

AKALAN (İSTANBUL) KUVAR S KUMU YATAĞINDA ASİDİK YERALTI SUYU HAREKETİNE BAĞLI YERİNDE YIKANMA OLGUSU

IN SITU LEACHING OF AKALAN (ISTANBUL) QUARTZ SAND DEPOSIT BY DEEPLY PENETRATED ACIDIC GROUND WATER MOVEMENTS

Hüseyin ÖZTÜRK ve Bülent SARI

İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul

Polat Maden A. Ş., Mecidiyeköy, İstanbul

ÖZ: Akalan (İstanbul) civarında Eosen yaşlı kuvars kumu birikintileri 30-40 metre kalınlığına erişmektedir. Kum birikintileri; ince taneli, zayıfca tutturulmuş, kötü boylanmış ve olgunlaşmamış olarak izlenir. Kum yataklarının alt düzeylerinde demir, manganez ve ağırsal demiroksit çökellerinin bulunuşu ilgi çekicidir.

Bu olgunun muhtemel nedeni, Eosen sonrası dönemde vejetasyona bağlı oluşan organik asitlerce zengin yüzey sularının dip kesimlere doğru hareketidir. Asidik yeraltı suyu hareketi sırasında, hem üstteki toprak örtüsü, hem de kumlar içinde bulunan Fe, Mn çözümlenerek yeraltı suyu tablasına taşınmış ve burada çöktürülmüştür. Kumların tabanında izlenen sert, tabakalı demiroksit kabuk oluşumları, üst kesimlerden yikanan bu elementlerin çöktüğü eski yeraltısuyla tablasına karşılık gelmektedir.

ABSTRACT: Akalan (İstanbul) quartz sand deposit of the Eocene age is located at the northern side of Thrace Basin, reached up to 40 m. in thickness. Quartz sand formations are fine grained, poorly cemented, unsorted and immature. Uppermost level of the quartz sand succession is relatively poor in Fe, Mn and organic matter whereas iron oxide crusts and veinlets occur at the bottom of the sediment succession.

The possible reason of this fact is in situ leaching of the quartz sand succession by acidic ground waters derived from extensive vegetation growth after the Eocene. During acidic ground water movement to the deeper part, Fe and Mn dissolved from both soil sand succession, and has been deposited as a dense and stratified iron oxide cementations at the base levels of the quartz sand succession which indicates paleo ground water level.

GİRİŞ

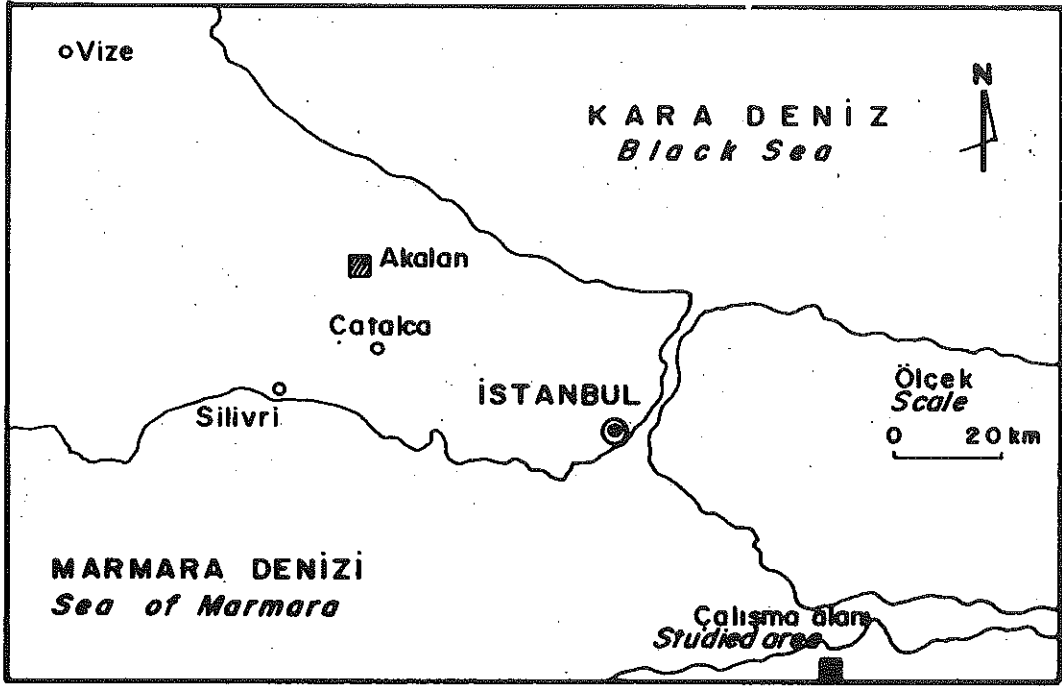
Trakya havzası; cam, seramik ve döküm sektörlerinin temel hammaddesini oluşturan zengin kuvars kumu yataklarına sahiptir. Yüksek rezervli ve arzu edilen kalitedeki bu yatakların oluşumunun açıklanması bilimsel ve pratik öneme sahiptir. Bu çalışma; kuvars kumu yataklarının hem birincil çökeltim, bir başka ifadeyle kaynak kaya ilişkilerini, hem de çökeltme sonrası ikincil zenginleşme süreçlerini irdelemeyi hedeflemiştir. Bu amaçla yapılan çalışmalar, bölgenin en kaliteli yatağını oluşturan Akalan kuvars kumu yatağı ve civarlarında yürütülmüştür. Yatak; Akalan Köyü'nün yaklaşık 2 km. batısında bulunmaktadır (Şekil. 1). Cam ve seramik endüstrisinin hammadde ihtiyacına yönelik ve özel sektör tarafından işletilen yataktan iyi kalitede kuvars kumu üretilmektedir. Eosen yaşlı Akalan kuvars kumu çökeltilerindeki kötü boylanma, son derece düşük demir oranı ve istifin tümüyle çimentolanmamış oluşu ilgi çekicidir. Öte yandan istifin tabanında katmanlı ve ağırsal şekilli demiroksit çökeltileri bulunmaktadır. Birincil tabakalanmayı dikine kesen ve laminalanmaya benzer demir

oksit sızıntı yapıları içeren yatak ikincil zenginleşme süreçlerinin izlenmesine de olanak vermektedir.

