



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**Haydar Dağı (Bozkır-Konya) Bölgesindeki Dere
Kumu Ve Topraklardaki Ağır Metallerin Kökeni
Ve İnsan Sağlığı Açısından Risk Faktörlerinin
Araştırılması**

Abdulhekim DEMİR

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Mühendisliği ANABİLİM DALI

Şubat-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Abdulhekim DEMİR

Tarih: 05/02/2024

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Konya Teknik Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı
Tarih

Öğrencinin Adı-Soyadı
Tarih

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Haydar Dağı (Bozkır-Konya) Bölgesindeki Dere Kumu Ve Topraklardaki Ağır Metallerin Kökeni Ve İnsan Sağlığı Açısından Risk Faktörlerinin Araştırılması

Abdulhekim DEMİR

Konya Teknik Üniversitesi
Doğa Bilimleri Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK

İnceleme alanı, Orta Toroslar'ın batı kesiminde ve Konya ovası güney kesiminde yer alan Haydar Dağı (Bozkır-Konya) Konya ilinin güney kesiminde kalmaktadır. İnceleme alanı, yaklaşık 70 km² genişliğinde bir alandır.

Çalışmada; Orta Toroslar'ın batı kesiminde ve Konya ovası güney kesiminde yer alan Haydar Dağı (Bozkır-Konya) bölgesinde bulunan eski maden sahalarında derekumu ve topraklardaki ağır metallerin kökeni ve insan sağlığı açısından risk faktörlerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Türkiye'nin yapısal sınıflamasında Toroslar, Anatolid-Torid Platformu/Anatolid-Torid Bloğu içinde yer almakta ve elitolojik olarak Paleozoyik ve Erken Mesozoyik platform karbonatları, Paleozoyik-Erken Mesozoyik volkano-sedimanter ve epiklastik kayalar, bunların metamorfik kaya eşlenikleri, Kretase ofiyolit ve ofiyolitik melanj içeren nap sistem serileri ile Geç Kretase ve daha genç çarpışma sonrası sedimanter ve magmatik/vulkanik kayalar içerdiği belirtilmektedir. İnceleme alanında sistematik rastgele seçilen 11 adet toprak ve aynı noktalardaki kayalardan 10 adet numune derlemesi yapılmıştır.

Alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçlarını istatistiksel yöntemlerden de faydalanılarak değerlendirilmiştir. Ağır metal birikimleri için çoğunlukla kullanılan birikim indeksleri tercih edilerek kirliliğin miktarı ve kontrol eden olaylar tanımlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda hesaplanan birikim indeks değerlerine göre bölgede Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından T2, T4, T5, T6, T7, T8 ve T9 noktalarında kirlilik ve birikimin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Sağlık Riski Değerlendirmesinde Yetişkin (adult) ve Çocuklar (Children) üzerindeki etkisinde ise ağırlıklı olarak Yutma (ADDing) ve kısmen de Dermal Temas (ADDder) sonuçlarına göre ise de T2-T4-T5-T6-T7-T8-T9 noktaların riskli olduğu tespit edilmiştir.

İnceleme alanında Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından antropojenik kaynaklı kirlenmelerin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bölgedeki litolojilerin Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından içerik bulundurma bu noktalarda jeojenik faktörlerin de etken olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Haydar Dağı, Jeobirikim indeksi, kirlilik, sağlık riski, tehlike oranı

ABSTRACT

Investigation Of The Origin Of Heavy Metals In Stream Sediments And Soils And Risk Factors For Human Health In Haydar Dağı (Bozkır-Konya) Region

Abdulhekim DEMİR

**Konya Teknik University
Institute of Graduate Studies
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK

The study area, Haydar Mountain (Bozkır-Konya), is located in the western part of the Central Taurus Mountains and the southern part of the Konya plain, in the southern part of Konya province. The study area is approximately 70 km² wide.

In the study; It was aimed to investigate the origin of heavy metals in stream sediments and soils and their risk factors for human health in old mining areas in the Haydar Mountain (Bozkır-Konya) region, located in the western part of the Central Taurus Mountains and the southern part of the Konya plain.

In the structural classification of Turkey, the Taurus Mountains are located within the Anatolide-Tauride Platform/Anatolide-Tauride Block and are classified as Paleozoic and Early Mesozoic platform carbonates, Paleozoic-Early Mesozoic volcano-sedimentary and epiclastic rocks, their metamorphic rock equivalents, Cretaceous ophiolite and ophiolitic mélange. It is stated that it contains nappe system series containing Late Cretaceous and younger post-collisional sedimentary and magmatic/volcanic rocks. Systematic random sampling in the study area 10 samples were compiled from 11 selected soils and rocks at the same points.

The chemical analysis results of the samples taken were evaluated using statistical methods. Accumulation indices, which are mostly used for heavy metal accumulations, were preferred and the amount of pollution and controlling events were tried to be defined. According to the accumulation index values calculated based on the data obtained, it was determined that there was pollution and accumulation in the region at T2, T4, T5, T6, T7, T8 and T9 points in terms of Pb, Zn, Cd and Hg. In addition, in terms of its effect on adults and children in the Health Risk Assessment, T2-T4-T5-T6-T7-T8-T9 points are considered risky according to the results of mainly ingestion (ADD_{ing}) and partly Dermal Contact (ADD_{der}). has been detected.

It is thought that there is anthropogenic contamination in terms of Pb, Zn, Cd and Hg in the study area. In addition, the content of the lithologies in the region in terms of Pb, Zn, Cd and Hg It has been concluded that geogenic factors are also a factor at these points. Key Words:

Keywords: Haydar Mountain, Geoaccumulation index, pollution, health risk, hazard quotient

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başlangıç aşamasından itibaren öneri, katkı ve yardımlarını esirgemeyen, danışman hocam sayın Doç.Dr. Alican ÖZTÜRK'e sonsuz teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları ve tez hazırlama aşamasında yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez aşamasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Doç.Dr. Arif DELİKAN'a ve çalışmama maddi destek sağlayan KTÜN BAP'a teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi yardımlarını benden esirgemeyen değerli aileme, eşime ve hayatımızı güzelleştiren oğluma çok teşekkür ederim.

Abdulhekim demir

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
1.2. Coğrafi Konum	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Bölgesel-Yapısal Jeolojik, Petrografik, Petrolojik ve Hidrojeolojik Çalışmalar	3
2.2. Toprakların Tanımı ve Kirliliği Hakkındaki Çalışmalar	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1. Hazırlık Çalışması	7
3.2. Arazi Çalışması	7
3.3. Laboratuvar Çalışması	8
3.4. Sonuçların Değerlendirilmesi	9
3.5. Zenginleşme Faktörü (EF) - Jeobirikim İndeksi (I_{geo})	9
3.6. Kirlilik Faktörü (Cf), Kirlilik Yük İndeksi (PLI), Potansiyel Ekolojik Risk Endeksi (EE_{EE}) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI)	10
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	14
4.1. Stratigrafi	14
4.1.2. Temel Kayaçlar	16
4.1.2.1 Hadim Napı	16
4.1.2.2 Çekiçdağı grubu (Pçe)	17
4.1.2.3 Sinatdağı Napı	17
4.1.2.4 Marmaris Ofiyolit Napı	19
4.1.2.5 Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm)	19
4.1.2.6 Gülbahar Napı	20
4.1.2.7 Huğlu birimi	20
4.2. Yapısal Jeoloji	21
5. Toprak Jeokimyası	22
5.1. Topraklardaki Ağır Metal Zenginleşmesi ve Risk Değerlendirmesi	27
5.1.1. Topraklardaki Zenginleşme Faktörünün (EF) Değerlendirilmesi	27
5.1.2. Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi'ne (I_{geo}) Göre Değerlendirilmesi ...	30
5.1.3. Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) Değerlerine Göre	32
Değerlendirilmesi	32
5.1.4. Toprak Numunelerinin Kirlilik Yük İndeksi'ne (PLI) Göre	34
Değerlendirilmesi	34
5.1.5. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi'ne (RI) Göre	34
Değerlendirilmesi	34
5.1.6. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü'ne (Eri) Göre	35

Değerlendirilmesi	35
5.1.7. Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere (WHO/FAO- TKKNKSDY Göre Değerlendirilmesi	36
5.1.8. Sağlık Riski Değerlendirmesi	38
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	43
KAYNAKLAR	45



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

WHO: Dünya sağlık örgütü.

E_rⁱ: Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü.

Igeo: Jeobirikim İndeksi.

RI: Potansiyel ekolojik risk indeksi.

PLI: Kirlilik risk indeksi.

CF: Kirlilik faktörü.

EF: Zenginleşme faktörü.

NASC: Kuzey Amerika Şeyli Kompoziti

PASS: Arkean sonrası Avustralya Şeylleri (Post-Archean Australian shales)

HQ: Tehlike oranı

HI: tehlike indeksi

ADD: Ortalama günlük doz/Average daily dose

TKKNKKSDY: Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası	2
Şekil 2. Doğu Akdeniz'in levha geometrisi ve Türkiye'nin paleo- ve neo-tektmik alanlarını gösterir harita. Toros kuşağı düşey çizgiler ile gösterilmektedir (Okay ve Tüysüz 1999; Işık vd. 2014'den yeniden çizilmiştir).	3
Şekil 3.1. Arazi çalışmasına ait fotoğraflar.....	8
Şekil 3.2. İnceleme alanından derlenen toprak ve kayaç numune yerleri.....	8
Şekil 4.1. İnceleme alanı stratigrafi dikme kesiti.....	15
Şekil 4.2. İnceleme alanı tektonik dikme kesiti.....	16
Şekil 4.3. Haydar dağı bölgesi topraklarından derlenen numunelerden analizi yapılan ana oksit ve iz elementlere ait koefitik korelasyon katsayılarına göre cluster (küme) analizinde yakınlık sıralaması.....	28



ÇİZELGELER

Çizelge 3. 1. Jeobirikim İndeksi (I_{geo}), (Muller, 1969).....	9
Çizelge 3. 2. Zenginleştirme Faktörü (Ef), (Zhang ve Liu, 2002).....	10
Çizelge 3. 3. Kirlilik Faktörü (Cf), (Hakanson, 1980).....	10
Çizelge 3. 4. Kirlilik yük indeksi (PLI), (Hakanson, 1980).....	11
Çizelge 3. 5. Potansiyel Ekolojik risk indeksi (E_r^I), (Hakanson, 1980).....	11
Çizelge 3. 6. Potansiyel toksisite indeksi (RI), (Hakanson, 1980).....	11
Çizelge 3.7. Sağlık riski değerlendirme denklemlerinde kullanılan parametrelerin tanımı ve değerleri.....	13
Çizelge 3.8. Sağlık riski değerlendirilmesi Bleam WF (2016).....	14
Çizelge 5.1. Topraklardan derlenen numunelere ait kimyasal analiz sonuçları, student t testi ve istatistiksel analiz özetleri (N.S. : Numune sayısı, A.L. : Alt Limit, Ü.L. : Üst Limiit, Ort. : Ortalama, Std. Sap. : Standart Sapma).....	23
Çizelge 5.2. İnceleme alanından alınan Toprak numunelerin element içerikleri ve analiz sonuçlarının istatistiki özetleri (N.S. : Numune sayısı, A.L. : Alt Limit, Ü.L. : Üst Limiit, Ort. : Ortalama, Std. Sap. : Standart Sapma).. (Turekian and Wedepohl, 1961; Krauskoph, 1985).....	24
Çizelge 5.3 İnceleme alanında derlenen topraklarda numuneleri üzerinde gerçekleştirilen basit korelasyon analiz sonuçları.....	25
Çizelge 5.4. Toprak Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) analiz oranları ve değerlendirilmesi.....	29
Çizelge 5.5. Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) Değerlerine Göre Oranları.....	31
Çizelge 5.6. Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) Değerlerine Göre Oranları.....	33
Çizelge 5.7. Toprak Numunelerinin Kirlilik Yük İndeksi'ne (PLI) Göre Değerlendirilmesi.....	34
Çizelge 5.8. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi'ne (RI) Göre Değerlendirilmesi.....	35
Çizelge 5.9. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk Faktörüne (E_r^I) Göre Değerlendirilmesi.....	36
Çizelge 5.10. Toprak numuneleri için temel değerler.....	37
Çizelge 5.11. Toprak örnekleri için ağır metal analiz sonuçları, TKKNKKSDY (2010).....	37
Çizelge 5.12. Toprak numuneleri için ağır metal analiz sonuçlar.....	38
Çizelge 5.13. Çalışma alanından elde edilen veriler sağlık riski açısından değerlendirilmiştir...39	39

1. GİRİŞ

Son yıllarda birçok araştırmacı, terk edilmiş maden sahaları ve çevresindeki tarımsal faaliyetlerle ilgili toprak kirliliğinin nedenlerini araştırmış (Lottermoser ve ark. 1998); (Kabata-Pendias ve Pendias 2001); (Krüger ve Gröngroft 2003); (Komatina 2004) (Horasan ve Arık 2019); (Horasan et al 2021). Kentsel ve kırsal alanlardaki topraklarda yapılan araştırmalarda sanayileşme, tarım ve diğer insan faaliyetlerine bağlı olarak ağır metal birikiminin olduğu görülmektedir (Horasan ve Arık 2019). Günümüzde madencilik alanlarındaki ağır metaller üzerine yapılan araştırmalar ağırlıklı olarak ağır metal kirliliğinin değerlendirilmesi, özellikleri, mekanizması, ekolojik iyileşmesi ve biyolojik etkilerine odaklanmaktadır. Ancak akarsu yataklarında ve diğer depolama alanlarında ağır metallerin birikmesi antropojenik olaylardan kaynaklanmayan sadece jeolojik olaylarla ilişkili olabilir (Horasan ve Arık 2019).

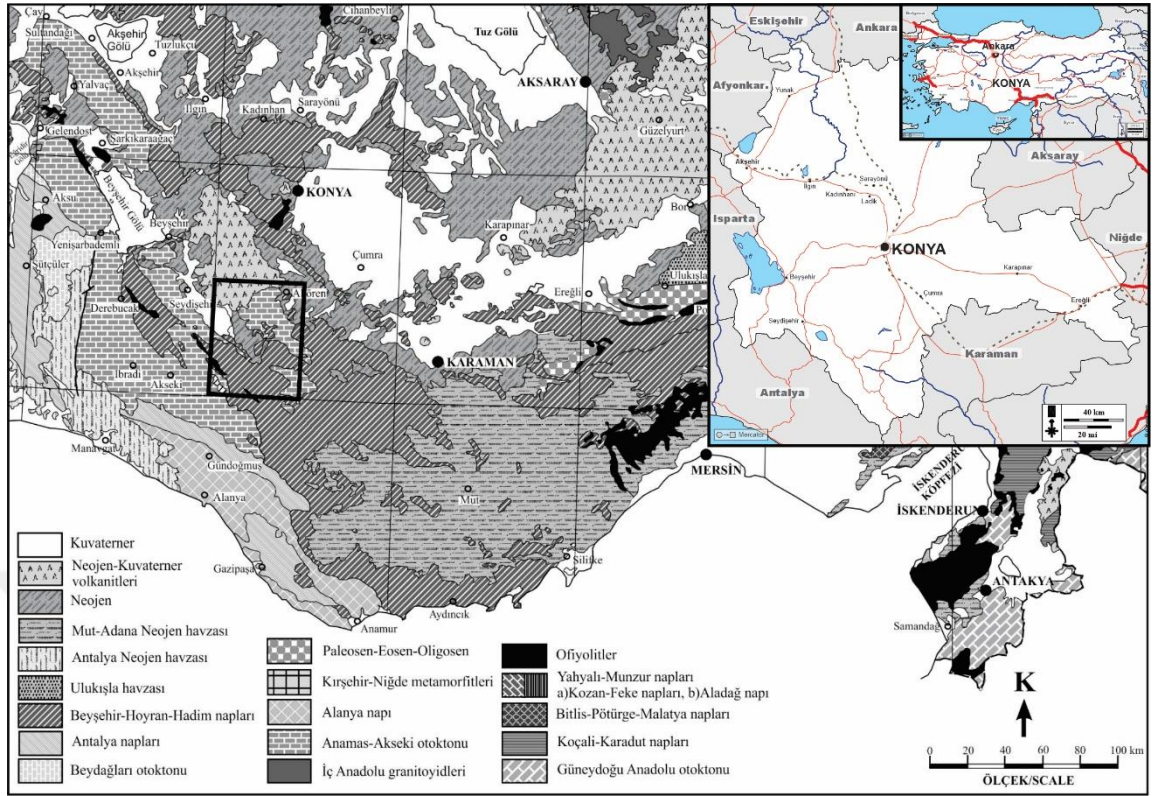
1.1.Çalışmanın Amacı

Bu çalışma Orta Toroslar'ın batı kesiminde ve Konya ovası güney kesiminde yer alan Haydar Dağı (Bozkır-Konya) Konya ilinin güney kesiminde kalan 70 km² lik bölgede terk edilmiş çinko ocağı çevresindeki topraklarda ağır metal birikimi ve etkileri araştırılmıştır.

1.2.Coğrafi Konum

İnceleme alanı Konya İlinin Bozkır İlçesi sınırlarında, 1/25.000 ölçekli N27, N28, N29 paftaları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1).

Çalışma alanı dağlık bir topografya sunmaktadır. İnceleme bölgesinde karasal iklim hüküm sürmektedir.

