

DENİZ DİBİ MANGANEZ OLUŞUMLARI

SALDIRAY İLERİ Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Bölümü, Ankara

Okyanus tabanlarında yaygın oldukları saptanan manganez oluşumlarından, bugün ekonomik olarak en fazla üzerinde durulanlar yumrulardır. Bu yumrular ilk defa İngiliz Challenger gemisinin 1873-1876 yılları arasında yaptığı okyanus araştırmaları sırasında bulunmuşlardır. Daha sonra Agassiz (1906), Pasifik okyanusunu ekvator boyunca geçen Albatros gemisinin aldığı örneklerde de manganez yumrularının varlığından söz etmiştir. Son yıllarda ise Sovyetlerin Vityaz gemisi (1948 den bugüne) ve Columbia Üniversitesi'nin Vema ve Conrad isimli iki okyanus araştırma gemisi (1953 den bugüne) manganez oluşumları ile ilgili yüzlerce örnek toplamışlardır.

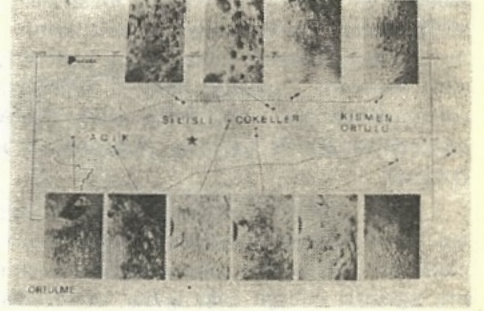
DAĞILIM

Son on yıl içinde bu üç gemiye yenileri de katılmışlardır. Bu gemiler çeşitli yöntemlerle örnek alarak, televizyon kameraları ve geliştirilmiş fotoğraf makineleri ile resim çekerek, bütün okyanus tabanlarını taramışlardır. Bu

araştırmalar sırasında örnek alınan yerler ve bu alanlardaki manganez oluşumlarının kimyasal analizlerinden elde edilen Cu ve Ni tenörlerinin dağılımları şekil 1 ve şekil 2 de görülmektedir. Şekil 1 de görüldüğü gibi en fazla bakır içeren manganez oluşumları Kuzey Pasifik Okyanusu'ndadır. Bu alanda nikel tenörlerinin de yüksek oluşu ve manganez oluşumlarının yumrular şeklinde bulunuşu, bu alanı maden endüstrisi için ilginç bir duruma getirmiştir. Bu nedenle bu alan üzerinde en çok durulan ve ayrıntıları ile çalışılan bir yer olmuştur. Bu ayrıntılara geçmeden önce diğer bölgeleri kısaca gözden geçirmek yararlı olacaktır.

Kuzey Atlantik Okyanusu: Kuzey Atlantikte manganez oluşumlarının çalışıldığı dört bölge vardır: 1) Kelvi Deniz Tepesi, 2) Blake Platosu, 3) Kırmızı Kil Bölgesi, 4) Orta Atlantik Sırtı.

1) Kelvin Deniz Tepesi eski bir deniz volkanıdır, ve kalın bir manganez kabukla örtülmüştür. Manganez kabu-



Şekil 3: Manganez yumrularının tabanda görünümü. Yumrular batıdan doğuya doğru gittikçe kalmışan tortulların altında kalmaktadırlar.

ğun metal içeriği düşüktür (Ni %0,11, Cu %0,04), ayrıca kabuksu oluşum deniz dibi madenciliği için uygun değildir.

2) Blake Platosu ve yakınlarında derinlik 1000 metreden daha azdır, kabuksu manganez örtü ve yumrular karbonat kumu üzerinde yer alırlar. Bu alanda da ferromanganezlerin içerdiği metal tenörleri düşüktür (Ni %0,52, Cu %0,08). Ortamdaki diğer birimlerin karbonatlı oluşu da metalurjik açıdan bazı güçlükler neden olmaktadır.

3) Kırmızı kil bölgesinde manganez oluşumları yalnızca yumrular şeklinde bulunurlar ve geniş alanlar kaplarlar. Burada tabanın düzensiz oluşu kadar metal içeriğinin de düşük oluşu (Ni %0,41, Cu %0,29), madencilik açısından bu bölgenin önemini azaltmaktadır.

