

GLOBCER'22

Global Conference on Engineering Research

7-10 September 2022

2nd GLOBAL CONFERENCE on ENGINEERING RESEARCH

Conference Proceedings

ISBN: 978-605-73639-3-0

PROCEEDINGS BOOK

2nd GLOBAL CONFERENCE on ENGINEERING STUDIES

7-10 September 2022



2ND GLOBAL CONFERENCE ON ENGINEERING RESEARCH (GLOBCER'22)

7-10 September 2022

ISBN: 978-605-73639-3-0

2nd Global Conference on Engineering Research (GLOBCER'22)

7-10 September 2022

Organization Committe

Dr. M. Nuri SEYMAN
Dr. Adem DALCALI

Scientific Committe

Dr. Ahmed Kadhim HUSSEIN
Dr. Alexandre Jean Rene SERRES
Dr. Degan ZHANG
Dr. Feyzullah TEMURTAŞ
Dr. Goran PUTNIK
Dr. Hui CHEN
Dr. İbrahim DEVELİ
Dr. Jianjun WANG
Dr. Jue-Sam CHOU
Dr. Ke-Lin DU
Dr. Lianggui LIU
Dr. Mehmet TEKTAŞ
Dr. Miladin STEFANOVIĆ
Dr. Mustafa GÜNAY
Dr. Necmi TAŞPINAR
Dr. Paweł LULA
Dr. Recep ÇALIN
Dr. Zitaun CAI
Dr. R. Gökhan TÜRECİ
Dr. Mahmut BÖYÜKATA
Dr. Abdullah YEŞİL
Dr. Bülent BÜYÜK
Dr. Emre ÇELİK
Dr. Fahmina TARANUM
Dr. Filmor MURILLO
Dr. H.Oktay ERKOL
Dr. Halit ÖZTEKİN
Dr. Héctor F. MIGALLON
Dr. M. Hanefi CALP
Dr. Muharrem PUL
Dr. Neelamadhab PADHY
Dr. Ning CAI
Dr. Harun ÖZBAY
Dr. Adem DALCALI
Dr. İsmail KOÇAK
Dr. Oye Nathaniel DAVID
Dr. Gökçe NUR YILMAZ
Dr. Sasmita MOHAPATRA

Dr. Selim ÖNCÜ
Dr. Serhat DUMAN
Dr. Ziyodulla YUSUPOV
Dr. Oytun Emre SAKICI
Dr. Hasan ŞAHİN
Dr. Oğuz Akın DÜZGÜN
Dr. Ahmet AKKÖSE
Dr. Serkan ŞENOCAK
Dr. Semet ÇELİK
Dr. Zafer ÜNAL
Dr. Rıdvan KOÇYİĞİT
Dr. Abdullah GÖKYILDIRIM
Dr. Abdollah Doosti-AREF
Dr. Abdul QAYYUM
Dr. Akif KARAFİL
Dr. Alex Michailovic ASAVIN
Dr. Alican KARACA
Dr. Asit Kumar GAIN
Dr. Behnaz HASSANSHAHI
Dr. Charles Z. LIU
Dr. Diego Real MAÑEZ
Dr. Evren İŞEN
Dr. Hayri YAMAN
Dr. Igor Simplice MOKEM FOKOU
Dr. İlyas ÖZER
Dr. Kamarulzaman KAMARUDIN
Dr. M.M. KARMRUZZAMAN
Dr. Mahmut ÜNVER
Dr. Marlon Mauricio Hernandez CELY
Dr. Maxim A. DULEBENETS
Dr. Mehmet Metin ÖZGÜVEN
Dr. Minh Trong HOANG
Dr. Mohammed Hassan DIGHIRI
Dr. Mustafa EKER
Dr. Onursal ÇETİN
Dr. Radu Emanuil PETRUSE
Dr. Rahim DEHKHARGHANI
Dr. Semih KORKMAZ
Dr. Serhat Berat EFE
Dr. Tingting ZHAO
Dr. Yifang WEI
Dr. Yuan TIAN
Dr. Farooque Hassan KUMBHAR
Dr. Mingxiong ZHAO
Dr. Quang Ngoc NGUYEN
Dr. Vandana ROY
Dr. Abdullah ELEN
Dr. Farzin ASADI
Dr. Nesli AYDIN
Dr. Volodymyr Gennadievich SKOBELEV

TABLE OF CONTENTS

Flood Monitoring of April 2022 Kars Flood Event Using Satellite-Based Remote Sensing 1

The Effect of Nanoparticle Concentration on Convective Heat Transfer in a Heated Cylindrical Enclosure Filled with Copper-Water Nanofluid. 9

Economic Viability and Sensory Evaluation of Tilapia (Oreochromis niloticus) Cultured in Hdpe-Lined Small Farm Reservoir 21

Scrum Yöntemi ile Geliştirilen Mobil Kurye Yazılımına ait Gereksinim Analizi Süreci 27

Review on Propeller Types and Developments in Marine Vessels3 9

Sorting Center Optimization and Management 53

Açık Kanal Optimizasyonu için Arayüz Tasarımı 63

Robotik Sistem Laboratuvarları İçin Düşük Maliyetli İnsanımsı Robot Deney Seti Tasarımı 78

Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Fidanlarında Morfolojik Özellikler ve Fidan Kalitesi 89

Reliability Assessment of Panel Beams for Shear with Tension Filed Action According to Turkish Standard of Design and Construction Principles of Steel Structures 93

Sürücüsüz Metrolarda Dijital Dönüşüme İlişkin Yolcuların Beklentilerinin Analizi 102

Interactive Knowledge Base Integrated with the Interactive Voice Response for Call Centers 116

Use of Air Bubble Barrier for Oil Containment: A Literature Review 126

Determination of Navigation Speeds in a Planing Hull Model Using the Optimum Power Calculation: A Case Study for a Training Boat 134

Geçmişten Bugüne Murgul Bakır Madenciliğinin Doğal Çevre Üzerindeki Etkisi Üzerine Sistematik Bir İnceleme 145

Evaluation of Lightning Protection Systems: Textile Factory Case Study 161

Akdeniz Denizel Fosforit Kuşağında Üst Kretase yaşlı Mazıdağı Fosforit yatağının (Mardin-Türkiye) Jeokimyası ve diğer alanlarla karşılaştırılması 170

Investigation of Deteriorations in Historical Buildings Through Visual and Laboratory Analyses 182

Prediction of Actual Toolpath and Improvement of the Toolpath Accuracy Based on Identification of Acceleration/Deceleration Control Characteristics of Machine Tools 188

Alüminyum Kompozit Ekstrüzyon Profil Tekniği İle Üretilen Profillerin Geometrik Özelliklerinin Incelenmesi 202

Doğrusal Matris Eşitsizlikleri Tabanlı H_∞Kontrolör ile Tekerlekli Zırhlı Aracın Aktif Titreşim Kontrolü 216

Industry 5.0 And Sustainability. Adoption Case of Machine Learning to Improve Energy Consumption in A Process Industry.....224

Electrical Hazards and Protection.....232

Farklı Çelik Malzemeler Kullanılarak Geliştirilen Batarya Kutusunun İncelenmesi.....246

Akdeniz Bölgesi'nde Sürdürülebilir Arıcılıkta Üstün Nitelikli Ana Arı Yetiştirmede Etkili Yetiştirme Faktörlerinin Araştırılması.....255

Word Segmentation in Bi-lingual Printed Gujarati-English Document using Morphological Techniques 270

Identification Of Foot Gestures by Machine Learning Using EMG Data on The Surface of The Lower Leg.....281

2-Propanol/Su Karışımlarının Polibenzimidazol Membran Kullanarak Pervaporasyon Prosesi ile Saflaştırılması.....291

A Methodology to Improve Public Transit Service Quality Through Transit Signal Priority: A Case Study on Istanbul 298

Odun Pelet Külünün Zemin İyileştirmede Kullanımı.....309

Sık Öğeseti Madenciliği ile Market Sepeti Analizi 318

BREA - A Service of Building Retrofitting Energy Assessment in ENCORE Project.....327

Friction And Wear Analysis of Tea Polyphenols Blended Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene for Total Joint Replacement 338

Automated Identification of Plant Disease Using Deep Learning.....344

Artificial Intelligence Application for Planning Measures to Prevent Hazardous Production Facilities Accidents.....353

Tabakalı Zemindeki Kazıkların Deprem Yükleri Altındakı Davranışının 3 Boyutlu Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi.....360

Seismic Isolation of Equipment and Artifacts with Sliding-Based Systems: A Review 370

Üzümlerdeki Fusarium Türleri ve Mikotoksinleri.....380

A New Method Proposal based on Shannon and Cumulative Entropy for Unsupervised Feature Selection.....391

Early Forest Fire Detection from Crackling Sounds by Conventional Machine Learning Methods 392

Fabrication Of Iron-Based Cellular Structures Using Pressureless Foam Replication Method.....393

The role of Hybrid Artificial Intelligence Model in Predicting the Treatment Outcome of High-Intensity Focused Ultrasound Ablation of Uterine Fibroids with an Immediate Nonperfused Volume Ratio of at least 90% 394

The Role of Multi-Layer Neural Network Model with Semiquantitative Perfusion MR Features for Differentiating Pediatric Posterior Fossa Tumors: Medulloblastoma, Ependymoma and Pilocytic Astrocytoma 395

E-ticaret Sektöründe Müşteri Kaybının Yapay Öğrenme Teknikleri ile Tahminlenmesi 396

Improving LSTM And Bi-LSTM Daily Particulate Matter Forecasting Performance with Attention 398

What Is The Best Mother Wavelet In The Prediction Of Monthly Stream Flows? 399

Küçük Ölçekli İnsansız Helikopter Dinamiğinde Kaosun Araştırılması ve Kontrolü 400

Büyük Verinin Gözetim Kapitalizmindeki Rolü 402

Atmosferik Basınçlı Plazma Uygulamasının PP ve POM Malzemelerin Islanabilirlikleri Üzerine Etkisinin Araştırılması 404

