

## AKTARMA (BALIKESİR) DERE SEDİMENT ÖRNEKLERİNDE BULUNAN ELEMENTLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Güllü KIRAT<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup>Yozgat Bozok Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Yozgat, 66100, Türkiye  
Geliş Tarihi/Received Date: 31.05.2022 Kabul Tarihi/Accepted Date: 17.08.2022 DOI: 10.54365/adyumbd.1123975

### ÖZET

Aktarma Köyü, Balıkesir ilinde ve Balıkesir Merkezine 21 km uzaklıktadır. Çalışma alanı, Hallaçlar volkanikleri içinde yer almaktadır ve dere sediment örnekleri bölgedeki dere yatağı boyunca 23 adet alınmıştır ve Ag, As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn element içerikleri incelenmiştir. Yapılan elementler arası korelasyon katsayılarına göre, Ag-Cd, Ag-Zn, Cd-Cu, Cd-Pb, Cu-Cd, Cu-Zn ve Pb-Zn arasında yüksek, Cd-Zn (0.96) arasında çok yüksek pozitif korelasyon gözlenmektedir. Dere sedimentlerinin içerdiği elementlere göre, üç element topluluğu belirlenmiştir. 1. Faktör; Ag, Cd, Cu ve Zn elementleri, 2. Faktör; Ba ve Pb elementleri ve 3. Faktör; As elementidir. Çalışma alanındaki dere sedimentlerinde element dağılımlarına bakıldığında, genel olarak orta ve güney kısımlarda alınan örneklerde yüksek anomaliler görülmektedir. Dere sedimentlerindeki elementlerin yüksek anomali göstermesi hidrotermal çözeltilerden kaynaklanmış olabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Alansal dağılım, dere sedimenti, faktör, korelasyon.

## RELATIONSHIPS BETWEEN ELEMENTS FOUND IN AKTARMA (BALIKESİR) STREAM SEDIMENT SAMPLES

### ABSTRACT

Aktarma Village is in Balıkesir province and 21 km from Balıkesir Center. The study area is located within the Hallaçlar volcanics, and 23 samples of stream sediment samples were taken along the stream bed in the region and Ag, As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb and Zn element contents were investigated. According to the correlation coefficients between the elements, a high positive correlation is observed between Ag-Cd, Ag-Zn, Cd-Cu, Cd-Pb, Cu-Cd, Cu-Zn and Pb-Zn, and very high positive correlation is observed between Cd-Zn (0.96). According to the elements contained in the stream sediments, three element assemblages were determined. 1. Factor; Ag, Cd, Cu and Zn elements, 2. Factor; Ba and Pb elements and Factor 3; As element. When the element distributions in the stream sediments in the study area are examined, high anomalies are observed in the samples taken in the middle and southern parts in general. The high anomaly of the elements in the stream sediments may have resulted from hydrothermal solutions.

**Keywords:** Spatial distribution, stream sediment, factor, correlation.

### 1. Giriş

Dere sedimentleri, jeokimyasal olarak kaynaklarının litolojisini yansıtır [1, 2], bu da dere sediment jeokimyasını etkili bir arama aracı yapar [3]. Kurak bölgelerde dere sedimenti kullanılarak jeokimyasal araştırma yapmak birçok açıdan zorludur. Çöl ortamları dağlar ve havzalar olmak üzere iki morfolojik tipte sınıflandırılır [4]. Dağlık alanlar, alüvyonlar üzerinde daha çok kayalarla karakterize edilirken, havza alanları alüvyon ve kumlarla karakterize edilir [5].

Dere yatakları, yerkabuğunun malzemelerinin sürekli geri dönüşümüne neden olduğu en önemli dinamik sistemlerdir. Bu anlamda dereler, kıtalardan okyanuslara, kıtasal aşınmadan, yani kayaç aşınması ve erozyonunun sinerjik etkisinden kaynaklanan sedimentlerin esas taşıyıcısıdır. Birikmiş sedimentler, kaynaktan dere yataklarına kadar geçişteki tüm süreçlerin izlerini korur. Birikmiş dere sedimentlerinin jeokimyasal bileşimi ve kökenleri hakkında önemli bilgiler sağlar ve bu nedenle, bölgedeki ayrışma eğilimlerini, sedimentin kaynağını, çökeltme ortamını ve kirlilik kaynaklarını ortaya çıkarmak için kullanılabilir [6-10]. Dere sedimentlerinin jeokimyasal bileşimleri, bir drenaj havzasının ortalama bileşimini ortaya koymaktadır [1]. Kimyasal ayrışma sedimentlerin elemental jeokimyasını ve mineralojisini güçlü bir şekilde etkilediği bilinmektedir [11, 12].

Dere sedimenti, büyük ölçüde, altta bulunan anakayadan ayrılmış parçalardan, mineral tanelerinden ve dere yatağındaki yüzeysel malzemelerden oluşur. Bu nedenle, sedimentin kimyasal bileşimi, tipik olarak alttaki kayaçların bileşenlerini yansıtır. Dere sedimenti madencilik, ağır sanayi ve tarım uygulamaları gibi insan faaliyetlerine atfedilebilecek kirleticiler için önemlidir. Bu nedenle, dere sedimenti yüzeydeki malzemelerin kimyasal kalitesini belirlemek için kullanılabilir [13, 14].