Trakya bölgesindeki kum çökeltilerinin tutturulmamış oluşu şimdiye dek bunlarda sağlıklı mineralojik ve esas olarak petrografik çalışmaların yapılmasına engel olmuştur. Akalan yatağının tabanında bulunan demiroksit çimentoyla tutturulmuş, sert ve yoğun düzeler böylesi bir çalışmaya imkan vermektedir. Bu düzeylerdeki mineralojik ve petrografik incelemeler ince kesit ve XRD çalışmaları şeklinde yürütülmüştür.

JEOLJİK KONUM

Akalan civarındaki kuvars kumu çökeltileri; Paleozoik ve Mesozoyik yaşlı Istranca Masifi metamorfitleti üzerine diskordan gelen Eosen formasyonlarının tabanında bulunur. Söz konusu metamorfitletin yaşı hakkında ise tam bir görüş birliği yoktur. Akartuna (1953) gnays serisinin Silüriyen, bunun üzerine gelen kuvarsit serisinin ise Üst Silüriyen-Orta Devoniyen yaşlı olabileceğini açıklamıştır. Daha sonraki araştırmacılar



Şekil 1. İnceleme alanının mevki haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

bazıları ise benzer litolojik topluluğu Triyas ve Jura'ya dahil etmiştir (Örneğin, Üşümezsoy ve Öztunalı 1981).

Kum yataklarının civarında izlenen metamorfitle, aplit ve kuvars damarlarıyla sıkça kesilmiş kuvars şistler, gnays ve filletlerden oluşur. Ayrılmış feldispatlar da içeren kuvars şistlerdeki kuvarlar ince taneli, eş boyutlu, zayıfça yönelmiş, serisit ara bantlıdır (Foto 1). Kum yataklarına yakın alanlardaki çoğu kuvars şist yüzlekleri elde kolayca ufalanabilmektedir. Bu özellikleriyle kuvars kumu çökellerine oldukça benzemektedir. Eosen kumlarının bu formasyonların yerinde ayrışmasıyla oluştuğu izlenimini vermektedir.

Feldispatik kuvars şistlerin gerek ince taneli ve eş boyutlu özellikleri, gerekse ayrışma biçimi Eosen kuvars kumlarının bu formasyonlardan beslendiğine işaret eder. İyi kalitedeki kum çökelleri de genellikle kuvars şistlerin üzerinde bulunmaktadır.

İnceleme alanında Eosen formasyonlarının tabanında bulunan kum çökelleri plaj ortamını yansıtmaktadır (Şekil. 2). Söz konusu Eosen yaşlı kuvars kumu çökelleri Akartuna (1953) tarafından ise Pliyosen yaşı verilerek haritalanmıştır. Oysa, Akalan Köyü'nün doğusunda yol yarmalarında izlenen kum birikimlerinin ekinid ve gastropod fosilleri içerdiği ve üste doğru dereceli olarak kireçtaşlarına geçtiği gözlenir.

Burada metamorfik temel üzerine diskordan çökelmiş Tersiyer, kırıntılılarla başlar. Bu kırıntılılar, toplam 20 m. kalınlığa varan kum çakıl ardışıklı çökellerden kuruludur. Çakıllı düzeyler, 0.5-1 cm. boyutlarındaki

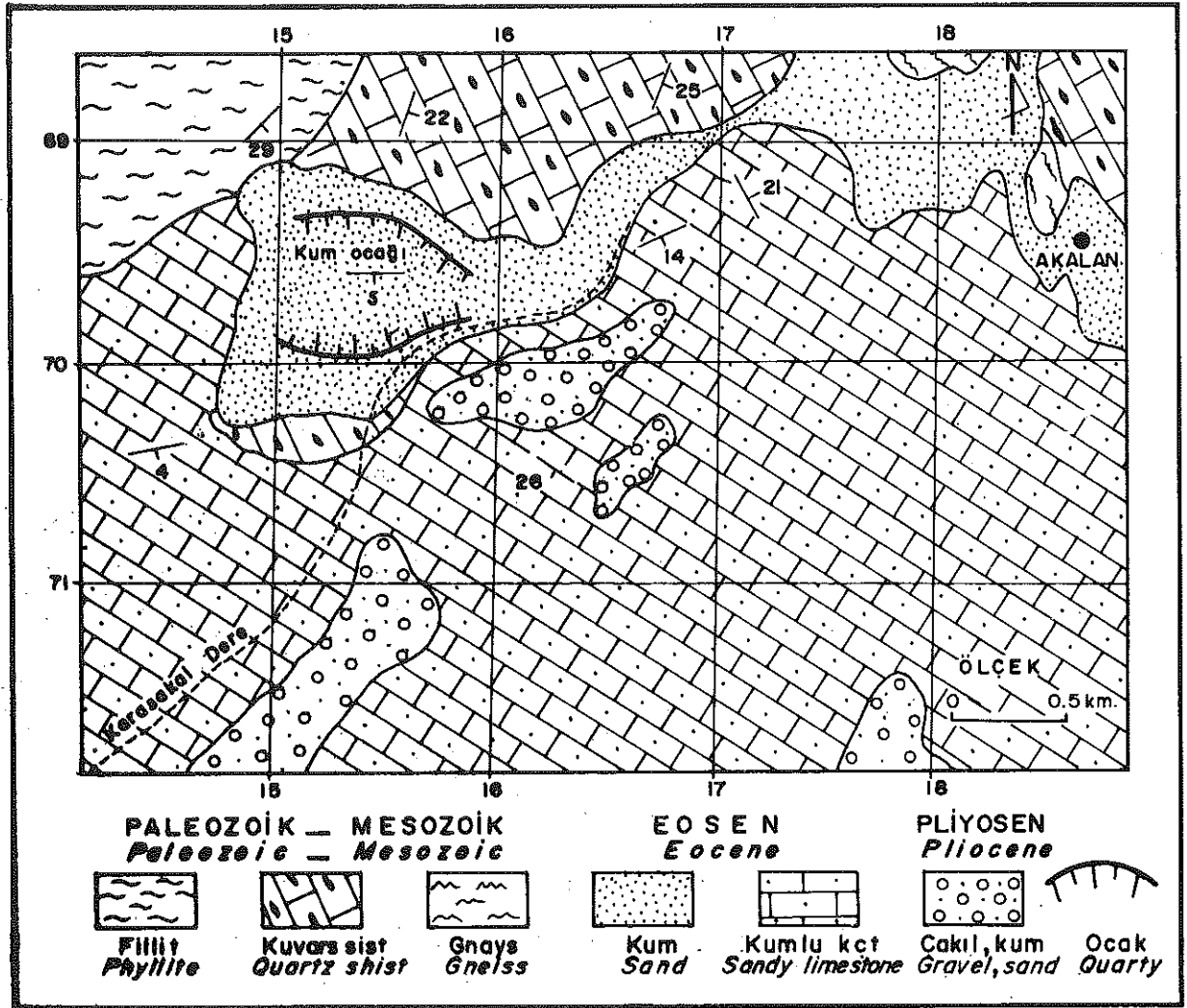
kuvars elemanlarından oluşur. Bu düzeyler 1.5 m. kalınlığında, 3-4 seviyeden oluşur ve kumlu çökellerle ardalananır. Gerek, kumlu çökeller, gerekse çakıllı düzeyler içinde manganoksit infiltrasyonu yaygınca izlenmektedir. Çakıllı düzeylerle ardalanan kum ara bantları ise ekinid ve gastropod fosilleri içermektedir. Karbonat mercikleri de içeren kumlu düzeyler tutturulmamış çökeller şeklindedir. Bu özelliklerdeki Eosen kırıntılıları stratigrafik olarak Akalan kuvars kumu çökellerinin yanıl eşdeğeri olmakla birlikte Akalan kum çökellerinin hem fosil içermemekte hem de görece daha ince taneli kırıntılılardan oluşmaktadır. Eosen oluşukları; üste doğru kireçtaşı, kumtaşı, kumlu kireçtaşından oluşmuş kaın ve geniş yüzlekler şeklinde izlenir.

