

NEVŞEHİR KARAIN VE TUZKÖY'ÜN TIBBİ JEOLJİK AFET GEÇMİŞİ

Ahmet Demir^a, Abdulkadir Tezcan^a, Yasin Tokgöz^b, R. Selçuk Yardımcıel^a, Sinan Demir^a,
H. Gürhan İlgen^a, Gülden Erdem^a, Tuğba Şentürk^a, Başak Üçok^a, Oğuzhan Arıkan^b,
Sibel Duyar Taşçı^b, Özlem Bozbay^b, Erhan Menkü^b, Yener Yüksel^a, Sinem Önder^a

^aAfet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

^bNevşehir İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, 50300, Merkez, Nevşehir, Türkiye
(ahmet.demir@afad.gov.tr)

ÖZ

Ülkemizde, **tıp ile jeolojinin ilk buluşması**, 1973 yılına rastlamaktadır. Bu buluşma, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Prof. Dr. Y. İzzettin Barış ile Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nden Jeolog Asım Göktepeli arasında gerçekleşmiştir. Akabinde, fibroz asbest mineralleri ile akciğer zarı kanseri (mezotelyoma) arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak amacıyla araştırmalarda bulunmak üzere, Eskişehir'in Mihalıççık ilçesi ve daha sonra; Çankırı, Elâzığ, Burdur, Konya, Kütahya ve Yozgat'ın bazı köylerinde çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Aynı ekip tarafından, 1975 yılında, Nevşehir'in Ürgüp ilçesine bağlı, Karain Köyünde, muayene edilen ve röntgen filmleri çekilen, 200 kişiden 12'sinde, mezotelyoma tespit edilmiş, ancak, alınan kayaç ve toprak numunelerinin laboratuvar analizlerinde, hastalık sebebinin asbest olmadığı belirlenmiştir. Devamında yapılan çalışmalarda, 1977 yılında, Gülşehir'in Tuzköy Beldesi'nde de aynı tip hastaların olduğu bilgisi üzerine, bir hastanın akciğerinden alınan numune, Galler'deki Cardiff Üniversitesi'ne gönderilmiş, Prof. Dr. Frederick David Pooley tarafından incelenmiştir. Pooley, numunede fiziksel olarak mavi asbeste benzeyen fakat kimyasal yapı olarak ondan tamamen farklı "*Fibröz Zeolit = Erionit*" olduğunu belirlemiştir. Bölgedeki çalışmalar sonucunda eriyonit mineralinin mezotelyomaya sebep olduğunun belirlenmesi üzerine, Barış tarafından, Mülga Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM)'ne hitaben yazılan 12 Nisan 1979 tarihli yazıda; "*Karain ve Tuzköy'de yapılan araştırma sonucunda akciğer zarı kanserinin özel bir şekli olan mezotelyoma salgınının olduğu, bu nedenle iki köyün ivedi olarak yerlerinin değiştirilmesi gerektiği*" hususu belirtilmiştir.

Tuzköy ve Karain'de, 2000'li yılların başlarında araştırmalar devam etmiş, MTA ve Kansere Savaş Dairesi Başkanlığı'nın raporları gereği, AİGM teknik personeline muhtelif tarihlerde jeolojik etüt raporları düzenlenmiştir. Tuzköy'de 258 konut ve 20 iş yerinin, Karain'de ise köyün tamamı olan 137 konutun afet riski taşımayan alanlara taşınmasına karar verilmiş olup, konut ve iş yerleri TOKİ'ce yaptırılarak hak sahiplerine teslim edilmiştir.

Başkanlığımız ile Hacettepe ve Orta Doğu Teknik Üniversiteleri arasında imzalanan protokole göre, "***Jeomedikal Afetlerde Risk Azaltma ve Tuzköy Örneği Projesi***" kapsamında; halk sağlığına etki eden jeomedikal afetlerle ilgili risk azaltma ve iyileştirme çalışmalarına yönelik standart ve metodolojilerin geliştirilmesi, eriyonit varlığının ve yayılımlarının belirlenmesi, iş süreçlerinin oluşturulması, yapısal ve yapısal olmayan önlemlere ilişkin metodolojilerin geliştirilmesi, özel kimyasal malzemelerin üretilmesi için AR-GE çalışmalarının yapılması, araştırma ve geliştirme sonucunda örnek uygulamaların yapılması, projeden elde edilecek çıktılardan kazanılan tecrübeler ışığında; "***Jeomedikal Afetlerde Risk Azaltma Kılavuz Kitapçığı***" hazırlanarak, benzer problemlerin görüldüğü, 61 ilimizin, 379 yerleşim biriminde yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca, ilgili kamu kurumlarımızla kitapçıkla ilgili çalışmalar devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Eriyonit, Karain, Mezotelyoma, Tıbbi Jeoloji, Tuzköy.

THE MEDICAL GEOLOGICAL DISASTER HISTORY OF KARAIN AND TUZKÖY (NEVŞEHİR)

Ahmet Demir^a, Abdulkadir Tezcan^a, Yasin Tokgöz^b, R. Selçuk Yardımciel^a, Sinan Demir^a,
H. Gürhan İlgen^a, Gülden Erdem^a, Tuğba Şentürk^a, Başak Üçok^a, Oğuzhan Arıkan^b,
Sibel Duyar Taşçı^b, Özlem Bozbay^b, Erhan Menkü^b, Yener Yüksel^a, Sinem Önder^a

^aDisaster and Emergency Management Presidency, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

^bNevşehir Provincial Disaster and Emergency Directorate, 50300, Merkez, Nevşehir, Türkiye
(ahmet.demir@afad.gov.tr)

ABSTRACT

The first interaction between the fields of medicine and geology in Turkey dates back to 1973. This pioneering collaboration took place between Prof. Dr. Y. İzzettin Barış from the Faculty of Medicine at Hacettepe University and Geologist Asım Göktepeli from the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA). Subsequently, in an effort to investigate the correlation between fibrous asbestos minerals and pleural cancer (mesothelioma), research was initiated in the Mihaliççık district of Eskişehir. These investigations were later extended to several villages in the provinces of Çankırı, Elâzığ, Burdur, Konya, Kütahya, and Yozgat. In 1975, the same research team examined 200 residents of Karain Village, located in the Ürgüp district of Nevşehir Province, through medical check-ups and X-ray imaging. Among these individuals, mesothelioma was diagnosed in 12 cases. However, laboratory analyses of rock and soil samples collected from the area indicated that asbestos was not the causative agent of the disease. Subsequent investigations revealed that, in 1977, similar cases of mesothelioma were present in Tuzköy, a town in the Gülşehir district. A lung tissue sample from one of the patients was sent to Cardiff University in Wales for analysis by Prof. Dr. Frederick David Pooley. Pooley determined that the sample contained a fibrous mineral that physically resembled blue asbestos but was chemically distinct. This mineral was identified as “**fibrous zeolite-erionite**”. As a result of the studies conducted in the region, it was determined that erionite was the etiological factor causing mesothelioma. In a letter dated April 12, 1979, addressed to the former General Directorate of Disaster Affairs (AİGM), Prof. Dr. Barış stated that “an epidemic of **mesothelioma**, a specific form of pleural cancer, was identified in Karain and Tuzköy, and therefore, the relocation of these two villages should be undertaken urgently.”

Research activities continued in Tuzköy and Karain in the early 2000s. Based on the reports prepared by the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) and the Cancer Control Department, AİGM technical personnel conducted several geological surveys at different times. As a result, it was decided to relocate 258 houses and 20 workplaces in Tuzköy, and the entire village of Karain consisting of 137 houses, to areas without disaster risk. New residences and workplaces were constructed by the Housing Development Administration of Turkey (TOKİ) and delivered to the rightful owners.

Within the framework of the “**Risk Reduction in Geomedical Disasters: The Tuzköy Case Project**”, conducted under a protocol signed between our institution and Hacettepe University and Middle East Technical University (METU), several key objectives were pursued. These included; developing standards and methodologies for risk reduction and mitigation related to biomedical disasters affecting public health; identifying the presence and distribution of erionite; establishing operational workflows; developing methodologies for both structural and non-structural measures; conducting R&D activities to produce specialized chemical materials, and implementing pilot applications based on research and development outcomes; drawing on the experience gained through this project, a

“Geomedical Disaster Risk Reduction Guidebook” was prepared. This guidebook is intended to be disseminated for use in studies to be carried out in 379 settlements across 61 provinces where similar problems have been observed. Additionally, collaborative work with relevant public institutions on the guidebook is still ongoing.

Keywords: Erionite, Karain, Medical Geology, Mesothelioma, Tuzköy.

JEOMEDİKAL AFETLERDE RİSK BELİRLEME VE AZALTMA VE TUZKÖY ÖRNEĞİ (NEVŞEHİR, TÜRKİYE)

**Fatma Toksoy-Köksal^a, Hüseyin Evren Çubukçu^b, Cengiz Uzun^c, Atilla Kılıç^a,
Gizemnur Koca-Akçay^{a,b}, Ahmet Demir^d, H. Gürhan İlgen^d, Sinan Demir^d**

^a*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye*

^b*Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye*

^c*Hacettepe Üniversitesi, Kimya Bölümü, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye*

^d*Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye
(ftkoks@metu.edu.tr)*

ÖZ

Tuzköy (Nevşehir), jeojenik kökenli mineral tozlarına bağlı yüksek malign mezotelyoma insidansı ile dikkat çeken kritik bir bölgedir. 1970’li yıllardan bu yana yapılan araştırmalar, bu yüksek oranların başlıca nedeninin erionit olduğunu ortaya koymuş; bu nedenle yerleşim alanı 2008 yılında “jeo-tıbbi risk bölgesi” ilan edilerek kısmen başka bir alana taşınmıştır. Ancak taşınma sonrasında hem eski hem de yeni yerleşimlerde mezotelyoma vakalarının ve ölüm oranlarının yüksek seyretmesi, ek çevresel risk faktörlerinin varlığına işaret etmektedir. Bu durum, jeojenik kaynaklı halk sağlığı sorunlarının değerlendirildiği alanlarda bütüncül bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, mineralojik ve jeokimyasal analizleri kapsayan çok disiplinli bir risk değerlendirme yöntemi uygulanmıştır. Araştırma kapsamında sondaj karotları, kayaç mostraları, yapı taşları, tarım ve bahçe toprakları, aktif ve pasif toz örnekleri ile yeraltı ve yüzey sularından örnekler toplanmıştır. Havadaki tozun bileşimi ve mevsimsel dağılımını belirlemek amacıyla hâkim rüzgâr yönleri dikkate alınarak dört mevsim boyunca pasif toz birikim istasyonları kurulmuştur. Mineralojik analizler, eski ve yeni yerleşim alanlarındaki sondaj karotlarında, ana kaya, toprak ve havadaki tozlarda yüksek miktarda erionit liflerinin yanı sıra aktinolit liflerinin de bulunduğunu göstermiştir. Jeokimyasal analizler ise arsenik başta olmak üzere bazı ağır metal ve toksik elementlerin, özellikle çocuklar açısından karsinogenik değerlere ulaştığını ortaya koymuştur.

Elde edilen bulgular, Tuzköy’deki yüksek mezotelyoma insidansının yalnızca erionit kaynaklı olmayabileceğini ve birden fazla çevresel etmenin eşzamanlı olarak etkili olabileceğini göstermektedir. Erionit ve aktinolit lifleri solunabilirlik ve lif morfolojisi açısından yüksek sağlık riski taşıırken, arsenik kirliliği hem jeojenik hem de antropojenik süreçlerle maruziyeti artırmaktadır. Yeni yerleşim alanındaki hâkim rüzgâr yönü, tarımsal faaliyetler ve yapı malzemesi kullanımı da bu riskin devamını açıklamaktadır.

Sonuçlar, Tuzköy için çoklu çevresel risk faktörlerini içeren entegre bir risk yönetim planı gerekliliğini vurgulamaktadır. Risk azaltma stratejilerinin yalnızca yerleşim alanının taşınmasıyla sınırlı kalmaması; yapı malzemelerinin ıslahı, toz kontrolü, tarım ve su yönetimi ile halk sağlığı farkındalığı programlarının bütüncül biçimde uygulanması gerekmektedir. Bu yaklaşım, Tuzköy ve benzeri jeomedikal risk bölgelerinde sürdürülebilir halk sağlığı ve çevre politikalarının oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Aktinolit, Arsenik, Erionit, Jeomedikal Risk, Tuzköy.

ASSESSMENT AND MITIGATION OF GEOMEDICAL DISASTERS: THE CASE OF TUZKÖY (NEVŞEHİR, TÜRKİYE)

**Fatma Toksoy-Köksal^a, Hüseyin Evren Çubukçu^b, Cengiz Uzun^c, Atilla Kılıç^a,
Gizemnur Koca-Akçay^{a,b}, Ahmet Demir^d, H. Gürhan İlgen^d, Sinan Demir^d**

^aMiddle East Technical University, Department of Geological Engineering, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

^bHacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

^cHacettepe University, Department of Chemistry, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye

^dDisaster and Emergency Management Presidency, 06800, Çankaya, Ankara, Türkiye
(fikoksal@metu.edu.tr)

ABSTRACT

Tuzköy (Nevşehir) is a critical region characterized by a high incidence of malignant mesothelioma associated with geogenic mineral dust exposure. Since the 1970s, numerous studies have identified erionite as the primary cause of this elevated rate, leading to the partial relocation of the settlement in 2008 after being declared a “geo-medical risk area”. However, the continued high incidence of mesothelioma and mortality rates in both old and new settlements indicates the possible presence of additional environmental risk factors. This highlights the necessity of adopting an integrated approach to evaluate geogenic public health problems.

In this study, a multidisciplinary risk assessment approach incorporating mineralogical and geochemical analyses was employed. Core samples, rock outcrops, building stones, agricultural and garden soils, active and passive air dust samples, as well as groundwater and surface water samples were collected. To determine the composition and seasonal distribution of airborne dust, Passive Dust Deposition Stations (PDDS) were established in accordance with prevailing wind directions and operated throughout four seasons. Mineralogical analyses revealed that, in both the old and new settlement areas, drill cores, bedrock, soil, and airborne dust contain high amounts of erionite fibers, along with the presence of actinolite fibers. Geochemical data further indicate that arsenic and other heavy metals reach carcinogenic levels, posing particular risks to children.

The results demonstrate that the high mesothelioma incidence in Tuzköy may not be attributed solely to erionite exposure, but rather to the combined effects of multiple environmental factors. Erionite and actinolite fibers pose significant health risks due to their respirability and morphology, while arsenic contamination—of both geogenic and anthropogenic origin—further increases exposure. In the new settlement, prevailing winds, agricultural activities, and building material usage also contribute to the persistence of risk.

These findings emphasize the need for an integrated risk management plan addressing multiple environmental hazards in Tuzköy. Risk mitigation strategies should extend beyond settlement relocation to include the remediation of building materials, dust control, agricultural and water management, and community health awareness programs. Such an approach will support the development of sustainable public health and environmental policies for Tuzköy and similar geomedical risk regions.

Keywords: Actinolite, Arsenic, Erionite, Geomedical Risk, Tuzköy.

DOĞA OLAYLARININ OLUMSUZ TIBBİ JEOLJİK ETKİLERİNE BİR ÖRNEK: OBRUKLAR

Fetullah Arık^a, Alper Dülger^a

^aKonya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Konya, Türkiye
(farik@ktun.edu.tr)

ÖZ

Dünya genelinde sürekli olarak başta aşırı yağışlar, kar ve buzul ergimeleri sonucu oluşan taşkın ve seller, çığ, fırtına, deprem, kütle hareketleri (heyelan, çamur ve moloz akması, kaya düşmesi vb.), orman yangınları, tasman/zemin çökmeleri ve obruklar gibi doğa olayları meydana gelmektedir. Dünyanın bu günkü şeklini almasını sağlayan ve insanların kontrolü dışında gelişen bu doğa olaylarına bağlı olarak başta insan hayatı olmak üzere, diğer canlılar, yerleşim alanları, konutlar ve diğer yatırımlara zarar vererek afete dönüşmektedir.

Obruk Türkçe bir terim olup kireçtaşı, mermer, dolomit, dolomitik kireçtaşı, halit, jips, anhidrit vb. karbonatlı, sülfatlı ve klorürlü evaporitik kayaların bulunduğu karstik alanlarda oluşan tipik yer şekillerinden biri olan çökme dolinlerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Çözünabilir karst kayaları dünya yüzeyinin yaklaşık %20'sini kaplamakta ancak karstlaşma genellikle evaporitik ve karbonatlı kayaların yayılım gösterdiği buzullarla kaplı olmayan kara yüzeyinin %15'inde görülür. Ülkemizde özellikle Akdeniz kuşağı ve Doğu Karadeniz'in güneyinde Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı karbonatlı kayalar, orta kuşakta ise Senozoyik yaşlı karbonatlı ve evaporitik kayalar bulunmakta olup obruklar genellikle bu bölgelerde oluşmaktadır.

Obruk oluşumunda çökmeyi etkileyen başlıca doğal faktörler litolojik, yapısal jeolojik, hidrojeolojik, meteorolojik, jeomorfolojik ve depremselidir. Ancak günümüzde sulama, alt yapı çalışmaları, inşaat faaliyetleri, su – kanalizasyon iletim hatları, foseptik ve gübre biriktirme alanları, yeraltı ve çözelti madenciliği, örtülü çöp ve çürümüş bitki kökleri, bitki örtüsünün azaltılması veya kaldırılması, ağır iş makineleri, barajlar ve diğer ağır mühendislik yapıları gibi yapay yükler vb. antropojenik faaliyetler çökmeyi tetiklemektedir.

Obruklar yeni oluşumlarda keskin köşeli, boru, baca veya kuyu şeklinde olup oluştuğu yerdeki insanlar, evcil hayvanlar, diğer canlılar ve iş makineleri için oldukça tehlikeli olabilmektedir. Obruklar genellikle yeraltı suyuna doğrudan iletim sağladıkları için yüzeyden akışla gelen veya kullanılmayacak nitelikte su bulunduran akiferlerden kaynaklanan kirli sular temiz yeraltı suyunu kirletebilmekte ve canlı hayatını tehdit etmektedir. Özellikle tarımsal alanlarda ve kırsal yerleşimlerde oluşan obruklar arazi kaybının yanı sıra yöre halkı için ciddi bir endişe kaynağı olmakta ve verimlilik düşmektedir. Ayrıca bazı obruklar arazi sahibi tarafından bilinçsiz olarak gelişigüzel doldurulmakta olup hem sağlıklı bir iyileştirme yapılmamakta hem de obruğa doldurulan malzeme yeraltı suyunu kirletmektedir. Obrukların konutlar, işyerleri, karayolu, demiryolu, köprü, viyadük, tünel, baraj, gölet vb. mühendislik yapıları veya elektrik, su, doğalgaz-petrol iletim hatlarının altında olması halinde oldukça geniş bir çevreyi olumsuz etkileme potansiyeli vardır.

Anahtar Kelimeler: Doğa Kaynaklı Afet, Karst, Obruk, Tehlike, Tıbbi Jeoloji.

AN EXAMPLE OF THE ADVERSE MEDICAL GEOLOGICAL EFFECTS OF NATURAL EVENTS: SINKHOLES

Fetullah Arık^a, Alper Dülger^a

^aKonya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geological Engineering, Konya, Türkiye
(farik@ktun.edu.tr)

ABSTRACT

Natural events such as floods and torrents caused by excessive rainfall, snow and glacier melt, avalanches, storms, earthquakes, mass movements (landslides, mud and debris flows, rockfalls, etc.), forest fires, subsidence/ground collapse and sinkholes occur continuously around the world. These natural events, which are beyond human control and have shaped the world as we know it today, cause damage to human life, other living creatures, settlements, homes and other investments, turning into disasters.

Obruk is a Turkish term used to describe collapse dolines, which are typical landforms found in karstic areas containing carbonate, sulphate and chloride evaporitic rocks such as limestone, marble, dolomite, dolomitic limestone, halite, gypsum, anhydrite, etc. Soluble karst rocks cover approximately 20% of the Earth's surface, but karstification is generally observed 15% of the ice-free land surface, where evaporitic and carbonate rocks are widespread. In our country, Paleozoic and Mesozoic carbonate rocks are found particularly in the Mediterranean belt and the southern part of the Eastern Black Sea, while Cenozoic carbonate and evaporitic rocks are found in the central belt, and sinkholes generally form in these regions.

The main natural factors affecting collapse in sinkhole formation are lithological, structural geological, hydrogeological, meteorological, geomorphological and seismic. However, today, artificial loads such as irrigation, infrastructure works, construction activities, water and sewage transmission lines, septic tanks and manure storage areas, underground and solution mining, covered waste and decayed plant roots, reduction or removal of vegetation cover, heavy machinery, dams, and other heavy engineering structures, etc. trigger collapse.

Sinkholes in newly formed areas are sharp-edged, pipe-shaped, chimney-shaped or well-shaped, and can be extremely dangerous for people, domestic animals, other living creatures and machinery in the area where they form. Sinkholes can contaminate clean groundwater and threaten living organisms, as they often provide direct access to groundwater, allowing dirty water from aquifers that are either surface runoff or unusable to contaminate clean groundwater. Sinkholes, notably in agricultural areas and rural settlements, cause land loss and a serious concern for local communities, while also reducing productivity. Furthermore, some sinkholes are carelessly filled by landowners, which not only prevents proper remediation but also contaminates the groundwater with the material used to fill the sinkhole. If sinkholes are located beneath houses, workplaces, roads, railways, bridges, viaducts, tunnels, dams, reservoirs, etc., or beneath engineering structures or electricity, water, natural gas and oil transmission lines, they have the potential to negatively affect a very wide area.

Keywords: Hazard, Karst, Medical Geology, Natural Disaster, Sinkhole.

TIBBİ JEOLJİ AÇISINDAN PESTİSİT KULLANIMI VE SOLUNUM RAHATSIZLIĞI KAYNAKLI MORTALİTE İLİŞKİSİNİN İSTATİSTİKSEL VE MEKANSAL ANALİZİ

Selime Aleyna Seçkin^a, Füsün Yalçın^b

^aAkdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

^bAkdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Antalya, Türkiye

(aleynasckn2310@gmail.com)

ÖZ

Pestisitler, tarımsal üretimde zararlı organizmaların kontrol altına alınması amacıyla kullanılan toksik kimyasal bileşiklerdir. Genellikle birden fazla kimyasal maddenin karışımından oluşan formülasyonlar hâlinde bulunurlar. Hem tarımsal ürünlerde kalıntı bırakmaları hem de çevreye yayılmaları nedeniyle önemli çevresel ve halk sağlığı sorunlarına yol açabilmektedirler. Bu çalışma, Türkiye’deki pestisit kullanım miktarları ile solunum rahatsızlığı kaynaklı ölümler arasındaki ilişkiyi istatistiksel ve mekansal boyutlarıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan il bazlı resmi veriler kullanılarak Spearman Korelasyon Analizi uygulanmış ve güçlü bir pozitif ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca, bu ilişkinin coğrafi dağılımı görselleştirilmiş ve mekansal haritalandırma gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgular, pestisit kullanımı ile solunum yolu hastalıklarından kaynaklanan mortalite arasında anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Korelasyon katsayısının yüksek olması ve mekansal haritaların bu ilişkiyi doğrulaması, pestisitlerin halk sağlığı, özellikle de solunum yolu rahatsızlıkları üzerinde potansiyel bir çevresel risk faktörü olabileceğine işaret etmektedir. Bu çalışma tarımsal ilaçlamanın yaygın olduğu bölgelerde halk sağlığı politikalarının düzenlenmesi ve pestisit maruziyetini azaltacak stratejilerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mekansal Analiz, Pestisit Kullanımı, Solunum Rahatsızlığı, Spearman Korelasyonu.

STATISTICAL AND SPATIAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PESTICIDE USE AND MORTALITY FROM RESPIRATORY DISEASES FROM A MEDICAL GEOLOGY PERSPECTIVE

Selime Aleyna Seçkin^a, Füsün Yalçın^b

^aAkdeniz University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mathematics, Antalya, Türkiye

^bAkdeniz University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Antalya, Türkiye
(aleynasckn2310@gmail.com)

ABSTRACT

Pesticides are defined as toxic chemical compounds utilized in agricultural production for the purpose of controlling harmful organisms. These substances are typically found in formulations consisting of a mixture of multiple chemical substances. These pollutants have the potential to cause significant environmental and public health problems due to the residues they leave in agricultural products and their subsequent spread into the environment. The objective of this study is to examine the relationship between pesticide usage levels in Turkey and deaths caused by respiratory disorders in statistical and spatial dimensions. The application of Spearman's Correlation Analysis revealed a strong positive relationship, as evidenced by the use of official provincial-level data published by the Turkish Statistical Institute (TUIK). Furthermore, the geographical distribution of this relationship was visualized, and spatial mapping was performed.

The findings indicate a substantial and favorable association between pesticide utilization and mortality from respiratory diseases. The high correlation coefficient and the confirmation of this relationship by spatial maps indicate that pesticides may be a potential environmental risk factor for public health, particularly respiratory disorders. This study underscores the necessity of regulating public health policies and formulating strategies to mitigate pesticide exposure in regions where agricultural spraying is pervasive.

Keywords: Pesticide, Respiratory Disorder, Spatial Analysis, Spearman Correlation.

ESKİŞEHİR KATI ATIK DEPOLAMA ALANI DRENAJ BÖLGESİNDE SU VE TOPRAK KİRLİLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özlem Toygar Sağın^a, Duru Cesur^a

^aEskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
(toygaro@ogu.edu.tr)

ÖZ

Bu çalışma, Eskişehir katı atık depolama alanı drenaj bölgesinde su ve toprakta ağır metal kirliliğinin varlığını ve mevsimsel değişimini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında, 2021 yılının, atık drenaj alanı içerisinde 30 m derinlikte iki sondaj açılmıştır. Sondajlar arası mesafe 715 m olup, yeraltı suyu, yüzey suyu ve alan dışındaki Kadirbey Çiftliği'ne ait kaynak suyundan yağışlı (Mayıs) ve kurak (Eylül) dönemlerinde su örnekleri alınmıştır. Ayrıca aynı dönemlerde toprak örnekleri toplanmıştır.

Su örneklerinde Fe, Cu, Ni, Zn, Pb, Cr, As, Hg, Mn, Co ve Cd gibi ağır metallerin yanı sıra pH, Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD), fenol ve amonyum azotu analiz edilmiştir. Elde edilen veriler sızıntı kirlilik indeksi (LPI), ağır metal değerlendirme indeksi (HEI) ve ağır metal kirlilik indeksi (HPI) kullanılarak değerlendirilmiştir. LPI değeri 53.46 olup çok kirli su sınıfını göstermektedir. HEI ve HPI değerleri 27.59 olarak hesaplanmış ve bu durum suların hafif düzeyde etkilendiğine işaret etmiştir.

Toprak örneklerinde genel olarak ulusal sınır değerlerin altında ağır metal konsantrasyonları belirlenmiştir. Ancak özellikle yağışlı dönemde Co, Ni ve Cr elementlerinde yerel artışlar tespit edilmiştir. Kirlilik derecesi kirlilik faktörü (CF), kirlilik yükü indeksi (PLI) ve jeo-birikim indeksi (Igeo) ile hesaplanmış; sonuçlar, bölgenin genel olarak düşük kirlilik seviyesinde olduğunu, ancak yer yer orta düzeyde birikimlerin bulunduğunu göstermiştir. Bulgular bölgedeki su ve toprak kalitesinin düzenli aralıklarla izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Atık, Eskişehir, Kirlilik İndeksleri, Toprak ve Su Kirliliği.

