

Harran Ovası Topraklarında Smektit ve Paligorskit Oluşumu

Kadir YILMAZ

K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, K.Maraş - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 05.09.1997

Özet: Bu araştırma Harran Ovası topraklarında yaygın oranda bulunan smektit ve paligorskit minerallerinin oluşumu ile kökenini ortaya koymak için yapılmıştır. Smektit ve paligorskit minerallerinin izolasyonu için değişik izolasyon yöntemleri uygulanmıştır. Toprak örneklerindeki paligorskit ve simektit birbirinden ayrılmazken, Fatik kireç kayası kalıntısındaki paligorskit, smektitten ayrılmıştır. Kireç kayasındaki paligorskit minerallerinin boyu 1.00-2.75 µm, eni 0.10-0.20 µm iken, toprak paligorskitinin boyu 0.20-0.75, eni 0.075 µm civarında gözlenmiştir. Fatik kireç kayası kalıntısı 170 ve 210 °C'de kuvvetli endotermik reaksiyon verirken, toprak örneklerinin 150 °C de hafif bir endotermik reaksiyon verdiği saptanmıştır. Kimyasal analizler, Fatik kireç kayası kalıntı paligorskiti ile toprak paligorskitinin benzer olduğuna işaret etmekte ise de DTA, tarama elektron mikroskobu verileri toprak paligorskitinin strüktürel olarak kalıntı paligorskitden farklı olduğunu göstermiştir.

Yukarıdaki verilerin ışığı altında, kireç kayasındaki paligorskitin tuzlu çökeltme ortamında kararsız hale geçtiği, toprak koşulları altında çözülmediği ve yeniden günümüz koşullarında kararlı bir paligorskit oluşturduğu ortaya konulmuştur.

The Genesis of Smectite and Palygorskite on Harran Plain's Soil Series

Abstract: This investigation was conducted for the determination of the sources of palygorskite and smectite minerals found widely in large proportions in soil series on Harran Plain. Various methods were used for isolating smectite and palygorskite minerals. While palygorskite and smectite were not successfully separated soil samples, separation was achieved in Fatik limestone residue. While the length of palygorskite minerals was found to be 1.00-2.75 µm and the width 0.10-0.20µm in limestone, the length and width of palygorskite minerals were found to be about 0.20-0.75µm and 0.075µm, respectively, in soil samples. While Fatik limestone residue had a strong endothermic reaction at 170-210 °C, soil samples reacted only slightly at 150 °C only. Even though chemical analysis indicated that they were similar, DTA electron microscope data showed that palygorskite obtained from soil samples was structurally different from palygorskite obtained from residue. In light of the above data, it was determined that palygorskite from limestone was unstable in saline settling surrounding and dissolved in soil conditions and formed stable palygorskite in the present conditions.

Giriş

Toprak-bitki-hayvan-insan yaşam zincirinin devamı toprağın üretkenliğine bağlıdır. Bu zincirin devamlılığını sağlamak için toprağı iyi tanımak gerekir. Toprakla ilgili "nasıl" şeklindeki sorulara cevap verebilmek için önce "ne" sorusunu cevaplamamız gerekmektedir. Bu da topraktaki mevcut bileşimlerin tabiatını bilmekten geçmektedir. Toprakların ağırlıkça %99'u inorganik bileşenlerden oluşmaktadır. Mineralojik bileşenler içersinde en önemlisi kil mineralidir. Kil minerallerinin miktarı ve çeşidi; besin elementlerinin miktar ve elverişliliği, su ve hava geçirgenliği, toprak işleme ve toprak sıcaklığı v.b. gibi bitki büyümesini kontrol eden faktörleri derinden etkilemektedir (1). Çalışma materyali olan Şanlıurfa-Harran Ovası topraklarında, yaygın şişen-büzülen tipte bir kil olan smektit ile çubuğumsu yapısı ile toprağın hava ve su geçirgenliğini etkileyen paligorskit

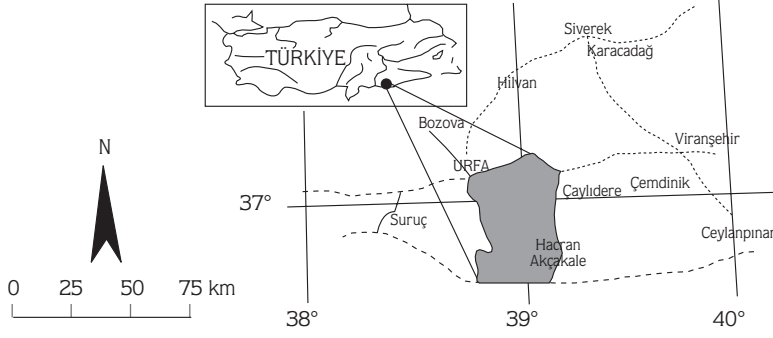
minerallerinin oluşumu ve aralarındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Fatik kireç kayası kalıntısında paligorskit izolasyon çalışması yürütülmüş, Fatik kayası paligorskiti ile toprak paligorskiti karşılaştırılmış, paligorskit mineralinin ovadaki oluşumu, smektit ve paligorskit minerali arasındaki genetik ilişkiler daha önceki araştırmaların ışığı altında açıklanmaya çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 36 47' ve 39°15' doğu boylamları, 39°40' ve 37°41' kuzey enlemleri arasında bulunan Harran Ovası'nın güneyinde Suriye sınırı, kuzeyinde Germuş ve Urfa dağları, batısında Fatik dağları, doğusunda ise Tektek dağları yer alır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırma alanının konumu

Toplam 225.000 ha olan çalışma alanında yapılan detaylı araştırmalar sonucu 25 toprak serisi belirlenmiştir (2) (Şekil 2).