Eosen üzerindeki Pliyosen kuvars kumu çökelleri, Pliyosen sonrası erozyondan korunabilen yersel yamalar şeklindedir. Bu oluşuklar Eosen kumlarına göre daha kirlidir ve muhtemelen akarsu sedimentlerini temsil etmektedir.

AKALAN KUVARS KUMU YATAĞININ JEOLJİSİ

Akalan kuvars kumu yatağı, yaklaşık 40 m. kalınlığa erişen çimentolanmamış ancak zayıfça pekışmiş çökellerden oluşur. Söz konusu çökeller elde kolayca ufalanmaktadır.

Beyaz, kirlili beyaz renkli istifte kahve renkli ara düzeyler de yer almaktadır. Tabakalanmalar belirgindir ve 8 metre kalınlığa ulaşabilmektedir. Tabakalanmalardan



Şekil 2. Akalan kuvars kumu yatağı ve civarının jeoloji haritası.

Figure 2. Geologic map of the Akalan quartz sand deposit and its surrounding area.

yanal yönde litolojik ve renk değişimleri gözlenir. Renk değişimleri esas olarak ikinci işlemlerle gelişmiştir. Renk değişimine neden olan işlemler çeşitli evrelere ait olarak izlenmektedir.

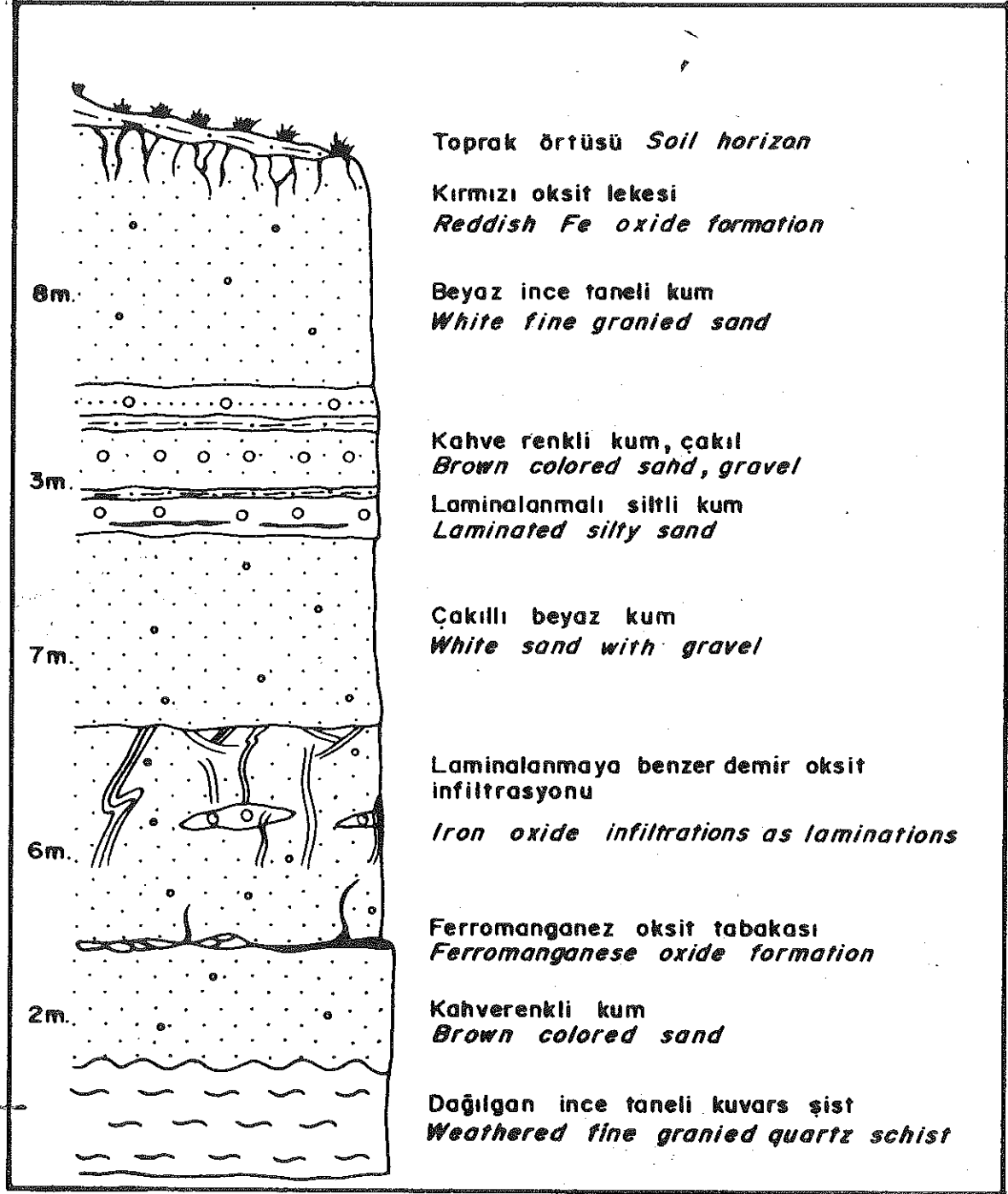
Yatakta alttan üste doğru genel olarak tane incelməsi söz konusudur. Kötü boylanmış ince taneli kuvars kumlarının içinde, temel kayalarındaki kuvars damarlarından kaynaklanan yuvarlak süt kuvars çakılları bulunur. Bunlar bazı düzeylerdeki çakıllı mercerler içinde gözlenmektedir. Düşük oranda mika ve kil içeren kuvars kumları üretimi takip eden yıkanma işlemleriyle bu minerallerden arındırılmaktadır. Zenginleştirme işlemiyle % 98.6 SiO₂, % 0.1 Fe₂O₃ içerikli ince flote ve % 98.2 SiO₂ ve % 0.12 Fe₂O₃ içerikli kalın flote elde edilmektedir.

