

GÖKÇEADA'NIN (ÇANAKALE) Au, As, Cu, Pb, Zn ve Mo JEOKİMYASI

Ramazan SARI*, Şahset KÜÇÜKEFE*, Mehmet AVŞAR**, Mehmet EYÜPOĞLU*** ve Sabriye METİN****

ÖZ- Gökçeada, (İmbroz) Gelibolu yarımadasının 18 km kadar batısında, yaklaşık 289 km²'lik yüz ölçümü ile yurdumuzun en büyük adasıdır. Gerek Biga Yarımadası ve gerekse Gökçeada, Tersiyer yaşlı mağmatik ve volkanik faaliyetlerin yoğun olarak gözlemlendiği bir bölgedir. Doğal olarak bölge, bu mağmatizma ve volkanizma ile ilişkili maden yataklarının yoğun olarak gözlemlendiği bir metalojenik provens olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemin en KB ucunda yer alan Çanakale'ye bağlı Gökçeada'da, çok küçük bir alanda yüzeyleyen Mesozoyik yaşlı temel üzerine yaygın olarak, Eosen-Oligosen yaşlı kırıntılı istifleri gelir. Bu kırıntılı seri, Oligosen – Orta. Miyosen aralığında çok farklı karakterde volkanik – volkanosedimanter istifler tarafından kesilerek örtülür. Her iki istif grubunun da genel yayılım doğrultusu KD-GB'dir ve kırıntılı istif adanın KB'sında, volkanik istif ise ağırlıklı olarak GD kesiminde yer alır.

Gökçeada'da 2008 yılında Nisan – Haziran ayları içerisinde yürütülen genel jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları kapsamında 75 adet dere sedimanı örneği üzerinde Au, As, Cu, Pb, Zn ve Mo analizleri yapılmıştır. Analizi yapılan elementlerin istatistiksel değerlendirilmesinde, deteksiyon limitinin altında kalan değerlerde; Au<40 ppb için 10 ppb, Ag<1 ppm için 0,5 ppm, Sb<10 ppm için 5 ppm, As<20 ppm için 10 ppm, Cu<5 ppm için 3 ppm, Pb<10 ppm için 5 ppm ve Mo<5 ppm için 3 ppm değerleri esas alınmıştır. Zn elementi hiç bir örnekte dedeksiyon limitinin (10 ppm) altında kalmamıştır. Örneklerin Au,

Ag, Sb ve Mo içeriklerinin, yer kabuğu ortalamaları civarında olduğu; Cu elementi eşik değerinin, kabuk ortalamasının biraz altında kaldığı; As-Pb-Zn elementleri eşik değerlerinin ise, kabuk ortalamasının üzerinde olduğu; Cu - Pb - Zn ve Pb-Zn elementleri arasında kuvvetli sayılabilecek pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Çalışmalar sonucunda Gökçeada'da 1 anomali sahasının Au açısından, 5 anomali sahasının As açısından, 5 anomali sahasının Cu açısından, 2 anomali sahasının Pb açısından, 7 anomali sahasının Zn açısından 7 ve 1 anomali sahasının Mo açısından önemli olabileceği ortaya konmuştur.

GİRİŞ

Jeokimyasal prospeksiyonla maden arama, dünyada ilk olarak 1938-1940 yıllarında Rusya ve İskandinav ülkelerinde denenmiş ve 1945-1950 yıllarında Amerika, Kanada ve Japonya'da uygulanmaya başlanmıştır. 1950'lerden sonra İngiltere, Fransa gibi ülkeler de bu metotla maden aramaya başlamışlardır (Köksoy, 1991). Ülkemizde ise 1963 yılında MTA Enstitüsü bünyesinde bir jeokimya laboratuvarının kurulması ile birlikte Jeokimyasal prospeksiyonla maden arama çalışmaları Biga Yarımadası'ndan başlamıştır. Günümüzde özellikle Batı Anadolu'da, istisnalar hariç, genel jeokimyası yapılmamış pafta kalmamıştır. Bu istisnalardan biri de, özel konumu ve durumu ile ülkemizin en batısında, Ege Denizinde bulunan Gökçeada'dır.

Gökçeada, (imroz) Gelibolu yarımadasının 18 km kadar batısında, yaklaşık 289 km²'lik yüz ölçümü ile yurdumuzun en büyük adasıdır. Nufusu 8000 civarında olup, 7 köyü vardır. Doğuda Kefalo Burnu ile batıda Avlaka (İnce Burun) Burnu arasındaki uzunluğu yaklaşık 30 km, kuzey-güney mesafesi ise yaklaşık 13 km dir. Genellikle dağlık bir yapıya sahip olan adada en yüksek yerler 673 m ile Doruktepe, 579 m ile İlyastepe'dir (Ercan, 1996) (Şekil 1).

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Kuzeybatı Anadolu Bölge Müdürlüğü, Balıkesir

** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ege Bölge Müdürlüğü, İzmir

*** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Marmara Bölge Müdürlüğü, Kocaeli

**** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi, Ankara



Şekil 1- Yer bulduru haritası.

Gökçeada'da gerek madencilik ve gerekse jeolojik amaçlı olarak yapılmış çok az çalışma bulunmaktadır. Adanın jeolojisine yönelik ilk çalışma 1950 yılında Mehmet Akartuna tarafından yapılmıştır. Akartuna bu çalışmasında, Eosen ve Oligosen olmak üzere adada iki farklı yaşta filiş bulunduğunu, andezitik-dasitik türde lav, tuf ve aglomeraların bu birimleri üzerlediğini belirtmektedir. Gökçeada'da çalışan Ercan ve Satır (1994) lavlarda K/Ar yöntemi ile yaptıkları radyometrik yaş tayinleri sonucunda Oligosen yaşı elde etmişlerdir. Adada madencilik açısından ilk çalışmalar ise, 1975 yılında Mehmet Okut tarafından yapılan hammadde prospeksiyonu ile aynı yıl M. Arif Yücelay tarafından yapılan metal maden prospeksiyonu çalışmaları sayılabilir. Ancak son yıllarda, MTA tarafından adanın büyük bir maden potansiyeline sahip olduğunun ortaya konması, adada yerli ve yabancı şirketlerin madencilik faaliyetine başlamalarını sağlamıştır.