Çalışma alanının iklimi; yaz ayları çok sıcak ve kurak, kış ayları ise oldukça ılık ve yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 473.1 mm'dir. Ortalama sıcaklık 18.1 °C, en düşük ortalama sıcaklık 5.1 °C ile Ocak, en yüksek ortalama sıcaklık 31.8 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık buharlaşma 2047.4 mm dir. Toprak taksonomisine göre çalışma alanının toprak rutubet rejimi aridik, toprak sıcaklık rejimi termiktir.

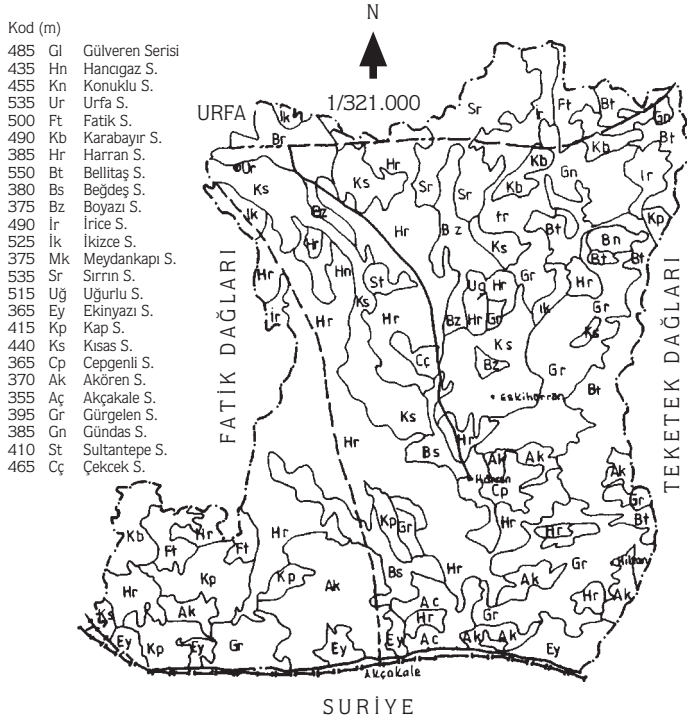
Genellikle Pleistosen-Holosen Alüvyonlarından meydana gelen Harran Ovasını doğu-batı ve kuzeyde Miyosen-

Eosen oluşuklukları çevrelemekte ve bunlar yer yer ovanın orta kesimlerine doğru aşınmış tepelikler şeklinde uzanmaktadır (2).

Metot

Kil Minerallerinin Ayrılması

2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak örneklerindeki çimentolaştırıcı, film yapıcı ve floküle edici maddeleri ortamdaki uzaklaştırmak için 2.5 g toprak örneği, pH'sı 5 olan sodyum asetat-asetik asit tampon çözeltisi ile muamele edilmiş, bunu takiben organik madde hidrojen peroksitle oksitlenerek, serbest demir ve alüminyum



Şekil 2. Harran ovası topraklarının sadeleştirilmiş toprak serisi haritası.

oksitler ise sitrat dithionit-bikarbonat çözeltisi ile reaksiyona sokularak ortamdan uzaklaştırılmıştır. Kum fraksiyonu ıslak eleme ile silt ve kil fraksiyonundan, kil fraksiyonu ise santrifüjleme ile silt fraksiyonundan ayrılmıştır (3).

Smektit Grubu Minerallerin Ayrılması

2 µm'den küçük kil taneleri 1 N MgCl₂ ile 3 kez doyurulduktan sonra 3 kez saf su ile yıkanmıştır. Ultrasonik çalkalayıcıda 10 dakika karıştırılan örnekler 6000 devir/dak'da 6 dakika santrifüjlenmiş, süspansiyonda kalan taneciklere 8000 devir/dak.'da 6 dak.'lık bir santrifüjleme daha uygulanmıştır. Santrifüjleme sonucu süspansiyonda kalan tanecikler 15000 devir/dak.'da 10 dakika santrifüjlenerek çöktürülmüştür. 8000 devir/dak.'da süspansiyonda kalan örnekler slaytlara serilerek X-ışını difraktogramları alınmıştır (3).