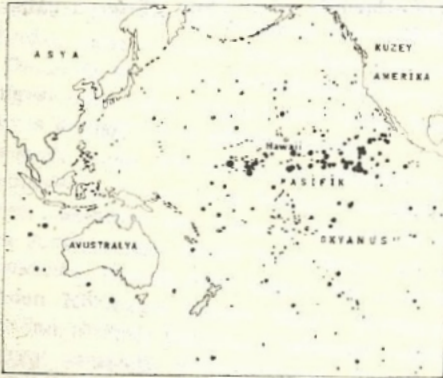
4) Orta Atlantik Sırtındaki oluşumlar kabuk şeklindedir ve metal içerikleri düşüktür (Ni %0,41, Cu %0,12).

Güney Atlantik Okyanusu: Güney Atlantikte önemli sayılabilecek iki alan vardır: 1) Rio Grande Yükseltisi, 2) Agulhas Platosu.

1) Rio Grande Yükseltisindeki manganez oluşumları daha çok kabuk şeklindedir. Yumrular kabukla kaplı alanlar arasında seyrek olarak dağılmışlardır, ve genellikle küçüktürler.

2) Agulhas Platosunda yumrular ve kabuksu manganez oluşumları geniş alanlar kaplarlar. Metal içerikleri diğer alanlardan biraz daha yüksektir (Ni %0,67, Cu %0,16), fakat yine de ekonomik olarak işletilmeleri güçtür.

Hint Okyanusu: Hint Okyanusunun da iki önemli bölge vardır: 1) Madagaskar Çukuru, 2) Crozet Çukuru.



Şekil 1: Okyanuslardaki manganez yumrularının içerdikleri bakır miktarlarına göre dağılımı. Bakır tenörleri %0,0 ile %2,0 arasında değişmektedir. (Horn, D.R. ve diğ. 1973a dan)

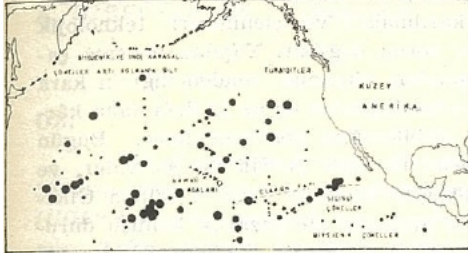


Şekil 2: Şekil 1 deki yumrular içindeki nikel yüzdelere göre dağılımı.

1) Madagaskar Çukuru manganez oluşumları patates büyüklüğünden futbol topu büyüklüğüne kadar değişen yumrular şeklindedir. Metal içerikleri düşüktür (Ni %0,24, Cu %0,12).

2) Crozet Çukuru manganez oluşumları yumrular şeklindedir ve yüzeyi yoğun bir şekilde örtmektedirler. Metal içerikleri düşüktür (Ni %0,42, Cu %0,12).

Güney Pasifik Okyanusu: Güney Pasifikteki en önemli bölge Manihiki



Sekil 4: Nikel tenörleri %0,0 ile %2,0 arasında değişmektedir. (Horn, D.R. ve diğ. 1973 adan).

Platosudur. Plato üzerinde karbonatlı çevredeki çukurlarda ise killi tortullar yer almaktadır. Gerek karbonatlı, gerek kırmızı killi tortulların üstü yoğun bir şekilde manganez yumruları ile kaplanmışlardır. Yer yer kabuk yapısı gözlenmektedir. Bütün oluşumların metal içerikleri düşüktür (Ni %0,30, Cu %0,17).

Kuzey Pasifik Okyanusu: Kuzey Pasifikteki manganez yumrularının bakır ve nikel içeriklerinin yüksek olması nedeniyle bu bölge yoğun bir şekilde çalışılmıştır. Bu alandaki manganez yumrularının tabandaki görünümü ve batıdan doğuya tortullar altında kalışı şekil 3 de görülmektedir.

Şekil 1 ve 2 de belirlendiği gibi, metal değişmesinin en fazla olduğu bölge Hawaii adaları ile Orta Amerika arasında kalmaktadır. Şekil 4 den de bu bölgede manganez yumrularının ortalama olarak batıda yüzeyin %25-50 sini kapladığı, doğuya doğru bu oran arttığı ve yüzeyin %50-75 inin örtüldüğü görülmüştür.

Bölgedeki bakır ve nikel dağılımlarına daha ayrıntılı bakılacak olursa (Şekil 5 ve 6) bakır ve nikel derişmelerinin en yoğun olduğu noktaları birleştiren eksenlerin çok az bir sapma ile birbirleri üzerine çakıştığı ve ve doğu-batı yönünde uzandıkları görülmüştür.