Dere sediment jeokimyası, mineral kaynakları, çevre koruma ve jeolojik süreçlerle ilgili olarak farklı elementlerin dağılımına ilişkin çok önemli fikirler sağlayabilir [15]. Bu nedenle, dünya çapında birçok jeokimyasal araştırmacı dere sediment örneklerini toplamakta ve analiz etmektedir [14, 16].

Bölgeden alınan örneklerin analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi yapılarak, Ag, As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn elementlerinin korelasyon ve faktör yük değerleri ile alansal dağılımları incelenmiştir.

## 2. Jeoloji ve petrografi

Aktarma Köyü Balıkesir'in 21 km kuzeybatısında olup, Hallaçlar volkanikleri içinde yer almaktadır (Şekil 1 ve Şekil 2)). Hallaçlar volkanikleri, inceleme alanının en eski birimi olup Üst Oligosen - Alt Miyosen yaşlıdır.

Hallaçlar volkaniklerinin üzerine uyumsuz olarak Dedetepe formasyonuna iat (Alt Miyosen) aglomera, tüf ve andezitik lavlar gelmektedir. Bu Dedetepe formasyonunun üzerine uyumsuz olarak marn, kıltaşı, kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Soma formasyonu (Orta Miyosen-alt Pliyosen) ve en üstte ise Kuvaterner yaşlı alüvyonlar bulunmaktadır (Şekil 2) [18]. Alüvyonlar, çalışma alanının kuzeyinde bulunan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar iri ve ince taneli çakıllar şeklinde bulunmaktadır [17, 18].

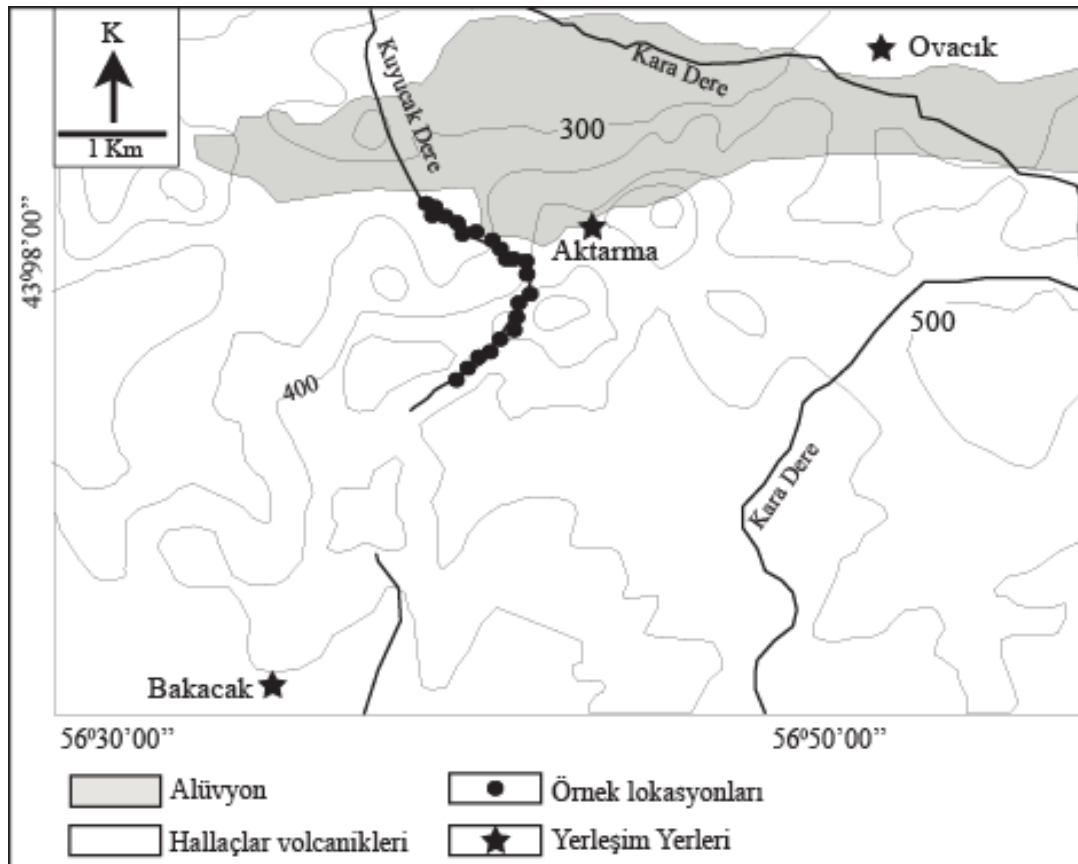
Hallaçlar volkanikleri, genellikle alterasyona uğradıklarından sarı, krem ve açık kahverenginde bulunur [19, 20]. Çalışma alanındaki Hallaçlar volkanitleri andezit bileşiminde olup, petrografik olarak piroksen, plajiyoklaz, biyotit, amfibol ve opak minerallerinden oluşmaktadır. Volkanitler içerisinde sonucunda kuvars, ojit, biyotit ve hornblend içeren bir matriksin yanı sıra biyotit mikrolitlerini bulunduran volkanik camsı bir malzeme olduğu görülmüştür [21]. Bu volkanikler jeokimyasal olarak yüksek K'lu ve kalk-alkalen özelliğe sahiptirler [17].

