0.08	0.11	0.07	1.97	1.78	0.45	0.56	2.85	0.11	0.06	0.45	5.96
Ba/Co	70.57	35.63	140.00	203.75	367.00	248.57	24.74	34.31	121.71	91.11	34.57	322.00	123.33	36.21	15.59
Rb/Sr	0.75	0.02	0.10	0.10	0.62	0.50	0.24	0.28	0.19	0.28	0.51	0.05	0.02	0.28	0.17
Rb/Ba	0.13	0.01	0.16	0.14	0.15	0.35	0.08	0.07	0.04	0.03	0.15	0.03	0.02	0.38	0.15
Zr/Y	4.60	6.21	4.71	5.53	7.21	13.93	4.48	4.59	7.10	7.51	4.60	6.36	5.93	6.11	3.61
CIA	59.14	65.11	67.82	65.74	64.22	78.50	62.98	60.89	64.15	64.50	60.39	63.91	64.03	64.10	63.06
CIW	69.62	65.41	70.71	68.29	75.60	98.77	65.46	65.22	69.76	69.12	70.58	66.60	64.54	68.23	68.23
PIA	63.07	65.25	69.41	67.01	70.35	98.34	64.05	62.55	66.86	66.74	64.60	65.13	64.25	66.04	65.39

NTE: Nadir Toprak Elementler. HNTE: Hafif Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler.

(Eu/Eu\*)<sub>N</sub>=Eu<sub>N</sub>/(Sm<sub>N</sub>XGd<sub>N</sub>)<sup>1/2</sup> (Taylor ve McLennan, 1985). CaO\*: Sadece silikat fraksiyonundan gelen Ca.

CIA (Chemical Index of Alteration): Kimyasal Alterasyon İndeksi, CIA= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)]x100 (Nesbitt ve Young, 1982).

PIA (Plagioclase Index of Alteration): Plajiyoklas Alterasyon İndeksi, PIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O)]x100 (Fedo ve diğ., 1995).

CIW (Chemical Index of Weathering): Kimyasal Ayrışma İndeksi, CIW= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O)]x100 (Harnois, 1988).

Tablo 7'nin devamı

Örnek No	K29	K30	K31	K33	K35	K36	K38	K39	K40	K41	K42	K43	K45	PAAS	UC
Kayaç Adı	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt		
La	10.2	15.9	24.1	19.9	11.6	12.2	12.8	16.8	27.7	7.5	10.7	8.9	13.8	38.2	30
Ce	23.5	28.5	55.9	44.9	23.3	25.4	33.3	37.5	50.7	20.1	23.1	18.7	27.5	79.6	64
Pr	3.11	3.6	7.39	5.68	2.89	3.17	3.76	4.46	6.46	2.68	3.08	2.4	3.4	8.83	7.1
Nd	13.1	13.9	32	22.8	13.1	13.2	14.4	18.5	25.5	12.6	14.8	11.4	14.4	33.9	26
Sm	3.26	3.46	7.4	5.6	3.01	3	3.27	4.29	5.44	2.49	3.35	2.46	3.12	5.55	4.5
Eu	1.03	0.99	1.54	1.55	0.92	0.96	0.82	0.98	1.43	0.68	0.97	0.77	0.75	1.08	0.88
Gd	3.7	3.89	7.1	6.12	3.38	3.22	3.66	4.85	5.49	2.75	3.71	3.07	3.34	4.66	3.8
Tb	0.7	0.69	1.2	1.13	0.6	0.57	0.71	0.86	0.93	0.45	0.64	0.54	0.6	0.77	0.64
Dy	4.41	3.96	7.18	7.25	3.47	3.37	4.38	5.17	5.49	2.8	3.75	3.13	3.69	4.68	3.5
Ho	0.91	0.9	1.48	1.45	0.79	0.69	1.08	1.09	1.09	0.61	0.81	0.62	0.77	0.99	0.8
Er	2.77	2.66	4.23	4.14	2.21	2.12	3.3	3.63	3.09	2.04	2.49	2.05	2.36	2.85	2.3
Tm	0.44	0.41	0.58	0.55	0.37	0.34	0.53	0.54	0.45	0.32	0.37	0.3	0.35	0.4	0.33
Yb	2.67	2.51	3.82	3.46	2.22	2.09	3.45	3.39	3.31	2.26	2.3	1.93	2.15	2.82	2.2
Lu	0.44	0.38	0.56	0.47	0.34	0.34	0.56	0.51	0.49	0.38	0.35	0.3	0.32	0.43	0.32
Σ NTE	70.24	81.75	154.48	125.00	68.20	70.67	86.02	102.57	137.57	57.66	70.42	56.57	76.55	184.76	146.37
Σ HNTE	53.17	65.36	126.79	98.88	53.90	56.97	67.53	81.55	115.80	45.37	55.03	43.86	62.22	166.08	131.60
Σ ONTE	9.84	9.53	17.02	16.05	8.37	8.12	9.57	11.86	13.34	6.68	9.07	7.51	8.38	11.19	8.82
Σ ANTE	7.23	6.86	10.67	10.07	5.93	5.82	8.92	9.16	8.43	5.61	6.32	5.20	5.95	7.49	5.95
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.91	0.83	0.65	0.81	0.88	0.94	0.72	0.66	0.80	0.79	0.84	0.86	0.71	0.65	0.65
La <sub>N</sub> /Sm <sub>N</sub>	1.97	2.89	2.05	2.24	2.42	2.56	2.46	2.46	3.20	1.89	2.01	2.28	2.78	4.33	4.19
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	2.58	4.27	4.25	3.88	3.52	3.94	2.50	3.34	5.64	2.24	3.14	3.11	4.33	9.13	9.19
Gd <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	1.12	1.25	1.50	1.43	1.23	1.24	0.86	1.15	1.34	0.98	1.30	1.28	1.25	1.33	1.39
La <sub>N</sub> /Lu <sub>N</sub>	2.41	4.35	4.47	4.40	3.54	3.73	2.37	3.42	5.87	2.05	3.18	3.08	4.48	9.23	9.74
La/Sc	0.57	0.80	1.21	1.05	0.48	0.47	1.07	1.12	1.32	0.44	0.40	0.45	0.55	2.39	2.73
La/Th	3.29	6.12	7.30	6.63	4.00	5.55	1.54	2.37	4.54	1.83	4.46	3.87	3.21	2.62	2.80
Th/Sc	0.17	0.13	0.17	0.16	0.12	0.08	0.69	0.47	0.29	0.24	0.09	0.12	0.17	0.91	0.97
Th/U	3.44	2.89	2.06	2.50	3.63	3.14	4.37	5.07	4.07	4.10	4.80	4.60	4.78	4.71	3.82
Sc/Th	5.81	7.69	6.06	6.33	8.28	11.82	1.45	2.11	3.44	4.15	11.25	8.70	5.81	1.10	1.03
Cr/Th	57.37	5.26	8.29	11.40	21.23	9.33	0.82	3.85	1.12	1.67	5.70	2.97	7.95	7.53	3.27
Co/Th	3.84	4.12	1.52	1.53	6.21	8.59	0.55	1.03	1.31	2.34	7.50	6.00	3.88	1.58	0.93
Ba/Co	23.61	25.98	171.60	168.48	13.00	11.85	138.91	67.53	53.50	45.10	7.67	19.28	25.39	28.26	55.00
Rb/Sr	0.24	0.16	0.31	0.23	0.08	0.11	1.03	0.41	0.78	0.29	0.15	0.15	0.46	0.80	0.32
Rb/Ba	0.06	0.10	0.05	0.04	0.09	0.11	0.13	0.14	0.16	0.11	0.13	0.12	0.13	0.25	0.20
Zr/Y	4.71	4.11	2.79	2.55	3.65	3.50	5.93	5.02	4.06	5.37	3.98	3.42	4.42	7.78	8.64
CIA	64.84	61.86	63.51	62.79	64.00	66.97	60.47	58.98	60.30	62.19	65.16	50.72	64.44	75.30	56.93
CIW	70.30	65.15	72.56	68.79	66.16	69.83	74.46	72.13	74.27	71.81	70.70	53.81	74.53	88.33	65.24
PIA	67.57	63.19	68.00	65.49	64.98	68.49	66.77	64.13	66.52	66.65	67.97	50.82	69.80	85.89	59.30

NTE: Nadir Toprak Elementler. HNTE: Hafif Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler.

(Eu/Eu\*)<sub>N</sub>=Eu<sub>N</sub>/(Sm<sub>N</sub>XGd<sub>N</sub>)<sup>1/2</sup> (Taylor ve McLennan, 1985). CaO\*: Sadece silikat fraksiyonundan gelen Ca.

CIA (Chemical Index of Alteration): Kimyasal Alterasyon İndeksi, CIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)]x100 (Nesbitt ve Young, 1982).

PIA (Plagioclase Index of Alteration): Plajiyoklas Alterasyon İndeksi, PIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O)]x100 (Fedo ve diğ., 1995).

CIW (Chemical Index of Weathering): Kimyasal Ayrışma İndeksi, CIW= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O)]x100 (Harnois, 1988).



Şeyl örneklerinin vake, litik arenit, arkoz ve Fe'ce zengin kumtaşı alanlarında dağılım göstermeleri, şeyllerin kumtaşlarında olduğu gibi ayrışma olaylarına bağlı Al'ca zenginleşme olaylarına tabii olmadıklarını göstermektedir (Heron, 1988). Sadece kumtaşlarının sınıflandırıldığı  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3\text{-K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  diyagramında kumtaşı örneklerinin büyük kısmının grovak alanında yer aldığı görülmektedir (Şekil 31b; Pettijohn vd., 1987; Creaser vd., 1997). Karşılaştırma olması bakımından şeyller de bu diyagrama aktarılmıştır. Örneklerin  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  oranları hemen hemen benzer olmakla birlikte,  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranları çoğunlukla 1'den küçük değerler almıştır. Şeyl örneklerinin de yer aldığı bu diyagramda K1 örneğinin 115 gibi oldukça yüksek bir  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranına sahip olduğu görülmektedir (Tablo 6). Bu durum bu örnekteki yüksek alkali feldispat ve mika içeriğinden kaynaklanmaktadır.

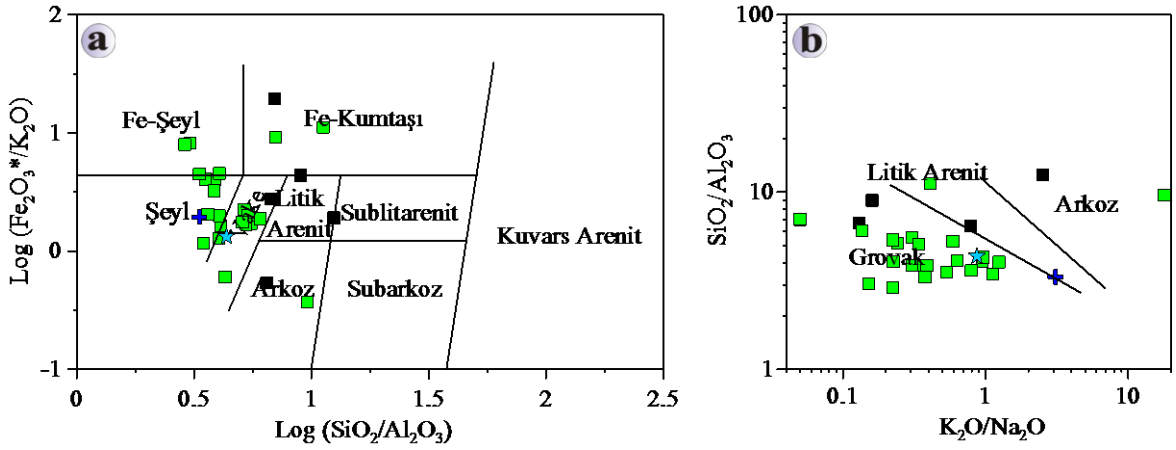
Kösedığı örneklerine ait ana oksit değerleri ortalama üst kıtasal kabuk (UC; Taylor ve McLennan, 1981) ve Post Archean Average Australian Shales'e (PAAS; Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilerek hazırlanan örümcek diyagramları Şekil 32a ve 32b'de görülmektedir. Hur kesiti örneklerinde olduğu gibi, kumtaşlarının  $\text{Na}_2\text{O}$  içeriği PAAS'a göre belirgin bir zenginleşme sunmaktadır. Bu zenginleşme Na'ca zengin plajiyoklasların bu örneklerde baskın bileşen olduğuna işaret etmektedir. MgO ve CaO değerleri ise  $\text{SiO}_2$  bakımında zengin örneklerde PAAS'a göre yaklaşık 10 kata kadar fakirleşmiş iken,  $\text{SiO}_2$  bakımından fakir örneklerde yaklaşık 5 kata kadar varan zenginleşmeler göstermektedir.

$\text{SiO}_2$ 'ye karşı hazırlanan ana ve iz element değişim diyagramlarında kumtaşı ve şeyl örnekleri hem farklı element konsantrasyonları ve hem de bazı elementlerdeki farklı yönsemeleri ile birbirinden ayrılmaktadırlar. Örneğin, kumtaşları geniş bir bileşimsel aralığa sahip olup,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ , MgO, CaO,  $\text{TiO}_2$ , MnO ve  $\text{P}_2\text{O}_5$ 'de  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı negatif korelasyonlar gözlenmektedir (Şekil 33).  $\text{Na}_2\text{O}$ 'da gözlenen düzensiz dağılım, Na elementinin ayrışma olayları sırasında hareketli olmasından kaynaklanmaktadır.  $\text{SiO}_2$  içeriğinin artmasıyla  $\text{K}_2\text{O}$  da ilk önce pozitif daha sonra negatif yönseme gözlenmektedir. Bu durum örneklerin K-feldispat çerikleri ile uyumludur. Buna karşılık şeyller dar bir bileşimsel aralığa sahip olup, MgO ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$  kumtaşlarından farklı olarak  $\text{SiO}_2$ 'e karşı belirgin pozitif korelasyonlar göstermektedirler. Kumtaşlarının geniş bir bileşimsel aralığa sahip olması kaynak alandaki kayaçların bileşimsel olarak geniş bir aralıkta dağılım sunması ile yakından ilişkilidir. Şeyllerdeki farklı yönsemeler ise taşınma olayları sırasında feldispat gibi bazı bileşenlerin parçalanıp küçük boyutlara indirgenmesi ve çökme

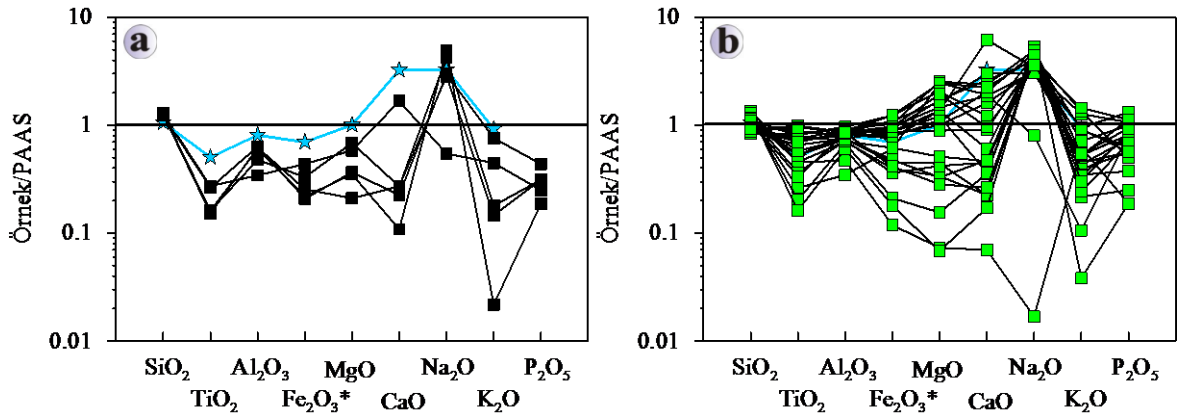
sırasında bunların diğerlerinden ayrılması, geriye kalan bileşenlerin ortamda zenginleşmesi ile ilişkilendirilebilir.

Hazırlanan ana oksit harker diyagramlarında şeyl ve kumtaşı örnekleri kendi aralarında belirgin bir yönseme göstermektedir (Şekil 33).  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  içerikleri şeyllerde beklenenden farklıdır. Şeyllerde  $Al_2O_3$  içeriğinin kumtaşlarına göre daha fazla olması olağandır. Çünkü sedimanter kayalarda  $Al_2O_3$  ve  $SiO_2$  içerikleri genellikle sırasıyla kil ve kuvars içerikleri ile kontrol edilir. Bu nedenle  $Al_2O_3$  içeriklerinin şeyllerde kumtaşlarına nazaran daha fazla olması beklenirdi. Kumtaşlarındaki  $Al_2O_3$  içeriğinin fazla oluşu kumtaşlarındaki feldispat ve mika içeriğinden kaynaklanmaktadır. Bunun yanında  $Al_2O_3$  ve  $K_2O$  değerleri arasında da kuvvetli bir korelasyonun olması örneklerdeki illit içeriği ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca  $SiO_2$  nin  $P_2O_5$  ve  $CaO$  ile göstermiş olduğu negatif yönseme apatit içeriğinden kaynaklanmaktadır.  $Fe_2O_3^*$ - $TiO_2$  arasındaki ilişki ilmenit, rutil ve manyetit minerallerinin varlığından kaynaklanmaktadır.

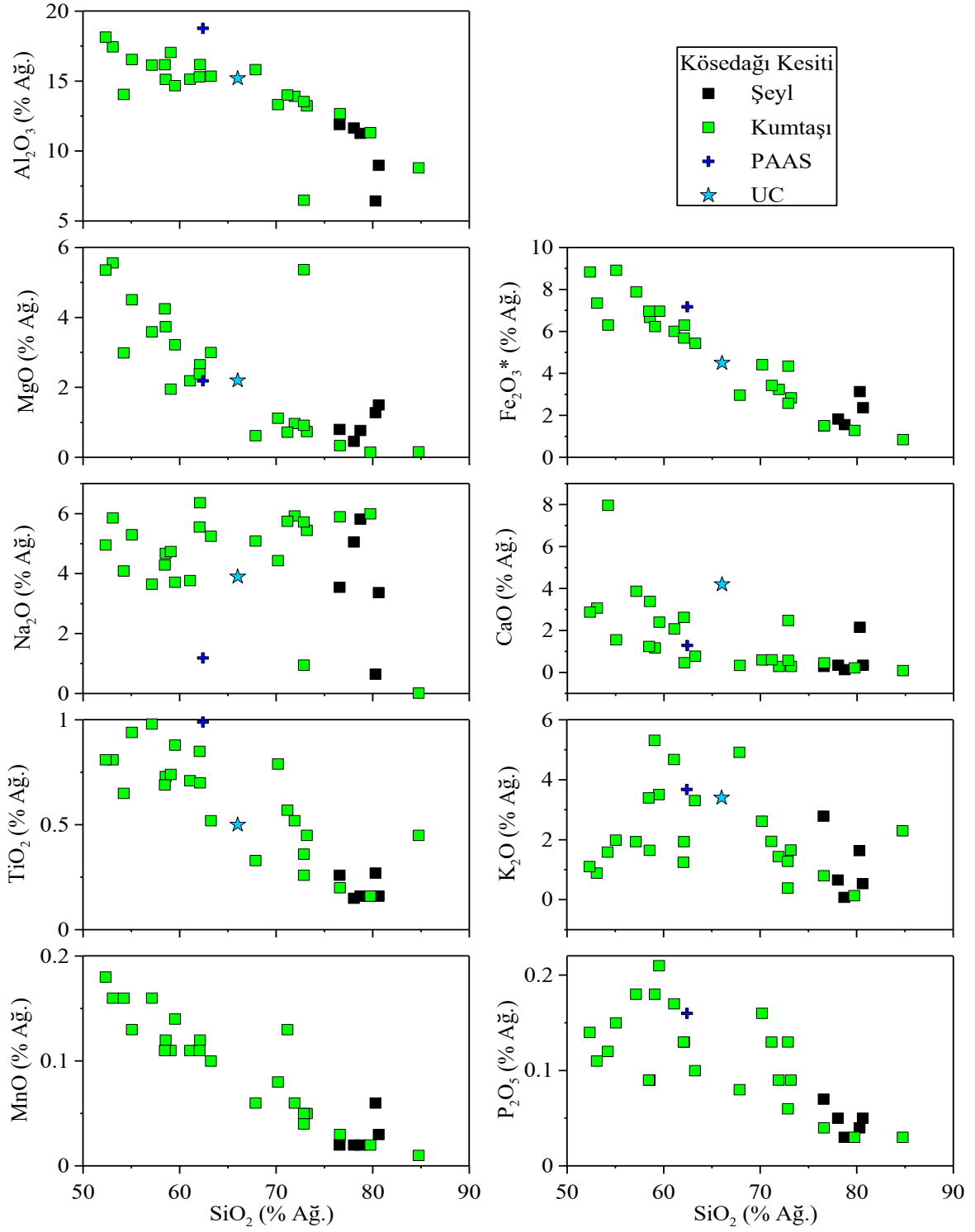
Örneklerin Ni (2.3-30.4 ppm), Cr (6.84-177.84 ppm) ve Sc (4-27 ppm) ile Ba (37-639 ppm), Rb (0.8-81.3 ppm), Zr (53.7-441.5 ppm) ve Sr (37.7-251.4 ppm) gibi iz element konsantrasyonları da ana oksitlerde olduğu gibi oldukça geniş aralıklar sunmaktadırlar. Diyagramda (Şekil 34) da görüldüğü üzere şeyllerin Cs, Rb, Sr, La ve Th gibi özellikle büyük iyon yarıçaplı iz element konsantrasyonları ana oksitlerin aksine oldukça geniş bileşimsel aralıklar sunmaktadır. Bu durum taşınma prosesleri sırasında oluşan ayıklanma olaylarının şeyllerin oluşumunda kumtaşlarına göre daha etkin bir işlev yaptığına işaret etmektedir. Özellikle Zr a karşı  $SiO_2$  diyagramında kumtaşları ile şeyllerin sırası ile pozitif ve negatif yönsemelere sahip oldukları görülmektedir. Zirkonun ağır bir mineral olduğu dikkate alındığında, bu durum taşınma olayları sırasındaki ayıklanmanın bu kayalarındaki en önemli yansıması gibi görünmektedir. Benzer yönsemeler çok belirgin olmamakla birlikte Hf, Cs, Y, Th, ve La için de söz konusudur.