Bölge kuzeyden Clarion, güneyden Clipperton kırıkları ile sınırlanmıştır. Tabanı örten tortulların dağılımı ise kuzeyden güneye doğru; kırmızı kil, radyolaryalı ve karbonatlı çökeller olarak sıralanırlar (Şekil 7). Aynı bölgede yaş

ilişkileri de kuzeyden güneye Eosen, Oligosen, Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner olarak kesiksiz gözlenmektedir (Şekil 8).

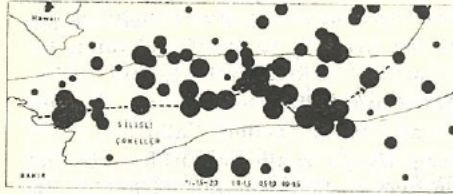
Manganez yumruları silisli çökeller üzerinde olduğu kadar, kırmızı killer üzerinde de yaygın olmalarına karşın, metalle zengin olan yumrular Miyosen yaşlı silisli çökeller üzerinde yer almaktadırlar. Tabandaki çökellerin silisli oluşu ile metal derişmesi arasında bir ilişki kurulabilmiştir. Fakat çökellerin yaşı ile ilişki kurma olanağı bulunamamıştır.

OLUŞUM

Okyanus tabanlarında manganez derişmesini sağlayan manganezin 3 ayrı kaynaktan geldiği savunulur:

- 1 — Karalardaki kayaların bozunması ile manganez çözelti, kolloid veya kırıntılar içinde asılı olarak denizlere taşınabilir.
- 2 — Okyanus tabanlarındaki kayaların bozunması ile deniz suyuna karışabilir.
- 3 — Deniz dibi volkanizması ile gelmiş olabilir.

Manganez denizel ortama hangi koşullarda gelmiş olursa olsun, deniz suyu-



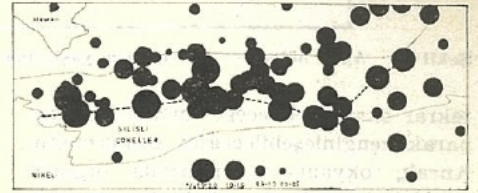
Sekil 5: Hawaii ile Orta Amerika arasındaki alanı kaplayan manganez yumrularının içerdikleri bakır miktarlarına göre dağılımı.

nun pH ve Eh koşulları gereğince uzun süre çözelti halinde kalamaz; oksitlenerek hidroksit, karbonat veya silikatlar şeklinde deniz suyunda kolloidler oluşturarak askıda kalabilir veya çökeler.

Manganez yumrularının bulunduğu alanlarda okyanus tabanındaki çökelle-

hızının 1 mm/1000 yıl (Opdyke ve Foster, 1970) olduğu göz önüne alınırsa bu çökelmeye karalardan taşınan manganezin katkısının Orta Pasifik Sırtı boyunca görülen volkanik faaliyetlerin katkısından daha az olabileceği anlaşılmıştır. Gerçekten de tabandaki tortulların %10 manganez ve %30 demir içerdiği bunun ancak volkanizma ile bağdaşabileceği Boström ve diğerleri (1974) tarafından savunulmuştur.

Tabandaki tortulların manganez ve demirce zengin oluşları, volkanizma ile deniz suyuna karışan çözeltilerin içindeki demir ve manganezin kolloidler oluş-

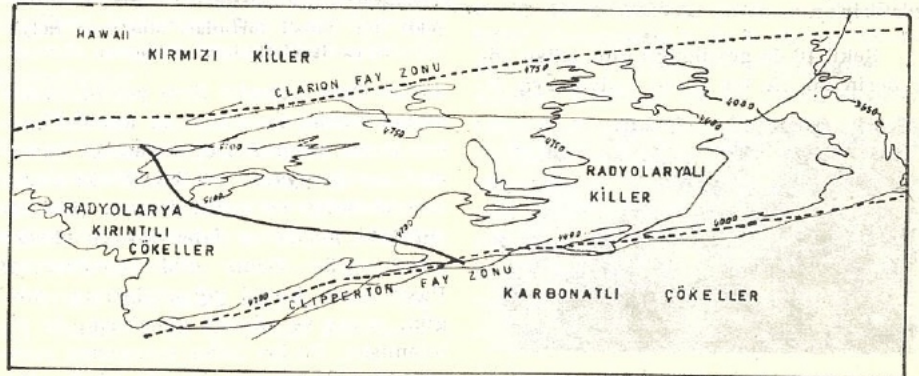


Sekil 6: Aynı bölgede nikel miktarlarına göre dağılımı.

turması ve bunların volkanik kül, radyolaryalı kırıntılar ve benzerleriyle birlikte yavaş çökelmeleri şeklinde açıklanabilirse de, manganez yumrularının 3-30 mg-cm²/1000 yıl gibi bir hızla büyüyen sökültmüş patatesler gibi okyanus tabanını kaplamalarını açıklamak oldukça zordur. Yumruların fiziksel ve kimyasal özellikleri, bunların bir çekirdeklenmeden sonra çözeltilerden büyümeleri gerektiğini gösterir.