Paligorskit Mineralinin Ayrılması

2µm'den küçük kil tanecikleri 1 N NaCl ile 3 kez doyurulup, 3 kez saf su ile yıkandıktan sonra 500 mg kil örneği alınarak üzerine 20 ml 0.2 N dodesilamonyum hidroklorür ilave edilmiştir. Karışım 24 saat 65 °C'de bırakılmış, sürenin bitiminde üst kısımdaki berrak sıvı atılmış ve tekrar 20 ml dodesilamonyum hidroklorür ilave edilerek 24 saat 65°C de bekletilmiştir. Isıtma sonunda kil örnekleri 5 kez 10 ml etanol ile ve 4 kez de %50 etanol-%50 saf su karışımı ile yıkanmıştır. Örnekler havada oda sıcaklığında kek oluşana kadar kurutulmuş, 30 ml saf su ilave edilerek 5000 devir/dak.'da 5 dakika süre ile santrifüjlenmiştir. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Her santrifüj arasında örnekler ultrasonik karıştırıcı aletinde 5 dakika süre ile karıştırılmıştır. Santrifüjleme sonucu süspansiyonda kalan kısım 15000 devir/dak.'da 10 dakika süre ile santrifüjlenerek çöktürülmüş, çöktürülen örnekler çok az bir su ile karıştırıldıktan sonra slaytlara serilerek difraktoğramları alınmıştır (4).

Fatik kireç kayası %10'luk HCl asit içerisinde 30 gün süre ile işleme tabi tutularak ortamdaki kireç uzaklaştırılmıştır. Başlangıçtaki ağırlığın %6.0'sı kadar kalan kalıntıda yukarıda belirtilen paligorskit izolasyon işlemleri uygulanmıştır.

Fatik kayası kalıntı örneği ve toprak örneklerini temsilen Sultantepe A1 örneğinin tarama elektron mikrografları ve X-ışın spektrografları çekilmiştir.

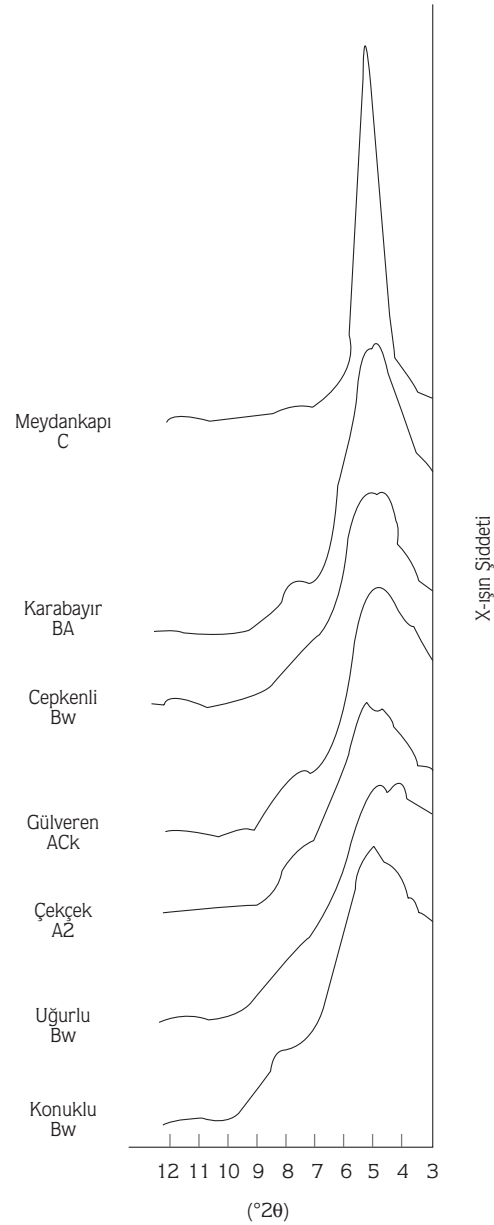
Diferansiyel Termal Analiz (DTA)

100 µm'den geçirilmiş toprak örneklerinden 200 mg alınarak 10°C/dak'lık ısıtma hızında 1010°C'ye kadar ısıtılmış, referans olarak yanmış kaolinit kullanılmıştır.

Araştırma ve Sonuçları

Smektit Grubu Mineraller

Mg iyonu ile doymuş kil örneklerinden, Meydankapı serisinde smektit, %100; diğer serilerde %90-95 saflıkta izole edilmiştir. Tüm serilerde ikinci mineral olarak paligorskit görülmüş, yüksek santrifüj hızlarında dahi smektitten ayrılmamıştır. 7 fizyografik ünite de toplanan ve 25 seriyi temsil eden difraktogramlar Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. 8000 devir/dak. da süspansiyonda kalan kil izolatları.

Paligorskit Minerali

Paligorskit analizi 25 toprak serisinin 53 horizonunda ve Fatik kayası kalıntısında yapılmıştır. Toprak serilerinde paligorskit smektit ile birlikte ayrılmış, Fatik kayası kalıntısında ise paligorskit smektitten ayrılarak izole edilmiştir. Toprak örneklerinden izole edilen paligorskitin saflık derecesi %60-70 (Şekil 4) ve Fatik kayası kalıntısından izole edilen paligorskitin saflık derecesi ise %100 olarak değerlendirilmiştir (Şekil 5). Fatik ana kayası ve Sultantepe A1 toprak örneğinin tarama elektron mikroyrafları Şekil 6'da, X ışını sepektrografları Şekil 7'de verilmiştir. Fotoğraf üzerinde yapılan çalışmalarda Fatik kayası paligorskitinin 20100 defa büyütmede yaklaşık 2.75µm boyunda ve 0.175µm genişliğinde, Sultantepe A1 paligorskitinin de 20100 defa büyütmede 0.75 µm uzunluğunda ve 0.075 µm genişliğinde olduğu gözlenmiştir.