Hallaçlar volkaniklerinin kalınlığı yaklaşık olarak 400 m. kadardır. Çalışma alanında volkanik evre, dasit, riyodasit, andezit, traki-andezit tipi lavlardan, tüflerden ve silisleşmiş tüflerden meydana gelmiştir. Tüfler, çok geniş bir alanda yüzlekler verirken, lavlar ve lav domları daha dar bir alanda yüzlekler vermiştir. Lavlar kahvemsî, siyahımsî ve gri renklerde yer yer altere olmuştur. Bir kısım tüflerde ise, bozuşmaya ve alterasyona uğramış ve silisleşmiştir.

Büyük miktarda silisleşmiş lavlar, yer yer piritleşmiş ve arjilitleşmiştir. Lavlar içerisindeki Cu ve Zn cevher element içeriklerinin yüksekliğini alterasyon ile ilişkili olduğunu yani, alterasyonun artmasına bağlı olarak kayaçlardaki Cu ve Zn cevher element içeriğinin de arttığını belirtmiştir [22].



Şekil 1. Aktarma ve çevresi yer bulduru haritası (Google map)



Şekil 2. Çalışma alanı ve çevresinin jeoloji ve lokasyon haritası [23, 24].

### 3. Materyal ve Metod

Çalışma alanındaki dere yatağından ve üstteki örtü atılarak alınan 23 adet örneğin koordinatları GPS ile kayıt edilmiştir. Dere akış yönünde alınan 1.5-2.0 kg ağırlığındaki sedimentler 2 mm'lik plastik elekten geçirilerek poşetlere konulmuş, numaralandırılmış ve laboratuarda oda sıcaklığında kurutulmuştur. Alınan tüm örnekler -80 mesh açıklığa sahip elek ile elenerek 15-20 g olacak şekilde poşetlenerek kimyasal analizlerinin yapılması hazırlanmıştır.

Aktarma köyü ve çevresinden alınan 23 dere sediment örneğinde 7 elementin kimyasal analizi Yozgat Bozok Üniversitesi BILTEM'de (Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Yozgat) ICP-MS tekniği kullanılarak yapılmıştır.

Daha önce çizilmiş çalışma alanına ait jeoloji haritası Adobe Illustrator CS3 programı kullanılarak çalışmanın amacına uygun olarak yeniden çizilmiştir. Dere sedimentlerine ait istatistiksel değerler, korelasyon katsayıları ve faktör analizleri SPSS 15.0 programıyla hesaplanmıştır. Bu sedimentlerin element dağılım haritaları ise SURFER 9.0 programı ile çizilmiştir.

### 4. Tartışma ve Sonuçlar

Çalışma alanı ve çevresinden toplanan 23 adet dere sedimentinden elde edilen jeokimyasal analiz sonuçları, SPSS 15.0 programı kullanılarak istatistiksel olarak hesaplanmış ve Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de aritmetik ortalama değerleri ile medyan değerleri arasında çok az farklılık gözlenmesi, incelenen elementler arasında normal bir dağılımın olduğunu göstermektedir [25].

As, Ba, Cd, Cu, Ni, Pb ve Zn elementlerinin hesaplanan ortalama değerleri, standart sapma değerlerine göre büyük yani elde edilen verilerin ortalamaya yakın olduğu görülmüştür (Tablo 1).

**Çizelge 1.** İnceleme alanı sediment örneklerinin istatistiksel değerleri (mg/kg)

|           | Minimum | Maksimum | Aralık | A. Ortalama | Std. Sapma |
|-----------|---------|----------|--------|-------------|------------|
| <b>Ag</b> | 0.02    | 0.98     | 0.96   | 0.14        | 0.2        |
| <b>As</b> | 3.7     | 101.5    | 97.8   | 31.3        | 28.7       |
| <b>Ba</b> | 70      | 460      | 390    | 213.0       | 127.8      |
| <b>Cd</b> | 0.10    | 0.97     | 0.87   | 0.36        | 0.26       |
| <b>Cu</b> | 25.2    | 152.5    | 127.3  | 61.0        | 33.5       |
| <b>Ni</b> | 7.80    | 74.2     | 66.4   | 18.7        | 14.2       |
| <b>Pb</b> | 12.3    | 83.4     | 71.1   | 35.2        | 21.1       |
| <b>Zn</b> | 59      | 163      | 104    | 97.1        | 31.3       |

Hesaplanan sperman korelasyon katsayılarına bakıldığında, Ag-Cd (0.70), Ag-Zn (0.65), Cd-Cu (0.62), Cd-Pb (0.63), Cd-Zn (0.96), Cu-Cd (0.62), Cu-Zn (0.63) ve Pb-Zn (0.65) elementleri arasında yüksek pozitif bir korelasyon olduğu gözlenirken, Ag-As (-0.008), As-Ni (-0.32), Ba-Ni (-0.12), Cu-Ni (-0.05), Pb-Ni (-0.19), Ni-Zn (-0.08) elementleri arasında negatif korelasyon olduğu gözlenmiştir (Tablo 2). Elementlerin pozitif korelasyon göstermesi, bu element çiftlerinin birlikte hareket ettiğini göstermektedir. Cd ile Zn arasında çok yüksek pozitif bir korelasyon (0.96) görülmesi, Cd ve Zn elementlerinin çalışma alanındaki hidrotermal cevherleşmelere yakın olabileceğini işaret etmektedir.

