

KARADENİZ'İN' GÜNCEL ÇÖKELLERİNİN JEOKİMYASI

Geochemistry of the Recent Black Sea Sediments

NAMIK ÇAĞATAY University of Petroleum, and Minerals, Dhahran, S.A.

TANER SALTOĞLU MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

ABDULLAH GEDİK MTA Genel Müdürlüğü, Ankara

O Z I Karadeniz'de yaklaşık, son 30.000 yılda çökelen, kokolit,, sapropel ve lotit birimlerinin jeokimyası, Karadeniz'in kendine özgü* morfolojik» jeolojik, biyolojik ve kimyasal özellikleri üe denetlenmiştir.,

Karadeniz çökellerindeki iz elementler,, istatistiksel dağılım.İan, Şç değişik birimdeki bollukları ve alansal dağılım özellikleri açısından ""iç kökenli" (ratigenic) ve ""dış kökenli" (aUogenic) olmak; özere, iki grupta toplanır» Basen içinde, çökellerle eşzamanlı olarak oluşan minerallere ve -organik maddeye bağlı» Mo» Co, U, B, Ni, Co., V ve Ba gibi iç kökenli elementler,, organik, madde ve demir •sulfidlere zengin, sapropel biriminde, diğer birimlerdekine göre: daha 'bol bulunır. Be elementler, çökeltme hızının genel olarak düşük olduğu derin dizliklere doğru artan değerler gösterirler. Öte yandan lotit birimi» Ti., Zr ve Cr gibi daha çok kıymetli minerallere, bağlı dış kökenli, elementler olmağ göz0ken V ve Ni; kokolit ve lutit biriminde; dış kökenli, elementlere özgü dağılım, biçimi sunarlar. Diğer iki birime göre biyolojik kökenli olarak yüksek Ca ve: Sr içeren kokolit birimi; ayrıca sapropel biriminden daha yüksek Si(>2* Al2O3 ve TiO2 içeriğine sahiptir.

Karadeniz'in güncel çökellerinin ortalama bileşimi,, derindeniz, çökellerinin bileşimine göre Co, Ni, Co, Ba, Mn ve V yönünden çok fakirdir. Ortalama bir' şeyi bileşimine genelde, bir benzerlik sunmasına karşın, Karadeniz çökelleri, şeyi veya .siyah şeyi bileşimine göre daha yüksek. Ca, daha düşük V, Pb, Co, Ba. ve Y içerirler.

A B S T R A C T : Geochemistry of the Recent Black Sea sediments; comprising the Coccolithic, Sapropelic and Lutite units is largely governed by the special characteristics of the Black, Sea» related to its geology,, morphology, biology and chemistry.

According to their statistical distribution, their abundance in, the three units, and their areal distribution,, the trace elements in the Black Sea sediments fall, into the "autochthonous" and "allochthonous" element groups. The autochthonous elements occur as associated largely with the autochthonous minerals and organic matter,, and have been syngenetically incorporated into the sediments. The Sapropelic unit, is relatively more enriched in the autochthonous elements such as, Mo, U, Co, B, Ni,, G>, V and B than, the other two units.. These elements show trends of increasing concentration towards 'the abyssal plains of the Black Sea basin, which are generally characterized by low rates of sedimentation.. On the other hand» the allochthonous elements such as 'Ti, Zr, and; Cr which are dominantly of detrital mineral origin, occur in higher concentrations in the Lutite unit than the Sapropelic and Coccolithic units. Vanadium and Ni, which appear as autochthonous elements in the Sapropelic unit, present a characteristic allochthonous distribution pattern, in the Coccolithic and Lutite units. Compared with the Lutite and Sapropelic units,, the Coccolithic unit is relatively elevated in Ca and Sr, which is widely due to* the Coccolithic shells made up of CaCO₃..

Moreover, the Coccolithic unit is more enriched in SiO₂ • • Al₂O₃ and TiO₂ than the Sapropelic unit..

A 'Comparison of the average composition of 'the Black Sea sediments with that of the deep sea sediments shows that the former are considerably depleted in many elements including Co, Ni,, Co, B, Mn. and V. On the other hand,, the average composition of the Black Sea, sediments is similar to that of shales except for the higher content of Ga, and. relatively lower contents of V, Pb, Cu, Ba and Y.

GİRİŞ

Karadeniz, gerek petrole kaynak ve hazne kaynağı, ve gerekse eş oluşturma Cü-Pb-Zn yataklarına ve uranyum zenginleşmelerine yan kaynağı oluşturan siyah şeylerin 'Çökeltme oitainlanmın en azından bazılarında tok model olarak dflşiraalmektedir (Tissot ve Weite» 1978» Tourtelot, 1979, Vine ve Tonrretot, 1970» Bell» 1978). Örneğin, orta Avrupa'da. % birkaç Cu ve Pb içeren Permiyen yaşlı Kupferschiefer, metallere zengin bir siyah şeydir ve metallerin eşzamanlı olarak, bu şeyi içinde çökeldiği gösterilmiştir (Wedepohl ve diğ., 1978). Aynı şekilde uranyumun, Norveç'teki Prekambriyen yaşlı Outokumpu (Peltola, 1968) ve İsveç'teki Kambriyen yaşlı Alum

şeyleri (Armands, 1972) içinde eş oluşumlu olarak çökeldiği yönünde görüş birliği vardır. Böylece, özellikle petrol ve adı geçen eş oluşumlu cevherleşmelerin kökenini açıklamak açısından Karadeniz ve güncel çökellerinin organik, ve inorganik jeokimyası birçok çalışmacının ilgisini çekmiştir.

Karadeniz'in güncel, çökellerinin jeokimyası, çeşitli yönleri- ile başta Sovyet, çalışmacılar olmak üzere bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir» Bu çalışmalardan başlıcaları; Hirst'ün (1974) 11 durak noktasından alınmış 172 örnek ile yaptığı jeokimyasal çalışma; Karadeniz baseninde demir-manganez •yumulan (Sevast'yanov ve Volkov, 1966) ve demir sulfidler (Volkov ve Fonuna, 1974; Volkov, 1961, 1964; Vol-

arasında değişen, bu katotlardan, çökel özelliklerine göre 546 örnek elde edilmiştir. Bu örnekler önce 40°C de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiş» daha sonra Ögütülen örnekler 105°C 'de ısıtılmıştır.

Kimyasal Analizler

105° de kurutulmuş 546 örneğin, optik-yayım spektrografi yöntemi ile yarı-niceliksel olarak Sr, Ba, Cu, Pb, Mn, Ti, V, Zr, Ni, Co, Mo, Cr, Y ve B analizleri yapılmıştır. Bu örneklerde 'uranyum, florometrik yöntemle analiz edilmiştir. Çökel özelliklerine dayanarak, hazırlanan 109 kompozit örnekte» organik karbon,, Burger (1953) yöntemine göre; uranyum florometrik yöntemle; molibden kolorimetrik yöntemle ve Ca KRF yöntemi ile analiz edilmiştir. Ayrıca» seçilen. 6 karottan. toplam 72 örneğin. SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, K₂O, TiO₂; MnO ve P₂O₅ içerikleri. XRF yöntemi ile saptanmıştır.

İstatistiksel Yöntemler ve Verilerin Sunumu

Her birime, ait örneklerin, kompozit örneklerin, tüm örneklerin, ve karotların ağırlıklı ortalamalarının Sr, Ba, Cu, Pb, Mn, Ti, V, Zr, Ni, Co, Mo, Cr, Y, B ve ü içerikleri, ile ilgili en yüksek ve en düşük değerler» normal ve lognormal dağılıma göre ortalama, Standard sapına, ortalama +1 standard sapma ve ortalama +2. standard sapma gibi temel istatistik parametreler bilgisayarla hesaplanarak bulunmuş ve çizelgeler halinde sunulmuştur (Çizelge 1, 2, 3, 4, 5 ve 6)..

