



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Akın ve Taşkonak Köyleri (Van) Çevresinde Yüzeyleyen Orta-Geç Miyosen Yaşlı Killi Kayaçların Mineralojik Özellikleri ve Paleoklimsel İpuçları[#]

Türker YAKUPOĞLU^{*1}, Müzeyyen KAZAK TAŞTAN²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080, Van, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 65080, Van, Türkiye

Türker YAKUPOĞLU, ORCID No: 0000-0001-8811-9660, Müzeyyen KAZAK, ORCID No: 0000-0002-2053-710X

*Sorumlu yazar e-posta: turkery@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 15.02.2022
Kabul: 29.05.2022
Online Ağustos 2022
DOI: 10.53433/yyufbed.1073765

Anahtar Kelimeler

Mineraloji,
Miyosen,
Paleoklim,
Van

Öz: Bu çalışmada Orta-Geç Miyosen yaşlı denizel ortamda oluşmuş olan Van Formasyonu killi kayaçlarının mineralojik özelliklerini belirlemek ve bu kayaçların oluştuğu Orta-Geç Miyosen boyunca çalışma alanındaki eski iklim koşullarını yorumlamak amaçlanmıştır. Çalışma alanı Van Gölü'nün güney batısındadır. Orta-Üst Miyosen kayaçlarından dört stratigrafi kesiti ölçülmüş ve yetmiş üç kilce zengin kayaç numunesi derlenmiştir. Numunelerin tümünün X-ışını difraksiyonu analizleri yapılmış, tüm kayaç bileşimlerinde kuvars, mika, feldispat, kalsit, amfibol, dolomit, kristobalit ve kil mineralleri; kil fraksiyonlarında ise illit, klorit, smektit, serpantin, karışık tabakalı klorit-smektit ve illit-smektit belirlenmiştir. Seçilmiş üç örnek üzerinde yapılan SEM ve EDX çalışmalarında serpantin, klorit ve smektit gözlenmiştir. İyi kristalli illit, smektit, klorit ve feldispat minerallerinin bir arada bulunmalarına dayanılarak, kırıntılı kayaçların oluştuğu süre boyunca bölgede soğuk ve kurak iklim koşullarının hakim olduğu yorumu yapılmıştır.

Mineralogical Characteristics of Middle-Late Miocene Age Clayey Rocks Crop Out Around Akın and Taşkonak Villages (Van) and Paleoclimatic Clues

Article Info

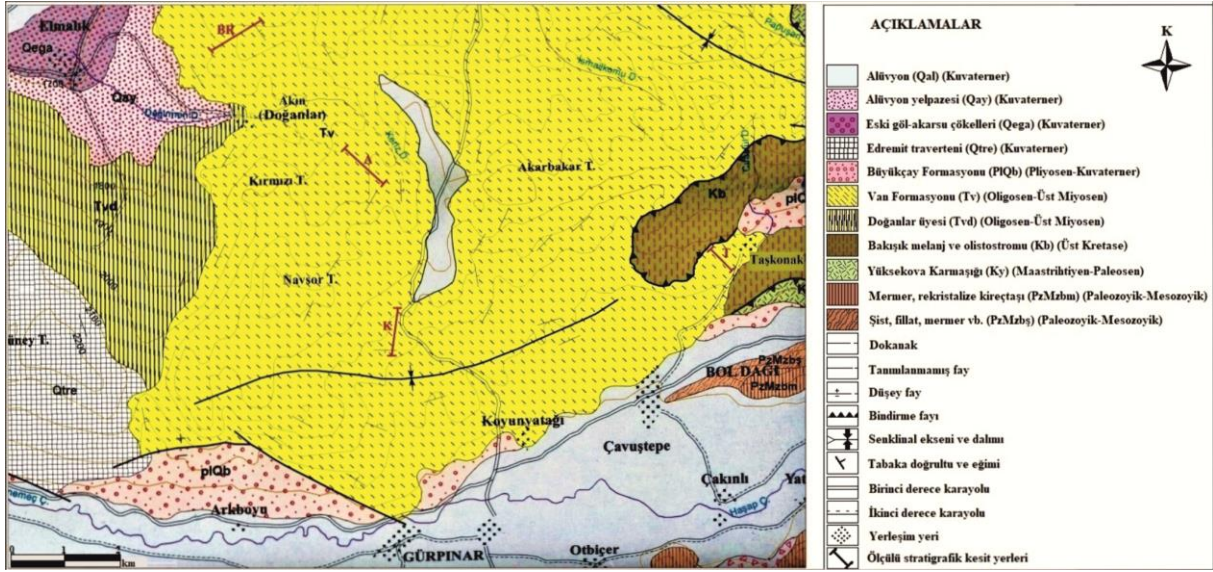
Received: 15.02.2022
Accepted: 29.05.2022
Online August 2022
DOI: 10.53433/yyufbed.1073765

Keywords

Mineralogy,
Miocene,
Paleoclimate,
Van

Abstract: In this study, it is aimed to determine mineralogical properties of Middle-Late Miocene marine clayey rocks of Van formation and to interpret the paleoclimate conditions during Middle and Late Miocene in which the rocks were formed. The study area is located in the Southeast of Lake Van. Four stratigraphic sections were measured from the Middle-Upper Miocene rocks and seventy three clayey rock samples were collected along these sections. All samples were analysed by X-ray diffraction to identify mineralogical compositions. Quartz, mica, feldspar, calcite, amphibole, dolomite, cristobalite and clay minerals were determined in bulk compositions of the samples. Clay fractions include illite, chlorite, smectite, serpentine, chlorite-smectite and illite-smectite mixed layers. SEM and EDX studies were performed on three selected samples. In the samples, smectite, chlorite, and serpentine were observed. Based on the coexistence of well-crystalline illite, chlorite, smectite and feldspar minerals, it has been interpreted that cold, dry climate conditions prevailed in the region during the formation of clastic rocks.

[#] Bu makale, ikinci yazarın yüksek lisans tezinden (Kazak Taştan, 2019) üretilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanı jeoloji haritası ve ÖSK lokasyonları (A: Akın köyü ÖSK, BR: Berol tepe ÖSK, K: Karataş ÖSK, T: Taşkonak köyü ÖSK) (Sümengen, 2008'den yararlanılarak hazırlanmıştır).

Çalışma alanında Van Formasyonu, Orta-Geç Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, silttaşı, kıltaşı ve bazı düzeylerde killi ya da kumlu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Detritik kayaçların ince taneli olanları ve killi kireçtaşları yeşil ya da yeşilimsi gri renk tonlarında gözlenmektedir. Kumtaşı ve çakıltaşı gibi daha iri taneli olanlarda sarımsı kahverengi ve sarı renk tonları hakimdir. Kumlu kireçtaşları gri, kahverengi, sütlü kahve renklerde. Konglomeralarda orta-kötü boylanma gözlenir. Polijenik konglomeralar kumtaşlarının altında çok kalın seviyeler meydana getirmişlerdir. Kumtaşlarında çoğunlukla orta ve kalın tabakalanma mevcuttur. Ofiyolitli bileşenler bakımından zengindirler. Kumtaşı seviyelerinde zaman zaman çakıl bulunur. Taban yapıları, çapraz tabakalanma, dereceli tabakalanma gibi türbiditlerde bulunan sedimanter yapılar özellikle kumtaşı ve çakıltaşı gibi iri taneli kayaçlarda yaygındır. İnce-orta tabakalı çamurtaşları, silttaşları ve kıltaşları kumtaşlarıyla ardalanmalı olarak gözlenmiştir. Çamurtaşlarında deformasyon yapıları olağandır. Van Formasyonunun çeşitli seviyelerinde killi kireçtaşları ve breşik kireçtaşı tabakaları gözlenebilmektedir. Bu tabakalarda özellikle mercan gibi makro fosil türleri bulunabilmektedir. Van Formasyonu kendisinden yaşlı birimler üzerinde açılmalı uyumsuzlukla yer alırken, Yüksekova karmaşığı ve ofiyolitik kayaçlar tarafından tektonik olarak örtülmüştür. Formasyon, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da Avrasya levhası üzerinde oluşmuş en genç denizel birimdir (Gülyüz ve ark., 2020).

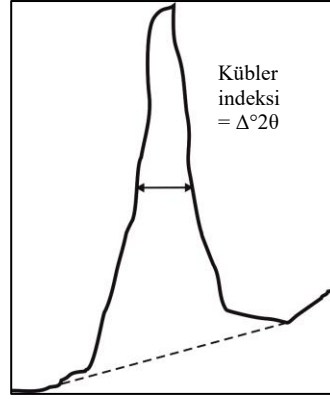
2. Materyal ve Yöntem

Akın ve Taşkonak köyleri (Van) civarında mostra veren Orta-Geç Miyosen yaşlı kilce zengin kayaçlar bu makalenin materyalini oluşturmuştur. Saha çalışmaları sürecinde Akın (Doğanlar) köyü, Taşkonak köyü, Karataş mevki ve Berol tepe olmak üzere dört ana lokasyondan stratigrafi kesiti ölçülmüştür (Şekil 2). Stratigrafi kesitleri boyunca yetmiş üç adet kayaç örneği alınmıştır. Laboratuvarında her örnekten 200 g tartılarak naylon poşetler içine yerleştirilmiş ve MTA Genel Müdürlüğü Numune Kabul Birimine gönderilmiştir. Toz örneklerin XRD çekimi Maden Analizleri ve Teknolojisi Daire Başkanlığı X-ışını kırınım laboratuvarında Cu X-ışını tüplü, YynxEye Xe-T dedektörlü ve 90 numune yükleyiciye sahip Bruker D8 Advance cihazı ile 4°-70° 2θ açıları arasında, 0.040 step size, 40 s time per step parametreleri ile 40 kV-30 mA voltaj altında yapılmıştır. Elde edilen XRD tüm kayaç difraktogramları, Hanawalt yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Hanawalt ve ark. (1938) tarafından geliştirilen bu yöntemde öncelikle piklerin 2θ açıları $d(\text{Å})$ 'ya çevrilir. Şiddeti en fazla olan desenden başlanarak, en şiddetli üç pik değerlendirilir ve indeks kitabından yararlanılarak uygun minerale eşleştirilir. Tüm pikler değerlendirilene kadar işleme devam edilir. Bu şekilde XRD toz difraktogram çekimi yapılan örneğin nitel analizi yapılmış olur.