ASSESSMENT OF WATER AND SOIL CONTAMINATION IN THE DRAINAGE AREA OF THE ESKIŞEHİR SOLID WASTE DISPOSAL SITE

Özlem Toygar Sağın^a, Duru Cesur^a

^a*Eskişehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering, Eskişehir, Türkiye
(toygaro@ogu.edu.tr)*

ABSTRACT

This study was conducted to determine the presence and seasonal variation of heavy metal contamination in water and soil within the drainage area of the Eskişehir solid waste disposal site. Two boreholes, each 30 m deep, were drilled within the drainage zone in 2021. The distance between the boreholes was 715 m, and water samples were collected during both the wet (May) and dry (September) periods from groundwater, surface water, and a spring located at Kadirbey Farm outside the waste area. Soil samples were also collected during the same periods.

The water samples were analyzed for heavy metals (Fe, Cu, Ni, Zn, Pb, Cr, As, Hg, Mn, Co, and Cd) as well as pH, Total Dissolved Solids (TDS), Chemical Oxygen Demand (COD), Biochemical Oxygen Demand (BOD), phenol, and ammonium nitrogen. The obtained data were evaluated using the Leachate Pollution Index (LPI), Heavy Metal Evaluation Index (HEI), and Heavy Metal Pollution Index (HPI). The LPI value (53.46) classified the water as highly polluted, while HEI and HPI values (27.59) indicated slight contamination.

In soil samples, heavy metal concentrations were generally below national regulatory limits; however, localized increases in Co, Ni, and Cr were observed, particularly during the wet season. The degree of contamination was assessed using the Contamination Factor (CF), Pollution Load Index (PLI), and Geoaccumulation Index (I_{geo}). Results showed that the area generally exhibits low contamination levels, with moderate accumulation in certain zones. These findings highlight the need for regular monitoring of water and soil quality in the drainage area.

Keywords: *Eskişehir, Heavy Metals, Landfill, Pollution Indices, Soil and Water Pollution.*

ESKİŞEHİR SEYİTGAZİ - KIRKA VE ÇİFTELER - KÖRHASAN MAHALLELERİNDE ARSENİKLİ SU MESELESİ: GENEL DEĞERLENDİRME

Nazmi Oruç^{a,b,c}

^a*Vişnelik Mah. Dr. Sadık Ahmet Bul. 6/11 Eskişehir, Türkiye*

^b*Toprak ve Su Kimyası, Emekli Öğretim Üyesi*

^c*Uluslararası Tıbbi Jeoloji Birliği Üyesi
(nazmioruc1937@gmail.com)*

ÖZ

Bu çalışmanın temel amacı Kırka, Seyitgazi ve Çifteler yöresinde yerüstü, yeraltı ve şebeke sularında arsenik kirliliğine dikkat çekmektir. Arsenikçe zengin suların uzun süre tüketilmesinin insanlarda başta deri lezyonlarına neden olduğu ayrıca çeşitli kanser oluşumlarına da yol açabileceği kaydedilmiştir. Dünyadaki en büyük Na-Borat yatağının bulunduğu Kırka yöresinde yüzey ve yeraltı su kaynaklarında belirlenen bor ve arsenik kirliliğinin madencilik faaliyetleri ve bölge yağış havzasında bu elementleri içeren formasyonlardaki doğal sızıntıyla ilgili olduğu belirlenmiştir. Kırka Belediyesince şebeke suyunda 2014 yılında yapılan arsenik analiz sonuçlarının 24 µg/l. ila 68 µg/l. arasında olduğu rapor edilmiştir.

JMO Eskişehir Şubesinin 2011 yılında hazırladığı raporda, arseniğin Kırka Bor maden sahası ve atık havuz sularının karıştığı dereler aracılığı ile Çatören ve Kunduzlar Barajlarına geldiği ve barajlardan çıkan suyun birleştiği Seyitgazi Çayında arsenik derişimi 24 µg/l. olarak verilmiştir. Seyitgazi ovasını takiben Mahmudiye-Çifteler yönünde akan Seyitgazi çayının yer altı suyunu devamlı olarak beslediği açıklanmış ve Seyitgazi'nin Yazıdere, Çukurağıl, Yeşilyurt ve Mesudiye Mahalleleri şebeke sularında arsenik µg/l olarak sırasıyla 20,1-17,3-26,9 ve 12,5 bulunmuştur. Çifteler-Körhasan Mahallesi şebeke suyu örneklerinde 2014 ve 2015 yıllarında yapılan ölçümlerde 49,2 ile > 20 µg/l arsenik bulunduğu belirtilmiştir.

Türkiye'de içme sularında izin verilen arsenik derişimi (TS 266) 50 µg/l iken 2005 yılında 10 µg/l indirilerek ve 2008 yılından itibaren uygulamaya konulmuştur. Eskişehir İl Özel İdaresi tarafından Kırka ve Körhasan Mahallerinde 2013 içerisinde kurulan arsenik arıtma tesisleri kanun gereği kısa bir süre sonra Eskişehir Büyükşehir Belediyesine devredilmiştir. Her iki arıtma tesisinin de açılışından kısa bir süre sonra çalıştırılmadığı belirlenmiştir.

Öneriler: 1-Bölgede yeraltı sularına ilişkin hidrojeokimyasal haritalar yapılarak arsenik dağılımının belirlenmesi, 2-Ülkemiz şartlarında; arsenik analizinin gerektirdiği maliyet, hassasiyet ve güvenilirlik, verimli ve sürdürülebilir arsenik giderimi için gerekli ilk yatırım, işletme-bakım masrafları, teknik alt yapı-eleman eksikliği ve arsenik yoğun atık suyun çevreye zarar vermeden bertaraf sorunları birlikte ele alınarak irdelenmelidir. 3-OGÜ Tıbbi Jeoloji Araştırma ve Uygulama Komisyonu ve Büyükşehir Belediyesince ortaklaşa detaylı incelemelerin yapılması ve uygulamaların takibi önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Arsenik, Bor, Eskişehir, Kırka.

HIGH ARSENIC WATER PROBLEMS IN ESKİŞEHİR SEYİTGAZİ - KIRKA AND ÇİFTELER - KÖRHASAN NEIGHBORHOODS

Nazmi Oruç^{a,b,c}

^a*Vişnelik Mah. Dr. Sadık Ahmet Bul. 6/11 Eskişehir*

^b*Emeritus Professor of Soil and Water Chemistry*

^c*Member of International of Medical Geology Association*

(nazmioruc1937@gmail.com)

ABSTRACT

The main purpose of this study is to draw attention to arsenic pollution in surface, groundwater and domestic water in Kırka, Seyitgazi and Çifteler regions. Arsenic, which is widely found in nature at different levels, can reach levels that can be harmful to the environment and human health as a result of natural and industrial activities. It has been noted that long-term consumption of arsenic-rich waters causes skin lesions in humans and can also lead to various cancers...It has been recorded that boron and arsenic pollution detected in surface and groundwater resources in the Kırka region, where the world's largest Na-Borate deposit is located, is related to mining activities and natural leakage from formations containing these elements in the region's rainfall basin. Kırka Municipality reported that arsenic contents of the town's domestic water varied between 24 to 68 µg/l. in 2014.

Chamber of Geological Engineers of Eskişehir indicated that, the arsenic concentration in the Seydi Stream, where the Kırka Bor mine site and waste pool waters flow into the Çatören and Kunduzlar Dams via streams, was 24 µg/l. It has been explained that the Seyitgazi stream, which flows in the Mahmudiye-Çifteler direction following the Seyitgazi plain, continuously feeds the groundwater. Arsenic levels of 20.1, 17.3, 26.9 and 12.5 µg/l were reported in the mains water of Yazidere, Çukurağıl, Yeşilyurt and Mesudiye Neighborhoods of Seyitgazi, respectively. It was stated that the Çifteler-Körhasan District tap water samples contained arsenic between 49.2 and > 20 µg/l in the measurements made in 2014 and 2015. The permitted arsenic concentration in drinking water in Turkey (TS 266) was 50 µg/l, than it was reduced to 10 µg/l in 2005 and was put into effect in 2008. The arsenic treatment plants established by the Eskişehir Special Provincial Administration in the Kırka and Körhasan neighborhoods in 2013 were transferred to the Eskişehir Metropolitan Municipality shortly thereafter, as required by law. It was determined that both treatment plants were no longer operational shortly after their opening.

Recommendations: 1-Hydrogeochemical maps of groundwater in the region should be prepared to determine the distribution of arsenic. 2-The cost, sensitivity, and reliability required for arsenic analysis under our country's conditions; the initial investment required for efficient and sustainable arsenic removal; the lack of technical personnel; and the environmentally friendly disposal of arsenic-containing wastewater should be jointly examined. 3-It is recommended that detailed investigations be conducted jointly by the OGÜ Medical Geology Research and Application Commission and the Metropolitan Municipality, and that implementations be monitored.

Keywords: *Arsenic, Borax, Eskişehir, Kırka.*

KÜTLE HAREKETLERİNİN TIBBİ JEOLojİK RİSKLERE ETKİSİ

Fatih Uçar^a

*^aAkdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye
(fatihucar@akdeniz.edu.tr)*

ÖZ

Zemin ve kaya malzemelerinde gerçekleşen heyelan, kaya düşmeleri gibi kütle hareketleri fiziksel etkiler ile meydana gelen jeodinamik süreçler olması sebebiyle genellikle sadece bu açıdan değerlendirilmektedirler. Fakat kütle hareketleri tıbbi jeoloji çalışmaları özelinde de yüksek öneme sahip kimyasal ve çevresel sonuçlar meydana getirebilmektedir. Yani bir kütle hareketi sadece fiziksel bir hareket anlamına gelmemekle birlikte aynı zamanda yer altında gömülü olarak bulunan jeokimyasal olarak zengin yüzeyleri de açığa çıkarabilmektedir. Kütle hareketleri ile ağır metal ve/veya toksik elementlerin hareketliliği başlayabilir ya da hızlanabilir. Bu olaylar ile çevresel denge bozulabilir devamında ise zincirleme gelişen reaksiyonlar tetiklenebilir. Bu süreçler insan sağlığı açısından riskli elementlerin suya, toprağa ve havaya karışmasına neden olabilir.

Kütle hareketleri hidrojeolojik sistemlere de etki etmekte akiferlerin yollarını değiştirebilmektedir. Bu sebeple kirli bölgeler temiz su alanlarıyla birleşebilmekte ve suyun pH dengesi bozulabilmektedir. Tüm bu değişimler sebebiyle içme suyu kaynaklarında ani ve yüksek toksisite artışı gerçekleşebilir. Ağır metal içerikli malzemenin yeni alanlara taşınması, bu bölgelerde yetişen tarımsal ürünler üzerinde etkili olabilir ve dolayısıyla ağır metallerin besin zinciri yoluyla insanlara maruziyetine neden olabilir. Kütle hareketleri sırasında oluşan PM2.5, PM10 gibi ince taneli tozlar ortaya çıkabilir, bu ince malzemeler solunarak, solunum yolu hastalıkları gibi sağlık sorunlarını tetikleyebilir. Tıbbi jeolojik riskler açısından kütle hareketlerinin değerlendirilmesi, yalnızca fiziki olarak değil aynı zamanda kimyasal ve biyolojik risklerin de izlenmesini gerektirir.

Sonuç olarak heyelan, kaya düşmeleri gibi kütle hareketleri, jeolojik-jeomekanik bir tehlike olmanın ötesinde, insan sağlığını doğrudan veya dolaylı etkileyen önemli bir çevresel halk sağlığı problemi olarak da görülmelidir. Bu nedenle tıbbi jeolojik boyutunun araştırılması ve izleme çalışmalarına entegre edilmesi büyük önem taşır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Heyelan, Hidrojeoloji, Kütle Hareketleri, Tıbbi Jeoloji.

THE EFFECT OF MASS MOVEMENTS ON MEDICAL GEOLOGICAL RISKS

Fatih Uçar^a

^a*Akdeniz University, Department of Geological Engineering, Antalya, Türkiye
(fatihucar@akdeniz.edu.tr)*

ABSTRACT

Mass movements in soil and rock, such as landslides and rock falls, are generally evaluated solely from this perspective because they are geodynamic processes driven by mechanical forcing. However, mass movements can also have significant chemical and environmental consequences, particularly in medical geology studies. Specifically, mass movements constitute not only physical displacement events but also mechanisms capable of exhuming previously buried, geochemically enriched substrates. These gravitational disturbances may initiate or amplify the mobilization of heavy metals and potentially toxic elements (PTEs). These events can disrupt the environmental balance and subsequently trigger chain reactions. These processes can lead to the release of elements that pose a health risk into water, soil, and air.

Mass movements can also affect hydrogeological systems and alter the paths of aquifers. Consequently, polluted areas can merge with clean water areas, disrupting the water's pH balance. All these changes can lead to a sudden and significant increase in toxicity in drinking water sources. The transport of heavy metal-containing materials to new areas can impact agricultural crops grown in these areas, thereby exposing people to heavy metals through the food chain. Fine-grained dust such as PM_{2.5} and PM₁₀ can be generated during mass movements. These fine particles can be inhaled and trigger health problems such as respiratory illnesses. Assessing mass movements in terms of medical geological risks requires monitoring not only physical but also chemical and biological risks.

Consequently, mass movements such as landslides and rockfalls should not only be considered geological and geomechanical hazards but also significant environmental and public health problems that directly or indirectly impact human health. Therefore, the investigation of their medical geological dimensions and the integration of such considerations into systematic monitoring protocols constitutes a critical imperative for comprehensive risk assessment and mitigation strategies.

Keywords: *Heavy Metals, Hydrogeology, Landslides, Mass Movements, Medical Geology.*

MİKROBÖLGELENDİRME ÇALIŞMALARINDA TIBBİ JEOLJİ: İZMİR İL MERKEZİ

Fatma Toksoy Köksal^a, Atilla Kılıç^a

*^aOrta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
(ftkoks@metu.edu.tr)*

ÖZ

Bu çalışma, İzmir nüfusunun yaklaşık %25'ini barındıran kent merkezinde (Bayraklı, Bornova ve Konak ilçeleri) bulunan toprak tabakalarının jeokimyasal ve mineralojik özelliklerini inceleyerek, bu özelliklerin insan sağlığına dair oluşturabileceği potansiyel riskleri bütünlük bir yaklaşımla değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında, belirlenen karelej (2x2 km) sistemi üzerinden 2021 ve 2023 yıllarında iki farklı dönemde kaya, toprak ve sediman örnekleri toplanmıştır.

Metodolojik altyapı; 73 elementin ICP-AES ve ICP-MS yöntemleriyle jeokimyasal analizine, XRD yöntemiyle mineralojik bileşimlerin belirlenmesine ve lazer difraksiyon yöntemiyle tane boyu dağılımlarının incelenmesine dayanmaktadır. Elde edilen verilerle ABD Çevre Koruma Ajansı (USEPA) protokolleri çerçevesinde çocuklar, kadınlar ve erkekler için kanserojen ve kanserojen olmayan (Tehlike İndeksi-HI) risk hesaplamaları yapılmıştır. Ayrıca, risk parametreleri ile mineralojik bileşenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon matrisleri ile irdelenmiştir.

Analiz sonuçları, çalışma alanındaki topraklarda Arsenik (As), Kurşun (Pb), Antimon (Sb), Kadmiyum (Cd) ve Nikel (Ni) konsantrasyonlarının yer yer dünya toprak ortalamalarını ve tetikleyici eylem değerlerini aştığını göstermektedir. XRD analizlerinde kuvars, kalsit, feldispat ve mikanın yanı sıra kaolinit, illit, montmorillonit gibi kil mineralleri tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler, özellikle kaolinit gibi kil mineralleri ile risk değerleri arasında pozitif korelasyonlar olduğunu ortaya koymuştur.

Risk değerlendirmesi sonucunda; kanserojen riskin tüm gruplar için var olduğu, ancak çocuklar için bu riskin yetişkinlere göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kanserojen olmayan riskler (HI) açısından da en yüksek risk grubunu yine çocuklar oluşturmaktadır. Kirliliğin kaynağının büyük ölçüde jeojenik (mineralizasyon ve volkanizma kökenli) olduğu, ancak kentsel planlamada biyoerişilebilirlik faktörünün de dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Arsenik, Jeojenik, Kanserojen Olmayan Risk, Kanserojen Risk, Mikrobölgelendirme.

A MEDICAL GEOLOGY IN MICROZONING STUDIES: İZMİR PROVINCE CENTRE

Fatma Toksoy Köksal^a, Atilla Kılıç^a

^aMiddle East Technical University, Department of Geological Engineering, Ankara, Türkiye
(ftkoks@metu.edu.tr)

ABSTRACT

This study aims to examine the geochemical and mineralogical properties of the soil in the İzmir city centre (Bayraklı, Bornova and Konak districts), which is home to approximately 25% of the population, and to assess the possible potential risks of these properties to human health using an integrated approach. Within the scope of the study, rock, soil, and sediment samples were collected in two different periods, in 2021 and 2023, using a defined grid system.

The methodological framework is based on the geochemical analysis of 73 elements using ICP-AES and ICP-MS methods, the determination of mineralogical compositions using XRD method, and the examination of particle size distributions using laser diffraction methods. Using the data obtained, carcinogenic and non-carcinogenic (Hazard Index-HI) risk calculations were performed for children, women, and men within the framework of the US Environmental Protection Agency (USEPA) protocols. Furthermore, the relationship between risk parameters and mineralogical components was examined using Pearson correlation matrices.

The analysis results indicate that the concentrations of arsenic (As), lead (Pb), antimony (Sb), cadmium (Cd) and nickel (Ni) in the soils of the study area exceed the global soil averages and trigger action values in some places. XRD analyses detected quartz, calcite, feldspar and mica, as well as clay minerals such as kaolinite, illite and montmorillonite. Statistical analyses revealed positive correlations between risk values and clay minerals, particularly kaolinite.

The risk assessment revealed that carcinogenic risk exists for all groups, but this risk is significantly higher for children than for adults. Children also constitute the highest risk group in terms of non-carcinogenic risks (HI). The finding was that the pollution source is predominantly geogenic (stemming from mineralization and volcanism), yet the factor of bioaccessibility must also be taken into account during urban planning.

Keywords: Arsenic, Carcinogenic Risk, Geogenic, Non-Carcinogenic Risk, Microzoning.

PARKINSON HASTALIĞINDA ÇEVRESEL AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN ÖNEMİ

Merve Güneş^a, Bülent Kaya^a

^aAkdeniz Üniversitesi , Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü
(mgunes@ogr.akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Parkinson hastalığı, dopaminerjik nöron kaybı ile karakterize, ilerleyici bir nörodejeneratif bozukluktur. Genetik faktörlerin yanı sıra, çevresel ve jeokimyasal ağır metal maruziyetlerinin Parkinson riskinde önemli rol oynadığı giderek daha fazla kanıtla desteklenmektedir. Mangan (Mn), kurşun (Pb), demir (Fe), cıva (Hg) ve arsenik (As) gibi metallerin çevrede birikimi, oksidatif stres, mitokondriyal fonksiyon bozuklukları ve aşırı protein katlanması/birikimi gibi hücrel mekanizmalar üzerinden dopamin metabolizmasını bozmakta ve merkezi sinir sisteminde kalıcı hasara yol açabilmektedir. Epidemiyolojik çalışmalar, ağır metalce zengin bölgelerde Parkinson prevalansının önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Mn madenciliği yapılan alanlar ile Pb ve As yoğunluğu yüksek kırsal bölgelerde Parkinson insidansının anlamlı şekilde arttığı rapor edilmiştir. Beyin dokusu analizlerinde Fe ve Hg birikimlerinin Parkinson patolojisiyle doğrudan örtüştüğü saptanmıştır. Türkiye’de Doğu Anadolu’daki Mn yatakları, Karadeniz’deki Pb-Zn damarları ve Batı Anadolu’daki arsenikli jeotermal alanlar potansiyel çevresel risk bölgeleridir. Bu bağlamda, tıbbi jeoloji araştırmalarının jeokimyasal haritalama, biyobelirteç ölçümleri ve epidemiyolojik verilerle bütünleştirilmesi, Parkinson’un çevresel etiyolojisinin aydınlatılmasında kritik öneme sahiptir.

ArcGIS tabanlı mekânsal analizler, çevresel toksinlerin coğrafi dağılımı ile Parkinson hastalığı kümelenmeleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak için güçlü bir bilimsel yaklaşım sunmaktadır. Başlangıçta mühendislik ve çevre yönetimi uygulamaları için geliştirilen ArcGIS, günümüzde hastalıkların coğrafi ve jeokimyasal boyutlarını ortaya çıkarmada dönüştürücü bir rol oynamaktadır. Bu durum, jeoloji, mühendislik ve biyomedikal bilimlerin bir araya geldiği disiplinler arası iş birliğinin, hastalıkların nedenlerini anlamada ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, ağır metal birikimleri uygun çevresel izleme ve halk sağlığı önlemleriyle azaltılabilir risk faktörleri arasında yer almaktadır. Mekânsal modelleme ve jeokimyasal veri entegrasyonu ile desteklenen disiplinler arası yaklaşımlar, Parkinson’un önlenabilir çevresel bileşenlerinin belirlenmesine ve toplum sağlığını korumaya yönelik stratejilerin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metaller, Dopamin, Nörotoksisite, Parkinson.

THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL HEAVY METAL ACCUMULATION IN PARKINSON'S DISEASE

Merve Güneş^a, Bülent Kaya^a

^aAkdeniz University , Faculty of Science, Department of Biology
(mgunes@ogr.akdeniz.edu.tr)

ABSTRACT

Parkinson's disease is a progressive neurodegenerative disorder characterised by the loss of dopaminergic neurons in the substantia nigra pars compacta. In addition to genetic predisposition, there is growing evidence that exposure to heavy metals in the environment and in the geochemical environment plays a significant role in increasing the risk of Parkinson's disease. Metals such as manganese (Mn), lead (Pb), iron (Fe), mercury (Hg) and arsenic (As) build up in the environment and can damage the dopaminergic system permanently through cellular mechanisms, including oxidative stress, mitochondrial dysfunction and abnormal protein aggregation. Epidemiological studies have shown that Parkinson's disease is significantly more prevalent in regions with elevated concentrations of heavy metals. Research conducted in manganese (Mn) mining areas, lead (Pb)- and arsenic (As)-rich rural zones, and geothermal fields contaminated with arsenic supports this association. Neuropathological analyses also demonstrate that iron (Fe) and mercury (Hg) accumulation in brain tissue directly overlaps with Parkinson's disease pathology. In Turkey, manganese deposits in eastern Anatolia, lead-zinc veins in the Black Sea region, and arsenic-bearing geothermal areas in western Anatolia represent potential environmental risk zones. Therefore, integrating geochemical mapping, biomarker analysis, and epidemiological data within medical geology frameworks is critical to understanding the environmental aetiology of PD.

Spatial analysis based on ArcGIS provides a powerful scientific approach for identifying correlations between the distribution of environmental toxins and PD clustering. Although originally developed for engineering and environmental management, ArcGIS now plays a transformative role in revealing the geographical and geochemical aspects of disease causation. Its application to medical geology and public health shows how collaboration across disciplines linking geology, engineering and biomedical sciences can provide valuable insights into the mechanisms of neurodegenerative diseases. In conclusion, heavy metal accumulation is a modifiable environmental risk factor that can be mitigated through effective monitoring and public health interventions. Interdisciplinary approaches supported by spatial modelling and geochemical data integration are essential for identifying preventable environmental factors contributing to Parkinson's disease and for developing proactive community health protection strategies.

Keywords: Dopamin, Heavy Metals, Neurotoxicity, Parkinson.

İÇME SUYU KAYNAKLI FLORÜRÜN ÇEVRESEL VE TIBBİ JEOLojİ AÇISINDAN PRİMER HİPERTANSİYON İLE İLİŞKİSİ

Ercan Varol^a, Simge Varol^b

^aSüleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye

^bSüleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye
(drercanvarol@yahoo.com.tr)

ÖZ

Florür maruziyetinin insan sağlığı üzerindeki etkileri uzun süredir araştırılmakla birlikte, kardiyovasküler sistemle ilişkisi görece daha az çalışılmıştır. Son yıllarda yapılan epidemiyolojik ve deneysel çalışmalar, içme suyuyla alınan yüksek düzeyde florürün primer hipertansiyon gelişiminde rol oynayabileceğine işaret etmektedir. Primer hipertansiyon, endotelin-1 ve tromboksan-2 gibi artmış vazokonstriktör düzeyleri, oksidatif stres, vasküler inflamasyon, aort sertliği ve magnezyum eksikliği gibi mekanizmalarla ilişkilendirilmektedir. Hayvan deneylerinde florürün kalp kası fonksiyonunu zayıflatabildiği, aortada elastikiyet kaybına yol açabildiği ve hemodinamik bozulmalara neden olabildiği bildirilmiştir. İnsan çalışmalarında ise florür maruziyetinin sistolik ve diyastolik kan basıncı artışı, sol atriyum genişlemesi ve hipertansiyon prevalansında belirgin yükseliş ile bağlantılı olduğu gösterilmiştir. Çin ve İran’da yapılan epidemiyolojik araştırmalar, içme suyu florür düzeyleri ile hipertansiyon sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar ortaya koymuştur. Türkiye’de ise endemik florozis bölgelerinde aort elastikiyetinde azalma ve sol ventrikül fonksiyon bozuklukları yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca oksidatif stresin, endotelin-1 ve tromboksan düzeylerindeki artışın ve magnezyum eksikliğinin florür kaynaklı hipertansiyon mekanizmasında önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır. Bu bulgular, sudan kaynaklanan florürün yalnızca iskelet ve diş sağlığı sorunlarına değil, aynı zamanda kardiyovasküler risklere de yol açabileceğini düşündürmektedir. Mevcut veriler, primer hipertansiyon ile florür maruziyeti arasındaki ilişkinin daha kapsamlı ve eşlik eden diğer faktörlerin kontrol edildiği çalışmalarda araştırılmasını gerekli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Florür, İçme Suyu, Primer Hipertansiyon, Oksidatif Stres, Tıbbi Jeoloji.

DRINKING WATER FLUORIDE AND PRIMARY HYPERTENSION: AN ENVIRONMENTAL AND MEDICAL GEOLOGY PERSPECTIVE

Ercan Varol^a, Simge Varol^b

^a*Süleyman Demirel University, School of Medicine, Department of Cardiology, Isparta, Türkiye*

^b*Süleyman Demirel University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geological Engineering, Isparta, Türkiye
(drercanvarol@yahoo.com.tr)*

ABSTRACT

Although the health effects of fluoride exposure have been investigated for many years, its relationship with the cardiovascular system has been studied relatively less. Recent epidemiological and experimental research indicates that high levels of fluoride intake through drinking water may contribute to the development of primary hypertension. Primary hypertension is associated with mechanisms such as increased levels of vasoconstrictors, including endothelin-1 and thromboxane-2, oxidative stress, vascular inflammation, aortic stiffness, and magnesium deficiency. Animal experiments have reported that fluoride can impair myocardial function, reduce aortic elasticity, and lead to hemodynamic disturbances. In human studies, fluoride exposure has been linked to increased systolic and diastolic blood pressure, left atrial enlargement, and a significant rise in the prevalence of hypertension. Epidemiological studies in China and Iran have demonstrated statistically significant correlations between drinking water fluoride concentrations and hypertension rates. In Turkey, investigations in regions with endemic fluorosis have revealed reduced aortic elasticity and impaired left ventricular function. Moreover, oxidative stress, elevated endothelin-1 and thromboxane levels, and magnesium deficiency are considered important in the pathophysiology of fluoride-induced hypertension. These findings suggest that fluoride in drinking water may not only cause skeletal and dental fluorosis but also contribute to cardiovascular risks. Current evidence underscores the need for more comprehensive studies in which the association between fluoride exposure and primary hypertension is evaluated with appropriate control of confounding factors.