**Çizelge 2.** Elementler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları (\*\*0.01 ve \*0.05)

|    | Ag       | As     | Ba      | Cd       | Cu       | Ni     | Pb       | Zn |
|----|----------|--------|---------|----------|----------|--------|----------|----|
| Ag | 1        |        |         |          |          |        |          |    |
| As | -0.008   | 1      |         |          |          |        |          |    |
| Ba | 0.4      | 0.118  | 1       |          |          |        |          |    |
| Cd | .703(**) | 0.186  | 0.313   | 1        | .618(**) |        |          |    |
| Cu | 0.332    | 0.353  | 0.075   | .618(**) | 1        |        |          |    |
| Ni | 0.246    | -0.322 | -0.121  | 0.043    | -0.049   | 1      |          |    |
| Pb | 0.258    | 0.218  | .502(*) | .625(**) | 0.161    | -0.188 | 1        |    |
| Zn | .651(**) | 0.244  | 0.267   | .959(**) | .634(**) | -0.081 | .649(**) | 1  |

Korelasyon matrisinde, bir değişken ile diğeri arasındaki ilişki belirlenir. Faktör analizlerinde amaç, elementler arasındaki korelasyon ilişkilerini faktör grupları ile açıklamaktır. Korelasyon matris değerlerine bakılarak faktör sayıları belirlenebilir. Her değişken, yüksek korelasyona sahip diğeri bir değişken ile aynı grupta toplanarak faktör elde edilir [26].

Dere sedimentlerinde incelenen elementlerin faktör analizi SPSS 15.0 programı kullanılmıştır. Bu faktör analizinde faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Faktör yüklerini daha iyi açıklamak için varimax döndürme yapılmıştır. Toplam varyans değerleri incelendiğinde, başlangıç özdeğerlerinde tüm değişkenler 1. sütunda, değişkenlerin özdeğerleri 2. sütunda, özdeğerlerin açıkladığı varyans yüzdeleri 3. Sütunda ve birikimli varyans değerleri 4. sütunda yer almaktadır (Tablo 3).

Döndürme işleminden sonra, kare yükler toplamındaki özdeğerler, varyans % ve birikimli varyans değerlerinde değişme gözlenmiştir. Ancak toplam birikimli varyanslarda bir değişme olmamıştır. Tablo 3'te toplam varyansın % 37.0'sini 1. Faktör; % 22.4'ünü 2. faktör ve % 18.7'sini 3. faktör açıklamaktadır. Bu tabloda toplam varyans değerlerinin 1. faktörden 3. faktöre azaldığı görülmektedir. Birden büyük (>1) ilk 3 faktörün toplam birikim varyansı % 78.1'dir. Bu üç faktörün dışında kalan birikimli varyans ise % 21.9'dur (Tablo 3).

**Çizelge 3.** İnceleme alanı sediment örneklerinde toplam varyans

| Değişkenler | Açıklanan Toplam Varyans |           |             | Döndürme Yapıldıktan Sonra Karesel Yüklerin Toplamı |             |                       |
|-------------|--------------------------|-----------|-------------|---|-------------|-----------------------|
|             | Özdeğerler               | Varyans % | Kümülatif % | Özdeğerler  | Varyans (%) | Birikimli Varyans (%) |
| Ag          | 3.6                      | 45.0      | 45.0        | 3.0   | 37.0        | 37.0                  |
| As          | 1.5                      | 18.4      | 63.5        | 1.8   | 22.4        | 59.4                  |
| Ba          | 1.2                      | 14.6      | 78.1        | 1.5   | 18.7        | 78.1                  |
| Cd          | 0.7                      | 8.5       | 86.6        |   |             |                       |
| Cu          | 0.6                      | 7.0       | 93.5        |   |             |                       |
| Ni          | 0.4                      | 5.1       | 98.6        |   |             |                       |
| Pb          | 0.1                      | 1.0       | 99.6        |   |             |                       |
| Zn          | 0.03                     | 0.4       | 100         |   |             |                       |

Varimax döndürme analiz sonuçları Tablo 4'te görüldüğü gibi, Ag, Cd, Cu ve Zn elementleri 1. Faktörü oluşturmuştur. Cu magmatik kayalarda çok fazla bulunabilir [27]. Bazaltik kayaların ilk kristalleşme evrelerinde silikatlı minerallerin yapısına girebilir. Cu, kalkofil özelliğe sahip olduğundan sülfürlü mineralleri oluşturabilir [28]. Ayrıca Cu elementi biyotit, piroksen ve amfibol içerisinde iz element olarak da bulunabilir [29]. Cd'un Zn minerali olan sfalerit (ZnS) içinde iz element şeklinde açıklanabilir [30]. Ayrıca, bu üç elementin birlikte bu faktörde bulunması, eski maden kalıntıları veya atıkları şeklinde antropojenik kaynaklı da olabilir.