Diferensiyel Termal Analiz (DTA)

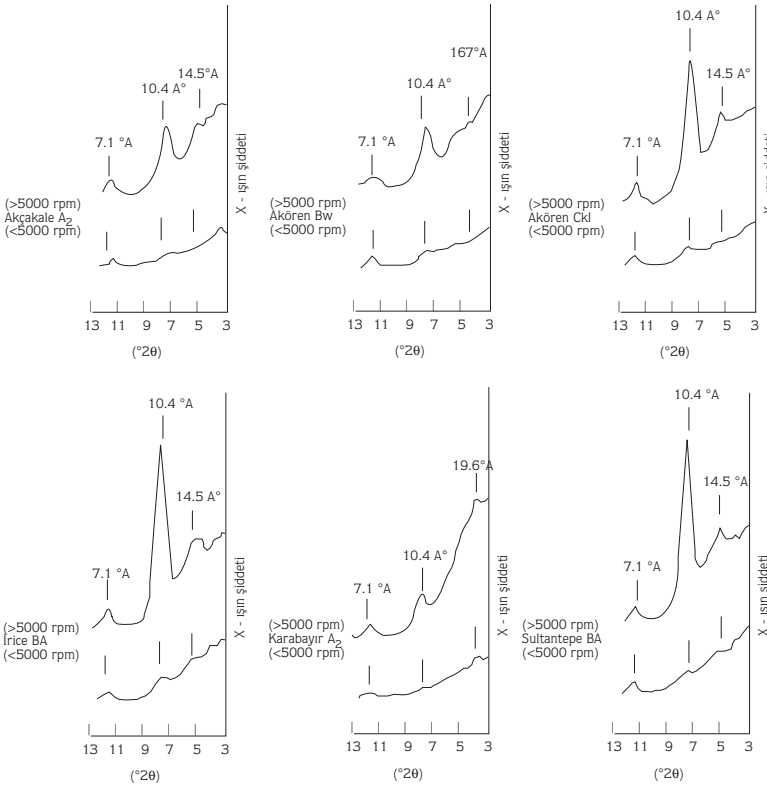
Toprak örneklerinde 140°C'de endotermik doruk oluşmasına karşılık, Fatik kayası kalıntısında ise 200°C civarında iki endotermik doruğun oluştuğu gözlenmiştir.

Toprak örnekleri, organik maddeye bağlı olarak 340°C'de bir ekzotermik doruk, kireç miktarına bağlı olarak da 840°C'de bir endotermik doruk vermiştir. Fatik kayası kalıntısından ve topraklardan izole edilen kil örneklerinde 340°C'deki ekzotermik ve 840°C'deki endotermik doruğa ya hiç rastlanmamış, yada çok az şiddetli gözlenmiştir (Şekil 8).

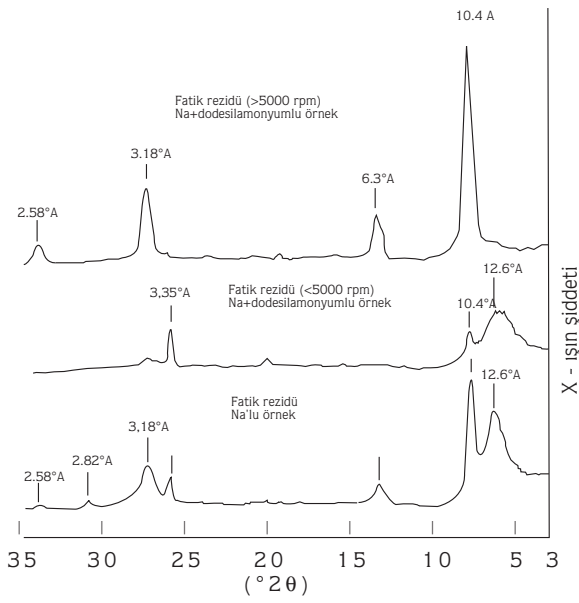
Sonuç ve Tartışma

Paligorskit ovadaki Cepkenli ve Hancıgaz gibi eski göl tabanı topraklarında ve Miyosen tepelikler üzerinde oluşmuş Akören serisinde baskın durumdadır. Türkiye'de daha önce Gaziantep civarında kireçtaşı üzerinde gelişmiş toprakta (5), Çukurova topraklarında çok ince kilde (6, 7, 8, 9), Konya Obruk bucağından alınan toprak örneklerinde sepiolit ile birlikte (10) paligorskite de rastlanmıştır.