Akalan kuvars kumu birimlerinin litolojik özellikleri şekil 3'de görülmektedir. Belirtmek gerekir ki, özellik-

le tabanında 10 cm. kalınlığa erişen demiroksit tabakası bulunan kumların üst düzeleri demir, manganez ve mikaldan yıkanmıştır. Yanal yönde de izlenen bu farklılık ilgi çekicidir. Tabanında demiroksit tabakası bulunmayan düzeylerin kirli olduğu 30 m. lik bir yanıl mesafede gözlenmektedir.

Demiroksit oluşumları, bazen kuvars kumu tabakalarını dikine kesen 1 cm. kalınlığa varan, kırmızı bordo renkli, sert, yoğun ve tabakalı yapıda izlenir. Demiroksit çökeller bazen, ağsal yapıda da gözlenmektedir. Bu tür demiroksit oluşumlarının ikincil olduğu açıktır.

Diğer taraftan yatakta tabakalanmaları kesen lami-lanmaya benzer ikincil boylanma yapıları yaygınca izlenir. Bunlar yukarıdan aşağıya sızan yüzey suları tarafından oluşmuştur. Bu tür kırılmaların en son döneme ait olanı ise en üst toprak örtüsü altındaki kuvars kumlarında izlenen oksidik lekelerdir. Bunlar güncel etkilerle oluşmuştur ve genellikle 40 cm'yi geçmemektedir.



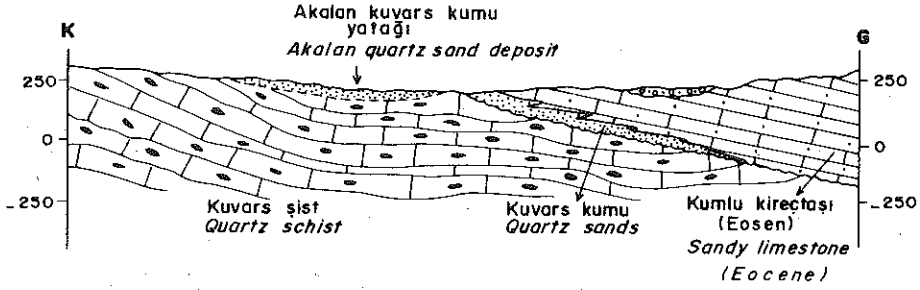
Şekil 3. Akalan kuvars kumu yatağının çökel dizilimi.

Figure 3. Sediment succession of the Akalan quartz sand deposit.

Akalan kuvars kumu çökelleri metamorfik temel in çukur alanlarında depolanmıştır (Şekil 4). Eosen paleo-topoğrafyasındaki bu çukur alanların eski nehir yatağına veya bariyer arkası ortama karşılık geldiği düşünülmektedir. Bu ortamlarda çökelen sedimentlerde beklenen iri taneli yuvarlak kuvars çakıllı düzeyler ve laminalan-

malar kum yataklarındaki çeşitli düzeylerde izlenmektedir. Ancak kum yatağı içinde demiroksitli düzeylerden yapılan petrografik incelemelerde açıklandığı gibi bu çökellerde fazla bir taşınma işlemi gelişmemiştir.

Trakya Bölgesi kuvars kumu yatakları yanal yönde devamlı olup, Eosenin tabanında Saray'ın Çakıllı Kö-



Şekil 4. Çukur palcotopografik alana çökelmiş Akalan kuvars kumu yatağının jeolojik kesiti.

Figure 4. Geologic section of the Akalan quartz sand deposit which was deposited on the low paleotopographic relief.

yu'ne kadar izlenilmiştir. Bölgedeki kuvars kumu yatakları masifin hem kuzey hem de güney yamaçlarında gelişmiştir. Bu gelişimde Üst Kretase-Paleosen sürecinde mekanik olarak öğütülen kuvarsitlerin, Eosen'de gelişen çekim faylarının kontrolünde başlangıçta karasal alüvyal yelpazeler şeklinde çökelmiş, ilerleyen Eosen denizinin bunları tekrar denize yayarak işlediği ileri sürülmüştür (Saka ve Ayok 1992). Kuvars kırntılarındaki kataklastik özellikler kuvarsit-şistlerin mekanik öğütüldüğüne işaret etmektedir.