Borlama Yöntemiyle Yüzeyi Sertleştirilmiş R260 Ray Çeliğinin Karakterizasyonu ve R350HT ile Karşılaştırılması 406

Effect of Surface Preparation Process for Coating on the Properties of Light Alloy Automotive Wheel 408

Experimental Investigation of Drying and Modelling of Peach Slices 409

An Investigation of Maritime Piracy and Armed Robbery Attacks in the East Africa 410

SiO2-TiO2-SiO2 Anti-Reflective Coatings by Sol-Gel for SLS Glass 412

Evaluation of Machine Learning Performance in Wildfire Susceptibility Mapping Under Limited Training Data Condition 413

Optimization of Operating Parameters of An Automated Quality Control Equipment Designed for Primary Wood Products Industry 414

Embryonic Architecture with Built-in Self-test and GA Evolved Configuration Data 415

Performance Assessment of Android Smartphones for Real-time Positioning 416

Effect Of Particle Size Distribution of Cement on Epoxy Modified Micro Concrete 417

Development Of Analytical Test Method for Residue Determination of Sodium Hypochlorite on Denim Surface 418

Quality Characteristics of Particleboard Produced with Maltodextrin-Based Adhesives 419

Predicting PM2.5 Concentrations Using a Deep Learning Approach 420

A Novel Architecture to Represent and Train Weights of a Multi-Layer Perceptron Using Distribution Hyper-Parameters 421

Otomotiv Radarı İçin Dielektrik Lens Anten Dizisi Tasarımı 423

Mechanical and Tribological Properties of Electroless Nickel Phosphorous Coating on Ti6Al4V Titanium Alloy 425

Raylı Sistemlerde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı 426

Comparative Study On The Encoding Strategies For Job Shop Scheduling Problem Using An Combinatorial Artificial Bee Colony (CABC) Algorithm 428

Aydın İli Hava Kirleticilerinin Analizi 429

Lyapunov Eşitsizliklerinin Çözümü için Bir İç Nokta Yöntemi# 431

Sustainable Concrete Modification - Ultra High-Performance Concrete (UHPC) 433

Analysis of the Behavior of an Eccentric Loaded Car Seat Headrest During Linear Loading and Design Optimization 434

Method of Estimating Error Signal using Microphone Arrays in Virtual Sensing ANC System 435

Industry 4.0 Implementation—Does it Always Pay Off? Evidence from the Logistics and Supply Chain literature 436

Geçmişten Bugüne Murgul Bakır Madenciliğinin Doğal Çevre Üzerindeki Etkisi Üzerine Sistematik Bir İnceleme

A Systematic Study on the Impact of Murgul Copper Mine on the Natural Environment from Past to Present

Zeynep AYDOĞAN

zeynep.aydogan@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5465-1605
Atatürk Üniversitesi, Narman Meslek Yüksek Okulu, Narman, Erzurum, Türkiye

Özet: Birleşmiş Milletler' in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG), herkes için daha iyi ve daha sürdürülebilir bir geleceğe sahip 17 birbiriyle bağlantılı küresel hedefi içeren evrensel eylem çağrısıdır ve 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi amaçlanır. Sağlıklı yaşam, biyoçeşitlilik ve doğal yaşam alanlarını korumak bu hedeflere ulaşmanın göstergelerinden bazılarıdır. Madencilik, çevresel bozulma tehditlerinden biridir. Madencilik sektörünün faydalarının aksine çevre ve insan sağlığı üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Ağır metal kirliliği, özellikle maden alanlarında dünya çapında ciddi bir çevre sorunudur. Bu çalışmada, Murgul ilçesinde (Artvin) bulunan Murgul bakır madeninin tatlı su ekosistemlerindeki biyoçeşitlilik ve çevre kirliliğine olan etkisinin günümüze dek yapılan araştırmaların bir dökümünün ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla bölgede biyoçeşitlilik ve çevre kirliliği konusunda yapılan mevcut literatür değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Biyoçeşitlilik, Ekolojik, Ekosistem koruması, Kirlilik, Sağlık, Su, Temiz su.*

Abstract The United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) are a universal call to action that includes 17 interconnected global goals for a better and more sustainable future for all, and are intended to be achieved by 2030. Wellness, biodiversity and protecting natural habitats are some of the indicators of achieving these goals. Mining is one of the environmental degradation threats. Contrary to the benefits of the mining industry, it has many negative effects on the environment and human health. Heavy metal pollution is a serious environmental problem worldwide, especially in mining areas. In this study, it is aimed to examine the effects of Murgul copper mine on biodiversity and environmental pollution in freshwater ecosystems. For this purpose, the existing literature on biodiversity and environmental pollution in the region has been evaluated.

Keywords: *Biodiversity, Ecological, Ecosystem protection, Pollution, Health, Water, Clean water.*

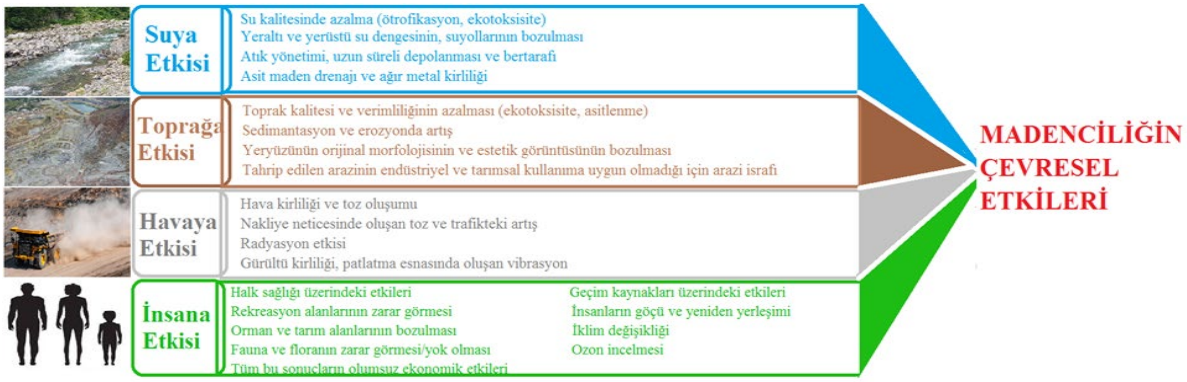
I. GİRİŞ

Madencilik ve Etkileri

Pek çok sektöre doğrudan hammadde sağlayan madencilik, önemli ekonomik faaliyetlerden biridir ve yeryüzünden değerli jeolojik malzemelerin çıkarılması olarak tanımlanır. Madencilik faaliyetleri her zaman, her ülke için ülkedeki mevcut kaynakları değerlendirerek ülke refahının artması ve ekonomik büyümeyi canlandırmak veya artırmak için önemli bir rol oynamıştır.

Teknolojideki ilerleme, dünya nüfusu ve modernleşmedeki artış her türlü elementin talebini ve dolayısıyla madencilik faaliyetlerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Ancak ekonomiye katkısının aksine madencilik faaliyetleri gerek üretim aşamasında gerekse faaliyet bittikten sonra kontrolü yapılmazsa yeraltı ve yüzey su kaynakları, hava kirliliği, toprak kalitesi, doğal yaşam, geçim kaynaklarının zarar görmesi, halk sağlığı, sosyal, kültürel ve estetik değerler, iklim ve küresel ısınma, asit maden drenajı ve toksik metal salınımları, gürültü, titreşim ve civarındaki yapıların çökmesi gibi çeşitli çevresel ve sosyal kaynaklar üzerinde ciddi etkiler meydana getirmektedir.

Madencilik endüstrisinde, arazide fiziksel değişim ve arazi kalitesinde bozulma, kimyasal, biyolojik, estetik ve kültürel bozulma değişen derecelerde belirgindir. Madenciliğin etkisi, mineral zenginleştirme ile birlikte madencilik faaliyetlerinin türüne de bağlıdır. Madenciliğin yaygın olarak kullanılan iki yolu vardır: açık ocak/yüzey madenciliği ve yeraltı madenciliği. Bunlardan maliyet açısından işletme için hesaplı olan ancak ekosisteme en çok zarar vereni açık ocak işletmesidir. Madencilik genel olarak ulusal düzeyde ekonomiyi geliştirmeye yardımcı olur, ancak insanlar yerel düzeyde çevresel (tarım arazilerinin tahribi dâhil) ve sağlık sorunlarıyla karşı karşıyadır (Şekil 1).



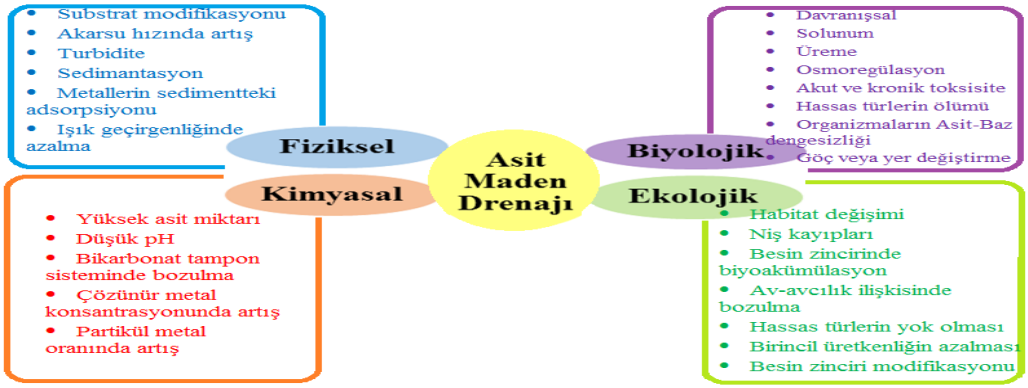
Şekil 1. Madenciliğin çevresel ve sosyal yönden etkileri

Asit Madeni Drenajı (AMD)

AMD faaliyet bakımından genel olarak gerekli tedbirler alınmadan yapılan aktif, kapalı ya da terkedilmiş, sülfür bakımından zengin maden sahalarında ciddi bir çevre sorunudur [1]. Özellikle başta pirit olmak üzere, sülfür içeren metalik cevherlerin (pirit, pirotit, kalkopirit, sfalerit, markasit, arsenopirit, galena vb.) genel olarak mikroorganizmaların katkısıyla, bazen de atmosferik şartlar altında hava ve su ile reaksiyona girerek okside olması, drenaj sularının asidik özellik göstermesine, yani asit maden drenajına yol açar [2]. Bu suların fizikokimyasal parametreleri bakımından dünyadaki benzerleri incelendiğinde genel olarak benzer su kalitesi özellikleri taşıdığı görülmektedir [1, 3, 4]. Bu durum genellikle yüksek asidite, düşük pH, yüksek elektriksel iletkenlik, askıda ve çözünmüş katı, yüksek konsantrasyonlarda sülfat ve çözünmüş ağır metaller ve metaloidler ile karakterize edilir [2].