Her birim için. elementler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve katsayılar önem, derecesine göre sınıflanarak grafik halinde sunulmuştur. Korelasyon katsayılarının sayısal değerlerini kapsayan çizelgeler, ayrıca ek olarak, verilmiştir.

Yukarıda adı geçen. elementlerin = in 546 örnekteki, içeriklerinin,, bilgisayarla, kümülatif olasılık, eğrileri çizilerek topluluk (populasyon) özellikleri incelenmiştir.

Calcomp GPCP programı kullanılarak elementlerin,, Karadeniz'in güney kesiminde 53 durak noktasından alınmış katotlar ortalama değerlerinin ve kopolit birimindeki değerlerinin alansal dağılım, halitaları çizilmiştir (Şekil 9). Aynı şekilde, kompozit. örneklerdeki, değerler kullanılarak, Karadeniz'de organik - karbon dağılım haritası hazırlanmıştır (Şekil 10).

GÜNEY KARADENİZ'DE ÇÖKEL N JEOKİMYASINI DENETLEYEN OLASI ETKENLER

Çökel veya çökel kayalar içinde, elementler- şu şekillerde bulunabilir:

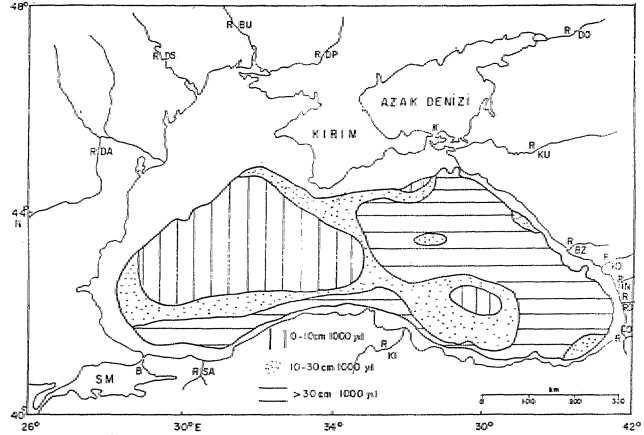
- Kırınıt mineralerin yapılarında (örneğin, feldspat,, mika, killer ve ağır mineraller gibi)
- Killer üzerinde soğurulmuş olarak;
- Kimyasal, veya biyokimyasal olarak çökelmiş,veya diyajenetik olarak, oluşmuş minerallerin (örneğin; -kalsit,, apatit» pirit, demir ve magnezyum, oksitleri gibi) yapısında veya, üzerlerine soğurulmuş olarak;

- Organik maddeye bağlı olarak organo-metal bileşikleri halinde ve soğurulmuş olarak,
- Çökellerim bünyesinde kapanlanmış su bileşiminde.,

Suna göre Karadeniz güncel çökellerinin jeokimyasal bileşimini etkileyebilecek başlıca, fiziksel etkenler şu şekilde, sıralanabilir:

Karadenizin Morfolojisi

Derinliği 2200 m.ye ulaşan Karadeniz, baseni,, dört ana, iiziyografik bölgeden oluşmuş tor., Bunlar kıta sahanlığı, kıtasal eğim» basen önlüğü ve derin (abyssal) düzlüklerdir (Ross ve diğerleri, 1974, 1978). Kıta sahanlığı, Anadolu ve Kafkas kıyıları boyunca 20 km den dardır. Kıtasal eğim, güneyde Anadolu kıyıları açıklarında diktir ve kıyıya dik ve eğik kanyonlarla kesilmiştir (Ross ve diğerleri,, 1974; Aksaray. 1978). Bu kanyonlar» güneyde Kızılırmak, Yeşilirmak, Sakarya ve Çoruh nehirlerinin getirdiği kırıntılı geredi bulanlı akıntıları yoluyla derin düzlüklere değin ulaştırırlar. Bu duranı, ileride açıklanacağı gibi» özellikle Karadeniz baseninin doğusunda çökelme hızını ve dolayısıyla çökel bileşimini önemli ölçüde etkilemektedir.



Şekil 2. Karadeniz'de son 3000 yıldaki çökelme hızı (Ross ve diğ., 1974'den) Fig. 2. Sedimentation rates for 3000 years (Ross et al., 1974)

Karadeniz'de Çökelme Hızı

Son 3000 yıldaki çökelme hızlarına, dayanarak Ross ve diğ. (1974) Karadeniz'deki, çökelme hızı farklılık gösteren alanları haritalamışlardır (Şekil 2). Buna göre en düşük çökelme hızı (10 cm/1000 yıl), Karadeniz'in batı kesiminde» orta kısımlardaki derin düzlüklerde ve 'kuzeybatıdaki kıtasal eğim ile basen- önlüğünü içine alan kısımlarda görülmektedir.. Buna karşılık, en yüksek çökelme hızı, 30 cm/1000 yıldan btyfik olmak üzere tüm Anadolu ve Kafkaslar kıtasal eğimi boyunca ve basenin batı kısmının büyük bir bölümünde izlenmektedir. Bu alanlardaki yüksek çökelme hızı bulantı akıntılarına bağlıdır. Basenin doğu kısmında, "ortay hatla" Giresun arasında da, diğtik çökelme hızlı bir alan dikkati çekmektedir (Şekil 2).

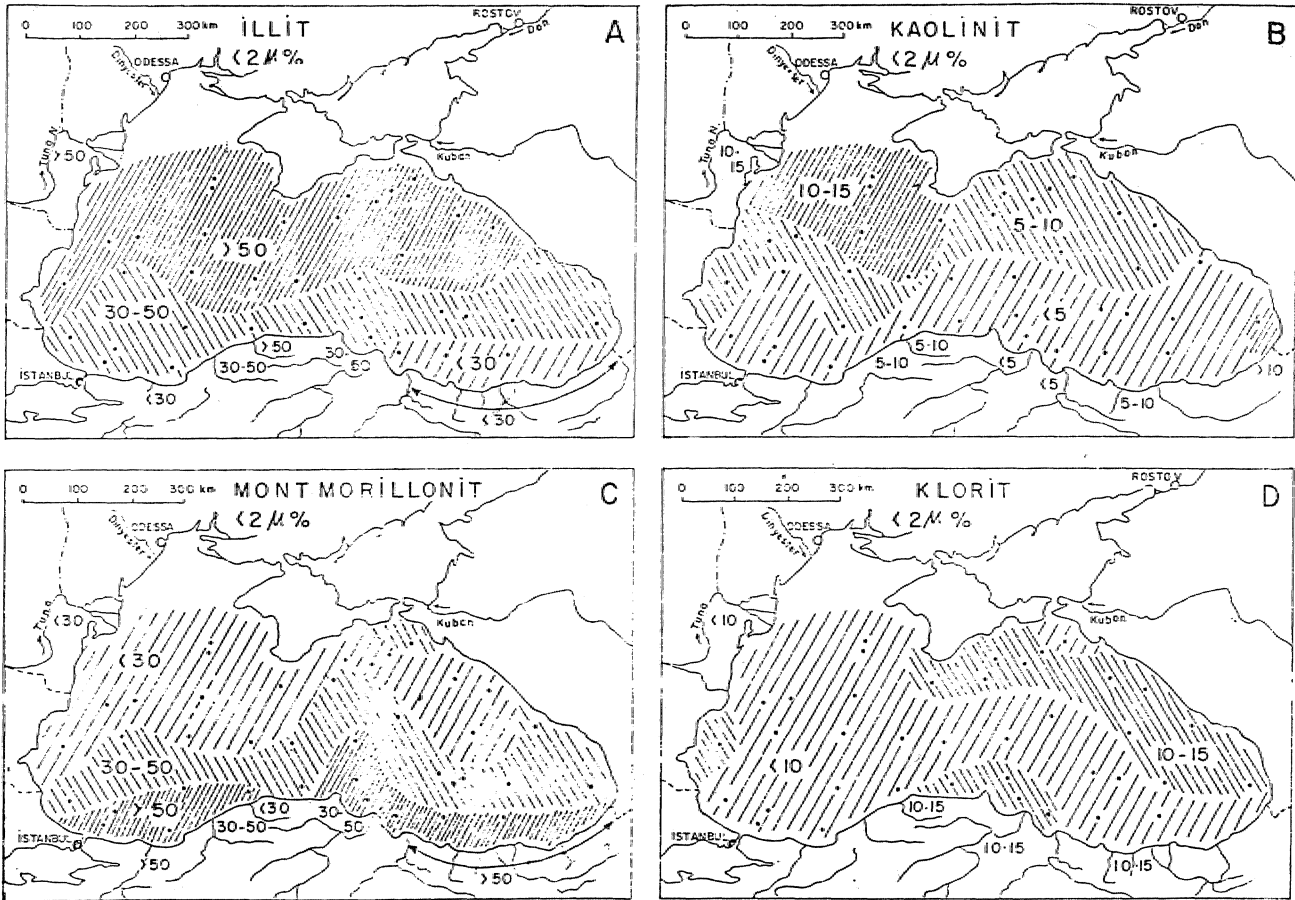
Çökeltme hızının yüksekliği,, basen içinden kaynaklanmış (authigenic) olarak oluşan minerallere veya organik maddeye bağlı olarak çökelen ve jeokimyasal, hareketiği yüksek, olan elementlerin derişimini önemli ölçüde seyreltmektedir.