Toz difraktogram çekimleri değerlendirilerek kil minerallerini içerdikleri belirlenen örneklerin kil fraksiyonu ayrılarak örneklerin normal, etilen glikol, 350°C ıslık ve 550°C ıslık işlem difraktogram

çekimleri (4° - 30° arası) aynı laboratuvarında yaptırılmıştır. Bu difraktogramların ham verileri X'Pert HighScore yazılımı kullanılarak birleştirilmiştir. Kil fraksiyonunu oluşturan mineraller (001) temel yansıma değerleri kullanılarak belirlenmiştir. Bu yansıma değerleri Çelik-Karakaya (2006)'dan alınmıştır. Ayrıca, X-ışını kırınım desenlerinin (060) düzlemindeki yansıma değerleri kullanılarak minerallerin trioktaedrik/dioktaedrik karakterleri belirlenmiştir. Dioktaedrik mineraller 1.49 - 1.53 Å, trioktaedrik mineraller 1.53 - 1.56 Å arasında $d(\text{Å})$ değerleri vermektedir (Brown & Brindley, 1980; Moore & Reynolds, 1989).

Örneklerin tüm kayaç ve kil fraksiyonunda belirlenen mineral birliktelikleri yardımıyla paleoiklim yorumu yapılmıştır. Chamley (1989) kil mineralojisi çalışmalarından elde edilen verilerin iklim yorumlarında kullanılırken genellikle illit kristallik derecesinin, smektit vb. genişleyebilen türlerin bağlı bolluğunun önemini belirtmiştir. Buna dayanarak illit minerallerinin Kübler indeksleri hesaplanmıştır. Bu indeks, illit mineralinin ilk yansımasının (10 Å) yarı yüksekliğindeki genişliği ile tanımlanmaktadır (Şekil 3). Bu ölçme yöntemi ilk olarak Kübler (1964) tarafından önerildikten sonra Kübler (1967 ve 1968) ve Dunoyer de Segonzac ve ark. (1968) tarafından geliştirilmiştir (Bozkaya & Yalçın, 1996). Kübler indeksinde sayı değeri kristallik derecesinin artmasıyla azalmaktadır. Öncel çalışmalarda pikin yarı yüksekliğindeki genişliği milimetre cinsinden ifade edilmesine rağmen seksenli yıllardan itibaren çoğunlukla $^{\circ}2\theta$ olarak verilmektedir (Bozkaya & Yalçın, 1996). Bu nedenle, çalışma alanı örneklerinin X-ışını kil fraksiyonu difraktogramlarındaki illit piklerinin genişlik değerleri $^{\circ}2\theta$ cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 3. İllit mineralinin ilk yansımasında (10 Å) Kübler indeksinin belirlenmesi (Bozkaya & Yalçın, 1996).

Mineral verileriyle yapılan paleoiklim yorumlarını desteklemek amacıyla seçilmiş 7 örnek üzerinde palinolojik inceleme yaptırılmıştır. Bu incelemeler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ndeki palinoloji laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Van YYÜ BUVAM SEM laboratuvarında seçilmiş beş örnek üzerinde taramalı elektron mikroskop (SEM) ve enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada ZEISS SIGMA 300 model FE-SEM kullanılmıştır. FE-SEM analizi esnasında morfolojik özellikler hakkında daha geniş bilgiler sunan İkincil Elektron (SE) dedektörü kullanılmıştır. Mikrokimyasal analizler ise FE-SEM cihazına bağlı AMETEK EDAX marka EDX dedektörü ile yapılmıştır.

3. Bulgular

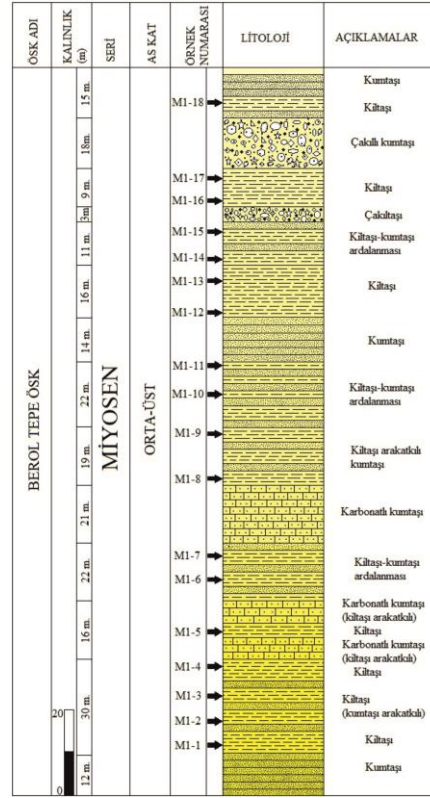
Bu bölümde sahada ölçülmüş stratigrafi kesitleri tanımlanarak, bu kesitler boyunca alınmış örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçları sunulmuştur. Örneklerin tüm kayaç ve kil fraksiyonu nitel analizleri yapılırken Çizelge 1'de sunulmuş olan $d(\text{Å})$ değerleri kullanılmıştır. Örneklerin tamamında belirlenmiş olan klorit minerallerinin (060) yansıma değerleri 1.540 ile 1.544 arasında değişmekte olup kloritlerin trioktaedrik karakterlerini, dolayısıyla Mg ve Fe bakımından zengin olduklarını göstermesi bakımından önemlidir. Bu nedenle kil fraksiyonu mineralojisi sonuçlarının sunulduğu tüm çizelgelerde klorit minerallerinin (060) yansıma değerlerine ait $d(\text{Å})$ değerleri de yazılmıştır.

Çizelge 1. Belirlenen minerallerin karakteristik d(Å) değerleri

Mineral	Karakteristik d(Å) değerleri			
	Havada kurutulmuş (N)	Etilen Glikollü (EG)	Fırınlanmış (350°C)	Fırınlanmış (550°C)
Kuars	3,34 Å, 4,26 Å, 2,46 Å			
Feldispat	6.39 Å, 3.67 Å, 3.20 Å			
Mika	9.9-10.1 Å, 4.9-5.0 Å			
Kalsit	3.04 Å, 3.86 Å, 2.28 Å			
Dolomit	2.89 Å, 2.67 Å, 2.19 Å			
Kristobalit	4.04 Å, 2.84 Å, 2.49 Å			
Amfibol	8.2-8.5 Å, 3.05 Å, 3.13 Å			
Serpantin	7,3 Å, 4.56, 3.62 Å	7,3 Å	7,3 Å	7,3 Å
Smektit	15 Å	17 Å	10 Å	10 Å
İllit	10 Å	10 Å	10 Å	10 Å
Klorit	14.0-14.4 Å	14.0-14.4 Å	14.0-14.4 Å	13,8-13,9
Şişebilen Klorit	14-14.9 Å	15-17 Å	13.7-14 Å	13.7-14 Å
Klorit-Smektit	14,5 Å	16 Å	12 Å	12 Å
İllit-Smektit	12.5 Å	13,5 Å	10 Å	10 Å

3.1. Berol tepe ölçülü stratigrafi kesiti ve örneklerin mineralojik bileşimleri

Berol tepe stratigrafi kesiti Akın köyünün kuzeyinde, Van L50-b1 paftası içerisinde, Berol tepe boyunca yaklaşık GB-KD yönlü bir hat boyunca ölçülmüştür. İstif kalınlığı 228 m'dir (Şekil 4). İstif tabandan tavana doğru kumtaşı, kıltaşı, kumtaşı arakatlı kıltaşı, kıltaşı-kumtaşı ardalanması, karbonatlı kumtaşı, kıltaşı yer yer çakıltaşı ve kıltaşı-kumtaşı ardalanmasından meydana gelmiştir. Kumtaşları genellikle orta ve kalın tabakalı olup sarı, kahve, gri ve bej renklidir. Kıltaşları ise siyah, gri, koyu yeşil ve yeşilimsi renklere ve ince tabakalıdır. Kumtaşı-kıltaşı ardalanması istif içinde önemli bir kısmı oluşturur. Kalın tabakalı, sarı renkli karbonatlı kumtaşları da istifin alt ve orta kesimlerinde gözlenmiştir. Çakıltaşları ise kalın tabakalı, gri, kahve renklidir ve istifin üst kesimlerinde yer alır.



Şekil 4. Berol tepe ölçülü stratigrafi kesiti.

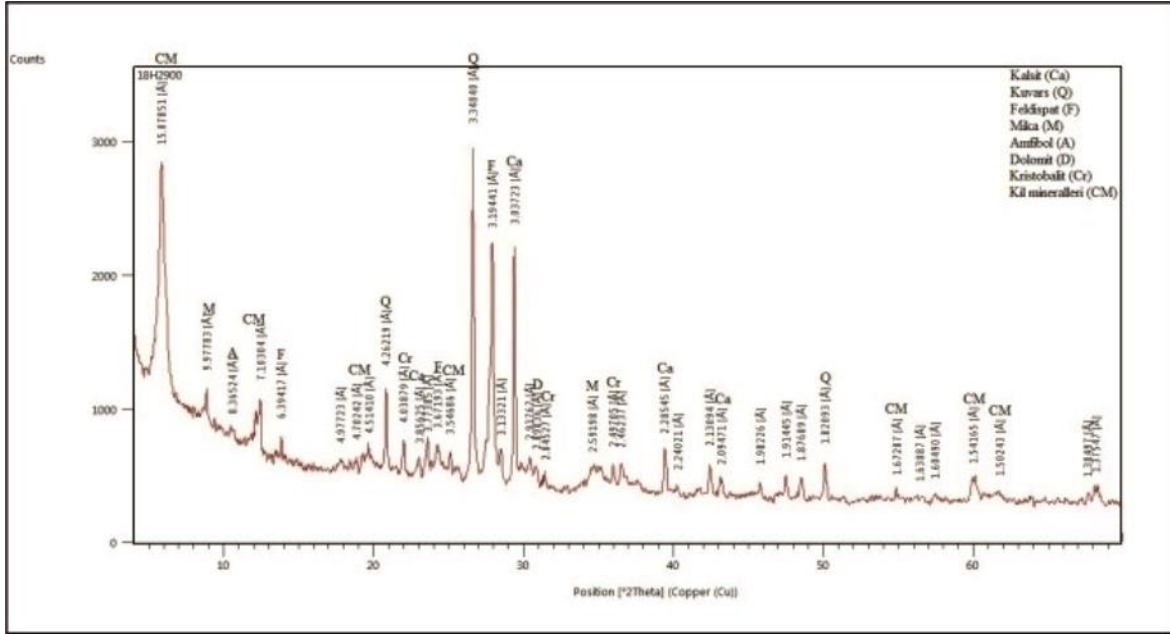
İstifin kıltaşı seviyelerinden toplam 18 adet örnek alınmıştır. Örneklerin XRD tüm kayaç (Çizelge 2) ve kil fraksiyonu (Çizelge 3) mineral bileşimleri ve M1-1 örneğinin tüm kayaç (Şekil 5) ve kil fraksiyonu (Şekil 6) XRD difraktogramları aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 2. Berol Tepe ÖSK örneklerinin tüm kayaç mineralojisi