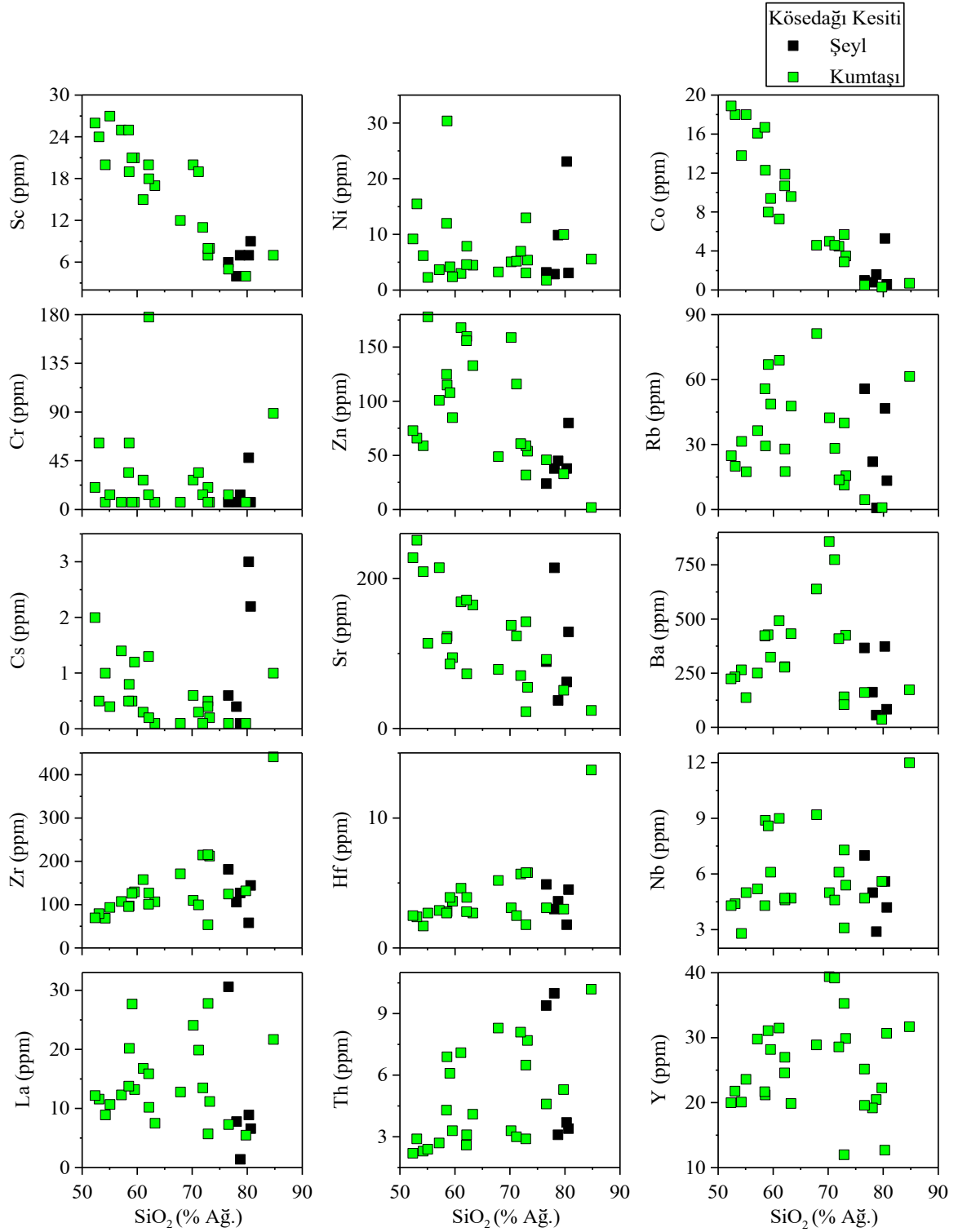
Şekil 31. Köseadağı kesitine ait şeyl ve kumtaşlarının a)  $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$ 'ya karşı  $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  adlandırma diyagramı (Heron, 1988). b)  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 'e karşı  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  adlandırma diyagramı (Pettijohn vd., 1987, Creaser vd., 1997; ■: Köse şeyl, ■: Köse kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 32. Köseadağı kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş ana oksit örümcek diyagramları (■: Köse şeyl, ■: Köse kumtaşı, ★: UC).



Şekil 33. Köseadağı ait örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.

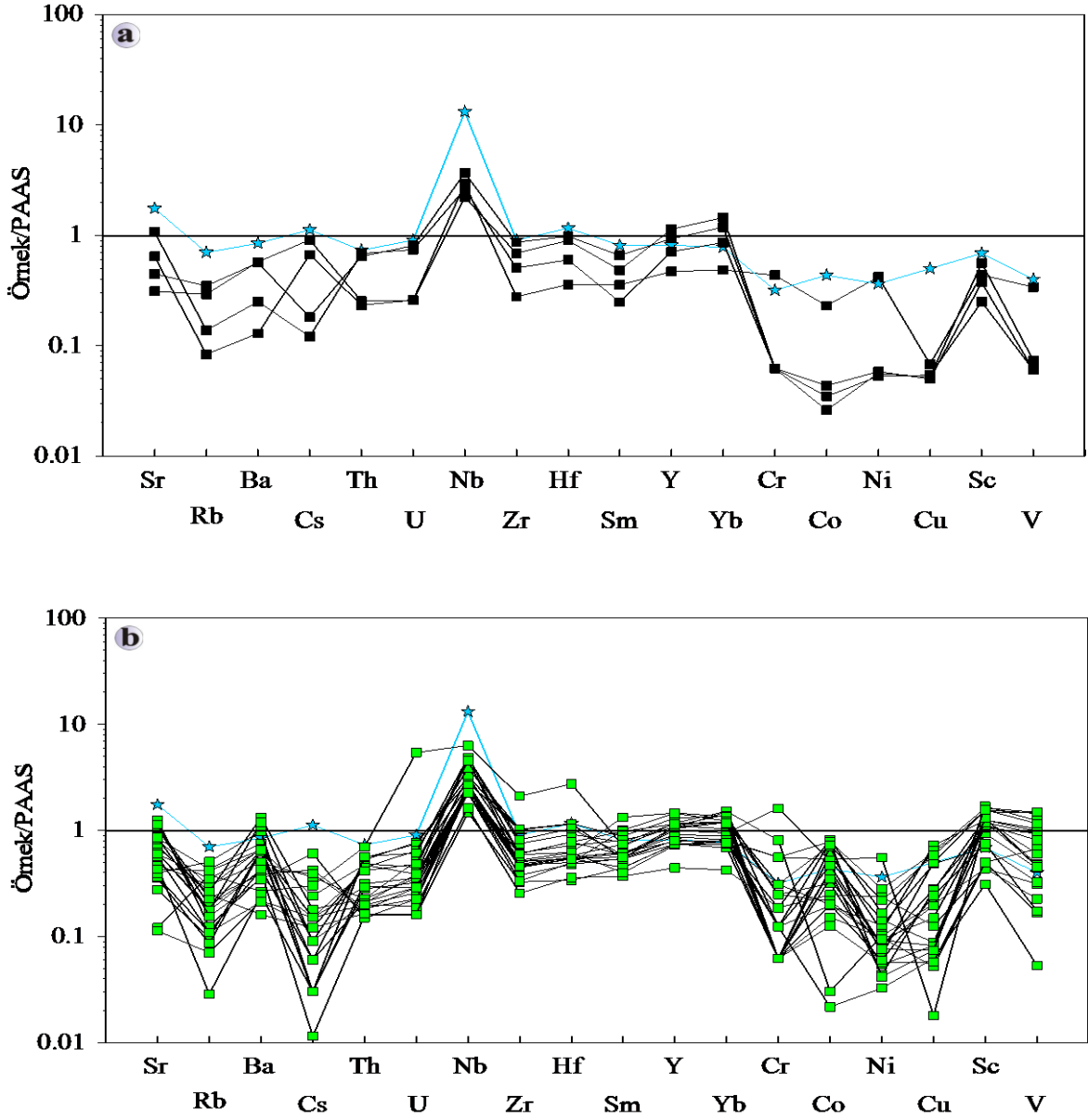


Şekil 34. Köseadağı kesitine ait örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz element değişim diyagramları. PAAS'a oranlanmış Köseadağı ölçülü stratigrafik kesiti örneklerine ait iz element değerleri

Hur kesitinden alınan örnekler ile bire bir benzer dağılım sergilemektedir (Şekil 35a ve 35b). Birkaç örnek dışında PAAS'a göre genel olarak tüketilmişlerdir. Ancak bu tüketilmeler özellikle Sr, Rb, Ba Cs ve Th gibi büyük iyon yarıçaplı elementler ile Cr, Co, Ni Cu, Sc ve V gibi geçiş elementlerinde belirgindir. Yine Hur kesiti örneklerinde olduğu gibi, Nb'da diğer elementlerden farklı olarak PAAS değerine göre belirgin bir zenginleşme söz konusudur. Ancak üst kabuk değeri ile karşılaştırıldığında kumtaşı ve şeyl örnekleri üst kabukla benzer davranış göstermekle birlikte, göreceli olarak daha düşük Nb değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum Jura havzasına malzeme veren kıtasal alanda bazik kayaların oldukça yaygın olduğu ve/veya çökelme ile eş yaşlı bazik-nötr bileşimli volkanizmanın havzaya kısıtlı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

### 3.3.2.2. Nadir Toprak Elementleri

Kösedığı kesitine ait kumtaşı ve şeyller kondrite (Boynton, 1984) ve PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) oranlanmış NTE dağılım diyagramlarında Hur kesitindekiler ile tamamen benzer özellikler sergilemektedirler (Şekil 36 ve 37). Hafif NTE kondrite göre 4 ila 100 arasında zenginleşmiş iken, orta ve ağır NTE yaklaşık 4 ila 30 arasında değişen oranlarda zenginleşmişlerdir. Kendi içerisindeki farklılaşmaları ise orta derecelerdir ( $La_N/Lu_N = 0.28-6.36$ ). Şeyller de genel olarak kumtaşlarına benzer NTE davranışları sergilemektedir (Şekil 36a). Ancak diyagramda da görüldüğü üzere bir tanesi (K-9) yatay bir davranış sergilemektedir. Hatta hafif NTE'de ağır NTE göre kısmen bir tüketilme söz konusudur ( $La_N/Lu_N = 0.72$ ). Bu davranış kıtasal kökenli magmatik kayaların ve onlardan türeyen kırıntılı kayaların sergileyemeyeceği bir davranıştır (Schilling vd., 1983). Bu durum bizi örneği oluşturan bileşenlerin kıtasal kayaktan gelmediği sonucuna götürmektedir. Kırıntılar hafif NTE bakımından tüketilmiş bazik bir volkanizmadan sedimentasyonla eş yaşlı olarak oluşmuş olabilir.  $SiO_2$  içeriğinin oldukça zengin olması da plajiyoklasların bu kırıntılar arasında baskın konumda olduğuna işaret etmektedir. Bu durum kayada gerçekleştirilen mikroskobik gözlemler ile de uyumludur. Kumtaşlarının, Hur kesiti örneklerinde olduğu gibi, UC değerlerine göre genel olarak tüketilmiş olması ve çok geniş bileşimsel aralık sunmaları mafik, nötr ve asidik kökenli kaynak alan kayalarının katkıda bulunduğu işaret etmektedir.

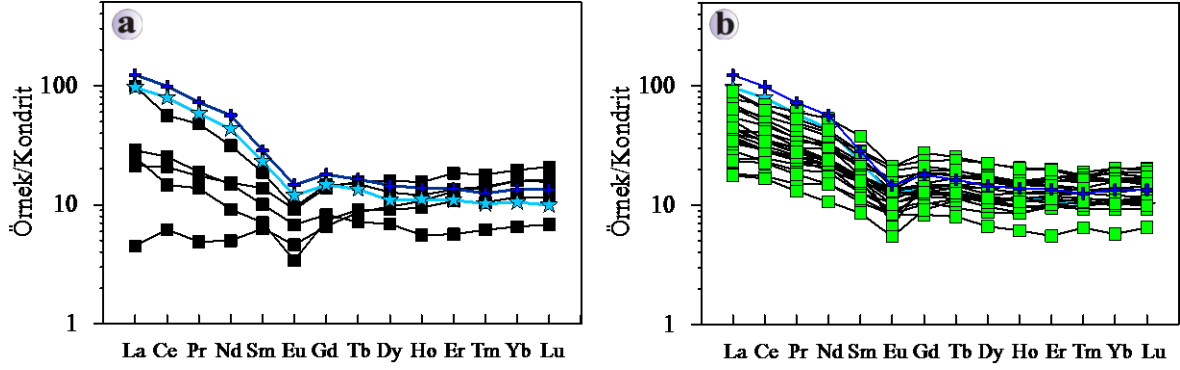


Şekil 35. Köseadağı kesitine ait a) şeyl örneklerinin, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element örümcek diyagramları (■: Köse şeyl, ■: Köse kumtaşı, ★: UC).

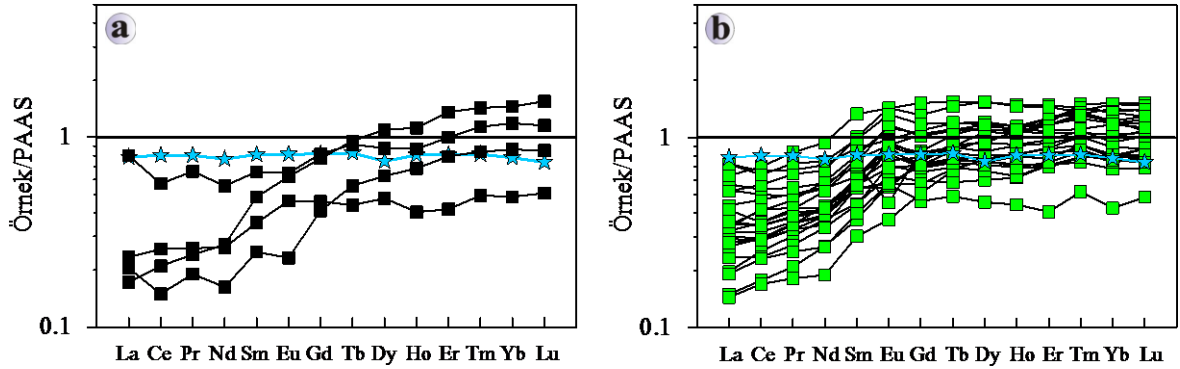
Bu durum bu kayaların hepsinin Jura öncesi yaşlı kaynak alanda (Hersiniyen temel) mevcut olduğu şeklinde yorumlanabileceği gibi, Jura yaşlı bazik volkanizma dikkate alındığında, özellikle mafik kökenli bileşenlerin bir kısmının sedimantasyonla eş yaşlı volkanizmadan kaynaklanma ihtimali de bulunmaktadır.

Örneklerin NTE içerikleri PAAS değerleri ile karşılaştırıldığında, yine Hur kesiti örneklerinde olduğu gibi, hafif NTE içeriklerindeki tüketilme ağır NTE'dekine göre daha yüksektir (Şekil 37a ve 37b). Şeyllerde  $Al_2O_3$  ve hafif NTE içerikleri ayrışma proseslerinin

yoğunluğu ve taşınma mesafesi veya süresi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu da kumtaşları ve şeyllerin PAAS'a göre daha az ayrılmış bir kaynaktan, daha hızlı bir şekilde havzaya ulaştığı şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 36. Köse dağı kesitine ait örneklerin kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (■: Köse şeyl, ■: Köse kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 37. Köse dağı kesitine ait örneklerin PAAS'a göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (■: Köse şeyl, ■: Köse kumtaşı, ★: UC).

### 3.3.3. Taht Kesiti

#### 3.3.3.1. Ana ve İz Elementler

Erken-Orta Jura yaşlı Şenköy Formasyonu'ndan Taht kesiti boyunca özellikle karbonat çimento içermeyen ince taneli kırıntılı kayalardan alınan 21 örneğe (5 şeyl, 16



kumtaşı) ait ana oksit ve iz element analiz sonuçları Tablo 8’de, nadir toprak element analiz sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana element değerleri geniş aralıklar sunmaktadır. Kumtaşları ve şeyllerin SiO<sub>2</sub> içerikleri sırasıyla % 51.75-76.59 ve % 52.17-75.29, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri ise % 10.47-19.79 ve % 11.4-18.85 arasında değişmektedir. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*, MgO, CaO ve Na<sub>2</sub>O (% ağı.) değerleri de oldukça değişkendir (Tablo 8). TiO<sub>2</sub>, MnO ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> değerleri 1’den küçüktür.

Şekil 38a’da görülen log(SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)’e karşı log(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*/K<sub>2</sub>O) sınıflama diyagramında (Heron, 1988), örnekler Fe’ce zengin şeylden litik arenite kadar geniş bir dağılım sergilemektedir. Kösedığı ve Hur örneklerine benzer şekilde sadece kumtaşlarının sınıflandırıldığı Şekil 38b’deki K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diyagramında ise çoğunlukla grovak ve çok az olarak da litik arenit alanında yer almaktadırlar (Pettijohn vd., 1987; Creaser vd., 1997). Şeyller bileşimsel olarak kumtaşları ile karşılaştırılmaları için bu diyagrama aktarılmışlardır. Kumtaşlarının K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranları genel olarak 1 den küçük olmakla birlikte oldukça değişkendir (Tablo 8). Bu da kaynak alanda plajiyoklas türü feldispat içeren kayaçların alkali feldispat içerenlere oranla daha yaygın olduğuna işaret etmektedir. Şeyllerin de kumtaşları gibi bileşimsel olarak geniş bir aralık sunmaları, bunları diğer kesitlere (Kösedığı ve Hur) ait şeyllerden ayıran en önemli özelliklerinden biri durumundadır.

Şekil 39a ve 39b’de Taht kesitine ait şeyl ve kumtaşı örneklerinin PAAS’a (Taylor ve McLennan, 1985) oranlanmış örümcek diyagramları görülmektedir. Kumtaşı ve şeyl örneklerinin Na<sub>2</sub>O içerikleri PAAS ve UC’a göre genellikle zenginleşmiştir. MgO ve CaO değerleri ise, bazı örneklerde zenginleşmiş olmakla birlikte, diğer ana elementler (TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) gibi PAAS’a göre tüketilmiştir. Ortalama üst kabuk değerleriyle karşılaştırıldığında, Na<sub>2</sub>O dışında kalan bütün ana elementler fakirleşmiştir. Na<sub>2</sub>O zenginleşmesi kumtaşlarının plajiyoklas içerikleriyle doğru orantılıdır.

Tablo 8. Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana oksit (% ağı.) ve iz (ppm) element analiz değerleri.

Örnek No	T3	T9	T19	T20	T30	T5	T6	T7	T10	T11	T12
Kayaç Adı	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt
SiO <sub>2</sub>	51.75	54.3	75.86	64.21	76.59	73.37	53.3	52.17	73.63	75.29	73.66
TiO <sub>2</sub>	0.91	0.86	0.26	0.39	0.24	0.36	0.7	0.79	0.59	0.62	0.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.47	19.79	12.52	13.17	10.47	12.51	18.75	18.85	12.11	11.4	12.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	7.73	7.93	2.82	4.47	2.61	3.1	8.13	9.47	3.83	3.65	4.4
MgO	2.79	2.27	0.13	1.47	0.65	1.51	3.8	4.35	1	0.86	1.07
CaO	4.91	1.35	0.25	5.47	1.21	0.76	2.21	2.93	1.13	0.84	0.41
Na <sub>2</sub> O	1.1	1	5.2	1.49	4.15	5.6	6.21	5.33	2.08	2.04	5.05
K <sub>2</sub> O	3.22	3.28	0.17	0.28	0.58	0.24	0.47	0.37	1.38	1.36	0.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18	0.13	0.04	0.07	0.04	0.06	0.07	0.17	0.11	0.12	0.05
MnO	0.12	0.26	0.03	0.15	0.16	0.37	0.57	0.66	0.05	0.03	0.35
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.02	0.018	0.001	0.001	0.003	0.004	0.001	0.001	0.011	0.01	0.002
LOI	9.6	8.6	2.7	8.8	3.2	2.1	5.6	4.7	3.9	3.7	2.1
<b>Toplam</b>	<b>99.8</b>	<b>99.82</b>	<b>100</b>	<b>99.95</b>	<b>99.9</b>	<b>99.93</b>	<b>99.85</b>	<b>99.81</b>	<b>99.86</b>	<b>99.92</b>	<b>99.94</b>
Rb	138.5	137.1	2.4	5.1	18	5.5	9.1	5.8	51.4	49.6	8.4
Sr	252.1	165.5	28.9	42.2	126	183.6	161.1	241	101.2	104.5	111.1
Ba	395	409	28	23	139	121	303	388	245	236	151
Cs	7.1	8.7	0.1	0.5	0.4	0.3	8.7	2.4	2.1	1.7	0.2
Ga	22.5	25.4	10.3	15.1	10.4	10.3	19.5	22.4	12.4	12.5	12.2
Ta	1.1	0.9	0.2	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.6	0.6	0.2
Th	12	13.9	2.2	3.8	5.7	4.3	4.3	3.2	7.8	7.7	2.7
U	2.8	2.7	0.6	0.8	1.7	1.4	1.3	2.6	2.2	2	0.9
Co	17.4	25.6	4.1	7.3	3.1	6.1	13	16.3	11.2	8.2	5.7
Zr	165.5	169.6	146.9	132.6	134.8	137.5	162.6	129.7	164.2	253.9	142
Hf	4.6	4.9	5	4	4.1	3.9	4.6	3.7	4.2	6.9	4.1
Y	25.9	25.7	30.4	34.7	28	24.2	32.8	39.4	17.8	19.9	30.1
Nb	17.8	15.3	2.7	4.7	6.7	4.5	5.6	3.9	9.5	9.4	4.8
Mo	0.7	0.4	0.9	0.2	1	1.9	0.5	0.5	1.5	1.9	1.2
Cu	34.6	56.4	15.5	18.2	19.3	12.5	21.2	23.8	14.6	12.6	14.5
Pb	22.9	48.7	5.5	6.2	20	14	3.8	4	12.1	10.9	10.6
Cr	136.80	123.12	6.84	6.84	20.52	27.36	6.84	6.84	75.24	68.40	13.68
Sc	17	18	11	15	9	9	21	24	8	9	13
Zn	105	108	51	54	42	44	97	97	54	50	115
Ni	73.8	63	5.2	7.2	7.3	4.9	8.5	8.4	26.2	23.9	5.5
V	170	163	18	45	41	52	101	127	64	57	35
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.96	2.74	6.06	4.88	7.32	5.86	2.84	2.77	6.08	6.60	6.06
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	2.93	3.28	0.03	0.19	0.14	0.04	0.08	0.07	0.66	0.67	0.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	19.20	23.01	48.15	33.77	43.63	34.75	26.79	23.86	20.53	18.39	32.84

LOI (Loss on ignition=Ateşte kayıp): Toplam Uçucu İçeriği. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir miktarı.

