

## Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü Alanı Karot Örneklerinin Kil Mineralojisi

Ali Kılıçer<sup>1</sup>, Türker Yakupoğlu<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı, Mareşal Fevzi Çakmak Cad. No:25 65100, İpekyolu, Van, Türkiye

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 65080, Van, Türkiye  
\*turkery@yyu.edu.tr

**Özet:** Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü alanının zemin özelliklerini belirlemek amacıyla 2002 yılında 31 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Sondaj karot örnekleri, Kuvaterner yaşlı sedimanlardır. Bu çalışma kapsamında kampüs alanının zeminini oluşturan malzemenin, özellikle de düşey kalınlığı ve yanal yayılımı fazla olan killerin, mineralojik özelliklerinin ve kökenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 98 adet seçilmiş örnek üzerinde X-ışını difraksiyonu tüm kayaç ve kil fraksiyonu analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneklerin tüm kayaç mineralojisi; kuvars, kalsit, kil mineralleri, feldispat, mika, kristobalit, serpantin, amfibol mineralleri ile amorf silisden oluşmaktadır. Kil fraksiyonlarında ise simektit, klorit vermikülit, illit ve serpantin mineralleri belirlenmiştir. Simektit dışındaki mineraller ortama taşınarak gelmiş kırıntılı mineraller olarak yorumlanmıştır. Kil minerallerinin kökenine ilişkin yorum yapabilmek amacıyla seçilmiş 1 örnek üzerinde taramalı elektron mikroskop çalışmaları yapılmış ve otijenik simektit mineralleri belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Van YYÜ kampüsü, karot örneği, kil mineralojisi, X-ışını difraksiyonu

## Clay Mineralogy Of The Core Samples From Van Yuzuncu Yil University Zeve Campus

**Abstract:** In 2002, 31 drillings were achieved to determine the ground characteristics of Van Yuzuncu Yil University Zeve Campus. Core samples are of Quaternary sediments. In this study, an attempt was made to determine the mineralogical characteristics and origin of the material that form ground of the campus, especially of thick and widely laterally distributed clays. For this purpose 98 chosen samples were analysed by using X-ray whole rock diffraction and clay fraction analysis methods. Whole rock mineralogy of the samples are composed of quartz, calcite, clay minerals, feldspar, mica, cristobalite, serpentine, amphibole and amorphous silica. Clay fractions consist of smectite, chlorite, vermiculite, illite and serpentine minerals. Except smectite, all minerals are interpreted as detrital minerals. Scanning electron microscope studies were achieved on 1 sample to comment about the origin of clay minerals. Authigenic smectites were determined on these studies.

**Key words:** Van YYU campus, core sample, clay mineralogy, X-ray diffraction

### Giriş

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü, Van il merkezinin kuzeybatısında, Tuşba ilçesi sınırları içerisinde yer alır ve kent merkezine yaklaşık 13 km. uzaklıktadır. Kampüs alanı, batıda Bardakçı köy yolu, doğuda Erciş - Van karayolu, güneyde ise Van Gölü ile sınırlanmaktadır (Şekil 1). Kampüs alanı ve yakın çevresinde gerçekleştirilen ve kil mineralojisi içeren çalışma sayısı azdır (Öztürk, 2004; Yakupoğlu ve Açlan, 2005; Ateş, 2010; Akman, 2017). Bu çalışmalarda kampüs

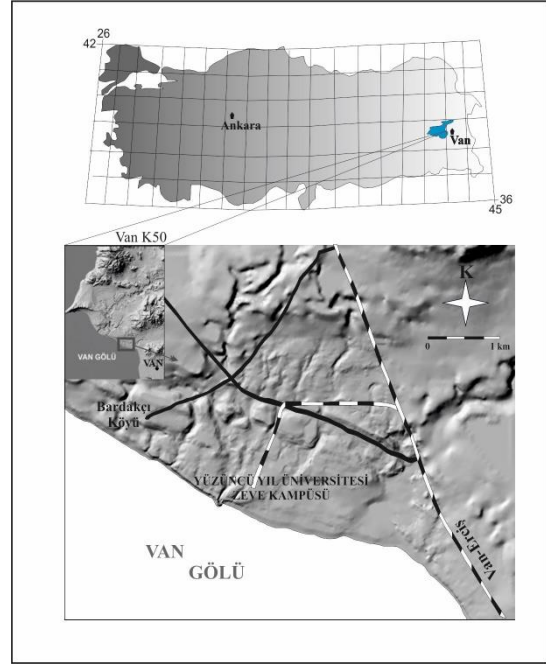
alanından alınarak analizi yapılmış örnek sayısı da fazla değildir.

