

Hırka (Kayseri) diyatomit yatağının jeokimyası ve oluşumu

Geochemistry and origin of the Hırka diatomaceous earth deposit

ALİ UYGUN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZ: Kayseri kuzeyinin Hırka diyatomit yatağı Alt Piyosen yaşlı Taşhan formasyonunda yer alır. Yatakta kalite saptanması ve oluşumun araştırılması amacıyla jeokimya çalışmaları yürütülmüştür. Analiz sonuçları matematiksel yönden karşılaştırılmış, elementlerin opal, karbonat ve kırıntılılar (kil mineralleri, plajiyoklaslar, volkanitlerden türemiş diğerleri) guruplarında kümelendiği açıklanmıştır. Montmorillonit türü kil minerallerinin yaygın olduğu saptanmıştır.

Paleocoğrafya, flora dağılımı, kil minerallerinin yayılımı ve silisli oluşuklara dayanılarak yatağın oluşumu postvolkanik silisçe zengin kaynaklar ve silikat ayrışımı ile açıklanmıştır.

ABSTRACT: The Hırka diatomaceous earth deposit from Taşhan formation in the north of Kayseri (Central Anatolia) is Lower Pliocene age. Chemical analyses have been performed for quality tests and study of the origin. The results of the mathematical correlations show three element-assemblages in opal-, carbonate-, and detritic minerals (clay-minerals, plagioclases and others from volcanics) groups. Montmorillonite minerals are identified in diatomaceous earth layers.

Based on paleogeography, distribution of the flora and clay minerals and on siliceous concretions, the origin of the deposits is explained with silica - rich, postvolcanic springs and silicate alteration.

diyatomit litotipi ayrılanmıştır. Kuzeyde masifin eteklerini örten Koba Tepe formasyonu moloz yığıntılarından oluşur ve Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır. Volkanik birimler, Çoğközköprü ve Topuzdağ bazaltları ile Kuşçu andeziti kalkalkalen karakterlidirler. Havzada diyatomit yatağının mostra verdiği kesimin jeoloji haritası şekil 2'de görülmektedir.

Bu kısa yazı yatağın jeokimyası ve oluşumuna ayrılmıştır. Geniş anlamda jeoloji, paleocoğrafya, yatağın yayılımı, teknoloji deneyleri ve yararlanma olanaklarının tartışılması yazarın 1976 yılında Bonn Üniversitesi'nce basılmış doktora tezinde yer almaktadır (Uygun, 1975).

ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

2 X 7 km büyüklüğünde bir alana yayılan Hırka diyatomit yatağında şekil 2'de romen sayıları ile gösterilmiş 15 yarım yapılarak oluk ve ortalama örnekler derlenmiştir. Örnekler kimya analizleri öncesi 110° C de 2 saat süreyle kurutulup, 63 mikrondan küçük tane boyuna kadar öğütülüp, 550°C lik fırında 1 saat bırakılmış ve ateş kaybı ölçülmüştür. Ayrıca değişik örneklerde gravimetrik termo analiz ile 550, 750 ve 1000°C için ateş kaybı farkları da saptanmıştır.

Kimya analizleri iki ayrı yolla yürütülmüştür. Bileşik ıslak analizde SiO₂ HF ile platin kapta soda eklenmesiyle çözülmüş, artık çözeltiyeye geçirilerek kolorimetrik yöntemle nm 578 de Fe₂O₃, nm 436 da TiO₂ ve P₂O₅, nm 546 da (Aluminon çözeltisi ile) Al₂O₃ ölçülmüştür. Aynı çözeltide Na₂O, K₂O, CaO ve MgO atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) ile ölçülmüş, Na₂O için sodasız ayrı bir HF çözeltisi hazırlanmıştır. CO₂ Scheibler-Vinkener yöntemiyle 105 °C de kurutulmuş ve öğütülmüş örneklerde volumetrik yöntemle ölçülmüştür, öte yandan örneklerin yarısında standart preparatlarla karşılaştırmalı RFA (röntgen floresans analizi) yürütülmüş, her iki yöntemin sonuçları birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Yapılan ölçümlerin sonuçları çizelge 1'de verilmiştir. Burada tüm örnekleri kapsadığı yönle bileşik ıslak analiz değerleri gösterilmiştir, örneklerin az bir kısmından AAS yöntemiyle yürütülen eser element ölçümlerinden elde edilen değerler çizelge 2'de yaklaşık olarak verilmiştir.