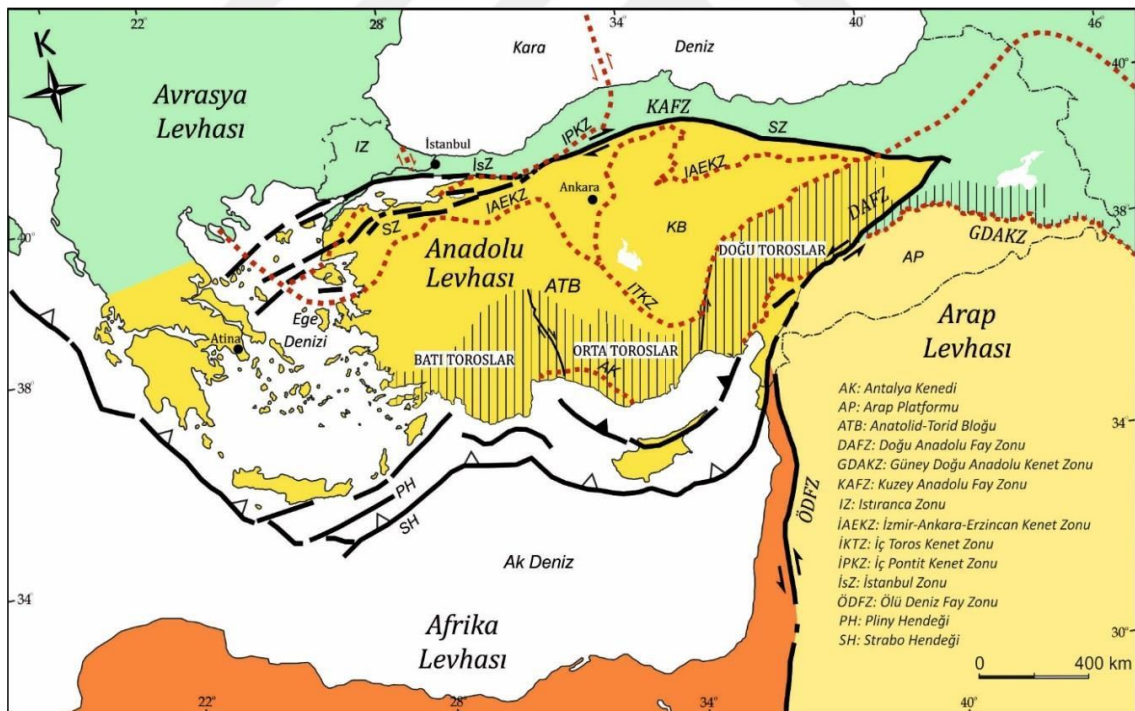


Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Bölgesel-Yapısal Jeolojik, Petrografik, Petrolojik ve Hidrojeolojik Çalışmalar

Toros kuşağı Paleozoyik ve Erken Mesozoyik platform karbonatları, Paleozoyik-Erken Mesozoyik volkano-sedimanter ve epiklastik kayalar, bunların metamorfik kaya eşlenikleri, Kretase ofiyolit ve ofiyolitik melanj içeren nap sistem serileri ile Geç Kretase ve daha genç çarpışma sonrası sedimanter ve magmatik/vulkanik kayalar içerir (Özgül 1976). Levha tektoniğine dayalı Türkiye'nin yapısal sınıflamasında ise Toroslar, Anatolid-Torid Platformu/Anatolid-Torid Bloğu içinde irdelenir (Örn., Şengör ve Yılmaz 1981; Görür vd. 1998; Okay ve Tüysüz 1999) (Şekil 2). Kuşağın jeodinamik evrimi iki okyanusun (Rheic, Tetis) oluşumu ve tüketilmesi ile açıklanmaktadır (Örn., Şengör ve Yılmaz 1981; Stampfli ve Borel 2002). Göncüoğlu vd. (1997a,b) bu kapsamda Torosları Torid-Anatolid Birleşik Terreyin içinde açıklama yoluna gitmiştir.



Şekil 2. Doğu Akdeniz'in levha geometrisi ve Türkiye'nin paleo- ve neo-tekonik alanlarını gösterir harita. Toros kuşağı düşey çizgiler ile gösterilmektedir (Okay ve Tüysüz 1999; Işık vd. 2014'den yeniden çizilmiştir).

Orta Toroslara yönelik jeoloji kayıtları, 19. yüzyıla kadar ulaşsa da (Tchihatcheff 1869) naplı/ekaylı yapının varlığı ilk kez Blumenthal (1952)'ın çalışmaları ile ortaya

konulmaya başlanır. Bölgedeki kaya birimlerinin nap dilimleri ve/veya birlik kavramı kapsamında ayırdımı, Torosların karmaşık jeolojisini anlamada önemli kolaylık olarak görülmektedir (Örn., Metz 1956; Özgül 1976; Tekeli 1980; Demirtaşlı vd. 1984). Özgül (1976) Orta Toroslar başta olmak üzere Toros kuşağında yüzeyleyen kaya birimlerini stratigrafi, yapısal ve metamorfizma özelliklerine göre Geyikdağı, Bolkardağı, Aladağ, Bozkır, Antalya ve Alanya Birlikleri olarak ayırt etmiştir.

Blumenthal (1944), Güney Anadolu Toroslarının Karaman-Aşağı Göksu çöküntüsünün doğusunda kalan bölümünü “Doğu Toroslar”, batısında kalan bölümünü ise “Batı Toroslar” olarak adlandırarak nap şeklindeki şaryaj örtülerinin varlığını belirtmiş, 1947 yılında yapmış olduğu çalışmada, Seydişehir-Beyşehir bölgesindeki Torosların Paleozoyik istiflerinden ve çevresinde yer alan Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarının varlıklarından bahsetmiş ve 1952 yılında yaptığı çalışmada Torosların naplı yapısını izah etmiştir.

Ketin (1965), Torosların tektonik olgunluğunun Oligosen sonunda meydana geldiği, Anadolu’nun tektonik- orojenik hareketinin kuzeyden güneye doğru yavaş bir şekilde ilerlediğini açıklamaktadır.

Martin (1969), Akseki kuzeyinde Torosların stratigrafik ve tektonik araştırmasını yaparak Mesozoyik ve Tersiyer birimlerini ayırtlamıştır.

Özgül (1971), Hadim ve Bozkır bölgesi arasındaki araştırmasında; farklı havzaları temsil eden birliklerin faylı dokanaklarla bir arada bulunduklarını, allokton ve otokton birliklerin faylar tarafından birlikte kesildiğini belirtmiş ve 1976 yılında yaptığı çalışmada Toros kuşağında birbiri ile tektonik ilişkili farklı litolojik ve stratigrafik özellikler gösteren altı farklı birliğin olduğunu söylemiştir. Ayrıca 2009 yılında Orta Toroslar’ın tektono-stratigrafisi ile ilgili çalışmasında Mesozoyik süresince biri güneyde diğeri kuzeyde olmak üzere iki okyanusal havzadan bahseder. Kapanmanın kuzeyde büyük ölçüde Senoniyen’de tamamlandığını belirtir.

Dewey ark. (1975), Ofiyolit Alpin sisteminin levha tektoniği ve evrimini araştırdıkları, ofiyolitlerin jenezinin Torosları oluşturan kireçtaşı ekseninin kuzeyinde yer aldığını söylemişlerdir.

Demirtaşlı (1976), Torosları iç ve dış Toros kuşağı olmak üzere iki bölüme ayırmıştır.

Monod (1977), Beyşehir civarındaki çalışmasında Huğlu birimini ilk kez

tanımlamış ve Aniziye'nin yaşlı olduğunu tespit etmiştir.

İnan ve Uğur (1981), Hadim, Bozkır, Ermenek, Gazipaşa bölgelerinde çinko kurşun araştırmaları yapmıştır.

Ulu (1983), Sugözü-Gazipaşa dolayında yaptığı Orta Toroslar'ın batısında, Aladağ birliğinin alt Jura'dan Senomaniye'ye kadar sığ deniz karbonatları çökeldiği duraylı bir ortamı temsil ettiğini belirtmiş ve 2000 yılında arkadaşları ile Karaman civarındaki çalışmada Bozkır ve Bolcardağı birliklerinin Neotetis'in geç Kretase-erken Paleosen'de kapanmasına bağlı olarak naplar şeklinde ilerlediğini öne sürmüştür.

Ketin (1983), Toros kuşağında ilk şiddetli sıkışma hareketlerinin Kampaniye-Maastrichtiye'de ofiyolit platform üzerine yürümesiyle başladığını, Lütesiye-Oligosen sürecinde etkisini koruduğunu ve Miyo-Pliyosen'de en şiddetli dönemine ulaştığını ileri sürer.

Robertson ve Dixon (1984), Beyşehir-Hoyran-Hadim naplarının İç Toros Okyanusu'nda oluşup güneye doğru ilerleyerek Torosları üzerlediğini söyler.

Woodcock ve Robertson (1984), Tetis ofiyolitleri ile ilgili çalışmalarında Tetis ofiyolitlerinin geç Kretase'deki kıtasal çarpışma sonucu tek bir okyanusal havzadan geliştiğini ve yerleştiğini Tersiyer'de tekrar organize olduğunu belirtirler.

Demirtaşlı ark. (1984), Orta Toroslar'ın otokton ve allokon kütlelerden oluştuğunu ve bunların İç Toros okyanusu ürünü olduğunu söylerler.

Okay (1985), Ofiyolitlerin Senoniye'de Bolkar ve Bozkır birliğini üzerlemeye başladığını, Bolkar metamorfizmasının ofiyolit üzerlemesine bağlı olarak en geç Kretase'de başkalaştığını söyler.

Dilek ve Whitney (2000), Orta Anadolu'nun Senozoyik kabuksal evrimi ile ilgili çalışmalarında Toros dağ kuşağının Oligo-Miyosen'deki gerilme ile çökmeye başladığını ileri sürmüşlerdir ve Dilek'in 2006 yılında yaptığı çalışmada Akdeniz'de geç Kretase'deki güneye doğru olan ofiyolit yerleşimini Paleosen-Eosen'de kıtasal çarpışmanın izlediğini ifade etmiş, Afrika-Arap levhasının kuzeye doğru hareketi ile Tetis okyanusal havzaları çökmüştür. Bunun iki önemli sebebi dalan litosferin hızlı geriye çekilmesinin üst levhada gerilmeye, havza oluşumuna ve magmatizmaya neden olması ve düzensiz kıtasal marjinlerin çarpışmasıdır.

Özer ark. (2004), Toros naplarının İç Toros Okyanusu kökenli olduğunu Menderes-Toros bloğunu güneye doğru üzerleyerek bugünkü konumlarını kazandığını

ileri sürmüşlerdir.

Çelik ark. (2006), Toros Ofiyolit kuşağındaki metamorfik sole kayalarının yaşlandırılması ile ilgili çalışmasında ofiyolitlerin Torosları tektonik olarak üç ayrı yapısal birim halinde üzerlediğini belirtir. Bunlar: Ofiyolitik melanj, metamorfik sole, ultramafik ve mafik kayalardan oluşur.

Pourteau ark. (2010), Neotetis'in kapanması ile ilgili çalışmalarında, Orta Toroslar'daki Kızıltepe ofiyolitini Tavşanlı zonunun kalıntısı olarak kabul ettiklerini, Orta Toroslar'da Beyşehir- Hoyran-Hadım naplarının saat yönü tersinde 40° döndüğünü ileri sürerler.

Sarıfakıoğlu ark. (2012), Paleosen-Eosen magmatizması ile ilgili çalışmalarında Toros kuşağındaki ofiyolitlerin İç Toros okyanusundan ayrıldığını, Kızıltepe ofiyolitinin en geç Kretase-Paleosen metamorfizmasından etkilendiğini, Horoz granitoidinin yaşının Paleosen-erken Eosen olduğunu belirtirler.

Alan ark. (2013), Konya-Karaman civarındaki çalışmalarında bölgedeki temel kayaları Geyikdağı, Bolkardağı, Aladağ ve Bozkır birliği olmak üzere dörde ayırmışlardır. Bölgedeki birliklerin Orta Alpin orojenez evresinden etkilendiklerini ve naplaşma hareketinin Eosen ve erken Miyosen'de de devam ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Güngör (2013), Neotetisin kapanması sırasında orta Torosların kinematiğinden bahsederek Anatolid-Torid platformunun ofiyolit naplarının hareketi ve ağırlığı nedeniyle imbrike bir içyapı kazandığını belirtir.

2.2.Toprakların Tanımı ve Kirliliği Hakkındaki Çalışmalar

Selinus ve ark. (2004), çevre ve toprak kirliliğine neden olan başlıca insan aktivitelerini madencilik (sondaj, maden zenginleştirme, eritme ve arıtma işlemleri), enerji üretimi (fosil yakıt, nükleer ve hidroelektrik çalışmaları), diğer endüstriyel ve üretim faaliyetleri (metalurji ve kimya sanayi, boru imalatı, seramik ve cam sanayi, plastik üretimi ve gübre üretimi), evsel atıklar (çöp ve kanalizasyon), tarımsal faaliyetler (gübre fosil yakıt kullanımı), ulaşım (motorlu araç kullanımı), içme ve kullanma suyu temini (arıtma ve dağıtım) olarak belirlemişler ve bu yönlü bir sınıflandırma yapmışlardır.

Chapman (2007), kontaminasyon ve kirlilik terimlerinin aynı manada kullanılmasına rağmen, bu terimlerin açıklanmasını önermiştir.

Yıldız ve Özbay (2009), toprak kirliliğini, insani faaliyetlerden dolayı tabii yapısının değişmesini, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin farklılığa uğraması ve bu nedenlere bağlı olarak toprak verimliliğinin azalması olarak tanımlamışlardır.

Kurt (2010), Deliçay ve Tarsus Çayı (Mersin) arasındaki bölgede, toprak profillerinin mineralojisini, toprak-su kirliliğini araştırmış, tarım alanlarında yüksek Arsenik değerlerini tarım ilaçlarına ve gübrelemelerine bağlı olduğunu belirtmiştir. Nikel miktarının jeolojik ve antropojenik nedenlere bağlı olabileceğini söylemiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.Hazırlık Çalışması

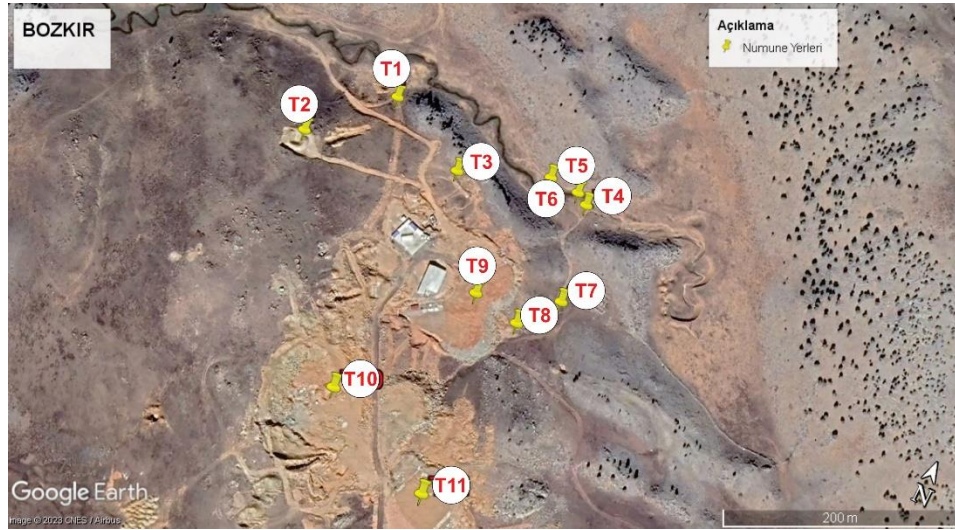
Çalışmanın ilk aşaması olan hazırlık evresinde bölge ile ilgili ayrıntılı veri toplanarak, inceleme alanı ve çevresinde yürütülen araştırmalar derlenmiştir. Arazi aşamasına başlanmadan önce bölge ile ilgili ayrıntılı bilgi edinilmiştir.

3.2.Arazi Çalışması

Bu aşamada, önceki çalışmalardan elde edilen bilgiler ile birlikte bölgenin 1/25.000 ölçekli jeolojik haritalarında yararlanılarak, inceleme alanında uygun bölgelerden rastgele seçilen 11 adet toprak ve aynı noktalardaki kayaçlardan 10 adet numune derlemesi yapılmıştır(Şekil 3.1;2).



Şekil 3.1. Arazi çalışmasına ait fotoğraflar



Şekil 3.2. İnceleme alanından derlenen toprak ve kayaç numune yerleri.

3.3.Laboratuvar Çalışması

Araziden alınan toprak numuneleri ilk olarak 40 °C sıcaklıktaki etüv içinde 24 saat süre bekletilmiştir. Kayaç örnekleri ise halkalı değirmende öğütülerek pudra haline getirilmiştir. Pudra haline getirilen örnekler pelet olarak sıkıştırılarak, analize hazır hale

getirilmiştir. Analiz için hazırlanan numuneler Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Uygulama Merkezi (Konya) laboratuvarlarında XRF cihazlarında toprak analizleri yaptırılmıştır.

3.4.Sonuçların Değerlendirilmesi

Alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçlarını istatistiksel yöntemlerden de faydalanılarak değerlendirilmiştir. Ağır metal birikimleri için çoğunlukla kullanılan birikim indeksleri tercih edilerek kirliliğin miktarı ve kontrol eden olaylar tanımlanmaya çalışılmıştır.

3.5.Zenginleşme Faktörü (EF) - Jeobirikim İndeksi (I_{geo})

Jeobirikim indeksi (I_{geo}); Çizelge (3.1) de bulunan formüllere göre hesaplanarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 3. 1. Jeobirikim İndeksi (I_{geo}), (Muller, 1969)

I_{geo}=	Jeobirikim İndeksi (Geoaccumulation Index)	
I_{geo}=	log₂ C_n/1.5 B_n	
C_n =	Ölçülen ağır metal konsantrasyonu.	
B_n =	Metalin temel (background) değeri	
Faktör 1.5 , lito lojik varyasyonlara bağlı olarak arka plan verileri için kullanılır.		
I_{geo} Değeri	I_{geo} Sınıfı	Çökel Kalitesi
I _{geo} < 0	0	Kirlilik yok
0 < I _{geo} < 1	1	Az kirlilik
1 < I _{geo} < 2	2	Orta derecede kirlilik
2 < I _{geo} < 3	3	Kirlenmiş
3 < I _{geo} < 4	4	Önemli derecede kirlilik
4 < I _{geo} < 5	5	Çok fazla kirlilik
I _{geo} >5	6	Aşırı derecede kirlilik

EF faktörü de topraktaki antropojenik kirliliğin varlığını ve yoğunluğunu değerlendirmek için kullanılır. (Çizelge 3.2).