Bu çalışmada ise, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanının zeminini oluşturan malzemenin, özellikle de düşey kalınlığı ve yanal yayılımı fazla olan killerin, mineralojik özelliklerinin ve kökenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır, bu amaç doğrultusunda, 2002 yılında yapılmış 31 adet jeoteknik sondajdan yararlanılmış, farklı sondajlardan alınan 98 adet örnek üzerinde X-ışını (tüm kayaç ve kil

fraksiyonu) difraksiyon analizi ve 1 örnek üzerinde taramalı elektron mikroskop (SEM) analizi yapılarak özgün bir kil mineralojisi çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin, gelecekte kampüs alanı ve çevresinde yürütülecek jeoloji çalışmalarına katkı sağlaması hedeflenmiştir.

### Stratigrafi

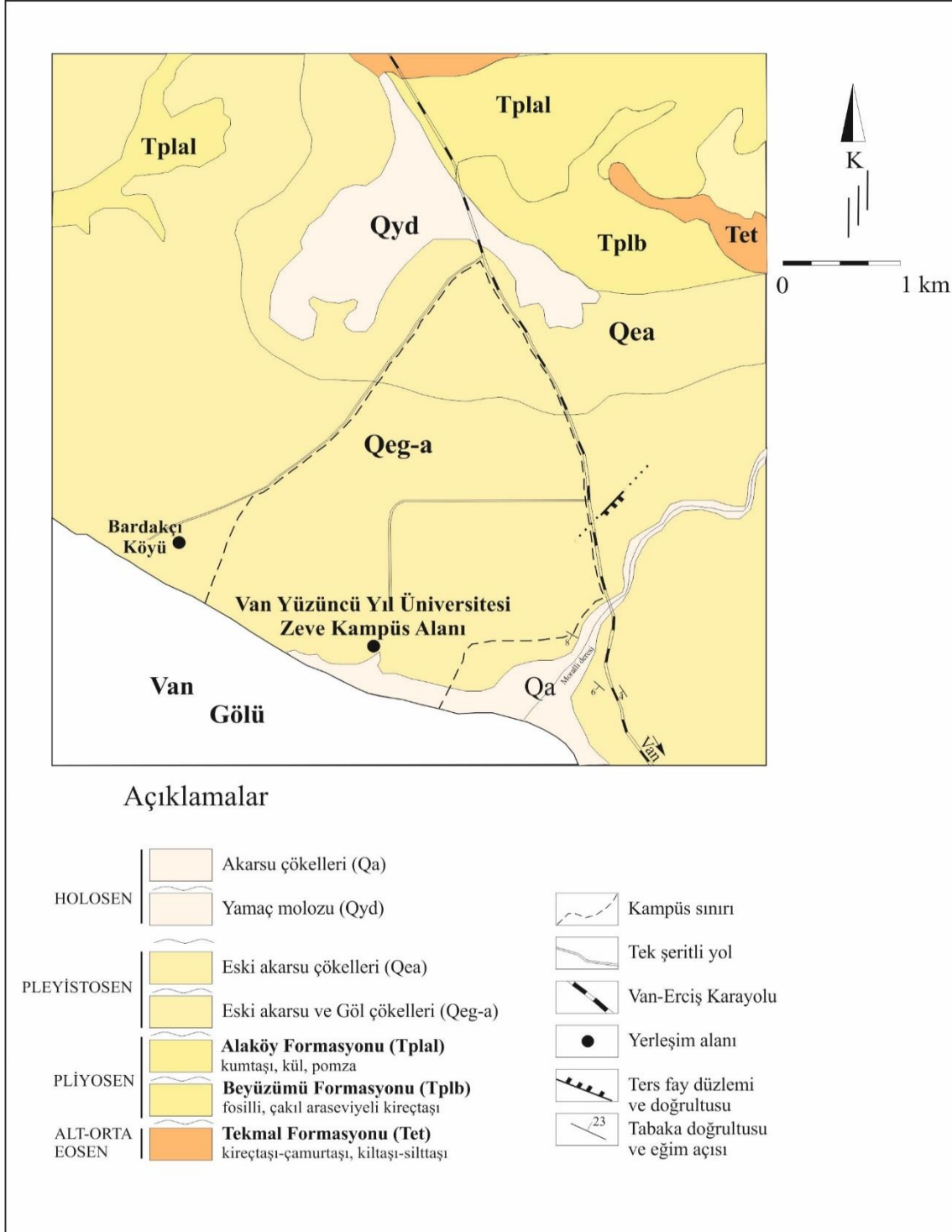
Çalışma alanı, Van Gölü'nün doğusunda yer almaktadır. Van Gölü Havzası, Paleozoyik'ten günümüze kadar farklı yaşlardan kayaç türlerinin yüzeyletiği, tektonizmanın da etkisiyle oldukça karmaşık stratigrafîye sahip bir alandır. Havzanın güneyinde Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayaçlar, batısında ve kuzeyinde genç volkanik ve volkaniklastik kayaçlar, doğusunda ise ofiyolitli kayaçlar ile Kuvaterner yaşlı güncel akarsu ve göl sedimanları (kırıntılılar ve karbonatlar) yaygın olarak yüzeylemektedir. Bu çalışmada Acarlar ve ark. (1991)'nin kurduğu stratigrafi ve birim adlamaları esas alınmıştır. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü alanı, Acarlar ve ark. (1991)'na göre Kuvaterner yaşlı akarsu ve göl çökelleri üzerinde kuruludur ve bu çökellerin toplam kalınlığı 150 m'dir (Şekil 2). Selçuk (2003), kampüs alanında 2002 yılında yapılan 31 adet jeoteknik sondajın verilerini kullanarak kampüs alanındaki sedimanların alttan üste doğru; Göl Çökelleri, Akarsu-Göl Çökelleri, Göl (Plaj) Çökelleri ve Güncel Akarsu Çökelleri şeklinde 4 ayrı fazda oluşmuş bir istif oluşturduklarını ortaya koymuştur (Şekil 3).