Boström (1973) tarafından yapılan çalışmalarda, tabandaki okyanus sularının deniz dibindeki manganez yumrularını ve içerdikleri metalleri oluşturabilecek kadar seyreltik olduğu ve okyanus dibindeki hareketlerin derişmeye neden olamayacak kadar yavaş olduğu belirtilmektedir.

Strakhov (1966), organik maddelerin bulunduğu ortamlarda manganezin indirgenerek çözeltiye geçebileceğini ve



Sekil 7: Hawaii ile Orta Amerika arasındaki tortulların dağılımı (Horn, D.R. ve diğ. 1973'den).

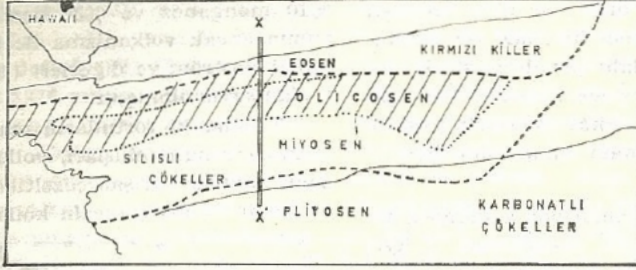
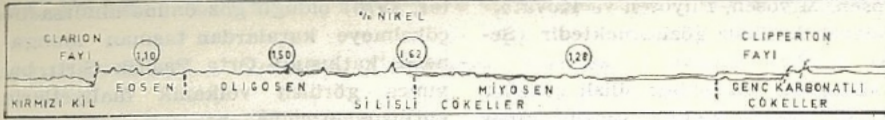
YUMRULARIN EKONOMİK ÖNEMİ

Kuzey Pasifikte, Hawaii'den Orta Amerika'ya kadar geniş bir alan kaplayan manganez yumrularının ortalama %1,5 Cu, %1,5 Ni, %1,0 Co içerdiği saptanmıştır. Tüm dünya bakır gereksinimi bu alandan sağlanacak olursa tüketimin en az birkaç yüzyıl karşılanacağı sanılmaktadır.

Her ne kadar metal içeriği yüksek olan yumrular 4000 metreden daha derinlerde bulunmakta iseler de bunların çıkarılmaları ve işlenmeleri teknolojik bir sorun değildir. Yapılan deneme çalışmaları okyanus madenciliğinin karadenciliğinden en az 12 defa daha karlı olabileceğini göstermektedir. Bugün sorun tümüyle politik bir sorundur, ve gelişmiş ülkelerle Üçüncü Dünya Ülkeleri arasında bir pazarlık konusu durumuna getirilmiştir. Önümüzdeki yıllarda okyanus madenciliğinin başlaması ile çok daha karmaşık ekonomik ve politik sorunların ortaya çıkması beklenmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Agassiz, A., 1906, Report of the expedition; Reports on the scientific results of the expedition to the Eastern Pacific by the U.S. Commission Steamer "Albatross" da: Memoirs, Museum Comparative Zoology, Harvard College, 33-3, 1-50.
- Boström, K., 1973, The origin and fate of ferromanganese active ridge sediments: Acta. Univ. Stockh., 28, 149-243.
- Boström, K., Joensuu O., Kraemer, T., Rydell, H., Valdes, S., Gartner, S., ve Taylor, G., 1974, New finds of exhalative deposits on the East Pacific Rise: Geologiska Föreningens Förhandlingar, 96-556, 53-60.
- Horn, D. R., Horn, B. M., ve Delach, M. N., 1973b, Ocean manganese nodules metal values and mining sites: Technical report no. 4, NSF GX 33616 International Decade of Ocean Exploration; National Science Foundation, Washington D.C., 57 s.
- Horn, D. R., Horn, B. M., Delach, M. N., 1973b, Copper and nickel content of ocean ferromanganese deposits and their relation to properties of the substrate: Symposium by the R-V Valdivia manganese exploration group of West Germany and the Hawaii, yayımlanmamış.
- Opdyke, N. D., ve Foster, J. H., 1970, Paleomagnetism of cores from the North Pacific: Hays, J. D., ed., Geological investigations of the North Pacific de: Geol. Soc. America, Mem. 126, 83-119.
- Strakhov, N. M., 1966, Types of manganese accumulation in present day basins: their significance in understanding of manganese mineralization: Int. Geol. Rev., 8, 1172-1196.