Asit maden drenajı sadece su kirliliğine değil, çeşitli çevre sorunları ile birlikte büyük ekonomik kayıplara da neden olmaktadır ve bu durum madencilik sona erdikten çok sonra bile devam eder [1]. Ancak tüm madenlerde asit madeni drenaj sorunları yoktur, bazen insan faaliyetlerinin dışında tamamen doğal olarak da gelişebilir [2, 5]. Asit maden drenajının çevresel etkisini kimyasal, fiziksel, biyolojik ve ekolojik olmak üzere 4 kategoride incelemiştir [3] (Şekil 2). Bu nedenle sülfürlü mineralleri içeren bir maden alanında üretim yapılıyorsa, maden arama aşamasından maden kapatma ve sonrasına kadar gerekli tüm çevresel önlemler alınması ve izleme çalışmalarının yürütülmesi büyük önem arz etmektedir.

Madencilikte yürütülen her türlü işlem süreçleri gereği ekosisteme zarar vermeyen madencilik faaliyeti bulunmamaktadır. Bu etkileri başlıklar halinde sıralanırsa;



Şekil 2. Asit Maden Drenajının çevresel etkileri [3].

1. İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Literatüre göre madencilik, bu meslek ile ilişkili olarak meydana gelen yaralanmalar, kronik sağlık problemleri, can kayıpları açısından dünyanın en tehlikeli mesleklerinden biridir [6]. Ayrıca hava, su, toprak ve gürültü kirliliği gibi çevresel maruziyetleri ile bu kirliliğin kalıcı ve biyoakümülatif özellikleri nedeniyle bulunduğu ortamdaki insan dâhil tüm canlılar için de ciddi sağlık problemleri meydana getirir. Maden alanında çalışan işçiler yürüttükleri faaliyet neticesinde maruz kaldıkları partikül madde, toz ve toksik gazlar nedeniyle mesleki hastalık olarak bilinen çeşitli sağlık problemleri yaşamaktalar. Sağlık riskleri mineral cinsi ve madenciliğin faaliyet türüyle ilgilidir ve uzun vadeli etkiler arasında kanserler, akıl sağlığı sorunları, tüberküloz, pulmoner tüberküloz, pnömokonyoz, amfizem, asbestoz ve silikoz gibi solunum sorunları yer alır [7, 8].

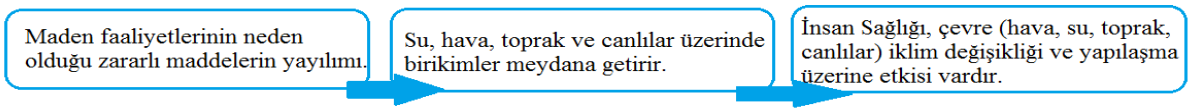
Bakır tüm ökaryotların replikasyonu ve gelişimleri için vazgeçilmez elementlerden biridir [9]. Beyin, karaciğer, kalp, böbrek ve saçta bulunan, hücresel respirasyonda, kırmızı kan hücrelerinin oluşmasında ve kemik sağlığının sürdürülmesinde görev alan, kardiyovasküler ve osteoporoz hastalıklarının önlenmesine yardımcı olan eser elementlerdendir [8]. Bakır metabolik süreçlerle üretilemeyeceği için beslenme ile alınması gereklidir. Karaciğer, bakırın vücuttaki ana deposudur ve bakırın kan dolaşımı ile periferik organlara taşınmasında veya safra yoluyla vücuttan atılmasına hizmet eder [10]. Hamilelik ve yenidoğan gelişim aşamalarında bakır gereksinimi oldukça fazladır [11]. Demir ve çinkodan sonra vücutta en çok bulunan bakır, yetişkin bir bireyde ortalama 50 ila 80 mg arasında bulunur, bu aralığın üzerindeki seviyeler toksik kabul edilir ve böbrek, beyin ve gözde birikime sebebiyet vererek olası hücre ölümleri, sinir dejenerasyonları, oksidatif strese neden olabilir [7]. Canlılarda, 6.6 µg/L'nin altındaki bakır seviyeleri yeterli ve güvenlidir [12]. Makroomurgasızların 25 µg/L'nin üzerindeki bakır seviyelerinden ciddi bir şekilde etkilendiğine dair çalışmalar mevcuttur [13].

Brezilya'da yapılan bir araştırmada, 100 bakır madencisinden 35'inde toz kaynaklı akciğer hastalığı teşhisi konduğunu ve bakır madencilerinde akciğer hastalığı riskinin daha yüksek olduğunu göstermiştir [14]. Murgul madeninde sosyolojik ve sağlık yönünden yapılan çalışmalara [15] bakıldığında gerek yoğun çalışma neticesinde gerekse maruz kalınan zehirli maddeler nedeniyle çalışanların sağlıklarının bozulduğu hatta ölümlerin meydana geldiğine dair veriler elde edilmiştir. Bakır maden işçilerinin kanlarındaki bakır seviyesini araştırıldığı çalışmada [16], bakır madenlerinde çalışan işçilerin kanlarındaki bakır seviyesi uluslararası standartların üzerinde olduğu belirtilmiştir. Bu farklılık çalışma alanlarına bağlı olarak

değişmektedir. Yer altında görev yapan işçilerin kan bakır seviyesi yer üstünde çalışan işçilere göre yüksek bulunmuştur. Yine maruziyet süresi arttıkça kan bakır seviyesini artış gösterdiği belirtilmiştir. Bir başka çalışmada [17] Murgul bakır işletmelerinde çalışan 51 işçiden ve Borçka ilçesinde yaşayan 30 kontrol grubundan kan örneği alarak, glutatyon redüktaz enzim aktiviteleri ile serum Cu miktarları arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasında, eritrosit glutatyon redüktaz enzim aktiviteleri ile serum bakır miktarları arasında pozitif anlamlı ($p<0.05$) bir ilişki elde ederek, Murgul Bakır İşletmelerinde çalışan işçilerin bakır kirliliğine maruz kaldıkları sonucuna varmıştır.

2. Ekosistem Üzerine Etkileri

Madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkiler arasında hava, toprak, yüzey suyu ve yeraltı sularının kirlenmesi, asidifikasyon, oksidasyon, ötrofikasyon, erozyon, biyolojik çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği sayılabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Madencilik faaliyetlerinin ekosistem üzerine etkileri.

2.1. Su Kirliliği Üzerine Etkileri

Su, yaşamın devam edebilmesi için gereken önemli kaynaklardan biridir. Su, hava ve toprak bir bütündür ve çoğu kez toprak ve havanın kirlenmesi su kirlenmesine neden olur. Bir maden faaliyetinin en önemli etkisi, proje alanındaki su kalitesi ve su kaynaklarının devamlılığı üzerinedir. Madencilik faaliyetleri genellikle yüksek konsantrasyonlarda katı atık ve atık su açığa çıkarır [4]. Bu katı atık ve atık suyun ana bileşeni metaller ve metaloitlerdir ve bunlar toprağa, havaya, yer üstü ve yeraltı suyuna karışması ile besin zincirine girer, biyoakümülasyon ve biyomagnifikasyon ile zincirin en üst halkalarında artışına devam eder. Yüzey suyunun ve yeraltı suyunun kalitesi (fiziksel kalite (erozyon, sediment oluşumu), kimyasal kalitesi (yüzey suyu, yeraltı suyunun asit veya mineralize olması) ve suyun miktarı (su tablasının azalması veya değişen akış hızları/yönleri)) maden alanında etkili ıslah uygulamaları yapılmazsa olumsuz etkilenebilir [1, 5].

Altın, bakır, molibden, gümüş gibi cevherler genellikle sülfid kayaçlarında bulunur. Sülfid kayaçları çıkarılma esnasında su ve hava ile temas ederse sülfürik asit formu oluşur [18]. Cevher sülfür içeriyorsa, hava ve su temasıyla kimyasal reaksiyon oluşturarak genellikle asit maden drenajı olarak bilinen sülfürik asiti meydana getirir. Bu asitli su temas ettiği her kayaçtaki elementleri açığa çıkarma potansiyelindedir. Yani elementin mobilizasyonu ve çözünebilirliği su asitleştikçe artar [1]. Kontrol edilmezse yüzey ve yeraltı sularına sızabilir. Dolayısıyla asit maden drenajı, sülfidin hava ve su ile temas ettiği her alanda olabilir. Asit maden drenajı, madenciliğin su kaynakları üzerinde uzun vadeli yıkıcı etki potansiyeline sahip olması nedeniyle en ciddi tehditlerden biri olarak kabul edilir [5]. Asit kontaminasyonu madene dış kaynaklardan giren su ile artar. Artan asit miktarı suyun pH değerini düşürerek sucul canlıların yaşamını zorlaştırır, temas ettiği kayaçlardaki Cu, Al, Cd, As, Pb, Hg, SO_4^{-2}, NO^{-3} gibi toksik metal(oid)lerin ve bileşiklerin açığa çıkmasına neden olur. Sudaki yaşam üzerindeki etkileri, ani balık ölümleri, büyümeyi, davranışı veya üreme yeteneğini etkileyen etkilere kadar değişebilir [5]. Suyun kalitesi hakkında kesin fikir sahibi olmak için fiziko-kimyasal parametrelerle birlikte biyolojik öğelerdeki ağır metal ölçümleri de çok önemlidir.