Kimya analizlerindeki 9 elementin yamsıra örneklerde ölçülen CO₂, AK

Çizelge 1: Hırka diyatomit yatağında yarmalardan derlenmiş Örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

Table 1: Results of chemical analysis of the trench samples from Hırka diatomites.

Örnek No. Sample No.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	AK	CO ₂	Toplam Total
I / 1	83.7	4.7	2.6	0.3	2.0	1.6	1.4	0.2	1.4	4.4	—	102.2
2	74.0	10.6	3.0	0.6	0.9	1.8	2.5	0.3	0.1	5.0	—	98.8
3	74.6	9.3	4.1	0.5	1.6	1.3	2.0	0.6	0.5	4.5	—	99.0
II / 1	43.9	6.9	3.9	0.4	17.2	2.7	3.2	0.5	0.7	4.5	14.3	98.2
2	82.8	7.1	2.3	0.4	0.9	0.7	1.5	0.2	İz	4.0	—	99.9
3	76.0	10.9	3.7	0.5	1.1	1.7	1.9	0.6	0.2	4.1	—	100.7
III / 1	75.8	10.6	2.1	0.4	2.2	1.6	1.7	0.3	1.3	4.5	—	100.5
2	78.2	7.3	3.6	0.4	1.8	1.3	2.0	0.6	0.6	4.8	—	100.6
3	81.4	7.7	2.1	0.4	1.0	1.3	2.4	0.2	0.1	5.1	—	101.7
IV / 1	36.1	3.5	1.4	0.2	31.1	1.5	1.9	0.2	0.1	4.8	21.2	102.0
2	76.5	6.9	1.9	0.3	3.3	1.7	1.9	0.5	0.4	4.5	—	97.9
3	68.9	3.5	2.3	0.2	10.5	0.8	1.2	0.2	1.0	5.6	8.0	102.2
4	83.6	4.6	2.0	0.3	1.1	1.0	1.9	0.2	0.2	4.0	—	98.9
5	85.4	5.5	1.3	0.3	0.6	0.3	1.9	0.2	İz	3.0	—	98.5
6	62.9	16.6	5.9	0.8	1.5	2.6	4.1	1.3	0.3	3.4	—	99.4
V / 1	83.4	6.9	2.1	0.2	1.1	0.8	1.9	0.2	0.1	5.9	—	102.6
2	78.7	4.6	2.6	0.2	3.7	0.8	1.5	0.2	1.2	4.6	3.1	101.2
3	81.5	5.7	2.9	0.3	1.4	2.8	2.0	0.3	0.5	4.0	—	101.4
VI / 1	90.0	2.9	1.1	0.2	0.7	0.5	0.6	0.2	İz	4.6	—	100.8
2	70.7	9.8	5.0	0.5	2.4	4.3	2.0	0.6	1.7	3.2	—	100.2
3	79.7	6.9	2.4	0.4	1.4	2.8	2.0	0.3	0.1	3.9	—	99.9
VII / 1	51.6	8.4	2.0	0.3	17.2	1.7	2.4	0.4	0.2	3.1	14.4	101.7
2	81.7	6.8	1.6	0.2	2.2	0.8	1.0	0.2	0.1	4.3	—	98.9
3	83.6	7.9	1.6	0.2	1.1	1.0	1.5	0.2	İz	4.7	—	101.8
4	85.9	4.8	2.3	0.2	0.9	0.5	1.2	0.2	0.1	4.6	—	100.7
5	81.0	7.1	4.3	0.3	0.7	1.1	2.1	0.5	İz	5.4	—	102.5
VIII / 1	65.6	5.1	1.7	0.2	10.8	3.2	1.9	0.3	0.2	4.6	9.4	103.6
2	84.1	4.8	1.6	0.2	1.4	0.2	1.2	0.3	0.7	5.0	—	99.5
3	86.5	3.8	1.3	0.2	1.2	1.0	0.7	0.2	İz	5.4	—	100.3
IX	80.1	7.1	2.0	0.4	1.3	0.8	1.5	0.5	0.3	4.7	—	98.7
X / 1	79.5	6.6	3.1	0.4	1.4	0.8	1.4	0.5	0.3	4.7	—	98.7
2	82.5	5.5	2.4	0.3	0.9	0.8	1.4	0.3	İz	3.8	—	97.9
XI	62.4	18.0	6.0	0.7	2.6	1.4	3.6	0.3	0.3	3.9	—	99.2
XII	86.3	4.8	1.1	0.2	1.4	0.2	1.7	0.2	İz	4.9	—	100.8
XIII / 4	77.7	11.2	3.4	0.4	1.1	0.3	1.5	0.3	İz	5.4	—	101.3
XIV	61.8	17.7	5.4	0.8	2.2	1.1	3.9	1.5	0.2	3.7	—	98.3
XV / 1	78.6	7.9	1.7	0.3	2.0	0.1	3.6	0.8	0.1	5.1	—	100.2
2	75.8	15.8	1.7	0.5	1.8	0.6	2.0	0.5	0.2	5.0	—	103.9
3	72.8	13.5	1.7	0.5	1.0	0.7	3.6	0.8	0.1	5.1	—	99.8
4	77.9	8.4	3.6	0.4	2.0	1.0	1.9	0.5	0.1	4.2	1.3	101.3