Nehirlerin Getirdiği Çekellerin Kaymağı ve Tfirü

Karadeniz'in. Anadolu, kıyılarının dağık, olması ve be. bölgenin coğrafi konumu nedeniyle bol yağış alması egemen akarsuların, Karadeniz'e önemli, ölçüde kırıntı malzeme taşımalarına neden olur. Bu kırıntılar, kanyonlar yoluyla derin kesimlere,, ve kıyı-boyu akıntıları ile de kıyıya paralel olarak, dağıtılır.

Batı Pontidler, daha çok. Kretase-Eosen yaşlı fliš türünde çökeller, ofiyolitler, volkanik kayalar ve daha yaşlı metamorfikleile temsil edilmiştir. Buna karşılık Doğu pontidler çoğunlukla» yaşlan Jura-Eosen arasında değişen, volkaniklerden oluşmuştur. Doğu'da Kafkaslar çeşitli yaşta volkanik, intrüsf ve melamorfik kayalar içerirler. Bu kayalar Karadeniz'de çökelen kırıntı çökellerin kaynağını oluşturur. Türkiye nehirlerinin Karadeniz'e taşıdığı kanıtı gerecin bileşimi, Peterson (1971; Shimkus ve Trimonis, 1974 de); Karadeniz güncel çökellerinin, ayrıntılı mineralojik ve petrolojik etüdü.

Miller ve Stoffers (1974) tarmından yapılmıştır. Buna göre» kum iriliğindeki malzeme, Doğu Pontid kıyıları boyunca çoğunlukla volkanik; Kafkas kıyıları boyunca ise. metamorfik kaya parçalarından oluşmuştur. Kum. iriliğinde en yüksek karbonat kırıntılarının gözüktüğü alanlar, Sakarya ve Yeşilirmak arasında kalan Anadolu kıta sahanlığı ve kıtasal eğim kesiminde gözlenir, Kuvars miktarı,, % 5-25 ile Anadolu kıyılarının batısı açıklarında, doğuya (%5) göre daha yüksektir. Buna karşılık feldspat ise kabaca kuvarsa ters hır ilişki ile doğu Anadolu kıyılarında daha bol oranda (yaklaşık % 30) bulunur. Ağır minerallerden piroksen, basenin G D kısmında en -yüksek oranda bulunur; Batı Anadolu, kıyıları açıklarında azalır, ancak arta kalan kesimlere göre daha yüksek oranlardadır. Kil mineralleri» bollukları yönünden Karadenizin boyuna koşut bir dağılım şekli gösterirler (Şekil 3). Anadolu kıyıları boyunca uzanan bir şerit boyunca, 2'den küçük çökel malzemesinin % SO'den çoğunu montmorilkmit, % 30-50 oranını illi t oluşturmaktadır. Inebolu-Samsun. arasında kalan, kıyı ve kıtasal eğim kesiminde ise klorit % 10-15 oranlarla en yüksek düzeydedir. Bu kesimde kloritin kaynağı büyük oranda Kızılırmak'ın çökel yükü olmalıdır.



Şekil 3., İki mikrondan küçük çökel tasminin mineral bileşimi (Müller ve Stoffers 1974'den)
Figure 3. The mineral composition of fraction which is smaller than 2 micron in particle size.

çökellerindeki organik karbon dağılım haritası (Şekil 4)'de verilmiştir. Bu haritadan görüleceği üzere, yüksek organik madde iletiminin egemen olduğu sahalarda, genellikle düşük, organik-karbon içeren çökeltme sahalarına karşılık gelir. Çökeltideki organik-karbon miktarı derin düzlüklere doğru bir artış gösterir. Bu şekildeki dağılım, derin düzlüklerdeki dölşik çökeltme hızı ile açıklanabilir. Zonguldak açıklarındaki % 5'e varan yüksek organik-karbon değerleri; Karadan gelen kömür kırıntılarının fazlalığına bağlanabilir. Sinop-Samsun kuzeyinde uzanan düşük organik-karbon alanı ise, büyük oranda. Kızılırmak ve Yeşilirmak'm getirdiği kırıntı malzemesinin, seyreltme etkisine bağlıdır.

Kompozit örneklerin organik-karbon içerikleri % 0.35 ile 14,25 arasında değişir (Çizelge 1). Kümülatif olasılık eğrisine göre lognormal, çift modln (bimodal) bir dağılıma yaklaşım „gösteren organik-karbon topluluğunun logaritmik ortalaması yaklaşık % 2'dir. Organik-karbon değerlerinin yaklaşık % 45'i, % 1 ve daha düşük değerlerden, oluşmuştur. Yüksek modu oluşturan organik - karbon topluluğu tüm topluluğun % 12'sini oluşturur. Bu yüksek organik karbon değerleri, doğal olarak, sapropel birimi içinde yer alır ve ortalama, yaklaşık % 11 organik karbon değerine sahiptir.

Kokolitli birimdeki denizel kökenli organik gereç içeriğine karşın; sapropel birimindeki organik, gereç, daha, çok karasal kökenlidir. Sapropel birimin.de önemli, ölçüde pollen ve sporlar, ve diğer karasal kökenli bitki kalıntıları içeren organik gereç; yapısında sterol ve yağ asitlerini (Simoneit, 1974), bitim fulvik. ve Mimik asitleri (Volkov ve Fomina, 1974) bulundurulur.

Organik maddenin gerek deniz suyunda metalleri. soğurması ve gerekse organo-metal bileşikleri, oluşturma özelliği öteden beri bilinmektedir. Bunun yanında, organizmaların biyolojik olarak, yaşam, süreçleri boyunca elementleri önemli ölçüde biriktirebileceği bazı çalışmacılar tarafından öne sürülmüştür (Koczy ve diğ., 1957; Degens ve diğ., 1977). Ancak Volkov ve Fomina (1974), Karadeniz'de planktonların ve çökellerdeki organik gerecin doğrudan Ni, Co, Gm» Mo ve V gibi elementler için analizi sonucu,» yaşam süreci boyunca biriken element miktarlarının,, organik maddeye sonradan soğurulma-bağlanma yoluyla zenginleşen miktara göre önemsiz olduğunu belirtmiştir. Bu görüş, çalışmaları sonucu bir çok diğer araştırmacı tarafından da benimsenmiştir (Bregear ve Deul, 1956; Kronfeld, 1964;. Tatsumoto ve Goldberg., 1959; Çağatay» 1983 ve Çağatay, ve diğ. 1986). Böylece, Örneğin, metal içeriği ile planktonik organizma sayısı arasındaki yüksek korelasyon katsayısı gibi. bir ilişki, gerçekte kökensel değil; iki. değı.ske.nin de. aynı ortamda aynı etkenler (örneğin» derin deniz ortamında düşük çökeltme hızı gibi) tarafından denetlenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır,

Organizmalar» sadece çökellerin organik-karbon içeriğine katkıda bulunmazlar; aynı zamanda Karadeniz çökellerinin CaCO₃ içeriğinin büyük bir bölümünü de oluştururlar, 'örneğin, kokolitli. birimin, ortalama % 40'luk CaCO₃ içeriğinin •tamamına yakın kısmını, 2-3 JL büyük-

lüğünde» disk şeklindeki kokolitler oluşturur. Ayrıca Karadeniz kıta. sahanlığında, lamellibrans, gastropod,» fforaminifer ve ostrakod kavkuları» bu bölgelerdeki çökellerin CaCO₃ içeriğine önemli katkılarda bulunurlar,. Bu bakımdan KB Anadolu kıta sahanlığında (örneğin» durak no. 11 dolay)» özellikle lamellibrans kavkuları önemlidir.