Şekil 1. Çalışma alanının yer bulduru haritası (Selçuk, 2003).

	Litoloji	Adlandırma
4.Faz Güncel Akarsu Çökelleri	PIQÇk	Çakıl Düzeyi
3.Faz Göl Çökelleri	PIQKm	Kum Düzeyi
2.Faz Göl-Akarsu Çökelleri	PIQSik 4	Siltli kum 4 Düzeyi
	PIQKk 2	Kahverenkli Kil 2 Düzeyi
	PIQSik 3	Siltli kum 3 Düzeyi
	PIQKk 1	Kahverenkli Kil 1 Düzeyi
1.Faz Göl Çökelleri	PIQBk	Bardakçı Kil Düzeyi
	PIQSik 1	Siltli kum 1 Düzeyi
	PIQMk	Mavi Kil Düzeyi

Şekil 3. Kampüs alanındaki çökellerin stratigrafik dizilimi (Selçuk, 2003).



Şekil 2. Kampüs alanı ve çevresinin genel jeoloji haritası (Selçuk, 2003; Acarlar ve ark., 1991'den revize edilmiştir).

### Materyal ve Yöntem

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü alanının zemin özelliklerini belirlemek amacıyla 2002 yılında 31 adet karotlu sondaj yapılmıştır. Sondaj

karot örnekleri Kuvaterner yaşlı, pekişmemiş, volkan külü içeren, çoğunlukla killi sedimanlardır. Çok küçük tane boyutlu olmaları nedeniyle killerin incelenmesi ancak özel bazı

yöntemlerle mümkün olabilmektedir. Bu nedenle seçilmiş 98 örnek üzerinde X-ışını difraksiyon analizleri yapılmıştır. Bu analizler Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen toz difraktogram kayıtları, Brown (1961), Brindley (1980), Moore ve Reynolds (1997)'dan yararlanılarak değerlendirilmiş, örneklerin tüm kayaç mineralojik bileşimleri belirlenmiştir. Örneklerin tamamında kil minerali saptanmıştır. Bu 98 örnek daha sonra laboratuvarında işlemden geçirilerek kil fraksiyonu ayrılmış ve X-ışını kil fraksiyonu çekimleri yapılmıştır. Örneklerin kil fraksiyonundaki minerallerinin belirlenmesinde Brown (1961), Grim (1968), Brindley (1980), Brown (1980), Velde (1985), Wilson (1987), Moore ve Reynolds (1997)'dan yararlanılmıştır. Kil fraksiyonunda belirlenen minerallerin yarı nicel yüzde oranları, Gündoğdu (1982)'da verilen yöntemle