2.2. Toprak kirliliği Üzerine Etkileri

Toprak kirliliği genel olarak tarımsal bir konu gibi düşünülse de canlıların barındığı yerdir ve birçok kirleticinin kaydını tutan nihai bir rezervuar olması nedeniyle izlenmesi gereken bir ortamdır. Madencilik, motorlu taşıtların egzoz gazları, evsel ve endüstriyel atıklar, kirlenmiş atmosfer, su, tarımsal gübre ve ilaçlar ağır metallerin toprağa ulaşmasının dolayısıyla toprak kirlenmesinin sebebidir. Antropojenik aktiviteler neticesinde meydana gelen çeşitli katı, sıvı, gaz, toz ve radyoaktif kirleticiler toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin bozulmasına neden olur. Her türlü madencilik faaliyetleri, dünya çapında önemli ölçüde ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliğine yol açmaktadır. Toprak pH değeri ağır metallerin mobilitesinde önemli etkisi vardır ve kirlilik alanından uzaklaştıkça bu durum azalmaktadır. Toprak ve sediment numunelerinde madene olan mesafeye (madene 100, 250, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 5000 ve 10000 m uzaklıkta) göre değişen ağır metal kirliğinin ölçüldüğü çalışmada [19], maden alanına yakın bölgelerde Cu, Zn, Pb değerlerinin limit değerler üzerinde olduğu, maden alanından uzaklaştıkça toprak asitliğinin azaldığını belirtmişlerdir. Toprak ve sedimentte ölçülen ağır metal değerleri ise sedimentin arşiv görevi görmesi nedeniyle farklılık gösterecektir. Ağır metaller kalıcı toksisiteleri, mutajeniteleri ve besin zincirlerinde birikimleri nedeniyle en sorunlu kirletici türlerinden biridir ve nihayetinde küresel gıda güvenliğini etkiler [20].

2.3. Hava Kirliliği Üzerine Etkileri

Maden faaliyetlerinin cevher arama, üretim, zenginleştirme, geliştirme, izabe tesisleri, inşaat, işletme, taşıma ve nakliye aşamalarındaki tüm işlemlerinde hava kalitesi çeşitli şekillerde etkilenebilmektedir. Özellikle patlatma, kazıma, kırma, yığma, taşıma gibi madencilik işlemlerinde oluşan toz, rüzgârın da etkisiyle çevre ve halk sağlığını olumsuz yönde etkileyen zararlı maddeler kolayca pedosfer, atmosfer, biyosfer ve hidrosfere dağılabilir [2, 21]. Bu madencilik aşamalarının her birinde değişik oranlarda ağır metal, karbon monoksit, kükürt dioksit, nitrojen oksit, AMD gibi zararlı hava kirleticileri rüzgârla kolayca dağılır. Solunum ve fotosentezini güçleştiren tozlu hava, bitkilerin döllenme, çiçeklenme, gelişme, meyve oluşumunu etkileyerek verimsizleşmelerine neden olur [22, 23].

2.4. Biyoçeşitlilik Üzerine Etkileri

Bir bölgenin ekolojik sağlığı, biyolojik çeşitliliği ile doğru orantılıdır. Çoğu zaman, maden faaliyetlerinin biyoçeşitlilik üzerine en kötü etkileri maden süreci durduktan sonra görülür. Maden faaliyetleri durduktan sonra yapılan iyileştirme çabaları bölgenin biyolojik çeşitliliğinin her zaman geri kazanımını sağlamaz. Türler kalıcı olarak kaybolabilir. Maden faaliyetleri başlangıç aşamasında tüm bitki örtüsünün temizlenmesi ile burada yaşayan mikroorganizmalarından büyük memelilere kadar çok çeşitli canlıların habitatlarında değişimler (sıcaklık, pH, kirlilik) ya da habitat kayıplarına yol açar, neticede maden alanlarında biyoçeşitlilik kayıpları meydana gelir [13]. Bölgedeki fauna ve floraya ait endemik türler habitatlarındaki en ufak değişimlere karşı hassas oldukları için nesillerinin tükenmesi veya yok olması riskine neden olabileceğinden, en ciddi şekilde etkilenirler. Madencilik yoluyla salınan toz, gazlar, toksik elementler ve asit maden drenajı hassas türlerin tüm popülasyonlarını yok edebilir.

Madenciliğin çevreye yönelik bir diğer kritik etkisi de biyomagnifikasyondur. Besin zincirinin alt seviyelerinde bulunan ve maden alanlarının yakınında yaşayan, toksik elementlere maruz kalan ve tolere edemeyen canlılar yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalırken, tolere edebilen canlılar hayatta kalıp vücutlarında var olan birikimleri besleme ilişkisi yoluyla zincirin

en üst halkasına doğru iletecektir. Sucul omurgasızlar kaplıca suyu, akarsu, nehir ve durgun su kütleleri gibi hemen hemen her tür sucul habitatta bulunurlar. Antropojenik ve doğal çevresel değişkenliklere hemen yanıt verdikleri için bulundukları suyun kalitesi ve habitat durumu için önemli bir belirteçtir. Murgul akarsuyunun doğal faunasında *Salmo trutta macrostigma* (Dummeril,1858) bulunurken günümüzde gerek hidroelektrik regülatörleri gerekse maden faaliyetleri neticesinde artık görülmemektedir. Maden alanlarındaki ağır metallerin dağılımı üzerine çalışmalar oldukça fazladır [19, 24], ancak histopatolojik etkileri açısından yapılan çalışmalar oldukça azdır. Yapılan bir çalışmada [25] Murgul akarsuyu boyunca sadece Murgul akarsuyunun Borçka barajı ile birleşeceği bölgede *Alburnus chalcoides* ve *Gobio gobio* (Cyprinidae) türü balıklara rastlanıldığını, elde edilen bu balıkların histopatolojik analizlerinde ise patolojik anomalikler görüldüğünü belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmalarında [26] , sucul böcek faunasından sadece 12 türün (9 Hydrophilidae, 3 Dytiscidae) teşhis edildiğini bildirilmiştir. Ayrıca [27] Murgul'daki çeşitli lokasyonlarda (köy ve ilçeye uzak alanlar) ağaç, kaya ve toprak üzerinden topladıkları likenlerin, atmosferik kirlilik nedeniyle Murgul merkezde bulamadıklarını belirtmişlerdir. Yine Kabaca köyüne özgü olan bal üretimi de bölgedeki biyoçeşitliliğin azalmasıyla olumsuz etkileneceği aşikârdır.

2.5. İklim Değişikliği Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin yıkıcı etkilerinden korunmak, küresel ortalama sıcaklık seviyesinin sanayi öncesi seviyelere göre 1,5 °C'nin altına düşürmek için antropojenik sera gazı emisyonları hızla ve önemli ölçüde azaltılmalıdır [28]. Hem doğal süreçte hem de insani faaliyetler neticesinde salınan sera gazlarının atmosferik konsantrasyonunun artması, sera etkisini arttırarak iklimi ısıtmaktadır. Madencilik sektörü, sera gazlarının oluşmasına direkt (enerji kullanımı) ve indirekt (arazi yapısının bozulması, ormansızlaşma) olarak önemli katkıları vardır. Yine ağır metal salınımının artmasında dolayısıyla asit maden drenajının oluşmasında iklim faktörleri (sıcaklık, yağış ve rüzgâr) önemli bir rol oynamaktadır [28, 29]. Araştırmalara göre bakır üretiminden kaynaklanan sera gazı emisyonları, toplam emisyonların yaklaşık olarak %0,3'ünü oluşturmaktadır [21].

Topraklar da ormanlar gibi karbon yutağı işlevi görmektedir. Küresel ölçekte hesaplandığında toprakta tutulan karbon miktarı, atmosfer ve biyosferde tutulan karbon miktarından 3.3-4.5 kat daha fazla olduğu tahmin edilmektedir [29]. Yapılaşma, tarım uygulamaları ve her türlü madencilik faaliyeti karbonun atmosfere yayılımında etkindir ve özellikle bu faaliyetler toprağın karbon yutağı özelliğini kaybetmesine neden olmaktadır. Madencilik, arazinin tahribiyle birlikte bitki örtüsünün ve toprak organik yapısının yok edilmesi, zararlı gazlar ve toksik elementlerin havaya ve besin zincirine karışması, orman kaybına ilave olarak ağaçların solunum ve fotosentezini engelleyerek gelişimini ve verimini etkilemek suretiyle zarar vermektedir [28, 29]. Bu hasarın etkileri sera gazlarının yayılımı, karbon yutak alanlarının etkinliğinin azaltılması veya yok edilmesi, flora ve faunanın ölümü ve habitat erozyonu da dâhil olmak üzere, bir madenin kapatılmasından yıllar sonra da devam edebilir.

Murgul'da Madencilik Tarihi ve Etkileri

Doğu Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Trakya Türkiye'de önemli bakır rezervlerine sahiptir ve Artvin-Murgul, Türkiye'nin ana bakır üretim merkezlerindendir. Artvin metal bakımından polimetaldir ve Cu, Pb, Zn, Mn, Au ve Ag elementleri bakımından zengindir [30].

Murgul'da cevher araması için sistematik araştırmalar 1898 yılında başlamış olup, 1901 yılında "Caucasus Copper Company" işletme imtiyazını alarak bakır madeni faaliyetine 1907

yılında başlamıştır, ancak 1917 yılında faaliyetini durdurmuş, 1930 yılında şirket tasfiye edilip 1938 yılında Etibank tarafından devralınmış ve 1951 yılında tekrar kurulmuştur [23]. SO_2 emisyonunun artmasıyla birlikte [22] önerisiyle bölgede Murgul sülfürik asit fabrikası kurularak elde edilen ürün ziraatte ihtiyaç duyulan fosfatlı gübre malzemesi olarak kullanılmıştır [31]. Sülfürik asit fabrikası 1963-1975 yılları arasında işletilerek ve 1986-1999 yıllarında ekleme yapılarak SO_2 emisyonu azaltılmaya çalışılmıştır. 1951-1997 yılları arasındaki SO_2 emisyonu 795431 ton olduğu tahmin edilmiştir [32]. Yine 2010 yılında maden atık barajı inşa edilinceye kadar, maden çalışmaları neticesinde oluşan atık maddeler Murgul deresine deşarj edilmekteydi. Bu atıklar prit bakımından zengin olduğu için sülfid oksidasyonunun da göstergesidir.