Dünyada ise daha çok kireç taşı ve benzer materyaller üzerinde gelişmiş kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olduğu görülmektedir. Nitekim Mısır'da kireçli kumtaşı (11) ve güneydoğu Fransa'da (12), İsrail'de(13, 14),



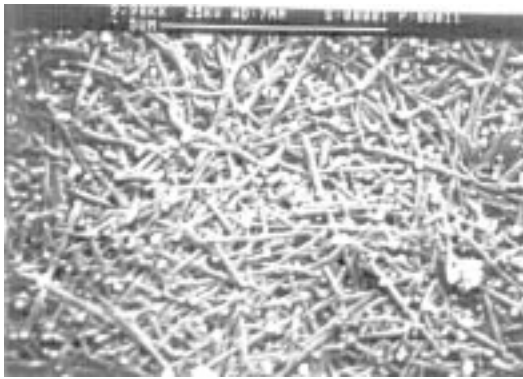
Şekil 4. Seçilmiş kil fraksiyonu örneklerinin dodesilamonyum hidroklorür muamelesinden sonra elde edilen X-ışını difraktogramları.



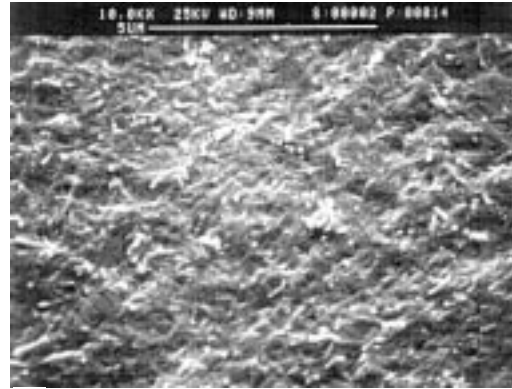
Şekil 5. Fatik rezidü'sünün dodesilamonyum hidroklorür muamelesinden sonra elde edilen X-ışını difraktogramları.

Suriye'de (15) ve Kıbrıs'ta (16) kireçtaşı üzerinde oluşan topraklarda paligorskite rastlanmıştır. Bu minerale kireçtaşının asitte çözünmez kalıntısında da rastlanması mineralin ana kayadan toprağa geçtiği şeklinde yorumlanmış ve yukarıda adı geçen bütün araştırmacılar bu görüşü savunmuşlardır. Ancak daha sonraları toprakta mevcut pedlerin içinde değil, yalnız dışında bu minerale rastlanması ve kararlılık diyagramları ile paligorskite mineralinin topraktaki kararlı mineral olduğunun ortaya konması (17), ana materyalde mevcut olmasına rağmen paligorskite kireç kabuğunda asitte çözünmez kil boyutunda %100'e varan oranlarda rastlanması (18), toprakta paligorskite liflerinin pedojenik jips kristallerini kaplar durumda görünmesi (19), ayrıca paligorskite liflerinin ileri ayrışma düzeyinde olan Paleozolik kalıpte de rastlanması (7) ve bunun dışında bir çok ikna edici gözlem ve bugular (20) paligorskite toprakta oluşabileceğini kuvvetli bir şekilde desteklemektedir.

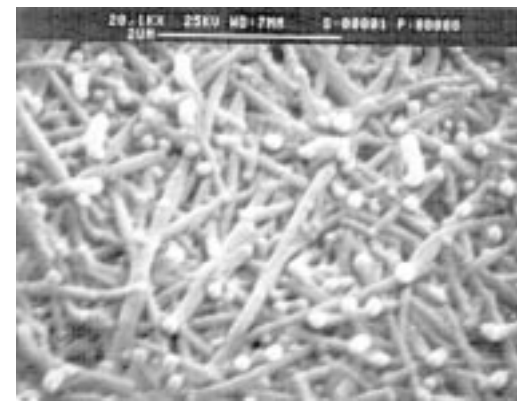
Toprak paligorskite'nin diğer bir yanı smektiten fiziksel yollarla bir türlü ayrılmayıdır (Şekil 4). Bu durum her iki mineral arasında genetik bir ilişki olduğu görüşünü