Çizelge 3. 2. Zenginleştirme Faktörü (Ef), (Zhang ve Liu, 2002).

EF :	Zenginleşme Faktörü (Enrichment Factor)
EF =	$(C_x/F_{ex}) / (C_c/F_{ec})$
C_x, F_{ex} :	Ölçülen ağır metal konsantrasyonu.
C_c, F_{ec} :	Metalin temel (background) değeri (Fe için)
EF Değeri	Çökel Kalitesi
EF < 2	Az zenginleşme
2 < EF < 5	Orta zenginleşme
5 < EF < 20	Önemli ölçüde zenginleşme
20 < EF < 40	Çok yüksek zenginleşme
EF > 40	Aşırı zenginleşme

3.6.Kirlilik Faktörü (C_f), Kirlilik Yük İndeksi (PLI), Potansiyel Ekolojik Risk Endeksi (EE^{EE}_{EE}) ve Potansiyel Toksisite İndeksi (RI)

Kirlilik faktörü (C_f), çökel numunelerindeki ağır metallerin antropojenik etkileri ve çevresel kirliliğin yayılımında kullanılan bir metottur.(Çizelge 3.3).

Çalışma alanından alınan numunelerin ağır metal kirliliğinin yayılımı, kirlilik faktörü (C_f) yöntemi ile belirlenmiştir.

Çizelge 3. 3. Kirlilik Faktörü (C_f), (Hakanson, 1980).

C_f:	Kirlilik Faktörü (Contamination Factor)
C_f=	C_{metal} / C_o
C_{metal} :	Numunenin metal konsantrasyonu
C_o :	Metalin temel (background) değeri
C_f Değeri	Çökel Kalitesi
C_f < 1	Az kirlenme
1 < C_f < 3	Orta kirlenme
3 < C_f < 6	Önemli ölçüde kirlenme
C_f > 6	Çok yüksek kirlenme

Kirlilik yük indeksi (PLI), farklı yerlerin kirlilik durumlarını karşılaştırmak için (Tomlinson ve ark., 1980) tarafından oluşturulmuş bir indekstir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3. 4. Kirlilik yük indeksi (PLI), (Hakanson, 1980).

PLI:	Kirlilik Yük İndeksi (Pollution Loading Index)
PLI=	$n \cdot (CF_1 \cdot CF_2 \cdot CF_3 \cdot \dots \cdot CF_n)$
Cf=	C_{metal} / C_o
C_{metal} :	Numunenin metal konsatrasyonu
C_o :	Metalin temel (background) değeri
Cf :	Kirlilik faktörü
n :	Metal sayısı
PLI değeri > 1	kirlilik var
PLI değeri < 1	kirlilik yok

Potansiyel ekolojik risk indeksi (E_r^i) kirlenmenin ekolojik risk seviyesini belirlenmesi için geliştirilmiş bir yöntemdir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3. 5. Potansiyel Ekolojik risk indeksi (E_r^i), (Hakanson, 1980).

E_r^i:	Potansiyel ekolojik risk indeksi (Potential ecological risk index)
$E_r^i =$	$T_r^i \times C_f$
E_r^i :	Ağır metalin toksisitesi için tepki katsayısı.
Cf :	Kirlilik Faktörü (Contamination Factor)
E_r^i Değeri	Tek faktörlü kirlenmenin ekolojik risk seviyesi
$E_r^i < 40$	
$40 \leq E_r^i < 80$	
$80 \leq E_r^i < 160$	
$160 \leq E_r^i < 320$	
$E_r^i \geq 320$	

Potansiyel toksisite indeksi (RI); topraklardaki metal kirliliğinin seviyesini belirlemek için kullanılır (Hakanson, 1980) (Çizelge 3.6).

Çizelge 3. 6. Potansiyel toksisite indeksi (RI), (Hakanson, 1980).

RI	Potansiyel toksisite indeks (Potential toxicity index)
RI	$= \sum_{i=1}^n E_r^i$
E_r^i	Potansiyel ekolojik risk indeksi
Değeri	Çökel Kalitesi
RI < 150	Düşük
150 ≤ RI < 300	Orta
300 ≤ RI < 600	Ciddi
RI ≥ 320	Önemli

Sağlık Risk Değerlendirilmesi; kimyasal maruziyetten sonra kanserojen olmayan ve kanserojen risklerin olasılığını tahminide kullanılan bir yöntemdir. Ağır metal içeren tozlarının solunum, yutma ve dermal maruziyet sonucu oluşabilecek durumlardır. Bu sağlık riskleri (7,8,9,10,11,12) formülleri ile hesaplanarak değerlendirilmiştir (çizelge 3.7.). Tehlike oranı (HQ), tehlike indeksi (HI), referans doz parametreleri ile kullanılarak alanın kanserojenik riski değerlendirilmiştir (Çizelge3.8).



Çizelge 3.7. Sağlık riski değerlendirme denklemlerinde kullanılan parametrelerin tanımı ve değerleri.

Faktör	Definition/Tanım	Unit/Birim	Value/Değer		Reference/Referans
			Adult Yetişkin	Children Çocuklar	
C	Metal concentration/ Konsantrasyonu	Metal mg kg ⁻¹	–	–	–
R _{ing}	Ingestion rate/Yutma Oranı	mg day ⁻¹	100	200	USEPA (2011)
ED	Exposure duration/ Maruz Kalma Süresi	years	24	6	USEPA (2002)
EF	Exposure frequency/ Maruz Kalma Sıklığı	days year ⁻¹	350	350	USEPA (1997)
CF	Dönüşüm Faktörü	kg mg ⁻¹	10E-06	10E-06	–
BW	Vücut Ağırlığı	kg	70	15	USEPA (1997)
AT	Average time/ Ortalama maruz kalma süresi	years	24	6	USEPA (2002)
C _{inh}	Inhalation rate/ Solunum hızı	m ³ day ⁻¹	5	20	Du et al. (2013)
PEF	Particle emission factor/Parçacık emisyon faktörü	m ³ kg ⁻¹	1.36E09	1.36E09	USEPA (2002)
SA	Skin surface area/ Cilt yüzey alanı	cm ²	5700	2800	USEPA (2002)
SL	Skin derference factor/ Cilt uyumu faktörü	mg cm ⁻²	0.07	0.07	USEPA (2002)
ABS	Dermal absorption factor/ Deri emilim faktörü	–	0.01	0.01	USEPA (2011)
RFD	Reference dose	mg kg ⁻¹ day ⁻¹	Ing RFD		Abdelhafez et al. 2012; Du et al. 2013; Tang et al.2020; Ma et al 2018
			1.00E-03 (Cd),		
			5.00E-03 (Cr),		
			2.00E-02 (Co),		
			3.70E-02 (Cu),		
			2.00E-02 (Ni),		
			3.50E-03 (Pb),		
			3.00E-01 (Zn),		
			1.60E-04 (Hg)		
			Inh RFD		
			1.00E-03 (Cd),		
			2.86E-05 (Cr),		
			1.00E-02 (Co),		
			4.02E-02 (Cu),		
			2.06E-02 (Ni),		
			3.52E-03 (Pb),		
			3.00E-01 (Zn),		
			8.60E-03 (Hg)		
			Derm RFD		
			5.00E-05 (Cd),		
			2.50E-04 (Cr),		
			1.60E-02 (Co),		
			1.90E-03 (Cu),		
			1.00E-03 (Ni),		
			5.25E-04 (Pb),		
			6.00E-02 (Zn),		
			2.10E-05 (Hg)		

ADD Yutma ingestion= $(C \cdot R_{ing} \cdot ED \cdot EF \cdot CF) / (BW \cdot AT) \cdot 10^{-6}$
ADD Solunum inhalation= $(C \cdot C_{inh} \cdot ED \cdot EF) / (PEF \cdot BW \cdot AT) \cdot 10^{-6}$
ADD Deri teması/dermal= $(C \cdot SA \cdot SL \cdot ED \cdot EF \cdot CF \cdot ABS) / (BW \cdot AT) \cdot 10^{-6}$
HQ= ADD/Rfd yada HQ=C _s /RfC
HI=Σ _i HQ _i

Çizelge 3.8. Sağlık riski değerlendirilmesi Bleam WF (2016).

Tehlike katsayısı/ Hazard quotient (HQ)	Maruz kalınan miktar (mg/kg/gün)/ RfD yada RfC (mg/kg/gün)
Tehlike indeksi/Hazard index (HI)	ΣHQ_s
HI < 1	Önemli bir toksik etki ile sonuçlanması muhtemel değildir.
HI > 1	Potansiyel toksisitesi ile ilgili endişe oluşturmaktadır.

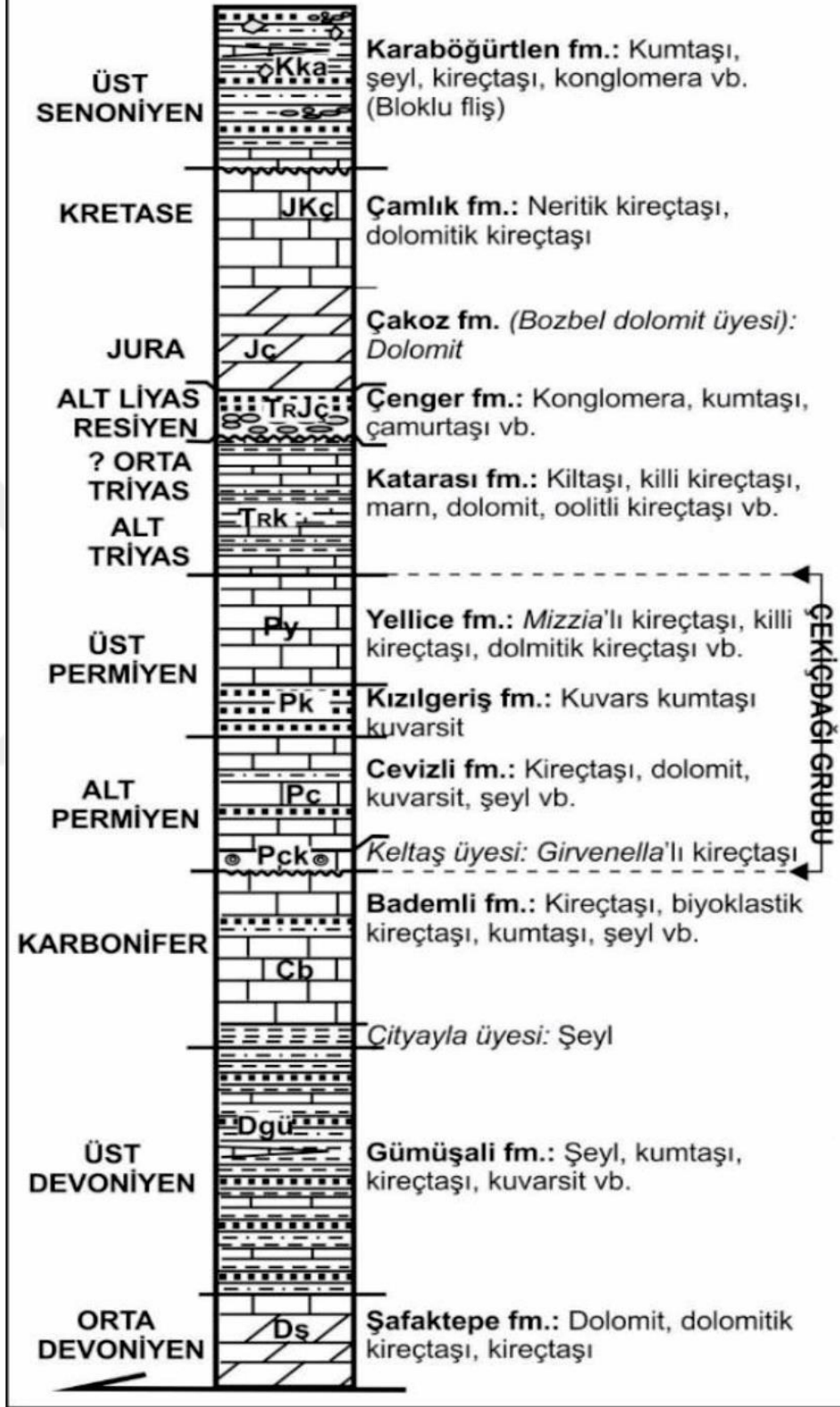
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1.Stratigrafi

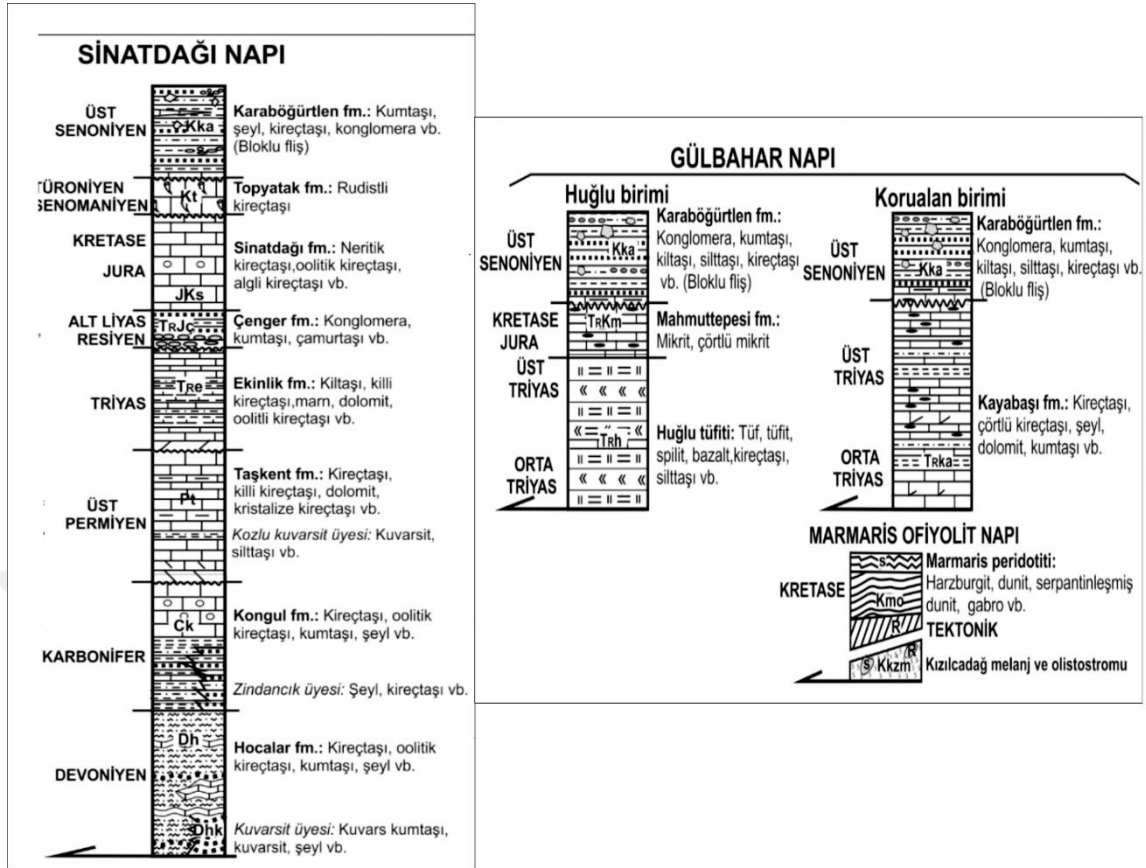
Hadim napındaki Permien yaşlı kaya birimleri, Özgül (1997) tarafından formasyon mertebesinde Çekiçdağı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Monod (1977), tüm Permien yaşlı kaya birimlerini Cevizli kalkerleri olarak tanımlamıştır. Özgül (1997) ise Çekiçdağı formasyonu, grup aşamasına çıkarılmış ve Hadim napındaki tüm Permien kayaları Çekiçdağı grubu adı altında toplanmıştır. Bu çalışmada, grubun alt kesimindeki Alt Permien kayaları Cevizli formasyonu, Murgabiyen kuvarsitleri Kızılgiriş formasyonu, Üst Permien kayaları ise Yellice formasyonu olarak yeniden adlandırılmıştır (Şekil4.1) (MTA, 2016).

Çalışma alanı ve çevresinde yüzeyleyen ofiyolitik kayalar, Monod (1977) tarafından Ofiyolit birliği, Öztürk ve diğerleri (1981,1987) tarafından Kızıldağ ofiyoliti ve Madenli grubu olarak tanımlanmıştır. Özgül (1976, 1997) tarafından ise Bozkır birliğine dahil edilen ofiyolitik kayalar, Dipsizgöl ofiyoliti ya da Dipsizgöl ofiyolitli karışığı olarak incelenmiştir. Ofiyolitik kayalar Toros Kuşağı'nda adlamada birliktelik sağlamak amacıyla Batı Toroslar'da tanımlanan (Şenel ve Bilgin, 1997b) Marmaris ofiyolit napına dahil edilmiştir. Bu kayalar, çalışma alanında yapısal olarak Anamas-Akseki otoktonu ve Hadim napı üzerinde, Sinatdağı napı altında tektonik bir dilim olarak bulunur (Şekil 4.2) (Şenel ve Metin, 2016) (MTA, 2016).

HADİM NAPI



Şekil 4.1. İnceleme alanı stratigrafi dikme kesiti.



Şekil 4.2. İnceleme alanı tektonik dikme kesiti.