Kompozit örneklerindeki CaO değerler topluluğu lognormal bir dağılıma yaklaşım gösterir. Bu çökelt örneklerinin logaritmik ortalaması % 11.1 olarak bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek. (% 3'a varan) değerler kokolitli birim, örneklerinde izlenmiştir. Kümülatif olasılık, eğrisine göre, yaklaşık. % 15 organik-karbon değerine karşılık gelen 30. yüzde de (percentile) bir dönüm, (inflection) noktası bulunmaktadır.

KARADENİZ GÜNCEL ÇÖKELLERİNİN ANA (MAJOR) ELEMENT JEOKİMYASI

Toplam. 6 karotun (bu. karotlardan alınan 72 Örneğe göre) XRF ana element analiz bileşimi, aralık ve ortalama değerler olarak Çizelge 1 de özetlenmiştir.

Analizi yapılan karotlardan 1 ve 11 no.lar, batı Karadeniz'de kıta sahanlığından; 26, 27 ve 28 no. lar, İnebolu, batısında, kıtasal eğimden kuzeye doğru derin düzlüğe uzanan bir hat üzerinde; 46 no.lu karot ise Samsun kuzeyinde derin düzlük üzerinde yer alır (Şekil 1).

1 no'lu karot» en üstteki 5 cinlik kısmı ile 101-104 cm.'si arasındaki önemli ölçüde lamellibrans, gastropod, ostrakod, abides» milliolidea kavkuları içeren tabakaları dışında büyük oranda kilden oluşmuştur. Boyu. 118 cm.. olan bu karot, 44-76 cm.'leri. arasında organik maddece zengin ince bantlar içerir. Boyu 107 cm., olan 11 no .lu karot» lamellibrans kavkuları içeren homojen görünümlü yeşilimsi gri renkte bir kildir. Yüksek orandaki kavkular, bu çökellerde yüksek .CaO (% 29) ve düşük SİÖ₂ (<% 26), Al₂O₃, Fe₂O₃* **U&O**, TiO₂ değerlerinin izlenmesine neden olur (Çizelge 7).

26 no .lu karot, 114 cm., boyundadır ve büyük ölçüde kil bantlarından, oluşmuştur. Bu yüksek kil içeriği, çökellerin nisbeten yüksek Al₂O₃ (% 15) içeriği ile de yansıtılmıştır. Bu karotun bazı düzeylerinde izlenen, mİL iriliğindeki kuvars,» mika ve diğer kırıntı, minerallerin oluşturduğu seviyeler, buradaki çökellerin SİÖ₂ ve TiO₂ gibi bileşenlerin diğer karotlardakine göre yüksek, olmasına "katkıda bulunur. Bu karona, ayrıca organik maddece zengin çok. ince birkaç bant bulunur.

Boyu 86.5 cm. olan 27 no'lu karot 26 no'lu karota benzerlik gösterir. Çekeller açık. ve koyu renkli kil arkanmasından oluşmuştur. 'Kırıntı oranı 26 nolu karot 'örneklerine göre daha azdır; 13,24 cm. ve 50-80 cm. arasındaki düzeyde organik karbon oranı % 3'e kadar çıkar. **MnO** oram diğer ka»tlannkine oranla daha yüksektir,

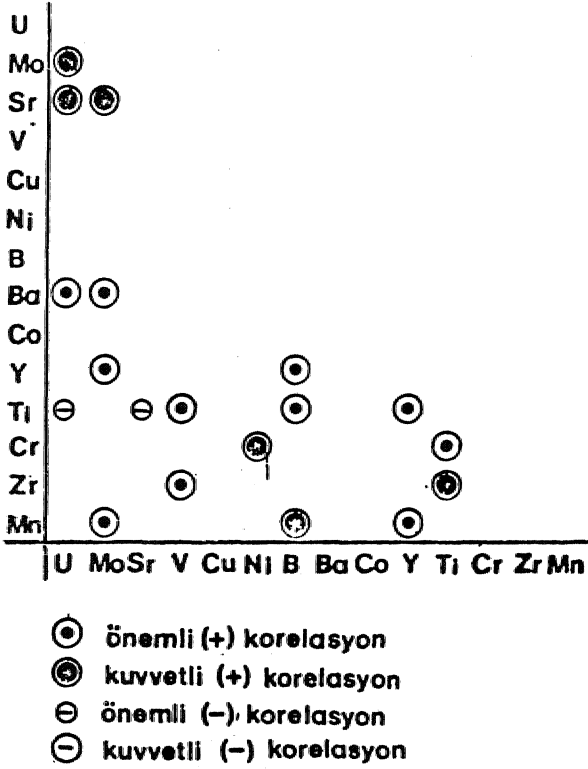
28 nolu karot 125 cm derinliğe kadar iner. Kil» kokolit ve organik, gereç yönünden zengin» 5-10 cm kalınlığında bantların ardanlanmasından oluşmuştur.

ELEMENT :	Sr	Ba	Cu	Pb	Mn	Ti	V	Zr	Ni	Co	Mo	Cr	Y	B	U ₃ O ₈
ÖRNEK SAYISI (NO. OF SAMPLES)	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
EN DÜŞÜK DEĞER (MIN. VALUE)	200	50	20	5	300	1000	10	20	10	5	10	40	10	10	2
EN YÜKSEK DEĞER (MAX. VALUE)	700	1000	100	70	3000	3000	200	200	200	40	40	200	20	100	16
TEMEL İSTATİSTİK PARAMETRELER (NORMAL BİR DAĞILIM İÇİN) BASIC STATISTICS OF THE DATA (ASSUMING NORMALITY)															
ORTALAMA (MEAN)	212.	263.	32.	7.	766.	1763.	74.	68.	46.	16.	11.	93.	14.	40.	4.
STANDARD SAPMA (STANDARD DEV.)	61.3	166.9	11.9		434.0	610.6	39.1	40.8	31.5	9.4	4.7	36.5	4.8	21.7	2.3
ORTALAMA +1*ST.SAP. (MEAN+1*ST.DEV.)	273.	430.	44.	15.	1200.	2374.	113.	109.	78.	25.	16.	129.	18.	62.	6.
ORTALAMA+2*ST.SAPMA (MEAN+2*ST.DEV.)	334.	597.	56.	23.	1634.	2984.	152.	150.	109.	34.	20.	165.	23.	83.	
TEMEL İSTATİSTİK PARAMETRELER (LOGNORMAL BİR DAĞILIM İÇİN) BASIC STATISTICS OF THE DATA (ASSUMING LOGNORMALITY)															
ORTALAMA (MEAN)	207.	223.	30.	6.	675.	1667.	63.	56.	39.	12.	11.	87.	13.	34.	3.
SAPMA (STANDARD)	1.2	1.8	1.4	1.6	1.6	1.4	1.9	1.9	1.7	2.1	1.3	1.4	1.4	1.8	1.5
ORTALAMA +1*ST.SAPMA (MEAN+1*ST.DEV.)	247.	402.	41.	9.	1101.	2325.	119.	108.	67.	26.	13.	122.	18.	61.	5.
ORTALAMA+2*ST.SAPMA (MEAN+2*ST.DEV.)	294.	725.	56.	14.	1797.	3244.	225.	209.	116.	54.	17.	172.	25.	110.	8.