BÖLGESEL JEOLJİ

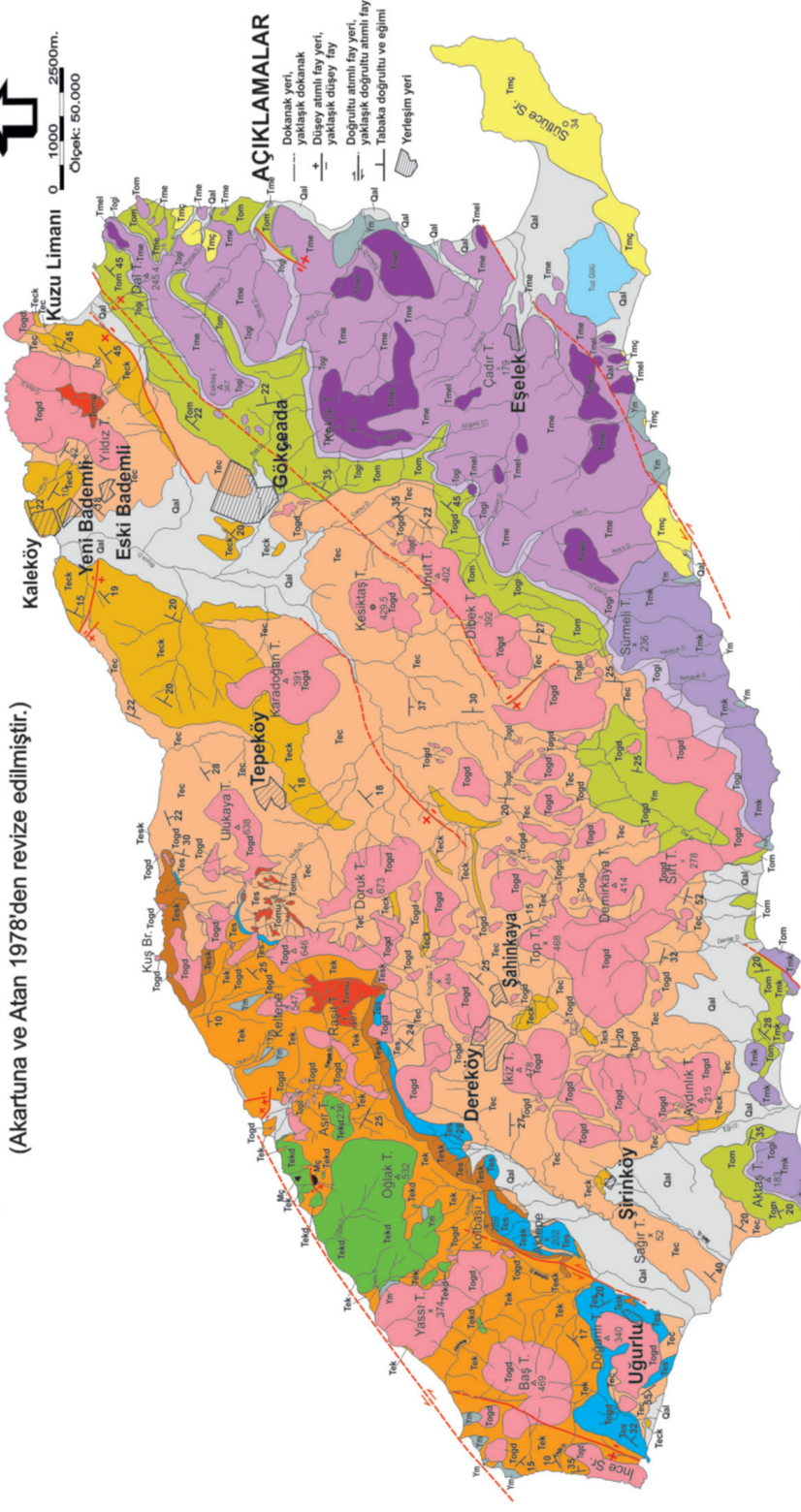
Çalışma sahasının temelini, Mesozoyik yaşlı gri renkli ince şistoziteli, kuvarsit bant ve mercekli serizit-biyotit şist'lerden oluşan Çamlıca Metamorfitleri oluşturmaktadır. Birim, Gökçeada'nın KB sahilindeki Çatalça Tepe'nin G-GB kesiminde ve Dağcı Tepe güneyinde çok dar bir alanda yüzylemektedir (Şekil 2 ve 3).

Metamorfik temel üzerine gelen Senozoyik yaşlı kaya birimleri, adanın orta kesiminde KD-GB doğrultulu olarak uzanım göstermektedirler. Filiş karakterindeki bu birimler topluca Karaağaç formasyonu olarak adlandırılmış olup (Şekil 3) kumtaşı, marn, kiltası, kireçtaşı aralanmasından meydana gelmektedir (Akartuna, 1950). Bu istifin üstünde, Saklı liman, Ak Tepe, Yumurta Tepe Soğucak Tepe kuzeyi, Delik Tepe ile Karaçalı Tepe arasında, Mutlu Tepe kuzeydoğusunda ve Ulukaya Tepe Kuzeybatı-

GÖKÇEADA'NIN (ÇANAKKALE) JEOLOJİ HARİTASI

(Akartuna ve Atan 1978'den revize edilmiştir.)

K
↑
0 1000 2500m.
Ölçek: 50.000



AÇIKLAMALAR
 Dokunak yeri,
 yaklaşıp çıkılmak
 Doğru atımı tay yeri,
 yaklaşıp çıkılmak
 Doğru atımı tay yeri,
 yaklaşıp çıkılmak
 Tabaka doğrultu ve eğimi
 Yerleşim yeri

HARİTA BİRİMLERİNİN AÇIKLAMASI

Tom	Mezardere formasyonu: Çakıllı, kumtaşı, silttaşı, mam vb.	Qal	Aliyüyon
Tec	Ceylan formasyonu: Kilaş, kumtaşı, silttaşı, şey, mam vb.	Yes	Yamaç molozu
Tek	Kumtaşı üyesi: Orta-kalin tabakalı kumtaşı, silttaşı	Trnc	Çanakkale formasyonu: Kumtaşı, kilaş, silttaşı vb.
Tes	Söğüçak formasyonu: Resifal kireçtaş	Tm	Eşelek volkanitleri: Bazaltik andezit, andezitik proklastikler
Tuk	Kumtaşı üyesi: Konglomera, kumtaşı, silttaşı	Trnk	Lav üyesi: Gri-koyu gri renkli proksen andezitik lav
Tnk	Karaadaç formasyonu: Kumtaşı, kilaş, kireçtaş, mam, çakıllı vb.	Trng	Kesnekaya volkanitleri: Kü-blok akıntısı, lahar türü proklastik akmalan
Togd	Dalgıçlıca volkanit: Rhyolitik lav, tüf ve tüf	Trm	Gökçeada ignimbriti: Kirli beyaz rekt pomzalı ve pomza akmalı
Tm	Çamlica metamorfittleri: Mka şist, serisit şist, klorit şist vb.	Togp	Gökçeada domları: Porfirik dökülu andezit
		Tomu	Multidene sokuşumu: Kuvars monzonit, diyorit-diyorit porfir

HARİTA BİRİMLERİNİN KORELASYONU



Şekil 2- Gökçeada'nın jeoloji haritası (Sarı vd. 2012).