4.1.2. Temel Kayaçlar

4.1.2.1 Hadim Napı

Çalışma alanındaki allokton kütlelerin en alt yapısal üyesi olan Hadim napı ilk kez Blumenthal (1947) tarafından adlanmıştır. 1970’li yıllarda Monod (1977), Hadim napının oldukça ayrıntılı stratigrafisini ortaya koymuştur. Bu allokton kütle, Özgül (1976, 1997) tarafından Aladağ birliği olarak tanımlanmış olup bu adlama Toros Kuşağı’nda yaygın olarak kullanılmıştır. Hadim napı, Turan (1990) tarafından Gevne napı olarak tanımlanmıştır. Hadim napı, genel olarak Anamas-Akseki otoktonu üzerinde ve diğer allokton kütleler altında yer alır. Hadim napının diğer bir farklılığı ise kesiksiz Karbonifer-Permiyen kayaları kapsamasıdır. Geç Devoniyen-Kretase yaşlı kaya birimleri kapsayan Hadim napının stratigrafik ve yapısal özellikler; Monod (1977) ve Özgül (1997) tarafından ayrıntılı olarak ortaya konmuştur. Konya-N27 paftasında, Hadim napına ait Geç Devoniyen yaşlı Gümüşali formasyonu, Karbonifer yaşlı Bademli formasyonu, Permiyen

yaşlı Çekiçdağı grubu ve bu gruba ait Erken Permien yaşlı Cevizli formasyonu, Geç Permien yaşlı Kızılgeriş ve Yellice formasyonu, Erken-? Orta Triyas yaşlı Katarası formasyonu, Resiyen-Erken Liyas yaşlı Çenger formasyonu, Jura yaşlı Çakoz formasyonu, Jura-Kretase yaşlı Çamlık formasyonu ve geç Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen formasyonu yüzeylenir.

4.1.2.2 Çekiçdağı grubu (Pçe)

Orta Toroslar'da Hadim napına ait Permien yaşlı kaya birimleri, genelde ayrı ayrı haritalanamamıştır. Hadim napındaki Permien yaşlı kaya birimleri, Özgül(1997) tarafından formasyon mertebesinde Çekiçdağı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Monod (1977), daha önce tüm Permien yaşlı kaya birimlerini Cevizli kalkerleri olarak tanımlamıştır. Özgül (1997) ise birimin alt kesimindeki Aseliyen-Sakmariyen kayalarını, alttan üste doğru Kumludere, Keltaş ve Çamalan üyeleri olarak adlandırılmıştır. Araştırmacı, bunların üzerinde uyumsuz olarak yer alan Murgabiyen yaşlı kuvarsitleri Kızılgeriş üyesi ve Midiyen-Doraşamiyen yaşlı karbonatları ise Yellice kireçtaşı üyesi olarak adlandırmıştır. Murgabiyen yaşlı kuvarsitlerden oluşan Kızılgeriş formasyonunun alt ilişkisinin uyumsuz oluşu nedeniyle, Çekiçdağı formasyonu, grup aşamasına çıkarılmış ve Hadim napındaki tüm Permien kayaları Çekiçdağı grubu adı altında toplanmıştır. Bu çalışmada, grubun alt kesimindeki Alt Permien kayaları Cevizli formasyonu; Murgabiyen yaşlı kuvarsitler Kızılgeriş formasyonu; Üst Permien kayaları ise Yellice formasyonu olarak yeniden adlandırılmıştır.

4.1.2.3 Sinatdağı Napı

Sinatdağı napı, Özgül (1976, 1997) tarafından Bolkardağı birliği olarak tanımlanmıştır. Araştırmacı, Bolkardağı birliğinin Devoniyen-Geç Kretase aralığında çökelmiş kaya birimleri kapsadığını ve diğer birliklerden farklı olarak yer yer metamorfizma özellikleri gösterdiğini belirtir. Ayrıca araştırmacı, Bolkardağı birliğindeki metamorfizmanın güneyden kuzeye doğru, yani İç Anadolu metamorfitlerine yaklaştıkça arttığını vurgular. Orta Toroslar'da ayrıntılı olarak stratigrafik özelliklerini ortaya koyduğu Bolkardağı birliğinin, stratigrafik özellikleri (özellikle Mesozoyik stratigrafisi) ve Mesozoyik döneminde geçirdiği jeodinamik evrim bakımından, Hadim napına (Aladağ birliği; Özgül, 1976, 1997) tamamen benzer özelliktedir. Ayrıca Bolkar birliğine dahil ettiği Konya çevresindeki kaya birimleri (Kütahya-Bolkardağı kuşağı, Özcan ve diğerleri,

1988, 1990) ve Bolkar dağlarındaki Berendi kireçtaşı (Demirtaşlı ve diğerleri, 1973) Triyas, Jura ve Kretase'de kesintisiz çökelim söz konusudur. Ayrıca bu kaya birimlerinde Anisiyen'den geç Senoniyen'e kadar kesintisiz karbonat çökelişi gerçekleşmiştir. Oysa Özgül (1976, 1997)'ün tanımladığı Bolkardağı birliğinde, Geç Triyas-Erken Liyas'ta transgresyon gerçekleşmiştir. Benzer transgresyon Hadim napında (Aladağ birliği; Özgül, 1976, 1997) da gözlenir. Hadim napı ile Sinatdağı naplarının stratigrafik özellikleri ayrıntılı olarak incelendiğinde, bu allohton kütlelerin Mesozoyik döneminde, aynı jeotektonik ortam koşullarında geliştiğini gösterir. Toros Kuşağı'nda kuzey kökenli allohton kütlelerdeki metamorfizma ve/veya metamorfizma farklılığı, Geç Kretase sonlarında birbiri üzerine yığılan napların altta kalanlarda izlenmekte ve daha alt kütlelere gidildikçe metamorfizma derecesi de artmaktadır (Şenel, 1999). Ayrıca, Konya ve çevresinde tanımlanan ve Özgül (1997) tarafından Bolkardağı birliğine dahil edilen Kütahya-Bolkardağı kuşağı (Özcan ve diğerleri, 1988, 1990) ve Kütahya-Bolkardağı kuşağı kaya birimlerine özdeş ve Menderes masifi güneyinden kuzeydoğuya doğru uzanan kaya birimleri Bodrum napı olarak tanımlanır (Şenel, 1997c). Bunlar tamamen farklı jeotektonik ortam koşullarında gelişmiştir. Bolkar dağlarındaki Berendi kireçtaşı (Demirtaşlı ve diğerleri, 1973) Bodrum napına benzer özelliktedir. Yukarıda kısaca anlatılmaya çalışılan nedenlerden dolayı, Özgül (1976, 1997) tarafından tanımlanan Bolkardağı birliği, Orta Toroslar'ın bu kesiminde Sinatdağı napı olarak anlatılacaktır. Sinatdağı napı adlanması ilk kez Turan (1990) tarafından kullanılmıştır. Sinatdağı napı, Hadim napı gibi Beyşehir-Hoyran-Hadim naplarının en alt yapısal birimlerinden biridir. Bazen Hadim napı altında bazen de Hadim napı üzerinde izlenir. Hadim napı ile Sinatdağı napı yapısal olarak birliktelik gösterirler. Beyşehir-Hoyran-Hadim naplarının diğer allohton kütleleri, yapısal olarak daima bunların üzerinde yer alır. Sinatdağı napı genelde Hadim napının altında olması gerekirken, çalışma alanında Hadim napı üzerine bindirmiş olarak bulunur. Bunun nedeni Orta Toroslar'daki Eosen yatay hareketleri olabilir. Konya-N27 paftası doğu kesiminde Kocayusuf Dağı ile Çatmakaya köyü arasında, Hadim napı temelini oluşturan Devoniyen-Permiyen yaşlı formasyonlardan oldukça farklı Devoniyen-Permiyen yaşlı kaya türleri ile birlikte Hadim napının Mesozoyik kayalarından az çok farklılıklar gösteren kaya kütleleri tektonik klipler halinde bulunmaktadır. Bu alanda bu allohton kütle, ofiyolitler, Üst Kretase flişi (Karaböğürtlen formasyonu) ve otoktonun Eosen kayaları üzerinde tektonik olarak bulunur. Hadim napına dahil edilemeyen bu kaya

topluluğu daha doğuda tanımlanan Sinatdağı napına geçici olarak dahil edilmiştir. Genel olarak Sinatdağı napı, Devoniyen yaşlı Hocalar formasyonu, Karbonifer yaşlı Kongul formasyonu, Geç Permiyen yaşlı Taşkent formasyonu, Skitiyen-Ladiniyen yaşlı Ekinlik formasyonu, Resiyen-Erken Liyas yaşlı Çenger formasyonu, Jura-Kretase yaşlı Sinatdağı formasyonu, Senomaniyen-Türoniyen yaşlı Topyatak formasyonu ve Geç Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen formasyonu ile temsil edilir. Konya-N27 paftasında Sinatdağı napına ait Hocalar formasyonu, Taşkent formasyonu, Ekinlik formasyonu, Çenger formasyonu, Sinatdağı formasyonu ve Karaböğürtlen formasyonu yüzeyleyir.

4.1.2.4 Marmaris Ofiyolit Napı

Çalışma alanı ve çevresinde yüzeyleyen ofiyolitik kayalar, Monod (1977) tarafından Ofiyolit birliği, Öztürk ve diğerleri (1981, 1987) tarafından Kızıldağ Ofiyoliti ve Madenli grubu olarak tanımlanmıştır. Özgül (1976, 1997) tarafından ise Bozkır birliğine dahil edilen ofiyolitik kayalar, Dipsizgöl ofiyoliti yada Dipsizgöl ofiyolitli karışığı olarak incelenmiştir. Ofiyolitik kayalar Toros Kuşağı'nda adlamada birliktelik sağlamak amacıyla Batı Toroslar'da tanımlanan (Şenel ve Bilgin, 1997a) Marmaris ofiyolit napına dahil edilmiştir. Bu kayalar, çalışma alanında yapısal olarak Hadim napı üzerinde, Sinatdağı napı altında tektonik dilimler olarak, yer yer Hadim napının bulunmadığı alanlarda da otoktonun Eosen kayaları üzerinde tektonik olarak bulunur. Bölgedeki masif ofiyolitik kayalar, Marmaris peridotiti, melanj ve olistotromları ise Kızılcadağ melanj ve olistostromu olarak ayrılmıştır.

4.1.2.5 Kızılcadağ Melanj ve Olistostromu (Kkzm)

Bölgede ofiyolit ve diğer allokton kütlelerle birlikte tektonik dilimler şeklinde ofiyolitli melanj ve olistostromlar yüzeyleyir. Toros Kuşağı'nda formasyon adlamasında birliktelik sağlamak amacı ile bu kayaçlar, Kızılcadağ melanj ve olistostromuna (Poisson, 1977) dahil edilmiştir. Birim, serpantinit hamur içinde yer alan Permiyen-Kretase yaşlı kireçtaşı, dolomit, radyolarit, çört, çörtlü kireçtaşı, volkanit, tüfit gibi kayatürü bloklarından oluşur. Birim içindeki kaya bloklarının çoğunluğu Gülbahar ve Domuzdağ naplarından türemiştir. Birimde yer yer eş zamanda gelişmiş olistostromlar ve kırıntılı kayalar da bulunur. Bu kırıntılılar Karaböğürtlen formasyonunun kırıntılılarına benzer özellik gösterir. Bölgede bu ofiyolitli melanj ve olistostrom içinde serpantinit (s), kireçtaşı blokları (JK) ve radyolaritler (R) tektonik dilimler halinde yer yer ayırtlanmıştır. Ayrıca

melanj içinde ve melanjın bindirdiği Karaböğürtlen formasyonu içinde tektonik dilimler halinde Permien kireçtaşı ve dolomitler bulunur. Bu Permien kayaları yer yer Adlanmamış Permien (P) olarak adlanmıştır. Üst ve alt ilişkisi tektonik olan birimin kalınlığı 0-400 metre arasında değişir. Birim genellikle Hadim napı üzerinde, diğer allokon kütlelerin altında tektonik dilimler halinde bulunur. Marmaris peridotitleri ile birlikte Domuzdağ ve Gülbahar naplarına ait birimlerle birlikte izlenir. Geç Senoniyen döneminde oluşmuş olan Kızılcadağ melanj ve olistostromu, Eosen sonlarında Anamas-Akseki otoktonu üzerine yerleşimi sırasında tekrar karışmış ve kaotik bir yapı kazanmıştır.

4.1.2.6 Gülbahar Napı

Batı Toroslar'da tanımlanan (Poisson, 1977; Şenel ve diğerleri, 1989, 1994, Şenel, 1997b,c,d) bu allokon kütle, genellikle Orta Triyas-Kretase döneminde yer yer bazik volkanizmanın etkin olduğu havza ortamında gelişmiş kaya birimleri kapsar. Gülbahar napı, Özgül (1997) tarafından Orta Toroslar'da Bozkır birliği kapsamında Huğlu grubu (Huğlu birimi) ve Korualan grubu (Kayabaşı birimi) olarak yeniden tanımlanmıştır. Benzer kaya birimleri, Batı Toroslar'da Gülbahar birimi (Poisson, 1977), Gülbahar napı ve Gülbahar grubu (Şenel ve diğerleri, 1989, 1994; Şenel, 1997c,d), Turunç birimi (Meşhur ve diğerleri, 1989) olarak adlandırılmıştır. Gülbahar napı, genelde Domuzdağ napı ile Ofiyolit napı arasında irili ufaklı tektonik dilimler olarak yer alır. Domuzdağ napı ile birlikte, yapısal olarak genellikle Ofiyolit napı altında, bazı alanlarda ise Ofiyolit napı üzerinde yer alırlar. Konya-N27 paftasında genel olarak ofiyolit napı üzerinde bulunur. Gülbahar napı, Orta Toroslar'ın bu kesiminde Huğlu birimi ile temsil edilir. Huğlu birimi, Batı Toroslar'daki Ağla birimine (Şenel ve Bilgin, 1997b) karşılık gelir.

4.1.2.7 Huğlu birimi

Altta bazalt, spilit, kireçtaşı ara seviyeli tüfitler, üstte çörtlü kireçtaşları kapsayan birim, Gutnic ve diğerleri (1968) ve Monod (1977) tarafından Beyşehir-Hoyran-Hadim napları içinde tanımlanmıştır. Huğlu birimi, daha sonra Gökdeniz (1981) tarafından Bakırköy-İhsaniye birimi, Özgül (1997) tarafından Huğlu grubu adı altında incelenmiştir. Huğlu birimi, altta Orta-Geç Triyas yaşlı Huğlu tüfiti, üstte Geç Triyas yaşlı Mahmuttepesi formasyonunu kapsar. Birim, üstte Geç Kretase yaşlı flişle (Karaböğürtlen fm.) sonlanır.

4.2.Yapısal Jeoloji

Toros Kuşağı'nda adlamada birliktelik sağlamak amacı ile Batı Toroslar'da kullanılan tanımlamaların birçoğu, Orta Toroslar'da da kullanılmaya çalışılacaktır. Çalışma alanında Batı Toroslar'daki Marmaris ofiyolit napı, Bodrum napı, Domuzdağ napı, Gülbahar napının doğuya olan uzantıları yaygın olarak yüzeylenir (Özgül, 1976).

Orta Toroslar'ın kuzeybatı kesiminde yer alan çalışma alanında, altta Anamas-Akseki otoktonuna ait Kambriyen-Eosen aralağında gelişmiş kaya birimleri yer alır. Bunların üzerinde bölgeye Eosen sonlarında kuzeyden kaynaklanan Beyşehir-Hoyran-Hadim napları bulunur. Otokton ve allohton konumlu bu kaya birimleri üzerinde Neootokton örtü kayalarını, Orta?-Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal (gölsel ve akarsu) sedimentler kayalar ile bunlarla yanal yönde giriklik gösteren Erenlerdağı volkanitleri oluşturur (Şenel ve diğerleri, 1992).

Hadim napı, yapısal olarak Anamas-Akseki otoktonu üzerinde ve diğer allohton kütleler altında yer alır. Hadim napının diğer bir farklılığı ise kesiksiz Karbonifer-Permiyen kayaları kapsamasıdır. İncelenen alanda Hadim napına ait Geç Devoniyen yaşlı Gümüşali formasyonu, Karbonifer yaşlı Bademli formasyonu, Permiyen yaşlı Çekiçdağı grubu ve bu gruba ait Erken Permiyen yaşlı Cevizli formasyonu, Geç Permiyen yaşlı Kızılgirış ve Yellice formasyonları, Erken-? Orta Triyas yaşlı Katarası formasyonu, Resiyen-Erken Liyas yaşlı Çenger formasyonu, orta-geç Liyas yaşlı Çakoz formasyonu, Jura-Kretase yaşlı Çamlık formasyonu ve Geç Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen formasyonu yüzeylenir (Monod, 1977).

Sinatdağı napı, Bolkardağı birliği olarak tanımlanmıştır. Bolkardağı birliğinin Devoniyen-Geç Kretase aralığında çökelmiş kaya birimleri kapsadığını ve diğer birliklerden farklı olarak yer yer metamorfizma özellikleri gösterdiğini belirtilmiştir. Ayrıca Bolkardağı birliğindeki metamorfizmanın güneyden kuzeye doğru, yani İç Anadolu metamorfitlerine yaklaştıkça arttığı vurgulanmıştır. Orta Toroslar'da ayrıntılı olarak stratigrafik özelliklerini ortaya koyduğu Bolkardağı birliğinin stratigrafik özellikleri (özellikle Mesozoyik stratigrafisi) ve Mesozoyik döneminde geçirdiği jeodinamik evrim bakımından, Hadim napına tamamen benzer özelliktedir. Çalışma alanında, Sinatdağı napına ait Devoniyen yaşlı Hocalar formasyonu, Karbonifer yaşlı Kongul formasyonu, Geç Permiyen yaşlı Taşkent formasyonu, Skitiyen-Ladiniyen yaşlı Ekinlik formasyonu, Resiyen-Erken Liyas yaşlı Çenger formasyonu, Jura-Kretase yaşlı

Sinatdağı formasyonu, Senomaniyen-Türoniyen yaşlı Topyatak formasyonu ve Geç Senoniyen yaşlı Karaböğürtlen formasyonu yüzeylenir (Özgül (1976, 1997).

Çalışma alanı ve çevresinde yüzeyleyen ofiyolitik kayalar, Bozkır birliğine dahil edilmiş, Dipsizgöl ofiyoliti ya da Dipsizgöl ofiyolitli karışığı olarak incelenmiştir. Ofiyolitik kayalar Toros Kuşağı'nda adlamada birliktelik sağlamak amacıyla Batı Toroslar'da tanımlanan Marmaris ofiyolit napına dahil edilmiştir. Bu kayalar, çalışma alanında yapısal olarak Anamas-Akseki otoktonu ve Hadim napı üzerinde, Sinatdağı napı altında tektonik bir dilim olarak bulunur. Bölgedeki masif ofiyolitik kayalar, Marmaris peridotiti, melanj ve olistostromları ise Kızılcadağ melanj ve olistostromu olarak ayrılmıştır (Şenel ve Bilgin, 1997b).