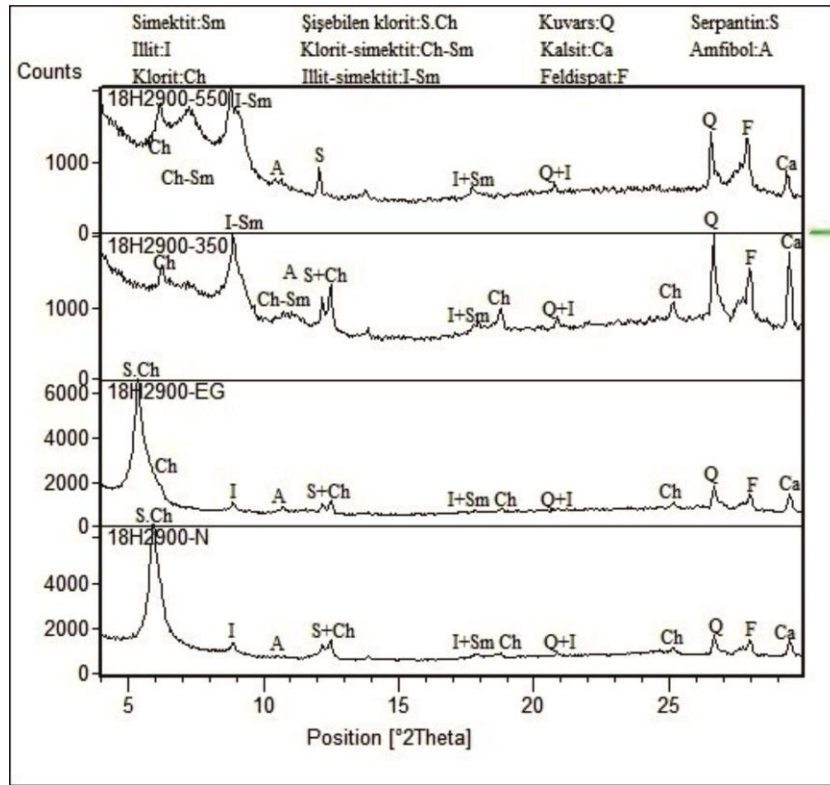
Örnek No	Kuvars	Feldispat	Mika	Kil Mineralleri	Kalsit	Dolomit	Kristobalit	Amfibol
M1 - 1	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 2	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 3	x	x	x	x	x		x	x
M1 - 4	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 5	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 6	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 7	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 8	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 9	x	x	x	x	x		x	x
M1 - 10	x	x	x	x	x		x	
M1 - 11	x	x	x	x	x		x	
M1 - 12	x	x	x	x	x		x	
M1 - 13	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 14	x	x	x	x	x		x	
M1 - 15	x	x	x	x	x		x	
M1 - 16	x	x	x	x	x		x	
M1 - 17	x	x	x	x	x		x	x
M1 - 18	x	x	x	x	x	x	x	

Çizelge 3. Berol Tepe ÖSK örneklerinin kil fraksiyonu mineralojisi

Örnek No	Smektit	İllit	Klorit (060)	Şişebilen Klorit	Klorit-Smektit	İllit-Smektit	Kuvars	Kalsit	Feldispat	Serpantin	Amfibol
M1 - 1	x	x	x (1,542)	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 2	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 3	x	x	x (1,541)		x	x	x	x	x	x	x
M1 - 4	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 5	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 6	x	x	x (1,544)	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 7	x	x	x (1,542)	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 8	x	x	x (1,544)	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 9	x	x	x (1,542)	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 10	x	x	x (1,542)	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 11	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 12	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	x
M1 - 13	x	x	x (1,542)	x		x	x	x	x	x	x
M1 - 14		x	x (1,543)	x		x	x	x	x		
M1 - 15	x	x	x (1,544)		x	x	x	x	x	x	
M1 - 16	x	x	x (1,543)			x	x	x	x	x	
M1 - 17	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	
M1 - 18	x	x	x (1,543)	x	x	x	x	x	x	x	



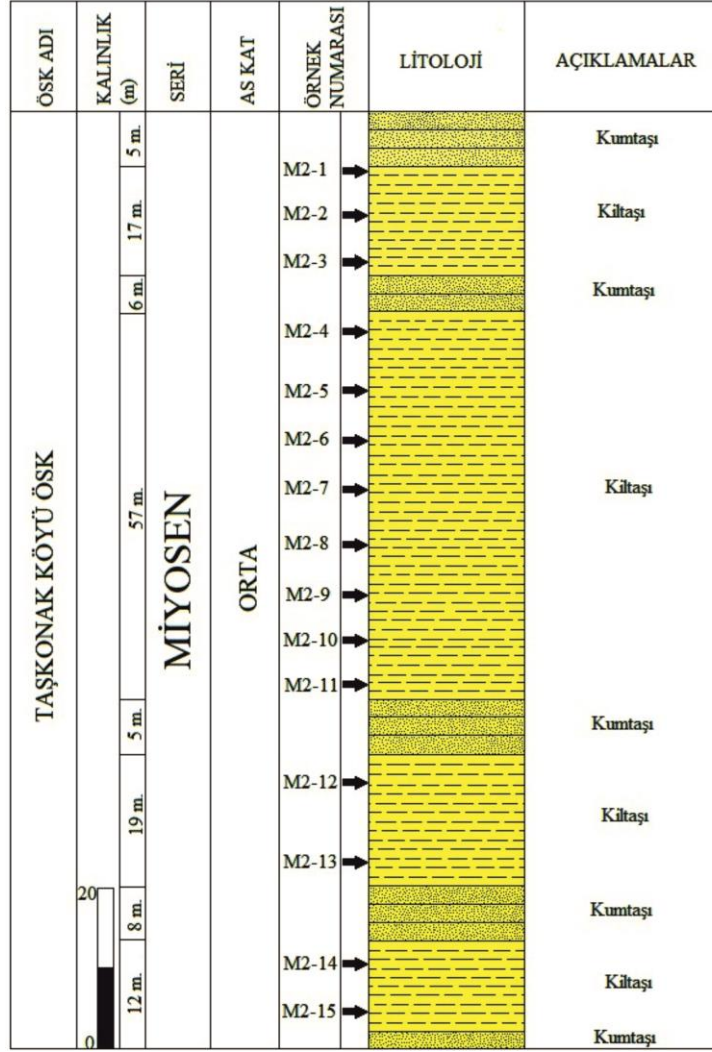
Şekil 5. M1-1 örneğinin XRD tüm kayaç difraktogramı.



Şekil 6. M1-1 örneğinin XRD kil fraksiyonu difraktogramı.

3.2. Taşkonak köyü ölçülü stratigrafi kesiti ve örneklerin mineralojik bileşimleri

Taşkonak köyü stratigrafi kesiti köyün yaklaşık olarak 3 km kuzeyinde, Van L50 – b2 paftası içerisinde ölçülmüştür. İstifin kesit boyunca ölçülen kalınlığı 129 m'dir (Şekil 7). İstif yukarıdan aşağıya doğru kumtaşı ve kıltaşı litolojilerinden meydana gelmiştir. Kumtaşı genelde sarı, bej, gri ve kahve renkli olup kalın-orta tabakalıdır. Kumtaşlarının istif içerisindeki kalınlığı 1 ile 9 m arasında değişmektedir. Kumtaşı arasında yer alan ince tabakalı yeşilimsi, gri renkteki kıltaşlarının 11 m ile 57 m kalınlığında bir kıltaşı istifi sunduğu gözlenmiştir.



Şekil 7. Taşkonak köyü ölçülü stratigrafi kesiti.

İstiften toplam 15 adet kiltaş örneği alınmıştır. Örneklerin XRD tüm kayaç (Çizelge 4) ve kil fraksiyonu (Çizelge 5) mineral bileşimleri aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 4. Taşkonak köyü ÖSK örneklerinin tüm kayaç mineralojisi

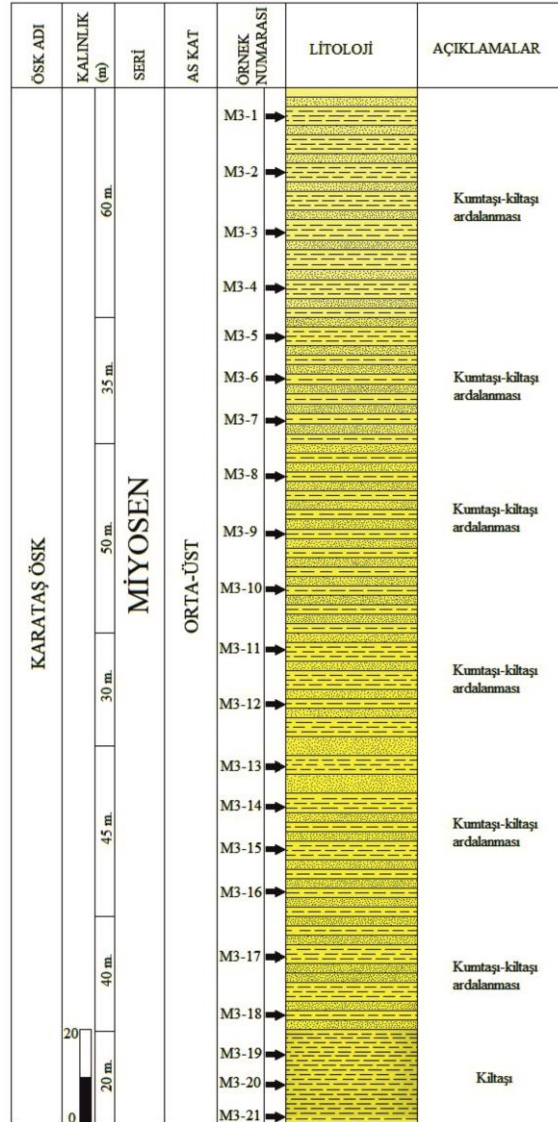
Örnek No	Kuvars	Feldispat	Mika	Kil Mineralleri	Kalsit	Dolomit	Kristobalit
M2 - 1	x	x	x	x	x		x
M2 - 2	x	x	x	x	x		x
M2 - 3	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 4	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 5	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 6	x	x	x	x	x		x
M2 - 7	x	x	x	x	x		x
M2 - 8	x	x	x	x	x		x
M2 - 9	x	x	x	x	x		x
M2 - 10	x	x	x	x	x		x
M2 - 11	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 12	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 13	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 14	x	x	x	x	x		x
M2 - 15	x	x	x	x	x	x	x

Çizelge 5. Taşkonak köyü ÖSK örneklerinin kil fraksiyonu mineralojisi

Örnek No	Smektit	İllit	Klorit (060)	Şişebilen Klorit	Klorit-Smektit	İllit-Smektit	Kuvars	Kalsit	Feldispat	Serpantin	Amfibol
M2 - 1	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 2	x	x	x (1.540)	x	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 3	x	x	x (1.542)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 4	x	x	x (1.540)	x	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 5	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 6	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 7	x	x	x (1.541)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 8	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	x
M2 - 9	x	x	x (1.540)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 10	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 11	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 12	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 13	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 14	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M2 - 15	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	

3.3. Karataş ölçülü stratigrafi kesiti ve örneklerin mineralojik bileşimleri

Karataş mevkii, Van L50 – b3 paftası içerisinde, Van-Gürpınar karayolu üzerinde, Gürpınar'ın yaklaşık olarak 4 km KB'sında yer almaktadır. Kesit boyunca 280 m kalınlık ölçülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. Karataş ölçülü stratigrafi kesiti.