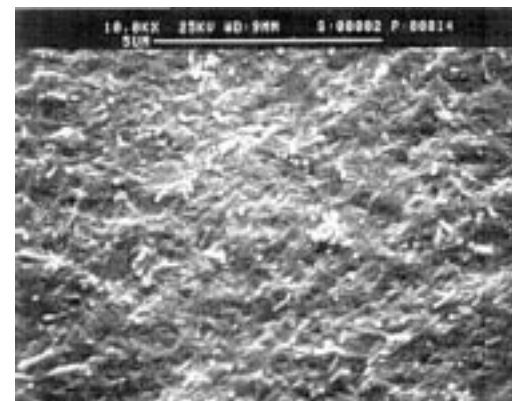
a



c



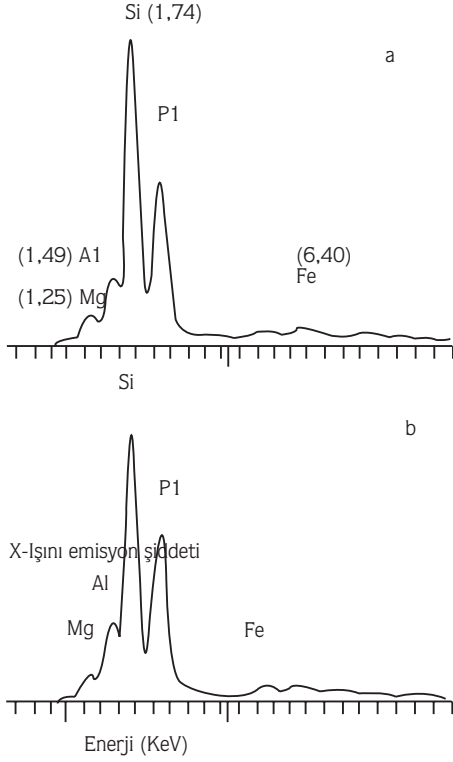
b



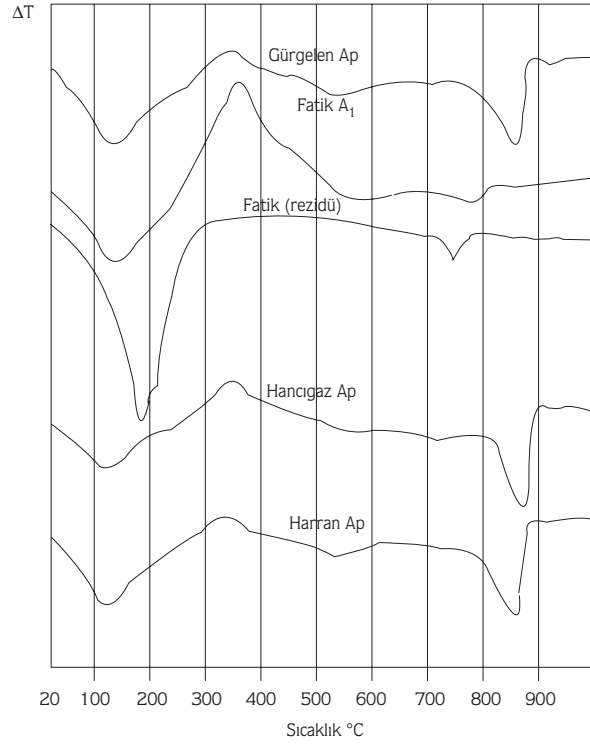
d

Şekil 6. Tarama Elektron Mikrografları.

a) Fatik kayası paligorskite izolatu 9980 defa büyütme b) 20100 defa büyütme c) Sultantepe A1 kil izolatu 10000 defa büyütme d) 20100 defa büyütme



Şekil 7. X-ışını spektrofrafı a) Fatik Kayası paligorskit izolati b) Sultantepe A1 kil izolati (paligorskit+smektit).



Şekil 8. Seçilmiş horizonlara ait toprak örneklerinin (paligorskit+smektit) DTA egrileri.

desteklemektedir. Paligorskitle birlikte devamlı olarak smektite rastlanması bu mineralin birbirine dönüştüğü şeklindeki yorumların ortaya atılmasına neden olmuştur (20).

Paligorskitin smektitten ayrılmaması, tarama elektron mikrograflarında (Şekil 6) kesin ayrıcı sınırların görülmemesi bu iki mineralin birbirine çözelti fazı ile değil de doğrudan doğruya kristal yapının yeniden düzenlenmesi yolu ile dönüşmüş olduğu görüşünü kuvvetlendirmektedir (21). Paligorskit mineralinin ovanın ortasındaki tepecikleri oluşturan Akören ve Kap serilerinin yanında Hancığaz, Cepgenli gibi eskiden göl tabanı olan topraklarda baskın olarak görülmesi, sığ göllerde (lagün) kuvvetli buharlaşma sonucu paligorskit oluşumu ile (2, 22, 23) uyum içinde bulunmaktadır. Cepgenli serisinde rastlanan yüksek miktardaki jips (1), Ca aktivitesinin Mg lehine bozulması paligorskit oluşumuna uygundur. Yani bu serideki paligorskit oluşumu, pedojenik olmaktan daha çok sedimenter bir çökelmeden kaynaklanmaktadır. Ancak DTA, gerekse X-ışını difraksiyonu verileri ovadaki paligorskit oluşumunun genel ve ortak bir seyir izlediğini göstermektedir.

Yukarıdaki bilgilerin ışığı altında Harran Ovası topraklarında paligorskitin kaynağı araştırıldığında, birinci olasılık paligorskitin kireç kayasından geçtiği şeklindedir. Bunu destekleyen bulgular arasında Fatik kireç kayası kalıntısında paligorskitte bol miktarda rastlanması, bazı serilerde yüzeyden derine doğru paligorskitin artması (1), kireçli topraklarda paligorskitten çok smektit grubu minerallerin kararlı kalacağı şeklindeki literatür verileridir (24, 25). Bu görüşlere karşı şunlar ileri sürülebilir; Fatik kireç kayası kalıntısındaki paligorskit, topraktaki paligorskitten çok daha büyüktür. Kireç kayasındaki paligorskit mineralinin boyu 1.00-2.75 μm , eni 0.10-0.20 μm civarındadır. Buna karşılık topraktaki paligorskitin boyu 0.20-0.75 μm , eni 0.075 μm kadardır (Şekil 6). Bir diğer durum Fatik kireç kayası kalıntısında bulunan paligorskit, smektitten kolayca ayrıldığı ve hemen hemen %100 saflıkta elde edildiği halde, aynı durum toprak paligorskiti için söylenememektedir (Şekil 4, 5). Çok ince kil fraksiyonunda paligorskitte daha önce de rastlanmış ve bu paligorskit yüksek santrifüj hızında dahi smektitten ayrılmamıştır (6). Kalıntı paligorskitinin toprak pali-

Tablo 1. Harran Ovası Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları (2).