Gülbahar napı, genelde Domuzdağ napı ile Ofiyolit napı arasında tektonik olarak yer alır. Domuzdağ napı ile birlikte, yapısal olarak genellikle Ofiyolit napı altında, bazı alanlarda ise Ofiyolit napı üzerinde yer alırlar. Gülbahar napı, Orta Toroslar'ın bu kesiminde Huğlu ve Korualan birimleri ile temsil edilir. Huğlu birimi Batı Toroslar'daki Ağla birimine karşılık gelir (Şenel ve Bilgin, 1997a).

5. Toprak Jeokimyası

İnceleme alanından derlenen numunelerin jeokimyasal analizleri (Al, As, Au, Ba, Ca, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Fr, Ga, Hg, Ir, K, Kr, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, , Pb, Pt, Ra, Rb, S, Si, Sn, Sr, Tb, Th, Ti, Tm, V, Y, Yb, Zn, Zr) gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler üzerinde istatistiksel yöntemlerle değerlendirme yapılmıştır (Çizelge 5.1).

Ayrıca bölgeden derlenen toprak numunelerinden elde edilen veriler üzerinde muhtemel metal konsantrasyon /kontiminasyon özelliklerinin orta konması açısından kabul gören temel değerler üzerinden (NASS/PASS/klark konsantrasyonu) hesaplamalar yapılmış ve jeobirikim indeksi (Igeo), kirlilik faktörü (Cf), zenginleşme faktörü (EF), ve kirlilik yük indeksleri (PLI), Potansiyel Ekolojik risk indeksi (E_r^I), Potansiyel toksisite indeksi (RI) ile Tehlike oranı (HQ), tehlike indeksi (HI), Ortalama günlük doz/Average daily dose (ADD), $ADD_{Yutma/ingestion}$, $ADD_{Soluma/inhalation}$, ve $ADD_{Deri teması/dermal}$ gibi İnsan sağlığı risk değerlendirmesi ortaya konmuştur (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.1 Toprak numunelerine ait kimyasal analiz sonuçları, (N.S. : Numune sayısı, A.S. : Alt Sınır, Ü.S. : Üst Sınır, Ort. : Ortalama, Std. S. : Standart Sapma).

	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	N. S	A.S.	Ü.S.	Ort.	Std.S
Al	56800	50200	67500	53100	59600	60100	42900	69900	67500	60900	65000	11	42900	69900	59409	8240
As	22	1	4	1	22	1	62	33	40	8	19	11	1	62	19	20
Ba	105	142	133	113	134	188	195	190	212	103	163	11	103	212	153	39
Ca	1710	2150	1070	2450	3720	32000	14000 0	8060	8550	2410	5480	11	1070	14000 0	18873	4112 0
Cd	1	5	1	7	1	17	33	11	24	1	1	11	1	33	9	11
Co	103	145	47	190	47	64	35	102	97	103	170	11	35	190	100	51
Cr	59	64	81	85	77	97	68	104	111	76	140	11	59	140	87	24
Cu	16	1	7	1	3	3	37	1	11	20	3	11	1	37	9	11
Dy	60	37	13	61	42	77	180	64	55	59	65	11	13	180	65	42
Eu	845	344	317	633	1280	1840	1850	1720	1330	545	481	11	317	1850	1017	605
Fe	40300	44300	28500	55700	38800	54700	60000	60500	64700	46400	45800	11	28500	64700	49064	1102 8
K	7170	7680	6510	10100	9310	14500	12900	11900	13000	8090	8710	11	6510	14500	9988	2695
Mg	2570	2250	1170	3780	3560	4460	4630	3000	3410	2520	7630	11	1170	7630	3544	1685
Mn	144	532	10	958	161	455	202	282	761	668	498	11	10	958	425	294
Na	2930	2060	50	4690	2760	4350	1340	3740	2100	2220	50	11	50	4690	2390	1538
Nb	22	24	28	23	31	29	27	38	33	37	32	11	22	38	29	5
Ni	3	5	10	1	1	1	1	1	7	37	66	11	1	66	12	21
Pb	115	1480	19	2630	648	1120	515	565	722	81	17	11	17	2630	719	788
Rb	34	46	33	36	39	77	105	93	86	52	63	11	33	105	60	26
S	267	135	139	496	552	340	331	59	91	366	145	11	59	552	266	166
Si	25200 0	25700 0	26700 0	25300 0	23800 0	20600 0	14700 0	22200 0	20300 0	23600 0	22600 0	11	14700 0	26700 0	22790 9	3381 8
Sn	22	19	23	27	22	27	38	22	26	22	24	11	19	38	25	5
Sr	41	40	43	31	69	47	94	77	69	51	85	11	31	94	59	21
Tb	272	90	263	188	621	743	777	826	552	224	479	11	90	826	458	263
Ti	5010	5320	6350	5160	4740	5190	4810	5480	5160	6210	4850	11	4740	6350	5298	534
V	148	135	163	120	135	165	77	167	167	160	118	11	77	167	141	28
Y	34	35	31	34	36	47	65	64	70	48	41	11	31	70	46	14
Zn	472	5900	26	8620	2670	6160	11300	2590	7260	176	55	11	26	11300	4112	3944
Zr	2790	3050	2630	3230	2940	3250	4000	3130	2940	2840	2890	11	2630	4000	3063	363

Çizelge 5.2 İnceleme alanından alınan Toprak numunelerin element içerikleri ve analiz sonuçlarının istatistiki özetleri (N.S. : Numune sayısı, A.S. : Alt Sınır, Ü.S. : Üst Sınır, Ort. : Ortalama, Std. S. : Standart Sapma). (Turekian and Wedepohl, 1961; Krauskoph, 1985)

	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
T1	16	115	472	3	144	40300	22	1	59	56800	0.5
T2	1	1480	5900	5	532	44300	1	5	64	50200	0.1
T3	7	19	26	10	10	28500	4	1	81	67500	0.1
T4	1	2630	8620	1	958	55700	1	7	85	53100	0.1
T5	3	648	2670	1	161	38800	22	1	77	59600	0.7
T6	3	1120	6160	1	455	54700	1	17	97	60100	0.1
T7	37	515	11300	1	202	60000	62	33	68	42900	0.1
T8	1	565	2590	1	282	60500	33	11	104	69900	0.1
T9	11	722	7260	7	761	64700	40	24	111	67500	0.1
T10	20	81	176	37	668	46400	8	1	76	60900	0.1
T11	3	17	55	66	498	45800	19	1	140	65000	0.1
N.S	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
A.S	1	17	26	1.0	10.0	28500	1	1.0	59.0	42900.0	0.1
Ü.S.	37	2630	11300	66	958	64700	62	33	140	69900	0.7
Ort.	9	719	4112	12	425	49064	19	9	87	59409	0.2
Std. S.	11	788	3944	21	294	11028	20	11	24	8240	0.2
Toprak Referans	45	20	95	68	850	47200	13	0.3	90	80000	0.4

Çizelge 5.3 İnceleme alanında derlenen topraklarda numuneleri üzerinde gerçekleştirilen basit korelasyon analiz sonuçları.

	Al	As	Ba	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Dy	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	Pb	Rb	S	Si	Sn	Sr	Tb	Ti	V	Y	Zn	Zr	
Al	1	-0.17	0.15	-0.63	-0.33	0.00	0.62	-0.50	-0.61	-0.07	-0.11	-0.05	-0.06	-0.05	-0.11	0.64	0.29	-0.40	-0.02	-0.46	0.32	-0.51	0.05	0.15	0.40	0.78	0.11	-0.63	-0.69	
As		1	0.59	0.69	0.70	-0.40	0.06	0.66	0.71	0.61	0.51	0.45	0.25	-0.26	-0.21	0.22	-0.13	-0.33	0.72	-0.16	-0.79	0.63	0.82	0.64	-0.44	-0.42	0.76	0.38	0.57	
Ba			1	0.47	0.79	-0.29	0.50	0.09	0.43	0.71	0.68	0.81	0.37	-0.01	-0.05	0.35	-0.13	-0.05	0.88	-0.46	-0.74	0.47	0.65	0.77	-0.32	-0.03	0.80	0.48	0.48	
Ca				1	0.79	-0.47	-0.20	0.77	0.94	0.58	0.41	0.51	0.27	-0.23	-0.13	-0.12	-0.21	-0.06	0.66	0.13	-0.87	0.91	0.56	0.52	-0.33	-0.69	0.50	0.65	0.90	
Cd					1	-0.36	0.05	0.53	0.76	0.74	0.77	0.83	0.20	0.10	0.10	0.04	-0.38	0.15	0.84	-0.11	-0.89	0.82	0.48	0.61	-0.33	-0.32	0.80	0.82	0.80	
Co						1	0.33	-0.46	-0.26	-0.53	0.14	-0.24	0.31	0.70	0.17	-0.17	0.41	0.48	-0.28	-0.10	0.41	-0.32	-0.29	-0.52	-0.11	-0.09	-0.27	-0.04	-0.20	
Cr							1	-0.39	-0.09	0.08	0.32	0.32	0.68	0.30	-0.19	0.52	0.59	-0.13	0.36	-0.39	-0.16	-0.01	0.45	0.36	-0.15	0.15	0.31	-0.16	-0.15	
Cu								1	0.75	0.27	0.18	0.13	0.00	-0.21	-0.29	-0.04	-0.03	-0.38	0.39	0.12	-0.64	0.68	0.39	0.17	-0.03	-0.47	0.42	0.29	0.52	
Dy									1	0.62	0.57	0.57	0.43	-0.05	0.02	-0.05	-0.10	-0.01	0.70	0.18	-0.89	0.89	0.59	0.54	-0.46	-0.70	0.56	0.63	0.91	
Eu										1	0.65	0.87	0.21	-0.18	0.42	0.27	-0.47	0.01	0.77	0.10	-0.77	0.56	0.52	0.91	-0.43	-0.06	0.70	0.49	0.64	
Fe											1	0.84	0.34	0.53	0.44	0.27	-0.19	0.37	0.80	-0.11	-0.69	0.51	0.39	0.53	-0.36	-0.13	0.82	0.68	0.63	
K												1	0.37	0.24	0.44	0.26	-0.32	0.27	0.82	0.03	-0.78	0.61	0.42	0.78	-0.39	-0.05	0.75	0.67	0.65	
Mg													1	0.22	-0.13	0.12	0.57	-0.02	0.38	0.07	-0.47	0.38	0.58	0.40	-0.64	-0.49	0.19	0.14	0.33	
Mn														1	0.38	0.05	0.19	0.63	0.03	0.12	0.03	0.00	-0.25	-0.30	-0.04	0.02	0.14	0.36	0.05	
Na															1	-0.10	-0.57	0.66	0.02	0.43	0.03	-0.03	-0.39	0.15	-0.20	0.22	0.05	0.34	0.21	
Nb																1	0.37	-0.44	0.46	-0.26	-0.23	-0.15	0.51	0.46	0.30	0.41	0.56	-0.32	-0.15	
Ni				0.80-0.99 : Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon														1	-0.45	-0.06	-0.20	0.08	-0.17	0.28	-0.18	0.11	-0.09	-0.10	-0.52	-0.32
Pb				0.60-0.79 : Kuvvetli Pozitif Korelasyon															1	-0.12	0.36	0.12	0.10	-0.45	-0.21	-0.24	-0.18	-0.15	0.65	0.32
Rb																			1	-0.34	-0.89	0.61	0.74	0.79	-0.26	-0.17	0.93	0.50	0.67	
S																				1	-0.01	0.23	-0.21	-0.04	-0.27	-0.35	-0.34	0.21	0.23	
Si				-0.99-(-0.80) : Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon																	1	-0.84	-0.74	-0.75	0.43	0.45	-0.80	-0.61	-0.81	
Sn				-0.79-(-0.60) : Kuvvetli Negatif Korelasyon																			1	0.47	0.49	-0.35	-0.65	0.50	0.72	0.85
Sr																							1	0.74	-0.42	-0.41	0.66	0.14	0.45	
Tb																								1	-0.41	-0.07	0.68	0.27	0.51	
Ti																									1	0.56	-0.14	-0.44	-0.47	
V																										1	0.00	-0.51	-0.70	
Y																											1	0.44	0.50	
Zn																												1	0.83	
Zr																													1	

İnceleme alanında derlenen topraklarda numuneleri üzerinde gerçekleştirilen basit korelasyon analiz sonuçlarına göre;

Al; Cr, Nb, V, Ca, Dy, Zn, Zr, **Kuvvetli Negatif** korelasyona sahiptir.

As: Cr, Nb, V, **Kuvvetli Pozitif** ; Ca, Dy, Zn, Zr, **Kuvvetli Negatif** korelasyona sahiptir.

Ba: K, Rb, Y, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** Cd, Eu, Fe, Sr, Tb, **Kuvvetli Pozitif** ; Si, **Kuvvetli Negatif**

Ca: Cd, Cu, Rb, Zn, **Kuvvetli Pozitif** ; Dy, Sn, Zr **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** Si, **Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon** V, **Kuvvetli Negatif**

Cd: Dy, Eu, Fe, Tb, **Kuvvetli Pozitif** ; K, Rb, Sn, Y, Zn, Zr **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** Si, **Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon**

Co: Mn, **Kuvvetli Pozitif** ;

Cr: Mg, **Kuvvetli Pozitif** ;

Cu : Dy, Sn, **Kuvvetli Pozitif** ; Si, **Kuvvetli Negatif**

Dy : Eu, Rb, Zn, **Kuvvetli Pozitif** ; Si, Zr, **Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon** Sn, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** V, **Kuvvetli Negatif**

Eu : Fe, Rb, Y, Zr, **Kuvvetli Pozitif** ; K, Tb, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** Si, **Kuvvetli Negatif**

Fe : K, Rb, Y, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** Si, **Kuvvetli Negatif** Zn, Zr, **Kuvvetli Pozitif** ;

K : Rb, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon** Si, **Kuvvetli Negatif** Sn, Tb, Y, Zn, Zr, **Kuvvetli Pozitif** ;

Mg : Ti, **Kuvvetli Negatif**

Mn : Pb, **Kuvvetli Pozitif** ;

Na : Pb, **Kuvvetli Pozitif** ;

Pb : Zn, **Kuvvetli Pozitif** ;

Rb : Si, **Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon** Sn, Sr, Tb, Zr, **Kuvvetli Pozitif** ; Y, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon**

Si : Sn, Y, Zr, **Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon** Sr, Tb, Zn, **Kuvvetli Negatif**

Sn : V, **Kuvvetli Negatif** Zn, **Kuvvetli Pozitif** ; Zr, **Çok Kuvvetli Pozitif Korelasyon**

Sr : Tb, Y, **Kuvvetli Pozitif** ;

Tb : Y, **Kuvvetli Pozitif** ;

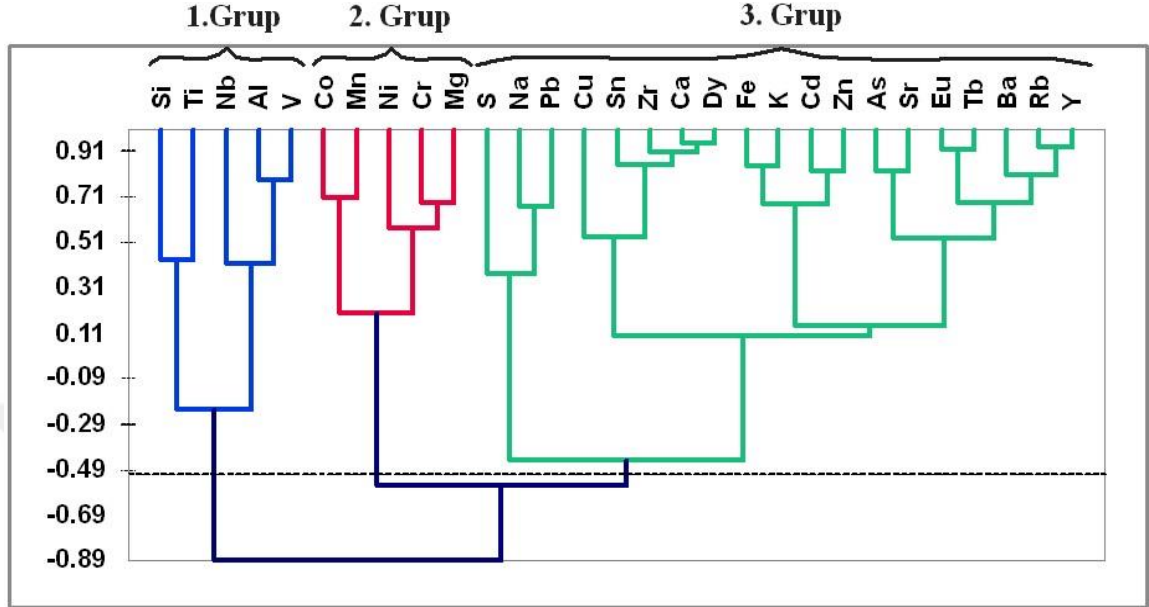
V : Zr, **Kuvvetli Negatif**

Zn : Zr, **Çok Kuvvetli Negatif Korelasyon**

(Çizelge 5.3).

Çalışma bölgesine ait toprak numuneleri üzerinde bileşenler arasında belirgin kümelenmelerin tespit edilmesi amacıyla ortak korelasyon katsayıları kullanılarak cluster (küme) analizleri yapılmış ve bu analize göre bileşenler 3 ana gruba ayrılmıştır (Şekil 5.3).

1.grup; Si, Ti, Nb, Al ve V elementlerinden, **2.grup;** Co, Mn, Ni, Cr, Mg elementlerinden, **3.grup** ise S, Na, Pb, Cu, Sn, Zr, Ca, Dy, Fe, K, Cd, Zn, As, Sr, Eu, Tb, Ba, Rb, Y elementlerinden oluşmaktadır.