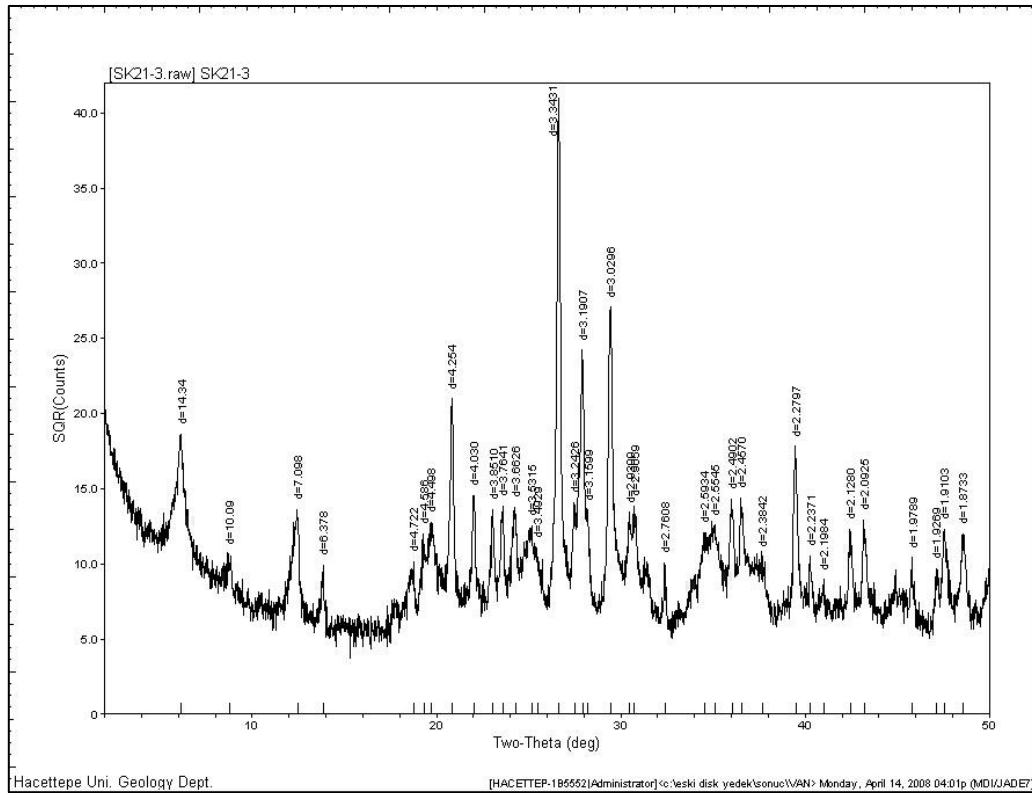
göre simektit minerallerinin glikollü, diğer minerallerin normal kayıtlarındaki pik şiddetleri kullanılarak hesaplanmıştır. Kil minerallerinin kristal şekilleri, boyutları, mikromorfolojik özellikleri, birbirleriyle olan dokusal özelliklerinin belirlenmesi ve kökensel yorum yapılabilmesi amacıyla örnek bir yaklaşım olarak 1 örnek üzerinde taramalı elektron mikroskop (SEM) çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü SEM-Probe laboratuvarında yapılmıştır.

## Bulgular

### Tüm Kayaç Mineralojisi

98 örnek üzerinde gerçekleştirilen X-ışını tüm kayaç analizlerinde kuvars, kalsit, kil, feldispat, mika, kristobalit, serpantin ve amfibol mineralleri ile amorf silis belirlenmiştir.

Mineraller genellikle keskin ve kapalı pikler vermiş olup, iyi kristallidirler (Şekil 4).