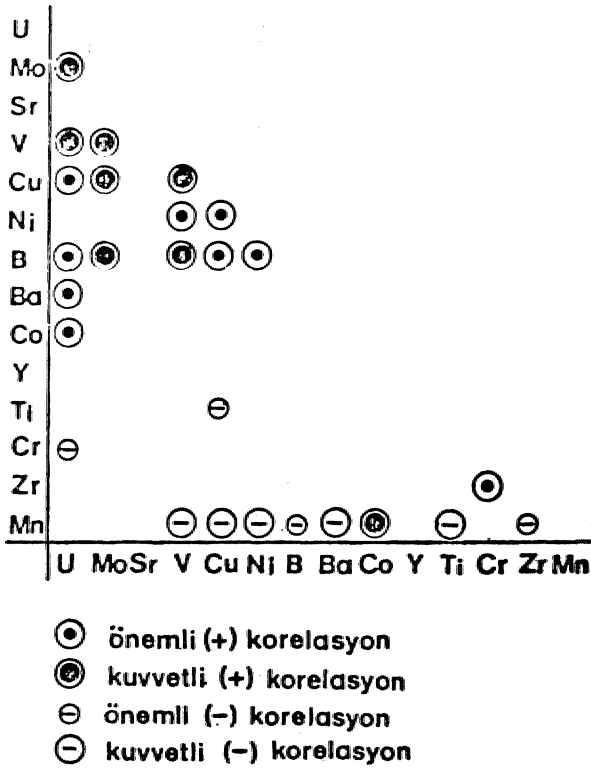
Çizelge 5. Lütit biriminin element içeriklerinin temel istatistiksel parametreleri
Table 5. The basic statistical parameters of elements in lutite unit.

	Sr	Ba	Cu	Pb	Mn	Ti	V	Zr	Ni	Co	Mo	Cr	Y	B	U3O8
ÖRNEK SAYISI (NO. OF SAMPLE USED)	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546
EN DÜŞÜK DEĞER (MIN. VALUE)	200	50	7	5	100	300	10	20	10	5	10	5	10	10	2
EN YÜKSEK DEĞER (MAX. VALUE.)	2000	200	700	100	65000	4000	400	200	200	700	150	400	20	200	28
TEMEL İSTATİSTİK PARAMETRELER (NORMAL BİR DAĞILIM İÇİN) BASIC STATISTICS OF THE DATA (NORMALITY)															
ORTALAMA (MEAN)	283.	265.	36.	7.	722	1769.	74.	56.	51.	22.	17.	93.	12.	44.	5.
STANDARD SAPMA (STANDARD ST.SAPMA)	268.6	199.5	33.6	7.3		629.2	55.1	33.8	36.3	37.1	18.5	50.2	4.2	35.0	4.4
ORTALAMA +1*ST.DEV (MEAN+1*ST.DEV)	551.	465.	70.	14.	3513.	2398.	129.	90.	88.	59.	35.	143.	17.	79.	10.
ORTALAMA +2*ST.SAPMA (MEAN+2*ST.SAPMA)	820.	664.	103.	22.	6303.	3028.	184.	124.	124	96.	54.	193.	21.	114.	14.
TEMEL İSTATİSTİK PARAMETRELER (LOG NORMAL BİR DAĞILIM İÇİN) BASIC STATISTICS OF THE DATA (ASSUMING LOGNORMALITY)															
ORTALAMA (MEAN)	237.	216.	32.	6.	527.	1659.	54.	47.	41.	14.	13.	81.	12.	33.	4.
STANDART SAPMA (STANDART DEV.)	1.6	1.9	1.5	1.6	1.7	1.4	2.4	1.8	1.9	2.4	1.8	1.7	1.3	2.1	1.9
ORTALAMA +1*ST.SAPMA (MEAN+1*ST.DEV.)	379.	412.	49.	9.	902.	2398.	131.	86.	80.	34.	23.	139.	16.	71.	8.
ORTALAMA +2*ST.SAPMA (MEAN+2*ST.DEV.)	608	787.	76.	15.	1544.	3465.	316.	155.	155.	83.	41.	237.	21.	150.	15.

Çizelge 6. Tüm örneklerin element içeriklerinin temel istatistiksel parametreleri
Table 6. The basic statistical parameters of the elements in the total of samples.



Şekil 6. Kokolit birimi için korelasyon matrisi. (404 örnek)
Figure 6. Correlation matrix of the coccolith unit. (number of samples 404)



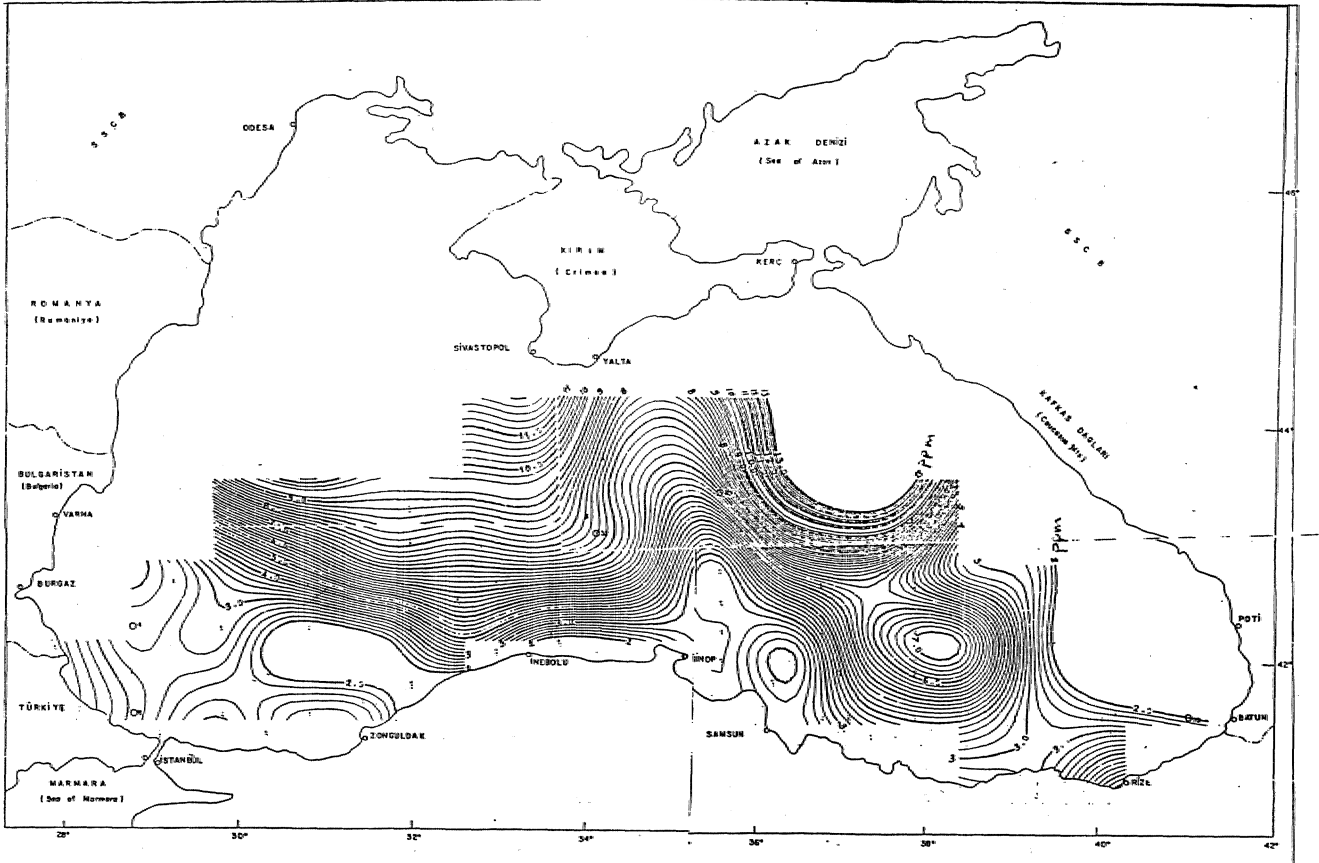
Şekil 7. Sapropel birimi için korelasyon matrisi. (47 örnek)
Figure 7. Correlation matrix of the sapropel unit. (number of sample 47).