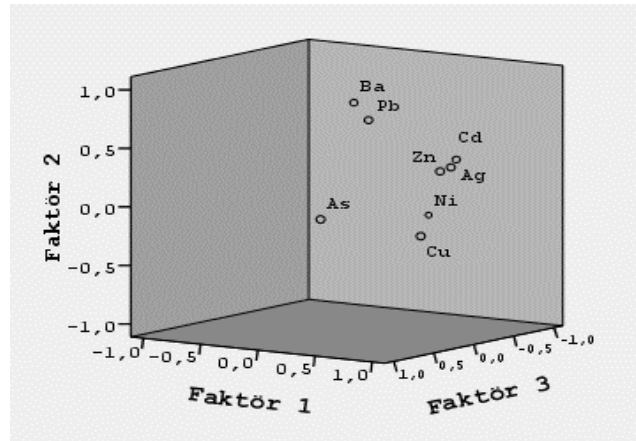
Ba ve Pb elementleri 2. Faktörde bulunmaktadır (Tablo 4). Pb, arazide gözlemlenen galenlerden kaynaklı olabilir. Baryum elementi doğada fazla bulunan elementlerden biri olup, volkanik kayalarda zenginleştiği görülmektedir [31].

3. Faktörde As elementi yer almaktadır (Tablo 4). As çoğu sülfürlü minerallerin (pirit, sfalerit gibi) kristal yapısında bulunabildiği gibi, kendi mineralini de oluşturabilir [32]. As, killer ve Fe oksit - hidroksitler tarafından tutularak ince taneli dere sedimentlerinde zenginleşmiş olabilir [33].

**Çizelge 4.** Rotasyonlu Faktör Matrisi

|    | <b>Faktör 1</b> | <b>Faktör 2</b> | <b>Faktör 3</b> |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ag | 0.68            | 0.37            | -0.40           |
| As | 0.30            | -0.02           | 0.75            |
| Ba | 0.07            | 0.85            | 0.02            |
| Cd | 0.89            | 0.38            | -0.02           |
| Cu | 0.83            | -0.18           | 0.26            |
| Ni | 0.15            | -0.22           | -0.80           |
| Pb | 0.35            | 0.76            | 0.22            |
| Zn | 0.88            | 0.36            | 0.10            |

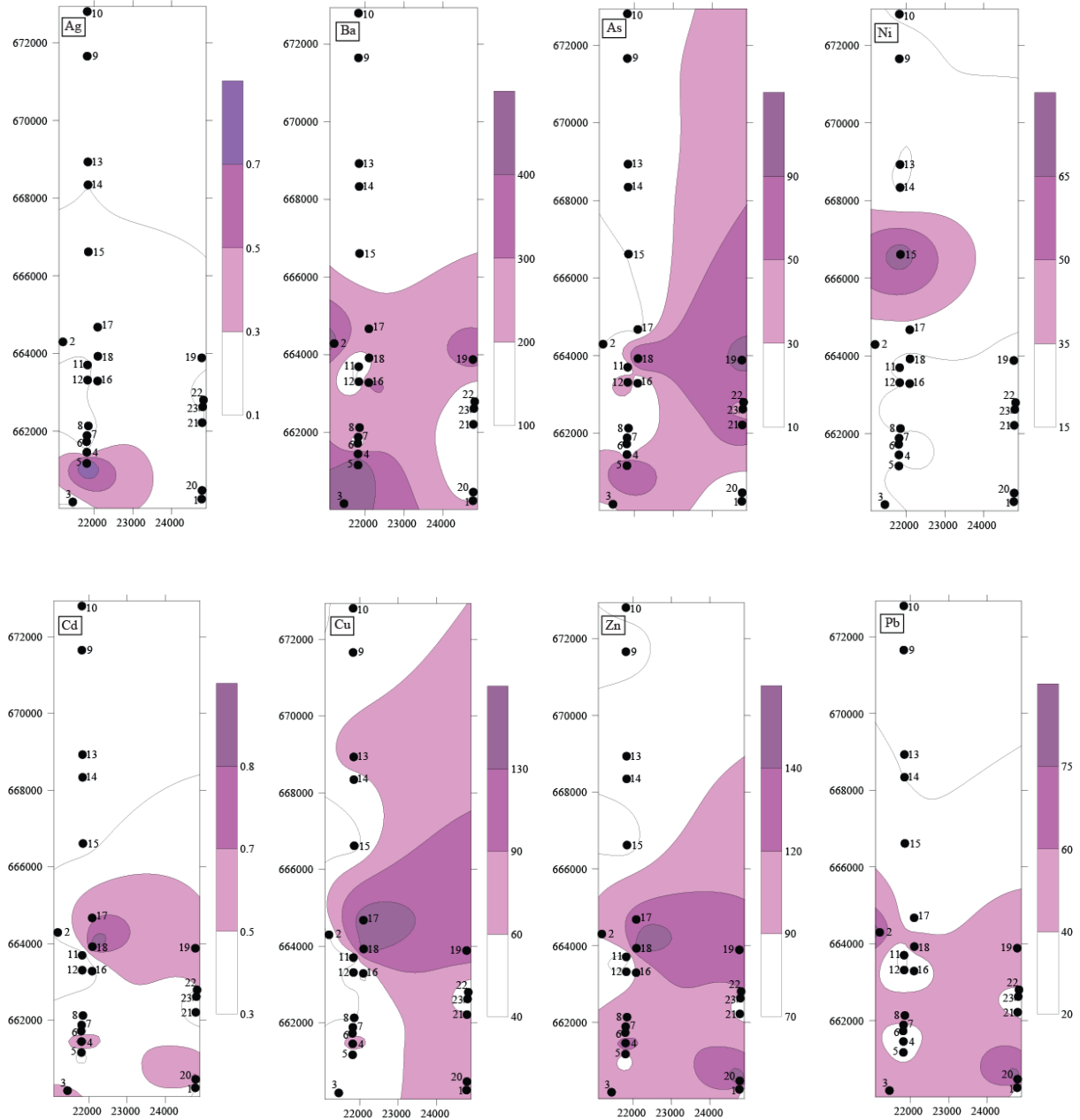
Faktör yükleri grafiğinde, incelenen elementler arasındaki ilişkiler görsel olarak verilmiştir. Bu grafikte benzer elementler üç farklı grupta yer almıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Faktör Yükleri Grafiği