UC (Upper Continental Crust): Üst Kıtasal Kabuk (Taylor ve McLennan, 1981). PAAS : Post Archean Australian Shales (Taylor ve McLennan, 1985).

Tablo 8'in devamı

Örnek No	T13	T14	T16	T18	T22	T23	T25	T27	T29	T31	PAAS	UC
Kayaç Adı	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt		
SiO <sub>2</sub>	65.41	58.48	71.72	69.96	74.42	70.51	57.41	73.62	53.75	74.87	62.4	66
TiO <sub>2</sub>	0.5	0.97	0.4	0.33	0.34	0.38	0.86	0.34	0.88	0.3	0.99	0.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.7	16.08	15.22	12.61	12.46	14.68	17.13	12.19	18.15	12.59	18.78	15.2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	5.39	7.25	2.46	4.57	2.46	3.11	6.88	3.63	8.02	2.74	7.18	5
MgO	1.12	2.22	0.12	0.95	0.15	0.65	2.23	0.53	3.16	0.72	2.19	2.2
CaO	0.51	5.28	0.34	2.17	1.25	0.72	1.99	0.34	1.87	0.38	1.29	4.2
Na <sub>2</sub> O	7.49	4.66	7.12	4.24	6.82	7.58	7.93	3.33	6.85	5.57	1.19	3.9
K <sub>2</sub> O	0.2	0.64	0.29	0.39	0.07	0.32	0.51	3.57	1.35	0.65	3.68	3.4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.15	0.06	0.06	0.07	0.06	0.12	0.07	0.16	0.05	0.16	-
MnO	0.11	0.44	0.04	0.27	0.04	0.07	0.27	0.2	0.75	0.15	-	-
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	0.008	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.002	0.009	0.002	-	-
LOI	3.4	3.7	2.2	4.3	1.9	1.8	4.5	2	4.8	1.9	-	-
<b>Toplam</b>	<b>99.9</b>	<b>99.86</b>	<b>99.98</b>	<b>99.9</b>	<b>99.99</b>	<b>99.92</b>	<b>99.86</b>	<b>99.85</b>	<b>99.77</b>	<b>99.9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
Rb	2	11.4	7.7	4.6	0.5	5.3	7.3	45.6	11.5	15.9	160	112
Sr	158.9	188.8	55.7	43.5	25.3	95.7	139.9	179.5	242.1	157.1	200	350
Ba	258	247	36	70	26	51	161	665	572	119	650	550
Cs	0.4	0.6	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.5	15	3.7
Ga	18.2	14.8	11.8	11.6	9.3	12.7	13.6	11.9	15.7	10.7	-	17
Ta	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	-	2.2
Th	4.6	2.8	4.1	1.8	4.7	4.7	1	2.8	3.7	4.6	14.6	10.7
U	1.3	0.9	1	0.6	1.2	1.2	0.4	0.7	1	1.4	3.1	2.8
Co	7.2	13	5.1	4.7	2.8	3	15.7	2.9	17.7	4.5	23	10
Zr	181.9	78.6	154.1	95.5	148.2	145	65.7	118.1	81.1	132.1	210	190
Hf	4.9	2	4.5	2.9	4.2	4.3	2.2	3.8	2.4	4.1	5	5.8
Y	44.9	22.9	32.3	39.1	25.2	30.1	25	37.3	22.1	24.2	27	22
Nb	6	3.8	2.6	2.6	3.9	4	2	3.2	4	4.7	1.9	25
Mo	0.4	1.1	1.2	0.7	1.4	1.3	0.8	0.8	1.3	1.3	-	-
Cu	20.1	39.2	15.2	20.1	8.7	7.2	48.4	14.2	33.9	12.9	50	25
Pb	4.9	11.6	3.5	3.2	1.9	7.9	3.8	5	3	8.8	-	20
Cr	13.68	54.72	6.84	6.84	6.84	13.68	27.36	13.68	61.56	13.68	110.00	35.00
Sc	18	23	12	17	10	11	26	12	21	8	16	11
Zn	74	88	38	105	34	58	59	59	81	37	-	71
Ni	6.2	15.3	3.7	8.2	2.5	2.4	8.7	3.1	24.1	6.9	55	20
V	65	182	41	38	7	24	224	38	200	39	150	60
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.17	3.64	4.71	5.55	5.97	4.80	3.35	6.04	2.96	5.95	3.32	4.34
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0.03	0.14	0.04	0.09	0.01	0.04	0.06	1.07	0.20	0.12	3.09	0.87
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	31.40	16.58	38.05	38.21	36.65	38.63	19.92	35.85	20.63	41.97	18.97	30.40

LOI (Loss on ignition=Ateşte kayıp): Toplam Uçucu İçeriği. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir miktarı.  
UC (Upper Continental Crust): Üst Kıtasal Kabuk (Taylor ve McLennan, 1981). PAAS : Post Archean Australian Shales (Taylor ve McLennan, 1985).

Tablo 9. Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz değerleri ve bazı oranlar.

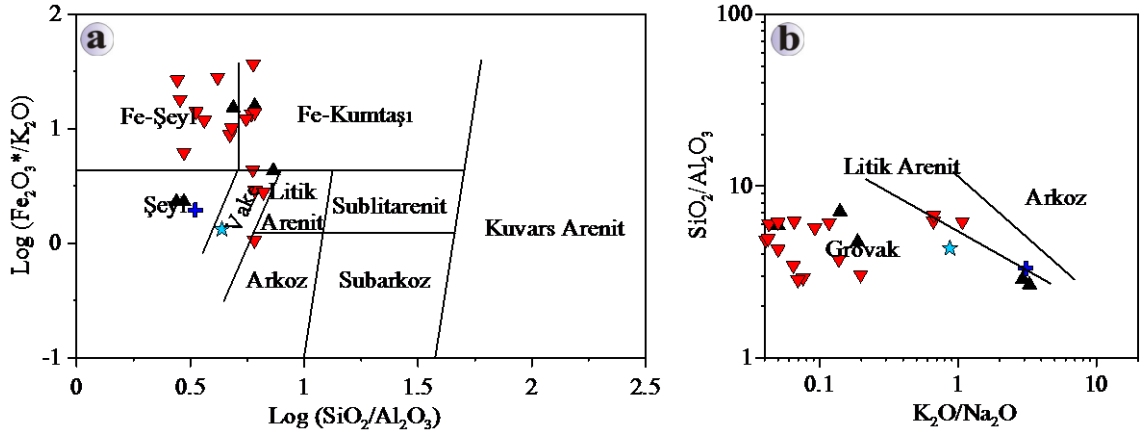
Örnek No	T3	T9	T19	T20	T30	T5	T6	T7	T10	T11	T12
Kayaç Adı	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Şeyl	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt
La	34.4	34.7	3.3	13	10.3	11.5	11.3	12.6	23.2	26.5	9.5
Ce	71.7	76	9.6	31.2	23.3	27.7	26.7	30.6	48.6	56.7	24
Pr	7.91	8.46	1.12	3.87	2.97	3.36	3.56	4.06	5.58	6.28	3.03
Nd	30.4	31.6	5.5	18.2	12.9	13.7	15.8	19	21.4	23	13.8
Sm	5.55	5.64	1.79	3.98	2.7	3.06	3.85	4.89	4.07	4.25	3.12
Eu	1.12	1.03	0.39	1.01	0.5	0.72	1.21	1.71	0.94	0.87	0.79
Gd	4.8	4.4	2.65	4.79	3.05	3.77	4.65	5.78	3.62	3.78	3.74
Tb	0.76	0.71	0.6	0.87	0.62	0.63	0.88	1.08	0.6	0.58	0.69
Dy	4.47	4.47	4.48	5.49	4.21	4.01	5.7	6.65	3.46	3.42	4.49
Ho	0.86	0.92	1.12	1.22	1	0.83	1.21	1.36	0.66	0.67	1
Er	2.65	2.9	3.73	3.63	3.45	2.58	3.64	4.1	1.82	2.12	3.18
Tm	0.38	0.46	0.63	0.57	0.59	0.4	0.57	0.6	0.31	0.32	0.53
Yb	2.67	2.95	4.5	3.99	3.76	2.84	3.91	3.78	1.85	2.12	3.62
Lu	0.4	0.43	0.7	0.62	0.6	0.43	0.6	0.61	0.29	0.31	0.55
Σ NTE	168.07	174.67	40.11	92.44	69.95	75.53	83.58	96.82	116.40	130.92	72.04
Σ HNTE	149.96	156.40	21.31	70.25	52.17	59.32	61.21	71.15	102.85	116.73	53.45
Σ ONTE	11.15	10.61	8.12	12.16	8.38	9.13	12.44	15.22	8.62	8.65	9.71
Σ ANTE	6.96	7.66	10.68	10.03	9.40	7.08	9.93	10.45	4.93	5.54	8.88
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.66	0.63	0.55	0.71	0.53	0.65	0.87	0.98	0.75	0.66	0.71
La <sub>N</sub> /Sm <sub>N</sub>	3.90	3.87	1.16	2.05	2.40	2.36	1.85	1.62	3.59	3.92	1.92
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	8.69	7.93	0.49	2.20	1.85	2.73	1.95	2.25	8.45	8.43	1.77
Gd <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	1.45	1.20	0.48	0.97	0.65	1.07	0.96	1.23	1.58	1.44	0.83
La <sub>N</sub> /Lu <sub>N</sub>	8.93	8.38	0.49	2.18	1.78	2.78	1.96	2.15	8.31	8.88	1.79
La/Sc	2.02	1.93	0.30	0.87	1.14	1.28	0.54	0.53	2.90	2.94	0.73
La/Th	2.87	2.50	1.50	3.42	1.81	2.67	2.63	3.94	2.97	3.44	3.52
Th/Sc	0.71	0.77	0.20	0.25	0.63	0.48	0.20	0.13	0.98	0.86	0.21
Th/U	4.29	5.15	3.67	4.75	3.35	3.07	3.31	1.23	3.55	3.85	3.00
Sc/Th	1.42	1.29	5.00	3.95	1.58	2.09	4.88	7.50	1.03	1.17	4.81
Cr/Th	11.40	8.86	3.11	1.80	3.60	6.36	1.59	2.14	9.65	8.88	5.07
Co/Th	1.45	1.84	1.86	1.92	0.54	1.42	3.02	5.09	1.44	1.06	2.11
Ba/Co	22.70	15.98	6.83	3.15	44.84	19.84	23.31	23.80	21.88	28.78	26.49
Rb/Sr	0.55	0.83	0.08	0.12	0.14	0.03	0.06	0.02	0.51	0.47	0.08
Rb/Ba	0.35	0.34	0.09	0.22	0.13	0.05	0.03	0.01	0.21	0.21	0.06
Zr/Y	6.39	6.60	4.83	3.82	4.81	5.68	4.96	3.29	9.22	12.76	4.72
CIA	65.43	77.85	69.02	64.53	63.80	65.46	67.84	68.60	72.51	72.89	67.73
CIW	74.40	89.39	69.67	65.42	66.14	66.30	69.01	69.53	79.05	79.83	68.99
PIA	70.34	87.54	69.38	64.94	64.85	65.86	68.46	69.11	76.97	77.71	68.40

NTE: Nadir Toprak Elementler. HNTE: Hafif Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler. ANTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler. (Eu/Eu\*)<sub>N</sub>=Eu<sub>N</sub>/(Sm<sub>N</sub>xGd<sub>N</sub>)<sup>1/2</sup> (Taylor ve McLennan, 1985). CaO\*: Sadece silikat fraksiyonundan gelen Ca. CIA (Chemical Index of Alteration): Kimyasal Alterasyon İndeksi, CIA= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)]x100 (Nesbitt ve Young, 1982). PIA (Plagioclase Index of Alteration): Plajiyoklas Alterasyon İndeksi, PIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O)]x100 (Fedó ve diğ., 1995). CIW (Chemical Index of Weathering): Kimyasal Ayrışma İndeksi, CIW= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O)]x100 (Harnois, 1988).

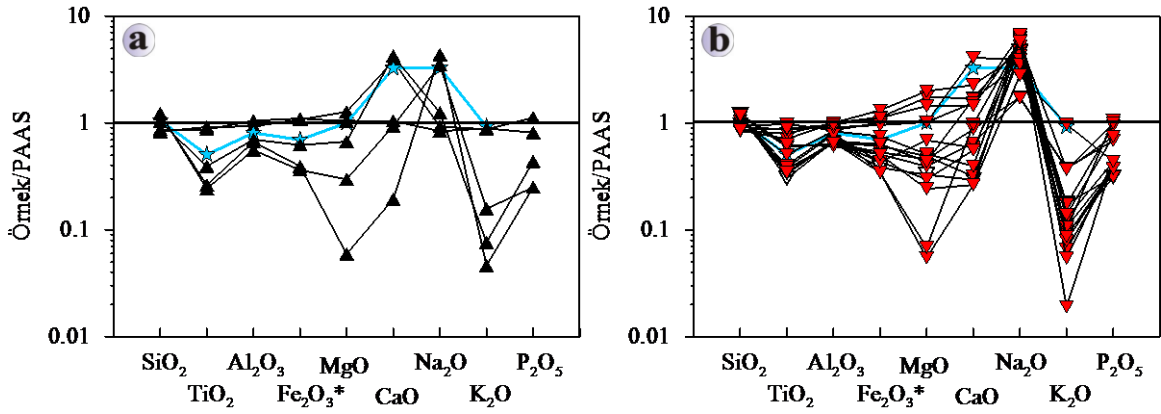
Tablo 9'un devamı.

Örnek No	T13	T14	T16	T18	T22	T23	T25	T27	T29	T31	PAAS	UC
Kayaç Adı	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt	Kmt		
La	17.4	17.1	11.5	9.5	9.9	16.1	6.6	9.6	14.7	13.7	38.2	30
Ce	33.1	36.1	28.3	21.1	24.7	34	16.1	22.1	30.8	28.4	79.6	64
Pr	5.19	4.84	3.56	2.9	3	4.17	2.24	3.11	3.98	3.44	8.83	7.1
Nd	22.5	22.3	16.5	14.2	13.2	18.6	10.5	15.9	18	15	33.9	26
Sm	5.23	4.24	3.65	4.14	2.78	4.01	2.89	4.06	3.86	3.01	5.55	4.5
Eu	1.16	1.27	0.85	1.34	0.71	1.07	0.95	0.95	1.18	0.67	1.08	0.88
Gd	6.26	4.47	4.16	5.41	3.16	4.41	3.48	5.3	3.99	3.19	4.66	3.8
Tb	1.1	0.71	0.76	1.02	0.63	0.8	0.66	0.97	0.67	0.59	0.77	0.64
Dy	6.89	4.42	4.88	6.41	4.11	4.77	3.9	5.81	3.71	3.56	4.68	3.5
Ho	1.54	0.84	1.06	1.4	0.92	1.05	0.87	1.31	0.8	0.81	0.99	0.8
Er	4.79	2.37	3.41	4.31	2.96	3.33	2.51	4.04	2.45	2.54	2.85	2.3
Tm	0.74	0.36	0.52	0.66	0.44	0.51	0.41	0.68	0.38	0.42	0.4	0.33
Yb	4.95	2.46	3.72	4.16	3.19	3.26	2.47	4.42	2.35	2.83	2.82	2.2
Lu	0.76	0.34	0.56	0.66	0.5	0.5	0.39	0.7	0.38	0.45	0.43	0.32
Σ NTE	111.61	101.82	83.43	77.21	70.20	96.58	53.97	78.95	87.25	78.61	184.76	146.37
Σ HNTE	83.42	84.58	63.51	51.84	53.58	76.88	38.33	54.77	71.34	63.55	166.08	131.60
Σ ONTE	15.41	10.87	10.65	14.18	8.61	11.05	8.99	13.03	9.55	8.01	11.19	8.82
Σ ANTE	12.78	6.37	9.27	11.19	8.01	8.65	6.65	11.15	6.36	7.05	7.49	5.95
(Eu/Eu*) <sub>N</sub>	0.62	0.89	0.67	0.87	0.73	0.78	0.92	0.63	0.92	0.66	0.65	0.65
La <sub>N</sub> /Sm <sub>N</sub>	2.09	2.54	1.98	1.44	2.24	2.53	1.44	1.49	2.40	2.86	4.33	4.19
La <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	2.37	4.69	2.08	1.54	2.09	3.33	1.80	1.46	4.22	3.26	9.13	9.19
Gd <sub>N</sub> /Yb <sub>N</sub>	1.02	1.47	0.90	1.05	0.80	1.09	1.14	0.97	1.37	0.91	1.33	1.39
La <sub>N</sub> /Lu <sub>N</sub>	2.38	5.22	2.13	1.50	2.06	3.34	1.76	1.42	4.02	3.16	9.23	9.74
La/Sc	0.97	0.74	0.96	0.56	0.99	1.46	0.25	0.80	0.70	1.71	2.39	2.73
La/Th	3.78	6.11	2.80	5.28	2.11	3.43	6.60	3.43	3.97	2.98	2.62	2.80
Th/Sc	0.26	0.12	0.34	0.11	0.47	0.43	0.04	0.23	0.18	0.58	0.91	0.97
Th/U	3.54	3.11	4.10	3.00	3.92	3.92	2.50	4.00	3.70	3.29	4.71	3.82
Sc/Th	3.91	8.21	2.93	9.44	2.13	2.34	26.00	4.29	5.68	1.74	1.10	1.03
Cr/Th	2.97	19.54	1.67	3.80	1.46	2.91	27.36	4.89	16.64	2.97	7.53	3.27
Co/Th	1.57	4.64	1.24	2.61	0.60	0.64	15.70	1.04	4.78	0.98	1.58	0.93
Ba/Co	35.83	19.00	7.06	14.89	9.29	17.00	10.25	229.31	32.32	26.44	28.26	55.00
Rb/Sr	0.01	0.06	0.14	0.11	0.02	0.06	0.05	0.25	0.05	0.10	0.80	0.32
Rb/Ba	0.01	0.05	0.21	0.07	0.02	0.10	0.05	0.07	0.02	0.13	0.25	0.20
Zr/Y	4.05	3.43	4.77	2.44	5.88	4.82	2.63	3.17	3.67	5.46	7.78	8.64
CIA	65.69	60.32	66.26	64.97	60.49	63.00	62.16	62.74	64.32	65.61	75.30	56.93
CIW	66.24	61.80	67.11	66.30	60.69	63.88	63.33	76.86	67.55	67.91	88.33	65.24
PIA	65.96	60.84	66.68	65.59	60.56	63.37	62.62	70.14	65.83	66.74	85.89	59.30

NTE: Nadir Toprak Elementler. HNTE: Hafif Nadir Toprak Elementler. ONTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler. ANTE: Orta Ağırlıktaki Nadir Toprak Elementler.  
(Eu/Eu\*)<sub>N</sub>=Eu<sub>N</sub>/(Sm<sub>N</sub>xGd<sub>N</sub>)<sup>1/2</sup> (Taylor ve McLennan, 1985). CaO\*: Sadece silikat fraksiyonundan gelen Ca.  
CIA (Chemical Index of Alteration): Kimyasal Alterasyon İndeksi, CIA= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)]x100 (Nesbitt ve Young, 1982).  
PIA (Plagioclase Index of Alteration): Plajiyoklas Alterasyon İndeksi, PIA= [(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-K<sub>2</sub>O)/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O)]x100 (Fedo ve diğ., 1995).  
CIW (Chemical Index of Weathering): Kimyasal Ayrışma İndeksi, CIW= [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+CaO\*+Na<sub>2</sub>O)]x100 (Harnois, 1988).