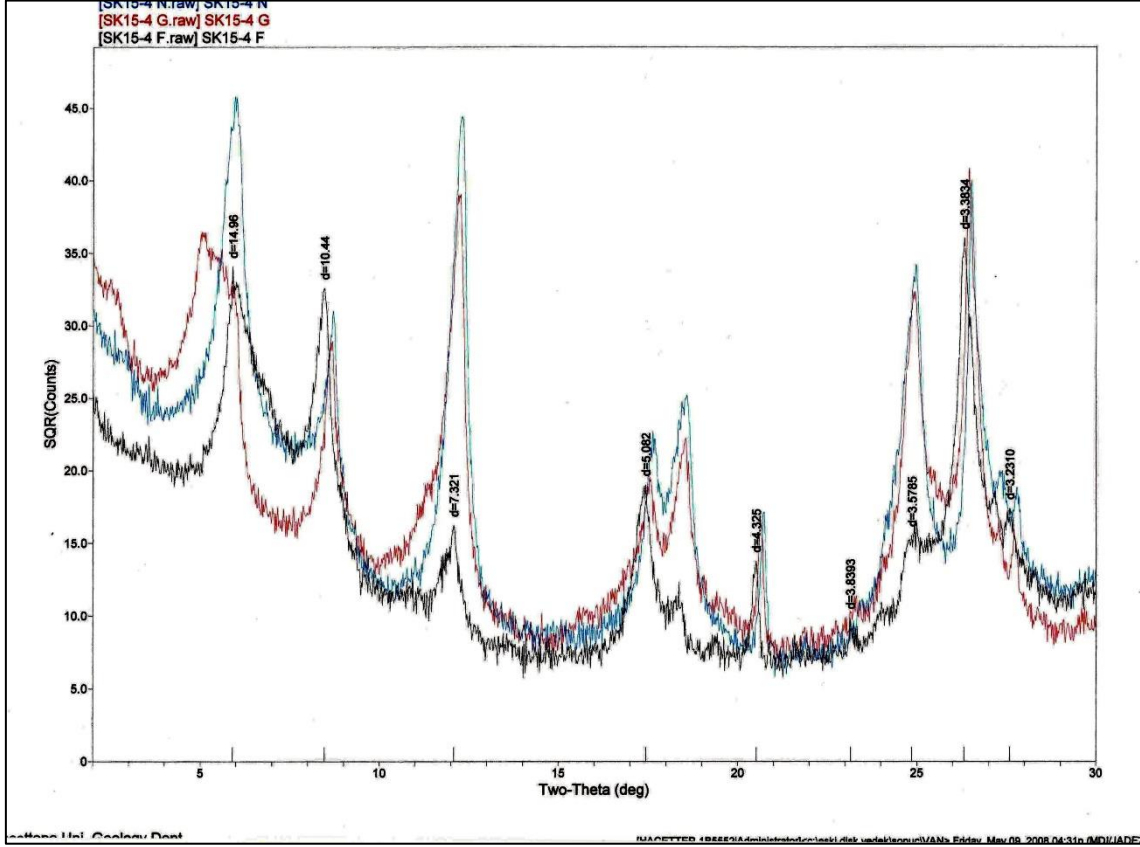


Şekil 4. SK21-3 nolu örneğin X-ışını tüm kayaç difraktogramı.

### Kil Fraksiyonu Mineralojisi

X-ışını kil fraksiyonu analizleri 98 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin normal, etilen glikollü ve fırınlanmış halde ayrı ayrı difraktogramları çekilmiştir (Şekil 5). 98

örneğin tamamında simektit, vermikülit, klorit, illit mineralleri tespit edilmiştir. Serpantin minerali ise 28 örnekte belirlenmiştir.



Şekil 5. SK15-4 nolu örneğin X-ışını kil fraksiyonu difraktogramı.

Simektit; normal çekimlerde 15 Å (001) civarında, glikollü çekimlerinde 17 Å civarında, fırınlanmış çekimlerde ise 10 Å civarındaki pikleri ile tanımlanmıştır. Bu pik değerleri kalsiyumlu simektitler için tipiktir (Wilson, 1987).

Klorit, normal çekimlerde verdiği 14,2-14,4 Å (001) karakteristik pikiyle tanımlanmıştır. Klorit ayrıca, 7,1-7,4 Å'da (002) şiddetli pik vermiştir. Pikler kapalı ve keskin tiptedir. Örneklerin tamamında simektit bulunması nedeniyle kil minerallerinin yarı nicel yüzde oranları hesaplanırken kloritin (002) düzlemine ait pik şiddeti kullanılmıştır.

İllit mineralleri 10 Å (001) civarındaki şiddetli pikiyle karakteristiktir. İllitin tanımlanmasında, (002) düzlemine ait 4,8-5,0 Å piki ile (111) düzleminin 4,28-4,30 Å pikleri de kullanılmıştır. İllit mineralleri, kapalı tipte (simetrisi düzgün) pikler sunmuşlardır.

Vermikülit, normal ve glikollü çekimlerde 14,5 Å (001), fırınlanmış çekimlerde ise 10,0 Å (001) pik değerleri ile tanımlanmıştır. Vermikülit, etilen glikolle işleme sokulduğunda şişme özelliği göstermemesiyle simektitten ayırdedilebilmiştir.

Serpantin, 7,3 Å (001) ve 4,56 Å (020)'lük pikleriyle tanımlanmıştır.

98 örnek üzerinde gerçekleştirilen X-ışını kil fraksiyonu mineralojisi analiz verileri kullanılarak kil minerallerinin bağlı yüzde oranları belirlenmiştir. Kil minerallerinin en yüksek ve en düşük bağlı yüzde oranları Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Kil minerallerinin en yüksek ve en düşük bağlı yüzde değerleri

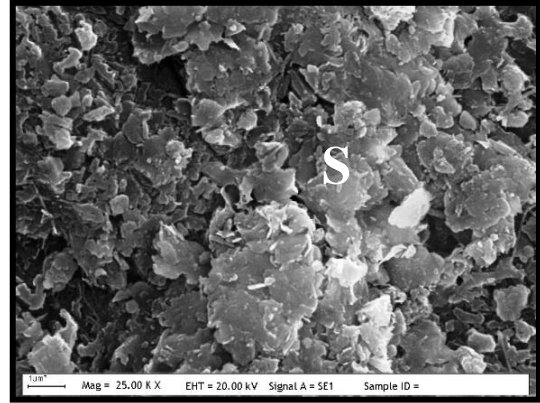
Mineral adı	En yüksek yüzde oranı	En düşük yüzde oranı
Simektit	% 58	% 18
Klorit	% 49	% 16
Vermikülit	% 28	% 4
İllit	% 28	% 6
Serpantin	% 26	% 12

Bütün örnekler için kil minerallerinin ayrı ayrı yüzde oranlarının ortalama değerleri hesaplandığında, örnekler içerisinde bolluk oranı en fazla olan mineralin simektit olduğu ortaya çıkmıştır. Simektitin ortalama oranı % 32 olarak hesaplanmıştır. Simektitten sonra en bol bulunan mineral grubu kloritlerdir (ortalama % 31). Vermikülit (ortalama %18), illit (ortalama %15) ve serpantin (ortalama % 4) bolluk oranlarıyla simektit ve kloriti izlemektedir.

### Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Çalışmaları

Bu çalışmalar, özellikle kil minerallerine yönelik olarak, seçilmiş bir örnek (SK14-4) üzerinde yürütülmüştür. Örneğin tüm kayaç mineralojisi; kuvars, kalsit, feldispat, mika, kristobalit, simektit, klorit, vermikülit, serpantin mineralleri ile amorf silisten oluşmuştur. Örnek kil minerali olarak simektit (% 54), klorit (% 16), serpantin (% 14), vermikülit (% 12) ve illit (% 4) içermektedir. Taramalı elektron

mikroskop çalışmalarında toplam 18 mikrofotograf çekilmiştir. Bu fotoğraflarda dalgalı görünümlü, kenarları girintili çıkıntılı, şekilleri marul (kıvrıkcık) yaprağına benzeyen kil mineralleri net olarak gözlenmiştir (Şekil 6). Welton (1984)'deki simektitlere ait mikrofotograför örnek alınarak bu kil mineralleri (otijenik) simektit olarak yorumlanmıştır.



Şekil 6. Marul (kıvrıkcık) yaprağı görünümlü simektit (S) mineralleri.

### Tartışma ve Sonuçlar

Van Gölü Havzası, Doğu Anadolu'nun tamamını etkileyen ve Kuvaterner dönemi boyunca devam eden yoğun volkanik faaliyetin etkisi altında kalmıştır. Van gölünün çevresinde yer alan Nemrut, Süphan, Meydan volkanları bunun somut bir göstergesidir. Bu nedenle günümüzden yaklaşık 600.000 yıl önce oluşan (Stockhecke ve ark., 2014) Van gölünün tabanındaki kalın çökel istif içerisinde ve çevresindeki alanlarda volkanik ve volkaniklastik kayaç birikimi fazladır. Dolayısıyla çalışma alanındaki çökeller, volkanik etkinliğin doğrudan veya dolaylı etki alanında bulunan bir göl ortamının tabanında ve kıyısında oluşmuşlardır. Stratigrafi bölümünde değinildiği üzere Acarlar ve ark. (1991) çalışma alanındaki çökellerin akarsu ve



göl ortamlarında oluştuklarını bildirmiş, Selçuk (2003), bu çökellerin alttan üste doğru; Göl Çökelleri, Akarsu-Göl Çökelleri, Göl (Plaj) Çökelleri ve Güncel Akarsu Çökelleri şeklinde bir istif oluşturduklarını ortaya koymuştur

Kristalinite, genellikle herhangi bir maddedeki kristalin materyal miktarını belirtir (Frey, 1987; Bozkaya ve Yalçın, 1996'dan). Bir mineralin X-ışını difraktogramında keskin pik vermesi, o mineralin iyi kristalli olduğunu ifade etmektedir. Bozunma ürünü olan ya da bozunmaya uğramış mineraller genellikle kristal yapılarının bozulmasından dolayı iyi kristalli değildirler. Bu mineraller X-ışını difraktogramlarında keskin ve kapalı değil, açık (simetrisi bozuk) ve yayvan pikler vermektedirler. Bu çalışma kapsamında analizleri yapılan örneklerin X-ışını tüm kayaç ve kil fraksiyonu difraktogramlarında belirlenen kuvars, kalsit, klorit, vermikülit, feldispat, mika (illit), amfibol ve serpantin mineralleri keskin pikler vermişlerdir. Dolayısıyla bu minerallerin bozunma ürünü olmadıkları, Kuvaterner öncesi dönemde oluşmuş kayaçlardan doğrudan türemiş kırıntılı mineraller oldukları yorumu yapılabilir.

Bir bölgenin tektonik yapısındaki gelişmeler ve göl havzasını çevreleyen kayaçların petrografisi, gölsel killere dayanarak yapılan jeolojik yorumlarda önemli rol oynamaktadır. (Türkmenoğlu, 2005). Güncel ve eski göl/akarsu çökellerinde gerçekleştirilen çalışmalar, çökellerin mineralojik bileşimi ile gölü çevreleyen ve akarsuyun drenaj alanlarındaki kaynak kayaçların ve toprakların mineralojik bileşimleri arasında genel bir uyum bulunduğunu göstermiştir (Chamley, 1989). Çalışma alanının çevresinde konglomera, kumtaşı, kiltası gibi kırıntılı kayaçlar ile bunların üzerine bloklar halinde yerleşmiş metamorfitle, ofiyolitli

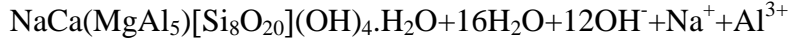
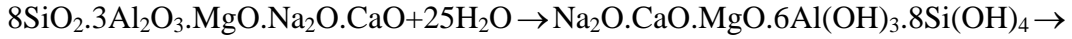
kayaçlar ve kireçtaşları ile volkanik ve volkaniklastik kayaçlar yüzeylenmektedir. Çalışma alanı örneklerinde belirlenen mineraller, blok halinde yerleşmiş kayaçlardan türemiş olabilecekleri gibi, kırıntılı sedimanter kayaçların yeniden işlenmesi süreciyle de ortama taşınmış olabilirler. Kaynak kayaç olarak değerlendirildiklerinde; metamorfitle, amfibol, kuvars, feldispat, mika ve klorit minerallerini; ofiyolitlerin serpantin minerallerini, volkanitlerin vermikülitleri, kireçtaşlarının kalsit minerallerini sağlamış olması mümkündür.