Keywords: *Drinking Water, Fluoride, Medical Geology, Oxidative Stress, Primary Hypertension.*

SAĞLIK ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN MADENLERİN DURUM DEĞERLENDİRMESİ: ESKİŞEHİR ÖRNEĞİ

Emine İrdem^a, Mehmet Azmi İrdem^b

^a*Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye*

^b*Umay Madencilik Müşavirlik Mühendislik İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti., Eskişehir, Türkiye (eirdem@anadolu.edu.tr)*

ÖZ

Madenler, sağlık endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip stratejik doğal kaynaklardır. Tıbbi jeoloji disiplini, bu kaynakların insan sağlığı ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde önemli bir araçtır. Türkiye'nin önemli maden rezervlerine sahip bölgelerinden biri olan Eskişehir, özellikle bor mineralleri, manyezit, barit, feldispat, kaolin ve krom gibi sağlık endüstrisinde değerlendirilebilecek mineraller açısından dikkat çekmektedir. Bu çalışma, Eskişehir ili özelinde sağlık endüstrisinde kullanılan madenlerin mevcut durumunu, kullanım alanlarını ve olası sağlık etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Manyezit ($MgCO_3$) ve türevleri, farmasötik ve gıda takviyesi sektöründe magnezyum kaynağı olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Barit ($BaSO_4$) medikal görüntüleme tekniklerinde kontrast madde olarak, feldispat ve silika türevleri ise dişçilik ve cerrahi implant malzemelerinde yer almaktadır. Eskişehir'de bu minerallerin çıkarılması ve işlenmesi süreçleri hem işçi sağlığı hem de çevresel etkiler bakımından dikkatle ele alınması gereken riskler barındırmaktadır. Özellikle toz emisyonu, ağır metal maruziyeti ve endüstriyel atık yönetimi eksiklikleri, çevresel sağlık açısından potansiyel tehdit oluşturmaktadır.

Sonuç olarak Eskişehir, sağlık endüstrisi açısından stratejik değere sahip madenlerin yoğun olarak bulunduğu bir bölgedir. Bu kaynakların sürdürülebilir yönetimi; ekonomik değer yaratmanın yanı sıra halk sağlığının korunması açısından da büyük önem taşımaktadır. Tıbbi jeoloji temelli saha araştırmaları ve çevresel izleme çalışmaları, madencilik faaliyetlerinin sağlık odaklı değerlendirilmesi için kritik bir gerekliliktir.

Anahtar Kelimeler: Barit, Eskişehir, Maden Yönetimi, Manyezit, Sağlık Endüstrisi.

ASSESSMENT OF MINERAL RESOURCES USED IN THE HEALTH INDUSTRY: THE CASE OF ESKİŞEHİR

Emine İrdem^a, Mehmet Azmi İrdem^b

^aAnadolu University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Microbiology, Eskişehir, Türkiye

^bUmay Mining Consultancy Engineering Construction Industry and Trade Ltd. Co.
(eirdem@anadolu.edu.tr)

ABSTRACT

Minerals are strategic natural resources with wide applications in the health industry. The discipline of medical geology provides an important framework for evaluating the human health and environmental implications of these resources. Eskişehir, one of Türkiye's key mineral-rich regions, is notable for its reserves of boron minerals, magnesite, barite, feldspar, kaolin, and chromite—minerals with potential value in pharmaceutical and medical technologies. This study aims to evaluate the current status, industrial applications, and potential health effects of minerals utilized in the health sector within the Eskişehir region.

Magnesite ($MgCO_3$) and its derivatives are widely used in the pharmaceutical and food supplement industries as a source of magnesium. Barite ($BaSO_4$) serves as a contrast agent in medical imaging, while feldspar and silica derivatives are employed in dental and surgical implant materials. The extraction and processing of these minerals in Eskişehir present occupational and environmental health risks that require careful assessment. In particular, dust emissions, heavy metal exposure, and deficiencies in industrial waste management represent potential environmental health threats.

In conclusion, Eskişehir is a region of strategic importance due to its concentration of minerals applicable to the health industry. The sustainable management of these resources is crucial not only for generating economic value but also for safeguarding public health. Field-based medical geology studies and environmental monitoring programs are essential for health-oriented evaluation of mining activities.

Keywords: Barite, Eskişehir, Health Industry, Magnesite, Mineral Management.

BİYOTEKNOLOJİK POTANSİYELLERİ AÇISINDAN TÜRKİYE GÖLLERİ

Emine İrdem^a

^aAnadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir,
Türkiye
(eirdem@anadolu.edu.tr)

ÖZ

Türkiye, jeokimyasal çeşitliliği ve farklı iklim koşullarıyla birçok ekstrem habitatı barındırmaktadır. Bu habitatlar arasında yer alan hipersalin, alkalın veya mineral açısından zengin göller, ekstremofilik mikroorganizmaların doğal rezervuarları olarak dikkat çekmektedir. Tuz Gölü, Acıgöl, Van Gölü ve çevresindeki tuzlu ve soda karakterli sucul ekosistemler; bakteriler, arkeler, mikroalgler ve mikrofunguslar açısından önemli mikrobiyal çeşitlilik göstermektedir. Son yıllarda yapılan izolasyon, identifikasyon ve biyoteknolojik potansiyelleri belirleme çalışmaları, bu göllerdeki çeşitliliği ortaya koyarken, elde edilen mikroorganizmaların çeşitli biyoaktif metabolitleri üretme kapasitesine sahip olduğunu da göstermektedir.

Tuz Gölü'nden izole edilen *Penicillium flavigenum*'un etil asetat ekstraktında belirgin antioksidan ve antiproliferatif aktivite saptanmış; aynı ekosistemden elde edilen haloarkeal suşların ise ışııkla etkileşimli protein ürettiği bildirilmiştir. Aynı bölgeden elde edilen halofilik bakterilerin osmoregülatör metabolitleri yüksek verimde sentezleyebildiği gösterilmiş, bu bileşiklerin biyoteknolojik ve dermokozmetik uygulamalarda kullanılabileceği vurgulanmıştır. Acıgöl'den izole edilen 52 mikrofungus izolatının çoğunda antimikrobiyal ve antioksidan aktivite tespit edilmiş; ayrıca bu izolatların metal nanoparçacık sentez kapasitesine sahip oldukları belirlenmiştir. Hipersalin göllerden elde edilen *Dunaliella* türleri ise ekstrem koşullarda gliserol biriktirme özellikleriyle dikkat çekmiştir.

Bu bulgular, Türkiye'nin ekstrem göllerinin yalnızca biyolojik çeşitlilik açısından değil, aynı zamanda yeni doğal biyoaktif bileşiklerin kaynağı olabilecek potansiyeliyle de stratejik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Bu ekosistemlerde yaşayan mikroorganizmalar, çevresel stres koşullarına adaptasyon sırasında yüksek kimyasal çeşitlilikte sekonder metabolitler üretmekte, bu da farmasötik, kozmetik ve biyoteknolojik uygulamalarda yeni molekül keşifleri için değerli bir zemin oluşturmaktadır. Dolayısıyla, bu göllerin mikrobiyal çeşitliliğinin korunması, sürdürülebilir biyoteknolojik araştırmalar açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Bakteri, Biyoteknoloji, Ekstremofilik, Mikrofungus, Sekonder Metabolit.

BIOTECHNOLOGICAL POTENTIALS OF THE LAKES OF TÜRKİYE

Emine İrdem^a

^aAnadolu University, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmaceutical Microbiology, Eskişehir,
Türkiye
(eirdem@anadolu.edu.tr)

ABSTRACT

Türkiye hosts a wide range of extreme habitats due to its geochemical diversity and varied climatic conditions. Among these habitats, hypersaline, alkaline, and mineral-rich lakes stand out as natural reservoirs of extremophilic microorganisms. Aquatic ecosystems such as Lake Tuz, Lake Acıgöl, and Lake Van, as well as surrounding saline and soda lakes, exhibit remarkable microbial diversity, including bacteria, archaea, microalgae, and microfungi. Recent studies focusing on the isolation, identification, and biotechnological potential of these microorganisms have revealed their ability to produce diverse bioactive metabolites.

*Ethyl acetate extracts of *Penicillium flavigenum* isolated from Lake Tuz have shown pronounced antioxidant and antiproliferative activity, while haloarchaeal strains from the same ecosystem were reported to produce light-interacting proteins. Halophilic bacteria from this region have demonstrated the ability to synthesize osmoregulatory metabolites at high yields, suggesting their potential use in biotechnological and dermocosmetic applications. Similarly, 52 microfungal isolates obtained from Lake Acıgöl exhibited significant antimicrobial and antioxidant activities, and several strains displayed capacity for metal nanoparticle biosynthesis. *Dunaliella* species isolated from hypersaline lakes have also attracted attention for their ability to accumulate glycerol under extreme conditions.*

These findings highlight that the hypersaline lakes of Türkiye are not only valuable for their microbial diversity but also represent strategic ecosystems for the discovery of new natural bioactive compounds. Microorganisms inhabiting these environments produce chemically diverse secondary metabolites as adaptive responses to extreme stress conditions, providing a rich foundation for pharmaceutical, cosmetic, and biotechnological applications. Therefore, preserving the microbial diversity of these lakes is of critical importance for the sustainability of future biotechnological research.

Keywords: *Bacteria, Biotechnology, Extremophilic, Metabolites, Microfungi, Secondary.*

İZOLE DAYKLARDA DOĞAL RADYONÜKLİD İÇERİKLERİ VE RADYOLOJİK RİSK PARAMETRELERİ: TEKİROVA OFİYOLİTİ ÖRNEĞİ

**Alper Güneş^a, Füsün Yalçın^b, Esra Uyar^{c, d}, M. Arıkan Yalçın^e, Mehmet Demirbilek^f,
M. Gürhan Yalçın^a, Sema Bilge Ocak^g, Nurdane İlbeyli^a, Uğur Gökmen^h**

^aAkdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye

^bAkdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye

^cGazi Üniversitesi, Fen Fakültesi Fizik Bölümü, 06500 Ankara, Türkiye

^dGazi Üniversitesi, Temel ve Mühendislik Bilimleri Merkez Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi (GÜTMAM), 06500 Ankara, Türkiye

^eAkdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 07058, Antalya, Türkiye

^fKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Türkiye

^gGazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Bölümü, 06500 Ankara, Türkiye

^hGazi Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, 06560 Ankara, Türkiye
(alpergunes@akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Türkiye'nin güneybatısında yer alan Tekirova ofiyoliti, Toros ofiyolit kuşağında, Antalya Kompleksi içerisinde yer almaktadır. Bu ofiyolitlerin alt seviyelerinde bulunan ultramafik-mafik kayalar izole dayklar tarafından kesilmektedir. Bu çalışmada, söz konusu izole daykların doğal radyonüklid aktivite konsantrasyonlarının ve bunlara bağlı olarak radyolojik risk parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Daykların ²²⁶Ra değerleri 0.25-2.30, ²³²Th değerleri 0.40-3.70 ve ⁴⁰K değerleri 1.0-62.0 Bq/kg⁻¹ arasındadır. Ortalama ²²⁶Ra, ²³²Th ve ⁴⁰K değerleri uluslararası kabul edilen sınır değerlerin altında bulunmuştur. Bununla birlikte ⁴⁰K değerleri, kabul edilen sınır değerlerin altında olmasına rağmen diğer radyonüklidlere göre daha yüksek seviyededir.

Elde edilen verilere dayanarak radyum eşdeğer aktivitesi, iç ve dış tehlike indeksleri, yıllık etkin doz değerleri, yaşam boyu kanser risk oranı ve genetik doz değeri gibi radyolojik parametreler hesaplanmıştır. Tüm parametrelerin UNSCEAR (2000) tarafından önerilen sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Tekirova ofiyoliti izole daykların doğal radyonüklid içerikleri ve bu değerlere göre hesaplanan radyolojik risk parametreleri göz önüne alındığında, bu kayaların radyolojik açıdan çevre ve insan sağlığına herhangi bir risk oluşturmadığı belirlenmiştir. Ancak, bu kayaların ⁴⁰K konsantrasyonlarının görece yüksek oluşu, içeriğindeki mineral bileşiminde alterasyon süreçlerinin etkili olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Radyonüklidler, İzole Dayklar, Radyolojik Parametreler, Tekirova Ofiyoliti, Tıbbi Jeoloji.

NATURAL RADIONUCLIDE CONCENTRATIONS AND RADIOLOGICAL RISK PARAMETERS IN ISOLATED DIKES: A CASE STUDY FROM THE TEKIROVA OPHIOLITE

**Alper Güneş^a, Füsun Yalçın^b, Esra Uyar^{c, d}, M. Arıkan Yalçın^e, Mehmet Demirbilek^f,
M. Gürhan Yalçın^a, Sema Bilge Ocak^g, Nurdane İlbeyli^a, Uğur Gökmen^h**

^aAkdeniz University, Department of Geological Engineering, 07058 Antalya, Türkiye

^bAkdeniz University, Department of Mathematics, 07058 Antalya, Türkiye

^cGazi University, Department of Physics, 06500 Ankara, Türkiye

^dGazi University, Basic and Engineering Sciences Central Laboratory Application and Research Center (GUTMAM), 06500 Ankara, Türkiye

^eAkdeniz University, Institute of Natural Sciences, 07058, Antalya, Türkiye

^fDumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43100 Kutahya, Türkiye

^gGazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Advanced Technologies, 06500 Ankara, Türkiye

^hGazi University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, 06560 Ankara, Türkiye
(alpergunes@akdeniz.edu.tr)

ABSTRACT

The Tekirova Ophiolite, located in southwestern Turkey, is part of the Tauride ophiolite belt within the Antalya Complex. The ultramafic-mafic rocks at the lower structural levels of this ophiolite sequence are crosscut by isolated dikes. This study investigates the natural radionuclide activity concentrations of these dikes and, consequently, evaluates the associated radiological risk parameters.

The activity concentrations of ²²⁶Ra, ²³²Th, and ⁴⁰K range from 0.25 to 2.30 Bq/kg, 0.40 to 3.70 Bq/kg, and 1.0 to 62.0 Bq/kg, respectively. The mean values of ²²⁶Ra, ²³²Th, and ⁴⁰K were found to be below internationally accepted threshold values. Nevertheless, although the ⁴⁰K concentrations remain below the recommended limits, they are relatively elevated compared to the other radionuclides.

Based on the measured data, radiological parameters including radium equivalent activity (Raeq), internal and external hazard indices (Hin, Hex), annual effective dose equivalent (AEDE), lifetime cancer risk (ELCR), and the absorbed gamma dose rate (D) were calculated. All calculated values were below the limit levels proposed by UNSCEAR (2000).

In conclusion, the natural radionuclide concentrations and radiological risk parameters of the isolated dikes within the Tekirova ophiolite indicate that these rocks do not pose any radiological hazard to the environment or to human health. However, the relatively high ⁴⁰K concentrations suggest that alteration processes may have significantly influenced their mineralogical composition.

Keywords: *Isolated Dikes, Medical Geology, Natural Radionuclides, Radiological Parameters, Tekirova Ophiolite.*

AĞIR METALLERLE KİRLENMİŞ ALANLARIN BİTKİ YETİŞTİRİLEREK TEMİZLENMESİNE YÖNELİK BAZI ÇALIŞMALAR

Hatice Dağhan^a

*^aEskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Eskişehir, Türkiye
(hdaghan@ogu.edu.tr)*

ÖZ

Ağır metaller, endüstriyel faaliyetler, madencilik ve tarımsal uygulamalar gibi antropojenik kaynaklı süreçler sonucunda doğal kaynaklarda kirliliğe neden olmaktadır. Bu metaller doğada biyolojik olarak parçalanamadıkları için özellikle canlı organizmalar üzerinde ciddi toksik etkiler oluşturmaktadır. Besin zincirine dâhil olan ağır metaller, bitkisel ve hayvansal gıdalarla insan vücuduna alınması, böbrek ve karaciğer yetmezliği, kanser oluşumu ve nörolojik fonksiyon bozuklukları gibi çeşitli ciddi sağlık problemlerine neden olabilmektedir.

Bu nedenle, toprak ve su gibi doğal ortamlarda toksik seviyelere ulaşan ağır metallerin uzaklaştırılması ve bu alanların etkili ve sürdürülebilir yöntemlerle temizlenmesi günümüzde zorunlu hale gelmiştir. Bu amaçla fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında en ekonomik ve çevre dostu yaklaşım ise fitoremediasyondur. Fitoremediasyon, ağır metallerle kirlenmiş toprak ve suların belirli bitkiler kullanılarak temizlenmesine dayanan bir yöntemdir. Bu yöntemde kullanılacak bitkilerin bol yeşil aksamı, yüksek metal toleransına sahip, hızlı büyüyen ve geniş iklim-toprak adaptasyon yeteneğine sahip olması gerekmektedir.

Genetik mühendisliği uygulamaları ve rizosfer mikroorganizmalarının kullanımıyla, bitkilerin metal alım kapasitelerini artırmaya yönelik güncel çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca, temizleme etkinliğini artırmak amacıyla şelat ve humik asit gibi kimyasal düzenleyicilerin etkileri de araştırılmaktadır. Bu araştırmalar, fitoremediasyonun ağır metal kirliliğiyle mücadelede sürdürülebilir ve uygulanabilir bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Ancak yöntemin başarısı; toprak özellikleri, metal türü, bitki seçimi ve çevresel koşullar gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, sahaya özgü koşulların dikkate alındığı, uzun vadeli ve çok disiplinli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu derleme çalışmasında, ağır metal ile kirlenmiş toprakların fitoremediasyonu (örneğin, transgenik bitkiler ve şelat uygulamaları yoluyla) üzerine seçilmiş çalışmalar tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Fitoremediasyon, Hiperakümülatör Bitki, Kirlilik, Transgenik Bitki.

SOME STUDIES ON USING PLANTS TO CLEAN UP HEAVY METAL-CONTAMINATED AREAS

Hatice Dağhan^a

*^aEskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Eskisehir, Türkiye
(hdaghan@ogu.edu.tr)*

ABSTRACT

Heavy metals contaminate natural resources through human activities, such as industry, mining, and agriculture. Since these metals are not biodegradable, they present serious toxic dangers, especially to living organisms. Heavy metals introduced into the food chain through plant and animal products can cause serious health problems, including kidney and liver failure, cancer, and neurological dysfunction. Therefore, it is imperative today to remove heavy metals that reach toxic levels in natural environments, such as soil and water, and to clean these areas using effective and sustainable methods. For this purpose, physical, chemical, and biological treatment methods have been used recently. Among these methods, phytoremediation is the most economical and environmentally friendly approach. Phytoremediation is a process for cleaning soil and water contaminated with heavy metals using specific plants. The plants used in this method must have high biomass, be tolerant of metals, grow rapidly, and be adaptable to different climates and soil conditions.

Current studies are underway to increase plant metal uptake capacity through genetic engineering and the use of rhizosphere microorganisms. Furthermore, the effects of chemical regulators, such as chelates and humic acids, are being investigated to improve their removal efficiency. These studies demonstrate that phytoremediation is a sustainable and effective way of combating heavy metal pollution. However, the success of this method depends on various factors, including soil properties, metal type, plant selection, and environmental conditions. Therefore, long-term, multidisciplinary studies that consider site-specific conditions are required.

In this review study, selected studies on the phytoremediation of heavy metal-contaminated soils (e.g., through transgenic plants and chelate applications) are discussed.

Keywords: Heavy Metal, Hyperaccumulator Plant, Phytoremediation, Pollution, Transgenic Plant.

MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN HAVA KİRLİLİĞİ, İKLİM KRİZİ VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Sebahat Genç^a

^aTürk Toraks Derneği Çevre Sorunları ve Akciğer Sağlığı Çalışma Grubu
(segenc@hotmail.com)

ÖZ

Madencilik sektörünün çevre üzerindeki etkileri çok yönlüdür: Toprak Bozulması: Madencilik faaliyetleri toprağın yapısını bozar ve arazi kullanımını olumsuz etkiler. Tarım ve orman alanlarının kaybına neden olur. Habitat Kaybı: Madencilik, doğal yaşam alanlarının yok olmasına ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açar. Ekosistem Dengesinin Bozulması: Madencilik, ekosistemlerin doğal dengesini bozarak çevresel sorunlara neden olur.

Hava Kirliliğine Neden Olan Başlıca Emisyonlar: Madencilik sırasında havaya yayılan partikül maddeler (PM), hava kalitesini olumsuz etkileyerek solunum sistemi, kalp-damar sistemi problemlerine yol açar. Madencilik faaliyetleri önemli miktarda karbondioksit açığa çıkararak atmosferde sera etkisini artırır. Ayrıca havaya salınan Metan, ağır metaller ve diğer zararlı gazlar, ekosisteme zarar verirken insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkiler yaratır.

İklim Krizinin Temel Dinamikleri ve Madencilikle İlişkisi: Madencilik sektörünün iklim krizine de önemli katkısı vardır. Fosil yakıt madenciliği, karbondioksit ve metan gibi sera gazlarının büyük ölçüde salınmasına neden olur. Bu da küresel ısınmaya ve artan aşırı hava olaylarına katkıda bulunur. Madencilik faaliyetleri bir yandan da yüksek enerji kullanımıyla küresel ısınmayı hızlandırmaktadır. Madencilığe bağlı doğal orman alanlarının yok edilmesi karbon emilimini azaltır. Bütün bunlar iklim değişikliğinin etkilerinin şiddetlenmesine neden olur.

Sağlık Etkileri: Madencilik, hava kirliliği etkisi ile; astım, KOAH, solunum sistemi enfeksiyonları, akciğer kanseri, kalp krizi, yüksek tansiyon, ritim bozukluğu, inme, Alzheimer, Parkinson, otizm, kısırlık, şeker hastalığı gibi hastalıklara yol açabilir. İklim krizinin etkilerini şiddetlendirerek; yangınlar yoluyla solunum sistemi etkilenmelerine; seller ve taşkınlar yoluyla enfeksiyon hastalıklarına (zatürre gibi), aşırı sıcaklar yoluyla vektör kaynaklı hastalıklara (sıtma, Batı Nil virüsü hastalığı gibi) ve solunum, dolaşım hastalıklarına yol açabilir.

Sonuç: Madencilik sağlık için zararlıdır. Bu nedenle madenlerin çıkarılması ülkemiz için yaşamsal önemdeyse, gerekli çevresel ve sağlık etki değerlendirmesi yapıldıktan sonra çıkarılmasına izin verilmelidir. Ülkemizde yasalar olsa da denetim eksikliği büyük bir sorundur.

Anahtar Kelimeler: Hava Kirliliği, İklim Krizi, Madencilik, Sağlık.

THE EFFECTS OF MINING ACTIVITIES ON AIR POLLUTION, CLIMATE CRISIS AND HEALTH

Sebahat Genç^a

^a*Turkish Thoracic Society Environmental Issues and Lung Health Working Group
(segenc@hotmail.com)*

ABSTRACT

The mining sector's environmental impacts are multifaceted: Soil Degradation: Mining activities disrupt soil structure and negatively impact land use. They lead to the loss of agricultural and forest land. Habitat Loss: Mining leads to the destruction of natural habitats and the reduction of biodiversity. Ecosystem Disturbance: Mining disrupts the natural balance of ecosystems, causing environmental problems.

Major Emissions Causing Air Pollution: Particulate matter (PM) released into the air during mining negative impacts air quality, causing respiratory and cardiovascular problems. Mining activities release significant amounts of carbon dioxide, increasing the greenhouse effect on the atmosphere. Furthermore, methane, heavy metals, and other harmful gases released into the air harm the ecosystem and have adverse effects on human health.

Fundamental Dynamics of the Climate Crisis and Its Relationship with Mining: The mining sector also contributes significantly to the climate crisis. Fossil fuel mining causes significant emissions of greenhouse gases such as carbon dioxide and methane. This contributes to global warming and increasing extreme weather events. Mining activities also accelerate global warming through high energy consumption. The destruction of natural forests due to mining reduces carbon emissions. All these factors exacerbate the effects of climate change.

Health Impacts: Mining, through its air pollution effects, can lead to diseases such as asthma, COPD, respiratory infections, lung cancer, heart attack, high blood pressure, arrhythmia, stroke, Alzheimer's disease, Parkinson's disease, autism, infertility, and diabetes. By exacerbating the effects of the climate crisis, it can lead to respiratory system damage through fires, infectious diseases (such as pneumonia) through floods and inundations, vector-borne diseases (such as malaria and West Nile virus) through extreme heat, and respiratory and circulatory diseases.

Conclusion: Mining is detrimental to health. Therefore, if mineral extraction is vital to our country, it should be permitted after the necessary environmental and health impact assessments are conducted. While there are laws in place in our country, lack of oversight is a major problem.

Keywords: *Air Pollution, Climate Crisis, Health, Mining.*

İL BAZLI TIBBİ JEOLJİK RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ: İZMİR KENT ÖRNEĞİ

İrem Aydın Kırılancı^a, Celalettin Şimşek^{a,b}, Görkem Akıncı^a, Murat Tokcaer^c,
Nurcihan Taşkın^b, Kamil Bostancı^b, Sevinç Füzün^d, Hasan Sözbilir^e, Alper Baba^f,
Orhan Gündüz^f, Taygun Uzeli^f, Müslim Murat Saç^g, Mutlu İçhedef^g, Caner Taşköprü^g,
Türkan Alkan^h, Fatma Duygu Özel Demiralp^{h,i}, Hatice Nur Olgun^h

^aDokuz Eylül Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir, Türkiye

^bDokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu, İzmir, Türkiye

^cDokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

^dDokuz Eylül Üniversitesi İzmir Meslek Yüksekokulu, İzmir, Türkiye

^eDokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, İzmir, Türkiye

^fİzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi, İzmir, Türkiye

^gEge Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye

^hDokuz Eylül Üniversitesi Onkoloji Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye

ⁱTürkiye Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara, Türkiye

(irem.aydinkirilanci@deu.edu.tr)

ÖZ

İnsanların yaşadıkları doğal çevre şartları bölgenin jeolojik yapısı ile doğrudan ilişkilidir. Her bölgenin jeolojik yapısı farklı olduğundan, **toprak, su ve hava bileşimleri** değişkenlik gösterir. Bu durum bölgedeki kayaçlardan ve fay zonlarından salınan radon gazı, kayaçlardaki jeokimyasal özellikleri yeraltısuyundaki arsenik, flor, bor, gibi doğal elementlerin yoğunluğu nedeniyle **bölgesel sağlık sorunlarına** yol açabilir. İl bazlı çalışmalar bu risklerin tespitini kolaylaştırır. Bu yoldan hareketle, İzmir İli'ndeki tıbbi jeoloji açısından risk teşkil eden faktörlerin araştırılması ve bütüncül bir Tıbbi Jeolojik risk haritasının üretilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında insan sağlığını etkileyen hava, toprak (kayaç) ve yeraltısuyu kalitesinin belirlenmesi ve insan sağlığı açısından risk teşkil eden parametrelerin belirlenmesi için kapsamlı bir saha çalışması yapılmaktadır. Öncelikle İzmir İli içerisinde başta yoğun kentsel alanlarda ve kırsal alanlarda yaklaşık 80 noktada radon ölçümleri yapılmıştır. Ulaşılan ilk bulgulara fay hatlarına yakın alanlarda yapılan ölçümlerde radon konsantrasyonlarında yüksek değerler ölçülmüştür. Hava kalitesini etkileyen diğer bir unsur ise asbest maden sahaları ve asbestli birimlerin belirlenmesi olmuştur. İkinci aşama olarak bölgede metalik maden sahaları ve alterasyon zonlarından kayaç ve toprak örnekleri alınarak toprak ve kayaç jeokimyası ortaya konulmaya çalışılmıştır. Kayaç ve toprak analizlerinin değerlendirilmesinde, analitik veri setleri CODA uygulamasını takiben Temel Bileşen Analizi (PCA) ve Hiyerarşik Kümeleme gibi istatistiksel analiz yöntemleri ile incelenerek kimyasal benzerliklere dayalı gruplar tanımlanmıştır. Tanımlanan kümeler litolojik kontrol, cevherleşme ve antropojenik katkılar gibi kaynak imzaları ile olası maruziyet yolları temelinde yorumlanmıştır. Sağlık boyutunda elde edilen iz element konsantrasyonları dikkate alınarak ABD-EPA'nın geçerli yöntem ve eşiklerine dayalı bir risk değerlendirmesi yürütülmektedir.