(Ateş kaybı), \bar{X} (ortalama tane boyu Z°) ve pH (0.1 - N KCl) değerleri matematiksel yönden karşılaştırılmıştır. Cluster analizi R-modımda WPGM'e göre bilgisayara çizelge 3'de görülen korelasyon çizelgesi hesaplatılıp, şekil 3'deki dendrogram çizdirilmiştir.

Öte yandan röntgen difraksiyon yöntemi ile örneklerdeki 2 mikrondan küçük fraksiyon Andreasen silindirinde ayrılarak normal-, doku-, ve 550°C de fırınlanmış preparatlarda incelenmiştir. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover'de diyatomit için geliştirilmiş bir yöntemle örneklerin birkaçında kuvars-opal oranı kırmızı ötesi spektroskopisi ile ölçülmüştür.

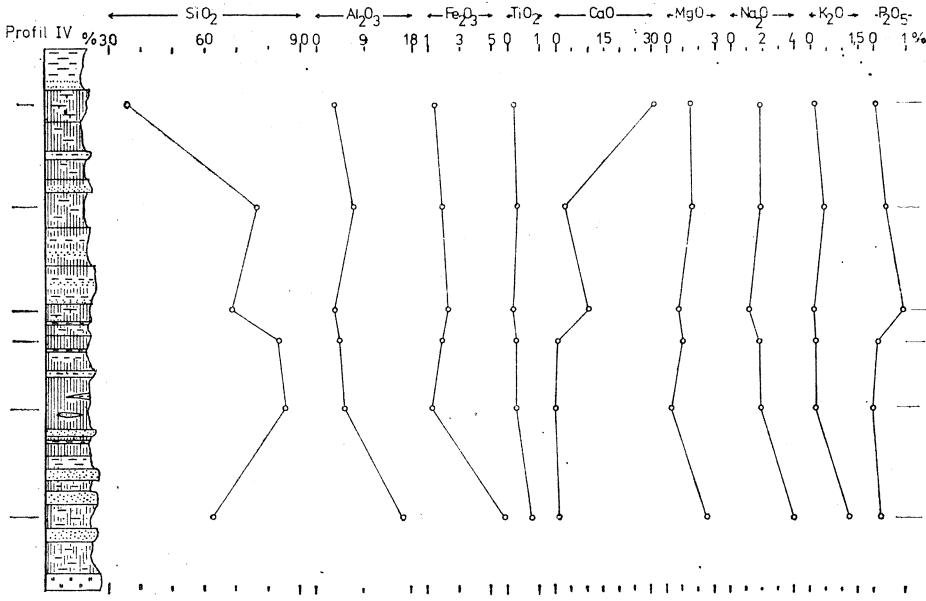
YATAĞIN KİMYASI VE MİNERAJLOJİSİ

Matematiksel karşılaştırma sonuçlarına göre ölçülen parametrelerde başlı-

Çizelge 2: Hırka diyatomitlerinde ortalama eser element miktarları.