İstifin en üst kesimini sarımsı veya bej renkte, orta ya da kalın tabakalı kumtaşları ile gri renkte kilttaşlarının yer aldığı kalınlığı 60 m'yi bulan kumtaşı-kilttaş arıalanması oluşturmaktadır. Bu birimin hemen altında yaklaşık olarak 200 m kalınlığında oluşan tekrar kumtaşı-kilttaş istifinin varlığı gözlenmiştir. Kumtaşı-kilttaş arıalanmalı birimde genel olarak sarımtırak, bej renkli orta-kalın tabakalı kumtaşlarının yeşilimsi, gri ve ince tabakalı kilttaşları ile arıalanmalı olarak dizilimlerinin varlığı gözlenmiştir. Kumtaşı-kilttaş arıalanmasından oluşan bu uzunca istifin yerini tabanda sadece kilttaşlarından oluşan bir istifin aldığı gözlenmiştir. Tabanda 20 m kalınlığındaki yeşilimsi, gri renkli, ince tabakalı bu kilttaş istifi kumtaşı-kilttaş arıalanmasından oluşan istifle uyumlu dizilim göstermektedir.

Karataş ÖSK boyunca toplam 21 adet kilttaş örneği alınmıştır. Örneklerin XRD tüm kayaç (Çizelge 6) ve kil fraksiyonu (Çizelge 7) mineral bileşimleri aşağıda sunulmuştur.

Çizelge 6. Karataş ÖSK örneklerinin tüm kayaç mineralojisi

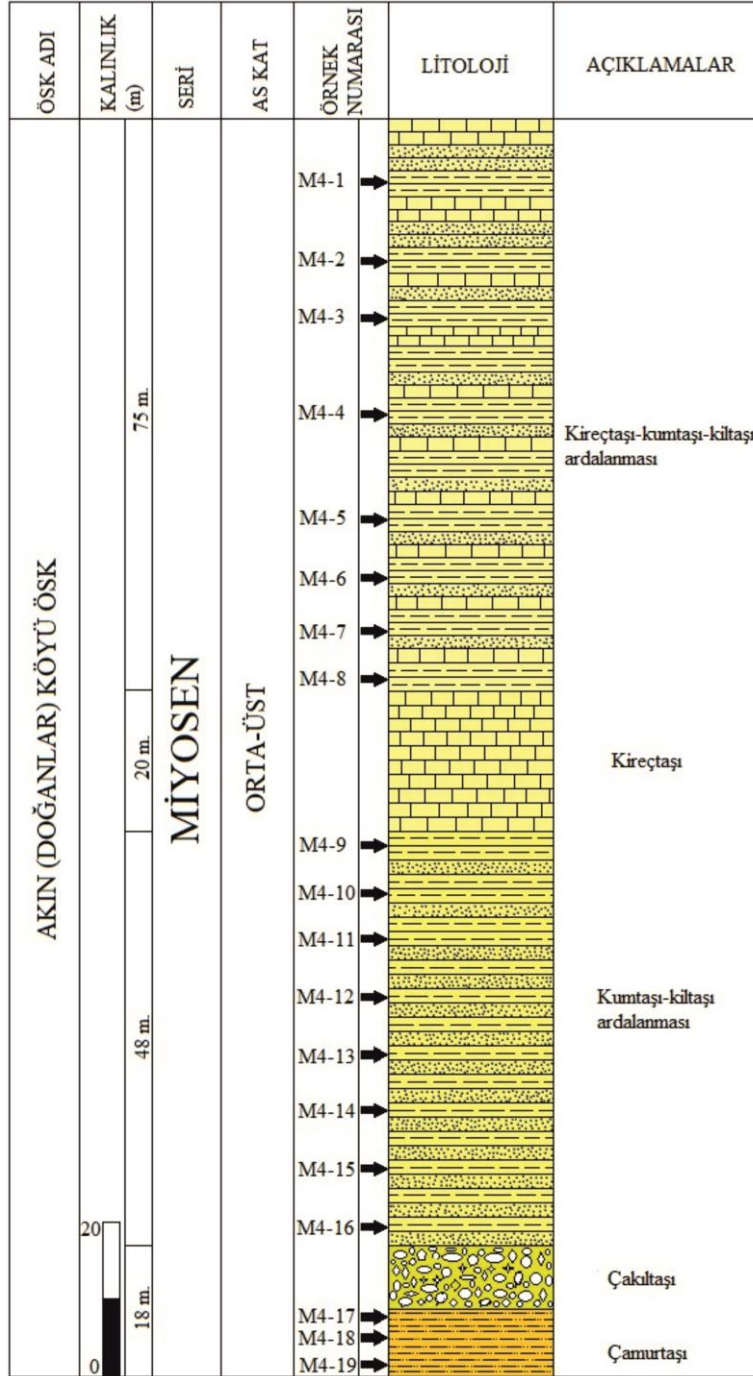
Örnek No	Kuvars	Feldispat	Mika	Kil Mineralleri	Kalsit	Dolomit	Kristobalit	Amfibol
M3 - 1	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 2	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 3	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 4	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 5	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 6	x	x	x	x	x		x	
M3 - 7	x	x	x	x	x		x	
M3 - 8	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 9	x	x	x	x	x		x	
M3 - 10	x	x	x	x	x		x	x
M3 - 11	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 12	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 13	x	x	x	x	x		x	
M3 - 14	x	x	x	x	x		x	
M3 - 15	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 16	x	x	x	x	x		x	x
M3 - 17	x	x	x	x	x		x	
M3 - 18	x	x	x	x	x		x	
M3 - 19	x	x	x	x	x		x	
M3 - 20	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 21	x	x	x	x	x		x	

Çizelge 7. Karataş ÖSK örneklerinin kil fraksiyonu mineralojisi

Örnek No	Smektit	İllit	Klorit (060)	Şişebilen Klorit	Klorit-Smektit	İllit-Smektit	Kuvars	Kalsit	Feldispat	Serpantin	Amfibol
M3 - 1	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	x
M3 - 2	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 3	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 4	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 5	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 6	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 7	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 8	x	x	x (1.541)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 9	x	x	x (1.540)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 10	x	x	x (1.543)	x		x	x	x	x	x	
M3 - 11	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 12	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x		
M3 - 13	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x		
M3 - 14	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M3 - 15	x	x	x (1.540)	x	x	x	x	x	x	x	x
M3 - 16	x	x	x (1.543)		x	x	x	x	x	x	
M3 - 17	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x		
M3 - 18	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x		
M3 - 19	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x		
M3 - 20	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x		
M3 - 21	x	x	x (1.542)	x	x	x	x	x	x	x	

3.4. Akın (Doğanlar) köyü ölçülü stratigrafi kesiti ve örneklerin mineralojik bileşimleri

Van-Gürpınar karayolu güzergahı üzerinde bulunan Akın (Doğanlar) köyü yakınlarında, Van L50 – b1 paftası içerisinde ölçülen kesit 161 m kalınlığındadır (Şekil 9). En üstte kireçtaşı-kumtaşı-kiltaşı ardalanması, kireçtaşı, kumtaşı-kiltaşı ardalanması, alta doğru çakıltaşı ve en altta çamurtaşı birimi yüzeylemektedir. Kireçtaşı-kumtaşı-kiltaşı birimi 75 m kalınlığında bir istif sunmuştur. Gri ve kahve renkli kum taneleri içeren kireçtaşı 20 m kalınlığında bir istifle temsil edilmiştir. İnce-orta kalınlıkta tabakalı ve pembe renkteki kumtaşlarının, ince tabakalı yeşil veya yeşilimsi gri renkli kilttaşlarıyla birlikte oluşturdukları kesim 48 m kalınlığındadır. İstifin alt kesiminde ofiyolitli gereçten türetilmiş çakıllı, 8 m kalınlıkta çakıltaşı mostra vermiştir. En altta iyi pekişmemiş, ince tabakalı kırmızı çamurtaşları 10 m kalınlığında bir istif sunmaktadır.



Şekil 9. Akın (Doğanlar) köyü ölçülü stratigrafi kesiti.

Akın Köyü'nde ölçülen çökel istifin kilaşı seviyelerinden alınan 19 adet kilaşı örneğinin XRD tüm kayaç ve kil fraksiyonu mineralojisi aşağıdaki çizelgelerde sunulmuştur (Çizelge 8 ve 9).