Proje alanı olan İzmir İlinin çok geniş olması nedeni ile yeraltısuyu örnekleme ve analizleri devam etmektedir. Yeraltısuyunda arsenik, civa, bakır, kurşun gibi insan sağlığını etkileyen elementler analiz edilmektedir. Tüm analizlerin tamamlanmasından sonra İzmir İli için Tıbbi Jeolojik risk haritası üretilmektedir. Bu haritaların üretilmesinde analizlerde elde edilen ve bölgede insan sağlığı açısından riskli olan parametreler, hava, içme suyu ve toprak olmak üzere üç kategoride haritaların oluşturulması hedeflenmektedir. Daha sonra bu farklı kategoride üretilmiş haritalar ağırlık katsayıları tanımlanarak Tıbbi Jeolojik Risk İndeksi oluşturulacaktır. Bu indeks Coğrafi Bilgi Sisteminde

haritalanarak Tıbbi Jeolojik Risk haritası üretilmiş olacaktır. İl bazlı bu haritaların üretilmesi ile, bölgesel sağlık risklerinin belirlenmesi, halk sağlığı yönetimi ve planlanması, kentsel alanların yer seçimi ve genişleme alanlarının değerlendirilmesi ve riskli alanlarda önleyici tedbirlerin alınmasında katkı sağlayacaktır. Bölgesel olarak önleyici tedbirlerin alınması ile jeolojik kaynaklı sağlık risklerin minimize edilmesine yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelime: Halk Sağlığı, Jeolojik Risk, Radon, Risk Haritası, Tıbbi Jeoloji.

ASSESSMENT OF PROVINCE-BASED MEDICAL GEOLOGICAL RISKS: THE CASE OF İZMİR PROVINCE

*İrem Aydın Kırlangıç^a, Celalettin Şimşek^{a,b}, Görkem Akıncı^a, Murat Tokcaer^c,
Nurcihan Taşkın^b, Kamil Bostancı^b, Sevinç Füzün^d, Hasan Sözbilir^e, Alper Babaf,
Orhan Gündüz^f, Taygun Uzelif, Müslim Murat Saç^g, Mutlu İçhedef^g, Caner Taşköprü^g,
Türkan Alkan^h, Fatma Duygu Özel Demiralp^{h,i}, Hatice Nur Olgun^h*

^aDokuz Eylül University, Science and Technology Application and Research Center, İzmir, Türkiye

^bDokuz Eylül University, Torbalı Vocational School, İzmir, Türkiye

^cDokuz Eylül University, Department of Geological Engineering, İzmir, Türkiye

^dDokuz Eylül University, İzmir Vocational School, İzmir, Türkiye

^eDokuz Eylül University, Earthquake Research and Application Center, İzmir, Türkiye

^fİzmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, İzmir, Türkiye

^gEge University, Institute of Nuclear Sciences, İzmir, Türkiye

^hDokuz Eylül University, Institute of Oncology, İzmir, Türkiye

ⁱTürkiye Biotechnology Institute, Ankara, Türkiye

(irem.aydinkirlangic@deu.edu.tr)

ABSTRACT

The natural environmental conditions in which people live are directly related to the geological structure of the region. Since each region has a different geological composition, the characteristics of soil, water, and air vary accordingly. This variation may lead to regional health problems due to natural elements such as radon gas released from rocks and fault zones, and the concentrations of geochemically derived elements including arsenic, fluorine, and boron in groundwater. Province-based studies facilitate the identification of such health risks. Based on this premise, the main objective of this study is to investigate the factors posing medical geological risks within İzmir Province and to produce an integrated **Medical Geological Risk Map**. Within the scope of this research, a comprehensive field study has been conducted to determine the quality of air, soil (rock), and groundwater that affect human health, and to identify parameters that may pose potential health risks. Initially, radon measurements were carried out at approximately 80 sites across İzmir Province, covering both densely populated urban areas and rural zones. Preliminary results indicate that radon concentrations are significantly higher in locations situated near fault lines. Another environmental factor influencing air quality is the presence of asbestos-bearing geological units and abandoned asbestos mining sites.

In the second stage, rock and soil samples were collected from metallic mineral deposits and alteration zones to characterize the geochemistry of rocks and soils. The analytical data sets obtained from these samples were evaluated using statistical methods such as **Principal Component Analysis (PCA)** and **Hierarchical Clustering**, in order to identify chemically similar groups. These groups were interpreted in terms of lithological control, mineralization processes, and anthropogenic contributions, as well as potential exposure pathways. From a health perspective, a risk assessment is being conducted based on the trace element concentrations obtained, following the applicable methods and threshold values of the **U.S. Environmental Protection Agency (EPA)**. Due to the large extent of İzmir Province, groundwater sampling and analyses are still ongoing. The groundwater analyses focus on elements that have potential health impacts, such as arsenic, mercury, copper, and lead. Upon completion of all analyses, a **Medical Geological Risk Map** for İzmir Province will be produced.

*In generating these maps, the parameters identified as health risk indicators will be classified into three main categories: **air, drinking water, and soil**. Subsequently, these category specific maps will be integrated by defining weighting factors to create a **Medical Geological Risk Index (MGRI)**. The resulting index will be mapped within a **Geographic Information System (GIS)** environment to produce a comprehensive Medical Geological Risk Map. The generation of such province-based maps will contribute to the identification of regional health risks, enhancement of public health management and planning, evaluation of urban site selection and expansion zones, and implementation of preventive measures in high risk areas. Taking regional preventive actions will help minimize health risks arising from geological factors.*

Keywords: Geological Risks, Medical Geology, Public Health, Radon, Risk Mapping.

ANKARA-ÇANKIRI VE ESKİŞEHİR-KÜTAHYA BÖLGELERİNDEKİ ASBEST OLUŞUMLARININ MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL KARŞILAŞTIRMASI VE MEZOTELYOMA VAKALARI İLE İLİŞKİSİ

Tacit Külâh^a, Hülya Erkoyun^b, Selahattin Kadir^b

^aKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Kütahya, Türkiye

^bEskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 26480 Eskişehir, Türkiye
(tacitkulah@gmail.com)

ÖZ

Anadolu’da kenet kuşakları boyunca yüzeyleyen ofiyolitik kayaçlardaki bindirme faylarına bağlı deformasyon zonlarında gelişen asbest oluşumlarının varlığı bilinmektedir. Bununla birlikte, asbest minerallerinin bulunduğu bölgelerde, mezotelyoma vakalarının yaygın olarak görülmesi dikkat çekmektedir. Batı Anadolu’da Eskişehir-Kütahya ve İç Anadolu’da Ankara-Çankırı bölgelerinde yaygın olarak bulunan asbest mineralleri, bu bölgelerde mostra veren ofiyolitik ve metamorfik kayaçların hidrotermal alterasyonu sonucu oluşmuştur. Bu çalışma Eskişehir-Kütahya ve Ankara-Çankırı bölgelerinde yaygın olarak bulunan krizotil ve tremolit tipi asbest minerallerinin mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin karşılaştırılmasını kapsamaktadır. Eskişehir-Kütahya ve Ankara-Çankırı bölgelerinde krizotil türü asbest mineralleri tremolite göre daha yaygın olarak bulunmaktadır. Krizotil oluşumları her iki bölgede de serpantinleşmiş dünit-harzburgit türü kayaçların kırık ve çatlak yüzeylerini dolduran, soluk yeşil-beyaz renkli lif demetleri halinde gelişmiştir. Krizotil kristalleri ince kesitlerde serpantin ve altere olivin kristalleri üzerinde oluşmuştur. Tremolit oluşumları ise Eskişehir-Kütahya bölgesinde ofiyolitler ile bindirme fayı ile sınırlı glokofan şistler ve Ankara-Çankırı bölgesinde, altere olmuş piroksenitler içerisinde beyaz renkli, ipeksi yapıdaki ince lif demetleri şeklinde gelişmiştir. Tremolit lif demetleri, polarizan mikroskopta glokofan ve altere piroksen minerallerinin dilinim düzlemlerinden itibaren gelişmiş yarı paralel lif demetleri şeklinde görülmektedir. Elektron mikroskobu incelemelerinde krizotil liflerinin Ankara-Çankırı bölgesinde 1–10 µm uzunluğunda, Eskişehir-Kütahya bölgesinde ise 5 – 15 µm uzunluğunda oldukları tespit edilmiştir. Tremolit lifleri ise Ankara-Çankırı bölgesinde 15–300 µm uzunluğundayken Eskişehir-Kütahya bölgesindeki Tremolit lifleri 1–13 µm uzunluğa sahiptir. Krizotil ve Tremolit minerallerinin brusit ve antigorit türü asbest mineralleri ile birlikte bulunmayışı asbest oluşumlarının yüksek basınç ve sıcaklık rejimi altında oluştuğunu düşündürmektedir. H ve O izotop verileri ve bu verilere göre hesaplanan oluşum sıcaklıkları her iki bölge için de birbirine yakın değerlerde olup, tremolit oluşum sıcaklıklarının krizotilden daha yüksek olduğunu ve asbest minerallerinin tektonizma kontrolünde, meteorik sular ile beslenen hidrotermal sistemler içerisinde meydana geldiklerini göstermektedir. Ancak, krizotil ve tremolit oluşum sıcaklıkları ile minerallerin lif uzunlukları arasında belirgin bir korelasyon görülememiştir. Buna karşın, her iki bölgede de tremolitin krizotile göre daha yoğun bulunduğu yerlerde mezotelyoma vakalarının daha sık görülmesi, tremolit minerallerinin daha uzun ve sert liflere sahip olması ile ilişkili olabilir.

Anahtar Kelimeler: Alterasyon, Krizotil, Mezotelyoma, Ofiyolit, Tremolit.

MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL COMPARISON OF ASBESTOS FORMATIONS IN ANKARA-ÇANKIRI AND ESKİŞEHİR-KÜTAHYA REGIONS AND THEIR RELATIONSHIP WITH MESOTHELIOMA CASES

Tacit Külâh^a, Hülya Erkoyun^b, Selahattin Kadir^b

^aKütahya Dumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43100 Kütahya, Türkiye

^bEskişehir Osmangazi University, Department of Geological Engineering, 26480 Eskişehir, Türkiye
(tacitkulah@gmail.com)

ABSTRACT

Asbestos formations are well known, developed in deformation zones through the thrust faults in ophiolitic rocks outcropping along the suture belts in Anatolia. However, it is noteworthy that mesothelioma cases are common in areas where asbestos minerals are present. Asbestos minerals, which are commonly found in Eskişehir-Kütahya in Western Anatolia and Ankara-Çankırı regions in Central Anatolia, were formed as a result of hydrothermal alteration of ophiolitic and metamorphic rocks that outcrop in these regions. This study involves the comparison of mineralogical and geochemical properties of chrysotile and tremolite type asbestos minerals commonly found in Eskişehir-Kütahya and Ankara-Çankırı regions. In both regions, chrysotile type asbestos minerals are more common than tremolite. Chrysotile was developed in the form of pale green-white fiber bundles as fracture fillings in serpentized dunite-harzburgite type rocks. Chrysotile crystals were formed on serpentine and altered olivine crystals in thin sections. In the Eskişehir-Kütahya region, tremolite formations developed in glaucophane schists bordered by thrust faults with the ophiolites. On the other hand, tremolite formed in the Ankara-Çankırı region, are hosted by altered pyroxenites. Tremolite minerals are formed in both regions in the form of white, silky to touch, thin fiber bundles. Tremolite fiber bundles are observed under polarizing microscope as subparallel fiber bundles developed from the cleavage planes of altered pyroxene crystals associated with glaucophane minerals. Chrysotile fibers were measured as 1–10 µm and 5–15 µm long in the Ankara-Çankırı and Eskişehir-Kütahya regions, respectively. Tremolite fibers were also measured as 15–300 µm long in the Ankara-Çankırı region, while in the Eskişehir-Kütahya region are 1–13 µm long. The absence of brucite and antigorite type asbestos minerals associated with chrysotile and tremolite minerals suggests that asbestos minerals are formed under high pressure and temperature regime. H and O isotope data and calculated formation temperatures are similar for both regions, suggest that tremolite formation temperatures are higher than chrysotile and that asbestos minerals occur in hydrothermal systems fed by meteoric waters under control of tectonism. However, no significant correlation was observed between chrysotile and tremolite formation temperatures and fiber lengths of these minerals. On the other hand, the fact that mesothelioma cases are more common in both regions where tremolite is more concentrated than chrysotile may be related to the fact that tremolite minerals have longer and harder fibers than chrysotile.

Keywords: Alteration, Chrysotile, Mesothelioma, Ophiolite, Tremolite.

ESKİŞEHİR BEYLİKOVA KIZILCAÖREN KÖYÜ İÇME SULARINDA FLORÜR TARİHÇESİ

Nazmi Oruç^{a,b,c}

^a*Vişnelik Mah. Dr. Sadık Ahmet Bul. 6/11 Eskişehir, Türkiye*

^b*Toprak ve Su Kimyası, Emekli Öğretim Üyesi*

^c*Uluslararası Tıbbi Jeoloji Birliği Üyesi
(nazmioruc1937@gmail.com)*

ÖZ

Florürün özellikle diş çürüklerini önlemede ve kemik sağlığında faydalı olsa da, aşırı miktarda tüketildiğinde dişler ve iskelet sistemi üzerinde olumsuz etkileri olduğu kabul edilmektedir. Türkiye’de içme suyunda izin verilen maksimum florür seviyesi 1.5 mg/l’dir. Kızılcaören Köyü’nde endemik florozis ile ilgili ilk saha araştırması yaklaşık 45 yıl önce yapılmış ve florür içeriği 3.8-4.9 mg/l arasında değişen suların tahminen 650 yıldır kullanıldığı kaydedilmiştir. Köyde 1980 öncesi yapılan sağlık taramasında diş sorunlarının yanı sıra yetişkinlerde ileri derecede iskelet florozu saptanmış ve bunun 10-20 yıl boyunca yüksek düzeyde florüre maruz kalınmasının bir sonucu olduğu vurgulanmıştır. Stern Dergisi’nde (1978) Kızılcaören halkının içme suyundaki aşırı florür nedeniyle "hızla yaşlandığı, ve yürüme güçlüğü çektiği" haber yapılmıştır. İTÜ’de 1979-1976 arasında yürütülen bir araştırmada köy halkının büyük bir çoğunluğunda florür zararının görüldüğü ve ileri yaştaki insanlarda daha da fazla olduğu kaydedilmiştir. Yazar, 1982 yılında köyün eski içme suları olan Kocapınar ve Höyükli kaynaklarında sırasıyla 7.0 mg/l. ve 5.8 mg/l. ve ayrıca yeni içme suyunda ise 0.4 mg/l. florür tespit etmiştir. Özellikle MTA ve İTÜ tarafından Beylikova Kızılcaören ve çevresinde yapılan çok sayıdaki jeolojik ve minerolojik araştırmada, bölgenin hidrotermal cevher yatakları açısından zengin olduğu, cevher yatağının, önemli miktarda toryum ve nadir toprak elementlerinin yanı sıra florit ve barit içerdiği tespit edilmiştir. Bu yayınlarda köy ve çevresindeki doğal su kaynaklarında belirlenen florürün yağış havzasında bulunan florit cevheriyle ilgili olduğu vurgulanmıştır.

Ankara Veteriner Fakültesinin 1988 yılında Kızılcaören çevresindeki doğal sularda florür seviyesinin 4.24 ila 9.0 mg/l. arasında değiştiği ve köye verilen yeni sularda 0.10 ile 0.25 mg/l. arasında florür bulunduğu da belirtilmiştir.

Anadolu Üniversitesinde yazarın da bulunduğu 1988 yılındaki araştırmada köyün yeni su kaynağının özellikle kurak mevsimlerde yeterli olmadığından, bazı sakinlerin tekrar yüksek florürlü su kullanmak zorunda kaldığı öğrenilmiş ve kimi ilkökul çocuğunda, diş minesinde değişen derecelerde beneklenmeler olduğunu gözlemlenmiştir. Kızılcaören Köyü içme suyu örneklerinde 2000 yılında Anadolu Üni. Tıp Fak. Halk Sağlığı A.B.D araştırmasında ve 2009 yılında yayınlanan MTA raporunda sırasıyla 3.9 mg/l. ve 3.7 mg/l. florür tespit edilmiştir. Florür analiz sonuçlarının son elli yılda değişik bulunması köy halkının sağlığı açısından çok dikkat çekicidir. OGÜ Tıbbi Jeoloji Araştırma ve Uygulama Komisyonu tarafından bölgedeki yeraltı sularına ilişkin hidrojeokimyasal harita yapılarak florspar dağılımının ve köy içme sularındaki florür miktarının ve kronik-toksik riskinin detaylı bir çalışma yapılması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, Florozis, Florür, Kızılcaören.

HISTORY OF FLUORIDE IN DRINKING WATER OF ESKİŞEHİR BEYLİKOVA KIZILCAÖREN VILLAGE

Nazmi Oruç^{a,b,c}

^a*Vişnelik Mah. Dr. Sadık Ahmet Bul. 6/11 Eskişehir*

^b*Emeritus Professor of Soil and Water Chemistry*

^c*Member of International of Medical Geology Association
(nazmioruc1937@gmail.com)*

ABSTRACT

Although fluoride is particularly beneficial for preventing tooth decay and bone health, it is accepted that it has negative effects on the teeth and skeletal system if consumed in excessive amounts. The maximum permissible fluoride level in drinking water in Türkiye is 1.5 mg/l. The first field study on endemic fluorosis was conducted approximately 45 years ago in the Kızılcaören village, and it was recorded that the water had a fluoride content ranging from 3.8 to 4.9 mg/l. had been used for an estimated 650 years. In the health screening conducted in the village before 1980, advanced skeletal fluorosis was detected in adults as well as dental problems, and it was emphasized that this was a result of exposure to high levels of fluoride for 10-20 years. Stern Magazine (1978) reported that the people of Kızılcaören were "aging rapidly and having difficulty walking" due to excessive fluoride in their drinking water. In a study conducted at ITU between 1979 and 1976, it was noted that fluoride damage was seen in the majority of village people and was even more prevalent in older people. In 1982, the author found fluoride levels of 7.0 mg/l. and 5.8 mg/l. in the old drinking water sources of the village, Kocapınar and Höyükli, respectively, and 0.4 mg/l. in the new drinking water. In particular, several geological and mineralogical studies conducted by MTA and ITU in Beylikova, Kızılcaören, and its surroundings have determined that the area south of the village is rich in hydrothermal ore deposits that also form alkaline volcanic rocks, and that the ore deposit contains significant amounts of thorium and rare earth elements, as well as fluorite and barite. It was emphasized that the fluoride detected in the natural water resources of Kızılcaören and its surroundings was related to the fluorite ore found in the precipitation basin.

The Ankara Faculty of Veterinary Medicine reported that fluoride levels in the natural waters around Kızılcaören varied between 4.24 and 9.0 ppm in 1988, and that new water supplied to the village contained fluoride between 0.10 and 0.25 mg/. In a 1988 study conducted by Anadolu University, it was learned that some residents were forced to use high-fluoride water again because the village's new water supply was not sufficient, especially during dry seasons, and some primary school children were observed to have varying degrees of mottling on their tooth enamel. In the drinking water samples of the village, Anadolu University, Faculty of Medicine, Public Health Department (2000), and MTA (2009) gave fluoride values of 3.9 mg/l and 3.7 mg/l, respectively. The change in fluoride analysis results over the last fifty years is very striking in terms of the health of the village people. It is recommended that a detailed study be conducted by the OGÜ Medical Geology Research and Application Commission to determine the distribution of fluorspar and the amount of fluoride in village drinking water and its chronic-toxic risk by preparing a hydrogeochemical map of the groundwater in the region.

Keywords: *Eskişehir, Florozis, Florur, Kızılcaören.*

KOZMETİKTE KULLANILAN KİL HAMMADELERİNİN MİNERALojİK VE TOKSİKOLOjİK DEĞERLENDİRMEsİ: TIBBİ JEOLojİ AÇISINDAN BAKIŞ

Çilem Çelik^a

^a*Crystalclem Doğal Kozmetik Firması, Jeoloji Yüksek Mühendisi
(cilemcelik@yandex.com)*

ÖZ

Kozmetik hammaddesi olarak kullanılan kil mineralleri, jeolojik kökenleri ve mineralojik bileşimleri bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar, bazı killerde ağır metal varlığı veya pH dengesizliği nedeniyle ciltte iritasyon, kızarıklık ve hassasiyet gibi olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Türkiye piyasasında satışa sunulan üç farklı kil örneği üzerinde yapılan incelemelerde, üretici firmaların sunduğu Güvenlik Bilgi Formu (MSDS) ve Teknik Bilgi Formu (TDS) belgeleri değerlendirilmiş, ayrıca numuneler üzerinde uygulamalı kozmetik formülasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneyler kapsamında; bazı örneklerde kızarıklık, iritasyon kaşıntı vb. etkiler gözlemlenmiştir. Mevcut belgelerde ise XRD/XRF mineralojik analiz sonuçlarının bulunmadığını ortaya koymuştur. Bu eksiklik, hammaddenin mineralojik yapısı, jeokimyasal kökeni ve toksik element içeriği hakkında bilgi boşluklarına işaret etmektedir. Buna rağmen söz konusu killerin Türkiye genelinde kozmetik hammaddesi olarak satışının ve kil maskesi gibi ürünlerde kullanımının yaygın olduğu belirlenmiştir. 2024 yılı verilerine göre dünya genelinde yaklaşık 1,44 milyar dolarlık bir pazar payına ulaşan kil maskesi olarak satılan kozmetik ürünlerin insan sağlığı açısından olumsuz etki altında olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, kozmetik üretiminde kullanılan killerin yalnızca kimyasal değil, aynı zamanda jeolojik ve mineralojik açıdan da denetlenmesi gerekmektedir. Tıbbi jeoloji bakış açısıyla, bu hammaddelerin kontrolsüz kullanımının uzun vadede insan sağlığı üzerinde riskler oluşturabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle kozmetik üretim süreçlerine belgelerde ise XRD/XRF mineralojik analiz sonuçlarının dosyalara ilave edilerek bu kapsamda çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bentonit, Kaolin, Kil Maskesi, Kozmetik Hammaddesi, Tıbbi Jeoloji.

MINERALOGICAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF CLAY RAW MATERIALS USED IN COSMETICS: A MEDICAL GEOLOGY PERSPECTIVE

Çilem Çelik^a

^aCrystalclem Natural Cosmetics Company, M.Sc. Geological Engineer
(cilemcelik@yandex.com)

ABSTRACT

Clay minerals used as cosmetic raw materials exhibit significant variations in their geological origin and mineralogical composition. These variations may lead to adverse effects such as irritation, redness, and skin sensitivity, primarily due to the presence of heavy metals or pH imbalance in certain clays. In this study, three different clay samples commercially available in the Turkish market were examined. The manufacturers' Material Safety Data Sheets (MSDS) and Technical Data Sheets (TDS) were evaluated, and practical cosmetic formulation tests were conducted on the samples. During the experiments, effects such as redness, irritation, and itching were observed in some samples, while the provided documentation lacked XRD/XRF mineralogical analysis results. This deficiency indicates a lack of information regarding the mineralogical structure, geochemical origin, and toxic element content of the raw materials. Despite this, it has been determined that these clays are widely marketed and used as cosmetic raw materials, particularly in clay mask products across Turkey. According to 2024 data, the global market for clay mask cosmetics has reached approximately 1.44 billion USD, and their potential adverse effects on human health have been noted. In conclusion, clays used in cosmetic production should be monitored not only chemically but also geologically and mineralogically. From a medical geology perspective, the uncontrolled use of these materials may pose long-term risks to human health. Therefore, it is suggested that XRD/XRF mineralogical analysis results be included in cosmetic raw material documentation and that further studies be conducted within this framework.

Keywords: Bentonite, Clay Mask, Cosmetic Raw Material, Kaolin, Medical Geology.

TOPRAĞIN TANIKLIĞI: İNSAN SAĞLIĞI VE SUÇ ÇÖZÜMÜNDE JEOLJİNİN İZLERİ (ÖRNEK OLAYLARLA)

Murat Mert^a

*^aInstitute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED), Amsterdam Universitesi, Hollanda.
(m.mert@uva.nl)*

ÖZ

Gelişen teknoloji ve bilimin ışığında, jeolojik materyallerin hem adli jeoloji hem de medikal jeoloji alanlarında ne denli önemli bilgiler sunduğu ortaya konmaktadır. Bu çalışma, adli jeolojinin dünyadaki ve Türkiye'deki yerini ve medikal jeoloji ile olan iç içe geçmiş ilişkisini incelemektedir. Adli jeoloji, jeolojik materyallerin delil olarak kullanılmasıyla adli olayların aydınlatılmasına odaklanırken; medikal jeoloji, yerkabuğundaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel etkenlerin insan, çevre ve diğer canlı sağlığı üzerindeki etkilerini araştırır. Bu kapsamda sunulan örnek olaylar, adli jeolojide delillerin neden ve nasıl kritik olduğunu vurgulamakta; medikal jeolojide ise çevresel faktörlerin zehirlenme gibi sağlık sorunlarındaki rolünü ortaya koymaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, adli ve medikal jeolojinin birbirini tamamlayan yönlerini ve jeolojik materyallerin çok disiplinli bir yaklaşımla nasıl değerlendirilebileceğini ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adli Jeoloji, Çevresel Etkiler, İnsan Sağlığı, Jeolojik Deliller, Multidisipliner Çalışmalar, Tıbbi Jeoloji.

THE TESTIMONY OF SOIL: GEOLOGICAL TRACES IN HUMAN HEALTH AND CRIME SOLVING (WITH CASE STUDIES)

Murat Mert^a

*^aInstitute for Biodiversity and Ecosystem Dynamics (IBED), University of Amsterdam, Netherlands
(m.mert@uva.nl)*

ABSTRACT

In the light of advancing technology and science, geological materials have been shown to provide crucial insights in both the fields of forensic geology and medical geology. This study examines the role of forensic geology globally and in Turkey, as well as its intertwined relationship with medical geology. While forensic geology focuses on using geological materials as evidence to shed light on legal cases, medical geology investigates the impact of geological factors—biological, chemical, and physical—on human, environmental, plant, and animal health. Through presented case examples, this study highlights why and how evidence is critical in forensic geology, and how environmental factors, such as heavy metal concentrations in water, are crucial in medical geology when examining cases of poisoning or contamination. Ultimately, this abstract underscores how forensic and medical geology complement each other and how geological materials can be utilized in a multidisciplinary approach to yield significant scientific insights.