Bununla birlikte bazı mineraller, çökeltme ortamının kimyasal koşullarında gerçekleşen reaksiyonların ürünleri de olabilirler. Simektit oluşumuyla ilişkilendirilerek bu konu aşağıda irdelenmiştir.

Simektit mineralleri bazı örneklerde keskin pikler sunmaktadır. Bu durum simektitin kırıntılı olduğunu gösterebilir. Buna karşın bazı örneklerde de simektit nisbeten daha yayvan pik vermekte olup, kristallikleri iyi değildir. Bu durum örneklerin bileşiminde bozunma ürünü simektitlerin de bulunabileceğini işaret etmektedir. X-ışını analizlerinde bütün simektitlerin (001) yansımalarının  $15\text{\AA}$  civarında pik vermesi mineralin kalsiyumlu simektit olduğunu göstermiştir. Kalsiyumca zengin ortam koşulları nötr ya da bazik (alkali) ortamlardır.

Çalışmada elde edilen veriler bu bilgilerin ışığında değerlendirilerek simektit mineralinin oluşumu için öncelikle duraysız volkanik malzemenin sulu karasal ortamda bozunması düşünülmüştür. Doğada en çok gözlenen bu tür simektit oluşumdur. Volkanik alanlardaki gölsel sedimanlar içinde kil minerali olarak genellikle simektit bulunmaktadır (Chamley, 1989). Volkan camının bozunması aşağıdaki reaksiyon sonucunda gerçekleşmektedir.

Volkanik cam → Sulu CaMgAl-silikat jeli → Smektit



(Yalçın ve ark., 2005)

Bu reaksiyon, volkanizma etkisindeki tuzlu ve alkali (pH>7) göl ortamlarında gelişirse zeolit oluşumu gerçekleşebilmektedir. Tuzluluğun ve alkalitenin yetersiz olduğu durumlarda ise volkanik malzeme bozunarak zeolit oluşturamamaktadır (Sheppard, 1989; Süzen ve Türkmenoğlu, 2000'den). Taze su girişi nedeniyle özellikle tuzlu göllerin kenar kesimlerinde tuzluluk ve alkalinite azalmakta, volkan camının hidrolizi sonucunda yalnızca smektit ve silis oluşumu gerçekleşmektedir (Temel, 1987; Yakupoğlu, 2001'den). Çalışma alanı örneklerinde de zeolit minerallerinin belirlenmemiş olması, ortamın yeterince tuzlu ve alkali olmaması ile açıklanabilir.

Kristobalit çalışma alanı örneklerinin tamamına yakınında (95 örnek) belirlenmiştir. Kuvars ve amorf silis ise bütün örneklerde mevcuttur. Amorf silis volkan camının bozunması reaksiyonunda açığa çıkmakta, daha sonra kristallenerek kristobalite dönüşebilmektedir (Yalçın ve ark., 2005). Çalışma alanı örneklerindeki kristobalitler alçak (düşük) sıcaklık kristobalitleridir. Örneklerde belirlenmiş olan kuvarsların bir kısmının da amorf silisten kristobalite ve daha sonra duraylı kuvars mineraline dönüşüm zincirinin son halkasını oluşturdukları yorumu yapılabilir.

Taramalı elektron mikroskop çalışmalarında dalgalı görünümü, kenarları girintili çıkıntılı, şekilleri marul (kıvrıkcık) yaprağına benzeyen kil mineralleri gözlenmiştir. Bu kil mineralleri Welton (1984)'a göre

otijenik smektittir. Bu veri, örneklerdeki smektit minerallerinin, volkanik malzemenin bozunmasını izleyen süreçte sentezlenmiş olduğu yorumunu desteklemektedir.