Table 2: Mean contains of trace elements of Hırka diatomites.

Element Element	Yaklaşık ortalama miktar Approximate mean content
Ni	10 ppm
Cr	10 "
V	100 "
Zr	30-60 "
Ba	<300 "
Sr	100 "
Be	< 10 "
Li	< 10 "
Y	< 10 "
Sn	< 10 "
Cu	10 "
Mo	< 10 "
Pb	< 60 "
B	<100 "
Ga	< 10 "



Şekil 5: VII nolu yarmanın jeokimya profili.
Figure 5: Geochemical profile of the trench No. VII.

kez Taliaferro (1933) ortaya atmıştır. Ayrılan 4 tip "Diyatomeli oluşuklar" okyanusal diyatome çamurları, bataklık çökelleri, buzul devreleri arası tatlı su tortulları ve volkaniklerle ardışıklı çökellerdir. Belirtilen son guruptaki diyatomeli çökeller işletilen yatakların en önemli bölümünü oluşturmaktadır.

Türkiye'deki diyatomit yataklarının hemen hemen tümü bu guruba sayılabilir. Bilinen oluşuklar Batı ve Orta Anadolu'nun Neojen yaşlı volkanojen birimleri içinde yer alırlar. Diyatomitler eski göl ve birikinti çukurlarında püskürme arası sakin devrelerin çökelleri olarak volkanojen oluşuklarla ardışıklı olarak bulunurlar (Türkiye diyatomit envanteri, 1968).

Emmiler-Hırka havzasında çökeltme Alt Pliyosen'de aglomera, breş, tuf ve tüfitlerle başlamıştır. Diyatomit yalnız batıdaki yan çanakta çökelmiştir. Batıda aglomeraların depolanmasının sonlarına doğru Çokgözköprü bazaltının püskürmesi sonucu ana çanak ile olan bağlantı daralmıştır. Püskürme öncesi diyatomece zengin çökel gözlenmez iken bazalt akıntısından sonra doğaldan hemen hemen ayrılmış olan gölde başlıca diyatomit, tüfitik kumlar ve killer çökelmiştir. Volkanizmanın sakin bir devresine karşılık gelen bu zaman aralığında, Yemliha aglomerasından Tahar tuf üyesine kadar 100 m dolayındaki bir çökel istifinde direk bir erüpsiyon izine rastlanmaz.

Diyatomitlerin bir düşey kesitinde gölün gelişimindeki devreler iyice saptanabilir.

Kaba taneli aglomeraları tüfitik kumlar ile kıt diyatomeli, milli killer izler. Doğudaki ana çanak ile olan bağlantının kesilmesinden sonradır ki, sakin bir durulma ortamında, yarı kurak, bitki örtüsüne fakir, bol ışıklı iklim koşullarında tuzla su diyatomelerinin (*Acunoptychus-zonu*) maksimum gelişmeleri gözlenir. Bu katmanlar genellikle saf diyatomitleri oluştururlar.

Ortamda ayrıca jips veya kaya tuzunun da çökmesi olasılığı vardır, ancak analizlerde SO_3 ve Cl miktarları çok düşük olarak saptanmıştır. Bununla birlikte diyatomitlerin sonraları Pleistosen'de yeraltı su düzeyinin altında tuzlarını kaybetmiş olabilecekleri gözden uzak tutulmamalıdır.

Zaman zaman doğudaki ana havzadan batıdaki çanağa doğru gelişen su akımları ile kil, mil ve kum taşınmıştır. Düşey kesitlerde tavana doğru killi diyatomitlerle kil ara katkılarının egemen oluşu saptanabilir. En üst düzeyde ise kireçli diyatomitler izlenir ki, bunlar kimyasal ayrışmanın başlangıcını ve taşınma yönlerinin güneydeki volkaniklerden kuzey ve doğudaki mermer kütlelerine de ulaştığını kanıtlar.