Şekil 38. Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşlarının  $\log(\text{Fe}_2\text{O}_3^*/\text{K}_2\text{O})$ 'ya karşı  $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$  adlandırma diyagramı (Heron, 1988). b)  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 'e karşı  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  adlandırma diyagramı (Pettijohn vd., 1987, Creaser vd., 1997; ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



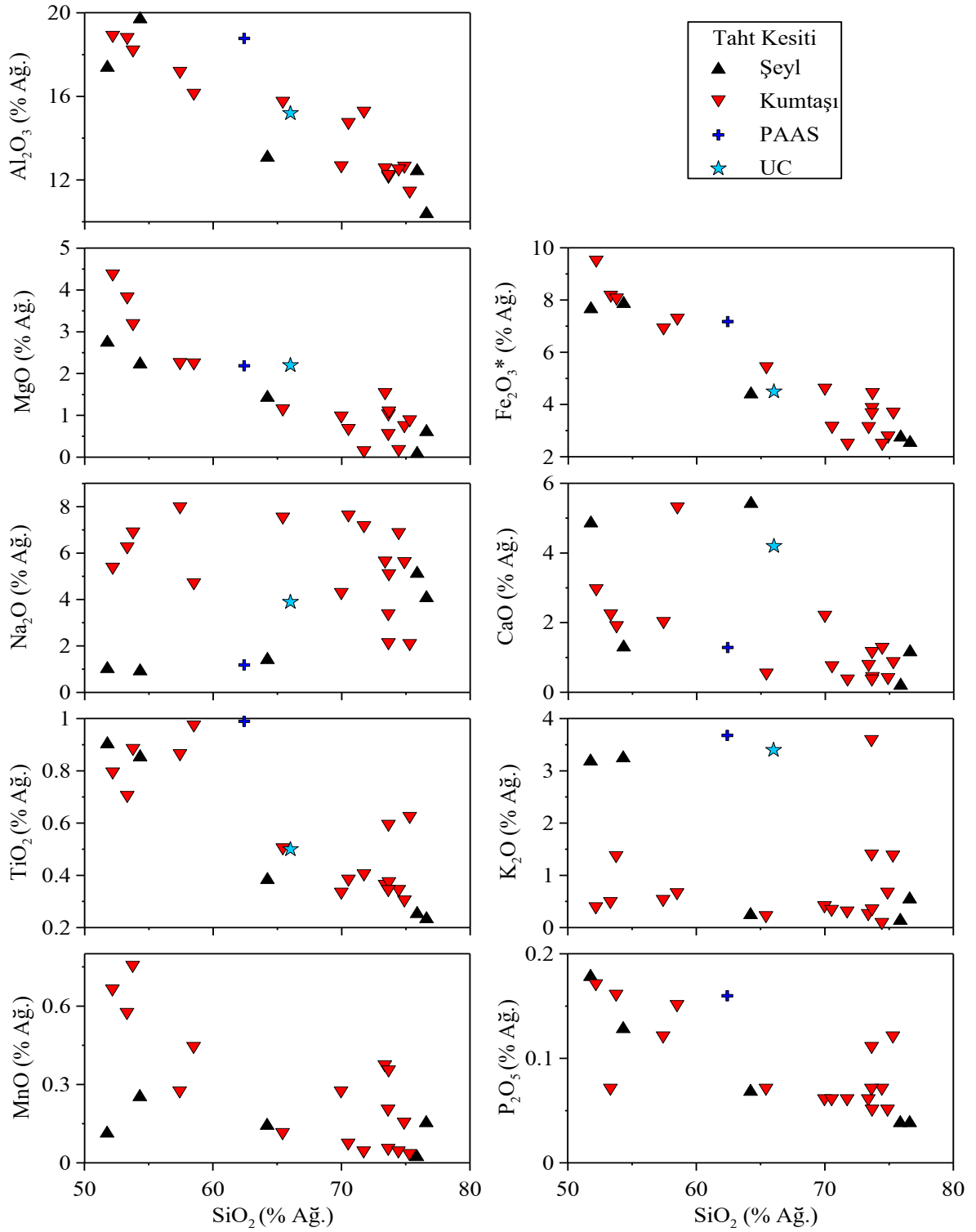
Şekil 39. Taht kesitine ait a) şeyl örneklerinin, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş ana element örümcek diyagramları (▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC).

Ana oksit değişim diyagramlarında kumtaşı ve şeyllerin  $\text{SiO}_2$  içerikleri ile  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3^*$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{TiO}_2$  ve  $\text{MnO}$  içerikleri arasında negatif bir ilişki gözlenmektedir (Şekil 40). Kumtaşı ve şeyller arasındaki en belirgin farklılık  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  içeriklerinde görülmektedir. Her iki element kumtaşlarında düzensiz dağılımlar sergilerken şeyllerde  $\text{K}_2\text{O}$  negatif,  $\text{Na}_2\text{O}$  ise pozitif dağılım göstermektedir. Bu durum biyotit ve alkali feldispat gibi K'ca zengin bileşenlerin taşınma olayları sırasında sodik plajiyoklasa göre daha hızlı bir şekilde parçalanıp sistemden uzaklaştırıldığı anlamına gelebilir. Benzer şekilde, ferromagnezyen elementler ve  $\text{CaO}$ 'deki azalma ise bazik kayaç parçaları ve amfibol gibi mafik mineral içeriğindeki ayıklanma ile ilişkilendirilebilir.

Kösedağı kesitine benzer şekilde örneklerin Rb (0.8-81.3 ppm), Ba (37-639 ppm), Sr (37.7-251.4 ppm) gibi büyük iyon yarıçaplı element, Zr (53.7-441.5 ppm) gibi yüksek çekim alanlı element ve hatta Cr (6.84-177.84 ppm), Ni (2.3-30.4 ppm) ve Sc (4-27 ppm) gibi geçiş element konsantrasyonları önemli miktarlarda değişen değerler sunmaktadır. Ana elementlerin aksine, SiO<sub>2</sub>'e karşı iz element değişim diyagramlarında kumtaşı ile şeyller çoğu element için farklı davranışlar sunmaktadırlar (Şekil 41). Örneğin, kumtaşı için dağınık ve yatay bir dağılım sergileyen Rb, Cs, Nb, Th, Zr, Zr, Hf, Y, La Cr ve Ni gibi iz elementler, bazı elementler için çok belirgin olmamakla birlikte, şeyllerde negatif yönsemeler sergilemektedirler.

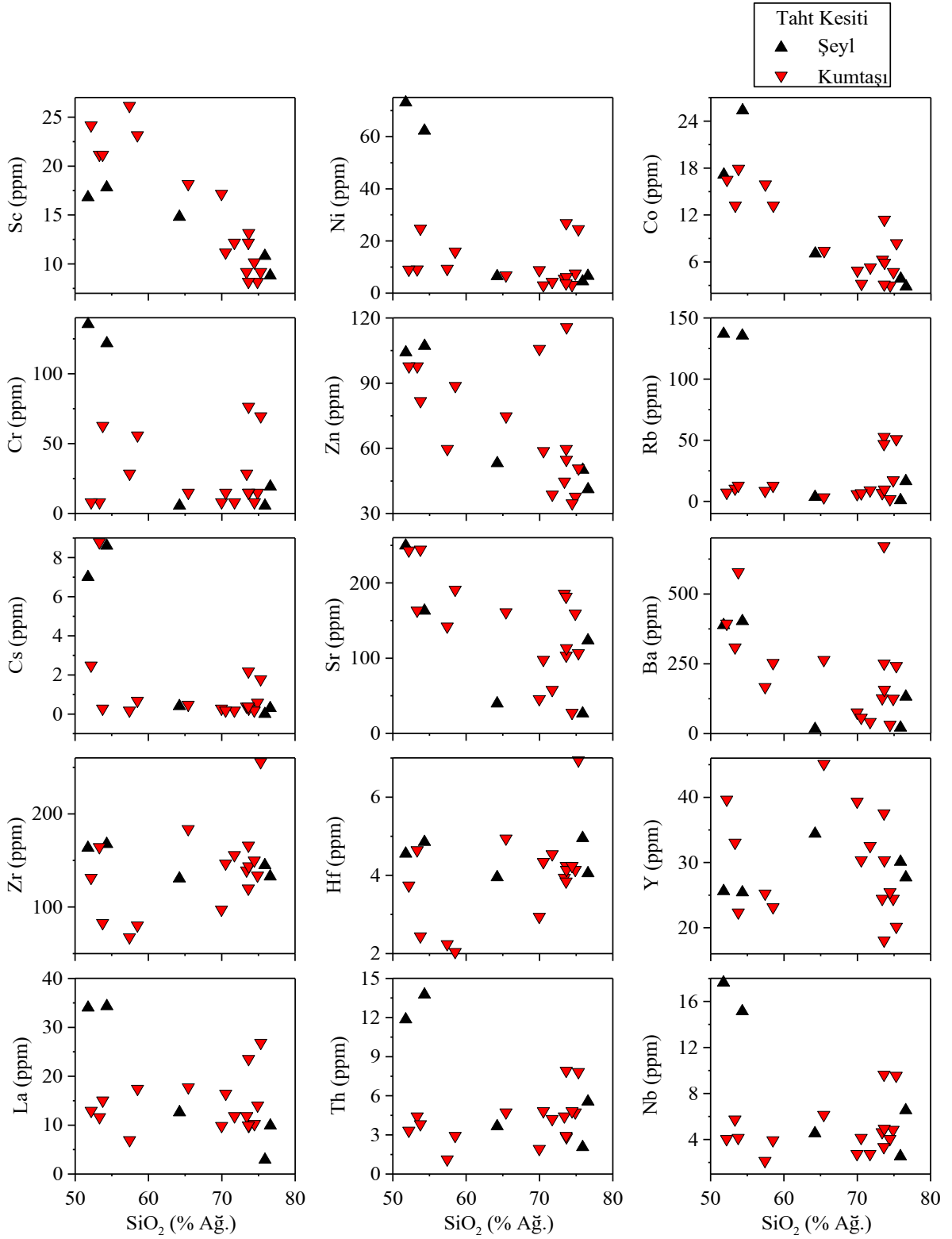
Cr ve Ni gibi geçiş elementlerinin kumtaşlarında SiO<sub>2</sub> artışına bağlı olarak artma eğilimi sunmaları (Şekil 41), olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve olasılıkla amfibol gibi bu elementlerin dengeli olduğu minerallerden bazılarının bu kayalarda nispeten yüksek konsantrasyonlarda birikimine işaret etmektedir. Örnekler SiO<sub>2</sub> içerikleri bakımından eşlenikleri durumundaki andezitik, dasidik ve riyolitik kayalarla karşılaştırıldığında, geçiş elementlerinin bu kayalarda göreceli olarak oldukça yüksek değerlere çıktığı görülmektedir. Şeyllerde ise SiO<sub>2</sub> ile negatif ilişki sunmaları, ferro magnezyen minerallerin, ağır mineraller sınıfına girdikleri için, taşınma ve çökeltme olayları sırasında ayıklandıkları veya geride kaldıkları şeklinde yorumlanabilir.

Taht kesiti örneklerine ait iz element değerleri PAAS ile normalize edilerek Şekil 42a ve 42b'deki örümcek diyagram oluşturulmuştur. Kumtaşı ve şeyl örneklerinin büyük iyon yarıçaplı element değerleri (LILE-Sr, Rb, Ba, Cs) PAAS ve üst kabuk (UC) değerleri ile karşılaştırıldığında bu standart değerlere göre tüketilmiş oldukları görülmektedir. Benzer şekilde yüksek çekim alanlı elementler (HFSE- Th, U, Nb, Zr, Hf, Sm, Y, Yb ) Nb da görülen belirgin zenginleşme dışında, genel olarak tüketilmiştir. Geçiş metalleri (TM-Cr, Co, Ni, Cu, Sc, V) ise PAAS ile karşılaştırıldığında, Sc ve V için birkaç örnekte görülen zenginleşme dışında, tüketilmiş oldukları söylenebilir.



Şekil 40. Taht kesiti örneklerinin  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı ana element oksit değişim diyagramları.



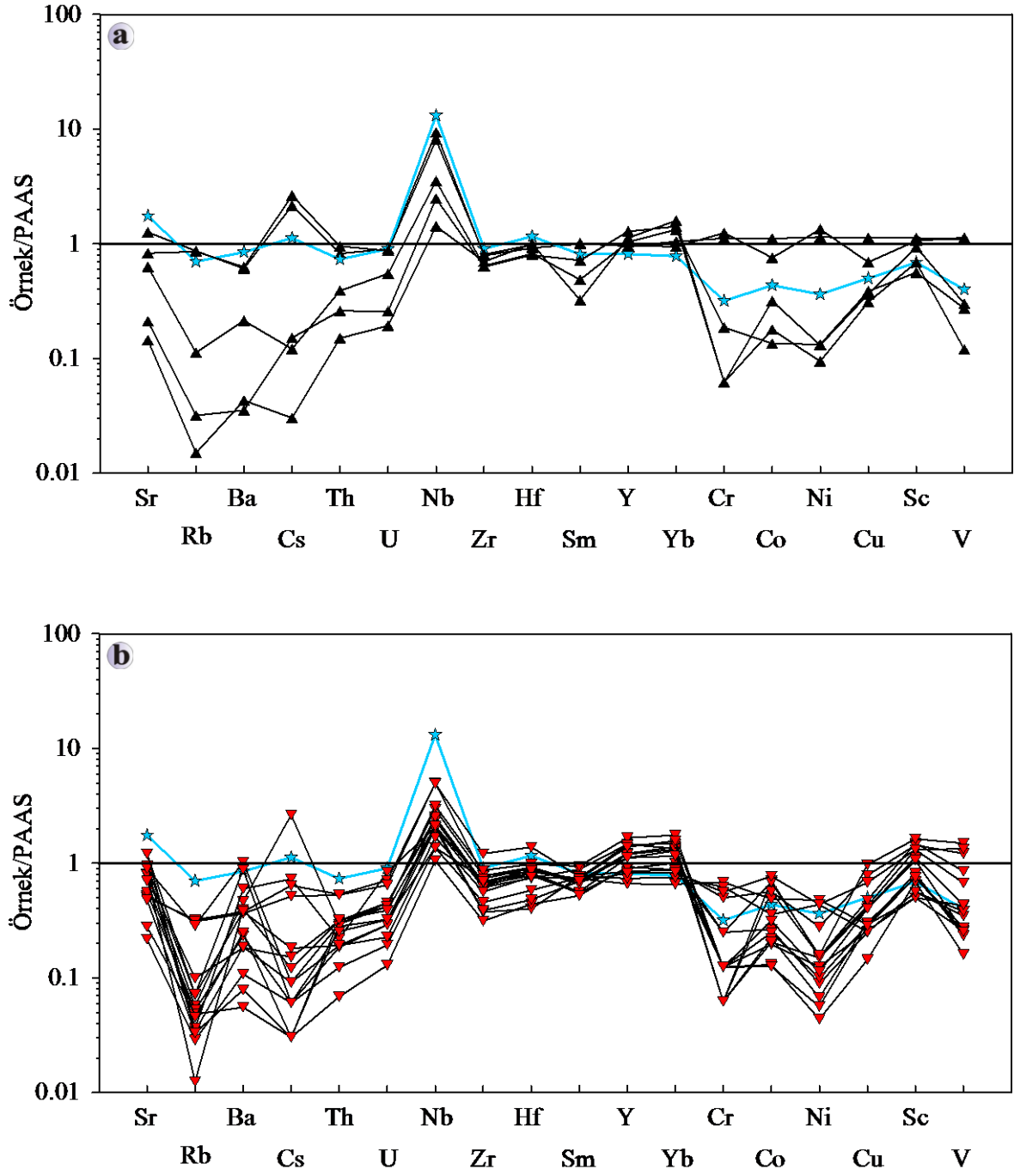


Şekil 41. Taht kesitine ait örneklerin SiO<sub>2</sub>'ye karşı iz element değişim diyagramları.

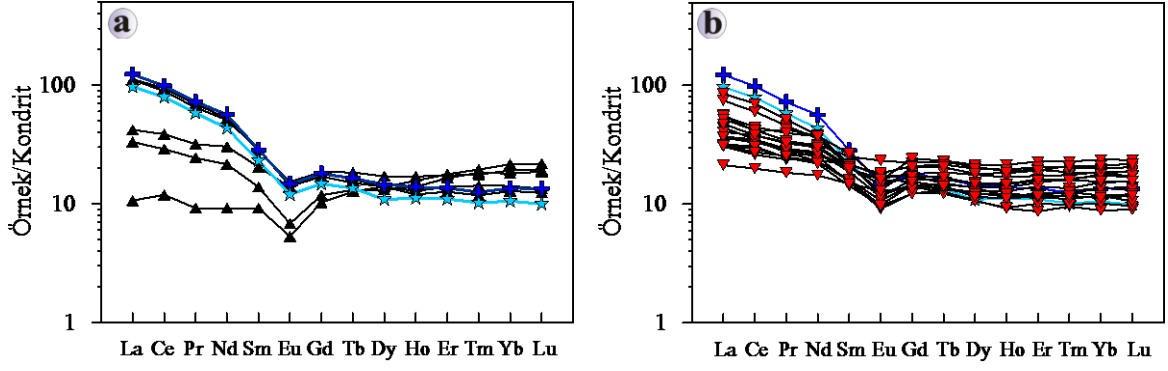
### 3.3.3.2. Nadir Toprak Elementleri

Taht ölçülü stratigrafik kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin kondrite (Boynton, 1984) ve PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) oranlanmış NTE diyagramları Şekil 43 ve 44'de verilmiştir. Toplam NTE içerikleri şeyllerde ortalama 109.05, kumtaşlarında ise 88.43 ppm dir. Şekil 43a ve 43b'de görüldüğü üzere, örneklerin toplam ağır NTE ve hafif NTE zenginleşme oranlarının değişken olmasına karşın, örnekler PAAS ve UC ile de benzer bir dağılım göstermektedirler. Kumtaşı ve şeylerdeki NTE içerikleri kendi içerisinde az-orta oranlarda farklılaşmışlardır ( $La_N/Lu_N = 0.49-8.93$ ). Eu da hafif ve orta değerlerde negatif anomaliler görülmektedir. Ağır NTE'de yataya yakın bir dağılım göze çarpmaktadır ( $Gd_N/Yb_N=0.48-1.58$ ). Hafif NTE ise kendi içerisinde az oranlarda farklılaşmışlardır ( $La_N/Sm_N=1.16-3.92$ ).  $La_N/Sm_N$  oranları PAAS (4.33)'ün oranı ile karşılaştırıldığında bütün örneklerin tüketilmiş olduğu görülmektedir.

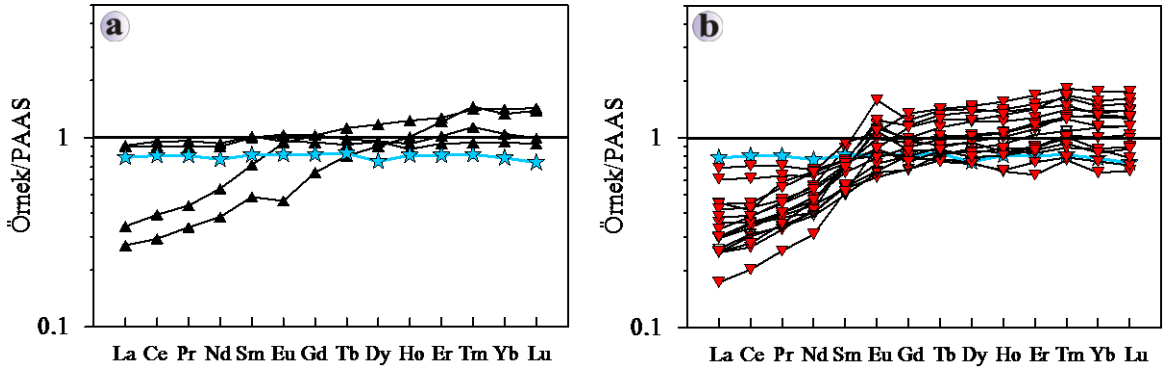
Örneklerin PAAS'a göre normalleştirilmiş NTE diyagramı Şekil 44a ve 44b'de gösterilmiştir. Taht kesiti örnekleri HNTE bakımından PAAS'a göre tüketilmekle beraber orta ve ağır NTE bakımından birkaç örnek dışında zenginleşme dikkati çekmektedir. Örneklerin hafif NTE içerikleri UC ile karşılaştırıldığında belirgin şekilde tüketilmiş oldukları görülür.



Şekil 42. Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş iz element örümcek diyagramları (▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC).



Şekil 43. Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



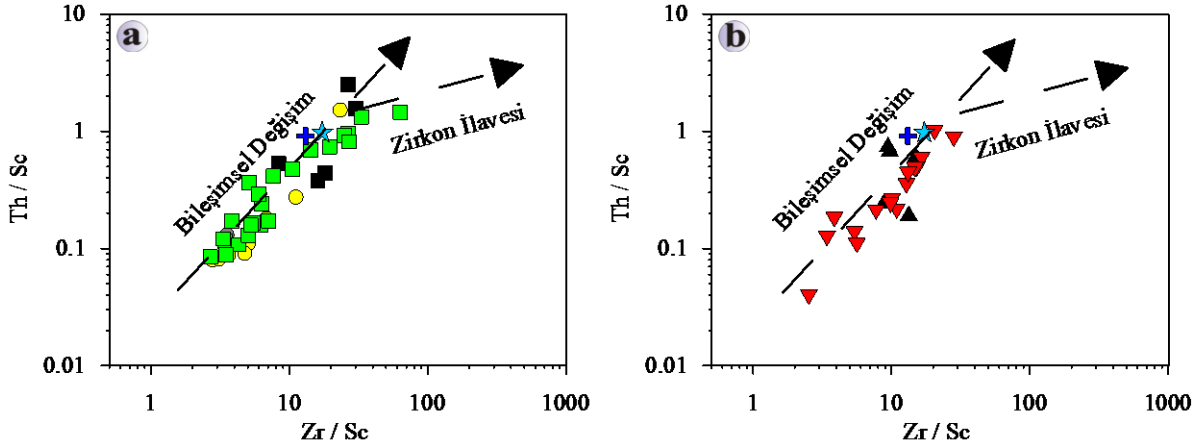
Şekil 44. Taht kesitine ait a) şeyl, b) kumtaşı örneklerinin PAAS'a göre (Taylor ve McLennan, 1985) normalize edilmiş nadir toprak element dağılım diyagramları (▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC).

## 4. İRDELEME

### 4.1. Kaynak Alan

İnce taneli kırıntılı sedimanter kayaçların bileşimini kontrol eden en baskın faktör kaynak kayanın bileşimi olarak görülmesine rağmen, ayrışma, taşınma sırasında hidrolik boylanma, kil minerallerinde absorbe edilen elementler, tektonik ortam, diyajenez ve metamorfizma gibi faktörlerinde bu kayaçların son bileşimleri üzerinde önemli rolleri vardır (Taylor ve McLennan, 1985; Wronkiewicz ve Condie, 1987; Cullers vd., 1987). Bununla birlikte, ayrışma, yeniden döngülenme ve çökelme sonrası diyajenez gibi faktörler kırıntılıların ana ve iz element içeriklerinde ve dolayısı ile kaynak alanın bileşimini belirleyen kimyasal karakteristiklerde sadece küçük değişimlerden sorumludur (Taylor ve McLennan, 1985; McLennan vd., 1993). Bu nedenlerle, bahsedilen jeolojik süreçler altında en az hareketliliğe sahip olan elementler kaynak alanın jeokimyasal karakteristiklerini temsil edebilmektedirler. NTE, yüksek çekim alanlı elementler (HFSE) ile Th, U, Sc, Ni, Cr gibi iz elementler bu gruba giren en iyi kaynak alan göstergesi durumundaki elementlerdir (Taylor ve McLennan, 1985). Ayrıca, bu süreçler altında benzer davranışlar sergileyen elementlerin birbirine oranları, kaynak alan göstergesi olarak daha güvenilir sonuçlara götürmektedir (McLennan vd., 1983, 1990; Taylor ve McLennan, 1985; Wronkiewicz ve Condie, 1987; Cullers, 1994).