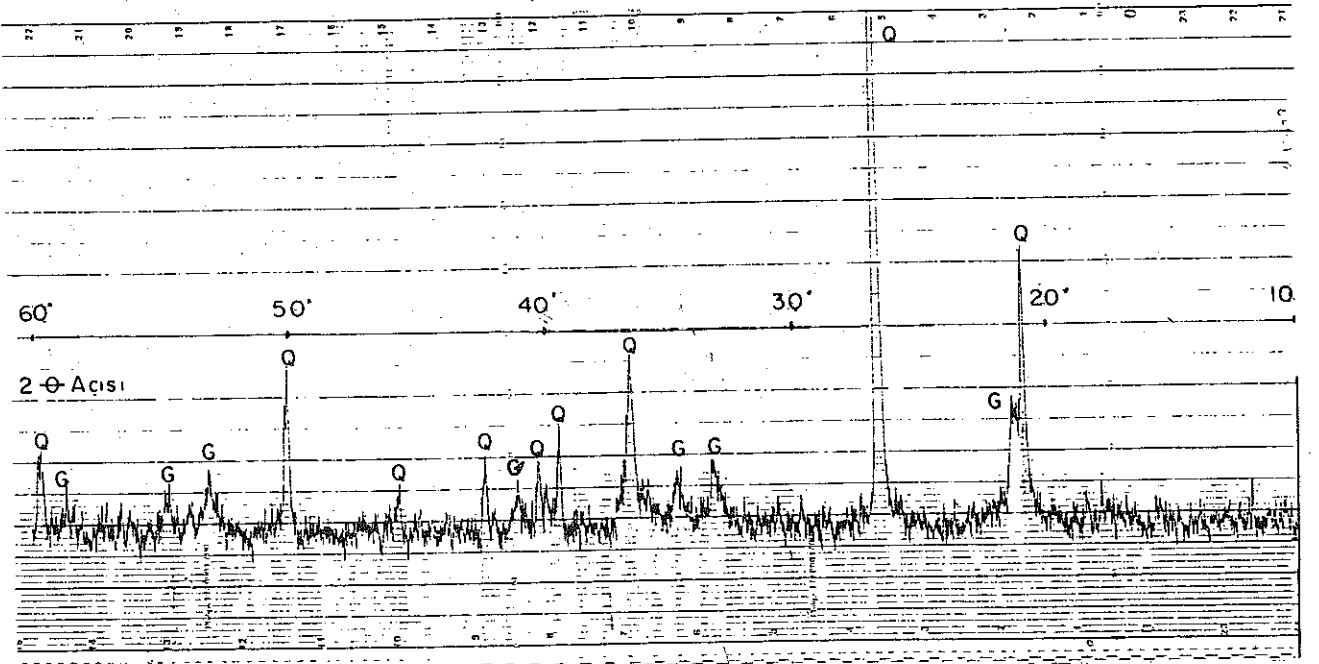
DEMİR OKSİTLİ DÜZEYİN MİNERALojİK VE PETROGRAfİK ÖZELLİKLERİ

Trakya bölgesindeki Eosen ve Pliyosen yaşlı kuvars kumu yataklarındaki kumların tutturulmamış olması, bunların ayrıntılı petrografik incelemesine engel olmuştur. Bu durum ise özellikle kumların taşınma ve çökme süreçlerinin aydınlatılmasını güçleştirmiştir. Akalan kuvars kumu yatağı ise içerdiği sert demiroksit çimentolu

ara düzeyleri nedeniyle böylesi bir petrografik ve mineralojik çalışmaya da olanak vermektedir.