olmamakla birlikte, huit birimine göre daha yüksek U, Sr, Co ve Mo içermektedir. Buna karşılık, sapropel ve kokolit birimlerinde Zr ve Cr gibi hareketsiz ve daha çok kırıntı minerallere bağlı element içerikleri hitit biriminde göre daha düşüktür, Ayrıca hitit bilimin Mu içeriği de diğer iki biriminkine göre daha yüksektir.

Gerek, üç birimdeki bolluk oranları gerekse Şekil 6, 7, 8 de her birim için verilen korelasyon ilişkilerinden,, elementlerin, "iç kökenli" (antijenle) ve "Dış kökenli" (allogenic) olmak üzere ayrılabilir iki farklı grupta toplandığı görülmüştür. Elementlerin çökellerde iki ayrı grup oluşturma özelliği, daha önce Gundlach ve Marchig (1982) tarafından da Pasifik okyanusu, çökellerinde de tanınmıştır.

iç kökenli grubu» çökellerle eşzamanlı ve aynı koşullarda çökelen, basen içerisinde kaynaklanan elementler oluşturur.. Bu gruptaki elementler, organik maddeye ve kimyasal» biyokimyasal ve diyajenetik yollarla oluşmuş minerallere bağlı olarak, bu tür gerecin yapısında, veya üzerine soğurulmuş şekilde bulunur. Çökme hızı düşük sapropel, biriminde, bu gruba dahil, edeceğimiz. Mo,, U, B, Cu, Ni, Co, V, Ba ve Y gibi birçok element zenginleşme gösterir. Bu elementlerden Mo, Cu, Ni» Co ve V'un sapropel birimindeki jeokimyası, Volkov ve Fomina (1974) tarafından, organik; madde ve demir sülfid minerallerinin ayrılması ve seçici şekilde çözünmesi gibi doğrudan, yöntemlerle araştırılmıştır. Bu çalışmalar, organik madde ve pirit yönünden zengin sapropel biriminde, bu elementlerin, büyük ölçüde DU iki bileşene bağlı olduğunu göstermiştir. Ancak adı geçen elementlerden V,, büyük oranda organik madde (özellikle fulvik asit bileşeni) ile ilişkili gözükürken; Co'nun önemli ölçüde sülfidlere bağlı olduğu bulunmuştur. Bu arada Cu'nun CuFeS₂ ve Mo'nun Mo S₃ fazları olarak,» demir sülfidlerle birlikte çökme olasılığı da belirtilmiştir. Volkov ve Fornina (1974), yaşayan planktonların metal içeriklerine başvurarak» adı geçen metallerin organik maddeye, indirgeyici su kolonu, boyunca, çökürken ve diyajenez tepkimeleri sırasında soğurularra ve organo-metal bileşikleri şeklinde bağlandığını; ve bu elementlerin organizmaların yaşam süreçleri, boyunca biriken, oranlarının, ise önemli olmadığını belirtmişlerdir (Çağatay, ve diğ., 1986), seçici çözünürlük çalışmaları ile Karadeniz'in güncel çökellerindeM yüksek U içeriğinin büyük bölümünün,» organik maddeye bağlı, soğurulmuş ve organo-uranyum bileşikleri halinde bulunduğunu göstermiştir. Çökellerin, organik-karbon ve bazı element içerikleri arasında, izlenen yüksek (+) korelasyon katsayıları, doğrudan bir ilişkinin kanıtı olmasa bile* böyle bir olasılığın işareti sayılabilir. Örneğin 109 kompozit örneğin organik-karbon ve U içerikleri arasında 0.85 ve organik-karbon ve Mo içerikleri arasında 0.92 gibi yüksek korelasyon katsayıları bulunmuştur.

Sapropel biriminde, yüksek def işim gösteren diğer elementlerden. B un biyojenik bir element olarak Mason (1966).» karasal kökenli yüksek organik madde içeren bu birimde zenginleşmesi olağandır,, Baryumun ise bu birimde» organik madde ve killer üzerine soğurulma yanında,



Şekil 9.. Karadeniz'in güney yansında tokolit birimindeki uranyum dağılımı.
Figure 9. Distribution of uranium in the coccolith unit in the southern part of the Black Sea.

mesi ise, be sahada organik-karboon'üütü karadan kaymaklanan kömür-kökenli malmemeye bağılı olması ile açıklanabilir (Gedik ve diğ., 1981).

Molibden, Sr, Ba, Cu, Co ve Pb da. özellikleri açısından U'a benzer bir dağılım sunarlar, öte yandan Ni, Y ve B üç birimi de simgeleyen tüm örneklerin ortalamalarını sergileyen, dağılımları açısından U'a benzerlik gösterirken; ko kilit birimindeki dağılım özellikleri açış undan yüksek çökeltme hızına koşut ve dağılımları daha çok kırıntı mineraller tarafından denetlenen, bir dağılım mQtifi sunarlar.

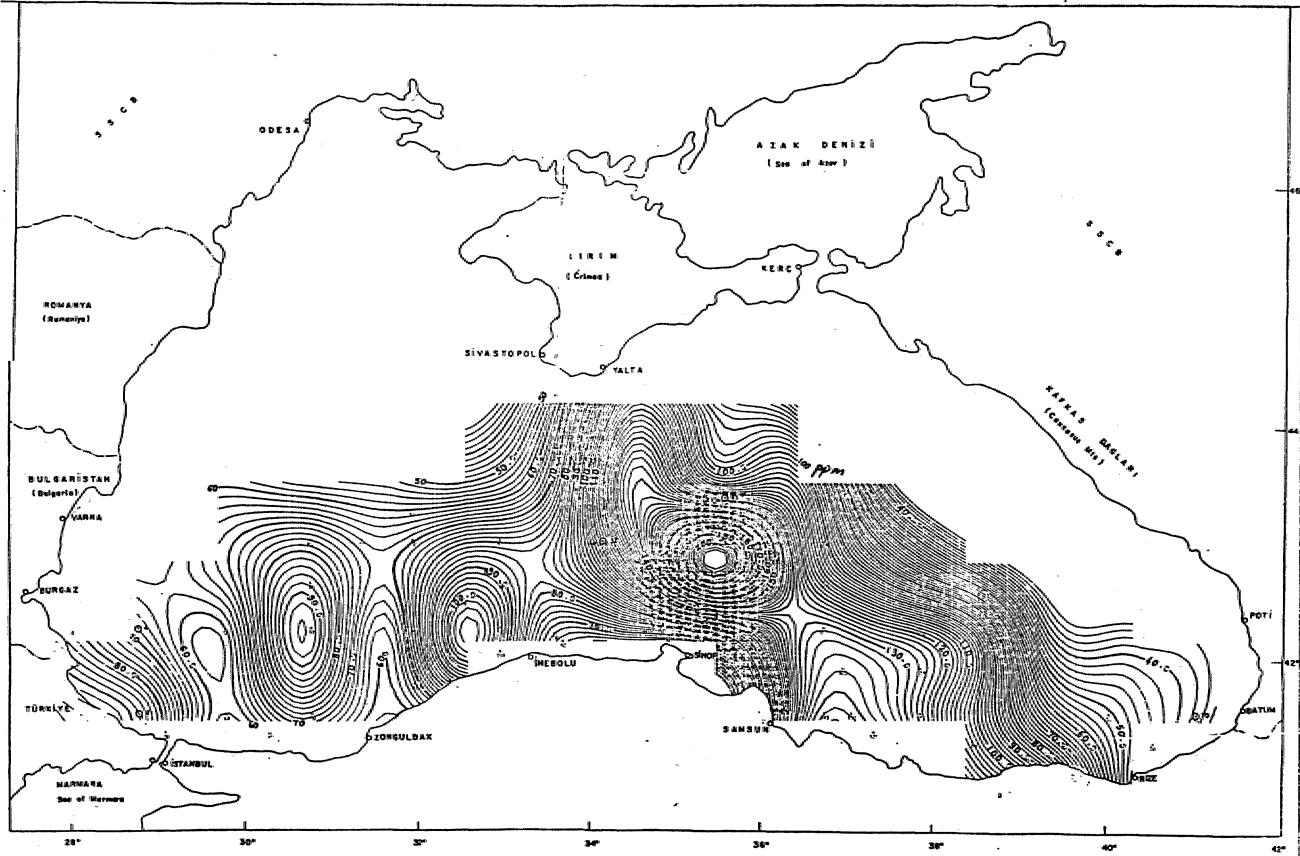
Bu çalışmada elde edilen, Karadeniz'in güncel çökellerindeki U ve Mo değerleri ve alansal dağılım özellikleri, daha önce Bateria ve diğ., (1973) nin U için; ve Philipchuk ve Volkov (1974) un Mo için verdiği değerler ve dağılım özellikleri ile uyum içerisindedir. Degen ve diğ. (1977) nin kısıtlı sayıda örneğe dayalı » 50 ppm'e varan U değerleri ise, bu çalışmanın sonuçlarına göre daha yüksektir.