Diyatomelerin gelişimi için silisyum varlığı en önemli ekolojik etkenlerden birisidir. Silisin ortalama derişimi denizel kesim için 6, tatlı su için 13 ppm dolayında verilmiştir (Füchtbauer, Müller, 1970). Bu miktarlar organizmalar (sünger, radyolarya, diyatome ve silikoflagellatlar) ile kil minerallerince denetlenir. Bununla birlikte okyanusal diyatome çamurlarının kanıtladığı gibi organik oluşuklar konsantrasyondaki doygunluğa gereksinme göstermezler.

Levin (1961) ve Tessenow (1967) un belirttikleri gibi diyatomeler düşük silisli ortamlarda yaşayıp gelişebilirler, ancak kavkılar canlı kısmın ölümünden sonra büyük ölçüde çözünür.

Ortamda diyatomelerin maksimal gelişimine yol açan silisin kökeni için iki yol söz konusudur. İlki ve daha önemlisi volkanizma sonrası sıcak kaynak etkinliğidir. Diyatomitlerin taban kesimlerinde doğuda rastlanan silis yumruları bunu kanıtlamaktadır. Bir kaç cm iriliğinde, beyaz, çok sert, böbreğimsi yumruların üzerinde tatlı su ostrakodlarının kavkıları gözlenir. Bir fertte ekstremiteletin saptanmış olması çok ani bir silisleşmeyi işaretler.

Nebert (1959) Batı Anadolu Neojen'indeki silisli oluşukları postvolkanik silisçe zengin etkinliğe bağlar. Siever (1957) e göre bu tür sıcak kaynakların erimiş silis kapsamaları 400 ppm'e ulaşmaktadır. Erimiş yüksek silisli kaynağın göl suyuna karışımında sının ve dolayısı ile çözünürlüğün düşmesi sonucu birden silis çökelmektedir. Çözülüş kalan kısımdan ise diyatomeler kavkı yaparak gelişirler. Bu türden kaynakların daha sonraları da var olduğu düşünülebilir. Bir yönden Horan üyesindeki opal-seviyesi, öte yandan komşu Boğazlıyan havzasındaki çakmaktaşları buna işaret etmektedir.

Ancak silis yumrularının doğudaki kesime ve taban katmanlarına özgü olması, silisin sıcak kaynaklar dışında ikinci bir yolla ortama girmiş olabileceğini düşündürür ki, bu da silikat ayrışımıdır.

Açığa fazla silis verebilecek mineraller için başlıca feldspatlar (plajiyoklas) ve volkanitlerin bazik camları söz konusudur. Bilindiği gibi silikat ayrışımı özellikle yüksek pH-lı ortamlarda oldukça hızlı yürümektedir. Yüksek pH-lı abrasyon "kimyasal yenme" değerleri doğal sularda ender olmakla birlikte, hidrolize olan mineral ile su moleküllerinin sınırında kolaylıkla ortaya çıkabilirler. Ana mineraldeki SiO_2 oranı ne kadar düşüğe çözülme hızı o oranda yüksektir. Bunun yanısıra silis pH 5 ile 10 arasında hiç etkilenmeyen Al ile daha çok ayrışma yüzeyinde kalan Mg ve Fete oranla daha kolay çözüntüye geçer. Ayrıca volkanik camların birden kil mineralleri ve zeolitlere dönüşümünde, bunların çıkış maddesine göre silisçe daha fakir olmaları nedeniyle, silis açığa

çıkar. Silis, opal ve kuvarşın pH, sıcaklık, süre, belirli katyonların bulunuşuna bağlı olarak çözünme ve çökelmeleri Alexander v.d (1954), Okamoto, v.d. (1957), Krauskopf (1956), Harder (1965) ve Lewin (1961) tarafından incelenmiştir.

Ortamda silis gerçek çözelti ve Al silikatların (kil mineralleri ve plajiyoklaslar) dışında kolloidal halde de bulunmuş olmalıdır; çünkü ortamdaki pH ve sıcaklık değerlerine göre çözünürlük sınırı olan 100-120 ppm'e yüksek silis getirmesi yüzünden ulaşmıştır. Çözölmüş ve amorf silisin yüksek doygunluğunun yanısıra iklim ve düşük su dolaşımı koşullarının da elverişli olması diyatomelelerin fazlaca gelişmelerine yol açmıştır. Ortamın pH-değeri "8" civarında olmalıdır, çünkü "aikalen ortamı sever" formların üstün olduğu flora bunu kanıtlar. Havzada fazlasıyla yaygın bir tür olan *Melosira granulata* Cholnoky (1968)'e göre optimum pH 8.2 de yaşamaktadır.