Seri Adı	Horizon	pH	Toplam Tuz (%)	K.D.K. Meq/100 gr	Kireç (%)	Org. Madde (%)	Kil (%)
Siğ Deniz Koşullarında Oluşmuş Topraklar							
Meydankapı	C	7.7	0.063	30.7	29.5	0.1	2.0
Bazalt Üzerinde Oluşmuş Topraklar							
Karabayır	A2	7.5	0.095	46.1	23.4	0.3	64.3
Eski Göl Tabanları							
Cepgenli	Bw	7.4	0.480	37.8	31.0	1.3	59.1
Miyosen Tepecikler							
Akören	Bw	7.4	0.072	38.7	36.5	0.3	51.9
Akören	CKI	7.5	0.052	23.7	62.3	0.1	53.4
Gülveren	ACK	7.6	0.047	24.5	55.2	1.1	55.4
Alüvyaller							
Akcakale	AC	7.3	0.800	49.0	21.2	1.1	68.7
Çekçek	A2	7.5	0.037	35.9	64.1	0.9	32.6
Çamur Akıntıları							
Fatik	A1	7.3	0.087	28.3	5.4	2.9	53.6
Sultantepe	BAK	7.4	0.060	39.3	35.3	1.3	63.4
Uğurlu	Bw	7.4	0.080	64.4	8.4	0.1	73.1
Koluviyal Çamur Akıntıları							
İrice	BA	7.5	0.062	34.1	24.2	0.8	61.1
Konuklu	Bw	7.5	0.068	36.9	39.0	1.2	55.7

gorskitinden farklı olduğuna dair diğer bir bulgu da DTA verilerinden gelmiştir. Şöyle ki; Fatik kayası kalıntısında 170 ve 210 °C'deki kuvvetli endotermik doruklara karşılık, toprak örneklerinde 150 °C civarında hafif bir endotermik doruğa rastlanmaktadır (Şekil 8).

Harran ovasında paligorskit ile smektit arasında %0.1 düzeyinde negatif ilişki (1) bu iki mineralin birbirine dönüştüğü fikrini kuvvetlendirmektedir. Ayrıca toplam kireç ile kil paligorskiti arasında yine %0.1 seviyesinde görülen pozitif ilişki (Tablo 1) (1, 2), paligorskit oluşumunun kireç ile ilişkili olduğu görüşünü desteklemektedir. Kum iriliğindeki kireç tanelerinin ince kesitleri, damarlar halinde kırmızı (demirli) kil birikintilerini göstermekte ve asitte çözünmez kalıntının X-ışını analizi bu birikintilerin smektit ve paligorskitten oluştuğunu ortaya koymaktadır (SAYIN ve MERMUT, yayınlanmamış çalışma). Benzer biçimde toprakta kireç kolonları arasına illuviye olmuş kilerin çevresinde paligorskit oluşumu saptanmıştır (26). Kimyasal analiz (Şekil 7) Fatik kireç kayası kalıntı paligorskiti ile toprak paligorskitinin benzer olduğuna işaret etmekte ise de DTA analizi (Şekil 8) ve tarama elektron

mikroskobu verileri (Şekil 6) toprak paligorskitinin strüktürel olarak farklı olduğunu göstermektedir.

Yukarıdaki veri ve tartışmaların ışığında paligorskitin gözenekli kireç taneleri içinde oluştuğunu ve ana kayanın ayrışması sonucu toprağa salındığı ve yarı kurak iklim koşullarının bu mineralin kararlılığının devamını sağladığı ifade edilebilir. Ancak mevcut atmosferik koşullar altında paligorskitin kararlılığının giderek bozulduğu ve smektite dönüştüğü ve bu dönüşümün kat hal dönüşümü (inter-growth) şeklinde olduğu ileri sürülebilir. Buna göre kurak koşullar altında gözenekli kireç ortamında magnezyum ve silisik asit yeterli yoğunluğa ulaşmakta ve paligorskit kristalize olmaktadır. Magnezyum ve silisik asidin kaynağını ise Harran koşullarında ana kayada bulunan paligorskit oluşturmaktadır.

Bu bulguların ışığında Harran Ovasındaki ana materyaldeki paligorskit, tuzlu çökeltme ortamında kararsız hale geçmekte, toprak koşulları altında çözünmekte ve yeniden bu koşullar altında kararlı bir paligorskite dönüşmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılmasında büyük yardımlarını gördüğüm danışman hocalarım Prof. Dr. Sayın Selim

KAPUR ve rahmetli Prof. Dr. Sayın Mahmut SAYIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