ÜST SİSTEM	SİSTEM SERİ	FORMASYON	ÜYE	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR					
							UVATERENLER				
SENOZOYİK TERSİYER	EÖSEN	Gökçeada domları Mutludere diyorit porfiriti	Mezardere	Kumtaşı	Qal	Alüvyon					
					Ym	Yamaç molozu					
					Tmç	Uyumsuzluk Kumtaşı, silttaşı					
					LAV	Tme	Uyumsuzluk				
							Piroksen andezit, Andezit				
					MIYOSEN	Kesmekaya volkanitleri	Tmk	Piroklastitler (lahar, kül-blok akmaları)			
								Lav ve piroklastit			
					EÖSEN	Gökçeada ignimbriti	Togi	Uyumsuzluk			
								Beyaz-kirilibeyaz renkli, pomza akmalı, andezit, subvolkanit, kilttaşı, silttaşı litik parçalı			
								Uyumsuzluk			
								Kumtaşı			
								OLİGOSEN	Mezardere	Tom	Kilttaşı, marn
											Kömür
											Kilttaşı
								ALT	Mezardere	Tog	Kumtaşı
Andezit											
Kuvars monzonit, diyorit porfir											
OLİGOSEN	Mezardere	Tomu	Kumtaşı, silttaşı, kilttaşı								
			Uyumlu								
			Kömür								
EÖSEN	Mezardere	Tec	Marn								
			Andezit								
			Kumtaşı, silttaşı								
EÖSEN	Mezardere	Tesk	Kuvars monzonit, diyorit porfir								
			Nummulitli marn, silttaşı								
			Kumtaşı, kilttaşı, marn, silttaşı								
EÖSEN	Mezardere	Tes	Orta-kalın tabakalı kumtaşı								
			Uyumlu								
			Nummulitli kireçtaşı								
EÖSEN	Mezardere	Tesk	Kumtaşı, çakıltaşı (pomza çakıllı)								
			Uyumsuzluk								
			Kumtaşı, kilttaşı, marn, silttaşı								
EÖSEN	Mezardere	Tek	Riyolit, riyolitik tüf								
			Nummulitli kireçtaşı								
			Çakıltaşı, kumtaşı								
EÖSEN	Mezardere	Tekd	Uyumsuzluk								
			Kuvars serizit şist								
MİSOZOYİK	Çamlıca metamorfileri	Kça									

Ölçeksiz

Şekil 3- Gökçeada'nın genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Ölçeksiz) (Sarı vd. 2012,).

sında, GB-KD uzanımlı mercer ve düzeyler şeklinde izlenen spartitik, mikritik kireçtaşları ile çakıllı, kumlu kireçtaşlarından oluşan Soğucak formasyonu yer alır (Şekil 2 ve 3). Formasyon sergilediği sedimanter ve yapısal özellikler ile fosil topluluğuna göre siğ denizel

bir ortamdaki çökelimi yansıtmaktadır. Kireçtaşları bol miktarda Gastropoda, mercan, Nummulites fosilleri içerir (Sarı vd. 2012).

Kireçtaşlarının üzerine uyumlu olarak, Üst

Eosen yaşlı, sarımtırak - kahve renkli, fliş niteliğinde konglomera, kumtaşı, marn ve kiltası ardañanmasından oluşañ Ceylan formasyonu (Şekil 3) gelir. Birim; Şirinköy Dereköy, Şahinkaya, Tepeköy Gökçeada İlçe Merkezi ve Kuzu Limanı arasında GB-KD uzanımlı olarak yüzeyler (Şekil 2).

Oligosen yaşlı konglomera, kumtaşı, silttaşı, marn ardañanmasından oluşañ, üst düzeylere doğru kömürleşmiş bitki kalıntıları da içeren Mezardere Formasyonu; Aktaş Tepe batı ve kuzeyinde Kapıkaya Tepe batı ve kuzeyinde Kapıkaya mevkiinin kuzey-kuzeydoğusunda, Dibek Tepe ile Gökçeada ilçe merkezinin güney, doğu ve kuzeyinde, Kuzu limanı civarında, Kilise Dere, Kilise Tepe, Kocabaş Tepe ve Bozyazı Sırtı'nda yüzeyler.

Tüm bu sedimanter birimler içerisine, Eosen-Oligosen yaşlı riyolit, diyorit porfir-subvolkanik andezitler kriptodamlar şeklinde sokulum yapmaktadırlar. Ercan ve diğeri (1995) subvolkanitlerin, Biga yarımadasında Orta-Üst Oligosen yaşlı Çan volkanitleri grubuna ait olduklarını radyometrik yaş ölçümleri ile belirlemişlerdir.

Gökçeada'nın D-GD'sunda ise, Oligo-Miyosen yaşlı, alt kesimlerde beyaz renkli, yer yer pomza içerikli, ignimbiritik tüflerle başlayıp

(Gökçeada İgnimbriti), egemen olarak bazaltik andezit ve andezitik piroklastiklerle devam eden volkanik kayalar (Kesmekeya volkanitleri, Eşelek volkanitleri) yüzeyler (Şekil 2).

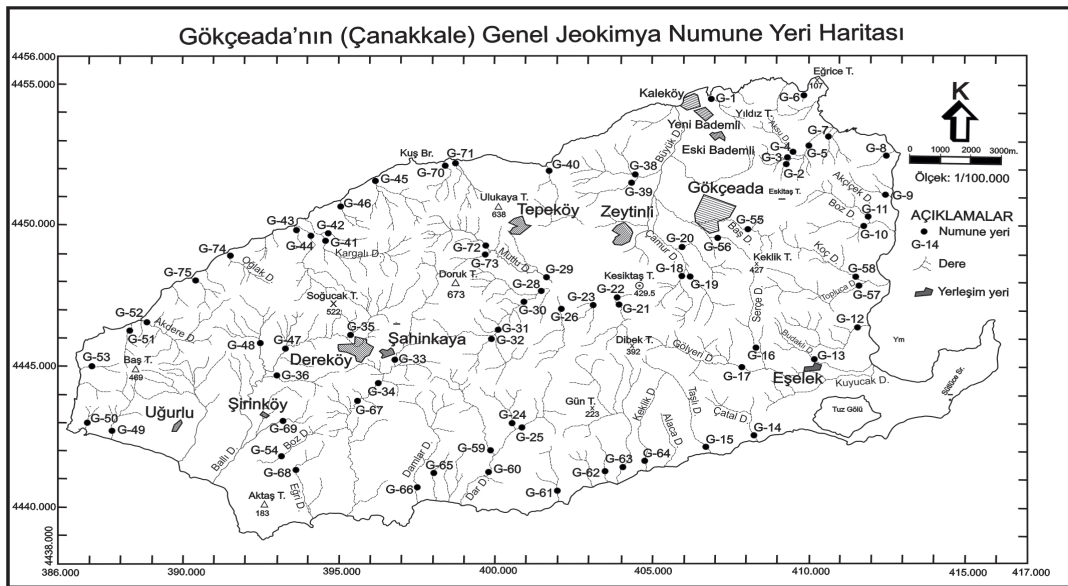
Üst Miyosen yaşlı gri-sarı renkli az pekişmiş konglomera, kumtaşı, silttaşı ile yer yer marnlı ve killi düzeylerle ara katkılı gel-git çökelleri adanın Güneydoğusunda, Tuz Gölünün doğu-kuzeydoğusunda yüzlemektedir (Şekil 2).

Kuvaterner yaşlı çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşlarından oluşañ alüvyon çökeltileri ise; Uğurlu Köyü'nün doğu-kuzeydoğusunda, Şirinköyün güneyinde, Yerkaya Tepe ile Kapıkaya mevkiinin güneyinde, Gökçeada İlçe Merkezi ile Kaleköy arasında, Eşelek Köyü civarındaki dere yatakları ile düzlüklerde alüvyon yelpazesi, örgülü ve menderesli akarsu birikintileri şeklinde izlenirler (Şekil 2, 3).

ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Jeokimyasal Örnek Alımı ve Analize Hazırlanması

Çalışmalar sırasında Gökçeada'dan, genel jeokimyasal prospeksiyon amaçlı olarak 75 adet dere sedimanı (kum) örneği alınmıştır. Jeokimyasal örnek yerleri, önce 1/25 000



Şekil 4- Gökçeada dere sedimanı örnek yeri haritası.

ölçekli paftalar üzerinde, derelerin büyüklüğüne de bağlı olarak ortalama km² ye 1 örnek düşecek şekilde belirlenmiş, belirlenen noktalardan GPS kullanılarak numuneler derlenmiştir (Şekil 4). Numune alımında, dere-kuru derelerin ağır mineralce zengin, birikinti malzemenin fazla, akıntı hızının düşük ve düzenli olduğu yerler seçilmiştir. Analiz sonuçlarının yorumlanmasında kolaylık sağlamak amacıyla, numunenin alındığı yerdeki litolojik birimler ve varsa alterasyonları arazi defterine yazılmıştır. Numuneler, üzerinde, numara ve kodlar bulunan çift katlı beşer kg'lık naylon poşetlere konulmuştur. Numune alma sırasında, İnce malzemenin az olduğu kesimlerden daha fazla (5 kg) numune alınmasına özen gösterilmiştir.

Araziden alınan numuneler kampa getirilerek uygun koşullarda kurutulmuştur. Bu işlem için örneklerin birbirine karışmayacağı, güneşli, rüzgarsız yerler seçilmiştir. Özellikle ıslak numuneler günde iki kez karıştırılarak kuruması sağlanmıştır. Gerek numune alımı ve gerekse karıştırma işlemleri sırasında elde metalik bir eşya bulunmamasına özen gösterilmiştir.

Yeterince kuruyan numuneler, paslanmaz 80 meşh'lik, metal eleklerde elenerek, elek altı, üzerinde ve kapağında numunenin numarası yazılı, 5 cmx10 cm boyutlarındaki plastik kavanozlara konulmuştur. Bu işlem sırasında numunenin tamamının elenmesine dikkat edilmiştir. Plastik kavanozun elek altını almadığı durumlarda ise, elek altı çeyreklenerek kavanoza konulmuştur. Analize hazır hale getirilen örnekler, analiz istek formları ile birlikte, MTA Genel Müdürlüğü Maden Etüt ve Arama Dairesine gönderilmiştir.

Analiz Yöntemleri

Arazideki dere-kuru derelerden alınan 75 adet jeokimya numunesi Au, Ag, Sb, As, Cu, Pb, Zn ve Mo elementleri açısından MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojileri (MAT) Dairesi laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Örneklerin analiz yöntemleri, dedeksiyon limitleri ve istatistik giriş değerleri çizelge 1'de verilmiştir.

JEOKİMYA

Bulgular

Analizi yapılan elementlerin istatistiksel değerlendirmesinde, dedeksiyon limitinin altında kalan değerlerde; Au<40 ppb için 10 ppb, Ag<1 ppm için 0,5 ppm, Sb<10 ppm için 5 ppm, As<20 ppm için 10 ppm, Cu<5 ppm için 3 ppm, Pb<10 ppm için 5 ppm ve Mo<5 ppm için 3 ppm değerleri alınmıştır. Zn elementi hiç bir örnekte dedeksiyon limitinin (10 ppm) altında kalmamıştır (Çizelge 2).

75 adet sediman jeokimya örneğinin tamamında, Ag ve Sb elementleri dedeksiyon limitinin altında kalmıştır. Au için 1, Mo için ise sadece 2 örnek dedeksiyon limitinin üzerinde değer vermiştir. Bu nedenle Au-Ag-Sb-Mo elementleri için eşik değerler hesaplanamamıştır. As'te sadece 8 örneğin analiz sonucu dedeksiyon limitinin üzerinde kalmış ve eşik değer 10 ppm olarak hesaplanmıştır. Cu elementi için değerler çok yüksek olmayıp, sadece 5 örnekte 50 ppm üzerinde değerler alınmış ve eşik değer 35 ppm olarak hesaplanmıştır. Pb için, örneklerin %80'i 30 ppm'e kadar değer vermiş olup, eşik değer 30 ppm hesaplanmıştır. Zn elementi için elementlerin yaklaşık %80'i 100 ppm'e kadar değerler vermiş olup, eşik değer 90 ppm olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1- Gökçeada sahası jeokimya örneklerinin dedeksiyon limitleri ve analiz yöntemleri.

Element	Deteksiyon limiti	Istatistik girişi	Analiz yöntemi
Au	40 ppb	10 ppb	AAS
Ag	1 ppm	0,5 ppm	AAS
Sb	10 ppm	5 ppm	AAS
As	20 ppm	10 ppm	AAS
Cu	5 ppm	3 ppm	AAS
Pb	10 ppm	5 ppm	AAS
Zn	10 ppm	-	AAS
Mo	5 ppm	3 ppm	AAS

Çizelge 2- Gökçeada sediman jeokimya örneklerindeki element eşik değer, minimum, maksimum ve ortalama değerleri.

Element (ppb/ppm)	Eşik değer (75 örnek)	Değer özelligi	GENEL (örn)
Au	-	min ort max	<40 10 40
As	10	min ort max	<20 14 80
Cu	35	min ort max	<5 39 361
Pb	30	min ort max	<10 31 232
Zn	90	min ort max	18 108 618
Mo	-	min ort max	<5 3 10

Analiz edilen elementlerin dağılımları, histogram eğrileri, kümülatif frekans eğrileri, olası-

lık eğrileri ve frekans dağılım tabloları kullanılarak irdelenmiştir (Şekil 5, 6, 7, 8, 9, 10)

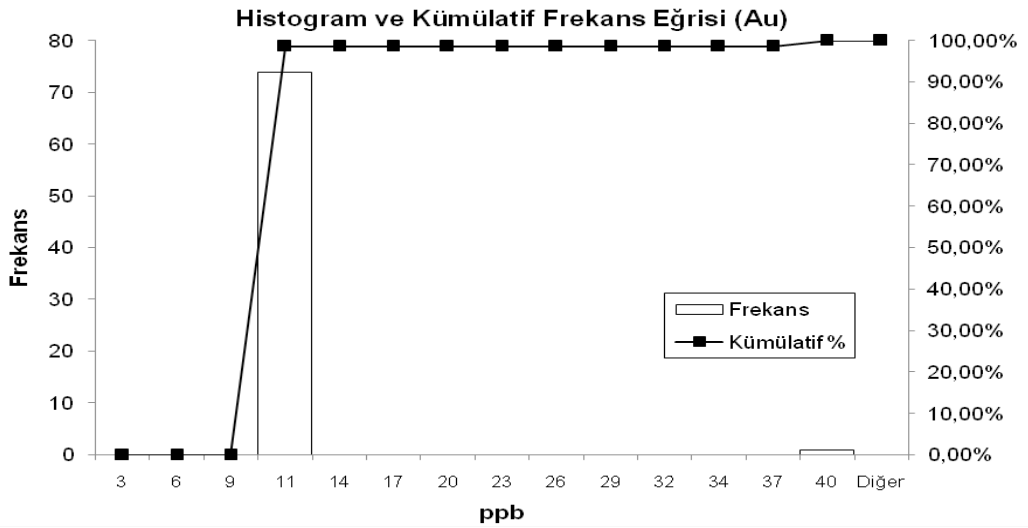
ALTIN

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER

Ortalama	10,40
Standart Hata	0,40
Ortanca	10,00
Kip	10,00
Standart Sapma	3,46
Örnek Varyans	12,00
Basıklık	75,00
Çarpıklık	8,66
Aralık	30,00
En Büyük	40,00
En Küçük	10,00
Toplam	780,00
Say	75,00

KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU

Sınıf aralığı (ppb)	Frekans	Kümülatif %
3	0	0,00%
6	0	0,00%
9	0	0,00%
11	74	98,67%
14	0	98,67%
17	0	98,67%
20	0	98,67%
23	0	98,67%
26	0	98,67%
29	0	98,67%
32	0	98,67%
34	0	98,67%
37	0	98,67%
40	0	98,67%
Diğer	1	100,00%
	0	100,00%



Şekil 5- Sediman jeokimya örnekleri Au frekans ve histogram grafikleri.

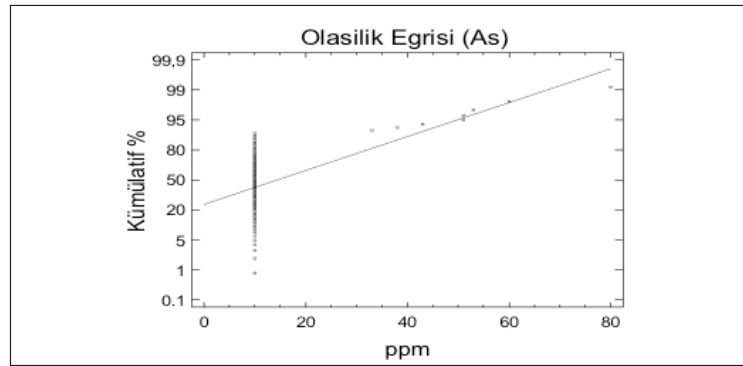
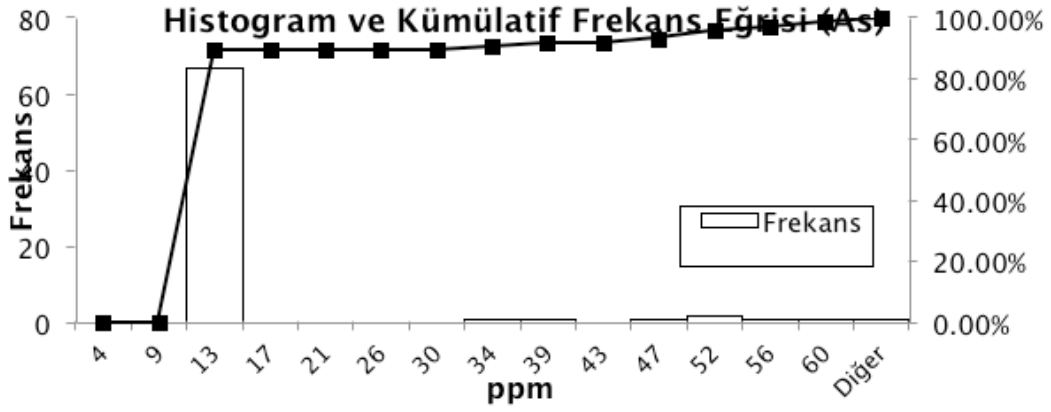
ARSENİK

İSTATİSTİKSEL
PARAMETRELER

Ortalama	14.39
Standart Hata	1.56
Ortanca	10.00
Kip	10.00
Standart Sapma	13.54
Örnek Varyans	183.38
Basıklık	9.86
Çarpıklık	3.19
Aralık	70.00
En Büyük	80.00
En Küçük	10.00
Toplam	1079.00
Say	75.00

KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU

Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
4	0	0.00%
9	0	0.00%
13	67	89.33%
17	0	89.33%
21	0	89.33%
26	0	89.33%
30	0	89.33%
34	1	90.67%
39	1	92.00%
43	0	92.00%
47	1	93.33%
52	2	96.00%
56	1	97.33%
60	1	98.67%
Diğer	1	100.00%



Şekil 6- Sediman jeokimya örnekleri As frekans, histogram ve olasılık grafikleri.

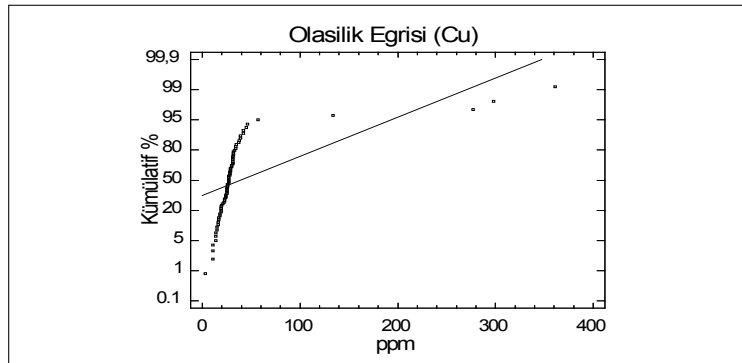
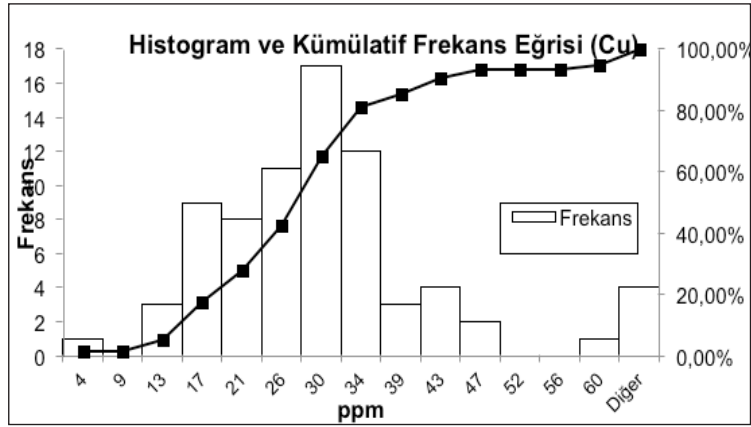
BAKIR

İSTATİSTİKSEL PARAMETRELER

Ortalama	39.15
Standart Hata	6.77
Ortanca	27.00
Kip	31.00
Standart Sapma	58.59
Örnek Varyans	3432.67
Basıklık	19.90
Çarpıklık	4.46
Aralık	358.00
En Büyük	361.00
En Küçük	3.00
Toplam	2936.00
Say	75.00

KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU

Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
4	1	1.33%
9	0	1.33%
13	3	5.33%
17	9	17.33%
21	8	28.00%
26	11	42.67%
30	17	65.33%
34	12	81.33%
39	3	85.33%
43	4	90.67%
47	2	93.33%
52	0	93.33%
56	0	93.33%
60	1	94.67%
Diğer	4	100.00%