Krom,, Ti ve Zr gibi özgün dış kökenli elementler, dağılımları kırıntı mineraller tarafından denetlendiğinden, iç kökenli elementlere zit. bir dağılım, özelliği gösterir, 'örneğin Cr gerek kokolit birimi ve gerekse 'tim örneklerle bağılı alansal dağılımında, Sinop - Samsun kuzeyine uza-

nan bir hat üzerinde en yüksek değerlerini, sergiler (Şekil 11 ve 12). İnebolu - Zonguldak »asında ve Zonguldak KB sında, kıtasal eğim üzerinde orta derecede yüksek değerler izlenir;. Derin, düzlüklerde, çökeltme hızının düşük olduğu, kesimlerde ise en. düşük Cr değerleri izlenir., Ti ve Zr da genel hatlarıyla Cr dağılımına benzer dağılımlar- gösterirler.

'Uranyum ve Cr tarafından simgeleyen özgün, iki ayrı dağılım, şekline genel hatları ile uymakla birlikte,, bazı elementler yersel de olsa. bu iki dağılım, motifinden farklılıklar gösterirler. 'Örneğin V, Co ve Cu. İnebolu batısında kıtasal eğim üzerindeki yüksek, değerlerle,, bu sahada Ti ve Cr dağılımına benzerlik sunarlar., Bu sahadaki bu dağılım.» büyük, olasılıkla bazik volkanik kökenli kırıntı malzemeye, bağılıdır'., Benzer şekilde» Trabzon açıklarında, kokolit birimindeki yüksek. Ti ve Zr değerleri ile çakışan yüksek Cr; V ve Ba. değerleri» kırıntı mineral-lerle ilgili olmalıdır.

Her üç birimi de kapsayan tim örneklerin log aritmetik, ortalama ve orta (median) değerleri Çizelge 8 de verilmiştir. Ayrıca, bir karşılaştırma, oluşturması amacı ile. diğer çalışmacılara göre derin, deniz çökeli, şeyi. ve siyah şeyi. ortalama bileşimleri de. aynı çizelgede verilmiştir. Ancak, bu. çalışmada çizelgedeki organik-karbon ve uran-



Şekil 12. Kromun durak noktalarındaki örneklerin ortalamalarına göre Karadeniz'in güney yarısındaki dağılımı.
Figure 12. Averaged chromium distribution in the southern part of Black Sea.

Durak no. (Derinlik, m)	Birim ve çökel türü	Örnek sayısı	SiO ₂ (%)		Al ₂ O ₃ (%)		ΣFe ₂ O ₃ (%)		CaO (%)		K ₂ O (%)		TiO ₂ (%)		MnO (%)		P ₂ O ₅ (%)	
			Aralık	Ortalama değer	Aralık	Ort. değer	Aralık	Ort. değer	Aralık	Ort. değer	Aralık	Ort. değer	Aralık	Ort. değer	Aralık	Ort. değer	Aralık	Ort. değer
1 (78 m)	Kıta sahanlığı çamuru	12	45.3-51.8	43.0	10.7-13.3	12.5	3.5-5.2	4.7	7.4-10.3	8.5	2.0-2.4	2.3	0.51-0.69	0.62	0.06-0.08	0.07	0.13-0.23	0.16
11 (75 m)	Kıta sahanlığı çamuru	5	21.3-30.8	25.7	6.1-8.0	7.2	2.5-3.6	3.1	24.1-33.5	29.3	1.2-1.7	1.4	0.28-0.40	0.32	0.06-0.10	0.08	0.07-0.12	0.90
26 (1215 m)	Kıtasal eğim çamuru	11	47.7-51.3	50.0	13.5-16.5	15.1	5.9-6.5	6.2	7.4-8.0	7.8	2.7-3.3	3.0	0.64-0.71	0.67	0.09-0.11	0.10	0.12-0.18	0.14
27 (2175 m)	Kokolit birimi; havza önüğü çamuru	9	37.4-46.6	43.5	10.8-12.5	12.1	5.3-7.9	5.9	8.7-14.1	10.1	2.1-2.4	2.3	0.48-0.61	0.56	0.08-0.43	0.26	0.11-0.32	0.22
28 (2190 m)	Kokolit birimi, derin düzlük kil, kokolit ve org. C lu bentlerin ardalanması	15	20.4-50.9	39.6	6.0-13.3	11.1	3.0-7.4	5.5	6.2-23.7	13.0	1.2-2.6	2.1	0.28-0.77	0.55	0.06-0.76	0.15	0.15-0.35	0.25
46 (2160 m)	Kokolit	7	12.8-44.0	34.2	3.7-13.5	10.2	2.3-6.9	5.6	8.8-34.1	16.0	0.8-2.3	1.9	0.17-0.83	0.59	-	-	0.12-0.23	0.19
	Sapragel	13	20.2-30.0	26.9	6.1-10.1	8.6	3.2-5.2	4.3	2.8-16.9	8.2	1.1-1.9	1.7	0.27-0.49	0.42	-	-	0.19-0.30	0.24
Derin deniz çökeli ortalama bileşimi		-	-	42.7	-	12.3	-	5.9	-	0.6	-	2.1	-	0.59	-	0.41	-	0.16
Şeyl ortalama bileşimi		-	-	58.4	-	15.1	-	6.8	-	3.1	-	3.2	-	0.77	-	0.11	-	0.16

Çkage 7. Karadöniz* 6 duraktan alınan karotın XHF a r a k sonuçları. Ayrıca karşılaştırma için derin deniz çökeli ortalama bileşimi (Böler ve Lange, 1972) ile şeyl ortalama bileşimi (Turtolan 1969) de verilmiştir.

Tabte 7. The result of XRF analyses of sample taken from six different localions., Additiona% the average composition of deep sea sediments (Löslér and Langa.1972) and the a%eiBp oomposition of shate (Turtetai, 1969) are also given for *e purpose off comparision.

da, yine organik madde ile ilişkili olarak» sapropel biriminde zenginleştiği görülmüştür.