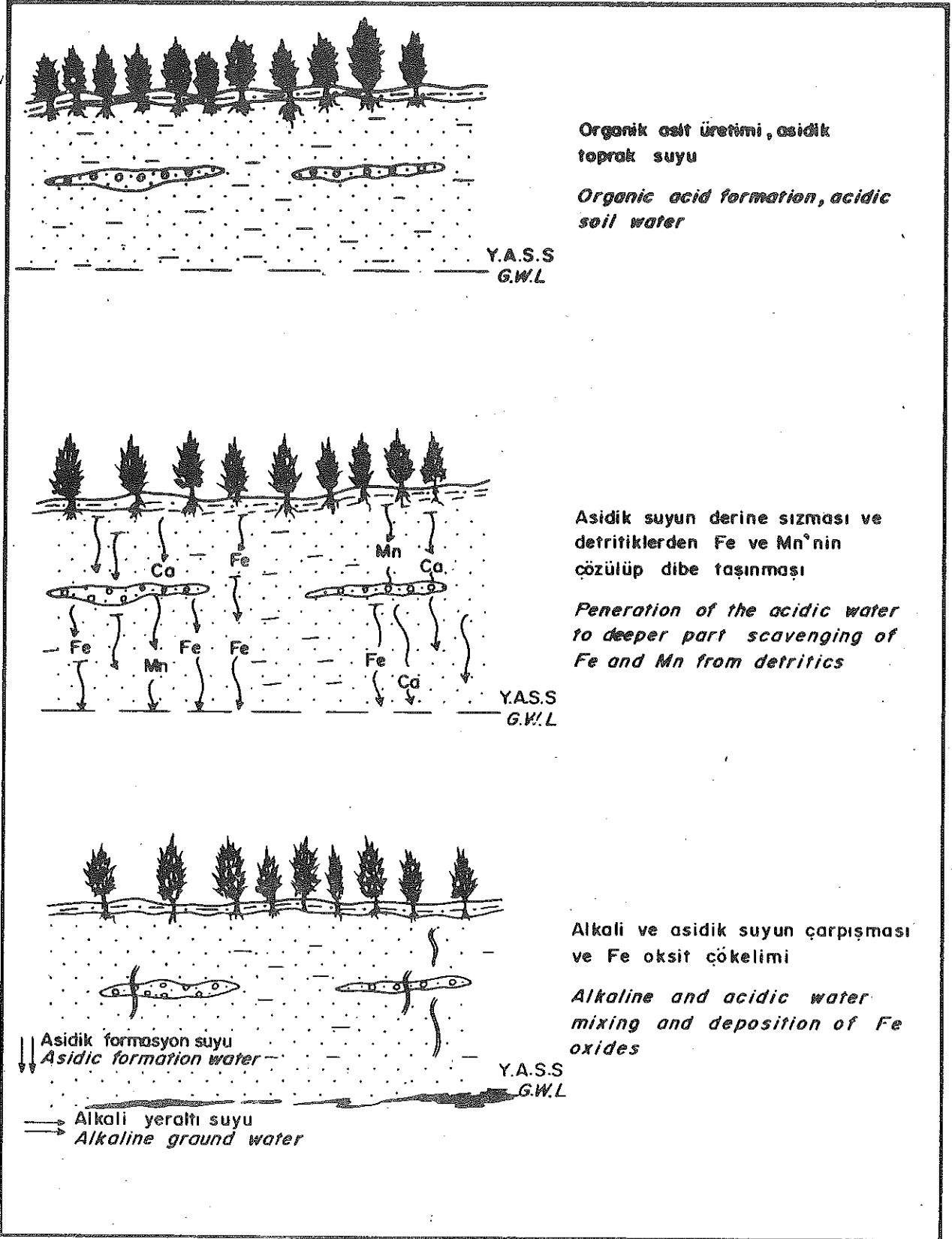
Kahve-bordo renkli alt ve üst yüzeyleri limonitik boyalı ve ayrılmış, oldukça sert demiroksitli düzey Akalan kuvars kumu yatağının tabanına yakın kesimde bulunmaktadır. 10 cm. ye ulaşan bu düzey el örneğinde rengi ve yoğunluğu nedeniyle hematit-limonitik demir cevherine benzemektedir. Ancak ince kesitte kayacın % 60'ünün kuvars, % 5 muskovit bileşenli fillit, geri kalan % 35'inin ise çimento şeklinde demiroksit maddesi olduğu gözlenmiştir.

Kuvars taneleri, oldukça düzensiz köşe ve kenarlı, bazen ince uzun kristaller şeklinde, dalgalı-düz sönmeli, sık çatlaklı, iri taneleri kataklastik yapılıdır. Taneleri 3 mm.'den silt boyuna değişen istif kötü boylanmalıdır. Gerek kuvars tanelerinin geometrisi, gerekse % 5 oranında izlenen fillit parçaları (Foto 2), çökmede hidromekanik etkinin son derece zayıf olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 5. Kuvars kumu içindeki demiroksit oluşumlarına ait X Ray Difraktogramı. Q: Kuvars G: Götit.

Figure 5. Kuvars kumu içindeki demiroksit oluşumlarına ait X Ray Difraktogramı. Q: Quartz G: Goethite.



Şekil 6. Akalan kuvars kumu çökellerinin yerinde yıkanma ve zenginleşme modeli.
Figure 6. In situ leaching - enrichment model for the Akalan quartz sand deposit.

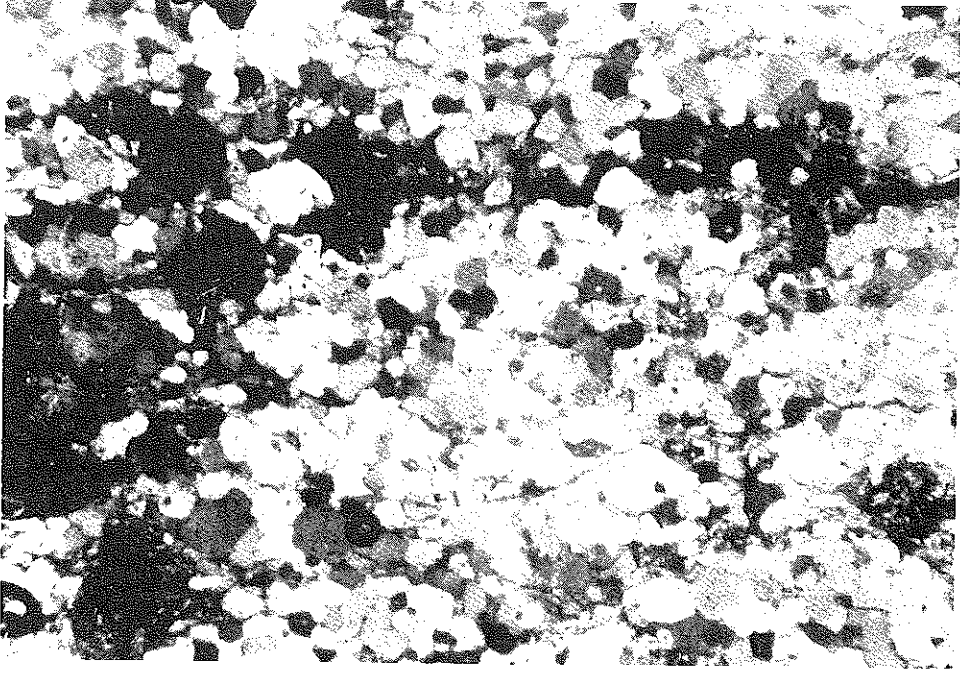


Foto 1. Kvarşşistler de ince taneli kuarşların ve zayıfca yönlennmiş serisitlerin görünüşü, çapraz nikel, ölçek çubu: 1 mm.
Photo 1. Photomicrograph of the quartz schist showing weakly oriented quartz and sericite minerals. Crossed nicols, scale bar 1 mm.