Ayrıca diyatomit katmanları arasındaki killer de bu ortam koşullarını doğrular. Montmorillonit olarak tanınan yaygın kil minerali ortamda düşük Al/Si oranını, yüksek pH değerlerini, iklim koşullarına bağlı kıt yüzeyel ayrışmayı, Na, K, Ca, Mg ve Fe katyonlarının var olmasını ve düşük su dolaşımını gösterir. Oligotrof ile düşük ötrof arası değişen göl koşullarında redoks potansiyel pozitif değerlerde bulunmuş olmalıdır.

Diyatome kavkıları bir kaç özel durum dışında çözölmemiştir, çünkü pH değerleri suda 9-10'u aşmamış, doygunluk sürekli erişilmiştir. Ayrıca diyatomelelerde silis iskeletin içinde yer alan karmaşık organik bileşikler çözölmeyi büyük ölçüde engellemektedir.

Önemli ekolojik etkenlerden biri de karbonat oranıdır. Hustedt (1969) 'e göre diyatomeleler için karbonat halindeki 20-30 ppm lik bir Ca optimum değeridir. 300 ppm ise aşılması olanaksız bir sınırdır. Emmiler-Hırka havzasının diyatomitleri %1-2 arası CaO kapsamakla birlikte bu karbonattan çok kil mineralleri ile plajiyoklaslarda yer alır. Çanak batı, kuzey ve doğudan mermer masiflerle çevrili olmakla birlikte, kimyasal ayrışmanın kıt olması, gerecin daha çok güneydeki volkanitlerden taşınması, ayrıca CaCO₃ ile SiO₂ arasında ters yönlü ilişkiler bulunması sonucu CaCO₃ ün daha az oranda çözölmesi diyatomeleler için elverişli ortam hazırlamıştır. Ancak diyatomit çökelmesinin son devrelerinde

kimyasal ayrışmanın artması sonucu batı ve kuzeyden de gereç taşınması, tavan katmanlarında kavkıların kısmen çözölmesi ve azalmasına yol açmıştır. Kireçli marnların ve killerin artmasıyla da diyatomit çökmesi sona ermiştir.

Havzada sondaj verileri olmadığından ve yatak yalnız güney kenarında mostra vermiş bulunduğundan, eski gölün morfolojisi üzerine veriler azdır. Ancak diyatomitlerin taban sınırında yüksek düzey farklarının gözükmemesi göl tabanının düz olması gerektiğini düşündürür. Bununla birlikte bentonik formca zengin tabakaların hemen yakınında plankton formlarca zengin katmanların gözlenmesi, *Actinoptochus-zonuna* iki yarmada rastlanılmamış olması bazı röliyef farklılaşmalarını belirler. Tüm çanak göz önüne alınacak olursa güney ve batıda daha çok bentonik (*Navicula*, *Achnanthes*, *Fragilaria*, *Synedra*), kuzeybatı ve merkezde genellikle plankton (*Melosira*, *Ocyotella*) formları yaygındır. Buna göre en derin kesimler II ve IV nolu yarmaların arasına düşer.

VII nolu yarmanın tabanında gözlenen ince lâminalanma 0.5 mm lik açık renkli, 5-10 mm lik koyu bantlardan oluşur. Bu da derin ve durgun bir çökme ortamını açıklar. Farklı lâminalarda bir flora farkı göze çarpmaz. Bununla birlikte açık renkli lâminalar daha az organik gereç ve az, güç tanınabilen kalsit; buna karşılık koyu renkliler daha fazla killi madde ve organik materyal kapsarlar. Benda (1974) mn Aşağı Saksonya diyatomit yataklarında saptadığı gibi bir mevsim tabakalanması kesin olarak öne sürülemez bile lâminalanmanın iklimle farklı zaman aralıklarına karşılık geldiği, açık renkli bantların kurak, koyuların ise daha nemli zaman aralıklarında çökeldikleri söylenebilir.