Şekil 4. Murgul Bakır Madeni (Google Earth).

Murgul bakır madeni Karadeniz'e 50 km mesafede, Türkiye'nin en büyük bakır madenlerinden biridir. Murgul deresi Karadeniz'e dökülen Çoruh'un büyük bir kolu olmakla birlikte Lepüskür, Kabaca ve Damar dereleri Murgul'da bulunan diğer sürekli derelerdir. Damar ve Lepüskür dereleri, Murgul madeni atık depolama alanına yakın olup Damar yerleşimine yaklaşık 800 m mesafededir ve Murgul yerleşim alanından geçen Kabaca deresine karışır. Kabaca deresi Murgul deresi ile birleşip Murgul yerleşimini geçerek Çoruh nehrine karışır, Hopa sınırından Karadeniz'e dökülür (Şekil 4). Murgul bakır madeni ve beton işletmeleri bölgedeki başlıca antropojenik kirleticilerdir. Bununla birlikte Murgul deresi üzerinde çok sayıda hidroelektrik regülatörü bulunmaktadır.

Bu derleme çalışmasında, Murgul bakır madeni civarında, madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan çevre ve insan sağlığı konusundaki çalışmalar gözden geçirilerek, Murgul bakır madeninin tatlı su ekosistemlerindeki (Borçka Barajı, Murgul deresi ve kolları) biyoçeşitlilik ve çevre kirliliğine olan etkisi ve bölge ekosisteminin son durumu hakkında yapılan araştırmaların bir dökümünün ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla bölgede biyoçeşitlilik ve çevre kirliliği konusunda yapılan mevcut literatür değerlendirilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

Murgul bakır madeni çalışmalarının çevreye ve insan sağlığına etkileri belirlenirken, Murgul deresi ve kolları üzerinde yapılmış İngilizce ve Türkçe yayımlanmış çalışmalar dikkate alınmıştır. Yapılan çalışmalara bakıldığında açık ocak yöntemiyle çalışan Murgul bakır madeni, çalışma esnasında oluşan mineral tozları sebebiyle çevre kirliliğine neden olması ve canlılara zarar vermesi ile bu bölgede bilimsel çalışmalar başlatılmıştır. Bölgede madenin zararlı etkilerine ait ilk çalışma 1951 yılında [33] tarafından yürütülmüştür. 1951-2022 yılları arasındaki incelenen bu çalışmalar, çeşitli biyotik ve abiyotik öğelerin kullanılmasıyla madencilik faaliyetlerinin zararlı etkilerini belirlemeye çalışmışlardır.

III. BULGULAR

Murgul'da bakır madeninin neden olduğu çevresel ve insan sağlığı üzerine ilk çalışma Irmak ve Huş tarafından 1951 yılında yayımlanmıştır. 1951-2022 yılları arasında Murgul deresi ve kolları üzerinde yapılmış çevre kirliliği, biyoçeşitlilik, histopatoloji gibi konulardaki araştırmalara ait Türkçe ve İngilizce literatür incelendiğinde 8 yüksek Lisans tezi, 3 Doktora tezi, 14 SCI, 10 TR dizin ve 3 bildiri taranmıştır. Bu bilimsel çalışmalar 1951 yılında başlamış ve günümüze dek su, sediment, hava, toprak, bitki (kabuk, yaprak), liken, yosun, balık, kurbağa, böcek numuneleri kullanılarak kirliliğin takibi ve olası etkileri belirlenmiştir. Bu çalışmalarda Murgul yöresinde aşırı kirlenmenin Damar derede olduğu, bu kirlenmenin Çoruh nehrine kadar izlendiği belirtilmektedir [34]. Bu değerlerin bazılarına yıllara göre bakıldığında;

T (°C): Murgul deresi ve Borçka barajı üzerinde 2011-2013 yılları arasında yapılan çalışmada [35] ortalama T (°C) değeri 22.48 olarak belirtilmiştir. [36] 22 lokasyondan topladıkları su örneklerindeki en düşük ve en yüksek T (°C) değeri 20.9-25.4; Murgul deresinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği sıcaklık değerleri 17.3 ile 21.9 arasında; 2004-2017 yılları arasında yeraltı suyunda 10 ile 14.7, sızıntı suyunda 1 ile 4.6, Atık barajı yüzey suyunda 21.9, yüzey suyunda ise 10.2 ile 17,2 arasında ölçüm yapmıştır [38]. Yapılan bir başka çalışmada [39] Murgul deresi havzasına ait su sıcaklık değerlerinin en düşük ve en yüksek değerleri -0.1 ile 27.9; [40] Murgul deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri 2.8 ile 27 °C olarak belirlemişlerdir. Doğal sularda sıcaklık değerleri, su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre ≤25 olması gerekmektedir [41].

pH: Murgul deresi ve kolları üzerinde topladıkları su örnekleri içerisinde 7.59-9.70, Çoruh nehrinde 8.31, temiz suda 8.30, çeşme suyunda 7.64 değerlerini [42]; 2005-2006 yılları arasında maden sahası civarından topladığı ham su örneklerinde pH değeri 2,7-10,84 [43]; 2011-2013 yılları arasında ortalama pH değeri 7.87 [35]; 2014-2015 yılları arasında yapılan örneklemede Bakır madeni yukarısında 8.08, bakır madeni çıkışında 9.07, Kabaca deresinde 8.4, Borçka barajında 8.19 [44]; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek pH değeri 2.71-10.47 arasında; [37] Murgul deresinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında elde ettiği pH değerleri 5.9 ile 8.6 arasında; 2004-2017 yılları arasında yeraltı suyunda 7.77 ile 11.17, sızıntı suyunda 2.91 ile 7.2, atık barajı yüzey suyunda 7.17, yüzey suyunda ise 3.14 ile 8.19 [38]; bir başka çalışmada Murgul deresi havzasına ait su pH değerlerinin en düşük ve en yüksek değerleri 3.04 ile 8.60 [39]; 2015-2016 yılları arasında maden alanında yaptığı [24] ölçümlerde pH değerini Murgul deresinde 8.14-8.39, Borçka Barajında 8.11-9.10 arasında; Murgul deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek su pH değerleri 3.26 ile 8.32 [40], sediment pH değerleri 7.14 ile 7.46 arasında; [45] ise 4.13-7.64 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Doğal sularda pH değerleri, su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 6,5-8,5 arasında olması gerekmektedir [41].

İletkenlik (EC) (µS/cm): 2011-2013 yılları arasında yapılan çalışmada [35] ortalama EC değeri 32.53 µS/cm olarak belirtilmiştir. 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede Bakır madeni yukarısında 114, bakır madeni çıkışında 1170, Kabaca deresinde 490, Borçka barajında 283; 22 lokasyondan toplanılan [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek EC değeri 72-7110; Murgul deresinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında elde ettiği EC değerleri 158 ile 555 arasında [37]; 2004-2017 yılları arasında yeraltı suyunda 51.1 ile 1207, sızıntı suyunda 1885 ile 4397, atık barajı yüzey suyunda 1835, yüzey suyunda ise 190 ile 3060 arasında ölçüm yapılmıştır [38]. Yapılan başka çalışmada [39] Murgul deresi havzasına ait su EC değerlerinin en düşük ve en yüksek değerleri 30 ile 1187;

0.06-0.50 [45]; Murgul deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek su EC değerleri 20 ile 1638, sediment EC değerleri 16.87 ile 184.1 arasında değiştiğini belirtmiştir [40].

Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS) (mg/L): 2011-2013 yılları arasında ortalama TDS değeri 223.56 mg/l olarak belirtilmiştir [35]; 2004-2017 yılları arasında yeraltı suyunda 26 ile 598, sızıntı suyunda 1089 ile 2313, atık barajı yüzey suyunda 922, yüzey suyunda ise 98 ile 1570 arasında ölçüm yapmıştır [38]. Yapılan başka çalışmada [39] Murgul deresi havzasına ait su TDS değerlerinin en düşük ve en yüksek değerleri 30 ile 1124; 2015-2016 yılları arasında maden alanında yaptığı ölçümlerde [24] TDS değerini Murgul deresinde 112-198, Borçka Barajında 157-333 arasında ölçmüştür. Murgul deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek TDS değerleri 40.3 ile 877.5 arasında değiştiğini belirtmiştir [40]. Doğal sularda TDS değerleri, su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 500 mg/l olması gerekmektedir [41].

Al: Murgul bakır madeni civarından toplanılan yosun ve toprak numunelerindeki Al (g/kg) seviyesi sırasıyla 4.40 ve 8.84; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye ise sırasıyla 1.546 ve toprak değeri dedeksiyon seviyesinin altında olarak ölçülmüştür [46]. 22 lokasyondan topladıkları su örneklerindeki en düşük ve en yüksek Al değeri 0.01 ve 52.734 (mg/l) [36]; Murgul deresinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında elde ettiği Al değerleri 28.7 ile 8751 (µg/l) arasında ölçmüşlerdir [37]. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 0.3 mg/l olması gerekmektedir [41].