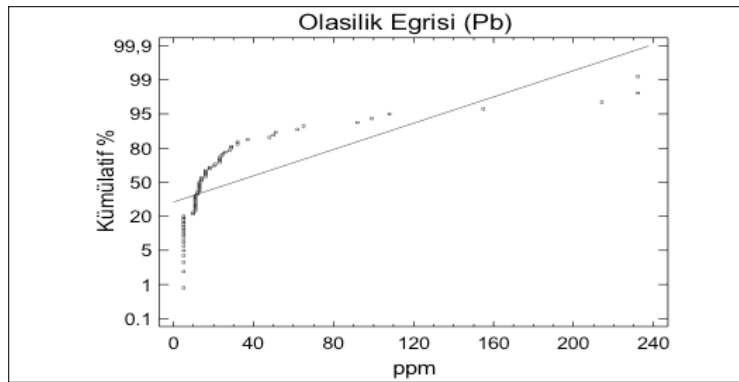
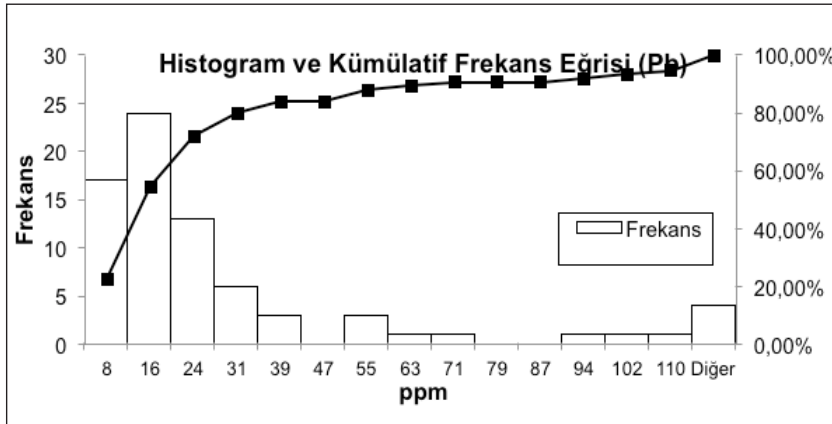


Şekil 7- Sediman jeokimya örnekleri Cu frekans, histogram ve olasılık grafikleri.

KURŞUN
İSTATİSTİKSEL
PARAMETRELER

KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU

		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	30.55	8	17	22.67%
Standart Hata	5.53	16	24	54.67%
Ortanca	13.00	24	13	72.00%
Kip	5.00	31	6	80.00%
Standart Sapma	47.85	39	3	84.00%
Örnek Varyans	2289.58	47	0	84.00%
Basıklık	10.16	55	3	88.00%
Çarpıklık	3.18	63	1	89.33%
Aralık	227.00	71	1	90.67%
En Büyük	232.00	79	0	90.67%
En Küçük	5.00	87	0	90.67%
Toplam	2291.00	94	1	92.00%
Say	75.00	102	1	93.33%
		110	1	94.67%
		Diğer	4	100.00%

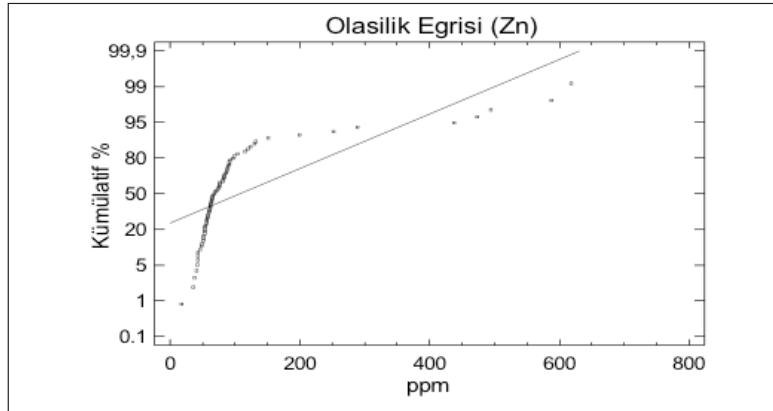
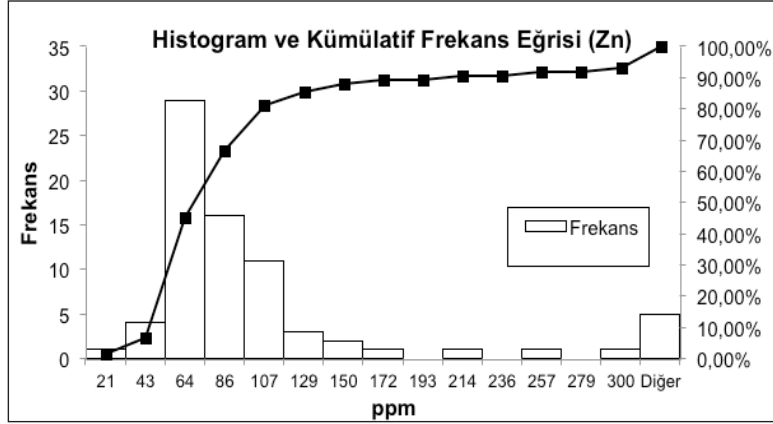


Şekil 8- Sediman jeokimya örnekleri Pb frekans, histogram ve olasılık grafikleri.

ÇİNKO
İSTATİSTİKSEL
PARAMETRELER

KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU

		Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
Ortalama	108.12	21	1	1.33%
Standart Hata	13.94	43	4	6.67%
Ortanca	68.00	64	29	45.33%
Kip	54.00	86	16	66.67%
Standart Sapma	120.70	107	11	81.33%
Örnek Varyans	14568.67	129	3	85.33%
Basıklık	8.93	150	2	88.00%
Çarpıklık	3.06	172	1	89.33%
Aralık	600.00	193	0	89.33%
En Büyük	618.00	214	1	90.67%
En Küçük	18.00	236	0	90.67%
Toplam	8109.00	257	1	92.00%
Say	75.00	279	0	92.00%
		300	1	93.33%
		Diğer	5	100.00%



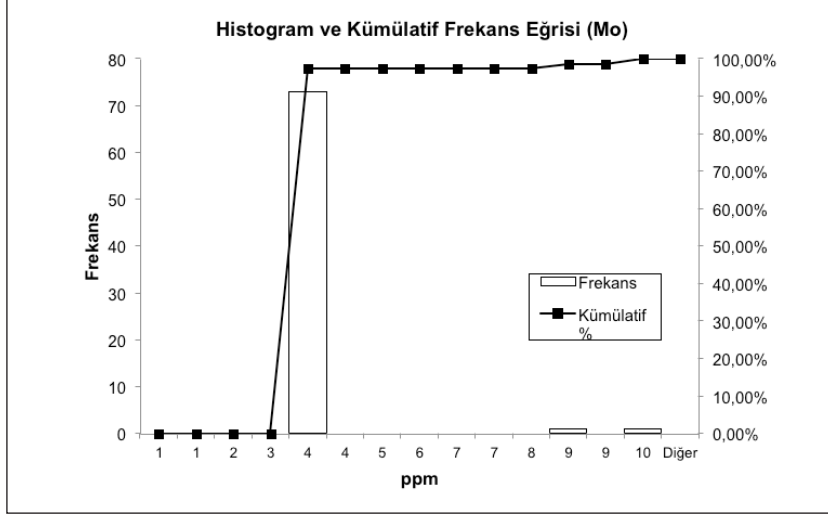
Şekil 9- Sediman jeokimya örnekleri Zn frekans, histogram ve olasılık grafikleri.