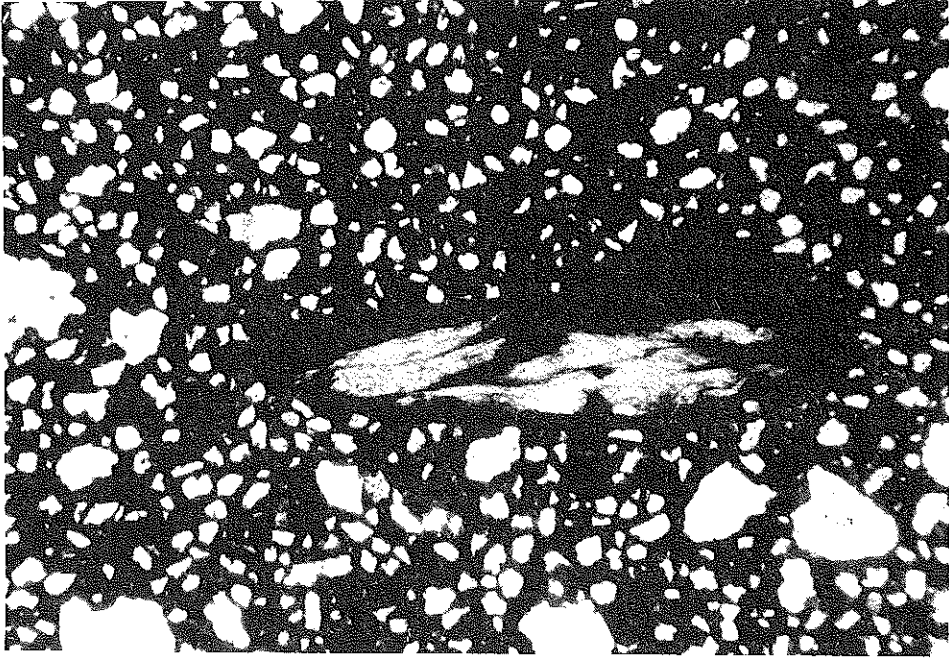


Foto 2. Demiroksitli hamurla tutturulmuş fillit parçası, köşeli ve boylanmasız kuarş taneleri. Tek nikel, ölçek çubuğu : 1mm.
Photo 2. Phyllite fragment, subangular and unsorted quartz grains cemented by iron oxide. Plane polarized light, scale bar : 1 mm.

Demiroksit hamur maddesi, tanelerin arasını doldurmuş, taneleri ince bir filmle sarmış ve bazen de kuvarsların kataklastik çatlaklarının içine yerleşmiş olarak izlenir. Örnekten yapılan X ışınları kırılım çalışmasından esas olarak kuvars % 20 civarında götüt minerali saptanmış, demiroksit çimento ve boyamalarının kısmen amorf yapıda olduğu, kristallenmediği belirlenmiştir (Şekil 5). Cu tüp ve Ni filtre kullanılarak 10-60 derece arasıda alınan X Ray Difraktografında amorf demiroksit, yüksek background değeriyle kendini göstermiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kuvars kumları içindeki demiroksitli düzey iki şekilde gelişebilir. Birincisi, atmosferle temasta açık yüzey ortamında, sedimantasyondaki kesiklik dönemlerinde küçük çukurlardaki suyun evrimleşmesiyle mümkündür. Nehir yatağında bu tür küçük gölcüklerin bulunması ve buradaki nehir suyunun asidikten bazıge, evrimleşmesi ve havanın serbest oksijenini kullanarak demiroksitleri ve hidroksitleri oluşturması mümkündür. Bilindiği gibi nehir suları, asidik özelliği nedeniyle; örneğin, deniz suyuna göre yüksek oranda demir iyonları içermektedir. İkincisi; yukardan yüzey suları ile derine sızan demir ve mangan iyonları içeren asidik suların, yeraltısuyu tablasında görece alkali ve yükseltgen karakterli sularla çarpışmasıyla olabilir. Akalan kuvars kumu çökellerinin yerinde zenginleşme işleme maruz kaldıklarını gösteren saha verilerini şöylece sıralayabiliriz:

Birincisi; kuvars kumu yatağının tabanına yakın kesimlerde izlenen genellikle tabakalı demiroksit yapılarıdır. Bu çökeller bazen ağsal, her zaman birincil tabakalanmayı kesmekte, bazen dikine inen ince damarcıklar şeklini almaktadır.

İkincisi; demiroksit kabuklarının geliştiği istifin üst düzeylerindeki kuvars kumlarının, tabanında bu tür oksitlerin bulunmadığı düzeylere göre çok daha iyi yıkanmış olmasıdır. Demiroksit infiltrasyon çökellerinin üst düzeyleri oldukça beyaz renkli kuvars kumu içermesine karşılık aynı düzeylerin, eğer tabanında oksitler çökmemişse belirgin bir şekilde daha kirli olduğu üretim sahasında görülmektedir. Bu ani yanal değişim tavan taban ilişkileri dikkate alındığında, yukardan sızan suların yıkama işlemleriyle açıklanabilir.

Üçüncüsü; yukardan sızan asidik yüzey sularınca sağlanan yıkama izlerinin laminalanmaya oldukça benzer kırmızı-kahverenkli oksit lekeleri şeklinde izlenmesidir. Bunlar; çeşitli düzeylerdeki tabakalanmaları kesmekte, zik zak kıvrımlanmaya benzer ilginç yapılar oluşturmaktadır.

Dördüncüsü; kum çökellerinin tutturulmamış olması, bir başka ifadeyle çimento olarak beklenen karbonatların bulunmaması kil ve mikaların ise son derece az bulunmasıdır.