Cu: Murgul çevresinden toplanan su örnekleri içerisinde Cu değeri 0.001 - 6.15 mg/l [34]; Murgul deresi ve kolları üzerinde toplanılan su örnekleri içerisinde Cu değeri 2.07-3.15 [42], Çoruh nehrinde 0.17, temiz suda 0.03, çeşme suyunda 0.01 değerlerini; Murgul'daki çeşitli lokasyonlarda (köy ve ilçeye uzak alanlar) ağaç, kaya ve toprak üzerinden toplanılan likenlerde ölçtükleri element çalışmasında, Murgul merkezde liken örneği bulamadıklarını, bu durumu likenlerin atmosferik kirleticilere karşı hassas olmaları nedeniyle olabileceğini belirtmişlerdir. Cu konsantrasyonunu liken türlerinde 0.027±0.001 ile 0.117±0.006 (%), toprakta ise 0.117±0.006 (%) arasında ölçülmüştür [27]. Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki Cu (mg/kg) seviyesi sırasıyla 524.30 ve 281.39; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye 122 ve 134 olarak ölçülmüştür. 2014-2015 yılları arasında yaptıkları örneklemede [44] Bakır (µg/L) madeni yukarısında 26, bakır madeni çıkışında 895, Kabaca deresinde ortalama 152.5, Borçka barajında 0.76; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek Cu değeri 0.0009 ve 291.090 (mg/l); Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Cu değerleri 4.3 ile 5477 (µg/l) arasında; Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek Cu değerleri 0 ile 4657 [40]; 2015-2016 yılları arasında maden alanında yaptığı ölçümlerde [24] Cu (ppm) değerini Murgul deresinde 592.50 ile 801.30, Borçka Barajında 362.12 ile 563.67; toprakta 0.1-88.7 (mg/kg) arasında değiştiğini belirtmişlerdir [45]. Toprakta ve akarsu sedimentinde ölçtükleri [19] Cu değeri sırasıyla 337.8 ile 3850.1 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 20 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Ti: Liken türlerinde Ti konsantrasyonunu 0.013±0.001 ile 0.262±0.013 (%) arasında ölçmüşlerdir [27].

V: Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki V (mg/kg) seviyesi sırasıyla 70.91 ve 76.17; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye ise sırasıyla 69.2 ve 70.5 olarak ölçülmüştür.

Cr: 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 2.02, bakır madeni çıkışında 1.32, Kabaca deresinde ortalama 1.19, Borçka barajında 0.09; Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki Cr (mg/kg) seviyesi sırasıyla 43.47 ve 45.52; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye ise

sırasıyla 52 ve 45 olarak ölçülmüştür. Toprakta ve akarsu sedimentinde ölçtükleri [19] Cr değeri sırasıyla 14.5 ile 12.7 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 20 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Mn: Murgul çevresinden toplanan su örnekleri içerisinde Mn 0.003 - 4.53 mg/l arasında değişmektedir [34]. Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki Mn (mg/kg) seviyesi sırasıyla 888.39 ve 1018.78; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye 1015.2 ile 1167 olarak ölçülmüştür. Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Mn değerleri 5.2 ile 3161 (µg/l) arasında; 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 64.2, bakır madeni çıkışında 402, Kabaca deresinde ortalama 211, Borçka barajında 7.4; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek değerleri 0.002 ile 56.610 (mg/l); Toprakta ve akarsu sedimentinde ölçtükleri [19] Mn değeri sırasıyla 719 ile 403.7 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 100 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Fe: Liken türlerinde Fe konsantrasyonunu 0.188±0.009 ile 38.544±1.927 (%) arasında [27]; Murgul çevresinden toplanan [34] su örnekleri içerisinde Fe 0.01 - 6.90 mg/l; Murgul deresi ve kolları üzerinde topladıkları [42] su örnekleri içerisinde Fe 0.69-4.88, Çoruh nehrinde 1.62, temiz suda 0.30, çeşme suyunda 0.01 değerlerini; Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki Fe (g/kg) seviyesi sırasıyla 4.14 ve 5.41; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye ise sırasıyla 1.89 ve toprak değeri dedeksiyon seviyesinin altında olarak ölçülmüştür. Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Fe değerleri 6.3 ile 49.628 (µg/l) arasında; 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 1950, bakır madeni çıkışında 3140, Kabaca deresinde ortalama 1930, Borçka barajında 80.2; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek değerleri <0.01 ile 25.724 (mg/l); Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek Fe değerleri 0 ile 60570 [40]; Toprakta yapılan ölçümlerde [45] 14-50 (mg/kg) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 300 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Co: 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 0.91, bakır madeni çıkışında 6.51, Kabaca deresinde ortalama 2.005, Borçka barajında 17.20; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek Co değeri 0.14 ve 1252.58 (µg/l); Toprakta yapılan [45] ölçümlerin 0.0-0.4 (mg/kg) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 10 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Ni: 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 3.9, bakır madeni çıkışında 6.4, Kabaca deresinde ortalama 14.25, Borçka barajında 2.5; Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki Ni (mg/kg) seviyesi sırasıyla 25.34 ve 28.74; kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye ise sırasıyla 23.2 ve 26 olarak ölçülmüştür. 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek değerleri <0.2 ile 175.3 (µg/l); Toprakta 0.2-0.8 (mg/kg) arasında değiştiğini belirtmişlerdir [45]. Başka bir çalışmada toprakta ve akarsu sedimentinde ölçtükleri [19] Mn değeri sırasıyla 15.5 ile 13 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 20 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Zn: Murgul çevresinden toplanan [34] su örnekleri içerisinde Zn 0.03- 4.76 mg/l; Murgul deresi ve kolları üzerinde topladıkları [42] su örnekleri içerisinde Zn 0.51-2.45, Çoruh nehrinde 0.04, temiz suda 0.01, çeşme suyunda 0.16 değerlerini; Murgul bakır madeni civarından topladıkları [46] yosun ve toprak numunelerindeki Zn (mg/kg) seviyesi sırasıyla 263.86 ve 152.95, kontrol alanındaki yosun ve toprakta en yüksek seviye ise 105 ve 134 olarak

ölçülmüştür. Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Zn değerleri 0.8 ile 6666 (µg/l) arasında; 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 46.8, bakır madeni çıkışında 537, Kabaca deresinde 135.6, Borçka barajında 13.8; Toprakta 4.0-20.3 (mg/kg) arasında değiştiğini belirtmişlerdir [45]. 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek değerleri 0.006 ile 55.322 (mg/l); Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek Zn değerleri 0 ile 1176 [40]; Toprakta ve akarsu sedimentinde ölçtükleri [19] Zn değeri sırasıyla 157.5 ile 1010.5 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 200 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

As: Murgul çevresinden toplanan [34] su örnekleri içerisinde As 0.04 -10.77 µg/l; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek As değeri <0.5 ve 189.2 (µg/l); Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği As değerleri 0.86 ile 36.4 (µg/l) arasında belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 20 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Sr: Liken türlerinde Sr konsantrasyonunu 0.012±0.001 ile 0.039±0.002 (%) arasında ölçmüşlerdir [27].

Ba: Likenlerde Ba konsantrasyonunu 0.019±0.001 ile 1.760±0.087 (%) arasında ölçmüşlerdir [27]. 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek Ba değeri 5.79 ve 423.36 (µg/l); Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Ba değerleri 23.7 ile 33.9 (µg/l) arasında belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 1000 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Cd: Murgul çevresinden toplanan [34] su örnekleri içerisinde Cd 2-89 µg/l; Murgul deresi ve kolları üzerinde topladıkları [42] su örnekleri içerisinde Cd 14.00-31.00, Çoruh nehrinde 6.80, temiz suda 6.00, çeşme suyunda 11.00 değerlerini; 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 0.63, bakır madeni çıkışında 2.88, Kabaca deresinde ortalama 1.055, Borçka barajında 0.33; Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Cd değerleri 0.02 ile 4.97 (µg/l) arasında iken, bu değer Murgul deresinin bazı noktalarında 49.0 olmaktadır. 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek Cd değeri <0.05 ve 265.71 (µg/l); Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek Cd değerleri 0 ile 3.91 [40]; Başka bir çalışmada ise toprakta Cd değerini ölçümleyememişlerdir [45]. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 3 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Hg: Murgul çevresinden toplanan [34] su örnekleri içerisinde Hg 0.14 - 24.36 µg/l; Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek Hg değerleri 0.93 ile 419.3 [40]; Murgul deresi boyunca 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Hg değerleri genel olarak <0.001 (µg/l) olarak ölçülmüştür. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 0.1 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Pb: Murgul çevresinden toplanan [34] su örnekleri içerisinde Pb 0.02 - 4.37 mg/l; Murgul deresi ve kolları üzerinde topladıkları [42] su örnekleri içerisinde Pb 0.38-2.37, Çoruh nehrinde 0.19, temiz suda 0.02, çeşme suyunda 0.11 değerlerini; 2014-2015 yılları arasında yaptıkları [44] örneklemede (µg/L) Bakır madeni yukarısında 5.6, bakır madeni çıkışında 73.3, Kabaca deresinde ortalama 37.85, Borçka barajında 0.1; Murgul deresi ile Borçka barajı birleşim yerinde 2011-2013 yılları arasında Mayıs ve Ağustos arazi çalışmalarında [37] elde ettiği Pb değerleri 0.11 ile 2361 (µg/l) arasında; 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek değerleri 0.1 ile 33.5 (µg/l); Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek Pb değerleri 0 ile 107.8 [40]; 2015-2016 yılları arasında maden alanında yaptığı [24] ölçümlerde Pb (ppm) değerini Murgul deresinde 155.76 ile 192.78, Borçka Barajında 135.57 ile 179.30 arasında ölçmüştür. Toprakta 0.3-4.1 (mg/kg) arasında değiştiğini

belirtmişlerdir [45]. Toprakta ve akarsu sedimentinde ölçtükleri [19] Pb değeri sırasıyla 174.8 ile 2984.2 mg/kg olarak belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 10 (µg/l) olması gerekmektedir [41].