Stronsiyumun yüksek Ca.CO₃ içerikli, kokolit birimindeki bolluğu, bu elementin bu birimde ⁸⁷YTM alma şeklinde^{ml} Ca^a bağlı okluğuna işaret etmektedir. Mangan, diğer iki birime göre daha oksitleyici koşullarda oluşan lutit biriminde göreceli olarak zenginleşmiştir.

İç kökenli elementlerin sapropel biriminde zenginleşmesine karşın; karadan taşınmış kırıntı minerallere bağlı Ti, Cr ve Zr gibi dış kökenli elementler lutit biriminde daha bolca bulunur. Sapropel biliminde iç kökenli elementler olarak dikkati çeken V ve Ni; lutit ve kokolit birimlerinde dış kökenli element, olma eğilimi gösterir.

İç ve dış kökenli elementler, Karadeniz'in güney yarısındaki alansal dağılım özellikleri açısından da özgün farklılıklar sunarlar; iç kökenli elementler» kıyıda çökme hızının dış kökenli elementler» nehirler tarafından taşınan kırıntıların çöklediği alanlarda yüksek oranlarda bulunur. Sinop - Samsun, kuzeydeki Kızılırmak ve Yeşilirmak nehirlerinin getirdiği çökeller, Karadeniz'in merkezi, kesimlerine, doğru uzanan bir dil şeklinde, iç ve dış kökenli element dağılımlarını önemli ölçüde etkilemiştir.

KATKI BELİRTME

Karadeniz Deniz dibi çökellerinin incelenmesi projesinde çalışan, tüm elemanlara ve MTA Genel Müdürlüğü'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- AGAMIROV, S.SH., 1963 a, Precipitation of uranium in the bottom of the Black Sea: *Geochemistry International*, 1, 104-106.
- AGAMIROV, S.SH., 1963 b, Geochemical balance of the radioactive elements in the Black Sea Basin: *Geochemistry International*, 6, 630-633.
- AKSARAY» F., 1978», Karadeniz şelfinin yapısı: TBİRYE 4. Petrol Kongresi.
- ARMANDS, G., 1972», Geochemical studies of uranium, molybdenum and vanadium in a Swedish alum shale: *Stockholm Contrib. Geol.*, 27, 148 s.
- BATURIN, G.N.» 1973, Uranium and sedimentation in Black and Azov Seas: *litolojiya; Polemye Iskopaemye*: 5, 21-32.
- BATURIN, G.M. ve KOCHENOV, A.Y., 1968, Relation between some rare metals and organic material in marine sediments; *Oceanology*, 7 (6), 792-809.
- BATURIN» C.M., KOCHENOV, A.V., ve KOVALEVA, S.A., 1965» Some features of uranium distribution in Black Sea water: *DoMady Akad. Nauk SSR*, 166, 172-174.
- BELL» R.T., 1978.» Uranium in black shales- a review- *MM. Kimbedey (ed.) Short Course in Uranium Deposits» Mineralogical Association of Canada» Toronto» S.* 307-329.
- BURGER» K., 1953, Mikra-Elementaranalyse. Industrieverfahren zur Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff. W.C. Heraeus GMBH. ABT¹ Hektrowaerme, Hanau.
- ÇAĞATAY» İt, 1983, Karadeniz'in güncel çökellerinde değişik uranyum analiz ve çözümleme yöntemlerinin karşı-

laftonfraisi: TXK.. Bülteni, 26» 187-196.

- ÇAĞATAY, M., SALTOÖLU, T., GEEİK, A.» 1986, Kara.de.niz güncel çökellerinin jeokimyası: MTA rapor no 7844 s. 1.4-34,
- DEGENS* EX, KHOO, F. ve MICHALEİS» W., 1977, Uranium anomaly in Black Sea: *Nature*, 269, 566-569.
- DEGENS, EX, ve ROSS» DA.. (Ed.), 1974» *The Black Sea-Geology, Chemistry, and Biology: AAPG Memoir* 20, 633 s.
- DEUSER, W.G., 1974» Evolution of anoxic conditions in Black Sea during Hoiocene: *Degens, EX. Ye Ross» D.A. (ed)*, 133-136.
- FLOROVSKAYA, Y.N., ve GURSKİY, YÜ. N., 1966 Qigmk material in deep-water sediments; of Black Sea: *Geochemistry*, 3(1), 78-83.
- GEDİK, A., SALTOÖLU, T. ve KAPLAM, H., Karadeniz gñcel çökelleri, ve uranyum içerikleri: M.T.A. Enstitüsü, *Dergisi* 92, 97-119,
- GLAGOLEVA, MA., 1961, Regularities in distribution of chemical elements in modern sediments of the Black Sea: *Am. Geol. Inst.*, 135 (1-6)
- GREEN, J.» 1959, Geochemical table of the elements of 1959: *Geol. Soc. America Bul.* 70 (9). 11274183,.
- GUNDLAGH. H ve MARCHİG, Y., 1982, Ocean floor "metalliferous sediments" two possibilities for genesis: *Amstntz Y., d. (ed), öre Genesis the, Stole of the Art, S.* 200-210» Springer-Verlag.
- HIRST, D.M.» 1974, Geochemistry of sediments from eleven Black Sea cores: *Degens» E.T. ve Ross,, D.A. (ed)*, 430-455.
- HUNT, X.M.,1974, Hydrocarbon, geochemistry of Black Sea: *Degens, EX ve Ross, D.A. (ed.)* 499-504,
- KOCHENOV, A.V., BATURIN, G.N., KOVALEVA, S.A., EMEL'YANOV, E.M. ve SHIMKUS, K.M., 1965, Uranium and organic matter in the Sediments of the Black and Mediterranean Seas: *Geochemistry*, 3, 302-313.
- KOCHENOV, A.V., KOROLEV, K.G., DUBINCHUK, V.T. ve MEDVEDEV, YÜ.L., 1977, Experimental data on the conditions of precipitation of uranium from aqueous solutions: *Geochemistry International*, 14(4), 82-87.
- KOCYZ, F.F., TOMIC, B. ve HECHT, F., 1957, Zur Geochemie des wans im ostseefoecken: *Geodmnica Aęta*, 11 (1/2), 86-102.
- KORNFELD» IA., 1964, Geochemistry of uranyl oxides in Devonian marine black shales of North America; Colombo, U. ve Hobsoa, C.D. (ed), *Advances in Organic Geochemistry*, Fergamon Press, Oxford, 261-262,
- MASON, B., 1966, Principles, of Geochemistry: John Wiley and Sons, Toppa& Company; 3. Baslo» 32-9 s.
- MUIUBR, G. ve STOPPERS, P., 1974, Mineralogy and petrology of Black Sea sediments: *Degens, E.T. ve Ross, DA. (ed)* 2,00-248.
- PEAKS» E., GASAORANGE, DJ. ve HOGSON G.W., 1974, Fatty acids, chlorins, hydrocarbons sterols, and carotenoids from a Black. Sea core:: *Degens, E.T. ve Ross, B.A. (ed.)* 505-523,
- PELTOLA, E., 1960. On the black schists in the Oatokmpu region, in Eastern Finland: *Fini.. Comm. Geol. Boll.*, 192.
- PHILIPGHUK, M.F. ve VOLKOV, IX, 1974, Behaviour of molybdenum in processes of sediment formation and diagenesis in. Black Sea.: *Degens, E.T. ve Ross, D.A. (ed)*

ERDEMİR



MAMÜLLERİMİZ

- TENEKE
- SOĞUK SAÇ VE RULO
- SICAK ÇEKİLMİŞ SAÇ VE RULO
- BORU BANDI
- LEVHA

YAN ÜRÜNLERİMİZ

- M. BENZOL
- SAF BENZOL
- KSİLOL
- TOLUOL
- HAM NAFTALİN
- DEMİR SÜLFAT. V.d

ADRES

Uzunkum 7
Kdz.Ereğli

Tel : (388)19500
Telex : 48523 Erec tr.
48575 Edc tr.

Fax : (388) 13969