Alansal dağılım haritaları SURFER 9.0 programı kullanılarak çizilmiştir. Elde edilen değerlerden dağılım haritasının oluşması için, bu değerlerin % 25'i eşik, % 50'si normal, %75 anomali ve %95'i yüksek anomali değerler olarak alınmıştır.

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki sedimentlerin alansal olarak dağılım grafikleri Şekil 4'te verilmiştir. Ag ve Ba elementleri 5 nolu lokasyonda en yüksek değeri gösteren anomaliye sahiptir. Ag çalışma alanındaki diğer tüm örnek lokasyonlarında % 25 olan eşik değerlerdedir. Ba elementi, 2 ve 3 nolu lokasyonlarda da çok yüksek anomali göstermektedir. Bu element 4, 6-8, 16, 17 ve 19 nolu lokasyonlarda ise normal değerleri yansıtmaktadır.



Şekil 4. Aktarma ve çevresindeki sediment örneklerinde incelenen elementlerin alansal dağılımı

As elementi 19 nolu lokasyonda çok yüksek bir anomaliye sahip olup, 5, 18, 21 ve 22 nolu lokasyonlarda anomali göstermektedir. Ni elementi sadece 15 nolu lokasyonda yüksek anomaliye

sahiptir ve çalışma alanındaki diğer tüm örnek lokasyonlarında eşik değerlerdedir. Cd elementi 18 nolu lokasyonda çok yüksek anomali değerlerine sahiptir. 3, 4, 17, 19 ve 20 nolu lokasyonlarda normal anomali değerlerindedir. Diğer tüm lokasyonlarda ise, eşik değerlerdedir. Cu elementi 17 ve 18 nolu lokasyonlarda çok yüksek anomali değerlerine sahiptir ve 1, 4, 13, 19 ve 20 nolu lokasyonlarda normal anomali değerlerindedir. Zn elementi 18 ve 20 nolu lokasyonlarda çok yüksek anomali 4, 17 ve 19 nolu lokasyonlarda biraz daha düşük anomali değerlerine sahiptir. Pb elementi 20 nolu lokasyonda çok yüksek anomali göstermektedir. Çalışma alanının yani dağılım grafiğinin güney kısmında anomali gözlenirken kuzeye doğru Pb değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir (Şekil 4). Örnek lokasyonlarının tümü hidrotermal alterasyona maruz kalan Hallaçlar Volkaniklerinden alınmıştır. Bu nedenle, dere sedimentlerine hidrotermal cevherleşmeler yansımış olduğu söylenebilir.

Dere yataklarında incelenen elementlerin bazı lokasyonlarda anomali göstermesi bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörler; (1) dere tabanından veya yamaçlarından aşındırılmış dirençli ağır metaller (2) derelerin kaynak alanlarından aşındırılan ince taneli ikincil cevher mineraller ve (3) dere sularından kaynaklanan Fe-Mn oksit – hidroksitler tarafından adsorbe edilen metallerdir [33].

Çalışma alanında örnekler birbirine çok yakın alındığından incelenen element değerleri yüksektir. Bu da alınan örneklerin cevherleşmeye yakın olduğunu ve daha sonra yüksek erozyon ile hemen ortamdan uzaklaştığını göstermektedir [34, 35].