Toplam Nitrojen (TN): Borçka barajının yüzey, orta ve dip kısmından aldığı [35] su örneklerinde TN değeri 0.326 ile 0.547 (mg/l) arasında değiştiği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada Çoruh nehrinde 0.335 mg/l ile 1.300 mg/l, Murgul deresinde 0.217 mg/l ile 1.310 mg/l, Borçka barajında 0.268 mg/l ile 1.560 mg/l arasında değerleri ölçmüşlerdir [47]. Yapılan bir çalışmada [39] Murgul deresi havzasına ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri 0 – 19 ile 3.1 (mg/l); Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek azot değerleri 0.02 ile 0.04 [40]; [45] ise 0.02-2.25 % arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Toplam Fosfor (TP): Çoruh nehrinde 0.081 mg/l ile 0.100 mg/l, Murgul deresinde 0.080 mg/l ile 0.114 mg/l, Borçka barajında 0.080 mg/l ile 0.107 mg/l arasında değerleri ölçmüşlerdir ve yer üstü su kalite yönetmeliğine göre hafif kirli su kalitesinde olduğu belirtilmiştir [47]. 2011-2013 yılları arasında ortalama TP değeri 0.19 mg/l olarak belirtilmiştir [35]. [45] ise 14-116 % arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 0.02 (mg/l) olması gerekmektedir [41].

Sülfat (mg/l): 2011-2013 yılları arasında ortalama SO_4 değeri 127.25 mg/l olarak belirtilmiştir [35]. 22 lokasyondan topladıkları [36] su örneklerindeki en düşük ve en yüksek değerler <3 ile 13.800; 2004-2017 yılları arasında yeraltı suyunda 11,5 ile 421, atık barajı yüzey suyunda 1040, yüzey suyunda ise 134 ile 1530 arasında ölçüm yapmıştır [38]. Murgul deresi havzasında yaptığı çalışmada [39] en düşük ve en yüksek sülfat (SO4) değerleri 3 ile 797; Murgul Deresi ölçüm noktalarında en düşük ve en yüksek kükürt değerleri 0.16 ile 3.42 [40]; başka bir çalışmada [45] 16.2-150 (mg/kg) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 200 (mg/l) olması gerekmektedir [41].

Kimyasal Oksijen İhtiyacı: Çoruh nehrinde 2.66 mg/l ile 9.12 mg/l, Murgul deresinde 3.48 mg/l ile 11.8 mg/l, Borçka barajında 2.70 mg/l ile 10.3 mg/l arasında değerleri ölçmüşlerdir [47]. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 25 (mg/l) olması gerekmektedir [41].

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOD): 2011-2013 yılları arasında ortalama BOD değeri 3.06 mg/l olarak belirtilmiştir [35]. Su kirliliği kontrolü yönetmeliğine göre 4 (mg/l) olması gerekmektedir.

Uzun yıllar boyunca madencilik faaliyetleri sürdürülen ve yıllar boyu yapılan patlatmaların arazi zeminini hasara uğratarak, kayaç içyapısında çatlaklara sebep olması kaçınılmazdır. Bu kadar örselenmiş bir arazi üzerinde bulunan atık barajının bünyesinde bulunduğu atık malzemeleri sızdırmaması beklenemez. Bu çalışmalar atık barajının oluşturduğu çevresel riskin kanıtı niteliğindedir.

IV. SONUÇ

Tüm bu sonuçlar, 1907 yılından itibaren maden çalışmalarına devam edem Murgul Bakır Madeni faaliyetleri neticesinde bölgeden toplanan biyotik ve abiyotik numunelerde kritik seviyede ağır metal(oid) birikimleri oluştuğu, bölgedeki ekosistem üzerine etkili olduğu kadar insan sağlığı, tarım ve hayvancılık üzerinde de olumsuz etkilerine dair kanıtları göstermektedir. Murgul bakır madeni çevresel etkileri üzerine toplamda 8 yüksek Lisans tezi, 3 Doktora tezi, 14 SCI, 10 TR dizin ve 3 bildiri literatür vardır ancak sağlık riskleri, epidemiyolojik çalışmalar ve biyoçeşitlilik üzerine bilimsel literatür çok azdır. Çeşitli biyotik (yosun, liken, böcek, bitki, balık, kurbağa vb.) ve abiyotik (su, sediment, toprak) numuneler kullanılarak yürütülen bu çalışmalar bölgedeki maden kaynaklı kirlilik seviyesini ve özellikle madene yakın alanlarda biyoçeşitlilikteki azalmayı göstermektedir. Ayrıca Murgul madeni civarında bulunan ve sürekli

derelerden olan Murgul, Damar ve Kabaca dereleri nihayette Karadeniz'e dökülmesi nedeniyle Karadeniz'in kirliliğine ve tür çeşitliliğindeki azalmaya etkisi olacaktır. Bakır madeni nedeniyle açığa çıkan zararlı maddelerin (toz, ağır metal, SO_2 vb.) abiyotik ve biyotik ortamlarda maruziyetini izlemek, proaktif sağlık ve güvenlik programının önemli bir parçasıdır.

Planlı olarak gerçekleştirilen madencilik faaliyetleri, faaliyet süresince ve faaliyet neticelendiğinde tahrip edilen ekosistemlerin onarımı ve yeniden kazanımı uzun yıllar sürse de mümkündür. Gerek eş zamanlı gerekse maden işletmesi kapandıktan sonra rehabilitasyon, restorasyon, rekültüvasyon, revejetasyon, reklamasyon gibi faaliyetler yürütülerek, bölgede bozulan fauna-flora dengesinin yeniden kurulması, tahrip edilen alanların aslına en yakın görünümü kazandırılarak doğa onarımı ve yeniden kazanımla kalıcı tahribatın önüne geçen çalışmalarla ve mevzuat doğrultusunda hareket ederek ekonomik kalkınmaya katkı sunan madencilik faaliyetleri ekosistem sağlığı için bir facia olmaktan çıkarılmalıdır. Özellikle Artvin bitki çeşitliliği ve endemik tür açısından Türkiye'nin önemli illerinden biridir. Burada 2727 tanımlanmış bitkinin 198'i endemik olduğu düşünülürse konunun hassasiyeti daha da önem kazanmaktadır [48]. Bu anlamda bölgenin nadir ekosistemler, tür çeşitliliği ve endemik türler açısından incelenmesine dair bir veriye rastlanılmamıştır.

Küresel ölçekte karbon yutağı olarak adlandırılan, karbondioksitin atmosferden yutularak depolanmasını sağlayan doğal iki sistem vardır, biri ormanlar diğeri okyanuslardır. Sınırsız ekonomik büyüme ve kalkınma çabasıyla karbon yutaklarını yok edersek sera gazlarını azaltım etkisi oluşturan emisyon artacak, dolayısıyla SDG kriterlerinde belirtilen karbon nötr kıta olma ya da iklim nötrlüğüne ulaşmak, biyoçeşitliliği korumak gibi hedeflerle çelişmiş olunacaktır. Bu nedenle günümüzde madencilik, orman yangınları, yapılaşma vb. nedenlerle küçülmekte olan orman yutak alanlarının önceki seviyelerine geri döndürerek, yasalarda hiçbir şekilde boşluk bırakmayarak ormansızlaştırmanın önüne geçilmelidir.

Maden alanlarının genel bir problemi olan asit maden drenajı, ekosistem üzerinde kalıcı hasara neden olduğu için etkilenmiş bu alanlarda iyileştirme çalışmaları son zamanlarda artmıştır. Fitoremediasyon çalışmalarında, bulunduğu bölgedeki kirli alanlara ve o bölgenin iklim şartlarına adapte oldukları için yerel bitki türleri önerilir. Bu anlamda Murgul'da kapsamlı bir çalışma yürütülmemiştir. *Robinia pseudoacacia* ve *Alnus glutinosa* türleri Artvin Orman Müdürlüğü tarafından dikimi yapılarak Murgul madeni civarında iyileştirme çalışmaları yapılmıştır, bu bitkilerin nitrojen seviyesini iyileştirmede kullanılabileceği belirtilmiştir [32]. *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae), *Baccharis trimera* (Asteraceae), *Gazania rigens, Pelargonium hortorum, Silene compacta* türlerine ilave olarak çam, meşe, ıhlamur, karaçam, kavak ve huş gibi bitkiler dünya literatüründe bakır madeni alanında fitoremediasyon için önerilen bitkilerdir [45, 49]. Ülkemizde de fitoremediasyonda kullanılabilecek bitkiler ile algal/mikrobiyal remediasyon yöntemleri maden alanlarının iyileştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

[1] S. Chamorro, C. Barata, B. Piña, M. Casado, A. Schwarz, K. Sáez, G. Vidal, "Toxicological analysis of acid mine drainage by water quality and land use bioassays," Mine Water and the Environment, 37(1), 88-97, 2018.

[2] M. Karadeniz, "Asit Maden (Kaya) Drenajında Aktif ve Pasif Çözüm Yöntemleri," Madencilik ve Çevre Sempozyumu, Bildiriler kitabı, 91-97, 2005.

[3] N.F. Gray, "Environmental impact and remediation of acid mine drainage: a management problem," Environmental geology, 30(1), 62-71, 1997.