Şekil 5. 3. Haydar dağı bölgesi topraklarından derlenen numunelerden analizi yapılan ana oksit ve iz elementlere ait koefistik korelasyon katsayılarına göre cluster (küme) analizinde yakınlık sıralaması.

5.1.Topraklardaki Ağır Metal Zenginleşmesi ve Risk Değerlendirmesi

5.1.1. Topraklardaki Zenginleşme Faktörünün (EF) Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilere göre bölgedeki toprakların Zenginleşme Faktörü analiz değerlendirilmesi yapılmış ve yorumlanmıştır (Çizelge 5.4). Buna göre;

EF_{Cu} değerlendirmesinde tüm toprak numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Pb} değerlendirmesinde T2, T4 ve T6 “Aşırı zenginleşme”; T5, T7, T8 ve T9 “Çok yüksek zenginleşme”; T1 “Önemli ölçüde zenginleşme”; T10 “Orta zenginleşme; ve T3 ile T11 ise “Az zenkinleşme” göstermektedir.

EF_{Zn} değerlendirmesinde T2, T4, T6, T7 ve T9“Aşırı zenginleşme”; T5 ve T8 “Çok yüksek zenginleşme”; T1 “Önemli ölçüde zenginleşme”; T3, T10 ve T11 ise “Az zenkinleşme” göstermektedir.

EF_{Ni} değerlendirmesinde tüm toprak numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Mn} değerlendirmesinde tüm toprak numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir

EF_{Fe} değerlendirmesinde tüm toprak numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir

EF_{As} değerlendirmesinde T5, T7 ve T9 “Orta zenginleşme”; T1, T2, T3, T4, T6, T8, T10 ve T11 “Az zenkinleşme” göstermektedir.

EF_{Ca} değerlendirmesinde T6, T7 ve T9 “Aşırı zenginleşme”; T8 “Çok yüksek zenginleşme”; T2, T3 ve T4 “nemli ölçüde zenginleşme”; T1, T5, T10 ve T11 “Orta zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Cr} değerlendirmesinde tüm toprak numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir

EF_{Al} değerlendirmesinde tüm toprak numuneleri “Az Zenginleşme” göstermektedir.

EF_{Hg} değerlendirmesinde T5 “Çok yüksek zenginleşme”; T1 “nemli ölçüde zenginleşme”; T2, T3, T4, T6, T7, T8, T9, T10 ve T11 ise “Az zenkinleşme” göstermektedir.

Çizelge 5. 4. Toprak Numunelerinin Zenginleşme Faktörü (EF) analiz oranları ve değerlendirilmesi.

EF _{Fe}	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
T1	0.42	6.73	5.82	0.05	0.20	1.00	1.98	3.90	0.77	0.83	14.64
	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme
T2	0.02	78.84	66.17	0.08	0.67	1.00	0.08	17.76	0.76	0.67	0.27
	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T3	0.26	1.57	0.45	0.24	0.02	1.00	0.51	5.52	1.49	1.40	0.41
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T4	0.02	111.43	76.89	0.01	0.96	1.00	0.07	19.77	0.80	0.56	0.21
	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Önemli ölçüde zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
	0.08	39.41	34.19	0.02	0.23	1.00	2.06	4.05	1.04	0.91	21.29
T5	Az zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme
	0.06	48.32	55.95	0.01	0.46	1.00	0.07	48.90	0.93	0.65	0.22
T6	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T7	0.65	20.26	93.57	0.01	0.19	1.00	3.75	86.53	0.59	0.42	0.20
	Az zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T8	0.02	22.04	21.27	0.01	0.26	1.00	1.98	28.61	0.90	0.68	0.20
	Az zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T9	0.18	26.34	55.75	0.08	0.65	1.00	2.24	58.36	0.90	0.62	0.18
	Az zenginleşme	Çok yüksek zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Aşırı zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T10	0.45	4.12	1.88	0.55	0.80	1.00	0.63	3.39	0.86	0.77	0.25
	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme
T11	0.07	0.88	0.60	1.00	0.60	1.00	1.51	3.44	1.60	0.84	0.26
	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Orta zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme	Az zenginleşme

5.1.2. Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi'ne (I_{geo}) Göre Değerlendirilmesi

Çalışma alanındaki toprakların Jeobirikim İndeksi (I_{geo}) hesaplamaları yapılmış ve kirlilik dereceleri ortaya çıkarılmıştır.

Buna göre;

Cu I_{geo} , Ni I_{geo} , Mn I_{geo} , Fe I_{geo} , Al I_{geo} değerlendirmesinde tüm toprak numunelerinde “Kirlilik Yok” sonucu belirlenmiştir.

Pb I_{geo} değerlendirmesinde T2, T4 ve T6 “Aşırı derecede kirlilik”; T5, T7, T8 ve T9 “Çok fazla kirlilik”; T1 ve T10 “Orta Derecede Kirlilik,; T3 ve T11 “Kirlilik yok olarak bulunmuştur.

Zn I_{geo} , değerlendirmesinde T2, T4, T6, T7 ve T9 “Aşırı derecede kirlilik”; T5 ve T8 “Çok fazla kirlilik”; T1 “Orta Derecede Kirlilik”; T10 “Az kirlilik”; T11 “Kirlilik yok olarak bulunmuştur.

As I_{geo} değerlendirmesinde T7 ve T9 “Orta Derecede Kirlilik”; T1, T5 ve T8 “Az Kirlilik”; T2, T3, T4, T6, T8, T10, T11 toprak numunelerinde “Kirlilik Yok” olarak bulunmuştur.

Cd I_{geo} , değerlendirmesinde T6, T7 ve T9 “Aşırı derecede kirlilik”; T8 “Çok fazla kirlilik”; T2 ve T4 “Önemli derecede kirlilik” T1, T3, T5 T10 ve T11 “Orta Derecede Kirlilik,; olarak bulunmuştur.

Cr I_{geo} değerlendirmesinde T11 “Az Kirlilik”; diğer toprak numunelerinde ise “Kirlilik Yok” olarak bulunmuştur.

Hg I_{geo} değerlendirmesinde T1 ve T5 “Önemli derecede kirlilik”; diğerlerinde ise “Kirlilik yok” olarak bulunmuştur (Çizelge 5.5).

Çizelge 5. 5. Toprak Numunelerinin Jeobirikim İndeksi (Igeo) Değerlerine Göre Oranları.

I _{geo}	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al	Hg
T 1	-2,08	1,94	1,73	-5,09	-3,15	-0,81	0,17	1,15	-1,19	-1,08	3,06
	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Orta derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Orta derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Önemli derecede kirlilik
T 2	-6,08	5,62	5,37	-4,35	-1,26	-0,68	-4,29	3,47	-1,08	-1,26	-2,58
	Kirlilik yok	Aşırı derecede kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Önemli derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 3	-3,27	-0,66	-2,45	-3,35	-6,99	-1,31	-2,29	1,15	-0,74	-0,83	-2,58
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 4	-6,08	6,45	5,92	-6,67	-0,41	-0,35	-4,29	3,96	-0,67	-1,18	-2,58
	Kirlilik yok	Aşırı derecede kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Önemli derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 5	-4,49	4,43	4,23	-6,67	-2,99	-0,87	0,17	1,15	-0,81	-1,01	3,54
	Kirlilik yok	Çok fazla kirlilik	Çok fazla kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Orta derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Önemli derecede kirlilik
T 6	-4,49	5,22	5,43	-6,67	-1,49	-0,37	-4,29	5,24	-0,48	-1,00	-2,58
	Kirlilik yok	Aşırı derecede kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 7	-0,87	4,10	6,31	-6,67	-2,66	-0,24	1,67	6,20	-0,99	-1,48	-2,58
	Kirlilik yok	Çok fazla kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 8	-6,08	4,24	4,18	-6,67	-2,18	-0,23	0,76	4,61	-0,38	-0,78	-2,58
	Kirlilik yok	Çok fazla kirlilik	Çok fazla kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Az kirlilik	Çok fazla kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 9	-2,62	4,59	5,67	-3,87	-0,74	-0,13	1,04	5,74	-0,28	-0,83	-2,58
	Kirlilik yok	Çok fazla kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Aşırı derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 10	-1,75	1,43	0,30	-1,46	-0,93	-0,61	-1,29	1,15	-0,83	-0,98	-2,58
	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok
T 11	-4,49	-0,82	-1,37	-0,63	-1,36	-0,63	-0,04	1,15	0,05	-0,88	-2,58
	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Kirlilik yok	Orta derecede kirlilik	Az kirlilik	Kirlilik yok	Kirlilik yok

5.1.3. Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) Değerlerine Göre

Değerlendirilmesi

İnceleme alanındaki toprakların Kirlilik Faktörü (CF) değerleri hesaplanmış ve kirlilik oranları belirlenmiştir.. Buna göre;

CF_{Cu}, CF_{Ni} ve CF_{Al} değerlendirmesinde “Az kirlenme” tespit edilmiştir.

CF_{Pb} değerlendirmesinde T2, T4, T5, T6, T7, T8 ve T9 “Çok yüksek kirlenme”; T1 ve T10 “Önemli ölçüde kirlenme”; T3 ve T11 “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{Zn} değerlendirmesinde T2, T4, T5, T6, T7, T8 ve T9 “Çok yüksek kirlenme”; T1 “Önemli ölçüde kirlenme”; T10 “Orta kirlenme”; T3 ve T11 ise “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{Mn} değerlendirilmesinde T4 “Orta kirlenme” ve diğer noktalarda ise “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{Fe} değerlendirilmesinde T4, T6, T7, T8 ve T9 “Orta kirlenme” ve diğer noktalarda ise “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{As} değerlendirmesinde T7 ve T9 “Önemli ölçüde kirlenme”; T1, T5, T8 ve T11 “Orta kirlenme” ve diğer noktalarda ise “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{Ca} değerlendirmesinde T2, T4, T6, T7, T8 ve T9 “Çok yüksek kirlenme”; T1, T3, T5, T10 ve T11 “Önemli ölçüde kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{Cr} değerlendirilmesinde T6, T8, T9 ve T11 “Orta kirlenme” ve diğer noktalarda ise “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir.

CF_{Hg} değerlendirilmesinde T1 ve T5 “Çok yüksek kirlenme” ve diğer noktalarda ise “Az kirlenme” olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.6).

.

Çizelge 5. 6. Toprak Numunelerinin Kirlilik Faktörü (CF) Değerlerine Göre Oranları.

	CF _{Cu}	CF _{Pb}	CF _{Zn}	CF _{Ni}	CF _{Mn}	CF _{Fe}	CF _{As}	CF _{Cd}	CF _{Cr}	CF _{Al}	CF _{Hg}
T	0,36	5,75	4,97	0,04	0,17	0,85	1,69	3,33	0,66	0,71	12,50
1	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme
	0,02	74,00	62,11	0,07	0,63	0,94	0,08	16,67	0,71	0,63	0,25
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
2	0,16	0,95	0,27	0,15	0,01	0,60	0,31	3,33	0,90	0,84	0,25
T	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
3	0,02	131,50	90,74	0,01	1,13	1,18	0,08	23,33	0,94	0,66	0,25
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
4	0,07	32,40	28,11	0,01	0,19	0,82	1,69	3,33	0,86	0,75	17,50
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme
5	0,07	56,00	64,84	0,01	0,54	1,16	0,08	56,67	1,08	0,75	0,25
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
6	0,82	25,75	118,95	0,01	0,24	1,27	4,77	110,00	0,76	0,54	0,25
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
7	0,02	28,25	27,26	0,01	0,33	1,28	2,54	36,67	1,16	0,87	0,25
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Orta Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
8	0,24	36,10	76,42	0,10	0,90	1,37	3,08	80,00	1,23	0,84	0,25
T	Az Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Çok Yüksek Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
9	0,44	4,05	1,85	0,54	0,79	0,98	0,62	3,33	0,84	0,76	0,25
T	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
10	0,07	0,85	0,58	0,97	0,59	0,97	1,46	3,33	1,56	0,81	0,25
T	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme	Orta Kirlenme	Önemli Ölçüde Kirlenme	Orta Kirlenme	Az Kirlenme	Az Kirlenme
11											

5.1.4. Toprak Numunelerinin Kirlilik Yük İndeksi'ne (PLI) Göre Değerlendirilmesi

Kirlilik Yük İndeksi, sonuçlarına göre toprak numunelerinin alındığı T1, T4, T5, T6, T7, T8 ve T9 “Kirlenmiş”; T2, T3, T10 ve T11 “Kirlenmemiş” olarak bulunmuşlardır (Çizelge 5.7).

Çizelge 5. 7. Toprak Numunelerinin Kirlilik Yük İndeksi'ne (PLI) Göre Değerlendirilmesi.

	PLI	
T1	1.07	Kirlenmiş
T2	0.96	Kirlenmemiş
T3	0.34	Kirlenmemiş
T4	1.03	Kirlenmiş
T5	1.22	Kirlenmiş
T6	1.06	Kirlenmiş
T7	1.79	Kirlenmiş
T8	1.09	Kirlenmiş
T9	2.19	Kirlenmiş
T10	0.93	Kirlenmemiş
T11	0.72	Kirlenmemiş

5.1.5. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi'ne (RI) Göre Değerlendirilmesi

Çalışma alanındaki topraklar üzerinde gerçekleştirilen hesaplamalar sonucu bulunan Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (RI) değerlendirmesi; $Mn < Ni < Cu < Cr < As < Zn < Hg < Pb < Cd$ şeklinde sıralanmıştır. Zn için “Ciddi ölçüde risk”; Pb, Cd ve Hg için

“Önemli ölçüde risk” ve As için “Orta Risk”; Cu, Ni, Mn ve Cr için ise “Düşük Risk” olarak bulunmuştur (Çizelge 5.8) .

Çizelge 5. 8. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi’ne (RI) Göre Değerlendirilmesi

	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	As	Cd	Cr	Hg
RI	11.4	1978.0	476.1	9.8	5.5	163.8	10200.0	21.4	1290.0
	Düşük	Önemli	Ciddi	Düşük	Düşük	Orta	Önemli	Düşük	Önemli

5.1.6. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü’ne (E_r^I) Göre Değerlendirilmesi

Yapılan değerlendirmeye göre alınan tüm toprak numune noktalarında Cr, Mn, Ni ve Cu için “Az Risk” bulunmuştur.

Pb değerlendirildiğinde; T2 ve T4 toprak numunesinde “Önemli”; T5, T6 ve T9 numunesinde “İleri”; T7 ve T8 “Yüksek”; risk olarak bulunmuştur.

Zn değerlendirildiğinde; T4 ve T7 toprak numunesinde “Yüksek”; T2, T6 ve T9 numunesinde “Orta” risk olarak belirlenmiştir.

As değerlendirildiğinde; T7 toprak numunesinde “Orta” risk olarak tespit edilmiştir.

Cd değerlendirildiğinde; T2, T4, T6, T7, T8 ve T9 toprak numunesinde “Önemli”; T1, T3, T5, T10 ve T11 “Yüksek”; risk olarak bulunmuştur.

Hg değerlendirildiğinde; T1 ve T5 toprak numunesinde “Önemli” risk belirlenmiştir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5. 9. Toprak Numunelerinin Potansiyel Ekolojik Risk Faktörüne (E_r^I) Göre Değerlendirilmesi.

E_r^I	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	As	Cd	Cr	Hg
T1	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Yüksek	Az	Önemli
T2	Az	Önemli	Orta	Az	Az	Az	Önemli	Az	Az
T3	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Yüksek	Az	Az
T4	Az	Önemli	Yüksek	Az	Az	Az	Önemli	Az	Az
T5	Az	İleri	Az	Az	Az	Az	Yüksek	Az	Önemli
T6	Az	İleri	Orta	Az	Az	Az	Önemli	Az	Az
T7	Az	Yüksek	Yüksek	Az	Az	Orta	Önemli	Az	Az
T8	Az	Yüksek	Az	Az	Az	Az	Önemli	Az	Az
T9	Az	İleri	Orta	Az	Az	Az	Önemli	Az	Az
T10	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Yüksek	Az	Az
T11	Az	Az	Az	Az	Az	Az	Yüksek	Az	Az

5.1.7. Ağır Metal Miktarlarının Yönetmeliklere (WHO/FAO- TKKNKKSDY Göre Değerlendirilmesi

Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (TKKNKKSDY) (2010)'a göre yapılan değerlendirmelere göre; elementlerin üst limit (Ü.L.) değerleri göz önüne alındığında; Zn için (WHO/FAO, 2007); “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha” statüsünde değerlendirilmektedir. Cd, Ni, Pb, As, Fe ve Mn için (WHO/FAO, 2007); “İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde ve Cu, Hg ve Cr için (WHO/FAO, 2007); ise “Takip Gerektirmeyen Saha” olarak tespit edilmiştir (Çizelge5.10).

Elde edilen veriler endüstri öncesi referans değerleri (Turekian ve Wedepohl, 1961) baz alındığında ise; Cd, Pb ve Zn için; “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha” statüsünde değerlendirilmektedir. Hg, Cr, As, Fe ve Mn için; “İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde ve Cu ve Ni için; ise “Takip Gerektirmeyen Saha” olarak tespit edilmiştir (Çizelge5.11;12).

Çizelge 5. 10. Toprak numuneleri için temel değerler.

	WHO/FAO, 2007	Turekian ve Wedepohl, 1961	Bu çalışmada		
Metal	Toprak ($\mu\text{g g}^{-1}$)	ppm	Ort.	A.L.	Ü.L.
Cd	3	0.3	9,3	1,0	33,0
Cu	140	45	9,4	1,0	37,0
Ni	50	68	12,1	12,1	66,0
Pb	300	20	719,3	17,0	2630,0
Zn	300	95	4111,7	26,0	11,300
Hg	30	0.4	1,2	0,1	7,0
Cr	150	90	87,5	59,0	140,0
As	20	13	19,4	1,0	62,0
Fe	50.000	47200	49063,6	28500,0	64700,0
Mn	80	850	424,6	958,0	10.0

Çizelge 5. 11. Toprak numuneleri için ağır metal analiz sonuçları, TKKNKSDY (2010).