Keywords: *Environmental Impact, Forensic Geology, Geological Evidence, Human Health, Interdisciplinary Study, Medical Geology.*

ÇEVRE SAĞLIĞI VE KENTSEL TIBBİ JEOLojİNİN KESİŞİM NOKTALARINI ARAŞTIRMAK

Robert B. Finkelman^a

*^aSürdürülebilir Yer Bilimleri Bölümü, Dallas Teksas Üniversitesi, Richardson, TX75083, ABD
(rbf051000@utdallas.edu)*

ÖZ

İnsanlık giderek kentsel ortamlarda yoğunlaştıkça, kentsel ortamların şehir sakinlerinin sağlığını nasıl etkilediğine odaklanmak kritik önem taşımaktadır. Yer bilimleri, tarihsel olarak "doğal" ortamda, yani insanlardan yoksun ortamlarda meydana gelen süreçleri incelemiştir. Ancak, insanların ortamlarda yaptığı değişiklikler, doğal malzemeler ve süreçler ile insan sağlığı arasındaki sayısız bağlantıyı araştıran jeologların farklı bir yaklaşım benimsemesini gerektiren benzersiz ve önemli sorunlara yol açmaktadır. Tıbbi jeolojinin ortaya çıkışı bu yeni yaklaşımı yansıtmaktadır. Kentsel tıbbi jeolojiye uygulanan bir dizi kritik çevresel sağlık sorunu bulunmaktadır. Toz fırtınaları ve iklim değişikliğinden daha da etkilenen doğal ve insan kaynaklı aerosoller ve gazlar, küresel sağlık üzerinde derin küresel etkilere sahiptir ve bunların bazıları hala tam olarak bilinmemektedir. Doğal afetler insan sağlığında her zaman rol oynamıştır, ancak bunların çoğu insan faaliyetleri nedeniyle daha da kötüleşir ve yoğun kentsel ortamlarda ölüm ve hastalıklarda büyük bir rol oynayabilir. Çalışanların mesleki korunması da düzenleyicilerin temel sorumluluklarından biridir, ancak çalışanların çok sayıda organik ve inorganik toksine maruz kalmalarını önlemek için genellikle yetersizdir. Son olarak, dünya çapında çocukların geleceği üzerinde kalıcı etkileri olan güçlü bir nörotoksin olan kurşun, maruz kalma kaynaklarının ve yollarının çoğunu artık belirlemiş olsak da azaltma açısından çok az dikkat gösterdiğimiz bir konudur. Kurşun, bilimsel açıdan karşılaştığımız en kolay kentsel tıbbi jeoloji sorunlarından biridir, ancak pratik açıdan çözümsüz olduğu kanıtlanmıştır ve bu nedenle, kritik noktaları belirlemeye ve eylemi teşvik etmeye yardımcı olmak için bir dizi vatandaş bilimi programı ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çevre Sağlığı, Kent Sağlığı, Tıbbi Jeoloji.

EXPLORING THE INTERSECTIONS OF ENVIRONMENTAL HEALTH AND URBAN MEDICAL GEOLOGY

Robert B. Finkelman^a

^a*Sustainable Earth Sciences Department, University of Texas at Dallas, Richardson, TX75083, USA
(rbf051000@utdallas.edu)*

ABSTRACT

As humanity increasingly concentrates in urban environments, it is critical to focus a lens on how urban environments impact the health of city dwellers. The geosciences have historically examined processes that occur in the “natural” environment, i.e., devoid of humans. But human modifications to environments yield unique and important problems that need a different approach by geoscientists as they explore the myriad links between natural materials and processes and human health. The emergence of medical geology reflects this new approach. There are a number of critical environmental health issues as they apply to urban medical geology. Dust storms and natural as well as human-influenced aerosols and gases that are further influenced by climate change have profound global impacts on global health, some of which are still not well-known. Natural disasters have always played a role in human health, but many of them are exacerbated by human activities and can play an outsize role in death and disease in concentrated urban environments. Occupational protection of workers is also a key responsibility of regulators, but one which is often inadequate to ensure the safety of workers from exposures to a myriad of organic and inorganic toxicants. Finally, lead, a powerful neurotoxin with permanent impacts on the future of children worldwide, and one which, even though we have now identified most of the exposure sources and pathways, we have devoted very little attention to in terms of mitigation. Lead is likely the easiest urban medical geology issues that we face from a scientific standpoint, but it has proven intractable from a practical standpoint and thus a host of citizen-science programs have emerged to help identify hotspots and promote action.

Keywords: *Environmental Health, Medical Geology, Urban Health.*

GEMLİK KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ) YÜZEY SEDİMENTLERİNDE AĞIR METAL KİRLİLİĞİ VE İNSAN SAĞLIĞI RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Tuğçe Nagihan Arslan Kaya^a

^a*İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, Türkiye
(tugce.arslan@istanbul.edu.tr)*

ÖZ

Gemlik Körfezi, yaklaşık 100 km’lik kıyı şeridine ve 113 m’lik maksimum derinliğe sahip olup, tatlı su ve detritik girdisini Kocasu Nehri’nden almaktadır. Nehir, Marmara Denizi güney havzasını drene etmekte olup, metamorfik ve volkanik kayalardan oluşan bu alanlardan detrital malzeme ile birlikte tarımsal akıntı ve özellikle gıda, tekstil ve kimya sektörlerinden kaynaklanan sanayi atıklarını taşımaktadır. Yüzey sediment örnekleri (31–63 m derinlik) alınarak, metal konsantrasyonları (Al, Fe, Ni, Cr, Cd, Pb, Co, Zn), tane boyu dağılımı, toplam organik karbon (TOK) ve toplam inorganik karbon (TİK) içerikleri ile zenginleşme faktörü (EF), ekolojik risk (Ei) ve insan sağlığı risk parametreleri belirlenmiştir.

Sediment örneklerindeki metal içerikleri (mg/kg) aralık ve ortalama (parantez içinde) değerleri sırasıyla şu şekildedir: Al, 6714.3–23900.3 (13838.4); Fe, 4263.3–32178.8 (20404.3); Ni, 12.7–161.3 (66.3); Cr, 20.9–349.8 (116.7); Cd, 0.3–3.7 (0.7); Pb, 25.9–157.3 (64.9); Co, 3.2–20.9 (10.4); ve Zn, 47.8–384.3 (146.3). TOK ve TİK içerikleri sırasıyla %0.5–2.2 ve %3.0–39.5 aralığında olup, sediment bileşiminde organik madde ve karbonat katkısının değişken olduğunu göstermektedir. Sedimanlar ağırlıklı olarak ince taneli olup, ortalama olarak %0.4 çakıl, %1.7 kum, %31.6 silt ve %66.3 kil içermektedir. Al, Ni, Cr, Cd, Pb, Co ve Zn için ortalama zenginleşme faktörleri (EF) sırasıyla 0.4, 1.6, 2.7, 5.6, 7.5, 1.2 ve 4.2 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Al, Ni ve Co’nun daha çok doğal kaynaklı olduğunu, buna karşılık Cd, Pb ve Zn’nin belirgin düzeyde antropojenik zenginleşme gösterdiğini ortaya çıkarmaktadır.

Ortalama ekolojik risk indeksi (Ei) değerleri sırasıyla Cd için 22.1, Pb için 324.7, Ni için 331.7, Cr için 233.4, Co için 20.8 ve Zn için 146.3 olarak hesaplanmıştır. Toplam potansiyel ekolojik risk (RI) değeri 1079.0’a ulaşmış olup, bu durum genel olarak çok yüksek düzeyde ekolojik risk bulunduğunu göstermektedir. Sonuçlara göre Cd ve Co orta düzeyde, Zn önemli düzeyde, Pb, Ni ve Cr ise çok yüksek düzeyde ekolojik risk ortaya koymuştur. Olası insan sağlığı etkilerini değerlendirmek amacıyla, hem çocuklar hem de yetişkinler için yutma ve deri teması yoluyla tahmini günlük alım (ADI) ve tehlike indeksi (HI) değerleri hesaplanmıştır. Sonuçlar, çocukların yetişkinlere kıyasla daha yüksek ADI değerlerine sahip olduğunu göstermiştir; Cr ve Pb için ADI değerleri sırasıyla 0.000684 ve 0.000381 mg/kg/gün olarak belirlenmiştir. Çocuklar ve yetişkinler için tüm HI değerlerinin 1’in altında olması (HI < 1), önemli bir kansorejenik olmayan riskin bulunmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antropojenik Kirlilik, Ekolojik Risk İndeksi, Gemlik Körfezi, İnsan Sağlığı, Jeokimyasal Analiz.

HEAVY METAL CONTAMINATION AND HUMAN HEALTH RISK ASSESSMENT OF SURFACE SEDIMENTS IN GEMLİK GULF (MARMARA SEA)

Tuğçe Nagihan Arslan Kaya^a

^aIstanbul University, Institute of Marine Sciences and Management, İstanbul, Türkiye
(tugce.arslan@istanbul.edu.tr)

ABSTRACT

Gemlik Gulf, with a coastline of approximately 100 km and a maximum depth of 113 m, receives its primary freshwater and particulate input from the Kocasu River. This river drains the southern catchment area of the Marmara Sea, which is mainly composed of metamorphic and volcanic rocks, and transports not only detrital materials but also a considerable pollution load originating from agricultural runoff and industrial effluents, particularly from food, textile, and chemical sectors. To evaluate the geochemical characteristics, metal contamination levels, and ecological implications of sediment composition in the Gemlik Gulf, surface sediments were collected from various depths ranging between 31 and 63 m. Analyses included determination of major and trace metal concentrations (Al, Fe, Ni, Cr, Cd, Pb, Co, Zn), grain size distribution, total organic carbon (TOC), and total inorganic carbon (TIC) contents, along with enrichment factor (EF), ecological risk (Ei), and human health risk assessments.

Range and mean (in parentheses) values of metals (mg/kg) in the sediment samples were as follows: Al, 6714.3–23900.3 (13838.4); Fe, 4263.3–32178.8 (20404.3); Ni, 12.7–161.3 (66.3); Cr, 20.9–349.8 (116.7); Cd, 0.3–3.7 (0.7); Pb, 25.9–157.3 (64.9); Co, 3.2–20.9 (10.4); Zn, 47.8–384.3 (146.3). TOC and TIC contents ranged between 0.5–2.2% and 3.0–39.5%, respectively, indicating variable organic matter and carbonate contributions to the sediment composition. The sediments were predominantly fine-grained, consisting on average of 0.4% gravel, 1.7% sand, 31.6% silt, and 66.3% clay. Mean enrichment factors (EF) for Al, Ni, Cr, Cd, Pb, Co, and Zn were 0.4, 1.6, 2.7, 5.6, 7.5, 1.2, and 4.2, respectively. These results indicate that Al, Ni, and Co are close to natural background concentrations, while Cd, Pb, and Zn show significant anthropogenic enrichment.

The mean ecological risk index (Ei) values were calculated as follows: Cd (22.1), Pb (324.7), Ni (331.7), Cr (233.4), Co (20.8), and Zn (146.3), with the total potential ecological risk (RI) reaching 1079.0, indicating a very high overall ecological risk level. Based on the results, Cd and Co presented moderate ecological risk, Zn posed a significant ecological risk, and Pb, Ni, and Cr exhibited very high ecological risk. To assess potential human health implications, estimated daily intake (ADI), hazard index (HI) values via ingestion and dermal contact were calculated for both children and adults. Results show that children have higher ADI values than adults, with Cr and Pb ADIs of 0.000684 and 0.000381 mg/kg/day, respectively. Hazard indices for children and adults were all below 1 ($HI < 1$), indicating no significant non-carcinogenic risk.

Keywords: Anthropogenic Pollution, Ecological Risk Index, Human Health, Gemlik Gulf, Geochemical Analysis.

TÜRKİYE’DE İL DÜZEYİNDE PESTİSİT KULLANIMI İLE BEBEK ÖLÜMÜ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İlayda Betül Ceren^a, Füsun Yalçın^b

^aAkdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

^bAkdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü, Antalya, Türkiye
(cerenilayda9@gmail.com)

ÖZ

Pestisitler; hastalık, zararlı ve yabancı otlarla mücadele için kullanılan, verim kaybını önleyici kimyasal/biyolojik maddelerdir. Kontrolsüz kullanımları ise insan ve çevre sağlığına zararlıdır. Pestisitlerin bir kısmı gıdaların üzerinde kalıntı olarak kalabilir ve insan sağlığını etkileyebilir. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de illere göre pestisit kullanım miktarı ile neonatal, post neonatal bebek ölümü arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak değerlendirmektir. Değişkenler arası ilişkiyi incelemek için Spearman korelasyon analizi yapılmıştır. Pestisit kullanımı ile neonatal bebek ölümü ve post neonatal bebek ölüm miktarlarının haritalandırılması yapılmış, mekânsal dağılımlar görsel olarak karşılaştırılmıştır.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçları, pestisit kullanım miktarı ile bebek ölümlerinin pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, artan pestisit kullanımı ile bebek ölüm riski arasında anlamlı bir bağlantı olabileceğini işaret etmektedir. Bu ilişki, pestisitlerin yeraltı sularını kirletmesi, gıda zincirine girmesi ve havaya karışması gibi çevresel yollarla hassas kişilere ulaşabileceğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma tarımsal pestisit kullanımının daha sıkı bir şekilde izlenmesi ve konuya ilişkin daha nedensel araştırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Mekânsal Analiz, Neonatal Bebek Ölümü, Pestisit Kullanımı, Post Neonatal Ölüm, Spearman Korelasyonu.

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PESTICIDE USE AT THE PROVINCIAL LEVEL AND INFANT MORTALITY RATES IN TURKEY

İlayda Betül Ceren^a, Füsün Yalçın^b

^a*Akdeniz University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mathematics, Antalya, Türkiye*

^b*Akdeniz University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Antalya, Türkiye
(cerenilayda9@gmail.com)*

ABSTRACT

Pesticides are defined as chemical or biological substances that are utilised for the purpose of combating diseases, pests and weeds, thereby preventing yield loss. Nevertheless, their unrestricted utilisation is detrimental to human and environmental well-being. It is noteworthy that certain pesticides may persist as residues on foodstuffs, thereby exerting an influence on human health. The objective of this study is to statistically analyse the relationship between pesticide usage rates by province in Turkey and neonatal and post-neonatal infant mortality. Spearman's correlation coefficient was utilised to assess the relationship between variables. The spatial distribution of pesticide usage and neonatal and post-neonatal infant mortality rates was mapped, and the data visually compared.

The findings of the statistical analysis demonstrate a positive, moderate, and statistically significant relationship between pesticide utilisation and infant mortality. The findings from the study indicate that there may be a meaningful link between increased pesticide use and the risk of infant mortality. This relationship indicates that pesticides may reach sensitive individuals via environmental pathways, including contaminating groundwater, entering the food chain, and mixing into the air. Consequently, the findings of this study suggest that agricultural pesticide use should be the subject of more close monitoring and that further research is required in order to establish causality.

Keywords: Neonatal Infant Mortality, Pesticide Use, Post-Neonatal Mortality, Spatial Analysis, Spearman Correlation.

ULUSAL MEVZUATTA TIBBİ JEOLJİ

Bahattin Murat Demir^a

*^aİzmir Büyükşehir Belediyesi, Jeoloji Mühendisi
(bmuratdemir@gmail.com)*

ÖZ

Tıbbi jeoloji günümüzde afet, imar, yapı, çevre ve sağlık yönetiminde en çok başvurulanan alanlardan biri olma yolunda ilerlemektedir. Uygulamada işin tekniği kadar idari ve hukuki çerçevesini düzenleyen mevzuatı da önem kazanmaktadır. Türkiye de tıbbi jeoloji mevzuatının yaklaşık 45 yıllık bir tarihçesi mevcuttur. Nevşehir ili Tuzköy (Gölşehir) ve Karain (Ürgüp) köylerinde mezotelyoma riski nedeniyle alınan Afete Maruz Bölge kararı Türkiye’de tıbbi jeolojiye yönelik atılan ilk hukuki ve idari adımdır. Bu adımla yasal statüye kavuşan tıbbi jeoloji kayadan oyma yapılar, imar planına esas jeolojik-jeoteknik etütler, mekânsal planlama vb. imar ve afet yönetimi alanında yoğunlaşacak şekilde gelişim sürecini devam ettirmiştir.

Bu çalışmada ulusal mevzuatımızın genel bir taraması yapılarak tıbbi jeolojik uygulamalara esas olabilecek düzenlemeler tarihsel gelişim süreçlerine içerisinde değerlendirilerek hukuki ve idari çerçeveleri üzerinde durulmuştur. Tıbbi jeoloji mevzuatımız bugün itibarıyla kayadan oyma yapılar yönetmeliği gibi doğrudan uygulanan düzenlemelerin yanı sıra asbest maruziyeti gibi riskler açısından genel sağlık ve çevre düzenlemelerinden oluşan dolaylı mevzuata da sahiptir. Tıbbi Jeoloji mevzuatına yönelik konularda toplumsal ve mesleki kamuoyunda farkındalık oldukça düşüktür.

Anahtar Kelimeler: Afete Maruz Bölge, Asbest, Kayadan Oyma Yapılar Yönetmeliği, Mevzuat.

MEDICAL GEOLOGY IN NATIONAL LEGISLATION

Bahattin Murat Demir^a

^a*İzmir Metropolitan Municipality, Geological Engineer
(bmuratdemir@gmail.com)*

ABSTRACT

Medical geology is rapidly becoming one of the most relevant fields in disaster, urban planning, construction, environmental, and public health management. In practice, the administrative and legal frameworks that regulate its technical aspects are of growing importance. The legislation on medical geology in Türkiye has a history of approximately 45 years. The declaration of “Disaster-Prone Areas” in the villages of Tuzköy (Gülşehir) and Karain (Ürgüp) in Nevşehir Province due to the risk of mesothelioma represents the first legal and administrative step taken toward medical geology in Türkiye. Following this initiative, medical geology gained legal recognition and continued to evolve, particularly in relation to rock-carved structures, geological–geotechnical investigations forming the basis of urban development plans, and spatial planning within the context of urban and disaster management.

This study provides a general review of national legislation and examines the legal and administrative frameworks that may serve as the basis for medical geology practices within their historical development processes. As of today, Turkish medical geology legislation includes both direct regulations—such as the Regulation on Rock-Carved Structures—and indirect frameworks addressing risks like asbestos exposure within broader health and environmental regulations. Public and professional awareness of issues related to medical geology legislation remains relatively low.

Keywords: *Asbestos, Disaster-Prone Area, Legislation, Regulation on Rock-Carved Structures.*

ÖZEL POLİNOMLAR VE BEZIER EĞRİLERİ İLE TIBBİ JEOLJİ VE UYGULAMALARI ÜZERİNE GÖZLEMLER

Yılmaz Şimşek^a

^a*Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Antalya, Türkiye
(ysimsek@akdeniz.edu.tr)*

ÖZ

Özellikle Hermite (tipi) polinomlarını, kaya, toprak, Rocking Bearing tipli polinomlarını, Bernstein polinomlarını ve Bernstein baz fonksiyonlarını içeren polinom aileleri, son yıllarda uygulamalı matematik ve mühendisliğin birçok farklı alanında faydalı uygulama verilmiştir. Türev ve integral almada ve aritmetik işlemlerde polinomlar büyük kolaylık sağladığı için, uygulamalı bilim insanları polinomları matematiksel modeller oluşturmak ve geliştirmek için bir temel olarak kullanırlar.

Bu sunumun motivasyonu ve amacı, mühendislik alanında, özellikle jeoloji mühendisliği alanında modelleme yapanlara, Bernstein baz fonksiyonları ve kontrol notlarıyla oluşturulan Bezier eğrileri kullanarak oluşturulabilecek matematiksel modeller ve ayrıca özel polinom sınıflarının kullanımı konusunda bir kaynak sağlamaktır.

Bézier eğrilerinin tanımı, özellikleri ve sağladıkları türev denklemleri sunulacaktır. Doğrusal Bézier eğrileri, ikinci dereceden Bézier eğrileri ve kübik Bézier eğrileri, rekürans tanımlarıyla birlikte sunulacaktır. Ardından, bu eğrilerle ilişkili ve bilgisayar grafiklerinde kullanılan parametrik eğriler (Bézier spline'ları, Bézier yüzeyleri, Bézier üçgenleri, vektör grafikleri, de Casteljau algoritması vb.) ayrıntılı olarak sunulacaktır.

Son olarak konu kapsamında formüller ve bunların uygulamalarının analizleri verilmektedir.

Keywords: Bernstein Baz Fonksiyonları, Bezier Eğrileri, Hermite (Tipi) Polinomlar, Kaya, Toprak Tipli Rocking Bearing Polinomları.

OBSERVATION ON MEDICAL GEOLOGY AND ITS APPLICATIONS WITH SPECIAL POLYNOMIALS AND BEZIER CURVES

Yılmaz Şimşek^a

^a*Akdeniz University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Antalya, Türkiye
(ysimsek@akdeniz.edu.tr)*

ÖZ

ABSTRACT

Polynomial families, particularly those containing Hermite (type) polynomials, the rock, soil type Rocking Bearing polynomials, the Bernstein polynomials, and the Bernstein basis functions, have seen many useful applications in recent years in many different areas of applied mathematics and engineering. Because they facilitate operations, including taking derivatives and integrals, and performing arithmetic operations, applied scientists use polynomials as a basis for constructing and building mathematical models.

The motivation and purpose of this presentation is to provide a resource for those modeling in the field of engineering, especially in the field of geological engineering, on mathematical models that can be created using Bernstein basis functions and Bezier curves generated with control notes, in addition to use special classes of polynomials.

The definition of the Bézier curves, their properties, and the derivative equations they provide will be presented. The linear Bézier curves, the quadratic Bézier curves, and the cubic Bézier curves, along with their definitions of recursive curves, will also be presented. Then, the parametric curves associated with these curves, used in computer graphics, including the Bézier splines, the Bézier surfaces, the Bézier triangles, the vector graphics, the de Casteljau's algorithm, etc., are presented in detail.

Finally, formulas and their applications are analyzed within the scope of the subject.

Keywords: *Bernstein Basis Functions, Bezier Curves, Hermite (Type) Polynomials, Rock, Soil Type Rocking Bearing Polynomials.*

YAPI MALZEMELERİNİN ÇEVREYE VE CANLI SAĞLIĞINA ETKİSİ: ALTERNATİF ÇÖZÜMLER

Mehmet Arıkan Yalçın^a, Niyazi Uğur Koçkal^a

*^aAkdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye
(mukockal@akdeniz.edu.tr)*

ÖZ

Tuğla, cam, çimento, çelik, seramik gibi bir sürü malzeme inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Bu malzemelerin gerek üretimleri sırasında gerekte kullanımları sırasında çevreye ve canlı sağlığına önemli etkileri olmaktadır. Örneğin seramik ve çimentonun üretimleri sırasında açığa çıkan küçük partiküller ve CO₂ hava kirliliğine neden olmaktadır. Hava kalitesindeki bu olumsuz etki canlılarda KOAH gibi hastalıkları artırabilmektedir. Çelik, seramik gibi yapı malzemelerinin üretimi sırasında ise canlıların olası ağır metallere maruz kalınması halinde ciddi sağlık sorunları yaşayabilmektedirler. Ayrıca çimentonun yapı malzemelerinin beton üretimi sırasında oluşan yüksek pH ortamı (bazik ortam) deri ve göz teması durumunda alerjik reaksiyonların yaşanmasına sebep olabilmektedir. Benzer durumlar diğer yapı malzemeleri içinde belirtilebilir. Canlı sağlığına verdiği etkilerin yanında yapı malzemelerinin üretimi sırasında yüksek oranda doğadan ham malzeme tüketilmektedir. Böylece karbon salınımı sebepli hava kirliliği ve sera etkisinin yanı sıra kaynak tüketimine de neden olmaktadır.

Yapı malzemelerinin sebep olduğu bu olumsuzluklar çeşitli uygulamalarla azaltılabilir. Üretimleri sırasında ıslak yöntemlerin kullanılması, temas öncesi eldiven, gözlük gibi gerekli önlemlerin alınması ilk aşama önlemler olarak değerlendirilebilir. Üretimi, kullanımı ve teması halinde de olası bir negatif durum yaşanması halinde temiz suya erişim ve ilk tedavinin düzgün yapılması olumsuz durumun şiddetini azaltabilir. Ayrıca puzolanik etki gösteren silis dumanı, uçucu kül gibi malzemelerin yapı malzemelerinde kullanımı ile ham malzeme tüketiminin önüne geçilebilir.

Anahtar Kelimeler: Canlı Sağlığı, Çevre Sağlığı, Karbon Salınımı, Partikül Kirliliği, Yapı Malzemeleri.

THE IMPACT OF BUILDING MATERIALS ON THE ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH: ALTERNATIVE SOLUTIONS

Mehmet Arıkan Yalçın^a, Niyazi Uğur Koçkal^a

^aAkdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Antalya, Türkiye
(mukockal@akdeniz.edu.tr)

ABSTRACT

Materials such as brick, glass, cement, steel, and ceramics are widely used in the construction industry. The production and use of these materials have significant impacts on the environment and human health. For example, small particles and CO₂ released during the production of ceramics and cement cause air pollution. This negative impact on air quality can increase diseases such as COPD in living organisms. During the production of building materials such as steel and ceramics, living organisms may experience serious health problems if exposed to heavy metals. Additionally, the high pH environment (alkaline environment) created during the production of concrete building materials can cause allergic reactions in cases of skin and eye contact. Similar situations can be noted for other building materials. In addition to their impact on human health, the production of building materials consumes a significant amount of raw materials from nature. Thus, they cause air pollution and contribute to the greenhouse effect through carbon emissions, as well as resource consumption.

The negative effects caused by building materials can be reduced through various measures. Using wet methods during production and taking necessary precautions such as wearing gloves and goggles before contact can be considered initial measures. In the event of a potential negative situation during production, use, or contact, access to clean water and proper first aid can reduce the severity of the negative situation. Furthermore, the use of materials such as silica fume and fly ash, which exhibit pozzolanic effects, in construction materials can prevent the consumption of raw materials.

Keywords: Building Materials, Carbon Emissions, Environmental Health, Human Health, Particulate Pollution.

BERNSTEIN-TABANLI KELİMELERİN TIBBİ JEOLJİDEKİ OLASI UYGULAMALARI: HESAPLAMALI BİR YAKLAŞIM ÖNERİSİ

İrem Küçükoglu^a

^a*Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü, TR-07425 Antalya, Türkiye
(irem.kucukoglu@alanya.edu.tr)*

ÖZ

Yeni bir organizmanın keşfedilmesi ve buna bağlı olarak yenilikçi bir teknolojinin üretilebilmesi için gerekli olan adımların algoritmik olarak sunulabiliyor olması her geçen gün daha da anlam kazanmaktadır. Ayrıca, varlığı bilinen organizmalarla ilişkili DNA dizilimlerinin algoritmik olarak çözümlenebiliyor olması da büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda elde edilecek her yeni sonuç hem genomik yöntem ve teknolojilerin keşfedilebilmesinin sürecini hızlandıracak hem de genomik analizlerin daha etkin bir şekilde yapılabilmesinin önünü açacaktır.