## 5. Sonuç

Balıkesir iline 21 km uzaklıkta bulunan inceleme alanı, Hallaçlar volkanik kayaları içinde yer almaktadır. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki dere yataklarında GPS yardımıyla farklı lokasyonlardan 23 adet sediment örneği alındı ve bu sementlerdeki element değerleri jeokimyasal olarak incelenmiştir. İncelenen elementlerin ortalama değerleri standart sapma değerlerinden yüksek olduğu gözlenmiştir.

Elementler arasındaki sperman korelasyon katsayılarına bakıldığında, Ag-Cd, Ag-Zn, Cd-Cu, Cd-Pb, Cu-Cd, Cu-Zn ve Pb-Zn element çiftleri arasında yüksek, Cd-Zn element çifti arasında çok yüksek pozitif bir korelasyon olduğu gözlenirken, Ag-As, As-Ni, Ba-Ni, Cu-Ni, Pb-Ni, Ni-Zn element çiftleri arasında negatif korelasyon olduğu gözlenmiştir. Element çiftleri arasındaki bu ilişki incelendiğinde, bu elementlerin çalışma alanındaki hidrotermal çözeltilere yakın olabileceğini işaret etmektedir.

Yapılan istatistiksel hesaplamalara göre, toplam varyansın % 37.0'sini 1. Faktör; % 22.4'ünü 2. faktör ve % 18.7'sini 3. faktör açıklamaktadır ve toplam varyans değerlerinin 1. faktörden 3. faktöre azaldığı görülmektedir. Birden büyük (>1) ilk 3 faktörün toplam birikim varyansı % 78.1'dir.

Çalışma alanındaki dere sedimentlerindeki elementlerin alansal dağılımlarına göre, As, Ba, Cd, Cu, Pb ve Zn değerlerinin genel olarak orta ve güney kesimlerde yüksek anomaliler sunduğu görülmektedir. Dere sedimentlerinde incelenen elementlerin yüksek anomaliye sahip olması, hidrotermal çözeltilerden etkilenmiş olabileceğini göstermektedir.

## Teşekkür

GRC Madencilik Ltd. Şirketine bu çalışma sırasında desteklerini esirgemedikleri için teşekkür ederim.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.



**Kaynaklar**

- [1] Young SM, Pitawala A, Ishiga H, Geochmeical characteristics of streamsediments, sediment fractions, soils and basement rocks from the Mahaweli River and its catchment, Sri Lanka. *Chem. Erde*, 2013, (73): 357–371.
- [2] Kirkwood C, Everett P, Ferreira A, and Lister B. Stream sediment geochemistry as a tool for enhancing geological understanding: An overview of new data from south-west England *Journal of Geochemical Exploration*, 2016, 163: 619 28-40
- [3] Fletcher WK. Stream sediment geochemistry in today’s exploration World 614 In: AG Gubbins (ed), *Proceeding of exploration 97: Fourth Decennial 615 International Conference on Mineral exploration*, 1997, pp 249-260
- [4] Mazzucchelli RH. Drainage geochemistry in arid regions In: Hale, M, and 621 Plant, JA, (eds), *Drainage Geochemistry Handbook of Exploration 622 Geochemistry*, 1994, 6: pp 379-414
- [5] El-Kammar A, El-Wakil M, El-Rahman YA, Fathy M, Abdel-Azeem M. Stream sediment geochemical survey of rare elements in an arid region of the Hamadat area, central Eastern Desert, Egypt *Ore Geology Reviews Volume (117)*, February 2020, 103287
- [6] Calvert SE, Pedersen TF, Karlin RE. Geochemical and isotopic evidencefor post-glacial palaeoceanographic changes in Saanich Inlet, British Columbia *Mar Geol* 2021, (174): 287–305
- [7] Glasby GP, Szefer P, Geldon J, Warzocha J. Heavy-metal pollution ofsediments from Szczecin Lagoon and the Gdansk Basin Poland *Sci Total Environ* 2004, (330): 249–269
- [8] Naimo D, Adamo P, Imperato M, Stanzione D. Mineralogy andgeochemistry of a marine sequence, Gulf of Salerno, Italy *Quatern* 2005, Int140–141, 53–63National Meteorological Service, 2010 [http://smn.cnagob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12&Itemid=77](http://smn.cnagob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=77)
- [9] Wei G, Liu XH, Liu Y, Shao L, Liang X. Geochemical record of chemicalweathering and monsoon climate change since the early Miocene in the SouthChina Sea *Paleoceanography*, 2005, (21): 4214–4225
- [10] Liu B, Wang Y, Su X, Zheng H. Elemental geochemistry of northern slopesediments from the South China Sea: implications for provenance and sourcearea weathering since Early Miocene *Chem Erde*, 2013, (73): 1–7
- [11] Schneider S, Hornung J, Hinderer M, Garzanti E. Petrography andgeochemistry of modern river sediments in an equatorial environment (Rwenzori Mountains and Albertine rift: uganda) – implications forweathering and provenance *Sed Geol* 2016, (336): 106–119
- [12] Shruti VC, Jonathan MP, Rodríguez-Espinosa PF, Nagarajan R, Escobedo-Urias DC, Morales-García SS, Martínez-Tavera E. Geochemical characteristics of stream sediments from anurban-volcanic zone, Central Mexico: Natural and man-made inputs *Chemie der Erde*, 2017; (77): 303–321
- [13] Johnson CC, Flight DMA, Ander EL, Lister TR, Breward N, Fordyce FM, Nice SE. The collection of drainage samples for environmental analyses from active stream channels In: DE VIVO, B, BELKIN, HE AND LIMA, A (editors) *Environmental Geochemistry: site characterization, data analysis and case histories* (London: Elsevier), 2008; 59-92
- [14] Everett PA, Lister TR, Fordyce FM, Ferreira AMPJ, Donald AW, Gowing, CJB, Lawley RS. *Stream sediment geochemical atlas of the United Kingdom Keyworth, Nottingham, British Geological Survey*, 2019; 94pp (OR/18/048)
- [15] Plant JA. Regional geochemical maps of the United Kingdom: environmental and economic applications *Mercian Geologist*, 1983; Vol 9 (2): 75-87
- [16] Darnley AG, Byörklund A, Bølviken B, Gustavsson N, Koval, PV, Plant JA, Steenfelt A, Tauchid M, Xuejing X, Garret RG, Hall, GEM. A global geochemical database for environmental and resource management: Final report of IGCP Project 259, Earth Sciences, 1995;19, (Paris: UNESCO Publishing)
- [17] Bozan F. Büyükbostancı-Çiçekpınar (Balıkesir) Köyleri Civarındaki Hallaçlar Volkanitlerinin Petrografisi ve Petrolojisi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2019;107 sayfa, Balıkesir