Sedimentlerin taşınması sırasında meydana gelen hidrolik boylanma ve çökelme olayları bazı ana ( $P_2O_5$  ve  $TiO_2$ ) ve iz (NTE, Th, U, Zr, Hf ve Y) elementlerin dağılımlarını kontrol ettiğinden kırıntılı kayaçların kimyasal bileşimlerini önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle kırıntılı kayaçlarda rutil, zirkon ve apatit gibi ağır mineral konsantrasyonlarının artması özellikle NTE ve iz element dağılımları üzerinde önemli etkisi olduğundan, bu tür ağır mineral zenginleşmesine uğrayan kayaçların element içerikleri kaynak alanın değerlerini temsil etmezler (Reimer, 1985; Cullers vd., 1987; McLennan, 1989). Th/Sc'a karşı Zr/Sc kullanarak oluşturulan diyagramda örneklerin bileşimsel değişim trendi üzerinde dağılım sergilemesi, bu kayaçlarda zirkon zenginleşmesi olmadığını göstermektedir (Şekil 45a ve 45b).



Şekil 45. Erken-Orta Jura çökellerine ait bileşimsel değişim ve zirkon ilavesini gösteren Th/Sc'a karşı Zr/Sc diyagramı. a) Hur ve Köseadağı kesiti örnekleri, b) Taht kesiti örnekleri (trendler McLennan vd., 1993; ●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).

Şeyller veya kilaşları homojen olmaları ve geçirgen olmayışlarından dolayı jeokimyasal kaynak alan çalışmalarına en uygun tortul kayaçlardır (Taylor ve McLennan, 1985). Şenköy Formasyonu'na ait Hur, Köseadağı ve Taht kesitleri boyunca alınan kumtaşı ve şeyl örneklerinin ana ve iz element içerikleri genel olarak birbirlerine benzediği için benzer kaynak alanlarından türediği söylenebilir. Fakat yine de mafik ve felsik bileşenlerin katkı oranlarının az da olsa farklı olduğu görülmektedir.

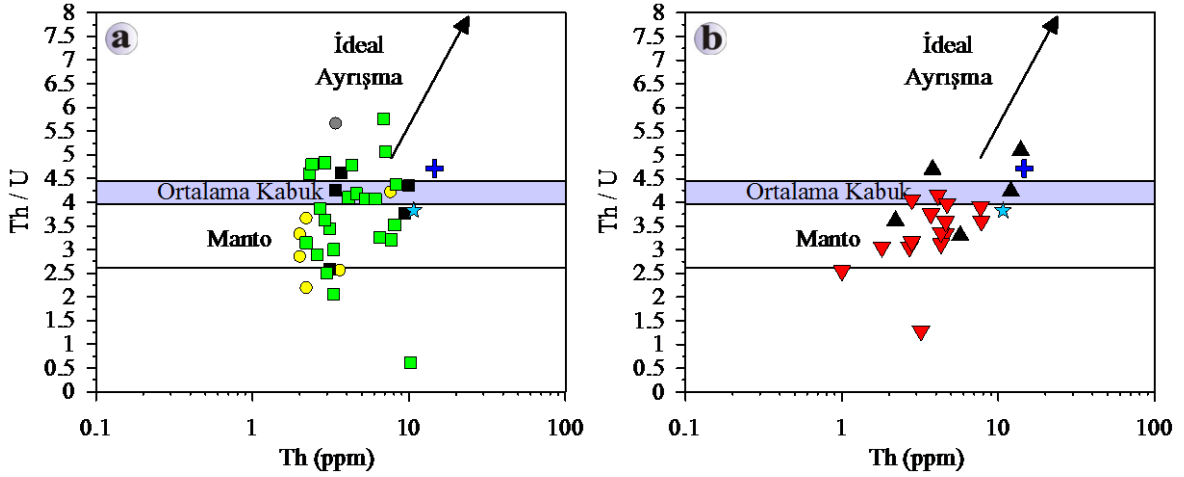
Kısmi ergime ve kesirli kristallenme olayları elementlerin konsantrasyonlarını önemli oranlarda değiştirmekle birlikte, bu elementlerin oransal değerleri üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı bilinmektedir (Roddaz vd., 2006). Bu bakımdan Th/U oranı kırıntılı tortul kayaçların kaynak karakteristiklerini belirlemede oldukça faydalı bilgiler sağlamaktadır (Roddaz vd., 2006).

Güncel ortalama üst kabuğa ait Th/U oranı 4.25-4.30 iken, üst ve alt mantoda bu oran sırasıyla 2.6 ve 3.8 dir (Paul vd., 2003). Th/U oranı bazen, ayrışma sırasındaki oksitlenme sonucu U'un uzaklaşmasından dolayı yüksek değerler olsa da, 4 ve 4'den büyük değerler üst kıtasal kabuktan türeyen kırıntılı tortul kayaçları temsil ederken, 4'den küçük değerler mantodan kıtasal kabuğa eklenen kayaçların katkısını göstermektedir (Roddaz vd., 2006). Hur, Köseadağı ve Taht ölçülü stratigrafik kesitlerine ait şeyl örneklerinin ortalama Th/U oranları sırasıyla 5.67, 3.91 ve 4.24 olup ortalama üst kabuk değeri olan 3.82'den büyük ve 4.24 olan PAAS değerine yakındır (Tablo 5, 7 ve 9). Bu değerler şeylleri meydana getiren kırıntılı bileşenlerin çoğunlukla üst kıtasal kabuk kaynaklı olduklarını, manto kaynaklı

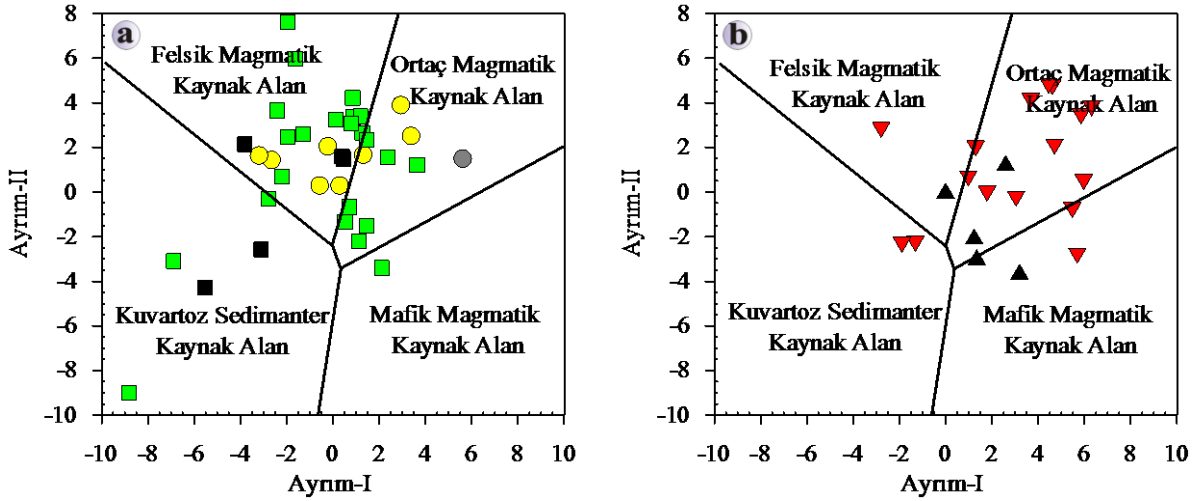
mafik kayaçların önemli oranlarda katkıları sağlamadığını göstermektedir (Roddaz vd., 2006). Buna karşılık kumtaşları sırasıyla 3.19, 3.73 ve 3.32 gibi 4 den küçük ortalama Th/U değerleri ile manto kaynaklı mafik kayaların değerlerine yakın değerler almışlardır. Bu durum, şeylerden farklı olarak, üst kabuğu temsil eden felsik kayaçların yanı sıra manto kökenli mafik volkanik kayaçların da kumtaşlarına önemli oranlarda katkıda bulunduğuna işaret etmektedir.

Th'a karşı Th/U diyagramında (Şekil 46; McLennan vd., 1993) olduğu gibi, kayaçların bireysel olarak Th/U değerleri göz önüne alındığında felsik ve mafik bileşenlerin katkı oranları daha belirgin olarak görülebilmektedir. Hur ve Köseadağı kesitlerine ait örnekler manto kaynaklı kayaçların alanından üst kıtasal kabuk alanına doğru geçiş yapan geniş bir aralıkta dağılmaktadırlar (Şekil 46a). Bu da kumtaşlarının kaynak alanında mafik ve felsik kayaçların birlikte yer aldığını göstermektedir. İki adet şeyl örneğinin manto alanına düşmesi ince taneli kayaçlarında mafik kaynaktan malzeme aldığına işaret etmektedir. Taht kesitine ait örnekler ise daha çok manto alanında toplanarak mafik kaynaktan daha fazla bileşen aldıklarını ortaya koymaktadırlar (Şekil 46b). Taht havzasının hemen kuzey batısındaki alanda (Yerlice Köyü) yer alan Erken Jura yaşlı bazaltik kayaçlar bu katkının bileşimi hakkında doğrudan bilgi verebilmektedir (Arslan vd., 1997; Şen, 2007).

Kaynak alan tanımlamalarında ana elementler de kullanılmaktadır. Ancak, ana elementlerin bazıları sedimanter işlevler sırasında hareketli davrandıklarından kullanılırken dikkatli olmak gerekmektedir. Örneğin birçok havzadaki kumtaşında kaynak kayaçlara göre SiO<sub>2</sub> zenginleşirken, Na<sub>2</sub>O ve CaO tüketilmektedir. Bu yüzden ana element jeokimyası havzanın tektonik ortamına bağlı olarak gelişen kaynak alan tipi ve ayrışma durumları ile ilgili ipuçları verir (Bhatia, 1983). Diyajenez de kumtaşlarının bileşimini etkileyen bir diğer faktördür. Ancak diyajenez havzanın tektonik ortamına bağlı gelişir (Siever, 1979). Bu kapsamda, kumtaşı ve şeyller Roser ve Korsch (1988) tarafından ana oksit değerleri kullanılarak hazırlanan Ayırım-I'e karşı Ayırım-II kaynak alan ayırım diyagramında da (Şekil 47) iz elementlerden elde edilenlere benzer sonuçlar üretmişlerdir. Şenköy Formasyonu'na ait kesitlerden Hur ve Köseadağı kesitlerine ait örneklerde felsik ve ortaç magmatik kaynak alanlar daha baskın olmakla birlikte kuvarsca zengin sedimanter kaynak alanın da az bir etkisi görülmektedir (Şekil 47a). Köseadağı kesitine ait bir kumtaşı örneği de mafik magmatik kaynak

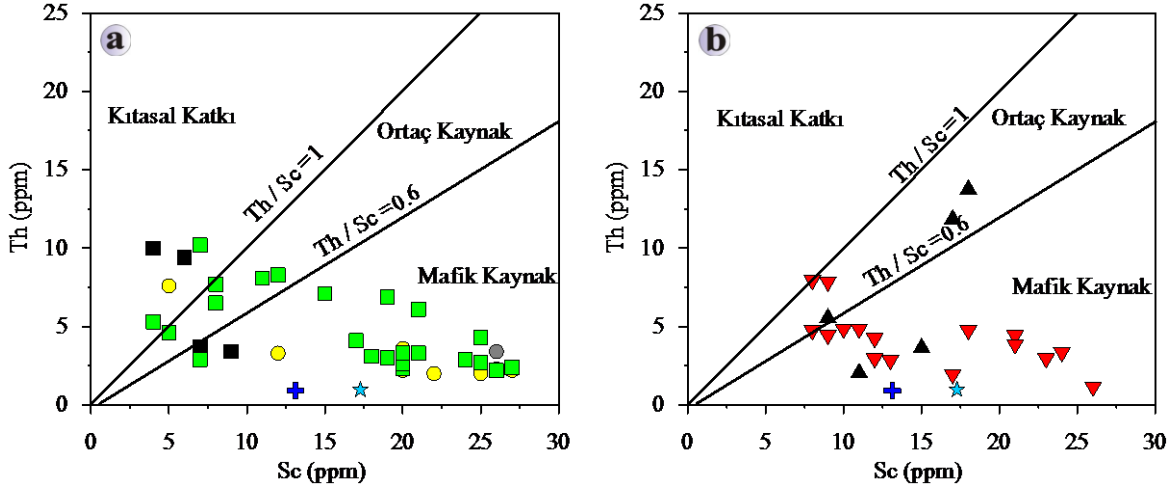


Şekil 46. Şenköy Formasyonu a) Hur ve Köseadağı kesitine ait, b) Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin Th/U'ya karşı Th diyagramındaki dağılımları. Renkli alan üst kıtasal kaynak alanlara ait oranları temsil etmektedir. İdeal ayrışma trendi, üst kıtasal kabuktan türeyen sedimentleri temsil etmektedir (McLennan vd. 1993; ●: Hur şeyl, ○: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 47. Ana oksitler kullanılarak oluşturulan a) Hur ve Köseadağı, b) Taht kesiti örneklerine ait kaynak alan ayırım diyagramı (Roser ve Korsch, 1988; ●: Hur şeyl, ○: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS). Ayrım-I =  $-1.773 \text{ TiO}_2 + 0.607 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0.76 \text{ Fe}_2\text{O}_3^* - 1.5 \text{ MgO} + 0.616 \text{ CaO} + 0.509 \text{ Na}_2\text{O} - 1.224 \text{ K}_2\text{O} - 9.09$ . Ayrım-II =  $0.445 \text{ TiO}_2 + 0.07 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 0.25 \text{ Fe}_2\text{O}_3^* - 1.142 \text{ MgO} + 0.438 \text{ CaO} + 1.475 \text{ Na}_2\text{O} + 1.426 \text{ K}_2\text{O} - 6.861$ .





Şekil 48. Erken-Orta Jura yaşlı çökellerin mafik, felsik ve ortaç kaynak alanları gösteren Th'a karşı Sc diyagramı a) Hur ve Köseadağı, b) Taht kesiti örnekleri (McLennan vd., 1993; ●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).

alana işaret etmektedir. Diğer taraftan Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örnekleri birkaç örnek dışında daha çok ortaç magmatik ve mafik magmatik kaynak alan bölgelerinde yer almaktadır (Şekil 47b).

Th ve La gibi felsik kaynak göstergesi olan elementler ile Sc, Cr ve Ni gibi mafik kaynağı temsil eden elementler arasındaki değişimler, birçok araştırmacı tarafından mafik ve felsik kaynak alan ayrımı için kullanılmıştır (McLennan vd., 1980). Örneğin, Th/Sc oranı sedimanter işlevler ile değişmediğinden kaynak alan olaylarının göstergesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Taylor ve McLennan, 1985). Th/Sc oranı 1'den büyük olan örnekler uyumsuz elementlerce zenginleşen kıtasal katkının olduğunun göstergesi, 1 ile 0.6 arasındaki oranlar ortaç ve 0.6'dan küçük oranlar ise mafik kaynakların örneklerin bileşiminde rol oynadığının göstergesidir. Şekil 48'de ölçülü stratigrafik kesitlerden alınan örneklerin Th'a karşı Sc kullanılarak oluşturulan ikili değişim diyagramları görülmektedir (McLennan vd., 1993). Hur ve Köseadağı kesitlerine ait kumtaşı ve şeyl örnekleri daha çok mafik bir kaynaktan beslenmiş olmakla birlikte, kıtasal ve ortaç kaynak alanların katkısı da belirgin şekilde mevcuttur (Şekil 48a). Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinde ise daha çok mafik kaynak ve daha az oranda da ortaç kaynak alanların etkisi görülmektedir (Şekil 48b). Th/U oranları kullanılarak elde edilen sonuçlara benzer şekilde Taht örneklerinde, Hur ve Köseadağı örneklerinden farklı olarak, üst kabuk katkısı daha sınırlı olarak görülmektedir.

Ayrıca Şekil 47'deki ana oksitler kullanılarak hazırlanmış olan ayırım diyagramında örneklerin az da olsa farklı dağılım sergilemeleri bu ana oksitlerin ayrışma ve benzeri sedimanter olaylardan etkilenmesinden kaynaklanmaktadır. Th'a karşı Sc kullanılarak hazırlanan diyagram bu elementlerin harketsiz olmalarında dolayı daha doğru sonuçlar vermektedir.

#### 4.2. Ayrışma

Kırıntılı kayaçların kimyasal bileşimleri çökelme öncesi ve sonrası kimyasal ayrışmaya maruz kalan ilksel mineralojileri hakkında da bilgi verirler (Nesbitt ve Young, 1984). Kaynak alandaki ayrışma derecesine bağlı olarak kırıntılı tortul kayaçlardaki alkali ve alkali toprak elementlerin içeriği büyük ölçüde etkilenmektedir (Nesbitt vd., 1980; Schau ve Henderson, 1983; Reimer, 1985). Bir çok araştırmacı (Button ve Tyler, 1979; Nesbitt vd., 1980; Condie vd., 1992), ayrışma sırasında Al, K, Mg, Cs, Rb ve Ba'un ayrışma profilinde kaldıklarını, daha küçük iyon yarıçaplarına sahip olan Na, Ca ve Sr'un çözülmüş iyonlar halinde hızlıca yıkanarak uzaklaştıklarına dikkat çekmişlerdir. Uzaklaşan element miktarı ayrışma süresi ile doğru orantılıdır (Condie vd., 1992). Bu gibi kimyasal değişimler tortul kayıtlara taşınmış olabilir ve bu kayıtlar kaynak alandaki ayrışma şartlarını belirleyebilmemiz açısından önemli bilgiler sağlarlar (Nesbitt ve Young, 1982; Wronkiewicz ve Condie, 1987; Fedo vd., 1996).

Kaynak alan durumundaki kayaçların ayrışma derecesi kimyasal alterasyon indeksi (CIA-Chemical Index of Alteration) ile hesaplanabilmektedir (Nesbitt ve Young, 1982). Bu indeks aşağıdaki eşitlikte gösterilen moleküler oranlar kullanılarak hesaplanmaktadır;

$$CIA=[Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO^*+Na_2O+K_2O)]x100$$

Eşitlikteki CaO\* kırıntılı kayacın silikat minerallerinden ileri gelen CaO miktarını temsil etmektedir. Bu nedenle, karbonat çimento gibi sisteme daha sonradan dahil olan bileşenlerin kayaçların tüm kayaç jeokimyası üzerindeki etkisini azaltmak için, analiz edilen örneklerin karbonat çimento içermemelerine özen gösterilmiştir. Nitekim analiz edilen örneklerin genel olarak 3'ten küçük CaO içerikleri ve 5'ten küçük ateşte kayıp değerleri (LOI), analiz edilen örneklerdeki CaO içeriklerinin silikat fazlarından ileri gelen değerler olduğunu göstermektedir. CIA değerleri ayrışmamış kaynak alanlarda 50, çok ayrışmış kaynak alanı temsil eden örneklerde ise 100'e yaklaşma eğilimindedirler (Nesbitt ve Young, 1982).

Hur ve Köseadağı ölçülü stratigrafi kesitlerinden alınan örnekler için hesaplanan CIA değerlerinin ortalaması sırasıyla 61 ve 63 olup, 54.3-64.9 ve 58.9-67.8 arasında değişmektedir (Tablo 5 ve 6). Köseadağı kesitine ait K1 örneğindeki 78.5 gibi oldukça yüksek CIA değeri, kayacın Al silikat minerali olan muskoviti oldukça yüksek oranda içermesinden kaynaklanmaktadır. Taht kesitinde ise CIA değerlerinin ortalaması 66 olup, 60.3-77.8 arasında değişmektedir (Tablo 9).

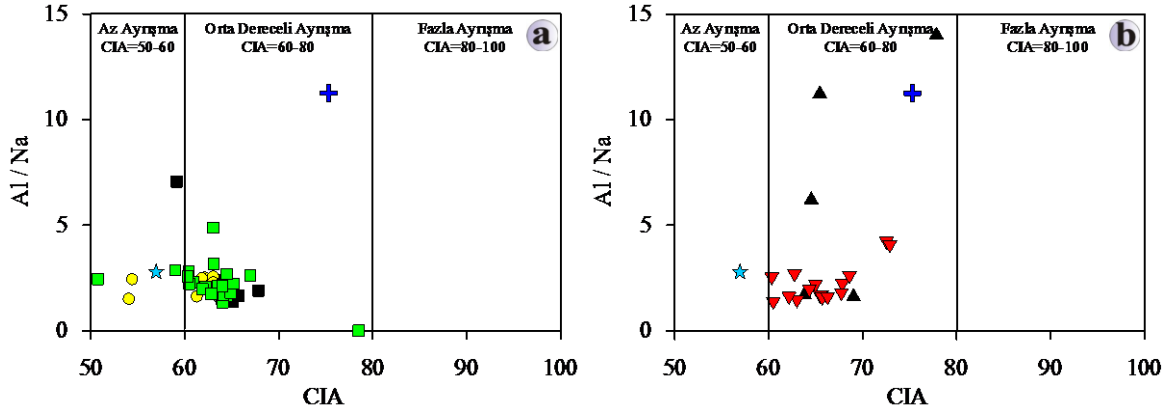
Şekil 49a ve 49b'de Al/Na oranına karşı CIA değerleri ile oluşturulan diyagramlar görülmektedir (Serveraj ve Arthur, 2006). Diyagramlarda da açıkça görüldüğü üzere, Hur ve Köseadağı örneklerinin (Şekil 49a) birkaçı az ayrışmış kırıntılı kayaçları temsil eden alanda, büyük çoğunluğu ise orta derecede ayrışmış kayaları temsil eden alanda toplanmaktadır. Buna karşılık Taht örneklerinin tamamı PAAS ile birlikte orta dereceli ayrışma alanının düşük dereceli tarafından yüksek dereceli tarafına doğru yönseme göstermektedirler. Şeyl örneklerinde ise düşey yönde bir yönseme söz konusudur. Al ayrışma sırasında profilde kalan bir element olduğundan bazı şeyl örneklerdeki yüksek Al/Na oranı, ayrışma profilinde uzun süre kalan ince taneli kırıntılıların bu örneklerdeki birikimi anlamına gelmektedir. Kumtaşlarındaki Al/Na oranının şeyllere göre oldukça düşük ve yatay dağılım sergilemesi bu örnekleri oluşturan bileşenlerin ayrışma profilinde uzun bir süre beklemeden havzaya taşındıklarına işaret etmektedir (Şekil 49b).