Kucukoglu ve Simsek (2025) tarafından geliştirilen Bernstein-tabanlı kelimeler ise Bernstein baz fonksiyonlarının kombinatorik özelliklerinden yola çıkarak türetilmiş yeni bir matematiksel yapı sunmaktadır. Bernstein-tabanlı kelimeler, simetri, periyodiklik ve algoritmik örüntüler oluşturma kabiliyetiyle, sembolik veri dizilerini modellemede yenilikçi bir yaklaşım sağlamaktadır.

Bu sunumda ise algoritmik olarak üretilen bu Bernstein-tabanlı kelimelerin tıbbi jeoloji alanındaki olası uygulamalarından bahsedilecektir. Bu sunumda bahsedilecek olan olası uygulamalar, özellikle tıbbi jeolojide kombinatoriyal modelleme ve kombinatoriyal veri analizi yapmak isteyen bilim insanlarına ilham kaynağı olabilecek ve yeni ufuklar açabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bernstein-Tabanlı Kelimeler, DNA Dizilimi, Hesaplamalı Algoritmalar, Kelimeler Üzerinde Kombinatorik, Matematiksel Modelleme.

Referanslar

I. Kucukoglu ve Y. Simsek, *Construction of Bernstein-Based words and their patterns*, Math. Methods Appl. Sci. 48 (13), 12819-12836, 2025; <https://doi.org/10.1002/mma.11066>

POSSIBLE APPLICATIONS OF BERNSTEIN-BASED WORDS IN MEDICAL GEOLOGY: PROPOSAL FOR A COMPUTATIONAL APPROACH

İrem Küçükoglu^a

^a*Alanya Alaaddin Keykubat University, Faculty of Engineering, Department of Engineering
Fundamental Sciences, TR-07425 Antalya, Türkiye
(irem.kucukoglu@alanya.edu.tr)*

ABSTRACT

The ability to algorithmically present the steps required for the discovery of a new organism and accordingly the production of an innovative technology is becoming more and more meaningful every day. Furthermore, the ability to analyze DNA sequences regarding known organisms algorithmically is also crucial. In this context, every new result to be obtained will both accelerate the process of discovering genomic methods and technologies and pave the way for more effective genomic analyses.

Bernstein-based words, developed by Kucukoglu and Simsek (2025), offer a new mathematical structure derived from the combinatoric properties of the Bernstein basis functions. With their ability to generate symmetry, periodicity, and algorithmic patterns, Bernstein-based words provide an innovative approach to modeling symbolic data sequences.

In this presentation, the possible applications of these algorithmically generated Bernstein-based words in the field of medical geology will be discussed. The possible applications that will be discussed in this presentation may inspire and open new horizons for scientists who want to perform combinatorial modeling and combinatorial data analysis, especially in medical geology.

Keywords: *Bernstein-Based Words, Combinatorics on Words, Computational Algorithms, DNA Sequencing, Mathematical Modelling.*

References

I. Kucukoglu and Y. Simsek, Construction of Bernstein-Based words and their patterns, Math. Methods Appl. Sci. 48 (13), 12819-12836, 2025; <https://doi.org/10.1002/mma.11066>

DÜZKÖY PLUTONU GRANİTİK KAYAÇLARININ (KD TÜRKİYE) RADYOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Sabır Rasimgil^a, Nurdane İlbeyli^a, Alper Güneş^a, Fusun Yalçın^b, Esra Uyar^{c,d},
Mehmet Demirbilek^e, M. Arkan Yalçın^f, M. Gürhan Yalçın^a, Sema Bilge Ocak^g,
Uğur Gökmen^h

^aAkdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye

^bAkdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye

^cGazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, 06500 Ankara, Türkiye

^dGazi Üniversitesi, Temel ve Mühendislik Bilimleri Merkez Laboratuvarı Uygulama ve Araştırma Merkezi (GÜTMAM), 06500 Ankara, Türkiye

^eKütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100 Türkiye

^fAkdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 07058, Antalya, Türkiye

^gGazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Bölümü, 06500 Ankara, Türkiye

^hGazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06560 Ankara, Türkiye

(alpergunes@akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Granitler, dayanıklılığı, ısı ve aşınmaya karşı direnci ve farklı renk seçenekleriyle yaygın olarak kullanılan doğal kayaçlardır. Özellikle bina cephe kaplamaları, zemin döşemeleri gibi inşaat malzemesi, mutfak ve banyo tezgahları gibi iç mekan tasarımlarında kullanılmaktadır.

Türkiye'nin kuzeydoğusunda, Doğu Sakarya Zonunda granitik plutonlar yaygın olarak gözlemlenmektedir. Bu çalışmada, Düzköy plutonunda yaygın olarak bulunan granitler ve granodiyoritlerin doğal radyonüklid (²²⁶Ra, ²³²Th ve ⁴⁰K) içerikleri ve radyolojik parametreleri belirlenerek insan sağlığına potansiyel etkileri değerlendirilmiştir.

Düzköy plutonu kayaçlarının ²²⁶Ra ortalama aktivite konsantrasyonu (30.10 Bq/kg⁻¹), Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi (UNSCEAR 2000) tarafından önerilen sınır değerinin (32.0 Bq/kg⁻¹) altında kalmıştır. Buna karşılık, ²³²Th ve ⁴⁰K ortalamaları (sırasıyla, 52.59 ve 805.03 Bq/kg⁻¹) önerilen sınır değerlerinin (sırasıyla, 45.0 ve 420.0 Bq/kg⁻¹) üzerinde yer almaktadır. Radyonüklid içeriklerine göre hesaplanan emilen doz oranı ortalaması 79.24 nGy/saat, yıllık etkin doz eşdeğeri iç ve dış mekan ortalaması, sırasıyla 389.00 µSv/yıl ve 97.25 µSv/yıl, radyum eşdeğeri aktivitesi ortalaması 167,30 Bq/kg, aktivite kullanım indeksi 0.98 µSv/yıl, ortalama iç ve dış tehlike indeksi sırasıyla 0.53 ve 0.45, aşırı ömür boyu kanser riski ortalaması 340.38 µSv/yıl olarak belirlenmiştir.

Sonuçlar, Düzköy plutonu granitik kayaçlarının radyonüklid içerikleri ve radyolojik parametrelerinin uluslararası kabul edilen sınır değerlere oldukça yakın olduğunu göstermektedir. Bu nedenle söz konusu kayaçların yapı malzemesi ve dış kaplama olarak kullanılmasının uygun olabileceği, ancak iç mekan kullanımının insan sağlığı açısından riskler taşıyabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal Radyonüklidler, Düzköy Plutonu, Granitik Kayaçlar, Radyolojik Parametreler, Tıbbi Jeoloji

RADIOLOGICAL PROPERTIES AND POTENTIAL HEALTH RISKS OF THE DÜZKÖY PLUTON (WESTERN TURKEY)

**Sabır Rasimgil^a, Nurdane İlbeyli^a, Alper Güneş^a, Fusun Yalçın^b, Esra Uyar^{c,d},
Mehmet Demirbilek^e, M. Arıkan Yalçın^f, M. Gürhan Yalçın^a, Sema Bilge Ocak^g,
Uğur Gökmen^h**

^aAkdeniz University, Department of Geological Engineering, 07058 Antalya, Türkiye

^bAkdeniz University, Department of Mathematics, 07058 Antalya, Türkiye

^cGazi University, Department of Physics, 06500 Ankara, Türkiye

^dGazi University, Basic and Engineering Sciences Central Laboratory Application and Research
Center (GUTMAM), 06500 Ankara, Türkiye

^eDumlupınar University, Department of Geological Engineering, 43100 Kutahya, Türkiye

^fAkdeniz University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, 07058, Antalya, Türkiye

^gGazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Advanced
Technologies, 06500 Ankara, Türkiye

^hGazi University, Faculty of Technology, Department of Metallurgical and Materials Engineering,
06560 Ankara, Türkiye
(alpergunes@akdeniz.edu.tr)

ABSTRACT

Granite is a natural rock widely valued for its durability, resistance to heat and abrasion, and diverse color range. It is commonly used as construction material for building facades and flooring, as well as in interior design applications such as kitchen and bathroom countertops.

Granitic plutons are frequently observed in the Eastern Sakarya Zone of northeastern Turkey. In this study, the natural radionuclide (²²⁶Ra, ²³²Th, and ⁴⁰K) concentrations and radiological parameters of granites and granodiorites from the Düzköy Pluton were determined, and their potential implications for human health were evaluated.

The average activity concentration of ²²⁶Ra in the Düzköy Pluton rocks (30.10 Bq/kg) was lower than the limit value of 32.0 Bq/kg recommended by the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR 2000). In contrast, the mean concentrations of ²³²Th (52.59 Bq/kg) and ⁴⁰K (805.03 Bq/kg) exceeded the recommended limits of 45.0 and 420.0 Bq/kg, respectively. The calculated average absorbed dose rate was 79.24 nGy/h. The annual effective dose equivalent values were 389.00 µSv/year for indoor exposure and 97.25 µSv/year for outdoor exposure. The mean radium equivalent activity (Raeq) was 167.30 Bq/kg, while the activity utilization index was 0.98. The average indoor and outdoor hazard indices (Hin and Hex) were 0.53 and 0.45, respectively, and the average excess lifetime cancer risk (ELCR) was estimated at 3.40×10^{-4} .

The results indicate that the radionuclide concentrations and radiological parameters of the Düzköy Pluton granitoids are generally close to internationally accepted threshold values. Therefore, while their use as building materials and exterior cladding appears appropriate, their application in indoor environments may pose potential health risks.

Keywords: *Düzköy Pluton, Granitic Rocks, Medical Geology, Natural Radionuclides, Radiological Parameters.*

ASBESTİFORM MİNERALLERİN HIZLI SEM-EDS ANALİZİ İÇİN SAHADA PRATİK TOZ ÖRNEKLEMESİ

**H. Evren Çubukçu^a, Fatma Toksoy Köksal^b, Atilla Kılıç^b, Gizemnur Koca Akçay^a,
Ahmet Demir^c, H. Gürhan İlgen^c, Sinan Demir^c**

^a*Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye*

^b*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye*

^c*Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)
(ecubukcu@hacettepe.edu.tr)*

ÖZ

Asbestiform mineraller, belirli kristal yapıya sahip minerallerin lifsi morfoloji kazanmış özel biçimleridir. Bu mineraller, yüksek elastikiyet, ince lif yapısı, yüksek uzunluk/çap oranı ve solunduğunda yüksek biyokalıcılık nitelikleri nedeniyle insan sağlığı açısından önemli riskler oluşturur. Asbestiform minerallerin güvenilir biçimde tanımlanması, çoğu zaman ince toz fraksiyonunun yüksek çözünürlüklü SEM-EDS analizleriyle değerlendirilmesini gerektirir. Ancak bu mineraller genellikle gevşek ve kolay dağılabilen yüzey tozları içinde bulunduğundan, klasik örnekleme yöntemleriyle taşınırken numune kaybı, lif yığılması ve morfolojik bozulma sıkça görülmektedir. Bununla birlikte, kapalı ortamlarda bu tip numunelerin hazırlanması daha fazla zaman, dikkat ve maliyet gerektirir. Bu çalışma, asbestiform minerallerin sahada hızlı ve doğrudan SEM-EDS analizine uygun şekilde örneklenmesini sağlayan pratik bir örnekleme yöntemi sunmaktadır.

Yöntemde, grafit bantla kaplı alüminyum SEM tutucu, kapandığında tamamen yalıtım sağlayacak şekilde bir Eppendorf tüp kapağına sabitlenmiştir. Bu kapak, alt kısmı kesilerek modifiye edilmiş bir Falcon tüpün içine yerleştirilmiş ve böylece kapalı bir toplama haznesi oluşturulmuştur. Arazi sırasında, yüzeydeki ince tozu kaldırmak için elektrikli, yüksek üflemlili bir el motoru kullanılmış ve yükselen toz bulutu doğrudan Falcon tüpüne yönlendirilmiştir. Tüp içinde oluşan homojen toz bulutu, mikron-altı parçacıkların grafit bant üzerinde tek tabaka benzeri (monolayer) bir dağılımla tutulmasını sağlamıştır. Bu işlem sayesinde lif morfolojisi bozulmadan korunmuş ve on binlerce parçacığı içeren temsili bir dağılım elde edilmiştir.

Hazırlanan tutucular kapatılarak taşınmış ve laboratuvarda yalnızca karbon kaplama sonrası doğrudan SEM-EDS analizine alınmıştır. Yöntem, hem örnek/zaman/maliyet kaybını önlemesi hem de asbestiform minerallerin hızlı tespiti için yüksek pratiklik sunması nedeniyle klasik toplama yaklaşımlarına kıyasla belirgin avantaj sağlar. Özellikle eriyonit ve diğer lifsi fazların varlığının çabuk değerlendirilmesi gereken alanlarda etkili, güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntem olarak önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asbestiform Mineraller, SEM-EDS, Yerde Toz Örnekleme.

PRACTICAL FIELD DUST SAMPLING FOR RAPID SEM-EDS ANALYSIS OF ASBESTIFORM MINERALS

**H. Evren Çubukçu^a, Fatma Toksoy Köksal^b, Atilla Kılıç^b, Gizemnur Koca Akçay^a,
Ahmet Demir^c, H. Gürhan İlgen^c, Sinan Demir^c**

^aHacettepe University, Department of Geological Engineering, Ankara, Türkiye

^bMiddle East Technical University, Department of Geological Engineering, Ankara, Türkiye

^cDisaster and Emergency Management Presidency (AFAD)
(ecubukcu@hacettepe.edu.tr)

ABSTRACT

Asbestiform minerals are special morphological variants of certain crystalline mineral species that develop a fibrous habit. These minerals pose significant human health risks due to their high elasticity, thin fibrous structure, elevated aspect ratios, and high biopersistence when inhaled. Reliable identification of asbestiform minerals commonly requires the evaluation of fine particulate fractions using high-resolution SEM-EDS analyses. However, because these minerals often occur within loose, volatile, and easily re-suspended surface dusts, conventional sampling and transport procedures frequently result in sample loss, fiber aggregation, and morphological alteration. Moreover, preparing such samples in controlled laboratory environments demands additional time, care, and cost. This study introduces a practical field technique that enables the rapid collection of asbestiform minerals in a form directly suitable for SEM-EDS analysis.

In this method, an aluminum SEM stub covered with graphite tape is fixed onto the cap of an Eppendorf tube in such a way that complete isolation is achieved when closed. The cap is then placed inside a modified Falcon tube with its lower end removed, creating a sealed micro-collection chamber. During fieldwork, an electric high-flow handheld blower is used to resuspend fine surface dust, which is directed into the Falcon tube. The dust entering the tube forms a homogeneous airborne cloud, allowing sub-micron particles to settle onto the graphite tape in a quasi-monolayer distribution. This provides a representative particle spread containing tens of thousands of fragments while preserving the original morphology of fibrous phases.

The prepared stubs are sealed for transport and, after carbon coating in the laboratory, can be introduced directly into SEM-EDS instrumentation without any additional preparation. The method offers significant advantages over classical sampling approaches by preventing sample loss and enabling the rapid field detection of asbestiform minerals. It is particularly effective, reliable, and reproducible in settings where the presence of erionite or other fibrous phases must be assessed quickly.

Keywords: Asbestiform Minerals, In-Situ Dust Sampling, SEM-EDS.

İKLİMSEL DEĞİŞKENLERİN PESTİSİT DİNAMİKLERİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ: ÖRTÜALTI ÜRETİM SİSTEMLERİ BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

Asude Öztürk^a, Füsun Yalçın^b

^aAkdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Antalya, Türkiye

^bAkdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Antalya, Türkiye
(asude.oztrk.00@gmail.com)

ÖZ

İklim değişikliği, genel tarımsal üretim sistemleriyle birlikte örtüaltı tarımı da etkileyerek üretim süreçlerinde önemli değişikliklere yol açmaktadır. Artan sıcaklık, nem ve buharlaşma gibi iklimsel değişkenler zararlı popülasyonlarını artırmakta, bu durum pestisit kullanım sıklığını yükseltmektedir. Özellikle örtüaltı üretim alanlarında havalandırmanın yetersiz olması, pestisit kalıntılarının havada ve toprakta daha uzun süre kalmasına yol açmakta; bu da tarım işçileri başta olmak üzere maruz kalan bireyler için sağlık açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır.

Bu çalışma, iklim değişikliği koşullarında pestisit kullanımının hem genel tarım hem de örtüaltı üretimde yol açtığı çevresel ve sağlık temelli etkileri literatür taraması yoluyla değerlendirmektedir. Literatürde, sıcak hava dalgalarının pestisit buharları ile birleşerek solunum yolu hastalıkları, nörotoksik etkiler, cilt tahrişleri ve üreme sistemi bozukluklarına yol açabileceği belirtilmektedir. Ayrıca bazı pestisit formülasyonlarında bulunan yardımcı maddelerin, ana etken maddelerden daha toksik olabileceği ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, iklim değişikliğinin etkisiyle birlikte pestisit kullanımı çevresel, iklimsel ve halk sağlığı açısından çok boyutlu bir tehdit haline gelmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir yönetim stratejileri ve kapsamlı politikalar hayata geçirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, İstatistik, Örtüaltı Tarım, Pestisit Kullanımı, Sağlık Riski.

THE ROLE OF CLIMATIC VARIABLES ON PESTICIDE DYNAMICS: AN EVALUATION IN THE CONTEXT OF GREENHOUSE PRODUCTION SYSTEMS

Asude Öztürk^a, Füsün Yalçın^b

^aAkdeniz University, Institute of Sciences, Mathematics Program, Antalya, Türkiye

^bAkdeniz University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Antalya, Türkiye
(asude.oztrk.00@gmail.com)

ABSTRACT

Climate change is causing significant changes in production processes by affecting general agricultural production systems as well as greenhouse cultivation. Climatic variables such as increased temperature, humidity, and evaporation are increasing pest populations, which in turn raises the frequency of pesticide use. In greenhouse production areas in particular, insufficient ventilation leads to pesticide residues remaining in the air and soil for longer periods; this poses serious health risks for exposed individuals, especially agricultural workers.

This study evaluates the environmental and health-related impacts of pesticide use under climate change conditions in both open-field agriculture and greenhouse production through a literature review. The literature indicates that heatwaves, when combined with pesticide vapors, can lead to respiratory illnesses, neurotoxic effects, skin irritations, and reproductive system disorders. Furthermore, it is noted that adjuvants found in some pesticide formulations may be more toxic than the active ingredients themselves.

In conclusion, with the impact of climate change, pesticide use has become a multidimensional threat in terms of environmental, climatic, and public health aspects. Therefore, sustainable management strategies and comprehensive policies must be implemented.

Keywords: *Climate Change, Greenhouse Agriculture, Health Risk, Pesticide Use, Statistics.*

TÜRKİYE’DE JEOTERMAL KAYNAKLARIN SAĞLIK AMAÇLI KULLANIMI: MEVCUT DURUM, POTANSİYEL VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Afşin Güngör^a

^aAkdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Antalya, Türkiye
(afsingunor@akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Jeotermal enerji, sürdürülebilir ve çevre dostu bir doğal kaynak olmasının yanı sıra sağlık, turizm ve tedavi amaçlı kullanımlarda da önemli bir yer tutmaktadır. Türkiye, sahip olduğu jeotermal potansiyel açısından Avrupa’da ilk sırada, dünyada ise yedinci sırada yer almaktadır. Bu çalışmada Türkiye’de jeotermal kaynakların sağlık amaçlı kullanımına ilişkin mevcut durum, başlıca uygulama alanları, sosyoekonomik etkiler ve geleceğe yönelik değerlendirmeler ele alınmıştır. Çalışma kapsamında kaplıca ve termal turizm tesislerinin dağılımı, kullanım biçimleri ve sağlık üzerindeki etkileri literatür verileriyle incelenmiştir. Bulgular, jeotermal kaynakların daha etkin, sürdürülebilir ve bilimsel temellere dayalı şekilde kullanılmasının ülke ekonomisi ve toplum sağlığı açısından büyük önem taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal Enerji, Kaplıca Tedavisi, Sağlık, Termal Turizm, Türkiye.

THE USE OF GEOTHERMAL RESOURCES FOR HEALTHCARE IN TURKEY: CURRENT STATUS, POTENTIAL, AND FUTURE PERSPECTIVES

Afşin Güngör^a

^aAkdeniz University, Faculty of Engineering, Antalya, Türkiye
(afsingunor@akdeniz.edu.tr)

ABSTRACT

Geothermal energy, in addition to being a sustainable and environmentally friendly natural resource, also holds an important place in health, tourism, and therapeutic uses. Turkey ranks first in Europe and seventh in the world in terms of its geothermal potential. This study examines the current status, main application areas, socioeconomic impacts, and future assessments of the use of geothermal resources for health care in Turkey. The study examines the distribution, usage patterns, and health impacts of hot springs and thermal tourism facilities using literature data. The findings demonstrate that the more efficient, sustainable, and scientifically based use of geothermal resources is of great importance for the country's economy and public health.

Keywords: *Geothermal Energy, Health, Hot Spring Therapy, Thermal Tourism, Turkey.*

1. Giriş

Jeotermal kaynaklar, yer kabuğunun derinliklerinden gelen sıcak su, buhar ve gaz karışımlarından oluşur. Türkiye, Alp-Himalaya jeotermal kuşağı üzerinde yer aldığından jeotermal potansiyeli oldukça yüksektir. Bu potansiyel yalnızca enerji üretimi için değil, balneoterapi, kaplıca tedavileri, rehabilitasyon merkezleri ve termal turizm gibi sağlık temelli uygulamalarda da kullanılmaktadır.

Son yıllarda, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından “sağlık turizmi” kavramı genişletilmiş; termal ve spa turizmi, bu kategorinin önemli alt bileşenleri arasında sayılmıştır. Türkiye’de bu alanlarda yapılan yatırımlar ve araştırmalar giderek artmaktadır.

2. Türkiye’nin Jeotermal Potansiyeli

Türkiye’de yaklaşık 1.500’den fazla jeotermal kaynak tespit edilmiştir. Bunların sıcaklıkları 20°C ile 240°C arasında değişmekte olup, sağlık ve termal turizm açısından kullanılan kaynakların sıcaklığı genellikle 35–100°C arasındadır.

Tablo 1. Türkiye’nin Jeotermal Potansiyeli ve Kullanım Alanları (2024 verileri)

Kategori	Sayı / Değer	Açıklama
Toplam jeotermal saha sayısı	~1.500	MTA kayıtlı kaynak alanı
Kullanılan jeotermal saha sayısı	~250	Enerji, ısıtma ve sağlık dahil
Jeotermal enerji kurulu gücü	1.680 MW _e	Elektrik üretimi için
Doğrudan kullanım kapasitesi	5.000 MW _{th}	Konut ısıtma, termal, sağlık, sera vb.
Sağlık ve termal turizm amaçlı kullanım oranı	%13	Toplam doğrudan kullanım içinde
Ortalama su sıcaklığı (termal kullanım)	35–100°C	Sağlık amaçlı uygun sıcaklık aralığı

3. Sağlık Amaçlı Kullanım Alanları

3.1 Balneoterapi ve Kaplıca Tedavileri

Balneoterapi; mineralce zengin termal suların banyo, içme, inhalasyon veya çamur uygulamaları yoluyla tedavi amaçlı kullanımını ifade eder. Türkiye’de özellikle romatizmal hastalıklar, kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, deri hastalıkları, stres ve uyku bozuklukları gibi durumlarda yaygın biçimde uygulanmaktadır.

3.2 Rehabilitasyon ve Termal Sağlık Merkezleri

Jeotermal tesislerin bir kısmı fizik tedavi ve rehabilitasyon hizmetleriyle entegre edilmiştir. Afyonkarahisar, Kütahya ve Nevşehir’de bu tür merkezler hem yerli hem yabancı sağlık turistlerine hizmet vermektedir.

3.3 Termal Turizm ve Sağlık Turizmi

Termal turizm, Türkiye’nin **sağlık turizmi gelirleri** içinde giderek daha büyük bir pay almaktadır. 2024 verilerine göre Türkiye’ye gelen sağlık turistlerinin yaklaşık %12’si termal tedavi hizmetlerinden faydalanmıştır.

4. Türkiye’de Termal Tesislerin Bölgesel Dağılımı

Bölge	Tesis Sayısı	Öne Çıkan İller	Kullanım Özelliği
Ege Bölgesi	120+	Afyonkarahisar, Denizli, Kütahya, Manisa	En yoğun termal sağlık bölgesi
Marmara Bölgesi	90+	Yalova, Bursa, Balıkesir (Gönen)	Spa ve rehabilitasyon ağırlıklı
İç Anadolu Bölgesi	70+	Ankara (Kızılcahamam), Nevşehir (Kozaklı)	Kaplıca ve sağlık turizmi
Akdeniz Bölgesi	35+	Isparta, Burdur	Düşük mineralizasyonlu sular
Karadeniz Bölgesi	20+	Bolu, Samsun	Termal otel ve banyo uygulamaları
Doğu Anadolu Bölgesi	25+	Erzurum, Ağrı	Bölgesel tedavi ve turizm potansiyeli
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	10+	Şanlıurfa, Diyarbakır	Gelişmekte olan alanlar
Toplam	370+ tesis	—	

5. Termal Suların Kimyasal Özelliklerine Göre Dağılımı

Su Tipi	Başlıca Mineral İçeriği	Kullanım Alanı	Örnek Bölgeler
Sodyumlu-Bikarbonatlı	Na ⁺ , HCO ₃ ⁻	Romatizma, kas-iskelet hastalıkları	Afyonkarahisar, Kütahya
Kalsiyumlu-Sülfatlı	Ca ²⁺ , SO ₄ ²⁻	Cilt ve dolaşım hastalıkları	Pamukkale, Balıkesir
Demirli	Fe ²⁺	Kansızlık, cilt sağlığı	Yalova, Erzurum
Florürlü	F ⁻	Diş ve kemik sağlığı	Nevşehir, Ankara
Karbondioksitli	CO ₂	Dolaşım sistemi, tansiyon dengesi	Bolu, Isparta

6. Termal Turizm ve Sağlık Ekonomisi (2023–2024)

Göstergeler	2023	2024 (tahmini)	Değişim (%)
Termal sağlık tesisi sayısı	355	370	+4,2
Termal tesislerde konaklayan kişi sayısı	2,45 milyon	2,8 milyon	+14,3
Sağlık turizmi gelirleri (toplam)	2,3 milyar USD	2,7 milyar USD	+17,4
Termal turizmin sağlık turizmi içindeki payı	%11	%12	+1 puan
Yerli turist oranı	%72	%69	-4,2
Yabancı turist oranı	%28	%31	+10,7
Ortalama kalış süresi	4,2 gün	4,5 gün	+7,1

7. Türkiye’de Termal Tesislerde Tedavi Odaklı Kullanım

Hastalık Grubu	Kullanım Oranı (%)	Uygulama Türü
Romatizmal hastalıklar	38	Balneoterapi, banyo
Kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları	24	Hidroterapi, çamur banyosu
Dermatolojik hastalıklar	12	Termal banyo, inhalasyon
Stres ve nörolojik rahatsızlıklar	9	Termal spa, aromaterapi
Solunum yolu hastalıkları	7	Buhar, inhalasyon
Diğer (rehabilitasyon, içme kütü)	10	Kombine tedaviler

8. Sonuç

Türkiye, jeotermal kaynak zenginliği sayesinde termal sağlık turizmi alanında büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için bilimsel araştırmaların desteklenmesi, tesislerin kalite standartlarının yükseltilmesi ve doğal kaynakların sürdürülebilir biçimde yönetilmesi gerekmektedir. Doğru stratejilerle Türkiye, önümüzdeki on yılda Avrupa'nın önde gelen termal sağlık destinasyonlarından biri haline gelebilir.