### Katkı Belirtme

Bu makale, Ali KILIÇER'in 2009 yılında tamamladığı yüksek lisans tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Tez, YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2008-FBE-YL001 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Acarlar, M., Bilgin, E., Elibol, E., Erkal., T., Gedik, İ., 1991. Van gölü doğu ve kuzeyinin jeolojisi. MTA Genel Müd, Arşiv No: 1061, Ankara.
- Akman, T., 2017. Van Gölü Kuzey ve Doğusundaki Göl Taraçalarının Kil Mineralojisi. YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 72 s.
- Ateş, Y., 2010. Van Gölü Havzası Killerinin Mineralojik, Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Kullanım Alanlarının Belirlenmesi. YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 172 s.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1996. Diyajenez-metamorfizma geçişinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 49, 1-22.
- Brindley, G.W., 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays. In:Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification.G.W. Brindley and



- G. Brown (eds.). London Mineralogical Society, 125-195.
- Brown, G., 1961. The X-Ray Identification And Crystal Structures Of Clay Minerals. Jarrold and Sons Ltd., Norwich, 544 p.
- Brown, G., 1980. Associated Minerals. In:Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-Ray Identification.G.W. Brindley and G. Brown (eds.). London Mineralogical Society, 361-410.
- Chamley, H., 1989. Clay Sedimentology. Springer-Verlag, 623 p., Berlin.
- Frey,, M., 1987. Very low-grade metamorphism of clastic sedimentary rocks. In Low Temperature Metamorphism. Ed. M. Frey, Blackie and Son,, Glasgow,, 9 - 58.
- Gündoğdu, M.N., 1982. Neojen Yaşlı Bigadiç Sedimanter Baseninin Jeolojik, Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi. H.Ü., Mezuniyet Sonrası Eğitimi Fakültesi Doktora Tezi, Ankara
- Grim, R. E., 1968. Clay Mineralogy. Mc Graw Hill Book Company, 596 p., New York.
- Kılıçer, A., 2009. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs Alanı Karot Örneklerinin Kil Mineralojisi (yüksek lisans tezi, yayınlanmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 50 s.,Van.
- Moore D.M., Reynolds R.C., 1997. X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals. Oxford University Press, 378 p.,Oxford, UK.
- Öztürk, A., 2004. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Yerleşkesinde olası güncel/eski kil yataklarının mineralojik ve teknolojik özellikleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 73 s.
- Selçuk, L., 2003. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü Yerleşim Alanının Mühendislik Jeolojisi (yüksek lisans tezi, yayınlanmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Sheppard, 1989, Zeolitic alteration of lacustrine tuffs, Western Snake River Plain, Idaho, USA, Pp 501-510 in Zeolites:Facts, Figures, Future (P.A. Jacobs and R.A. Van Santen, editors). Elsevier, Amsterdam.
- Stockhecke, M., Kwiecien, O., Vigliotti, L., Anselmetti, F.S., Beer, J., Çağatay, M.N., Channell, J.E.T., Kipfer, R., Lachner, J., Litt, T., Pickarski, N. ve Sturm, M., 2014. Chronostratigraphy of the 600,000 year old continental record of Lake Van (Turkey). Quaternary Science Reviews 104, 8-17.
- Süzen, M.L., Türkmenoğlu,A.G., 2000. Lacustrine mineral facies and implications for estimation of palaeoenvironmental parameters: Neogene intervolcanic Pelitçik Basin (Galatea Volcanic Province), Turkey. Clay Minerals, 35, 461-475.
- Temel, A., 1987. Bigadiç Baseni Merkezi Kesiminin Mineralojik-Petrografik, Jeokimyasal İncelenmesi ve Neoformasyon Minerallerinin Dağılımı. Hacettepe Üniversitesi Yüksek Mühendislik Tezi, 163 s.
- Türkmenoğlu, A., 2005. Gösel killer: Jeolojik önemleri ve ekonomik potansiyelleri. 12. Ulusal Kil Sempozyumu Bildirileri. 05-09 Eylül 2005, Van. 130-131.
- Velde, B., 1985. Clay Minerals: A Physico-chemical Explanation of Their Occurrence. Developments in Sedimentology, 40, Elsevier Scientific Publication Company, 425 p., Amsterdam.

- Welton, J.E., 1984. SEM Petrology Atlas. The AAPG methods in exploration series; no:4, 237 p., USA.
- Wilson, M.J., 1987. A Handbook of Determinative Methods in Clay Mineralogy. Blackie, 308 p., London,
- Yakupoglu, T., 2001. Muğla-Yatağan Bölgesi'ndeki Neojen Yaşlı Sedimanter Kayaçların Kil Sedimantolojisi ve Sedimanter Petrografik İncelenmesi (doktora tezi, yayınlanmamış). H.Ü. Fen Bil.Enst., 118 s., Ankara.
- Yakupoglu, T., Açlan, M., 2005. Bardakçı Kilinin Sedimantolojik ve Mineralojik Özellikleri. 12. Ulusal Kil Sempozyumu, 05-09 Eylül 2005, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van. Bildiriler Kitabı, s. 140.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., Tetiker, S., 2005. Kangal kömür yatağının kil mineralojisi ve jeokimyası. 12. Ulusal Kil Sempozyumu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, 5-9 Eylül, Bildiriler Kitabı, s. 16-31.