- [18] Koc A, Comakli B, Gokkus A, Tahtacioglu L. The effects of nitrogen, phosphorus and ungrazed on plant density of Guzelyurt village in Erzurum Proc Turkey Field Crops Congress, Vol: Forage and Grassland, Izmir, 1994; pp: 78± 82
- [19] Erdem D. Şapçı (İbirlir-Balıkesir) Volkaniti'nin Petrografisi, Jeokimyası ve Petrolojisi Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Yüksek Lisans Tezi, 2015; 63s (yayınlanmamış)
- [20] Erdem D, Aslan Z. Petrography and Petrology of the Calc-alkaline Şapçı (Balıkesir) Volcanics: Volcanism Related to Collision in the Biga Peninsula (NW Turkey), Geological Bulletin of Turkey Cilt 58, Sayı 3, Ağustos 2015; Volume 58, Number 3
- [21] Ercan T. Cenozoic volcanism in Central Anatolia Journal Publication of Mineral Research and Exploration Rules 1986; (107):119-140
- [22] Ercan, T., Günay, E., Türkecan A., 1984. Edremit - Korucu yöresinin (Balıkesir) Tersiyer Stratigrafisi magmatik kayaların petrolojisi ve kökensele yorumu. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 27, 21 - 30
- [23] General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), 1/500000 Scale Geological Maps 2002, <https://www.mta.gov.tr/v30/sayfalar/hizmetler/doc/IZMIR.pdf>
- [24] Kirat G, Aydın N. Investigation of Metal Pollution in Moryayla (Erzurum) and Surrounding Stream Sediments, Turkey International Journal of Environmental Science and Technology Int J Environ Sci Technol 2018; (15):2229–2240 <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1611-9>
- [25] Akçay M. Jeokimya Temel Kavramlar ve Uygulamaya Aktarımları KTÜ Matbaası, Trabzon, 2002; 506s
- [26] Polat Y. Faktör analizi yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve hayvancılık denemesine uygulanışı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Zootekni Anabilim Dalı, 2012; 296 s.
- [27] Kundi T, Kuluncak (Malatya) Çevresinin Dere Kumu Jeokimyası Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2006
- [28] Erler A. Jeokimya Ortamlar Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Eğitim Dizisi, 1986;353 s
- [29] Senior A, Leake BE. Regional Metasomatism and Geochemistry of the Daldarian Metasediments Of The Connemara Western Ireland, J Petrol, 1978; (19): 585-625
- [30] Yeniçirak M. Menteşe (Soma-Manisa) Çevresi Dere Kumlarının Metal İçeriği ve Dağılımı, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2021; 98 sayfa, Balıkesir
- [31] Horoz EM. Çıtak (Bigadiç-Balıkesir) Çevresi Dere Kumu ve Dere Sularının Metal içeriği ve Dağılımı, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2018; 119s
- [32] Smedley PL, Kinniburgh DG. A Review of the Source Behavior and Distribution of Arsenic In Natural Waters Appl Geochem, 2002, (17): 517–568
- [33] Bölücek C, Kalender L. Distribution of Cu, Pb, Zn, As and Cd in stream sediments north of Elazığ Geosound, 2005; (47): 91 -101
- [34] Çağatay MN. Selective extraction techniques in exploration for volcano-genetic sulphide deposits, Eastern Black Sea Region, Turkey Journal of Geochemical Exploration, 1984; (21): 273-290
- [35] Alçiçek ÖN. Dadağı (Gülşehir-Nevşehir) Çevresinde Uranyum İçin Jeokimyasal Arama Çalışmaları, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi ,145 sayfa, Elazığ, 2016.