Çizelge 8. Akın Köyü ÖSK örneklerinin tüm kayaç mineralojisi

Örnek No	Kuvars	Feldispat	Mika	Kil Mineralleri	Kalsit	Dolomit	Kristobalit	Amfibol
M4-1	x	x	x	x	x		x	
M4-2	x	x	x	x	x		x	
M4-3	x	x	x	x	x		x	
M4-4	x	x	x	x	x		x	
M4-5	x	x	x	x	x		x	
M4-6	x	x	x	x	x		x	
M4-7	x	x	x	x	x	x	x	
M4-8	x	x	x	x	x	x	x	
M4-9	x	x	x	x	x		x	
M4-10	x	x	x	x	x		x	
M4-11	x	x	x	x	x		x	
M4-12	x	x	x	x	x	x	x	
M4-13	x	x	x	x	x	x	x	
M4-14	x	x	x	x	x	x	x	
M4-15	x	x	x	x	x	x	x	
M4-16	x	x	x	x	x	x	x	
M4-17	x	x	x	x	x	x	x	
M4-18	x	x	x	x	x	x	x	
M4-19	x	x	x	x	x		x	x

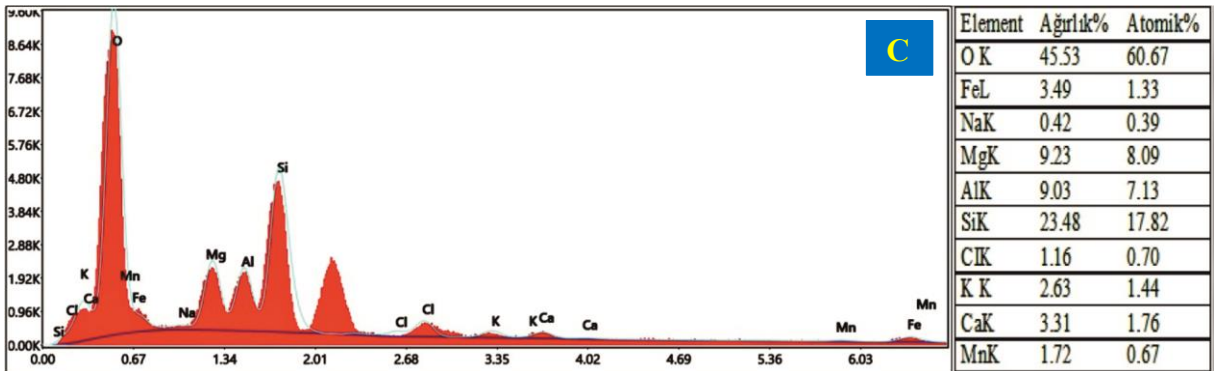
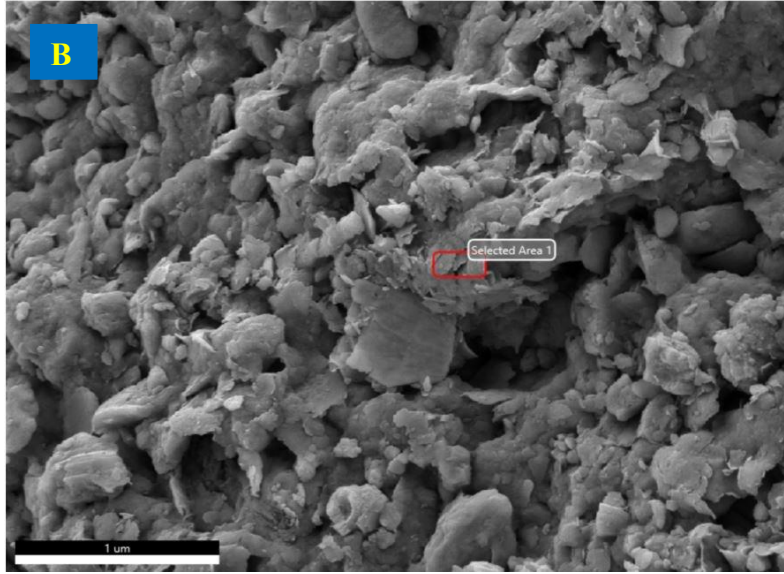
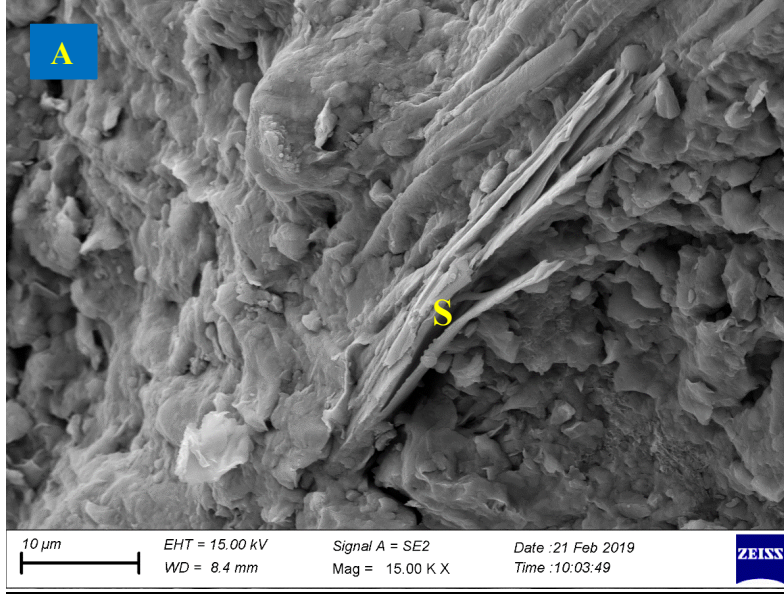
Çizelge 9. Akın Köyü ÖSK örneklerinin kil fraksiyonu mineralojisi

Örnek No	Smektit	İllit	Klorit (060)	Şişebilen Klorit	Klorit-Smektit	İllit-Smektit	Kuvars	Kalsit	Feldispat	Serpantin	Amfibol
M4 - 1	x	x	x (1.541)	x		x	x	x	x	x	
M4 - 2	x	x	x (1.542)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 3	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 4	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 5	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 6	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 7	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 8	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x	x	x
M4 - 9		x	x (1.542)	x	x	x	x	x	x		
M4 - 10	x	x	x (1.543)		x	x	x	x	x		
M4 - 11	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x		x	
M4 - 12	x	x	x (1.544)	x	x	x	x	x	x		
M4 - 13	x	x	x (1.543)	x	x	x	x	x	x	x	
M4 - 14	x	x	x (1.543)	x		x	x	x	x		
M4 - 15	x	x	x (1.543)			x	x	x	x	x	
M4 - 16	x	x	x (1.544)			x	x	x	x	x	
M4 - 17	x	x	x (1.543)		x	x	x	x	x	x	
M4 - 18		x	x (1.544)			x	x	x	x		
M4 - 19	x	x	x (1.543)	x		x	x	x	x		

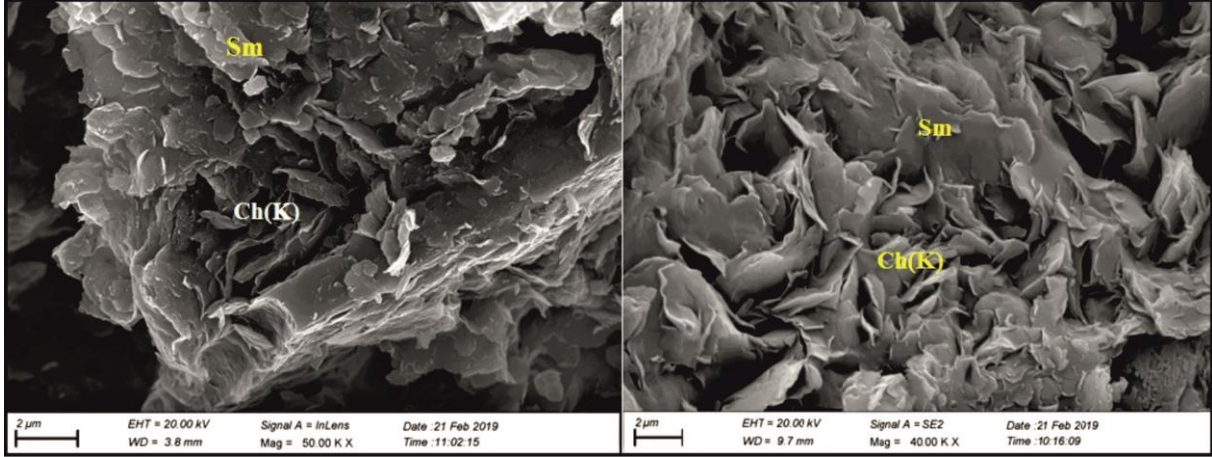
3.5. Taramalı elektron mikroskop (SEM) ve enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi (EDX) çalışmaları

Üç farklı alandan alınmış olan M1-1, M2-14 ve M3-14 örneklerinde SEM ve EDX çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu örneklerin X-ışını kırınımı tüm kayaç analizlerinin değerlendirilmesi sonucunda; kil mineralleri, feldispat, kalsit, kuvars, mika, dolomit, amfibol ve kristobalit mineralleri belirlenmiştir. X-ışını kırınımı detay kil analizlerine göre örneklerin kil fraksiyonlarında ise; illit, smektit, klorit, serpantin, şişebilen-klorit, karışık tabakalı illit-smektit ve klorit-smektit ile kil dışı mineral olarak kalsit, feldispat, kuvars ve amfibol mevcuttur. Taramalı elektron mikroskop (SEM) ve enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi (EDX) çalışmaları Welton (1984) yardımıyla yorumlanmış, serpantin (Şekil 10), klorit ve smektit gibi kil mineralleri (Şekil 11, 12) belirlenmiştir. Serpantin mineralleri lifsi, kloritler levha halinde, smektitler kuştüyu dokusunda gözlenmiştir.