Kaynakça

- Mertoğlu, O., Simsek, S., & Basarir, N.** (2020). *Geothermal energy use in Turkey: Status and future outlook*. Renewable Energy, **145**, 1330–1341.
- Şimşek, Ş.** (2015). *Geothermal energy and its utilization in Turkey*. Geothermics, **55**, 29–46.
- Yilmazer, S., & Akyol, M.** (2021). *Jeotermal Kaynakların Sağlık ve Turizm Amaçlı Kullanımının Ekonomik Etkileri: Türkiye Örneği*. Ankara Üniversitesi Çevrebilim Dergisi, **9**(2), 56–74.
- Sağlık Bakanlığı.** (2023). *Sağlık Turizmi İstatistikleri Raporu 2023*. Ankara: Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB).** (2024). *Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Kullanım Alanları Raporu*. Ankara.
- Kaya, T., & Yilmaz, A.** (2020). *Assessment of geothermal resources for balneological use in Turkey*. Environmental Earth Sciences, **79**(4), 112–128.
- UNESCO.** (2022). *Thermal and Mineral Springs of the World*. Paris: UNESCO Publishing.
- World Health Organization (WHO).** (2021). *Global Report on Health Tourism and Balneotherapy*. Geneva: WHO Press.
- Güleç, N., & Baba, A.** (2019). *Hydrogeochemical characteristics and sustainability of Turkish geothermal fields*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **381**, 210–224.
- Türkiye Turizm Tanıtım ve Geliştirme Ajansı (TGA).** (2024). *Termal Turizm Strateji Belgesi 2024–2030*. Ankara.
- Afyonkarahisar Valiliği.** (2022). *Afyonkarahisar Termal Turizm Raporu*. Afyonkarahisar İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü Yayını.
- Kılıç, R., & Doğan, T.** (2018). *Balneotherapy and its effects on chronic diseases: A meta-analysis*. Turkish Journal of Medical Sciences, **48**, 765–776.
- European Geothermal Energy Council (EGEC).** (2023). *EGEC Geothermal Market Report 2023*. Brussels.
- Özdemir, E., & Arslan, B.** (2021). *Jeotermal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve sağlık turizmi potansiyeli*. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, **18**(2), 245–262.

- Eskin, N., & Sürmen, C.** (2020). *Türkiye’de termal turizmin gelişimi ve uluslararası rekabet gücü*. Turizm Akademik Dergisi, 7(3), 142–158.
- International Renewable Energy Agency (IRENA).** (2022). *Geothermal Energy: Technology Brief*. Abu Dhabi.
- Mutlu, H., & Çakır, Z.** (2017). *Geothermal energy for sustainable spa tourism in Turkey*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74, 596–607.
- Yalova Belediyesi.** (2020). *Yalova Termal Tesisleri ve Jeotermal Su Analiz Raporu*. Yalova: Belediye Yayınları.
- Kütahya Dumlupınar Üniversitesi.** (2022). *Jeotermal Kaynakların Tıbbi Kullanımı ve Rehabilitasyon Uygulamaları Çalıştayı Bildirileri*. Kütahya.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK).** (2024). *Turizm İstatistikleri Yıllığı 2024*. Ankara.

KRİZOTİL VE İNSAN SAĞLIĞI: KAHRAMANMARAŞ ÖRNEĞİ ÜZERİNDEN İNCELEME

Esra Öztürk^a, Güldemin Darbaş^b, Yusuf Uras^b

^a*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye*

^b*Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
(guldemin@ksu.edu.tr)*

ÖZ

Asbest, diğer adıyla amyant, lifli yapıya sahip bir silikat mineralidir. İki ana sınıfı bulunur: serpantinler (en yaygın türü krizotil) ve amfiboller (en yaygın türleri amosit, tremolit, antofillit ve aktinolit). Beyaz asbest olarak bilinen krizotil, asbestin en yaygın biçimi olup serpantin grubu mineraller içinde yer alır. Krizotil; yumuşak ve lifli yapısı, ayrıca ısıya, neme, asitlere ve korozyona karşı direnci nedeniyle endüstriyel bir mineral olarak pek çok alanda kullanılmıştır.

Asbest liflerinin solunması; mezotelyoma, asbestozis ve akciğer kanseri gibi ciddi hastalıklara yol açmaktadır. Geçmişte, serpantin kökenli krizotilin mezotelyoma ve diğer akciğer hastalıklarına neden olmadığı varsayılsa da özellikle 2010 yılından sonraki vaka temelli araştırmalar bu varsayımın gerçeği yansıtmadığını ortaya koymuştur.

Çalışma alanı, Kahramanmaraş ilinin Türkoğlu ilçesine bağlı Hopur İçmesi'dir. Araştırma, Hopur İçmesi'ne ait su, sediman ve çamur örneklerinin balneoterapi açısından kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı ve yakın çevresinde, Koçali Karmaşığı'na ait Jura-Kretase yaşlı ofiyolitik birimler yer almaktadır. Araziden alınan örneklerin petrografik incelemelerinde serpantin minerallerinin yaygınlığı dikkat çekmektedir. Özellikle Hopur İçmesi'nden alınan dokuz adet çamur örneğinin XRD analizlerinde bazılarında %90'ı aşkın oranda krizotil mineraline rastlanmıştır. Bu örneklerin SEM (Scanning Electron Microscope) görüntülerinde krizotilin lifli yapısı belirlenmiş, liflerin çap ve uzunlukları ölçülerek Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) kabul ettiği değerlerle karşılaştırılmıştır.

İncelemeler sonucunda, çalışma alanında tespit edilen krizotil liflerinin kabul edilebilir sınırların oldukça üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, Hopur içmesindeki suların balneoterapi açısından kullanılması daha ciddi sağlık problemlerine yol açacağı düşünülmekte, bölge halkındaki akciğer temelli hastalıkların uzun vadeli izlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kahramanmaraş, Krizotil, Petrografik İnceleme, SEM, XRD.

CHRYSOTYLE AND HUMAN HEALTH: A STUDY ON THE EXAMPLE OF KAHRAMANMARAS

Esra Öztürk^a, Güldemin Darbaş^b, Yusuf Uras^b

^a*Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Science, Department of Geological Engineering, Kahramanmaraş, Türkiye*

^b*Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Geological Engineering, Kahramanmaraş, Türkiye
(guldemin@ksu.edu.tr)*

ABSTRACT

Asbestos, also known as amiant, is a fibrous silicate mineral. It exists in two main classes: serpentines (the most common type is chrysotile) and amphiboles (the most common types are amosite, tremolite, anthophyllite, and actinolite). Chrysotile, also known as white asbestos, is the most widespread form of asbestos and belongs to the serpentine group of minerals. Due to its soft and fibrous structure and resistance to heat, moisture, acids, and corrosion, chrysotile has been widely used as an industrial mineral.

Inhalation of asbestos fibers can lead to serious diseases, including mesothelioma, asbestosis, and lung cancer. Although serpentine-derived chrysotile was previously assumed to be non-carcinogenic, especially after 2010, case-based studies have demonstrated that this assumption is not accurate.

The study area is Hopur Spring, located in the Türkoğlu district of Kahramanmaraş province. This research was conducted to evaluate the potential use of water, sediment, and mud samples from Hopur Spring for balneotherapy. The study area and its surroundings include Jurassic–Cretaceous ophiolitic units of the Koçali Complex. Petrographic analyses of field-collected samples highlighted the prevalence of serpentine minerals. In particular, X-ray diffraction (XRD) analyses of nine mud samples from Hopur Spring revealed chrysotile contents exceeding 90% in some samples. Scanning electron microscope (SEM) images confirmed the fibrous structure of chrysotile, and the fiber diameters and lengths were measured and compared with World Health Organization (WHO) standards.

The analyses indicated that chrysotile fibers in the study area exceed acceptable limits. Consequently, the use of Hopur Spring waters for balneotherapy may pose significant health risks, and long-term monitoring of lung-related diseases in the local population is recommended.

Keywords: *Chrysotile, Kahramanmaraş, Petrographic Examination, SEM, XRD.*

ERVA PB-ZN YATAĞINDA (KAYSERİ, TÜRKİYE) NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ (NTE) ANOMALİSİ: ÇEVRESEL VE TIBBİ JEOLojİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Özge Özer Atakoğlu^a, Mustafa Gürhan Yalçın^a

^aAkdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye
(oozer@akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Lantanitler, İttriyum ve Skandiyum'dan oluşan Nadir Toprak Elementleri (NTE) başlıca 17 elementten oluşan bir gruptur. NTE konsantrasyonları ve dağılım desenleri, Pb-Zn yataklarının cevherleşme koşulları, jenetik özelliği ve yan kayaç etkileri gibi önemli jeokimyasal göstergeler sunmaktadır. Bunun yanında Pb-Zn yataklarının maden atıkları NTE'ler için ikincil kaynak potansiyeli taşımaktadır. Pb-Zn yataklarındaki yüksek NTE konsantrasyonları, maden faaliyetleriyle beraber ya da sonrasında çevreye yayılabilecek toksik Pb/Zn elementlerine ek olarak potansiyel bir NTE maruziyetini de beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada, Erva Pb-Zn yatağındaki NTE ve iz element konsantrasyonlarının belirlenmesi ve bu anomalilerin tıbbi jeoloji bağlamında değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Saha numunelerinin ICP-MS ile analizi sonucunda, NTE grubu, Pb, As ve Ba dahil olmak üzere kritik elementlerin hassas ölçümleri yapılmıştır. Elementlerin bolluk sıralaması şu şekildedir: Pb > As > Sr > Ni > Cd > Cr > Cu > Ba > V > Zr > Co > Ga > Rb > Mo > Sb > Ce > Nb > Nd > La > Sc > Y > U > Eu > Pr > Cs > Tb > Tl > Ge > Th > Dy > Ta > In > Er > Sm > Gd > Ho > Yb. Pb elementi başta olmak üzere en bol bulunan As, Ni, Cd, Sr, Cr, Cu, Ba gibi diğer iz elementlerin yüksek konsantrasyonlarda bulunuyor olması cevherleşmenin ve yan kayaçların hidrotermal süreçlerle zenginleştiğini göstermiştir. Hafif NTE (HNTE) grubu (Ce, Nd, La, vb.), Ağır NTE'ye (Eu, Y, Gd, vb.) göre daha yüksek bolluk göstermektedir. Bu durum etkin olan hidrotermal süreçlerde HNTE zenginleştiğini veya yan kayaç etkisini işaret etmektedir. Bölgede tıbbi jeolojik/çevresel oluşabilecek potansiyel endişenin birincil nedeni Pb, As ve Cd'dan kaynaklanabileceği; NTE'lerin ise çoğunlukla jeokimyasal izleyici ve ikincil çevresel/tıbbi jeolojik risk taşıyabileceğini göstermiştir. İnsan vücudunda bu elementlere yüksek maruziyetin neden olabileceği etkiler şu şekildedir: Pb özellikle çocuklarda beyin hasarı; As, deri, dolaşım ve sinir sistemi hasarı; Cd, böbrek, karaciğer ve kemik hasarları. Bölgede yüksek konsantrasyonda bulunan Ce ve Nd HNTE'lerinin Pb ve As ile mevcut korelasyonun takibinin yapılması iyi bir çevresel izleme stratejisi oluşturabilir. Bu bulgu, Ce ve Nd gibi HNTE'lerinin Pb ve As elementleri kaynaklı oluşabilecek kirlilik ile potansiyel korelasyonu, NTE'lerin bölge bazında çevresel izlenmesi (kaynak izleme) kullanılabileceğini gösterecektir.

Sonuç olarak, Erva maden ocağında Pb-Zn madenciliğinin yanı sıra yüksek teknolojilerde kullanılan NTE'lerin çevresel yayılım potansiyelini de dikkate alan entegre bir çevresel risk yönetim planına ihtiyaç duyulmaktadır. Ce ve Nd gibi HNTE'lerin Pb ve As elementleri kaynaklı oluşabilecek kirlilik ile potansiyel korelasyonu, NTE'lerin bölge bazında çevresel izlemede kullanılabileceğini göstermiştir. Bölgede halk sağlığını korumak için, Pb, As, Cd konsantrasyonlarının ve NTE fraksiyonlarının düzenli izleme ve risk yönetimini hedefleyen bütüncül bir çevresel yaklaşım planı yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Risk, Nadir Toprak Elementleri, Pb-Zn Yatağı, Tıbbi Jeoloji.

RARE EARTH ELEMENT (REE) ANOMALY IN THE ERVA PB-ZN DEPOSIT (KAYSERİ, TÜRKİYE): AN ENVIRONMENTAL AND MEDICAL GEOLOGY ASSESSMENT

Özge Özer Atakoğlu^a, Mustafa Gürhan Yalçın^a

^aAkdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Antalya, Türkiye

ABSTRACT

Rare Earth Elements (REE), composed of Lanthanides, Yttrium, and Scandium, constitute a group of 17 key elements. The concentration and distribution patterns of REE provide crucial geochemical indicators regarding the ore genesis, mineralization conditions, deposit type, and wall-rock influence in Pb-Zn deposits. Furthermore, mine tailings Pb-Zn operations carry a potential secondary resource of REE. The high concentration of REE in these deposits, coupled with their increasing use in industrial and technological applications, introduces a potential REE exposure risk to the environment, in addition to the highly toxic Pb/Zn elements released during or after mining activities. This study aims to determine the REE and trace element concentrations in the Erva Pb-Zn deposit and evaluate these anomalies within the context of medical geology. ICP-MS analysis of field samples provided precise measurements for the entire REE group, Pb, As, and Ba, among other critical elements. The element abundance ranking was determined as follows: Pb > As > Sr > Ni > Cd > Cr > Cu > Ba > V > Zr > Co > Ga > Rb > Mo > Sb > Ce > Nb > Nd > La > Sc > Y > U > Eu > Pr > Cs > Tb > Tl > Ge > Th > Dy > Ta > In > Er > Sm > Gd > Ho > Yb. The high concentrations of Pb (the most abundant element), As, Ni, Cd, Sr, Cr, Cu, and Ba indicate that the mineralization and wall rocks were significantly enriched by hydrothermal processes. The Light REE (LREE) group (Ce, Nd, La, etc.) shows higher relative abundance compared to the Heavy REE (HREE) (Eu, Y, Gd, etc.). This pattern suggests LREE enrichment within the active hydrothermal fluids or a strong wall-rock influence. The primary potential medical geological/environmental concern in the area is shown to originate from Pb, As, and Cd, while REE mostly serve as geochemical tracers and pose a secondary environmental/medical geological risk. High exposure to these elements in the human body can lead to severe effects, including brain damage in children (Pb); skin, circulatory, and nervous system damage (As); and kidney, liver, and bone damage (Cd). Tracking the correlation between the highly abundant LREE (Ce and Nd) and Pb/As could establish an effective environmental monitoring strategy. This finding suggests that LREE like Ce and Nd can be used for regional environmental surveillance (source tracing) due to their potential correlation with Pb and As related contamination.

In conclusion, the Erva mine requires an integrated environmental risk management plan that considers the environmental dissemination potential of REE (used in high technologies) alongside the traditional Pb-Zn mining hazards. To protect public health, a holistic environmental approach targeting the regular monitoring and risk management of Pb, As, Cd concentrations and REE fractions in water and soil, particularly near mining operations, must be implemented.

Keywords: Environmental Risk, Medical Geology, Rare Earth Elements, Pb-Zn Deposit.

TIBBİ JEOLJİ ÇALIŞMALARINDA MAĞARALARIN POTANSİYELİ: SPELEOTERAPİ UYGULAMALARI

Koray Koç^a

^aAkdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye
(koraykoc@akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Mağaralar, tıbbi jeoloji çalışmalarında, kendilerine özel iklim mikro özellikleri, atmosferik bileşenleri ve jeokimyasal yapılarıyla eşsiz bir laboratuvar özelliği taşımaktadır. Özellikle ventilasyonun düşük olduğu mağaraların yaklaşık sabit nem ve sıcaklığa sahip olması, yüksek karbondioksit ve partikül madde içermesi, “speleoterapi” kapsamında solunum yolu hastalıklarının tamamlayıcı tedavisinde potansiyel sunarken; radon gazı birikimi ve bazı mineral tozları ciddi sağlık riskleri barındırabilmektedir.

Türkiye, jeolojik özellikleri ve geniş yayımlı karstik kuşaklar içermesiyle on binlerce mağaraya ev sahipliği yapmaktadır. Turizme açılan veya yerel kullanımda olan mağara sayısı ise her geçen gün artmaktadır. Ancak, bu doğal oluşumların tıbbi jeolojik parametreler (radyoaktivite, mikrobiyoloji, aerosol karakterizasyonu) açısından envanterinin çıkarılması konusunda ciddi bir literatür boşluğu söz konusudur. Bu çalışmada Türkiye’deki 25 adet mağaranın incelenmesi gerçekleştirilmiş, mağaraların sadece turistik görsel öğeler olarak değil, insan sağlığına etkileri bakımından da sınıflandırılmasının gerekliliği incelenmiştir. Mağaraların özellikle sağlık turizmine güvenle entegre edilebilmesi için bilimsel verilere dayalı tıbbi jeoloji envanterinin oluşturulması hem halk sağlığının korunması hem de ulusal sağlık potansiyelinin doğru yönetilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mağara, Speleotem, Speleoterapi.

THE POTENTIAL OF CAVES IN MEDICAL GEOLOGY RESEARCH: SPELEOTHERAPHY APPLICATIONS

Koray Koç^a

^a*Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Antalya, Türkiye
(koraykoc@akdeniz.edu.tr)*

ABSTRACT

In medical geology research, caves serve as unique laboratories due to their distinct microclimatic characteristics, atmospheric and geochemical compositions. Especially, in caves with low ventilation, conditions such as stable humidity and temperature, along with high concentrations of carbon dioxide and particulate matter, offer potential for the complementary treatment of respiratory diseases within the scope of 'speleotherapy'. On the other hand, the accumulation of radon gas and the presence of certain mineral dust can bear serious health risks.

Owing to its geological features and extensive karstic belts, Türkiye hosts tens of thousands of caves. The number of caves opened for tourism or utilized for local purposes is increasing Daily. However, there is a significant gap in the literature regarding the inventorying of these natural formations in terms of medical geological parameters, such as radioactivity, microbiology, and aerosol characterization. In this study, a total of 25 caves in Türkiye were examined to investigate the necessity of classifying caves not merely as visual touristic attractions, but also according to their impacts on human health. Establishing a medical geology inventory based on scientific data is of paramount importance for the safe integration of caves into health tourism. This step is essential both for the protection of public health and for the proper management of the national health potential.

Keywords: Cave, Speleothem, Speleotherapy.

ERKENEZ'DE (KAHRAMANMARAŞ) DEPREM SONRASI YERALTISUYU RİSK PROFİLİ: ANTİMON ODAKLI TIBBİ JEOLojİ DEĞERLENDİRMESİ

Yusuf Uras^a, Şeyda Güneş^a, Cihan Yalçın^b

^aKahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

^bSRG Mühendislik Danışmanlık Ltd Şti, ADÜ Teknokent, Aydın, Türkiye
(yuras@ksu.edu.tr)

ÖZ

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 depremlerinin ardından Erkenez alt havzasında yeraltı suyu kalitesinin güncel risk profilini çıkarmayı ve tıbbi jeoloji açısından öncelikli göstergeleri tanımlamayı amaçlamaktadır. İki örnekleme döneminde üç yeraltı suyu kuyusu ve ilişkili yüzey noktalarında yerinde pH, elektriksel iletkenlik, sıcaklık ve çözünmüş oksijen ölçümleri yapılmış; laboratuvar analizlerinde majör iyonlar, besin tuzları ve iz element/ağır metaller değerlendirilmiştir. Seçili istasyonlarda $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$ stabil izotop analizleri uygulanmış, kalite güvence adımları kapsamında saha körleri/tekrarlar kullanılmıştır. Hidrojeokimyasal sınıflama ve izotop diyagramları, sahaya özgü değerlendirmelerle birlikte yorumlanmıştır.

Bulgular, suyun baskın fasiyesinin Ca-HCO_3 olduğunu ve iletkenlik değerlerinin içme suyu eşiklerinin belirgin şekilde altında seyrettiğini göstermektedir. Nitrat konsantrasyonları çalışma periyodu boyunca 50 mg/L sınırının altında kalmış; seçili noktalarda mevsimselliğe duyarlı hafif dalgalanmalar gözlenmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$ imzaları yerel meteorik su çizgisine yakın dağılım sergileyerek belirgin buharlaşma etkisine işaret etmemektedir. İz element değerlendirmesinde antimon (Sb) bazı örneklerde 5 $\mu\text{g/L}$ referans değerini aşarak 9–10 $\mu\text{g/L}$ aralığına ulaşmış; demir (Fe) ve alüminyum (Al) ise çalışmada izlenen noktalarda genel olarak rehber değerlerin altında kalmıştır. Bu durum, Erkenez'de özellikle Sb odaklı bir risk izleme yaklaşımının gerekliliğini göstermektedir.

Çalışma, sahaya özgü ve uygulanabilir üç öneri sunmaktadır: (i) mevsimsellik dikkate alınarak Sb için daha yüksek frekansta izleme ve eğilim izlemesi; (ii) potansiyel kaynak ayrımı ve karışım süreçlerinin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla izotop verisinin düzenli güncellenmesi; (iii) saha paydaşlarına yönelik tıbbi jeoloji temelli risk iletişimi ve eşik değeri aşımı durumlarında devreye girecek basit bir eylem şemasının oluşturulması. Elde edilen sonuçlar, bölgesel su güvenliğinin korunmasına yönelik hedefli ve veri odaklı müdahalelerin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Antimon, Deprem, Tıbbi Jeoloji, Yeraltı Suyu.

POST-EARTHQUAKE GROUNDWATER RISK PROFILE IN ERKENEZ (KAHRAMANMARAŞ): ANTIMONY-FOCUSED MEDICAL GEOLOGY ASSESSMENT

Yusuf Uras^a, Şeyda Güneş^a, Cihan Yalçın^b

^a*Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Department of Geological Engineering,
Kahramanmaraş, Türkiye*

^b*SRG Engineering and Consultancy Ltd Şti, ADÜ Teknokent, Aydın, Türkiye
(yuras@ksu.edu.tr)*

ABSTRACT

This study aims to define the groundwater risk profile following an earthquake in the Erkenez sub-basin and to identify key indicators from a medical-geology standpoint. During two sampling campaigns, in situ measurements (pH, electrical conductivity, temperature, dissolved oxygen) were conducted at three groundwater wells and corresponding surface locations; laboratory analyses included primary ions, nutrients, and trace/heavy metals. Designated sites were examined for $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$ stable isotopes, incorporating quality assurance measures such as field blanks and duplicates. Hydrogeochemical categorization and isotope diagrams were analyzed in conjunction with site-specific findings.

The results demonstrate a predominant Ca-HCO_3 facies and electrical conductivity values that are well below the standard drinking water limits. Nitrate levels consistently stayed below 50 mg/L during the research period, with slight seasonal variations at specific locations. The $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$ fingerprints are plotted close to the local meteoric water line, indicating minimal evaporation impacts. In the trace-element dataset, antimony (Sb) exceeded the 5 $\mu\text{g/L}$ reference value in several samples, reaching levels of 9–10 $\mu\text{g/L}$, while iron (Fe) and aluminum (Al) predominantly remained within acceptable limits at the observed locations. These findings warrant an Sb-centric risk monitoring strategy for Erkenez.

The study provides three site-specific and practical recommendations: (i) higher-frequency monitoring and trend analysis for Sb, taking seasonality into account; (ii) regular updates of isotope data to better understand potential source differentiation and mixing processes; and (iii) risk communication aligned with medical geology for local stakeholders, supplemented by a straightforward, threshold-based action protocol. The results underscore the need for focused, data-driven measures to ensure regional water security.

Keywords: Antimony, Earthquake, Groundwater, Heavy Metal, Medical Geology.

ANTALYA MERKEZİNDEKİ YERALTI SUYUNUN HİDROJEOKİMYASAL VE TIBBİ JEOLojİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRMESİ

Ataol Kaplan^a, Yasemin Leventeli^a

^aAkdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Antalya, Türkiye
(leventeli@akdeniz.edu.tr)

ÖZ

Antalya, Türkiye'nin önemli turizm ve tarım şehirlerinden biridir. Ayrıca, göç nedeniyle nüfus artışı hızlanmıştır. Temiz suya erişim giderek zorlaşmakta ve yeni su kaynakları arayışı devam etmektedir. Ayrıca, mevcut suyun korunması ve doğru kullanılması da önem taşımaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada şehrin bulunduğu 632 km²'lik traverten alanındaki yeraltısuyunun hidrojeokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla, erişilebilir kuyulardan ve düdenlerden 25 adet su örneği alınmış ve bunların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ağır metal içerikleri incelenmiştir. Mevcut çalışma, bu bölgedeki suların genel olarak ilgili standartlara uygun olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, alan yerel olarak kirleticilere maruz kalmaktadır. Bölgedeki litolojik birimlerin, özellikle travertenlerin geçirgenlik ve iletkenlik özellikleri göz önüne alındığında, kaynaklara yakın yerlerdeki kirliliğin sonuçları önemli olabilir. Bu nedenle, kaynak noktalarına yakın bu kirlilik anomalilerinin giderilmesi ve iyileştirmenin yapılması gerekmektedir. Ayrıca, mevcut su kaynaklarını korumanın yanı sıra, bunların akılcı kullanımı üzerinde de çalışmak gerekmektedir. Çünkü "önlem, iyileştirmeden daha mühendisçe bir yaklaşımdır".

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Antalya, Hidrojeokimya, Tıbbi Jeoloji, Yeraltısuyu.

EVALUATION OF GROUNDWATER IN ANTALYA CENTER IN TERMS OF HYDROGEOCHEMICAL AND MEDICAL GEOLOGY

Ataol Kaplan^a, Yasemin Leventeli^a

^a*Akdeniz University, Department of Geological Engineering, Antalya, Türkiye
(leventeli@akdeniz.edu.tr)*

ABSTRACT

Antalya is one of the important tourism and agricultural cities in Turkey. Furthermore, population growth has accelerated due to migration. Access to clean water is becoming increasingly difficult, and the search for new water sources continues. In addition, protecting and using existing water correctly is also important. Therefore, this study aimed to investigate the hydrogeochemical characteristics of the groundwater in the travertine area of 632 km² on which the city is located. For this purpose, 25 water samples were taken from accessible wells and sinkholes, and their physical and chemical properties, as well as their heavy metal contents, were investigated. The present study has demonstrated that the waters within this region are, as a general rule, compliant with the relevant standards. Nevertheless, the area is subject to localized exposure to pollutants. Given the permeability and conductivity characteristics of the lithological units in the region, particularly the travertine, the consequences of pollution close to the sources can be substantial. Therefore, these pollution anomalies close to the source points need to be eliminated and remediation carried out. In addition to protecting existing water resources, it is also necessary to work on their rational use. Because “precaution is a more engineering approach than improvement”.