1. Yılmaz, K., Harran Ovası Topraklarının Mineralojik Karakterizasyonları (Doktora Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 1990.
2. Dinç, U., Şenol, S., Sayın, M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., Yeşilsoy, M. Ş., Yeğingil, I., Sarı, M., Kaya, Z., Aydın, M., Kettaş, F., Berkman, A., Çolak, A. K., Yılmaz, K., Tunçgöğüş, B., Çavuşgil, V., Özbek, H., Gülüt, K. Y., Karaman, C., Dinç O., Öztürk, N., Kara, E. E., Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) I. Harran Ovası. Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormancılık Grubu Proje No: TOAG-504, Adana, 1988.
3. Jackson, M. L., Soil Chemical Analysis. Advanced Course. 2. nd ed. Published by The Author, Univ. of Wisconsin, 8955. USA, 1969.
4. Lagaly, G., Layer Charge Heterogeneity in Vermiculites. Clays and Clay Minerals 30. 3215-222, 1982.
5. Ergene, A., Fırat Nehri ile Amanos Dağları Arasındaki Bölgede Teşekkül Eden Kızıl Topraklar Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). A.Ü.Z.F. Yay. No.:2. Ankara, 1963.
6. Yılmaz, K., Seyhan, Berdan ve Göksu Ovalarında Yaygın Olarak Bulunan Bazı Toprak Serilerindeki Kil Minerallerinin X-Işınları Difraksiyonu Yöntemi ile Katitatif Analizi (Yüksek Lisans Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens., Adana, 1984.
7. Çavuşgil, V. L., Adana-Kurttepe Akarsu Sekilerinde Yer Alan Kalış ve Akdeniz Kırmızı Topraklarının Oluşumları ve Birbirleri ile Olan İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens., Adana, 1985.
8. Gürel, N., Çukurova Üniversitesi Yerleşim Alanında Yer Alan Akarsu Sekilerindeki Jeomorfoloji-Toprak İlişkileri Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens., Adana, 1985.
9. Şenol, S., Adana-Balcılı Çatalan Bölgesi Geç Tersiyer-Kuaterner İstifinin Lito-Pedolojik ve Sedimentolojik İncelenmesi (Doktora Tezi). Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens., Adana, 1989.
10. Sak, O., Sayın, M., Aktif Kireç Yolu ile Kil İriliğindeki Kirecin Tahmini. Doğa Bilim Dergisi, 1989.
11. Elgabaly, M. M., The Presence of Attapulgitte in Some Soils of Clays Western Desert of Egypt. Soil. Sci. 93. e. 387-390, 1961.
12. Michaud, R., Cerighilli, R., Dronineou, G., On the X-Ray Spectra of Clays Extrated from Mediterranean Soils. Compt. Reend. 222: 94. 1945.
13. Yaalon, D. H., Clays and Some Carbonate Minerals in Limestones and Associated Soils of Israel. The Weizmann Sci. Press of Israel-Jersalem. Volume: 5 B Numbert, September, 1955.
14. Brashad, E., Halevy, E., Gold, H. A., Hagin, J., Clay Minerals in Some Limestone Soils of Israel. Soil Sci. 81, 423-437, 1956.
15. Muir, G., Notes on Syrian. J. Soil. Sci., 2: 163-181, 1951.
16. Osmand, D. A., Stephen, I., The Micropedology of Some Red Soils from Cyprus. J. Soil. Sci. Vol: 8-No. 1, 1957.
17. Singer, A., Norrish, K., Pedogenetic Palygorskite Occurrences in Australia. American Minerologist, Vol: 59, p. 508-517, 1974.
18. Millot, M. G., Paquet, H., Ruellan, A., Roubault, M., Neofomation de Attapulgitte Dans Les Sols a Carrapaces Calcoires de la Basse Moluyva. C. R. Acad. Sc. Paris. K. 268, p. 2771-2774, 1969.
19. Eswaran, H., Barzanj, A. F., Evidence for the Neofomation of Attapulgitte in Some Soils of Iraq Int. Congr., Soil Sci. Trans. 10 th. (Moscow) 7: 156-160, 1974.
20. Singer, A. Palygorskite and Sepiolite Group Minerals. Soil Science Soc. of America, 829-871, 1989.
21. Weaver, C. E., Beck, K. C., Miocene of the S. E. United States: A Model For Chemical Sedimentation in a Perimarine Enviroment. Sediment Geol. 17: 1-234, 1977.
22. Millot, G., Geology of Clays. Springer-Velag, Newyork, Inc. Secaucus, N. J., 1970.
23. Güzel, N., Wilson, M. J., High Magnesium Clay from Alluvial Soils of the Acipayam Plain of Southern Turkey. p. 117-123, in J. Konta (ed.) Proc. 5 th. Meet. European Clay Groups, Praque 31 Aug.-4 Sept. Charles Univ. Praque, 1985.
24. Bingham, J. M., Jaynes W. F., Allen, B. L., Pedogenic Degradation of Sepiolite and Palygorskite on the Texas High Plains. Soil Sci. Soc. Amer. J.44, 159-167. 1980.
25. Lee, S. Y., Dixon, J. B., Aba-Husayn, M. M., Minerology of Saudi Arabian Soils. Eastern Region. Soil Sci. Soc. Amer. J. 47, 321-326, 1983.
26. Kapur, S., Yaman, S., Gökçen, S. L., Yetiş, C., Soil Stratigraphy and Quaternary Caliche in the Misis Area of the Adana Basin, Southern Turkey. Catena, Vol: 20, P: 431-445, 1993.