Akarsu ve sığ deniz çökelleri içinde kısmen olması beklenen organik madde, istif içinde gözlenmemiştir. Birincil olarak kırıntılı çökellerde kısmen de olsa bulunması gereken organik maddelerin, oksidasyonla tüketimi ve ortamdaki dışarı atılımı süreci, kumların yerinde yıkanma işlemini de yönlendirmiş olmalıdır. Demirin çözünmesi için gerekli olan asidik koşullar kumların bünyesindeki organik maddelerin organik asite dönüşmesiyle sağlanabilmektedir. Ancak; yatağın esas yerinde zenginleşmesinde tetik unsuru organik madde fermentasyonu ile ilişkili organik asit üretimi esas olarak kumlu çökeller üzerindeki bitki ve ağaç kökleri tarafından sağlanmış olmalıdır. Muhtemelen Miyosen'de kara haline geçen bölgede; hızlı yükselme Eosen formasyonlarının aşınmasına neden olmuş Pliyosen'de kum yatakları yer yer atmosferle temasa geçmiştir. Bu dönemde yağışlı iklim, aşırı vejetasyon gelişimi toprak ve daha altında bulunan istifte asetik asit, hümitik asit gibi asitlerin oluşumunu (Mc. Mahon ve diğ. 1992), asidik yüzey sularının dip kesimlere göçü ise sediment bünyesindeki demir elementinin çözülmesini sağlamıştır. Bu işleme sediment bünyesinden üretilen, organik asitlerin de belli oranda katkısı olmuş olmalıdır. Bölgesel yükselme ile zamanla aşağıya çekilen yeraltısuyu kalın bir zonun yıkanmasını sonuçlamıştır. Derine doğru içinden süzülmesi kumlu formasyonlardan esas olarak demiri çözen asidik suların yeraltı su seviyesinde demiri çökeltmesi olasılıkla alkali özellik kazanmasıyla mümkün olmuştur.

Yukardan inen asidik sularla yeraltı su tablası civarındaki görece bazik ve yükseltgen karakterli suların çarpışması götüt ve kısmen amorf demiroksit çökellerini sonuçlamıştır. Alkali yeraltı sularının kaynağı bölgede yaygın yüzlekler veren Eosen karbonatları olmalıdır. Yüksek permeabiliteye sahip kum çökelleri asidik, kısmen de indirgen özellikteki suların dolaşımına, daha derinlerde ise kriptonkristalen demiroksidhidroksitlerin çökeline olanak vermiştir.

Sonuç olarak Eosen kum çökelleri ikincil yıkama işlemleriyle yerinde zenginleşmişlerdir. Bu işlemin yaygın geliştiği düzeylerde (Şekil 6) kum kalitesi düşmektedir.

İndirgen ve asidik özellikteki yeraltısularının yüksek oranda demir ve mangan çözdüğü bunları, yanal veya düşey yönlü hareketi ile uzun mesafeler taşıdığı bilinmektedir (Krauskopf 1976, Roy 1981). Bu suların alkali ve oksik sularla çarpışmasıyla içerdikleri metal iyonlarını çöktükleri ve bazen yüksek rezervli maden yatakları oluşturdukları son yıllarda yaygın kabul görmüştür (Force ve diğ. 1986, Morey ve Southwick 1993). Çökeline demir ya da manganezin lehine gelişmesi ise çeşitli faktörlerin yanında (bakteri etkisi vs.) esas olarak ortamın oksidasyon potansiyeli ile ilgilidir. Demir daha az oksidasyon basamağına ulaştığında çökmesine karşılık mangan taşınmasına ya da çözültülmesine devam eder ve daha yüksek oksidasyon koşullarında çökler. Böylece demir ile manganezin ayrışması da sağlanmış olur. Trakya Bölgesi kum yataklarında bazen demir yerine manganezlerin de yaklaşık 1 metreye varan

infiltrasyon düzeyleri oluşturduğu belirtilmektedir (Saka ile sözlü görüşme). Bu bağlamda kuvars kumların içinde gerek demir gerekse manganез çimentolanmaları kuvars kumlarının bölgesel ölçekte ikincil zenginleşme işlemlerine maruz kaldığını göstermektedir.

Podima civarında izlenen ve 1 metreye erişen manganез çimentolanmaları da bu bölgede benzer şekilde asidik yeraltısuyu ile ilişkili ikincil zenginleşme süreçlerinin yaşandığını gösterir. Pliyosen ve sonrasında atmosferle temasa geçen kuvars kumu çökelleri fiziksel olarak yeniden işlenmiş, paleocografyadaki çukurlara tekrar taşınmış olmalıdır. Ancak; Kuvars kumu birikintilerinin ferromanganез oksitlerinden arınması ise Pliyo-sen'den sonra devam eden yerinde yıkanma işlemiyle mümkün olmuştur. Akalan kuvars kumu yatağı için açıklanan yerinde yıkanma modeli, Eosen karbonatlarının aşınmasıyla yüzlek veren bölgedeki diğer kum birikintileri için de geçerli olmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

Akartuna, M; 1953, Çatalca-Karacaköy Bölgesi'nin Jeolojisi: İstanbul Ün. Fen Fak. Monografileri, Sayı 13.

Force, E. R; Back, W; Spiker, E. C. ve Knauth, L. P; 196, A groundwater mixing model for the origin of

the Imini manganese deposit (Cretaceous) of Morocco: Economic Geology, v. 81, s. 65-79.

Krauskopf, K. B; 1957, Separation of manganese from iron in sedimentary processes. Geochim. Cosmochim. Acta 12, s. 61-84.

Mc Mahon, P. B; Chapelle, F. H; Falls, W. F. ve Bradley, P. M; 1992, Role of microbial processes in linking sandstone diagenesis with organic rich clays: Journal of Sedimentary Petrology, v. 68, s.1-10.

Morey, G. B. ve Southwich, D. L; 1993, Stratigraphic and sedimentological factors controlling the distribution of epigenetic manganese deposits in iron formation of the Emily District, East Central Minnesota, Economic Geology, v. 88, s. 144-122.

Roy, S., 1981, Manganese Deposits, London, Academic Press, 458 s.

Üşümezsoy, Ş. ve Öztunalı, Ö., 1981, Istanca ve Eybek Masiflerinde Kataklastik dokunun evrimi, İstanbul Yerbilimleri Dergisi, C. 2, S. 129-137.

Saka, A. ve Ayok, F; 1992, İstanbul İli-Çatalca ilçesi Belgradköy çiftlikköy civarında ÖN İR 3461 (İR 28574) ruhsat nolu kuvars kumu sahasının maden jeolojisi raporu, MTA rap. no: 9342.