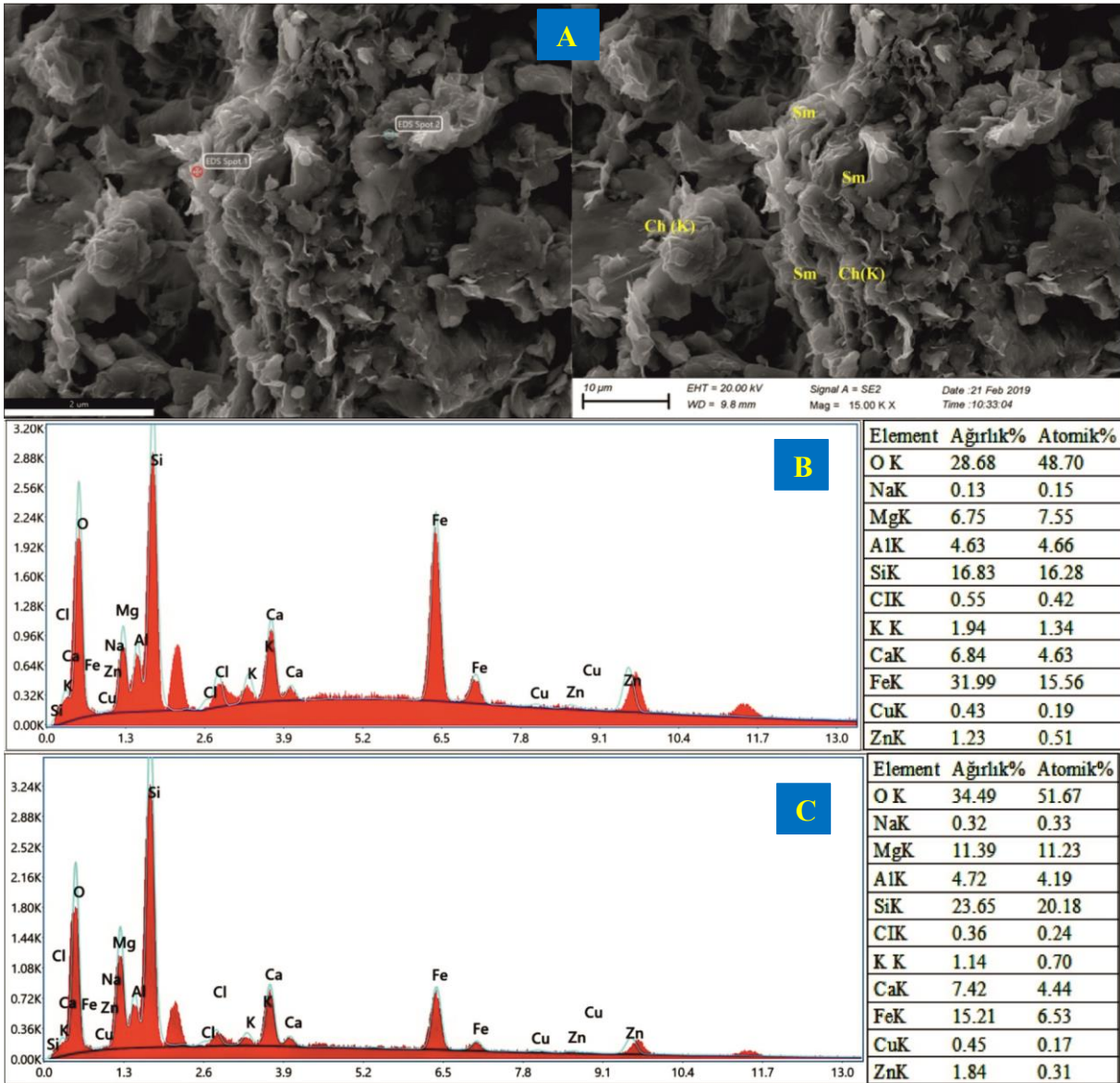
Enerji dağılımlı x-ışını spektroskopisi (EDX) cihazı kullanılarak elde edilen ve Şekil 10 ve 12’de sunulmuş olan mikrokimyasal analiz diyagramlarında düşey eksen pik şiddetini, yatay eksen yörüngelerdeki enerji aralığını göstermektedir.



Şekil 10. M2 - 14 örneği. (A) Mikrofotograflarda belirlenen serpantin (S) minerali. (B) Mikrokimyasal analiz alanı. (C) Mikrokimyasal analiz diyagramı.



Şekil 11. M3 - 14 örneğinin mikrofotograflarında saptanan smektit (Sm) ve klorit (Ch) mineralleri.



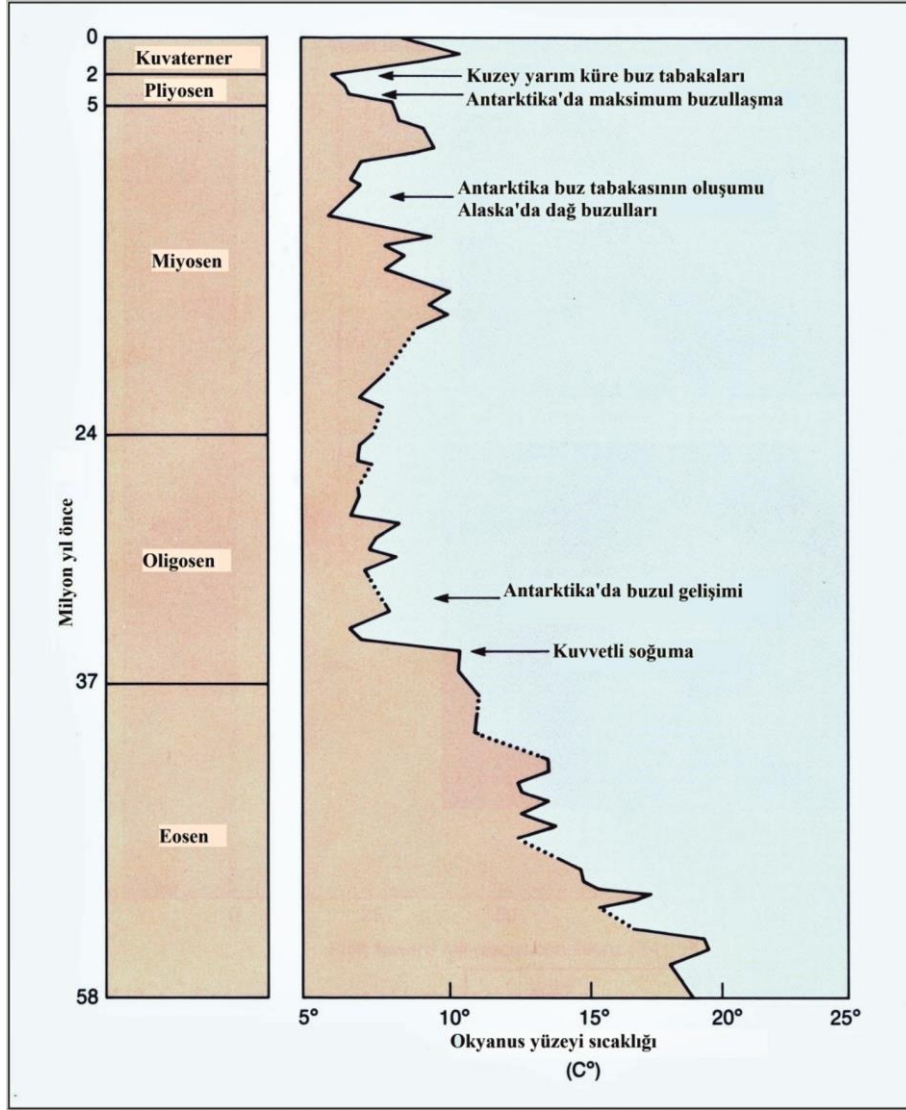
Şekil 12. M1 - 1 örneği. (A) Klorit (Ch) ve smektit (Sm) minerallerinin mikrofotografaları ve mikrokimyasal analiz hedef noktaları. (B) Klorit mineralinin mikrokimyasal analiz diyagramı ve analiz sonucu. (C) Smektit mineralinin mikrokimyasal analiz diyagramı ve analiz sonucu.

4. Tartışma ve Sonuç

Paleoiklimsel çalışmalar Senozoyik'te Dünya'nın soğuduğunu göstermiştir. Örnek olarak, Pasifik Okyanusunun batısından derlenen çökel karotlarının verdiği oksijen izotop oranları, okyanusun yüzey sıcaklığındaki son 58 milyon yıllık değişimi anlatmaktadır (Şekil 13). Bu çalışmaya göre günümüzden 32 milyon yıl öncesinde su soğumaya başlamıştır (Wicander & Monroe, 2010). Geç Mesozoyik-Erken Neojen zaman aralığında gelişen Alp(in) Orojenezi, Avrupa ve Afrika'nın batısından Asya'nın güneydoğusuna kadar, Türkiye'nin de içinde bulunduğu coğrafyada sıradağların oluşumunu sağlamıştır. Bu durum özellikle sıradağların kuzeyinde kalan bölgelerde iklim değişikliğine neden olmuş, Neojen dönemi sırasında iklim, global ve bölgesel olarak önceki dönemlere göre daha fazla soğumuş ve kuraklaşmıştır (Suata-Alpaslan, 2010). Orta Miyosen (yaklaşık 11.2 - 16.4 Ma) ve Geç Miyosen'in erken dönemlerini temsil eden örnekler üzerinde (yaklaşık 11.2 - 7.1 Ma) çoğunluğu Kuzey yarımküre'de yapılan paleobotanik (mikroflora ve makroflora) araştırmalarından elde edilen veriler de söz konusu dönemdeki (özellikle düşük enlemlerde) sıcaklık koşullarının günümüzdeki düzeyinde veya biraz daha soğuk olduğunu göstermiştir (Lohmann & Bickert, 2019). Gregor (1990) "İber Yarımadası'ndan Türkiye'ye kadar olan bölgeyi kapsayan Geç Neojen ve Erken Kuvaterner flora tarihine katkı" başlıklı çalışmasında yıllık ortalama sıcaklık ve yağışın Erken Miyosen'den Pliyosen'e ve Pleyistosen'e kadar düşüş gösterdiğini belirtmiştir (Suata-Alpaslan, 2010).

Çalışma alanımızda Van Formasyonu'nun Orta-Üst Miyosen yaşlı kayaçları yüzeylemektedir. Bununla birlikte yüzeylendiği farklı alanlarda yapılan çalışmalarla Van Formasyonu'nun, Geç Oligosen-Geç Miyosen (Tortoniyen) zaman aralığında oluştuğu belirlenmiştir (Güney ve ark., 2021). Daha önce belirtildiği üzere bu dönemde küresel ve bölgesel anlamda iklimde soğuma ve kuraklaşma görülmüştür. Palinolojik veriler Geç Oligosen'de Doğu Anadolu'nun paleoikliminin Batı Anadolu'ya göre daha soğuk olduğunu göstermiş, bu durum Doğu Anadolu'nun Batı Anadolu'ya göre daha yüksek topoğrafyaya sahip olmasıyla ilişkilendirilmiş; ayrıca Doğu Anadolu'nun düşük yağış değerleri Geç Oligosen'in paleoiklim koşullarında kuru bir dönemi işaret etmiştir (Kayseri-Özer ve ark., 2017). Lüdecke ve ark. (2013) Orta Anadolu'da Üst Oligosen - Alt Miyosen yaşlı gölsel karbonat istiflerinden aldıkları örnekler üzerinde duraylı izotop çalışmaları yapmışlardır. İzotop çalışmaları saha çalışmalarıyla birlikte değerlendirildiğinde Geç Oligosen'de hakim olan nispeten nemli subtropik iklim koşullarının Miyosen'de değişerek yerini daha kurak koşullara bıraktığını belirlemişlerdir. Arabistan ve Avrasya levhalarının Bitlis-Zagros kenet zonu boyunca birleşmesi ile sonuçlanan kıta-kıta çarpışması Erken Miyosen (Akitaniyen) veya öncesinde başlamıştır (Açlan & Altun, 2018) ve halen devam etmektedir (Şengör & Kidd, 1979; Şaroğlu & Güner, 1981; Dewey ve ark., 1986; Şaroğlu & Yılmaz, 1986). Bitlis dağlarının oluşumu ve Doğu Anadolu'nun yüksek bir plato halini alması bu dönemde gerçekleşmiş ve iklim koşullarını değiştirmiştir. Kuvaterner yaşlı örnekler üzerinde Van Gölü çevresinde yapılan palinolojik araştırmalarda paleoiklimsel yorumlar da yapılmış ve Geç Pleyistosen'de bölgede kurak iklim koşullarının hakim olduğu (Kamar, 2005) ve iklim koşullarının günümüze kıyasla daha soğuk olduğu belirlenmiştir (Kaplan, 2013). Van Gölü'ndeki su seviyesi değişimleri de Orta-Geç Holosen ikliminin küresel olarak soğuk evreleriyle ilişkilendirilmiştir (Kamar, 2018).