Kriter (Sapma=Ölçülen Değer/Referans Değer)	Değerlendirme
< 1	Takip Gerektirmeyen Saha
> 1	İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi Takip Gerektiren Saha
> 25	Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken Kirlenmiş Saha

Çizelge 5. 12. Toprak numuneleri için ağır metal analiz sonuçları.

Metal	WHO/FAO, 2007			Turekian ve Wedepohl, 1961		
	Ort.	A.L.	Ü.L.	Ort.	A.L.	Ü.L.
Cd	3,10	0,33	11,00	31,0	3,33	110,00
Cu	0,07	0,01	0,26	0,2	0,02	0,82
Ni	0,24	0,02	1,32	0,2	0,01	0,97
Pb	2,40	0,06	8,77	36,0	0,85	131,50
Zn	13,71	0,09	37,67	43,3	0,27	118,95
Hg	0,04	0,00	0,23	3,0	0,25	17,50
Cr	0,58	0,39	0,93	1,0	0,66	1,56
As	0,97	0,05	3,10	1,5	0,08	4,77
Fe	0,98	0,57	1,29	1,0	0,60	1,37
Mn	5,31	0,13	11,98	0,5	0,01	1,13

5.1.8. Sağlık Riski Değerlendirmesi

Topraklardaki ağır metaller, biyolojik olarak parçalanmayıp ve kalıcılıkları nedeniyle uzun vadeli çevresel ve sağlık etkileri oluşturabilir (Chen ve ark.2017; Zeng et al. 2015; Krishna and Mohan 2016; Xiao et al.2013). Tarımsal ve kentsel topraklardaki ağır metal kontaminasyonu, yutma, dermal temas ve inhalasyon yoluyla insan sağlığı üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkiler gösterir (Li et al. 2014a). Toprakta biriken ağır metaller, toprak yutulması, deriye temas ve toprak tozunun solunması ile insan vücuduna girer (Ciarkowska 2018; Qingetal.2015; ABD EPA 2001). Çalışma alanından elde edilen veriler sağlık riski açısından değerlendirilmiştir. (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13. Çalışma alanından elde edilen veriler sağlık riski açısından değerlendirilmiştir.

	Cu					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
T1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T2	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T4	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T5	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T6	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T7	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T8	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T9	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T10	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
	Pb					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
T1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T2	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T3	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T4	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T5	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T6	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T7	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T8	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T9	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
	Zn					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
T1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T2	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T3	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T4	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T5	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T6	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T7	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T8	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T9	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük	Yüksek	İhmal edilebilir	Düşük
T10	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T11	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

[illegible]

	Al					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
T1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T2	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T3	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T4	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T6	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T7	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T8	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T9	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T10	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T11	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
	Hg					
	Yetişkin			Çocuklar		
	ADDing	ADDinh	ADDder	ADDing	ADDinh	ADDder
T1	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Düşük	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T2	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T3	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T4	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T5	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	Orta	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T6	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T7	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T8	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T9	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T10	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir
T11	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir	İhmal edilebilir

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

- ✓ Çalışmada elde edilen verilere göre bölgedeki toprakların Zenginleşme Faktörü (EF) analiz değerlendirilmesinde; Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından T2, T4, T5 T6, T7, T8 e T9 noktalarında Aşırı/çok yüksek zenginleşme tespit edilmiştir.
- ✓ Bölgedeki toprakların Jeobirikim İndeksi (Igeo) hesaplamalarına göre; Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından T2, T4, T5 T6, T7, T8 e T9 noktalarında Aşırı/çok fazla kirlilik; As bakımından T7 ve T9 noktalarında “Orta Derecede Kirlilik ve Hg bakımından T1 ve T5 noktalarında “Önemli derecede kirlilik” belirlenmiştir.
- ✓ Yapılan çalışmalarda bölgedeki toprakların Kirlilik Faktörü (CF) değerlerine göre; Pb, Zn ve Cd bakımından T2, T4, T5 T6, T7, T8 e T9 noktalarında “Çok yüksek kirlenme”; Hg bakımından T1 ve T5 noktalarında “Çok yüksek kirlenme” bulunmuştur.
- ✓ Kirlilik Yük İndeksi, sonuçlarına göre toprak numunelerinin alındığı T1, T4, T5, T6, T7, T8 ve T9 noktalarının “Kirlenmiş” özellikte olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ Yapılan hesaplamalar sonucu bulunan Potansiyel Ekolojik Risk İndeksi (RI) değerlendirmesi; $Mn < Ni < Cu < Cr < As < Zn < Hg < Pb < Cd$ şeklinde sıralanmış ve Zn için “Ciddi ölçüde risk”; Pb, Cd ve Hg için “Önemli ölçüde risk” ve As için “Orta Risk” olarak bulunmuştur.
- ✓ Potansiyel Ekolojik Risk Faktörü (E_r^I) açısından Cu, Ni, Mn, Cr için değerlendirildiğinde tüm toprak numunelerinde “Az Risk” belirlenmiştir.
- ✓ Health Risk Assessment-Sağlık Riski Değerlendirmesinde Yetişkin (adult) ve Çocuklar (Children) üzerindeki etkisinde ise ağırlıklı olarak Yutma (ADDing) ve kısmen de Dermal Temas (ADDder) sonuçlarına göre ise de T2-T4-T5-T6-T7-T8-T9 noktaların riskli olduğu tespit edilmiştir.
- ✓ Zn için (WHO/FAO, 2007); “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha” statüsünde değerlendirilmektedir. Cd, Ni, Pb, As, Fe ve Mn için (WHO/FAO, 2007); “İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde ve Cu, Hg ve Cr için (WHO/FAO, 2007); ise “Takip Gerektirmeyen Saha” olarak tespit edilmiştir.
- ✓ Elde edilen veriler endüstri öncesi referans değerleri (Turekian ve Wedepohl, 1961) baz alındığında ise; Cd, Pb ve Zn için; “Bakanlıkça belirlenen süreç uyarınca temizlenmesi gereken kirlenmiş saha” statüsünde değerlendirilmektedir. Hg, Cr,

As, Fe ve Mn için; “İkinci Aşama Değerlendirme sürecine tabi takip gerektiren saha” statüsünde ve Cu ve Ni için; ise “Takip Gerektirmeyen Saha” olarak tespit edilmiştir

✓ Çalışmanın yürütüldüğü bölge eski maden sahalarının olması ve madencilik faaliyetlerinin yürütülmesinde dolayı T2, T4, T5 T6, T7, T8 e T9 noktalarında özellikle Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından antropojenik kaynaklı kirlenmelerin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bölgedeki litolojilerin Pb, Zn, Cd ve Hg bakımından içerik bulundurması bu noktalarda jeojenik faktörlerin de etken olduğu kanısına varılmıştır.

✓ Çalışma alanındaki ağır metal kontaminasyonunun, farklı yollardan yetişkinlerin ve çocukların insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkisini tahmin ederek, topraktaki kirlilik önleme tedbirlerinin sağlanması, önceden bölgedeki kirlilik risklerini tahmin etmede ve çalışma bölgesindeki insan sağlığı riskinin azaltılması için yürütülecek çalışmalara yön vereceği kesindir.

KAYNAKLAR

- Akçay, M., 2002,** Geochemistry, Basic Concepts Application, Trabzon, Karadeniz Tec. Univ., p. 506 s.
- Akçay, M., 2012,** Jeokimya, Temel Kavramlar ve Uygulamaya Aktarımları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 506 s.
- Akman, Y., Brooks, R. R., S., M. R., Reeves, R. D. ve Dudley, T. R., 2000,** Hyperaccumulation of nickel by *Alyssum Linnaeus* (cruciferae), Proc. R. Soc. Lond. Sect. B., 203, 287-403.
- Alan, İ., Şahin, Ş., Elibol, H. Altun, İ., Keskin, H., Bakırhan, B., Balcı, V., Böke, N., Esirtgen, T., Kop, A., Hanilçı, N. 2013.** “Hadim-Taşkent (Konya)- Ayrancı (Karaman) Arasında Kalan Alanın Tektono-Stratigrafisi”, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu, 11686.
- Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y. ve Delibacak, S., 2008,** Toprak Bilimi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.557, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, p.
- Andrew, T. 2003.** “Mesozoic to Early Tertiary tectonic–sedimentary evolution of the Neotethys Ocean: evidence from the Beyşehir–Hoyran–Hadim Nappes, Southern Turkey”, PhD thesis, University of Edinburgh.
- Andrew, T., Robertson, A.H.F. 2002.** “The Beyşehir–Hoyran–Hadim Nappes: Genesis and emplacement of Mesozoic marginal and oceanic units of the northern Neotethys in southern Turkey”, Journal of the Geological Society, London, 159, pp. 529–543.
- Anon, B., 1971,** Guide for Interpreting Engineering Uses of Soils, United States Department of Agriculture, Washington, DC, 78 p.
- Asan, K. ve Ertürk, M. A., 2013,** First Evidence of Lamprophyric Magmatism from the Konya Region, Turkey: a Genetic Link to High-K Volcanism, Acta Geologica Sinica-English Edition, 87 (6), 1617-1629.
- Atila, P., 2009,** Mısır“ın Cr (VI) Biriktirme Kapasitesinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bahtiyar, M., 1979,** Toprak Strüktürü Oluşumu ve Önemi, Ata.Üni.Zir. Fak. Dergisi, 10 (3-4), 119-133.
- Bell, F. G., 1998,** Environmental Geology Principles and Practice, 594 p.
- Barkett, M. O. ve Akün, E., 2018,** Heavy metal contents of contaminated soils and ecological risk assessment in abandoned copper mine harbor in Yedigöller, Northern Cyprus, Environmental earth sciences, 77 (10), 378.
- Bleam, W. F., 2016,** Soil and Environmental Chemistry. Academic Press-Elsevier. Waltham, MA, USA.
- Blumenthal, M. M. 1944,** “Kayseri-Malatya arasındaki Toros’un Permokarboniferi”, MTA Dergisi, 1/31, 105-133, Ankara.

- Blumenthall, M.M. 1947**, “Seydişehir-Beyşehir Hinterlandındaki Toros Dağları’nın Jeolojisi”, MTA Dergisi, 2, 242 s
- Blumenthal, M.M. 1952**, “Toroslar’da Yüksek Aladağ silsilesinin coğrafyası, stratigrafisi ve tektoniği hakkında yeni etütler”, MTA Dergisi, 6 s.
- Bremner, J. M., 1974**, Organic nitrogen in soils. In: C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis, Madison, Wis.: American Society of Agronomy, 93–149.
- Buffetaut, E., Mechin, P., Mechin-Salessy, A. 1988**, A theropod dinosaur with Gondwanian affinities in the upper Cretaceous of Provence (southern France). Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, Physique, 306, 2, 153-158.
- Cabrera, F., Clemente, L., Díaz Barrientos, E., López, R. ve Murillo, J. M., 1999**, Heavy Metal Pollution of Soils Affected by the Guadamar Toxic Flood, the Science of the Total Environment, 242, 117-129.
- Camelo, L. G. L., Miguez, S. R. ve Marban, L., 1997**, Heavy Metals Input with Phosphate Fertilizers Used in Argentina, the Science of the Total Environment, 240 (3), 245- 250.
- Ceritli, İ., 1997**, Türkiye'nin Toprak Sorunu, Ekoloji Dergisi, 22, 4-8.
- Chapman, P. M., 2007**, Determining when contamination is pollution-weight of evidence determinations for sediments and effluents, Environmental International, 33 (4), 492–501.
- Coşkun, M., Steinnes, E., Frontasyeva, M. V., Sjobakk, T. E. ve Demkina, S., 2006**, Heavy metal pollution of surface soil in the Thrace Region, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 119, 545-556.
- Çalapkulu, F. 1980**, “Horoz Granodiyoritinin Jeolojik incelemesi”, Türkiye Jeoloji Bülteni, 23, 1, 59-68.
- Çağlar, K. Ö., 1949**, Toprak bilgisi, A. Ü. Zir. Fak.Yay., p.
- Çelik, Ö.F., Delaloye, M.F., Feraud, G. 2006**, “Precise ^{40}Ar - ^{39}Ar ages from the metamorphic sole rocks of the Tauride Belt Ophiolites, southern Turkey: implications for the rapid cooling history”, Geological Magazine, 143, 2, pp.213-227
- Çepel, B., 1997**, Ağır Metal İçeren Atık Suların İleri Arıtımında Su Mercimeği (*Lemna* sp.) Bitkisinin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dartan, G. ve Toröz, İ., 2013**, Güney Marmara Bölgesinde Tarım Topraklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması, Marmara Üniversitesi Fen bilimleri Dergisi, İstanbul, 25 (1), 24-40.
- Demirtaşlı, E. 1967**, Pınarbaşı-Sarız-Mağara civarının jeoloji raporu. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No:1935 (yayımlanmamış).
- Demirtaşlı, E., Bilgin, A.Z., Erenler, F., Işıklar, S., Sanlı, D.Y., Selim, M. ve Turhan, N. 1973**, “Bolkardağları’nın Jeolojisi”, In: Cumhuriyetin 50. Yılı Kongresi, pp.42–57 (in Turkish)

- Demirtaşlı, E. 1984**, “Stratigraphy and Tectonics of the area between Silifke and Anamur, Central Taurus Mountains”, In: Tekeli, O. & Göncüoğlu, C (Eds) *Geology of the Taurus Belt. Proceedings International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*”, MTA, Ankara, 101-118.
- Dewey, J. F., Pitmann, W.C., Ryan, B.F., Bonmn, J. 1975**, “Plate tectonics and the evolution or the alpine system”, *Geol Soc. Amer. Bull.* 84, pp. 3137-3180.
- Dilek, Y., Rowland, J. 1993**, “Evolution of conjugate passive magrin pairs in Mesozoic southern Turkey”, *Tectonics*, 12, pp. 954-970.
- Dilek, Y. 2006**, “Collision tectonics of the Mediterranean region: Causes and consequences”, *Geological Society of America, Special Paper*, 409.
- Dilek, Y., Whitney, D.L. 2000**, “Cenozoic crustal evolution in Central Anatolia: extension, magmatism and landscape development”, *Proceedings of the Third International Conference on the Geology of the Eastern Mediterranean*
- Ekmekçi, E., Öztürk, E.M. 2005**, Bozkır-Hadım yöresinin jeolojisi (Konya-N28c1,c2,c3,c4 paftaları, Orta Toroslar). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 10767, 68 s., .Ankara (yayımlanmamış).
- Elitok, Ö., Drüppel, K., 2008**, “Geochemistry and tectonic significance of metamorphic sole rocks beneath the Beyşehir-Hoyran ophiolite (SW-Turkey)“, *Lithos*, 100, pp.322-353
- Erakman, B., Meşhur, M., Gül, M.A. Alkan H., Öztaş, Y. ve Akpınar, M. 1982**, Fethiye-Köyceğiz-Tefenni-Kalkan arasında kalan alanın jeolojisi. Türkiye Altıncı Petrol Kongresi Tebliğleri, Nisan-1982, 23-31, Ankara.
- Eren, Y., 1993a**, *Geology of the area between Eldeş-Gökçeyurt-Derbent-Söğütözü (Konya)*, Ph.D. Thesis, Selçuk University., 224
- Güngör, T. 2013**, “Kinematics of the Central Taurides during Neotethys closure and collision, the nappes in the Sultan Mountains, Turkey”, *International Journal of Earth Sciences*, 102, 5, 1381-1402.
- Foy, C. D., Chaney, R. L. ve White, M. C., 1978**, “Physiology of Metal Toxicity in Plants”, *Annual Review Plant Physiology*, 29 (511).
- Gökdeniz, S. 1981**, *Recherches Geologiques Dans Les Taurides Occidentales Entre Karaman Et Ermenek, Turquie, Le titre de doctour 3 eme cycle, Universite de ParisSud Centre D’orsay*, 202.
- Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Kozlu, H. 1997a**, “General characteristics of pre-Alpine and Alpine terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey”, *Ann. Geol. Pays Helleniques*, 37, pp.515-536
- Göncüoğlu, M. C., Dirik, K., Kozlu, H. 1997b**, “Pre-alpine and alpine terranes in Turkey: explanatory notes to the terrane map of Turkey”, *Annalles Ge’ologiques des Pays He’llenique*, 37, pp. 1-3.
- Görür, N., Oktay, F.Y., Seymen, İ., Şengör, A.M.C. 1984**, Paleotectonic evolution of the Tuzgölü basin complex, central Turkey: Sedimentary record of a Neo-Tethyan

- closure. In: The geological evolution of the eastern Mediterranean. (Ed. by Dixon, J. E. & Robertson, A. H. F.), Geol. Soc. London Spec. Paper, 17; pp.467-482
- Görür, N., Tüysüz, O., Şengör, A.M.C., 1998**, “Tectonic Evolution of the central Anatolian Basins”, International Geology Review, 40, pp.831-850.
- Graciansky, P.C. 1972**, Recherches géologiques dans le Taurus Lycien Occidental (Turquie): These, Paris-sud. Orsay.
- Gutnic, M., Keller, J., Monod, O. 1968**, Decouverte de nappes de charriage dans le Nord du Taurus occidentales (Turquie). Mem. Soc. Geol. Fr. 137, 112s.
- Güngör, T. 2013**. “Kinematics of the Central Taurides during Neotethys closure and collision, the nappes in the Sultan Mountains, Turkey”, International Journal of Earth Sciences, 102, 5, 1381-1402.
- Hakanson, L., 1980**, An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach, Water Research, 14, 8, 975-1001.
- Hakyemez, H. Y., Elibol, E., Umut, M., Bakırhan, B., Dağistan, H., Metin, T. ve Erdoğan, N., 1992**, Konya, Çumra Akören dolayının jeolojisi, MTA Rap. No 9449, Ankara (yayınlanmamış), 63 s.
- Horasan, B. Y., 2014**, Geochemistry Of The Soils In The Vicinity Of Konya, Phd, Selçuk University, Konya
- Horasan, B. Y., Arık F., 2019**, Assessing Heavy Metal Pollution In The Surface Soils Of Central Anatolia Region Of Turkey, Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 14:1, 107-118.
- <http://www.cografya.gen.tr/tr/konya/iklim.html>
- Isik, V., Uysal, T., Caglayan, A., Seyitoglu, G. 2014**, “The evolution of intra-plate fault systems in central Turkey: structural evidence and Ar-Ar and Rb-Sr age constraints for the Savcili Fault Zone”, Tectonics, 33, 10, pp.1875-1899.
- İnan, A., Uğur M. 1981**, “Konya-Hadim (Kızılgeriş)-Bozkır (Küçükusu) ve Antalya-Gazipaşa (Muzvadi-Berem) yörelerindeki çinko-kurşun cevherleşmelerine ait jeoloji raporu”, MTA Raporu, 1754, 56 s, yayımlanmamış.
- Jackson, M. L., 1967**, Soil Chemical Analysis, Prentice- Hall of India Private Limited, New Delhi, 485 pp.
- Joubert, A. V. P., Lucas, L., Garrido, F., Joulain, C. ve Jauzein, M., 2007**, Effect Of Temperature, Gas Phase Composition, pH And Microbial Activity On As, Zn, Pb And Cd Mobility In Selected Soils In The Ebro And Meuse Basins In The Context Of Global Change, Environmental Pollution, 148, 749-758.
- Kabata-Pendias, A. ve Pendias, H., 2001**, Trace Elements in Soils and Plants, 3.th. edition, CRC press LLC, p. 413 pp.
- Kabata-Pendias, A., 2004**, Soil-Plant Transfer of Trace Elements—An Environmental Issue, Geoderma, 122, 143-149.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2004**, Metallerin Çevresel Etkileri-I, Metalurji Dergisi, 136, 47-53.