Ayrıca kimyasal ayrışmanın şiddeti kimyasal ayrışma indeksi (CIW-Chemical Index of Weathering; Harnois, 1988) ve plajiyoklas alterasyon indeksi (PIA-Plagioclase Index of Alteration; Fedo vd., 1995) ile de ortaya koyulmaktadır. Kimyasal ayrışma indeksi (CIW) aşağıdaki formülle ifade edilmektedir.

$$CIW = \frac{Al_2O_3}{(Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O)} \times 100$$

CIW indeksi moleküler oranlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Formülden de görüldüğü üzere K<sub>2</sub>O kullanılmadığından bu ayrışma indeksi K-metasomatizmasının etkisini ortadan kaldırmaktadır. Fakat CIW ayrışma yoğunluğunun bir fonksiyonu olduğu kadar, kaynak kaya bileşiminin de bir fonksiyonu olduğundan temel (kaynak) kayaçlarının bileşimsel olarak büyük değişkenlik gösterdiği durumlarda kullanılamaz (Fedo vd., 1995).

Hur kesiti boyunca alınan örneklerin CIW değerleri 56.2-75 arasında olup ortalaması 67'dir (Tablo 5). Köseadağı kesitinde ise bu değerler 69 ortalama ile 53.8-75.6 arasında değişmektedir (Tablo 7). Taht kesiti örnekleri için bu aralık 63.3-89.3 şeklinde olup, ortalaması 70 dir (Tablo 9).



Şekil 49. a) Hur ve Kösedagi kesitlerine ait örneklerin, b) Taht kesitine ait örneklerin Al/Na oranına karşı kimyasal alterasyon indeksi (CIA) diyagramı (Servaraj ve Arthur, 2006; ●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Kösedagi şeyl, ■: Kösedagi kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).

CIW indeksi ile hesaplanan kimyasal ayrışma değerleri CIA değerleri ile uyumludur. CIA'ne göre görece olarak yüksek değerler  $K_2O$  in bu hesaplamada ihmal edilmesinden ileri gelmektedir.

Plajiyoklas alterasyon indeksi (PIA) plajiyoklasların alterasyonunu göstermesi açısından kullanışlı diğer bir indekstir (Fedo vd., 1995).

$$PIA = \frac{(Al_2O_3 - K_2O)}{(Al_2O_3 + CaO^* + Na_2O - K_2O)} \times 100$$

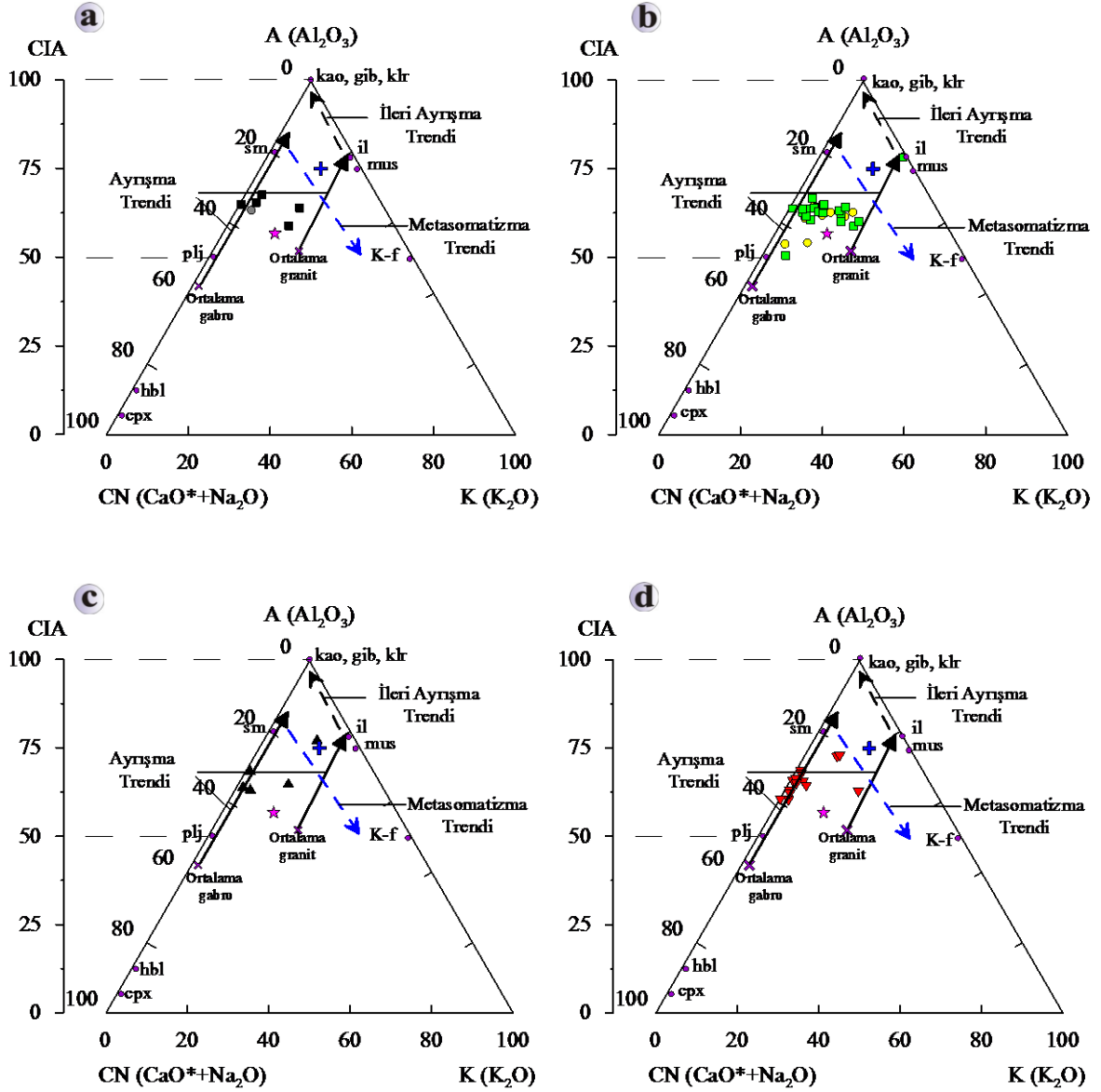
Formülde moleküler oranları kullanılmıştır ve  $CaO^*$  değeri sadece silikat minerallerinden ileri gelen  $CaO$  değerini temsil etmektedir. Maksimum PIA değeri 100 olup (kaolinit, gipsit), ayrışmamış plajiyoklas değeri ise 50'dir. Şenköy Formasyonu'nun Hur, Kösedagi ve Taht kesitlerine ait örneklerin PIA değerleri sırasıyla 54.3-69.1 (ortalama 63), 50.8-70.3 (ortalama 66) ve 60.5-87.5 (ortalama 68) arasında değişmekte olup, CIA değerlerine benzemektedirler.

PAAS'ın CIA değeri (75.30) ile karşılaştırıldığında bütün şeyl ve kumtaşı örneklerinin ortalama CIA değerleri daha düşüktür ve daha az ayrışmış bir kaynağa işaret etmektedir. PAAS ile karşılaştırıldığında örneklerin  $CaO$  ve  $Na_2O$  değerleri belirgin şekilde zenginleşmiş,  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ , Sr, Ba ve Cs içerikleri ise tüketilmiştir.  $Al_2O_3$  ve  $K_2O$  değerlerinin PAAS'a göre tüketilmiş olması örnekleri oluşturan bileşenlerin ayrışma profilinde PAAS'ı oluşturanlara göre daha az kaldıklarını göstermektedir. Aynı şekilde  $CaO$  ve  $Na_2O$  ayrışma sırasında çözülmüş iyonlar halinde ayrışma profilinden uzaklaştırılabildikleri için PAAS'a göre zenginleşmiş olmaları, yukarıda elde edilen sonuçla uyumludur.

Birçok araştırmacı kimyasal ayrışma yönsemelerini sayısal olarak karşılaştırmak yerine  $Al_2O_3-(CaO^*+Na_2O)-K_2O-K_2O$  (A-CN-K) üçgen diyagramını kullanmayı tercih etmiştir (Nesbitt ve Young, 1984, 1989; Roddaz vd., 2006). A-CN-K üçgen diyagramı ana elementlerin çökeltme sonrası metasomatik değişimlerini göstermek için de kullanılabilir (Fedo vd., 1995). A-CN-K üçgen diyagramında dikey uzunluk ( $Al_2O_3$ ) CIA değerine karşılık gelmektedir (Nesbitt ve Young, 1982). Ortalama şeyl bileşimi için CIA değeri 70-75 olup, bu değerler muskovit, illit ve simektit bileşimini yansıtmaktadır. Yoğun bir kimyasal ayrışmaya maruz kalmış kayaçların CIA değerleri 100'e yakındır. Mineralojik bileşimleri ise kaolinit ve gibsite doğru bir trend gösterme eğilimindedirler. Ayrışmaya uğramamış taze kayaçlar için CIA değeri ise 50'dir.

Hur, Köseadağı ve Taht kesitlerine ait kumtaşı ve şeyl örnekleri, petrografik gözlemlerde de bahsedilen bazik volkanik kayaç parçaları ve mafik mineralleri (kaynak alandaki mafik kayaçlar) temsil eden ortalama gabro ile granitik kayaçlardan gelen feldispat, kuvars gibi mineral ve felsik kayaç parçaları (kaynak alandaki felsik kayaçlar) temsil eden ortalama granit bileşiminin arasında yer alarak petrografik gözlemleri doğrular nitelikte yönsemeler sunmuşlardır.

Hur kesitine ait şeyl ve kumtaşları ayrışma trendine yarı paralel bir trend sunmaktadırlar (Şekil 50a ve 50b). Bu yönsemenin illite doğru olması, bu kesitteki kumtaşlarının kaynak alan bileşenlerinde illitleşme şeklinde bir ayrışmaya işaret etmektedir. Benzer şekilde bir ayrışma trendi Taht kesitine ait şey ve kumtaşlarında da gözlenmektedir (Şekil 50c ve 50d). Ancak özellikle Köseadağı kumtaşı ve şeylleri, Hur ve Taht örneklerinden belirgin bir şekilde ayrılmakta ve K-metasomatizma trendine yarı paralel bir şekilde  $K_2O$  köşesine doğru bir yönseme sunmaktadırlar. Bu durum bu kesitteki örnekler üzerinde çökeldikten sonraki bir magmatik faaliyete bağlı olarak metasomatize olmuş olabileceklerine işaret etmektedir.



Şekil 50. a-b) Hür ve Köseadağı, c-d) Taht örneklerine ait  $Al_2O_3$ -( $CaO^*+Na_2O$ )- $K_2O$  (A-CN-K) diyagramı (Nesbitt ve Young, 1984). kao: kaolinit, gib: gipsit, klr: klorit, il: illit, mus: muskovit, sm: simektit, K-f: K-feldispat, hbl: hornblend, cpx: klinopiroksen (●: Hür şeyl, ●: Hür kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ☆: UC, +: PAAS).

### 4.3. Tektonik Ortam

Eski sedimanter havzaların plaka tektoniğine göre konumları, ana ve iz elementlere ait ikili veya çoklu diyagramlar kullanılarak başarıyla ayırt edilebilmektedir (Bhatia ve Crook, 1986; Roser ve Korsch, 1986; Condie ve Wronkiewicz, 1990). Diyagramların bazıları plaka tektoniğindeki bazı özel tektonik ortamlarla ilgili çok belirleyici olmamakla

birlikte, genel olarak kumtaşlarındaki jeokimyasal olaylar ile tektonik ortamları arasında bir ilişki kurulabilmektedir.

Kaynak alandan gelen malzemeyi homojen olarak içermesinden dolayı birçok araştırmacı şeyllerin iz element jeokimyasaları kaynak alanlarının ve tektonik ortamlarının göstergesi durumunda olduğunu ileri sürmüştür (Taylor ve McLennan, 1985). Yine birçok araştırmacı bu düşünceden hareketle kumtaşları ve özellikle de şeyllerin ana ve iz element jeokimyasını kullanarak onların kaynak alanları ile tektonik ortamları arasındaki ilişkiyi ortaya koymaya çalışmıştır (Bhatia ve Crook, 1986; Nelson ve DePaolo, 1988; Condie ve Wronkiewicz, 1990; Murray vd., 1990; Floyd, 1991).

Kumtaşı ve şeyllerin tektonik ortamlarını ayırmada en yaygın olarak kullanılan diyagramlardan biri  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranının kullanıldığı değişim diyagramıdır (Roser ve Korsch, 1986). Kumtaşlarının  $\text{SiO}_2$  içeriği taşınma mesafesine ve süresine bağlı olarak önemli oranlarda değişebildiğinden,  $\text{SiO}_2$  eksenine, sağ tarafa doğru gidildikçe kumtaşlarının artan olgunlaşma derecesini yansıtmaktadır.  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranı ise alkali feldispat ve biyotit gibi fiziksel ve kimyasal olarak hızlı bir şekilde ayrışabilen ve bu nedenle taşınma olayları sırasında diğer bileşenlerden yıkanma yolu ile ayrılabilme derecesini temsil etmektedir. Hur, Köseadağı ve Taht ölçülü stratigrafik kesitlerinden derlenen örnekler bu diyagrama aktarıldığında, Hur ve Köseadağı kesitlerine ait kumtaşlarının ada yayı ve aktif kıtasal kenar alanlarına düştüğü görülmektedir (Şekil 51a). Taht kesitine ait kumtaşları da aynı alanlara düşmekle birlikte, üç örnek göreceli olarak yüksek  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranları ile pasif kıtasal kenar ortamına düşmektedir (Şekil 51b). Diyagramda gözlenen önemli özelliklerden biri de, kırıntılı kayaçların tane boyu küçüldükçe aktif kıtasal kenar ve hatta pasif kenar alanına doğru gitme eğilimi göstermeleridir. Bu durum tane boyu değişiminin kayaçların kimyasal bileşimi üzerindeki etkisine örnek olarak verilebilir. Roser ve Korsch (1985), grovakların ve arjilitlerin, modal ve kimyasal bileşimlerinin yüksek derecede tane boyu ile kontrol edildiğini ispatlamışlardır. Yani kumtaşlarından arjilitlere doğru ortalama tane boyu azalmakta, modal kuvars, feldispat ve litik parçaların bollukları azalmakta ve bunlarla uyumlu olarak modal matriks ve fillosilikatlar artmaktadır. Bu da kimyasal bileşimi çok fazla etkilemektedir. Kumtaşlarından arjilitlere doğru  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  azalmakta,  $\text{K}_2\text{O}$  ise artmaktadır. Bu değişimler  $\text{SiO}_2$ 'nin azalmasıyla  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranının artmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan, Köseadağı kesitine ait K1 örneğinin 115 gibi oldukça yüksek  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  oranı, yüksek orandaki muskovit, buna karşılık son derece düşük plajiyoklas

içeriğinden ileri gelmektedir. Taban konglomerası düzeyinden alınan bu örnek havza dışında kalan kaynak alandan ziyade su altında temel kayalarını (granit ve metamorfitle) temsil etmektedir.

Yine Bhatia (1983) tarafından  $Fe_2O_3^*+MgO$ ,  $TiO_2$  ve  $Al_2O_3/SiO_2$  gibi ana elementler kullanılarak oluşturulan tektonik ortam ayırım diyagramlarında (Şekil 52 ve 53), Hur, Köseadağı ve Taht ölçülü stratigrafik kesitlerine ait kumtaşları geniş bir aralıkta dağılım sergilemektedirler. Bu nedenle okyanusal yay, kıtasal yay, aktif kıtasal kenar ve pasif kıtasal kenar tektonik ortamları gibi çok farklı tektonik ortamlara düşmektedirler. Köseadağı kesitine ait şeyller ise kumtaşlarının aksine pasif kenar ve aktif kıtasal kenar ortamlarının geçiş bölgesinde toplanmaktadır. Hur kesitine ait olan ince taneli kayaç bazik-ortaç tuf bileşiminde olduğundan okyanusal yay ortamına düşmekte ve Köseadağı kesitine ait olanlardan tamamen ayrılmaktadır (Şekil 52a). Taht kesitine ait şeyller ise kumtaşlarına benzer şekilde ikiden fazla tektonik ortama düşmektedirler. Bhatia (1983)'nin diyagramı oluştururken kullandığı parametreler ile çalışılan istiflerdeki kumtaşı örneklerine ait parametreler Tablo 10'da verilmiştir.

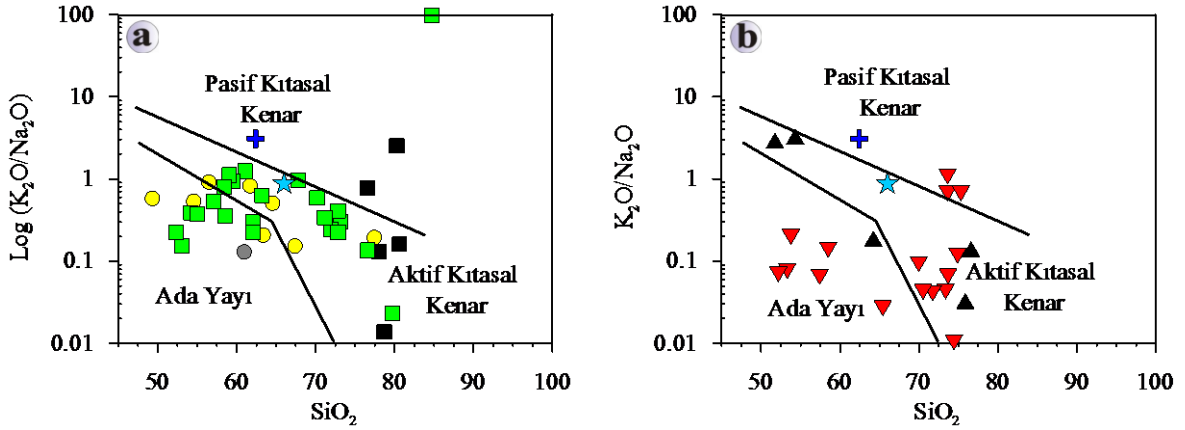
Tablo 10. Kumtaşlarına ait farklı tektonik ortamların jeokimyasal parametreleri.

	$Fe_2O_3^*+MgO$	$TiO_2$	$Al_2O_3/SiO_2$	$K_2O/Na_2O$	$Al_2O_3/CaO+Na_2O$	$SiO_2$
<b>Okyanusul Ada Yayı</b>	8-14 (11.73) <sup>a</sup>	0.8-1.4 (1.06)	0.24-0.33 (0.29)	0.2-0.4 (0.39)	(1.72)	(58.83)
<b>Kıtasal Ada Yayı</b>	5-8 (6.79)	0.5-0.7 (0.64)	0.15-0.22 (0.20)	0.4-0.8 (0.61)	(2.42)	(70.69)
<b>Aktif Kıtasal Kenar</b>	2-5 (4.63)	0.25-0.45 (0.46)	(0.18)	(0.99)	(2.56)	(73.86)
<b>Pasif Kenar</b>	(2.89)	Tüketilmiş	(0.10)	(1.60)	(4.15)	(81.95)
<b>Hur Kumtaşı</b>	(8.35)	(0.65)	(0.25)	(0.49)	(2.12)	(61.84)
<b>Köseadağı Kumtaşı</b>	(7.85)	(0.62)	(0.23)	(0.48)	(2.26)	(64.18)
<b>Taht Kumtaşı</b>	(6.47)	(0.55)	(0.23)	(0.21)	(2.29)	(66.97)

Tektonik ortamlara ait jeokimyasal parametreler Bhatia (1983)'dan alınmıştır.

<sup>a</sup> Ortalama değerler parantez içinde verilmiştir.

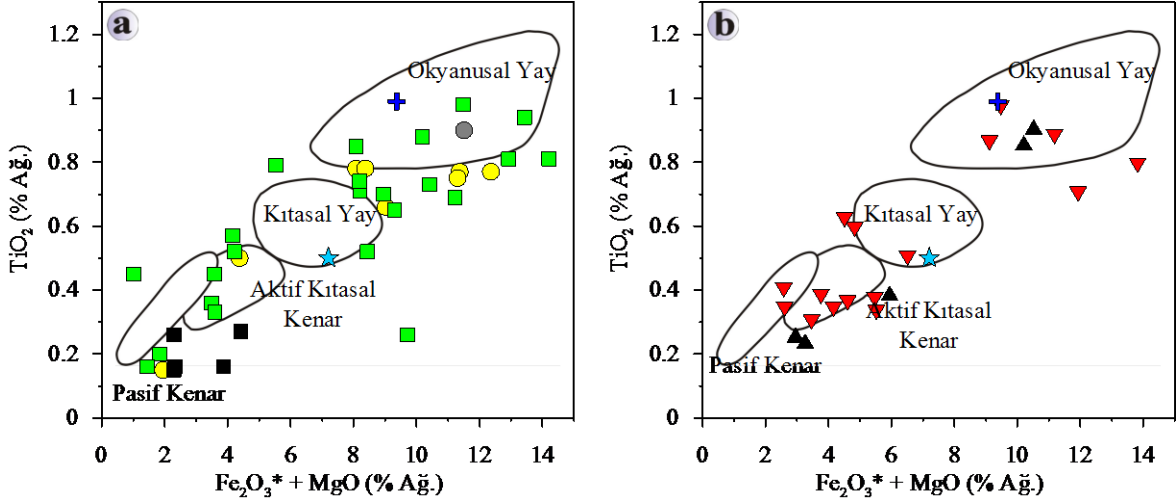




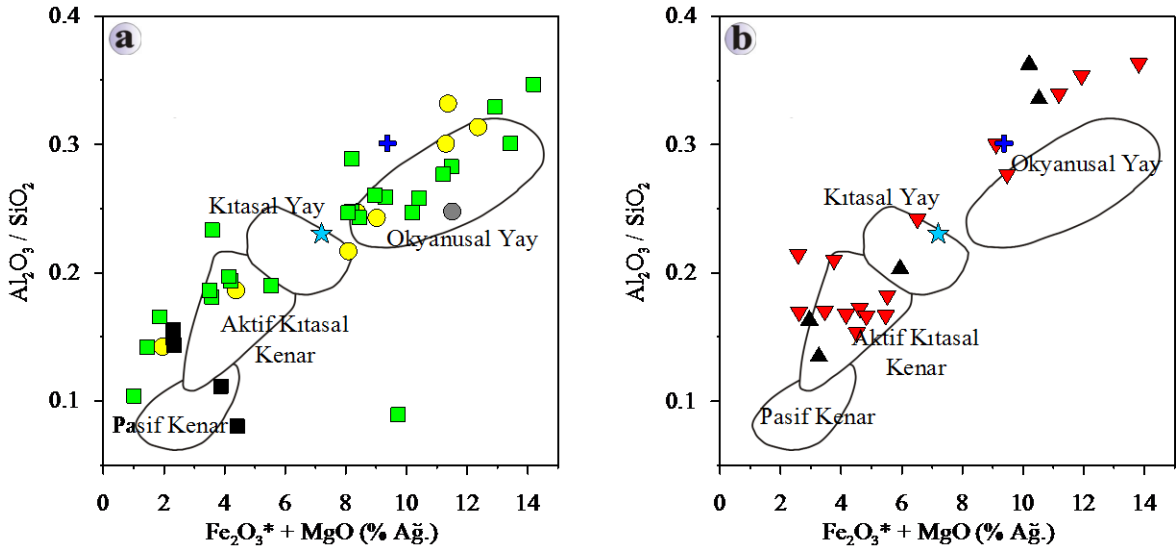
Şekil 51. Şenköy Formasyonu a) Hur ve Köseadağı, b) Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinin  $\log(K_2O/Na_2O)$ 'e karşı  $SiO_2$  (% ağırlık) kullanılarak oluşturulan tektonik ayırım diyagramı (Roser ve Korsch, 1985; ●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).