**MOLİBDEN
İSTATİSTİKSEL
PARAMETRELER**

Ortalama	3.16
Standart Hata	0.11
Ortanca	3.00
Kip	3.00
Standart Sapma	0.99
Örnek Varyans	0.97
Basıklık	39.16
Çarpıklık	6.25
Aralık	7.00
En Büyük	10.00
En Küçük	3.00
Toplam	237.00
Say	75.00

KÜMÜLATİF FREKANS TABLOSU

Sınıf aralığı (ppm)	Frekans	Kümülatif %
1	0	0.00%
1	0	0.00%
2	0	0.00%
3	0	0.00%
4	73	97.33%
4	0	97.33%
5	0	97.33%
6	0	97.33%
7	0	97.33%
7	0	97.33%
8	0	97.33%
9	1	98.67%
9	0	98.67%
10	1	100.00%
Diğer	0	100.00%



Şekil 10- Sediman jeokimya örnekleri Mo frekans ve histogram grafikleri

Jeokimyasal Yorum

Sahadan alınan 75 adet sediman jeokimya örneğinin element dağılımı ile karşılaştırma yapabilmek amacıyla, aynı elementlerin yerkabuğu ortalamaları çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2 ve çizelge 3 birlikte incelendiğinde, örneklerin Au, Ag, Sb ve Mo değerlerinin,

yerkabuğu ortalamaları civarında olduğu, Cu elementi eşik değerinin, kabuk ortalamasının biraz altında kaldığı, As-Pb-Zn elementleri eşik değerlerinin ise, kabuk ortalamasının üzerinde olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, özellikle As elementi için yapılan değerlendirmede, sadece 8 örneğin dedeksiyon limitinin üzerinde değerler verdiği unutulmamalıdır.

Çizelge 3- Yerkabuğunda çeşitli kayatürlerinin ortalama element içerikleri (Referans).

Kayatürü/ Element (ppm)	Yer					
	Kabuğu Ort	Şeyl	Ultrabazik	Kireçtaşı	Grano diyorit	Toprak
Au	0.004	0.004	0.005	0.005	0.004	-
Ag	0.07	0.05	0.06	1	0.07	0.4
Sb	0.2	1	0.1	-	0.2	5
As	2	15	1	3	2	1-50
Cu	55	50	10	15	30	2-100
Pb	12	20	0.1	8	15	2-200
Zn	70	100	50	25	60	10-300
Mo	1.5	3	0.3	1	1	2

Korelasyon ve Regresyon- Bilindiği gibi element-element korelasyonlarında “0” değeri ilişkisizliği, “+1” değeri pozitif ilişkiyi ve “-1” değeri negatif ilişkiyi tanımlamaktadır. Pozitif ilişki örneklerdeki iki farklı element değerinin birlikte artma veya birlikte eksilmesi, negatif ilişki ise bir element değeri artarken diğer element değerinin düşmesini gösterir.

Gökçeada'dan alınan sediman jeokimya örneklerinde belirlenen element korelasyonları çizelge 4’ te sunulmuştur.

Jeokimyasal sediman örneklerine ait korelasyon çizelgesi incelendiğinde, Au elementinin ilk bakışta Cu, Pb ve Mo elementleri ile, Mo elementinin Cu, Pb ve Zn elementleri ile yüksek sayılabilecek pozitif ilişkili olduğu gibi görülmekte ise de, Au ve Mo elementlerinin tamamına yakınının dedeksiyon limitinin altında kaldığı unutulmamalıdır. Ancak As elementinin Pb ve Zn, Cu elementinin Pb ve Zn, Pb elementinin As ve Cu, Zn elementinin As, Cu ve Pb elementleri arasında pozitif ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Çizelgeden de görüleceği gibi, özellikle Pb ve Zn elementleri arasındaki yüksek pozitif ilişki (0.90) dikkat çekicidir (Çizelge 4).

Anomali Sahaları

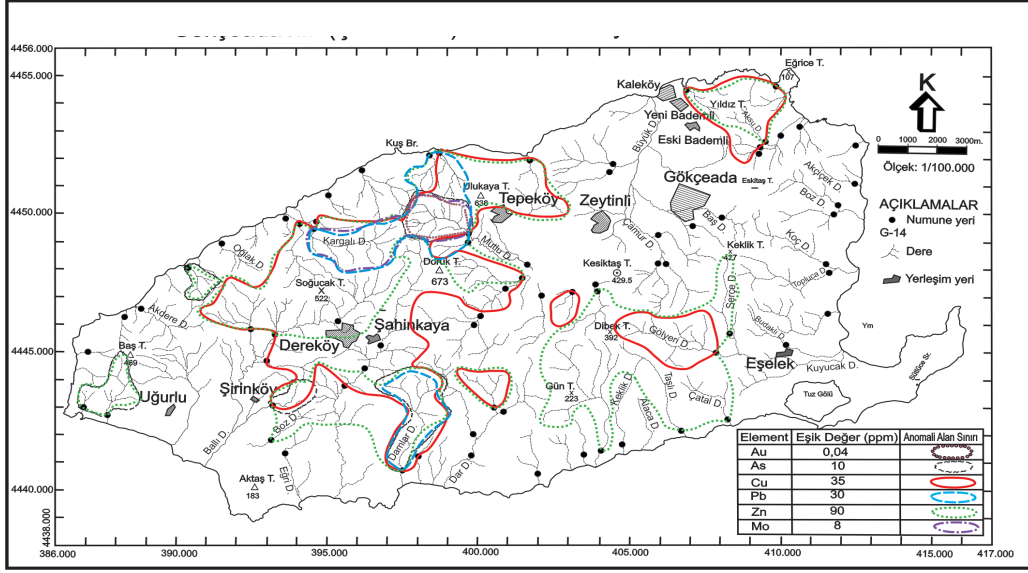
Her element için istatistiksel yöntemlerle önceden saptanmış olan eşik değer ve üzerindeki değerler anomali olarak kabul edilmiş ve buna göre Gökçeada'nın genel jeokimyasal Au-As-Cu-Pb-Zn-Mo anomali haritaları hazırlanmış (Şekil 11), bu sahalarla ait parametreler çizelge 5’te sunulmuştur. Ag ve Sb elementlerinin değerlerinin tamamı dedeksiyon limitlerinin altında kaldığından, bu elementler için anomali sahaları oluşturulamamıştır.