SONUÇLAR

Hırka diyatomit yatağında yapılan araştırmalarda Pliyosen yaşlı yatağın bir bazalt akıntısı sonucu ana çanaktan kısmen ayrılmış bir gölde, yarı kurak iklim koşullarında oluştuğu, havzada yaygın diyatome türleri, kil mineralleri ve paleocoğrafik gelişime dayanılarak açıklanmıştır. Ortamda diyatomelelerin fazlaca gelişmelerine yol açan silisin sıcak kaynakların göl suyuna karışması ve silikat ayrışımı sonucu açığa çıktığı görüşü benimsenmiştir. Bir yarmada gözlenen lâminalanmanın iklimce farklı zaman aralıklarında oluştuğu söylenebilir.

Jeokimya analizlerinin sonuçları matematiksel yünden karşılaştırılmış, elementlerin opal, karbonat ve kırıntılı mineral guruplarında kümelendiği ortaya çıkarılmıştır. Aynı sonuçlara dayanılarak yatağın mineralojisi açıklanmıştır. Eser elementlerde göze çarpan yüksek B/Ga oranı volkanik eksalasyonların etkinliğine bağlanmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazar çalışmanın çeşitli devrelerinde yardımlarını gördüğü Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung'dan Dr. L. Benda'ya ve Cluster analizi programını sağlayan, Bonn Üniversitesi'nden Prof. A. Siehl'e teşekkürlerini sunar.

Yayıma verildiği tarih: Mart, 1976

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alexander, G.B., Heston, W.M., Her, H.K., 1954, The solubility of amorphous silica in water: J. Phys. Chem. 58, 453-455.
- Benda, L., 1974, Die Diatomeen der niedersächsischen Kieselgur-Vorkommen, pal-ökologische Befunde und Nachweis einer Jahresehichtung: Geol. Jahrb. Reihe A, Heft 21, 171-197.
- Cholnoky, B. J., 1968, Die ökologie der Diatomeen in Binnengewässern: 699 s., Lehre.
- Degens, E.T., 1968, Geochemie der Sedimente: Stuttgart, 282 s.
- Füchtbauer, H., Müller, G., 1970, Sedimente und Sedimentgesteine: 726 s., Stuttgart.
- Harder, H., 1965, Experimente zur Ausfällung der Kieselsäure: Geoch. Cosmoch. Acta, 29,5, 429-442.
- Hustedt, F., 1969, Kieselalgen (Diatomeen): Stuttgart, 70 s.
- Krauskopf, K.B., 1956, Dissolution and precipitation of silica at low temperatures: Geoch. Cosmoch. Acta, 10, 1-26.
- Lewin, J.C., 1961, The dissolution of silica from diatom walls: Geoch. Cosmoch. Acta, 21, 3-4, 182-198.
- Nebert, K., 1959, Die Kieselbildungen des simischen Magmatismus in Anatolien: Bull. of the Min. Kes. and Expl. Institute of Turkey, 53, 1-20.
- Okamoto, G., Okura, T., Goto, K., 1957, Properties of silica in water: Geoch. Cosmoch. Acta, 12, 123-132.
- Siever, R., 1957, The silica budget in the sedimentary cycle; Am. Miner. 42, 821-841.
- Taliaferro, N.X., 1933, Relation of volcanism to Diatomaceous and associated siliceous sediments: Bull. Univ. California, Dept. Geol. ScL, 23, 1, 1-55.
- Taylor, S.R., 1965, The application of trace elements data to problems in petrology: Physics a. Chem. of the earth, 6, 133-213.
- Tessenow, U., 1967, Untersuchungen über den Kieselsäurehaushalt der Binnengewässer: Arc. Hydrobiol. Suppl., 32, 1, 1-136.
- Türkiye Diyatomit Envanteri, 1968, M.T.A. Enstitüsü, 138, Ankara, 28 s.
- Uygun, A., 1976, Geologie und Diatomit-Vorkommen des Emmiler-Hırka Neogen Beckens (Kayseri-Türkei), doktora tezi, 137 s., Bonn. (yayımlanmamış).