Uyumsuz elementlerden Th ve Zr/10'a karşı uyumlu elementler olan Sc veya Co'dan birinin ve yine benzer bir anlayışla La ve Th'a karşı Sc'un kullanılması ile oluşturulan üçgen tektonik ortam ayırım diyagramları Şekil 54, 55 ve 56'da verilmiştir (Bhatia ve Crook, 1986). Bu diyagramlarda Th-Zr/10 ve La-Th eksenleri felsik bileşenleri, Sc köşesi ise mafik bileşenlerin katkı oranını temsil etmektedir. Diyagramlarda da görüldüğü üzere kumtaşları mafik bileşen (Sc) köşesinden felsik eksenlere (Th-Zr/10 ve La-Th) doğru yaklaşık doğrusal bir yönseme göstermektedirler. Kumtaşı ve şeyllerin bu diyagramlarda da genel olarak ikiden fazla tektonik ortama dağılımları, ana elementlere göre elde edilen sonuçlar ile uyumludur.

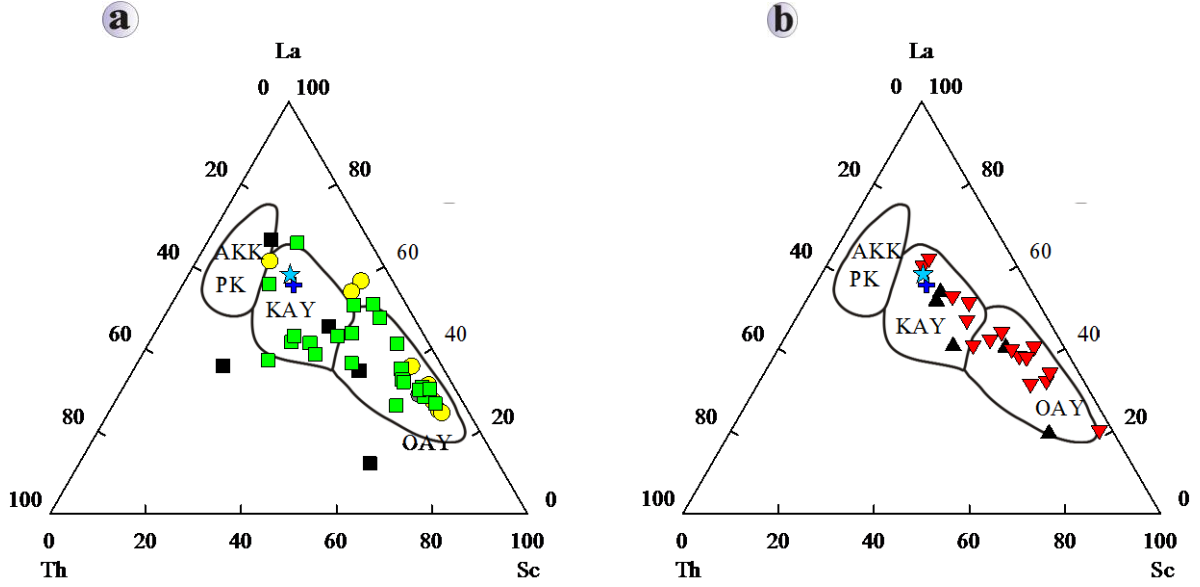
Kırıntılı kayaçlar için oluşturulan tektonik ortam diyagramların marjinal havza gibi tektonik ortamlar için ayırtman olmadığı daha önce belirtilmişti. Jura yaşlı kırıntılı kayaçların kullanılan bütün diyagramlarda belirgin bir ortamda toplanmaktan ziyade üç ve hatta dört farklı tektonik ortam alanlarına düşmeleri, Doğu Karadeniz Jura havzalarının tektonik ortam diyagramları oluşturulurken göz önünde bulundurulmayan tektonik ortamlardan bir tanesine karşılık gelebileceğine işaret edebilir. Nitekim bu diyagramlarda okyanusal kabuğun yitimi sırasında üzerleyen kabuğun arka tarafında açılan kenar havzalar (marginal havzalar) yer almamaktadır. Yitimle ilişkili kenar havzalar yapısal olarak pasif kenar havzalara benzemekle birlikte, kenarlardan birinde meydana gelen magmatizma nedeni ile onlardan ayrılmaktadırlar.



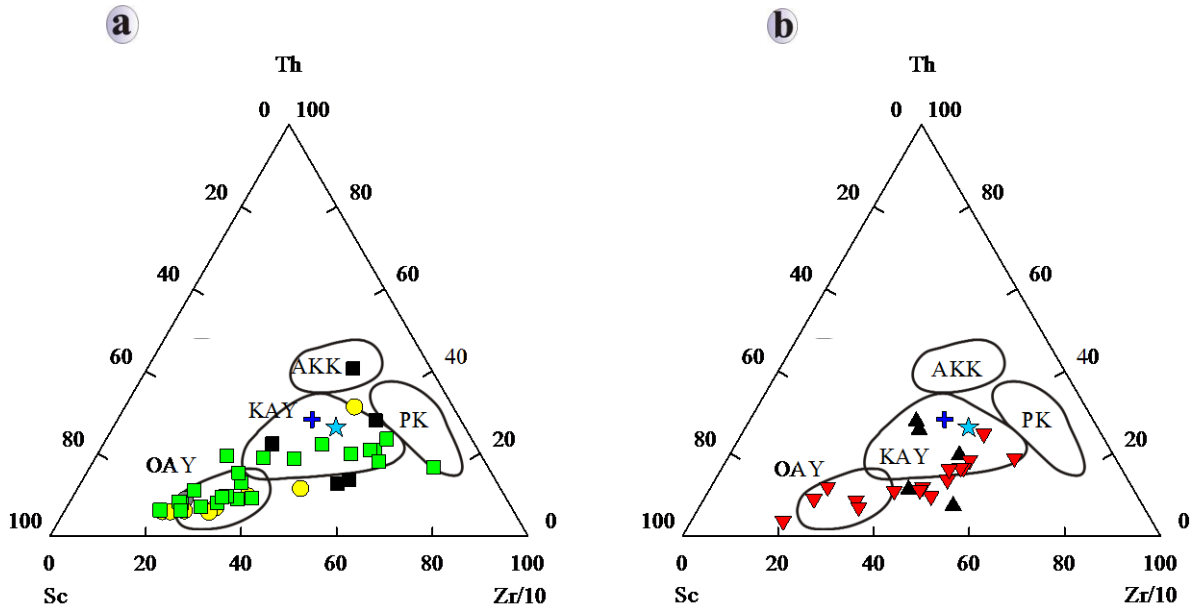
Şekil 52. Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait kırıntılıların  $\text{TiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Fe}_2\text{O}_3^* + \text{MgO}$  (% Ağ.) ile oluşturulan tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia, 1983; ●: Hur şeyl, ○: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



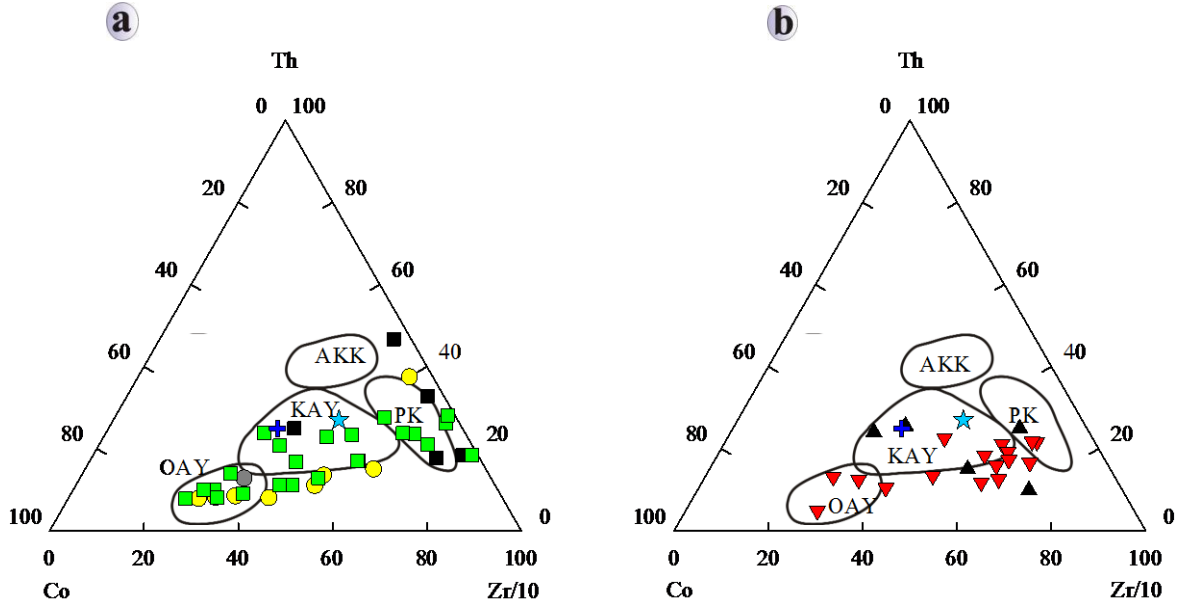
Şekil 53. Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait kırıntılıların  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ 'ye karşı  $\text{Fe}_2\text{O}_3^* + \text{MgO}$  (% Ağ.) ile oluşturulan tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia, 1983; ●: Hur şeyl, ○: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 54. Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait örneklerin La-Th-Sc tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia ve Crook, 1986). AKK: Aktif Kıtasal Kenar, PK: Pasif Kenar, KAY: Kıtasal Ada Yayı, OAY: Okyanusal Ada Yayı (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



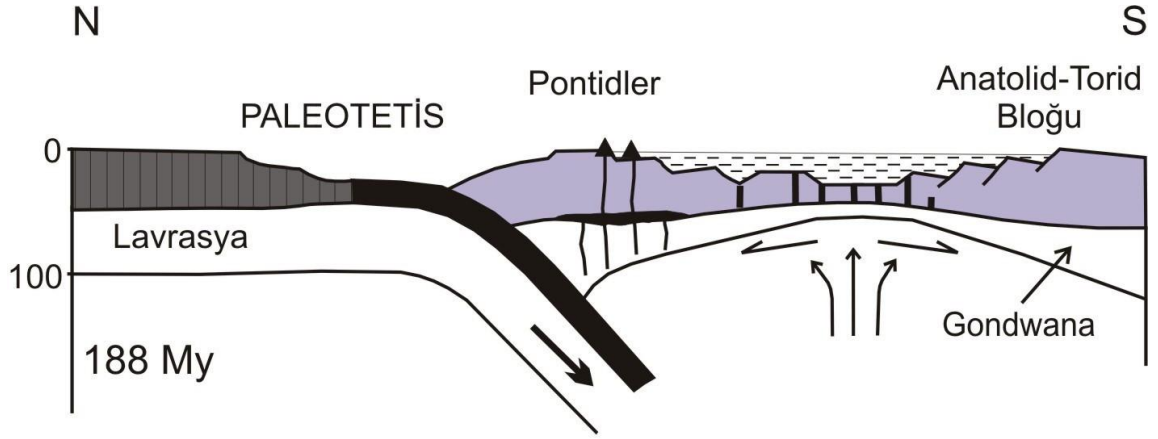
Şekil 55. Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait örneklerin Th-Sc-Zr/10 tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia ve Crook, 1986). AKK: Aktif Kıtasal Kenar, PK: Pasif Kenar KAY: Kıtasal Ada Yayı, OAY: Okyanusal Ada Yayı (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).



Şekil 56. Şenköy Formasyonu a) Hur ve köseadağı, b) Taht kesitine ait örneklerin Th-Co-Zr/10 tektonik ayırım diyagramındaki dağılımları (Bhatia ve Crook, 1986). AKK: Aktif Kıtasal Kenar, PK: Pasif Kenar, KAY: Kıtasal Ada Yayı, OAY: Okyanusal Ada Yayı (●: Hur şeyl, ●: Hur kumtaşı, ■: Köseadağı şeyl, ■: Köseadağı kumtaşı, ▲: Taht şeyl, ▼: Taht kumtaşı, ★: UC, +: PAAS).

Bu yönü ile marjinal havzalar aktif kenar havzaları ile pasif kenar havzalar arasında geçiş niteliğindeki bir havza konumunda bulunmaktadır.

Bu durum doğal olarak sedimantasyonu da etkilemektedir. Eğer Doğu Karadeniz Jura havzaları pasif kenar niteliğinde olsalardı, kırıntılı tortul kayaçları büyük bir olasılıkla bu diyagramlarda pasif kenar alanında toplanacaktı. Uç bileşen olarak pasif kenar alanına işaret eden bazı örneklerdeki yüksek  $K_2O$ , Th, Zr ve La gibi felsik bileşen içerikleri de bu öngörüğü desteklemektedir. Ölçülü stratigrafik kesitlerin çıkarılması sırasında istifi kesen küçük bazik sokulumların gözlenmesi yanında, mikroskobik incelemeler sırasında bazı kumtaşlarının içerisinde bol miktarda piroksen, amfibol ve bazik kayaç parçalarının gözlenmesi, sedimantasyon sırasında aktif bir volkanizmanın varlığına işaret etmektedir. Sedimantasyon sırasında havzaya yay veya yay içi bazik magmatizmadan bileşenlerin de eklenmesi, Erken-Orta Jura kırıntılılarının tektonik ortam diyagramlarında geniş bir aralıkta dağılım sergilemelerine yol açmış görünmektedir. Türkiye'nin tektonik gelişimi ile ilgili iki farklı model öne çıkmaktadır.



Şekil 57. Erken-Orta Jura döneminde Pontidlerin konumunu gösteren jeodinamik model.

Adamia vd. (1982), Robertson ve Dixon (1984), Robinson vd., (1995) ve Okay ve Şahintürk, (1997), Okay vd. (2006) tarafından ileri sürülen yitim modelinde, Paleotetis, Anadolu-Torid Bloğu ile Pontidler arasında yerleştirilmekte ve Geç Paleozoyik'ten Paleosen'e kadar olan kuzeye yönlü bir yitimle kapatılmaktadır. Bu modele göre çalışılan Erken Jura havzaları aktif kıtasal kenar havza konumunda olmaktadır. Ancak çalışılan kumtaşı ve şeyller tektonik ortam diyagramlarında da görüldüğü üzere aktif kıtasal kenar ortamını seçici bir şekilde tanımlanamamaktadır. Şengör vd. (1980), Şengör ve Yılmaz (1981) ve Yılmaz vd. (1997) tarafında ileri sürülen yitim modelinde ise Paleotetis Okyanusu Geç Paleozoyik'te Pontidler'in kuzeyine yerleştirilmektedir. Bunlara göre Paleotetisin Geç Paleozoyik-Erken Jura süresince güneye Pontidler'in altına doğru yitimi, Erken Jura'da Pontidleri Gondwana'nın kuzeyinden (Kimmeriyen Kıtası) kopararak Pontidler'in güneyinde (Pontidler ile Gondwana arasında) kenar veya yay gerisi havza şeklinde Neotetisin açılmasını sonuçlamıştır (Şekil 57). Çalışılan Erken Jura havzaları bu modele göre yitimle ilişkili magmatik yayılım güneyindeki pasif kenarda konumlanmaktadır. Riftleşen temel kayalarından (metamorfikler ve granitler) yay gerisi havzaya gelen malzeme pasif kenar niteliğinde bir tektonik ortamı tanımlarken, o sırada aktif olan volkanizmadan gelen bileşenler ise ada yayı veya kıtasal yay ortamını tanımlamaktadır. Bu ortamlar ise kumtaşlarının tektonik ortam diyagramlarında iki zıt kutupta yer almaktadır. Her iki kutup ya da uca ait bileşenlerin farklı oranlarda karışması bu uçlar arasında değişen bir dağılım sergilemesi olağan bir durum gibi görünmektedir. Sonuç olarak kumtaşı ve şeyllerin tektonik ortam diyagramlarında yukarıda ifade edilen ortamların hepsine işaret eden bir dağılım sergilemesi Erken Jura'da açılmaya başlayan bir kenar havzada çökmiş olabileceklerini göstermektedir.

## 5. SONUÇLAR

Gümüşhane ve Bayburt yakın yörelerinde geniş alanlarda yüzlek veren Erken-Orta Jura yaşlı kırıntılı kayaçların jeokimyasal özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir.

1. Şenköy Formasyonu'ndan ölçülen stratigrafik kesitlerin büyük kalınlık farklılıkları sunması (Hur kesiti 190 m, Köseadağı kesiti 1400 m ve Taht kesiti 940 m) Erken Jura'da çökme ortamının horst-graben topografyası sunduğuna işaret etmektedir. Ayrıca, ölçülen kesitlerin değişik seviyelerinde izlenen neptüniyen dayklar da Erken Jura'dan itibaren çökme ortamının gerilme rejimin etkisinde kaldığının verisi olarak değerlendirilebilir.

2. Kumtaşlarında, alkali feldspat, kuvars ve felsik kayaç parçası gibi felsik kaynağı işaret eden bileşenlerin yanı sıra piroksen, amfibol ve mafik kayaç parçaları gibi mafik kökeni işaret eden bileşenler de önemli oranlarda bulunmaktadır. Bazı mafik kayaç parçalarının diğerlerine göre çok daha az ayrılmış olması ve Erken Jura'daki yay volkanizması dikkate alındığında, mafik bileşenlerin bir kısmının tortulaşma ile eş yaşlı bu volkanizmadan gelebilme ihtimalini ortaya koymaktadır. Bu durum kaynak alan konumundaki Jura öncesi yaşlı kıtasal kabuğun aşındırılan kısmının litolojik içeriğinin doğru olarak tahmin edilebilmesinde dikkat edilmesi gereken önemli bir etkidir.

3. Petrografik gözlemlerle uyumlu olarak örneklerin jeokimyasal bileşimleri de farklı kaynaklara işaret etmektedir. Th'a karşı Sc kullanılarak oluşturulan ikili değişim diyagramlarında Hur ve Köseadağı kesitlerine ait kumtaşı ve şeyl örnekleri daha çok mafik bir kaynaktan beslenmiş olmakla birlikte, kıtasal ve ortaç kaynak alanların katkısı da belirgin şekilde mevcuttur. Taht kesitine ait kumtaşı ve şeyl örneklerinde ise daha çok mafik kaynak ve daha az oranda da ortaç kaynak alanların etkisi görülmektedir. Benzer şekilde Hur ve Köseadağı kesitlerine ait örnekler manto kaynaklı kayaçların alanından üst kıtasal kabuk alanına doğru geçiş yapan geniş bir aralıkta dağılmakta ve kaynak alanında mafik ve felsik kayaçların birlikte yer aldığını göstermektedir. Buna karşın Taht kesitine ait örneklerinin ise daha çok manto alanında toplanarak mafik kaynaktan daha fazla bileşen aldıklarını göstermektedir.

4. Hur, Köseadağı ve Taht ölçülü stratigrafi kesitlerinden alınan örnekler için hesaplanan CIA değerleri sırasıyla ortalama 61, 63 ve 66 olup, orta derecede bir alterasyona maruz kaldıklarını göstermektedir. Ayrıca Taht kesitine ait örneklerin diğer kesitlere oranla daha yüksek CIA değerleri kaynak alandaki kayaların daha yavaş bir erozyon sonucu ayrışarak çökelme havzasına taşınması sonucu oluştuğuna işaret etmektedir.

5. Jeokimyasal veriler kullanılarak hazırlanan tektonik ortam ayırım diyagramlarında Hur, Köseadağı ve Taht ölçülü stratigrafik kesitlerine ait örnekler okyanusal yay, kıtasal yay, aktif kıtasal kenar ve pasif kıtasal kenar tektonik ortamları gibi geniş bir aralıkta çok farklı tektonik ortamlara düşmektedirler. Bu durum Erken-Orta Jura süresince çalışma alanının hem aktif volkanik yaydan ve hem de kıtadan malzeme alabilecek konumda olan yay gerisi havza konumunda olmasından kaynaklanmaktadır.