[4] M. Chen, F. Li, M. Tao, L. Hu, Y. Shi, Y. Liu, "Distribution and ecological risks of heavy metals in river sediments and overlying water in typical mining areas of China," Mar. Pollut. Bull., 146, 893–899, 2019.
[5] C. Luo, J. Routh, M. Dario, S. Sarkar, L. Wei, D. Luo, Y. Liu, "Distribution and mobilization of heavy metals at an acid mine drainage affected region in South China, a post-remediation study," Science of The Total Environment, 724, 138122, 2020.
[6] C. Stephens, M. Ahern M, "Worker and Community Health Impacts Related to Mining Operations Internationally: A Rapid Review of the Literature," Mining, Minerals and Sustainable Development. London: International Institute for Environment and Development, 1-59, 2001.
[7] A. Royer, T. Sharman, " Copper Toxicity" StatPearls Publishing: Treasure Island, USA, 2020.
[8] R. Patel, M. Aschner, "Commonalities between copper neurotoxicity and Alzheimer's disease," Toxics, 9(1), 4, 2021.
[9] T. Nevitt, H. Öhrvik, D.J. Thiele, "Charting the travels of copper in eukaryotes from yeast to mammals," Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research, 1823(9), 1580-1593, 2012.
[10] H. Pierson, H. Yang, S. Lutsenko, "Copper transport and disease: what can we learn from organoids?" Annual review of nutrition, 39, 75-94, 2019.
[11] J.R. Prohaska, "Impact of copper deficiency in humans," Annals of the New York Academy of Sciences, 1314(1), 1-5, 2014.
[12] Y. Iwasaki, S.J. Ormerod, "Estimating safe concentrations of trace metals from inter-continental field data on river macroinvertebrates," Environ. Pollut. 166, 182e186, 2012.
[13] S. Joachim, H. Roussel, J.M. Bonzom, E. Thybaud, C.A. Mebane, P. Van der Brink, L. Gauthier, "A long-term copper exposure in a freshwater ecosystem using lotic mesocosms: invertebrate community responses," Environ. Toxicol. Chem. 36 (10), 2698e2714, 2017.
[14] F. Luz, C.S. Volmar, M.B. Trevisan, S.L.M.B. Cirino. "Silicosis among former copper mine workers," Ciencia Saude Coletiva. 16(8), 3421, 2011.
[15] A. Çepnioğlu, "Maden İşçilerinin Aile Hayatı: Murgul Örneği" Karadeniz Araştırmaları Merkezi, Journal of Black Sea Studies, XIV/56, 123-134, 2017.
[16] O. Erkmen, "Bakır Madenlerinde Çalışan İşçilerin Kanlarındaki Bakır Konsantrasyonunun Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, 2019.
[17] H. Savaş., "Murgul bakır işletmelerinde uzun süredir çalışan kişilerin kanlarındaki bakır seviyeleri ile eritrosit glutatyon redüktaz aktiviteleri arasındaki ilişkinin incelenmesi," İstanbul Üniversitesi, Adli Tıp Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 38 s, 1994.
[18] N. Nishimoto, Y. Yamamoto, S. Yamagata, T. Igarashi, S. Tomiyama, "Acid Mine Drainage Sources and Impact on Groundwater at the Osarizawa Mine, Japan," Minerals, 11(9), 998, 2021.
[19] B. Sağlam, A. Bilgin, M. Aybar, "Assessment of Heavy Metal Pollution in Soil and Sediments of Murgul Copper Mine and Its Surroundings," Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 20 (1), 25-37, 2020. Doi: 10.17475/kastorman.705816
[20] W. Pu, J. Sun, F. Zhang, X. Wen, W. Liu, C. Huang, "Effects of copper mining on heavy metal contamination in a rice agrosystem in the Xiaojiang River Basin, southwest China," Acta Geochimica, 38(5), 753-773, 2019.
[21] T. Watari, S. Northey, D. Giurco, S. Hata, R. Yokoi, K. Nansai, K. Nakajima, "Global copper cycles and greenhouse gas emissions in a 1.5 °C world," Resources, Conservation and Recycling, 179, 106118, 2022. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106118

[22] Ş. Akman, "Murgul Bakır Işletmesı Bacalarından Çıkan Kükürt Dioksid Gazları İle Bulaşmış Otları Yiyen Hayvanlarda Sülfürik Asid İle Zehirlenme Olayları Üzerine Araştırmalar," Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2(1), 24-52, 1955. https://doi.org/10.1501/Vetfak_0000002346.
[23] A. Acatay, "Murgul Bakır Fabrikasının Yaptığı Gaz Zararları (Rauchschaden Der Kupferhütte In Murgul)" Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 0 (0), 1-17, 1968. Retrieved from https://dergipark.org.tr/tr/pub/jffiu/issue/18679/197048
[24] K. Özşeker, "Artvin İli Tatlı Su Ekosistem Sedimentlerin'de Ağır Metallerin Çevresel Ekolojik Risk Etkilerinin Alansal ve Zamansal Değerlendirilmesi," Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi, 4(3), 551-559, 2019. Doi: https://doi.org/10.35229/jaes.635941
[25] Z. Aydoğan, T. Şişman, Ü. İncekara, Ö. Aksakal, M.C. Darılmaz, "Heavy Metal(oid)s Magnification in Freshwater Food Web Components with Their Abiotic Environment, Histopathological Analyses, and Ecological Risk Assessment in a Copper Mine Area" JTEMB-D-22-00014, Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=4007847 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4007847 (unpublished)
[26] Z. Aydoğan, Ü. İncekara, T. Şişman, M.C. Darılmaz, Ö. Aksakal, "Investigation of the Distribution of Aquatic Entomofauna (Coleoptera) Affected by Murgul Copper Mine Area, with New Faunistic Records in Artvin," Journal of the Institute of Science and Technology, 12(2): 578-588, 2022.
[27] A. Aslan, G. Budak, A. Karabulut, Y. Karagoz, G. Apaydin, B. Ertugral, U. Cevik, "Analysis of elements in some lichens by radioisotope X-ray fluorescence spectrometry," Fresenius Environmental Bulletin 13 (8), 740–747, 2004.
[28] IPCC, 2021. Climate change 2021: The physical science basis. contribution of working group i to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.
[29] R. Lal, "Soil carbon sequestration to mitigate climate change," Geoderma 123:1-22, 2004.
[30] https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/maden-yataklari
[31] MTA. 2016. Türkiye Madencilik Faaliyeti. https://dergi.mta.gov.tr. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fdergi.mta.gov.tr%2Fdosyalar%2Fimages%2Fmtadergi%2Fmakaleler%2Ftr%2F20160728160146_1748_227a9f90.pdf&clen=510641&chunk=true (Erişim tarihi: 14.02.2022)
[32] M. Küçük, I. Yener, A. Duman, "Effects of Vegetation Cover/Land Use And Slope Aspect On Surface Soil Properties Near The Copper Smelter Factory In Murgul, Turkey," Applied Ecology and Environmental Research, 17(5), 12305-12321, 2019.
[33] A. Irmak, S. Huş, "Murgul Bakır Fabrikası Gazlarının Ormanlara Yapacağı Zararlar ve Orman İdaresince Alınması Gerekli Tedbirler Hakkında Teklif," İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1 (2), 44-48, 1951. DOI: 10.17099/jffiu.10423.
[34] M. Akçay, N. Tüysüz, "Murgul Cu Madeni Çevresinde Ağır Elementlerin Yanal Dağılımı ve Çevresel Kirlilik Üzerine Etkileri," Yer Bilimleri, 2(30), 725-741, 1997.
[35] A. Bilgin, "An assessment of water quality in the Coruh Basin (Turkey) using multivariate statistical techniques," Environmental Monitoring and Assessment, 187(721), 1-16, 2015.
[36] E.S. Sağlam, M. Akçay, "Chemical and mineralogical changes of waste and tailings from the Murgul Cu deposit (Artvin, NE Turkey): implications for occurrence of acid mine drainage," Environmental Science and Pollution Research, 23(7), 6584-6607, 2016.
[37] I. Yolcubal, A.D. Demiray, E. Çiftçi, E. Sanğu, "Environmental impact of mining activities on surface water and sediment qualities around Murgul copper mine, Northeastern Turkey," Environmental Earth Sciences, 75(1415), 1-25, 2016.
[38] E. Dişli, "Murgul Bakır Madeni-Damar Atık Barajı (Artvin) Alanındaki Yeraltı ve Yüzey Suyu Kaynaklarının Hidrojeolojik Özellikleri ve Boya Deneyi," Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(1), 163-178, 2018.

[39] S. Yıldırımer, "Borçka Barajı Havzasında Su Rejimi, Su Kalitesi Ve Sediment Veriminin Swat Kullanarak Belirlenmesi Ve Modellenmesi," Doktora Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 2018.
[40] B. Berk, "Murgul, Fabrika Ve Hatila Derelerinde Mevcut Su Ve Sediment Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi Ve Havza Bazında Karşılaştırılması," Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin, 2019.
[41] SKKY, 2012, "Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği," T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Resmi Gazete Sayısı: 28483. Kasım, Ankara.
[42] M. Akçay, "Environmental effects of the acid rains and mine drainage around the Murgul VMS copper deposit, Eastern Pontides, Turkey", 1998.
[43] E.S. Sağlam, "Murgul (Artvin) Bakır Madeni'nin Çevresel Etkileri," Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2007.
[44] A. Bilgin, M.U. Konanç, "Evaluation of surface water quality and heavy metal pollution of Coruh River Basin (Turkey) by multivariate statistical methods," Environmental Earth Sciences, 75(12), 1-18, 2016. DOI 10.1007/s12665-016-5821-0
[45] M. Öztürk, V. Altay, M. Küçük, İ.E. Yalçın, "Trace Elements in the Soil-Plant Systems of Copper Mine Areas-A Case Study From Murgul Copper Mine From the Black Sea Region of Turkey," Phyton, Int. Journal of Experimental Botany, 88 (3), 223-228, 2019.
[46] B. Koz, U. Cevik, S. Akbulut, "Heavy metal analysis around Murgul (Artvin) copper mining area of Turkey using moss and soil," Ecological Indicators, 20, 17–23, 2012
[47] A. Bayram, M. Kenanoğlu, "Temporal Variation of Total Nitrogen and Total Phosphorus in Surface Waters from the Lower Çoruh River Basin, Turkey," Acta Physica Polonica A, 132 (3), 712-716, 2017. DOI: 10.12693/APhysPolA.132.712
[48] Ö. Eminağaoğlu, "Artvin'in Doğal Bitkileri," İstanbul: Promat, 2015.
[49] D.B. Lee, W. Nam, Y.S. Kwak, N.H. Cho, S.S. Lee, "Phytoremediation of heavy metal contaminated soil in a reclaimed dredging area using Alnus species," Journal of Ecology and Environment 32, 267-275, 2009.

GLOBCER'22
Global Conference on Engineering Research

CERTIFICATE
OF PARTICIPATION

THIS IS TO CERTIFY THAT

Zeynep AYDOĞAN

participated at the 2nd Global Conference on Engineering Research (GLOBCER'22) held on September 7-10, 2022 and made a presentation (oral) entitled

Geçmişten Bugüne Murgul Bakır Madenciliğinin Doğal Çevre Üzerindeki Etkisi Üzerine Sistematik Bir İnceleme

Assoc. Prof. Dr. M. Nuri SEYMAN
Head of Organizing Committee

The paper has been reviewed, accepted and discussed during the conference