Çizelge 5 değerlendirildiğinde sahada, gerek sayı gerekse alan olarak Cu ve Zn elementlerine ait anomaliler ön plana çıkmaktadırlar. Özellikle Cu ve Zn anomalilerinin en geniş olduğu Mutlu Dere-Kargalı Dere sahasında, bu anomalilere yer yer Au, As, Pb ve Mo anomalilerinin de eşlik etmesi, burayı, adada tahkik ve detay çalışmaların yapılabilceği birinci derecede önemli saha konumuna getirmektedir. Gökçeada'nın KD'sundaki Aksu Dere'deki Cu-Zn anomalisi de yine sahadaki önemli anomali topluluklarındandır.

Adanın en batısındaki İnce Burun'da bulunan As-Zn , güney ortasında bulunan Cu-

Çizelge 4- Gökçeada sediman jeokimya örnekleri element-element korelasyonu.

	Au (ppb)	As (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Mo (ppm)
Au (ppb)	1,00					
As (ppm)	0,25	1,00				
Cu (ppm)	0,64	0,18	1,00			
Pb (ppm)	0,49	0,48	0,61	1,00		
Zn (ppm)	0,35	0,48	0,65	0,90	1,00	
Mo (ppm)	0,57	0,11	0,80	0,54	0,59	1,00



Şekil 11- Gökçeada'nın (Çanakkale) Genel jeokimya numune yeri ve Jeokimya anomali haritası anomali haritası.

Pb-Zn-As anomalileri ile adanın GD kesimindeki Gölyeri Dere Zn-Cu anomalileri de kendi başlarına önemli sayılabilecek diğer anomali toplulukları olarak değerlendirilmiştir.

Jeokimyasal Değerlendirme

Şekil 11 ve çizelge 5'ten de görüldüğü üzere Gökçeada'da, özellikle Cu-Zn anomalilerinin dağılımı ve genişlikleri çok dikkat çekicidir. Yaklaşık 300 km²'lik yüzölçüme sahip adanın, neredeyse yarısı bu anomali toplulukları içerisinde kalmaktadır.

Adanın jeokimyasal anomali haritası ile aynı ölçekteki jeoloji haritası birlikte incelendiğinde (Şekil-12), özellikle 33-57 ppm arasındaki Cu değerlerinden oluşan Cu anomali alanları ile yer kabuğu Pb-Zn element değerleri ortalamasının 4 katına kadar olan Pb-Zn element değerinden oluşan anomali alanları-

nın, Üst Eosen-Oligosen yaşlı subvolkanik kayaların yayılım sunduğu alanlara karşılık geldiği ve bu anomalinin, ilgili kayaların jeokimyasal back-ground değerlerinin yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Yer kabuğu ortalama Cu değerinin 5 ve daha fazla katlarının oluşturduğu alanomali alanları ise sahada gözlenen killi, altere piritli, pirit alterasyonlu, dissemine pirit±kalkopirit içeren diyorit-diyorit porfirler üzerindedir ve anomali bu kayaçlar ile ilişkilidir.

Yer kabuğu Pb-Zn element ortalamasınının 4 katından daha büyük olan Pb-Zn anomali alanları, Üst Eosen-Oligosen yaşlı diyorit-diyorit porfirlerin sokulum yaptığı yan kayaçların dokanağında felsleşmiş, dissemine piritli yan kayaçlar ile diyorit-diyorit porfirlerin kırık ve çatlaklarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 5- Gökçeada Genel Jeokimya Anomali Sahaları ve özellikleri.

Element	Anomali Sayısı	Toplam Alan (km ²)
Au	1	6
As	5	21.5
Cu	5	143
Pb	2	20
Zn	7	137.5
Mo	1	15

As anomalisinin, subvolkanitlerin yer yer az altere, silisleşmiş kısımlarından kaynaklandığı görülmektedir.

Sahada sadece, Mutlu Dere-Kargalı anomalisi içinde bir örnekle temsil edilen Au ile aynı anomali içerisinde iki örnekle temsil edilen Mo anomalileri de muhtemelen cevherli diyorit-diyorit porfirlerden kaynaklanmaktadır.

SONUÇLAR

Ülkemizde Jeokimyasal prospeksiyonla maden arama çalışmaları 1963 yılında başlatılmıştır. Özel konumu ve durumu ile ülkemizin en batısında, Ege Denizi'nde bulunan Gökçeada'nın, genel jeokimyasal prospeksiyonu bu çalışma ile tamamlanmıştır. Çalışmalar sırasında Gökçeada'dan genel jeokimyasal prospeksiyon amaçlı olarak 75 adet dere sedimanı (kum) örneği alınmıştır.

Bu çalışma sonunda, örneklerin Au, Ag, Sb ve Mo içeriklerinin yerkabuğu ortalamaları civarında olduğu, Cu elementi eşik değerinin kabuk ortalamasının biraz altında kaldığı, As-Pb-Zn elementleri eşik değerlerinin ise kabuk ortalamasının üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Cu - Pb - Zn ve Pb-Zn elementleri arasında kuvvetli sayılabilecek pozitif korelasyonlar saptanmıştır.

Çalışmalar sonucunda Gökçeada'da Au için 1, As için 5, Cu için 5, Pb için 2, Zn için 7 ve Mo için 1 anomali sahası belirlenmiştir.

Yukarıdaki bulgular, sonraki dönemde Gökçeada'da yürütülen ruhsat bazlı maden jeolojisi çalışmalarına ışık tutmuştur. Bu kapsamda, Mutlu Dere-Kargalı Dere, Dibek Tepe ve Yıldız Tepe porfiri Cu-Au cevherleşmeleri ortaya konmuştur.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akartuna, M. 1950. İmroz Adasında bazı jeolojik müşahadeler. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 2/2, 8-17.

Akartuna, M., Atan, O., 1978. Gökçeada'nın (Çanakkale) Jeoloji ve Sedimentolojisi Hakkında Ön Rapor. MTA Jeoloji Dairesi Rapor Arşivi, No: 105 Ankara (yayımlanmamış)

Ercan, T., 1996. Biga ve Gelibolu Yarımada-ları ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adalarının jeolojik, arkeolojik ve tarihi özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Yerbilimleri ve Kültür Serisi, No:1.

Ercan, T., Satır, M., 1994. Re-interpretation of radiometric dating of Tertiary volcanism of the Biga Peninsula (NW Anatolia, Turkey). Uluslararası Volkanoloji Kongresi bildiri özleri kitabı. Ankara.

Ercan, T. Satır, M., Dora, A., Sarıkoğlu, E., Yıldırım, T., Adis, C., Walter, H.J., Özbayrak, İ.H. 1995. Biga Yarımadası, Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adaları'ndaki Tersiyer yaşlı volkanitlerin petrolojisi ve bölgesel yayılımı. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 117.

Okut, M. 1975. Çanakakle- Gökçeada ham-made prospeksiyon raporu. Maden Tetkik ve Arama Kuzeybatı Anadolu (Balıkesir) Arşiv No: 1193.

Yücelay, M. A., 1975. Çanakkale – Gökçeada metel maden prospeksiyonu. MTA Kuzeybatı Anadolu (Balıkesir) Arşiv No: 521.

Sarı, R., Türkecan, A., Dönmez, M., Küçükkefe, Ş., Aydın, Ü., Özmen, Ö., 2012. (Gökçeada'nın (Çanakkale) Genel Jeolojisi. (Hazırlanıyor)