- Karpuzcu, M., 1996,** Çevre Kirlenmesi ve kontrolü, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Keller, C., 2000,** Some microscopic and mineral particles of biological origin and soil solution, *Eur J Soil Sci.*, 48, 193–199.
- Keller, J., Jung, D., Burgath, K. ve Wolff, F., 1977,** Geologie und petrologie des Neogenen kalkalkali-vulkanismus von Konya (Erenler Dag-Alaca Dag-Massiv Zentral-Anatolian), *Geo. Jb.*, B, 25, 37-117.
- Kennedy, C. D. ve Gonsalves, F. A. N., 1987,** The action of divalent zinc, cadmium, mercury, copper and lead on the trans-root potential and efflux of excised roots, *J.Exp. Bot.*, 38, 800-817.
- Ketin, İ. 1965,** “Anadolu’nun tektonik birlikleri”, İstanbul Üniversitesi, Maden Fakültesi.
- Ketin, İ., 1966,** Tectonic units of Anatolia, *Journal of MTA*, 66, 23-34.
- Ketin, İ. 1983,** “Türkiye jeolojisine genel bir bakış”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1259, 595.
- Kim, D. S., An, K. G. ve Kim, K. H., 2003,** Heavy Metal Pollution in the Soils of Various Land Use Types Based on Physicochemical Characteristics, *Journal Of Environmental Science And Health, Part A—Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, A38 (5), 839–853.
- Koçyiğit, A. 1976,** “Karaman-Ermenek (Konya) bölgesinde ofiyolitli melanj ve diğer oluşuklar”, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.* 19, 103-116.
- Koçyiğit A. 1983,** “Hoyran Gölü (Isparta Büklümü) Dolayının Tektoniği”, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 26-1, 1-10
- Komatina, M., 2004,** Medical geology: effects of geological environments on human health, Elsevier., p.
- Köleli, N. ve Kantar, Ç., 2005,** Fosfat Kayası, Fosforik Asit Ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu, *Ekoloji Dergisi*, 55, 1-5.
- Krauskopf, K. B., 1985,** Introduction to Geochemistry, McGraw-Hill International sreisin the Earth and Planetary Sciences, p
- Krüger, F. ve Gröngröft, A., 2003,** The Difficult Assessment Of Heavy Metal Contamination Of Soils and Plants in Elbe River Floodplains, 31 (4-5), 436-443.
- Kurt, H. ve Arık, F., 2010,** “Şehir ve Çevre Jeolojisi”, Aybil Yayıncılık, Konya, p.
- Kurt, M. A., 2010,** Deliçay ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Alandaki Toprak profillerinin Minerolojisi, Toprak ve Su Kirliliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, M.Ü. Fen Bilimleri Enst., Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Lagerwerff, J. W. ve Specth, A. W., 1970,** “Contamination of Roadside Soil and Vegetation with Cadmium, Nickel, Lead and Zinc”, *Environ. Sci. Technology*, 4, 583-586.
- Lombi, E., Wenzel, W. W. ve Adriano, D. C., 1998,** Soil Contamination, Risk Reduction And Remediation, *Land Contamination & Reclamation*, 6 (4), 183-197.

- Lottermoser, B. G., Ashley, P. M., Muller, M. ve Whistler, B. D., 1998**, Metal contamination due to mining activities at the Halls Peak massive sulphide deposits, New South Wales. In: Ashley PM, Flood PG (eds) Tectonics and metallogenesis of the New England Orogen, Geol Soc Australia Spec Publ., 19, 290–299.
- Martin, C. 1969**, “Akseki kuzeyindeki bir kısım Toroslar'ın stratigrafik ve tektonik incelemesi”, MTA Dergisi, 72, 158 -175.
- Meşhur, M., Yoldemir, O., Akpınar, M., Öztaş, Y., Alkan, H. 1989**, Batı Toroslar'ın Jeolojisi ve Petrol olanakları raporu. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Raporu.
- Metz, K. 1956**, “Ein beitraag zur kenntnis des gebirgsbaues von Aladağ und Karanfildag und ihres wetrandes (Kilikischer Taurus)”, MTA Dergisi, 48, 67-78.
- Mikayilov, F. D. ve Acar, B., 1998**, Toprak Ekosistemlerinde Kirleticilerin Taşınım Mekanizmasının İncelenmesi Ve Modellenmesi, Ekoloji Dergisi, 28, 20-23.
- Moix, P., Vachard, D., Allibon, J., Martini, R., Wernli, R., Kozur, H.W., Stampfli, G.M. 2013**, “Paleotethyan, Neotethyan and Huğlu-Pindos Series in the Lycian Nappes (SW Turkey): Geodynamic Implications”, New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 61, pp.401-444.
- Monod, O. 1977**, “Rechercher ge'ologiques dans le Taurus Occidental du sud de Beyşehir (Turquie)”, These, l'universite de Paris sud "Centre d "Orsay", Docteur es Sciences, 442.
- Muthu, S. R. ve Jayaprakash, M., 2008**, Distribution and enrichment of trace metals in marine sediments of Bay of Bengal, off Ennore, South-east coast of India, Environmental Geology, 5 (1), 207–217.
- Montgomery, C. W., 2000**, Environmental Geology, McGraw – Hill Higher Education, p. 546 p
- Noll, K. E., Yuen, P. F. ve Fang, K. Y. P., 1990**, “Atmospheric Coarse Particulate Concentrations and Dry Deposition Fluxes for ten Metals in Two Urban Environments”, Atm. Env., 24A (4).
- Okay, A.I. 1985**, “Distribution and characteristics of the north-west Turkish blueschists: Dixon, J.E. and Robertson, A.H.F., The Geological Evaluation of the Eastern Mediterranean“, Spec. Pub. of the Geo. Soc. 17, Blackwell Sci. Publ., Oxford, 848 s.
- Okay, A. I. 1986**, “High-pressure/low-temperature metamorphic rocks of Turkey”, Geological Society of America Memoir, 164, pp. 333–347.
- Okay, A. 1989**, “An exoic eclogite/blueschist slice in a Barrovian-style metamorphic terrain, Alanya Nappes, Southern Turkey”, Journal of Petrology, 30, 107-132.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O., 1999**, Tethyan sutures of northern Turkey İn: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F. & Se'ranne, M. (eds). The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within the Alpine Orogen, Geological Society, London, Special Publications, 156 (1), 475-515.
- Onar, A. N. ve Temizer, A., 1987**, “Çevre Kirliliğine Etkisinin Ölçüsü Olarak Cd ve Pb Derişimlerinin İdrarda Tayini”, Doğa Tü. Müh. ve Çev. D.C., 11 (2), 254-267.

- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 2001**, Toprak Bilimi, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 73, Adana.
- Özcan, A., C., G. M., Turhan, N., Uysal, S., Şentürk, K. ve Işık, A., 1988**, Late Paleozoic Evolution of the Kütahya-Bolkardagi Belt, METU Journal Pure and Appl. Sci. Series A Geosciences, 21(1-3), 211-220.
- Özcan, A., Göcüoğlu, M. C., Turan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. ve Işık, A., 1990a**, Basic Geology of Konya-Kadınhanı-Ilgın, M.T.A. Report no: 8974.
- Özer, E., Koç, H., Özsayar, T.Y. 2004**, “Stratigraphical evidence for the depression of the northern margin of the Menderes-Tauride Block (Turkey) during the Late Cretaceous”, Journal of Asian Earth Sciences 22, 5, 401–412.
- Özgül, N. 1971**, “Toroslar’ın kuzey kesiminin yapısal gelişiminde blok hareketlerinin önemi”, TJK Bülteni, 14-1, 85-101.
- Özgül, N., 1976**, Toroslar’ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri, Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 19 (1), 65-78.
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Korucu, M. 1991a**, Kırdag-Barla Dağları-Davras Dağı yöresinin jeolojisi. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Rapor No: 3149, Ankara (yayımlanmamış).
- Özgül, N., Bölükbaşı, S., Alkan, H., Korucu, M. 1991b**, Göller bölgesinin tektono stratigrafik birlikleri. Ozan Sungurlu Simpozyumu Bildirileri (ed. S. Turgut), Kasım-1991, 213-237.
- Özgül, N. 1997**, “Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar’ın Kuzey Kesimi) Dolayında Yer Alan Tektono-Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi”, MTA Dergisi, 119, 113-174.
- Özgül, N., 2009**, “Orta Toroslar’ın Tektono-stratigrafi Birliklerinin Toros-Anadolu Platformunun Geç Kretase-Erken Tersiyer Evrimi Açısından Yorumu”, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı
- Öztürk, E. M., Öztürk, Z., Acar, Ş., Ayaroğlu, A. 1981**, Şarkikaraağaç (Isparta) ve dolayının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Rapor No: 7045 (yayımlanmamış), Ankara.
- Öztürk, E.M., Dalkılıç, H., Ergin, A., Afşar, Ö.P. 1987**, Sultandağı güneydoğusu ile Anamasdağı dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9301, Ankara.
- Özuygur, M., 1982**, Ayrışma ve Toprak oluşumu; Genel Jeoloji Cilt 2, Dış olaylar ve yeryüzü şekilleri In, Eds: Ketin, İ., İst. Tek. Üniv, Kütüp., p. 28-55.
- Poisson, A. 1977**, Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie): These Univ. Paris-Sud, Orsay 795 p.
- Philippson, A. 1915**, Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien Pett: Mitt., H., 167.
- Pourteau, A., Candan, O., Oberhanslı, R. 2010**, “High-pressure metasediments in central Turkey: Constraints on the Neotethyan closure history”, Tectonics, 29, pp.1-18.

- Pourteau, A., Oberhänsli, R., Candan, O., Barrier, E., Vrielnyck, B. 2015**, “Neotethys Closure History of Western Anatolia – A Geodynamic Review”, Geophysical Research Abstracts, 17, EGU2015-6271.
- Roberts, N., 1982**, Age paleoenvironments and climatic significance of Late Pliocene Konya Lake, Turkey, Quaternary Research, 19, 154 -171.
- Robertson, A.H.F., Dixon, J.E. 1984**, “Introduction:aspects of the geological evolution of the Eastern Mediterranean In The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (eds J. E. Dixon and A. H. F. Robertson)”, pp. 1–74, Geological Society of London, Special Publication no. 17.
- Sabbak, O. A., 1995**, Metal Concentration Of Atmospheric Inhalable Particles In Jedda, Environ. Manag. Health, 6 (5), 7-13.
- Sarıfakıoğlu, E., Dilek, Y., Winchester, J.A. 2012**, “Late Cretaceous subduction initiation and Palaeocene-Eocene slab breakoff magmatism in South-Central Anatolia, Turkey”, International Geology Review, pp.1-22.
- Schmidt, E. L., 1997**, Nitrification in soil. In: F.J. Stevenson, ed. Soil Nitrogen. Madison, Wis.: American Society of Agronomy, 253–288.
- Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J. A., Finkelman, R. B., Fuge, R., Lindh, U. ve Smedly, P., 2004**, “Essentials of Medical Geology, Impacts of the Natural Environment on Public Health”, Elsevier Academic Press, 812 pp.
- Sengör, A. M. C., Yılmaz, Y. ve Ketin, I., 1980**, Remnants of a pre–Late Jurassic ocean in northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys?, 91 (10), 599-609.
- Steinert, H., 1981**, Toprak Bîr Kimya Fabrikasıdır(Kosmos'dan çeviren: E.Korur), Bilim ve Teknik, Sayı:159.
- Smith, A.G. 2006**, “Tethyan ophiolite emplacement, Africa to Europe motions, and Atlantic spreading”, Geological Society, London, Special Publications, 260, pp.11-34.
- Stampfli, G. M., Borel, G. D. 2002**, “A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons”, Earth and Planetary Sci. Letters,196, pp. 17-33.
- Şenel, M. 1997b**, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Isparta-K12 Paftası, No: 12. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M. 1997c**, 1:100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Fethiye-L8 Paftası, No: 2. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M. 1997d**, 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Isparta- K10 paftası, No: 10. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şenel, M. 1999**, Toros Kuşağındaki yapısal birimlerin stratigrafik ve yapısal özellikleri, bu birimlerin yeniden tanımlanması. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, 10-12 Mayıs, 1999-Ankara, 376-378.
- Şenel, M., Selçuk, H., Bilgin, A.Z., Şen., M.A., Karaman, T., Dinçer, M.A., Durukan, E., Arbas, A., Örcen, S., Bilgi, C. 1989**, Çameli (Denizli)- Yeşilova (Burdur)-

Elmalı (Antalya) ve dolayının jeolojisi: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9429, Ankara (yayımlanmamış).

Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, T., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, A.S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A.Z., Uğuz, M.F., Korucu, M., Özgül, N. 1992, Eğirdir-Yenişarbademli, Gebiz ve Geriş-Köprülü (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No: 9390, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Rapor No: 3132, 559 s, Ankara (yayımlanmamış).

Şenel, M. 2009, “Toros Kuşağı’nda Üst Kretase, Daniyen, Eosen ve Miyosen Napları ile Bunlara İlişkin Çökeller”, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara.

Şenel, M., Bilgin, R.Z. 1997b, 1/100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Marmaris- L4-L5 paftası, No: 18. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Şengör, A. M. C., Yılmaz, Y. 1981, “Tethyan evolution of Turkey; a plate tectonic approach”, Tectonophysics, 75, pp. 181-241.

Şengün, M. 2006, Anadolu’nun Kenet Kuşakları ve Jeolojik Evrimine İrdelemeli ve Eleştirel Bir Bakış, MTA Dergisi, 133, 1-26.

Taylor, S. R., 1972, Abundance of chemical elements in the continental crust: A new table, Cosmochim, Acta, 28, 1273–1286.

Tchihatcheff, M. L. 1869, “Asie Mineure Description Physique de cette contrée”, 8, Geologie, Paris.

Tekeli, O. 1980, “Toroslar'da Aladağlar'ın yapısal evrimi”, TJK Bülteni, 23, 1, 11-14.

Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R. ve Jeffney, D. W., 1980, Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of pollution index, Helgol Wiss Meeresunters, 33, 566-572.

Tekin, U.K 1999, Biostratigraphy and Systematics of Late Middle to Late Triassic Radiolarians from the Taurus Mountains and Ankara Region, Turkey. Doktora Tezi, Innsbruck Universty.

Toröz, İ., 2009, Çevre Eğitimi Ders Notları, Çevre Ve Orman Bakanlığı.

Turan, A. 1990, Toroslar’da Hadim (Konya) ve güneybatısının jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik gelişimi. Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 211 s., Konya.

Turan, A. 2000a, “Karaköy (Gündoğmuş)-Hadim Arasındaki Torosların Stratigrafisi”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 2, 1, 61-89.

Turan, A. 2000b, “Korualan ve Bağbaşı (Hadim-Konya) Arasındaki Bölgenin Yapısal Özellikleri”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 2, 3, 51-65.

Turekian, K. K. ve Wedepohl, K. H., 1961, Distribution of the Elements in some major units of the Earth's crust, Geological Society of America, Bulletin, 72, 175-192.

Türer, D., 2000, Heavy Metal Pollution of Roadways from Vehicular and non-vehicular sources, Cincinnati, Phd. thesis, OH and Corpus Christi, TX, 168 pp

- Türkoğlu, A., 2006,** Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ulu, Ü. 1983,** “Sugözü-Gazipaşa (Antalya) Alanının Jeoloji İncelemesi”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi
- Ulu, Ü., Öcal, H., Saçlı, L., Bilgiç, T., Karabalık, N.N., Şahin, Ş., Böke, N.,Yıldız, H. 2000,** “Karaman ve civarının jeolojisi”, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, 194, Ankara.
- Üstbaş, Y., Taşan, M. ve Geçgel, Ü., 2009,** Trakya Bölgesinde Üretilen Ayçiçeği Tohumu (*Helianthus annuus* L.) Yağlarında Bakır, Demir, Kadmiyum Ve Kurşun İçeriklerinin Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6 (1).
- Yıldız, D. ve Özbay, Ö., 2009,** Su Ve Toprak, Dünya Yayıncılık A.Ş., İstanbul, USİAD (Ulusal Sanayici ve İşadamları Derneği), p.
- Yıldız, S., 2004,** Konya ana tahliye kanalında ağır metal kirliliğinin ICP-AES tekniği ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 51 s.
- Zhang , J. ve Liu, C. L., 2002,** Riverine composition and estuarine geochemistry of particulate metals in China-weathering features, anthropogenic impact and chemical fluxes, Estuar Coast Shelf Sci., 54, 1051-1070