## 6. KAYNAKLAR

- Adamia, S., Below, A. A., Lordkipanidze, M. B. ve Somin, M. L., 1982. Project No. 51GCP, Correlation of Prevariscan and Variscan Events in the Alpine Mediterranean Mountain Belt: Guide Book for the Field Excursion for the International Working Meeting in the Caucasus, Tblisi., 82 .
- Ağar, Ü., 1977. Demirözü (Bayburt) ve Köse (Kelkit) Bölgesinin Jeolojisi, Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Fakültesi, İstanbul.
- Akdeniz, N., Akçören, F. ve Timur, E., 1994. Aşkale-İspir Arasının Jeolojisi, MTA Genel Müd., Jeoloji Etütler Dairesi Başkanlığı, Rapor No. 9731.
- Aliyazıcıoğlu, İ., 1999. Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelenmesi, Yüksek Lisan Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, 103.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S. ve Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey, Chemi der Erde, 57, 157-187.
- Arslan, M. ve Aliyazıcıoğlu, I., 2001. Geochemical and Petrological Characteristics of the Kale (Gümüşhane) Volcanic Rocks: Implications for the Eocene Evolution of Eastern Pontide Arc Volcanism, Northeast Turkey. International Geology Review, 43, 7, 595–610.
- Bektaş, O., Pelin, S. ve Korkmaz, S., 1984. Doğu Pontid Yay Gerisi Havzasında Manto Yükselimi ve Polijenetik Ofiyolit Olgusu, Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu, 175-189.
- Bektaş, O., 1986. Doğu Pontid Ark-ark Gerisi Bölgelerinde Paleostres Dağılımı ve Çok Safhalı Riftleşme, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, Ankara, 103, 104, 25-39.
- Bektaş, O., Yılmaz, C, Taslı, K., Akdağ, K. ve Özgür, S., 1995. Cretaceous, Rifting of the Eastern Pontide Carbonate Platform (NE Turkey); the Formation of Carbonate Breccias and Türbidites as Evidiance of a Drowned Platform, Giornale di Geologia, 57.
- Bektaş, O., Şen, C, Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N., 1999. Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related Volcanism Towards the Back-Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), Geol. Journal, 34, 95-106.
- Bergougnan, H., 1987. Elides Géologiques Dans l. Anatolien, et M. Curie, Mémoires Des Sciences da la Terre, Doktora Tezi, Université P., Paris, 606.



- Bhatia, M. R., 1983. Plate Tectonics and Geochemical Composition of Sandstones, J. Geol. 91, 611-627.
- Bhatia, M. R. ve Crook, K. A. W., 1986. Trace Element Characteristics of Greywakes and Tectonic Setting Discrimination of Sedimentary Basins, Contrib. Minner. Petrol., 92, 181-193.
- Boynton, W. V., 1984. Cosmochemistry of Rare Earth Elements: Meteorite Studies, In: Henderson, P. Ed., Rare Earth Element Geochemistry, Elsevier, Amsterdam, 63-114.
- Bozkuş, C., 1990. Olur-Kömürlü-Akşar (Erzurum) Arasının Stratigrafik ve Tektonik Özellikleri, C.Ü. Fen-Bil. Ens., Ph. D. Thesis, Sivas, 162.
- Burşuk, A., 1975. Bayburt Yöresinin Mikropaleontolojik ve Stratigrafik İrdelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 196.
- Button, A. ve Tyler, N., 1979. Precambrian Palaeoweathering and Erosion Surfaces in Southern Africa: Review of Their Character and Economic Significance, Res. Unit, Univ. Witwatersrand, Johannesburg, Info. Circ Econ. Geol., 135, 37.
- Condie, K. C. ve Wronkiewicz, D. J., 1990. The Cr/Th Ratio in Precambrian Pelites from the Kaapwal Craton as an Index of Craton Evolution, Earth Planet. Sci. Lett., 97, 256-267.
- Condie, K. C., Noll Jr., P. D. ve Conway, C. M., 1992. Geochemical and Detrital Mode Evidence for two Sources of Early Proterozoic Sedimentary Rocks from the Tonto Basin Supergroup, Central Arizona. Sediment, Geol., 77, 51-76.
- Condie, K. C., Dengate, J. ve Cullers, R. L., 1995. Behavior of Rare Earth Elements in a Paleoweathering Profile on Granodiorite in the Front Range, Colorado, U.S.A., Geochimica et Cosmochimica Acta, 59, 279-294.
- Creaser, R. A., Erdmer, P., Stevens, R. A ve Grant, S. L., 1997. Tectonic Affinity of Nisutlin and Avil Assemblages Strata from the Teslin Tectonic Zone, Northern Canadian Cordillera, Constraints from Neodymium Isotope and Geochemical Evidence. Tectonics, 16, 107-121.
- Cullers, R. L., Barrett, T., Carlson, R. ve Robinson, B., 1987. Rare-Earth Element and Mineralogic Changes in Holocene Soil and Stream Sediment: A Case Study in the Wet Mountains, Colorado, U.S.A., Chem. Geol., 63, 275-297.
- Cullers, R. L., 1994. The controls on the Major and Trace Element Variation of Shales, Siltstones and Sandstones of Pennsylvanian-Permian Age from Uplifted Continental Blocks in Colorado to Platform Sediments in Kansas, U.S.A., Geochim. Cosmochim. Acta 58, 4955-4972.
- Çoğulu, E., 1970. Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İ.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul, 186.

- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronometrik Araştırmalar, İTÜ Yayını, No. 1034, İstanbul.
- Dokuz, A., 2000. Yusufeli (Artvin-Türkiye) Yöresinin Jeolojisi, Jeotektoniği, Magmatik-Metamorfik Kayaçların jeokimyası ve Petrojenezi, Doktora Tezi. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E., 2006. Geochemical Constraints on the Provenance, Mineral Sorting and Subaerial Weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous Clastic Rocks from the Eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences 15, 181–209.
- Dokuz, A., Karşlı, O., Chen, B. ve Uysal, İ., 2010. Sources and Petrogenesis of Jurassic Granitoids in the Yusufeli Area, Northeastern Turkey: Implications for Pre-ve Post-Collisional Lithospheric Thinning of the Eastern Pontides, Tectonophysics 480, 259–279.
- Dokuz, A., 2011. A Slab Detachment and Delamination Model for the Generation of Carboniferous High-Potassium I-Type Magmatism in the Eastern Pontides, NE, Turkey, The Köse Komposite Pluton, Gondwana Research 19, (yayınlanmamış).
- Eren, M., 1983. Gümüşhane Kale Arasının Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Fedo, C. M., Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1995. Unraveling the effects of Potassium Metasomatism in Sedimentary Rocks and Paleosols, With Implications for Paleoweathering Conditions ve Provenance, Geology, 23, 921-924.
- Fedo, C. M., Eriksson, K. A. ve Krogstad, E. J., 1996. Geochemistry of Shales From the Archean (~3.0) Bhuwa Greenstone Belt, Zimbabwe: Implications for Provenance and Source–Area Eathering, Geochim. Cosmochim. Acta, 60, 1751-1763.
- Floyd, P. A., 1991. Rhenohercynian Sandstone Chemistry, in Morton, A. C., Todd, S. P. and Haughton, P. D. W., Eds., Developments in Sedimentary Provenance Studies: Geological Society Special Publication, 57, 173-188.
- Gedik, L., Kırmacı, M. Z., Çapkınoğlu, Ş., Özer, E. ve Eren, M., 1996. Doğu Pontidlerin Jeolojik Evrimi, KTÜ, Jeoloji Müh. Böl. 30. yıl Sempozyumu, Korkmaz, S., ve Akçay, M., KTÜ, Trabzon Bildiriler Kitab-II, 654-677.
- Gedikoğlu, A. Özsayar, T. ve Pelin, S., 1979. The Main Lines of the Geotectonic Evolution of the Eastern Pontids in Mesozoic, Era: Geocom-I, 555-850.
- Görür, N., Şengör, A. M. C., Akkök, R. ve Yılmaz, Y., 1983. Pontidlerde Neo-Tetis'in Kuzey Kolunun Açılmasına İlişkin Sedimantolojik Veriler, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26, 11-20.
- Gürsoy, H., 1989. Kelkit ve Yakın Dolayının Stratigrafisi ve Tektoniği, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

- Gürsoy, H., Öztürk, A. ve İnan, S., 1993. Kelkit (Gümüşhane) ve Yakın Dolayının Tektonostratigrafik Gelişimi, A. Suat Erk Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 53-64.
- Güven, İ. H., 1993. Doğu Pontitler'in 1/250.000 Ölçekli Kompilasyonu, M.T.A., Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Hacıalioğlu, T., 1983. Kale-Vavuk Dağı (Gümüşhane) Arasının Jeolojisi ve Mikrofasies İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 121.
- Harnois, L., 1988. The CIW Index: A New chemical Index of Weathering, Sedimentary Geology, 55, 319–322.
- Herron, M. M., 1988. Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data, J. Sediment. Petrol., 58, 820–829.
- Hoş Çebi, F., 1998. Kelkit-Şiran (Gümüşhane) ve Yusufeli (Artvin) Yöreleri Jura Yaşlı Kömürlerinin İnorganik Jeokimyası, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kandemir, R., 2004. Gümüşhane ve Yakın Yöresindeki Erken-Orta Jura Yaşlı Şenköy Formasyonunun Çökel Özellikleri ve Birikim Koşulları, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kesgin, Y., 1983. Bayburt (Gümüşhane) İlçesi, Akşar Köyü ve Güneybatısının Jeolojik İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Keskin, İ., Korkmaz, S., Gedik, İ., Ateş, M., Gök, L., Küçümen, Ö. ve Erkal, T., 1990. Bayburt Dolayının Jeolojisi, MTA Raporu, Ankara, No. 8995.
- Ketin, İ., 1950. Bayburt Bölgesinin Jeolojisi. MTA Enstitüsü, Derleme, Rapor No. 1949, (yayınlanmamış).
- Ketin, İ., 1951. Bayburt Bölgesinin Jeolojisi, İstanbul.Ü., Fen Fakültesi Mecmuası, İstanbul.
- Ketin, İ., 1966. Türkiye'nin Tektonik Birlikleri, M.T.A. Yayını, Ankara, 66, 20-34.
- Kılıç, N., 2009. Gümüşhane-Bayburt yörelerinde Kretase-Tersiyer Geçişinin Foraminifer ve Sedimentoloji Kayıtları, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z., 1984. Demirözü (Bayburt) Yöresinin Stratigrafisi, Türkiye Jeoloji Bülteni, 5, 107-115.
- McLennan, S. M., Nance, W. B. ve Taylor, S. R., 1980. Rare Earth Element-Thorium Corelation in Sedimentray Rocks, and the Composition of the Continental Crust, Geochim. Cosmochim. Acta, 44, 1833-1839.

- McLennan, S. M., Taylor, S. R. ve Ericksson, K.A., 1983. Geochemistry of Archaean Shales from the Pilbara Supergroup, Western Australia, Geochim. Cosmochim. Acta, 47, 1211–1222.
- McLennan, S. M., 1989. Rare Earth Elements in Sedimentary Rocks: Influence of Provenance and Sedimentary Processes, In: Lipin, B. R., MacKay, G. A. (Eds.), Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements, Miner. Soc. Am., 169–200.
- McLennan, S. M., Taylor, S. R., McCulloch, M. T. ve Maynard, J. B., 1990. Geochemical and Nd-Sr Isotope Composition of Deep Sea Turbidites, Crustal Evolution and Plate Tectonic Associations, Geochimica et Cosmochimica Acta, 54, 2015–2050.
- McLennan, S. M., Hemming, S., McDaniel, D. K. ve Hanson, G. N., 1993. Geochemical Approaches to Sedimentation, Provenance and Tectonics, Geol. Soc. Am. Special Paper, 284, 21–40.
- Murray, R. C., Buchholtz Ten Brink, M. R., Jones, D. L., Gerlach, D. C. ve Russ, G. P., 1990. Rare Earth Elements as Indicators of Different Marine Depositional Environments in Chert and Shale: Geology, 18, 268-271.
- Nelson, B. K. ve DePaolo, D. J., 1988. Comparison of Isotopic and Petrographic Provenance Indicators in Sediments from Tertiary Continental Basins of New Mexico, Journal of Sedimentary Petrology, 58, 348-357.
- Nesbitt, H. W., Marcovics, G. ve Price, R. C., 1980. Chemical Processes Affecting Alkalis and Alkaline Earth During Continental Weathering, Geochim. Cosmochim. Acta, 44, 1649-1666.
- Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1982. Early Proterozoic Climates and Plate Motions Inferred from Major Element Chemistry of Lutites, Nature, 299, 715–717.
- Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1984. Prediction of Some Weathering Trends of Plutonic and Volcanic Rocks Based on Thermodynamic and Kinetic Considerations, Geochimica et Cosmochimica Acta, 48, 1523–1534.
- Nesbitt, H. W. ve Young, G. M., 1989. Formation ve Diagenesis of Weathering Profiles, Journal of Geology, 97, 129–147.
- Okay, A. I. ve Şahintürk, O., 1997. Geology of the Eastern Pontides, In: A. G. Robinson, (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Balack Sea ve Surrounding Region. AAPG Mem, 68, 291-311.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan Stures northern Turkey. In “The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen”. Special Publication, London, Geological Society, 156, 475-515.
- Okay, A. I., Satır, M. ve Siebel, W., 2006. Pre-Alpide Orogenic Events in the Eastern Mediterranean Region. European Lithosphere Dynamics: Geological Society, London, Memoirs, 32, 389–405.

- Özdoğan, K., 1983. Gümüşhane İli-Kale Bucağı Çevresinin Jeolojisi ve Tektoniği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özdoğan, K., 1992. Karadağ (Torul-Gümüşhane) ve Yakın Çevresinin Jeolojisi-Mineraolojisi-Petrografisi ve Maden Zuhurlarının Jenetik İncelenmesi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özer, E., 1983. Bayburt (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi ve Mikrofasiyes İncelemesi, Master Tezi, Karadeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özer, E., 1984. Bayburt Yöresinin Jeolojisi, Trabzon, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Dergisi, 3,1,2, 77-89.
- Özsayar, T., Pelin, S., Gedikoğlu, A., 1981. Doğu Pontidler'de Kretase, Trabzon, K.T.Ü. Dergisi, 1, 2, 65-114.
- Paul, D., White, W. M. ve Turcotte, D. L., 2003. Constraints on the  $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$  ratio ( $K$ ) of the Continental Crust, Geochem. Geophys. Geosyst., 4, 12, 1102.
- Pelin, S., 1977. Alucra (Giresun) Güneydoğu Yöresinin Petrol Olanakları Bakımından İncelenmesi, Doç. Tezi, K.T.Ü. Yer Bilimleri Fakültesi, No: 13, Trabzon.
- Pettijohn, F. J., Potter, P. E. ve Siever, R., 1987. Sand and Sandstone (2nd ed.), Berlin, Heidelberg, NewYork, Springer.
- Reimer, T. O., 1985. Volcanics Rocks and Weathering in the Plaleoproterozoic Witwatersand Supergroup, South Africa, Surv. Finland Bull., 331-33-49.
- Robertson, A. H. F. ve Dixon, J. E., 1984. Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J.E., Robertson, A. H. F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean: Geological Society Special Publication,17, 1-74.
- Robinson, A. G., Banks, C. J., Rutherford, M. M. ve Hirst, J. P. P., 1995. Stratigraphic and Structural Development of the Eastern Pontides, Turkey, Journal of the Geological Society of London 152, 861-872.
- Roddaz, M., Viers, J., Brusset, S., Baby, P., Boucayrand, C. ve Hérail, G., 2006. Controls on Weathering and Provenance in the Amazonian Foreland Basin: Insights From Major and Trace Element Geochemistry of Neogene Amazonian Sediments, Chem. Geol., 226, 31-65.
- Roser, B. P. ve Korsch, R. J., 1985. Plate Tectonics and Geochemical Composition of Sandstones, A Discussion, Journal of Geology, 93, 81-84.
- Roser, B. P. ve Korsch, R. J., 1986. Determination of Tectonic Setting of Sandstone-Mudstone Suits Using  $\text{SiO}_2$  and  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  Ratio. J.Geol., 94, 635-650.

- Roser, B. P. ve Korsch, R. J., 1988. Provenance Signatures of Sandstone-Mudstone Suites Determined Using Discrimination Function Analysis of Major-Element Data, Chem. Geol., 67, 119-139.
- Saydam, Ç., 2002. Doğu Pontidlerde Geç Kretase Yaşlı Kırıntılı Çökellerin Sedimanter Petrografik ve Organik Jeokimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Schau, M. ve Henderson, J. B., 1983. Archean Chemical Weathering at Three Localities on the Canadian Shield, Precamb.Res., 20, 189-224.
- Schilling, J. G., Zajac, M., Evans, R., Johnston, T., White W., Devine, J. D. ve Kingsley, R., 1983. Petrologic and Geochemical Variations Along the Mid-Atlantic Ridge from 27°N to 73°N. American Journal of Science, 283, 510-586.
- Servaraj, K. ve Arthur, C. C., 2006. Moderate Chemical Weathering of Subtropical Taiwan, Constraints From Solid-phase Geochemistry of Sediments and Sedimentary Rocks, J. Geol., 114, 101-116.
- Seymen, İ., 1975. Kelkit Vadisi Kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonunun Tektonik Özelliği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Mecmuası, İstanbul.
- Siever, R., 1979. Plate-Tectonic Controls on Diagenesis: Journal of Geology, 87, 127-155.
- Sipahi, F., 2005. Zigana Dağı Volkanitlerindeki Hidrotermal Ayrışmanın Mineralojisi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- 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., Yılmaz, Y. ve Ketin, İ., 1980. Remnants of Pre-Late Jurassic Ocean in Northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys. Geological Society of America Bulletin, 91, 599-609.
- 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. ve Sungurlu, O., 1984. Tectonics of the Mediterranean Cimmerides: Nature ve Evolution of the Western Termination of Paleotethys. In: Dixon, J. E., Robertson, A. H. F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean: Geological Society, London, Special Publications, 17, 77-112.
- Taslı, K., 1990. Gümüşhane-Bayburt Yörelerinde Üst Jura-Alt Kretase Yaşlı Karbonat İstiflerinin Stratigrafisi ve Mikropaleontolojik İncelemesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Trabzon, 223.

- Taylor, S. R. ve McLennan, S. M., 1981. The Composition and Evolution of the Continental Crust, Rare Element Evidence from Sedimentary Rocks, *Phil., Trans, Roy. Soc.*, A301, 381.
- Taylor, S. R. ve McLennan, S. M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell Scientific Publications, Blackwell, Oxford, U. K., 312.
- Tokel, S., 1972. *Stratigraphical and Volcanic History of the Gümüşhane Region, N. E. Turkey*, Üniversty College, London.
- Topuz, G., 2000. Zur Petrologie der Metamorphen Gesteine des Pulur-Massivs, Östliche Pontiden, NE-Türkei, Doktora Tezi, Universität Heidelberg, 270.
- Topuz, G. ve Altherr, R., 2004. Pervasive Rrehydration of Granulites During Exhumation—an example from the Pulur Complex, Eastern Pontides, Turkey, *Mineralogy and Petrology*, 81, 165–185.
- Topuz, G., Altherr, R., Kalt, A., Satır, M., Werner O. ve Schwarz, W. H., 2004. Aluminous Granulites from the Pulur Complex, NE Turkey: A Case of Partial Melting, Efficient Melt Extraction and Crystallization, *Lithos*, 72,183–207.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W. H., Dokuz, A. ve Meyer, H. P., 2007. Variscan Amphibolite-Facies Rocks from the Kurtoğlu Metamorphic Complex, Gümüşhane Area, Eastern Pontides, Turkey, *International Journal of Earth Sciences*, 96, 861–873.
- Topuz, G., Altherr, R., Siebel, W., Schwarz, W. H., Zack, T., Hasözbeke, A., Barth, M., Satır, M. ve Şen, C., 2010. Carboniferous High-Potassium I-Type Granitoid Magmatism in the Eastern Pontides, The Gümüşhane Pluton, NE Turkey, *Lithos*, 116, 92–110.
- Turan, M., 1978. Şiran Doğu Yöresinin Jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Turan, M., 1996. Şiran (Gümüşhane) Doğu Yöresinin Tektonik Özellikleri. KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü 30 Yıl Sempozyumu Bildirileri, Trabzon, 275-292.
- Wronkiewicz, D. J. ve Condie, K. C., 1987. Geochemistry of Archean Shales From the Witwatersrand Supergroup, South Africa, Source-Area Weathering and Provenance, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51, 2401–2416.
- Yılmaz, C., 1985. Kelkit (Gümüşhane) Yöresinin Jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, C., 1993. Accumulation Rates of Jurassic-Lower Cretaceous Sediments in the Southern Zone of the Eastern Pontides (NE Turkey), *Giornale di Geologia*, 55, 2, 131-145.

- Yılmaz, C., 1995. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Alt Jura Çökellerinin Fasiyes ve Ortamsal Nitelikleri (KD Türkiye), *Yerbilimleri*, 26, 119-128.
- Yılmaz, C., 1996. Doğu Pontid Karbonat Platformunun Kırılmasına İlişkin Yeni Bulgular (KD Türkiye), *Türkiye 11. Petrol Kongresi*, Ankara, 15- 17.
- Yılmaz, C., 1997. The Sedimentological Records of Cretaceous Platform-Basin Transition in the Gümüşhane Region (NE Turkey), *Geologie Mediterran.*, 24, 1,2, 125-135.
- Yılmaz, C., 2002. Gümüşhane-Bayburt Yöresindeki Mesozoyik Havzalarının Tektono-Sedimentolojik Kayıtları ve Kontrol Etkenleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 45, 1, 141-165.
- Yılmaz, Y., 1972. Petrology and Structure of the Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, *Doktora Tezi*, İngiltere.
- Yılmaz, Y., 1973. Gümüşhane Granitinin Yerleşmesi. Cumhuriyet'in 50 Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri, 485-490.
- Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş. C. ve Şengör, A. M. C., 1997. Geology of Tectonic Evolution of the Pontides, *AAPG Memoir*, 68, 183-226.



## **ÖZGEÇMİŞ**

Remziye AKDOĞAN, 11.06.1983 tarihinde İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da çeœitli okullarda tamamladıktan sonra, 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitime başladı. 2008 yılında dört yıllık lisans eğitimi tamamladı. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitime başladı. Halen aynı üniversitede yüksek lisans öğrencisi olup, iyi derecede İngilizce bilmektedir.