Sedimanların ve sedimanter kayaçların jeokimyasal ve mineralojik özelliklerinden yararlanılarak kaynak kayaç, alterasyon, çevre kayaçların tektonik yerleşimi ve paleoiklimle ilgili yapılan çalışmalar ulusal ve uluslararası literatürde mevcuttur (Singer, 1980; Singer, 1984; Eker, 2012; Armstrong-Altrin ve ark., 2012 ve 2015; Garzanti ve ark., 2016; Huvaj & Huff, 2016; Şengün & Koralay, 2019, Akkoca ve ark., 2019). Özellikle Singer (1980 ve 1984) kil minerallerinin ve birlikte buldukları kil dışı minerallerin paleoiklim yorumları için önemine değinmiştir. Singer (1984) karalardakinden çok denizlerde oluşan sedimanlardaki kil minerallerinin paleoiklimsel koşulların yararlı göstergeleri olabileceğini vurgulamıştır. Araştırmacıya göre klorit, illit, paligorskit ve kuvars açısından zengin seviyeler nispeten kuru dönemlere karşılık gelirken, daha nemli dönemler daha yoğun ayrışmaya ve sonuç olarak kaolinit gibi kil minerallerinin baskınlığına yol açar. Smektit ise kurak iklim koşullarını göstermektedir. Singer (1984), kil minerallerinden elde edilen paleoiklimsel bilgilerin, mikrofosillerin/polenlerin analizinden ve oksijen izotop verilerinden elde edilenlerle ilişkilendirilmesinin yararını vurgulamıştır. Bu çalışma kapsamında mineral verileriyle yapılan paleoiklim yorumlarını desteklemek amacıyla seçilmiş 7 örnek üzerinde palinolojik inceleme yaptırılmıştır. Ancak bu örneklerde polen bulunamamıştır. Van Formasyonuna ilişkin oksijen izotop



Şekil 13. Eosen'den günümüze değin Pasifik Okyanus'u su sıcaklığının değışimi (Wicander & Monroe, 2010).

verileri de mevcut değildir. Bu nedenle paleoiklim yorumları kil minerallerinden elde edilen veriler ile kil mineralleriyle birlikte bulunan kil dışı minerallerden yola çıkılarak yapılmıştır.

Chamley (1989) kil mineralojisi çalışmalarından elde edilen verilerin iklim yorumlarında kullanılırken genellikle illit kristallik derecesinin, smektit vb. genişleyebilen türlerin bağıl bolluğunun önemini belirtmiştir. Yapılan çalışmalarda, mikro canlılardan ya da oksijen izotoplarından elde edilen veriler yardımıyla soğuk iklim koşullarının hüküm sürdüğü dönemlerde meydana gelmiş sedimanların çoğunlukla, iyi kristalli illit, smektit ve klorit ile beraber feldispat minerallerini içerdiği saptanmıştır (Chamley, 1989). Deniz ve okyanus sularının ılık olduğu zamanlarda çökelmiş tortullarda ise kaolinit (fazla), smektit, rastgele interstratifiyeler (kötü kristalli) ve illit saptanmıştır. (Chamley, 1989). Bu çalışmanın yapıldığı sahadan alınan örneklerde belirlenmiş olan illit minerallerinin Kübler indeksi sayısal değerleri 0.1 - 0.3 arasında değişmektedir. Bu veri illit minerallerinde kristalinitenin iyi olduğunu göstermektedir. Örneklerde kaolinit belirlenmemiştir. Kristalinitesi iyi olan illit minerallerinin, klorit ve smektit türü kil minerallerinin yanı sıra feldispat mineralleriyle birlikte bulunması, kayaçların oluştuğu yöredeki iklim koşullarının soğuk ve kurak olduğu yorumuna ulaştırmıştır.

Bilindiği üzere bir yörede/bölgede soğuk ve kurak koşullar mevcutsa kayaçlar kimyasal ayrışmadan daha fazla fiziksel ayrışma nedeniyle parçalanmaktadır. Fiziksel ayrışma yoluyla oluşan irili ufaklı kırıntılar sedimanter süreçlerden geçerek kırıntılı tortul kayaçları meydana getirmektedirler. Van Formasyonu çoğunlukla bu tür kayaçlardan oluşmuştur. Farklı bölgelerde oluşmuş kaynak kayaç

toplulukları tektonizma etkisiyle bloklar halinde hareket etmiş; Miyosen dönemi sonlarında (Van Formasyonu meydana geldikten sonra) formasyonun içine de yerleşmişlerdir (Sümengen, 2008).

Arazi çalışmaları sürecindeki gözlemlerin yanı sıra, kayaç örnekleri üzerinde gerçekleştirilen analizlerle belirlenen mineraller, kaynak kayaç olarak kireçtaşı, ofiyolitli kayaçlar ve metamorfik kayaçları işaret etmektedir. X-ışını kırınımı analizleri yapılan örneklerin tüm kayaç bileşimlerinde kuvars, mika, feldispat, kalsit, amfibol, dolomit, kristobalit ve kil mineralleri; kil fraksiyonlarında ise illit, klorit, smektit, serpantin, karışık tabakalı klorit-smektit ve illit-smektit belirlenmiştir. Bitlis Masifi'nin metamorfik kayaç türleri Van Formasyonu'na kırıntı halinde mineral sağlamışlardır. Kuvarsit ve kuvars şistler kuvars, mika şistler mika mineralleri, feldispatik gnayslar feldispat mineralleri, mermerler kalsit ve dolomit, amfibolitler amfibol mineralleri için önemli kaynak kayaçlardır. Çalışma alanında da yüzlek vermiş olan kumtaşlarında kırıntılar halinde bol bulunan kalsit mineralleri detritik kökenlidirler. Bununla birlikte kırıntılı kayaçlarda çimento olarak bulunan ya da kireçtaşlarının ana mineralini oluşturan kalsitlerin çökeltme ortamının deniz olması nedeniyle aşağıdaki şekilde kimyasal çökeltme oluştukları değerlendirilmiştir (Uygur, 1989).



Kristobalitin, Yüksekova karmaşığı olarak adlandırılan ve çalışma alanında da yüzlek veren birimin asidik volkanik kayaçlarının devitrifikasyonu ile oluştuğu ve bu kayaçların kırıntılarının Van formasyonu kayaçlarının bileşimine katıldıkları yorumu yapılmıştır. Örneklerin kil fraksiyonlarında illit, klorit, smektit, serpantin, karışık tabakalı klorit-smektit ve illit-smektit belirlenmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı sahadan alınan örneklerde belirlenmiş olan illit minerallerinin Kübler indeksi sayısal değerleri 0.1 - 0.3 arasında değişmektedir. Bu değerler illit minerallerinin metamorfik fasiyelerde oluştuğunu (Verdel ve ark., 2011), çalıştığımız kayaçlar içindeki illitlerin detritik kökenli olduğunu (Bitlis Masifi'nin metamorfik kayaçlarından taşındığını) göstermektedir. Kloritlerin ve smektitlerin X-ışını difraksiyonu desenlerinin (060) yansımaları 1.53 - 1.56 Å arasında değişmekte olup minerallerin trioktaedrik karakterini, dolayısıyla Mg ve Fe bakımından zengin olduklarını desteklemektedir. Klorit ~550 °C'nin üzerinde ısıdan etkilenmekte, demirce zengin kloritlerde 550 °C'den daha düşük sıcaklıklarda da dehidratasyon gerçekleşmekte, 14 Å'daki pikin şiddetlenmesine bağlı olarak yapının yeniden düzenlenmesiyle önemli yansımalarda kaybolma veya azalma gözlenmektedir (Çelik-Karakaya, 2006). Şekil 5'te görüleceği üzere kloritin 3.53 Å'luk piki 550 °C'de kaybolmuştur. Bu durum diğer örneklerde de gözlenmiş olup çalışmamızda belirlenen kloritlerin demirce zengin olduklarına bir başka kanıt teşkil etmektedir. Bitlis Masifi'nin klorit-kloritoyid şistleri klorit mineralleri için kaynak kayaç olarak düşünülmüştür. Smektit minerallerinin ise Yüksekova Karmaşığının volkanik kayaçlarının bozunma ürünü oldukları ve kalit olarak Van Formasyonu kayaçlarında buldukları yorumu yapılmıştır. SEM çalışmalarında klorit ve smektit minerallerinin oluşumlarıyla ilişkili diyajenez etkisinin görülmemiş olması bu yorumu desteklemektedir. SEM çalışmalarında belirlenen bir başka mineral olan serpantin ise çalışma alanı içinde de gözlenen ofiyolitik bir kayaç türü olan serpantinlerden taşınmış olmalıdır. Karışık tabakalı klorit-smektit ve illit-smektit ise transformasyon (dönüşüm) ürünü olarak değerlendirilmişlerdir.

Çalışma alanı içerisindeki killi kayaçlardan alınan örneklerin X-ışını tüm kayaç ve kil fraksiyonu bileşimlerinin ölçülü stratigrafik istiflerdeki dağılımları değerlendirildiğinde istiflerde yanal ve düşey değişim saptanmamıştır. Bu durum örnek alınan stratigrafik istiflerin birbirlerine uzak lokasyonlarda bulunmamasıyla açıklanabilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'nin maddi desteğiyle yapılmıştır (2018-FBE-YL6817 No'lu proje). Yazarlar, saha çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN'e, laboratuvar çalışmalarında elde edilen verilerin yorumlanmasındaki katkılarından ötürü Prof. Dr. İsmail Aydın ARAS'a, yapıcı eleştirileriyle çalışmaya katkı veren Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AKYAZI'ya, palinolojik incelemeleri gerçekleştiren Dr. Öğr. Üyesi Güldem KAMAR'a, çalışma alanıyla ilgili bilgi paylaşımı için Jeo. Yük. Müh. Elvan DEMİRCİ'ye teşekkürlerini sunarlar.