Keywords: *Antalya, Groundwater, Heavy Metal, Hydrogeochemistry, Medical Geology*

3. TIBBİ JEOLojİ ÇALIŞTAYI SONUÇ BİLDİRGESİ

Ülkemizde jeojenik (jeolojik kökenli) kirleticilerin neden olduğu halk sağlığı sorunları ve bu sorunlara ilişkin çözüm önerilerini ele almak amacıyla düzenlenen çalıştaylar serisinin üçüncüsü olan **"Sağlıklı Kentler İçin Tıbbi Jeoloji"** temalı **3. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı**, 21-23 Kasım 2025 tarihleri arasında Eskişehir’de, Osmangazi Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkezi’nde gerçekleştirilmiştir.

Çalıştay; TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Genel Merkezi ve Eskişehir Şubesi’nin öncülüğünde, MTA Genel Müdürlüğü, AFAD Başkanlığı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı, Akdeniz Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı, İLBANK Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Endüstriyel Toksikoloji ve Mesleki Hijyen Derneği ile Türk Toraks Derneği’nin ortak organizasyonu ve Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanlığı’nın destekleriyle düzenlenmiştir. Ayrıca, Uluslararası Tıbbi Jeoloji Derneği (IMGA) temsilcisi çağrılı konuşmacı olarak destek vermiştir.

Açılış törenine; Eskişehir Büyükşehir Belediye Başkanı Ayşe ÜNLÜCE, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Kamil ÇOLAK, AFAD Başkanlığı Deprem Araştırma Daire Başkanı, Acil Durum ve Altyapı Hasarları Daire Başkanı, MTA Genel Müdürlüğü Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanı, Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı, İller Bankası ve Türk Toraks Derneği yetkililerinin yanı sıra, üniversiteler, kamu kurum ve kuruluşları, meslek örgütleri ve sivil toplum kuruluşları katılım göstermiştir.

Çalıştaya; jeoloji, tıp, halk sağlığı, hidrojeoloji, inşaat, ziraat, jeofizik, bilgisayar mühendisliği disiplinlerinin yanı sıra biyoloji, matematik, fizik, biyoloji, eczacılık bölümlerinden akademisyen ve araştırmacılar ile Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğrencileri katılmıştır. Türkiye dahil 3 farklı ülkeden toplam 45 temsilcinin katıldığı çalıştayda, 8 Çağrılı Konuşmacı, 41 Sözlü Bildiri, 3 adet Poster Bildiri, 1 adet Panel, 1 adet Çalıştay Sonu Masa Görüşleri ve 1 adet Eskişehir Şehir Gezisi olmak üzere toplam 55 oturum düzenlenmiştir. Toplam 5 farklı üniversiteye mensup jüri üyelerinin değerlendirmesi ile en iyi poster yarışması yapılmış ve birincilik ödülü verilmiştir. Çalıştayı bilim kurulunda 34, düzenleme kurulunda ise 14 değerli akademisyen ve sektör temsilcileri görev almış olup toplam katılımcı sayısı 84 kişi olarak gerçekleşmiştir.

Çalıştay kapsamında; jeojenik ağır metal toksisitesinin (zehirlenmesi) sistemik etkileri; Antakya (Hatay) şehir merkezi topraklarındaki ağır metaller ve asbest mineralleri; terk edilmiş Konya-Sızma Bölgesi civa ve çinko ocakları çevresindeki kirlilik; Eskişehir’e ait tıbbi jeolojik araştırmaların ön bulguları; İnönü Ovası (Eskişehir) su kaynaklarının kullanım özellikleri; karın zarı kanseri

(mezotelyoma) ve tedavisi; Alzheimer hastalığında çevresel ve jeolojik etkileri; Karain ve Tuzköy'ün (Nevşehir) tıbbi jeolojik afet geçmişi; Antalya merkezi yeraltı suyu kaynaklarının kalitesi; göller ve akarsularda fitoplanktonların su kalitesi göstergesi olarak kullanımı; Eskişehir Katı Atık Depolama Alanı'ndaki kirlilik; konutlarda radon konsantrasyonlarının belirlenmesi; Bolvadin (Afyonkarahisar) örneği üzerinden yaşam boyu kanser riskinin hesaplanması; çevresel sağlık ve kentsel tıbbi jeolojinin kesişim noktaları; yapay zekâ tekniklerinin jeoloji ve tıbbi jeoloji çalışmalarındaki uygulamaları; madencilik faaliyetlerinin hava kirliliği, iklim krizi ve sağlık üzerindeki etkileri; ağır metallerle kirlenmiş alanların bitki yetiştirilerek temizlenmesine yönelik çalışmalar; İzmir'in kentsel planlamada tıbbi jeolojik risklerin değerlendirilmesi; Düzköy (Trabzon) granitik kayaçların ve Tekirova (Antalya) izole daykların radyolojik özellikleri ve insan sağlığına etkileri; Ankara-Çankırı ve Eskişehir-Kütahya Bölgelerindeki asbest oluşumlarının mineralojik ve jeokimyasal karşılaştırması ve mezotelyoma vakaları; ulusal mevzuatta tıbbi jeolojinin yeri; jeotermal kaynakların sağlık amaçlı kullanımı; yapı malzemelerinin çevreye, canlı sağlığına etkisi ve alternatif çözümler; obrukların tıbbi jeolojik etkileri; Erkenez'de (Kahramanmaraş) deprem sonrası yeraltı suyunun antimon odaklı risk profili; ve pestisit kullanımı ve sağlık ile ilişkisi gibi güncel sorunlar bilimsel zeminde ele alınmıştır. Ayrıca, **"Sağlıklı Kentlerin Oluşmasında Tıbbi Jeolojinin Önemi"** başlıklı geniş katılımlı bir PANEL düzenlenmiştir.

Çalıştayda, TÜİK'in 2024 yılı **"ölüm ve ölüm nedenleri istatistiklerine"** göre toplam 489.361 kişinin vefat ettiği, dolaşım sistemi hastalıklarından sonra (%36) ikinci sırada yer alan kanserden ölüm oranının %16,3 ile yaklaşık 80.000 kişi olduğu belirtilmiştir. Kanser oluşumunda %90-95 çevresel, %5-10 genetik faktörlerin etkili olduğu, bilinen çevresel nedenlerden ve risk faktörlerinden kaçınılarak kanserlerin en az üçte birinin önlenebileceği, diğer üçte birinin ise erken teşhis ve etkin tedavi ile kontrol altına alınabileceği ifade edilmiştir.

Yine Türkiye Kanser İstatistikleri Raporu'na göre, 2019'da Türkiye'de toplam 223.087 kişiye yeni kanser teşhisi konulduğu, bu hastaların tanı ve tedavisi için yılda 4 milyar dolara yakın kaynak harcadığı ve ülkemizde kanser vakalarının her yıl arttığı vurgulanmıştır. Kanserinin oluşma sebeplerinin çeşitli olduğu bilinmekle birlikte, jeolojik ortamların bu süreçteki en önemli etkenlerden biri olduğu bilinmektedir.

Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu'nun da içinde bulunduğu çalışma grubu tarafından hazırlanan ve 2012 yılında açıklanan "Türkiye Asbest Kontrolü Stratejik Planı"na göre, ülkemizde 2012 yılı itibarıyla doğal olarak bulunan lifsi yapıdaki asbest minerali ile kırsal alanda temas etmiş yaklaşık 1.000.000 insanın yaşadığı; 2013 sonrasındaki 20 yıl içinde toplumda 7.638 mezotelyoma

ve 2.984 akciğer kanseri vakası beklendiği belirtilmiştir. Anadolu'nun pek çok yerinde yaygın olarak bulunan asbestli alanların, yapılacak jeolojik araştırmalarla kolayca tespit edilebileceği ve basit bir rehabilitasyon programı ile bu bölgelerde insanların asbestle temasının önüne geçilebileceği öngörülmüştür. Aynı raporda, bu tür önleme çalışmaları yapıldığı takdirde, başta insan kaybının önlenmesi olmak üzere, direkt ve endirekt yaklaşık 100 milyon TL'lik harcamanın önüne geçileceği ifade edilmiştir.

Tıbbi Jeoloji; jeolojik faktörlerin, doğal ortamı oluşturan toprak, su ve havadaki elementlerin, minerallerin ve bunlara ait yaşam çevresindeki değişikliklerin, antropojenik tehlikelerin **insan/hayvan/bitki sağlığı ile (Tek Sağlık) olan etkileşimlerini**, olumlu veya olumsuz etkilerini, korunma veya yararlanma yöntemlerini, doğal kaynakların **modern tıp ve teşhis yöntemlerinde nasıl kullanılabileceğini** çok disiplinli olarak araştıran ve çözüm önerileri geliştiren bir bilim dalı olarak tanımlanmıştır. Tıbbi jeolojinin, **hastalıkların nedenlerini anlama, halk sağlığını koruma, doğal kaynakların tıbbi amaçlarla kullanımını araştırma, çevresel sağlık sorunlarına çözüm üretme, tehlike ve risk değerlendirmesi yapma, arazi planlaması ve yapı üretim/denetim süreçleri, doğal çevrenin yeterli temel besin sağlama, tarımsal yönetim** gibi konularda hayati öneme sahip olduğu vurgulanmıştır.

Çalıştay oturumlarında, panelde ve çalıştay sonu öneri masalarında sunulan görüşler, tespitler, bildiriler ve yapılan tartışmalar neticesinde, tıbbi jeoloji alanında yapılması gerekli adımlar ve önlemler ile yapılması gereken düzenlemeler aşağıda kamuoyunun bilgisine sunulmaktadır:

1. Tıbbi jeolojinin; tıp, jeoloji, halk sağlığı, hidrojeoloji, biyoloji, kimya, diş hekimliği, eczacılık, epidemiyoloji, fizik, şehir planlama, çevre mühendisliği, inşaat mühendisliği, maden mühendisliği, harita mühendisliği, matematik, istatistik, ziraat-toprak, gıda ve veterinerlik gibi farklı disiplinler arasında kritik bir köprü rolü üstlendiği benimsenmiştir. Bu kapsamda;
 - TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Tıbbi Jeoloji Çalışma Grubu'nun farklı meslek disiplinlerini içerecek şekilde güçlendirilmesi,
 - Tıbbi Jeoloji Çalıştayları'nın güncel temalarla ve belirli aralıklarla düzenlenmesi,
 - **Uluslararası Tıbbi Jeoloji Derneği** (International Medical Geology Association - IMGA) ile iş birliğinin güçlendirilerek uluslararası bilgi birikiminin ülkemize aktarılması benimsenmiştir.
 - Ayrıca bu grupların, "**Tek Sağlık**" yaklaşımıyla jeolojik unsurlara bağlı tanımlanmış sağlık-çevre problemlerinin çözümüne ve ekosistem yönetimi ve sağlığının korunmasına yönelik projelerin geliştirilmesi benimsenmiştir.

2. Koruyucu ve önleyici sağlık politikası oluşturulması kapsamında, kentsel ve kırsal yerleşim alanlarının yaşam kalitesinin yükseltilmesi için; Sağlık Bakanlığı öncülüğünde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, üniversitelerin Jeoloji Mühendisliği Bölümleri ve Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalları, AFAD Başkanlığı, MTA Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğü, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, TÜBİTAK, Büyükşehir (ve diğer) Belediyeleri, İl Sağlık Müdürlükleri ve Meslek Odalarının bir araya gelerek **Tıbbi Jeoloji konusunda bir stratejik plan hazırlaması** gerektiği düşünülmüştür.
3. Ülkemizde, **Jeolojik Ortamların İnsan Sağlığına Etkisi (Tıbbi Jeoloji)** ve koruyucu sağlık hizmetleri kapsamında gerekli araştırmaların yapılabilmesi, sürekliliğinin sağlanması ve tıbbi jeoloji kökenli sorunların önlenmesi amacıyla;
- ABD, AB Ülkeleri, İngiltere, Japonya gibi gelişmiş ülkelerin jeoloji araştırma kurumlarında (USGS, BGS vb.) olduğu gibi, MTA Genel Müdürlüğü bünyesindeki Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı'nda, jeoçevresel faktörler ile bitki, hayvan ve insan sağlığı arasındaki ilişkilerin incelenmesi, halk sağlığı üzerinde önemli etkiye sahip toprak ve su gibi jeolojik materyallerde bulunan mineral veya elementlerin tespiti ile tehlike haritalarının hazırlanması amacıyla "**Tıbbi Jeoloji Araştırma Koordinatörlüğü**"nın kurulması benimsenmiştir.
 - AFAD Başkanlığı bünyesinde, tıbbi jeoloji kökenli afetlerle mücadele amacıyla Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürlüğü'nde **Tıbbi Jeoloji Kökenli Afet Risklerini Azaltma Koordinatörlüğü veya Birimi**'nin oluşturulması benimsenmiştir. Bu birim, diğer ilgili kurumlarla iş birliği yaparak, tıbbi jeolojik sorunlardan kaynaklı ölüm vakalarının yaşandığı yerleşim alanlarını, 7269 Sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun (Afet Kanunu) kapsamına alarak, mühendislik hizmetleri ile alanın iyileştirilmesi veya yerleşimin taşınması konusunda çalışmalar yürütmelidir. Bu birim ayrıca, ulusal mevzuat taraması yaparak planlama, yapı üretim ve denetim süreçlerinde tıbbi jeolojik risk haritalarının dikkate alınmasına yönelik düzenleyici mevzuat çalışmaları yapması ifade edilmiştir.
 - Tıbbi Jeoloji kökenli doğa kaynaklı afet risklerden etkilenen vatandaşların zararlarının tazmin edilmesi bağlamında Afet Kanunu'nda tanımlanan afet türlerine Tıbbi Jeoloji'nin de ilave edilmesi ve doğal asbest maruziyetleri, toksik maruziyetleri, obruk/çökme vb güncel tehlikeleri, bu kapsamda gerçekleşen ölüm ve uzun süreli rahatsızlık durumlarını kapsayacak şekilde genişletilmesi ve adı geçen tehlikelerin mülkiyet kayıtları ve sigorta süreçlerinin geliştirilmesi için mevzuat düzenlemelerinin yapılması benimsenmiştir.
4. Doğal ortamlarda bulunan kayaç, toprak ve yeraltı/yerüstü sularından kaynaklanan, özellikle doğal (jeojenik) ve antropojenik (madencilik, arazi ve su kullanımı vb) kaynaklı toksik ağır metaller

(örn. Ar, Hg, Pb, Cd, Ni, vd.), asbestiform mineraller (serpantin ve amfibol asbest, eriyonit vb), radyoaktivite ve radyolojik (Rn, U, Th, K, vb) element ve gazların insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerindeki etkileri detaylı olarak tartışılmış ve gelişmiş ülkelerde 1960’lı yıllardan beri kentsel planlamanın bir parçası olan **Tıbbi Jeoloji Tehlike ve Risk Haritaları ile Jeokimya Atlası**’nın Türkiye’de de hazırlanmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Kentsel ekosistemin bir parçası olarak kabul edilen çevresel ve halk sağlığını aynı anda optimize etmeyi hedefleyen, proaktif ve bütünleşik bir yaklaşımın temelini oluşturan, bilimsel veriye dayalı planlama, sıkı izleme, denetleme ve güçlü kurumsal iş birlikleri ile madencilik faaliyetlerinin ve doğal kaynak verimliliğinin sürdürülebilir olmasının önemi vurgulanmıştır.

5. Bu kapsamda; AFAD Başkanlığı, MTA Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, üniversitelerin ilgili bölüm başkanlıkları ve meslek örgütlerinin bir araya gelerek, halk sağlığı üzerinde olumsuz etkiye sahip mineral ve elementler dikkate alınarak, uluslararası normlara uygun ulusal **“Türkiye Tıbbi Jeoloji Tehlike Haritaları”** ve **“Türkiye Tıbbi Jeoloji Risk Haritaları”** ile **“Jeokimya Atlası”**nın öncelikle hazırlanması, yayımlanması ve bu haritaların bilimsel ve teknik çalışmalar ışığında sürekli güncellenmesi gerektiği ifade edilmiştir. MTA Genel Müdürlüğü’nün Eskişehir’de başlattığı pilot çalışması ve hazırlanan jeokimya atlasına göre Tıbbi Jeoloji Tehlike ve Risk Haritalarının **hazırlanarak** yapılacak yeni çalışmalara örnek teşkil etmesi açısından önemi belirtilmiştir.
6. Hazırlanacak haritalarda, kamu kurum ve kuruluşlarında bulunan tüm verilerden yararlanılmasının, sonradan yapılacak çalışmalarda fayda sağlayacağı belirtilmiştir. Ülke geneli, bölgesel iller veya il ve ilçelerinde yapılacak projelendirmelerde uluslararası normlara uygun olarak **“Kentsel Çevre Kalitesinin Değerlendirmesi”**, **“Sağlık Risklerinin Belirlenmesi”** ve **“Sürdürülebilir Kentsel Gelişime Katkı Sağlanması”** çalışmalarının önemi vurgulanmıştır. Anomali haritaları ve/veya atlaslar ile tehlike ve/veya risk haritalarının aynı şekilde değerlendirilmemesinin önemi vurgulanmıştır.
7. Jeolojik verilerin kentsel planlama ve mühendislik hizmetlerine entegrasyonunun, sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulmasındaki kritik katkısı ele alınmıştır. **Toprak, su ve kayaç jeokimyası verileriyle hazırlanacak Tıbbi Jeoloji Tehlike ve Risk Haritalarının**; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve yerel yönetimlerce kentsel yatırım, arazi kullanım kararları, her ölçekteki çevre düzeni ve imar planları ile yapılaşma süreçlerine entegre edilmesi; **yaşam kalitesi yüksek, sağlıklı, afet ve iklim değişikliği kaynaklı tehlike ve risklere karşı dirençli ve güvenli yaşam çevrelerine sahip “Sağlıklı Kentler”**in oluşturulmasının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca bu haritaların ulusal afet risk yönetim karar süreçleri ve İzmir, Sivas ve Nevşehir illerinde olduğu gibi İl Afet Risk Azaltma Planlarıyla da (İRAP) bütünleştirilmesinin gerekliliği ele alınmıştır.

8. Ülkenin tamamını kapsayacak şekilde ilgili kurumlar tarafından hazırlanacak insan, hayvan ve bitki sağlığını doğrudan etkileyen **Tıbbi Jeolojik Tehlike ve Risk Haritaları** ile **deprem, heyelan, taşkın, çığ, obruk/çökme** gibi doğa kaynaklı afetlerle ilgili duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri (TUCBS) üzerinden tüm kamu kurumları ve üniversitelerin erişimine açılmasının gerekliliği vurgulanmıştır.
9. Ülkemizde tıbbi jeolojik risklerinin yüksek olduğu bölgelerde jeolojik çevrenin insan, hayvan ve bitki sağlığına olan etkilerinin interdisipliner olarak çalışıldığı **Araştırma ve Uygulama Merkezleri** ve/veya **Enstitüleri** kurularak hem ülkemizde bu alanda yetişmiş insan kaynağının ve araştırmaların arttırılmasına hem de sağlık risklerinin çözümüne katkı sunacağı düşünülmektedir.
10. Tıbbi jeoloji çalışmaları konusunda TÜBİTAK, MTA, AFAD, Kalkınma Ajansları, Bölge Kalkınma İdareleri ve üniversitelerin Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimleri gibi kurumların, ülke geneli, bölge, il ve ilçe gibi yerleşim yerlerini içine alan tehlike ve risk haritaların yerleşim alanları, tarım arazileri ve içme suyu kaynaklarının konumlandırılmasında, maruz kalma riskini minimize edecek şekilde belirleyici veri kaynağı olarak kullanılması ve kapsayıcı tıbbi jeoloji proje çağrıları yapması için **çağrılı ve güdümlü multidisipliner projeler** oluşturmalıdır.

Proje sonuçlarının AFAD Başkanlığı'nın koordinasyonunda, **ARAS (Afet Risk Azaltma)** altyapısı içindeki **kurum internet sayfalarında** halkın ve karar vericilerin kullanımına açılmasının önemi vurgulanmıştır.

11. 167 sayılı Yeraltı Suları Hakkında Kanun'da belirtilmesine rağmen uygulamada aksaklıklar görülen yeraltı suyu kullanımı ve belgesiz kuyu açılmasının önlenmesi, mevcut kuyuların kontrol edilerek uygun olmayanların belirli bir plan dahilinde kapatılması için DSİ, SYGM, Büyükşehir, il ve ilçe belediyeleri ve özel idareler gibi kurumlarla iş birliği yapılmalı ve güncel olarak **kullanılabilir yeraltı sularının kirlenmesi engellenmelidir.**
12. Belediye Su ve Kanalizasyon İdareleri, içme sularına ait **günlük fiziksel-kimyasal-bakteriyolojik analizleri ile yeraltısuyu akiferlerinin izleme sonuçlarını** meteorolojik hava kirliliği bilgilerinde olduğu gibi internet sayfalarında şeffaf bir şekilde yayımlamalı ve tüm bilimsel çalışmalara veri sağlamalıdır. Bu bağlamda **içme suyu ve arıtma tesisleri ile yeraltısuyu akiferlerinin** etkin, verimli ve sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi, izleme ve kontrolü için, bu tesislerin akademik kurullarla güçlendirilmiş ilgili devlet kuruluşları tarafından **denetlenmelerinin** ve doğal ortamların irdelenmesi için kendi bölgelerinde veya illerinde bulunan üniversitelerin içinde olduğu başta jeoloji mühendisleri olmak üzere en az 3 farklı disiplini içine alan **danışmanlık hizmeti almalarının** hayati önem taşımakta olduğu, yapılan tüm bu işlemlere

rapor halinde ulaşılabilir olması gerektiği belirtilmiştir. Özellikle deşarj alanları ve arsenikli bölgelerde (ofiyolit alanlarda, volkanik bölgelerde maden sahalarında) su arıtma yöntemleri açıkça ilan edilmeli, kullanılan kimyasal malzemelerden, arıtılan arsenik ve/veya ağır metal ve/veya atık malzemelerin mevzuatlara uygun bertarafına kadar **tüm süreçler** titizlikle denetlenmeli ve **kurum internet sayfalarında** danışman raporları da dahil olmak üzere **tüm raporlar ilan edilmelidir**. Sanayi, madencilik, su idareleri gibi kuruluşlardan arıtılan arsenik ve/veya ağır metal ve/veya atık malzemelerin kesinlikle doğaya düzensiz olarak bırakılmamasının ve depolama yöntemlerinin yönergelere uygun olarak yapılmasının önemi vurgulanmıştır.

13. Gerek 6 şubat Kahramanmaraş depremleri sonrasında, gerekse 6306 sayılı Kanun kapsamında sayısı her geçen gün artan kentsel dönüşüm projelerinin uygulanması sırasında ortaya çıkan/çıkacak olan milyonlarca ton yıkıntı atığının yönetim sistemi yeniden yapılandırılmalı ve **“yıkımlarda toz ve asbest güvenliği”** en temel ölçütlerden biri haline getirilmelidir. Ayrıca, yıkıntı atıklarının depolanacağı alanların halk sağlığını tehdit etmeyecek şekilde belirlenmesi ve düzenlenmesi için evre, şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’nca ivedilikle çalışma başlatılmalı, yapılardaki kanserojen kimyasallar ve asbest envanterinin belirlenmesine yönelik jeokimyasal analizler yapılmalı ve tespit edilen zararlı maddelerin bertarafı sağlanmadan ana yıkım işlemlerine başlanması engellenmelidir.

14. Son yıllarda ülkemizde, 61 ilimizin yaklaşık 379 yerleşim yerinde asbest gibi toksik ağır metallere maruz kalma sonrası kanser vakalarının olası artışının, kanserojen kimyasal kirleticiler ve asbeste maruz kalmanın sonuçlarının 30-40 yıl sonra ortaya çıkıyor olmasının, bugün gerek doğal gerekse yapılı çevreden kaynaklanan maruziyetlerin göz ardı edilmesine neden olduğu belirtilmiş; var olan yüksek risklere karşı önlem projelerinin ilgili kamu kurumlarınca ivedilikle uygulamaya konulması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu’nun ilgili maddelerinde sadece **“yakın tehlike”** olarak görülen riskler için değil, aynı zamanda çalışanların çalışma ortamından kaynaklı ve **“uzun dönem boyunca”** maruz kalacakları etkenlerden korunmalarını sağlayacak sağlık ve güvenlik tedbirlerinin alınması için gerekli mevzuat düzenlemelerinin yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Türkiye genelinde pekmezlerde kullanılan topraklar ile bitki aylarındaki arsenik, ağır metal ve PAH (naftalin, benzo(a) piren(BaP) ve antrasen) oranlarının, ürün etiketlerinde belirtilmesinin önemi vurgulanmıştır.

15. Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği (IUGS) tarafından jeoloji bilim ve mühendisliğinin alt uzmanlık ve multidisipliner bir alanı olarak tanımlanan tıbbi jeoloji konusunun, üniversitelerimizin jeoloji bölümleri ve tıp fakülteleri tarafından eğitim programlarına dâhil edilmesi ve müfredatlarda yer alması gerektiği belirtilmiştir. Bu kapsamda, ortak eğitim

müfredatlarının oluşturulmasının gerekliliği vurgulanmıştır. JMO tarafından tıp fakültelerine, bu derslerin önemini hatırlatacak bilgilendirme yazıları yazması önerilmiştir.

16. Tıbbi Jeoloji alanındaki toplumsal farkındalığı artırmak için; TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası öncülüğünde üniversiteler, yerel yönetimler, ulusal sivil toplum kuruluşları, Uluslararası “Tıbbi Jeoloji Derneği (IMGA)” ve medya ile iş birliği içinde eğitim ve bilgilendirme çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır.
17. Tıbbi jeoloji konularının uygulamaya daha etkin bir şekilde geçebilmesi için, ilgili ulusal ve uluslararası mevzuat incelenerek; başta sağlık, tarım ve hayvancılık, iş sağlığı ve güvenliği, madencilik ile çevre ve atık yönetimi olmak üzere birçok alanla ilgili kanun, yönetmelik, yönerge, standart vb. düzeylerde uluslararası normlara uygun bir şekilde uygulanacak metotlar, alınacak örneklerin niteliği, sayısı ve yerleri, analiz metotları ve sonuçların değerlendirilmesi için gerekli çalışma ve araştırmalar yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, “**Sağlıklı Kentler İçin Tıbbi Jeoloji**” ana temasıyla düzenlenen **3. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı**, tüm katılımcıların katkılarıyla başarılı bir şekilde tamamlanmış ve tıbbi jeoloji alanında atılacak gelecekteki adımlar için önemli bir yol haritası çizmiştir.

Halk sağlığının korunması ve sağlıklı kentlerin yaratılması, ülkemizin önemli meselelerinden biridir. Çalıştay bileşenleri olarak, tıbbi jeoloji çalışmaları konusunda geliştirici ve iyileştirici çalışmalara katkı vermeye hazır olduğumuzu ve bu yöndeki her türlü desteğimizi sürdüreceğimizi kamuoyuna saygıyla duyururuz.

3. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı Düzenleme Kurulu adına

Prof. Dr. M. Gürhan YALÇIN



TMMOB

JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

Hatay 2 Sok. No. 21 Kocatepe/ANKARA
Tel: 0312 432 30 85- Faks: 0312 434 23 88
www.jmo.org.tr e-posta: jmo@jmo.org.tr



tmmobjmo



tmmobjmo



jeolojimuhendisleriodasi



tmmob-jeoloji-muhendisleri-odasi



www.youtube.com/c/
JeolojiMuhendisleriOdasi