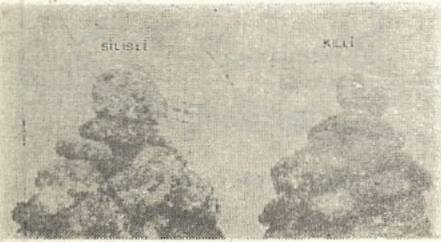


Şekil 8: Aynı bölgedeki tortulların yaşlarına göre dağılımı.

tekrar oksitlenebileceği ortamlara taşınarak zenginleşebileceğini göstermiştir. Ancak, okyanus tabanlarında organik maddelerin yokluğu böyle bir olasılığı ortadan kaldırmıştır. Strakhov (1966), okyanus tabanlarında manganez ve demirce zengin olan çökellerin boşluklarını dolduran suyun, okyanus tabanındaki sudan daha fazla çözülmüş manganez içereceğini, ve tortulların diyajenezi ile deniz suyuna karışan suyun manganez yumrularını oluşturabileceğini savunmuştur.

Yukarıdaki görüşü destekleyen en önemli gözlemlerden biri, manganez yumrularının özelliklerinin tabandaki çökellerin özellikleri ile ilişkili olmasıdır. Daha önce de belirtildiği gibi, silisli çökeller üzerindeki yumrular metal içeriği bakımından daha zengindirler. Ayrıca, killi çökeller ile silisli çökeller üzerindeki yumrular karşılaştırıldığında şu ayrımlıklar görülür (Şekil 9): silisli çökeller üzerindeki yumrular metal içeriği bakımından daha zengindirler. Ayrıca, killi çökeller ile silisli çökeller üzerindeki yumrular karşılaştırıldığında şu ayrımlıklar görülür (Şekil 9): silisli çökeller üzerindeki yumrular metal içeriği bakımından daha zengindirler.

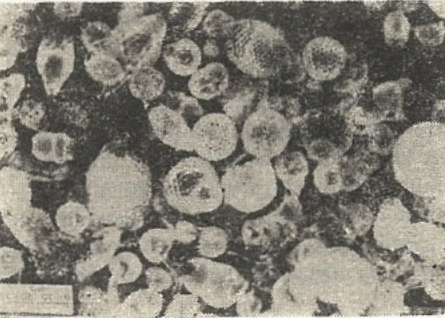
Şekil 10 da görüldüğü gibi, silisli çökellerin büyük bir kısmı radyolaryaya is-



Şekil 9: Killi ve silisli tortullar üzerindeki yumruların karşılaştırılması.

keletlerinden oluşmuştur. Bu nedenle de killi çökellerden daha gözenekli olmaları doğaldır. Bu çökellerin gözenek sularının diğerlerindeki kadar daha kolaylıkla hareket edebileceği, böylece çözülmüş halde daha fazla manganezin diyajenezle dışarıya taşınabileceği kolaylıkla anlaşılabilir.

Manganez yumrularının, özellikle metal içeriği fazla olanların, neden Pasifik Okyanusunda yoğun olduğunun yanısıra Atlantik ve Pasifik okyanus tabanlarının fiziksel özelliklerinin farklılığında aranabilir. Genel olarak okyanus tabanlarındaki açılma alanları yalnızca topoğrafyaya sahip ve türbitid çökeller için uygun alanlar olarak düşünülür. Bu



Şekil 10: Silisli tortulları oluşturan radyolaryaların iskeletlerinin görünümü.

durum Orta Atlantik Sırtı yakınlarından alınan sondaj karotlarında kanıtlanmıştır. Buna karşılık Doğu Pasifik Sırtında topoğrafyanın Atlantikteki kadar sert olmadığı ve tortul dolgulu çukurların daha küçük ve daha duraylı olduğu görülmüştür. Deniz dibi topoğrafyası Pasifikteki tortul yığılımlarının düzgün, yavaş ve sürekli olmalarını da etkilemiştir. Bu özellikler manganez yumrularının oluşmasını olumlu yönde etkileyen etkenler olmuştur.