Kaynakça

- Acarlar, M., Bilgin, A. Z., Elibol, E., Erkal, T., Gedik, İ., Güner E., Hakyemez, Y., Şen, M. A., Uğuz, M. F., & Umut, M. (1991). *Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi*. Ankara, Türkiye: MTA Genel Müdürlüğü Yayınları No: 1061.
- Açlan, M., & Altun, Y. (2018). Syn-collisional I-type Esenkoy Pluton (Eastern Anatolia-Turkey): An indication for collision between Arabian and Eurasian plates. *Journal of African Earth Sciences*, 12, 1-11. doi:10.1016/j.jafrearsci.2018.02.019
- Akkoca, D. B., Eriş, K., Çağatay, M. N., & Biltekin, D. (2019). The mineralogical and geochemical composition of Holocene sediments from Lake Hazar, Elâzığ, Eastern Turkey: implications for weathering, paleoclimate, redox conditions, provenance, and tectonic setting. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 28(5), 760-785. doi:10.3906/yer-1812-8
- Armstrong-Altrin, J. S., Lee, Y. I., Kasper-Zubillaga, J. J., Carranza-Edwards, A., Garcia D., Eby, G. N., Balaram V., & Cruz-Ortiz N. L. (2012). Geochemistry of beach sands along the western Gulf of Mexico, Mexico: implication for provenance. *Chemie der Erde-Geochemistry*, 72(4), 345-62. doi:10.3906/yer-1309-21
- Armstrong-Altrin, J. S., Nagarajan, R., Balaram, V., & Natalhy-Pineda, O. (2015). Petrography and geochemistry of sands from the Chachalacas and Veracruz beach areas, western Gulf of Mexico, México: constraints on provenance and tectonic setting. *Journal of South American Earth Sciences*, 64, 199-216. doi:10.1016/j.jsames.2015.10.012
- Ateş, Ş., Mutlu, G., Özerk, O. C., Çiçek, İ., & Gülmez, F. A. (2007). *Van İli Kentleşme Alanları Yer Bilim Verileri*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Rapor No: 10961.
- Balkaş, Ö. (1980). *Başkale-Gürpınar-Çatak-Van Alanının Jeolojisi ve Petrol Olanakları*. TPAO Rapor no: 1455.
- Bozkaya, Ö., & Yalçın, H. (1996). Diyajenez - Metamorfizma geçişinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Jeoloji Mühendisliği*, 49, 1-22.
- Brown, G., & Brindley, W. G. (1980). X-ray Diffraction Procedures for Clay Mineral Identification. In W. G. Brindley & G. Brown (Eds.), *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification*. London, UK: Mineralogical Society of London Publication, 411-438.
- Çelik-Karakaya, M. (2006). *Kil Minerallerinin Özellikleri ve Tanımlama Yöntemleri*. Ankara, TÜRKİYE: Bizim Büro.
- Chamley, H. (1989). *Clay Sedimentology*. Berlin, GERMANY: Springer-Verlag.
- Demirci, E. (2016). *Akın ve Taşkonak Köyü dolayında yüzeyleyen Serravaliyen – Tortoniyen (Orta-Geç Miyosen) yaşlı Van formasyonu çökellerinin mikrofasiyes ve mikropaleontoloji özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dewey, J. F., Hempton, M. R., Kidd, W. S. F., Şaroğlu, F., Şengör, A. M. C. (1986). Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia – a young collision zone. *Geological Society of London. Special Publication*, 19, 3-36.
- Dunoyer de Segonzac, G., Ferrero, J., & Kübler, B. (1968). Sur la cristallinité de l'illite dans la diagenèse et l'anchimé tamorphisme. *Sedimentology*, 10, 137–143.
- Eker, S. C. (2012). Petrography and geochemistry of Eocene sandstones from eastern Pontides (NE Turkey): implications for source area weathering, provenance and tectonic setting. *Geochemistry International*, 50(8), 683-701. doi:10.1134/S001670291206002X
- Garzanti E., Al-Juboury, A. I., Zoleikhaei, Y., Vermeesch P., Jotheri J., Akkoca, D. B., Obaid A. K., Allen M. B., Andó S., Limonta M., Padoan M., Resentini A., Rittner M., & Vezzoli G. (2016). The Euphrates-Tigris-Karun river system: Provenance, recycling and dispersal of quartz-poor foreland-basin sediments in arid climate. *Earth-Science Reviews*, 162, 107-128.
- Gregor, H. J. (1990). Contributions to the Late Neogene and Early Quaternary Floral History of the Mediterranean. *Review of Paleobotany*, 62, 309-338.
- Gülyüz, E., Durak, H., Özkaptan, M., & Krijgsman, W. (2020). Paleomagnetic constraints on the early Miocene closure of the southern Neo-Tethys (Van region; East Anatolia): Inferences for the timing of Eurasia-Arabia collision. *Global and Planetary Change*, 185, 1-13. doi:10.1016/j.gloplacha.2019.103089
- Güney, A., Demirci, E., Korkmaz, K., & Örcen, S. (2021). Van Formasyonu'nun (Van, Doğu Anadolu) mikrofosillerle yeni yaş bulguları. *MTA Dergisi*, 166, 33-52.

- Hanawalt, J. D., Rinn, H. W., & Frevel, L. K. (1938) Chemical Analysis by X-Ray Diffraction. *Analytical Chemistry*, 10, 475-512.
- Huvaj, Y. N. & Huff, W. D. (2016). Clay mineralogy and geochemistry of three offshore wells in the southwestern Black Sea, northern Turkey: the effect of burial diagenesis on the conversion of smectite to illite. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 25, 592-610. doi:10.3906/yer-1601-10
- Kamar, G. (2005). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanındaki çökellerin palinostratigrafisi ve paleoklimatolojisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kamar, G. (2018). Palynology of Lake Arin (Eastern Anatolia, Turkey) deposits and its relation with water level change of Lake Van: Preliminary findings. *Quaternary International*, 486, 83-88. doi:10.1016/J.QUAINT.2017.05.020
- Kaplan, G. (2013). Palynological analysis of the Late Pleistocene terrace deposits of Lake Van, eastern Turkey: Reconstruction of paleovegetation and paleoclimate. *Quaternary International*, 292, 168-175. doi:10.1016/j.quaint.2012.10.046
- Kayseri Özer, M. S., Sancay, R. H., Şen, Ş., Sözeri, K., Metais, G., Ayyıldız, T., & Varol, B. (2017). Paleoenvironment of the late oligocene from the Kağızman-Tuzluca basin (Northeastern Anatolia) based on the micro- and macrofloras. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 26, 227-248. doi:10.3906/yer-1612-26
- Kazak, M. (2019). *Akın ve Taşkonak Köyleri (Van) çevresinde yüzeyleyen orta-geç miyosen yaşlı killi kayaçların mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kübler, B. (1964). Les argiles, indicateurs de métamorphisme. *Revue de l'Institut Francais du Petrole*, 19, 1093-1112.
- Kübler, B. (1967). *La Cristallinité de l'illite et les Zones tout à Fait Supérieures du Métamorphisme*. In Etages tectoniques (pp. 105-121). Coll. Neuchâtel, Switzerland.
- Kübler, B. (1968). Evaluation quantitative du métamorphisme par la cristallinité de l'illite. *Bulletin-Centre de Recherches de Pau-SNPA*, 2, 385-397.
- Lohmann, G., & Bickert, T. (2019). Paleoclimate. http://www.cenozoic-climate-cooling.org/en/results/results_wp1/ Erişim tarihi: 03.01.2019.
- Lüdecke T., Mikes, T., Rojay, F. B., Cosca, M. A., Mulch, A. (2013). Stable isotope-based reconstruction of Oligo-Miocene paleoenvironment and paleohydrology of Central Anatolian lake basins (Turkey). *Turkish Journal of Earth Science*, 22, 793-819. doi.org/10.3906/yer-1207-11
- Moore, M. D., & Reynolds, R. C. (1989). *X-ray Diffraction and the Identification of Clay Minerals*. New York, USA: Oxford University Press.
- Perinçek, D. (1978). *V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allokon birimler) jeoloji sembolleri*. TPAO Arama Grubu, Arşiv No: 6657.
- Sağlam, A. (2003). *Van Gölü doğusu ve güneydoğusunda yüzeyleyen Van formasyonunun stratigrafisi, paleontolojisi ve çökme ortamları*. (Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Singer, A. (1980). The paleoclimatic interpretation of clay minerals in soils and weathering profiles. *Earth-Science Reviews*, 15(4), 303-326. doi:10.1016/0012-8252(80)90113-0
- Singer, A. (1984). The paleoclimatic interpretation of clay minerals in sediments - a review. *Earth-Science Reviews*, 21(4), 251-293. doi:10.1016/0012-8252(84)90055-2
- Suata-Alpaslan, F. (2010, Kasım). *Neojen döneminde Türkiye'de iklim ve ortam*. Batı Akdeniz Doğa Bilimleri Sempozyumu, Burdur.
- Sümengen, M. (2008). *Van L50 Paftası*. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, 1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:63, Ankara.
- Şenel, M., Acarlar, M., Çakmakoğlu, A., Dağar, Z., Erkanol, D., Örcen, S., Taşkıran, M. A., Ulu, Ü., Ünal, M.F., & Yıldırım, H. (1984). *Özalp (Van)-İran Sınırı Arasındaki Alanın Jeolojisi (Başkale-K52)*, MTA Rapor No: 7623.
- Şener, S. (1992). *Van ili yakın güneyinin jeolojisi ve denizel miyosen istifinin fasiyes özellikleri*. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şaroğlu, F., & Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler: tektonik volkanizma ilişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 24, 39-50.

- şaroğlu, F., & Yılmaz, Y. (1986). *Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modelleri*. Ankara, Türkiye: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi.
- şeng r, A. M. C., & Kidd, W. S. F. (1979). Post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet. *Tectonophysics*, 55, 361- 376. doi:10.1016/0040-1951(79)90184-7
- şengun, F., & Koralay, O. E. (2019). Petrography, geochemistry, and provenance of Jurassic sandstones from the Sakarya Zone, NW. Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 28, 603-622. doi:10.3906/yer-1901-10
- Uygur, K. (1989). *Karbonat Jeolojisi*. Ankara, Türkiye: T.P.A.O. Arama Grubu Başkanlığı.
- Verdel C., Niemi N., & van der Pluijm B. A. (2011). Variations in the illite-muscovite transition related to metamorphic conditions and detrital muscovite content: insight from the Paleozoic passive margin of the S.W. US. *Journal of Geology*, 119, 419–437.
- Welton, J. E. (1984). *SEM Petrology Atlas.*, USA: The AAPG methods in exploration series, no: 4.
- Wicander, R., & Monroe, J. S. (2010). *Historical Geology*. Belmont, USA: Brooks Cole.